

酷科学 KU KEXUE JIEDU SHENGMING MIMA
解读生命密码

走进 细菌世界

ZOU JIN XIJUN SHIJIE

王建◎主编



中国美术学院出版社
中国美术学院出版社
中国美术学院出版社



酷科学 KU KEXUE JIEDU SHENGMING MIMA
解读生命密码

走进细菌世界

王 建◎主编

时代出版传媒股份有限公司
安徽美术出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

走进细菌世界/王建主编. —合肥: 安徽美术出版社, 2013. 3

(酷科学·解读生命密码)

ISBN 978-7-5398-3520-4

I. ①走… II. ①王… III. ①细菌-青年读物②细菌-少年读物 IV. ①Q939.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 044137 号

酷科学·解读生命密码

走进细菌世界

王建 主编

出版人: 武忠平

选题策划: 王晓光

责任编辑: 史春霖 张婷婷

封面设计: 三棵树设计工作组

版式设计: 李 超

责任印制: 徐海燕

出版发行: 时代出版传媒股份有限公司

安徽美术出版社 (<http://www.ahmscbs.com>)

地 址: 合肥市政务文化新区翡翠路 1118 号出版传媒广场 14 层

邮 编: 230071

销售热线: 0551-63533604 0551-63533690

印 制: 河北省三河市人民印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印 张: 14

版 次: 2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5398-3520-4

定 价: 27.80 元

如发现印装质量问题, 请与销售热线联系调换。

版权所有 侵权必究

本社法律顾问: 安徽承义律师事务所 孙卫东律师

前言

PREFACE

走进细菌世界

在许多人的印象里，细菌就是疾病、瘟疫的代名词，许多可怕的流行病都与细菌有着难以解脱的渊源。但是，也许我们想都没想到，并非所有的细菌都是青面獠牙、穷凶极恶的，许多细菌其实还是非常“温柔可爱”的。

许多细菌对人类不仅无害而且有益，能给人类带来很大的好处。这些细菌与宿主结成了利益共同体，与宿主的免疫系统一道并肩作战，共同抵御“外敌”，为宿主的健康和生存做出了巨大贡献。所以，科学家也把这些能与宿主友好相处并对人体有很大益处的细菌称为“有益菌”。

比如仅在人体肠道内的寄生菌就有 400 多种，它们维持着肠道的“生态平衡”，为人体提供维生素和氨基酸等不可或缺的物质。其中的乳酸杆菌就是这样一种有益菌，这种微生物生活在人的肠道里，可以降低肠道感染，防止腹泻的发生，还可以在腹泻后加速康复等。

而生活在人的皮肤表面的葡萄球菌，每平方厘米便有 15 万个左右，会把皮肤的每一个小孔都塞得满满的，使其其他有害菌无法进入和存活。绿灰链球菌则生活在我们的口腔中，全力阻止可能给我们带来感染的其他入侵者，防止龋齿的发生。

有益菌甚至还能帮助降低血液中的胆固醇水平，以及通过降解致癌物质，抑制某些癌症的发生发展。近年来，科

学家们在人体骨髓里也发现一些有益的细菌，例如厌氧棒状细菌，在骨髓内可以保护和激活造血干细胞，提高白细胞的繁殖能力，还能诱导体内合成难得的干扰素，以增强机体对病毒的抵抗力。

值得一提的是，有的细菌还是制药能手。科学家们发现了一种细菌在进入人体肠道后，能够分泌一种特殊的、具有消炎等功能的蛋白质，这就如同在人体内形成一座小型“制药厂”，从而可以在病灶处集中力量消灭疾病。最近，美国科学家还发现了一种制冷细菌，它们能在2~3分钟内将人体表面迅速冷却到0℃以下，把用这种细菌调制成的冷却剂涂在伤口周围，可使人体细胞组织温度降低，防止炎症发生，促进伤口愈合。

如今，有益细菌的作用机理和如何去筛选、培育安全的有益细菌已成为世界微生物领域公认的前沿性课题。可以预见，世界各国对有益细菌的深入研究，将大大有助于人类的健康和社会经济的发展。

