

甘肃省高等学校
试用教材

肉品学 与 肉品加工技术

路生辉 编著

兰州大学出版社



前 言

随着我国肉类加工业的迅速发展,不少高、中等轻工与农业院校相继增设了与之有关的农畜产品贮藏与加工,食品加工等专业,但是关于这方面的教材和技术资料却很少。为了适应这一要求,在原为甘肃农大畜产品加工,畜牧,兽医卫生检验,农畜产品加工,农畜产品贮藏与加工等专业编写的《肉与肉品加工学》教材的基础上,作者又对原书稿从内容到体例进行了较大程度的改写。在重新编写中广泛收集了国内外技术资料 and 我国的传统配方与工艺,本着科学性和实用性相结合的原则,系统地论述了肉的基本知识和各类肉制品的加工工艺。考虑到国内的实际情况和生产水平,本书以丰富的民族名特优品种为主要内容,注重介绍实用、可靠的技术。全书共列有 360 多个名特优品种的工艺和配方,以满足各层次读者的需求。由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见,以臻完善。

甘肃农业大学魏元忠教授,文奋武副教授修改了第二、三章,甘肃农业大学梁庆祥副教授和省商科所韩冲高级工程师审阅了全稿,甘肃省高等学校教材建设委员会评审并资助出版,在此谨致谢忱。

作 者

1991 年 7 月于兰州

绪 论

一、肉类的重要意义

肉是人类的理想食物，人类进化到今天这样的文明程度，肉食起了非常重要的作用。因为肉的营养物质更适合人体的消化、吸收和利用，特别是对大脑的发育起了决定性的作用。由于肉食，又引起了火的使用和动物的驯养两种有决定意义的进步。前者使肉更加适合人体食用，后者丰富了肉食的来源，从而加速了人类的进化。肉食不仅直接关系到当代人的健康和长寿，而且会影响到子孙后代的智力和体力的发展。

随着社会的进步，生产力的发展，物质资料的丰富，人们的食物结构正在发生着变化。不论发展中国家或是发达国家，食物结构变化的趋向都是动物性食物的比重在增加，首先是肉食的增加。肉食比重是衡量一个国家人民生活水平的一个重要方面。我国由于生产力水平较低，经济比较落后，年人均消费粮食 200 多公斤，1989 年年人均占有肉类 23.7 公斤，蛋 6.3 公斤，奶 4 公斤，水产品 10.4 公斤。它们可提供的膳食中动物性蛋白质分别为 11.7、2.2、0.4 和 4.6 克，其中肉类约占 62%。可以看出，改善我国人民生活，提供动物性蛋白质的主要来源是肉类。即使在今后相当时期内，在人口与耕地、粮食矛盾突出的情况下，肉仍将是重要的动物性蛋白质来源。肉类加工对合理利用资源，满足人民日益增长的需要，提高经济效益，也将变得愈来愈重要。

二、我国肉类加工业的历史和现状

我国素有“烹饪王国”的美誉，肉制品加工、熟制技艺源远流长，品种繁多，地方特产千姿百态，色、香、味、形各具特色，是中华民族几千年劳动和智慧的结晶。

我国早期的肉制品加工业是从小酒馆、小作坊开始的，多是

小锅小灶的家庭式或民间作坊式的生产。后来，随着商品经济的发展，生产加工技术的改进和消费的不断增长，才出现了前店后厂的专业化肉品加工店。1949年建国以后，随着生产的发展，人民生活水平的提高，从1953年开始，我国先后在许多大中城市和畜禽重点产区建立了以屠宰和冷藏为中心的大中型肉类联合加工企业，从而使我国的肉制品加工业从手工作坊逐渐走向大工业生产，形成了一套较完整的工业体系。

截至1982年，我国共有大中型肉类加工企业1100多个，其中武汉、成都、南京、北京、天津等城市的肉联厂年屠宰量均在100万头以上。这些大中型肉联厂都拥有现代化的屠宰加工设施，有相适应的冷藏库以及肉制品、副产品、生化制药及其它附属车间。

