

全国高等林业院校试用教材

毛 皮 学

景松岩 张 伟 等编著



东北林业大学出版社

FDG

责任编辑：任 俐

TS51

6042



ISBN 7-81008-339-2/Q·32

定价：15.50元

前 言

毛皮学是研究野生哺乳动物毛的形态、结构；毛被脱换规律；皮肤组织结构、理化性质；毛皮的初步加工，毛皮的识别、质量检验、仓储保管、运输和国内外贸易等的一门涉及多学科的理论性很强并与生产实践密切结合的科学。

毛皮是人类利用最早，并且仍在利用的重要的生活和生产物资的原料，人类在利用毛皮的漫长历程中，逐渐积累了对各种毛皮的认识和加工经验，尤其是近百年来，随着科学技术的发展和社会化生产方式的进展，毛皮加工已经从原始的手工作坊阶段向大规模经营发展，各种高档裘皮服装和毛纺材料层出不穷，引人入胜，经久不衰。我国地域辽阔，野生动物种类繁多，其中已被利用的毛皮兽已达 90 多种，使我国成为主要的毛皮生产国和出口国。但是，由于我国毛皮行业的加工工艺还不够先进，许多生产尚处于经验式的手工作坊阶段，使毛皮原料的价值大大降低。同时，由于人类生产活动的影响，使野生动物的生境日益遭到破坏，特别是对经济动物的掠夺性猎捕，使野生动物的种类和数量日趋减少。国家为了保护濒危动物，制定了对野生动物的“加强资源保护，积极驯养繁殖，合理开发利用”的方针。只有有效地管理好野生动物资源，科学地利用好野生动物产品，才能使野生动物毛皮产品得到永续利用。

各种哺乳动物在长期的进化适应过程中，其毛皮的组成、结构、形态、功能和生长脱换等方面均表现出各自的进化及适应的特征，使毛皮不仅对动物的分类识别有重要意义，也可揭示动物的环境特征，同时，各种兽毛不仅容易获得且便于长期保存和随时进行研究，即使在动物活体上采毛也绝不会伤害动物，又使毛成为在不破坏动物正常生命活动条件下研究动物的良好选材。另外，在野外考察、食肉动物的食性分析以及哺乳动物寄生虫寄主等方面的研究中，毛往往成为唯一线索。

可见，无论是利用毛皮产品还是认识动物及其环境，都离不开对毛皮性状的深入研究。目前，国内仅有很少几本关于毛皮检验和加工利用的书籍，而全面系统揭示野生动物毛皮的发生生长规律、组织结构、性质功能以及在动物分类、生态、营养和进化适应等方面应用的专著尚缺。《毛皮学》正是在继承前人对毛皮产品的检验识别、加工利用等知识的基础上，通过广泛搜集国内外研究资料并结合作者多年的研究成果编著而成。全书分为上下两篇，共九章。第一至五章为毛皮学原理篇，主要内容包括哺乳动物皮肤及其衍生物的一般结构、发生特点、功能以及与其他脊椎动物的比较概述；各种动物毛的形态结构与兽类分类和毛皮产品识别检验；毛的发生生长规律以及毛在形成过程中的力学作用与毛的鳞片外形，毛皮动物的毛被脱换等；在野生动物研究中毛的作用、毛的检验及研究应用等；生皮的组织结构、化学成分和理化性质及其在毛皮的初步加工和鞣制中的应用等。第六至九章为毛皮商品学篇，主要内容有：国内外裘皮市场的变化规律及现状；各主要裘皮生产国和消费国的概况和毛皮贸易方式；野生和人工饲养毛皮兽毛皮的初步加工、分类、质量检验、仓储保管和运输等。

《毛皮学》主要是为高等院校野生动物专业而编著的教材，同时可作为野生动物学科的研究者、野生动物自然保护区工作者、农业院校畜牧专业师生、毛皮兽饲养工作者、毛

皮贸易工作者及毛皮鞣制工作者的参考书。

本书由景松岩、张伟主编，第一至四章由张伟编著，第五至九章由景松岩编著，韩颖编写第七、九章中的一部分，费荣梅编写第八章中的一部分。另外，在本书的编著过程中，硕士研究生白素英和徐艳春、李景文等同学参与部分资料的收集及整理工作，杭馥兰先生审阅了部分章节，在此一并致谢。由于学识所限，编著时间仓促，以及一些研究尚待深入，本书的缺点和错误在所难免，敬请读者指正。

编著者

1993年5月于哈尔滨

目 录

上篇 毛皮学原理

第一章 哺乳动物皮肤及其衍生物概述.....	(1)
第一节 哺乳动物皮肤及其衍生物的构造.....	(1)
一、皮肤的构造.....	(1)
二、皮肤衍生物的构造.....	(7)
第二节 哺乳动物皮肤及其衍生物的功能	(10)
一、防卫功能	(11)
二、感觉功能	(12)
三、调节功能	(14)
四、排泄功能	(15)
五、分泌功能	(15)
六、运动及其他功能	(15)
第三节 哺乳动物皮肤及其衍生物与其他脊椎动物的比较	(16)
一、皮肤的比较	(16)
二、皮肤衍生物的比较	(17)
第二章 毛的形态及组织结构	(19)
第一节 毛的形态	(19)
一、毛的形态多样性及其分类	(19)
二、毛的各种形态特征	(21)
第二节 毛的组织结构	(24)
一、毛囊及其附属构造	(24)
二、毛纤维的结构	(27)
第三节 毛的着生排列	(53)
一、毛的着生排列方式	(53)
二、毛束概念的应用——测定毛密度	(54)
第三章 毛的发生与生长	(57)
第一节 毛的发生	(57)
一、毛的基本发生过程	(58)
二、几种动物毛囊及毛的发生	(59)
第二节 毛的生长与脱换	(66)
一、毛的形成过程	(66)
二、毛形成过程中的生物力学	(67)
三、换毛及其方式	(73)
第三节 换毛序及其测定	(78)

