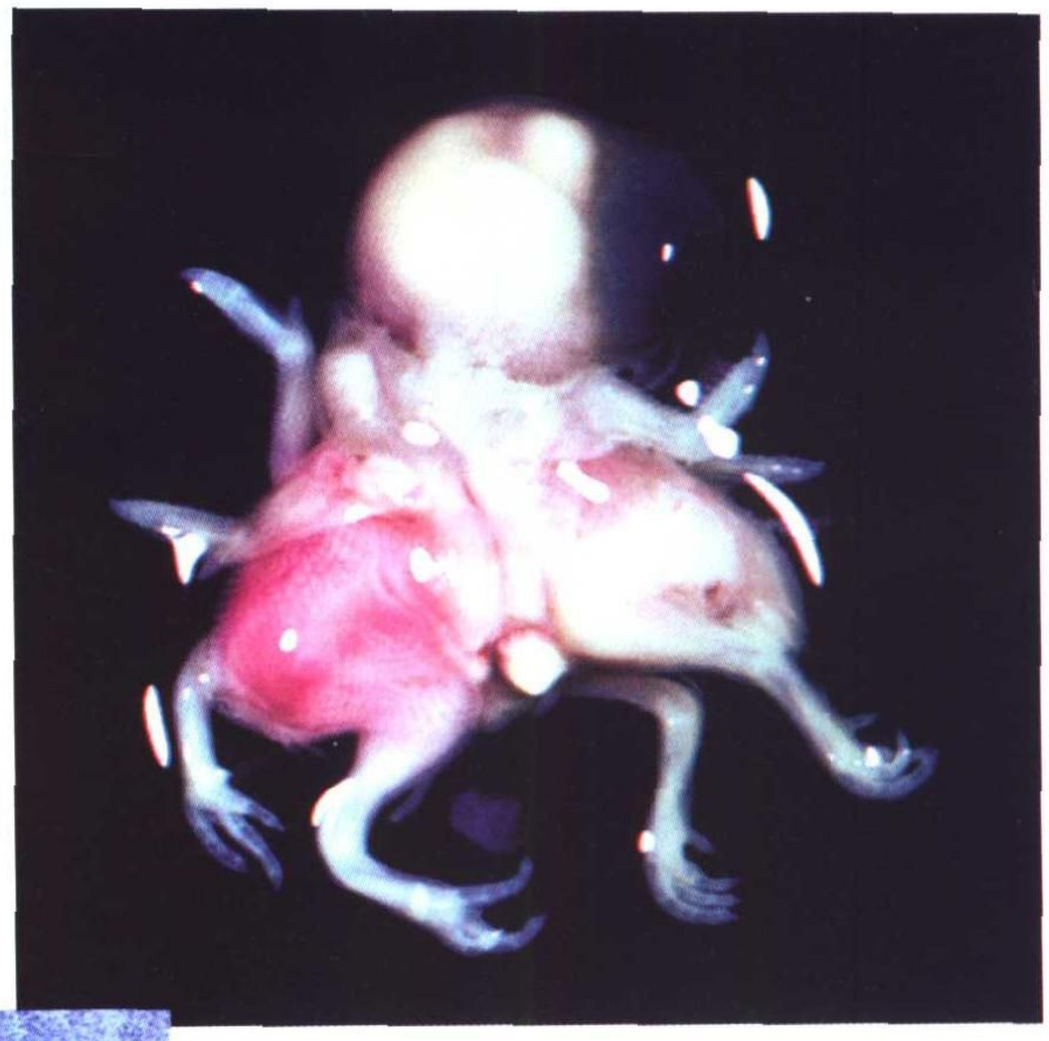
内 容 简 介

本书为较全面系统地论述禽类胚胎病的科学专著。广泛收集国内外有关资料，反映了禽类胚胎病在理论研究上的进展和在生产实践上的应用成果，既系统地论述禽类胚胎病的基础知识，又针对国内养禽业生产近年所遇到的问题，全面而深入地介绍禽类胚胎病，胚蛋传递性疾病的种类、病因、诊断和防制技术，是一本面向养禽业生产和科研，理论与实际并重的科学专著。

本书可供畜牧、兽医、生物等专业教师和学生，养禽和禽病科技人员、养禽业从业人员、生物学和医学有关科研和教学人员参考。

主 编　幸朝安　王民桢

编 者　丘振芳　罗开健　廖　明　任　涛　黄淑坚　曹伟胜　梁家桥



图版1　联体畸胎（鸡胚胎）（辛朝安 提供）



图版2　鸡胚胎发育不良、短肢、短下喙
（左侧为同批正常胚胎）
（辛朝安 提供）



图版3　鸡胚胎畸形（露脑、露脏、多肢、短上喙）
（王民桢、罗开健、梁家桥 提供）





图版4　鸡胚畸形（露脏、短上喙、细长肢）
（王民桢、罗开健、梁家桥 提供）



图版5　鸡胚胎畸形（露脑、露脏）
（王民桢、罗开健、梁家桥 提供）



图版6　鸡胚畸形（交叉喙、露脏、缺肢）
（王民桢、罗开健、梁家桥 提供）



图版7　鸡胚胎畸形（交叉喙、露脑、露脏）
（王民桢、罗开健、梁家桥 提供）



图版8　鸡胚胎畸形（短上喙）
（王民桢、罗开健、梁家桥 提供）



图版9　鸡胚胎畸形（缺肢）（王民桢、罗开健、梁家桥 提供）



图版10　鸡胚胎发育不良（缺肢）
（王民桢、罗开健、梁家桥 提供）



图版11　鸡胚胎畸形
（右下方：曲颈、右上方：正常）





图版12　烟酸缺乏所致短肢畸形（右），左为正常胚胎（孵化22d）



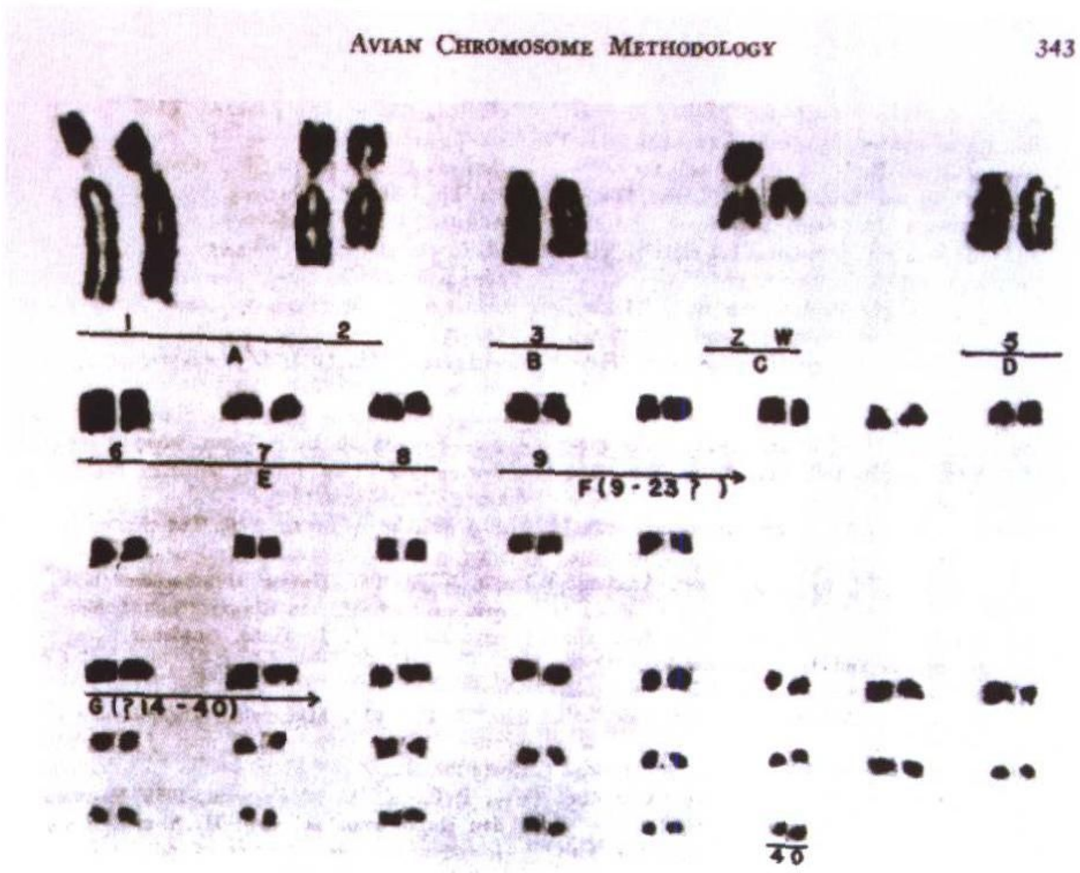
图版13　泛酸缺乏—出壳时眼、嘴角发炎



图版14　维生素缺乏—出壳后呈各种异常姿势

图版15　禽类染色体（示前9个大染色体）

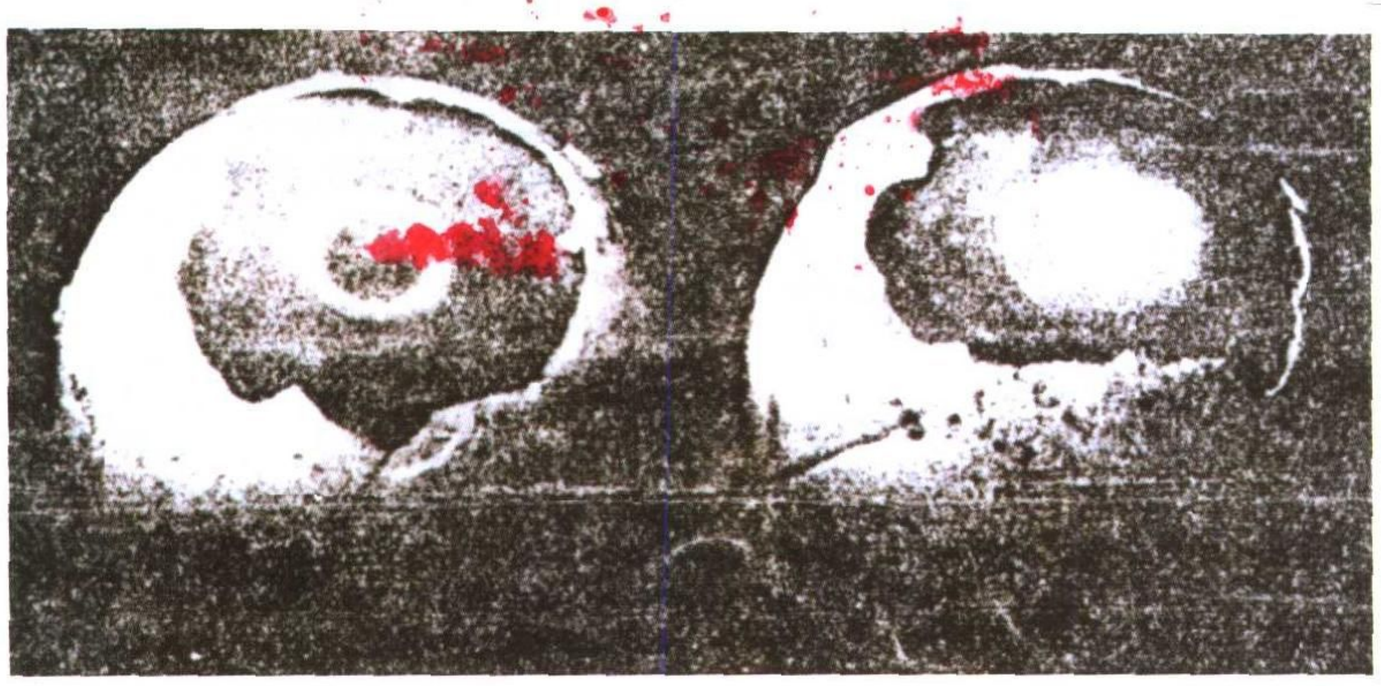




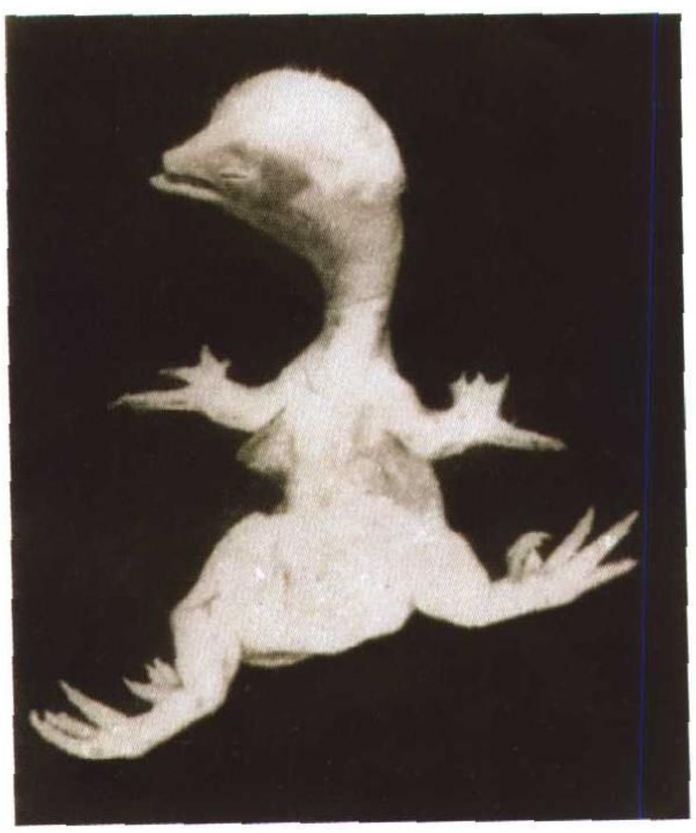
图版16　鹌鹑染色体



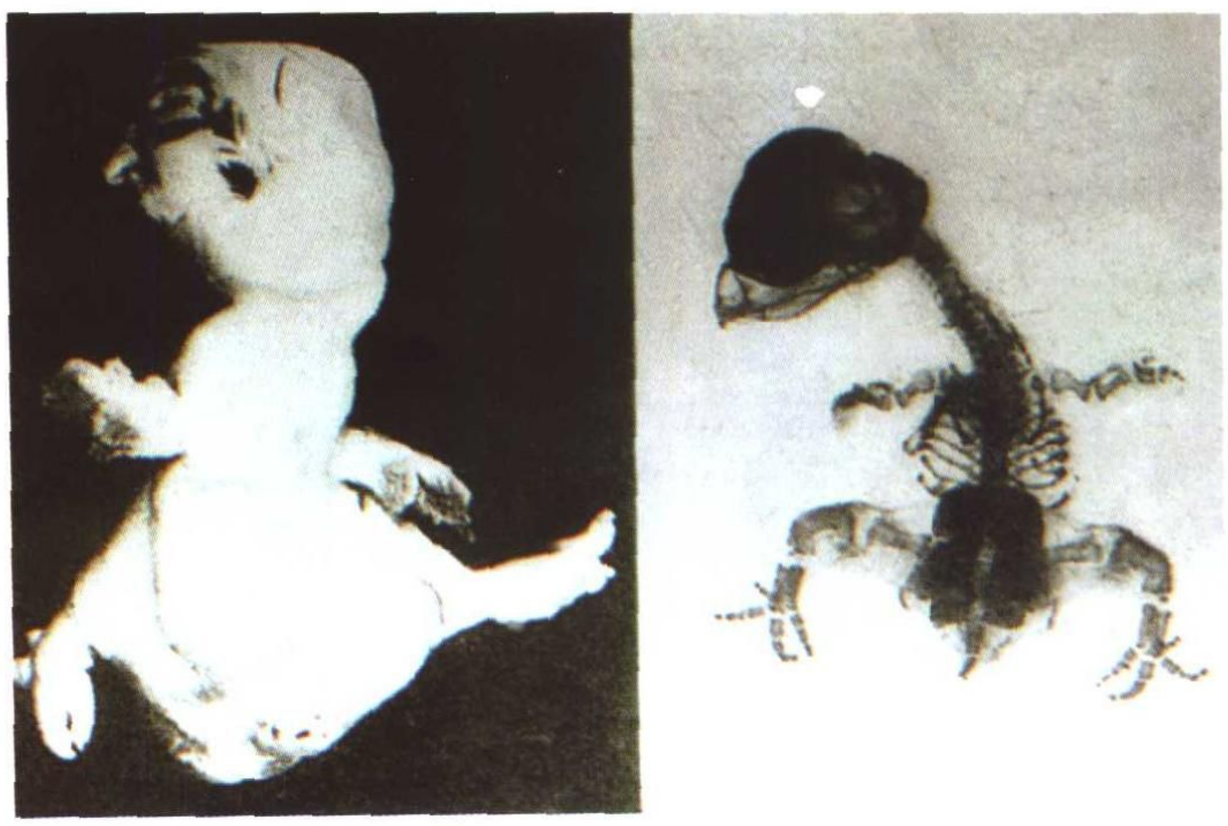
图版19　致死性基因突变所致畸形（鸡胚胎）（据 Cole,1942）



图版17　致死环（左）、正常胚盘（右）孵化48h（据 Savage TF 和 JA Harper, 1985）



图版18　鸡胚胎畸形（足裂、短上喙）



图版20　致死性基因—短小肢突变（鸡胚胎）（据 Cole,1972）

主要作者简介

辛朝安，教授，博士研究生导师，农业部养禽与禽病防治重点开放实验室主任，中国畜牧兽医学会禽病专业委员会副主任。1967年毕业于佛山科技学院兽医专业，1982年在华南农业大学兽医系禽病学研究生毕业并取得硕士学位，留校任教。1985年至1987年到美国加里福尼亚大学进修。回国后先后破格晋升副教授和教授。近十年来共主持省部级科研14项，获省部级科研成果7项，发表论文40多篇。在教学科研上取得优异的成绩，先后获农业部和国家人事部授予突出贡献中青年专家称号。

目　录

绪　言 …… 1

第一章　禽类生殖生理 …… 3

第一节　雄禽生殖生理 …… 3
一、雄禽生殖器官 …… 3
二、精液 …… 3
第二节　雌禽生殖生理 …… 4
一、雌禽生殖器官 …… 4
二、卵子的发育和排卵 …… 5
三、蛋的形成与产出 …… 5
四、影响产蛋的因素 …… 5
第三节　蛋的结构、功能及成分 …… 6
一、卵黄 …… 7
二、蛋白 …… 7
三、壳膜 …… 9
四、气室 …… 10
五、蛋壳 …… 10
主要参考文献 …… 12

第二章　禽蛋的孵化 …… 13

第一节　禽蛋的孵化期 …… 13
第二节　孵化用蛋的准备 …… 14

一、种蛋的选择 …… 14
二、种蛋的收集与保存 …… 14
三、种蛋的消毒 …… 15
四、种蛋的运输 …… 15
第三节 禽蛋孵化的条件 …… 15
一、温度 …… 16
二、湿度 …… 16
三、通风换气 …… 16
四、翻蛋 …… 16
五、凉蛋 …… 17
六、其他影响因素 …… 17
第四节 孵化质量的评定 …… 17
一、受精率 …… 17
二、孵化率 …… 18
三、健雏率 …… 18
第五节 孵化失败的原因 …… 18
一、种蛋的质量 …… 18
二、种蛋的收集、运输与贮存 …… 19
三、孵化技术 …… 19
第六节 胚胎死亡 …… 20
一、孵化早期死亡 …… 21
二、孵化中期死亡 …… 21
三、孵化晚期死亡 …… 21
主要参考文献 …… 22

第三章 禽类胚胎的发育 …… 24

第一节 禽胚发育的形态学分期 …… 24
一、鸡胚胎的发育分期 …… 24
二、其他禽胚胎的发育分期 …… 30
第二节 胚蛋的透照 …… 36
第三节 胚胎早期发育的调控 …… 38
一、生长因子对胚胎早期发育的调控 …… 38
二、胚胎细胞死亡的调控 …… 38
主要参考文献 …… 38

第四章 禽类胚胎生理 …… 40

第一节　暂时性胚胎器官 …… 40
一、卵黄囊 …… 40
二、羊膜和绒毛膜 …… 40
三、尿囊 …… 41
第二节　禽胚各系统生理 …… 41
一、血液循环系统 …… 41
二、神经系统和感觉器官 …… 42
三、呼吸系统 …… 43
四、消化系统 …… 44
五、泌尿系统 …… 44
六、肌肉和骨骼系统 …… 45
七、内分泌腺 …… 46
八、生殖系统 …… 47
第三节　禽胚生物化学 …… 47
一、禽胚的重量 …… 47
二、禽胚生长发育的测定和评估 …… 47
三、禽胚的化学组成 …… 49
四、禽胚内环境的理化现象 …… 50
主要参考文献 …… 51

第五章 禽类胚胎畸形 …… 52

第一节　致畸的遗传因素 …… 52
一、基因突变 …… 53
二、染色体畸变 …… 53
三、多基因遗传 …… 53
四、近亲繁殖 …… 53
五、自发性畸形的发生率 …… 54
第二节　致畸的环境因素 …… 54
一、物理性致畸原 …… 55
二、化学性致畸原 …… 57
三、生物性致畸原 …… 62
第三节　禽胚畸形的发生概况 …… 63
一、禽胚畸形的发生特点 …… 63
二、对禽胚畸形评估的指标 …… 63
三、常见的禽胚外观畸形 …… 63
主要参考文献 …… 64

第六章 禽类胚胎病的诊断和防制 …… 65

第一节 禽类胚胎病的诊断 …… 65
一、现场的一般性调查 …… 65
二、活胚的检查 …… 67
三、死胚的检查 …… 69
四、胚胎异位的检查 …… 70
五、破壳和出壳的检查 …… 71
六、孵化率的统计 …… 71
七、胚蛋生化指标的检查 …… 71
八、胚蛋的微生物学检查 …… 71
九、染色体检查 …… 72
十、基因诊断 …… 72
十一、一日龄幼雏的评定 …… 73
第二节 禽类胚胎病的防制 …… 74
一、防制原则 …… 74
二、一般防制措施 …… 74
三、消毒剂的选择与使用 …… 75
四、禽胚的给药方法 …… 76
五、胚传递性禽病的防制 …… 76
六、建立无胚传递性疾病的禽群 …… 80
主要参考文献 …… 80

第七章 遗传性胚胎病 …… 81

第一节 染色体畸变 …… 81
一、概述 …… 81
二、畸变类型 …… 82
三、影响因素 …… 84
第二节 致死性基因 …… 86
第三节 几种遗传性胚胎病 …… 89
一、胚盘变性 …… 89
二、致死环 …… 90
三、遗传性血环 …… 90
四、曲颈侏儒 …… 91
五、爬行者（匍匐鸡） …… 92

六、细小肢综合征 …… 93
七、孤雌生殖 …… 93
主要参考文献 …… 94

第八章 营养性胚胎病 …… 96

第一节　维生素缺乏或过量 …… 97
一、维生素 A …… 97
二、生物素 …… 97
三、核黄素 …… 98
四、维生素 B_{12} …… 99
五、泛酸 …… 99
六、硫胺素 …… 100
七、烟酸 …… 100
八、叶酸 …… 100
九、维生素 B_6 …… 101
十、维生素 K …… 101
十一、维生素 D …… 101
十二、维生素 E …… 102
第二节　常量和微量元素缺乏或过量 …… 103
一、钙 …… 103
二、磷 …… 103
三、碘 …… 103
四、锰 …… 104
五、锌 …… 104
六、镁 …… 104
七、硒 …… 105
八、硼 …… 105
第三节　有机营养物质缺乏或过量 …… 105
一、蛋白质和能量 …… 105
二、脂肪和脂肪酸 …… 106
第四节　综合因素所致营养缺乏病 …… 106
一、胚胎营养不良 …… 106
二、痛风 …… 107
三、肌胃角质炎 …… 107
主要参考文献 …… 107

第九章 传染性胚胎病 …… 109

第一节 病毒性胚胎病 …… 110
一、新城疫 …… 110
二、鸡传染性支气管炎 …… 110
三、禽脑脊髓炎 …… 111
四、禽流感 …… 111
五、禽传染性喉气管炎 …… 112
六、禽痘 …… 112
七、包涵体性肝炎 …… 112
八、减蛋综合征 …… 113
九、禽病毒性关节炎 …… 113
十、禽白血病 …… 113
十一、马立克氏病 …… 114
十二、传染性法氏囊病 …… 114
十三、鸭病毒性肝炎 …… 114
十四、鸭瘟 …… 115
第二节 细菌性胚胎病 …… 115
一、鸡白痢 …… 115
二、禽伤寒 …… 115
三、禽副伤寒 …… 116
四、禽大肠杆菌病 …… 116
五、亚利桑那菌病 …… 117
六、禽结核病 …… 117
七、弯曲杆菌性肝炎 …… 117
八、禽支原体感染 …… 117
九、葡萄球菌病 …… 118
十、链球菌病 …… 119
十一、绿脓杆菌感染 …… 119
十二、禽螺旋体病 …… 119
十三、禽衣原体病 …… 119
十四、禽曲霉菌病 …… 119
主要参考文献 …… 123

第十章 生殖细胞异常所致胚胎病 …… 124

第一节　精子、卵子及受精异常 …… 124
一、精子异常 …… 124
二、卵子异常 …… 125
三、受精异常 …… 125
第二节　双胚胎和多胚胎 …… 126
一、完全性双胚胎 …… 126
二、不完全性双胚胎 …… 127
三、三联胚胎及多联胚 …… 129
第三节　种蛋形态或结构异常 …… 129
一、蛋的重量 …… 129
二、蛋的体积的变化 …… 130
三、蛋形指数 …… 130
四、蛋壳厚度 …… 130
五、蛋壳强度 …… 130
六、蛋壳的多孔性 …… 131
七、蛋壳畸形 …… 131
八、气室位置不正 …… 131
九、气室松弛 …… 132
十、蛋白异常 …… 132
十一、卵黄异常 …… 132
十二、初产或老年种禽的种蛋 …… 132
十三、种禽的体重与种蛋的孵化 …… 133
主要参考文献 …… 133

第十一章 孵化条件不当引起的胚胎病 …… 134

第一节　孵化前种蛋的贮存不当 …… 134
第二节　孵化温度不当 …… 136
一、温度偏高 …… 136
二、温度偏低 …… 140
第三节　孵化湿度不当 …… 143
一、湿度偏高 …… 143
二、湿度偏低 …… 145
第四节　气体成分异常 …… 146

一、缺氧 …… 146
二、窒息 …… 147
三、二氧化碳 …… 147
四、氮气 …… 148
五、氦气 …… 148
六、天然气（煤气） …… 148
七、一氧化二氮 …… 148
八、福尔马林 …… 148
第五节　气压异常 …… 148
一、低气压 …… 148
二、高气压 …… 149
第六节　种蛋的放置或翻动不当 …… 149
主要参考文献 …… 150

附表 常用消毒药物 …… 151

汉字笔画索引 …… 154
英文索引 …… 159

绪　言

禽类胚胎是在母体外形成的独立的生物体，在一个与外界基本隔绝的封闭系统——蛋壳内发育生长。禽胚的发育由遗传因素所决定，受各种微量生物信息因子的综合调控，也很大程度上受各种外界环境因素的影响。在漫长的进化过程中，为了适应外界的变化，禽类胚胎已逐渐形成了一系列完善的保护机制，在一般条件下，是能够正常地生长发育的，但在某些异常的理化和生物因素的作用下，其发育也会出现偏差。以致发生病变、畸形和死亡，亦即禽类胚胎病。不但使孵化率明显降低，即使孵出，亦多成为畸形雏和病弱雏，生长发育不良，抵抗力差，极易患病和死亡，使生产水平明显下降。

保证禽类胚胎正常发育成长，提高孵化率，不但在生产上提供质量优良的雏禽，满足繁衍后代、提高品系素质以及人类食品的需要，而且在科学研究中也有十分重要的作用。禽类胚胎来源丰富，价廉易得，实验周期短，容易采用大样品和多次重复试验，因而试验结果也较为准确；具有易操作性，无论实验材料的植入，试验过程和结果的观察，培养物的收集和处理等都非常直接和简便；胚胎发育时段明显、组织分化程度低，便于根据需要选择不同胚龄和接种途径进行试验。由于种种优越性，故尽管近代分子生物学进展提供了先进的实验手段，但鸡胚作为传统的试验工具，目前仍广泛用于生物学、医学、兽医学、遗传学等领域的研究工作和生产实践。例如以下方面。

发育生物学的研究：借助禽类胚胎的生物学模型，开展对高等脊椎动物的中枢和外周神经系统、红细胞系统、骨骼和横纹肌系统等器官和组织的发生和调控，发育基因对早期形态学发生的作用等研究，已取得成果。运用 Le Douarin 氏技术（1967）所作的鸡和鹌鹑胚胎之间的原基互换所产生的嵌合体，被广泛用作此类研究的模型。在禽类胚胎活体内的试验，在许多方面仍是体外试验无法比拟的。

病原体（病毒、衣原体、立克次氏体）生物学特性的研究：病毒的分离、增殖和鉴定，疫病诊断和疫苗制造，例如在鸡胚上测定半数鸡胚感染量（EID_{50}）以测定病毒的毒力，在鸡胚上进行中和试验，或采集鸡胚组织作病毒抗原的鉴定等。目前不少病毒，如乙型脑炎病毒、流感病毒、新城疫、犬瘟热、传染性法氏囊病、痘病毒、马立克氏病病毒等，常通过鸡胚作分离培养。

遗传性疾病的研究：以某种理化因子作用于鸡胚，或引入异常的基因，引起禽胚遗传性状的改变，有可能在较短期内观察到实验的结果。这在遗传学、家禽育种学上均有理论和实践意义。

营养性疾病的研究：通过控制种禽的营养，使某种营养物质、氨基酸、维生素、矿物质和微量元素缺乏或过量，或投入某种营养物质的拮抗剂，可以研究营养缺乏或过量所出现的各种异常。

放射学的研究：尤其是对局部的放射作用的研究，由于对环境、剂量、照射部位等条件容易选择和控制，故使试验更为准确和简便。

环境毒理学研究：鸡胚作为中毒模型，用于某些环境毒物的作用方式，作用剂量，毒理效应等研究。

正是由于禽类胚胎在科学研究上的广泛用途，以及作为家禽生产的一个重要环节而对养禽业的发展起着关键作用，而国内目前尚没有系统地论述禽类胚胎病的专著；特参阅国内外有关资料及编者们的实践经验撰写成册。

第一章
禽类生殖生理

第一节　雄禽生殖生理

一、雄禽生殖器官

雄禽的生殖器官包括睾丸、附睾、输精管和交配器。禽类没有副性腺。

（一）睾丸（testis）　禽类有两个睾丸，左右对称，位于腹腔内，由短的系膜固定在脊柱之下、肾前叶的前下方。呈椭圆或豆形，表面光滑，左侧睾丸略大于右侧。睾丸外面被覆一层白膜，内部主要由精细管构成，精细管的上皮能生成精子，精细管之间的间质细胞（leydig 氏细胞）能分泌雄激素。

（二）附睾（epididymis）　在睾丸内侧呈小的扁平状突出，由睾丸输出管构成，其末端汇集为一短的附睾管，向后连接输精管，是精子成熟的场所。

（三）输精管（deferent duct）　是两条白色的波浪状弯曲细管。各由左、右侧附睾沿脊柱两侧向后，末端开口于泄殖腔的泄殖道。输精管是精子贮存和成熟的主要场所，也是运送精子的通道。

（四）交媾器（copulatory apparatus）　公鸡没有真正的阴茎，交媾和射精由泄殖腔后部的一套交媾器（包括输精管乳头、阴茎体、脉管体和淋巴褶）负责实施。公鸭和公鹅的阴茎较发达，性兴奋时阴茎勃起伸出泄殖腔之外完成交媾和射精。

二、精液（semen）

精液由精子和精清组成。禽类的精子体积较小，公鸡精子呈细丝

状，头部尖长，中部短，尾部很长。精清是精液的液体部分，由睾丸、输精管、脉管体和淋巴褶等处的分泌物构成。

家禽的正常精液呈乳白色或微黄色、不透明的悬浮液乃至水样液体，其浓稠度与精子的浓度有关。家禽的新鲜精液略带碱性，鸡精液 pH7.0～7.4。公鸡在每天第一次交配时的射精量可达 1ml，多次交配后可减少至 0.1ml，平均为 0.2～0.5ml。每毫升约含 40 亿个精子，低于 20 亿而且活力较差时精液质量不佳。

精液的生成和品质受遗传和环境两方面因素的影响，与家禽的品种、品系、营养以及环境中温度、光照等有关。

第二节　雌禽生殖生理

一、雌禽生殖器官

雌禽的生殖器官由卵巢和输卵管构成（图 1-1）。右侧卵巢和输卵管在孵化前期停止发育，逐渐退化萎缩，故雏禽孵出后只保留左侧卵巢和输卵管。极少数鸡、鸭双侧卵巢和输卵管仍有功能。

（一）卵巢（ovarium）　位于腹腔前部、左侧肾前叶的下方，由短的卵巢系膜悬吊于腹腔背侧。幼禽的卵巢很小，扁平椭圆形，黄白色。皮质部主要含卵母细胞，髓质部含丰富的血管网。性成熟时以卵母细胞为核心形成卵泡，产蛋期卵泡迅速增大，外由结缔组织构成的卵囊包裹，突出于卵巢表面，以卵泡柄与卵巢连接。整个卵巢体积增大，布满不同发育期的大小卵泡，鸡可达数千个，鸭约千余个，但都只有少数可以发育成熟并排卵。

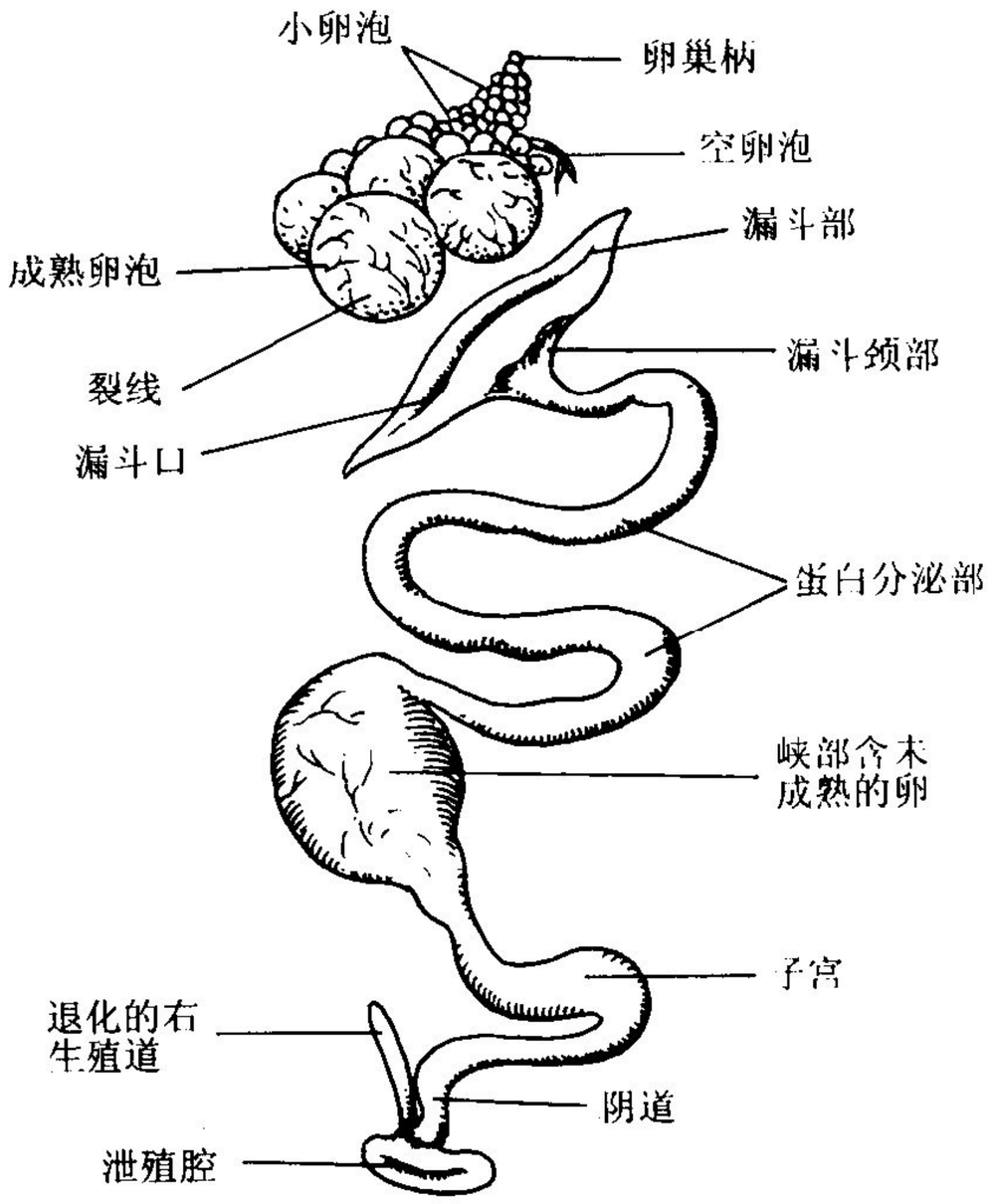


图 1-1　雌禽生殖器官

（据 Eris minger，Poultry Science）

（二）输卵管（oviductus）　输卵管是一条弯曲的长管，前端开口于卵巢下方，后端开口于泄殖腔。输卵管既是禽蛋最终形成的场所，也是禽蛋排出的通道。按其结构与功能不同，按顺序分为 5 个部分。

1. 漏斗部：是输卵管的起始部，其功能是摄入由卵巢排出的卵子（卵黄），并向后输送，此处也是卵子受精的场所。

2. 蛋白分泌部：亦称膨大部，是输卵管中最长的部分，黏膜内含丰富腺体，分泌蛋白和盐类，禽蛋的蛋白大部分在此形成。

3. 峡部：是输卵管中一段短的较细部分，在此继续形成蛋白，并形成内壳膜和外壳膜。

4. 子宫：亦称壳腺部，蛋壳腺分泌碳酸根与来自血液的钙形成碳酸钙，构成蛋壳及蛋外面的胶质层。是禽蛋最后形成的场所。

5. 阴道：输卵管末段，蛋形成后在此短暂停留，然后经泄殖腔排出体外。

二、卵子的发育和排卵

孵育至第 6～7d 时，卵巢的生殖上皮细胞逐渐分化成为卵母细胞，以有丝分裂方式迅速增殖。孵育至第 14d 时，卵母细胞停止增殖，开始生长，成为初级卵母细胞。雏鸡孵出后，卵母细胞进入缓慢生长期，随后出现快速生长期，卵黄逐渐形成，卵母细胞在几天内扩大数倍。在排卵前约 2h，初级卵母细胞进行第一次成熟分裂（减数分裂），成为次级卵母细胞。排卵后 10～30min，由于受到精子的刺激作用，卵母细胞在输卵管漏斗部进行第二次成熟分裂，发育成熟。卵细胞成熟过程需 7～10d。

由下丘脑调节各种激素（如排卵诱导素、前列腺素 E 等）的刺激下，并由于卵细胞体积和重量增加的重力作用，卵泡破裂，卵子由卵巢排出，此过程称为排卵。多数家禽在产蛋后约半小时开始排卵，鸽子在产第一个蛋后 4～5h 排卵。

三、蛋的形成与产出

在卵的发育过程中卵黄逐渐积聚，由卵巢排出的成熟卵中，含大量卵黄物质，外被卵黄膜围裹，原生质被挤在卵黄的一隅，呈白色小团块，受精后成为胚盘。卵黄物质主要成分是蛋白质和磷脂类，结合为脂蛋白，是在雌激素的刺激下，在肝脏合成，经血液输入卵黄内。

成熟的卵子在输卵管的漏斗部停留约 20～28min，转移到蛋白分泌部，形成了由浓蛋白构成的卵黄系带，并在卵黄和卵黄系带周围包裹上浓蛋白和稀蛋白，这一过程约经历 3～5h。卵子再向下转移到峡部，在蛋白周围形成内壳膜和外壳膜，这一过程约需 1.5h，随后再进入子宫部并在此停留 18～20h，向卵内渗入水分和盐类，并形成蛋壳、色素和油质层。至此即形成一个完整的蛋，经阴道和泄殖腔排出体外。由排卵至蛋的产出共约需 25h（图 1-2）。

卵在子宫内停留时，位置为锐端向下，直到临产前才旋转 180 度，以钝端先产出。刚产出的禽蛋无气室。只是在冷却后由于蛋白的收缩，钝端的内壳膜向内下陷，在内、外壳膜之间形成一空间，称为气室。

四、影响产蛋的因素

禽蛋的形成与产出受诸多内外因素的影响。

在内因方面，遗传因素决定母禽的产蛋性能，可以通过育种改变产蛋周期，提高产蛋率。神经和激素的调节作用对产蛋有重要影响，如孕酮、雌激素、前列腺素 E 和 F，以及垂体后叶分泌的催产素和加压素，分别可使输卵管的活动增强，子宫收缩，肛门扩大，通

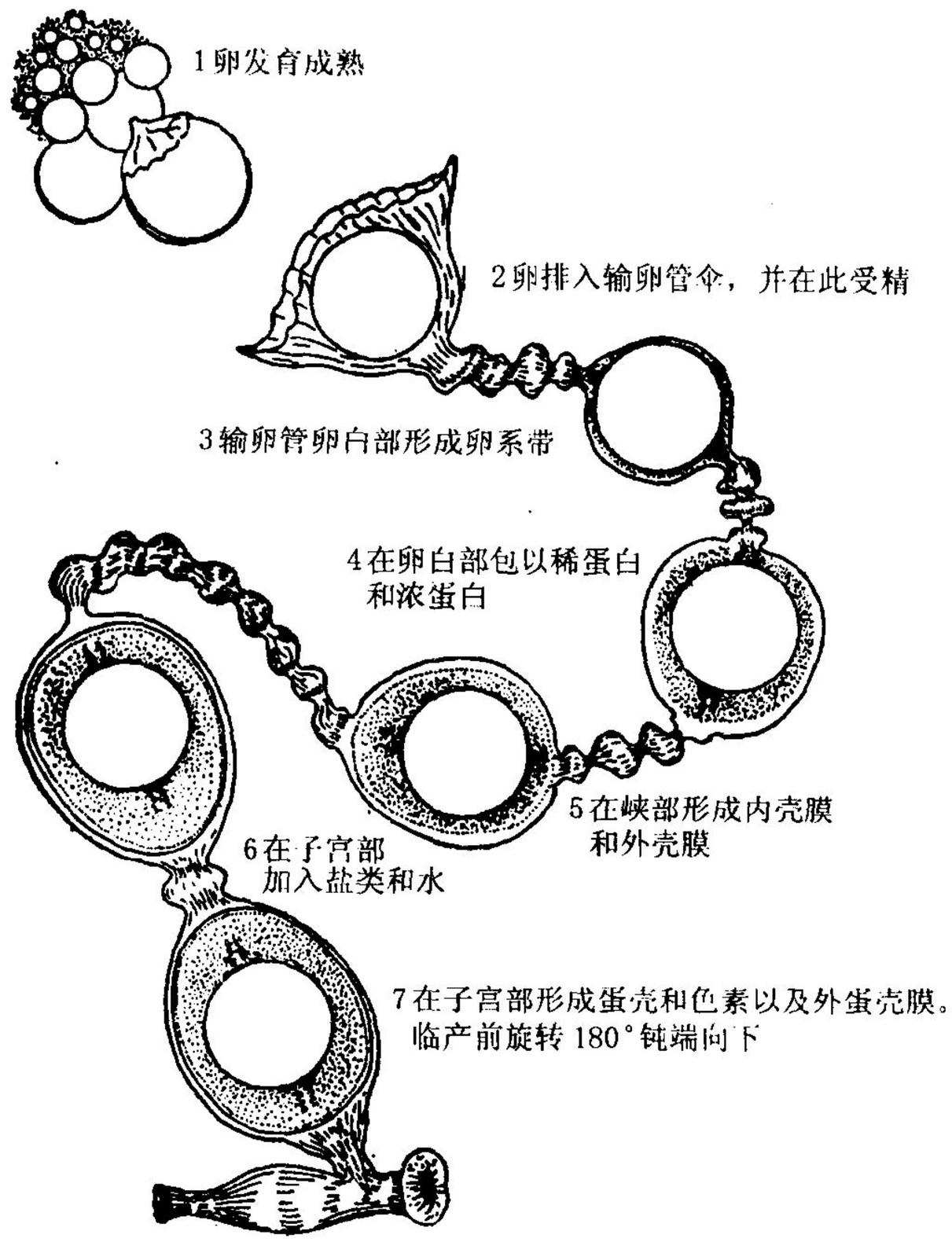


图 1-2 禽蛋形成示意图

（据蒋晞东，鸡胚发育图谱）

过其共同作用使蛋顺利产出。母禽的年龄对产蛋有明显影响，年龄大则产蛋率低，蛋的质量亦有所变化。此外，母禽在换羽或就巢时停止产蛋。

环境因素对产蛋亦有明显影响，要维持高的产蛋率，必需有充足的光照和适宜的气温（13～21℃），一般在春季产蛋率较高，乃因气候适宜之故。母禽的营养对于蛋的形成和产出至关重要，日粮中需含充足的蛋白质以及适量的矿物质（尤其需有充足的钙）、维生素和微量元素，以满足禽蛋各成分形成的需要。此外，母禽患病对于蛋的形成和产出有不良的影响。

第三节 蛋的结构、功能及成分

禽蛋由卵黄（含胚盘）、蛋白、壳膜、气室、蛋壳等部分所构成（图 1-3）。其基本成分含有水、蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质和微量元素（表 1-1、1-2、1-3、1-4、1-5）。

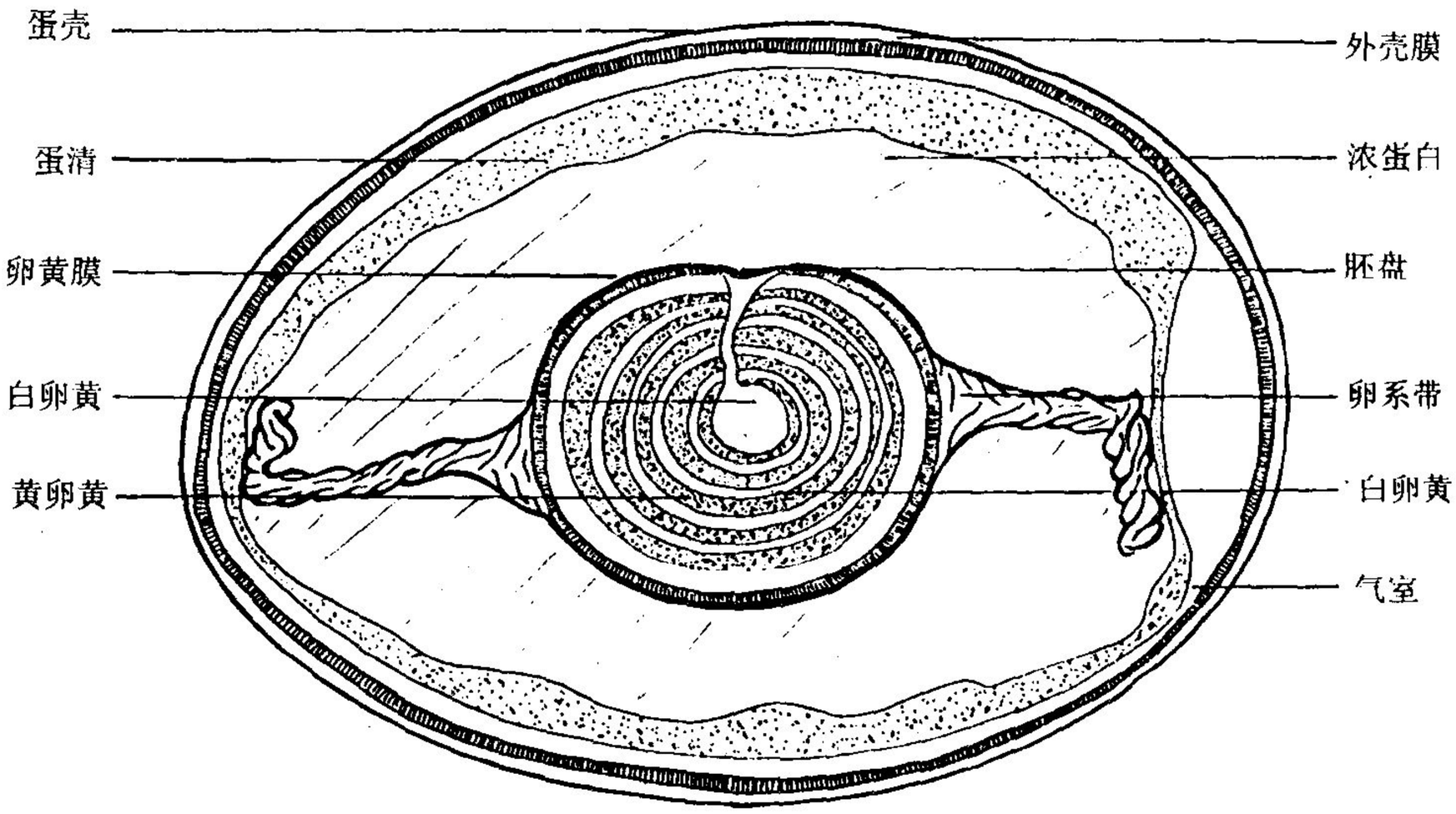


图 1-3　禽蛋的基本结构

一、卵黄（yolk）

卵黄是一团黄色、黏稠的半流状物质，呈球形。由两条系带连结而悬浮于蛋的中央。卵黄外周是一透明薄膜，称为卵黄膜，厚约 10μm。新鲜蛋的卵黄膜有良好弹性，能使卵黄保持一定形状，陈旧蛋的卵黄膜弹性差，受震动时易于破裂，使卵黄流散。

卵黄中央是由白卵黄组成的卵黄心，其余以黄卵黄为主，间以少量白卵黄以同心圆状围绕着卵黄心。卵黄上部中央处有一白色的圆斑，直径约 3～4mm，未受精蛋呈云雾状，称为胚珠。因其比重最轻，尽管改变蛋的位置，一般都浮在卵黄的顶端。在受精蛋，此白色圆斑的中央呈透明状，称为胚盘（blastcderm），孵化发育成为胚胎。

卵黄的成分是水和干物质，干物质中包括脂肪、蛋白质、碳水化合物和无机盐类。卵黄中含有丰富的脂类，如卵磷脂、脑磷脂、神经磷脂、脂蛋白等。蛋白中包括胚胎发育所需的全价蛋白、母源抗体等，还含有各种常量和微量元素以及多种维生素。

卵黄的着色物质是叶黄素，来源于饲料，母禽摄食后经血液进入卵黄。母禽白天采食时叶黄素在蛋白沉积较多，而晚间因母禽不采食故叶黄素沉积较少，卵黄出现色泽深浅相间的现象。

二、蛋白（albumen）

蛋白处于卵黄与壳膜之间，微黄、黏性液状，呈碱性，pH 为 8.6～8.8，比重 1.0386～1.0544。含白蛋白（90%）、球蛋白（6%）、黏蛋白（4%），还有微量抗生物素蛋白（0.05%）。蛋白分为 4 层。

（一）系带生成层（chalatiferous layer）　是紧靠卵黄表面的薄层浓蛋白，约占蛋白重量的 2.7%。在卵黄与蛋的长轴平行的两端，浓蛋白呈螺旋样冻胶状，称为系带（cha-

lazqa)，连结并固定卵黄。

（二）内稀蛋白层 呈带黏性的稀薄液状，约占蛋白重量的17.3%。

（三）中浓蛋白层 富含黏蛋白，浓厚而黏稠，约占蛋白重量的57%。

（四）外稀蛋白层 黏性液状，约占蛋白重量的23%。

蛋白起着缓冲作用，保护卵黄和胚盘，还供给胚胎发育所需的营养物质和水。蛋白含有多种氨基酸，钾、镁、钙、氯等盐类，多种微量元素，维生素和酶，如溶菌酶、蛋白酶、淀粉酶、氧化酶等。

蛋白中含有多种抗微生物的成分，主要有：

溶菌酶：溶菌酶占蛋白中总蛋白质的3%～4%，在溶液中很稳定，在4℃中性或微酸性溶液中保存6年仍能保持其活性的77%，pH5.4的溶液中经100℃1min仍能保持其活性，但微量的铜能使该酶的活性失去稳定性。

试验表明，将一定量的某种细菌，例如枯草杆菌接种到新鲜蛋白中，细菌被溶解，但如将蛋白作65～70℃热处理30min之后，则失去了对细菌的溶解作用。人们将蛋白中这种具有溶解作用的物质称为溶菌酶，其化学名称是B-N-乙酰-氨基己糖酶，革兰氏阳性菌株对溶菌酶的敏感性比革兰氏阴性菌高。因而，大部分革兰氏阳性菌不容易在蛋白中繁殖，从蛋白中分离到的细菌以革兰氏阴性菌为多。

溶菌酶之所以能溶解细菌，与溶菌酶的性质及细菌细胞壁的化学成分和化学结构有关，所有细菌的细胞质膜外面都被一坚韧的袋样结构所包裹，称为胞壁质囊，它的作用与蛋壳相似，除维持菌体的固有外形之外，还能抵抗渗透压变化所造成的损害，胞壁质囊的化学成分是黏肽，它们通过肽键和B-1-4，B-1-6糖苷键连接在一起，溶菌酶所攻击的正是B-1-4糖苷键，使细菌细胞壁的黏肽变性，细胞壁裂解，菌体变形，在非等渗溶液中，可能迅速发生胞浆外渗和菌体死亡。

大部分革兰氏阳性菌细胞壁黏肽上的B-1-4糖苷键是外露的，因而较易被溶菌酶所溶解。革兰氏阴性菌的细胞壁结构比阳性菌复杂得多，在胞壁质囊上散布着多聚蛋白体，脂蛋白和脂多糖等，因而不容易受溶菌酶所溶解或杀灭。但是，如果革兰氏阴性菌经过辅助处理，例如在碱性溶液中培养或反复冻融等，对溶菌酶也是敏感的。

伴清蛋白（卵转铁蛋白）：约占蛋白部分的13%，它能与许多金属离子特别是铁离子牢固结合，与细菌酶系统竞争铁离子，抑制细菌的代谢，从而具有抗菌作用。

早在1944年，有人发现在培养基中添加蛋白并将pH调到7.4或更高时，抑制了细菌的生长，但pH降至5.8或更低些，抑菌作用又消失了。他们对10种维生素和31种元素逐次进行试验，发现只有当铁离子存在时，才出现抑菌现象，而且能吸附铁离子的抑菌物质可以从蛋白中分离出来，这种蛋白成分就是伴清蛋白。伴清蛋白是不均匀地分布于蛋白中的，经短时间贮存之后，活性无明显下降，伴清蛋白结合铁离子的能力不被从卵黄中扩散出来的铁所饱和。

细菌由于受到伴清蛋白的抑制作用，在开始繁殖时，隐蔽期延长，繁殖率下降，最后细菌的繁殖数量也随之下降。伴清蛋白对不同种类细菌的抑制作用是不同的，球菌类比芽孢杆菌敏感，而芽孢杆菌比革兰氏阴性菌敏感，培养基pH高于7时，抑制作用随之增

强。根据实验报道，葡萄球菌对伴清蛋白的抑菌作用是敏感的。

实验室及蛋内试验证明，在培养物 pH 低于 7 或添加过量的铁离子使伴清蛋白的结合能力饱和时，抑菌作用明显减弱或消失，用天然的或人为污染的含铁离子高的水洗蛋之后，腐败变质的蛋随之增多，据此也可证明伴清蛋白的抑菌机理是与铁离子结合，从而抑制了细菌需要的某些酶的活性。

卵黏蛋白：占蛋白中总蛋白质的 2%～2.9%，呈纤维状，不溶解，是一种高糖类的酸性蛋白，抑制病毒的血凝作用。

卵巨球蛋白：约占蛋白中总蛋白质的 0.5%，是蛋白中分子量较大的蛋白质，在免疫学上有广谱的交叉反应的特性，具有较强的致免疫力。

卵抑制素：占蛋白中总蛋白质的 0.1%～1.5%，是一种糖蛋白，其蛋白质是由一条多肽链组成的，结构不一，可分为 3～5 种形式，不同之处在于糖类部分，它能抑制胰蛋白和糜蛋白酶。

抗生物素蛋白：约占蛋白中蛋白质总量的 0.05%，作用在于能与生物素形成极稳定的复合体，抑制细菌对生物素的利用，从而具有抑菌作用。

三、壳膜（shell membrane）

壳膜是蛋壳与蛋白之间的两层白色半透性薄膜，是由角蛋白和少量碳水化合物组成的网状结构，有较强的韧性。外壳膜紧贴蛋壳，厚约 50μm，结构较疏松，微生物较易通过。内壳膜包裹蛋白，又称为蛋白膜，厚约 20μm，较为致密，微生物不易通过。壳膜在防止禽蛋污染上起着机械和化学的屏障作用。

壳膜是细菌的滤膜，如将新鲜鸡蛋的内容物换成细菌悬液之后，在蛋壳外吸取的液体中分离不到细菌。但如将蛋内容物换成细菌悬液，同时撕去壳膜，则从蛋壳外吸取的液体中能分离到细菌。但是，壳膜这种防御微生物入侵的机械屏障作用是相对的、暂时的。例如，（1）在壳膜内表面接种细菌，18～24h 之后，便可从蛋壳外吸取的液体中分离到细菌；（2）将壳膜完整的含无菌培养基的蛋壳放在有大量细菌活跃生长的另一培养基中，几小时之后便可检测到蛋壳内的无菌培养基中已被细菌所污染；（3）如果在气室上接种少量细菌，则需要较长时间之后，才能从蛋白中分离到这种细菌，如接种量很大，尤其是接种后置 37℃温度下孵化，则细菌很快就能穿过壳膜进入到蛋白内。由此可见，种蛋孵化之后，壳膜这种抵御微生物入侵的屏障作用随之明显减弱。

关于细菌如何穿透蛋壳的过程，目前仍不大清楚，正常的壳膜有不透水性，不能透过 1%淀粉溶液，但陈旧变质的蛋壳膜则失去上述的功能。在细菌穿过蛋壳膜过程中，是否有细菌蛋白酶、黏蛋白酶或细菌多糖等的作用，目前仍未有肯定的结论。

壳膜也为胚蛋提供化学屏障作用，实验结果表明：蛋壳膜内含有溶菌酶。这种溶菌酶一直到禽胚发育阶段，仍在抵抗革兰氏阳性细菌方面发挥作用。例如，将细菌接入壳膜生理盐水悬浮液中，革兰氏阳性细菌很快即死亡，可见壳膜具有杀灭革兰氏阳性菌的作用，但对一些腐生菌的杀灭作用则较弱，实验表明，一些腐生菌能在壳膜生理盐水悬液中生长。

从细菌穿过刚产下的蛋的蛋壳到蛋内出现大量的细菌，需要10～20d时间，可见壳膜中存在某些抗菌物质。壳膜的化学屏障作用与蛋壳膜下的蛋白也有很大的关系。如将壳膜下的蛋白抽出，注入琼脂等物质，则壳膜抵御细菌穿过的能力随之明显下降。由此可见，壳膜抵抗微生物的能力受壳膜下某些化学物质所影响，这种化学物质可能是伴清蛋白。因为在壳膜上添加某些能降低伴清蛋白活性的物质之后，壳膜抵抗微生物的能力随之下降。

四、气室（air cell）

气室是内、外壳膜之间所形成的一个空间，刚产出的蛋是没有气室的，由于蛋的迅速冷却，蛋白收缩，在钝端的内壳膜下陷，更由于空气通过蛋壳进入，故在蛋的钝端形成一个气室。在长期放置或在孵化后期，气室明显增大，可达蛋白的1/3，故气室的大小可作为判断蛋新鲜程度的标志之一。气室为发育后期的胚胎供给呼吸所需的气体。

五、蛋壳（shell）

蛋壳厚约0.27～0.37mm，锐端略厚于钝端、表面平滑坚硬，有一定的抗压能力，蛋壳的厚度，鹅比鸭厚，鸭比鸡厚。蛋壳分为内外两层，外层为栅状层，厚约0.19～0.29mm，内层为乳头层，厚约0.08mm。蛋壳上布满直径9～35μm的气孔，约7000～8000个。刚产出的蛋，气孔几乎是关闭的，随后逐渐打开，在全部气孔中只有约1%是开通的，是气体交换和水分蒸发的通道。蛋壳上虽然有少部分气孔开通，但由于护膜的防护作用，只有极少数的气孔能让微生物通过。

蛋壳含3.3%蛋白质，1.6%水分，构成胶原蛋白支架；含95.1%无机盐类，其中94%为碳酸钙，其余为钠、钾、镁盐，作为间质凝结于支架之间。形成蛋壳所需的钙主要来源于母禽的饲料，不足部分动用母禽体内的贮备。

蛋壳既保持蛋的外形，也是蛋的重要生理屏障，壳腺分泌的色素，使蛋壳具有一定的颜色和斑点。蛋壳有一定透明度，可在一般光源下透视蛋的内部变化。

蛋壳表面有一层透明的胶质薄膜，称为壳上膜或胶质膜，其作用是保护禽蛋不受外界微生物侵袭和防止蛋内水分过度蒸发。在刚产出的新鲜禽蛋壳膜上面，还有一薄层的黏液状物质。

钙的供应不足、环境中气温过高、鸡群发生应激或受到某些疾病的侵扰，均可影响蛋壳的质量，出现薄壳、皱壳、软壳或畸形蛋。

表1-1 鸡蛋的主要成分（%）

全 蛋	成 分				
	水	蛋白质	脂 肪	碳水化合物	无机物
连壳蛋	65.0	12.0	11.0	1.0	11.0
去壳蛋	75.0	12.0	11.0	0.5	1.5

表 1-2　几种禽蛋卵黄的主要化学成分

化学成分	鸡	鸭	鹅	火鸡	珠鸡	鸽
蛋黄重量（g）	18.7	26.2	66.8	27.4	1.3	3.9
水（%）	48.7	44.8	43.3	48.3	49.2	55.7
干物质（%）	51.3	55.2	56.7	51.7	50.8	44.3
无机物（%）	1.1	1.2	1.6	1.3	1.0	1.0
有机物（%）	50.2	54.0	55.1	50.4	49.8	43.3
蛋白质（%）	16.6	17.7	18.0	16.3	16.0	12.4
脂肪（%）	32.6	35.2	36.0	33.2	33.0	29.7
碳水化合物（%）	1.0	1.1	1.1	0.9	0.8	1.2

表 1-3　鸡蛋的矿物质含量

成　分	含　　量　　(g)		
	蛋黄（18.7g）	蛋白（32.9g）	蛋壳（6.2g）
磷	0.110	0.006	0.02
钙	0.027	0.004	2.21
镁	0.024	0.003	0.02
氯	0.023	0.051	—
钾	0.021	0.055	—
钠	0.013	0.053	—
硫	0.003	0.064	微量
铁	0.002	0.0003	微量

表 1-4　鸡蛋的微量元素含量（mg）

元　素	蛋　黄	蛋　白	蛋　壳
铝	0.02～0.09	0.01	?
砷	0.001～0.005	0.0004～0.001	0.009～0.023
硼	0.0002	0.04	?
溴	0.055～0.226	极微量	?
铬	有时存在	有时存在	有时存在
铜	0.05～0.30	0.02	存　　在
氟	0.016～0.146	0.0008～0.0137	?
碘	0.003～0.008	0.0008～0.0019	0.001～0.003
铅	0.036～0.29	0.046～0.188	0.006～0.096
锂	?	?	极微量
锰	0.004～0.018	0.0014	0.000012
钼	有时存在	0.0038～0.004	0.007～0.015
铷	存　　在	有时存在	?
硒	有时存在	有时存在	?
硅	0.55～0.62	0.28～1.14	存　　在
银	?	有时存在	有时存在
锶	存　　在	存　　在	存　　在
钛	0.0084	0.0028	存　　在
铀	存　　在	存　　在	极微量
钒	0.0037	0.0079	存　　在
锌	0.7～1	0.007	有时存在

表 1-5　鸡蛋卵黄中的维生素含量

维生素	μg/每克卵黄
维生素 A	10～50（IU/克卵黄）
维生素 D	1.05
维生素 E	789
维生素 K_1	1.31
硫胺素	2.58
核黄素	4.42
烟　酸	0.16
吡哆醇	3.08
泛　酸	30.53
生物素	0.53
叶　酸	0.24
维生素 B_{12}	18

主要参考文献

罗克 .1983. 家禽解剖学与组织学 . 福州 . 福建科技出版社

郑行等 .1994. 动物生殖生理学 . 北京 . 北京农大出版社

韩正康 .1986. 家禽生理学 . 南京 . 江苏科技出版社

韩正康 .1986. 家畜家禽繁殖学 . 南京 . 江苏科技出版社

Ensminger ME. 1980. Poultry Science. 2nd Edition

第二章
禽蛋的孵化

第一节　禽蛋的孵化期

禽蛋的孵化期决定于胚胎发育所需的时间，不同的禽种由于遗传性差异，各有一定的正常孵化期。种蛋的大小，贮存时间，孵化温度以及气候等均对孵化期有影响，孵化期过短或过长都会降低孵化质量。

在正常的孵化条件下，各种禽蛋的孵化期见表 2-1。

表 2-1　禽蛋的孵化期

禽蛋种类	孵化期（d）	禽蛋种类	孵化期（d）
鸡	21	蓝黄鹦鹉	28～30
鸭	28	红绿鹦鹉	28～30
番鸭	33～35	军用鹦鹉	28～30
鹅	28～32	红尾凤头鹦鹉	28～29
火鸡	26～28	葵花凤头鹦鹉	29～30
珍珠鸡	26～28	小葵花凤头鹦鹉	29～30
鸽	18	东玫瑰鹦鹉	23～25
鹌鹑	23～24	北玫瑰鹦鹉	23～25
鹧鸪	24～25	虎皮鹦鹉	18
雉	23～25	鸵鸟	42
双斑草雀	14	天鹅	35～40
爪哇禾雀	16～17	孔雀	28
金丝雀	14		
鸽鹦	25～27		