人工制冷业的发展，是促进肉类工业现代化的前提，也是肉类食品工业的一大特征。解放初期我国冷库总容量只有3万多吨，只集中在天津、青岛、上海、哈尔滨等几个城市。目前，全国冷库网点已遍及全国。肉、禽、蛋冷藏库到1981年底有1025座，其中容量5000吨以上的72座，1000~5000吨的193座，1000吨以下的760座，共约154万吨。

我国肉的总产量（猪、牛、羊）40多年来增长较快，各年产量如下：

年 份	产量(万吨)	年份	产量(万吨)
1949	220	1983	1402.1
1956	340	1984	1511.0
1965	590	1985	1775.0
1978	856.5	1986	1978.3
1979	1062.4	1987	2151.0
1980	1205.5	1988	2188.0
1981	1260.9	1989	2617.0
1982	1350.8		

肉产量从 1949 年的 220 万吨增加到 1989 年的 2617.0 万吨, 人年均占有量分别为 4.9 和 23.7 公斤, 40 年分别增加了 11.9 和 4.8 倍。肉的构成特点是猪肉占 80% 左右, 以猪肉为主的状况将会维持相当长的时期。

我国肉的生产和加工工业发展虽然很快, 但是和发达国家相比, 仍有很大的差距。例如: 我国养猪头数占世界 $1/3$, 而产肉量只占 12%; 发达国家人年均占有肉近 100 公斤, 而我国只有其 $1/4$; 城镇居民人均占有肉、蛋、奶、水产品分别达 32.5、12.3、16.1、17.6 公斤, 营养水平达到中等发达国家水平, 但是广大农村的水平还很低。肉类工业虽然规模大, 但是生产局限于屠宰和冷藏环节; 市场以销售原料肉为主, 肉制品比重仍很低。国外肉制品平均约占肉产量的 20%, 发达国家达 30~50%, 而我国 1986 年占 5.8%, 一些地区更低, 如甘肃省 1985 年仅占 1.28%。80 年代从国外引进了部分先进的成套肠制品加工等生产设备, 但是目前基本上还处于简陋的半机械化生产阶段, 小城镇和农村则还是手工作坊式生产。虽然我国肉类加工企业有 26 万多职工, 但是文化和技术水平较差, 技术力量非常薄弱, 在甘肃省 1986 年从事肉食品加工业的 3.53 万职工中, 专业技术人员和技术工人只占 0.7%, 其中经过正规培养、相当于工程师以上的技术人员仅占 0.02%。

80 年代以来, 为了适应国民经济的需要, 全国各轻工、商业和农业院校相继设立了食品、农畜产品加工或与食品有关的近似专业, 加速专门人才的培养; 建立和健全了各级研究机构; 各级政府设立了食品办公室, 加强管理和协调工作。

三、肉品工艺学的任务

本学科是运用化学、生物学、物理学、营养学、微生物学和食品工程原理等基础知识, 研究肉类资源的利用、生产、储运中的各种问题, 探索解决问题的途径, 实现生产合理化、科学化和

现代化，为人类提供符合卫生、富于营养、风味优良、种类繁多、便于储运和食用方便的肉食品的一门学科。

其主要任务归纳如下：

- 1、研究充分利用现有肉类资源和开辟新资源的途径。
- 2、探索肉食品在生产和流通过程中腐败变质的原因及控制的途径。
- 3、创造新型、方便、营养、卫生、特需和适应风味的肉制品。
- 4、改善包装；提高保存质量，便于肉食贮藏、输送和利用。
- 5、研究合理的生产组织形式、先进的生产方法及工艺，提高产品质量和劳动生产率。
- 6、研究肉及其副产品的综合利用，提高经济效益和社会效益。
- 7、挖掘、总结我国民族肉制品的加工方法，探索其工艺理论基础，继承和发扬我国的文化遗产，建立我国的肉类科学。