一、换毛序及其研究意义	(78)
二、换毛序的测定	(78)
三、几种兽类的换毛序	(81)
第四节 各种因素对毛的生长及脱换的影响	(84)
一、季节性换毛动物被毛的正常生长脱换机制	(85)
二、营养对季节性换毛动物被毛的生长及脱换的影响	(86)
三、毛的生长状况与机体生理状况的关系	(88)
四、环磷酰胺对动物毛被脱换的影响	(96)
五、环境因子对毛的生长脱换的影响	(98)
第四章 毛的研究与应用	(103)
第一节 毛的研究意义	(103)
一、毛与动物及其环境	(103)
二、毛的研究基础与发展	(104)
三、毛在哺乳动物研究中的作用	(105)
第二节 毛的研究内容及其应用	(108)
一、毛的检验识别	(108)
二、毛及毛被的利用价值与主要性能	(115)
三、环磷酰胺用于毛被脱换的人为控制与应用	(116)
第五章 生皮的化学成分及性质	(127)
第一节 生皮的蛋白质	(128)
I. 纤维型蛋白质(fibrous proteins)	(128)
一、胶原纤维(collagenous fiber)	(128)
二、弹性纤维(elastic fibers)	(195)
三、网状纤维(reticular fibers)	(199)
四、角蛋白(keratin)	(200)
II. 非纤维型蛋白质(non-fibrous proteins)	(214)
一、简单蛋白(simple proteins)	(215)
二、结合蛋白质(缀蛋白)(binding proteins)	(215)
第二节 生皮中的非蛋白质	(218)
一、水分	(218)
二、脂类化合物(lipids)	(218)
三、矿物质(mineral matter)	(222)

下篇 毛皮商品学

第六章 世界毛皮业	(225)
第一节 国际裘皮市场剖析及展望	(226)
一、国际裘皮市场总览	(226)
二、国际裘皮市场的三大支柱商品	(236)

三、世界主要裘皮及制品生产国（地区）和消费国（地区）概况·····	(243)
四、国际裘皮市场的贸易方式·····	(254)
五、世界主要毛皮兽饲养业、裘皮贸易业的机构·····	(259)
六、国际裘皮市场剖析·····	(260)
七、国际裘皮市场展望·····	(268)
第二节 中国裘皮市场概况·····	(269)
一、中国裘皮来源的发展趋势·····	(269)
二、中国的毛皮兽饲养业·····	(270)
三、提高经营裘皮的水平·····	(272)
四、改变毛皮鞣制加工业的现状·····	(273)
五、培养提高技术队伍·····	(273)
第七章 生皮的初加工·····	(274)
第一节 人工饲养毛皮兽皮张的初加工·····	(274)
一、毛皮成熟鉴定·····	(274)
二、毛皮初加工间的设置·····	(275)
三、生皮的初加工·····	(276)
四、生皮的质量检验·····	(282)
第二节 野生毛皮兽皮张的初加工·····	(292)
一、野生毛皮兽的猎期·····	(292)
二、初加工方法·····	(293)
三、生皮的防腐·····	(294)
第八章 野生制裘原料皮的分类与质量检验·····	(299)
第一节 野生裘皮的分类·····	(299)
一、野生裘皮的分类·····	(299)
二、食肉目鼬科、猫科、灵猫科、犬科动物皮张的主要特征·····	(300)
三、几种易混淆毛皮的鉴别·····	(302)
第二节 野生裘皮的质量检验·····	(309)
一、野生裘皮质量检验的标准及方法·····	(309)
二、野生裘皮的伤残·····	(311)
第三节 野生小毛细皮·····	(314)
一、元皮、黄狼皮、京东条·····	(314)
二、紫貂皮·····	(321)
三、大毛艾虎皮·····	(323)
四、小毛艾虎皮·····	(325)
五、水獭皮·····	(325)
六、江獭皮·····	(328)
七、香鼠皮·····	(328)
八、扫雪皮·····	(329)
九、獾子皮·····	(330)

十、松狼皮 (香菇狼皮)	(331)
十一、花地狗皮	(332)
十二、银鼠皮	(332)
十三、白鼠皮	(333)
十四、灰鼠皮 (灰皮)	(334)
十五、松鼠皮	(336)
十六、彪鼠皮	(337)
十七、麝鼠皮	(338)
第四节 野生大毛裘皮	(339)
一、狐皮	(339)
二、貉皮	(342)
三、貉獭皮	(344)
四、狸子皮	(345)
五、土狸子皮	(346)
六、草猫皮	(346)
七、麻狸子皮 (兔耳生皮)	(347)
八、玛瑙皮	(348)
九、东沙狐皮	(349)
十、西沙狐皮	(349)
十一、狼皮	(350)
第五节 野生杂皮	(350)
一、金钱豹皮	(350)
二、虎皮	(351)
三、艾叶豹皮	(352)
四、龟纹豹皮、龟纹豹娃子皮	(353)
五、红春豹皮、芝麻豹皮、狸豹皮、墨豹皮	(354)
六、黄猯皮	(354)
七、香猯皮	(355)
八、青猯皮	(356)
九、墨猯皮 (黑猯皮)	(357)
十、九江狸皮 (青鬃皮)	(358)
十一、香狸皮	(359)
十二、八卦猫皮	(359)
十三、豺皮	(360)
十四、獾皮	(361)
十五、獾獾皮	(363)
十六、金狗皮	(363)
十七、雪兔皮	(364)
十八、野兔皮	(364)

