

基础微生物学

南开大学生物系微生物教研室编

人民教育出版社

基础微生物学

南开大学生物系微生物教研室编

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

1975年6月第1版 1975年10月第1次印刷

书号 13012·010 定价 0.55 元

Q93
2
3

目 录

绪言	1
----------	---

第一章 微生物的类群

第一节 细菌	7
一、一般概述	7
二、细菌的形态	9
三、细菌的细胞结构	11
四、细菌的繁殖	16
五、细菌的染色	17
第二节 放线菌	19
一、几种常用的放线菌	19
二、放线菌的形态	21
三、放线菌的繁殖	22
第三节 酵母菌	23
一、酵母菌的形态结构	24
二、酵母菌的繁殖	25
第四节 霉菌	26
一、几种常见常用霉菌的简介	26
二、霉菌的形态特征	31
三、霉菌的繁殖	32
第五节 病毒	34
一、细菌病毒——噬菌体	34
二、植物病毒	39
三、动物病毒	40
第六节 微生物的一般特性	43
一、微生物的分布	43



二、繁殖快, 作用大·····	43
三、易变异, 利生产·····	44

第二章 微生物的营养与生长

第一节 微生物的基本营养分析·····	45
一、常用培养基的营养成分分析·····	45
二、微生物细胞物质的分析·····	46
第二节 营养物质的作用·····	48
一、蛋白质·····	49
二、核酸·····	49
三、碳水化合物·····	49
四、脂类物质·····	50
五、维生素·····	50
第三节 各类微生物的营养特性·····	51
一、细菌的营养特性·····	51
二、放线菌的营养特性·····	54
三、酵母菌的营养特性·····	54
四、霉菌的营养特性·····	54
五、病毒的营养特性·····	54
第四节 微生物的培养基·····	56
一、营养物质的选择·····	56
二、培养基的类型·····	59
三、灭菌与消毒·····	61
第五节 微生物群体生长·····	66
一、微生物群体生长的测定·····	67
二、微生物群体生长规律·····	68
三、微生物群体生长的环境因素·····	70

第三章 微生物呼吸与发酵

第一节 微生物呼吸与发酵过程中的酶·····	71
一、酶的一般性质·····	
二、酶的种类·····	

第二节 微生物的发酵作用	80
一、好氧性微生物发酵作用	81
二、厌氧性微生物发酵作用	83
三、兼性微生物发酵作用	86
四、微生物发酵方式及其产品类型	86
第三节 微生物的呼吸作用	89
一、微生物呼吸过程中的能量	89
二、微生物呼吸过程中能量和物质变化	93
三、各类微生物呼吸作用的比较	101

第四章 微生物遗传变异和菌种选育

第一节 微生物菌种选育	106
一、菌种的筛选	107
二、菌种的培育	109
第二节 菌种的复壮和保藏	124
一、菌种的复壮	124
二、菌种的保藏	126
第三节 微生物的遗传变异	129
一、微生物遗传变异的物质基础	130
二、诱变引起变异的原因	133
三、有性杂交引起变异的原因	138
四、转化引起变异的原因	139
五、转导引起变异的原因	139

第五章 微生物的生态

第一节 微生物在自然界的分布	142
一、微生物在土壤内的分布	142
二、微生物在水中的分布	143
三、微生物在空气中的分布	144
第二节 微生物在自然界中的作用	144
一、微生物在碳素循环中的作用	144
二、微生物在氮素循环中的作用	147

三、微生物在硫素循环中的作用.....	153
四、微生物在磷素循环中的作用.....	156
第三节 微生物种间以及微生物与其他生物之间的相互 关系	157
一、互生关系.....	157
二、共生关系.....	158
三、拮抗关系.....	159
四、寄生关系.....	160