目 录

绪论	(1)
第一章 肉的形态学	(1)
第一节 肉的概念	(1)
第二节 肌肉组织	(2)
第三节 其它组织	(17)
第二章 肉的化学基础	(23)
第一节 肉的化学组成	(23)
第二节 肉的化学特性	(25)
第三章 肉的风味	(38)
第一节 风味的概况	(38)
第二节 肉类的香味	(49)
第四章 肉在生产流通中的变化	(63)
第一节 肉的成熟和嫩化	(63)
第二节 肉的颜色及其变化	(70)
第三节 肉的失水	(73)
第四节 肉的腐败变质	(76)
第五章 肉的分级和质量评定	(83)
第一节 原料肉的分级	(83)
第二节 肉的品质评定	(97)
第三节 劣质肉	(106)
第四节 肉的新鲜度和卫生标准	(107)
第六章 原料肉的加工	(113)
第一节 动物屠宰前的准备	(113)
第二节 屠宰	(115)
第三节 分割肉加工	(126)

第七章	肉品加工中的添加剂	(138)
第一节	防腐剂	(138)
第二节	调色剂	(140)
第三节	调味和调香料	(145)
第四节	调质剂	(154)
第五节	营养强化剂	(160)
第六节	混合粉	(161)
第八章	肉类的贮藏保鲜与加工主要工艺原理	(163)
第一节	肉类的贮藏	(163)
第二节	肉制品保鲜与加工主要工艺原理	(167)
第九章	腌腊肉制品	(184)
第一节	咸肉	(184)
第二节	腊肉	(188)
第三节	培根和熏肉	(203)
第四节	腊猪杂类	(208)
第五节	腊牛、羊、兔肉类	(216)
第六节	腊禽类	(221)
第七节	糟制品	(233)
第十章	火腿	(235)
第一节	带骨火腿	(235)
第二节	盐水火腿	(248)
第十一章	肠制品	(254)
第一节	概论	(254)
第二节	香肠	(255)
第三节	灌肠	(265)
第四节	香肚	(279)
第十二章	干制品	(284)
第一节	肉干	(284)

第二节	肉松	(292)
第三节	肉脯	(297)
第十三章	酱卤制品	(302)
第一节	酱卤肉类的一般加工方法和卫生标准	(302)
第二节	猪肉类	(303)
第三节	牛、羊肉类	(318)
第四节	禽肉类	(327)
第五节	其它酱卤肉类	(334)
第十四章	熟熏和烧烤制品	(335)
第一节	熟熏制品	(335)
第二节	烧烤制品	(341)
第十五章	白烧、熟糟、油炸及其它制品	(361)
第一节	白烧与熟糟制品	(361)
第二节	油炸和蜜制品	(367)
第三节	其它肉制品	(372)

第一章 肉的形态学

第一节 肉的概念

一、肉的定义

动物屠宰后所得的可食部分都叫做肉。在肉品工业中，肉可理解为胴体，即动物在放血致死以后，去毛或皮，去头蹄和内脏后剩下的部分。狭义的肉是指肌肉组织。不同动物，不同的部位和组织，则冠以各自的名称，以资区别，从而有繁多名称的肉别。如猪肉、瘦肉、五花肉、牛排、羔羊肉、猪头肉、鸭肝、猪肚等等。

二、肉的主要组织形态

肉是各种组织不均一的综合物。在形态学上，肉是由肌肉组织、脂肪组织、结缔组织和骨组织等部分所组成的。其组成的百分比如下：

肌肉组织	35~60%
脂肪组织	2~40%
骨组织	7~40%
结缔组织	9~11%

可见其变化范围较大，这主要随着动物种类、肥度和年龄不同而有较大的不同。一些烫毛保留皮的肉，如猪肉含有较多的皮组织，一般量为8~15%。上述组织的划分并不是组织学上的严格概念。除上述主要部分外，还包括神经、血管、淋巴和腺体等组织。它们所占比例很少，从加工角度而论，没有多大意义，而某些腺体则会影响产品的风味。