第二节　孵化用蛋的准备

孵化用蛋亦即所谓种蛋，其品质优劣对于孵化率、雏禽成活率及其生长发育具有决定性影响，故必须优选种蛋。

一、种蛋的选择

（一）种蛋的来源　必须来自优秀品系，种禽群的生产性能优良，健康无病，饲养管理良好，公、母禽配偶比例适宜。

（二）外形　每一品种的种蛋，其颜色、蛋形、重量都有一定的标准，应依此选择种蛋。一般来说，蛋形以卵圆形、蛋形指数 0.73～0.75、比重 1.090 左右为佳，对禽蛋重量的要求，鸡蛋 50～60g，鸭蛋、火鸡蛋 80～100g，小型鹅蛋 130～150g，大型鹅蛋 180～200g，鹌鹑蛋 8～14g。种蛋不要小于或大于标准重的 15%，凡畸形蛋都不应用作种蛋。

（三）蛋壳　种蛋的壳应表面清洁，平滑完整，适宜的厚度鸡蛋为 0.33～0.35mm，鸭蛋为 0.35～0.45mm，鹅蛋为 0.55～0.62mm。蛋壳过厚俗称钢壳，过薄称薄壳，厚薄不均称皱壳，还有砂壳、花皮壳、脊壳等均不宜用作种蛋。蛋壳强度指蛋壳单位面积所能承受的压力，优质蛋壳的强度应在 340Pa/cm^2 以上。

（四）内部质量　通过照蛋透视内部，如发现蛋壳裂纹，气室不正或过大，出现血斑、肉斑、散黄、贴黄等都应剔除。鸡蛋的新鲜程度和内部品质还可用哈氏单位（Haugh unit）衡量。

哈氏单位通过测量浓蛋白的高度算出，单位数愈高孵化率亦高，新鲜种蛋哈氏单位在 80 以上孵化率高。其计算公式：

$$哈氏单位 = 100\log(H - 1.7W^{0.37} + 7.6)$$

H：浓蛋白高度（mm）；W：蛋重（g）

二、种蛋的收集与保存

禽蛋在产出后随即出现变质过程，同时开始经受病原微生物的侵袭。禽蛋变质达到一定程度之前，仍可以正常孵化，但超过这一限度，则孵化率急剧下降，变质的速度取决于贮藏条件。

禽蛋产出后应尽快收集，脏蛋和洁净蛋不可混放。用温消毒液清洗后用清洁纸巾擦干。因为潮湿的蛋壳易被微生物侵入。

种蛋应放在蛋托上，保存在温度和湿度适宜而且稳定、通风良好、避免日光直射的清洁场所。温度 12～18℃，相对湿度 75%～80%为宜。温度过高可促进禽蛋变质过程和加速蛋内水分的蒸发，不利于胚胎的正常发育。

种蛋的保存期视贮藏条件而异。在最适贮藏条件下，可以保存 3～4d，此后每多贮藏一天，孵化率约下降 2%～4%，保存期不宜超过 1 周，在贮藏条件不良的情况下，保存

期更短。刚产下的蛋不宜立即入孵，因其孵化率远低于贮存数天的蛋。故适当贮藏亦有其有利的一面（Benton 和 Brake，1996）。

三、种蛋的消毒

病原微生物感染是禽蛋孵化失败的重要原因之一，因此种蛋的清洁度（以蛋壳表面细菌数为指标）至关重要。种蛋在收集后应及时清洗和消毒，入孵前及入孵后在孵化器中再作消毒。常用消毒方法有熏蒸法、喷雾法、浸泡法和紫外线照射法等。

福尔马林熏蒸法：每立方米容积用福尔马林 30ml，高锰酸钾 15g，密闭熏蒸 30min，在 20～24℃，相对湿度 75%～85%时，可杀灭蛋壳表面 95%的病原微生物。

过氧乙酸熏蒸法：每立方米用含 16%的过氧乙酸溶液 40～60ml，高锰酸钾 4～6g，熏蒸 15min。也可将过氧乙酸用水稀释 200～500 倍（现用现配），用喷雾器喷洒在蛋壳的表面，均有良好消毒效果。

其他如新洁而灭（0.1%）、碘溶液（1%）、漂白粉溶液（含有效氯 1.2%～1.5%）或抗生素等浸泡消毒；或用浓度 80mg/kg 的微温二氧化氯溶液对蛋面进行喷雾消毒，亦有良效。

紫外线照射法：用 30W 紫外线灯，距蛋面 20cm，照射 20min，将蛋翻转，对另一面再照射一次。有良好的消毒效果。

水银石英灯照射法：距蛋面 80cm 照射 15min，或距 45～50cm 照射 5min，可消灭蛋壳表面多种微生物。

四、种蛋的运输

应妥善包装，防止晃动或碰撞。最好用带格的专用蛋箱，大头向上竖放，箱内保持清洁。运输温度 18℃左右，相对湿度 75%左右为宜。在严寒季节注意保温，在炎热季节注意通风和保持适宜温度。

种蛋的收集、贮藏和运输过程中的机械性损伤对于孵化率有很大影响，即使肉眼难以发现的蛋壳极轻微损伤、极细的裂纹也会增加细菌入侵的机会，引起胚胎感染和死亡。因此整个过程的各种操作都应格外小心。

第三节　禽蛋孵化的条件

禽类胚胎的发育主要在体外（蛋内）进行，因而对于发育的外部环境有极其严格的要求。禽蛋人工孵化的基本条件包括温度、湿度、通风换气、翻蛋和凉蛋，各种要素相互影响，共同发挥综合效应，不可或缺。

家禽种类不同，所要求的条件亦不尽相同，即使同一种家禽，由于孵化的环境条件、孵化设备及技术要求不同，所需条件亦有差异，应根据具体情况，将各种要素调整到最适状态，使禽胚发育各阶段都能获得最佳环境条件，才能取得理想的孵化效果。

一、温度

禽类胚胎发育所需温度的范围为36.5～39.5℃，各种禽类略有差异（见表2-2）。Wilson（1991）指出，多数禽种适于孵育的温度介乎于37～38℃，稍有偏离都会影响胚胎发育和孵化成败。孵化温度偏高，可使胚胎发育加速，孵化期缩短、死亡率增加，雏禽质量下降，尤其在孵化后期出现高温，会引起胚胎大量死亡。孵化温度偏低于正常范围，可使胚胎发育减慢，孵化期延长，胚胎衰弱、死亡率亦增加。孵化温度的一般掌握规律是孵化初期略高，中期平稳，后期略低。孵化室温度过高或过低都会影响孵化器内的温度和湿度，以20～27℃为宜。

French（1997）指出，发育中胚胎的温度受胚胎自身产生的代谢热、孵化器内温度，蛋及其周围空气中热的传导性等三方面因素的影响，只考虑孵化器温度，忽略其余两方面因素显然不妥。施温时必须顾及三者之间的彼此关系。

表2-2 几种禽蛋的孵化温度

禽蛋种类	孵化温度（℃）	禽蛋种类	孵化温度（℃）
鸡	37～38.5	鸽	37.3～38
鸭	36.7～38.2	鹌鹑	37.5～39
鹅	36.5～38	鹧鸪	37.5～39
火鸡	36.4～38.2	珍珠鸡	37～38.5

二、湿度

湿度有助于调节禽蛋在孵化过程中水分的蒸发和热的散发，禽蛋孵化要求相对湿度为50%～70%，湿度过高时蛋内水分蒸发较慢，湿度过低则蒸发较快，这两种情况都会影响胚胎发育中的正常代谢，引起发育不良。湿度与温度关系密切，相互影响，应注意两者的平衡，切忌高温高湿，这会使孵化率明显降低。

三、通风换气

禽类胚胎在孵化过程中需要不断地与外界进行气体交换，排出二氧化碳，吸入氧气。尤其是孵化中、后期，随着胚胎成长，呼吸器官逐渐完善，换气量日益加大，孵化器保持良好通风状态尤为重要。要求孵化器内气体中氧的含量为21%，据报道每减少1%，孵化率下降5%。低浓度二氧化碳有利于胚胎发育，但含量不应超过0.5%，据报道，孵化器内二氧化碳超过1%时，每增加1%，孵化率下降15%，胚胎衰弱，出现畸形、死亡率增加。

四、翻蛋

翻蛋的主要目的在于改变胎位、促进胚胎活动、防止胚胎与蛋壳膜粘连，还可使蛋胚各部位受热均匀，促进气体交换、增强代谢，有利于胚胎发育。入孵头两周每天定时翻蛋十分重要，翻蛋次数：立式孵化器每天8～12次，平面孵化器4～6次，摊床孵化每天2～4次。鸡蛋翻蛋角度应前倾45°，再向后翻45°，鸭蛋应翻50°～55°，鹅蛋55°～60°。孵化

后期，即鸡蛋孵化 18d 后，鸭蛋 25d 后，鹅蛋 27d 后停止翻蛋。

五、凉蛋

禽类胚胎发育中、后期，产生的热量以及气体交换中吸入氧气和排出二氧化碳均明显增多，尤其是鸭蛋和鹅蛋在入孵 16～17d 后，物质代谢增强、蛋温增加。适当凉蛋可排出孵化器内余热和浊气，供给充足的新鲜氧气，以利于胚胎正常发育。性能优良的现代孵化设备，可自动调节温度、湿度和通气，不需凉蛋。对于通风调温性能较差的孵化器，在孵化中后期进行凉蛋，每天打开孵化器门 2～4 次，每次 20～30min。如发现蛋温过高，可抽出蛋盘冷至室温，喷上 40℃温水，再放入孵化器内。

六、其他影响因素

海拔　孵化地海拔达到一定高度（约 1100m）后，孵化率随海拔升高而降低（North，1944；Abdellatif l993），胚胎由于缺氧而死亡。高海拔处胚胎对于低于 0.2%或高于 1.5%的二氧化碳异常敏感。

光照　据报道，孵化 1～18d 期间，用白色冷光源对胚蛋连续照射，可使胚胎发育加快、死亡率降低。

激光　据研究报道（李焕江，1982；袁震希 1992；刘云等 1994）用氦氖激光对入孵前种蛋照射，明显地提高孵化率和健雏率、降低死亡率。

季节　季节对于孵化率有无影响视具体情况而定，Gajendran（1981）报道，4 年中对 2 万余只鸡蛋进行观察分析，认为季节对于孵化率并无影响。而杨桂芹等（1996）报道，在我国东北地区，鸭蛋的孵化率在 2～5 月份最高，达 81.03%，而 7～8 月份最低，只有 65.9%。不少报道指出，无论哪一季节，气候剧烈变化都会对受精率和孵化率造成不良影响。

引力（gravitational force）　Sabo 等（1995）报道，将日本鹌鹑蛋和鸡蛋分为孵化1～5d 和 6～9d 两组，置于引力 10g 条件下离心 10min，对日本鹌鹑蛋第一组的孵化率无影响，第二组孵化率明显下降；鸡蛋第一组的孵化率降低，而第二组无影响。

第四节　孵化质量的评定

一、受精率（fertilization rate）

受精率指受精蛋占入孵蛋总数的百分比。这个指标反映种蛋的质量，取决于亲代种群的素质、饲养管理水平和交配情况，在很大程度上受遗传因素影响，通过选择性育种可以提高品系的受精率。

种蛋是否受精可在孵化数小时或数天通过照蛋查明，看到蛋白和卵黄的状态与鲜蛋相同，表示没有受精。照蛋时容易出现的差错是将胚胎早期死亡误认作未受精蛋，此时需将种蛋打开才能作出准确的判定。

各种家禽的受精率不完全相同，种鸡蛋的受精率应在90%以上。

$$受精率=\frac{受精蛋数（枚）}{入孵蛋数（枚）}\times 100\%$$

二、孵化率（hatchability）

孵化率是衡量孵化效果的重要指标，有两种表示方法，入孵蛋孵化率表示出壳雏禽数占入孵蛋数的百分比；受精蛋孵化率表示出壳雏禽数占入孵受精蛋数的百分比。禽类受精蛋的孵化率正常应在90%以上。

$$入孵蛋孵化率=\frac{出雏数（羽）}{入孵蛋数（枚）}\times 100\%$$

$$受精蛋孵化率=\frac{出雏数（羽）}{入孵受精蛋数（枚）}\times 100\%$$

三、健雏率

健雏率指健康雏数占出雏数的百分比。健康雏指及时出壳、体重适中、膘情良好、绒毛柔顺光泽、精神活泼，对外界反应灵敏，无畸形的幼雏。相反，不正常雏包括弱雏、残雏、畸形雏和死雏。

$$健雏率=\frac{健雏数（羽）}{出雏数（羽）}\times 100\%$$

第五节　孵化失败的原因

孵化失败（hatching failures）指在孵化率、出雏率及雏鸡质量诸方面远不能达到预期的指标。孵化率和出雏率低下，出雏过早或过迟，出雏不齐，孵出较多的弱雏和畸形雏。

孵化失败的原因复杂，牵涉面广，而且往往是多种因素共同影响的结果。因此，对孵化失败原因的分析必须有科学而清晰的思路，要充分了解各种可能原因及其引起的不良效应，根据现场出现的情况，运用逻辑思维方法，溯果求因，查明主要原因及其他影响因素，才能正确地采取适当的解决办法。

孵化失败的原因包括内因和外因，具体来说，应从以下几方面加以考察和分析。

一、种蛋的质量

种蛋的质量对于孵化的成败起着决定性作用。带有遗传性缺陷的品质低劣种蛋，即使最优良的孵化条件仍无法使之改善，而另一方面，品质上乘的种蛋在不良的贮藏和孵化条件下也将成为废品。

（一）种禽因素　检查种蛋的品质首先应追溯其来源，即种禽的质量。种蛋从种禽继承了全套遗传基因，其中可能含有某种有害的基因，如导致胚胎发育缺陷、生活力缺失，出壳力不足，乃至某种致死性基因等，这些基因多属隐性遗传，近亲交配增加其表达机

会，这是种蛋品质不良的深层原因，需检出和淘汰有害基因携带者，优选种禽才能解决。

种禽的生殖性能，年龄与健康状况对孵化率有明显的影响。母鸡约于23周龄开产，头1～2周龄所产蛋的孵化率往往较低，雏鸡体质不良，8～12月龄所产蛋的孵化率最高，以后又逐渐降低，3岁以上母鸡的蛋不应再作商业孵化之用。同属第一年开产的鸭和雉鸡情况相似。性成熟迟，而开产晚的禽类，则种用期限较长。公禽质量，如生殖性能、精液质量、年龄和体重、公母比例等都直接影响种蛋的品质。

种禽的健康与饲养管理、环境卫生、免疫接种等密切相关。种禽患传染病或营养缺乏，尤其是缺乏多种维生素或微量元素；饲管方式突变；免疫和防疫工作不善；禽舍过分拥挤、通风不良；过热或过冷；光照强度和时间不够；噪音等均影响种禽健康和生殖性能(Aziz，1997)，也影响种蛋品质，降低孵化率。

(二) 无精蛋（infertile eggs）　无精蛋指未曾受精的蛋，亦称为真性无精蛋。主要原因是：(1) 公禽不育，精子数量少，活力低下。(2) 母禽开产时，公禽尚未达到性成熟。(3) 公母禽比例不当，群中强健的公鸡数量不足。(4) 母禽开产初段或产蛋后段。(5) 饲养管理不当、营养缺乏。(6) 疾病。(7) 人工授精技术差错。

Abbott (1975) 指出，胚胎未能发育还有以下几种情况：(1) 蛋已受精，但在产出之前未能发育，亦称为蛋产出前死亡（pre-oviposition al death），在正常的种禽群中很少发生这种情况，多见于高度近交品系，有时见于孤雌生殖。(2) 受精蛋在入孵后未能开始继续发育，这与种蛋贮存和运输不当有关。(3) 受精蛋入孵后经过一段发育，但在胚胎形成前中止发育，除了禽蛋内在品质外，主要与孵化技术不当有关。

(三) 种蛋质量

1. 蛋的大小：该品种中等大小的蛋最佳，过大或过小，畸形蛋都会影响孵化率。

2. 蛋形：通常以卵圆形为佳，长形或圆形均影响孵化率。

3. 蛋壳：过薄或过厚均影响孵化率。

4. 内部品质：气室松弛，有大的血斑或肉斑，蛋白稀薄等都不能很好孵化。

二、种蛋的收集、运输与贮存

种蛋的收集、运输和贮存也是影响孵化率的重要因素，种蛋被病原菌侵染；贮存时间太长；贮存和运输中温度过高过低或忽冷忽热；机械性损伤（震动、碰撞）等也影响到孵化率。Brake (1996) 指出，年轻种禽和年老种禽所产蛋对于贮存的条件（尤其是温度和相对湿度）要求不同，不能具体掌握，亦对孵化率有影响。

三、孵化技术

孵化的基本条件包括温度、湿度、通风、翻蛋、凉蛋等要素，但蛋的种类不同和品质差异、孵化的不同阶段、室内小气候变化、孵化器的性能等具体情况，要求灵活而正确地运用孵化技术。在优选种蛋的条件下，孵化技术是决定孵化成败的关键因素。招致孵化失败的主要技术问题有：

(一) 适合于本场情况的孵化技术规程不够完善或执行中对于孵化各阶段的关键技术

掌握不当 对孵化中发生的突然情况未能及时妥善处理；工作人员责任心不强，操作不认真，未能严格执行各项规程。

（二）孵化器性能不佳，运转不正常 虽然按规程操作，但机内实际上达不到调控温度、湿度、通风等要求，孵化器内的卫生状况不好。

（三）孵化室小气候不良 如过冷（低于5℃）或过热（高于35℃），潮湿闷热，卫生不好等。

第六节 胚胎死亡

胚胎死亡是孵化失败的主要原因，入孵蛋孵化率正常约为85%，其余15%孵化损失中，胚胎死亡约占8%～9%，无精蛋约占4%～5%，其他意外损失约占1%～2%。在孵化失败的个案中，孵化率愈低，胚胎死亡所占比例愈大。

大量研究资料表明，孵化期间胚胎死亡率的分布是不均匀的，在孵化早期和晚期各有一个死亡高峰期，两者合占死亡率80%以上，其余死亡随机分布在两个高峰之间（图2-1）。早期或晚期死亡较多，视具体情况而定，一般来说以晚期死亡率偏高。Rayne（1919）对2000多枚死亡鸡胚的分析结果是，早期（孵化4～6d）死亡占16.2%，晚期（孵化18～20d）死亡占48.7%。许琳等（1992）调查结果是，鸡胚早期（1～5d）死亡占9%，晚期（孵化18～20d）死亡占86%。McDanied（1990）则报道，在正常孵化损失中，鸡胚早期死亡占27%，中期占6%，晚期死亡占20%。资料介绍，各种家禽（鸭、鹅、鸽、雉鸡、火鸡、鹌鹑等）孵化过程中胚胎死亡的分布大体相似（Romanoff，1972）。

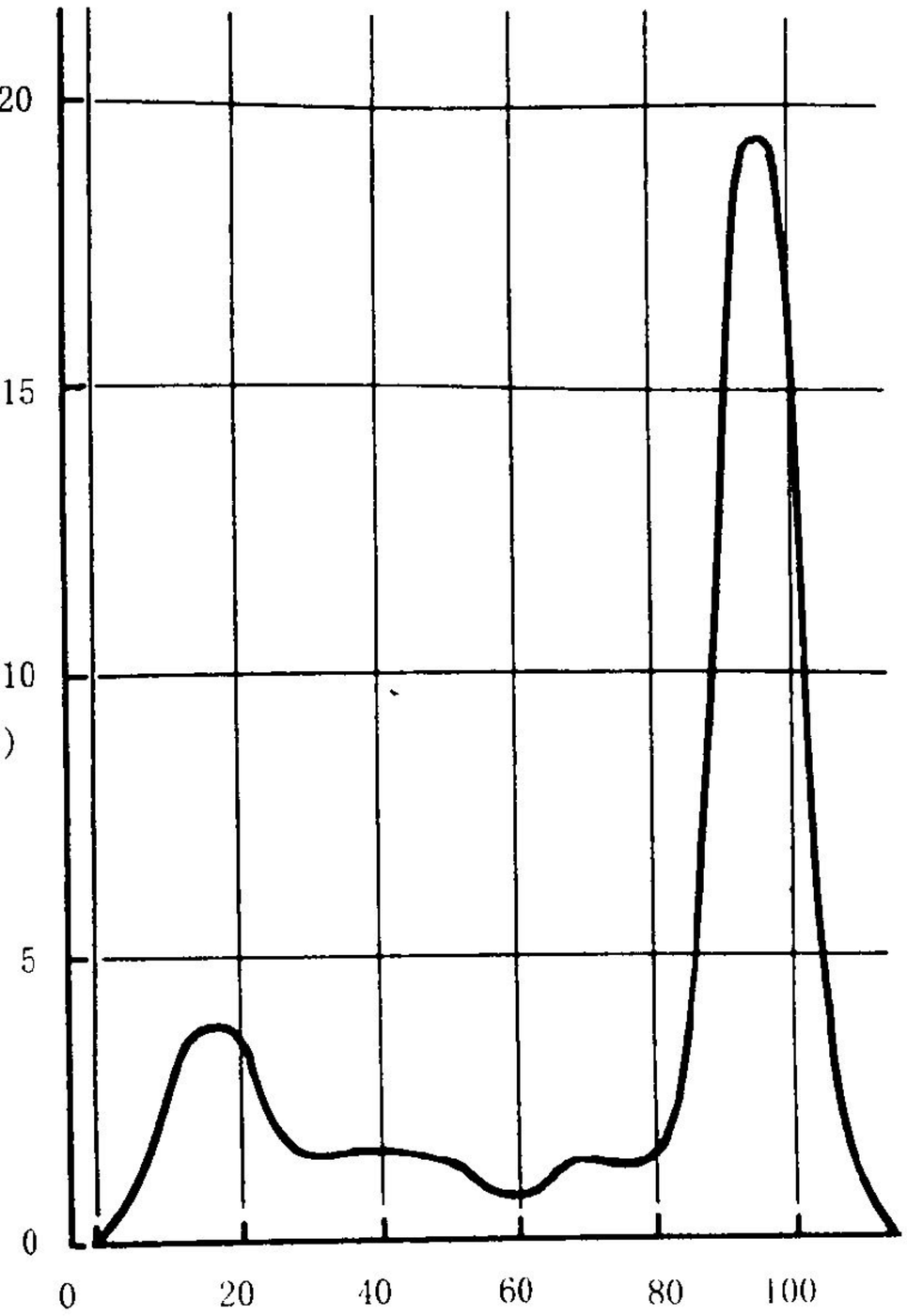


图2-1 禽胚死亡曲线图

（据Romanoff，1972）

表2-3 几种家禽孵化期间胚胎死亡高峰期

孵化天数 / 禽种 / 胚胎死亡高峰	鸡	鸭	鹅	火鸡
早期死亡高峰	2～4	4～6	2～4	3～5
晚期死亡高峰	18～20	24～27	26～30	25d以后

一、孵化早期死亡

胚胎早期死亡正常不应超过4%，早期死亡率增加多数因种蛋质量不良所致，这与种禽的遗传素质、生殖性能、健康状况、营养水平以及种蛋在贮存中出现的各种问题有关，前文已论及。

在禽胚早期死亡的原因中，遗传性因素日益引起重视，迄今已发现多种禽胚的遗传性疾病和染色体病，将在以后有关章节中论述。由母禽经蛋传染，或因贮存和搬运中蛋壳受损而致病原微生物侵入蛋内引起胚胎感染，也是胚胎早期死亡的重要原因。许琳等（1992）报道，以ND I系弱毒疫苗免疫种鸡，较用ND IV系疫苗免疫的种鸡的孵化率降低5%以上，死胎率增加。

禽类胚胎在孵化早期出现较多死亡，还因为此时胚胎重新开始发育不久，即经历重大的形态和生理学变化，血液循环系统较快建立，胚胎从较低级的代谢活动转为通过血液循环进行气体交换和物质代谢，对氧的缺乏或过高异常敏感，只有健全的胚胎和适宜的孵化条件才能顺利地度过这一段剧烈变化的发育期，而活力不足或者有缺陷的胚胎则易死亡。

二、孵化中期死亡

孵化中期指早、晚两个死亡高峰之间的时期，胚胎死亡率正常不超过1%。认真执行合理的孵化技术规程一般不会出现大的问题。只有重大的技术失误，如温度过高或过低，通风不良，孵化器内迅速传播的感染等，会使胚胎死亡率增加。孵化早期遗留下来的病胚和弱胚有的会在这一时期死亡。

应注意的是：若孵化早期和中期的后段胚胎死亡率都增加，提示这主要是种禽、种蛋问题，若孵化早期死亡率不高，而中期后段增高，则主要是疾病和孵化条件的问题。

三、孵化晚期死亡

禽胚在孵化最后2～3d再次出现死亡高峰，正常时死亡率不应超过3%～5%。此期死亡较多的原因有：（1）入孵以来各种不良的内、外因素影响的积累，形成一批发育不健全的弱胚、病胚、畸形胚。（2）在此期间，禽胚的呼吸形式由尿囊呼吸转变为肺呼吸，胚胎发育处于又一次剧烈变化期，残弱胚胎难以适应而死亡。（3）此期间禽胚代谢旺盛，积热较多，如遇孵化器内温度偏高、通风不良、散热不畅、供氧不足易使弱胚闷死壳内。（4）入孵前后被感染的病胚，多于此时死亡。（5）胎位不正（异位）造成难产（出壳困难）。

异位（malpositions）：指禽胚在蛋内姿势不正。正常胎位是禽胚的长轴与蛋的长轴一致，喙位于右翼之下，头端朝向气室（蛋的大头）方向。未能出壳而在孵化晚期死亡的禽胚中，约有一半（许琳等1992）因异位所致。有的研究者认为异位发生率与品系以及近交有关。常见有6种异位姿势：（1）胚胎头部在两大腿之间、朝向蛋的中部，通常全部死亡。（2）胚胎头部在蛋的小头一端，常致死。（3）胚胎头部在左翼之下，通常全部死亡，只有极少数能啄壳或最终出壳。（4）脚超越胎头，阻碍啄壳，较罕见。（5）喙离开气室。

(6) 脚在右翼上方。后两种异位对出壳只有轻微影响。

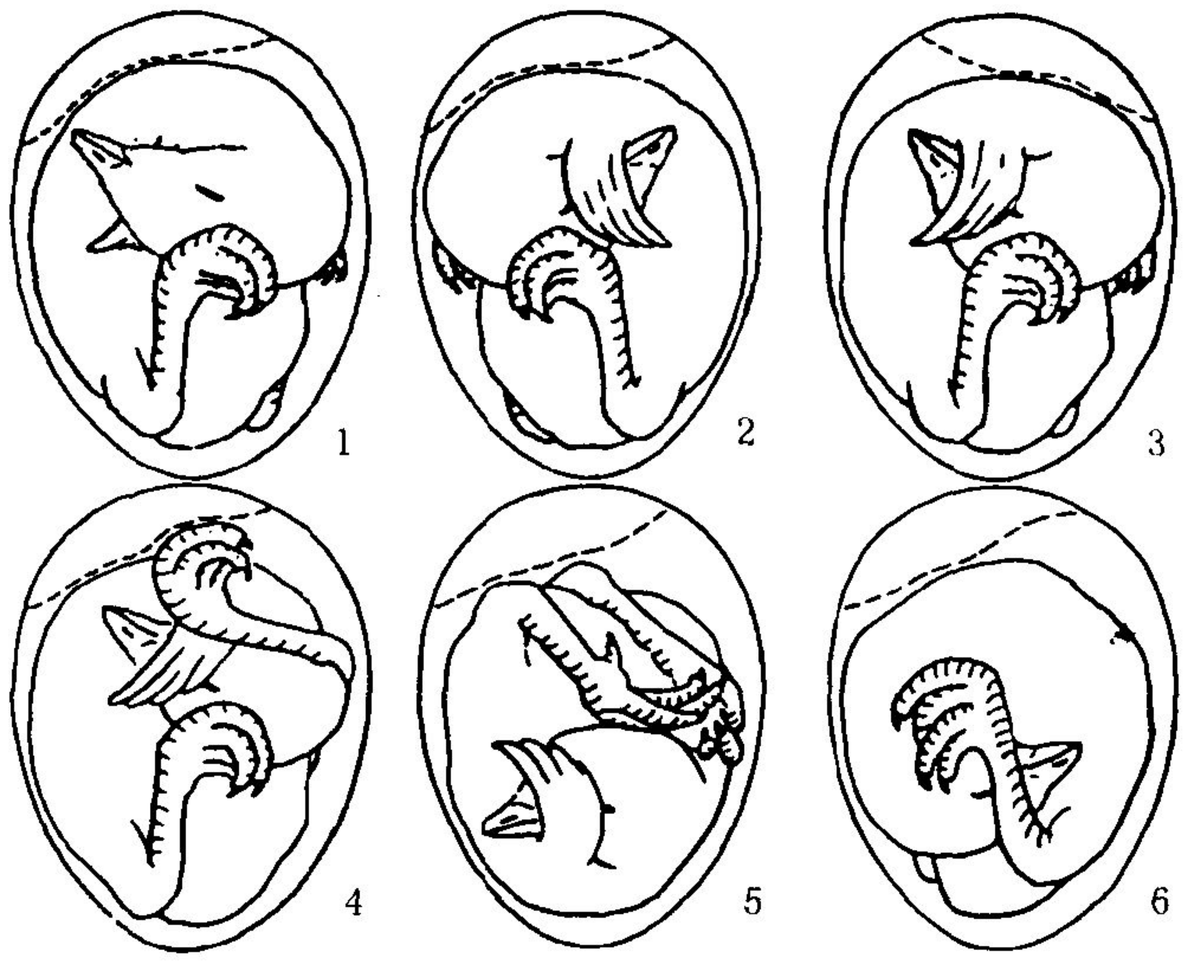


图 2-2 禽胚各种异位图

(据 Romanoff, 1972)

1. 喙置于右翼之上方 2. 头转向左侧而不是在右翼之下

3. 头正常，但因胚胎转动，故喙由气室转开 4. 腿置于头上方

5. 胚头在蛋的小头一方 6. 头夹在两腿之间

主要参考文献

孙淑华等 .1994. 当代畜牧 . (4) 17～19

许琳等 .1992. 中国家禽 . (2) 46～47

高玉时 .1997. 禽业科技 .13 (9) 22～23

Abdellatif MA. 1993. Assiut. Ved. Med. J. (56) 120～127

Ahmed M et al. 1983. Cheiron. (12) 204～211

Anderson Brown AF. 1982. The Incubation Book, The World Pheasant Association.

Antwi A. 1993. Br. Poult. Sci. 34 (5) 911～914

Asuquo Bo and B Okon. 1993. East-African Agr. and Forestry J. 59 (1) 79～83

Benton Jr CE and J Brake. 1996. Poult. Sci. (75) 1069～1075

Brake JT. 唐顺发摘译 .1996. 国外畜牧科技 .23 (3) 34～35

Brake J et al. 1997. Poult. Sci. (76) 144～151

Forster A. 1994. Lohmann Information May-Aug. 11～15

French NA. 1997. Poult. Sci. (76) 124～133

Gajendran K. et al. 1981. Cheiron. (10) 67～70

Hester PY et al. 1978. Poult. Sci. (57) 1239～1244

Lodge JR et al. 1971. Biol Reprod. (5) 252～257

Mc Daniel GR．戴有理译．1991．国外畜牧学——猪与禽．（2）21～23
Meijerbof R.1992.World's Poult. Sci. J.（48）57～68
Mohapatra ML et al.1986.Ind. J. Anim. Sci. 56（3）366～370
Mujeer KA et al.1986.Ind. J. Poult. Sci. 21（3）215～218
North Mo. 上海农科院畜牧兽医所等译．1989．养鸡生产指导手册．上海交通大学出版社
Rahn H.1981.Poult. Sci.（60）1971～1980
Tanseen A. Abdul-Aziz. 田晓光译．1988. 国外畜牧学——猪与禽．（3）42～44
Wilson HR. 1980.Poult. Sci.（59）1284～1289

第三章
禽类胚胎的发育

第一节　禽胚发育的形态学分期

一、鸡胚胎的发育分期

鸡胚胎整个发育过程需 22d，其中在母鸡体内 1d，在体外孵化 21d。

（一）鸡胚胎在母体内的发育　鸡胚胎发育最初的 24～25h 在母鸡的输卵管中进行。卵子由卵巢排出进入输卵管的漏斗部，在此受精成为受精卵，再经蛋白分泌部和峡部共约 3～5h 后到达子宫，停留 18～20h，胚胎的早期发育主要在此进行，到蛋产出时，胚胎已发育为具有内、外胚层的原肠胚早期。Eyal-Giladi 和 Kochav（1976）以形态学为标准对鸡胚胎的早期发育进行分期，将第一次卵裂到内胚层形成划分为三个时期并细分为 14 个分期：（1）卵裂期，包括第 1～6 分期，即卵进入子宫的最初 10～11h（排卵后约 6～16h）。（2）透明区形成期，包括第 7～10 分期，即卵在子宫的最后 8～9h（排卵后 17～25h）。（3）内胚层形成期，包括第 11～14 期，卵在母体的最后阶段直到入孵。

鸡蛋产出后，由于外界温度骤降，胚胎停止发育，但若高于生理零度（23.9℃）仍可继续进行细胞分裂活动，这种情况延续过久将会影响其后的正常发育，故应将蛋贮存在 18℃左右。在获得合适条件（母鸡抱窝或人工孵化）时胚胎将继续发育。

孤雌生殖（parthenogenesis）指禽类卵子未经受精而发育的现象，鸡较少见。

鸡胚胎在母体内发育末期已形成外胚层和内胚层，孵化后不久即

形成中胚层，外、中、内三个胚层是整个机体发育的基础，机体的所有组织和器官都是分别由三个胚层衍生而成。

外胚层衍生：神经系统、眼和耳的某些部分、喙、羽毛、爪、各部上皮、皮肤腺体。

内胚层衍生：呼吸器官、内分泌器官、消化器官黏膜。

中胚层衍生：骨骼、肌肉、循环系统、生殖系统、泌尿系统、消化器官外层。

（二）鸡胚胎在孵化时的发育　关于鸡胚在孵化时的发育特征，已有大量研究和描述，更有学者按鸡胚发育过程中逐渐显现的形态特征，按其先后顺序和分化程度分为若干时期，作为观察和记录不同阶段发育情况的标准，用于科学研究和生产实践，很有参考价值。以下介绍多数人认同的 Lillie's 分期。（《Lillie's 鸡的发育——胚胎学导论，Hamilton 1965》）。

第 1 期（孵化约 3～4h）

原条前期（pre-streak）　原条尚未形成，由于细胞向胚盘后半区积聚，该处颜色较深，称为胚盾（embryonic shield）。

第 2 期（孵化约 6～7h）

原条早期（initial streak）　原条初次显现，于明区后缘呈短圆锥状增厚区、长与宽相若；长约 0.3～0.5mm。

第 3 期（孵化约 12～13h）

原条中期（intermediate streak）　原条向明区中央伸延，约达明区的一半，原条的宽度超过其长度。

第 4 期（孵化约 18～19h）

原条后期（definitive streak）　原条已达到最大的长度，平均为 1.88mm，到达明区 2/3 到 3/4，明区呈梨形。出现原沟、原窝和原结。

第 5 期（孵化约 19～22h）

头突期（head-process）　头突已出现，它是原结向前延伸而出现的一条颜色较深的中胚层结构，呈柱状，也是早期的脊索（notochord），长约 0.2mm。

第 6 期（孵化约 23～25h）

头褶期（head fold）　脊索前端出现一个明显的头褶，它是胚胎头部的标记，体节尚未出现。脊索逐渐伸延，原条渐缩短，两者同步进行。

（第 7～14 期依据体节的对数分期，每增加 3 对体节为 1 期。）

第 7 期（孵化约 23～26h）

1 对体节（somite）　在脊索两侧面出现 1 对体节，实际上此乃第 2 对体节，因第 1 对体节尚未完全形成，在头部可见到神经褶。

第 8 期（孵化约 26～29h）

4 对体节　左右神经褶在相当于中脑水平会合，在胚盘后半部出现血岛（blood islands）。

第 9 期（孵化约 29～33h）

7 对体节　出现原始视泡，成对的原始心脏开始融合。

第 10 期（孵化约 33～38h）

10 对体节　头一对体节已消失，在以后各期不再计入。心脏开始稍向右弯曲，三个原始脑泡清晰可见，视泡更清楚。

第 11 期（孵化约 40～45h）

13 对体节　头部轻度弯曲，后脑区可见 5 对神经原节，前神经管孔正在闭合，视泡与端脑之间的收缩沟明显，心脏向右弯曲。

第 12 期（孵化约 45～49h）

16 对头节　头部开始转向左侧，前神经管孔闭合，端脑明显可见，原始视泡和视柄已构成，听窝深而开口宽，出现在第一对体节前方，心脏略呈 S 形，羊膜头褶覆盖前脑全区。

第 13 期（孵化约 48～52h）

19 对体节　胚头部分或全部转向左侧，头曲和颈曲形成宽的弯曲，端脑明显增大，听窝加深且外口弯狭，垂体未出现，心脏出现房室管收缩沟，将心脏分为心房和心室。羊膜的头褶已覆盖到后脑前部。

第 14 期（孵化约 50～53h）

22 对体节　（1）曲折和扭转：头曲：前脑和后脑的轴线形成近似直角，颈曲呈弧形，胎体的扭转已扩展到第 7～9 体节，略似一问号。（2）鳃弓（visceral arch）：第 1 对和第 2 对鳃弓；第 1 对和第 2 对鳃裂已可分辨。（3）视泡开始内陷，晶状体基板形成，听窝外口收缩，心室环转至房室管的腹侧，羊膜覆盖到第 7～10 体节。

（以下各期，体节已不易精确计数，应参考肢芽、鳃弓和其他可见的结构判断各发育期。）

第 15 期（孵化约 50～55h）

（1）侧体褶扩展到翅水平的前端，相当于第 15～17 体节。（2）肢原基呈扁平状隐约可见。（3）体节为 24～27 对。（4）羊膜覆盖到第 7～14 体节。（5）弯曲和扭转，头曲，前脑和后脑的中轴形成一锐角，前脑和后脑的腹侧等高线接近水平，颈曲呈弧形，胚体扭曲达第 11～13 体节处。（6）鳃弓：第 3 对鳃弓和第 3 对鳃裂明显可见，后者比前者短，通常呈卵圆形。（7）眼、视杯完全形成，虹膜区明显可见双轮廓。

第 16 期（孵化约 51～56h）

（1）侧体褶扩展到第 17～20 对体节，于翅与后肢之间。（2）肢、翅由于侧体褶的折叠呈厚的嵴状隆起，后肢原基仍扁平。（3）体节为 26～28 对。（4）羊膜覆盖到第 10～18 体节。（5）弯曲和扭转：所有弯曲较上一期加深，胚体扭曲达第 14～15 体节处。（6）尾芽呈短直的圆锥形，从胚盘后端突起。（7）鳃弓：第 3 对鳃裂仍为卵圆形。（8）前脑增长，脑与脑之间收缩沟加深，已能清楚地分开端脑和间脑。松果体不明显或尚未形成。

第 17 期（孵化约 52～64h）

（1）侧体褶已覆盖整个胚体。（2）翅芽和肢芽均由体褶隆起，大小约相等。（3）体节 29～32 对。（4）羊膜的头褶和尾褶在胚胎背部合拢，仅在第 28～36 体节处尚有一卵圆形缺口。（5）弯曲和扭转：头曲无变化，颈曲弯度更显著，超过 90°弯曲，胚体在鳃水平部位明显弯曲，扭转达第 17～18 体节处。（6）尾芽向腹侧弯曲。（7）松果体呈明显钮扣状，

鼻窝出现。(8) 尿囊尚未形成。

第 18 期（孵化约 3d）

(1) 肢芽增大，肢芽略大于翅芽，翅芽的长/宽≤6。(2) 体节为 30～36 对，伸延到后肢芽水平线上。(3) 羊膜已完全闭合，偶尔在腰区留下一小孔。(4) 在颈曲部延髓纵轴与胚体中轴约成直角，胚体弯曲已达腰部。(5) 尾芽向右弯曲，与胚体纵轴约成 90°角。(6) 鳃弓：上喙尚未出现，第 4 鳃裂未出现或隐约可见。(7) 尿囊为一短的厚壁小袋，尚未成囊状。

第 19 期（孵化 3～3.5d）

(1) 肢芽增大、对称、后肢芽较翅芽略大：翅芽长/宽＝4～6。(2) 体节为 37～40 对，延伸到尾部。(3) 胚体弯曲接近完成。(4) 尾芽弯曲，其末端朝前。(5) 鳃弓：上颌突与下颌突均已明显可见，两者突出程度约相等，第 4 鳃裂出现。(6) 尿囊呈小袋状，尚未成囊状。(7) 眼：尚无色素沉着。

第 20 期（孵化 3～3.5d）

(1) 肢芽增大、后肢芽明显大于翅芽，翅芽仍大致对称，后肢芽则稍不对称。翅芽长/宽＝3～3.9，后肢芽长/宽＝3/2.3。(2) 体节为 40～43 对，尾部末端仍未分节。(3) 颈曲的弯度较上一期更明显，尾部向上弯曲达到腰荐部，躯干中部呈直线。胚体扭转已完成。(4) 鳃弓上颌突发育较快，突出程度等于或超过下颌突，第 2 对鳃弓突出表面，第 4 对鳃弓稍突出但小于第 3 对鳃弓。第 4 鳃裂较第 3 鳃裂短，在其背部有一狭缝，伸延成为浅沟。(5) 尿囊已增大成为囊状，大小不定，约相当于中脑的平均大小。(6) 眼部出现不明显的浅灰色。

第 21 期（孵化 3.5d）

(1) 肢芽继续增大，翅芽和后肢芽均稍不对称。(2) 体节为 43～44 对，尾末端仍未分节。(3) 后部弯曲包括腰荐区，躯干背部呈直线或稍弯曲。(4) 鳃弓上颌突明显长于下颌突，第 2 对鳃弓明显增大，突出于并覆盖了部分的第 3 对鳃弓，第 4 对鳃弓明显可见，第 4 对鳃裂为一小裂缝。(5) 尿囊增大，可达头部。(6) 眼色素甚淡。

第 22 期（孵化 3.5～4d）

(1) 肢芽继续增大，纵轴指向尾部，翅芽长/宽＝1.5～2，后肢芽长/宽＝1.3～1.8。(2) 体节扩展到尾尖。(3) 体曲较上期只有少许改变，躯干背部呈直线或稍弯曲。(4) 鳃弓较上期只有少许改变，上颌突增大，第 4 对鳃裂的裂缝明显可见。(5) 尿囊增大，靠近头部并盖住部分前脑。(6) 眼色素明显，呈淡黑色。

第 23 期（孵化 4d）

(1) 肢芽继续增大，长与宽度大致相等。(2) 鳃弓上颌突继续增大，第 2 对鳃弓尾端增大而突出，第 3 和第 4 鳃弓仍暴露，第 1 对鳃裂呈不连续的线状，背部为一小裂缝，其背侧可见一小突起，第 3 对鳃裂呈沟状，第 4 对鳃裂变成狭卵圆形小窝。(3) 从后脑到尾的背部外形呈一曲线。

第 24 期（孵化 4.5d）

(1) 肢芽的长度大于宽度，翅芽的指板尚不明显，后肢芽的趾板已明显可见，各趾之

间尚未能分辨。(2) 第一鳃裂成明显的曲线状，上颌突稍现 2 个突起；在第 2 对鳃弓有 3 个突起；第 2 对鳃弓继续增大，超过第 1 对鳃弓，第 3 对和第 4 对鳃弓相继退化、缩小、变平、内凹；第 4 对鳃裂缩小为一小窝。

第 25 期（孵化 4.5～5d）

(1) 肢：肘和膝关节已明显，翅已见指板，但指节尚不明显，后肢趾板上有一条模糊的沟，预示第 3 趾的出现。(2) 鳃弓：上颌突增长，顶端达到鼻沟壁，第 1 对鳃裂的两边各有 3 个突起，第 2 对鳃弓大而突出，第 3 对和第 4 对鳃弓退化，第 3 鳃弓仍可见到；第 3 对和第 4 对鳃裂缩小为一小圆窝。

第 26 期（孵化 5d）

(1) 肢：明显增长，指板呈圆形，第 2 与 3 指间有浅沟，后肢第一和第三趾已明显可见。(2) 鳃弓：上颌继续增长，呈断折的线状，下颌突亦向前生长，第一对鳃裂加深，两侧隆起更加突出，第 2 对鳃弓呈半环状突起于颈部表面，第 3、4 对鳃弓和鳃裂已消失。

第 27 期（孵化 5～5.5d）

(1) 肢：指板外形在第 1 指处呈角状，第 1、2 和 3 指的指间沟已明显，后肢的趾间沟亦明显可辨，第 1 趾尤为显著，第 3 趾尚未长于其他趾。(2) 鳃弓：上颌突轮廓弯曲，下颌突向腹侧加宽。并向前生长。(3) 喙已微露。

第 28 期（孵化 5.5～6d）

(1) 肢：翅的第 2 指最长，其余二指已明显，后肢 1 至 4 趾明显，以第 3 趾最长，未见第 5 趾。(2) 鳃弓：下颌突继续加长并向前生长，鳃弓上的隆起渐变得平坦，外耳孔在第一鳃裂上端非常明显。由第二鳃裂形成的颈颌突起明显突出，颈部伸长。(3) 喙向外突露。

第 29 期（孵化 6～6.5d）

(1) 肢：翅芽在肘部弯曲，第 2 指明显较其他指长。在第 1、2 和 3 指之间有浅沟将其分开，指板外形仍为一直线，偶而也呈凸的弧形，后肢各趾之间浅沟较明显，各趾间有蹼，第 5 趾原基出现。(2) 鳃弓、上颌突增长，下颌突与第 2 对鳃弓会合，在会合线背侧出现外耳道，各鳃弓表面的隆起变平，颈更伸长。(3) 喙：较上一期更突出。尚未见卵齿。

第 30 期（孵化 6.5～7d）

(1) 肢：翅芽在肘部明显弯曲，臂、前臂和掌部三部分已明显可辨。后肢于膝部弯曲，股、小腿和足亦已可辨，各指及各趾之间分界更明显，第 1、2 指的外缘及各趾的外缘呈稍向内凹的弧线。(2) 鳃弓：下颌突接近喙，两者之间仍有一浅沟，半环状颈颌突开始变平，颈继续伸长。(3) 羽毛原基 (feather germs)：在臂区水平的脊柱两侧的皮肤表面，各有 2 行羽毛原基；腿部水平各有 3 行，是整齐排列的颗粒状突起。(4) 巩膜乳头 (scleral papillae)：在眼部脉络膜裂两侧各有一巩膜乳头，有时不大明显，但绝不超过 2 个。(5) 卵齿显现，稍突起，喙更突出。

第 31 期（孵化 7～7.5d）

(1) 肢：第 1、2 指间可见到蹼，第 5 趾原基仍可见到。(2) 鳃弓：下颌和喙之间的裂隙已缩成一小切迹。(3) 羽毛原基分布在臂区到腰荐部背侧表面，在腰荐部约 7 行，股部可见羽毛乳头，尾外侧缘各有一列不太明显的羽毛原基。(4) 巩膜乳头：6 个，其中 4

个在靠近脉络膜的背侧，2 个在其对侧。

第 32 期（孵化 7.5d）

（1）肢：所有指及 4 个趾明显伸长，第 5 趾原基消失，各指（趾）大小及长短不一，指间及趾间的蹼变薄。（2）鳃弓：下颌前端已到达喙处。（3）羽毛原基：后肢区的背部有 11 行以上羽毛原基。（4）巩膜乳头：6～8 个，分为两组，分别在背侧和腹侧，尚未形成环状合拢。

第 33 期（孵化 7.5～8d）

（1）肢：所有指和趾都继续伸长，肘关节成直角，第 1 指清楚可见。（2）鳃弓：下颌和颈明显伸长，喙已接近成体的外形。（3）羽毛原基：与上一期变化不大，尾部亦显现 3 行。（4）巩膜乳头：13 个，几乎排列成一个完整的圆圈，仅在靠近颌中部腹侧缺少一个乳头而造成裂隙。

第 34 期（孵化 8d）

（1）肢：第 2 指以及第 3 趾分化生长较快、明显突出，指（趾）间蹼呈向内凹的弓形。（2）鳃弓：下颌和颈继续伸长。（3）羽毛原基：几乎遍及头、背、胸、腹等处，尾部边缘 3 行整齐排列的羽毛原基尤为显著，眼内缘有一行羽毛原基，脐带附近尚未见到。（4）巩膜乳头：13 或 14 个。（5）眼睑边缘与巩膜乳头之间已半露瞬膜。

第 35 期（孵化 8.5～9d）

（1）肢：指间和趾间的蹼已不明显，翅肢因第 2 指骨明显伸长，其外形接近成体的翼，后肢各趾节骨已明显分化。（2）鳃弓：喙继续伸长。（3）羽毛原基：较前更明显，尤以背中线两侧显著，除腹部以下，翅肢肘部背侧以外，全身都有了羽毛原基。（4）瞬膜生长迅速，已接近巩膜乳头的外缘，眼睑已盖过眼球的一部分，眼睑周缘呈椭圆形。

第 36 期（孵化 10d）

（1）肢：翅肢和后肢末端伸长，外形已与成体的翼和后肢相似，第 3 趾的长度，由跖关节到趾端为 5.4±0.3mm，各趾和第 1 指的末端出现粉红色的爪，第 2 指后侧隆凸消失。（2）鳃弓：在喙背侧正中线上出现鸡冠原基，呈嵴状突起，有细小的锯齿状边缘，在上颌顶端有水平的“唇沟”（labial groove），鼻孔呈狭缝状，喙的长度从鼻孔前缘到喙的尖端为 2.5mm。（3）羽毛原基：已覆盖到后肢胫部，每侧上眼睑与背中线间有 9～10 行，头、颈、背、腰的正中线两侧已长出极短的绒毛。（4）眼睑：瞬膜遮盖大部分巩膜并靠近角膜，下眼睑向上生长到角膜水平，眼睑周缘呈窄的椭圆形。

第 37 期（孵化 11d）

（1）肢：趾爪侧面变平而腹侧弯曲，指（趾）爪的背侧不透明，表示开始角质化，后肢跖部和趾部背侧皮肤表面出现鳞片状突起，第 3 趾长 7.4±0.3mm。（2）鳃弓：下颌的唇沟明显，冠齿更明显，喙长 3mm。（3）羽毛原基：从颈到尾部的背中线附近的羽毛长 3～4mm，外耳道附近被羽毛原基围绕，眼睑边缘有单行羽毛原基。（4）眼睑：瞬膜已到达角膜的前缘，上眼睑到达角膜背上缘，下眼睑覆盖角膜的 1/3～1/2。眼睑周缘呈更狭窄的椭圆形，并形成内眼角和外眼角。（5）腹腔即将闭合，仅留下脐部的开口。

第 38 期（孵化 12d）

（1）肢：后肢跖趾表面的鳞片的原基明显可见，趾的背侧和腹侧均已角化，足底的嵴状突起隐约可见，第3趾长8.4±0.3mm。（2）鳃弓：喙长3.1mm。上、下颌端的深沟使唇沟显现。（3）羽毛原基：除胸骨中线之外，胸部布满羽毛原基，外耳道被羽毛原基所包围，上眼睑布满新的羽毛原基，下眼睑尚未见到。翅肢的蹼的复羽成为圆锥形。（4）眼睑：下眼睑已覆盖角膜的2/3～3/4，上、下眼睑更加靠近。

第39期（孵化13d）

（1）肢：后肢跖趾背侧皮肤上的鳞片突出表面，并互相重叠，足底表面布满乳头状突起，少数足垫光滑，第3趾长9.8±0.3mm。（2）鳃弓：上、下喙角质化，自喙尖到靠近卵齿处呈白色。从听道狭小的开口侧面可看到听道内部。喙长3.5mm。（3）羽毛原基：翅肢蹼的复羽呈非常长的逐渐缩减的圆锥形，全身羽毛迅速增长，但各部长度有所不同，背侧中线附近生长最快，长达20mm，胸骨部羽毛长达10mm，头部顶端羽毛长达8mm。下眼睑边缘有4～5行羽毛原基。（4）眼睑：上、下眼睑之间缩窄成为一新月形。

（第40～44期主要根据喙长和第3趾长作为分期的标准）

第40期（孵化14d）

（1）鳃弓：喙长4.0mm，听道难以看到。（2）肢：趾部鳞片交错重叠，爪已完全角质化，足底布满颗粒状乳头突起。第3趾长12.7±0.5mm。

第41期（孵化15d）

（1）喙长4.5mm。（2）第3趾长14.9±0.8mm。

第42期（孵化16d）

（1）喙长4.8mm。（2）第3趾长16.7±0.8mm。

第43期（孵化17d）

（1）喙长5.0mm，“唇沟”缩为上、下颌边缘的白色颗粒状痂皮，下颌可部分地或完全脱落。（2）第3趾长18.6±0.8mm。

第44期（孵化18d）

（1）喙长5.7mm，覆盖在喙上的半透明表皮脱落。（2）第3趾长20.4±0.8mm。

第45期（孵化19～20d）

（1）喙：喙长对于判定发育期已无意义，由于表层组织脱落，其长度略短于44期，但光滑发亮。两唇沟的表皮消失。（2）第3趾平均长度与44期相等，但一些孵化期较长的品种，其第3趾长可达21.4±0.8mm。（3）卵黄囊的一半以上已被纳入胚体内，绒毛尿囊膜的血管萎缩，附在胚体表面。胚体两脚紧靠前胸，喙从右翅下侧向上弯曲，朝向气室作啄壳状。

第46期（孵化20～21d）

雏鸡孵出。

二、其他禽胚胎的发育分期

参照鸡胚胎发育分期的形态特征，现将与之对应的鸭、火鸡、鹅、鹌鹑、中国雉鸡等发育分期表列如下（表3-1）。

表 3-1　几种家禽孵化时的发育进程

胚胎发育的主要形态特征	孵化时间（d）			
	鸡	鸭	火鸡	鹅
胚盘暗区形成原条，前端为头突，头突发育为脊索、神经管，神经管前端出现脑泡，第一对体节出现。	1	1.5	1.5	1～2
卵黄囊、羊膜、绒毛膜开始形成；血岛出现，随后合并形成血管与卵黄囊连接，心脏、视泡、听窝开始形成。	2	2～3	2～3	3～3.5
尿囊出现，第一对鳃弓和鳃裂出现，前、后肢芽出现，眼开始有色素沉着，羊膜全封闭，侧体褶合拢。	3	4	4	4.5～5
羊膜腔形成，胚与蛋黄分离，胚体侧卧于蛋黄上，头增大，出现口窝及前、后肢芽。	4	5	5	5.5～6
胚体弯曲呈‘C’字形，头尾靠近，可见指、趾原基，眼黑色素大量沉着。	5	6	6	7
出现喙原基及羽毛原基，上、下颌形成，躯干增长，颈伸长，翅与脚可区分。	6	7～7.5	7～7.5	8～8.5
喙形成，上喙前端出现卵齿，巩膜乳头出现。	7	8～8.5	8～8.5	9～9.5
瞬膜和眼睑出现，眼突出；颈、背、四肢出现羽毛乳头状突起，翅肢中指伸长。	8	9～9.5	9～9.5	10～10.5
头部已具禽类特征形状，喙伸长稍弯曲并开始角化，眼睑达虹膜边缘，尿囊几乎包围整个胚胎。	9	10.5	10.5	11.5～12.5
整个躯体覆盖羽毛乳突，鸡冠初现，前肢形成翼状，可见爪原基，外耳道形成，尿囊合拢。	10	13	13	15
背部出现绒毛，冠呈锯齿状，腹腔闭合。	11	14	14	16
躯体、翅和腿覆盖绒毛，眼睑几乎闭合，留弯月状狭缝，跖部前侧可见鳞片原基，爪明显可见。	12	15	15	17
头部亦覆盖绒毛，趾出现鳞片原基，爪开始角化。	13	16～17	16～17	18～19
全身绒毛长度增加，胚胎体位由横向转为与蛋的长轴平行，头朝气室。	14	18	18	20
跖、趾部背面出现皮褶（鳞片雏形），眼睑闭合，此时体内全部主要器官已大体完成。	15	19	19	21
冠和肉髯明显。肢体伸长。	16	20	20	22～23
躯体增大，喙角化，跖和爪全被鳞片覆盖。	17	20～21	20～21	23～24
眼睁开，头弯右翼下。	18	22～23	22～23	25～26
卵黄囊收缩与大部蛋黄一起进入腹腔，喙进入气室，开始呼吸，颈和翼亦突入气室，开始啄壳。	19	24～25	24～25	27.5～28
卵黄囊与蛋黄全部进入腹腔，大部分雏啄壳，开始出壳。	20	25.5～27	25.5～27	28.5～30
绝大部分雏禽孵出。	21	27.5～28	27.5～28	30.5～32

表 3-2　其他禽类与鸡胚Lillie's分期相应对照表

Lillie's 发育期 / 禽胚 / 孵化天数	鸡	火鸡	鹌鹑	中国雉鸡
1	4	2+	6	3
2	11	8	14	10
3	17	11	20	16
4	21+	18	24+	19
5	26	21+	27+	23
6	28	24	29	25
7	30+	26	34	27
8	33	27	35+	30
9	34	30	37	32
10	36	32+	38	34
11	37	34	39+	35
12	38	35	41	36
13	39	35+	42	37
14	40	36	43	38
15	41	37	44	39
16	42	38	45	40
17	43	38+	出壳	40
18	44	39+		41
19	45	40		42
20	啄壳	41+		43
21	出壳	42		44
22		42+		45
23		43+		啄壳
24		44		出壳
25		44+		
26		45+		
27		啄壳		
28		出壳		