绪 言

马克思主义认为，科学是由生产发展的需要和人们的实践产生的。“人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。”^①因此，科学技术的发展总是同生产力的发展联系在一起的，也总是同生产关系和上层建筑的变革联系在一起的。一切新兴的革命阶级和进步的政治势力都十分关心和重视科学技术的发展；一切反动没落阶级和反动势力总是敌视先进的科学技术，拚命压制劳动人民的发明创造，千方百计的妄图用唯心主义思想把科学技术引入歧途。

早在我国封建社会开始的时候，就产生了儒、法两家相互对立的斗争。法家的政治路线和朴素的唯物主义思想对科学技术的发展起了一定的促进作用；而儒家的反动政治路线和唯心主义思想则阻碍科学技术的发展。

以孔丘为代表的反动儒家极力鼓吹“克己复礼”，妄图搞复辟倒退，并大肆宣扬唯心论的“天命论”，认为人们的一切都是天命所决定的。把由微生物所引起的疾病说成是神鬼作怪。生、死由“天命”注定。这种唯心论的“天命论”否认自然界的客观存在和否认认识自然界规律的可能性。反动的儒家想用“天命论”麻痹人们的思想，把科学技术引入神秘不可知的歧途。在劳动人民不断批判“天命论”的过程中，法家提出与儒家相反的“天人相分”的思想。荀况在《天论》中明确指出“天行有常，不为尧存，不为桀亡”。说明天

① 《毛主席的五篇哲学著作》，人民出版社，1970年版，第225页。

是没有意志的自然界,自然界有一定客观规律,和人的善恶无关。

无论反动儒家如何鼓吹“克己复礼”,妄图搞复辟倒退,扼杀科学技术发展,然而历史的洪流总是不可阻挡的,一个个反动王朝被冲垮,历史在不断前进,科学技术也在不断向前发展。微生物学就是在两个阶级,两种思想激烈斗争中产生,并且随着历史前进,不断得到发展。

我国微生物学有着悠久的历史。早在公元前十七世纪的殷商时期出土的甲骨文中就有酒、醴(甜酒)等记载。说明在三千多年前已经开始应用微生物了。魏末时期的《齐民要术》一书中,记载了许多有关微生物学的宝贵资料。如各种不同的酒曲、酱、酢、豉、酪、饴等的作法。对植物病害也作了详细观察。指出,种麻不能连作,连作有得立枯病的危险,并提出,实行轮作可以防止。书中还总结了二十几种轮作方法,特别强调豆科植物在轮作中有提高土壤肥力的作用。这是最早应用根瘤菌作用于农田的记载。明朝李时珍所著《本草纲目》对有关水稻、谷子、桑树的病害作了较详细的记载,以及中草药中的茯苓、灵芝、冬虫夏草等应用,说明我国劳动人民很早就利用微生物作为医药。预防天花的“人痘”也是我国古代人民的伟大创造。相传宋代有种痘的记载。在十七世纪经土耳其传到欧洲,至十八世纪在“人痘”的基础上发展为“牛痘”。这是我国对世界医学史上的一大贡献。我国很早就开始利用微生物进行冶金。宋代已有三大铜场,其中仅江西信州铅山地方,胆铜年产量已达三十八万斤。我们的祖先在应用微生物方面积累了丰富的经验,为我们留下许多珍贵遗产。

十七世纪末,欧洲一些国家在人民不断革命冲击下,封建制度开始崩溃,资本主义兴起。由于资本主义经济的发展,推动了光学仪器的研究,产生了第一架能够放大200—300倍的显微镜,使人们第一次在显微镜下看到了微生物个体。十九世纪六十年代在欧

洲一些国家占主要经济地位的酿酒工业和蚕丝工业发生了“发酵酸败”和“蚕病”危害。生产上提出对微生物进行深入研究和防治的要求。通过大量的科学实验，解决了“发酵酸败”和“蚕病”等问题。对微生物的生命活动机能也逐步有了一定的了解，使微生物学的研究进入了生理时期。

微生物学在我国虽有悠久的历史，但在解放前由于封建社会长期统治，儒家思想的束缚，近百年来又受帝国主义的侵略，国民党反动派残酷压榨剥削，严重地阻碍了我国微生物学的发展。