十九、蒿兔皮.....	(367)
二十、熊皮.....	(368)
二十一、月熊皮.....	(369)
二十二、树鼠皮.....	(369)
二十三、石獾皮 (水獾皮)	(370)
二十四、旱獭皮.....	(370)
二十五、竹鼠皮.....	(372)
二十六、金丝猴皮.....	(373)
二十七、杂猴皮.....	(373)
二十八、海溜皮.....	(376)
第九章 毛皮的仓储及仓库的管理	(377)
第一节 毛皮仓库及其管理.....	(377)
一、毛皮仓库场址的选择.....	(377)
二、毛皮仓库的区划和库房建筑.....	(377)
三、毛皮仓库的管理.....	(378)
第二节 毛皮仓库害虫的综合防治.....	(381)
一、毛皮仓库害虫的分类.....	(382)
二、环境因素对仓库害虫的影响.....	(388)
三、毛皮仓库害虫的习性.....	(394)
四、毛皮仓库害虫的综合防治.....	(397)
参考文献.....	(412)
图版(1—48)	

第一章 哺乳动物皮肤及其衍生物概述

哺乳动物象其他一切动物、甚至单细胞生物一样，表面要有一层覆盖物，不仅形成动物与外环境的相对分界，而且成为动物体直接与外界环境接触和进行有关的生命活动的有机部分。哺乳动物的这个机体覆盖物就是皮肤及其各种衍生物，统称为体被(integument)。哺乳动物的体被作为一个高度进化、高度适应的复杂系统，具有一系列的构造和功能，在这些构造和功能之间处于高度协调、高度统一的同时，整个体被系统还与机体的其他器官系统相互联系、相互依存，形成一个有机整体。在机体与环境的协调统一过程中，体被系统以其与环境的高度协调一致，保持着机体对环境的适应。

充分认识哺乳动物体被，对了解动物的分类、进化、适应、变异、生活习性、生长、成熟以及环境特点等具有极其广泛的意义，对了解动物毛皮产品的结构、性能、加工、利用等具有重要作用。

第一节 哺乳动物皮肤及其衍生物的构造

一、皮肤的构造

哺乳动物皮肤本身包括浅层的上皮性表皮和深层的结缔组织性真皮两大部分，同时借皮下组织与深部相连。

(一) 表皮(epidermis)

表皮是皮肤的最外层，是实现皮肤多种功能的主要部分，它是外胚层分化来的复层扁平上皮，主要细胞有角质形成细胞、黑色素细胞、郎格罕细胞和麦克尔细胞等。细胞由深层向浅层分化的过程，就是细胞不断形成和角化的过程。角质形成细胞正是因其能不断角质化而得名。黑色素细胞能合成黑色素。哺乳动物的正常表皮都能稳定地保持一定厚度，处于表面角质的剥脱和深层细胞的增生之间的动态平衡。

1. 表皮的各层结构

表皮是分层的，但分层状况并不完全一致，使表皮有厚薄之分。不仅不同动物间有表皮厚薄的差异，就是同种动物也存在不同部位、不同年龄、不同性别的表皮厚度差异。一般就同一动物而言，经常接受摩擦和承重的部位，表皮最厚；幼龄动物表皮薄，老年动物表皮厚；雌性动物表皮薄，雄性动物表皮厚；腹部表皮薄，背部表皮厚。

不论表皮的厚薄如何，都有分层结构，但分层的状况有所不同。现以分层最多、表皮发达的掌垫部为例，由深层向浅层可分为五层，依次为基底层、棘层、颗粒层、透明层和角质层。也有将基底层和棘层统称为生发层的。

(1) 基底层(stratum basale): 位于表皮最深层，其深面位于表皮与真皮间的基膜上，真皮与表皮通过基膜连接。由于表皮中没有血管，靠基膜很强的通透性使基底细胞从

真皮摄取养分。正常情况下，营养物质甚至细胞都能通过基膜进入表皮，游离神经末梢也能通过基膜进入表皮细胞间。

基底层为一层立方的或矮柱状的排列整齐的细胞构成，是分裂增生能力旺盛的一层细胞。这些基底细胞，胞质少，含有许多游离的核蛋白体，光镜下呈强嗜碱性，胞质体内含有成束的张力原纤维，为角蛋白的前身物质之一。基底细胞的有丝分裂能力强，表皮中分裂细胞的70%位于基底层。由基底细胞所分裂增殖的细胞一部分仍留在原位，保持未分化状态，一部分根据细胞角化程度的不同逐渐分化出其余各层。