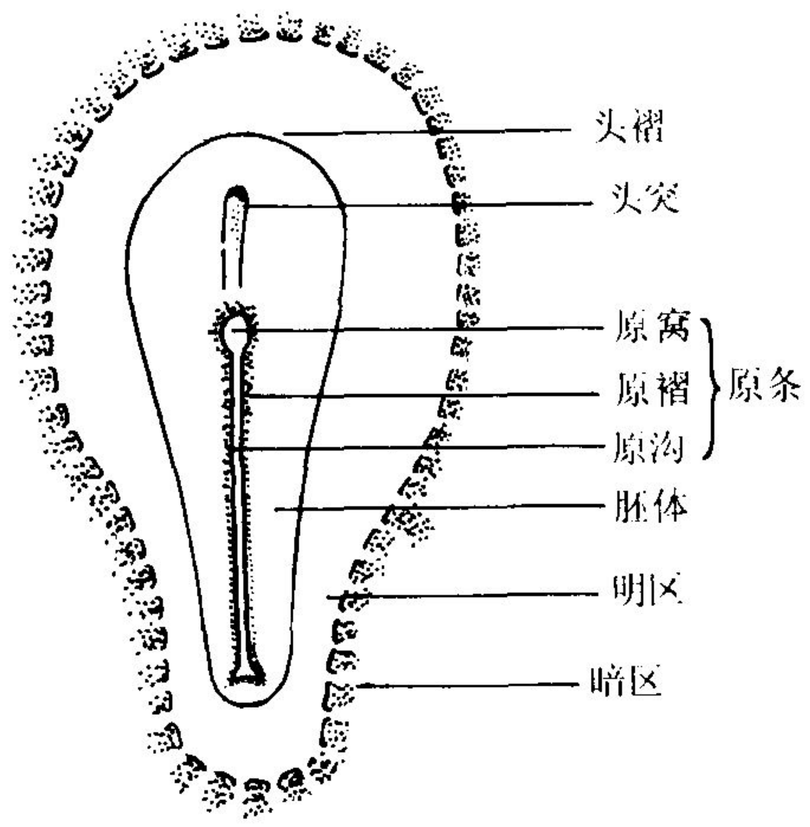


图 3-1　孵化约 18h 鸡胚

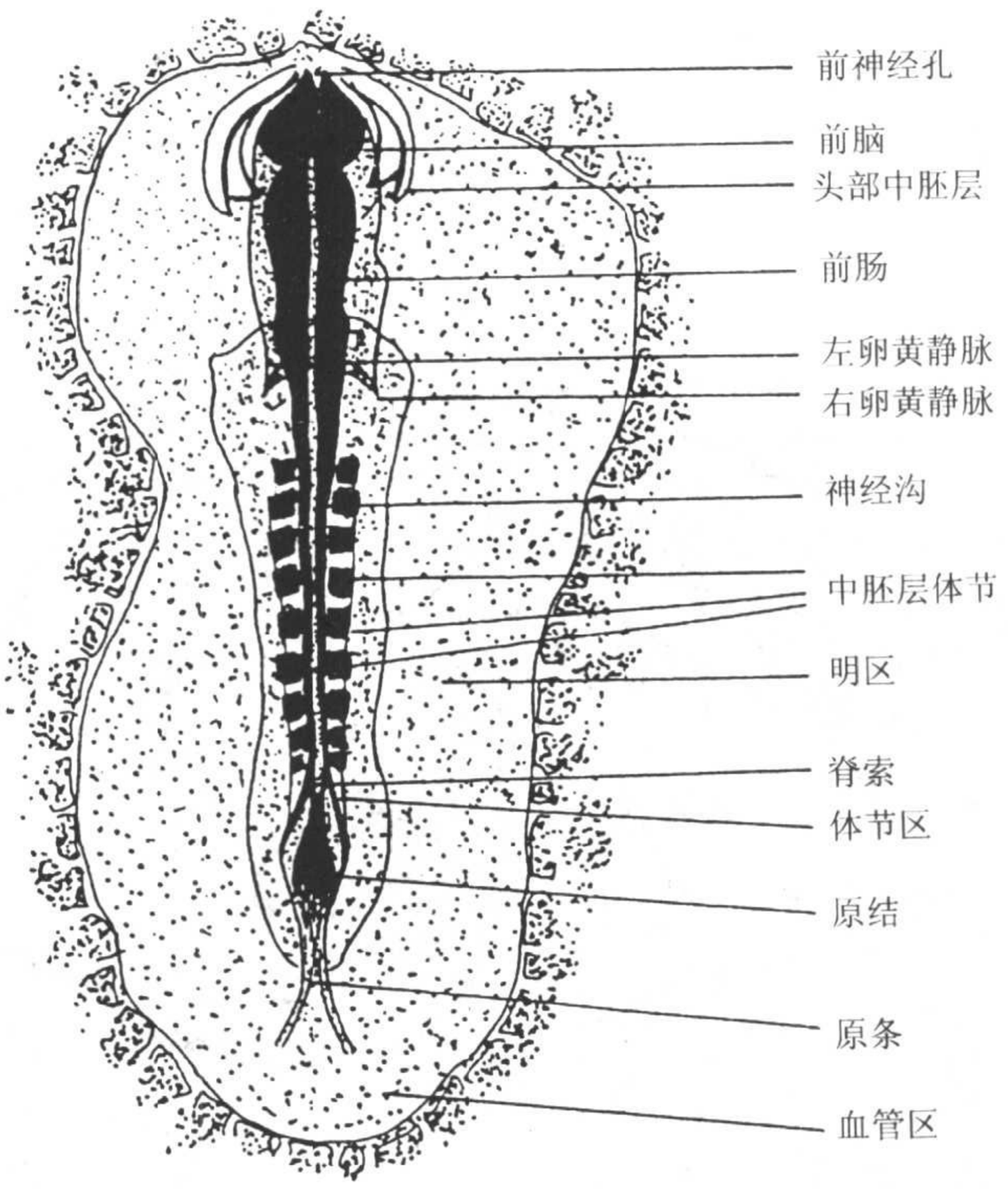


图 3-2　孵化约 36h 鸡胚

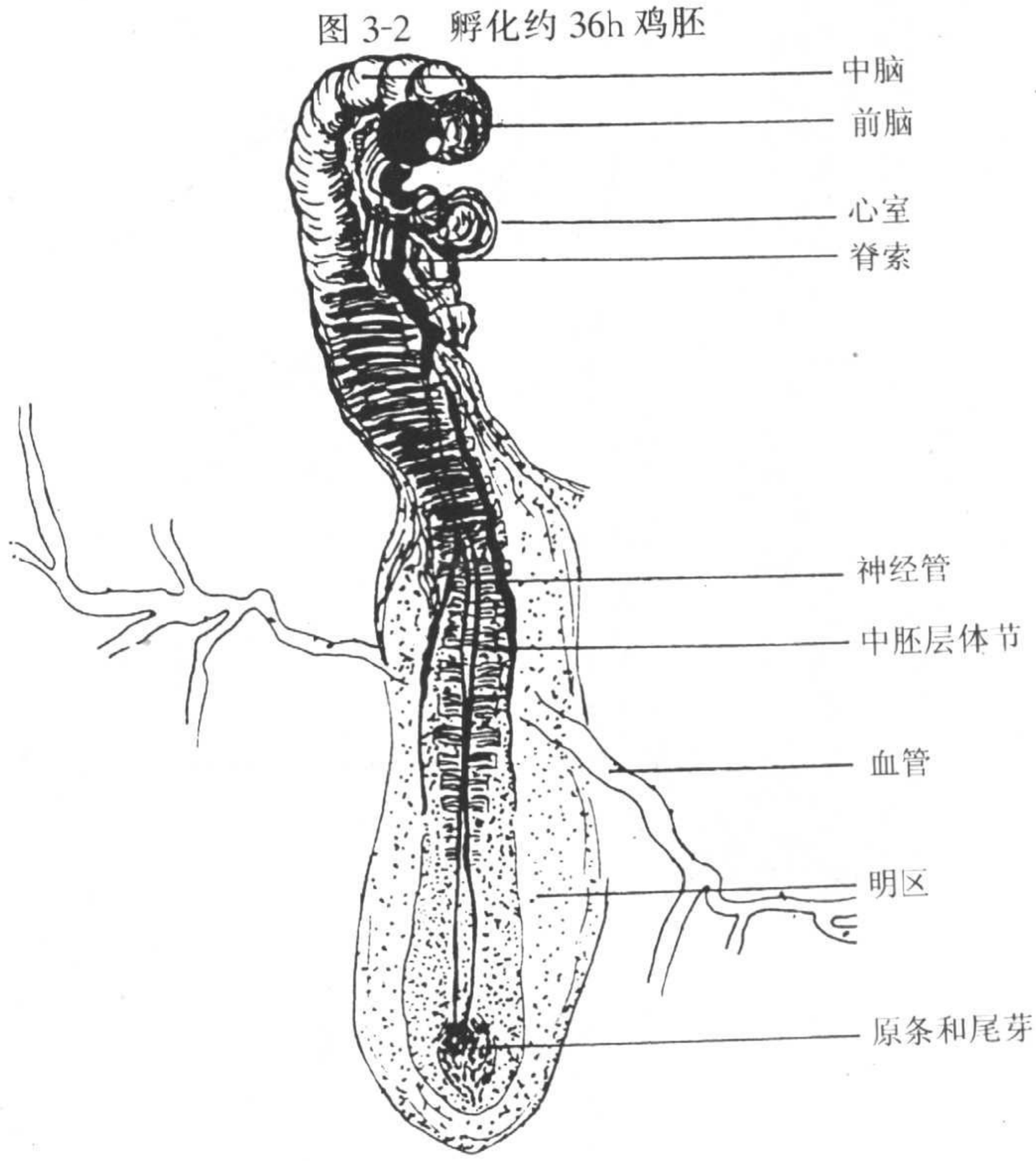


图 3-3　孵化约 48h 鸡胚

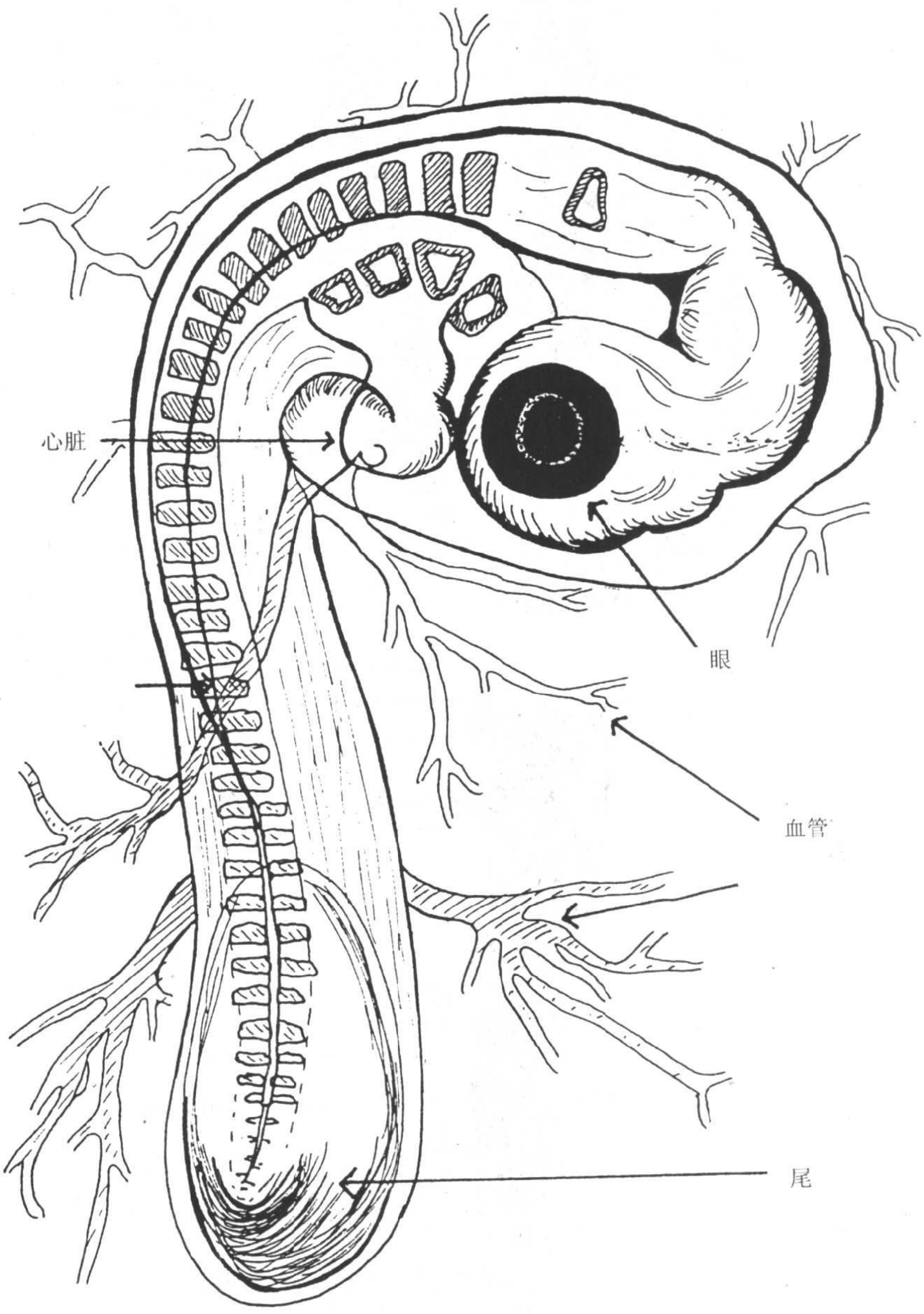


图 3-4　孵化约 4～5d 鸡胚

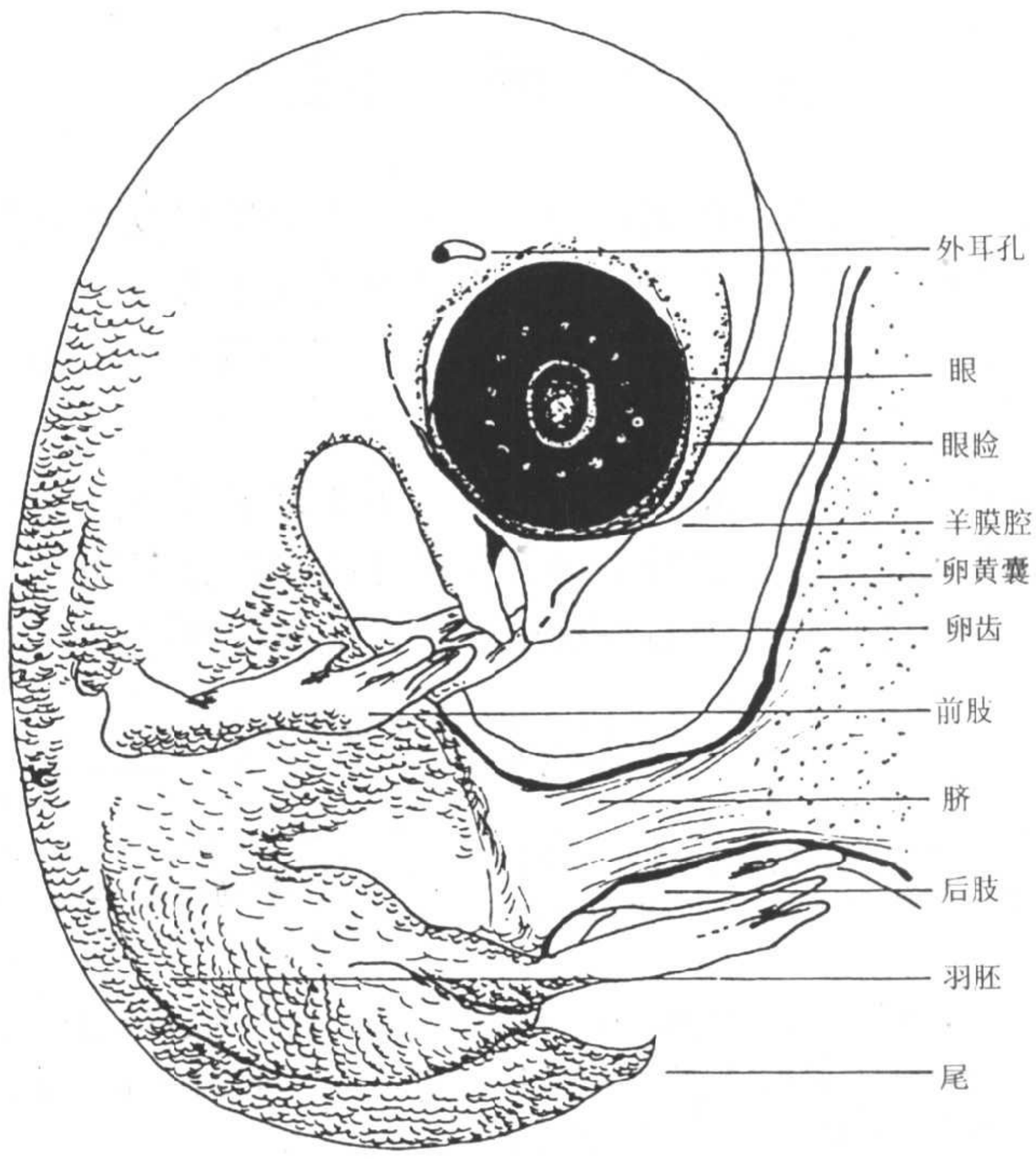


图 3-5　孵化 9d 鸡胚

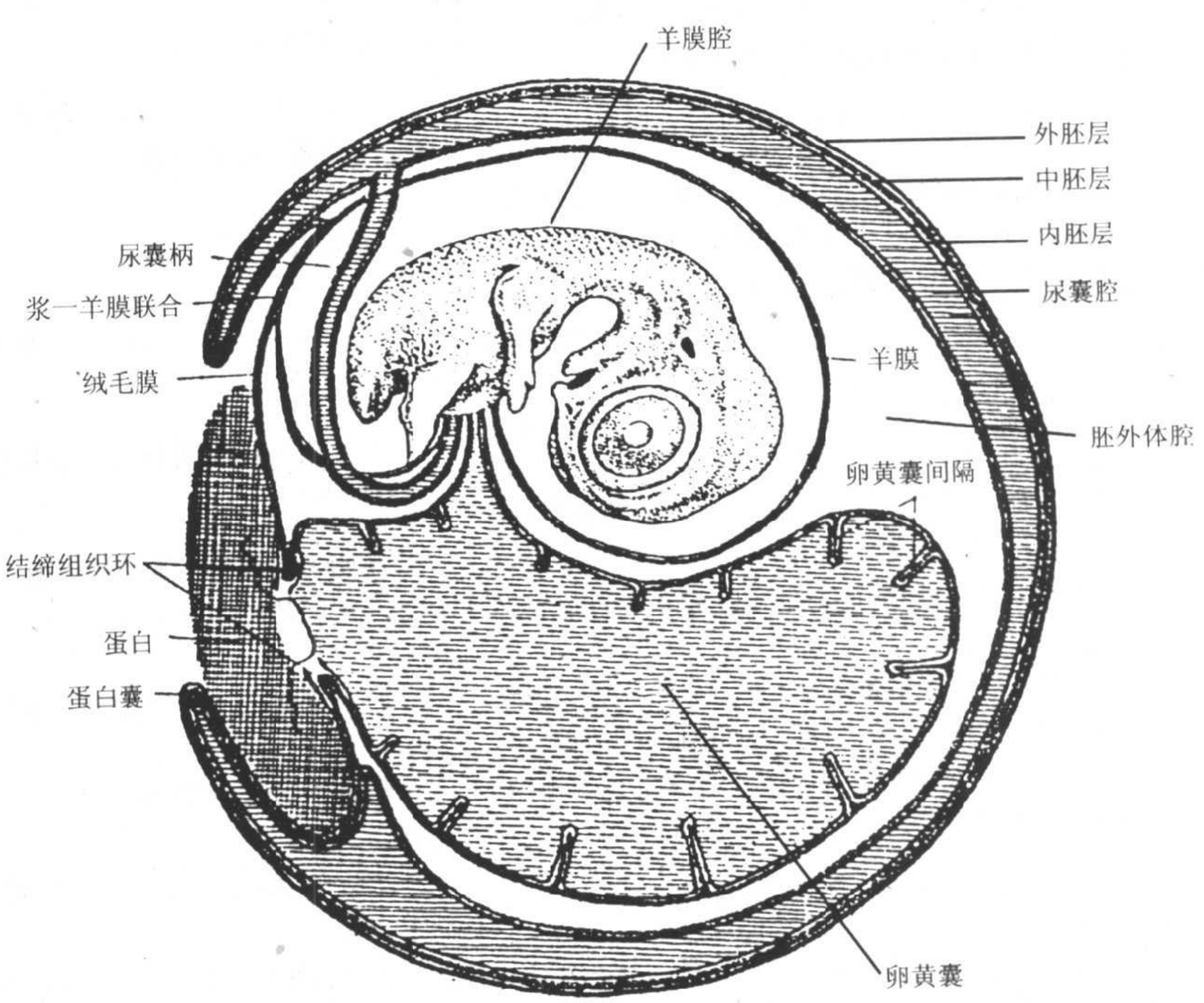


图 3-6　孵化 9d 胚蛋各膜腔示意图

（据 Hamilfon，1965）

第二节　胚蛋的透照

在禽蛋的孵化过程中，可以借助光线的透照来了解胚胎的发育概况。最好在暗室中借助人工光源作胚蛋的透照，有丰富经验者也可在自然光线下进行。

胚蛋透照时应注意气室的大小；胚胎的大小、位置和活动的强度；胚外膜血管大小、分布和颜色；卵黄和蛋白的体积、位置和透明度等。

下面所描述的是鸡胚和鸭胚逐日透照的特点，由于透照人员经验的差异，蛋壳的厚度和颜色的不同，光源强度及光照方法的不同，在透照时所观察到的胚蛋不一定能如同所描述的那么典型和清楚，但只要反复细心观察比较，是能够发现其逐日发育特征的。

表 3-3　鸡、鸭胚蛋透照的逐日特征

孵化天数	鸡	鸭
1	整个胚蛋透亮，内含橘黄色团块即卵黄，转动胚蛋，可见卵黄表面有一稍为透亮的圆点（胚盘）。	转动胚蛋，卵黄表面有一稍为透亮但很小的圆点。
2	卵黄能自由转动，卵黄囊血管区呈樱桃形。	卵黄表面的透亮圆点较前一天稍大
3	卵黄囊血管区直径达卵黄的 1/2 以上，胚胎周围血管伸展呈蚊虫状，大多靠近气室端。	卵黄能自由转动，卵黄囊血管区呈樱桃形。
4	卵黄囊扩大到蛋的下 1/3 处，血管区扩大到卵黄的 2/3 以上，胚胎和血管更加清晰，呈蜘蛛状，卵黄不随蛋的转动而转动。	卵黄上的胚胎及血管分叉似小蚊虫，一般多靠近气室。
5	卵黄不能自由移动，眼的黑点明显可见。	卵黄不易随蛋的转动而转动，卵黄囊血管伸长、变粗，似蜘蛛状。
6	可见到胚胎两端呈两个小圆团，一是头部，一是弯曲的躯干，胚胎能运动，晃动时更明显，血管区已延伸到蛋的锐端。	可见黑色的眼点。
7	羊水显著增多，胚胎在羊水中不易看到，血管已布及半个蛋表面。	胚胎弯曲，两端较粗，一为头部，另一部分为躯干部。
8	胚胎在羊水中浮动，易被见到，周围为一亮区，胚胎背面近气室端的血管相向生长已较靠近，但下端则仍为空白，卵黄不能随蛋转动。	半个蛋壳已布满血管，胚胎位于羊水中，不易被看到。
9	左右血管区在气室端已吻合，但下部仍留有楔形空白，尿囊血管伸越卵黄囊，卵黄囊又可转动。	胚胎易被看到，蛋壳的正面布满血管，背面近气室端的血管开始相向生长，卵黄不易晃动。
10	左右血管区在蛋的锐端也已吻合，整个蛋除气室之外已布满血管，胚胎背面的血管仍较细。	胚胎背侧靠气室的血管已接合，卵黄易晃动。
11	胚胎背面的血管已变粗，呈鲜红色，胚蛋两侧蛋黄的颜色愈来愈深，气室渐增大。	胚胎背面的血管向中央生长，达到中央部附近。
12	胚蛋两侧的卵黄黑影在气室端会合。	胚胎背侧血管在蛋的锐端已接近吻合，但尚未合拢。
13	胚胎背面的卵黄黑影由气室端向锐端扩大，约占表面的 1/4。	胚胎背侧的血管在蛋的锐端合拢，除气室之外，整个蛋已布满血管
14	胚胎背面的黑影继续扩大，约占表面的 1/3，接近气室的血管不易见到。	尿囊血管加粗，颜色加深，在气室端两侧卵黄黑影颜色加深。

（续）

孵化天数	鸡	鸭
15	胚胎背面的黑影约占表面的1/2，接近气室的血管不易见到。	尿囊血管加粗，颜色加深，在气室端两侧，卵黄黑影向中央靠拢。
16	胚胎背面的黑影约占表面的2/3，已接近锐端。	血管颜色加深，在气室端，两侧卵黄黑影互相会合。
17	胚胎背面的黑影已遮盖了蛋的锐端，接近气室的血管又可见到。	胚胎背面上1/3被黑影所遮盖。
18	气室开始倾斜，胚头尚未伸入气室内，胚胎的活动也不超过气室。	胚胎背面约1/2被黑影所遮盖。
19	胚胎的活动已部分进入气室，喙突入气室内，部分开始啄壳，可见气室内有翅、颈、喙等黑影闪动。	胚胎背面的2/3被黑影所遮盖。
20	大部分已开始啄壳，随后陆续出壳。	胚胎表面绝大部分已被黑影所遮盖，仅于锐端仍有一细小的透亮区。
21	出壳。	胚胎背面全部被黑影所遮盖，再看不到透亮的部分。
22		气室开始向一侧倾斜。
23		气室倾斜度增大。
24		气室附近已见到不时闪动的胚胎黑影。
25		气室内胚胎黑影明显闪动。
26		部分啄壳。
27		大部分啄壳，少数出壳。
28		绝大部分出壳

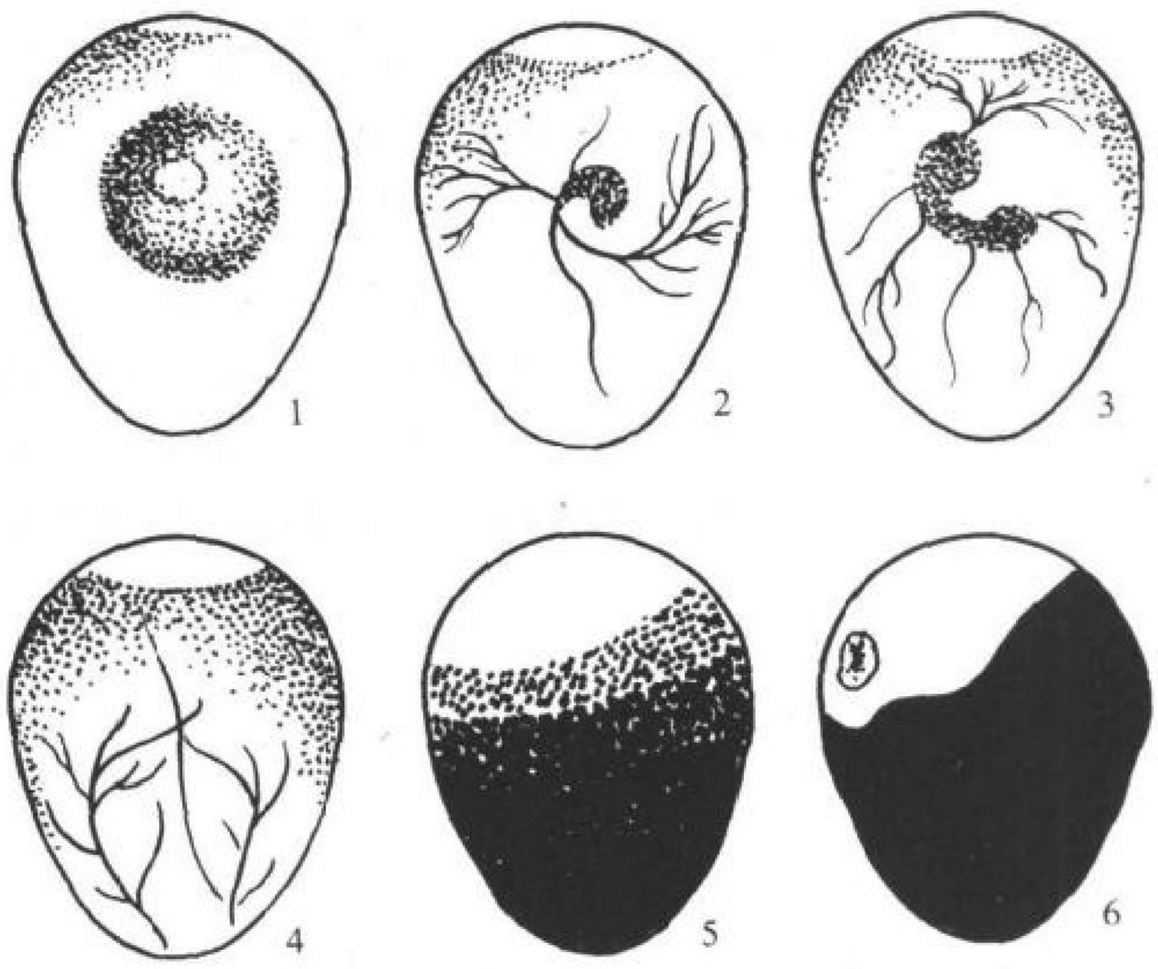


图3-7　鸡胚透照示意图

1. 孵化第2d　2. 孵化第5d　3. 孵化第8d

4. 孵化第13d　5. 孵化第18d　6. 孵化第20d

第三节　胚胎早期发育的调控

一、生长因子对胚胎早期发育的调控

许多生长因子（growth factors）和细胞素（cytokines）对于动物胚胎发育起着重要的调控作用，对禽类胚胎的作用亦有不少研究报告（Sanders 1992，1994）。

转化生长因子-β（TGF-β）在原肠胚阶段在中胚层及内胚层许多部位的细胞中发现，参与原肠胚期许多关键性的转化过程，对胚胎早期发育产生重要影响。其作用涉及细胞分化、细胞外基质沉积、细胞增殖和表型的转化等；参与诱导中胚层和轴的形成；对于上皮-间充质的形成，以及心脏的发育都有影响（Choy 等 1990，1991，Potts 等 1992，Nakajima 等 1994），并已证实能促进发育中鸡胚的神经嵴、肢芽及软骨组织的形成。

肿瘤坏死因子-α（TNF-α）是一种 17－KDa 蛋白质，在原肠胚形成之前在某些细胞群中已有发现，TNF-α 通过其受体 1 和受体 2 的中介，对于胚胎发育早期的细胞粘连、细胞死亡及组织再生有十分确实的影响（Vassalli，1992，Jakow1ew，1994），并与禽胚早期的免疫反应有关（Wride and Sanders，1995）。

其他如成纤维生长因子（FGF）家族、胰岛素样生长因子（IGF-I、II）、血液形成生长因子-α（HGF-α）和成骨素（osteogenin）等，都在禽胚发育的特定阶段和部位发挥各自的作用。

二、胚胎细胞死亡的调控

动物胚胎发育的特定时期发生局部细胞的自然死亡，称为程序化死亡（programmed cell death）或凋亡（apoptosis），这种死亡是非病理性的，对胚胎形态发育有重要作用（White，1995），凋亡不发生或过度发生都不利于胚胎的正常发育。

在鸡胚发育过程中，翼芽的部分细胞发生凋亡，表现为核小体之间 DNA 降解、凋亡的细胞形成小泡，并被邻近的细胞所吞噬。Maccabe 和 Noveroske（1977）证实，细胞凋亡可被成纤维细胞生长因子-2（FGF-2）和胰岛素样生长因子-II（IGF-II）所抑制，以前者更为有效。将生长因子去掉，许多细胞将会凋亡，说明某些肽类生长因子对于早期胚胎细胞死亡起重要的调控作用。

主要参考文献

Bakst MR et al. 1997. Poult. Sci. (76) 83～90

Choy MMT and PB Armstrong. 1990. Dev. Biol. (141) 421～425

Choy MMT and PB Armstrong. 1991. Anat. Embryol. (183) 345～352

Eyal-Giladi and S Kochav. 1976. Dev. Biol. (19) 321～327

Hamilton HL. 1965. Lillie's Devolpment of the Chick (3rd Ed) Holt, Rinchart and Winston

Jakwolew SB et al. 1994. Differentiation. (55) 105～118
Nakajima Y et al. 1994. Dev. Biol. (165) 615～626
Potts J D et al. 1992. Dev. Dynamics. (193) 340～345
Sanders E J and S Prasad. 1991. J. Cell Sci. (99) 617～626
Sanders E J et al. 1994. Anat. Rec. (238) 397～406
Sanders E J and MA Wride. 1997. Poult. Sci. (76) 111～117
Vasslli P. 1992. Ann. Rev. Immunol. (10) 411～452
Watt JM et al. 1993. J. Morphol. (215) 165～182
Wride MA and EJ Sanders. 1995. Anat. Embryol. (191) 1～10

第四章
禽类胚胎生理

第一节　暂时性胚胎器官

禽类胚胎在各器官发育到足以履行各自功能之前，其消化、呼吸、循环、排泄等重要生理功能由一些原始结构代替执行，包括卵黄囊、羊膜、绒毛膜和尿囊等，这些原始结构在禽孵出后即萎缩退化，故称为“暂时性胚胎器官”（temporary embryonic organs）。

一、卵黄囊（yolk sac）

卵黄囊的形成早于其他暂时性胚胎器官，由卵黄周围的脏壁层衍生，最后形成一个将卵黄包围起来的囊状结构，其内表面形成许多褶，可以增加吸收卵黄的能力，胚蛋入孵后 45～49h，卵黄囊的血管区即出现血液循环，通过包含动脉和静脉的卵黄柄（yolk stark）与胚胎的体内循环连接。

卵黄囊的重要功能是从卵黄中吸取营养物质，并将其转移给胚胎。卵黄囊所分泌的蛋白酶和脂酶对营养物质起消化作用，故卵黄囊充当着胚胎的原始消化器官。此外，卵黄囊及其血管在孵化头 5d 负担胚胎的呼吸功能，孵化 5～10d 仍负担部分呼吸功能，卵黄囊还具有物质代谢功能，直到孵化第 8～11d，是糖原的贮藏场所，在孵化第 19d（鸡胚），卵黄囊被吸收入胚胎腹腔。此时卵黄囊尚含有丰富的营养物质，用于雏禽孵出后头几天的发育需要。

二、羊膜（amnion）和绒毛膜（chorion）

鸡胚发育约 30h，从胚外的胚体壁形成羊膜和绒毛膜，羊膜的生长比胚胎快，包围了胚胎，并在两者之间形成羊膜腔，腔内有羊膜

液。绒毛膜在形成之初是羊膜的壁层，其后快速生长，包围羊膜和胚胎，以及卵黄、蛋白和后来生长的尿囊。

羊膜的主要功能是为胚胎提供机械性保护和液体介质，为胚胎营造良好的发育环境。羊膜液有适当的 pH 和渗透压，维持胚体内外的离子平衡，并具有杀菌特性，可防止胚胎感染。

三、尿囊（allantois）

尿囊直接起源于胚胎组织，它出现较晚，鸡胚孵化第 3d 在后肠的腹壁出现一个小的隆起，没有可见的腔，随后迅速在卵黄囊、羊膜及绒毛膜之间的胚外体腔扩展；孵化第 4d，尿囊壁扩展到达绒毛膜中胚层；孵化第 5d，扩展的尿囊壁在所有接触处与绒毛膜融合，尿囊壁上的血管随着尿囊的扩展而伸延，逐渐构成由动脉和静脉组成的血管网络，形成尿囊循环；孵化第 6d，尿囊腔充满了液体；孵化第 7d，覆盖了卵黄囊血管区的 1/3；孵化第 9～10d，覆盖了位于卵黄囊底部以下蛋白的大部分。并与绒毛膜一起形成蛋白囊；孵化第 11d，尿囊壁已扩展到衬里于整个蛋壳膜；直到 20d，尿囊血管中仍充满血液，但随着脐带中脐动脉和脐静脉逐渐缩窄，血液通道阻塞（Ragozina，1961）。

尿囊从孵化第 7d 开始通过血液循环行使其呼吸器官功能，孵化第 8d 到第 19d，尿囊是胚胎唯一的气体交换器官。此外，尿囊还有调节胚蛋水分的蒸发，贮存胚胎排泄物，在蛋白囊中稀释蛋白，从蛋壳中吸收钙质等多项功能。

第二节　禽胚各系统生理

一、血液循环系统（blood circulation system）

血液循环是胚胎第一个起作用的系统，胚胎发育的每一个转折点都要求有正常的氧气供应，以满足具有典型性生命特征的临时器官和正在发育的永久性器官的需要。

鸡胚发育 18～19h，心脏即将形成的部位已经有了代谢上的差异；19～22h，心脏形成部位由数个独特的中胚层细胞簇组成；26h，心内膜原基形成；29h，心脏左右两部分沿中线连合，心脏呈管状；3～4d 心脏外表已与成禽的心脏相似，第 4d，心房和心室同时出现一条沟，有将心脏分为左右两部分的趋势；第 5d，动脉主干出现中隔，将其分为肺动脉和主动脉，这一中隔继续生长，第 7d 已到达心室，同时主动脉和肺动脉中出现半月状瓣膜；第 8d，左右心室已完全分开，主动脉与左心室相连，而肺动脉与右心室相连。

鸡胚孵化第 1d 末出现血岛（blood islands），24～33h，血岛吻合形成卵黄囊血管，33～35h，前心静脉和后心静脉分别形成，随之出现胚胎的外循环和内循环。循环血液在心脏混合。孵化第 4d 后，最显著的变化是肝门循环形成，第 5d 开始出现肠系膜分支向胃、肠、胰、脾伸延，出孵时血液循环已基本建立。

鸡胚的心脏在入孵后 36～44h 开始蠕动，68h 开始接受迷走神经支配，80～84h 交感神经到达心脏。孵化 2～8d 时，心脏为内皮管搏动阶段，脉搏节律不规则，由 8d 直到孵

化结束，是肌肉—体液（包括激素）调节心脏活动的阶段，脉搏较为有规律搏动。孵化第16d，心脏才受神经系统所支配。孵化3d时，胚胎的心率为90～100次/min，第6d增到160次/min，出孵时为180次/min。心率在很大程度上受到温度的影响，温度高则心率快，反之则慢。

鸡胚淋巴系统的发育相对稍迟，孵化5～6d才出现两个中枢，一个在骨盘区，另一个在颈的基部，两者由一淋巴管相连。禽类胚胎只有两个淋巴结，即骨盘淋巴结和颈淋巴结，后者在成禽已经退化。淋巴液在孵化8d才开始流动，胚胎期的淋巴器官还有脾、胸腺和法氏囊等。

表4-1 鸡胚胎的血红蛋白和红细胞数

孵化天数	血红蛋白 g/L	红细胞数（$\times 10^{12}$/L）
10	—	1.2
12	—	1.8
14	71	2.3
16	68	2.0
18	61	1.9
20	—	1.8
21	64	2.9

（参考 Sandreuter，1951）

二、神经系统和感觉器官（nervous system and sense organs）

（一）神经系统 神经系统来源于外胚层的神经盘（nerural plate），孵化27～28h，神经盘边缘重合形成神经管，其头端部分壁增厚，分成前脑、中脑和后脑三部分，孵化38h，前脑分化为端脑和间脑，中脑不变，后脑分化为后脑和延髓，自此脑共分为5个部分。孵化3d后，脑的各部分进一步衍变，端脑向前外侧突出一对囊泡（未来的脑半球），间脑延长并相继形成松果体，垂体腺和第三脑室。孵化8d后，脑的解剖学结构已与成禽相似。

孵化50～55h，脑脊髓和神经管侧壁增厚，分化形成神经胶质细胞和成神经细胞。孵化3～7d时，两者分别转化为神经胶质细胞和神经元，5～9d时，脊索的灰质和白质发育形成，孵化7d时开始出现反射活动。8d时胚胎的外周神经系统与成禽一样，有12对脑神经，38对脊神经以及植物神经系统。

神经系统逐渐发育完善的过程中，也逐渐发挥对个体发育中各种生理功能的调控作用，对肌肉、骨骼系统的调控出现运动活动（motor activity），例如孵化3.5d时头部出现自主性运动。孵化13d时，在高级神经系统的参与下出现电活动（electrical activity），到第15d龄时这些活动已相当频繁。

（二）感觉器官

视觉器官（organ of sight）：在孵化40～45h，间脑形成眼泡，随后发育出视网膜、色

素层、虹膜和晶状体。禽类眼睛结构有别于哺乳动物乃在于视网膜缺乏血管，而特有向玻璃体突出的血管样结构——栉（pecten），再一差别是视网膜上有两个或三个视觉敏感区——小窝（foveae）。虽然胚胎的视觉器官在黑暗中发育，但其神经系统在孵化 9d 时已产生光效应，而对光的一般敏感性可能出现得更早。

听觉和平衡器官（organ of hearing and balance）：孵化 29～33h，内胚层的一对听基板开始发育为内耳，孵化 38h 形成听囊，其上半部发育成椭圆囊和半规管，下半部发育为耳蜗和球囊，中耳源于孵化 4d 时第一对鳃裂，在孵化 6d 时外耳道亦开始发育，在出壳前 1～2d 出现听觉。

嗅觉器官（olfactory organ）：禽类的嗅觉器官并不完善，鸡胚在孵化 3d 时已形成嗅基板，9d 时形成内、中和上鼻腔及骨骼基质，12d 时鼻腔结构已趋于完成。

触觉（touch）：孵化 7d 时，胚胎皮肤对痛、冷、热的感受器开始发生效应。

三、呼吸系统（respiration system）

孵化 3d 时，胚胎咽部中央腹沟向后伸延形成喉气管沟，其后在喉部以后的气管沟闭合成为气管，继续伸延，孵化 6d 时分出二级气管，8～11d 分出三级气管，又细分为呼吸毛细管，形成遍及整个肺脏的管道网，肺血管沿肺分支生长，孵化 85h，胚胎主要的肺血管已经形成，8d 时由二级支气管末端形成气囊，9～11d 时气管软骨形成。孵化末期转为肺呼吸时整个肺部才发育完成。

在孵化的全过程中，胚胎的呼吸形式发生多次重大转变，鸡的胚胎在孵化 1～5d 时为卵黄囊呼吸型，5～8d 为卵黄囊——尿囊呼吸型，8～18d 为尿囊呼吸型，18.5～19d 为尿囊——肺呼吸型，20d 到出壳为肺呼吸型。胚胎与外部的气体交换要通过蛋壳进行，蛋壳的通透性高低决定气体交换的强弱，蛋壳通透性高则气体交换充分，反之则气体交换不足。可以通过测量孵化期间蛋的失水率而了解氧和二氧化碳的交换情况。气体通过蛋壳的驱动力是蛋壳内外各种气体分压，同一种气体会从分压高的一侧向分压低的一侧扩散，一般而言，孵化中壳内氧气分压低于壳外，氧气即从环境中进入蛋内；而胚胎各种代谢活动又使壳内二氧化碳分压高于壳外，促其向壳外扩散，因此，胚胎的气体交换取决于胚胎代谢、蛋壳的特性以及外界环境（氧和二氧化碳分压，空气中湿度）。

孵化过程中，随着胚胎发育，对氧的需求日益增加，尤其在孵化后期，胚胎逐渐发育成熟，各种代谢增强，需氧量急增，而排出二氧化碳亦增多，特别是由尿囊呼吸转为肺呼吸时，以及雏禽啄壳时耗氧量大增，都容易发生缺氧。在胚胎发育过程中，缺氧使正常的需氧代谢难于进行，会造成发育迟滞，畸形甚至死亡，例如在孵化头 3d 发生氧饥饿（oxygen starvation），会导致心脏和主干血管畸形。另一方面，蛋壳通透性过大，气体交换率过高，氧过高等亦对胚胎发育有不利的影响。

孵化 16d 龄开始出现胸部运动，呼吸每分钟 4 次。孵化 18d 时增到每分钟 20～30 次。孵化 2.5～7d，鸡胚呼吸系数为 1.0，7～8d 为 0.84，13d 为 0.71，以后一般低于 0.7。胚胎耗氧量有性别差异，据报道，孵化 10～19d 雌性胚胎平均耗氧量比雄性胚胎高 7.4%。

四、消化系统（digestive system）

禽胚的消化管主要由内胚层发生，原始消化管包括前肠、中肠和后肠。前肠出现最早，鸡胚孵化 50～55h已出现咽和食道，此时后肠刚显现，而口腔尚未形成。孵化第 3d 形成口板，随后破裂与咽连接，中间便是口腔。孵化第 4d，前肠分化为咽、食道、肌胃和砂囊，后肠后端膨大形成泄殖腔，孵化第 5d 肌胃与腺胃出现分界，第 6d 可区分大肠和小肠。由于消化管增长的速度较胚胎增长快，故形成几个曲袢，第一个曲袢包括食道和胃，第二个曲袢包括十二指肠和胰腺，第三个曲袢包括大肠和小肠。法氏囊也由消化管所衍生。

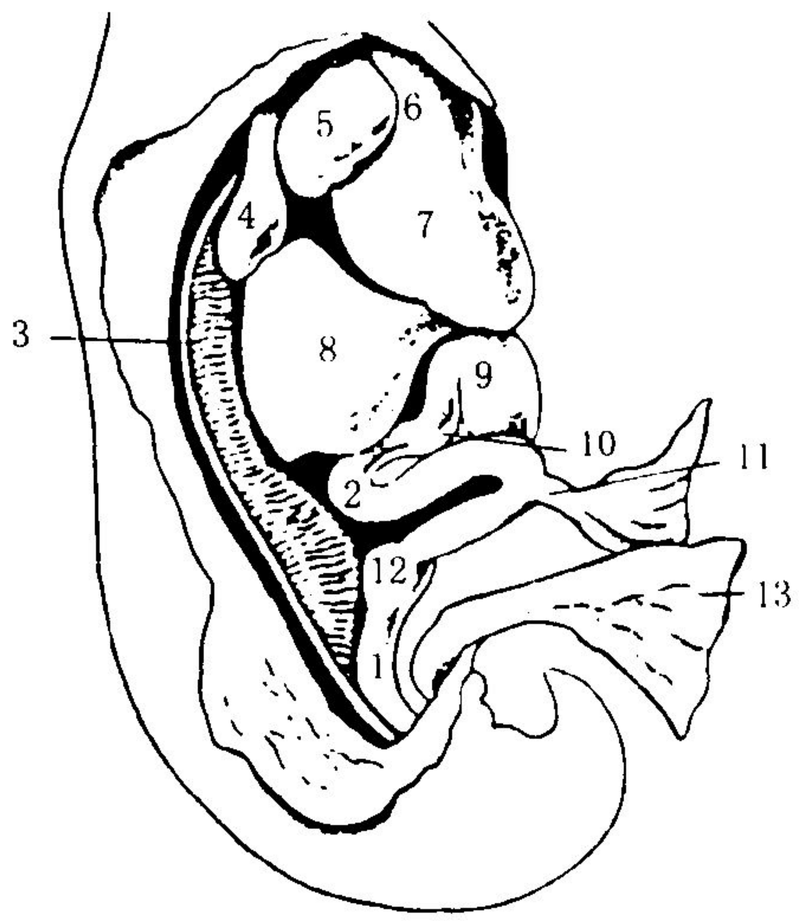


图 4-1　6d 龄的鸡胚内脏（右侧）

1. 直肠　2. 十二指肠空肠曲　3. 中肾　4. 右肺　5. 右心房　6. 主动脉球　7. 心室　8. 肝　9. 砂囊　10. 十二指肠　11. 卵黄柄　12. 盲肠　13. 尿囊

鸡胚消化器官发挥消化功能始于孵化第 9d，这时胚胎所吞咽的羊膜液要花费 10h 才能到达胃部，12d 时减为 8h，16d 时只需 2h。孵化 13d 时，溶于羊膜液的白蛋白开始由肠内消化吸收，并成为主要的营养方式，消化能力逐渐加强直到出壳。

肝脏：鸡胚孵化第 3d 末，肝脏从前肠末段分离出来，第 4d 肝脏显著增大，6～8d 开始生成胆汁，15d 时肝脏已与成禽肝脏的组织学特征相似，18～20d 时胚胎胆汁的成分已接近成禽胆汁，孵化 7～8d 时肝——门脉系统形成，肝开始发挥其功能，7d 时有生糖功能，12d 时已成为糖的主要贮藏场所。

胰腺：鸡胚孵化 3～4d，肝突附近的前肠壁向外隆凸形成三个胰原基（胰芽），孵化晚期，三个胰芽的细胞索融合，出壳时已是完整的胰腺。胰腺能分泌一种裂解蛋白质、碳水化合物和脂肪的液体。

五、泌尿系统（urinary system）

禽胚胎肾的发育经过三个阶段，即前肾、中肾和后肾（永久肾）。前肾源自孵化 36h 鸡胚第 5～15 对体节间的肾原性组织，乃由中胚层形成，没有泌尿功能，孵化 4d 时已退化。中肾也源自肾原组织，孵化 2d 末出现，初为肾小管，随后其一端形成囊状，毛细血管在其中生长，两端分别通向动脉和静脉，形成一个肾小球，孵化 5d 时肾小球已有血液循环，中肾亦开始具有泌尿功能，孵化 11d 达到高峰，维持到孵化末期，中肾逐渐退化为性腺附件。后肾在孵化第 5d 形成，直到孵出后才发育完全，但在孵化 11d 时已开始与中肾共同负担排尿功能。

肾功能受到交感神经系统、肾上腺皮质激素和垂体制尿激素的调控，中肾和后肾的作用相似，来自血液的血浆经肾小球过滤后，在肾小管形成原尿，进入排泄小管经重吸收后

形成终尿，经输尿管和泄殖腔流入尿囊。肾脏除了排除机体中蛋白分解的有毒产物外，还在维持机体内环境的稳定起重要作用。从入孵到孵化第 4d，禽胚几乎全以氨的形式排出氮，4～9d 时，尿素的排出量逐渐增加，并维持同一水平或稍有下降。孵化 5～6d 开始产生和排出尿酸。11d 时达到高峰。禽类胚胎排出的总氮量中，尿酸占 91.4%，尿素占 7.6%，氨占 1%。孵化第 11d 开始，尿囊对排入的尿液的水分进行重吸收，使尿液变得浓稠，几乎剩下干物质残留在尿囊中。

六、肌肉和骨骼系统（muscular and skeletal system）

（一）肌肉　禽胚骨骼肌由中胚层所分化的体节内的生肌节（myotome）所形成。鸡胚孵化 40～50h 至 90～96h 是生肌节形成时期，其体积增大，形成合胞体（syncytium），在合胞体内表面形成肌原纤维。孵化 5～6d 龄形成肌肉原基，随后生长为各部肌肉，包括躯干肌肉、肢体肌肉、眼肌和舌下肌。孵化 11d 骨骼肌附着在骨骼上。

胚胎肌肉收缩所需能量来自 ATP，在孵化二周，肌肉中含有少量糖原，其数量在孵化第 12～13d 以及第 17～20d 有两次较大增加，尤其是后一次（孵化末期）糖原激增。在这两个时期，磷酸肌酸含量和 ATP 活性突然上升，同时乳酸数量亦增加，表明随着肌肉活动的开始和加强，产生能量的各种代谢活动亦加强。在鸡胚孵化 3d 时可在肌细胞中发现胆碱酯酶，肌肉中胆碱酯酶活性的分布特征性地反映了肌肉功能性差异。孵化 33～38h，当开始出现脉搏时，糖原在心脏组织中出现，孵化约 48h 后，当毛细管循环开始时，糖原在动脉中高于静脉中。

（二）骨骼　禽类大多数骨骼的形成经过三个阶段，即膜阶段或前软骨阶段、软骨阶段和骨化阶段，这类骨称为代换骨（replacement blone）或软骨成骨。也有一些骨如颅骨和锁骨不属于此类，无需经过软骨阶段，称为膜骨或皮骨（integumentary bones）。

脊柱：孵化 4d 的鸡胚的脊柱由一层连续而自由伸展的间质细胞和每节段两个间质弓组成。5d 时进入膜阶段，8d 时进入软骨阶段，脊骨的骨化在其他多数骨已骨化后才进行（孵化约 12d）。

颅骨：禽胚的颅骨由多块骨紧密联合而组成，这些骨的发育包括上述两种发育类型，软骨成骨见于脑颅和面颅，脑颅在孵化第 6d 起源自头间充质，面颅起源自鳃弓的骨成分。膜骨则作为软骨成骨的补充成分，虽然膜骨在种系发生上晚于软骨成骨，但在个体发生上却早于前者。

四肢骨：鸡胚孵化第 3d 出现前肢芽，第 4d 出现肱骨带（humeral girdle），第 6d 肱骨、桡骨和尺骨进入软骨阶段，肢体各骨段已可明显区分。虽然在发育之初所



图 4-2　禽（鸡）胚的骨骼
（孵化 21 日龄）
（据 Romanoff，1972）

有五个指都出现，但其后 1 和 5 指退化，第 2、3、4 指融合在一起。鸡胚孵化约 65h 出现后肢芽，其后的发育与前肢相似。

七、内分泌腺（endocrine glands）

内分泌腺将激素直接分泌到血液或淋巴循环中，参与控制胚胎发育过程和各种代谢活动，维持机体内环境的稳定。内分泌激素对胚胎发育的影响可分为三个阶段，鸡胚孵育第 6～9d，代谢过程不受激素影响；第 10～13d，胚胎的组织器官受激素和血液带来的其他物质的影响，在功能上相互联系，第 14d 到孵化结束，胚胎各种功能活动已趋成熟，内分泌系统之间的协调进一步加强。

（一）胰腺（pancreas） 鸡胚孵化第 12d 开始出现胰岛素的分泌，第 16d 达到高峰，在出壳前下降。胰腺还能分泌高血糖素，通过肝脏中磷酸化酶的活动使糖原的分解加强。向胚胎内注射异源性胰岛素，可引起低血糖症，还有可能抑制神经管和脑的发育；还会导致不同程度的骨骼畸形。

（二）肾上腺（adrenals） 肾上腺包含两种来源不同的腺体细胞。皮质条（cortical strands）细胞来自中层的胚胎腹膜上皮；髓质条（medullary strands）来自外胚层的交感神经干细胞。禽类肾上腺的皮质和髓质的分界不如哺乳动物那样严格，但仍各自分泌不同激素，肾上腺皮质分泌盐皮质类固醇和糖皮质类固醇，肾上腺髓质分泌肾上腺素和去甲肾上腺素。鸡胚孵化第 12d 到孵化末期，肾上腺的重量增加 5～6 倍；孵化第 10d 即可检出肾上腺素；10～12d 检出去甲肾上腺素，其后各种激素的分泌量不断增加，其间亦可能有少许波动。

（三）甲状腺（thyroid） 鸡孵化约 12h，在咽底部第一和第二咽囊之间出现甲状腺原基，随后继续生长；到第 6d 已成为明显甲状腺体，血管和结缔组织相继长入其中；第 8d 时，腺体分为数个由两层上皮细胞组成的细胞索，滤泡亦在此时出现；至孵化第 14d 时，滤泡完全形成，腺体已与成禽相似。

母体的甲状腺激素可以进入蛋内，满足胚胎本身产生此激素之前的早期发育之需。鸡胚孵化第 8d，已能分泌甲状腺激素，促进胚胎的生长发育。激素的分泌随着胚胎发育某阶段的特殊需要而增加。例如在孵化 10～13d 时配合软骨膜的加速骨化而分泌增加，直到出孵前夕才显著减少分泌。

据报道，将低浓度的碘加到产蛋母鸡的日粮中，或注入正在孵化的蛋的气室中，大部分碘被甲状腺摄取，能加强甲状腺激素的产生和分泌，促进胚胎发育，加快孵化的速度，并有助于改善雏禽的生长质量，但当投入碘过量则会引起相反的作用，反而使甲状腺激素的分泌减少（Petrov，1958；Rogler，1961）。

（四）甲状旁腺（parathyroid） 甲状旁腺原基与甲状腺原基同时发生，生长到孵化第 7d 时两者分开，第 8d 末甲状旁腺的形态学分化已很明显，并开始分泌激素，且开始发挥其代谢功能，胚胎期甲状旁腺的活动已与成禽相似，主要在于维持血液和淋巴中钙的水平，调节机体的钙、磷代谢。

（五）胸腺（thymus） 胸腺原基于鸡胚孵化第 5d 由咽囊的上皮衍生而成，胸腺上皮

向颈部延伸；孵化第 9～10d 形成胸腺小叶，第 13d 开始分化为髓质和皮质，胸腺重量逐渐增加，在孵化第 8d，造血干细胞进入胸腺，在小叶的囊下增殖，形成胸腺的淋巴样结构，内含成淋巴细胞，孵化 11～12d 衍化为淋巴细胞，具有一定的免疫能力，出壳时有较大胸腺的雏鸡对外界的环境剧变已有较大承受力。

（六）松果体（epiphysis）　鸡胚松果体原基在孵化 48h 出现，5～12d 时生长最为迅速，其相对体积增加近 40 倍。

（七）垂体（hypophysisi）　禽垂体分为前叶和后叶。前叶由腺细胞组成，称为腺垂体，后叶属神经组织称为神经垂体；鸡胚于孵化 48h 分别由位于间脑的两个原基衍化而成，两种垂体各分泌多种激素，对禽的各种生理活动起着十分重要的调节作用。鸡胚的腺垂体于孵化第 11d 时已有促甲状腺素（TSH），孵化 16d 开始分泌促肾上腺皮质激素（ACTH）。其他多种与促进生殖有关的激素，多在成禽分泌。

八、生殖系统（genital system）

禽胚胎在发育早期即出现性腺（睾丸或卵巢），鸡胚约在孵化第 3d、鸭胚和鹅胚约在第 4～5d 出现。由生发上皮细胞形成生殖嵴，原始生殖细胞由卵黄囊内胚层产生，经血液循环移行到生殖嵴，在孵化 7d 之前，鸡胚胎的性别难以判别，其后生殖嵴分化为不同性别的生殖器官。雄性鸡胚在孵化第 7d 末至第 8d，形成睾丸皮质和髓质；9d 时原始生殖细胞进入睾丸髓质并开始有丝分裂；雌性鸡胚左侧卵巢继续发育而右侧卵巢则退化为遗迹。性腺的重要生理功能除产生精子或卵子外，还产生性激素。鸡胚胎于孵化 4d 时即开始产生雌性激素，6d 时开始产生雄性激素，这些激素与成禽的激素完全相同。

第三节　禽胚生物化学

一、禽胚的重量

在禽类胚胎发育的过程中，其重量的变化是所有量变中最突出、最明显而且最易测量的一项指标。通过测量禽胚的重量，可以概括地了解胚胎的生长发育情况。

禽胚的重量分为湿重和干重，各自每天都在变化，两者亦密切相关。湿重随胎龄增长而降低，由原来约占总重量的 80%下降到 35%。在胚胎发育早期，干重的主要部分来自胚膜（主要是卵黄囊膜），胚体所占的比例极少，随着胚胎的发育，胚膜所占比例直线下降，胚胎成熟时几乎可以完全忽略不计，此时胚体组织构成几乎全部干重。

二、禽胚生长发育的测定和评估

（一）禽胚生长发育的测定　禽胚发育早期可用“生长区域尺寸”根据胚胎体节的数目来测定；发育后期用线性尺寸或胚胎体积来测定。

1. 生长区域尺寸：指胚层的直径尺寸和生长区血管的直径尺寸，前者适用于发育 0～2d 的鸡胚，后者适用于发育 2～3d 的鸡胚。

2. 胚体体节的数量：主要指脊髓的节数，适用于发育 1～4d 的鸡胚。

3. 线性尺寸：指胚体总长度和尾部的宽度，适用于发育 2～21d 的鸡胚。

4. 胚胎的体积：适用于发育 2～21d 龄的鸡胚。

5. 胚胎的重量：适用于发育 1～21d 龄的鸡胚。

（二）禽胚生长发育的评估 上述测定方法可作为下列各项评估的指标。

1. 累积生长：胚胎的生长可看作卵内物质转变成胚胎组织，使胚胎的体积不断增大的一个过程，该过程从胚胎发育开始直到幼禽出壳为止。禽类胚胎（胚膜除外）的化学生长的实际重量与胚胎发育的时间呈“S”曲线或类“S”曲线关系。从曲线上可以看出，胚胎发育至 3/4 处，胚胎的生长是最快的。据此可以推测禽胚某一发育阶段组织器官甚至其化学结构成分的含量。

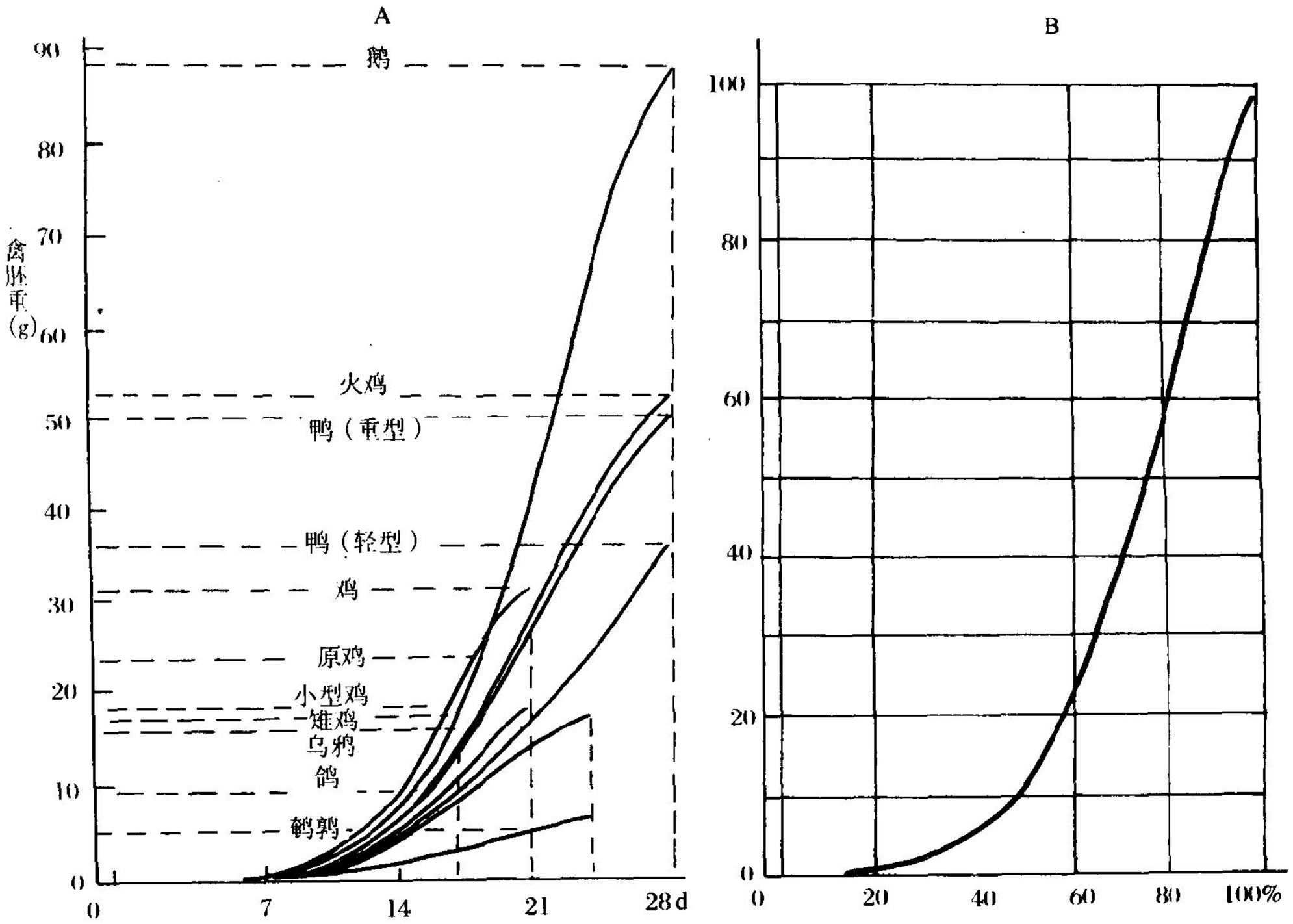


图 4-3 禽胚累积发育曲线图

（据 Romanoff，1967）

2. 生长的增加：禽胚发育过程中某一段时间内增加的重量称为生长的增加，其曲线也呈“S”形，反映了胚胎生长的周期或自我抑制期（self-inhibiting phases）。

3. 生长率，可用下列公式表示：

$$R = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

式中 R 代表生长率，W_1 和 W_2 代表连续间隔中的重量。此公式可用于按一般的生长曲线增长的整个胚胎或某一器官。但蛋白质、脂类和碳水化合物等主要有机物的变化曲线与此不同，蛋白质、脂类在鸡胚发育第 9～14d 之间形成明显的高峰，与此同时，胚胎耗氧，二氧化碳呼出以及产热的曲线也出现类似的高峰，这是由于在胚胎发育中段干物质量迅速增加所造成的，此时，胚胎出现从湿变干的最明显的变化。

4. 线性对数生长：禽类胚胎平均重量的对数与胚胎发育时间的对数之间呈线性关系，而且所有禽类甚至禽类某一器官的生长都有这种相同的线性关系。

三、禽胚的化学组成

（一）水　禽类胚胎与任何其他生物体一样，水是必需的，水对于禽胚的物质运输和保持胚体的电离平衡起着重要的作用。在禽胚的发育过程中，水的含量与胚体湿重的变化一致，从胚胎发育中期开始，水的含量明显减少。

（二）蛋白质　是禽胚干物质中所占比例最大的化学成分，胚胎发育早期，约占干物质的 63%，发育 1～6d 有一个小的高峰，随后下降至 50% 左右，保持到发育完成。蛋白质的代谢产物在胚胎发育不同阶段有所不同，发育前 8d，蛋白质代谢产物主要是氨和尿素，以后主要是尿酸盐。肌酸和肌酸酐的含量随胚胎发育而增加，但其浓度没有太大的变化。

（三）脂类　脂类是胚胎的重要结构成分，其含量随着胚胎发育而增加，其浓度平均每100g 干物质中约含 20mg，从浓度曲线来看，脂类与蛋白质的消长情况正好相反。

（四）磷脂　在磷脂中，卵磷脂占 65%，脑磷脂占 21%，余下为其他磷脂。磷脂的含量也随胚胎发育而增加，但浓度却不断下降，至发育第 17d 时，每 100g 干物质中磷脂量由 14mg 降到 3mg，然而卵磷脂与脑磷脂的比例维持不变。

（五）固醇　固醇的总量随着胚胎的发育而迅速增加，但不同种类的固醇的浓度有所不同，胆固醇的含量不断下降，在发育第 9～17d，其浓度下降明显，在胚胎发育早期的浓度约为发育后期的两倍，而麦角固醇（维生素 D_2 前体）浓度则轻微上升。此外，胚胎还存在辅酶 Q、3-甲酰-吲哚、维生素 E 等。

（六）碳水化合物　碳水化合物相对数量较少，在禽胚中占干物质量不超过 3%，其含量和浓度随胚胎的发育亦有一定程度的增加。碳水化合物中，葡萄糖占 80%，糖原占 20%。葡萄糖有结合型和非结合型两种，前者为后者的 3 倍。糖原的量和浓度增加较快，胚胎发育第 7d 时每 100g 干物质含糖原 28mg，发育完成时增加到 42mg。胚胎发育早期在碳水化合物中以葡萄糖为主，而后期以糖原为主，两者浓度曲线的交点（即平衡点）在发育第 14d。

（七）维生素　在胚胎发育过程中，各种必需维生素含量增加，但其浓度保持恒定。

（八）矿物质　矿物质的含量在胚胎发育过程中不断增加，而其浓度（除钙外）从发育第 17～21d 则大幅度下降。在同一时期钙浓度仍在上升，由于胚胎发育需多量的钙，故钙占矿物质总量一半左右。

四、禽胚内环境的理化现象

发育中的禽类胚胎生活在羊水中，与其周围的尿囊、卵黄、蛋白在理化性质上有着密切的联系。可以认为，禽胚每一组份均可看作一个完整的系统，运行着营养物质的供应和代谢产物的清除，因此，研究胚胎组份的理化性质对于了解胚胎内环境对其生长发育的调控作用有重要意义。

（一）禽胚各结构的理化性质

1. 导电性：羊水的导电性最高，其次为尿囊液、卵清蛋白，卵黄最低。

2. 表面张力和相对黏度不明显。

3. pH：胚胎的 pH 比周围的膜低，羊水的 pH 在发育 1～12d 保持 7 左右，12～19d 下降至 5.6 左右；卵黄 pH 随胚胎的发育由酸性变为碱性，卵清蛋白的 pH 在发育之初为 7.6，随后上升为 9.3，发育第 18d 以后逐渐下降。

4. 缓冲力：羊水直到卵清蛋白流入羊膜腔中才开始具有缓冲力。

5. 折光系数：卵黄的折光系数最高，发育 12～21d 为 1.47 左右，卵清蛋白的折光系数开始呈上升趋势，后期则呈下降趋势；胚胎外液的折光系数最低，卵囊液约为 1.33，羊水约为 1.33～1.36。

6. 比重：尿囊液和羊水的比重随着干物质的增加而增加。尿囊液的比重由第 4d 的 1.0034 上升为第 18d 的 1.0155，羊水比重由第 6d 的 1.0044，到第 16d 上升到 1.0508，随后又略下降。

7. 等电点：禽胚的等电点很低，约在 pH4.5；羊膜在发育至第 8～16d 期间，其等电点由 pH8.0 下降到 6.5，与此同时，卵清蛋白等电点为 8.0、卵黄的等电点为 6.4。

8. 冰点：禽胚的冰点为 −0.4℃，可随发育过程中水分的减少而下降。

（二）禽胚血液的理化性质 随着胚胎发育进展，全血的缓冲力迅速增大，黏度逐渐增大，折光系数略有增加，pH 基本稳定，冰点无变化。血浆和血清在胚胎发育整个过程中，冰点和折光系数均有增加，沉降系数明显下降，而表面张力和黏度未见明显变化。

表 4-2 鸡胚血浆化学成分（孵化第 15d）

成　分	mg	mg/100μl 血浆	成　分	mg	mg/100μl 血浆
总 蛋 白	22.56	1.35	甘油三酯	4.9	0.29
总　氮	3.23	0.19	葡 萄 糖	3.4	0.20
卵清蛋白	5.49	0.33	多　糖	0.3	0.018
前清蛋白	1.51	0.09	血清黏蛋白	0.06	0.004
游离氨基酸	0.517	0.031	钙	0.16	0.010
总　脂	20.7	1.24	氯	5.68	0.34
脂 蛋 白	4.69	0.28	钾	0.23	0.014
磷　脂	7.4	0.44	钠	4.79	0.29
固　醇	1.5	0.09	镁	81.0*	4.86*
固 醇 酯	5.8	0.35	磷	108.8*	6.53*

（据 Romanoff. A. L. 1967）

* 镁和磷的单位是 μg 和 μg/100μl 血浆

主要参考文献

Freeman BM .1984. Physiology and Biochemistry of the domestic fowl.

Rolnik VV .1970 .Bird embryology.

Romanoff AL .1967. Biochemistry of the avian embryo.