“只有社会主义能够救中国。”^①解放后，我国社会主义制度为科学技术发展开辟了广阔前途，微生物学和其他科学一样得到了很快的发展。但是，由于刘少奇推行反革命修正主义路线，鼓吹“专家路线”、“洋奴哲学”扼杀群众性科学实验运动，致使微生物应用停留在狭小范围内。经过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，批判了刘少奇、林彪推行的反革命修正主义路线，批判了反动的孔孟之道，无产阶级专政更加巩固，工农兵登上了科学技术舞台，使我国科学技术有了新的发展。微生物科学不断冲破资产阶级“专家”、“权威”的垄断，日益为广大工农兵群众所掌握。几年来，随着群众性微生物科学研究的开展，微生物在农业、工业和医药方面的应用取得了新的成果。

在农业方面，利用菌类制造发酵饲料，已在全国普遍推广。各地还利用微生物研制成功了许多种类的农药、兽药、菌肥、植物生长刺激素和农用抗菌素等。例如，“5406”、“920”、春雷霉素、杀螟杆菌、白僵菌、青虫菌、灭瘟素、放线菌酮、内疗素和糖化饲料等目前已被广泛应用。广大贫下中农在贯彻农业“八字宪法”的基础上，还在积极地应用和实验农用微生物，如以菌造肥、以菌催长、以

① 《毛主席的五篇哲学著作》，人民出版社，1970年版，第136页。

菌防病、以菌治虫等，这是农业科学上的一大发展。这些科学研究成果的推广和应用，正为社会主义祖国创造出越来越多的物质财富。

在工业方面，如食品、皮革、纺织、石油、化工、冶金等部门中，以及在综合利用工业废物和工业污水处理方面，微生物的应用也越来越广泛。特别引人注目的是应用于多种工业的生物催化剂——酶制剂工业，正在全国各地蓬勃发展起来，成为我国一项新兴工业。酶制剂广泛应用于制糖、食品、皮革、纺织、酿造、印染等工业，普遍提高了生产效率和产品质量，改善了劳动条件，节约了粮食、燃料和酸硷等工业原料，并增加了品种。用微生物发酵法生产的许多化工原料，如丙酮、丁醇、柠檬酸、酒精、甘油、味精等，也是微生物在工业方面应用的重要内容，并显示了广阔前景。如在味精生产中，以微生物发酵法代替面筋盐酸水解法，使原来用30吨小麦制成面筋生成一吨味精，改为三吨淀粉生产一吨味精，不但大大降低了成本，而且节约了劳力。

在医药方面，几乎全部抗菌素都是微生物的代谢产物。解放前，我国抗菌素工业是一个空白，外国资本家以高昂的价格推销抗菌素产品，一瓶青霉素要一两黄金。而处于水深火热之中的我国广大劳动人民，身无御寒衣，家无隔夜粮，那儿有钱治病，更不可能使用这样的药物。解放后，在党和毛主席的领导下，医药工业迅速发展。迄今为止，我国已成功地生产了青霉素、链霉素、金霉素、土霉素、卡那霉素、庆大霉素、先锋霉素、争光霉素、自力霉素等几十种抗菌素。此外，各种菌苗、疫苗也大量生产。微生物的利用对保障我国劳动人民的健康起了重要作用。

“人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。”^① 科学是劳动

① 《毛泽东选集》合订本，人民出版社，1964年版，第1031页。

人民创造的。伟大的中国人民在几千年的实践中对微生物科学的发展作出了巨大贡献。但是，过去资产阶级学术“权威”们抹煞了劳动人民的发明创造，而把科学完全归功于几个“天才”的资产阶级科学家的偶然发现。历史是不容颠倒的！我们要把颠倒了的历史再颠倒过来。在毛主席关于无产阶级专政理论的指示指引下，深入批判资产阶级，批判修正主义，批判资产阶级法权思想，使我国微生物科学沿着毛主席革命路线迅猛发展。