(2) 棘层 (stratum spinosum)：是由基底层细胞分化而来的、位于基底层上部的约5—10层细胞所构成。深层细胞有分裂增生能力，这些细胞呈多边形，核圆，胞质丰富。愈向浅层，细胞逐渐变扁平，并有胞质伸出许多棘状突起进入细胞间隙，相邻细胞的突起的桥粒相互连接。浅层细胞变得很浓缩，细胞间有清晰的间隙，类似细胞间质，营养和代谢物质借此弥散。细胞中的张力原纤维较基底细胞中的粗大、数量也多，特别是足垫、掌等经常受到摩擦和挤压的部位，张力原纤维特别丰富，纵横交错，以适应外力的各种方向变化，维持细胞间的连接。

(3) 颗粒层 (stratum granulosum)：是基底层细胞分化来的更近浅层的部分，位于棘细胞层上方，约由2—4层梭状细胞组成，细胞短轴与皮肤表面垂直，细胞核染色浅，有趋向萎缩退化现象，张力原纤维丰富，胞质内出现大小、形状不一的透明角质颗粒，普通染色呈强嗜碱性。电镜下，相邻细胞间的桥粒仍可见，线粒体基质开始空泡化，膜被颗粒增多，并移向细胞表面。该层是生活的表皮细胞与死亡的角化细胞之间的过渡。薄表皮的颗粒层细胞常分散存在于棘细胞层之上，不形成明显的一层。

(4) 透明层 (stratum lucidum)：仅见于厚的表皮部分，象食肉动物的足垫、鼻镜等无毛处和人的手脚掌上。位于颗粒层上部，由2—3层扁平细胞组成，细胞排列紧密、界限不清，细胞核退化消失，细胞质中透明角质颗粒已液化变透明，有强的反光性。光镜下，匀质无结构；电镜下，核糖体、线粒体等均消失，胞质间充满张力细丝，细胞膜较厚。该层在组织化学方面不同于角质层之处在于它富含有结合蛋白的磷脂。由于磷脂有疏水性，故有防水通过的能力。

(5) 角质层 (stratum corneum)：在表皮最浅层，由多层扁平的角质细胞叠积而成。厚度不同的表皮，角质层的厚薄相差甚为悬殊，薄的角质层有几层细胞，厚的角质层可达几十层至上百层角质细胞。电镜下，细胞膜显著增厚，没有胞核和细胞器，仅有大量细丝埋藏在由透明角质颗粒形成的致密的无定形基质内。细胞质中充满角蛋白，表层细胞常呈碎片脱落或为易于剥脱的角质鳞片。由深层向浅层，角质细胞由互相结合过渡到松散，细胞间失去联系后，随时剥脱。

之所以表皮并不因为角质层的不断剥脱而变薄，正是因为有分生能力的基底层和棘层细胞（统称生发层）不断将增生的细胞向浅层依次推移，补偿其损失，使剥脱与增生之间维持着动态平衡。即表皮生发层细胞借基膜通过真皮的微血管吸收养料、水分，进行细胞的有丝分裂，增生的细胞不断被继续新生的细胞向上推移，并发生形状、组成和结构的改变，逐渐角化，直到成为角质层的最外层的鳞片脱落，源源不绝，直至生命活动停止。

这里，表皮的分层是以最发达的表皮为例阐述的。对于各种动物的大部分表皮而言，都不是五层。不论有几层，均具有基底层和角质层，抑或还有棘层或颗粒层。

2. 表皮的角质化

表皮的角质化是表皮基底细胞由深向浅移位过程中发生的一种特殊分化过程。在这个分化过程中，主要是角蛋白的形成和细胞逐渐变扁平成鳞片状。分化之所以特殊，是因为在完成角化的角质细胞中，胞核和一切细胞器均已消失，细胞完全丧失其正常的生活功能。这种死亡的细胞排成多层，在其脱落前具有保护功能。因功能需要的不同，角质层的细胞层数也不同。保护性的角质层有可折性以及有弹性，这是因为其中的 α -角蛋白为含硫少的纤维型蛋白质。其无定型基质中的双硫键与角质细胞膜结合，以保持角质细胞层的相对稳定性，其加厚的细胞膜使角质细胞得以保持完整。

含硫量的多少决定角蛋白的硬度。组成毛的皮质层的为硬角蛋白，含硫量多，结构坚硬；组成表皮角质层的含硫量少的角蛋白为软角蛋白，其中所含的富有双硫键的基质越少，角化结构越柔软。

3. 表皮的色素细胞和色素颗粒

皮肤的颜色及其深浅，决定于四方面因素。一是皮肤内黑色素含量；二是皮肤内胡萝卜素的含量；三是真皮内血液供应情况；四是表皮的厚度。黑色素在表皮和真皮细胞中呈现为黑色或棕色颗粒，使皮肤出现黑色或褐色；胡萝卜素存在于表皮角质层和皮下组织中，使皮肤呈现出黄色；真皮血管中的血液红血球内所含的氧合血红蛋白赋予皮肤以微红色；表皮越薄，皮肤颜色越容易显露。而决定皮肤颜色及其深浅的最主要的因素是表皮细胞中黑色素颗粒的多少，因为，黑色素多产生于表皮。