第五章
禽类胚胎畸形

畸形（malformation）指动物身体结构的永久性异常。致畸效应是发育生物体受损害的一种类型，主要发生在胚胎的器官形成期，是胚胎病的重要临床表现。

引起畸形称为致畸（teratogenesis）。致畸的原因包括遗传和环境两方面因素，一般而言，遗传因素起决定性作用者约占 20%～25%，环境因素起决定性作用者约占 10%～15%，遗传与环境共同起作用者约占 65%。实际上，单纯由遗传或环境单方面因素致畸较为少见，遗传性突变往往由环境因素诱发，遗传性状（畸形）的表达也受环境的影响；另一方面，当环境因素起主要作用时，胚胎对于致畸原的反应也受遗传因素所控制，母体和胚胎的基因型决定其对致畸原的敏感性，相同的致畸原对不同的胎体引发的反应是不同的。因此，畸形的发生主要是遗传和环境两方面因素相互作用的结果。

第一节　致畸的遗传因素

亲代患某种遗传病或近亲交配常可使下代发生畸形，这种缺陷乃由于遗传物质的改变而引起，在受精时已形成，称为遗传性畸形或自发性畸形（spontaneous malformations），是禽胚出壳前死亡的主要原因之一。

由内外因素引起遗传物质的变化称为突变（mutation），自发性突变指没有明确的致突变原因或没有人为干预的情况下出现的突变；诱发性突变则指由某种外因引起的突变。突变使基因型及其表现型发生改变，就物种而言，突变是生物进化的契机；但仅就个体而言，突变多数是有害的，有的甚至是致死的。

突变是发生畸形的遗传学基础，广义的突变包括基因突变和染色

体畸变，狭义地说仅指基因突变。

一、基因突变（gene mutation）

基因（gene）：基因是遗传信息的结构和功能单位，是DNA分子中有表达作用的片段，由特定的核苷酸按一定的碱基顺序排列而成，含有特定的遗传信息并可传递给后代。

基因排列在染色体的特定位置即位点（locus）上，染色体是成对的，故基因也是成对的，称为等位基因（allele），两个等位基因相同者称为纯合子（homozygote），所携带的遗传信息可在后代直接表达，称为显性遗传，两个等位基因不相同者称为杂合子（heterozygote），所携带基因不能在后代中直接表达，必须通过隔代或若干代交配中获得纯合子才能表达，称为隐性遗传。在群体中若混有隐性有害基因携带者，未能及早发现和处理，将对整个群体造成极大危害。

基因型（genotype）：指个体从亲代获得全部基因的组合，也可单指某一性状的基因型，即某一对等位基因蕴含的遗传信息。

表现型（phenotype）：指个体所有性状的组合，也可单指某一个得以表达的具体性状。子代从亲代获得的基因型是性状的遗传学基础。

基因突变：又称为点突变，指基因在结构上发生碱基对的组成或排列顺序的改变，产生新的基因，出现新的性状。突变基因按孟德尔定律，以一定的遗传方式传递给后代。基因突变对于发育生物体可能产生有利的，中性的（不可觉察的）或有害的效应，有害的基因突变有不同的效应终点，可引起胚胎死亡（致死性突变）、身体结构异常（畸形）、生长发育迟缓、或功能缺陷，这些异常主要诱发于胚胎期。

二、染色体畸变（chromosomal aberrations）

染色体是基因的载体，染色体畸变直接影响遗传物质，并能产生致畸形效应，Bloom（1969）检查了115只早期死亡的胚胎，发现染色体畸变率为5.2%，Zartman和Jaap（1968）报道，在出现畸形的禽胚中，13.3%有染色体畸变。染色体畸变分为数量异常和结构异常两类，在第七章有较详细叙述。

三、多基因遗传（polygenic inheritance）

一些遗传性状受多对基因控制，这些基因单独时对该性状的形成作用微小，称为微效基因（minor gene），但其累加作用可产生明显的表型效应，由多基因与环境因素共同起作用的遗传方式，称为多基因遗传，也称为多因子遗传，已知禽胚的不少畸形是受多基因控制的。

四、近亲繁殖（inbreeding）

亦称近交，指3～4代之内有共同祖先的个体之间的交配，交配双方的亲缘关系愈近，子代的畸形发生率愈高，所出现的畸形亦较严重。Byerly（1930、1934）的调查表明，亲代双方来自同一品种时，禽胚畸形发生率为5.94%，而亲代并非同一品种的禽胚，畸形

发生率为 2.76%～3.71%。近交所产生胚胎的死亡率在孵化第 2～3 周明显增加，达 33.5%，而对照组只有 15.5%。Goff 和 Tumlin（1950）报道，在一群 295 只母鸡的近交群中，在孵化第 18d 时，畸形发生率第一年为 6.0%，第二年为 15%，增加超过一倍。

五、自发性畸形的发生率

由遗传因素起主导作用的自发性畸形，一个突出的特点是出现复合的综合征，即主要的畸形同时附加若干小的畸形。综合有关报道，禽胚自发性畸形的总发生率为 5.0%～9.5%。单种畸形发生率常见者约为 0.1%～2.0%，常见的禽胚自发性畸形见表 5-1。

表 5-1 禽胚自发性畸形的发生率

畸形发生率（%）	畸形发生率（%）
单侧小眼 1.9	软骨营养不良（病态）1.1
前躯畸形 1.8	露脑 0.9
小眼 1.3	联胎 0.8
后躯畸形 1.2	颅裂 0.7
短拱喙 1.1	心脏倒位 0.7
单或双侧小眼 1.1	器官异位 0.5

（据 Romanoff，1972）

Marshall（1951）检查了近 400 个死胎（18～20 日龄），发现 121 个死胚（占 32%）有一种或多种心血管畸形（表 5-2）。

表 5-2 禽胚胎心血管畸形发生率

畸　形	发生率（%）
心脏	
外形和大小变异	4.3
右位心	2.0
血管转位	0.8
心耳缺陷	0.3
心尖变形	0.8
动脉缺陷	
肺动脉	1.8
主动脉	3.0
动脉导管	13.2
颈动脉	1.5
静脉缺陷	
尿囊和卵黄	0.5

第二节　致畸的环境因素

环境乃指动物赖以生存的各种自然因素的总和，包括动物本身以外的各种非生物和生物因素。对环境的适应性是动物生存和繁衍的基本条件。原生环境指自然界演化过程中所形成的环境要素，亦即所谓自然环境，次生环境指人类活动造成的局部环境变化。人为的

环境污染及各种环境要素的突然改变，破坏了生态平衡，也破坏了动物机体与环境的统一性和适应性，以各种方式威胁着动物的健康与生存，可造成生理上或遗传上不同层次的损害。

由环境因素引起的畸变称为诱发性畸变（inductive malformation）。能引起胚胎发育异常或出现畸形的各种环境因素称为致畸原（teratogen），包括物理性、化学性和生物性三类。致畸原的致畸作用（teratogenesis）取决于：（1）致畸物质的理化性质。致畸物质种类不同，所产生损害的性质和类型亦不同；（2）致畸物质的强度（剂量）和侵入途径。必须达到一定剂量（阈值）以上才能产生致畸作用；（3）母体和胚胎的基因型，决定其对于某种致畸原的敏感性；（4）胚胎发育不同阶段对某种致畸原的敏感性亦不同，例如鸡胚发育早期对温度变化较敏感，而发育后期对湿度变化较敏感。

20 世纪 80 年代以来，发育毒理学（developmental toxicology）逐渐形成一门新兴学科，研究环境因素对于生物体整个发育过程所引起的任何有害作用，这些有害作用有 4 种主要表现：（1）发育生物体死亡，即受精卵或胚胎死亡。（2）胚胎结构异常，即畸形。（3）生长发育迟滞。（4）功能异常：如免疫、生化、内分泌、生殖等功能异常，主要诱发于胚胎期。

致畸作用的机理目前尚待深入探讨，大体上与以下几点有关。（1）引起基因突变或染色体畸变。（2）干扰细胞分裂。（3）影响核酸的合成。（4）破坏正常的代谢过程。（5）破坏或改变能量来源。（6）细胞生物膜特性改变。（7）渗透压改变，水和电解质平衡失调。（8）抑制酶活性。上述一项或几项都可以引起细胞死亡，生物合成减少，改变分化程度，扰乱正常发育顺序，以致形态发生受阻、组织缺损，出现畸形或功能障碍，生长迟滞。

致畸原作用于种禽，累及生殖细胞，可导致胚胎发育缺陷。影响禽体的致畸原因素繁多，涉及种禽所处的外界环境、饲养条件、禽舍卫生、饲料及添加剂、化学污染、药物以及某些病原体侵染等。

对禽类胚胎而言，环境因素的致畸作用主要发生在受精蛋贮存和胚胎孵育的过程中（尤其是胚胎发育早期），致畸原主要有以下几种。

一、物理性致畸原

包括温度或湿度不适当、缺氧、放射线作用、机械损伤等。

（一）温度　受精蛋在孵化前的环境温度对于胚胎存活率和畸形发生率有重大影响，在 27℃以上贮存超过 2d 可能引发多种畸形。

孵化温度是禽胚致畸的主要原因，即使稍许偏离最适温度，尤其是温度偏高或起伏不定易导致畸形，孵化温度偏差愈大则畸形发生率愈高，而且大多于发育早期死亡，很少能活到出孵。Delphia 和 Eveleth（1961）报道，孵化温度为 38.5℃时，胚胎露脑畸形的发生率为零，而温度为 39.5℃、40.5℃和 41.5℃时，露脑畸形的发生率分别为 49.2%、62.7%和 50.5%。Romanoff 等（1939）检查了 2740 只暴露于 33.5～40.5℃的 4～21 日龄的存活鸡胚胎，发现 212 只有一种或多种肉眼可见的缺陷，其中肝褪色占 68.7%，肢和趾畸形占 13.2%，露脑畸形占 10.8%，腹部水肿占 4.7%，上喙缩短占 1.4%，其他畸形

占10.8%。Cruz等（1966）报道，孵化温度偏高（39.4℃）并未使鸡胚胎心血管畸形的发生率增加，而孵化温度偏低（35.8℃）时，心血管畸形的发生率可高达35%。

（二）湿度 湿度过高或过低均可引起胚胎主动脉弓畸形，当全孵化期相对湿度为70%时，6.1%鸡胚出现主动脉弓畸形。

（三）缺氧 禽胚在发育前期处于缺氧环境可引发多种畸形，其中以眼、喙和肢体的缺陷最多见。Noguchi（1969）报道，缺氧导致鸡胚的畸形及其发生率是：眼缺陷(33.7%)、短上喙（26.9%）、缺腿（11.7%）、缺翼（27.4%）、无臀（10.0%）、小头(6.4%)、无脑（8.7%）等。Grabowski和Paar（1958）指出，受精蛋在孵化头4d处于极低氧（空气中含氧少于1.2%）时，异常的胚胎明显增多，其中约20%为侏儒胚。畸形发生率与暴露于低氧时的胎龄有关，分别于胎龄1、2、3和4d处于低氧，畸形发生率分别为10.0%、43.5%、68.9%和60.9%。缺氧情况愈严重，畸形发生率亦愈高。

（四）二氧化碳 禽蛋孵化头2d处于高浓度二氧化碳（含量20%～30%）环境中，此时虽然加入高于正常含量的氧气，仍会影响胚胎的发育，畸形胚增多，主要有神经管畸形，心裂、露脑、露脏等畸形。

（五）X射线 X射线照射对禽胚的重要器官如心脏、血管、神经系统、性腺以及精子等均有影响，可导致各种畸形，例如Le Douarin（1960）以X射线投照孵化3d的鸡胚，在13d时检出心脏多种畸形，包括右侧心脏肥大，左心房扩张，动脉球和动脉干不完全分隔，持久性心室内孔，瓣膜缺陷，动脉弓畸形，混合血流等。

X射线的致畸作用与射线的剂量及受辐射时的胚龄有关。X射线剂量大，畸形发生率较高；投照时胚龄不同，受累部位及严重程度也有所不同，例如，投照于12～18h胚龄时鸡胚前部受累，25h胚龄时鸡胚中部受累，36h胚龄时鸡胚后部受累，出现无尾畸形，2d胚龄时累及整个腿原基，5d胚龄时累及跖跗骨原基，6d胚龄时累及趾节和爪原基。

表5-3 X射线（600R）对不同胚龄的鸡胚投照所引起的畸形类型

胚 龄（h）	畸 形 类 型
0	头部、脑、眼部畸形
22	细肢、小眼、脊裂
48、72、96	缺肢、细肢、并趾
120	下喙、足、趾和羽畸形
168	足、趾、羽畸形
240～320	没有畸形

（据Hadjinski，1962）

（六）放射性元素 放射性钙，在4或8d龄鸡胚注射^{45}Ca 100μCi，腿骨中部变细，腿和翼的长骨骨折，在9或10d龄注射^{45}Ca400μCi，肢骨的畸形极为严重，未死的胚胎在出壳时74%有腿骨畸形，24%有翼骨畸形。

放射性钴，^{60}Co可引起下颌骨和腿的畸形。

放射性钷，^{147}Pm可引起喙、肢和趾的畸形。

放射性硫，给孵化中鸡蛋注射^{35}S800或1600μCi，到16d龄，发生畸形，如侏儒胚、腿骨和翼骨缩短与身体不成比例。

放射性锶，对 8d 龄鸡胚注射^{90}Sr 引起骨的畸形，注射 100～200μCi 时骨畸形发生率为 17%，注射 400～800μCi 时可达 67%。

（七）机械性损伤　震动可引起禽胚畸形，在入孵前将禽蛋高频率摆动，可引起无臀畸形达 6.9%（Landauer 和 Baumann，1943），其他如无头、无眼、小眼、喙的畸形等也较对照组显著增加。蛋壳损伤会引起畸形，于孵化刚开始及 24h 在蛋壳和壳膜上钻一小孔，再继续孵化，可引起中枢神经系统畸形，神经板不能愈合（acleiencephaly），脐头畸形，小眼畸形等。

二、化学性致畸原

（一）化学元素

表 5-4　各种化学元素所致禽胚发育缺陷

元素	注射时胚龄（d）	注射途径	发　育　缺　陷
铊	4～10	YS、CAM	软骨发育不全，脊柱畸形
铬	8	CAM	轻度软骨发育不全
铅	3～15	YS、CAM	脑损伤
钴	4～12	YS	脑损伤
硼	0～8	YS、CAM	苍白、水肿、生羽障碍
砷	4	YS	发育迟缓、细肢、腹部水肿
铑	8	CAM	发育迟缓、生羽障碍、细肢、轻度水肿
钡	8	YS、CAM	肢畸形
硒	0～8	YS、CAM	发育迟缓、各种奇特的畸形

YS：卵黄囊；CAM：绒毛尿囊膜

（据：Ridgway 和 Karnofsky）

（二）无机化合物

硼酸：在孵化 0～5d 鸡胚注射硼酸 2.5mg，1d 后出现无臀畸形，4d 后出现喙和长骨畸形。

氯化锂：在孵化 0～2d 鸡胚注射氯化锂 0.05 或 2.0ml/蛋，2～3d 出现头部、躯干、尾部神经管不闭合，眼缺陷（独眼畸形），主动脉增大等畸形。

铊盐：给 7d 龄鸡胚卵黄囊注射 5%醋酸锂溶液 0.15ml/蛋，引起发育迟缓、细肢、上颌缩短。还可出现喙和尾的畸形。给 4d 龄鸡胚注射 2%硝酸铊溶液 0.05ml/蛋，引起发育迟缓，出现喙、肢和脊柱畸形。给 1～12d 龄鸡胚卵黄囊注射硫酸铊 0.2 到 2.0mg/蛋，出现鹦鹉喙、小头、躯干和肢体缩短、软骨发育不全等畸形。

铵盐：给 1d 龄鸡胚注射 0.1%氨溶液 0.2ml/蛋，引起神经管未能闭合，各种铵盐均可引起禽胚软骨发育不全，能活到出壳的禽胚，其脊柱和肢骨长度约为正常胚的 1/2。

（三）药物

1. 抗菌药

磺胺（SN）：于孵化 1～9d 鸡胚卵黄囊中注射 SN 0.5～2.0mg/蛋，胚胎生长受阻，出现细肢、无尾、鹦鹉喙等畸形。注射时胚龄愈小，细肢发生率愈高。其他如磺胺噻唑、磺胺嘧啶、磺胺异噁唑等作用于孵化早期亦引起各种畸形。

四环素：于8d胚龄经卵黄囊注入0.1～5mg/蛋，可致鸡胚生长阻滞、胚体小、骨缩短、钙化不良。

丝裂霉素C：于2～4d胚龄经卵黄囊注入2～28μg/蛋，可使鸡胚发育迟缓、喙畸形、腹壁缺失、肢畸形、双侧细肢、脑出血等。

放线菌素D：于1～4d胚龄经卵黄囊注入0.0625～0.25μg/蛋，可引起无尾、无躯干、肢体发育不良、前脑和尾部神经管未闭等畸形。

2. 抗肿瘤药（见表5-5）

表5-5 抗肿瘤药对鸡胚胎的致畸作用

抗肿瘤药	给药时胚龄（d）	注入剂量（/蛋）	注入途径	畸形率（%）	引发畸形
氨喋宁	1～2	0.3ml悬液	蛋白	34～67	发育迟缓、头和尾神经管未闭、小头、小眼、体躯和肢体畸形
丝氨酸	0～12	0.075～0.3mg	卵黄囊	0～92	生长阻滞、面缺损、喙畸形、细肢、跗跖骨弯曲、缺趾
6-氮尿甙	4、8	1～10mg	卵黄囊	13～68	脑前方膨出、小头、无眼、僵硬性截瘫
白消安	0～4	0.4μg	卵黄囊	29	发育迟缓、脑、眼、喙、尾、肢等部畸形
环磷酰胺	0～4	0.1mg	蛋白	34～47	发育迟缓、小眼、无眼脸、鹦鹉喙、内脏异位、心脏畸形、无肢、细肢、短肢
5-氟尿嘧啶	0～8	0.2mg	卵黄囊	4～100	细眼、无眼睑、缺下腭、腭裂、小头、躯干及尾畸形、细肢、趾变形
氨甲喋呤	4	0.005mg	卵黄囊		生长阻滞、小眼、短下喙、羊膜液增加、尿囊膜发育不良
乙胺嘧啶	0～4	0.1～1.0mg	卵黄囊	35～58	发育不良、脑、眼、下腭、肢及尾畸形
乌拉坦	0～6	30～40mg	卵黄囊胚盘	5～39	胚轴缩短、喙畸形（上喙缩短、交叉喙）
癌宁（TEM）	2～4	0.012mg	卵黄囊蛋白		发育不良、生长阻滞、神经管和内脏原基、听泡、晶状体泡等缺陷，上喙下弯、下喙缩小，腭裂、肢体弯曲、扭转

3. 激素

可的松：3～8d胚龄，经卵黄囊注入0.25～1.0mg/蛋，可引起鸡胚生长受阻，致畸作用分为三种类型：I型（胚龄3～5d）股骨、肱骨短而弯曲、缺面等；II型（胚龄6～7d）露脏畸形；III型（8～9d）短喙、上喙弯曲、头盖骨的骨化延迟。

地塞米松：经卵黄囊注入0.01～0.5mg/蛋，可使鸡胚生长受阻。

己烯雌酚：3d胚龄经蛋白注入2.0mg/蛋，可引起鸡胚胎心脏畸形，将种鸡蛋浸入每100ml含己烯雌酚40mg的己丙基己醇溶液中4s，可引起胚胎性腺畸形，睾丸中的卵睾体明显增多，4d胚龄达86%，5d胚龄达100%。

雌二醇：3d胚龄时经卵黄囊注入0.05～0.4mg（溶于0.05ml油中）/蛋，可引起胚胎全身水肿、异位、细肢、喙畸形。

胰岛素：胰岛素的致畸作用按严重程度依次分为短小肢、无尾、喙畸形和眼畸形。畸形发生率与注入剂量成正比（见表5-6）。亦与注入时胚龄有关，正处于分化阶段的器官最易致畸。例如在入孵前注入胰岛素，可引起尾、喙、腿、眼的畸形；1d胚龄时注入，无尾畸形的发生率最高达35%；4～5d龄时注入，短上喙发生率最高为20%；5d龄时注

入，大眼球发生率最高为8%；5～6d龄时注入，短肢发生率最高为40%。

表5-6　胰岛素剂量对胚胎肢畸形发生率的影响

注射剂量（μg/胚）	发生肢畸形的胚（%）	注射剂量（μg/胚）	发生肢畸形的胚（%）
0	2	63	46
25	26	125	85
38	32	150	90

甲状腺素：3d胚龄注入3μg/蛋可引起鸡胚胎发生扭体露脏畸形。不同型甲状腺素所引起畸形的发生率不同，L-甲状腺素引起畸形的发生率为28%，LD-甲状腺素为19%，D-甲状腺素为4%。

去氧皮质酮：于2～8d胚龄经卵黄囊注入0.05～0.4mg/蛋（溶于0.05ml芝麻油中），可使鸡胚生长受阻、骨化延误、出现喙畸形、弯颈、弯趾、小眼等。

孕酮：于2～3d胚龄注入10到1000μg/蛋（溶于0.03～0.05ml橄榄油中），可引起肢体、腹壁、中枢神经系统和感觉器官的畸形。

4. 其他药物

乙酰唑胺：于1～4d胚龄，经卵黄囊注入1～20mg/蛋，可引起上喙畸形、无尾、胫、跗骨弯曲、肌肉发育不良等。

氨磺丁脲：于0～5d胚龄，经卵黄囊注入4.8%溶液0.05～0.4ml/蛋，引起生长抑制，胚体小、细肢、交叉喙等。

异烟肼：于3～5d胚龄，经卵黄囊注入0.02ml/蛋，引起胚胎肢、喙畸形，内脏异位。

毛果云香碱：于1～5d胚龄，经卵黄囊注入3、6、12mg/蛋，引起胚胎腹部严重畸形，如并趾、第1趾缩短、细肢、长骨缩短、无臀、喙畸形等，发生率达85%。

亚甲蓝：于2d胚龄，经蛋白注入1.4～14μg/蛋，引起胚胎颅顶部分或全部缺失、脑变形、面部缺损、无眼睑、细肢、露脏等严重畸形，发生率为53%。

水杨酸毒扁豆碱：于2～6d胚龄经卵黄囊注入0.25～1.0mg/蛋可引起细肢、并趾、喙畸形、无眼、内脏异位等畸形，发生率可达80%～100%。

奎宁：3.0～5.0mg/蛋（10%水溶液）可使胚胎发育受阻，体重轻。

（四）毒液

蜂毒：于7～15d胚龄经蛋白注入0.2～0.4ml/蛋，引起胚胎发生各种严重畸形，神经系统发育紊乱，出现无脑、露脑、脊裂、神经损伤、无眼、小眼、胸及腹壁缺损、鹦鹉喙、脊柱骨化延迟、颈缩短、肢畸形、肌肉萎缩、心脏多个部位缺陷等。

眼镜蛇毒：于7～11d胚龄经蛋白注入2～20μg/蛋（溶于0.5ml泰洛溶液），引起露脑、无眼、小眼、脊裂、短肢、露脏、心和血管外露，心脏异位、心脏多处畸形、中隔缺损等各种严重畸形，发生率10%～22%，亦有报道心脏畸形发生率可高达85%。

（五）染料

台盼蓝：台盼蓝是重氮染料中致死和致畸作用最强的一种。1～2d 胚龄时畸形发生率较高，3～4d 胚龄以后其敏感性显著降低。于 1d 胚龄经胚盘下腔注入 1mg/蛋，引起无尾、喙缺损、无眼、细眼等畸形。另据报道，于 2d 胚龄经卵黄囊注入 0.1mg/蛋，引起无臀、肢芽血肿和水肿、脑或眼血肿、细头、细眼等畸形。

杰纳斯绿：于 0～3d 胚龄经卵黄囊注入 3.5～16.2μg/蛋，引起胚胎出现小眼、短肢、脑发育不良、心脏无定形、脑积水、脑出血、肢体错位、心脏异位等多达 20 余种畸形。另据报道于 2d 胚龄经羊膜注入 2～50μg/蛋，引起发育迟缓和并趾。

（六）杀虫剂

对硫磷：于 1～4d 胚龄经卵黄囊注入 0.05～2.0ml/蛋，主要引起骨骼畸形，软骨发育不全、体轴缩短、胚体矮小、短形颈、颈部脊柱前凸、脊裂、无尾、露脏等。另据报道，将鹌鹑蛋浸于 10% 溶液中 30s，引起骨生长阻滞，长骨和轴骨畸形、颈部脊柱前凸、许多是在矢状面上屈曲。

二嗪农：于 4d 胚龄经卵黄囊注入 1.0mg/蛋，所引起的畸形与对硫磷相似。

（七）其他有机化合物

丙酮：于 3～4d 胚龄注入 5～45mg/蛋，引起眼、喙、脊柱和肢体畸形，无尾、露脏等，畸形发生率与丙酮注入量及注射时胚龄有关（表 5-7）。

表 5-7　不同剂量丙酮所致鸡胚畸形的发生率（%）

丙酮注射剂量（mg/胚）	72h 胚龄时注射畸形发生率（%）	96h 胚龄时注射畸形发生率（%）
5	14	0
10	28	4
15	40	10
20	48	13
25	50	19

（据 Caujolle 等 1965）

无水酒精：于 0～1d 胚龄经气室注入 0.4～0.6ml/蛋，可引起全身畸形发生率 61%，主要是脑泡、心脏、尾部等处畸形。

6-氨基烟酸胺：于 4d 胚龄鸡胚卵黄囊注入不同剂量 6-氨基烟酸胺，畸形发生率见表 5-8。

表 5-8　6-氨基烟酸胺所致鸡胚畸形

畸形	畸形发生率（%）			
	2.5μg/胚	4μg/胚	5μg/胚	10μg/胚
细小肢	9.1	21.4	59.6	97.5
短上喙	0	0	0	0.2
喙弯曲或短下喙	0	0	20.5	79.9
器官缺失	6.3	1.0	0.6	0
发生畸形的鸡胚	15.5	22.4	59.6	97.5

氨基丙腈：主要引起发育迟缓和骨骼畸形，尤其是肢骨的各种异常、关节脱臼、上或下颌骨缩短、下喙扭弯或缩短。据报道（Levene 和 Gross1959）于 4d 胚龄注射 0.32mg/胚，引起胫骨和腓骨弯曲，于 14d 龄注射 20mg/胚，引起关节脱臼。

苯并咪唑：可引起头部、躯干、心脏等处畸形，于不同胚龄注射不同剂量苯并咪唑所引起畸形发生率见表 5-9。

表 5-9　苯并咪唑所致鸡胚畸形发生率

注射剂量（mg/蛋）	畸形发生率（%）		
	1～2d 龄注射	2～7d 龄注射	6～14d 龄注射
0.25	27	53	20
0.35	41	46	14
0.50	57	32	11

胞嘧啶：于 3～12d 胚龄经尿囊或卵黄囊注入 0.01 到 1．0mg/蛋。引起鸡胚发育受阻、面部缺损、眼畸形、腭裂、鹦鹉喙、上喙扭弯或缩短、下喙缩短、细小肢、趾缺失或缩短。其中喙畸形发生率为 33%～93%，肢缺陷发生率为 17%～100%。

2-去氧鸟苷：于 4d 龄经卵黄囊注入 0.25～1.0mg/蛋，引起鸡胚面部缺损、腭裂、短下喙、股骨歪曲、股骨和胫骨融合、肱骨和尺骨融合、跖骨和掌骨消失、脊柱畸形等。当剂量增加时，畸形率亦增加，但注射时胚龄增加则畸形率降低。

表 5-10　2-去氧鸟苷所致鸡胚骨骼畸形的发生率（%）

注射时胚龄（h）	骨骼畸形发生率（%）		
	50μg	100μg	200μg
48	30.7		
72	17.7	49.3	
96		22.4	65.7
120			66.3

（据 Pierro 和 Spiggle，1966）

乙二醇：在存活胚胎中，约 20% 出现肢体不对称，在各种乙二醇化合物中，只有三甲烯乙二醇引起禽胚大量的细肢畸形。

氮芥：最具特征性畸形是短肢，于 2～4d 胚龄注入 0.6～2.0μg/蛋（水溶液），在 12 和 20d 检出短肢发生率达 49%～62%，下肢的腓骨和翼的尺骨和挠骨缺失。

表 5-11　氮芥所致禽胚肢骨短、缺的发生率

下肢骨	缩短（%）	缺失（%）	翼骨	缩短（%）	缺失（%）
股骨	26	7	肱骨	47	0
胫骨	54	7	桡骨	50	19
腓骨	11	83	腕骨	41	9
跖骨	80	15	掌骨	55	16

（据 Salzgeber，1966）

烟碱：于2d胚龄注入2.5mg/蛋，可引起胚胎显著的生长受阻（胚体小于正常）和严重的骨骼畸形。颈部尤为多见，有时甚至完全消失。神经管异常或缺失，上喙缩短，心脏和肾亦可能出现异常。

秋水仙碱：于1d龄在头部注射0.01～0.025mg/蛋，引起各类型的露脑畸形，细小下颌，上眼睑缺失等。

硫代秋水仙碱：于3d胚龄注入0.15～0.35μg/蛋，引起胚胎生长阻滞、双侧短肢、露脏、露脑、喙畸形。

皂苷：于1d胚龄注射0.125ml/蛋，引起颅未闭和面部畸形。

尿素：于1～5d胚龄经蛋白注入0.05～0.9g/蛋，可使胚胎生长阻滞、低矮（下肢短）、脊柱前凸、头部和尾部异常。

三、生物性致畸原

多种病原微生物对禽胚有致畸作用，例如：

传染性支气管炎病毒：于10d胚龄经尿囊腔注入0.2ml接种物/蛋，引起鸡胚发育迟缓、矮小、肺只有正常一半大小、心亦小，但脾脏为正常的二倍，泄殖腔扩张、腹部不完全闭合，肢和跗关节畸形。

A型流感病毒：于2d龄注入10^{-4}～10^{-6}溶液0.03ml/蛋，引起体轴极端屈曲（发生率97%以上），头部畸形（发生率95%），中脑和端脑半球接近完全萎陷，眼畸形。另据报道，3/4d胚龄，于胚盘下注入$10^{-7}ID_{50}$溶夜0.05ml/蛋，引起胚胎生长阻滞、心脏缺陷、神经系统（小头）、感觉器官及胚体外形都发生严重变形。Collado（1965）指出，接种病毒时胚胎的发育时间可影响不同变异。接种时胚龄19～29h，引起头极变形，接种时胚龄29～50h，引起尾极变形，而接种时胚龄为45～72h，则表面上正常，Robertson等(1960）指出，接种时胚龄对畸形发生率亦有影响，胚龄43～44h、48～50及60h胚龄时接种A型流感病毒，脊髓裂的发生率为47%、33%和6%。

鸡新城疫病毒：于2d胚龄，胚盘接种0.01ml/蛋，引起生长迟滞、晶状体和听泡变小或缺失。另据报道，接种10^{-7}溶液0.05ml/蛋，引起神经管、晶状体、听泡、鳃弓、肢芽和嗅窝等缺损。

破伤风毒素：于24h胚龄经卵黄膜下注射0.05ml/蛋，在17h后对鸡胚进行系列切片检查，表明损害只集中在神经组织，包括器质性脑损害、神经管各水平的扁神经管畸形。

弓形体：于1～2d胚龄接种0.005～0.15ml/蛋，引起小头、中枢神经系统畸形、小眼、躯体变形、躯干下部萎缩、肢芽变形，脊柱前凸等多种畸形。

肉毒梭菌毒素：引起多处关节异常僵硬（先天性多发性关节弯曲），上喙稍缩短、骨骼肌系统萎缩和变性。

减蛋综合征病毒：Borzemska等（1986）报道，感染禽腺病毒A-127毒株的母鸡所产的蛋，孵化后有20%鸡胚出现小眼畸形，11%～59%鸡胚的卵黄囊、肝、肾和心脏有不同程度的畸形。

第三节　禽胚畸形的发生概况

一、禽胚畸形的发生特点

1. 畸形的诱发是一个多阶段过程，受遗传和环境两方面因素的影响。禽类胚胎的发育过程大部分是在脱离母体的独特的封闭环境中进行，易受各种外部因素的影响，尤其是种蛋贮存期间及孵化早期的胚胎最为敏感。

2. 致畸原对禽胚的致畸作用主要发生在胚胎发育早期阶段。畸形发生率与受作用时胚龄有关，在相同致畸原的作用下，胚龄较小者畸形发生率较高。

3. 畸形的类型及严重程度与致畸原种类、强度及作用时胚龄有关。

4. 严重的畸形胚胎大多数不能活到出孵，只凭雏鸡的畸形发生率不足以评估畸形的严重程度，要和孵化率及孵化早期胚胎死亡率等统计结果综合分析，才能较真实地反映畸形的发生情况。

二、对禽胚畸形评估的指标

对下列各项作出科学统计，根据不同目的，分析和评估禽胚畸形的严重程度。(1) 总畸形胚胎数和百分率。(2) 外观畸形胚胎数和百分率。(3) 内脏畸形胚胎数和百分率。(4) 单种畸形胚胎数及占全部畸形胚胎的百分率。(5) 死胎数（早期死亡数、晚期死亡数、总数）和百分率。

三、常见的禽胚外观畸形

禽胚畸形的发生与亲代的饲养管理水平及禽蛋的孵化条件有很大关系，故各地的禽胚畸形的本底值（自发性畸形发生率）、发生率和畸形类型都有很大差别。一般而言，明显超出本底值或出现严重的某种畸形，则可视为有诊断意义。

Yoshida-M 等（1981）在 5 年中作了一系列孵化试验，在检测的 752 批 78311 个受精蛋中，发现 1216 个畸形胚胎。总畸形发生率为 1.55%。这些畸形可划分为 28 个类型，其中最多见的是喙部畸形（578 例），占全部畸形胚胎的 47.5%，其次为发育不良、脐疝、脑部和眼部畸形，亦有较高的发生率。

综合已有的大量报道，禽类胚胎常见的外观畸形有以下各种（见图版 1 至图版 12）。

外形：侏儒、体轴缩短、胚体极度屈曲、联胎。

头部：小头、脑前突（脑疝）、露脑、无脑、颅裂、双头、无头。

面部：单或双侧面部缺损、短面、上（下）颌骨缺失、上（下）颌骨缩短或过长、无下颌、腭裂。

眼：小眼、单或双侧无眼（仅留痕迹）、独眼（位于喙的上方）、缺眼睑、眼球外突、眼盲、白内障。

喙：上或下喙缩短、鹦鹉喙（下喙短小、上喙向下弯曲）、交叉喙、卷曲喙（上喙向

上弯曲，下喙向下弯曲）

颈：缩短、弯曲

躯干：缩短（无臀、无尾）扭曲、脊柱前凸、脊裂。

肢翼：细小肢、缺肢（翼）、断肢、肢扭曲、关节僵硬，重复肢（多肢）。

趾：多趾、缺趾、并趾、趾卷曲、趾裂。

毛：稀毛，生毛延迟，杵状毛、弦样（无弹性）毛、无毛。

腹部：露脏、脐突出。

内脏：内脏异位、心血管畸形。

主要参考文献

Abdellatif MA .1993. Assiut Vet Med J. (56) 120～127

Arora KL and IL Kosin .1996. Poult Sci. (45) 958～970

Asmundson VS .1945. J Hered. (36) 173～176

Bloom SE .1969. Chromosma. (28) 357～369

Byerly TC et al .1934. Poult. Sci. (13) 230～238

Caujolle F et al. 1965. Bull Trav Soc Pharm Lyon. (9) 221～235

Collado JJ .1965. Anales Desar. (13) 196～206

Cruz MV et al .1966. Circulation Res. (18) 257～262

Delphia JM and DF Eveleth.1961. J. Avian Disease. (5) 177～182

Glick B and LL Ellis.1962. Poult Sci. (41) 425～426

Grabowski CT and JA Paar.1958. Am J Anat (103) 313～347

Hadjnski P.1962. Bull Inst. Morphol (Sofia) (6) 55～66

Landauer W and L Baumann.1943. J Exptl Zool. (93) 51～74

Levene CI and J Gross.1959. J Exptl Med. (110) 771～791

Le Douarin G.1960. J Embryol Exptl Morphol. (8) 130～138

Marshall W.1951. Proc. World Poult Congr.Paris. (9) 80～87

Noguchi Y.1969. Jap J Vet Sci. (31) 119～134

Offiong SA and SM Abed.1980. Br. Poult Sci. (21) 371～375

Pearson RA and KM Herron.1982. Br. Poult. Sci. (23) 71～77

Pierro L J and J Spiggle.1966. Nat. (209) 782～785

Rao J V et al.1992. Food and Chemical Toxicology. (30) 945～951

Ridgaway LP and DA Karnofsky.1952. Ann NY Acad Sci. (55) (Artz) 203～215

Romanoff AL.1972. Pathogenesis of The Avian Embyo Wiley-Interscience, a Division of John Wiley & Sons, Inc New York Salzgeber B.1966. Rew Franc Etudes clin Bioll. (11) 60～68

Stevens VJ et al.1984. Poult Sci. (63) 760～764

Yoshide M et al.1981. Jap. Poult Sci (18) 290～300

Yoshide M et al.1987. Jap. Poult Sci. (24) 230～236

Zartman DL and RG Jaap.1968. J Reprod Fertility. (17) 215～217

第六章
禽类胚胎病的诊断和防制

第一节　禽类胚胎病的诊断

一、现场的一般性调查

在禽类胚胎病的诊断中，现场调查很重要，通过调查往往能发现一些有启示性的事实，这些事实有时甚至对诊断起着决定性的作用。在现场调查中应注意以下各点。

（一）现场概况

1. 禽场的概况

禽场的类型、规模、地理位置、禽舍的分布及结构形式、饲养方式、供料和供水的方式、光照、保温、降温和通风的方式等。

2. 种禽的生产记录

品种及来源，育成期的成活率、淘汰率、平均体重，各项生产指标与标准的比较，曾患过何种疾病，作过何种处理，效果如何，达到5%产蛋率的周龄，达到高峰产蛋期的时间，产蛋率的变化情况，产蛋箱的规格、分布及清洁度，拾蛋次数等。

3. 种禽的营养状况

饲料来源、规格、配方、质量及营养成分等，是否有结块、霉变或含其他有毒物质或化学防治药物。

4. 防疫卫生

禽场一般卫生条件，接种疫苗的种类，时间安排，疫苗来源及品质，接种后抗体的滴度，曾使用的药物的种类，剂量和连续使用时间等。

5. 配种

公母的比例是否恰当，是否采用人工受精技术，操作人员的技术水平如何？配种的时间，精液的质量，使用何种稀释液等。

（二）种蛋的质量

种蛋质量的检查应注意如下几个方面：

1. 种蛋的收集、运输和消毒的情况，集蛋的方法及次数，包装方法及运输方法，运输距离，是否有激烈的震动，种蛋保存的时间、温度和湿度，种蛋是否消毒，采用何种消毒方法，消毒效果的评估等。

2. 种蛋的其他质量指标，符合该品种孵化用种蛋的百分比，应注意种蛋的重量、大小、比重、蛋形指数，蛋壳厚度及多孔性，蛋壳强度及结构指数，蛋壳的颜色和光泽，薄壳蛋、无壳蛋和畸形蛋的比例，蛋壳是否有裂纹、霉斑、腐败和变质等。

异型蛋：球形、长圆形、不对称的或有凹陷的蛋，有时蛋壳还有皱纹、粗糙不平、裂痕、附着石灰质赘生物等。见于输卵管狭窄、不完全扭转、炎症等，传染性支气管炎时，输卵管可能仅为正常大小的1/5，鸡新城疫时输卵管常被感染发炎。

软蛋、薄壳或无壳蛋：钙和维生素D缺乏，或矿物质代谢障碍，蛋过早产出等原因引起，腺病毒感染或患白冠病母鸡常产出无壳或软壳蛋，前殖吸虫寄生可使母禽不能分泌构成硬壳的物质。

花斑壳蛋：遗传因素或霉菌感染。

蛋壳褪色：传染病及某些球虫药等。

蛋壳异常粗糙：种禽年龄过大，或患新城疫、传染性支气管炎，种禽日粮中含钙过多或缺乏维生素B_2，使用某些药物过量等。

爆裂蛋：常因病原微生物感染，蛋内腐败产气所致。

3. 种蛋内部质量检查，应注意以下几点：

（1）气室：注意气室有无过大、过小、倾斜和松弛。气室松弛常提示种禽患病、蛋贮存时间过长或被粗暴处理等。

（2）卵黄：新鲜的种蛋在打开后平置，卵黄呈凸球状，而陈旧的种蛋的卵黄呈扁平状，故卵黄的高度是衡量种蛋质量的指标之一，常用卵黄指数来表示，卵黄指数乃指去除蛋壳后将卵黄与卵白平置时，卵黄的高度与横径的比值，一般大于40%。

正常的卵黄为黄色，如果颜色变为浅黄、粉红、暗黑、灰白或其他异常色彩则为病理状态。如出血时呈褐色或青色、有血斑。种禽缺乏维生素A或维生素B时呈灰白色。

正常的卵黄呈粘稠状，如果过于稀薄可能因放置过久或营养缺乏，亦见于病原微生物的作用。蛋黄呈奶酪状见于蛋贮存温度太低，或种禽日粮中棉籽含量过多。

正常的卵黄不应带有恶臭或其他异味，也不应含有血块、肉块和寄生虫等异物。

圆形的无卵黄的小蛋俗称水蛋，乃因异物进入输卵管或输卵管发炎所致，如患鸡白痢母鸡常产生这种蛋。蛋内胚盘过大或过小，或在一个卵黄内有多个胚盘，都是异常的病理现象。

（3）蛋白：正常蛋白的黏稠度大，其哈夫单位一般大于80，浓和稀蛋白的区分明显，浓蛋白多于稀蛋白。如果蛋白过于稀薄，见于种禽年龄过大，缺乏维生素B_2，病原微生

物感染，如新城疫、传染性支气管炎、腐败菌等，过量服用药物如磺胺类和某些驱虫药。

蛋白减少、色泽异常、有异味、腐败变质、有血块、蛋黄粒、滤泡组织片或寄生虫等异物均属于异常状态。

(4) 系带：正常的系带完整、结实呈螺旋状。如系带松弛或断裂都是异常现象。

(三) 孵化设备及孵化记录

1. 孵房及孵化设备：应了解孵房的大小、结构、通风和保温性能，是否恒温恒湿，卫生条件如何等。孵化机及出雏机的产地、型号、规格、灵敏度、性能的稳定性、自动化程度、热源形式、温度湿度控制和气体交换的方式，转蛋的角度及次数等。

2. 孵化机的性能：除阅读孵化机说明外，还应对孵化机的性能作全面的检测。例如温度的均匀性，温度和湿度调节的敏感度，机内的氧气和二氧化碳的浓度，转蛋的角度等。

3. 孵化的记录：注意孵化的批次，装蛋的日期、孵化天数、气温、室温和孵化机门温，室内外的湿度及孵化机内的湿度，装蛋数，受精蛋数和出雏数，第一只雏禽啄壳时间，第一只雏禽的出雏时间，出雏高峰的时间，完全出壳的时间，注意孵化过程中有否出现过热、过冷等异常状况。在检查记录时，还应注意记录的精确性如何，必须作出准确的判断。

二、活胚的检查

对孵化过程中的活胚进行检查，主要了解其生长发育情况及各阶段的异常情况。检查的项目很多，主要有以下几项。

(一) 照蛋　在禽蛋的孵化过程中，一般应进行 3～4 次的照蛋检查，一些禽蛋的照蛋时间可参考下表。

表 6-1　各种家禽照蛋时间

家禽种类	照蛋顺序			
	1	2	3	4
蛋用鸡	16～18h	7d	10.5d	19d
肉用鸡	20～24h	7d	11d	19d
火鸡和鸭	24h	7.5d	12.5d	25～26d
珠　鸡	20～24h	8.5d	13.5d	26d
鹅	24～36h	8d	13.5d	28～29d
鹌　鹑	20～24h	5d	10d	15～16d

在照蛋时可按胚胎发育的良好程度进行分级，由发育良好到发育不良依次分为 1～4 级。在正常发育情况下，每次验蛋时属于 1 级的蛋数应不少于 60%～80%。照蛋时应注意检查禽胚的大小、轮廓、卵黄血液循环的发育程度，发育良好者血管网呈鲜红色，颜色暗淡表示发育阻滞。

在第一次照蛋时属第一级的鸡胚，其特征是胚盘发育良好，在灯光下，胚盘在孵化第 1 日末就可见到，呈圆点形，有时一侧有光环，其位置在卵黄中央，靠近气室。发育迟缓或发育不良的胚盘，此时未能被照到或仍很小。

在第二次照蛋时，在卵黄上可见血管网，但见不到发育良好的胚胎，因为此时胚胎已经深埋于卵黄之中。在胚胎分布的位置上可见乳白色点——这是充满液体的羊膜腔。这种正常发育的胚胎属第 1 级。属第 2 级的胚胎，血管系统发育良好，胚胎较近蛋壳，验蛋时可清楚看到，而第 3 级的胚胎生长滞缓，完全靠近蛋壳。

第三次验蛋时，胚胎在蛋的中央，色深。蛋壳下为尿囊，尿囊在蛋的背面已合拢，血管在蛋白锐端已吻合，但血管仍较细小。这种胚胎属第 1 级。如果尿囊血管尚未接合，但已盖过背面的 1/2 以上，则属第 2 级，当尿囊血管盖住蛋的背侧不到一半时属第 3 级。

在最后一次验蛋时，发育良好的胚胎占整个胚蛋空间约 3/4，这一部分呈暗色。气室大，气室边缘不平，常因雏禽头部和颈部的突伸而波动。这样的胚胎被评为第 1 级。属第 2 级的胚蛋由于蛋白被利用而不透光，但气室边缘整齐而无波动。说明雏禽还未作好出壳的准备。第 3 类胚蛋的尖端仍透光，因为蛋白完全未被利用，但气室边缘由于颈部伸展而不平。属第 4 类的胚蛋，其尖端有大量蛋白未被利用，往往未能覆盖尿囊，气室边缘整齐。

（二）胚蛋的称重 在孵化过程中，胚蛋由于蒸发水分而有规律地逐日减轻重量（见表 6-2）。检查胚蛋失重情况，可以推测胚胎发育的快慢，孵化的温度和湿度是否合适等。孵化温度偏高或湿度偏低时，胚蛋减重比例高于正常。胚蛋在孵化中减重不合乎常规，反映了胚胎发育不正常，是胚胎病的征候之一。

胚蛋称重应每隔 6d 进行一次，检查数量不少于 100 个胚蛋，按规定时间称重求取平均值，并设对照。

胚蛋失重情况可根据气室大小作出相应估测，见表 6-3。

表 6-2 胚蛋孵化中的失重

家禽种类	每昼夜平均失重（%）				累计失重（%）			
	第 6d	第 12d	第 18d	第 25d	第 6d	第 12d	第 18d	第 24d
鸡	0.4～0.7	0.7～0.8	0.7～1.0	—	2.5～4.0	7.0～9.0	11.0～13.0	—
鸭	0.4～0.6	0.3～0.4	0.4～0.7	0.5～0.8	2.5～3.5	5.5～6.0	8.0～10.0	11.0～15.0
火鸡	0.4～0.6	0.4～0.6	0.3～0.5	0.6～0.8	2.5～3.5	5.0～6.0	7.0～9.0	10.5～13.5
鹅	0.3～0.5	0.4～0.5	0.5～0.6	0.4～0.5	2.0～3.0	4.5～6.0	8.0～9.0	10.5～12.0
珠鸡	0.4～0.5	0.4～0.6	0.4～0.5	0.7	2.0～3.0	5.3～6.1	8.2～8.6	12.4～12.7

表 6-3 孵化过程中鸡胚蛋失重与气室大小变化的关系

孵化日期	蛋重（g）	累计失重		蛋的比重	气室直径（mm）	气室直径扩大		气室高度（mm）	气室高度增大	
		（g）	（%）			（mm）	（%）		（mm）	（%）
0	59.6	—	—	1.076	18.8	—	—	2.1	—	—
第 7d	56.9	2.7	4.5	1.029	24.8	6.0	32	4.9	2.8	33.3
第 11d	56.0	3.6	6.0	1.008	28.6	9.8	52	6.3	4.2	100.0
第 18d	52.4	7.2	12.1	0.966	33.2	14.4	77	9.6	7.5	357.1

（三）活胚的剖检 为了更详细地研究胚胎的发育状况，常需要对活胚进行剖检，每个胚龄最少应剖检 5 个活胚。被剖检的胚龄越齐全，则所掌握的资料更有说服力，剖检时应注意胚胎大小、重量、发育阶段，是否有畸形或其他病变等。还要注意蛋壳、胚膜、卵

黄、蛋白、羊水、尿液的性状及容量，各组织器官的绝对重量和相对重量等资料。

三、死胚的检查

在对禽类胚胎病作诊断时，死胚的剖检是十分重要的检查项目之一，对死胚的检查应系统地进行，第一种方法，可在每次照蛋时检出的死胚蛋（包括无精蛋）中，随机抽出50～100只作检查。第二种方法，可随机抽检一个蛋盘中废蛋的2/3。第三种方法是当胚胎死亡率很高时，逐日照出死胚蛋并逐日对死胚作剖检，其中详细剖检的废蛋数应占全部废蛋的5%以上。

在检查死胚时，首先应观察死胚蛋的大小、形状、蛋壳光滑度和清洁度、是否有黑斑和裂纹等。然后再破开蛋壳检查胚蛋的内部。

在检查胚蛋的内部时，应注意观察：

1. 死胚的胚龄、胚重。

2. 胚胎姿势是否正常。

3. 气室的大小、胚膜是否透明，是否有霉斑或坏死点等。

4. 血管是否已溶解消失或仍然新鲜可见。

5. 胚胎及其他内容物是否有异味、色泽是否正常、羊水和尿液是清澈还是混浊。

6. 对日龄较大的死胚，尤其是后期的死胚，应检查胚胎位置是否正常。蛋白是否已利用完，卵黄是否已收入腹内，壳膜上的血管是否已萎缩，是否已啄壳及啄壳的位置，破壳部位是否充满粘胶样物等。

7. 胚胎各组织器官的生长速度是否符合正常的规律，是否有充血、出血、贫血、变性、坏死、水肿、肥大、萎缩、化脓、溃疡、尿酸盐沉积等异常。

8. 鉴定各种畸形并统计其发生率（参阅第五章）。

剖检死胎蛋从钝端开始。首先应该注意胚胎及其所含液体的状况，注意蛋白的存在及其分布。用镊子取出胚胎，把它与卵黄分离，按照外形初步确定其日龄，然后剖开。剖检从头部开始比较方便。切开与翻转颈部皮肤，观察颈部与后脑肌肉，通过脑盖骨可清楚地看到脑膜和大脑。记录血管充血、出血与水肿状况。躯体皮肤的切开最好从腹部开始，沿着中线，从卵黄基部向胸骨部进行。然后沿胸骨边缘切开，翻开胸骨和皮肤，观看内脏器官。首先是心脏，呼吸器官，然后是肝，胃和肠，取出上述脏器后再观察肾脏。

在剖检孵化后期的死胚时，首先应注意观察胚胎的状况，胚胎在蛋中以及在卵黄上的位置，卵黄伸入腹腔的程度。并详细观察内脏的变化。如卵黄囊已部分或全部伸入腹腔，为了防止卵黄囊的破裂，腹部的第1个切口部位应略高，在靠近胸骨处剪开。

在察看内脏器官时，首先应注意其形状、颜色、血管的充血，水肿和出血状况。如果胚胎已转变为肺呼吸，则两肺呈粉红色，其切块浸于水中不会下沉。肝脏的大小，颜色变化。剖检胃肠时，应注意内容物和粘膜的状况。在肾脏，有时于其他器官都可能看到尿酸盐沉积。

剖检血环胚胎时，较为方便的方法是先剖开蛋的钝端。胚胎通常紧靠蛋内膜，此时最好将粘连的部分蛋壳一起切割下来，如果死亡的胚胎在孵化器中搁置了数日，胚胎通常已

溶解，很难观察得到某种病理解剖的变化。一般只能判断其日龄以及像畸形之类的明显的异常。如剖检是在胚胎死亡后若干小时内进行，则可以见到其他的变化，如充血、出血、羊膜变形或明显增大，羊膜上有囊肿等。

如果照蛋中检出的废蛋是未受精蛋，则胚盘是一个直径1～2mm的小白点。当卵受过精，但胚胎在孵化前就已经死亡，则胚盘约3～4mm，其中央有一个白点，周围较明亮，其外围较暗。如果胚胎死亡发生在孵化的第1日且在血环发育之前，则卵黄稍稀薄。早期死亡的胚胎，制作标本较为困难，但其方法与活体胚胎标本制作相同。

在作胚蛋的病理剖检时，一定要作好记录，剖检的结果记录在专用的表格上，分开记录每个蛋的各种异常状况。可以用符号代替以简化记录。这种形式的记录有助于统计最常见的病理变化的发生率。

在整理剖检结果时，应计算出各种病理变化及相关症状的出现频率，从中找出有规律性，有诊断意义的病变。

表6-4 禽胚剖检时胚体及器官的病理变化

病　变	可见的变化	原　因
贫血	苍白	胚胎血流量不足，出血或其他原因引起的器官血液减少
充血	红色、暗红色	胚胎血流量多或血流慢
点状出血	凝血块或出血点	血流于体表、组织间隙、孵化温度过高、感染
水肿、积水	组织或体腔内含有大量液体或黏液	血液回流受阻，营养不良，神经系统功能紊乱、中毒、肾脏疾病
囊肿	体腔某部位积聚黏稠液体	胚胎发育缺陷
萎缩	器官体积变小	营养物质缺乏，物质代谢障碍，负荷功能减退、理化因素作用、神经系统和内分泌腺功能紊乱
变性	器官硬度、形状改变	蛋白质、脂肪、碳水化合物或盐类代谢障碍
浸润	切面上可见结晶物、结石、色素斑点、脂肪滴	代谢障碍
坏死	灰色、灰黄色和红灰色区	机械性、物理性、化学等因素作用
浸渍	血管内无血、胎儿呈污秽、玫瑰色、松弛、不成形	胚胎死后时间过长
红色羊水	羊水内含血液	毛细血管出血
畸形	联胎、胎位不正、器官发育不完全或各种缺陷	胚胎早期发育障碍

（据孙宗禹，1993）

四、胚胎异位的检查

胚胎的位置异常经常发生，是一种病理现象，是临近出壳时雏禽死亡的主要原因之一，在孵化后期的死胚中，50%因异位所致。

与异位有关的部分原因是：

头部位于两大腿之间，喙向蛋中央：孵化温度偏高等。

头部位于蛋的锐端，脚向气室：孵化温度偏低，种蛋锐端向上孵化等。

头部虽朝向蛋的钝端，但位于左翼下：孵化温度不当，种蛋放置位置不当等。

一脚或二脚盘置在头或喙上：遗传等因素。

头在左翼或右翼之上：营养缺乏等。

五、破壳和出壳的检查

幼雏出壳的时间很大程度上取决于禽种、品种、年龄、营养、蛋的大小，贮存时间以及孵化条件等。一般地说，在同一批蛋中，蛋越小时破壳和出壳也越早。各种禽类正常的破壳与出壳时间见表 6-5。

表 6-5　家禽正常破壳和出壳时间（小时，由蛋开始孵化起算）

	蛋鸡	肉鸡	火鸡	珠鸡和鸭	鹅
开始破壳	464	468	608	588	660
开始出壳	474	480	636	600	672
大量出壳	486	492	660	612	696
出壳终止	504	510	672	624	732

破壳位置应在蛋的中线和钝端之间。在蛋壳上出现小的裂缝，在喙的压力下裂缝逐渐加大。雏禽出壳后的蛋壳应干燥，无黏液无血迹。

如破壳位置在蛋的中线部分或在蛋的锐端则不正常，这时雏禽不能呼吸气室中的空气。如蛋壳上的裂缝细小，表明雏禽虚弱无力。如裂缝处溢出黏液，蛋壳潮湿，这是一种病态，黏液在干涸后会结成硬块，并把喙和头部的绒毛粘结在蛋壳上。在这种情况下，雏禽出壳后蛋壳通常是潮湿的，带有未被利用的蛋白和黏液，内面呈棕褐色或红色，有时还带有血块。当胚胎发育速度参差不齐或孵化制度受破坏时，孵化时间通常拖长，有时虽能按时或稍提前出壳，但完成出壳的时间往往延长一日至一日半。

当啄壳和出壳时间延长、啄孔小、啄壳时堵啄，胚体贴在壳上等情况，均提示胚胎发育不正常。雏鸡在啄壳后死亡，见于传染性或营养性胚胎病，霉菌毒素中毒，孵化时通风不良，CO_2 浓度过大，温度过高或湿度过低。

六、孵化率的统计

孵化率是禽类胚胎病诊断中必不可少的重要参考数据，能充分地反映蛋的质量和孵化质量的优劣，表明病的严重程度，孵化率结合胚胎死亡曲线进行分析，还可以提示诊断方向。

七、胚蛋生化指标的检查

为了确定胚胎死亡的具体原因，有时还必须作胚蛋的生化检查，检查的项目包括各种氨基酸、维生素、无机元素、某些酶类、激素、化学治疗药物和其他毒素的含量，根据需要，可以分别测定全蛋、蛋白、卵黄、蛋壳的有关成分，也可以测定某一日龄或各日龄的全胚、胚膜、羊水、尿囊液或某一组织器官的有关成分，然后与正常含量作比较，为诊断提供可靠的依据。各种成分的正常指标可参考本书有关章节。

八、胚蛋的微生物学检查

为了确定胚蛋是否受病原微生物的侵染，常需进行细菌、霉菌、病毒等检验，主要步

骤如下：

（一）病料的采集 病料包括蛋壳、壳膜、蛋白、卵黄、绒毛尿囊膜、羊水、尿液；胚胎的血液、肝、脾、肾、肺、胃肠内容物；孵化机内的绒毛以及孵化房内的尘埃等。可根据诊断的需要分别采取其中数种，尤其是采取有病变的器官和组织病料。病料力求新鲜，采料过程应严格按要求进行，注意无菌操作，尽量避免杂菌的污染。所取病料应妥善保存，尽快送交实验室进行检验。

（二）细菌检查 （1）病料直接涂片、染色、镜检。（2）分离培养、取纯培养物作生化试验及形态学检查。（3）动物试验。细菌检查有时可发现数种条件病原菌，如沙门氏菌、大肠杆菌、葡萄球菌等，可根据检出率结合病理变化和动物接种结果进行分析，确定主要病原菌。

（三）病毒检查 （1）分离培养。（2）电子显微镜检查。（3）免疫标记抗体检查。（4）PCR 及 DNA 探针检测。（5）动物试验。

（四）霉菌检查 （1）病料直接检查。（2）分离培养，取纯培养物作形态学检查鉴定。

九、染色体检查

禽类胚胎染色体畸变是孵化早期胚胎死亡的重要原因之一，故在胚胎病的诊断中有必要进行染色体检查。Miller（1971）指出，此前发表的大量研究资料表明，在所有被调查的群体中都发现染色体畸变，自发性畸变率约为 2%～12%，畸变类型主要有单倍体、多倍体、非整倍体和嵌合体等。鸡的品系及品种不同，其染色体自发畸变频率亦有差异。

禽类胚胎染色体检查技术在 20 世纪 70 年代以来已有不少报道，多采用孵化早期（16～72h）的全胚，可获得优良的标本片。胚龄稍大时亦可取其皮肤或内脏组织制片。

综合有关报道（Owen、1965；Bloom 和 Buss、1966；Lodge、1973），禽胚染色体标本的制备过程的要点是：受精蛋在孵化 16～18h，每蛋注射含 0.1mg 秋水仙素的水溶液 0.1ml，继续孵化 2～4h 后，将蛋内容物移置培养皿中，小心地用手术刀尖取出胚盘，移置含 1mlTC199 介质的小离心管中，用吸管吹打使成细胞悬液（胚龄较大的全胚可用玻棒研碎并浸渍 15 分钟），以 500r/min 离心 15min，移去上清液，加入含小牛血清 1 份和蒸馏水 3 份的低渗液，移去上清液，加入醋酸:甲醇（1:3）液混合后固定 20～30min，再次离心，移去上清液、（组织碎片等混杂物较多时亦可过滤除去大块碎屑）留下小量液体与沉淀物混匀，将混悬液滴在玻片上，自然干燥，用乙酸依衣红（acetoorcein）或姬姆萨染色 30min。加拿大香脂封片，在一般光学显微镜或相差显微镜下观察结果。

十、基因诊断

基因诊断是通过 DNA 分析，探查基因的类型及其异常或缺陷，从而对疾病作出诊断。这种近代分子生物学技术的飞速发展，将禽类胚胎病的诊断提高到一个新的水平。

（一）对遗传病的诊断： 基因突变导致基因结构的改变是遗传病的发生基础。基因诊断有两个彼此相关的任务：其一是对未知突变进行分析，确定某一种新的基因与遗传病的

关系；其二是对已知突变进行分析，亦即在临床上对已查明其致病基因的遗传病进行基因诊断。动物体基因组的类型从受精卵开始便已形成，故可在个体发育的任何阶段通过DNA分析检出有缺陷的基因。

遗传病基因诊断的方法很多，而且在技术上不断进展，可针对不同的疾病类型和不同的目的采用不同的方法。

DNA分析的一般原理是：提取目的基因、用限制性内切酶识别和裂解DNA分子的特异碱基序列，产生特定长度的DNA片段，通过电泳分离，与核酸探针进行分子杂交后，通过某种显示系统，便可分析判断被检基因是否正常。80年代中期研究成功的聚合酶链反应（PCR）技术大大地提高了DNA分析水平，与各种分析技术结合可用于各种用途的DNA分析。由于PCR技术可在短时间内使目的基因的特异DNA片段扩增达数十万倍，极大地提高了分析的灵敏度和选择性。

（二）对疫病的诊断：基因诊断对于家禽疫病的诊断，尤其是对病毒性疾病提供了一种敏感、准确、安全和快速的诊断途径。20世纪90年代以来，以核酸探针技术为主干、加以分子克隆技术、寡核苷酸的自动化合成，变性梯度凝胶电泳（DGGE）和聚合酶链反应等技术相继出现，已逐渐形成了对病原体进行基因诊断的技术体系，并开始广泛应用于病毒、细菌、寄生虫等各类疫病的诊断。

十一、一日龄幼雏的评定

如以生产为目的对一日龄雏禽进行分选时，一般可分成适合育雏与不适合育雏二类。但作为胚胎病的调查和研究时，则可将幼雏分为4个等级，此时，应特别注意弱雏和残雏(即病雏)，并对淘汰的幼雏有目的地进行剖检，剖检要确定禽体内有无残留卵黄，胆囊、腔上囊、胸腺的状态，肝脏维生素A含量等。

对出壳幼雏的评定，需要一定的标准，通常应注意如下几项指标：

1. 幼雏的精神与活力，叫声，以及对外界声响和其他刺激的反应状态。
2. 体重及其均匀度。
3. 腹部的大小。
4. 脐部是否完全收缩。
5. 绒毛的干湿度，长短和色泽。
6. 体表是否整洁。
7. 站立及走动的姿势，足与喙是否正常。
8. 是否有某种畸形或其他异常。

对于幼雏的评级，需要在固定的时间内进行，才能在相同的条件下进行比较。

蛋用种禽的幼雏的鉴定时间一般是出雏后的第12～18h，肉用幼雏的鉴定时间不应迟于24h。鉴定时间过早或过迟都容易出差错，因为幼雏在第一昼夜内的外表改变很大。刚孵出的幼雏无力，倦伏，羽湿、紧贴皮肤，腹悬垂。孵出3h后幼雏仍未能站立，多数卧躺或踡坐，颈部和翼下羽毛仍潮湿。6h后，多数幼雏能踡坐，部分对声音有反应，但腹仍较大，翼下及颈部羽毛仍潮湿。9h后，几乎所有幼雏已干身，有一半积极活动，对声

音反应活跃。12h后，羽毛平滑发光，腹收缩，多活动，对声音反应积极。18h后，幼雏不安静，开始吱叫，此时幼雏已感饥饿。到24h，幼雏的不安加强，开始觅食，绒毛变暗无光泽，腹收起。

雏禽按其外表可分为4类：

1. 符合标准的幼雏表现为多活动，对声音反应积极，腹部柔软收缩，脐环封闭无渗血痕迹，泄殖腔粉红色，洁净。绒毛光亮，色鲜明，足有力，头大，眼清沏明亮，喙短而粗，双翼紧贴两侧。触摸雏禽时有结实感，胸骨嵴有弹性，活重不低于该品种规定的标准重。

2. 属第2类的幼雏略有缺点，但仍可以育雏，它们站立稳健，声音反应良好，腹部稍大，脐部有已干结的血块，直径不大于2mm，绒毛稍蓬松，无光泽，色稍暗深。

3. 属第3类的弱雏少活动，蹲坐，对声音反应弱或根本不反应。腹部残留大量卵黄而下垂。腹部也可能很小，收缩，双眼无光，眼睑低垂。翼下垂，脊背长而窄，胸骨嵴短，触摸时有柔软感。躯体不结实，绒毛短，色暗淡，分布不均匀。

4. 属第4类的残雏有各种残疾，属淘汰之列。如各种头部畸形，躯干和肢畸形，未收缩的卵黄，出血的脐环，脐环肿大，肢弯曲，足或颈瘫痪，腹膨胀，泄殖腔污浊，羽发育不全。

第二节　禽类胚胎病的防制

一、防制原则

（一）“预防为主”是防制禽类胚胎病最根本的指导思想。

（二）建立健全的科学管理和卫生制度，严密的操作技术规程，并严格执行，是防制禽类胚胎病的基本保证。

（三）认真把好种蛋来源、消毒、禽胚在孵化时内外环境的调控等几关，是预防禽类胚胎病的关键。

（四）及时检出病胚、死胚，查明原因，妥善处置。

（五）发生胚胎病时应尽早作出诊断，不失时机采取防治措施。如果是传染性胚胎病，应注意切断传染来源，避免病原体扩散。

（六）必须采取全面的综合措施，提高种禽的遗传育种、饲养管理和卫生防疫水平，使胚胎有良好的遗传素质和发育基础，同时做好孵化前后的卫生管理。

二、一般防制措施

（一）严格选择种蛋　种蛋应来自管理和防疫制度完善的养禽场，种禽采食全价饲料，健康无病。历年所产蛋受精率和孵化率较高，蛋形、蛋重、蛋壳均属正常。

种蛋在收集、运输和贮存中避免受热、受潮、受震动，贮存时间不能过久。

（二）制定并落实严密的卫生管理制度　包括环境、房舍、孵化器材、用具、人员、

废弃物等卫生管理。

种蛋贮藏室、工作间、孵化室、出雏室等房舍应合理设置，通风良好，适于保温。天花板、墙壁、地面便于消毒。各房舍均应经常打扫，保持清洁，定期消毒。

孵化器和出雏器，蛋盘、蛋筐、雏鸡盒等各种用具在使用前后都应认真清洗和消毒。

禁止外来人员进入工作场区，工作人员进入时必须淋浴，更换清洁的工作服、鞋、帽，进入孵化室应戴上口罩，消毒手部。

孵化场的蛋壳、死胚、死雏、消耗性用品等废弃物运到远离孵化场的固定地点焚毁。或在国家卫生条例允许条件下深埋，绝不能随意抛弃。某些孵化废弃物，如蛋壳、毛蛋、白蛋、血蛋等，含有丰富蛋白质、脂肪和矿物质，经高温处理，干燥后制成粉状饲料。North 等（1990）报道：蛋鸡孵化废物加工粉，含蛋白质 32.3%、脂肪 18%、钙 17.2%、磷 0.6%。

定期测定孵化室内空气中细菌总数，并在孵化器内，孵化和出雏用具，以及操作人员手部采样，作细菌总数、沙门氏杆菌、大肠杆菌群、霉菌等指标的测定，及时掌握污染程度及污染来源，有针对性做好消毒工作。

三、消毒剂的选择与使用

防治禽类胚胎病，首要是在各个环节切实做好消毒工作，消毒剂的种类繁多，选好和用好消毒剂是取得预期消毒效果的关键所在。

（一）消毒剂的选择　消毒剂指能迅速杀灭环境中病原微生物的化学药剂。理想的消毒剂要在低浓度下，于短时间内对细菌、霉形体、衣原体、病毒和真菌等病原体有强大的杀灭能力，性质稳定，消毒力不易受温度、相对湿度、光线和有机物污染等因素的影响，无腐蚀性和刺激性，对人畜无任何毒副作用，价廉易得、使用方便。亦即高效、广谱、安全、价廉，这也是选择消毒剂时应考虑的基本条件。目前尚没有达到完全符合理想的消毒剂，但近年相继开发了不少新型消毒剂，有的在某些方面已达到较高水平，可根据需要加以选择。