第一章 微生物的类群

微生物是一群个体微小、结构简单的生物,包括细菌、放线菌、霉菌、酵母菌、立克次氏体、病毒、单细胞藻类和原生动物等。一般说来,微生物主要是指细菌、放线菌、霉菌、酵母菌和病毒五大类。

微生物个体微小,其中有很多我们用肉眼看不见,必须借助于显微镜把它放大几百倍或上千倍才能看到。象病毒这类微生物,个体就更微小了,必须借助电子显微镜把它放大几万倍才能观察到。不过在我们日常的生活里,微生物所引起的许多现象是经常可遇到的,例如,夏天牛奶容易变酸凝固,食物容易腐败发臭,雨天东西容易长霉腐烂,人喝了脏水容易闹病等等,这些都是微生物生命活动引起的。

在自然界里,微生物的种类很多,有些微生物能引起人和动物、植物病害,而有些种类则可被人类利用。加强对微生物的特性及其生命活动规律的研究,才能“有所发现,有所发明,有所创造,有所前进。”^① 才能在控制和利用微生物生命活动的实践中,战胜病原微生物,利用有益微生物。

研究、控制和利用微生物,首先要认识它们。“……成为我们认识事物的基础的东西,则是必须注意它的特殊点,就是说,注意它和其他运动形式的质的区别。只有注意了这一点,才有可能区别事物。”^② 本章将重点阐述细菌、放线菌、酵母菌、霉菌和病毒的形态与构造,并扼要介绍其生物学特性。

① 《人民日报》一九六四年十二月三十一日。

② 《毛泽东选集》合订本,人民出版社,1964年版,第297页。

第一节 细 菌

一、一般概述

细菌能引起疾病，危害人们的身体健康，这是人们最早对细菌的认识。如伤寒、霍乱和有的痢疾病等都是由细菌引起的。但是事物总是一分为二的，除了一些能引起人和动物、植物病害的细菌外，有许多细菌被不断应用于工农业生产上。例如，用枯草芽孢杆菌生产淀粉酶和蛋白酶；用短杆菌生产谷氨酸；用固氮菌、根瘤菌制作菌肥；用杀螟杆菌杀灭农业害虫等。所以，细菌和我们日常生活，卫生保健事业，以及工农业生产有着密切关系。

细菌是一类单细胞的生物。由于种类繁多，使初学者感到较难识别。下面先介绍一些常见常用的细菌，再在此基础上总结出细菌形态的一般规律。

在人的皮肤上、口腔中和其他部位，常有细菌存在。当这些地方损伤时，会引起化脓现象，严重时可发生脓毒败血症。如果我们取一点脓汁放在显微镜下，便可以看到许多圆球形细菌，直径在0.7—1.0微米，在纯培养中多数菌体常呈不规则排列，堆集成葡萄串珠状（图 1-1），这种菌称为葡萄球菌。

夏季人们吃了苍蝇叮过的食物或者喝了不清洁的水，容易得痢疾病。痢疾杆菌是引起痢疾病的病原菌之一。痢疾杆菌是两端钝圆的杆菌，菌体宽0.5—0.8微米，长1.5—3.0微米