黑色素来源于黑色素细胞，黑色素细胞存在于表皮基底细胞之间及其下方或上层，也见于毛囊中。由黑色素细胞制造的黑色素颗粒循黑色素细胞的树枝状突起沿途分送给表皮生发层的角质形成细胞。角质形成细胞虽然不制造黑色素颗粒却含有黑色素，使皮肤表现出颜色。黑色素为细小的棕黑色颗粒，先进入生发层的角质形成细胞中，随着这些细胞向浅层移位时，使表皮各层分布黑色素颗粒，但在角质形成细胞向浅层移位时，黑色素颗粒有逐渐减少（消失）现象，使浅层的大多数细胞中只有浅淡着色。例如，皮肤白的人，黑色素只出现在生发层的某些细胞，而皮肤黑的人，不但生发层的所有细胞甚至生发层以上的细胞都有黑色素。

表皮内，黑色素细胞（melanocyte）的胞体呈圆形，并伸出许多长而不规则的突起在表皮细胞分支，行走在基底层、棘层细胞间，突起的末端终止于所达细胞的凹陷内。电镜下不见桥粒，张力原纤维很少，具有丰富的核蛋白体、粗面内质网和明显的高尔基复合体，来保证细胞内黑色素的合成。酪氨酸和酪氨酸酶为黑色素合成的必需物质，而核蛋白体便是合成酪氨酸酶的重要细胞器，合成后的酪氨酸酶需要进入粗面内质网腔并转入高尔基复合体。酪氨酸酶把酪氨酸转变成多巴，进一步形成多巴醌，直至黑色素颗粒（melanin）。

（二）真皮（dermis）

真皮位于表皮下层，由致密结缔组织组成，来源于中胚层，含有大量的胶原纤维和少量弹性纤维、网状纤维及其他细胞成分。另外，真皮中还分布许多表皮衍生物，诸如毛发、毛囊、皮脂腺、汗腺等。真皮中血管、神经的分布均很广泛。

1. 真皮的分层结构

真皮可分为浅在的乳头层和深在的网状层。

(1) 乳头层 (papillary layer): 乳头层与表皮紧密相连, 纤维排列成细束, 形成较为疏松的细网, 近似疏松结缔组织, 细胞也较多。这层结缔组织向表皮深面形成的乳头状突起, 称为真皮乳头, 能扩大表皮与真皮的接触和结合面, 又增加表皮的营养供应和提高代谢水平。因为, 乳头层内富含毛细血管网和感受器, 来自毛细血管的组织液透过基膜与表皮内的组织液相通, 供给表皮营养物质并运走表皮的代谢产物。毛细血管的扩张和收缩还有助于动物的体温调节。乳头上的感受器能感受到外界对皮肤的触觉刺激等。乳头层因有突向表皮的真皮乳头而得名。这种真皮乳头在无毛或少毛的皮肤中发达, 表现为高而细。例如, 人和灵长类动物的手掌和足底处真皮乳头多而隆起, 排列成行使表皮显现出嵴纹; 而在多毛的或表皮薄的皮肤上, 真皮乳头很小甚至不明显。发达的表皮和由真皮乳头形成的表皮上的嵴纹更有助于足掌的持握和增大摩擦力。

乳头层在乳头以下的部分很薄, 称乳头下层, 向下过渡到网状层。

(2) 网状层 (reticular layer): 网状层在乳头层深部, 但两层间并无明显界限。网状层的结缔组织较乳头层致密, 含有粗大的胶原纤维束和弹性纤维束, 它们大多与皮肤表面平行, 并纵横交错成网。少数纤维垂直下行, 进入皮下组织, 参与皮下组织纤维支架的组成, 构成真皮与皮下组织的联系。皮肤的韧性和弹性主要由网状层的结构决定。

网状层中有较大的血管、淋巴管, 还有汗腺、皮脂腺和毛囊等, 神经和神经末梢也比较丰富; 另外, 还有少量的平滑肌。平滑肌出现在竖毛肌以及乳房的乳头和乳晕、阴茎、阴囊、肛门周围等处的皮肤中。平滑肌的收缩, 分别使毛竖立、乳头耸出、阴茎勃起及皮肤起皱等。竖毛肌由网状层直达乳头层浅层。

2. 真皮内的细胞

真皮内的细胞数量少, 散在于纤维之间, 网状层内的细胞少于乳头层。正常的真皮中, 成纤维细胞最多, 肥大细胞次之, 巨噬细胞只有在它们表现吞噬时才易显现, 浆细胞的多少随个体发育、身体功能和病理状态的不同而异, 肥大细胞、巨噬细胞也有这样的变化。例如, 在人幼龄或初生时, 单位面积皮肤内的肥大细胞多于老年时。脂肪细胞在真皮内有单个散在的, 多是成群聚集的。真皮内的色素细胞有两种, 一是黑色素细胞, 一是载色素细胞, 前者能制造黑色素, 后者自己不能造黑色素, 但含有黑色素颗粒, 这些黑色素是其吞噬来的。另外, 真皮内还有数目不定的淋巴细胞和粒细胞, 它们在受到相应刺激时能引起反应。

3. 真皮的色素细胞及色素

真皮靠黑色素细胞制造黑色素, 由载色素细胞吞噬、着色。虽然真皮的黑色素细胞和表皮中的一样, 都是从神经嵴发育而来的, 但它在迁移过程中却停留在真皮中而未达到表皮。

真皮黑色素细胞呈带状分布, 大多平行于皮肤表面, 有宽有窄, 常伴行着血管、竖毛肌等。胞体很大, 着色也重, 胞体呈星状或纺锤形, 与钝形的载色素细胞有很大区别。黑色素细胞中充满黑色素颗粒, 胞核常被遮盖, 真皮中的黑色素颗粒比表皮中的大且色深。真皮黑色素细胞早在表皮黑色素细胞和真皮载色素细胞没出现时, 就已经有了。载色素细胞出现在真皮浅部, 在毛乳头中也能找到这种细胞, 尤其是当毛脱换和变白的时候。载色