在选择消毒剂时，应考虑以下几点：(1) 消毒剂的性质和对不同病原体的杀灭能力。(2) 消毒对象：如房舍、场地、用具、孵化器材、贮存和运输工具、种蛋、工作人员的消毒等，针对不同对象优选能发挥最佳综合消毒效能的消毒剂。(3) 病原体的种类及污染程度，例如对病毒可选用碱类、氧化类（过氧乙酸）、含碘（碘优）、表面活性剂（百毒杀）等。(4) 本场的生产规模、工作条件和经济条件等。

（二）消毒剂的使用　消毒剂使用不当亦难以取得应有的效果，事倍功半、浪费了人力和物力，是实际工作中容易出现的问题之一。消毒剂在使用时应注意：(1) 根据用途和消毒目的确定消毒剂的剂型（溶液、乳剂、粉剂等）、浓度、使用方法（冲洗、洗刷、浸泡、浸沾、喷洒、喷雾、气雾、熏蒸、烟熏等）和作用时间。(2) 注意掌握消毒时的温度、相对湿度、酸碱度等，一般消毒剂对此有一定的要求。(3) 消毒剂相互拮抗作用或协同作用。例如阳离子型表面活性剂与阴离子型表面活性剂联合使用时会发生拮抗作用。(4) 先清洁（清扫、洗刷）然后消毒、避免因有机物或其他脏物的存在削弱消毒作用。

常用消毒剂，其用途和用法，请参阅附录。

四、禽胚的给药方法

对胚胎病的治疗，需使药物进入蛋内，常用浸泡法或注射法。

（一）浸泡法 孵化前将种蛋浸在含有一定浓度药物的溶液中，可同时达到杀灭蛋壳上和蛋内的病原微生物的目的，为使药物进入蛋内，有以下两种方法：

1. 变温浸蛋法：将种蛋放入孵化器（或恒温箱）中，使蛋温升至37～38℃，保持3～6h，然后浸入4～15℃的药液中，保持15min。利用种蛋与药液之间温度差造成负压，使药液进入蛋内。

2. 真空浸蛋法：将种蛋浸在装有药液的密封容器中，10min后用抽气机将容器内的空气抽去，造成负压，保持5min，然后恢复常压，并保持10min，将蛋取出晾干后即可孵化。

3. 加压浸蛋法：近年有人研究将种蛋浸在含药液的密闭容器中，加大气压使药液进入蛋内。

（二）蛋内注射法 将药物直接注入气室或卵黄内，以后者效果更为确实，可在胚蛋一端打孔，注入药物后，用石腊将小孔封闭，继续孵化。

常用上述几种方法，注入泰乐菌素、螺旋霉素、壮观霉素、林肯霉素、庆大霉素等，防治各种传染性胚胎病。

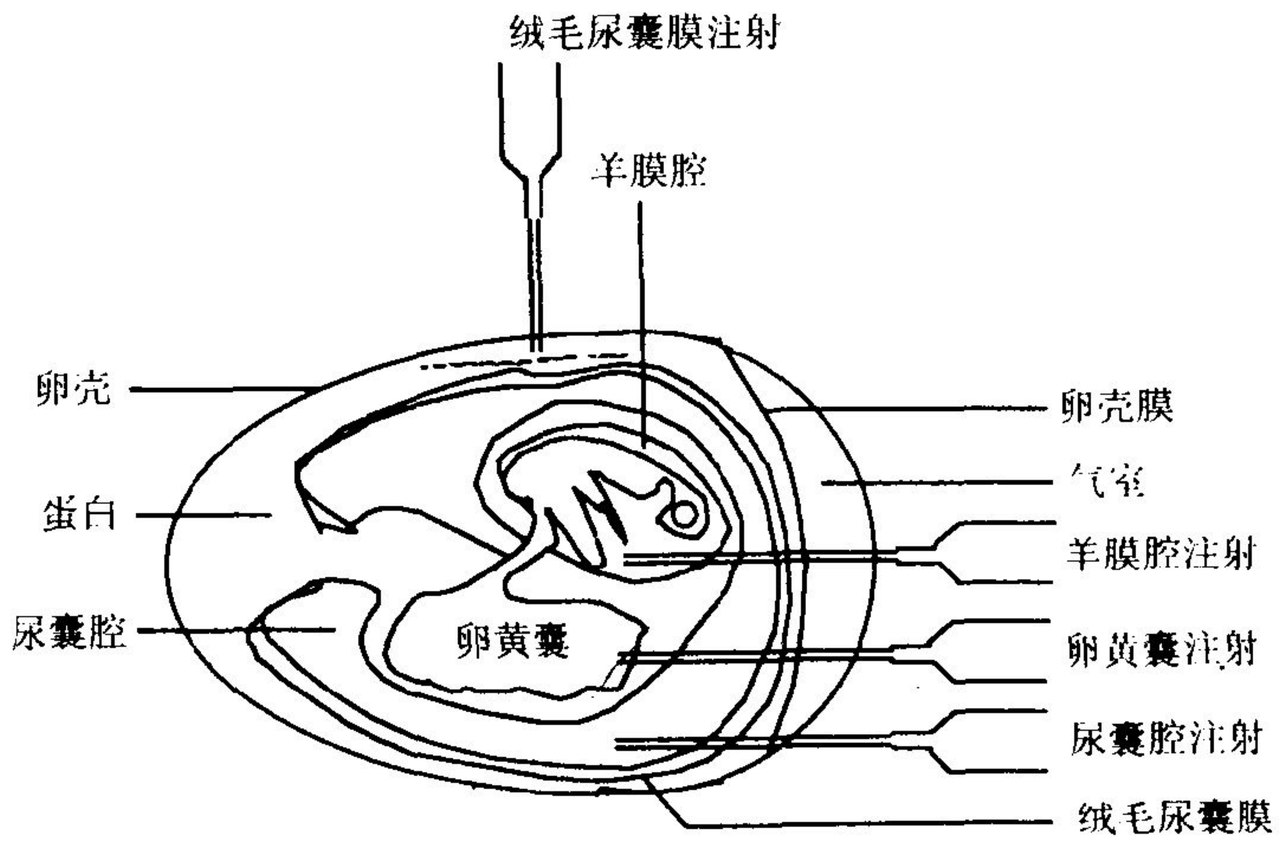


图6-1 蛋内药物注射途径示意图

五、胚传递性禽病的防制

在家禽的传染病中，有些疾病，如沙门氏杆菌病、大肠杆菌病、亚利桑那菌病、慢性呼吸道病（CRD）、传染性滑膜炎（MS）、火鸡霉形体病（MM）、病毒性关节炎（VA）、禽脑脊髓炎（AE），淋巴细胞性白血病（LL）、减蛋综合征（EDS）等。它们的病原体可以长期甚至终生存在于禽体内，并可通过胚蛋传递给后代雏禽，使疾病持续发生。这一类

传染病，称为胚蛋传递性疾病。

胚传递性禽病来源于种禽群。首先累及胚胎，造成大批死胎、病胎和弱胎，孵出后生长发育缓慢，甚至发病、死亡，这些病禽又可以通过水平传递和胚胎传递，使疾病不断扩散，给养禽业带来严重损失。因此，控制和扑灭胚传递性禽病很有必要，具体措施包括以下4个方面。

(一) 控制种禽群的传染源

1. 合理的饲养管理和避免或减少逆境因素：不良的环境因素，包括育雏期受凉、温度忽冷忽热、通风不良、贼风、过分拥挤、注射激素育肥、过分骚扰、清洁卫生不良、栏舍潮湿、接种疫苗等逆境因素均可激起种禽场潜伏传染源的活化而爆发传染病。尤其是在有呼吸道胚传递性疾病存在的鸡场，应特别注意尽量避免或减少逆境因素对鸡群的影响。实践表明，在鸡败血霉形体病、禽大肠杆菌病的阳性场，只要消除氨气、灰尘对疾病的影响，并加强饲养管理、避免逆境，是可以明显地减轻疾病的爆发和损失的。

避免和减少逆境因素的措施包括：

(1) 在疾病的不同时期适当调配饲料：急性传染病初期阶段，病禽体温升高，组织破损，病原微生物不断增殖。此时，家禽需要较高的热能，建议使用额外补充的玉米、糖浆及维生素，并喂服广谱抗生素和呋喃类药物。

急性传染病的第二阶段，随着疾病的进展和机体开始产生免疫力，体温逐渐下降，但组织修复仍未开始。此时可额外加糖浆和鱼粉的饲料，以提高家禽的食欲，亦可加入额外的维生素和抗生素。

在疾病的第三阶段，疾病的活跃期已过，免疫力已建立，应提供良好的辅助疗法的饲料，额外加入鱼粉和维生素，直到完全康复为止。

在疾病的各个阶段，维生素的需要量如下：

维生素A：在饲料中加入高于正常用量2～3倍的维生素A，即每吨饲料加入1200万IU。高水平的维生素A，可以降低大肠杆菌感染的死亡率。因为维生素A可以提高对大肠杆菌脂多糖的抗体反应并增强吞噬细胞的活性。

维生素B族：鸡的饲料中缺乏泛酸和核黄素，对鸡白痢杆菌的凝集抗体反应明显下降，鸡为了产生抗体，对这种维生素的需要量要比正常生长需要量更大。核黄素为正常用量的10倍，即每吨饲料加25～50g，其他维生素如烟酸、泛酸、维生素B_1的需要量为正常的2～3倍。

其他维生素，当鸡合成维生素C的能力有可能降低时，特别是因热应激所致，可适量加入一些维生素C，每吨饲料约加60～100g。

维生素E对被大肠杆菌感染的鸡有保护作用，在饲料中的维生素E增加到300mg/kg，可以提高大肠杆菌脂多糖的抗体反应和提高吞噬细胞的活性，并使鸡接种新城疫疫苗后的HI滴度提高。

(2) 减少家禽冷热应激的措施：可以采用喷水、吹风等方法降温，必要时，每千克饲料添加维生素C 44mg，阿斯匹林0.05%。在气温特别高时，饲料中添加杆菌肽锌等均能减缓热应激的反应。另外，4周龄的仔鸡，在饲料中添加100mg/kg的杆菌肽锌或其他杆

肽化合物更能抵抗低温的应激，并提高生长速度和饲料转化率。

（3）预防感染方面的应激：病原微生物和寄生虫的感染，要从环境卫生、保健措施、人畜车辆出入的管理和清洁、消毒、良好的接种程序、合理的药物使用程序加以控制，研制不同饲养方式，不同年龄，不同生产性能的防治药物，研制不同制型、不同使用方法的药物。

（4）减少管理方面的应激：包括密度过大，通风不良，垫草潮湿、细菌过多。氨气太重、转栏、接种疫苗等一系列的应激。肉用种鸡的限饲以及肉用公鸡的阉割不当都会造成严重的应激，应采取措施减少应激的产生。在捕捉、免疫接种或运输、转栏、剪喙前 1h，可按每千克饲料加入利血平 10mg 或氯丙嗪 500mg 及喂饲 1～2d 的抗菌药物。

2. 免疫接种：家禽的多种传染病可以通过免疫接种以控制疾病的发生和流行。例如胚传递性的禽脑脊髓炎已有较为成功的疫苗，在生长期的鸡进行免疫接种，可使母鸡在产蛋期不会出现自然感染。病毒性关节炎在国外也有较为有效的疫苗。减蛋综合症和禽大肠杆菌病也可用灭活苗，效果都较为理想。鸡败血霉形体病曾研制的菌苗有灭活菌苗、弱毒菌苗，还有接种有一定毒力的霉形体培养物的所谓“有控制的接触”免疫法。但到目前为止，尚未有一种为生产性鸡场所普遍接受的、较为理想的控制鸡败血霉形体病的免疫法。由此看来，用接种免疫法来控制鸡败血霉形体病方面，仍有待进一步的研究和探讨。

3. 药物治疗：对于各种胚传递性的细菌性疾病，虽然药物的敏感性不同，效果不一致，但是，根据大量的资料报道表明，禽沙门氏杆菌病、鸡慢性呼吸道病、传染性滑膜炎、火鸡霉形体病、大肠杆菌病等，在种禽产蛋期间连续服用有效抗菌药物，可在一定程度上减轻症状，而且可以明显地降低病原体的胚传递率。因此，为了从患病的种鸡群中获得健康的后代雏禽，于种蛋收集前开始给种禽连续服用敏感的抗菌药物是完全必要的，而且是有效的。胚传递性鸡慢性呼吸道病的败血霉形体对呋喃唑酮、金霉素、四环素、链霉素、卡那霉素、庆大霉素、红霉素、新霉素、强力霉素、林肯霉素、壮观霉素、泰乐霉素、利高霉素、北里霉素等均有不同程度的敏感性，但任何一种有效的药物都不能完全将病原体完全杀灭，而且容易形成耐药性，因此，在生产实践中，必须注意药物的交替使用或混合使用，而且要给予足够的剂量和疗程。

4. 血清学试验：通过血清学试验，检出隐性感染的病禽并淘汰，也是控制种禽的胚传递性疾病的一个重要环节。鸡白痢、禽伤寒和鸡慢性呼吸道病等，用药物治疗完全消灭隐性带菌排菌鸡是不可能的，通过血清学方法检出并淘汰带菌鸡，并结合综合性的卫生防疫措施，在种鸡群中消灭这些疾病是有可能的，也是较有效的方法。

（二）消灭胚蛋中的病原体 在蛋的形成和产出过程中，可能被卵巢或输卵管内病原微生物感染，产出后蛋内或蛋壳表面已有少量细菌，接触外界环境后，蛋壳染菌率很快增加，并逐渐通过气孔进入蛋内，已证实大肠杆菌、沙门氏杆菌等能够通过蛋壳感染胚胎。从处理种蛋入手，是减少或控制胚传递性疾病的垂直传播，从而建立健康种鸡群的有效和重要的环节。

病原体穿透蛋壳的程度，主要取决于蛋壳的脏污程度、湿润度、蛋壳的厚度、气孔的大小、有否裂纹、病原体的种类及蛋的贮存温度和湿度等。因此，要消灭蛋壳表面的病原

体，在收集蛋时按蛋的清洁度和品质进行分级，一般将种蛋分为五级。很脏的或掉于地面的脏污蛋，不能用于孵化，品质不良的气孔大的，有裂纹的破损蛋，贮存时间长的蛋也不能用于孵化。

用于孵化的种蛋，蛋壳较脏的应用细砂纸擦净或用去污液洗涤，其温度应高于蛋温16℃以上，但最高不能超过54℃，一般为43～48℃。洗涤水不应循环使用，而且要使用流通的水，确保洗涤水不受污物及破蛋而造成污染。待孵化的种蛋，在收集后应立即（两小时内）进行消毒。最常用的方法是甲醛熏蒸法消毒，Lee等（1994）报道，在蛋收集后，孵化前和入孵后三个阶段用甲醛熏蒸消毒，胚胎死亡率低（6.49%），小鸡感染率低（5.0%）及孵出率高（95.0%）。但亦有人指出，甲醛亦非十分理想的消毒剂，对病原体覆盖率不够全面，消毒时机和操作不当，有时会引起不良效果，且对人体健康有一定影响。故仍需要探索更好的消毒药物和消毒方法。

种蛋内病原体的消灭，也可以通过种蛋的热处理和药液浸蛋把药物注入蛋内。

热处理法：先将种蛋温度升至室温，使其均匀稳定后，再把蛋温在11～14h内逐渐升至46.1℃（蛋内温度），然后即将蛋温降至室温。这种处理方法虽能杀灭蛋内的霉形体，但孵化率会受影响，约下降5%～8%，出雏时间也稍延迟。

浸泡法和注射法已在本节上文中叙述。

浸蛋法和热处理法国外已有成功的先例，而且也用于大生产，但是，经过处理后，孵化率有不同程度的下降，出壳的雏鸡，因在胚胎期受到药物或较高温度的影响，活力降低，浸蛋法还有可能增加某些病毒性、细菌性疾病的扩散，这些问题也应预先考虑。

（三）杜绝孵化过程的污染　应做好孵化场的环境、场地、房舍、工作间、孵化器材、各种用具、运输工具等清洁卫生和消毒工作、出壳雏禽的严密观察和隔离消毒工作、场内各种废物尤其是可疑污染废物的处理工作，对于控制和扑灭胚传递性疾病，也是不可缺少的重要环节。

1. 孵化场的清洁卫生和消毒工作：家禽孵化场应远离家禽病原体有可能存在的场所，如家禽饲养场、屠宰加工场、禽病诊疗室、病禽解剖室等。孵化场的环境和建筑物、各类房舍的安排，都应考虑便于消毒和隔离。消毒不能代替清洁工作，只有清除污物、洗刷干净、然后消毒，才有卓效。

（1）环境消毒：场地和道路每天打扫干净，每天用消毒药液喷洒一次，如2%烧碱溶液、0.2%次氯酸钠溶液等。孵化场进出口应设消毒池，对进出车辆和人员严格消毒，池内放置的消毒药常用的有2%烧碱溶液、3%煤酚皂液、0.2%新洁尔灭液、3%雅好生液等。每天更换一次。

（2）房舍消毒：如孵化房、贮蛋室、洗涤室、出雏育雏室等。在清扫、洗刷并干燥后，可用0.1%新洁尔灭，0.3%～0.5%过氧乙酸等喷雾消毒、或福尔马林熏蒸消毒和过氧乙酸熏蒸消毒。

2. 孵化器材和用具消毒：用水清洗并晾干后，用消毒液浸泡或洗刷。可用的消毒液种类繁多，如3%～5%石炭酸液、3%～5%煤酚皂液、0.1%新洁尔灭，二氧化氯、二氯异氰尿酸钠等。

3. 包装箱及运输工具消毒：雏禽的包装箱和运输车辆事先必须严格清洗和消毒，否则禁止进入孵化场。进蛋与出雏的运输路线应分开，以免雏禽在孵化场出口处受到感染。运输工具可用烧碱、石炭酸、复合酚消毒剂、雅好生、农福等消毒。

4. 雏禽的熏蒸消毒：雏禽出壳后，蛋壳碎屑、绒毛等所沾附的病原体会随着雏鸡的活动及空气流动而迅速传播。出壳的雏禽用低浓度福尔马林熏蒸（6～8ml/m^3），维持20min，可以杀灭孵化过程中沾染的病原体，防止疾病扩散。

5. 孵化场废物处理：当怀疑发生胚传递性疾病时，孵化场各种废弃物都可能含有病原体，对这些废物的妥善处理是切断病原传播途径的重要环节。各种废弃物，尤其是变质胚蛋、死胚、病胚、剖检后所有遗留物，均应在高浓度消毒液浸泡后，放入塑料袋或其他类似容器中运到场外特定地点焚烧或深埋。焚烧是最彻底的方法。

六、建立无胚传递性疾病的禽群

从已有胚传递性疾病的种禽场中获得健康后代，并保护健康禽群不再受传染性疾病的垂直和水平传播，这个任务是艰巨的，但也是可能实现的。总体来说，要抓住种禽和孵化两个环节，采取综合性防制措施。有效的做法是在加强饲养和卫生管理以及做好隔离消毒的基础上，对阳性禽群进行药物预防和治疗，投服或肌注对该病有效的抗菌药物，并定期进行血清学检查、淘汰阳性禽只，阴性禽只再分成小群隔离饲养，并继续用药物预防，产蛋后，种蛋用热处理，药液浸泡或注入药物等方法处理方可入孵。孵出的雏禽分成小群隔离饲养，继续以药物预防，定期作血清学检查，阳性淘汰、阴性禽群保留，这样经过二至三代严格处理后，对胚传递性的慢性呼吸道病、沙门氏杆菌病等都可以建立无该病的种鸡群。

主要参考文献

广东农林学院畜牧兽医系主编 .1977. 家禽疾病防治学（内部讲义）

王红宁 . 朱庆主编 .1997. 养禽与禽病防治进展 . 中国农业科技出版社

孙宗禹 .1993. 黑龙江畜牧兽医 .（5）24～26

冯淑贞 .1991. 家禽辑要 .（1）12～13

张权 . 张彬 .1994. 中国兽医杂志 20（4），50

辛朝安 . 丘振芳 .1989. 养禽与禽病防治 .（6）35～36

周勤宣主编 .1993. 中外养禽新技术全集 . 江苏家禽研究所

赵秀芳 .1998. 上海畜牧兽医通讯（4）31

常慧云 .1993. 农村实用科技（6）11～12

程水英等 .1998. 辽宁畜牧兽医 2、3、4 期

Abdu—Aziz TA. 田晓光译 .1998. 国外畜牧学——猪与禽（3）42～44

Romanoff AL .1972.pathogenesis of avian embryos

第七章
遗传性胚胎病

第一节　染色体畸变

一、概述

染色体是携带遗传信息基因的载体，染色体是否正常关乎禽类胚胎能否正常发育。早在本世纪初期，已有人对鸡的染色体进行研究（loyez，1906），但由于禽类染色体核型中多数是微小染色体（microchromosome），观察和分析有较大难度，虽然在60年代以来不少学者对禽类染色体作了大量研究，而直到1978年才确定家鸡的染色体数目为2n＝78（pollock and Fechhelmer，1978），对染色体畸变的分析也只限于1～10号常染色体和性染色体。其他家禽的染色体数目虽已初步查明，但尚未得到完全一致的认同。我国在20世纪80年代初期开始对家鸡和原鸡等进行染色体组型和分带技术的研究（图版15，图版16）。

表7-1　家禽染色体数目

禽　　种	染色体总数（2n）	性染色体	
		公	母
家　　鸡	78	zz	zw
火　　鸡	82±*	zz	zw
家　　鸭	80±**	zz	zw
番　　鸭	78±	zz	zw
鹅（中国狮头鹅）	80±	zz	zw
鹌　　鹑	80±***	zz	zw
珠　　鸡	78±****	zz	zw

*亦有报道80±；**亦有报道78±；***亦有报道78±；****亦有报道80或74。

表 7-2　家鸡染色体的结构与生化特征

数目：2n＝78
性染色体：zz（♂），zw（♀）
性染色质：雌性为 w-体（构成异染色质）
细胞 DNA 含量：2.5pg（哺乳动物的 45%）
结构和 DNA 分配：大染色体对 1～5（DNA：55%） 中间体对 6～10（DNA：15%） 微小染色体对 11～39（DNA：30%）
重复 DNA 顺序：基因组的 17%分配在： (1) 多数 W 性染色体 (2) 约 15%微小染色体
C-带异染色质：分配在： (1) 多数 W 染色体 (2) 约 15%微小染色体的着丝粒 (3) Z 染色体的末端
基因组：2.5×10^9 基本对/二倍体细胞
核仁：每一染色体单倍体套一个。

据 Bloom SE（1981）

二、畸变类型

染色体畸变（chromosomal aberrtions）指染色体发生数量和结构上的改变，分为自发性畸变和诱发性畸变两类，后者乃由于物理学、化学、生物学（如病毒学）等各种因素所引起的。

1. 染色体数量的改变：家禽属于二倍体生物，即正常时含有二个染色体套。染色体数量的改变有以下几种：

(1) 整倍体（euploid)：染色体呈整倍性增减，单倍体（haploid）是在二倍体基础上减少一半，即只有单套染色体（如家鸡 1n＝39)；多倍体（polyploid）是染色体数目增加 1 套或数套，如三倍体（triploid）有 3 个染色体套（家鸡 3n＝117)；四倍体（tetraploid）有 4 个染色体套（家鸡 4n＝156)，如此类推。

(2) 非整倍体（aneuploid)：染色体单条或多条的增减，单体性（monosomy）即某对染色体减少了一条（2n－1)；三体性（trisomy）即某对染色体增加了一条（2n＋1)。

(3) 嵌合体：含有两种或两种以上不同核型细胞系的个体。若不同细胞系来源于同一受精卵称为同源嵌合体或嵌合体（mosaic)，来源于不同受精卵称为异源嵌合体或称镶嵌体（chimera)。

2. 染色体结构的改变：包括裂隙（gop)、缺失（deletion)、倒位（inversion)、重复（duplication)、易位（translocation）等。

综合有关资料，(Miller 等 1971、1976；Bloom 1972、1974；Snyder 等 1975；Korfand and Bloom 1974；Reddy and Siegel，1977)，鸡早期胚胎的自发性染色体畸变频率为 0.83%～14.5%。染色体畸变的类型有单倍体、三倍体、四倍体、嵌合体、单体、三体、易位、缺失等。1 日龄鸡胚所发生各种染色体畸变中，以单倍体或多倍体的嵌合体所占比率最高，约占 39%～57%，其次为二倍体与多倍体的嵌合体，占 13%～45%，以下依次

为三倍体占1%～2%，非整倍体（单体、三体等）占3%～17%；易位、缺失占2%～3%，四倍体占1%～2%。4日龄鸡胚则以单倍体与多倍体嵌合体所占比率最多，接近49%，其次为三倍体占39%，以下依次为非整倍体占7%，易位、缺失占2.4%，四倍体占2%，二倍体与多倍体嵌合体占1.2%。Fechheimer（1981）报道，在一系列10个试验中共检查了超过9000个胚胎，染色体畸变的总频率为5.2%，最常见的类型的单倍体及其嵌合体（2.39%），其次为多倍体（1.09%），其中最常见为3倍体，少数4倍体，二例为五倍体，其余是少量的2n/4n和2n/3n混合体，亚二倍体，超二倍体和非整倍体嵌合体(见表7-3)。鸡的染色体单体主要见于性染色体，从现有资料看，几乎全是ZO型。Sena等（1991）检查了2037个经自由交配并孵育了16h的鹌鹑胚胎，单倍体和单倍体嵌合体占2.6%，二倍体/四倍体嵌合体占3.2%，三倍体及其嵌合体占2.4%，染色体结构异常占0.7%，处于非典型有丝分裂中期占1.0%。Thome等（1991）检查了10种白色来航鸡产蛋品系和13种肉鸡品系的10730个蛋胚，发现898个蛋胚发育不全（孵化3天），其中112个胚胎的染色体畸变，包括27个单倍体，占发育不全胚胎的3%，38个单倍体/整倍体嵌合体，占4.2%；16个二倍体/多倍体嵌合体，占1.8%；24个三倍体，占2.6%；4个非整倍体占0.45%，2个四倍体占0.225%，1个染色体异位（占0.113%）。肉鸡和蛋鸡染色体畸变的总致死率分别为0.7%～3.7%以及0.7%～3.4%。

对禽类胚胎来说，染色体畸变的严重后果是导致胚胎在发育早期死亡。Bloom(1970）指出，被归类为‘早期死亡’的胚胎中，7.6%有染色体异常。Lodge（1971）指出，染色体畸变导致的死亡约占中期胚胎死亡的25%。村松晋（译本，1988）指出，早期死亡的异常鸡胚中，染色体畸变频率为4.5%～25%，平均为13.9%，而表现型正常的鸡胚，染色体畸变频率为1.0%，平均为0.5%，前者较后者高近30倍，足以说明染色体畸变是早期胚胎死亡的主要原因之一。

禽类胚胎自发性性染色体畸变的原因较复杂，一般认为，染色体不分离，染色体丢失，染色体核内复制，染色体断裂和变位重接等是产生染色体数目和结构异常的基础。当发生在受精卵早期卵裂阶段，则可能形成各种类型的嵌合体。禽胚早期死亡的染色体畸变最常见的是单倍体及其嵌合体，其次是三倍体。单倍体只来自亲本的一方，很可能由父本的性细胞带来。Fechheimer认为可能与孤雄生殖（androgenesis）有关。三倍体则可能由母本的性细胞而来（Bitgood and Shoffne，1990），由于卵形成过程中极体未能释放而导致极体受精所引起。多倍体嵌合体，如较常见的2n/4n嵌合体乃由于染色体加倍而成，可能是母性细胞卵裂时胞质不分裂所致。

染色体畸变直接影响所载有的遗传物质（DNA），干扰和改变了物质代谢的正常过程，使发育受阻，产生各种畸形和其他损害，对禽胚而言，大多数在发育早期死亡，病胚发育不良，远较同一胚龄的正常胚胎为小，例如4d龄的异常胚胎（染色体三体）只相当于3d龄正常胚胎的大小，胚外血管网发育不良（Bloom，1970）。只有很少数畸变胚胎能继续发育，多带有各种病征，例如4例三倍体鸡胚（核型为3A+ZZZ）分别在10d、14d胚龄及出孵后12h雏鸡中观察，发现双侧或单侧无眼球、上喙短小、赫尼亚等病征。另据报道，鸡的间性，其染色体为三倍体。

表 7-3　10 个试验中胚胎异倍体的数目及各种畸变类型的比率

资料来源	检查胚胎数目	异倍体类型							
		1n 和 1n 嵌合体	多倍体	2n/4n	2n/3n	2n + 1	2n − 1	非整倍体镶嵌体	结构畸变
Fechheimer 等（1968）	242	1	1						
Boerger（1971）	177		1			1		2	1
Logdge 等（1974）	533	2	2	1			1	1	1
O'Laughlin（1974）	1388	3	9	1			3	1	
Mong 等（1974）	578	16	22	4		1	1		
Snyder 等（1975）	2107	48	9	4	3	10	4	4	2
Dinkel（1975）	1467	14	6	11	2	13	8	7	
Miller 等（1976）	1074	60	26	27	2	3	7	3	
Fechheimer 和 Jaap（1978）	692	36	11	2	2				
Fechheimer 和 Jaap（1981）	958	41	13	8	4	2		12	
总　　计	9216	221	100	58	13	30	25	30	4
畸变比率（%）	5.22	2.39	1.09	0.63	0.14	0.33	0.27	0.33	0.04

三、影响因素

鸡胚胎的染色体畸变并无性别差异（lodge1974），与孵化率有关，当孵化率低，胚胎死亡率高时，染色体畸变率亦低，反之则高。

染色体畸变频率与鸡的品种、品系有关，Fechheimer（1981）报道，来航鸡胚胎的畸变发生率为 0.006（14.1/2340）%，而肉用仔鸡胚胎的畸变发生率为 0.05（102/1766）%。后者超过前者 7 倍以上，各畸变类型中，以单倍性、多倍性和 2n/4n 混合性在两个品种之间差异最大。品系的遗传性选育可改变染色体畸变发生频率。如费吉尼亚 LWS 品系为 6.2%，而 HWS 品系为 14.5%。表 7-4 列举了不同品种、品系和品株胚胎之间染色体畸变频率的差异（Bloom 1981）。

表 7-4　鸡胚胎自发性染色体畸变

品种、品系、品株	染色体畸变频率（%）*	品种、品系、品株	染色体畸变频率（%）*
AG-1 速长型	0.83	商用蛋鸡	3.3
肥大系	0.9	康奈尔 C-抗病系	3.5
康奈尔 K-抗病系	1.0	商用近交系	5.4
核黄素缺乏（rd）系	1.4	康奈尔低产系	5.7
白来航	1.4	费吉尼亚 LWS	6.2
无羽（n）系	1.9	康奈尔 S-易感系	7.1
Diabetes insipidus 系	2.6	肉用仔鸡	11.9
原鸡	2.8	费吉尼亚 HWS 系	14.5

*　占受精蛋的百分率

染色体畸变频率与鸡的亲缘关系有关，Miller 等（1976）报道，在一组 7 个全同胞中，有 2 个非整倍体。Snyder 等（1975）在一组试验所发现 6 个非整倍体中，3 个是由同

一父本而来；Dinkel（1975）报道，在62只母禽所生21个异倍体胚胎中，11个由3只母禽所生。

染色体畸变频率与精子衰老有关，Lodge等（1974）报道，由新鲜精子（1～3d）获得的218个鸡胚中，其中1个出现染色体畸变，发生率为0.458%，而由衰老精子（9～14d）获得的315个鸡胚中，有7个出现染色体畸变，发生率为2.2%，后者超过前者5倍。前者只是1个染色体部分缺失，而后者则包括单倍体，单倍体与4倍体嵌合体，单倍体与二倍体嵌合体、三倍体等多种畸变类型。Ermotov（1990）用新近冷冻的精液和贮藏4个月的精液给母鸡授精，所产胚胎染色体畸变率分别为6.9%和9.04%。上述试验结果表明，精子在体外的时间愈久（至受精时），所获胚胎的染色体畸变频率亦愈高。精子老化也是早期胚胎死亡的因素之一。

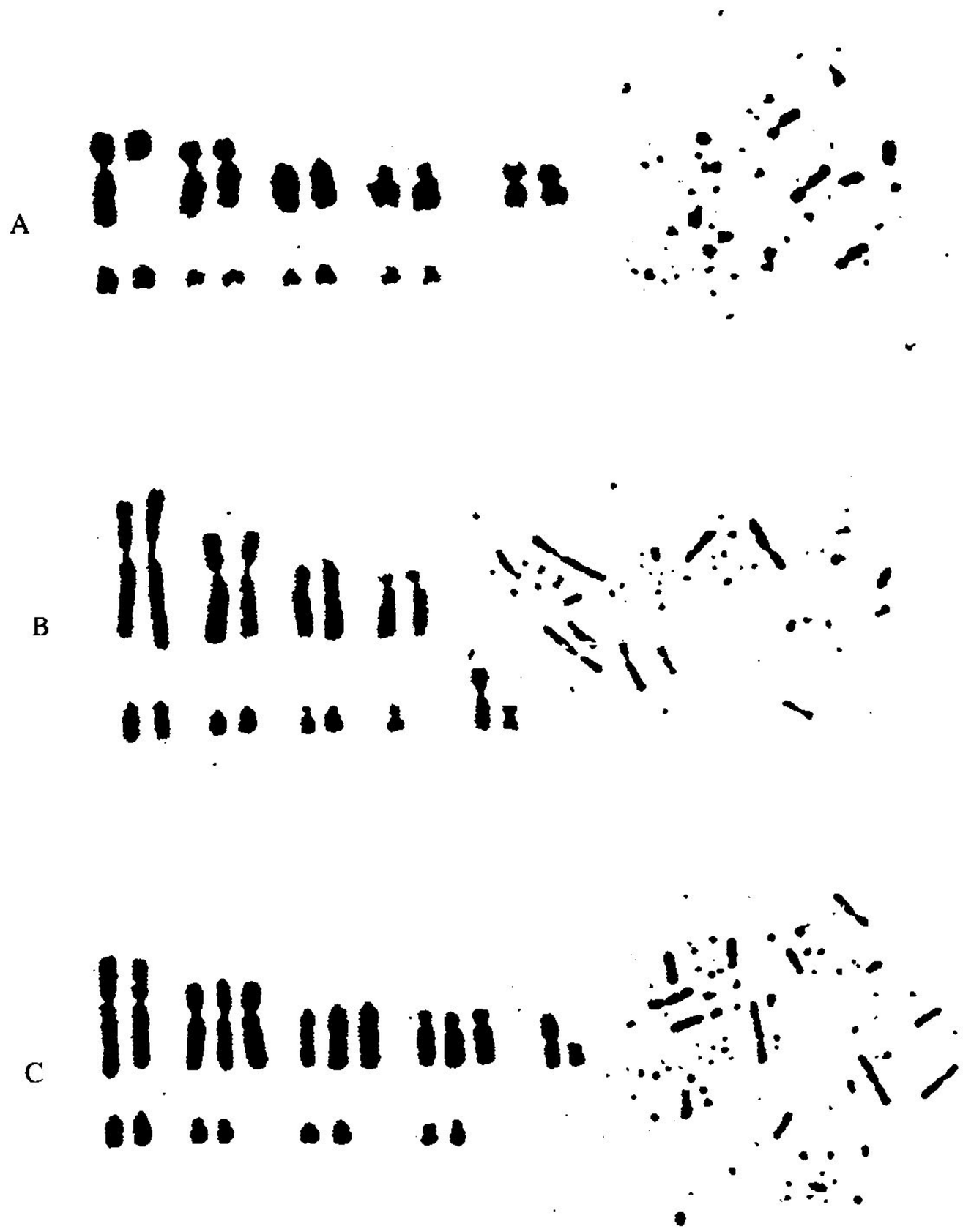


图7-1　孵化16h鸡胚的染色体异常图

左示9个大染色体对

A. 公鸡胚胎（ZA、ZZ），1号染色体长臂缺失

B. 母鸡胚胎（ZA、ZW），8号染色体单体

C. 母鸡胚胎（ZA、ZW），2、3、4号染色体三体

（据Lodge等，1973）

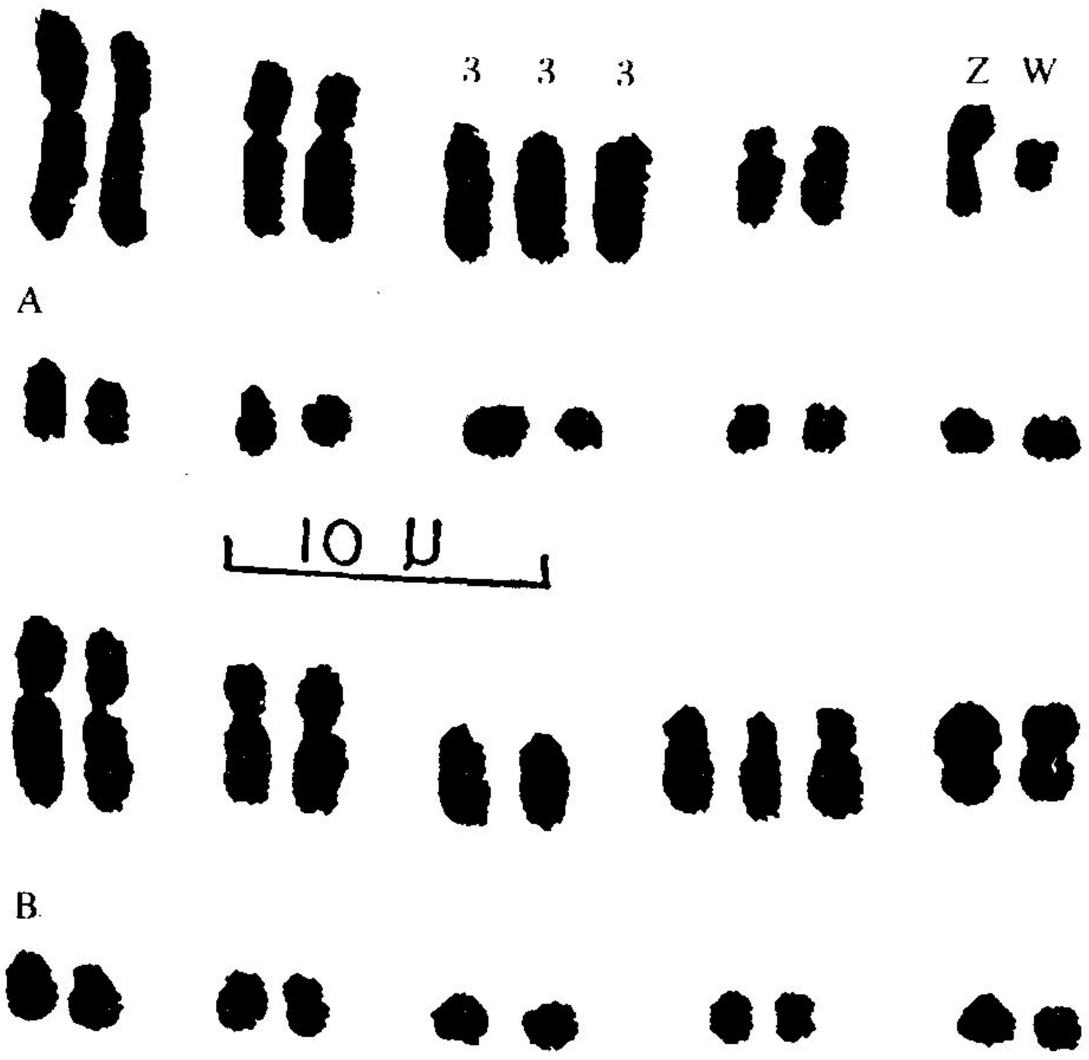


图 7-2　鸡胚胎染色体三体图示 10 个大的染色体对

A. 母鸡胚胎，3 号染色体三体　B. 公鸡胚胎，4 号染色体三体

（据 Bloom，1970）

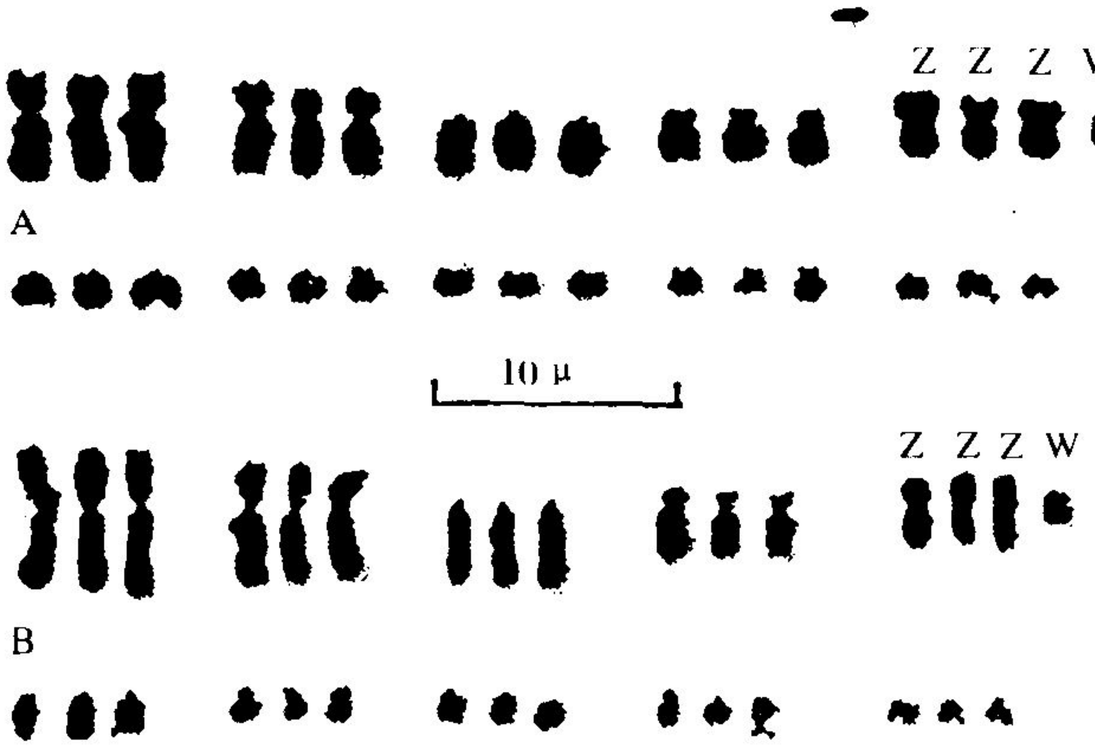


图 7-3　鸡胚胎的性染色体三体图示 10 个大染色体对

（据 Bloom，1970）

第二节　致死性基因

当某一基因表现时，可使携带该基因或基因型的个体死亡，称为致死性基因（lethal gene）。依照外显率的程度，可分为致死因子（lethal factor），致死率在 90% 以上；半致死因子（semilethal factor），致死率为 50%～90%；次存活因子（subvitals）又称为有害突

变，致死率10%～50%；条件致死因子（conditional lethals），在某种特定条件下使机体丧失某些功能。

致死基因按照其遗传方式，可分为常染色体显性（AD），常染色体隐性（AR），性染色体显性（XR）和性染色体隐性（XS）等4种。显性基因通过自然选择和人为淘汰可以在禽群消失，又因常染色体数量远多于性染色体，故经常存在于禽群中大多数是常染色体隐性的致死基因。

致死基因对于个体往往是致命的，而对于群体来说，则发生率较低。但当某群体混有某种致死基因的杂合子携带者，要彻底消除是相当困难的，对某一品系的素质有着深远的影响。此外，致死和半致死因子的发生频率虽然较低，但其致死率高，通常可达90%～100%，故对发育中胚胎造成很大危害。

致死基因除引起胚胎特异症状（畸形）外，也影响胚胎的各种功能，如吸收蛋白和吸收羊水的能力，对维生素缺乏及对于各种化学物质的敏感性，胚体在孵化过程中短期忍受温度增高的能力，对于在孵化期经尿囊接种某种病毒的抵抗力等。致死和半致死因子，可使禽胚在孵化早期或晚期死亡，例如匍匐鸡基因 *cp* 可使胚胎在孵化第3～4d死亡，而性连锁无毛基因 *n* 则在孵化最后2d引起半数携带此基因的禽胚死亡。次存活因子和条件致死因子，通常在孵出后一段时间才出现效应，有的病禽可以存活很长时间。

近亲繁殖（inbreeding）增加了隐性基因纯合的机会，近亲系数越高，隐性基因表现的机会亦越多。许多研究报道表明，近亲繁殖可使种蛋的受精率和孵化率下降，胚胎死亡率增高，有的近亲品系的胚胎死亡率可达70%以上，数代后几乎绝种。已经证实，在近亲繁殖品系发现的致死性基因及发生频率都远远超过一般品系。

目前已报道鸡的致死性基因约40余种，但实际上远不只此，随着基因检测技术的提高，将会有更多的致死基因被检出。

禽类胚胎遗传性致死性突变简介如下：

软骨营养障碍（chondrodystrorhy）：见于白来航鸡的近交品系，其基因型多样，主要表现为极短而弯的胫骨和跗骨，部分呈弯曲短喙，致死率约30%。

另一种致死性基因引起的软骨营养障碍，见于Beltsville小型白色火鸡，常染色体隐性，主要表现为畸形肢（短而粗）和畸形喙（stout and Buss，1979）。

软骨发育不全（achondroplasia）：见于鸽，全身所有骨骼异常短小，（除了颅骨），多在胚胎发育后期可检出，死亡率甚高。

白化病（albinism）：见于火鸡，性连锁遗传，仅发生在雌性，眼黑色素缺乏，目盲，死亡率达75%。

匍匐鸡（creeper）：见第三节。

曲颈侏儒（crooked-neck dwarf）：见第三节。

白羽，显性（white，dominant）：见于金丝雀，多于孵化早期，死亡率达100%。Somes（1979）还报道了鸡的白羽，常染色体显性，他将该致死基因命名为Ww，使所有纯合体和51%～63%的杂合体胚胎死亡。存活者延长出壳时间约17h，8月龄以前的小鸡，死亡率比正常鸡约大2倍。

白羽，隐性（white，recessive）：见于鹌鹑，常染色体隐性，多死于孵化第12～18d，死亡率达92%。

脑疝（cerebral hernia）：见于白来航鸡，Marble等（1944）的调查显示，双亲为杂合子的512只胚胎中，378只正常，134只表现为致死性综合征，致死胚胎的公母比例为1:1，符合常染色体隐性遗传。患胚头部发育不良、露脑、眼异常、上下颌畸形、上颌骨缩小、下颌骨仅留残迹。孵化后期发现，死亡率达93%。

头不全（perocephalus）：见于多个品系的鸡，表现小头、独眼、并眼、目盲、喙基在眼之上等畸形。多死于孵化早期，死亡率100%。

细小眼（microrpthalmia）：见于鸡和鸽。鸡胚双侧眼球缩小，约为正常直径的一半，视网膜囊肿、变性，黏液减少，目盲，死亡率66%。鸽产出小眼，小眼睑和目盲的后代。

短上喙（short upper beak）：见于Houdan杂交系，上喙缩短、肢的长骨也缩短，腿较翼为甚，多死于孵化后期（图版18），死亡率可达100%。

弯曲喙（curled beak）：上喙向上卷曲，下喙向下卷曲，由于不能破壳，鸡胚于出壳前死亡，死亡率为93%。

上颌骨畸形（maxillae，abnormal）：见于近交系白来航鸡，上颌骨缺失或短小，鼻骨也较正常小，其他面部骨骼也常累及，上喙弯向一侧，眼略小于正常。多死于孵化后期，死亡率达100%。

短颈（short neck）：见于silve Gray Durking鸡群短颈以致胚体缩短、短尾、喙畸形。死于孵化8～9d，死亡率达100%。

短脊柱（short spine）：见于火鸡，脊柱骨挤压在一起，颈及躯体短小，死亡率约70%。

细小肢（micromelia）：见第三节。

短肢（nanomelia）：见于Buff Cochin和白来航鸡的杂交种。肢发育不全，尾椎发育不全或缺失，短头，鹦鹉喙。多死于孵化18～21d，死亡率100%。

矮小症（stickiness）：骨极短，胫骨弯曲（占33%），体位异常，头在左翼之下（占8%），多死于孵化后期，死亡率63%。

致死突变（cornish）：见于科尼什鸡，主要特征是明显的短腿、短翅，短而阔的头及肿起的眼，多死于孵化后期，或虽然存活但不能孵出（图版19），死亡率66%。

长骨短小（short long bones）：见于火鸡，胚体矮小，长骨短粗，多死于孵化后期，死亡率约为80%。

巨型趾综合征（talpid syndroma）：Cole（1939，1942）报道。见于白来航鸡，特点是多指畸形，脚有多达9或10趾，分化不良，彼此融合或呈蹼状。翼亦有多于正常的指原基（primordia of digits）。腿和翼的近端长骨明显缩短，内脏异位，面部尤其下颌畸形，皮下水肿，在股部、头颈部皮肤，有大泡状肿起。这种突变在孵化第4d即可确认，多死于孵化第8～10d，死亡率100%。此外还报道见于苏赛克斯鸡（Hunton，1960；Abbott等，1960；Ede和Kelly 1963）报道可分为talpid-1，2和3等型。

无翼（winglessness）：见于白来航鸡、半致死基因，常染色体显性，表现为缺翼，有时可见翼的残迹。在腿部，胫和趾的鳞片缺失，趾缺少、重叠、错位或并趾。部分或完全

缺肺、气囊和肾脏（后期肾）。多死于孵化后期，死亡率高。

双倍足（diplorodia）：在白来航鸡可见脚和翼多趾，有的多达 9 趾，腿的长骨缩短和弯曲，上颌骨缩短，死于孵化后期，死亡率 64%。在米奴加鸡，脚和翼多趾，长骨缩短，上喙缩短，死于孵化 18～22d，死亡率 99%。

缺足（ametapodia）：前后肢的肢梢缺失或异常细小，死于孵化早期，死亡率高。

多趾（polydactyly）：见于鸽，腿和翼多趾，短腿，小喙，死于孵化早期，死亡率 17%。

缺趾（ectrodatyly）：腿和翼较小或完全缺失，喙短小而向上卷曲，死于孵化 17～20d，死亡率 100%。

足裂（foot split）：见于加州白来航鸡的近交群，典型的缺陷是脚的第 2 趾分裂成二趾，第 1 趾缺失。眼缺陷，有时可见白内障。多死于 17～19d，死亡率为 95%。

此外尚有一些有关于致死性突变的报道，如 Rüst（1932）报道，白色北京鸭脊突综合症，以颅被膜及上喙畸形，露脑为特征，死亡率 100%，常染色体不完全显性。Abbott（1966）报道：腿芽发育不全，称为圆锥形残肢，死于孵化 6～7d。还有无毛，常染色体隐性，半致死基因；鸭遗传性震颤，常染色体隐性；火鸡部分白化病，常染色体隐性等等，未能一一尽述。

第三节　几种遗传性胚胎病

一、胚盘变性（blastoderm degeneration）

胚盘变性是一种导致家禽胚胎发育早期死亡的遗传性疾病，可使孵化率降低 25%，Savage 等于 1990 年在矮小单冠白来航鸡（scwl）的近亲繁殖后代中发现本病。经调查分析，本病的发生与外界环境因素，诸如种鸡的年龄、季节变化、种蛋入孵前的贮藏时间等没有直接关系。进一步研究表明，与本品系已确认的三种遗传性胚胎病（水肿、血环、曲颈侏儒）亦有所区别，是一种独立的遗传病。据称在其他品种的鸡中亦存在此病。

遗传性：Savage 等（1992）报道：在本品系内进行交配试验，携带胚盘变性基因的杂合体之间交配，经两次交配获得 560 个正常胚胎，180 个胚盘变性胚胎，两者比率为 3.1∶1。而正常胚胎之间以及杂合体携带者与正常胚胎之间交配，其子代未发现病胚。检出杂合子携带者和测交试验表明，本病属于常染色体隐性遗传。有学者建议，本病的突变基因用符号 *bld* 表示。

本病的主要特点是病胚在孵化初期发育受阻，胚盘发生一系列进行性变性，早期死亡。

肉眼观察：孵化 32h，可见胚盘外周围有一轻微的切迹（凹陷）。孵化 34h，可见胚盘直径比正常小，在其边缘可见一个小的新月状类空泡结构。孵化 36h 以后，这种类空泡结构的数量增加。孵化 40h，病胚的特征变化是散布许多组织碎片，有的是贴附在白色丝状细条上。孵化 120h，可见在卵黄表面散布小的组织聚集物，此后没有进一步的肉眼变化。

显微镜观察：特点是病胚的发育严重受阻。孵化 32h，病胚与正常胚并无可见的表型差别，所有的胚胎都有 4～5 对体节，前神经孔和眼泡开始形成。孵化 34h，病胚的发育仍停留在上一期，而正常胚已有 8 对体节，眼泡中度形成，前神经孔通常闭合。孵化 38h，病胚处于 5～8 对体节，而正常胚胎已发育到，有 11 对体节。其后在孵化第 40、45 和 50h 观察，病胚与正常胚比较，发育明显迟滞，脑的分化、前神经孔闭合及心脏形成等都明显滞后。

二、致死环（ring lethal）

致死环是发生在弗罗茨瓦夫地区的白火鸡一个品系中的一种病理现象，可导致胚胎在发育早期死亡，使孵化率降低 25%。

遗传性：Savage 等（1980）在弗罗茨瓦夫地区的白火鸡为增加射精量而选育的一个亚系中，用 1 只公火鸡与 10 只母火鸡交配，其中 6 只母火鸡所产 398 个蛋，孵化的胚胎中，有 115 个发现致死环，正常胚胎与异常胚胎之比为 3:1。用 F_1 代病火鸡作交配实验，结果正常与异常胚胎之比为 2.6:1，F_2 代为 3.8:1。与此对照，F_1 代中 2 只携带者公火鸡与 3 只正常母火鸡交配，产生 152 个胚胎均属正常。F_2 代 4 只携带者公火鸡与 11 只正常母火鸡交配，产生 477 只正常胚胎。上述试验表明，这种致死性突变符合常染色体隐性遗传，学者们建议，该致死性基因以符号 *rl* 表示。

此外，试验表明：孵化前种蛋的贮存，孵化条件，季节性，种禽营养以及种蛋的大小等因素都对致病基因的表达没有影响。本病的发生亦与孤雌生殖无关，孤雌生殖所产生胚胎的病变，在孵化 6d 龄才能由肉眼观察到，而致死环则在孵化 48h 即可看出。

肉眼观察：孵化 48 小时即可发现环样结构。其特征是在透明区有一个白色无定形的细胞环，有或没有白色的细胞团块，这种环样结构位于卵黄表面，并被卵周层所覆盖。环样结构外直径 4mm 到 12mm，环本身的宽度约为 1.6mm。环的周缘有的宽度一致，也有的一边不对称地增大。致死环的外表不一，有的是有一个明显中心区的白色环，有的是白色的无定形团块，直径 5～6cm，还有的由两个相邻的同心环组成。在混浊区并无明显可见的白色团块。血岛与致死环同时出现的情况不常见到，只占检查中所发现病胚的 0.7%。当异常胚与正常胚同时孵化时，卵黄的颜色和粘稠度在两者之间并无差别（图版 17）。

电镜观察：扫描电镜照片显示，异常区表现为一个隆起的细胞堆，致死环两边卵周层的内表面结构似由相似的纤维样结构所组成。

三、遗传性血环（inheritable bloodring）

遗传性血环是在 Hrolstad 地区的白火鸡一个亚系中观察到的早期胚胎的病变，在特殊配对的交配中有 25%胚胎表现该病，可导致胚胎早期死亡。

遗传性：Halles 等（1989）最先描术该种病变。在 1 只公鸡与 5 只母鸡交配后，其中 3 只母鸡产出 39 只正常胚和 10 只血环胚，两者的比例为 3:1。F1 代三对杂合体之间交配共产生了 97 正常胚和 26 个血环胚，而 2 只杂合体公鸡与 8 只正常母鸡交配产生 190 只正

常胚。上述两代杂合体之间交配所产正常胚与血环胚的比例为 3:1，所有后代性别比例为 1:1，符合常染色体隐性遗传。Savage 等建议用符号 *blr* 代表这种血环基因。

试验表明：延长受精蛋的贮存期（Arora Kosin，1966），季节性（Kosin 和 Mun，1965），营养和种蛋的大小（Landauer，1967），种鸡年龄（Christensen，1978）以及孵化时蛋位置（Savage 和 Mirosh，1991）等因素对血环胚的发生率没有产生影响。

肉眼观察：对于蛋壳色素较淡的蛋胚，在孵化 10d 时照蛋可发现血环，位于气室的远侧，宽度 1～3mm。从蛋的钝端除去蛋壳和内壳膜，可见到的特征变化是有大量未融合的血岛凝集物，胚胎没有胚外循环系统，卵黄边缘和靠近内壳膜处有分散的终窦。肉眼观察最早可在孵化 66h 见到血环，其外观与 10d 龄照蛋所见相似，但终窦有不规则散布的红细胞。此时整个胚胎的直径 6～10mm。未见到正常胚胎在相同时期可见的心跳和胚外循环。

显微镜观察：孵化 66～72h 镜检，可见约有 18 对体节，一个独特的前羊膜和发育得很好且有正常视泡的头区，没有卵黄动脉。

由于遗传性血环和致死环发生在同一火鸡品种，而且都发生于胚胎发育早期，于孵化 48～66h 可以观察到。故有人认为是同一疾病的两种表现形式。但致死环是一种无定型的细胞聚集物，不存在可观察到的胚胎结构；而遗传性血环则有一个可辨认清楚的胚胎和终窦。两者形态学表现不相同，提示是在中胚层组织分化之前和分发之后发生的两种不同的病变。

四、曲颈侏儒（crooked neck dwarf）

曲颈侏儒首先在新汉县鸡品系的鸡胚胎中发现（Asmundson，1945），随后亦报道见于火鸡和鹌鹑。是由一种隐性致死性基因所引起遗传性胚胎病，可使胚胎在孵化后期死亡，孵化率明显降低。

遗传性：根据品系内交配试验，杂合体携带者之间交配，突变胚胎与正常胚胎之比为 1:3，而正常公母鸡交配的后代全部正常。符合常染色体隐性遗传，致病基因主要影响骨骼和肌肉，使之发育不良、缩短和萎缩。另曾报道家禽的遗传性侏儒症，亦属 AR 遗传，但病禽没有颈部缩短和扭曲症状，可能与垂体分泌有关，故与本病是由两种不同的突变基因引起。

生长发育：突变胚在发育前段（孵化 12d 之前）没有明显的异常，增重与正常胚胎差别不大，仅略小一点。孵化 12～16d 生长发育缓慢下来，孵化 16～20d 生长几乎停顿，20d 龄病胚体重量约为 17～35g，而同一时期的正常胚胎重量增加超过一倍。故在孵化末期，突变胚明显小于正常胚胎。

畸形：鸡突变胚的上颌略为缩短，颈部明显缩短和扭曲，胸骨短小，并伴有龙骨突和侧突缺失，胸肌极度萎缩，



图 7-4　曲颈侏儒胚胎
（据 Asmundson，1945）

突变胚的外形丰满浑圆，腿小而细长，趾卷曲。孵化第20～21d大部分陆续死亡，主要原因是卵黄吸收入体腔，鸡胚活动僵硬，跗关节不能弯曲，不能与正常鸡胚那样有活泼的肢体运动，故胚胎虽然生存，但不能啄壳和出壳。在火鸡，胚胎生长迟滞，甲状腺、睾丸、肝脏和腺胃的重量减少。上下喙略缩短。曲颈，腿肌肉瘦削，羊水减少。死于孵化末期，死亡率可达100%（Asmundson和Pun，1956）。

在鹌鹑，病胚躯体小，颈僵硬，明显弯于一侧（通常弯向右侧），喙压在右翼之上，上喙较下喙短，气管及胸腺变性。多死于14～19d，死亡率高（Sittmann and Craig，1967）。

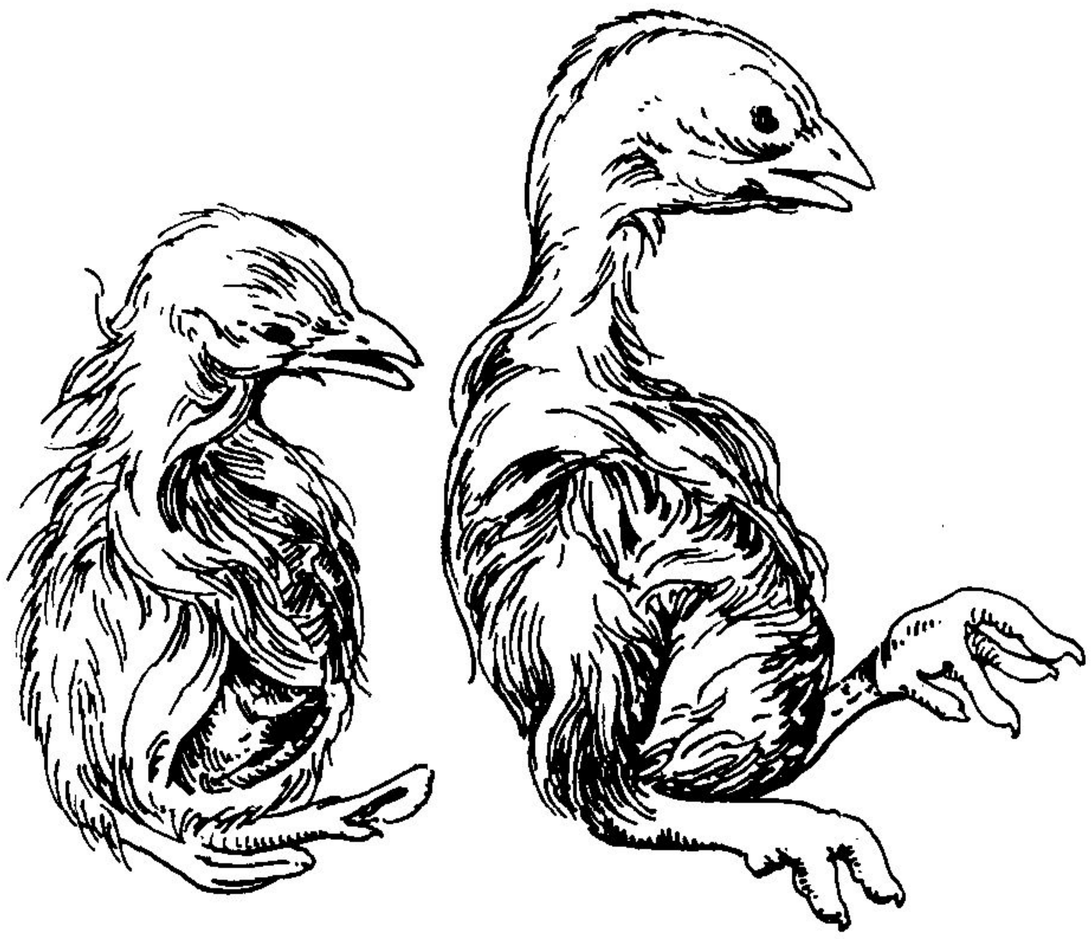


图7-5 正常和侏儒（左）胚胎

（据Asmundson，1945）

五、爬行者（匍匐鸡，creeper）

本病发生于鸡的突变品系，称为creeper fowl种，由显性致死基因C_p引起，无论纯合子或杂合子携带者都表现特有症状，纯合子突变体多于胚胎发育早期死亡。

遗传性：本病属常染色体显性遗传，临诊见到的患病鸡多为带有爬行致死基因的杂合体，病鸡因软骨发育不良而肢体畸形，不能站立，只能匍匐爬行。杂合子母鸡与正常公鸡所产后代约占50%为病鸡，而杂合子母鸡与杂合子公鸡交配所产后代中，正常鸡与爬行鸡之比约为2:1。

畸形表征：发生基因突变的鸡胚发育迟滞，在孵化第18d时，体重只及正常同期胚胎的1/4，肢体长骨，如胫骨、跗骨、股骨显著缩短，其重量只及正常同期胚胎的1/4，纯合子胚胎的内脏器官发育不良，心脏、肝脏和肌胃的重量都较正常轻，颅骨和眼出现畸形。

六、细小肢综合征（micromelic syndrome）

本病是由致死性基因所引起，以肢体短小为主要特征的禽胚胎遗传性疾病（图版20），已报道见于鸭、鸡和鹌鹑。

遗传性：Ash（1963）首次报道，1961年在白色北京鸭纯种群（*Anas platyrhynchos*）最先发现，由1只公鸭与8只母鸭交配所产子代中出现本病。测交试验表明，杂合子携带者之间交配，其子代中正常胚与突变胚之间的比例约为3:1，杂合体与正常鸭所产子代全部为正常胚。符合常染色体隐性遗传，只有纯合体才表现临诊综合征。

综合征：在白色北京鸭，病胚一般都能生长到孵化末期，部分可以啄壳，但大多数没有能力破壳，死于壳内。在孵化25d龄时检查，病胚较正常小，四肢长骨短小，腿骨短小较翼骨为甚，与正常胚胎比较，胫跗骨缩短最为显著，长度不到正常的一半，股骨和跗、跖骨亦短于正常，而肱骨、桡骨和尺骨比正常略短。部分病胚上颌骨比正常显著或中等地缩短。病胚的羽毛不完整，似虫蛀样，有的几乎裸露。颈的前段肿胀，内含浓稠的黏液性渗出液。骨组织学检查，病胚正常的软骨生长模式被异常的机化组织取代。除桡骨外，其余长骨的灰分净重也较正常减少。

在鸡，曾报道发生在白来航鸡（Asmundson，1942）、洛岛红鸡（Hays，1944）。病胚的主要表现是腿和翼短小而弯曲、上喙短而弯曲、下喙短小或缺失、小眼，死于孵化末期，死亡率达100%。Hay认为，主要病变是软骨营养不良。