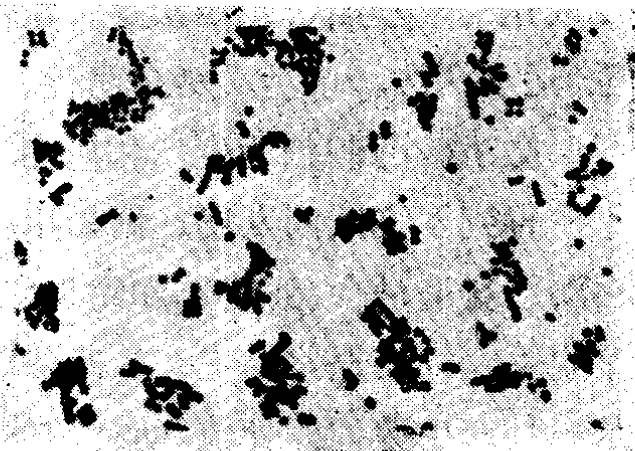


图 1-1 葡萄球菌

（图 1-2）。它是一种革兰氏阴性菌，没有鞭毛、芽孢和荚膜。

霍乱是一种古老而且流行广泛的传染病，曾有过数次世界大流行，死亡人数达数百万之多。我国解放前，由于帝国主义侵略，缺乏严格的海港检疫，致使霍乱病在各地不断流行。解放后，在毛主席革命卫生路线指引下，大力进行预防，二十多年来未见发生。霍乱菌是引起霍乱的病源菌，菌体稍弯，呈弓形或豆点状，长约1—3微米，宽0.3—0.6微米(图1-3)。直接由病便做涂片时可

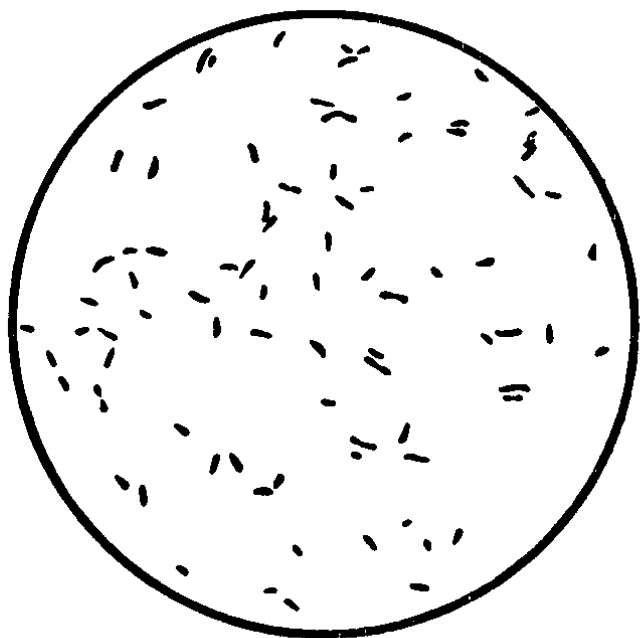


图 1-2 痢疾杆菌

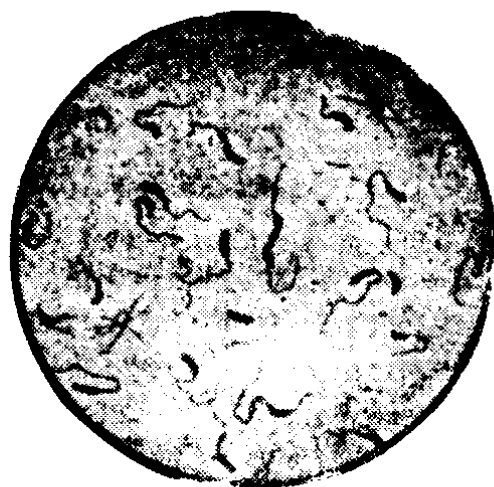


图 1-3 霍乱弧菌

见典型弧状。在人工培养基上常失去典型弧状，成直杆状；有时出现衰退形，呈丝状、颗粒状等。霍乱菌无荚膜，不产生芽孢，偏端鞭毛，运动活泼。革兰氏染色阴性。

微生物酶制剂的生产和应用，在无产阶级文化大革命的推动下，得到了飞跃的发展。例如用枯草芽孢杆菌生产的淀粉酶和蛋白酶已普遍被食品、皮革和纺织工业所采用。酶法生产葡萄糖、皮革脱毛、棉布退浆等工艺的改革取得了重大成果。枯草芽孢杆菌是一种产生芽孢的杆菌，幼龄菌体周身鞭毛，衰老时鞭毛脱落。菌体宽1.0—1.3微米，长2.5—3微米。菌体单个、成对或联成短链(图1-4)。