第二节 肌肉组织

肌肉组织是肉的主要组成部分，肌肉可分为骨骼肌、平滑肌和心肌三种。其中主要是骨骼肌，下边就其组织学基础作一扼要介绍，它对肉质研究和加工理论的研究是有益的。

一、骨骼肌

所谓肌肉 (Muscle) 一般是指骨骼肌而言。哺乳动物全身有一百多块肌肉，因位置、作用不同而构成各种形状，大都附着在骨骼上，故取名为骨骼肌 (Skeletal Muscle)。有些骨骼肌不附着在骨骼上，如皮肤，贴附于皮肤深面。骨骼肌又称横纹肌，因其切片镜检时，可以看到肌纤维上具有规律的明暗相间的横纹。当然有横纹的不只是骨骼肌，心肌的纤维也有横纹，但一般横纹肌皆指骨骼肌。骨骼肌可以在动物意识控制下活动，因而又叫随意肌。这是和不随意的平滑肌、心肌相对而言的。因此，作为加工对象主体的肌肉是指具有随意，横纹，一般附着于骨骼上的肌肉组织。它占有动物体的大部分，特别是肉用动物。肌肉是人类食物中蛋白质的重要来源。肌肉的结构和组成成分直接决定着肉的质量，肌肉内结缔组织和脂肪多少以及结缔组织的结构和脂肪沉积的部位等都是影响肉质的主要原因。

(一) 肌肉的大体构造

一块肌肉就是一个肌器官。包在肌肉外面的是一层厚的、坚韧而富弹性的结缔组织膜 (Epimysium)，叫肌外膜。其中有明显的胶原纤维束和大的血管、神经。肌外膜向肌器官内伸入间隔，将肌纤维围成束，叫肌束，该膜叫肌束膜。膜再向内分隔为较小的束，叫次级肌束，该膜叫次级肌束膜。每小束约有 30~40 根肌纤维。膜厚 2~3 μm 。神经、血管随膜进入肌器官内。当营养状况良好时，膜中有脂肪细胞，蓄积有脂肪。肌束膜又有结

缔组织伸入束内，围绕在每根肌纤维周围，为肉眼不能见的肌内膜（Endomysium）。上述膜均是典型的结缔组织结构，具有胶原纤维、弹性纤维、网状纤维和结缔组织细胞。血管和神经一直伸入到每根肌纤维的外面，在肌内膜中形成与肌纤维平行的毛细血管网，并有横的分枝彼此相连。多数神经纤维分布到肌纤维中央表面，形成支配肌纤维运动的运动终板。肌肉大体构造见图 1—1。

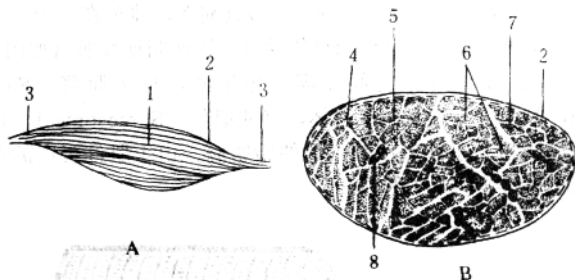


图 1—1 肌肉大体构造图

A、典型的肌肉外形结构

B、肌肉的横断面

- 1、肌腹 2、肌膜（肌外膜） 3、腱 4、肌束膜
5、次级肌束膜 6、7、肌束 7、次级肌束 8、血管。

（二）显微结构

肌纤维（肌细胞）是肌肉的基本构成单位。肌纤维呈长圆柱状，两端为圆锥状，肌内膜下有扁平状多细胞核。平均直径约为 $10\sim 100\mu\text{m}$ ，长度为 $1\sim 40\text{mm}$ ，核最多可达数百个。由于肌细胞细而长，故又叫肌纤维。骨骼肌肌纤维一般没有分枝，但相邻的肌纤维有吻合枝。外面包有一层肌膜（Sarcolemma），内部有长而不分枝的丝状蛋白质，称为肌原纤维（Myofibrils），与肌