素细胞多巴呈阴性，因其不制造多巴，而黑色素细胞为多巴阳性，借此，可区别两者。

除黑色素外，真皮的颜色还与真皮内血液供应状况有极大关系，氧合血红蛋白多，皮肤颜色呈现红色。

(三) 皮下组织 (hypodermis)

皮下组织位于皮肤下层，与真皮间并无明显界限。真皮网状层致密，而皮下组织疏松，但结缔组织纤维彼此过渡，网状层的支持带向下穿过皮下组织与深部结构相连，起固定作用，皮下组织也以纤维与深在的筋膜、腱膜或骨膜相连，加强了皮肤与深部结构的联系。疏松而有弹性的皮下组织能便于皮肤在所附着的基础上作有限度的往返滑动以适应机体的活动。

皮下组织由疏松结缔组织构成，经常填充脂肪组织。其中含有较大的血管、淋巴管、神经等通往皮肤，存在的许多间隙中容纳组织液和在胚胎期间充质的基础上发育成的脂肪组织。另外，毛囊、汗腺也有深达其中的。

(四) 皮肤中的血管和淋巴管

1. 血管

皮肤中的血管随着动物体的发育和衰老、皮肤区域的不同、机体正常或病态等情况而处于动态变化之中。

成年动物正常皮肤的血管分布呈一定的规律性。

皮下组织的动脉在真皮网状层和皮下组织之间分支，彼此交织成平行于皮肤表面的动脉网。由此网分出许多小动脉，有的下行到皮下组织中，供血给脂肪组织、毛囊和汗腺，有的上行到真皮中互相连接，在乳头层和网状层之间形成乳头下网，此网除分支到皮脂腺、汗腺和毛囊外，还垂直地发出一些毛细血管祥，每个毛细血管祥一般只进入一个真皮乳头，祥的下行支进入乳头下静脉网，再向下连接到乳头层和网状层之间的静脉网上。在真皮中层和在真皮与皮下组织之间又有越来越粗的静脉网。皮脂腺、汗腺、毛囊的静脉进入上述不同水平的静脉网中。从深部的静脉网汇成较粗的静脉网而进入皮下组织。静脉网和动脉网互相穿插，在两者之间有便道接通，在不同条件下，有的便道发展成为动静脉吻合。

小动脉相互之间以动脉性或毛细血管性的横支连接成网。在毛囊周围，小动脉平行纵走，相互间以横支相连接，汗腺导管周围的小动脉亦如此。以上的小动脉网一直向浅层发展到表皮下方并失去肌层而成为毛细血管。血管再分支而形成两个乳头下网，平行于皮肤表面。

皮肤毛细血管的内皮细胞既关系到体液交换，又与调节体温有关。

真皮乳头的血管在横断面上可由两个内皮细胞围成，当机体有炎症或皮肤病时，在某些血管活性剂的作用下，细胞间隙会增大。正常时，细胞含有许多吞噬小泡、少量的滑面内质网和线粒体；当细胞功能活跃时，上述细胞器增多，以适应不同情况的物质交换。细胞内的微丝使毛细血管具有闭合或开放的能力，参与血流量的控制和体温的调节。内皮细胞内表面凹凸不平，外面被有基膜。基膜连续时，其状态稳定；在物质交换活跃或在病理条件下，基膜上发生缺口或变成几个板层。新生的血管没有基膜。基膜外的周细胞也与血管内皮细胞同样有收缩能力。

小静脉开始也是单层内皮围成的，类同毛细血管，管径较粗，而后管壁才有分层。最

初的乳头下小静脉仅仅是巨大的毛细血管。皮肤内小静脉和静脉还有一个特点，即当它们处于相当应力时，易于具有动脉那样的特点：肌层特别能收缩，阻滞血流畅通，使皮肤具有某种程度的蓄血作用。

动静脉吻合的最简单形式没有动脉段和静脉段之间的明显划界，仅是在动脉一侧的周围有厚而复杂的肌层；更进一步发育的动静脉吻合，在动静脉段之间的中间段，肌细胞变形，无弹性膜，外膜较厚，随着该段的曲折复杂化，最后为血管球结构。动静脉吻合的一个共有的显著特点就是球细胞的出现。动静脉吻合的功能表现在当血压升高或周围毛细血管血流受阻时，相关的吻合支开放，犹如分流器以减少周围压力；当失血或缺氧时，则吻合支闭合，毛细血管不畅通，血流只通过直接通路由小动脉流入小静脉，以保证重要器官的血流的供应。吻合支和皮下静脉网关系到体表温度的调节，吻合支受到交感神经的支配收缩，来减少进入静脉网的血流量；反之，在吻合支开放时，使静脉网蓄积的血液增多，携带的热量多，以温暖体表，吻合支起到一个体温控制的闸门作用。哺乳动物皮肤中的微血管比人类发达。