固氮菌具有固定空气中氮素的能力。在土壤中，由于固氮菌活动的结果，能提高土壤肥力。目前已把固氮菌经人工培养，制成固氮菌肥。实验证明，使用固氮菌肥后作物产量有显著提高。固氮菌除了具有固氮能力外，还能分泌维生素，刺激植物生长和促进作物早熟作用。固氮菌细胞较大，呈杆



图 1-4 枯草芽孢杆菌

状或卵圆形，长 2—7 微米，宽 1.0—2.5 微米。无芽孢，周身鞭毛。有荚膜，荚膜时常包围两个卵圆形细胞呈“8”字形(图 1-5)。

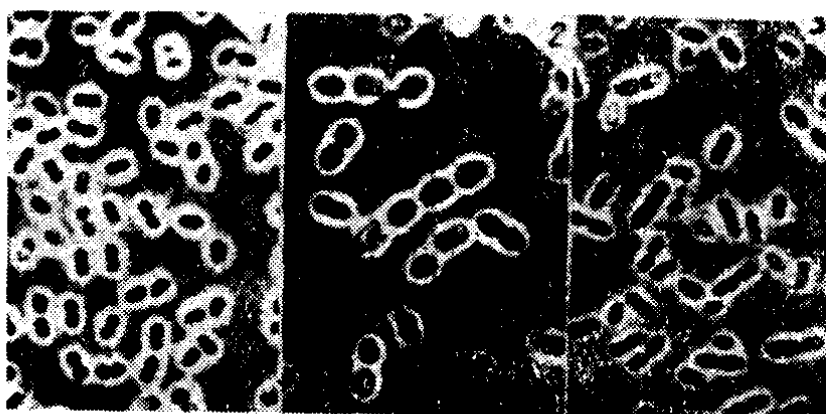


图 1-5 固氮细菌

1. 维氏固氮菌 2. 活跃固氮菌 3. 褐色固氮菌

二、细菌的形态

因为细菌种类很多，已经知道的大约有一千五百多种，不可能一一加以介绍。通过上述对几种细菌的介绍，使我们对细菌有了大概的了解。下面对细菌的形态做一简略的总结。

细菌的形态包括个体形态（如细菌的大小、形状等）和菌落特征（即在固体培养基上长成一定形状的微生物群体结构）两部分。

（一）细菌的个体形态

细菌是一群个体微小的单细胞生物。其大小常以微米(μ)来表示(一个微米等于千分之一毫米)。从外形上看可将其分为球状、杆状、弧状三种基本形态。

1. 球菌 球状的细菌称为球菌。球菌平均直径一般在 0.5—1.0 微米。单独存在时成正圆形。按其分裂方向和分裂后排列的情况可分为单球菌、双球菌、链球菌、四联球菌、八叠球菌和葡萄球菌。

2. 杆菌 呈杆状的细菌称杆菌。杆菌一般长 1—8 微米，宽 0.5—1.0 微米。杆菌之间长短不一，有些杆菌很长，呈圆柱状，为长杆菌(如乳酸杆菌)；有些杆菌短而粗，为短杆菌(如产生谷氨酸的北京棒状杆菌)。杆菌的两端因菌种不同而呈现各种形态，有的两端呈平截状、有的钝圆、有的略尖、有的膨大。这些形态上的细致特征对细菌的识别有一定的帮助。大多数杆菌互相分散存在，但也有互相联接成链状的链杆菌。有的杆菌可形成芽孢，叫芽孢杆菌(如产生淀粉酶和蛋白酶的枯草芽孢杆菌)。有的杆菌生成侧枝，称为分枝杆菌(如结核杆菌)。

3. 弧菌 弯曲成弧状或螺旋状的菌分为弧菌或螺菌。霍乱菌即是典型的弧菌。螺菌在形态上较弧菌弯曲呈螺旋状，如小螺菌。

细菌的个体形态与环境因素有关，如温度、培养年龄、培养物质的浓度和成分等。各种细菌在幼小时期和适宜的培养条件下，表现正常形态。当培养条件改变或菌体衰老时，时常出现变形体，如再给它们适宜的环境条件，又可恢复其原来形状。