纤维长轴呈平行排列。每条肌原纤维具有等长的明暗相间的带。暗带在偏振光显微镜下呈双折光性，属各向异性 (Anisotropic) 称 A 带。明带呈单折光性，属各向同性 (Isotropic) 称 I 带。暗带长约 $1.5\mu\text{m}$ ，其中有较明的 H 带 (Hensen's band)。在 H 带的正中又有一条暗线，称为中膜或 M 线。明带中央也有一条暗线叫间膜或叫 Z 盘 (来自德文 Zwischenscheibe)。两个 Z 盘之间的部分叫肌节 (Sarcomere)。一个肌节包括在中间的一条 A 带及两侧各有半条 I 带，是一个收缩单位。若干条肌原纤维的肌节彼此对齐，排列在一个水平上，在光学显微镜下就呈现明显的横纹，因而叫横纹肌 (如图 1—2 所示)。肌原纤维之间充满胶体溶液，称为肌浆 (Sarcoplasm，其中含有丰富的线粒体，又叫肌粒 (Sarcosomes)，还含有糖原颗粒、肌红蛋白及少量的脂肪滴。由于肌红蛋白的存在，因此肌纤维呈现红色。

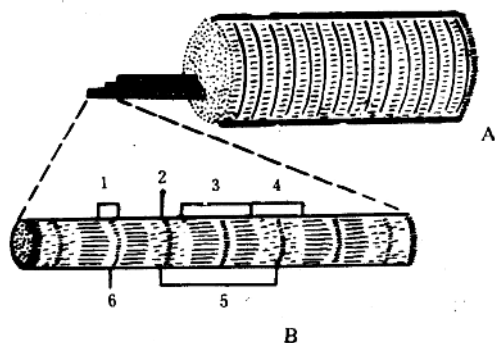


图 1—2 肌纤维和肌原纤维模式图

A、肌纤维

B、肌原纤维

1、H 带 2、Z 盘 3、A 带 4、I 带 5、肌节 6、M 线

大动物的肌纤维长度不太清楚。小白鼠的某些肌肉肌节长度的增加由 $2.0\mu\text{m}$ 至 $2.5\mu\text{m}$ 。肌肉的长度可由 3.5mm 长到成熟时的 7.0mm ，大部分长度的增加是由于肌节数目的增加。

肌纤维的直径因动物种、品种、年龄、体重、营养、性别、肌纤维类型、部位及活动状态等不同而有很大差别。测量肌纤维确切直径，因其具有伸缩性而增加了其难度。当切片测量时，往往不知道肌纤维所处的确切状态。切下的肌肉，肌纤维即缩短，结果导致肌节缩短，直径增大。新鲜肌纤维呈圆形，且相靠甚近。经固定后的切片则多呈不规则的多角形。同一肌束中肌纤维的直径是不一致的，一般数值呈正态分布。