在鹌鹑（Ash，1966），长骨的长度仅及正常的一半，上喙弯曲，下喙短小，多死于孵化11～16d，死亡率100%。

七、孤雌生殖（parthenogenesis）

早在本世纪初人们对禽类孤雌生殖现象已有所觉察，在火鸡、鸽和鸡均可发生。火鸡较多见，研究也较为充分。1953年Olsen和Marden发现在Beltsville Small White（BSW）火鸡群中存在孤雌生殖现象。研究表明，将BSW雌火鸡与雄火鸡隔离饲养，在隔离的60～229d期间，雌火鸡所产蛋中，有一部分能够发育，检查证明这些蛋是未受精的。对雌性火鸡选育后，孤雌生殖从1952年16.7%上升到1963年的45%。非受精蛋孵化后，有13%形成了胚胎，有8.8%胚胎能发育到孵出（Olsen，1963）。Olsen和Buss（1967）对PG雌火鸡进行了隔离饲养，结果隔离组在4年中其孤雌生殖由1.1%上升到18.6%，而对照组仍为1.1%。

细胞遗传学研究表明，孤雌生殖胚胎在发育的一定时期由单倍体转为二倍体。Harada和Buss（1981）报道，火鸡孤雌生殖的胚胎发育早期，胚盘的染色体核型是单倍体，二倍体和多倍体的镶嵌体。用C-分带检查，一般是A-Z/2A-ZZ/nA-nZ或A-W/2A-WW/nA-nW（n表示多倍体细胞的染色倍性）。在同一细胞核内W或Z染色体不会同时存在。具有雌性特异固缩的W染色体因形似W状而被命名为W^+，而具有Z染色体的细胞因其染色体不具W状而被命名为W^-。两者的比例为1:1。研究表明，胚盘为W^+者，通常在发育早期死亡，故能发育出雏的火鸡都是雄性。

随着孤雌生殖胚胎的发育，单倍体细胞的比例迅速下降，与此同时，多倍体细胞的比例增加，到发育6d龄时，胚胎的核型由二倍体（2A-ZZ）或由镶嵌体（A-Z/2A-ZZ）所构成。这就说明孤雌胚胎开始时（胚盘）是单倍体，可能在减数分裂II期受到抑制，或在首次卵裂分裂之后染色体数量上升，故形成二倍体核型，并得以继续发育，所孵出的小火鸡也都是二倍体。

孤雌生殖胚胎在发育早期死亡率较高，多数在孵化2～3d时死亡。能够继续发育的胚胎，发育迟滞，重量只及正常胚胎的一半左右，许多胚胎出现肉眼可见的结构异常，最常见的是神经管不闭合，不少发育成为不成形畸胎，最终能够出孵的为数极少，据一项研究所见，在42000只未受精的火鸡蛋中，孵出67只雄性火鸡，其中几只活到性成熟，能排出正常的精子并获得后代。Olsen（1962）指出孤雌生殖可产生双胎，在1071个无精蛋中，有30只为双胎，占2.8%。

主要参考文献

王民桢主编 .1996. 家禽遗传病学 . 科学出版社 . 北京

村松晋著 . 郭荣昌译 .1988. 动物染色体 . 黑龙江人民出版社 . 哈尔滨

Asmundson VS and CF Pun.1956.J Exptl. Zool.（131）225～237

Ash WJ.1981.J Heredity.（47）245～252

Beaumont.1997.Poult.Sci.（76）1193～1196

Bloom SE.1966.Sci.ce.（153）759～760

Bloom SE.1969.Chromosoma (Berl)（28）357～369

Bloom SE.1970.J Hered.（61）147～150

Bloom SE.1970.Sci.ce（170）457～458

Bloom SE.1972.Chromosoma.（37）309～326

Bloom SE and TC Hsu.1975.Chromosoma.（51）261～267

Donne L P Chyle and H Saimerova.1969.J Hered.（60）113～115

Fechheimer NS.1981.Poultry Sci.（60）1365～1371

Fechheimer NS and Jaop.1978.J Reprod Fect.（52）141～146

Fechheimet NS and RG Jaop.1980.Genetica.（52/53）69～72

Hales LA et al.1989.Poultry Sci.（68）460～463

Ko Hatada and EG Buss.1981.Genetics.（98）335～345

Ko Hatada and EG Buss.1981.Poultry Sci.（60）1362～1364

Kosin I L and Iwane Sato.1960.J Motphol.（103）263～276

Krishan A et al.1967.Poultry Sci.（46）333～344

Ladjali K et al.1995.Poultry Sci.（74）903～909

Lee ML et al.1994.Taiwan J Vet Med.and Avian Husb.No（64）23～29

Lodge JR et al.1973.Poultry Sci.（52）397～399

Lodge JR et al.1974.Poultry Sci.（53）1816～1819

Lokanath GR et al.1978.Ind.J Hered.10（3）1～7

Maccabe JA and JK Noveroske. 1997. Poultry Sci. (76) 105～110
Miller RC et al. 1970. Cytogenetics (10) 121～136
Miyagawa Tomita S et al. 1996. Acta Neuropathol 92 (3) 249～254
Mong SF et al. 1974. Can J Genet Cytol (16) 317～322
Moore MAS and JJT Owen Nature (208) 956～989
Ohno S et al. 1963. Chromosoma (11) 484～498
Olsen MW. 1962. J. Heredity (53) 125～129
Olsen MW and S. J. Marsden. 1953. Soc. Exp. Biol. Med. Proc. (82) 638～641
Owen IJT 1965. Chromosoma (16) 601～608
Reddy PRR et al. 1997. J Hered (68) 253～256
Romanoff AL. 1972. Pathogenesis of the avian embryo. Wiley-inter Science, division of John Wiley & Sons, Inc. New York.
Ryan WC and Bernier PE. 1968. Experentia (24) 623～624
Savage TF and JA Harper. 1983. Poultry Sci. (62) 1497
Savage TF and JA Harper. 1985. J Heted (76) 474～476
Savage TF and LW Mirosh. 1989. Poultry Sci. (68) (suppl.1) 130
Savage TF and LW Mirosh. 1991. Poultry Sci (70) (suppl.1) 104
Savage TF and LW Mirosh. 1992. Poultry Sci. (71) 585～589
Savage TF et al. 1986. Poultry Sci. (65) (suppl.1) 120
Savage TF et al. 1988. J Heted. (79) 124～128
Savage TF et al. 1991. Poultry Sci. (70) (suppl.1) 104
Savage TF et al. 1992. J Hered. 83 (4) 249～254
Shoffner RN et al. 1967. Poultry Sci. (46) 333～344
Sittmann K. 1967. Genet Res, C amb. (10) 229～233
Sittmann K and RM Craig. 1967. J Hered (58) 44～46
Somes RC and JR Smyth Jr 1967. J Hered (58) 25～29
Stock AD et al. 1974. Cytogenet Cell Genet (13) 410～418
Thorne MH et al. 1991. Br. Poult Sci. (32) 705～717
Thorne MH et al. 1997. The Journal of Hered 88 (6) 495～498
Tuchili LM et al. 1996. J Vet Med. Sci. 58 (9) 881～884
Wang H and RN Shoffner 1974. Chromosoma (47) 61～69

第八章
营养性胚胎病

禽类胚胎正常的生长和发育有赖于蛋内有充足的必需营养物质。母禽的全价饲养，正常的新陈代谢以及营养物质在蛋内的有效沉积，乃是保证胚胎获得足够营养的三个基本环节，其中任何一个环节出现问题，就有可能使胚胎某种营养物质缺乏或过多，引起生理缺损乃至致死性应激（lethal stress）。

高产母鸡一年的产蛋量很大，超过其自身体重的七倍，母鸡既要有足够的营养以维持本身的健康和正常产蛋量，又要使蛋内备有充足的营养物质，其负担是很重的，故日粮中某些营养物质缺乏，哪怕是很短时间，也会使蛋中营养物质匮缺，引起胚胎营养不良。营养物质缺乏或过量的程度越重，对胚胎的不良影响亦越严重，其不良效应亦越早出现。不良效应的终点往往是死亡，lesson 等（1979）指出，孵化 8～14d 胚胎的死亡大增是营养缺乏的提示性指标，因为这个阶段的胚胎死亡率一般是不高的。

营养物质在蛋内的沉积效率（effectiveness of deposition）受遗传因素影响，某种营养物质的沉积效率与品种有关，Maw（1954）证实了核黄素沉积不足的遗传基础，其他营养物质亦会存在同样问题。

由于母源营养对胚胎发育起决定性作用。故对母禽饲料的营养成分进行监测，有助于分析和解决孵化率低和胚胎死亡率高的问题。对营养缺乏或过量所引起的胚胎发育不良和死亡，应考虑遗传因素的作用，并应与各种环境因素，如微生物感染、化学或生物学毒素的侵害作出鉴别。

Naber（1993）指出，投服适量维生素以维持高孵化率是可能的，维生素 A 由饲料至蛋内的转运效率非常高，核黄素、泛酸、生物素和维生素 E 的转运率亦较高，维生素 D_3 中等，而维生素 K、硫胺素和叶酸的转运率较低。

第一节　维生素缺乏或过量

一、维生素 A（vitamin A）

当种禽日粮中缺乏维生素 A 时，雄禽的精子数量减少、活力下降、畸形精子增多，直接影响种蛋的受精率。母禽则产蛋间隔期延长、产蛋量下降、蛋内常有血斑，所产蛋受精率低，蛋内缺少维生素 A。

维生素 A 严重缺乏影响胚胎的分化和发育，出现特征性综合征，多数病胚死于孵化第一周，胚胎头部和躯干已形成，但血管分化受阻。骨骼的发育也明显受影响，头和脊柱畸形，脑、脊索和神经变性，胚胎的错位发生率增加。Dersch 和 zile（1993）指出，全转运维生素 A 酸（all-trans-retinoc acid）是心血管系统正常发育所需要的维生素 A 的生物活性形式，在孵化的头 28h 必须得到充足的供应，否则，由于心血管系统发育不良、血液循环障碍，并会影响整体的发育。据报道，胚胎死亡率与种禽日粮中维生素 A 含量有关，每千克日粮含维生素 A 为 450μg 时，胚胎死亡为 10%，含 120μg 时，死亡率为 15%，含 60μg 时，死亡率为 31.7%，含 30μg 时，死亡率为 100%。

仍然存活的病胚发育缓慢，身体极弱，多出壳前闷死，或孵出后很快死亡。此种病胚可见到皮肤和背毛有色素沉着，眼干燥，呼吸道、消化道和泌尿生殖道的上皮角化，肌肉和皮下水肿，贫血。在肾脏、肠系膜、胸膜、心包膜、卵黄囊及其他器官内有多量尿酸盐沉积，尤以肾脏最显著（肾型痛风）、病理组织学检查，可见肾小球肿胀，肾小管管腔扩张，肾小管上皮坏死及钙化。

过量的维生素 A 对胚胎有毒性作用，March 等（1972）证实母鸡日粮中维生素 A 过量（超过 10000IU/kg）导致胚胎死亡、孵化率下降。游离的维生素 A 酸对发育早期阶段的胚胎有较大毒性，在孵化前向受精蛋内注射维生素 A 酸 1μg，就会阻断胚盘的分化。

怀疑胚胎维生素 A 缺乏，可对种蛋的卵黄、孵化中胚胎或刚孵出的雏鸡的肝脏进行维生素 A 测定，正常含量 2～5IU/g（肝）低于此值即可视为维生素 A 缺乏。亦可检查种禽日粮中维生素 A 含量是否远低于标准。此外，检测母鸡每毫升血清维生素 A 的含量，亦可作为判断时的参考。

当确诊禽胚缺乏维生素 A，应即对种禽补充青绿饲料和维生素 A，据我国的饲料标准，产蛋鸡和种鸡每千克饲料中应含维生素 A 4000IU，但在生产实践中其量可增加一倍。

二、生物素（biotin）

生物素（维生素 B_7）对于禽胚的正常发育是必需的，来航鸡种蛋中平均含生物素 10.8μg/g，其中卵黄含 8.5μg/g，当卵黄中生物素含量降低到 0.8μg/g 或更少时，孵化率明显降低，如完全缺乏生物素，可使禽胚在孵化第一周内（高峰期在第 4d）完全死亡。

禽胚缺乏生物素时，常出现特征性骨骼短粗症，禽胚发育不良，体型较小，软骨营养

不良，跖骨缩短，胫骨短而弯曲，在骨干上几乎形成直角，关节增大，有时出现并趾畸形，即第3趾与第4趾之间的蹼延长。颅骨增大，下颌发育不全，上喙向下弯曲，形成所谓“鹦鹉喙”。脊柱骨短小弯曲。胚体、尿囊、肾脏等处出血，蛋白吸收不良。多在孵化第一周及第三周死亡。孵出的雏鸡骨骼短粗，畸形，运动失调，足部皮肤炎等异状。

缺乏生物素的种鸡群，可经口服或肌肉注射生物素0.01～0.05mg，每只种鸡注射一次。同时在饲料中供给正常需要量的生物素，尤其对于老龄的种鸡有更大的效果（chen等，1994）。蛋内生物素缺乏还与蛋白性饲料中存在抗生物素蛋白有关，应注意饲料的配合。苜蓿粉、豆饼粉、肝粉、酵母等含有较丰富生物素。

缺乏生物素的种蛋，应于入孵前向卵黄注射生物素25μg/蛋，可使孵化率提高到接近正常水平。Christensen（1987）报道，在火鸡孵化25d时注射生物素可提高孵化率。

三、核黄素（riboflavin）

核黄素（维生素B_2）缺乏是影响禽胚孵化率的常见营养缺乏之一（Leeson等，1979）。早在30年代，Bethke等证明核黄素是禽胚发育的必需物质。核黄素缺乏症在鸡和火鸡最敏感，其次是鸭、鹅、珠鸡和野鸡。鸡的日粮中缺乏核黄素仅数天即有反应，尤其因热应激，疾病或其他因素使其采食量减少，更增加缺乏的严重程度。核黄素在卵黄中沉积效率低而引起的遗传缺陷早已被证实（Maw，1954），带有此种遗传基因的品系和个体所产的蛋，最易发生核黄素缺乏。

核黄素缺乏时，禽胚生长发育缓慢，胚胎的大小和全胚重量明显低于同日龄的正常胚胎（见表8-1）。

表8-1 核黄素缺乏的鸡胚与正常鸡胚的重量比较

胚龄（d）	全胚重量（g）	
	正常鸡胚	核黄素缺乏鸡胚
10	2.3	2.0
11	3.4	2.7
12	5.2	3.6
13	7.3	5.7
14	11.0	7.0
15	13.1	7.9
16	16.6	9.2

核黄素缺乏的鸡胚死亡有4个高峰期，是孵化第4d、第10～11d、第14d和第20d，其中1、2、4三次死亡高峰期在正常鸡胚的也是有的，而第3个高峰期（第14d）则是核黄素缺乏所引起的，严重缺乏时，死亡高峰的出现时间提前。死亡胚胎的重量明显小于同日龄正常胚胎，能存活到将近出壳的胚胎，大体可分成二种情况，一部分胚胎的重量约为正常的90%，另一部分约为50%，最轻的仅及正常的20%。种禽日粮中核黄素缺乏的时间长短，亦影响胚胎的死亡率。

禽胚核黄素缺乏最常见的症状是绒毛卷曲和出血（Squires和Naber，1993），胚胎小（侏儒胚），发育不均匀，头大（脑水肿），四肢短小，关节变形，趾弯曲，贫血，下颌、

腹部和腰部的皮肤水肿。尿囊发育缓慢，由于对蛋白质的利用受到破坏，羊水的粘稠度提高，卵黄稠密，不能充分被利用，有时呈浅绿色。胆囊增大，肝脏变形，其颜色多样，从浅黄到褐色和深绿色，肾脏常沉积尿酸盐结晶。

核黄素缺乏病胚所孵出的幼雏，肢体和羽毛发育不全，绒毛卷曲，脚、颈麻痹，甚至瘫痪，头向上仰。

核黄素缺乏的种鸡群，可经口服或注射核黄素 1mg/鸡，并在饲料中给予正常需要量的核黄素，Tuite 和 Austic（1974）在每千克饲料中加入核黄素 2.75mg，获得最高的孵化率。

核黄素缺乏的种蛋，可在入孵前向气室内注射核黄素 0.05mg/蛋。

四、维生素 B_{12}（vitamin B_{12}）

已有许多研究表明维生素 B_{12}（钴胺素），对于正常孵化率是必需的（Landauer，1967），维生素 B_{12}存在动物蛋白中，也能由禽类肠内的微生物合成，故禽类粪便中含量丰富，家禽在放养时通常可满足需要，笼养时则易出现缺乏症，故应在日粮中添加足量的维生素 B_{12}。leeson 等，（1979）报道，投喂缺乏维生素 B_{12}的饲料，白色来航鸡产蛋量中等减少，孵化率受影响不大，而洛岛红鸡产蛋量严重减少、孵化率降低 20%，表明不同品种之间对维生素 B_{12}缺乏的反应存在着明显的差异。

维生素 B_{12}缺乏常导致孵化率急剧下降，在孵化第一周即可引起死亡，并延至第二和第三周，在 16～17d 达到死亡高峰。病胚发育不良（侏儒胚）、出血、眼周水肿、短喙，约有一半死于胚位不正、头向下垂，夹在两腿之间。病理剖检的典型变化是腿部肌肉萎缩，双脚外观细小如铁丝状，皮下及心、肾等部位出血、心包肥大，肝脏可见脂肪浸润和部分坏死，甲状腺常肿大，活到出壳的鸡胚的甲状腺比正常大一倍。

维生素 B_{12}过量可导致卵黄内核黄素沉积减少。

缺乏维生素 B_{12}的种禽群，可肌肉注射维生素 B_{12} 2～5μg/只，并在饲料中添加维生素 B_{12}，补充动物性饲料。

五、泛酸（pantothenic acid）

泛酸（维生素 B_3）是家禽胚胎发育的必需营养物质之一，贮存于胚胎的肝脏最多，呈游离状态，到 15d 胚龄转为辅酶 A。种禽饲料中泛酸含量与血液及蛋内含量有一定的关系，当日粮中泛酸含量增加时，血液和蛋内的含量亦增加，但当日粮中泛酸含量高于 12μg/g 时，血液和蛋内的泛酸含量基本上保持恒定状态。

研究表明，母鸡饲料中泛酸越少，所产蛋的胚胎死亡率越高，母鸡日粮中含泛酸 4mg/kg 时，胚胎死亡率为 8.9%，属正常水平；泛酸含量 2mg/kg 时，胚胎死亡率为 19.9%；泛酸含量为 1mg/kg 时，胚胎死亡率达 90%以上。

因泛酸缺乏而引起的胚胎死亡在孵化头几天即可发生，但主要集中在出壳前几天。泛酸缺乏影响心血管系统的发育，病胚脑积水，皮下水肿、皮下出血、下喙短小，眼混浊，腿弯曲，心肌苍白，肝脏脂肪浸润。Dawson等（1962）报道，火鸡胚胎缺乏泛酸时，早

期死亡率高，存活至17d或更长胚龄者，羽毛生长不良，出现脑积水、水肿、出血、心脏肿大、喙畸形、腿扭转等症状。

缺乏泛酸的种禽，口服或肌肉注射泛酸10～20mg/只，雏鸡每只200μg，并将饲料中泛酸含量增加2～3倍，连续3～7d后，再恢复正常的日粮。花生饼粉、粮食加工副产品、苜蓿粉、肝粉、乳制品等含有丰富的泛酸，商业产品泛酸钙可作为日粮中补充泛酸添加剂。

六、硫胺素（thiamine）

硫胺素（维生素B_1）在家禽常用的谷类饲料中含量丰富，正常饲喂一般不致于缺乏，但当某种情况下出现硫胺素缺乏时，则鸡群发生多发性神经炎（polyneuritis）、病鸡腿或颈部麻痹，步态不稳、产蛋量及孵化率下降，胚胎死亡率增加。Hutt（1961）报道，硫胺素在蛋内沉积效率有品种差异，重型品种低于轻型品种。

硫胺素缺乏时，胚胎在孵化早期分化发育较正常快，第4～5d龄后发育明显减慢，逐渐衰竭，死亡增多，但多数能存活到孵化期满并能出壳，也有的因不能啄壳而死于壳内。出壳的雏禽表现特征性神经症状，尤以鸭易发生，当种母鸭放养，采食较多的鱼、虾、蚬、蟛蜞等水产动物，其内脏含硫胺素酶，能破坏母鸭体内的硫胺素，母鸭不一定出现症状，但较为敏感的胚胎则易发生硫胺素缺乏病。

缺乏硫胺素的种禽，可注射盐酸硫胺素0.5ml/只（每毫升含盐酸硫胺素50mg），或每只喂给复合维生素B溶液0.5ml，并在日粮中维持正常量的硫胺素。

缺乏硫胺素的种蛋，可在入孵前向气室注射盐酸硫胺素0.05～0.1ml/只。

七、烟酸（niacin）

产蛋母鸡缺乏烟酸时，产蛋率和孵化率都降低，胚胎死亡率增加，对烟酸缺乏的敏感性有品种差异，Leeson等（1979）报道，白色来航鸡的胚胎多于孵化晚期死亡，而洛岛红鸡胚胎死于孵化早期，但严重缺乏时，胚胎死亡可伸延到孵化后期。

烟酸缺乏时影响胚胎物质代谢和发育过程，引起胚胎畸形，主要为神经、心血管、肢体和喙的畸形。烟酸过量亦会使孵化率降低，胚胎死亡率增加。

发现种禽和种蛋缺乏烟酸时，可按每只种鸡一次50～100mg烟酸的剂量拌入料中喂服，亦可加喂色氨酸及吡哆醇，以帮助体内色氨酸向烟酸的转化。约60mg色氨酸可以合成1mg烟酰胺。

八、叶酸（folic acid）

日粮中一般含有足够的叶酸，只有在特殊情况下才会缺乏。Whitehead等（1985）指出，种蛋在入孵前的贮存期过长会导致胚胎缺乏叶酸。

缺乏叶酸的种蛋，在孵化第12d起可观察到胚胎生长缓慢，下喙缺失或发育不全，颈部弯曲，颈骨粗大，胫骨弯曲，骨缩短，并趾、眼变小。这些外表的畸形常伴发内脏异位。死亡高峰在出壳前几天内，鸡胚多死于孵化第19～21d，火鸡胚多死于26～28d，有

些胚胎看似正常，仍于出壳前死亡。

缺乏叶酸的种鸡，可一次注射叶酸 100μg/只，保证日粮中有足够叶酸，即种鸡每千克饲料中含叶酸 0.4mg，鸭和火鸡 1.0mg。

缺乏叶酸的种蛋，入孵前或孵化早期注入叶酸 20～25μg/只。

九、维生素 B_6（vitamin B_6）

维生素 B_6 包括吡哆醇、吡哆醛和吡哆胺，在一般鸡群的日粮中甚少缺乏，但产蛋母鸡对其需要量较大，增加了缺乏的可能性。Weiss 和 Scott（1979）发现母鸡一旦缺乏维生素 B_6，立即食欲减少，随之停止产蛋。实验证明，种鸡日粮中缺乏维生素 B_6 的时间越长，胚胎死亡率越高（见表 8-2）。

Robel 和 Christensen（1991）的报道，对孵化 25 日龄的火鸡胚注射吡哆醇可提高孵化率，然而在日粮中补充吡哆醇却明显影响孵化率和改变胚胎死亡情况。

表 8-2　停止供给维生素 B_6 的时间对胚胎死亡率的影响

停止供给维生素 B_6 的时间（周）	胚胎死亡率（%）	停止供给维生素 B_6 的时间（周）	胚胎死亡率（%）
0	10	5	67
2	20	6	72
4	25	7	100

十、维生素 K（vitamin K）

维生素 K 缺乏而引起胚胎病的情况很少发生，蛋鸡缺乏维生素 K 影响孵化率，经常用抗生素会导致维生素 K 缺乏。

缺乏维生素 K 主要引起胚胎和胎膜出血，Lavelle 等（1994）报道，实验性胚胎维生素 K 缺乏，其血凝时间延长，骨骼 r-羧基谷氨酸减少，但胚胎骨骼的发育仍属正常。

十一、维生素 D（vitamin D）

维生素 D 有几种形式，对家禽来说，最重要的是 D_3 和 D_2，植物性饲料中不含维生素 D，在自然条件下，日光中的紫外线促使鸡皮肤所含 T-脱氢胆固醇转化为胆骨化醇（cholecalciferol），即维生素 D_3，成为鸡所需维生素 D 的来源，故室内饲养的鸡群，或在阴雨季节和冬季所产的种蛋，容易缺乏维生素 D，必需添喂。

种禽缺乏维生素 D 时，一般并不立即出现临床症状，如缺乏程度不甚严重，在 2 到 3 个月后，产蛋量下降，所产薄壳、软壳蛋增多，蛋内蛋黄的可动性较大，孵化率降低。这种情况往往是周期性的，异常阶段和相对正常的阶段交替出现。Harms（1990）指出，并非所有维生素 D 代谢产物都有效或都产生同样效应。用 1,25-二羟基胆骨化醇作为维生素 D 源投喂母鸡，所产蛋虽正常但不能用于孵化，而当向缺乏维生素 D 的种蛋内注射 1,25-二羟基胆骨化醇，则可使孵化率部分恢复（Sande 等，1978），这说明母鸡不能将足够数量的 1,25-二羟基胆骨化醇转运到蛋内以支持胚胎发育。而投喂 25-羟胆骨化醇或 1,25-二

羟基胆骨化醇和 24,25-二羟胆骨化醇混合物的母鸡，所产的蛋能孵化出正常的胚胎。

禽蛋含维生素 D 不足时，胚胎生长发育缓慢，尿囊发育受阻。蛋白利用不良，鸡胚在 10～14d 龄和孵化末期死亡率特别高，火鸡胚则在整个孵化期死亡率稍有上升，在第 4 周时死亡率较高。

禽胚维生素 D 缺乏症又称为胚胎粘液水肿，其特征是胚胎全身水肿，在背、胸、肋等处皮下积聚大量浆液，有时混有血液，皮肤呈典型的浆液性大泡状水肿，皮下结缔组织弥漫性增生，成骨受阻、肢体短小而弯曲，肝脏贫血，呈灰色，按压时坚实易破裂、明显脂肪变性，有时可见坏死病灶，一些病例可见胆管上皮的病变和胆囊淤血；肾脏常肿大。在孵化早期因维生素缺乏而死亡的胚胎，心脏发育不全，脊髓管不闭合。存活到出壳的胚胎有的出现关节变形、脑积水等病状。

过量的维生素 D 也会使孵化率降低，长期大量使用时会引起中毒，孵化后期死亡的雏鸡肾脏有多量的钙沉积，动脉钙化。

确诊维生素 D 缺乏病后，每只种鸡每日一次喂服维生素 D 2 万 IU，并应注意饲料中钙与磷的含量和比例是否合理。

十二、维生素 E（vitamin E）

维生素 E（α-生育酚）在种禽日粮中一般有足够含量，故鸡胚很少发生维生素 E 缺乏病，而火鸡胚则相对多些。维生素 E 在胚胎发育中的作用受到硒、抗氧化剂、脂肪的类型等诸多因素的影响。故维生素 E 缺乏病的发生颇为复杂，要从多方面考虑，方能查明关键所在。Leeson 等（1979）报道洛岛红鸡对于维生素 E 缺乏比白来航鸡敏感，提示存在品种间的差异。维生素 E 缺乏时，在机体中积存由类脂质代谢障碍而形成的有毒产物，对机体造成损害。Haq 等（1994）报道，种母鸡日粮中补充维生素 E 可使其后代免疫应答能力提高。

种禽缺乏维生素 E 时，若缺乏时间较长，雄禽睾丸退化并丧失生殖能力，母禽产蛋量减少乃至停止，种蛋受精率和孵化率明显下降。

鸡胚缺乏维生素 E，从孵化之初起即影响其生长发育，病的特征是造血功能异常和渗出性素质。发育早期的胚体出血、水肿、头肿大，随后可见单眼或双眼突出、晶状体混浊、玻璃体出血，眼呈云雾状斑点、失明。有报道指出鸡胚和火鸡胚在孵化第一周死亡率增加，但亦有研究者认为，胚胎死亡时间无一定规律，在孵化后期死亡率亦会增多。存活至出壳的幼雏失明、呆滞、骨骼肌发育不良、胃肠道弛缓、成活率低。

火鸡胚对维生素 E 缺乏较为敏感，除死亡率升高外，畸形胎也明显增多。在死亡胚胎中，80%有眼角膜混浊，62%有皮下水肿，44%有皮下出血。

缺乏维生素 E 的种禽，每只一次喂给维生素 E 300IU，并在饲料中添加正常量的维生素 E，并应同时添加抗氧化剂。适量添加蛋氨酸和给予含亚硒酸钠 1mg/L 的饮水，连续 3d，亦有效果。饲料中整粒谷物、苜蓿粉、植物油等含丰富维生素 E，日粮中加入 0.3%～0.5%豆油可解决维生素 E 缺乏问题。

表 8-3　蛋鸡维生素需要量（每千克饲料中含量）

维生素 A（IU）	4000	泛酸（mg）	2.2
维生素 D（ICU）	500	烟酸（mg）	10
维生素 E（IU）	5	吡多辛（mg）	3
维生素 K（mg）	0.5	生物素（mg）	0.1
硫胺素（mg）	0.8	叶酸（mg）	0.25
核黄素（mg）	2.2	维生素 B_{12}（mg）	0.003

我国饲养标准，转自：杨山主编《家禽生产学》1995.

第二节　常量和微量元素缺乏或过量

一、钙（calcium）

种禽缺钙引起软骨病，母鸡产蛋量下降，蛋壳质量不佳，在收集和运输过程容易破损。因而易受污染，并影响蛋重。

禽胚在发育过程中，所需钙的 75% 来自蛋壳，当蛋壳中钙不足时，在孵化过程中容易破裂，同时胚胎缺钙、生长缓慢、骨骼发育不良、腿粗短弯曲，翼短而弯曲，下喙变短，额部突出，颈和腹部水肿。在孵化第一周和孵化末期死亡率增加。

钙过量或钙磷比例不当，亦会引起较高的死亡率，Kienhole 等（1961）还发现当日粮中钙含量由 2%～2.5% 增加到 4.0% 时，引起了锌的缺乏，而后者则使胚胎发生严重畸形。

二、磷（phosphorus）

种禽日粮中不仅需要充足的钙和磷，而且两者比例应该适当，不同类型的鸡对钙磷比例的要求不同。Singsen 等（1962）指出笼养的产蛋鸡维持正常孵化率需要 0.4% 的磷，Wilson 等（1980）指出在垫料地板上的肉用种鸡，当磷含量为 0.31% 时即有正常的孵化率，因为鸡可从地面的鸡粪中补充一定数量的磷。当日粮中磷的含量低于 0.2% 时，种蛋的孵化率明显下降，胚胎的骨骼和角质部分发育不良，在孵化 14～18d 时死亡率增高。

三、碘（iodine）

碘在蛋内的含量取决于母禽日粮中含碘量。碘缺乏症较为少见。母鸡缺碘时，甲状腺肥大、过度肥胖、羽毛发育不良、产蛋减少甚至停止。蛋中 95% 的碘在卵黄中，胚胎缺碘时生长发育不良，胚体细小。21 日龄的鸡胚的全胚重量仅为正常的 5/7 到 6/7。出壳时间推迟，22 日龄才开始啄壳，22～25 日龄才是出壳高峰。卵黄的吸收迟滞，胚胎死亡率明显增加。缺碘鸡胚显著特征是甲状腺大于正常，20 日龄鸡胚的甲状腺可达 20mg，而正常同龄鸡胚的甲状腺只有 7mg。母禽日粮中含碘过量，可使蛋内含碘量增加，火鸡在孵化第一周和啄壳期的死亡率增加。

发现缺碘时，可在种禽日粮中补充0.1～0.2 mg/kg的碘，使种蛋的含量和孵化率恢复正常。Christersen等（1991）报道，火鸡蛋的孵化率对种鸡饲料中补充碘的反应有品系差异。

四、锰（manganese）

禽蛋中锰的含量可因种禽日粮中锰的水平不同而有很大差异，因此维持母禽日粮中锰的供应是必要的，但Abdallah等（1994）认为，种母禽能忍受饲料中缺锰长达数周而对孵化率无任何不利的影响。另据报道，产蛋鸡对锰的需要量并不比其他类型的鸡高。日粮中钙和磷过量可减低锰的利用率而使其需要量增加。在正常情况下，蛋鸡日粮含锰量应为40～50mg/kg。

母鸡缺锰时，产蛋量减少，蛋壳形成不良，孵化率低。所产蛋中锰的含量只及正常的40%～50%。鸡胚缺锰的主要特征是软骨营养不良、身体短小，翅和腿短粗、头呈球状，鹦鹉喙、绒毛异常，水肿。孵化后期死亡率增加，出壳的雏鸡有明显神经症状，强直性痉挛和共济失调。Caskey等（1944）亦曾描述缺锰的胚胎的神经性异常类型，孵化后期的胚胎角弓反张和强直性痉挛。

测定禽蛋内锰的含量可监测和诊断胚胎缺锰症。种禽缺锰时可在每千克饲料中添加硫酸锰0.1～0.2g，或用0.02% 高锰酸钾液代替饮水，每日更换2～3次，连用2d，停用2～3d，再用2d。

五、锌（zinc）

锌是禽胚发育所必需的微量元素。种禽日粮中低水平的锌一般已能满足保持正常孵化率的需要，但严重缺锌时仍会影响产蛋量和孵化率。Kienholz等（1961）还指出，饲料中高水平的钙使锌缺乏加剧。

禽蛋总锌含量正常为0.7～1.0mg，大部分存在于卵黄之中。锌参与角质的生成，鸡胚胎缺锌时，主要影响皮肤和骨骼，肢体短小，脊柱和髋骨弯曲，并出现并趾、缺趾、缺腿、缺翼、内脏外露、缺眼、喙畸形、绒毛呈簇状等各种胚胎畸形，死亡率显著增加。孵出的雏鸡身体虚弱，不能采食和饮水，呼吸急促乃至呼吸困难，羽毛不全，易折断，皮肤角化不全等病症。

发现种禽或胚胎缺锌时应在种禽日粮中适当补锌，如添加硫酸锌或氧化锌。Stahl等（1990）指出，饲料中过多地补充锌无助于孵化率的提高。

六、镁（magnesium）

镁亦是必需微量元素，禽体内70%镁存在于骨骼中，对于骨骼的形成不可缺少。种禽缺镁时，产蛋量急剧下降，蛋壳及蛋黄中含镁量均低于正常，胚胎发育不良，孵化后期死亡率增加。孵出雏鸡呈病态，抽搐乃至昏迷，常于出壳仅2d即死亡。

种禽镁过多亦使产蛋量下降、薄壳蛋增多、孵化率下降。

缺镁时可在日粮中添加硫酸镁。

七、硒（selenium）

鸡蛋中硒的含量有很大差异，相差可达10倍，反映了种鸡日粮中硒的含量常有显著的差异。Jensen（1968）、Arnold等（1974）均报道种母鸡饲料中缺硒，可使产蛋量下降，孵化率明显降低，胚胎出现渗出性素质（水肿）和畸形、眼缺乏、喙和翅变形。

Kinder等（1994）报道，过量的硒（达7.1 ppm）引起鹌鹑胚胎的高死亡率，出现侏儒胚，短喙或喙缺失，腿骨和翅骨变短等异常。

八、硼（boron）

硼是否禽类的必需微量元素尚无定论，但摄入过多而发生中毒则在畜禽均有报道。Rossi等（1993）报道，饲喂高水平硼的公禽的精子畸形发生率增加，但受精率和孵化率尚属正常。而肉用种母鸡饲喂高水平的硼不影响其产蛋量，但孵化率则下降。Romanoff（1972）在综述中曾提及向蛋中注射硼酸引起胚胎骨骼畸形。

表8-4　蛋鸡微量元素需要量（mg/每千克饲料含量）

碘	0.3	镁	
锰	25.0	硒	0.1
锌	50.0	硼	

我国饲养标准，转自：杨山主编《家禽生产学》，1995.

第三节　有机营养物质缺乏或过量

一、蛋白质和能量（protein and energy）

蛋白质是禽体一切组织、器官、禽蛋以及生命活动必需的酶、激素、抗体等物质的主要成分。一般来说，日粮中含较高水平的粗蛋白及各种必需氨基酸时，产蛋量及孵化率亦较高，而日粮中蛋白质和能量不足，可能因孵化中期死亡和未能啄壳出壳而使孵化率趋于降低（Leeson和Summers，1991）。Vo等（1994）亦报道对产褐色蛋的母鸡投喂高蛋白饲料获得高孵化率。而Fattor等（1991）则报道，母童子鸡种鸡投喂蛋白质和能量相对严重减少的饲料，对于随后的受精率和孵化率并无影响。

一般认为，蛋白质和能量不足，尤其是缺乏必需氨基酸，会使产蛋量和孵化率降低、胚胎发育不良、畸形率和死亡率相对增加。由于植物性蛋白不能满足家禽对赖氨酸、色氨酸、蛋氨酸、精氨酸等必需氨基酸的需要，单喂植物蛋白可使孵化率明显降低，而胚胎死亡率明显增加。有人曾用豆粉完全取代动物性蛋白饲料饲喂产蛋母鸡，8周后这些母鸡所产蛋的胚胎死亡率达80%，16周后胚胎死亡率达100%。在孵化第2周死亡率增高，在第11d达最高峰。而用动物性蛋白饲料饲喂的产蛋鸡的对照组，所产蛋的胚胎死亡率为10%～19%。

缺乏必需氨基酸时，胚胎生长缓慢，软骨营养不良，羽毛发育不全，除死亡率增加

外，畸形率亦明显增加（见表 8-5）。

表 8-5 氨基酸缺乏导致鸡胚胎的畸形率增加

氨基酸缺乏	胚胎畸形率（%）	氨基酸缺乏	胚胎畸形率（%）
胱氨酸	10	色氨酸	17
苯丙氨酸	12	甘氨酸	20
蛋氨酸	12	谷氨酸	25
半胱氨酸	15		

二、脂肪和脂肪酸（fat and fatty acids）

母禽日粮中脂肪酸的组成与含量直接影响卵黄脂肪酸的组成，而后者则转而影响胚胎的发育和孵化率（Vilchez 等，1990），棕榈酸似能增加蛋黄油酸的水平，影响跨越卵黄囊膜的转运，并保证胚胎的发育而节省亚油酸。Tullelt（1990）指出，年轻的童子鸡种鸡的胚胎减少动员卵黄中的脂类以及卵黄中脂肪酸的改变可造成低的孵化率。在日粮中含有棉籽或木棉籽粉，可使蛋黄成油灰样稠密，并引起铁从蛋黄中释放，产生桃红色的蛋白。硬脂酸与油酸的比例由约 7:43 改变为 20:30，对胚胎发育有严重影响，血液和循环系统形成不良，孵化第一周已有相当死亡，第二周有非常高的死亡率，孵化率几乎减低到零。另据报道，亚油酸严重缺乏时，胚胎死亡率可达 100%，其中 39% 在孵化早期（第四天之前）死亡，孵化第 14d 死亡率略为增高，而在 20～22d 显著增高。出壳前胚胎位置不正、头置于右翼之上，错位率明显增高。

在种禽基础日粮中加入玉米油，棕榈酸，油酸或亚油酸，可减少孵化后期胚胎死亡，提高孵化率。

第四节 综合因素所致营养缺乏病

一、胚胎营养不良

在胚胎发育过程中，由于禽蛋的维生素、矿物质、蛋白质等营养成分综合性缺乏，致使新陈代谢发生障碍，生长发育严重受阻，出现一系列异常，称为胚胎营养不良。主要的病症是：胚体发育不均衡，头膨大、腿过短，肢骨弯曲、关节粗大变形，有时脊柱弯曲(主要在颈部)、羽毛发育不良、皮肤严重水肿。蛋白和卵黄不能充分被利用，卵黄粘稠，羊膜腔内含有粘性胶状液体，各种组织和器官，如肌肉、软骨、肝脏等发育不良，尿酸盐沉积，组织中氯和磷的含量增加，有时钙亦增加。

胚胎的死亡率增加，尤其在孵化中期（鸡胚在第 10～11d 起）出现独特的死亡高峰。孵化率大幅度下降，营养不良极为严重时，孵化率可降到 10%～15%。

胚胎营养不良是指由于营养成分缺乏或组合不当而引起的一组综合病征，临床上很难鉴别出属于哪一种营养缺乏类型，只有全面检查和分析种禽的日粮，以及可能影响营养成分吸收和转运的各种因素，并供应充足的全价日粮，尤其注意添加必需氨基酸、微量元素

和维生素、改善饲养环境，可以制止本病继续发生。

二、痛风（gout）

痛风是核蛋白营养过剩，尿酸在血液中大量蓄积的一种代谢性疾病，常见于鸡、火鸡和鸭，分为内脏型和关节型。在种禽的日粮中有大量富含核蛋白和嘌呤碱的不全价动物性蛋白饲料。此外当同时伴有维生素 A 明显缺乏，或在某些传染病中，其胚胎亦可能出现大批痛风。在尿囊腔中可以见到尿酸盐的沉积和凝块，严重时，尿酸盐沉积在心包、肠系膜、卵黄囊、肝脏、肾脏，甚至在皮肤表面，胚胎在孵化的后半期死亡，一般不能孵出幼雏。

目前对痛风的研究尚不充分，缺乏有明显效果的治疗方法。发现本病时，应对种禽停喂质量不佳和过量的动物性蛋白饲料，给予丰富的青绿饲料和添加维生素 A、复合维生素 B 等。

三、肌胃角质炎

本病的发生由多种因素造成，在维生素 A、C、K 不足时，易于发生，并因孵化条件不正常而加剧。孵化后期的胚胎和幼雏都可以出现肌胃角质膜炎症。角质膜和腺胃的粘膜有溃疡，角质膜易与胃壁剥离。患病幼雏常于出孵头数日内死亡。

主要参考文献

杨山主编 .1995. 家禽生产学. 中国农业出版社. 北京

康世良 .1990. 饲料博览. (4) 31～33

Abdallah AG. et al. 1994. Poultry Sci. (73) 295～301

Arnold RL. et al. 1974. Poultry Sci. (53) 2185～2192

Bethke RM. et al. 1936.J. Nutr. (12) 297～307

Caskey CD. et al. 1944. Poultry Sci. (23) 516～520

Chen F. et al. 1994. Poultry Sci. (73) 682～686

Christensen VL. 1991.Poultry Sci. (70) 2402～2410

Dawson E. et al.1962.Poultry Sci. (41) 1639 (Abstr.)

Dersch H and M.H. Zile 1993. Dev. Biol. (160) 424～433

Fattori T.R. et al. 1991.Poultry Sci. (70) 26～36

Haq AV. et al. 1994. Poultry Sci.72 (Suppl 1) (76) (Abstr.)

Harms RH. et al. 1990. Poultry Sci. (69) 426～432

Hu YiHoo. et al. 1995.J. Taiwan Levestock Res 28 (2) 91～100

Hutt FB. 1961. Ann. NY. Acad. Sci. (91) 659～666

Jensen LS. 1968. Pro. Soc. Exp. Biol. Med. (128) 970～972

Kienholz EW.1961.J. Nutr. (75) 211～221

Kinder L.L. et al. 1994. Poultry Sci. (73) (Suppl 1) 100 (Abstr.)

King LT. and JH.Soares Jr.1980.Poult. Sci. (59) 2352～2354

Lavelle PA. et al. 1994. J. Hutr. (124) 371～377
Leeson S. et al. 1979. Can. J Anim. Sci. (59) 561～567, 569～575
March BE. et al. 1972. Poultry Sci. (51) 891～896
Maw AJG.1954. Poultry Sci. (33) 216～217
Naber EC. 1993.J.Appl. Poult. Res. (2) 385～393
Parkinson JE. et al. 1984. Poult. Sci. (63) (Suppl.1) 161
Romanoff Al. and AJ Romanoff. 1972.Pathogenesis of the Avian Embryo. Wiley-Iterscience New York. NY.
Rossi AF. et al. 1993. Poultry Sci. (72) 1931～1934
Singsen EP. et al. 1962.Poultry Sci. (41) 1401～1414
Squires MW and Naber EC. 1993. Poultry Sci. (72) 483～494
Stevens VI. et al. 1984. Poult. Sci. (63) 760～764
Tuite PT. and RE. Austic .1974. Poultry Sci. (53) 2125～2136
Tullett SG. 1990.Poultry Sci. (69) 1～15
Vilchez C. et al. 1990. Poultry Sci. (69) 1533～1538
Vo KV. et al. 1994. Poultry Sci. (73) (Suppl 1) 163 (Abstr.)
Wesis FG. and ML. Scott .1979.J Nutr. (109) 1010～1017
Whitehead C.C. et al. 1985. Br. Poult. Sci. (26) 221～228
Wilson H.R. 1997. Poultry Sci. (76) 134～143

第九章
传染性胚胎病

传染性胚胎病指由于病原微生物感染而引起的胚胎疾病。按病原可分为病毒性、细菌性和霉菌性三类，近年关于寄生虫侵袭性胚胎病亦有所报道。

病原微生物对胚胎的感染分为内源性感染和外源性感染。

内源性感染，即由母体直接传递的胚胎感染。健康母禽的生殖器官一般不含病原微生物，故所产蛋中亦不含病原微生物。但当母禽患某种传染性疾病，或禽体长期带菌，这些病原体侵入卵巢和输卵管，可在禽蛋形成过程中进入蛋白和卵黄导致胚胎发生各种病理变化，甚至引起死亡。有些胚胎亦可带病孵出，成为下一代的传染来源，使疾病持续发生。这一类传染病称为胚蛋传递性疾病。已知可经胚蛋传递的病原微生物主要有：鼠伤寒沙门氏菌、白痢沙门氏菌、鸡沙门氏菌、禽结核杆菌、亚利桑那菌、链球菌、禽传染性脑脊髓炎病毒、包涵体肝炎病毒、禽白血病病毒，减蛋综合征腺病毒、禽呼肠孤病毒、火鸡病毒性肝炎病毒、鸡败血支原体、滑液囊支原体等。

外源性感染，即外界环境中微生物侵入蛋内所引起的感染。禽蛋有天然的屏障，如蛋壳表面的黏液膜、蛋壳、壳膜、蛋白中各种抗微生物因素如溶菌酶、伴清蛋白、亲和素，卵抑制物以及两层稀蛋白中的高 pH (9.1～9.6)，能有效地防御和抑制微生物的侵入和繁殖，保护胚胎正常发育。但当蛋壳表面受到严重污染或温度和湿度适于微生物迅速大量繁殖等情况下，微生物可迅速穿透蛋壳、克服或避开蛋白内的抗微生物因素，在蛋内繁殖，使蛋腐败或感染疾病。尤其是贮存日久的蛋，溶菌酶的活性下降，蛋白收缩，卵黄变稀、卵黄膜与壳内膜直接接触，穿过蛋壳的微生物便可直接进入卵黄，由于卵黄内不含上述抗微生物因素，侵入的微生物便可大量繁殖使蛋腐败。革兰氏阴性细菌对蛋白中抑菌因素有抵抗作用，进入蛋内后容易繁殖。从外界

进入蛋内的微生物常见的有，引起蛋腐败的微生物：变形杆菌、假单胞菌、产气杆菌、产碱类杆菌、液化链球菌、葡萄球菌、大肠杆菌、沙门氏菌、枯草杆菌、梭状芽孢菌、褐霉菌、曲霉菌、青霉菌、白霉菌、毛霉菌、蜡叶芽孢霉菌等。引起胚胎感染的病原微生物：致病性大肠杆菌和沙门氏菌、鸡新城疫病毒、鸭瘟病毒等。

各个孵化场的卫生情况及其他影响因素不尽相同，胚蛋受污染情况及主要致病菌也有很大的差别，但一般来说，微生物感染仍是影响孵化率的最重要因素之一。Nashed（1981）对500只19～21d龄死亡鸡胚进行细菌学调查，细菌平均污染率为60.8%，污染菌包括肠杆菌科（38.2%）、微球菌（33.3%），链球菌（12.2%），假单胞菌属（11%），拟炭疽菌（5.3%）。Istiana（1994）对三个鸭孵化场胚胎细菌污染情况进行调查，沙门氏菌的检出率分别高达24.7%，19.8%～49.5%和23.1%～71.3%，在发现的沙门氏菌8个血清型中，以鼠伤寒沙门氏菌最为主要。刘志玲等（1994）对二个孵化场死亡鸡胚抽样调查，发现因传染性胚胎病而死亡占54.44%，在180只死亡鸡胚中有102只检出细菌。

胚传递性传染病必需结合种禽的流行病学以及胚胎病理特点，必要时进行免疫试验，综合分析，作出诊断，细菌性感染所引起的胚胎病变往往相似，通常要作病原菌分离和鉴定以求确诊。

第一节　病毒性胚胎病

一、新城疫（Newcastle Disease，ND）

新城疫俗称亚洲鸡瘟或伪鸡瘟，主要侵害家鸡和珠鸡，高度接触传染、死亡率达90%～100%，蛋鸡的产蛋率下降30%～70%，甚至停止产蛋。蛋壳褪色或呈花斑样。本病由副黏病毒Ⅰ型（又称新城疫病毒，NDV）引起，处于ND潜伏期的母鸡所产的蛋，其卵黄中的NDV可长期存在。落在蛋壳上的NDV，蛋产下后经7～15d死亡，在卵黄中的NDV在孵化后3～4d引起胚胎发病和陆续死亡。

病胚各器官充血，出血和水肿，以头、颈和肢体较明显，严重者全身充血和连片出血。神经组织和眼晶状体均受侵害并有坏死区、羊膜腔内充满淡红色或暗红色液体，胚胎的死亡以及病理变化的特点和程度取决于病毒的毒性和浓度，并与受感染时的胚龄有关。

诊断：可取病胚或死胚的尿囊液作红细胞凝集试验（HA）和血凝抑制试验（HI）。

近年由于对种鸡群ND免疫接种有较好效果，种蛋亦从而获得免疫力，故胚胎因ND而死亡的情况并不多见，但所孵出的雏鸡仍可能因污染而有带毒的危险，应作为检疫工作的一个环节，予以重视。

二、鸡传染性支气管炎（Avian Infectious Bronchitis，IB）

本病是由冠状病毒属的鸡传染性支气管炎病毒（IBV）所引起的急性、高度接触性传染病，是引起胚胎和幼雏死亡的危险疫病之一。病雏以呼吸道症状为主要特征、出现肾病

征者病情较重。成年母鸡一般不会造成死亡，但 IBV 常侵染卵黄和输卵管，正在产蛋的母鸡群产蛋率大幅度下降，约为受感染前的一半。而幼鸡受 IBV 感染后，输卵管产生永久性病变，到性成熟期也不能产蛋。蛋的品质不佳、蛋壳有明显的增生物即粗蛋壳、有时产出无壳蛋，蛋白稀薄如水。胚胎死亡率增高，孵化率降低。

IBV 经尿囊腔和卵黄囊接种，很容易在鸡胚胎繁殖，9～10d 龄鸡胚最敏感。经继代后可使胚胎的病变加重、病程缩短。经 5～10 次继代后，胚胎可在感染后任何时期死亡，死亡率高达 80%以上。胚胎发病的主要特征是：发育严重阻滞，胚体缩小（侏儒胚），肌肉萎缩，肺和心脏发育不良、脾肿大、肾脏尿酸盐沉积、尿囊出血等。

诊断：本病的许多检测方法都是通过鸡胚进行。病毒分离和电镜观察、荧光抗体检测、ELISA 检测，以及近年发展的 PCR 和核酸探针技术，均已用于本病的诊断。

三、禽脑脊髓炎（Avian Encephalomyelitis，AE）

本病是由禽脑脊髓炎病毒（AEV）引起，主要侵害鸡、火鸡和鹌鹑，亦可人工感染雏鸭、幼鸽和珠鸡。成禽感染后一般不出现病状。

本病是一种典型的经蛋传播的疫病。产蛋母鸡感染后发生过一次性产蛋下降，（约持续 2 周），易被忽视，但所产蛋中已含有 AEV，所孵出的雏鸡亦带有 AEV，呈垂直传播。受感染的种蛋在入孵后第一周即出现较高的死亡率，表现为血环死胚增多。第二个死亡高峰出现在出壳前 2～3d。能够孵出的雏鸡很快出现震颤和共济失调等神经症状。

在 5～6d 龄胚胎卵黄囊接种含 AEV 的病料，12d 后检查，可见胚胎萎缩，爪卷曲、营养不良。死亡的胚胎可见胚体出血、肌肉萎缩，脑软化，与正常胚胎比较，显得过分瘦削、尿囊和肾脏内尿酸盐过度沉积。组织学检查可见神经组织局部水肿、神经胶质细胞增生，肌纤维肿胀、坏死、断裂和横纹消失。

诊断：取胚胎病料进行中和试验、荧光抗体、ELISA 和琼扩试验等。

四、禽流感（Avian Influenza，AI）

本病由 A 型禽流感病毒（AIV）引起，在禽类中广泛流行，鸡、火鸡、鸭、鹅、珠鸡、鹌鹑等家禽，以及各种水鸟、野鸟均可感染。病情极其多样，因病毒的类型和毒力不同，宿主抵抗力的差异，分别表现为亚临床型（无症状）、温和型、呼吸道症状、产蛋下降到全身症状等，严重者呈急性败血性，发病率和死亡率均可高达 90%～100%。

受感染母鸡的产蛋量下降，所产蛋中带有病毒，可引起胚胎感染和早期死亡。病毒在蛋壳上的存活率低，在 37.5℃时，只能存活一昼夜。胚胎受 AIV 感染后，生长发育受阻，到孵化后期，全胚重比正常胚明显减少，但尿囊重量和尿囊液增加，气体交换被破坏，消耗氧气量和二氧化碳排出量都减少。在感染后第 5d，死亡率达最高点。死胚可见其躯体和内脏器官有广泛的出血区，发育异常。有人曾对 AIV 的致畸作用进行研究，当注射浓度为 10^{-3}的 AIV 时，100%胚胎发育不全；浓度为 10^{-4}时，83%胚胎发育不全；浓度为 10^{-5}时，70%胚胎发育不全；浓度为 10^{-7}时，则直到接种 AIV 后第 5d，仍未发现发育异常。胚胎畸形以头部和躯干部骨骼的发育不全为主要特征。

诊断：AIV 在死亡胚胎的尿囊液中大量存在，可作病毒分离鉴定，血凝及血凝抑制试验，琼扩试验、ELISA 试验、PCR 及核酸探针检查等均已用于本病的诊断。

五、禽传染性喉气管炎（Avian Infectius Laryngotracheitis，ILT）

本病由禽疱疹病毒，亦称禽传染性喉气管炎病毒（ILTV）所引起。主要侵害鸡、偶尔感染雉鸡、鸭、鸽、孔雀和幼火鸡。带毒病鸡是重要传染来源。母鸡感染 ILTV 后，产蛋量急剧下降，畸形蛋增多、蛋壳色素消退、部分棕壳蛋变成白壳蛋。

通过卵巢传递 ILTV 的可能性尚未得以证实，经尿囊膜接种病毒后，在尿囊膜上出现痘斑样增生性病灶，细胞核内出现包涵体。受感染的鸡胚通常在接种后 2～12d 内死亡，尿囊膜水肿，内脏器官出血。

诊断：可在鸡胚的气管和支气管采取病料分离和鉴定病毒，常用荧光抗体、琼扩试验、中和试验等血清学方法诊断本病。

六、禽痘（Avian Pox）

痘病毒科禽痘病毒属包括鸡痘病毒、火鸡痘病毒、鸽痘病毒、鹌鹑痘病毒以及一些鸟类的痘病毒。各种禽痘病毒都表现一定程度的宿主适应性，如鸡痘病毒（Fowlpox Virus）主要侵害鸡，产蛋鸡被感染后，产蛋量短期下降，并可能通过卵巢传递病毒，实验表明，受感染的种母鸡在 16 个月后仍能经蛋排出病毒，表明蛋传递途径在鸡痘的传播上有重要意义。另有试验证明，禽痘病毒经若干代继代后仍能进入胚体内繁殖。

禽痘病毒能妨碍胚胎的发育，病毒毒性越强，数量越多，胚胎发育障碍越严重。禽痘病毒在胚胎尿囊膜上形成淡白色致密的痘斑，痘斑的大小和数量取决于病毒的毒性，随着病程的进展，痘疮中心坏死，局灶性病变互相融合而成为弥漫性大片痘斑，尿囊膜高度水肿。禽痘病毒在胚胎细胞中大量繁殖引起典型的细胞病变并出现胞浆内包涵体。

诊断：除发现胚胎的典型病变外，还可进行琼扩、间接血凝、荧光抗体及 ELISA 等免疫学试验。

七、包涵体性肝炎（Inclusion Body Hepatitis，IBH）

本病由腺病毒科禽类腺病毒属（Aviadenovirus）的鸡包涵体性肝炎病毒（IBHV）所引起。有多种血清型，伴发鸡传染性法氏囊病或传染性贫血时，可增强 IBHV 的致病性。本病主要发生在鸡、火鸡和雉鸡，其他家禽亦偶有发生。

本病主要感染 5～7 周龄的鸡，产蛋母鸡多呈隐性感染，没有明显的临床症状，但产蛋率下降，蛋的质量亦降低。病毒经蛋传递是本病的主要传播途径。

IBHV 对鸡胚的毒性与病毒毒株对鸡胚的易感性、胚胎日龄及接种途径有关。大多数毒株在接种入敏感胚胎的卵黄囊后，胚胎于 5～10d 内死亡，在较迟死亡的胚胎的肝脏中，可发现核内包涵体、死胚皮肤出血，肝脏有坏死灶。

诊断：IBHV 经鸡胚继代增强毒性后，可引起典型的细胞病变及肝细胞出现嗜碱性包涵体。亦可进行间接免疫荧光试验和 ELISA。

八、减蛋综合征（Egg Drop Syndrome，EDS-76）

本病的病原是腺病科减蛋综合征病毒（EDSV），仅有一个血清型。EDSV 的自然宿主可能是鸭、鹅，但仅鸡在感染后发病，主要发生于 24～26 周龄的产蛋鸡，临床症状不明显，可能有轻度的呼吸道症状，产蛋率在数天内突然大幅度下降，一般下降 20%～40%，最高可达 60%，病程可延续 1～3 周，重者达 7～8 周，以后产蛋率逐渐恢复，但不能恢复到正常水平。本病的另一特征是蛋的质量下降，产出畸形蛋、薄壳蛋、无壳蛋或褪色蛋，一些种蛋在靠锐端 1/4 处，环绕蛋的中轴出现一环形带状隆起，并常有细小裂纹，另一些种蛋呈半透明薄壳状，很容易破损，有报道称破损率可达 20%～40%。还有一些褐色蛋褪为灰白、灰黄色、蛋壳表面粗糙。蛋清稀薄如水，可能混有血液等异物，卵黄变淡。

病鸡所产蛋的孵化率降低，可达 49%（Borzenmska，1986），胚胎发育不良，胚体蜷缩，死胎充血或出血，孵化的幼雏体弱，易发生感染。Borzenmska 等（1986）报道，实验性感染母鸡所产的蛋，孵化后可见 20%雏鸡眼过小，卵黄囊、肝、胃、心脏等有不同程度的畸形，发生率为 11%～59%。

诊断：除根据不显临床症状而产蛋率突然大幅度下降，产出大批畸形、薄壳、无壳、褪色蛋等特点外，可进行血凝抑制试验，琼扩、ELISA 等免疫学试验，近年 PCR 及核酸探针技术已用于 EDSV 的检测。

九、禽病毒性关节炎（Avian Viral Arthritis，VA）

本病的病原是呼肠孤病毒（REOV），有数种不同的血清型，3～7 周龄的鸡多发，20 周龄或更大的蛋鸡亦可发病。发病率甚高而死亡率较低，有的病鸡可能转为慢性。蛋鸡感染后其产蛋率可下降 10%～15%，蛋的受精率也降低，这可能与病鸡的关节和腱鞘受损、运动障碍而影响正常的交配有关。

经蛋垂直传递是 VA 传播途径之一，虽然传播率不高，有报道为 1.7%，但带毒出壳的雏鸡的水平传播往往可使整个鸡群均受感染。

REOV 能在敏感的鸡胚内繁殖，卵黄囊或尿囊膜接种均合适，尿囊腔接种的结果不稳定。经卵黄囊接种后，鸡胚可于 3～5d 内死亡，胚体明显充血、体表呈暗紫色，内脏器官亦充血和出血，较迟死亡的鸡胚，发育障碍，肝、脾、心肿大并有细小的坏死灶。经尿囊膜接种后，尿囊膜水肿增厚，有白色淡黄色的痘斑样病变，细胞浆内有包涵体，胚体的病变与卵黄囊接种者相同。

诊断：琼扩、荧光抗体等免疫学试验可作出诊断。

十、禽白血病（Avian Leukosis，AL）

本病是由反转录病毒科、禽 C 型反转录病毒属，禽白细胞增生病病毒（ALV）所引起的禽类肿瘤性疾病，包括淋巴细胞性白血病（Lymphoid Leukosis，LL）、成红细胞性白血病、成髓细胞性白血病、骨髓细胞瘤等，其中以 LL 最为常见。

LL主要危害鸡，14～16周龄多发，在性成熟时发生率最高。ALV可由受感染母鸡经蛋垂直传递，病鸡生殖道上有病毒增殖，输卵管尤其是蛋白分泌部的病毒浓度最高，所产的蛋内亦含有病毒，故孵出的雏鸡亦带毒。ALV经蛋传播率与受感染的程度、鸡的品系以及母鸡的免疫状态有关，老年母鸡所产的蛋的带毒比例比初产鸡低。

ALV能在敏感鸡胚的尿囊膜上复制，并形成痘斑样病灶。卵黄囊内接种，可使鸡胚的某些组织器官出现肿瘤，受感染胚的发育迟滞，重量减轻，肝脾高度肿大，有时会出现较高的死亡率。

诊断：根据病史，症状及病理学变化可作出诊断。

十一、马立克氏病（Marek's Disease，MD）

本病是由疱疹病毒B群、马立克氏病病毒（MDV）引起鸡的一种以淋巴组织增生和肿瘤形成为特征的传染性疾病，MD能否经蛋传播有不同意见，曾有人在鸡胚中分离到致病性病毒，但更多的实验结果则否定了经蛋传播的可能性。

MDV在鸡胚中生长较差，经卵黄囊或绒毛尿囊膜接种MDV，分别于接种后4～6d或10～11d在尿囊膜上产生痘斑样病变。全胚重量较正常轻，但内脏器官重量增加。

十二、传染性法氏囊病（Infectious Bursal Disease，IBD）

本病的病原是一种属双RNA病毒的传染性法氏囊病病毒（IBDV）。临床上主要危害雏鸡，尚未见经蛋传播的报道。

IBDV能在鸡胚中增殖，适宜的接种途径首推绒毛尿囊膜，其次为卵黄囊和尿囊腔。当接种IBDV于10d龄的敏感鸡胚的绒毛尿囊膜上，鸡胚死于接种后3～5d内，尿囊膜水肿，有痘斑样病灶。受感染的鸡胚皮肤充血、出血，腹部胀大，心肌苍白，肝脏色泽不均、呈花斑状，肾充血、点状坏死，脾苍白、有坏死点，肺充血。

十三、鸭病毒性肝炎（Duck Viral Hepatitis，DVH）

本病的病原为小RNA病毒科鸭肝炎病毒（DVHV），主要是危害4周龄以下雏鸭、高度接触传染、病程短、死亡率高。6周龄以上鸭对DVH反应轻微，无临床症状，亦不影响产蛋率。

DVH是否经蛋传播尚有争议，早年的研究表明，母鸭感染DVH后，虽无临床特征表现，但10%～60%的蛋受到感染。50%以上的鸭胚死于不同的发育阶段。还曾报道在发生DHV养鸭场，80只死于孵化第15～26d的胚胎中，有7.5%分离出DHV。剖检10～15d胚龄的死胚，可见卵黄血管充血扩张，胚体有点状出血和水肿，多见于头部、肢体和羽毛乳头。孵化至15d后死亡的胚胎，可见尿囊液呈浅绿或乳白色，黏稠而透明，胚胎发育不完全，有的还可见后肢肌肉萎缩、头部瘀血、肝肿大、色浅褐或暗绿、色泽不均，受损部位一般靠近肝的边缘。尿囊血管充血，卵黄呈暗绿色。病鸭胚胎肝细胞有浸润、变性和增生等组织病理学变化。

但近年亦有学者认为DVH不会经蛋传播。

通过鸡胚连续传代，可使 DVH 对雏鸭的致病力逐渐降低，而对鸡胚的适应力和致死率则不断增加，初代鸡胚致死亡率一般为 60%，经若干代传代后可上升至 100%。鸡胚通常于接种后 5～6d 死亡，发育迟滞、水肿、肝呈黄绿色并有坏死灶。

诊断：ELISA、SPA 协同凝集试验、荧光抗体等可用于 DHV 的快速诊断。

十四、鸭瘟（Duck Plague，DP）

本病又称为鸭病毒性肠炎（Duck Viral Enteritis，DVE），病原为鸭瘟病毒（DPV），是危害鸭、鹅、天鹅的一种急性、败血性传染病，主要通过接触传染，迄今尚未见可以经蛋传播的报道。

母鸭受感染后其产蛋量出现突然的持续性大幅度下降，可达 25%～40%，种蛋的受精率和孵化率也较正常低。从鸭分离出的 DPV 毒株能在鸭胚和鹅胚上增殖，但不能直接适应于鸡胚，要经过鸭胚或鹅胚传代后才能在鸡胚上增殖。将病毒接种于 9～14d 龄的鸭胚绒毛尿囊膜，胚胎一般在接种后 4～9d 内死亡，绒毛尿囊膜充血、出血、水肿、有灰白色坏死斑点，胚胎皮肤小点出血，胚体水肿、肝脏有出血和坏死病灶。连续继代后，接种后出现死亡的时间缩短，死亡率增高。

第二节　细菌性胚胎病

一、鸡白痢（Pullorum Disease）

本病由鸡白痢沙门氏菌（Salmonella Pullorum）引起。主要侵害 20d 龄内幼雏，雏鸡、雏火鸡和雏雉鸡易感，其他家禽和鸟类亦偶有自然发病的报道。成年鸡主要感染生殖器官，呈慢性局部炎症。受感染的公鸡的生殖器、母鸡的卵巢和输卵管等带菌，致使产蛋量下降，无精蛋增多，孵化率大幅度下降。