（二）细菌的菌落特征

什么叫菌落？将微生物接种到固体培养基上，经过一定时间的培养，在培养基表面，由一个菌体通过分裂繁殖形成一堆肉眼可

见的群体称为菌落。

菌落的形态结构、大小、色泽、透明度、粘稠度、色素及边缘情况等,因各种细菌而异。每一种细菌保持有一定的菌落特征。

细菌的菌落多数是表面光滑、润湿、半透明或不透明,有些还具有各种颜色(如绿脓杆菌菌落呈绿色,金黄色葡萄球菌菌落呈金黄色。)但也有一些表面干燥带皱折(如枯草杆菌)。细菌菌落一般都比较小,菌体与培养基结合不紧,用针容易将菌挑起。菌落外形的特点如菌落大小、边缘形状、颜色、光泽度、透明度等,都可做为鉴别细菌的依据之一。

三、细菌的细胞结构

细菌的细胞结构,包括细胞壁、细胞膜、细胞质、细胞核及其内含物。有些细菌外部有鞭毛或荚膜,有的细菌在细胞内部可形成芽孢(图 1-6)。

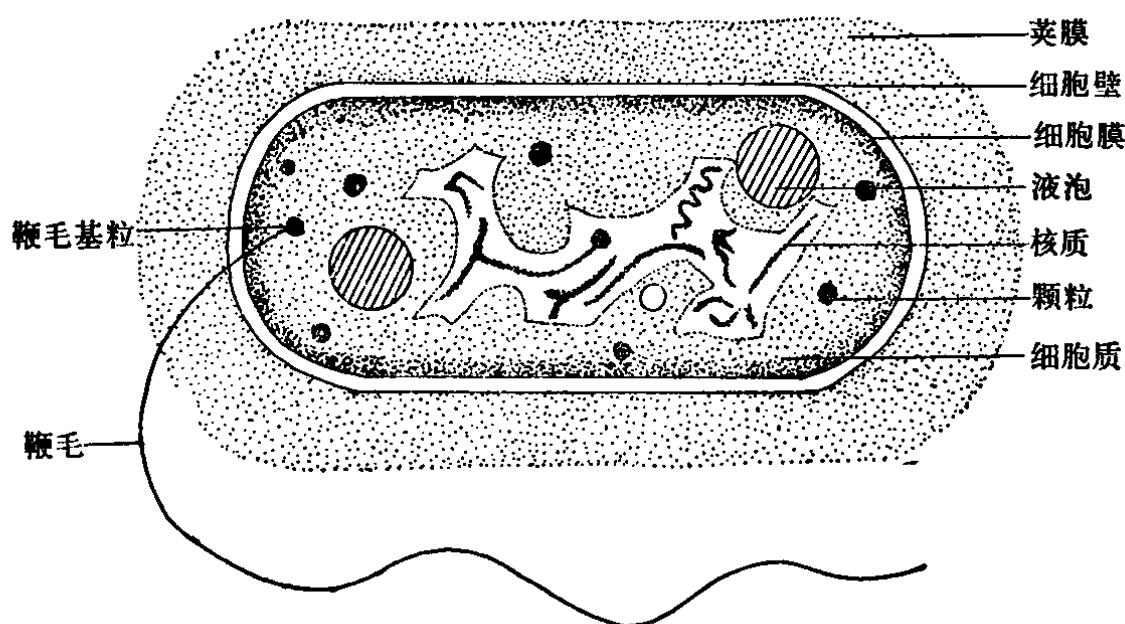


图 1-6 细菌细胞结构示意图

(一) 细菌细胞的基本结构

1. 细胞壁 细菌细胞壁位于菌体的外表面,是一层无色透明的薄膜。细胞壁比较坚韧而富有弹性,有固定菌体的外形和保护