2. 淋巴管

在真皮乳头下有毛细淋巴管网，以盲端起始的毛细淋巴管收集乳头组织间隙中的淋巴液，在真皮和皮下组织之间，汇集成淋巴管网，进而汇集成较大的淋巴管伴同血管离开皮肤。毛细淋巴管在乳头中的位置与形态似肠绒毛中的中轴乳糜管，不过是从乳头的半高度起始。深在的淋巴管中，已有瓣膜出现。有人发现，在毛细血管后小静脉和淋巴管之间能直接联通。

(五) 皮肤中的神经

皮肤中有极丰富的神经纤维和神经末梢。从皮下组织来的神经纤维在真皮中形成网丛，这些神经纤维包括来自脑和脊神经的大多属于有髓的纤维和来自交感神经的无髓纤维。网丛的每根神经纤维最后都单独行走，通达一部分皮肤。一根纤维的许多终末支和邻近纤维的终末支部分地重叠分布，以致皮肤的任何一处都有网丛的数根神经纤维通达。

网丛中的无髓纤维单根地或若干条地被裹在雪旺氏细胞链中，此链再由基膜包绕，使之跟周围的胶原纤维隔开。网丛中的有髓纤维在行走中失去其髓鞘，分成无髓的支，仍然保持在原来的雪旺氏细胞链中，其形态与无髓纤维一样，所以有人认为皮肤神经的某些无髓纤维实际上是有髓纤维失去髓鞘后在远侧的继续。

皮肤的感受器基本上分两大类，即游离的神经末梢和有被囊的神经末梢。游离神经末梢广泛分布于皮肤中，在光镜下，用美蓝、金属镀染或组织化学技术染色能显示这一转变，转变之处应在神经纤维脱去其周围外鞘的地方。哺乳动物鼻子的无毛皮肤中有进入表皮神经纤维，从表皮下网进入表皮的纤维斜行上升到棘层、颗粒层或接近角质层。

毛囊周围都有神经纤维缠绕，其分布形式与真皮的神经网基本相似，又称之为毛囊神经网。人的毛囊，特别在毛床和皮脂腺导管之间这一段，神经纤维和毛囊靠得很近，毛床以下的毛囊部分神经很稀少。皮脂腺导管以上的毛囊，神经网疏松。少数散开的神经纤维联络到皮脂腺上。从毛囊神经网向上有很细的纤维到表皮下面，分出刚能在光镜下看见的细支；也可分出纤维到汗腺和竖毛肌。毛囊中段的这部分密网由无髓纤维构成，分环行的外丛和纵行的内丛。内丛的纤维终止在内根鞘中。纵行丛如栅状，可单独见于上毛和下毛。衰退期的毛囊短小，其下端从毛囊神经网中退缩一段，致使这段网无所包绕。毛囊神

经网以其末梢灵敏地感受毛囊移位的机械刺激。再经 5—12 根神经纤维传向深部。

毛囊的刺样神经末梢见于哺乳动物触毛的毛囊上，是仅见于毛的一种神经末梢。

有被囊的神经末梢只占皮肤感受器的一小部分，它们的形态结构特殊且常发生在感受能力特别敏锐的地方。例如，口唇、结膜、阴茎等处，它们司触觉功能。

皮肤的运动神经末梢有属脑脊神经系统的，分布到表情肌；有属植物神经系统的，都是交感神经，分布到腺体、血管的平滑肌和竖毛肌。没有副交感神经到皮肤中。

二、皮肤衍生物的构造

哺乳动物皮肤的衍生物是构成机体覆盖物的重要组成部分，对机体的调节、保护、运动、捕食和防卫起着积极作用。哺乳动物的皮肤衍生物包括毛、鳞、角、皮肤腺及趾（指）端保护物——爪、蹄、指甲等。

（一）毛 (hair)

毛为哺乳动物所特有的细长的角蛋白细丝，由表皮的上皮滤泡状凹陷部分的基质细胞发育而成。毛的生长是呈周期性的，每根毛从发育到脱落为一个周期，其中分为生长期、衰退期和静止期。这里以生长期为例梗概介绍毛的结构。

毛可分为皮肤以上的毛干和埋在皮肤内或皮下的毛根，毛根末端与毛囊共同形成毛球。真皮结缔组织突进毛球基底面的凹陷处，称为毛乳头。毛根主要由表皮下陷转变的套囊包被着，这个套囊称为毛囊，毛囊外一般附着有竖毛肌的一端。毛由内向外包括三层结构，分别是髓质、皮质和鳞片。毛囊又分为两部分，形成毛囊的下陷的皮肤中有表皮和真皮，表皮部分称为毛根鞘，真皮部分称结缔组织鞘。毛根鞘又分为内根鞘和外根鞘，内根鞘相当于表皮的角质层，紧靠着毛根，在皮脂腺开口于毛囊的上方，内根鞘缺如；外根鞘相当于表皮有分裂能力的生发层，它包被整个毛根。

（二）皮肤腺 (skin gland)

哺乳动物的皮肤腺特别发达，种类也很多，但有两种主要皮肤腺，即皮脂腺和汗腺，其他的象乳腺、气味腺等均是由主要腺体特化而来。皮肤的许多功能是通过皮肤腺来实现的。皮肤腺都是外分泌腺，分泌物通过导管运输到体表。

1. 皮脂腺 (sebaceous gland)

皮脂腺是分泌油或蜡质的分枝泡状腺，属全浆分泌腺，为哺乳动物特有，出现在皮肤的大部分，经常开口于毛囊内，使毛发润泽和避免水湿，有些皮脂腺出现于无毛囊的部位，象唇、阴茎头、包皮、乳头等处。足垫、掌等无毛部位没有皮脂腺。