本病可经蛋传递，带菌母鸡所产蛋平均有 3/4 受到感染。在孵化房内，出壳雏鸡还可通过污染的环境和用具而受感染。带菌的种蛋在孵化时胚胎死亡率高，死胚检查可见其卵黄呈棕色、血管网充血，有时浓稠的卵黄色泽不均，肝肿大，有许多细小的点状坏死病灶。心脏、脾脏和肾脏亦可见这种坏死病灶。胆囊一般胀大几倍，充满黏稠的暗绿色胆汁，从内侧浸润肝脏。有时可见肝脏脂肪变性，肝色泽不均。在卵黄囊、卵黄膜和胚体上有尿酸盐沉积，尤其多见于输尿管、肾、直肠和泄殖腔。

诊断：可从死胎的卵黄、胆囊、肝脏等器官分离培养检出鸡白痢沙门氏菌。亦可作平板凝集试验。

二、禽伤寒（Fowl Typhoid）

本病的病原是鸡沙门氏菌（Salmonella Gallinarum），鸡、火鸡、珍珠鸡、雉鸡、松鸡、孔雀等都可自然发病，多发于 6 月龄以下，成年鸡亦可急性暴发，亦可能无症状而成为带菌鸡，所产的带菌种蛋的垂直传递是本病的重要传播途径。据报道，鸡、火鸡、珍珠鸡、

雉鸡、松鸡、孔雀的种蛋带菌率分别为1.73%、4.75%、11%、31.9%和36%，在血清学阳性的种鸡中，种蛋带菌率可高达50%。

带菌种蛋在孵化中胚胎死亡率高，胚胎发育不良，孵出弱雏、病雏，有的很快死亡。病雏的症状与鸡白痢相似，应注意两者的鉴别。

诊断：从死胚或死亡幼雏的内脏中分离和检出鸡沙门氏菌。

三、禽副伤寒（Fowl Paratyphoid）

引起本病的病原体是沙门氏杆菌属中多种有鞭毛能运动的病原菌，目前已知有40多种血清型能引起本病。能感染各种家禽和野禽，2周龄内的雏鸡和火鸡最易感，感染率和死亡率都较高，成禽多为亚临床型，不出现明显症状，但母禽的卵巢和输卵管可以带菌并有炎症，经蛋垂直传递是本病传播的重要途径。

据报道从受感染母禽卵巢、输卵管以及卵子中分离到致病性沙门氏菌。禽蛋在贮存期间，病菌也能进入蛋内。曾检查50个贮存26d的鸭蛋，从12个蛋的卵黄、6个蛋的蛋白及8个蛋的蛋壳上分离到致病菌。感染沙门氏菌的水禽胚胎，死亡可发生在孵化的不同时期，但以2～22d胚龄最多见，胚胎死亡率可高达85%～95%。死胚的主要病理特征是尿囊膜水肿，有时可见出血和坏死灶。急性发病死亡时，以内脏器官出血为主，病程延长时，主要病变发生在肝脏和卵黄，肝肿大、边缘钝圆，色不均匀，有时有浅白色坏死病灶。卵黄浓稠，呈绿色。脾脏肿大。

诊断：取内脏病料作沙门氏菌分离培养和鉴定。用胆汁为接种病料，40%～60%的病例可分离出沙门氏菌。

四、禽大肠杆菌病（Avian Colibacillosis）

本病的病原是大肠杆菌（*E.coli*），有众多血清型，引起鸡大肠杆菌的常见血清型有O_1、O_2、O_{78}、O_{35}、O_{36}、O_{111}、O_{126}等。由于大肠杆菌普遍存在于鸡舍环境中，也是鸡肠道的常见菌，其中一些血清型是致病菌，还有一些在一定条件下可以致病，成为经常的潜在危险，是对养禽业危害较大的病原菌之一。

本病既可由环境污染物传播使胚胎感染或死亡。患病母禽常引发卵巢和输卵管炎症，所产蛋中可含有多量致病性大肠杆菌，其次，禽蛋产出后，蛋壳表面被含菌的粪便和垫草污染，在蛋白的溶菌酶活性降低时，由蛋壳进入的大肠杆菌便能迅速增殖，在大型养禽场中，孵化育雏连续作业，本病呈稳定的地方性流行，主要是通过孵化器传播。

受感染的胚胎有较高的死亡率，自然病例可在孵化早期、后期或出壳前死亡，死亡胚胎表现为卵黄吸收不良，呈黄绿色黏稠状物，有的甚至变为干酪状，胚体皮肤广泛出血，羊膜腔出血，肝脏坏死。死胚的蛋白、卵黄和内脏中含有大肠杆菌，能出壳者不少成为弱雏、病雏，卵黄吸收不全，最典型的特征是1/3死亡幼雏可见浆液性、纤维素性心包炎和肝周炎。还有脐炎和腹膜炎。

胚蛋实验性感染大肠杆菌，胚胎死亡率可高达64%，鸭的种蛋感染致病性大肠杆菌，孵化率由正常的86.3%降为59%，从42.3%的死亡鸭胚中分离出各种细菌，有25.5%是

大肠杆菌。鸭胚病理变化的特征是卵黄囊发炎，心脏和肝脏出血，泄殖腔内尿酸盐沉积。

诊断：病原菌分离和鉴定。

五、亚利桑那菌病

本病主要危害火鸡和鸡，可以经蛋垂直传递，从血清学阳性的母鸡所产的蛋和胚胎中可以分离到致病菌。种蛋内的亚利桑那菌，可能来自受感染母禽的卵巢和输卵管，也可以在蛋产出后经蛋壳进入蛋内。

六、禽结核病（Avian Tuberculosis）

本病的病原是禽结核杆菌，见于各种禽类，鸡、鸽和观赏鸟类常有发生。患病母禽的产蛋率一般很低，所产蛋的受精率也较低，曾报道实验性感染禽结核杆菌的种鸭所产蛋的受精率只有18.3%。患病母禽所产蛋的感染率也较高，种蛋带菌率可达3.5%～8.0%，带菌蛋孵化时的胚胎死亡率也较高，据报道，人工感染试验表明，种蛋受精率降低为46.4%～86.4%，孵化中死于结核菌感染的胚胎为4.8%～85.8%，死胚和孵化后期仍存活的胚胎，在其卵黄液中可分离到结核杆菌，所孵出的小鸡亦常患结核病。在患病母禽的卵巢未发现结核病的特征变化，估计禽蛋在形成过程中通过血源性途径感染。以上情况提示结核病有可能经蛋传播。但亦有报道指出，从自然感染的阳性种禽群所产种蛋所孵出的数百只小鸡中，没有一例被发现患有本病。因此，禽结核病是否经蛋传递尚无定论。

七、弯曲杆菌性肝炎

本病由空肠弯曲杆菌（*Campylobacter jejuni*）引起。主要感染鸡，处于盛产期的种鸡群受感染后，产蛋量明显下降，可达35%。本病是否可经蛋传递尚无定论。人工感染试验表明，经绒毛尿囊膜接种的胚蛋能孵出小鸡，而这些小鸡的肝脏有病变，并能分离到病原菌。另据报道，从自然感染的阳性鸡群的种蛋内，或孵化时的死胚中，均可分离出本菌。

八、禽支原体感染（Mycoplasma Infection in Avian）

是鸡败血支原体（MG）、滑液囊支原体（MS）、火鸡支原体（MM）、分别引起鸡和火鸡的几种感染。

（一）鸡败血支原体感染

亦称慢性呼吸道病（CRD），是较常见的可经蛋传递的疾病。

受感染种鸡群在较好的管理条件下，死亡率不高。但公鸡的精子及母鸡的输卵管均可能带菌，使部分种蛋也带菌，其中一些能存在于鸡胚使孵化出壳的雏鸡带菌，经水平传播而使新鸡群受感染。

由严重感染的种禽群产出的鸡蛋，可能有10%～30%的胚胎在孵化的末期死亡。胚胎生长受阻，胚体矮小，关节发炎肿胀，跗关节腔内有积液。孵化末期死亡胚胎的气囊、肺和气管均受感染，在第18～19d龄的鸡胚，MG能引起明显的气囊炎。即使已经完全发

育成形，已啄壳而未出壳的雏鸡，经常可见肺炎、气囊壁变厚，血管明显出血，气囊腔中积有浆液性或纤维素性渗出物，喙和咽喉、气管内积集较多的黏液，同时可见心包出血，实质器官瘀血，肝坏死等。

感染 MG 的 1 日龄雏鸡，在孵出的第 1 天即可出现呼吸功能紊乱的特征，呼吸困难，声音嘶哑。

在分离野外的鸡败血霉形体菌株时，可将经醋酸铊等处理过的材料接种到 7 日龄的鸡胚卵黄囊内，一般需作数代传代，才能较规律性引起胚胎死亡和典型的病变。一般在接种后 5～7d 内发生死亡，死胚的异常变化是全身性皮肤水肿，侏儒胚、肝坏死、脾肿大、关节脓肿等。

（二）火鸡支原体感染

火鸡支原体可使火鸡感染而出现呼吸道症状，该病能经蛋传播。

受感染的带菌公火鸡能通过配种而将病菌传给母火鸡。其中以阴道和子宫的污染情况最严重，母火鸡生殖道的带菌状态常可使种蛋也受污染，以卵黄膜带菌机会最多。经蛋传递率受很多因素所影响，初产 2～3 周，传递率不高，盛产阶段较高，到产蛋季节的后期，传递率则很低。从受感染种火鸡群的种蛋孵出的雏火鸡中，气囊炎发生率为 10%～20%。

受火鸡支原体感染的胚胎，其病变及控制方法与鸡败血支原体基本相同。

（三）滑液囊支原体感染

滑液囊支原体感染鸡或火鸡后，可出现气囊炎和滑膜炎，该病也是可经蛋传播的。

将滑液囊支原体接种于 5～7d 龄鸡胚卵黄囊、绒毛尿囊膜或尿囊腔内后，能使被接种鸡胚于接种后 4～10d 内死亡，死亡胚胎的绒毛尿囊膜上有小点出血，胚体轻度出血，肝肿大并有小点坏死灶，脾和肾肿大等。

对滑液囊支原体的控制和扑灭的方法与鸡败血支原体基本相同。

诊断：禽支原体可从受感染雏鸡和死于壳内的胚胎的食管、气管、卵黄囊分离到。确诊需进行病原分离鉴定和血清学诊断，如血清平板凝集试验、血凝抑制试验、ELISA 试验等。

九、葡萄球菌病（Staphylococcosis）

不同类型的葡萄球菌对禽类胚胎的毒力差异较大，从自然感染致死的胚胎或幼雏中，不难分离到葡萄球菌，该病能否经蛋垂直传播上至今尚未定论。

对凝固酶试验阳性的各种葡萄球菌所作的人工感染表明：胚胎和孵出的幼雏对感染葡萄球菌很敏感，不同批次孵化的胚胎的死亡率为 1%～4.4%，在入孵前感染的种蛋，大多死于孵化的早期，在孵化期间受孵化机内空气中的细菌所污染的胚蛋，死亡也很快。主要病变是卵黄未充分利用，实质器官出血，脐炎和腹膜炎。在孵化的幼雏中所见到的滑膜炎、关节炎，除感染葡萄球菌之外，往往还有链球菌、铜绿色假单胞菌等。在幼雏的脐炎病例中，20%的胚胎和幼雏感染了大肠杆菌，41.5%感染了各种假单胞菌，26.5%为葡萄球菌感染。

葡萄球菌经接种感染 6 日龄的鸡胚，经过 48h，约有 50%的胚胎死亡，胚胎死亡率随

被感染胚胎的日龄增长而降低。

十、链球菌病（Streptococcosis）

链球菌病的致病菌很容易从蛋壳分离到，它们在湿度较大等有利条件下能引起胚胎及孵出的幼雏死亡。禽类胚胎感染致病性链球菌后，死亡率与感染时的胚龄有关。胚胎日龄越大，抵抗力越强。4日龄的胚胎的敏感性最高，感染后死亡率几乎高达100%。受感染的胚胎可见关节受侵害，滑膜发炎，逐渐坏死直至形成骨炎。其后，在肝脏和卵黄囊内发生病变。在孵化器中孵出的幼雏受病菌污染后会发生脐炎。在脐区的皮下出现炎性水肿，有时呈暗红色。腹壁也同样水肿，血管充血。卵黄的内容物呈水样的棕褐色，有难闻的臭味。链球菌可以在幼雏孵出后通过脐环侵入体内，在水禽更重要的传染途径是经过卵巢使种蛋受感染。

诊断：病原菌分离鉴定及血清学诊断。

十一、绿脓杆菌感染（P.aeruginosa Infection）

在孵化过程中死亡的胚胎可分离出各种假单胞菌，其中主要的致病菌是绿脓杆菌。这些细菌常存在于孵化器的部件和空气中，以及在器具的冲洗液中，绿脓杆菌可经蛋壳侵入蛋内，试验表明，在蛋壳上涂布本菌培养物，10min后，10%试验蛋的蛋白及5%的卵黄中可检出绿脓杆菌。经24h后，可在55%试验蛋的蛋白和30%的卵黄中检出绿脓杆菌。

鸡胚蛋感染绿脓杆菌，在孵化第1～8d，胚胎死亡率可高达14.5%。随着病菌在胚胎内增殖，其致病性亦增强。死亡胚胎的病理特征变化是出血性败血症，胚体出血，皮下水肿，肝脏、肺脏和脾脏呈深褐色，柔软、松弛。尿囊血管淤血。

诊断：病原菌分离鉴定。

十二、禽螺旋体病（Avian Spirochetosis）

禽螺旋体病病原是鹅疏螺旋体，鸡疏螺旋体和鸭螺旋体。目前尚未收集到有关该菌自然感染引起胚胎死亡的资料，但病原体能在鸡胚的卵黄囊内，尿囊腔及绒毛尿囊膜上生长，繁殖的菌体主要分布在胚体及胚膜内，在胚体外的胚液中也能发现少量的细菌。

十三、禽衣原体病（Avian Chlamydiosis）

禽衣原体病的病原是鹦鹉衣原体，该病不经蛋传递。

火鸡感染强毒株鹦鹉衣原体后，产蛋率迅速下降，严重时暂时停产，需经较长时间才能恢复到发病前的产蛋水平，种蛋的受精率和孵化率也较正常低。衣原体能在鸡胚卵黄囊内增殖，并能在卵黄膜上获得较高滴度的衣原体，人工感染的鸡胚一般于接种后3～10d内死亡，死亡胚体较为一致的变化是卵黄膜血管明显充血，胚体亦可见充血和出血。

十四、禽曲霉菌病（Avian Aspergillosis）

引起禽胚胎感染的曲霉菌有多种，其中主要致病的是烟曲霉（*Aspergillus fumigatus*）

和黄曲霉（*Aspergillus flavus*）。禽胚对于这些曲霉很敏感，多为外源性感染，产蛋箱内污染尤其是孵化房和孵化器内感染最为常见，当室内通风不良、湿度较高，适于曲霉菌大量繁殖和散播，在空气中，孵化器内部，仪表、蛋盘及其他器皿都易于分离到曲霉菌。

沾附在蛋壳上的曲霉菌繁殖形成菌丝，通过壳孔进入蛋内、引起胚胎发病和死亡，据报道在自然感染情况下，15d 龄鸭胚开始大量死亡、出壳前达到高峰（陶立等，1991）。曲霉菌经常在内壳膜上形成黑色的菌斑、在气室部位尤为明显，照蛋时容易发现。自然感染的胚蛋常见特征性剖检变化，病变程度取决于周围环境的温度、湿度以及胚龄。最常见的是在气室上产生深绿黑色的菌苔，由毛茸茸的菌丝体构成，有特殊的分生孢子和分生孢子柄，有的胚胎在感染后 10～48h 死亡，死胚的胚膜水肿，有时出血，内脏器官有浅灰色小结节，典型病变是鼻孔和耳管常因长满曲霉菌而被堵塞，有时蔓延到眼角膜表面，胚体内有大量坏死病灶。但亦有报告胚体无肉眼可见的变化（陶立等，1991）。

由气室注入曲霉孢子进行人工感染，胚胎常在 36～48h 死亡，羊水呈深绿色或黑色。如在孵化前人工感染，可见曲霉菌在胚体和胚膜上繁殖，有广泛的坏死病灶。

胚蛋在受曲霉菌严重污染的孵化器内孵化，除胚胎发病死亡外，孵出的幼雏亦多患曲霉菌病，引起大批死亡，并成为新的传播来源。

诊断：取病胚样品压片，染色（乳酸品红）、镜检、曲霉菌的形态清晰可见，亦可从病变组织取样分离培养，均可确诊。

由于尚无有效治疗药物，本病应重在预防，要加强卫生管理，保持环境干燥清洁，孵化室、孵化器及所用器皿均应严格消毒，病胚妥善处理，严防病原存留和扩散。

表 9-1　经卵黄囊内接种的微生物对禽胚的致病作用

微生物名称	致死作用	死亡时间（d）	胚体的主要病变
鸡败血支原体	死亡	5～7	矮小胚，全身性皮肤水肿，肝坏死，脾增大，气囊炎
火鸡支原体	高感染率低死亡率	△	气囊炎
滑膜炎支原体	死亡	6～7	肝、脾、肾肿大，肝有斑驳状或坏死灶。绒毛尿囊膜上有小出血点
鸡白痢杆菌	死亡	△	肝、肺肿胀，内脏器官坏死，肠道有白色内容物
副伤寒杆菌	死亡	△	肝松弛，色泽不匀，肠有出血点，胆囊扩张，脾肿大
肝炎弧菌	死亡	4	卵黄囊、胚体充血
肠道梭菌	死亡	2～3	△
鹅包柔氏螺旋体	△	△	胚体和绒毛尿囊膜上有螺旋体存在
鹦鹉衣原体	死亡	3～10	卵黄囊血管充血
沙眼衣原体	死亡	△	卵黄膜上有包涵体
淋巴肉芽肿衣原体	死亡	△	同上
马立克氏病毒	不定	△	肝呈绿色、肝脾肾肿大，绒毛尿囊膜上出现增生性病灶“痘斑”
禽脑脊髓炎病毒	不定	△	脑软化，肌肉营养障碍，神经局部水肿，神经胶质细胞增生、血管增生、肌纤维肿胀、坏死、断裂、横纹消失
禽腺病毒	死	5～10	肝细胞有核内包涵体。胚体发育停滞
鸡病毒关节炎病毒	死	3～4	胚发紫，内脏出血，胚体矮小
传染性法氏囊病病毒	死亡	△	△
东、西部马脑炎病毒	△	△	脑脊髓炎

（续）

微生物名称	致死作用	死亡时间（d）	胚体的主要病变
火鸡脑膜炎病毒	△	△	△
蓝舌病病毒	死	4～8	胚体广泛出血，麻痹症状
乙脑炎病毒	死	△	脑脊髓炎
韦塞尔斯布朗病病毒	不定	△	△
裂谷热病毒	△	△	绒毛尿囊膜增厚
阿卡斑病毒	不定	△	脑积水，脑缺损，发育不全和关节弯曲
鸭瘟病毒	死	4～6	胚体广泛出血，肝脏内常见有特征性坏死灶，部分绒毛尿囊膜水肿充血
狂犬病病毒	雏鸡死	△	△
水泡性口炎病毒	死	1～2	△
副流感Ⅰ型病毒	不死	△	△
马脑脊髓炎病毒	死	△	△
伪狂犬病病毒	死	△	△
非洲猪瘟病毒	死	6～7	△
腮腺炎病毒	死	△	△
劳斯肉瘤病毒	△	△	绒毛尿囊上痘疱灶

△指未找到或尚未有资料报道。

表 9-2　经绒毛尿囊膜接种微生物对禽胚的致病作用

微生物名称	致死作用	死亡时间（d）	胚体的主要病变
滑膜炎支原体	死亡	12	CAM 上有小点出血
鹅包柔氏螺旋体	△	△	CAM 上有螺旋体存在
传染性喉气管炎病毒	死	3～10	CAM 上散在边缘隆起、中心低陷的痘疱样坏死灶，外胚层细胞有核内包涵体
禽腺病毒	死	3～7	CAM 上不透明的坏死性痘斑
鸭瘟病毒	死	4～6	胚胎广泛出血，肝有坏死灶，部分 CAM 水肿、充血、出血
禽瘟病毒	死	5～7	CAM 上有一种致密的、增生性的痘斑，局灶性、也可能是弥漫性
鸡病毒性关节炎病毒	死	7～8	胚胎轻度发育不良，肝脾常肿大并有坏死灶，CAM 有小的、分散、稍隆起的白色病变，中胚层细胞有包涵体
传染性法氏囊病病毒	死	4～6	胚胎发育阻滞，水肿、出血，肝和肾有斑点样坏死，CAM 上有痘斑样病变
东部、西部马脑炎病毒	死	15～24 小时	△
禽白血病病毒	不定	△	CAM 外胚层增生灶
劳斯肉瘤病毒	△	△	CAM 上痘疱增生灶
禽网状内皮增生病病毒	死	△	CAM 上痘样病变
蓝舌病毒	死	4～8	胚体广泛出血
乙型脑炎病毒	死亡	△	肝坏死，水肿，黄疸
裂谷热病毒	△	△	CAM 增厚，但不明显
犬瘟热病毒	△	△	CAM 增厚
马脑脊髓炎病毒	死亡	△	△
淋巴细胞性腺体 络丛脑膜炎病毒	△	△	CAM 轻度水肿
伪狂犬病病毒	死	3～4	CAM 上较大隆起的痘疱样病变和溃疡；胚体弥漫性出血、水肿

（续）

微生物名称	致死作用	死亡时间（d）	胚体的主要病变
牛痘病毒	死或不死	△	出血性痘斑
天花病毒	△	△	CAM 上见圆形，光滑痘斑
痘苗病毒	△	△	出血性的或大小不一的白色混浊痘斑
水牛痘病毒	△	△	CAM 上白色或白灰色痘斑
骆驼痘病毒	死或不死	△	痘斑中心有小出血点，外胚层细胞内有包涵体，皮肤出血，肝脏上有斑块
猴痘病毒	△	△	CAM 水肿，白色小型痘斑
绵羊痘病毒	△	△	△
山羊痘病毒	△	△	1～2 代才能适应鸡胚
黏液瘤病毒	△	△	CAM 呈融合的痘斑或 0.5～1mm 散在痘斑
兔纤维瘤病毒	△	△	不产生局部病变
假牛痘病毒	△	△	不产生痘斑
森林脑炎病毒	△	△	△
人类单纯疱疹病毒	△	△	痘斑形成

CAM：绒毛尿囊膜。

△指未找到或尚未有资料报道。

表 9-3　经尿囊腔接种的微生物对禽胚的致病作用

微生物名称	致死作用	死亡时间（d）	胚体的主要病变
滑膜炎支原体	死	12～13	胚体矮小，气囊炎
肝炎弧菌	死	不定	△
传染性支气管炎病毒	不定	不定	矮小胚，羊膜增厚，卵黄囊收缩，尿囊液增加，尿囊膜增厚。肝充血，坏死，肺炎，支气管气囊充血，细胞浸润，间质性肾炎，绒毛尿囊膜水肿
新城疫病毒	不定	36～96h	胚体充血出血，尿囊液有血凝性
禽流感病毒	不定	48h	尿囊液含血凝素，皮肤呈暗红色，有瘀点出血和肌肉充血
禽腺病毒	死	2～7	充血，出血；胚胎发育不良，蜷缩
鸭病毒性肝炎病毒	不定	5～6	发育不良或出血
鸭瘟病毒	死	4～6	胚体出血，肝脏有特征性坏死灶
鸡病毒性关节炎病毒	不定	3～10	胚体充血、紫色
传染性法氏囊病病毒	死	3～5	胚腹部水肿，皮肤充血、点状出血，肝有斑驳状坏死和出血斑，肾充血，肺充血，脾苍白、有小坏死灶
东部、西部脑炎病毒	死	15～24h	△
小鹅瘟病毒	鹅胚死	5～7	CAM 水肿，胚体充血出血，心肌、肝脏变性
狂犬病病毒	雏鸡死	△	△
水疱性口炎病毒	死	1～2	CAM 上痘斑
人流感病毒	不定	△	尿囊液有血凝性
马流感病毒	不定	△	胚液有血凝性
猪流感病毒	不死	△	同上
副流感Ⅰ型病毒	不死	△	△
马脑脊髓炎病毒	死	△	△
伪狂犬病病毒	死	3～4	胚体出血，绒毛尿囊膜痘疱溃疡

△未找到或尚未有具体资料报道。

△CAM：绒毛尿囊膜。

主要参考文献

王红宁．朱庆主编 .1997. 养禽与禽病防治新进展. 中国农业科技出版社．北京
刘玲等 .1994. 内蒙古畜牧科学．(1) 42～43
英特威禽病防治手册 .1997. 中国科学技术出版社．北京
陶立等 .1991. 畜牧与兽医 23 (6) 242～243
殷震．刘景华主编 .1997. 动物病毒学（第二版）. 科学出版社．北京
Bisoi PC and RK Srivastava 1992. Indian J. Poult. Sci. 27 (3) 174～177
Borzemka W et al. 1986. Medycyna weterynaryjna. 42 (6) 333～337
Detilleux PG et al. 1988. Vet. Pathol. 25 (2) 138～146
Istiana 1994. Penyakit Hewan. (26) 48. 36～40
Lee ML et al. 1994. Taiawan J. Vet. Med and Anim. Husb. (64) 23～29
Nashed SM. 1981. Zentralblatt fur Veterinarmedizin. (28) 6, 500～502
Shah Majid M. 1994. Res. Vet. Sci. (57) 390～392

第十章
生殖细胞异常所致胚胎病

第一节　精子、卵子及受精异常

一、精子异常

禽类精液中精子的浓度高于哺乳动物，亦因家禽的种类、品种、年龄、体质、营养不同而有所差异。鸡精液呈白色，其外观因浓度不同而由水样到不透明浑浊状，浓度愈高则浑浊度亦愈高。火鸡精液呈褐色或黄色。

禽类精液的品质直接影响受精率和胚胎的质量，应通过多种检测对精液品质作出综合评价。如精液的量、物理性状、精子的密度和活动性、抵抗力、氧化还原特性、酶的活性等等。就种禽场而言，最值得注意的是精液的浓度以及精液中所含死精子和畸形精子的数量，这些不正常精子所占比例愈高，精液的受精能力愈低，所形成的胚胎的质量亦愈差。

用低倍光学显微镜观察，每个视野中精子的稠密程度反映了精液的浓度，具有活力的精子在视野中呈直线前进运动，不活动的精子即为死精，应注意的是，有些死精是因为检测操作不当等因素影响而失去活力，并非真正的死精。可用染料（锥蓝、曙红等）对精液染色，能着色的精子即为死精。计数 1 000 个精子，可推算死精所占的比率。

畸形精子即精子的形态异常，是精子的一种病理现象。据报道，精子的畸形率约为 5%～20%（Parker 等，1942）。精子的畸形如精子的短小；顶部呈钩形，头部膨胀或开裂；颈部呈丝状、弯曲或突起状；无尾，尾部盘曲或折损等等。一般以颈部和尾部畸形较为多见。

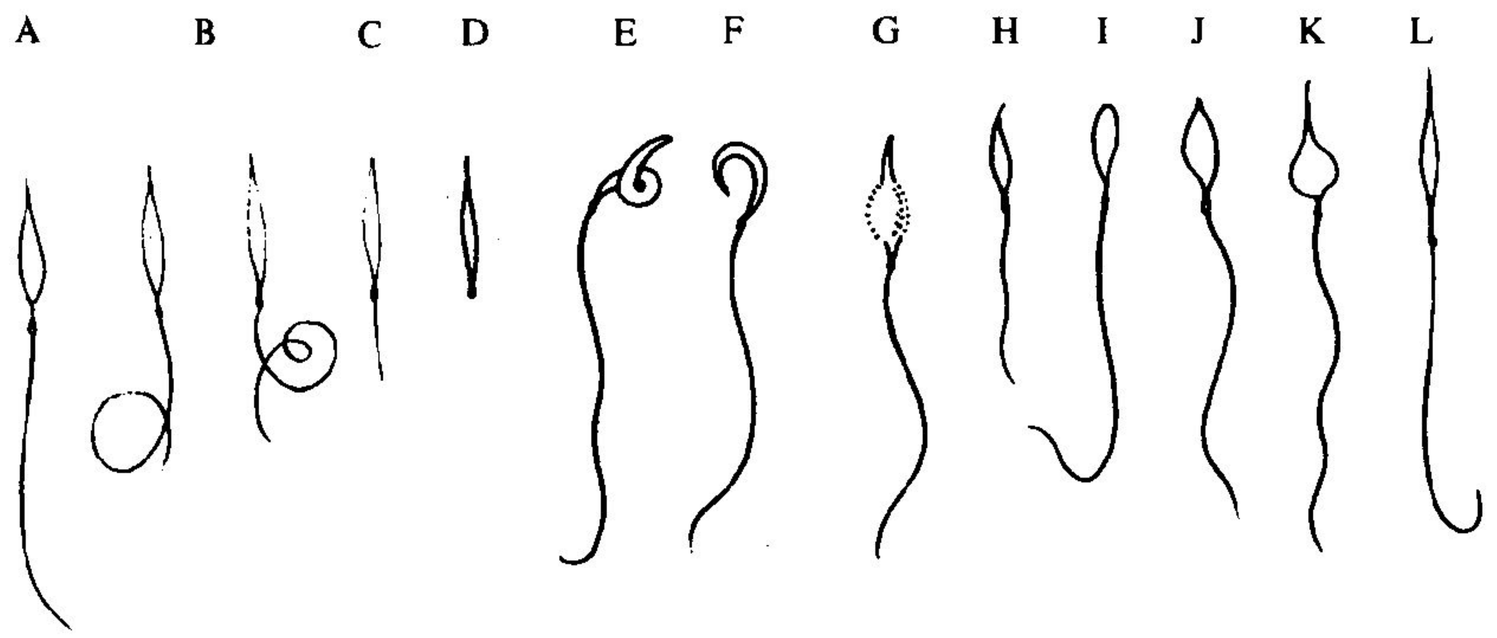


图 10-1　鸡精子的各种畸形（据家畜家禽繁殖学）

A. 正常　B. 线圈状尾部　C. 尾部折损　D. 无尾　E. 线圈状头部　F. 钩状头部
G. 头部开裂　H. 短小精子　I. 钝头　J. 头部膨胀　K. 气球状头部　L. 丝状中间部

精子异常的原因较为复杂，包括公禽所处的环境因素（光照、气温等）、营养（如缺乏维生素 A 或 E）、疾病（如生殖器官炎症，中毒等）以及辐射影响等。公禽未成熟或年龄过大亦影响精子质量。

二、卵子异常

卵子形成过程受神经内分泌调节，亦受各种外界因素的影响，如日照过长、气温过高、应激和营养不足等均可能影响卵子和胚胎的质量。

母禽通常在产蛋后间隔一段时间才排卵，但亦可能提早，即当第一个卵还在输卵管时即接着排卵，常有二个卵母细胞同时排卵的情况，若卵母细胞尚未完成生长而排卵所产禽蛋的卵黄就特别小。

正在排卵中的卵细胞，其卵黄膜可能极为脆弱而易破裂，所产卵的卵黄不正常，卵黄表面有斑点，是浅色层或深色层混合的结果，卵黄稀薄、呈浅红、褐色或浅绿色等。

母禽生殖器官疾病是卵子异常的重要原因，例如，各种感染（如新城疫、禽流感、鸡白痢、禽伤寒、副伤寒、大肠杆菌等），中毒、维生素或矿物质缺乏等引起的卵巢炎。病禽产蛋锐减或停止，卵黄滤泡出血、变形，其内容物变稀或凝结，呈浅绿或暗灰色。

卵黄性腹膜炎：通常急性发生，引起排卵障碍，此时来自滤泡的卵细胞滞留在腹腔内，不能进入输卵管，卵细胞变形，成为致密的乳块状物或卵黄状物，或者保持卵黄形状，但被纤维素性渗出物覆盖。

滤泡出血：与某些感染或维生素缺乏有关，在卵黄内形成红色的斑点。

三、受精异常

鸡的卵细胞受精只能在排卵后的 5～20min 内完成，稍后，精细胞就不能进入卵细胞。因为精细胞不能进入滤泡，故在排卵前是不可能受精的。进入生殖道的精子，在好长一段时间内，仍然保持使卵子受精的能力。实验表明母鸡与公鸡交配一次后，产受精蛋的时间可为 21～27d，甚至长达 35d。火鸡一次交配后产受精蛋的时间为 62～72d，鸭为 8～10d，

鹅为8～17d。但是精子在母禽生殖道中长时间的逗留，其活性会降低，从而影响其受精的能力。所以人工授精的时间间隔应相应缩短。

多精入卵是家禽的特点。进入卵细胞的精子很多，但使精子受精的只有一个，剩下的精子留在卵黄中，在人工受精时，精液大大稀释，使用的剂量小，所以卵的受精率有时可能会降低。

在种和种之间进行杂交时，受精通常是有明显病理性的。虽然可获得受精卵，但是胚胎的死亡率一般极高，有时可达100%。鸡、珠鸡和火鸡与孔雀杂交，即使获得成功，其后代也是不育的。

第二节　双胚胎和多胚胎

禽类的双胚胎较之其他动物并不少见，大量文献报道在孵育早期发现双胚胎，其中一部分在孵化时存活，但只有极少数能够孵出。双胚胎通常伴有各种各样的发育损害，出现各种畸形，只有极少数是完好的双胎。禽类的多胚胎较罕见。

一、完全性双胚胎（complete twin embryos）

禽类的完全性双胚胎至少可分为以下3种类型，即双卵黄性双胚胎（binovulor twins）和单卵黄性双胚胎（monovular twins），后者又可分为双合子双胚胎（bizygotic twins）和单合子双胚胎（monozygotic twins）。

（一）双卵黄性双胚胎　来自双黄蛋，每个蛋内有二个卵黄，每个卵黄内各有一个胚盘。每一胚盘发育为一个胚胎，每胚有各自的羊膜囊与绒毛尿囊，各有脐带与卵黄囊相通，胚胎的性别可能相同，也可能各异。双黄蛋的出现率约为1∶300～1∶200，与品种、年龄及遗传等因素有关。双黄蛋的蛋重一般超过正常约20%。

双黄蛋受精后，通常都能各自独立地发育，一些双胚胎能发育到出壳时，但只有极少数能出壳，而且往往需要人为帮助才能顺利出壳。

表10-1　双卵黄蛋的孵化率

禽　类	双黄蛋数（个）	孵出活双胎（对）
鸽	36	5
鸡	208	1
鸡	500	16
鸡	200	7
鸡	164	40
鸡	78	3

（转引自：Romanoff A.L. 1972）

双黄蛋中两个胚胎的发育有一定差异，往往形成一大一小，体重上略有差异。

表 10-2　双黄蛋中两胚胎的重量

禽　类	蛋重（g）	双胚的重量	
		小　胚	大　胚
鸡	77.7	22.1	23.5
鸡	80.7	23.0	26.1
鸡	83.6	23.2	31.6
鸭	99.8	33.5	41.0
鹅	221.0	65.3♂	78.9♀

（转引自：Romanoff A.L. 1972）

鸡的双卵黄双胚胎在孵化过程中有两个死亡峰期，一个在孵化早期，一个孵化晚期，孵化第 14～18d 极少死亡，孵化晚期死亡的原因，可能是双胚压破了卵黄囊，胚胎头向锐端而窒息死亡。两胚胎死亡时间亦常有不同。

（二）单卵黄双胚胎　单卵黄双胚胎已报道见于鸡、鸽、鸭、鸵鸟、鹌鹑、火鸡等，比双卵黄双胚远为少见。在所有双胚胎中的比例不超过 2%，在胚胎发育早期，尚能识别单卵黄双胚胎的两种类型，到发育后期就很难确定双胚胎究竟来自单卵黄双合子抑或单卵黄单合子。

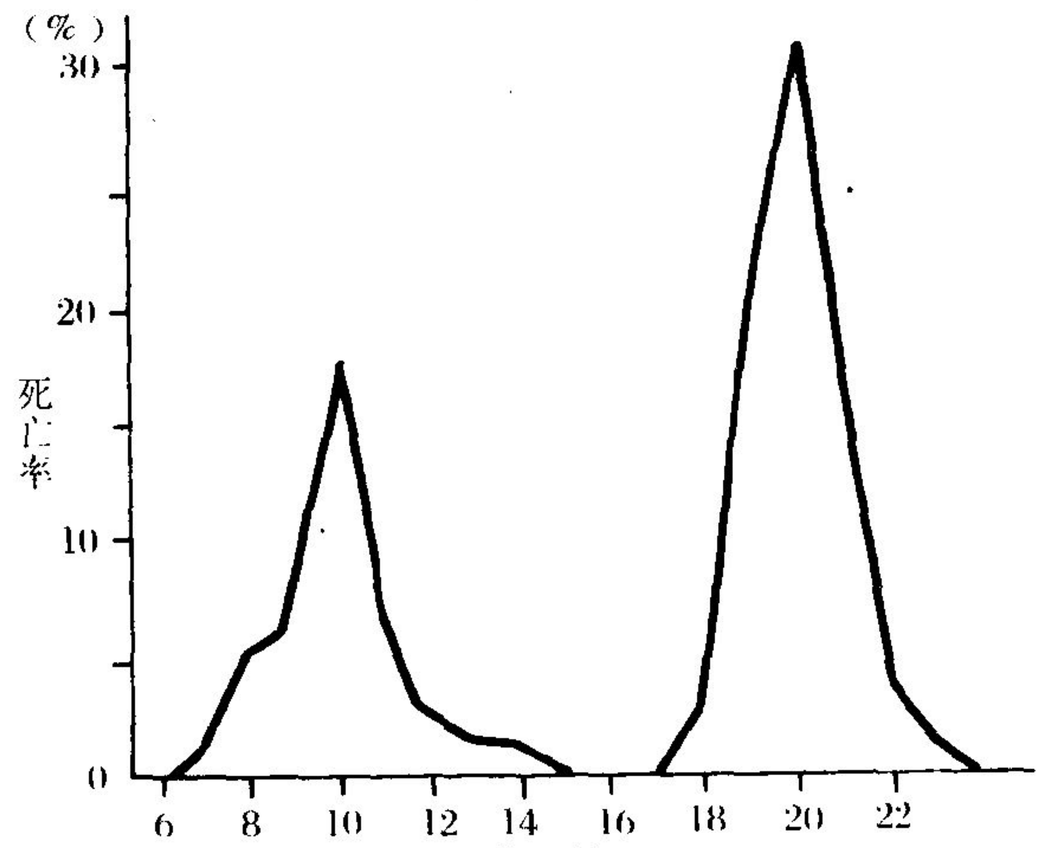


图 10-2　双黄胚胎在孵化期间的死亡曲线图

1. 单卵黄双合子双胎：即禽蛋中含有一个卵黄，内有二个胚盘，每个胚胎有各自的羊膜囊，绒毛尿囊，可能有各自的脐带通入同一卵黄囊内，或先在卵黄囊外汇合再通入其内。两个胚胎重量不同，多同为雌性，但若是双重受精，则两个胚胎的性别可能各异。

2. 单卵黄单合子双胚：即禽蛋中含有一个卵黄及一个胚盘。可能在原肠胚或早期胚盘纵裂后发育为两个胚胎，通常有各自的羊膜腔，但同一个绒毛尿囊腔，两个胚胎往往是同一性别，同为雌性或雄性。此种类型的双胚胎极为罕见，必须检查脐带的起源才能将单卵黄双胚胎的两种类型区别开来。

在双胚胎中，常可见到生殖器官发育不全。其原因是当双胚胎在同一卵内发育时，卵黄囊血管的某些分支常常互相吻合联通，如果两个胚胎的性别不同，则所产激素互相交换，使雄性胚胎雌性化，雌性胚胎雄性化，故两个胚胎均出现生殖器官发育不全。

如在孵化前将受精蛋的胚盘切成若干等分，孵化后可产生双胚、三胚或四胚，但大多死于孵化早期。此外，将受精蛋置于 1～4.5℃之下 1～8 周，然后孵化，可获得多于正常几倍的双胚。

二、不完全性双胚胎（incomplete twin embryos）

即发育不全的畸形胚胎，多由带有一个胚盘的单卵黄蛋所产生，由于一个胚盘分裂为二时，成分分配不均而使双胚胎的发育发生障碍，出现多种类型的畸胎（monsters）。

不完全性双胚胎的发生频率远高于完全性双胚胎。

（一）联体双胚胎（conjoined twins） 通常在轴形成的最后阶段中止发育而产生联体胚胎，在发育早期可能由于头突的融合而干扰发育，在发育后期则由于原条阶段的后部融合所致。联合双胎常见于后躯联胎（katadidymus）和前躯联胎（anadidymus），前者较后者多见。

联体双畸胎的死亡率远高于分体双胚胎。

（二）自养-寄生双胎 双胚胎在原肠胚形成期分裂为一大一小的两个胚胎，小的胚胎如同寄生物一般附着于在大的胚胎上。

（三）双器官胚胎 在禽类，两对前肢、两对后肢或双尾等畸形较为常见，双器官（如双心脏）亦有报道，但罕见。

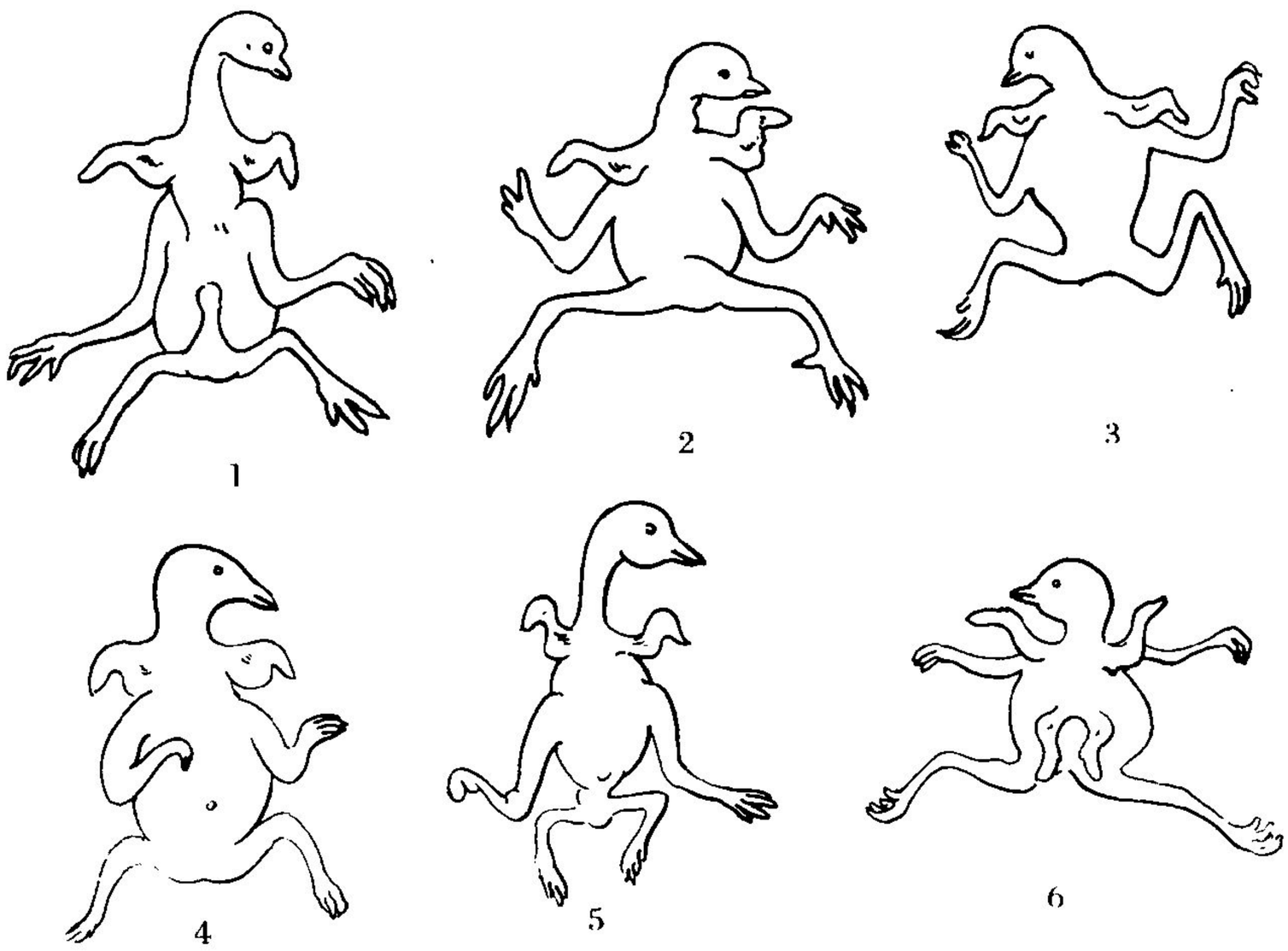


图 10-3 禽类各种多肢畸形

（据 Romanoff，1972）

1、2、3、4. 示双翅及四肢鸡胚 5. 双翅四肢鸭胚 6. 四翅四肢鸡胚

表 10-3 鸡、鸭的各种双胎畸形

双畸胎类型	在调查病例中所占比例（%）
臀部寄生肢畸胎	33.75
骨盘寄生肢畸胎	22.50
并头联胎	10.00
双面畸胎	10.00
脐部寄生肢畸胎	5.00
肢畸胎	3.75
腰部连胎	3.75
胸部寄生肢畸胎（肢体）	2.50
胸部寄生肢畸胎（胸部）	2.50

（续）

双　畸　胎　类　型	在调查病例中所占比例（%）
头胸连联胎（单轴对称）	1.25
双肛门	1.25
腹部寄生肢畸胎	1.25
坐骨联胎	1.25
完好双胎	1.25

（据 Komai 和 Nakamura，1938）

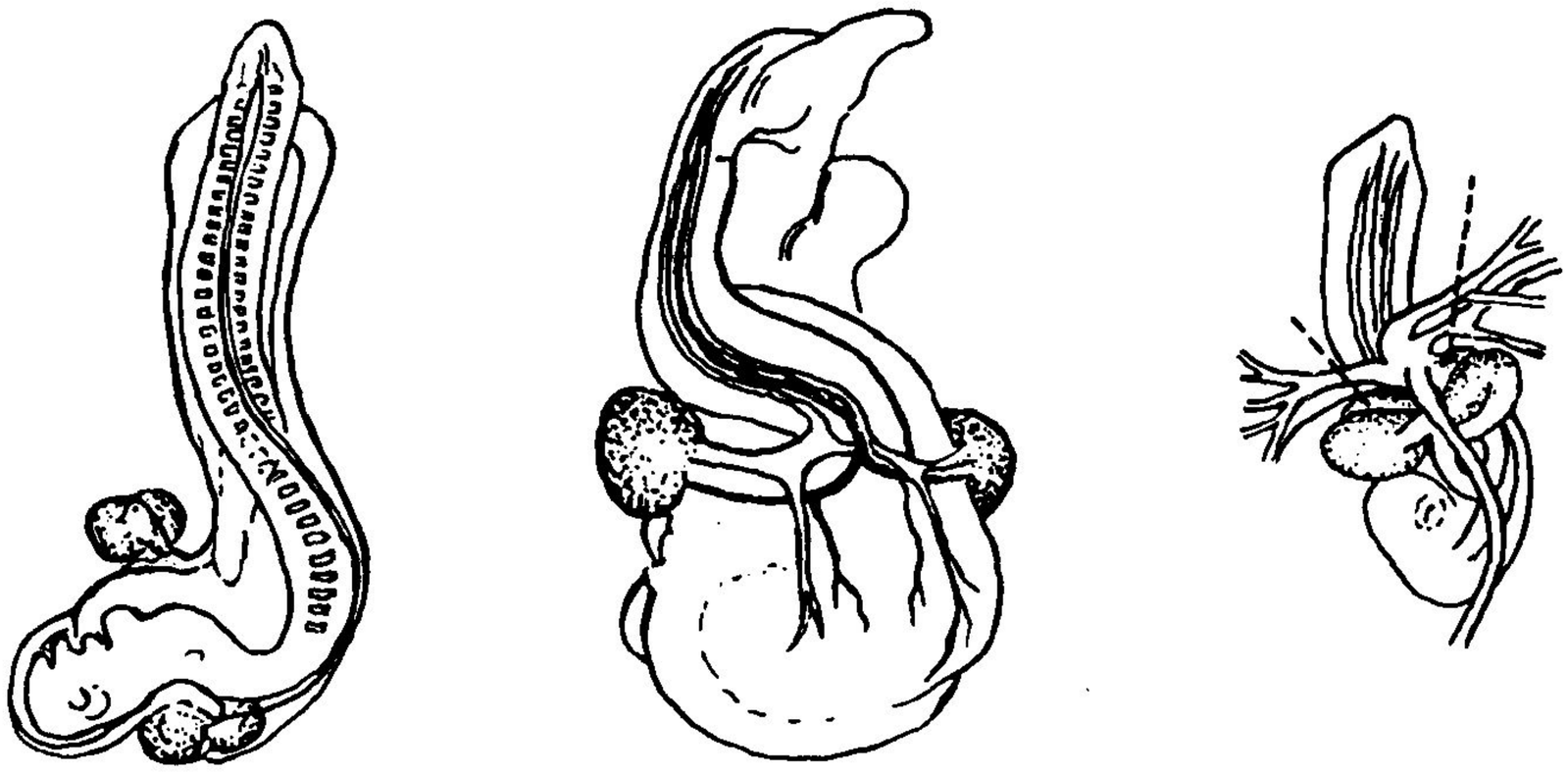


图 10-4　禽胚（发育早期）双心脏畸形

（据 Romanoff，1972）

三、三联胚胎及多联胚

三联胚和多联胚均极为少见，且大多数死于孵化的早期，至今尚未见有关三联胚孵化出壳的报道。

第三节　种蛋形态或结构异常

一、蛋的重量

蛋的重量与孵化率有一定的关系，以接近或等于该种的平均重量的蛋孵化成绩较佳，偏离平均重越大，胚胎死亡率越高。蛋重偏离平均重±15%以上的巨型蛋、细小蛋、双黄蛋等，均不能用于孵化。

表 10-4　蛋重与胚胎死亡率的关系

蛋重（g）	胚胎死亡率（%）		
	鸡	火　鸡	鸭
40～50	25.4		
50～60	5.4		
60～70	17.4	15.4	38.4

（续）

蛋重（g）	胚胎死亡率（%）		
	鸡	火　鸡	鸭
70～80	65.3	8.3	33.1
80～90		3.3	43.0
90～100		14.9	

二、蛋的体积的变化

蛋的体积与禽种、品种、品系、营养、年龄等因素有关。同一品种或品系的禽蛋的平均体积是相等的，体积接近平均值的种蛋，其孵化率也较高。

种蛋的比重与孵化率也有一定的关系，一般来说，比重较大的，其蛋壳质量也较佳，破损率较低。当蛋保存时间较长，不新鲜时，比重随之下降，孵化率也随之下降。

三、蛋形指数

蛋的外形是否正常，长度与宽度的比例是否恰当，与孵化率也有一定的关系，蛋的长度与宽度的比值称为蛋形指数，可用游标卡尺测量后计算出来，大多数鸡蛋的蛋形指数为1.30～1.35，水禽为1.35～1.40，这些种蛋的孵化成绩是正常的。蛋形指数小于1.30的鸡蛋偏圆形，大于1.40者偏长，其孵化率一般较低。

四、蛋壳厚度

蛋壳的厚度可以用蛋壳测定仪测定，各种禽蛋的蛋壳厚度不尽相同。蛋壳过薄的蛋，在蛋的产出、收集、运输、孵化过程中容易破裂，孵化效果较差，蛋壳过厚的种蛋有人称之为铁壳蛋，胚胎在孵化后期往往因无法破壳而死亡。蛋壳厚度在0.26～0.3mm的种鸡蛋其孵化率最佳。

表10-5　蛋壳厚度与死亡率的关系

蛋壳厚度（mm）	胚胎死亡率（%）
0.18～0.22	39
0.22～0.26	21
0.26～0.30	12
0.30～0.34	20
0.34～0.38	42
0.38～0.42	50

五、蛋壳强度

蛋壳强度也称为蛋的耐压度，测定方法是将蛋垂直夹在二片板之中，锐端向下，纯端向上，从上向下施加压力，使蛋壳破壳时所用的压力即为蛋的蛋壳强度。不同的禽蛋的蛋壳强度不同。

蛋壳强度小于平均值的种蛋，易于破裂，尽管有时不被肉眼所识别，孵化中死亡率最高，蛋壳强度明显高于平均值的种蛋孵化率也会偏低。

表 10-6　各种禽蛋的蛋壳强度

禽蛋种类	平均蛋重（g）	平均蛋壳强度（kg）
鸡蛋	60	4.1
鹅蛋	200	11
北京鸭蛋	85	6
鹌鹑蛋	9	1.3
火鸡蛋	85	6

六、蛋壳的多孔性

蛋壳上的气孔是蛋内外气体交换的通道，也是水分蒸发的通道，可以用显点法统计蛋壳上的气孔数量，方法是将蛋壳膜剥下，用滤纸吸干蛋壳，用乙醚或酒精除去油脂，在把蛋壳浸入美蓝或高锰酸钾溶液中 10～20min 后取出，即可见到蛋壳上的着色斑点，这些斑点即为气孔，通过逐点计数，即可知蛋壳的气孔数。另外，可通过测定蛋内水分的蒸发量来确定多孔性。在一定温度和湿度条件下，蛋内的水分蒸发太快，气孔偏多偏大，或蒸发太慢，气孔偏小偏少，其全期死胚率均较高。

七、蛋壳畸形

常见的蛋壳畸形及有关的因素如下。

（一）畸形蛋　遗传因素、鸡新城疫、传染性支气管炎、传染性喉气管炎、产蛋过程中母禽受惊扰、老年母禽输卵管肌肉弹性下降、白蛋白缺乏和初产蛋等。

（二）软壳蛋和薄壳蛋　母禽日粮中钙、磷不足或比例不当，锌、锰和维生素 D 缺乏，鸡新城疫，传染性支气管炎，减蛋综合征，毛滴虫性输卵管炎，母禽环境温度过高或过低，老年种禽，使用大量磺胺类药物，饲料中盐分过高和遗传因素等。

（三）粗壳蛋　鸡新城疫、传染性支气管炎、钙过多，使用大剂量抗生素和老年母禽等。

（四）颜色异常

1. 白壳蛋变为黄壳：饲料中长期大剂量使用四环素类抗生素或其他带黄色而易沉积的化学物质。

2. 棕壳蛋变为白壳：使用某些杀虫药如双硝苯脲二甲嘧啶醇和驱虫药哌嗪、遗传因素、鸡新城疫、传染性喉气管炎、盛产期的母禽等。

3. 颜色斑驳：遗传因素，环境高温或异物污染蛋壳等。

4. 裂壳蛋：产蛋或集蛋装置设计不合理，种蛋的收集粗暴，运输震动，贮存不当或蛋壳质量不佳等。

八、气室位置不正

气室位于蛋的钝端，钝端蛋壳上的气孔较多，刚产出的蛋冷却后，因其内容物遇冷收缩，使内壳膜黏附在蛋的内容物上，而外壳膜仍然附在蛋壳上。内外蛋壳膜之间所形成的空间被外部空气填充即为气室，有时气室位于蛋的锐端或蛋的中央。这类蛋的孵化率是很

低的，因为雏禽在啄壳时不能依靠气室的空气呼吸。

九、气室松弛

气室松弛并可移动的种蛋，在孵化过程中胚胎死亡率较高，其成因与种蛋的粗暴处理，某些传染病，蛋白过分稀薄或蛋壳质量低劣等因素有关。

十、蛋白异常

蛋白的各种异常状态及有关的因素如下。

(一) 蛋白粉红色 饲料中含过多的棉籽粉，饮水中铁离子含量太高，蛋内某些腐败菌的作用。

(二) 蛋白稀薄 造成蛋白稀薄的常见原因是：鸡新城疫、传染性支气管炎、传染性喉气管炎、服用磺胺类药物或某些驱虫药，在体表使用某些杀虫剂、环境温度过高、氨气浓度偏高、饲料中钒含量偏高，遗传因素、老年种禽、种蛋贮存过久、腐败菌的作用等。

(三) 蛋白呈云雾状浑浊 种蛋贮存温度太低。

(四) 蛋白气泡或水泡 对种蛋的粗暴处理，种蛋贮存或运输时尖端向上。

(五) 蛋白有异味 饲料中的异味，某些药物的气味，腐败等。

(六) 蛋白内的血斑或肉斑 生殖道内出血、缺乏维生素 A、遗传因素、不适当的光照、异常的声音如高频或低频的怪声等。

十一、卵黄异常

(一) 卵黄稀薄 正常的卵黄是十分黏稠的，倒在平板上后仍保持一定的高度，通常用卵黄指数来判定其是否正常，卵黄指数的计算公式是：卵黄指数 = 卵黄高度（mm）/卵黄宽度（mm）×100%，卵黄指数低于 40 的种蛋，可能过于陈旧或营养不良，孵化过程中死胚率也比较高。

(二) 卵黄橙红色 饲料中含棉籽饼或添加过量的色素物质。

(三) 卵黄灰白色 某些传染病的影响、种禽饲料中缺乏黄色素、缺乏维生素 A 或 B_2。

(四) 卵黄呈绿色 饲料中叶绿酸钠过多。

(五) 卵黄有异味 饲料中的异味或种蛋腐败。

(六) 卵黄内有血斑或肉斑 原因与蛋白同类异常相同。

(七) 卵黄内的异常斑点 使用过哌嗪或磺胺类药物、遗传因素、禽舍内氨气太浓等。

(八) 卵黄呈乳酪状 种蛋贮存温度偏低，饲料中棉籽饼太多。

十二、初产或老年种禽的种蛋

初产或老年种禽所产种蛋的受精率较低，畸形蛋较多，孵化率也较低。

十三、种禽的体重与种蛋的孵化

体重偏离该品种的平均体重较多的种禽，其种蛋的孵化成绩低于接近平均体重种鸡的种蛋，尤其是过分肥胖的种鸡，不仅产蛋量下降，受精率及孵化率也受影响。

主要参考文献

杜念兴．杨茂成．1993．浙江畜牧兽医 18（4）5～6

Г. Я. 科培洛夫斯卡娅 .NE. 诺维克著．缪宪纲等译 .1980．家禽繁殖与人工授精．江苏科技出版社

Ahmed M.et al .1983. Cheiron (12) 4 204～211

Asuqus BO Okon B 1993. East African Agricultural and Forestry J 59 (1) 79～83

Romanoff AL 1972. Pathogenesis of the avian embyros

第十一章
孵化条件不当引起的胚胎病

胚胎发育离不开周围的环境状况。其中温度是主要的外部因素。在自然条件下，禽蛋的加温是依靠禽蛋与体温为40～41℃的母禽体的接触得来的。对家禽胚胎发育的最适温度是37.5℃。孵蛋母禽经常翻滚禽蛋，里外移动其位置，从而调节种蛋获得最适的温度。

禽蛋周围空气的湿度对禽胚发育也具有重要意义。禽蛋外部的水分不能进入蛋内，但内部的水分却可以经过蛋壳蒸发。禽蛋的水分蒸发过多或过少，都对胚胎发育产生不良影响。

胚胎呼吸时吸入空气中的氧气，排出二氧化碳。氧气不足、二氧化碳过量都使胚胎发育异常，甚至死亡。空气中有毒气体含量的增高也产生不良影响。无论是气压或者穿过蛋壳的光能对胚胎发育也有影响。

现代的养禽生产已用孵化器代替母禽孵化，孵化器可以准确地调整禽胚发育的最适条件，大批禽蛋同时进行人工孵化，在孵化器中，禽蛋排列紧密，温暖而湿润的空气从四周均匀地进行加温。能够保持均匀地加温是由于孵化器中的空气高速的流动，不断地再循环的缘故。然而，在生产实践中，虽然具有完善的孵化技术，仍然会由于人为或机械等因素而使孵化制度破坏。例如对孵化条件指导的错误、监测仪器指示不准确、供电或供水的故障、操作上的失误等，影响了孵化质量，造成生产上不应有的损失。因此，在理论和实践上、充分了解和严格掌握孵化条件是十分必要的。

第一节　孵化前种蛋的贮存不当

胚胎开始发育是在母禽排卵后约4～5h。家禽临近产蛋时，胚胎处于早期原肠胚阶段（外胚层和内胚层开始形成）。蛋产出后，在低

于23.9℃的临界温度条件下，胚胎停止了发育，进入所谓潜伏期，即胚胎虽然存活，但新陈代谢降低到最低限度。此时发育的中断，是禽类胚胎形成过程的自然间歇。

在自然条件下，大多数的禽类，包括所有家禽都在产蛋结束后开始孵蛋。因为产蛋的间歇时间不少于一昼夜，而且连续产蛋有时在10个以上，因此在早期所产的蛋就必须在若干天内“等待”孵化。禽胚胎这种在发育的潜伏期中能顺利存活的特性被用于人工孵化中，使禽蛋在孵化前可以保存一定的时间并可以长距离运输。

然而从产蛋至孵化开始这段长时间的间歇，对于孵化率会产生不良的影响。种蛋长期贮存时，在蛋中会出现不可逆的形态学、物理化学和生化的变化。在蛋中发生缓慢而持久的氧化作用过程，在产蛋时具有弱碱反应的蛋白逐渐被氧化，由于酶的作用，蛋白质分子分解。水分经由蛋壳的小孔蒸发，蛋内水份由此而丧失。蛋白层耗损，蛋白层中的过氧化氢酶含量减少，溶菌酶的活性降低。由于卵黄内的脂肪和氧化物的分解，以及游离水的形成，卵黄变得稀薄。卵黄膜失去弹性，变得更易渗透。胚盘也发生深刻的变化，胚盘细胞的核和细胞质的结构发生变化。分裂和分化的可能性降低。

对长期贮存的禽蛋进行光检时可见到明显增大的气室，卵黄靠近蛋壳，蛋白变稀并流动，如把它倒在光滑的平面上，则蛋白层很不明显。用贮存较久的禽蛋孵化时，在孵化前和孵化的1～2d可出现胚胎死亡率的增高。这样的禽蛋，其囊胚层往往很大，但形状不整，边缘不整齐。其大小不能适应血液循环系统的发育，血液循环系统变成一种不规则排列的血岛。胚索和神经管细小，难以区分，有时完全消失。在剖检1天半的鸡胚时，可见发育明显迟缓：其体节只有3～4对，而不是通常的7～12对。神经管的头部还处于连生阶段。

表11-1　种蛋保存时间对胚胎发育的影响

孵化36h鸡胚的发育指标	种蛋保存时间（d）				
	0	5	10	15	20
胚胎长度（mm）	5.26	5.00	4.88	4.14	3.47
血管区的直径（mm）	7.26	7.09	6.69	6.40	5.00
体节对数	9.88	7.57	6.53	6.60	2.40

贮存较久的种蛋的胚胎在孵化的第1～2d死亡时，其特点是囊胚层呈多孔状。长期贮存的禽蛋孵化后经常出现畸形胎。随着禽蛋贮存期的延长，双胚和多胚畸形出现的频率随之增加。

种蛋的贮存温度对孵化率有很大的影响，实验结果表明：种蛋在－15℃下保存1h，50%的胚胎死亡，－15℃2h，死亡100%；0℃48h，死亡50%；5℃21d死亡100%，种蛋的最适保存温度为15℃。

种蛋保存环境的湿度也影响禽蛋“老化”的速度。贮存在低湿度下的禽蛋，其水分蒸发较快，对胚胎有不良的影响。贮存在高湿度环境下，则种蛋蛋壳上会出现冷凝水滴，种蛋易发霉、腐败。保存种蛋的适宜相对湿度为70%～80%。

表 11-2　种蛋贮存温度和时间对孵化率的影响

保存期 (d)	孵化率（%）						
	2℃	5℃	8℃	15℃	21℃	24℃	28℃
7	62	78	84	88	82	80	63
14	接近 0	32	62	80	60	32	接近 0
21		接近 0	35	70	30	接近 0	
28			接近 0	50	接近 0		

在某种情况下，种蛋不得不保存较长时间，故在实际工作中常有必要采取延慢种蛋“老化”的措施。可试采取定期加温保存种蛋的方法，贮存的禽蛋每天在 37.5～38.5℃下加温 2h 后放回贮藏室，经这样处理后，延长了种蛋的贮存时间。对禽蛋加温，可促使其新陈代谢活跃，加温似乎使胚胎产生了临时的“兴奋”，从而使胚胎更长久地保存其生命。这种定期加温对于野生禽类来说是出于本能的，野鸭和火鸡在产蛋 20 个左右才开始孵化。这说明，最初产的蛋在窠中已经存放了 2～3 个星期。每次产下一个蛋时，母禽要进入窠内，这就必然会以自己的身体温暖所有的蛋。也可试用氮或二氧化碳取代氧，在缺氧环境保存禽蛋的方法。在大的聚乙烯密封袋中放置装有蛋的木盘，用软管从瓶中向袋内注入氮气。在这样的条件下、禽蛋可保存 15～20d，孵化率可达 70%～75%。二氧化碳含量增高的气体环境同样可以良好地保存禽蛋。

第二节　孵化温度不当

一、温度偏高

（一）温度偏高对禽胎发育的影响

1. 对早期胚胎发育的影响　温度偏高时，在一定范围和一定时间内早期胚胎发育速度略加大，但影响的程度不及温度偏低减慢胚胎生长的程度那么明显。但温度偏高过度或作用时间较长，则早期胚胎发育反而受抑制，比正常慢。

（1）胚盘的大小：37.5℃孵化的鸡胚，第 2d 的胚盘直径为 32mm，在 39℃孵化的鸡胚第 2d 的胚盘直径为 36mm。

（2）血管网大小：一定范围内的高温加快血管网的形成，在 39.5℃温度下孵化，第 3d 的血管网大小已接近 37.5℃孵化时第 4 日龄的。

表 11-3　温度偏高与血管网形成的关系

孵化温度	血管网面积（mm^2）			
	第 60h	第 72h	第 84h	第 96h
37.5℃	380	540	740	880
39.5℃	570	800	1000	1150
41.5℃	520	800	980	1185