肌纤维从色度、直径、酶特性、供能方式及收缩快慢不同可分为红肌纤维、白肌纤维和中间型纤维三种类型。色度差别主要是由于组成肌原纤维的肌红蛋白和肌白蛋白的比例不同而致。不同品种、部位肌肉中肌纤维类型结构与肉质关系极为密切，也影响到经济效益。红肌纤维直径较小，肌原纤维较少而细，毛细血管较多，肌红蛋白和细胞色素 (Cytochrome) 较多。糖代谢方式主要是有氧化。红肌纤维间膜较厚，线粒体多。在功能上红肌纤维收缩反应慢而持久，故又叫慢缩肌纤维 (Slow twitch fibers)。在组织化学方面，氧化酶活性强，而 ATP 酶和磷酸化酶反应弱。反映在肉质上，多数指标性能较好。白肌纤维直径较大，猪、牛、羊的白肌纤维直径变化也很大，约在 $50\sim 100\mu\text{m}$ 或更大。白肌纤维较红肌纤维毛细血管少，肌原纤维互相有规律地分开，粗而多。收缩反应迅速，但持续时间短，故又叫做快缩肌纤维 (Fast twitch fibers)。肌红蛋白和细胞色素都较少，其糖代谢方式主要是无氧酵解。在组织化学上显示出氧化酶反应弱，而 ATP 酶和磷酸化酶具很强的活性。这类肌纤维易表现出劣质肉。中间型肌纤维，氧化酶反应中等，而对 ATP 酶和磷酸化酶反应仍很强，中间型肌纤维应激敏感型猪多，这种猪宰后多出现

PSE (Pale, Soft, Exudative) 肉。一般认为, 应激敏感是受一对隐性遗传基因所决定的。用氟烷测定法可以判定活猪是否具有纯合的该遗传基因, 从而判定其能否产生 PSE 肉。

经研究, 胎儿期猪的背最长肌分不出肌纤维类型, 但是出生后天则可稍微分出, 到 13 天则白肌纤维区大量增加, 到 200 天则更加明显。另据研究, 哺乳动物肌纤维是在胎儿期进行分裂, 出生时数量已定, 生长期仅是肌细胞的体积增长而已。

(三) 超微结构

肌纤维在电镜下结构相当复杂。

1、肌膜: 肌膜是一层薄而透明的弹性膜, 普通染色时不易着色, 光镜下不清楚。在电镜下由细胞膜和基膜组成。基膜是在细胞膜外面的纤维网和糖蛋白, 厚约 $50\sim 60\text{\AA}$ 。肌膜从肌纤维表面, 在 A 带与 I 带交界处, 以小管形式凹入细胞内, 并且围绕着每条肌原纤维。小管走向与肌原纤维的长轴相垂直, 故称横小管或 T 小管 (transverse tubule system)。T 小管与位于其两侧的肌质网的总池构成三联体 (Triad)。细胞外液体可经过此小管进入并渗入细胞内。

2、肌原纤维: 在肌纤维中充满许多与细胞平行纵贯全长的肌原纤维。其直径约 $1\sim 1.5\mu\text{m}$, 一个直径 $50\mu\text{m}$ 的肌细胞中约有 2500 条肌原纤维。因此, 它是肌细胞中的主要成分, 约占肌细胞重量的 $60\sim 70\%$ 。肌原纤维由更细的肌丝 (Myofilament) 组成。肌丝分为粗丝和细丝, 均顺着肌原纤维长轴排列。粗丝在肌节中部, 细丝在肌节两端并附着在 Z 盘上。Z 盘致密, 较暗, 对光折射率较高, 宽约 $0.2\mu\text{m}$, 呈六边角蜂巢底状。Z 盘与肌膜相连, 维持肌丝的排列, 收缩时限制肌丝只能在 Z 盘组成的格内活动。肌节静息时长 $2\sim 2.4\mu\text{m}$, 充分伸长长 $3.8\mu\text{m}$, 强烈收缩时长 $1.6\mu\text{m}$ 。脊椎动物的肌原纤维舒张时, A 带宽约 $1.5\sim 1.6\mu\text{m}$, I 带宽约 $0.8\mu\text{m}$; 静息状态时 H 带宽约 $0.4\mu\text{m}$ 。M

线是 H 带中央部分垂直于肌原纤维和粗丝的极细的连线。每根粗丝以 M-蛋白形成的桥与周围六根粗丝相连接，从而将粗丝彼此联结在一起。在 H 带两侧的 A 带部分，粗、细丝的排列方式是一根粗丝周围有六根细丝，一根细丝周围有三根粗丝。Z 盘两侧的 I 带只有细丝而没有粗丝，横切面上细丝呈六角形列阵，但不如粗丝规律。H 带横切面上粗丝呈六角形列阵。M 线部的粗丝较其它 A 带粗，也呈六角形列阵，并有细线相连。粗细丝的排列见图 1—3。