绝大多数皮脂腺存在于毛囊上 $1/3$ 处，常介于毛囊和竖毛肌之间，以短导管开口于毛囊内，与毛和毛囊共同构成一个毛—皮脂单位 (pilosebaceous unit)。

皮脂腺导管由复层鳞状上皮组成，一般过渡到毛囊壁上。分泌部由复层腺上皮围成，近导管处才有腺腔。腺上皮的基底层以相当于真表皮连接的基膜和外围结缔组织分界。基层细胞立方形，一般不含脂滴，核圆，相当于表皮的生发层细胞。增生的细胞依次向浅层推移、变大，越向浅层，细胞越趋于皮脂性分化，最后胞核消失，细胞界限不清，细胞全部变成皮脂。皮脂相当于表皮的剥落层，从腺上脱离下来，随导管进入毛囊。毛根周围间隙可能有毛细管作用，能引导皮脂排出，当竖毛肌收缩时也有助于皮脂排出。

虽然皮脂腺在构造上都相似，但在分布、性质和皮脂的组成上，都有物种间的差异。

2. 汗腺 (sweat gland)

汗腺属于管状腺,为哺乳动物所特有,而人类最发达,哺乳动物中有些种类发达,也有不具汗腺者,如鼯鼠、针鼹、穿山甲、象、海牛、鲸等。汗腺是由表皮细胞演生形成的细长管,依据它的结构可分为单结管状腺或分枝管状腺,管的一端蟠绕成结,深入真皮下部或皮下组织中,另一端呈螺旋状穿透角质层,开口于皮肤表面,或通过微孔而进入毛囊。汗腺的结状部分由微细的毛细血管网所环绕,并包有来源于外胚层的薄层肌上皮细胞,协助排出浆液分泌物。汗腺的重要机能就是收集和排除由于代谢作用所产生的各种废物;协助保持恒定的体温。它排除的代谢产物中含有大量水分、极少量的蛋白质,主要成分是钾、钠、氯、尿素、尿酸和乳酸等,说明汗腺分泌作用有排泄废物的功能。当汗腺排出的汗液被蒸发时,能使身体上的一部分热量散失,从而使体温下降,以此来调节体温。汗液的排出量和成分是随体内代谢水平和环境温度的改变而不同的。

汗腺的有无和发达程度与动物的种类的不同有很大关系。例如,象缺乏汗腺,但它能靠不断煽动扇形的富有血管的耳壳和经常进行水浴来调节体温。有些动物的汗腺仅分布在身体某些部位,如鸭嘴兽限于口鼻部,鹿限于尾基,鼠、猫、猴仅限于无毛的脚掌等处。马、绵羊的汗腺遍及全身。毛被发达的毛皮兽,其汗腺不发达。

动物体的皮肤色素颗粒常与汗腺的分泌物混在一起分泌到体外,如南非的一种羚羊的汗液是蓝色,河马的汗液呈红色等。河马的红汗为包含汗液、粘液和红色素的粘性混合物,能保持皮肤湿润,有保护作用。这种混合物干燥后呈褐色。

3. 乳腺 (mammary gland)

乳腺作为哺乳动物特有的腺体,属于一种顶浆分泌型的汗腺。腺的主体位于皮下组织,腺管直接或间接开口到皮肤表面。

哺乳动物因特有乳腺而命名,但在原兽类中,乳腺是复管腺,无乳头 (mipple),直接开口在皮肤表面,整个乳区是凹陷的,乳汁流到这个凹区内。幼仔借从凹区长出的簇毛舔食乳汁。其他兽类的乳腺管开口到真乳头或假乳头,仔兽有软唇吸吮乳汁。真乳头是乳房一个突起区,并由一个或几个腺管直接开口到外部。只有一条乳腺管的动物有某些啮齿类、有袋类和食虫类,而食肉类和灵长类,则为有几个腺管开口,并在突起区有多达20条分离的管。假乳头是乳腺区的皮肤向外生长形成一个大的隆起部,乳腺管先开口到位于假乳头基部的“蓄乳池”,乳汁再被二级的管运到皮肤表面。马、牛、羊等均为假乳头。

乳腺活动和分泌机能受卵巢、垂体腺前叶及肾上腺皮质的控制。

乳腺的分布与各种母兽哺乳习性有关。狗、猫、猪等动物的乳房位于腹侧面,由腋窝到腹部,它们哺乳时采用侧卧姿式。马、羊、牛的乳头分布在两后腿之间,哺乳时采用站立姿式。象的一对乳房位于两前肢之间。鲸的乳房位于腹股沟区域,在外生殖器两侧,这与游泳中哺乳适应。灵长类营树栖生活,乳房位于胸部,便于母兽抱婴儿哺乳和攀援。毛皮兽如水貂、狐、貉等的乳头成对位于腹部。

4. 气味腺 (scent gland)

气味腺的种系演化的起源目前尚不很了解,其分泌物是化学通讯物质,有能招引(如麝香腺、大灵猫和麝鼠的香腺)或驱避(如狐臭腺、水貂和黄鼬的臭腺)的作用。很多动物都有气味腺,有的已被人类利用,如药用或香料用,有的尚未被人类充分认识。气味腺可能存在于动物体的任何区域,如啮齿类在尿生殖孔附近,蝙蝠在面部,袋鼠、野猪和貉