（3）早期结构的分化　一定范围内的高温加快了胚胎早期器官的分化。

表 11-4　温度与器官出现时间的关系

孵化温度	器官出现的时间（h）			
	前脑泡	视　泡	耳　板	羊　膜
37.5℃	32	36	42	38
39.5℃	24	34	36	37
41.5℃	30	36	38	46

（4）体节出现的时间　一定范围内的高温加快了体节的形成。

表 11-5　温度偏高与体节形成的关系

孵化温度	体节数（对）		
	第 24h	第 48h	第 60h
37.5℃	2	25	35
39.5℃	10	32	40

2. 对全胚发育的影响　在一定范围内温度偏高时，胚胎发育加快，提早出壳。例如，39.5℃孵化可使鸡胚出壳提前一天。在全胚重方面；以 39.5℃与 37.5℃比较，在 12d 龄以前，前者胚重大于后者；此后由于高温使大量水分蒸发，前者反而轻于后者。

表 11-6　温度偏高对胚重的影响

胚　龄（d）	全胚湿重（g）	
	37.5℃	39.5℃
4	0.059	0.098
8	1.15	1.62
12	5.2	7.2
16	16.2	14.9
18	22.2	20.5
19	27	22.1
20	31.8	出壳
21	出壳	

3. 对各器官的影响

（1）心脏：心脏的绝对重比正常的小。

（2）肾脏：孵化温度偏高时，肾脏的绝对重增加。

（3）肝脏：高温孵化时，肝绝对重量略减少，但与全胚重的比例无明显变化。

表 11-7　温度偏高对器官发育的影响

器官名称	出壳时的重量（g，湿重）		
	37.5℃	38℃	与正常重量之比较
心脏	0.32	0.28	减少
肝脏	0.26	0.34	增大
肝脏	1.10	1.10	约相等
肺脏	0.25	0.25	约相等
肌胃	2.01	1.99	约相等

（4）骨骼：温度偏高时，骨骼生长的变化规律与全胚重量的变化相似。

（5）尿囊及尿囊液：温度偏高时，尿囊液比正常减少。

表 11-8　温度偏高对尿囊液量的影响

孵化温度	尿囊液（ml）					
	8 日龄	10	12	14	16	18
37.5℃	0.8	2.2	5.2	5.5	2.2	0.6
38.5℃	0.9	2.3	4.5	2.8	2.0	0
39.5℃	0.8	1.6	2.0	0.9	0	0
40.5℃	0.7	1.3	1.2	0.0	0	0

4. 对胚胎死亡率的影响　在略高于正常温度下孵化，死亡率随温度的升高而增加，在 40℃或高于 40℃孵化时，死亡率几乎为 100%，死亡率分布不规律，最后一个死亡高峰比正常来得早，全期有 4 个死亡峰期，均比正常突出。几种高温孵化的胚胎死亡率如下：

表 11-9　温度偏高与鸡胎死亡率的关系

全期孵化温度（℃）	胚胎死亡率（%）
38℃	42
38.5℃	59
39℃	75
39.5℃	90

（二）高温引起禽胚胎的病理变化　在孵化的最初几小时，胚胎能经受接近禽体的温度（41～43℃）。试验表明，47.2℃是温度的高限，超过这个温度，胚胎死亡。10d 龄的鸡胚在加热到 45.5℃时心脏收缩停止。如将 10～14d 龄的鸡胚，在去除部分蛋壳后，置于 45℃和 50℃的恒温箱中。可以看到在这两种温度下，胚胎对高温的反应都表现为强烈的头部和肢体运动，羊膜痉挛性搏动。约一小时后胚胎死亡。皮肤、大脑、心脏，有时在肝脏和肾脏出血是恒定和典型的。尿囊的血管在高温时通常扩张和充满血液。心脏典型贫血，颜色接近苍白，肝脏色淡，有出血病灶。

部分蛋壳在温度过高时会由于局部高温而引起邻近的尿囊和卵黄囊的过热和血肿。胚胎经过这样的“灼伤”后，在 2～3min 内死亡。

在孵化的最初几天的温度提高，尤其是在发育的第 1 个危险期（在孵化的第 3～4d），温度提高越多，病理性异常越严重。在孵化的第 1～2d 发生过热时，可观察到的畸形多为无定形畸胎。胚胎付脊索器官的形成受破坏，神经板不接合，不能分化成体节。胚胎往往呈弱分化组织的无定形体。在卵黄上可观察到胚盘的强烈增长，在胚盘中开始造血，但不能发育成血管。死亡胚胎的周围有粗大的血岛。

当无定形畸形表现较不明显时，主要器官的胚芽仍能形成，胚胎能存活至 3～5d。此时由于羊膜通常不形成而出现无羊膜畸形，结果胚盘和胚体与卵膜粘连在一起。

在器官的产生和形成阶段受高温作用时各种畸形的胚胎显著增加。在孵化的最初 48h

期间的过热会增加头部畸形，出现眼、喙的发育不全，脑突和无颅畸形等。在大多数情况下，这些畸形和羊膜的病理发育联系在一起。前羊膜和脑泡与眼泡之间经常形成黏膜，从而导致头部的畸形。

鸡胚胎在发育的第 3～4d 过热时出现另一种特有的畸形——器官错位。此时，胚体的腹腔不闭合，结果内脏器官（肠、胃、肝、有时心脏）向外突出。卵黄柄 强烈扩张或根本不形成，内脏器官位于卵黄上。这样的胚胎能够继续生存并且发育到孵化结束，但在出壳前后死亡。

胚胎器官错位可以得到代偿，即开放的腹腔在后期可能闭合，但已经异位的内脏器官不会改变自己的位置，结果内脏器官受腹壁的压迫而变形。肝叶呈矛形，被压区郁血。心脏扭曲，心房扩张等。胚胎进入高温越早，温度越高，胚胎的异位出现越频繁与越强烈。

除了畸形，在孵化的最初几天的高温能够引起胚胎的充血，有时仅仅是胚胎的头部和尾部的充血，在孵化的最初几天后检查禽蛋时，除发育良好的胚胎外，可观察到发育不良和发育迟缓的胚胎以及许多在第 1 周死去的血环胚。许多胚胎可观察到尿囊在蛋的锐端提前接合。

在蛋白被尿囊包围之后，高温已经不能促进胚胎的生长，而是起抑制的作用。13d 龄的鸡胚在过热时，每克干物质所获得的氧气显著减少。尿囊液明显减少。蛋白和卵黄的利用变得缓慢。剖检活胚胎时可发现器官的比例改变：心脏和肝脏缩小，肾脏增大。

长期过热的典型特征是在活胚胎的羊膜和尿囊壁发生囊肿。这些胚膜被从针头大到豌豆大小的小泡所覆盖。这些小泡的内含物透明无色，显然是血浆的渗出液。但在由于过热而死亡的胚胎上，却极少见到膜的囊肿。因此，上述异常应视作临床性的特征。受过热作用的鸡胚从第 17d 起，血红素和红血球的数量减少。在长久的过热条件下，幼雏的啄壳和出壳提前开始，鸡有时可提前到第 18d，但出壳不整齐，时间延长。胚胎死亡的增加主要发生在最后一个危险期即出壳前。孵出的幼雏体型很小，许多幼雏脐环扩大；卵黄囊收缩不完全。在出壳后留下的蛋壳内尿囊萎缩，但常见到未被利用的蛋白块。

闷死在蛋壳里的雏鸡有许多是在啄破蛋壳后死去的。最典型的病理解剖变化是卵黄囊大而未被吸入腹腔；剩余尚未被利用的黏稠的蛋白，色浅黄；头和足位置不正；皮肤充血，有时大脑、心脏、肾脏和肠充血，肝经常呈暗红色，充满血液。

过热时心脏缩小。作组织学检查时，心血管扩张，心肌和心外膜中观察到出血。肌纤维的横切面模糊不清。肝脏中血管充满血液并可见到溢血，尤其是在肝脏的边缘。肝叶在此处常破坏。

在长久过热时，胚胎在后期死亡的主要原因是因为酶的活性降低。代谢受破坏和卵的养分储藏未被充分利用所引起的。也可能由于代谢产物积累引起中毒。

在高温作用下，尿囊及其血液系统的提前萎缩也有同样重要的不良影响，它会迫使幼雏在卵黄尚未完全被吸入体内，尚未准备好从胚胎过度到幼雏的准备就提前出壳。一些如此重要的生理过程，如卵黄囊在腹腔中的位置的移动，啄壳和转变为肺呼吸等过程均可能发生错乱而引起胚胎的死亡。

当胚胎尚能在卵中移动位置的时间，高温加剧了胚胎的活动。胚胎由于一些不规则活动的结果可能处于不正确的位置，例如喙向蛋的中心，或是足压在胚头上。胚胎可以保留这样的姿势直至出壳。在不少情况下，是由于不正确的胚位使得幼雏出壳成为不可能。在孵化结束时，禽蛋会排出大量的热。因此在外界高温和不良散热条件下，蛋内的温度会升高，结果导致高温性休克，即急性过热。急性过热可引起胚胎的心脏麻痹，充血和出血，最终死亡。

二、温度偏低

（一）温度偏低时胚胎发育的影响

1. 对早期胚胎发育的影响　低温对早期胚胎发育的影响比高温的影响更明显，低温减慢了早期胚胎的发育，具体表现为：

（1）胚盘较小，在15℃温度下孵化，7d之后胚盘仍未见增大，在29℃下孵化时，第7d胚盘的大小才等于正常温度下第2d的胚盘。

表11-10　温度与胚盘发育的关系

孵化温度（℃）	鸡胚胚盘的直径（mm）			
	入孵时	第2d	第4d	第7d
15	4.5	4.5	4.5	4.5
27	4.4	5.1	5.2	5.3
29	4.5	9.0	15	32
32	4.5	12	26	
37.5	4.5	32		

（2）血管网较小。在35.5℃条件下，第4d龄鸡胚的血管网面积比37.5℃条件下的第3d龄的血管网还要小。

表11-11　温度偏低与血管网形成的关系

孵化温度（℃）	鸡胚血管网面积（mm^2）			
	每60h	70h	84h	96h
35.5	200	300	400	480
37.5	380	540	740	880

（3）早期胚胎结构分化延迟。

表11-12　温度偏低时器官发育的影响

孵化温度（℃）	鸡胚器官出现的时间（h）			
	前脑泡	视　泡	耳　板	羊　膜
35.5	40	48	52	44
37.5	32	36	42	38

（4）体节出现较慢（详见下表）。

表 11-13　温度偏低与体节形成的关系

孵化温度（℃）	鸡胚体节数（对）			
	第 24h	第 48h	第 72h	第 96h
35.5	0	6	28	40
37.5	2	25	40	

2. 对全胚发育的影响

温度恒定偏低时，胚胎发育比正常减慢，出壳延迟，与正常温度相比胚胎的大小和重量小而轻，在第 11～12d 龄之后，这种差异在鸡胚已相当明显。在 35.5℃ 或较低温度下孵化时，存活的胚胎要在 25～28d 才出壳。

表 11-14　温度偏低对全胚发育的影响

孵化期（d）	胚　重（g）	
	35.5℃	37.5℃
4	0.032	0.059
8	0.63	1.15
12	2.3	5.2
16	9.1	16.6
18	13.8	22.2
19	17.4	27
20	19.3	31.8
21	21.9	出壳
22	23.5	
23	27.5	
24	33.6	
25	出壳	

3. 对内脏器官的影响　在偏低的温度下孵化，一些器官的变化情况如下。

（1）心脏：温度偏低时，心脏的绝对和相对重量增大。主要是心房明显增大，心肌壁增厚，可能与低温孵化引起血循环障碍，长时间充血有关。

（2）肾脏：绝对及相对重均增加。

（3）肝脏：绝对重量减少，但占全胚重量的相对比例则与正常温度孵化的无明显差异。

表 11-15　温度偏低对器官发育的影响

器　官	器官在出壳时的重量（g，湿重）		
	36℃	37.5℃	与正常重量比较
心脏	0.38	0.32	增大
肾脏	0.35	0.26	增大
肝脏	0.90	1.10	减少
肺脏	0.29	0.25	增大
肌胃	1.58	2.01	减少

（4）骨骼：低温对骨骼的影响程度与对全胚重量的影响成正比例。

（5）尿囊及尿囊液：低温引起尿囊出现延迟。在一定时间内与正常温度的同日龄胚比较，尿囊较小，尿液减少，尿液消失时间延迟。

表 11-16 温度偏低对尿囊液量的影响

孵化温度（℃）	鸡胚尿囊液量（ml）					
	第 8d	第 10d	第 12d	第 14d	第 16d	第 18d
35.5	0.3	0.8	1.9	6.3	4.7	4.5
36.5	0.6	1.9	4.4	5.1	3.0	1.6
37.5	0.8	2.2	5.2	5.5	2.2	1.6

4. 对胚胎死亡率的影响 在略低于正常温度下孵化，死亡率随温度偏离程度而增加，在低于 35℃下孵化全期死亡率为 100%。35.5℃孵化的死亡率为 80%。胚胎死亡的规律性不明显，一般可出现 4 个死亡高峰。前 3 个死亡高峰不突出，出壳前的死亡高峰则十分明显，出壳时间比正常孵化的第 3 个死亡高峰迟。

在孵化第 1 周或第 2 周连续 7d 低温，可使鸡胚的死亡率增加，而作用于孵化第 3 周时，则影响不明显。

短时间低温处理对死亡率的影响，与低温处理时的胚龄有关，对早期胚胎的影响较明显。而即使是短时间的作用，致死性低温对鸡胚也有严重的影响。

（二）低温引起禽胚胎的病理变化 在任何情况下，禽蛋受热不足会抑制胚胎的生长和发育，但受热不足的程度，持续时间以及胚龄的不同，其结果往往是不同的。

即使在很低的温度条件下（20～21℃），胚胎发育也能缓慢地进行。如果从孵化的最初几小时开始就经受这样的温度，则卵裂的进行极为缓慢，原肠胚的形成和胚叶的分化不正常。胚胎由于极度畸形而在早期死亡。胚盘增大，不形成头突。在 27～30℃孵化时，发育可能推进到较迟的阶段，但仍然以胚胎死亡而告终。胚胎只有在温度不低于 35.5℃的条件下，才有可能存活到孵化结束。低温孵化引起胚胎死亡的主要原因是心血管系统的不正常发育。

受热不足很容易通过验蛋鉴别。从最初几天起，胚胎显得比实际胚龄小，较迟沉入卵黄，鸡胚在第 6～7d 才靠近气室。胚胎卵黄的血管发育不良，血液少。尿囊发育较慢，鸡胚胎的尿囊包围蛋白不是在第 11d 而是稍后。温度显著不足时，尿囊完全不包围蛋白，而蛋白由于不能进入羊膜腔而不能被利用。胚胎的外部特征和重量与同日龄的标准不相符，卵黄吸收慢，羊膜液和尿囊液较少。至第 15d 时血液中的红细胞和血红素的数值较低。

在温度不足时，啄壳和出壳受阻。温度越低，作用时间越久，受影响越严重。有时可见到幼鸡雏在第 22d，甚至在第 35d 才孵出。

在临近孵出时，温度不足的特点是胚胎不成熟，出壳准备不足。禽蛋气室的边缘平整，未见胚头的活动。因为其时，颈部和头部的啄壳活动还没有开始。在气室附近还可见到充满血液的尿囊血管。在蛋的尖端，蛋白透明，而在发育过于延缓时蛋白不为尿囊所包围。

温度长久不足的特征是啄壳时间迟并且无力。未能按期出壳的幼雏，可存活很久。在

大多数情况下，它们保留有尿囊的血液循环，而转向肺呼吸受阻。有时在尿囊血管中可见到郁血。眼睁开，卵黄较大。如果温度不足并不严重，卵黄囊与卵黄一起被吸入腹腔，胆囊极度增大，胆汁分泌增多，结果卵黄和肠的内容物染成绿色。肠扩张，充满黄色液体，尤其是大肠的下段充满黄色物体和胎粪，有时可达直径 1.5～2cm。肠黏膜常有炎症。

温度不足时心脏极度增大。以至从 15d 龄起就可看到明显差异。这既是心室扩张也是心室壁增厚的结果。心肌纤维变粗，核变大。19～21 日龄的鸡胚可观察到心肌肥大的纤维中，其细胞质和细胞核变性，血管扩张，心外膜出血。在 15～19 日龄胚胎的肝脏中，在温度不足时发生出血，静脉不均匀地扩张，微血管充满红细胞。在这些发育迟缓的胚胎的肝脏中，糖原的含量略有增高。调节碳水化合物代谢的酶受到破坏。

与在一般条件下相比，温度不足时较多和较明显地见到头部皮下和颈部肌肉水肿，在许多情况下，有类似血肿的明显出血。在切开皮肤时，可见皮下有黏液的集聚。在对颈部水肿作组织学检查时，可观察到疏松结缔组织丛分裂成为个别的无规则分布的纤维原。淋巴管扩张。疏松的结缔组织的黏液性水肿的出现部位，往往取决于受低温作用时的胚龄及低温的程度。胚胎处于低温条件时的胚龄较小，胚胎的尿囊膜和脐环的黏膜水肿就成为一种普遍的现象。而颈和头部的水肿仅在温度降低到 30～32℃时才有明显出现。

低温孵出的幼雏体弱，站立不稳。腹部膨大，有时腹泻，结果泄殖腔周围的绒毛沾污。幼雏出壳后的蛋壳，其内部表面常由于保存在尿囊血管中的血液的溶血作用而呈红色。

由于胚胎受热不足，发育迟缓，尿囊呼吸转为肺呼吸延迟，保存下来的尿囊血液循环，虽能供给机体以氧气，但不能维持啄壳活动。卵黄已经被吸入腹腔，但幼雏未能啄壳孵出。卵黄重新被利用，但粪便不能排出，结果肠管膨胀，在许多情况下会发生肠炎。

胚胎由于不能及时利用蛋白和卵黄的营养物质而导致饥饿。造成胚胎生长和发育的迟缓。禽蛋在维生素和其他营养不足时，温度过低会加剧胚胎营养不良的发生。在低温条件下，与种禽饲养不良有关的胚胎疾病更容易表现出来，并且较明显。此时，胚胎和幼雏由于低温而体弱，更易感染各种传染病。

在孵化后期，由于蛋内产生大量的生理热，幼雏也可以在较低的温度下（31～33℃）孵出。此时，幼雏孵出虽然较迟，但基本正常。若温度更低，会导致降低孵化率和提高不合标准的幼雏的百分率。

在孵化的任何日期对禽蛋长久和强烈降温时，胚胎会进入特殊的假死状态，最终死亡。此时观察不到任何具有特征性的病理解剖变化。

第三节　孵化湿度不当

一、湿度偏高

（一）对胚胎生长发育的影响　全孵化期相对湿度偏高时，胚胎发育减慢，出壳时间稍推迟，出壳雏体重大于正常雏，但体弱。

表 11-17　孵化湿度偏高对胚胎生长发育的影响

禽　类	出壳雏禽体重（g）	
	在相对湿度为 60% 下孵化	在相对湿度为 80% 下孵化
雉鸡	20.7	21.7
鹌鹑	5.8	6.2
鸭	48.4	49.7
火鸡	62.5	64.5

（二）死亡率　全孵化期相对湿度偏高时，胚胎死亡率随之增大，而且相当一部分能出壳的雏禽是较软弱的、很多陆续死亡于出壳后一周之内。

表 11-18　孵化湿度与鸡胚死亡率的关系

相对湿度（%）	鸡胚死亡率（%）
55	12
60	15
65	20
70	30
75	40
80	50

表 11-19　孵化湿度与几种禽胚死亡率的关系

相对湿度（%）	鸡胚死亡率（%）			
	火　鸡	雉　鸡	鹌　鹑	鸭
60	8	32	48	29
70	17	26	47	
80	18	28	62	24

（三）湿度偏高引起禽胚胎的病理变化　禽胚孵化时相对湿度过高，导致胚胎发育缓慢。高的相对湿度会使孵出的幼雏重量增加，这是因为幼雏体内的水分含量增加所致。在孵化中期，正当禽蛋尿囊液的水分蒸发，但高湿度使水分蒸发不足，到孵化终结时蛋中存留许多尿囊液和羊水。

当孵化器中长久高湿时，蛋重减轻不足（至啄壳的全期减重才达 8%～9%），在最后一个死亡峰期死亡率提高，出壳延迟。出壳完成时间延长。幼雏精神不振，绒毛淡白，粘连，腹部膨胀。

闷死在蛋壳里的幼雏，黏液包裹着幼雏的喙。或从啄壳部位溢出，并迅速干涸，从而使胚胎窒息死亡。

病理解剖变化的特点是胃肠道充满水分。这些水分又大量流入呼吸道。嗉囊、胃、肠腔体积增大，胚胎膜湿润。到啄壳前，仍存留有羊水，尿囊液和未被利用的蛋白。

从孵化的最初几天起，高湿度使蛋白中水分蒸发减少，结果蛋白重量增加，不能完全

进入羊膜囊。在孵化中期尿囊液蒸发较少，胚胎吞食过量的羊水，使羊水充满肠道而排除不畅。在出壳时，雏禽常被这些液体堵住呼吸，而使雏禽不能开始用肺呼吸。如果雏禽最终得以进行肺呼吸而啄壳，则黏稠的液体从啄壳部位溢出，并迅速凝固，形成板结层，使喙和头部绒毛与蛋壳黏连。结果雏禽头部不能活动，因而不能出壳。

如果把发育正常的胚蛋置于高湿条件下，则出壳延迟，雏禽的羽毛长久处于潮湿状态。曾经作过这样的试验：把孵化盘放到有微孔的薄膜袋中，由于胚蛋的蒸发，袋中相对湿度达100%，薄壁上充满水滴。在36.5～37℃下，出壳延迟，体弱，出壳的雏禽在6～8h内羽毛仍然潮湿，经挑选后，近半数幼雏不合标准。

二、湿度偏低

（一）对胚胎生长发育的影响　当相对湿度稍低于正常值时，胚胎生长发育稍加快，出壳时间提前，出壳雏鸡的重量轻于正常雏，这主要是胚胎内的水分蒸发较多所致。

表11-20　孵化湿度偏低时对胚胎生长发育的影响

禽　类	出壳雏禽的体重（g）	
	在相对湿度为40%下孵化	在相对湿度为60%下孵化
雉	19.6	20.7
鹌鹑	5.6	5.8
鸭	46.2	48.4
火鸡	60.0	62.5

（二）胚胎的死亡率　全孵化期相对湿度偏低，各种禽胚的死亡率随之上升，当相对湿度为10%时，胚胎死亡率高达80%。

表11-21　孵化湿度偏低与鸡胚死亡率的关系

相对湿度（%）	鸡胚死亡率（%）
10	80
15	68
20	52
25	42
30	33
35	30
40	21
45	17
50	13

表11-22　孵化湿度偏低与几种禽胚死亡率的关系

相对湿度（%）	胚胎死亡率（%）			
	火　鸡	雉　鸡	鹌　鹑	鸭
40	28	40	66	49
50	25	33	64	—
60	8	32	48	29
70	17	26	47	—

（三）孵化湿度偏低引起禽胚的病理变化 新鲜鸡蛋含水分约74%。此外，大量水分的形成是由于有机物质，主要是脂肪氧化而产生的代谢水。正在发育的禽胚只能利用蛋白和卵黄中的水分。

禽蛋中水分不足导致胚胎缺乏水分——水饥饿，严重影响胚胎的代谢过程，引起一系列的病理变化。水分不足往往由于下列情况引起，如蛋壳的机械损伤、蛋壳太薄、太疏松、气孔太多或太大以及周围环境的相对湿度太低等。这些现象无论在入孵前或是孵化期间都可能出现。

实验证明。当孵化环境中空气的相对湿度较低时，在禽蛋孵化的第一周，会抑制胚胎生长，提高了死亡率。当温度较高时，低湿度的有害作用将更为严重。

在低湿度的条件下孵化，经常会出现较多的头部畸形。但这种畸形比高温条件下为多。在低湿条件下，整个孵化期间禽蛋重量的减轻有所增加，气室增大，幼雏过早出壳、啄壳部位往往在靠近禽蛋的中央处，雏禽瘦小，绒毛干巴，略带黄色，和过热的结果相似。蛋壳干燥，有时带有出血的痕迹。内壳膜坚密而干缩，闷死在蛋壳里的幼雏可见羊水完全消失，绒毛干燥，卵黄黏滞。

低湿度孵化的胚胎提前出壳的原因可能是内壳膜透气性降低和过于紧密所致。幼雏由于氧气不足，即提前开始啄壳，但并不一定能够使被内壳膜所牵制的两半个蛋壳分离。此外，由于缺少羊水的润滑作用，雏禽难于围绕蛋的纵轴翻转。在这样的情况下提前啄壳会导致尚未萎缩的尿囊血管受机械性损伤而出血。

第四节 气体成分异常

胚蛋周围的气体，包括入孵前贮存室以及入孵后的孵化机、出雏机和孵房内的各种气体，均与胚胎的发育有着密切的关系，对胚胎的发育起着相当重要的作用。

一、缺氧

关于各种不同浓度的氧气对胚胎发育的作用，进行过大量研究，正常的空气中含氧气21%，二氧化碳0.5%。所有研究证明，氧气不足会阻碍胚胎的生长发育，提高死亡率和畸形率。

在孵化的第1～2d，胚胎能够经受较低的氧气浓度。如在孵化环境中保持3%～5%的氧气3～5h，则对孵化有不良影响，作用时的胚龄越大，死亡率越高。2日龄的胚胎，其死亡率是10.3%，3日龄的胚胎是72.6%，4～5日龄的胚胎为74.8%。低浓度氧气的作用时间越久，死亡率越高。

在孵化的最初几天氧气不足，会引起极多种畸形：例如眼、喙、神经系统、躯干、心和血管的缺陷。氧不足的典型特征是矮小症，可占全部异常胚的20%（参阅第五章第二节）。

低水平氧（低于21%）的不断作用在孵化的所有阶段均有不良影响，它会增加死亡率和推迟出壳时间。在后阶段，氧气不足会抑制中枢神经系统的活动。

表 11-23　氧浓度与鸡胚死亡率的关系

氧气浓度（%）	15	20	21
鸡胚死亡率（%）	50	20	18

二、窒息

窒息就是在氧饥饿条件下呼吸停止和二氧化碳在体内的积聚。它是禽类胚胎死亡的常见原因之一。但是窒息并不总是孵化器中气体交换破坏的结果。有时空气中氧的含量充足，但胚胎没有能力利用它。这种情况见于卵壳孔被脏物或邻近的破裂禽蛋流出的内容物所包裹，或是内壳膜过于紧密，气体不能透过。在这样的情况下，在血管内循环的血液不能获得外界的氧气，也可能发生窒息。

幼雏在出壳时不可避免地要经受窒息状态。尿囊血循环系统的萎缩会导致血液中二氧化碳浓度的增高，从而刺激中枢神经系统，使幼雏因暂时的窒息使胚膜破裂，幼雏开始改用肺呼吸，然后开始啄壳。尿囊萎缩推迟会引起出壳推迟。

在实验室中，用石蜡、水玻璃或胶水局部或全部封闭蛋壳孔，或简单地把禽蛋放入水中，可很容易地造成氧不足或窒息。此时，胚胎的病理解剖变化与急性过热相似。尿囊血管充满血液，皮肤和其他器官充血和出血。血呈深红色，死亡胚胎的血液稀薄。

对用实验方法引起窒息而死亡的胚胎作检查，发现全部胚胎的羊水中均出现血液，于是把这种现象作为窒息的诊断特征。窒息的血液凝固不良，死亡约 24h 后溶血时，血红素才进入羊水和尿囊液中。

长时间氧饥饿（氧不足）的最典型的特征是胚胎在蛋内的位置不正，其结果往往是在禽蛋的中腰线或尖头端啄壳。

三、二氧化碳

孵化器内气体交换不足时，氧的浓度降低，同时伴有二氧化碳含量的提高，而二氧化碳对胚胎是有毒害的。胚胎在 4 日 龄前对二氧化碳最为敏感，其后从第 5d 到第 8d，从第 9d 到第 12d，第 13d 到第 16d 及其后一直到出壳前，胚胎对二氧化碳的敏感性有规律地逐渐降低。在所有的情况下，二氧化碳的浓度增高都会抑制胚胎的生长。在空气中，能够允许胚胎短时存活的二氧化碳最高浓度，不能超过 22%。在孵化的头三天，二氧化碳增高会引起头部、大脑和脊髓严重异常及其他畸形，在高水平二氧化碳的不断作用下，许多胚胎错位，头在蛋的锐端，足靠达气室，卵黄囊缠在颈的周围。

如整个孵化期受一定浓度二氧化碳的作用。则 0.4% 的低浓度的二氧化碳可使早期胚胎发育稍为加快，但到第 12 日龄时，处理胚大约与正常胚相等，此后，绝对及相对胚重均低于正常的胚胎。

当二氧化碳浓度高于 22% 时，禽类胚胎不能继续生长发育而很快死亡。

全孵化期在高浓度的二氧化碳下孵化时，胚胎死亡率与二氧化碳浓度成正比例，早期

胚胎对高二氧化碳较敏感。全孵化期二氧化碳含量偏高时，出壳时错位胚胎增多，最常见的错位姿势是足盘在胚胎的头颈部上。

在孵化的最初二天，如二氧化碳浓度为20%～30%，此时即使加入比正常大气的含氧量更高的氧气，胚胎的发育仍受到明显的不良影响、畸形胚增多。

四、氮气

实验表明受精蛋置于纯氮气体中孵化6h，对后期胚胎发育无明显的不良影响，但如孵化时间延长到8～12h，即可引起胚盘的破裂。

五、氦气

实验表明，如用氦气代替空气中的氮气，然后将鸡胚孵化于上述气体环境中，可引起胚胎发育紊乱，死亡率增加，至第4d龄时可出现93%的畸形胚，到9日龄死亡开始明显增加，胚胎的代谢率明显高于在正常空气中孵化的鸡胚。死亡最突出的峰期在第2周。

六、天燃气（煤气）

实验表明将受精鸡蛋置于天燃气中孵化20h，然后转入正常空气中孵化，到4d龄可出现多种畸形，主要是脊柱前裂，无体畸形，半肢畸形等。

七、一氧化二氮

实验表明，一氧化二氮对禽胚有毒性作用，如鸡胚全孵化期的空气成分为80%一氧化二氮和20%的氧气，则雏鸡出壳延迟。在出壳雏中约20%患麻痹症，无法站立和行走。

八、福尔马林

福尔马林广泛用于种蛋的消毒上，正常福尔马林用量为$1m^3$用福尔马林30ml，高锰酸钾15g。

但高浓度的福尔马林对胚胎有毒性，尤其是当相对湿度很高时。如福尔马林的用量提高到正常的5倍，并作用于2～3d龄的鸡胚时可引起高达80%的死亡率。即使在孵化的后期，过高浓度的福尔马林也使胚胎死亡率比正常高。受福尔马林毒死的后期鸡胚，其典型病变是肺水肿。

第五节　气压异常

一、低气压

受精蛋置于低于大气压的低压下孵化，第1至第9日龄期间，胚胎的生长和代谢受影响不明显，第10日龄起影响较为明显，胚胎生长明显迟滞，并出现较多的死亡。

受精蛋经 36h 低压孵化处理之后，蛋内水分过分散失，这是影响胚胎发育和致死的主要原因。置于低气压环境中孵化的禽胚，会出现多种畸形，常见的有侏儒胚、神经及心血管的异常等。

二、高气压

将禽蛋置于较高气压下孵化，由于水分的散失较少，氧气较多，所以胚胎生长发育较快，全胚湿重也比正常胚重。但如将受精蛋置于 4～6 个大气压的环境下孵化时，可引起较多的死亡率。

经高压处理过的禽胚畸形发生率明显增多，主要异常是胚外血管发育不良，伴随红细胞数减少，血色素含量降低。据分析，高压的不良影响主要是由于过分高密度的氧气引起的。

第六节　种蛋的放置或翻动不当

许多研究和多年的实践表明，在孵化器的孵化盘内，禽蛋无论气室向上垂直放置或是水平放置，都能保证胚胎的正常发育。禽蛋在垂直放置时，孵化盘的面积和孵化器的容积得到较充分的利用，因此，在现代的孵化器中，禽蛋大多是垂直放置的。只有在幼雏准备孵出时才改变为水平放置。

在禽蛋垂直放置时，如果尖头端向上，气室向下，则有不良的影响，在这种情况下，胚胎往往处于不合适的位置上，头偏离气室，蛋白积聚在气室附近，此时尿囊不正常地扩大等。

对气室向上垂直放置和水平放置孵化作比较时，可以看到：在垂直放置时，胚胎在孵化初期位置靠近气室，而蛋白集聚在蛋的尖头端。这对胚胎发育无什么不良的影响。但鹅蛋则例外，与鸡蛋相比，鹅蛋较大较重。如垂直放置时，鹅胚的发育较差。

在自然孵化条件下，孵蛋母禽经常翻动禽蛋，从而使蛋的上下表面受热均匀。在孵化器中，禽蛋虽从所有方向受热，但定期翻动仍然是必要的。如果禽蛋在孵化的最初几天翻动很少，则胚盘黏在内壳膜上，甚至与内壳膜一起结成硬块，羊膜不能形成。在较后的孵化阶段，若禽蛋翻动太少，则尿囊生长不良，蛋白牢固地紧贴在内壳膜上。在孵化的后半期，禽蛋不需经常翻动。

禽蛋翻动的角度也有重要的意义。在垂直放置时，蛋的位置应当偏离垂直线，每个侧面不低于 45°，即总共改变位置 90°。小于这个角度时，尿囊不能包围住蛋白，结果。蛋白不能进入羊膜囊内。从而不能被利用。有时剩余的未被利用的蛋白与卵黄囊连结，一起被吸入幼雏腹腔。

实验结果表明：如在孵化的第 1～15d 龄内将种鸡蛋的锐端朝上，可引起 25.5% 的死亡率。出壳时，头朝蛋的锐端的错位鸡胚明显增多。

主要参考文献

魏建平 .1996. 中国家禽 . (7) 26~27

Anderson Brown .1985. The incubation book

Brake JT . 唐顺发译 .1996. 国外畜牧科技 13 (3) 34~36

Brah GS; JS Sandhu .1989. Tropical Agriculture (66) 3 265~268

Mc Daniel GR . 戴有理译 .1991. 国外畜牧学——猪与禽 (2) 21~23

Mujeer KA et al .1986. Indian J Poultry Sci (2) 3 215~218

North MO. 郁明发等译 .1989. 养鸡生产指导手册 . 上海交大出版社

Romanoff AL .1972. Pathogenesis of avian embryo

Venkatasubramania et al .1980. Kerala J Vet Sci (11) 1 70~74

附表　常用消毒药物

药　　物	用 法 及 用 途	备　　注
酚类		
煤酚皂液	3%～5%溶液：房舍（喷洒）、用具（浸洗） 1%～3%溶液：洗手 5%～10%溶液：排泄物（喷洒）	
苯酚 （石炭酸）	1%～5%溶液：房舍、场地（喷洒） 3%～5%溶液：用具（浸泡）	高浓度有腐蚀作用，并可引起中毒
复合酚消毒剂 （商品：菌毒敌，农乐等）	0.33%溶液：房舍、场地（喷雾、喷洒） 1%溶液：严重污染的用具、车辆（浸洗）	环境温度低于8℃时，应将药液加温，禁止与碱性药物或其他药物混合使用
醛类		
甲醛溶液 （福尔马林，含甲醛40%）	熏蒸消毒： 1～2X：用于孵化室 2X：入孵的一天的种蛋 3X：刚产下的种蛋、洗涤室，运雏箱，垫料、出雏室 5X：运输工具	2.83m^3 容积用 40ml 福尔马林与 20g 高锰酸钾混合所产生的气体为 1X 浓度。熏蒸温度25℃（不低于15℃），湿度60%～80%
戊二醛	2%～5%水溶液（加0.3%碳酸氢钠使呈碱性）：用于房舍、用具消毒（喷洒）	杀菌力较甲醛强 2～10 倍，刺激性亦较轻微，低毒安全
碱类		
烧碱 （94%氢氧化钠）	3%～5%溶液：场地、环境（喷洒）、用具（浸泡）、运输工具（喷洒、冲洗）	现配现用
生石灰	10%～20%乳剂：墙壁（涂刷）、地面（泼洒）	主要成分为氧化钙，加水成为氢氧化钙。现配现用
氧化剂		
高锰酸钾	0.1%：种蛋（浸泡） 2%～5%：用具（浸泡）	现配现用
过氧乙酸	0.05%～0.5%溶液：环境、房舍（喷雾）、用具（浸泡） 3%～5%溶液（1～3g/m^3）：房屋（熏蒸） 1%溶液（30ml/m^3）：种蛋（熏蒸）	目前最优良的消毒剂之一，现配现用。市售为20%溶液，若浓度过高（30%以上）会剧烈分解而爆炸
二氧化氯 （商品：百合兴、菌毒王、消毒王消毒液等）	250mg/L：房舍环境（喷雾） 100mg/L：种蛋（浸泡）	为新一代广谱高效消毒剂广泛用于环境消毒，饮水消毒。不同商品可按各自的说明使用

（续）

药　　物	用　法　及　用　途	备　　注
表面活性剂		
必灭杀（博灭特）	50%溶液稀释 2 000～3 000 倍：场舍、环境（喷洒，冲洗）、用具（浸泡、洗刷）、孵化器等设备（喷雾）、种蛋（喷雾）、运输工具（喷雾，洗刷）	第二代双链季铵类化合物，较好的消毒剂之一
新洁而灭（溴化苄烷铵）	0.1%溶液：洗手（浸洗 5min）、种蛋（喷雾，浸洗 1～2min，药液温度 40～43℃；用具（浸泡） 0.15%～0.2%溶液：房舍室内（喷雾）	对金属器具应加入 0.5%亚硝酸钠防止生锈
洗必泰（双氯苯双胍乙烷）	0.02%溶液：洗手 0.5%溶液：房舍（喷雾）、用具（洗刷）	
氯化物		
优氯净（二氯异氰尿酸钠）（商品：强力消毒王、强力消毒灵、凯杰消毒片、威岛牌消毒剂）	0.5%～1%：用具、器材（浸泡、拭擦）； 5%：场地环境（喷洒） 直接用干粉喷洒地面（10～20g/m^2）或以 1∶5 比例混于排泄物中 与多聚甲醛 76∶24 比例混合，以 3g/m^3 密闭门窗烟熏，对房舍、用具消毒	干粉可长期保存，水溶液则不易保存
三氯异氰尿酸钠（商品：菌毒净）	200～400ppm 溶液：房舍、场地、环境（喷洒）、种蛋（喷洒、浸洗）；以 5g/m^3 对房舍熏蒸	
氯胺－T	0.5%～1%溶液：用具（洗刷） 3%溶液：排泄物（喷洒混合）	与氯铵、硫酸铵等 1∶1 混合可加快消毒作用
漂白粉（含氯石灰）	10%～20%乳剂：房舍、场地（洒布）、排泄物（混合） 1%～3%溶液：种蛋（浸泡 3min）、用具（浸洗）	不用于金属器具
次氯酸钠	0.01%～0.02%溶液：用具（浸泡） 1%溶液：房舍、环境（喷洒） 每立方米用 0.3%溶液：30～50ml、禽舍（气雾）	
超氯	原液（8000mg/L） 1∶300～400：房舍（喷雾、喷洒） 1∶200～300：用具（浸泡、洗擦） 1∶800～1 000：种蛋（喷雾、喷洒）	超氯分装为两袋（A、B），使用时按顺序加到 500 毫升水中，即成 8000mg/L 原液，在 5min 内按需要浓度稀释，现配现用
含碘消毒剂		
速效碘	1%溶液（SI-1 型） 1∶500～800：种蛋（浸泡 1min） 1∶350～500：用具（浸泡、洗擦） 1∶300～400：孵化室、场地（喷雾）	
碘优	0.025%溶液：设备、用具（浸泡） 0.5%溶液：房舍、场地（喷雾）	对病毒有良好杀灭作用，在酸性环境中杀菌力增强
其他		

（续）

药　　物	用　法　及　用　途	备　　注
雅好生	第一次用0.45%溶液消毒，干燥后再用0.15%溶液消毒：孵化室、孵化器（喷洒） 0.45%溶液：房舍地面（喷洒） 1%溶液：器具、运输工具（喷雾） 3%溶液：孵化场舍人口消毒池	目前最优良消毒剂之一，低温时（低于40℃）效果显著，不能与强碱性药物及肥皂水混合使用
环中菌毒清	1:500倍稀：种蛋（41～43℃浸洗2～3min） 用具（喷洒、洗擦）、运输工具（喷雾） 1:1000：工作人员洗手消毒	不适于排泄物消毒

汉字笔画索引

一　画

1 对体节 one somite（25）
乙酸依衣红 acetoorcein（72）

三　画

小窝 foveae（43）
上颌骨畸形 maxillae abnormal（88）
马立克氏病Marek's Disease，MD（114）
马立克氏病病毒 MDV（114）
大肠杆菌 E.coli（116）
三倍体 triploid（82）
三体性 trisomy（82）

四　画

气室 air cell（10）
引力 gravitational force（17）
内分泌腺 endocrine glands（46）
巨型趾综合征 talpid syndroma（88）
双倍足 diplorodia（89）
长骨短小 short long bones（88）
双卵黄性双胚胎 binovulor twins（126）
双合子双胚胎 bizygotic twins（126）
不完全性双胚胎 incomplete twin embryos（127）
无精蛋 infertile eggs（19）
无翼 winglessness（88）
火鸡支原体病 MM（117）

五　画

头突期 head-process（25）
头褶期 head fold（25）
生长因子 growth factors（38）
电活动 electrical activity（42）
代换骨 replacement blone（45）
皮骨 integumentary bones（45）
甲状旁腺 parathyroid（46）
生殖系统 genital system（47）
发育毒理学 developmental toxicology（55）
四倍体 tetraploid（82）
半致死因子 semilethal factor（86）
白化病 albinism（87）
白羽，显性 white，dominant（87）
头不全 perocephalus（88）
叶酸 folic acid（100）
包涵体性肝炎 Inclusion Body Hepatitis，IBH（112）
生物素 biotin（97）
白羽，隐性 white，recessive（87）
白色北京鸭纯种群 *Anas platyrhynchos*（93）
甲状腺 thyroid（46）

生肌节 myotome（45）

六　画

交媾器 copulatory apparatus（3）
异位 malpositions（21）
血岛 blood islands（25）
羽毛原基 feather germs（28）
巩膜乳头 scleral papillae（28）
羊膜 amnion（40）
血液循环系统 blood circulation system（41）
肌肉和骨骼系统 muscular and skeletal system（45）
自我抑制期 self-inhibiting phases（48）
自发性畸形 spontaneous malformations（52）
多基因遗传 polygenic inheritance（53）
次存活因子 subvitals（86）
曲颈侏儒 crooked-neck dwarf（87）
多趾 polydactyly（89）
全转运维生素 A 酸 all-trans-retinoc acid（97）
红细胞凝集试验 HA（110）
传染性法氏囊病 Infections Bursal Disease，IBD（114）
传染性法氏囊病病毒 IBDV（114）
后躯联胎 katadidymus（128）
合胞体 syncytium（45）
多倍体 polyploid（82）
成骨素 osteogenin（38）
杂合子 heterozygote（53）
多发性神经炎 polyneuritis（100）
成纤维生长因子 FGF（38）
血液形成生长因子-α HGF-α（38）
成纤维细胞生长因子-2 FGF-2（38）
传染性滑膜炎 MS（117）

七　画

卵巢 ovarium（4）
系带生成层 chalatiferous layer（7）
系带 chalazqa（7）
壳膜 shell membrane（9）
卵黄囊 yolk sac（40）
卵黄柄 yolk stark（40）
尿囊 allantois（41）
运动活动 motor activity（42）
听觉和平衡器官 organ of hearing and balance（43）
条件致死因子 conditional lethals（86）
泛酸 pantothenic acid（99）
鸡传染性支气管炎 Avian Infectious Bronchitis，IB（110）
鸡白痢 Pullorum Disease（115）
鸡白痢沙门氏菌 Salmonella Pullorum（115）
鸡沙门氏菌 Salmonella Gallinarum（115）
近亲繁殖 inbreeding（53）
完全性双胚胎 complete twin embryos（126）
位点 locus（53）
沉积效率 effectiveness of deposition（96）
附睾 epididymis（3）
纯合子 homozygote（53）
足裂 foot split（89）
鸡痘病毒 Fowlpox Virus（112）
鸡败血支原体 MG（117）
卵黄 yolk（7）
卵黄囊 YS（40）
鸡传染性支气管炎病毒 IBV（110）
鸡包涵体性肝炎病毒 IBHV（112）

八　画

爬行者（匍匐鸡，creeper）（92）
受精率 fertilization rate（17）
孤雌生殖 parthenogenesis（24）
细胞素 cytokines（38）
视觉器官 organ of sight（42）
呼吸系统 respiration system（43）

泌尿系统 urinary system（44）
肱骨带 humeral girdle（45）
肾上腺 adrenals（46）
单倍体 haploid（82）
非整倍体 aneuploid（82）
易位 translocation（82）
孤雄生殖 androgenesis（83）
软骨发育不全 achondroplasia（87）
细小眼 microrpthalmia（88）
细小肢 micromelia（88）
空肠弯曲杆菌 campylobacter jejuni（117）
单卵黄性双胚胎 monovular twins（126）
软骨营养障碍 chondrodystrorhy（87）
细小肢综合症 micromelic syndrome（93）
单合子双胚胎 monozygotic twins（126）
变性梯度凝胶电泳 DGGE（73）
松果体 epiphysis（47）
表现型 phenotype（53）
肿瘤坏死因子-α TNF-α（38）
转化生长因子-β TGF-β（38）
垂体 hypophysisi（47）
单体性 monosomy（82）
呼肠孤病毒 REOV（113）
性染色体显性 XR（87）
性染色体隐性 XS（87）

九　画

绒毛尿囊膜 CAM（57）
胚盘 blastcderm（7）
哈氏单位 Haugh unit（14）
绒毛膜 chorion（40）
神经系统和感觉器官 nervous system and sense organs（42）
神经盘 nerural plate（42）
促肾上腺皮质激素 ACTH（47）
突变 mutation（52）
染色体畸变 chromosomal aberrations（53）
诱发性畸变 inductive malformation（55）
重复 duplication（82）
弯曲喙 curled beak（88）
指原基 primordia of digits（88）
胚盘变性 blastoderm degeneration（89）
胆骨化醇 cholecalciferol（101）
钙 calcium（103）
前躯联胎 anadidymus（128）
胚盾 embryonic shield（25）
栉 pecten（43）
匍匐鸡 creeper（87）
促甲状腺素 TSH（47）

十　画

原条前期 pre-streak（25）
原条早期 initial streak（25）
原条中期 intermediate streak（25）
原条后期 definitive streak（25）
唇沟 labial groove（29）
凋亡 apoptosis（38）
氧饥饿 oxygen starvation（43）
胰腺 pancreas（46）
致畸 teratogenesis（52）
致畸原 teratogen（55）
致畸作用 teratogenesis（55）
病毒性关节炎 VA（76）
致死性基因 lethal gene（86）
致死因子 lethal factor（86）
脑疝 cerebral hernia（88）
缺足 ametapodia（89）
缺趾 ectrodatyly（89）
致死环 ring lethal（90）
致死性应激 lethal stress（96）
核黄素 riboflavin（98）
烟酸 niacin（100）
脂肪和脂肪酸 fat and fatty acids（106）
鸭病毒性肝炎 Duck Viral Hepatitis，DVH

(114)
鸭肝炎病毒 DVHV（114）
鸭瘟 Duck Plague，DP（115）
鸭病毒性肠炎 Duck Viral Enteritis，DVE（115）
烟曲霉 Aspergillus fumigatus（119）
脊索 notochord（25）
致死突变 cornish（88）
消化系统 digestive system（44）
缺失 deletion（82）
鸭瘟病毒 DPV（115）
倒位 inversion（82）
胰岛素样生长因子 IGF-Ⅰ、Ⅱ（38）
胰岛素样生长因子-Ⅱ IGF-Ⅱ（38）
胸腺 thymus（46）

十一画

绿脓杆菌感染 Paeruginosa Infection（119）
蛋白 albumen（7）
蛋产出前死亡 pre-ovipositional death（19）
基因突变 gene mutation（53）
常染色体显性 AD（87）
常染色体隐性 AR（87）
维生素 A vitamin A（97）
维生素 B_{12} vitamin B_{12}（99）
维生素 B_6 vitamin B_6（101）
维生素 K vitamin K（101）
维生素 D vitamin D（101）
维生素 E vitamin E（102）
蛋白质和能量 protein and energy（105）
黄曲霉 Aspergillus flavus（119）
减蛋综合征 EDSV（113）
减蛋综合征 Egg Drop Syndrome，EDS-76（113）
淋巴细胞性白血病 Lymphoid Leukosis，LL（113）
淋巴细胞性白血病 LL（113）
蛋壳 shell（10）
基因 gene（53）
基因型 genotype（53）
硒 selenium（105）

十二画

等位基因 allele（53）
程序化死亡 programmed cell death（38）
暂时性胚胎器官 temporary embryonic organs（40）
禽脑脊髓炎 AE（111）
嵌合体 mosaic（82）
短上喙 short upper beak（88）
短肢 nanomelia（88）
遗传性血环 inheritable bloodring（90）
硫胺素 thiamine（100）
禽脑脊髓炎 Avian Encephalomyelitis，AE（111）
禽脑脊髓炎病毒 AEV（111）
禽流感 Avian Influenza，AI（111）
禽流感病毒 AIV（111）
禽传染性喉气管炎 Avian Infectius Laryngotracheitis，ILT（112）
禽痘 Avian Pox（112）
禽病毒性关节炎 Avian Viral Arthritis，VA（113）
禽白血病 Avian Leukosis，AL（113）
禽白细胞增生病病毒 ALV（113）
禽副伤寒 Fowl Paratyphoid（116）
禽大肠杆菌病 Avian Colibacillosis（116）
禽结核病 Avian Tuberculosis（117）
禽支原体感染 Mycoplasma Infection in Avian（117）
葡萄球菌病 staphylococcosis（118）
禽螺旋体病 Avian Spirochetosis（119）
禽衣原体病 Avian Chlamydiosis（119）
禽曲霉菌病 Avian Aspergillosis（119）

短颈 short neck（88）
锌 zinc（104）
链球菌病 Streptococcosis（119）
联体双胚胎 conjoined twins（128）
禽伤寒 Fowl Typhoid（115）
短脊柱 short spine（88）
裂隙 gop（82）
痛风 gout（107）
滑液囊支原体 MS（117）
禽传染性喉气管炎病毒 ILTV（112）
遗传物质 DNA（83）

十三画

嗅觉器官 olfactory organ（43）
畸形 malformation（52）
愈合 acleiencephaly（57）
锰 manganese（104）
新城疫 Newcastle Disease，ND（110）
新城疫病毒 NDV（110）
硼 boron（105）
输精管 deferent duct（3）
输卵管 oviductus（4）
触觉 touch（43）
微小染色体 microchromosome（81）
矮小症 stickiness（88）
矮小单冠白来航鸡 scwl（89）
碘 iodine（103）
微效基因 minor gene（53）
畸胎 monsters（127）

十四画

孵化率 hatchability（18）
孵化失败 hatching failures（18）
镁 magnesium（104）
慢性呼吸道病 CRD（117）
精细管之间的间质细胞（leydig 氏细胞）（3）
睾丸 testis（3）
精液 semen（3）

十五画

聚合酶链反应 PCR（73）

十六画

整倍体 euploid（82）
磺胺 SN（57）

十七画

鳃弓 visceral arch（26）
癌宁 TEM（58）
磷 phosphorus（103）

二十一画

镶嵌体 chimera（82）
髓质条 medullary strands（46）

英 文 索 引

A

albumen 蛋白（7）

air cell 气室（10）

apoptosis 凋亡（38）

amnion 羊膜（40）

allantois 尿囊（41）

adrenals 肾上腺（46）

ACTH 促肾上腺皮质激素（47）

allele 等位基因（53）

acleiencephaly 愈合（57）

acetoorcein 乙酸依衣红（72）

AE 禽脑脊髓炎（111）

aneuploid 非整倍体（82）

androgenesis 孤雄生殖（83）

AD 常染色体显性（87）

AR 常染色体隐性（87）

achondroplasia 软骨发育不全（87）

albinism 白化病（87）

ametapodia 缺足（89）

all-trans-retinoc acid 全转运维生素 A 酸（97）

Avian Infectious Bronchitis，IB 鸡传染性支气管炎（110）

Avian Encephalomyelitis，AE 禽脑脊髓炎（111）

AEV 禽脑脊髓炎病毒（111）

Avian Influenza，AI 禽流感（111）

AIV 禽流感病毒（111）

Avian Infectius Laryngotracheitis，ILT 禽传染性喉气管炎（112）

Avian Pox 禽痘（112）

Aviadenovirus 禽类腺病毒属（112）

Avian Viral Arthritis，VA 禽病毒性关节炎（113）

Avian Leukosis，AL 禽白血病（113）

ALV 禽白细胞增生病病毒（113）

Avian Colibacillosis 禽大肠杆菌病（116）

Avian Tuberculosis 禽结核病（117）

Avian Spirochetosis 禽螺旋体病（119）

Avian Chlamydiosis 禽衣原体病（119）

Avian Aspergillosis 禽曲霉菌病（119）

Aspergillus fumigatus 烟曲霉（119）

Aspergillus flavus 黄曲霉（119）

anadidymus 前躯联胎（128）

anas platyrhynchos 白色北京鸭纯种群（93）

B

blastcderm 胚盘（7）

blood islands 血岛（25）

blood circulation system 血液循环系统（41）

blastoderm degeneration 胚盘变性（89）

biotin 生物素（97）
boron 硼（105）
binovulor twins 双卵黄性双胚胎（126）
bizygotic twins 双合子双胚胎（126）
C
copulatory apparatus 交媾器（3）
chalatiferous layer 系带生成层（7）
chalazqa 系带（7）
cytokines 细胞素（38）
chorion 绒毛膜（40）
chromosomal aberrations 染色体畸变（53）
CAM 绒毛尿囊膜（57）
chimera 镶嵌体（82）
conditional lethals 条件致死因子（86）
crooked-neck dwarf 曲颈侏儒（87）
cerebral hernia 脑疝（88）
curled beak 弯曲喙（88）
cholecalciferol 胆骨化醇（101）
calcium 钙（103）
campylobacter jejuni 空肠弯曲杆菌（117）
complete twin embryos 完全性双胚胎（126）
CRD 慢性呼吸道病（117）
chondrodystrorhy 软骨营养障碍（87）
creeper 匍匐鸡（87）
cornish 致死突变（88）
creeper 爬行者（匍匐鸡）（90）
conjoined twins 联体双胚胎（128）
D
definitive streak 原条后期（25）
developmental toxicology 发育毒理学（55）
duplication 重复（82）
diplorodia 双倍足（89）
Duck Viral Hepatitis，DVH 鸭病毒性肝炎（114）
DVHV 鸭肝炎病毒（114）
Duck Plague，DP 鸭瘟（115）
Duck Viral Enteritis，DVE 鸭病毒性肠炎（115）
deferent duct 输精管（3）
digestive system 消化系统（44）
DGGE 变性梯度凝胶电泳（73）
deletion 缺失（82）
DPV 鸭瘟病毒（115）
DNA 遗传物质（83）
E
electrical activity 电活动（42）
endocrine glands 内分泌腺（46）
ectrodatyly 缺趾（89）
embryonic shield 胚盾（25）
effectiveness of deposition 沉积效率（96）
epididymis 附睾（3）
E.coli 大肠杆菌（116）
EDS 减蛋综合征（113）
EDSV 减蛋综合征病毒（113）
Egg Drop Syndrome，EDS-76 减蛋综合征（113）
euploid 整倍体（82）
epiphysis 松果体（47）
F
fertilization rate 受精率（17）
feather germs 羽毛原基（28）
foveae 小窝（43）
folic acid 叶酸（100）
fat and fatty acids 脂肪和脂肪酸（106）
Fowl Paratyphoid 禽副伤寒（116）
Fowl Typhoid 禽伤寒（115）
FGF 成纤维生长因子（38）
FGF-2 成纤维细胞生长因子-2（38）
foot split 足裂（89）
Fowlpox Virus 鸡痘病毒（112）
G
gravitational force 引力（17）
growth factors 生长因子（38）
genital system 生殖系统（47）

gene mutation 基因突变（53）
gene 基因（53）
genotype 基因型（53）
gop 裂隙（82）
gout 痛风（107）
H
Haugh unit 哈氏单位（14）
hatchability 孵化率（18）
hatching failures 孵化失败（18）
head-process 头突期（25）
head fold 头褶期（25）
humeral girdle 肱骨带（45）
haploid 单倍体（82）
HA 红细胞凝集试验（110）
HI 血凝抑制试验（110）
homozygote 纯合子（53）
heterozygote 杂合子（53）
HGF-α 血液形成生长因子-α（38）
hypophysisi 垂体（47）
I
initial streak 原条早期（25）
intermediate streak 原条中期（25）
integumentary bones 皮骨（45）
inductive malformation 诱发性畸变（55）
inheritable bloodring 遗传性血环（90）
Inclusion Body Hepatitis，IBH 包涵体性肝炎（112）
Infections Bursal Disease，IBD 传染性法氏囊病（114）
IBDV 传染性法氏囊病病毒（114）
inbreeding 近亲繁殖（53）
incomplete twin embryos 不完全性双胚胎（127）
iodine 碘（103）
infertile eggs 无精蛋（19）
inversion 倒位（82）
IGF-Ⅰ、Ⅱ胰岛素样生长因子（38）
IGF-Ⅱ胰岛素样生长因子-Ⅱ（38）
IBV 鸡传染性支气管炎病毒（110）
ILTV 禽传染性喉气管炎病毒（112）
IBHV 鸡包涵体性肝炎病毒（112）
K
katadidymus 后躯联胎（128）
L
labial groove 唇沟（29）
lethal gene 致死性基因（86）
lethal factor 致死因子（86）
lethal stress 致死性应激（96）
locus 位点（53）
leydig 氏细胞精细管之间的间质细胞（3）
Lymphoid Leukosis，LL 淋巴细胞性白血病（113）
LL 淋巴细胞性白血病（113）
M
malpositions 异位（21）
motor activity 运动活动（42）
muscular and skeletal system 肌肉和骨骼系统（45）
medullary strands 髓质条（46）
malformation 畸形（52）
mutation 突变（52）
mosaic 嵌合体（82）
microrpthalmia 细小眼（88）
micromelia 细小肢（88）
maxillae abnormal 上颌骨畸形（88）
manganese 锰（104）
magnesium 镁（104）
Marek's Disease，MD 马立克氏病（114）
MDV 马立克氏病病毒（114）
Mycoplasma Infection in Avian 禽支原体感染（117）
monovular twins 单卵黄性双胚胎（126）
microchromosome 微小染色体（81）
micromelic syndrome 细小肢综合征（93）
monozygotic twins 单合子双胚胎（126）

myotome 生肌节（45）
minor gene 微效基因（53）
monsters 畸胎（127）
MG 鸡败血支原体（117）
MS 传染性滑膜炎（117）
MM 火鸡支原体病（117）
monosomy 单体性（82）
MS 滑液囊支原体（117）
N
nervous system and sense organs 神经系统和感觉器官（42）
nerural plate 神经盘（42）
nanomelia 短肢（88）
niacin 烟酸（100）
Newcastle Disease，ND 新城疫（110）
NDV 新城疫病毒（110）
notochord 脊索（25）
O
ovarium 卵巢（4）
organ of sight 视觉器官（42）
organ of hearing and balance 听觉和平衡器官（43）
olfactory organ 嗅觉器官（43）
oxygen starvation 氧饥饿（43）
oviductus 输卵管（4）
one somite 1 对体节（25）
osteogenin 成骨素（38）
P
pre-ovipositional death 蛋产出前死亡（19）
parthenogenesis 孤雌生殖（24）
pre-streak 原条前期（25）
programmed cell death 程序化死亡（38）
pancreas 胰腺（46）
parathyroid 甲状旁腺（46）
polygenic inheritance 多基因遗传（53）
perocephalus 头不全（88）
primordia of digits 指原基（88）
polydactyly 多趾（89）
pantothenic acid 泛酸（99）
protein and energy 蛋白质和能量（105）
Pullorum Disease 鸡白痢（115）
Paeruginosa Infection 绿脓杆菌感染（119）
pecten 栉（43）
PCR 聚合酶链反应（73）
polyploid 多倍体（82）
phenotype 表现型（53）
polyneuritis 多发性神经炎（100）
phosphorus 磷（103）
R
respiration system 呼吸系统（43）
replacement blone 代换骨（45）
ring lethal 致死环（90）
riboflavin 核黄素（98）
REOV 呼肠孤病毒（113）
S
shell membrane 壳膜（9）
scleral papillae 巩膜乳头（28）
self-inhibiting phases 自我抑制期（48）
spontaneous malformations 自发性畸形（52）
semilethal factor 半致死因子（86）
subvitals 次存活因子（86）
short upper beak 短上喙（88）
Salmonella Pullorum 鸡白痢沙门氏菌（115）
Salmonella Gallinarum 鸡沙门氏菌（115）
staphylococcosis 葡萄球菌病（118）
short long bones 长骨短小（88）
syncytium 合胞体（45）
short neck 短颈（88）
stickiness 矮小症（88）
scwl 矮小单冠白来航鸡（89）
Streptococcosis 链球菌病（119）
semen 精液（3）
shell 蛋壳（10）
short spine 短脊柱（88）

selenium 硒（105）
SN 磺胺（57）
T
temporary embryonic organs 暂时性胚胎器官（40）
teratogenesis 致畸（52）
teratogen 致畸原（55）
teratogenesis 致畸作用（55）
tetraploid 四倍体（82）
translocation 易位（82）
talpid syndroma 巨型趾综合征（88）
thiamine 硫胺素（100）
touch 触觉（43）
thyroid 甲状腺（46）
triploid 三倍体（82）
testis 睾丸（3）
TNF-α 肿瘤坏死因子-α（38）
TGF-β 转化生长因子-β（38）
thymus 胸腺（46）
TSH 促甲状腺素（47）
trisomy 三体性（82）
TEM 癌宁（58）
U
urinary system 泌尿系统（44）
V
visceral arch 鳃弓（26）
VA 病毒性关节炎（76）
vitaminA 维生素 A（97）
vitaminB_{12}维生素 B_{12}（99）
vitaminB_6 维生素 B_6（101）
vitaminK 维生素 K（101）
vitaminD 维生素 D（101）
vitaminE 维生素 E（102）
W
white，dominant 白羽，显性（87）
white，recessive 白羽，隐性（87）
winglessness 无翼（88）
X
XR 性染色体显性（87）
XS 性染色体隐性（87）
Y
yolk sac 卵黄囊（40）
yolk stark 卵黄柄（40）
yolk 卵黄（40）
YS 卵黄囊（40）
Z
zinc 锌（104）

selenium 硒（105）
SN 磺胺（57）
T
temporary embryonic organs 暂时性胚胎器官（40）
teratogenesis 致畸（52）
teratogen 致畸原（55）
teratogenesis 致畸作用（55）
tetraploid 四倍体（82）
translocation 易位（82）
talpid syndroma 巨型趾综合征（88）
thiamine 硫胺素（100）
touch 触觉（43）
thyroid 甲状腺（46）
triploid 三倍体（82）
testis 睾丸（3）
TNF-α 肿瘤坏死因子-α（38）
TGF-β 转化生长因子-β（38）
thymus 胸腺（46）
TSH 促甲状腺素（47）
trisomy 三体性（82）
TEM 癌宁（58）
U
urinary system 泌尿系统（44）
V
visceral arch 鳃弓（26）
VA 病毒性关节炎（76）
vitaminA 维生素 A（97）
vitaminB_{12}维生素 B_{12}（99）
vitaminB_6 维生素 B_6（101）
vitaminK 维生素 K（101）
vitaminD 维生素 D（101）
vitaminE 维生素 E（102）
W
white，dominant 白羽，显性（87）
white，recessive 白羽，隐性（87）
winglessness 无翼（88）
X
XR 性染色体显性（87）
XS 性染色体隐性（87）
Y
yolk sac 卵黄囊（40）
yolk stark 卵黄柄（40）
yolk 卵黄（40）
YS 卵黄囊（40）
Z
zinc 锌（104）

selenium 硒（105）
SN 磺胺（57）
T
temporary embryonic organs 暂时性胚胎器官（40）
teratogenesis 致畸（52）
teratogen 致畸原（55）
teratogenesis 致畸作用（55）
tetraploid 四倍体（82）
translocation 易位（82）
talpid syndroma 巨型趾综合征（88）
thiamine 硫胺素（100）
touch 触觉（43）
thyroid 甲状腺（46）
triploid 三倍体（82）
testis 睾丸（3）
TNF-α 肿瘤坏死因子-α（38）
TGF-β 转化生长因子-β（38）
thymus 胸腺（46）
TSH 促甲状腺素（47）
trisomy 三体性（82）
TEM 癌宁（58）
U
urinary system 泌尿系统（44）
V
visceral arch 鳃弓（26）
VA 病毒性关节炎（76）
vitaminA 维生素 A（97）
vitaminB_{12}维生素 B_{12}（99）
vitaminB_6 维生素 B_6（101）
vitaminK 维生素 K（101）
vitaminD 维生素 D（101）
vitaminE 维生素 E（102）
W
white，dominant 白羽，显性（87）
white，recessive 白羽，隐性（87）
winglessness 无翼（88）
X
XR 性染色体显性（87）
XS 性染色体隐性（87）
Y
yolk sac 卵黄囊（40）
yolk stark 卵黄柄（40）
yolk 卵黄（40）
YS 卵黄囊（40）
Z
zinc 锌（104）