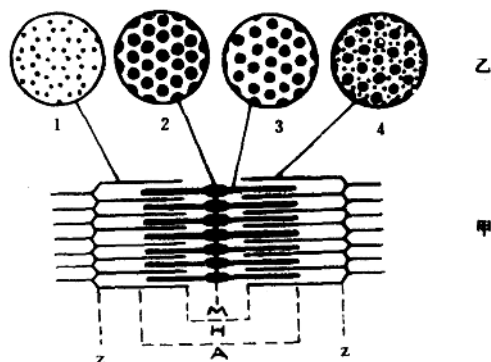


图 1—3 肌丝排列模式图

甲、肌原纤维的纵切面 乙、肌节不同部位的横切面

1. I 带，只有细丝 2. A 带的 M 线处，粗丝基部 3. A 带的 H 带处，只有粗丝 4. A 带外侧部，粗细丝相间

肌节收缩时，Z 盘两侧力量相等，方向相反。肌节的激活是顺序被激活，当一个肌节收缩完成后，下一个肌节才开始收缩，从而形成收缩波，最终导致肌纤维缩短。

(1) 粗丝的构成：粗丝长约 $1.5\mu\text{m}$ ，直径 $10\sim 15\text{nm}$ ，由 $250\sim 360$ 个肌球蛋白 (Myosin) 分子构成。占肌原纤维总重量的 54% 。每个肌球蛋白分子构形不对称，呈绿豆芽状，分子量为 48 万。由两条重链 (H 链) 和四条轻链 (L 链) 构成。重链分子量为 20 万，轻链分子量为 1.4 万、 1.8 万和 2.4 万。两条重链的尾端为羧端，头端为氨端，扭曲成螺旋状的杆身 (尾部和颈部)，在头部分成两权，每个权各有两条轻链组成豆瓣状的头。兔白肌肌球蛋白长约 $140\sim 200\text{nm}$ ，头长约 20nm ，豆瓣瓣直径约 4nm ，两瓣间间隙约 2.5nm ，头直径约 9nm ，颈长约 37nm ，尾长约 93nm (见图 1—4)。肌球蛋白的尾部伸向 H 带构成粗丝的骨架，用胰凝乳蛋白酶 (水解酶) 能将其与颈部切断。因此，把尾部又叫酶解肌球蛋白轻段 (LMM)，其分子量约 15 万。被切断处是颈部可活动的“关节”之一。头和颈都朝向粗丝的两端，并露出于粗丝表面构成了与细丝接触的横桥 (Cross bridge)，又叫酶解肌球蛋白重段 (HMM)。在头颈结合部还有一个活动的“关节”处，木瓜蛋白酶从此可将其切断，分为头、颈两段。头部叫第一亚段 (S_1)，分子量为 $12\text{万}\times 2$ ；颈部叫第二亚段 (S_2)，分子量为 6 万。其结构见图 1—4 所示。

肌球蛋白分子上电荷密度很高，接近中性时，其链上每隔 0.1nm 就有一个电荷。这是由于肌球蛋白分子中的许多二羧基氨基酸残基电离所致。分子各部分之间及同类分子之间同性电荷相斥，使其保持纤维状。当肌丝相对滑动时， S_1 部“关节”的活动特性使横桥能在粗细丝之间摆动。在肉的嫩化中，往往是用酶来攻击颈部的“关节”部，使结合的粗细丝分离。肌球蛋白的头部是 ATP 酶，当被激活后，可分解 ATP 为 ADP，并放出能量供运动用。1 分子 ATP 被分解为 ADP，其高能磷酸键可放出 1200 卡的能量。