C CONTENTS

目录

走进细菌世界

走进细菌的世界

认识微生物 2

细菌的形状和种类 6

细菌的结构 9

细菌的生活 15

细菌的繁殖 17

细菌的变异 19

细菌的食物来源 21

无所不在的细菌 22

细菌喜欢的场所 26

生物因素对细菌的影响 28

细菌的致病性 29

人体的抗菌与免疫 35

艰难的跋涉

他看到了一个奇妙的世界 42

发现细菌世界的利器 45

日新月异的细菌观察诊断
技术 50

细菌的人工培养 54

李斯特和消毒杀菌法 57

物理消毒灭菌法 62

化学消毒法 66

“罐头”与细菌 69

奇妙的噬菌体 72

梅契尼科夫和吞噬细胞 74

征服致病细菌的荆棘之路

发现恐怖的炭疽杆菌 80

巴斯德和炭疽疫苗 87

征服炭疽杆菌的脚步 98

屡屡发生的鼠疫大流行 100

亚历山大·叶尔辛的功绩 106

我国的抗鼠疫英雄——
伍连德 111

征服鼠疫杆菌的光明前景 115

致命的痢疾杆菌 119

屡造事端的霍乱 123

斯诺与布劳德水井 129

科学对待霍乱杆菌 137

中国的抗击霍乱之路 139

斩断百日咳杆菌蔓延的
魔爪 142

葡萄球菌与青霉素 147

向麻风杆菌宣战 156

科赫发现结核杆菌 160

卡密特的贡献 167

卡介苗的发明 171

卡介苗的曲折之路 174

抗击结核病的勇士——王良 177

结核性疾病的克星——
链霉素 180

造福人类的“天使”

专门吃汞的细菌 184

细菌也可做饲料 186

密不可分的细菌和农业
生产 188

无菌不成醋 192

甲烷细菌与沼气 194

光合细菌造福人类 196

细菌冶金 199

人类的新助手 202

征服细菌的双刃剑

黯淡收场的磺胺 206

“道高一尺，魔高一丈”——
抗生素与细菌的战斗 209

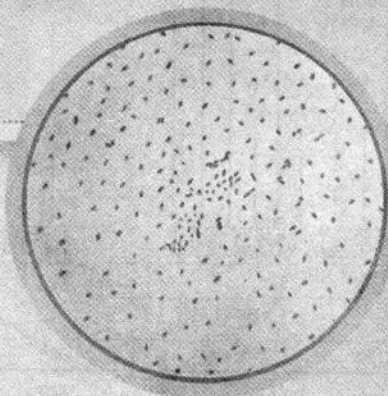
“谈之色变”的细菌武器 212

罪行累累的“黑太阳” 214

走进细菌世界

走进细菌的世界

说起细菌，很容易让人联想到美国好莱坞大片《生化危机》，在电影中，细菌的巨大威力让人不寒而栗，整个城市陷入细菌泄漏的恐怖中，再加上病毒的变异物种，地球几近变成了布满行尸走肉的地狱。追溯历史，侵华日军的“细菌战”带给国人的创伤至今难以抚平。正因为如此，不少人会执拗地认为细菌就是“洪水猛兽”，要严防细菌侵入，最好能将其“赶尽杀绝”。而科学研究告诉我们，细菌与人类是相生相克、亦敌亦友的关系。



认识微生物

认识细菌，首先要从认识微生物开始。

人们常说的微生物一词，是对所有形体微小、单细胞或个体结构较为简单的多细胞，甚至无细胞结构的低等生物的总称，或简单地说是细小的人们肉眼看不见的生物的总称，指显微镜下的才可见的生物。

作为生物，微生物也具有一切生物的共同点：

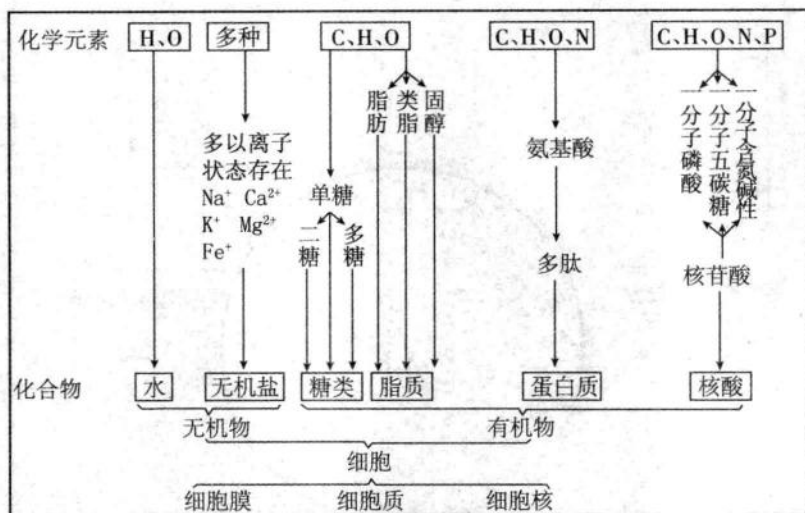
(1) 遗传信息都是由 DNA 链上的基因所携带的，除少数特例外，其复制、表达与调控都遵循中心法则。



广角镜

单细胞

生物圈中还有肉眼很难看见的生物，它们的身体只有一个细胞，称为单细胞生物。生物可以根据构成的细胞数目分为单细胞生物和多细胞生物。单细胞生物只由单个细胞组成，而且经常会聚集成为细胞集落。单细胞生物个体微小，全部生命活动在一个细胞内完成，一般生活在水中。



细胞的化学组成

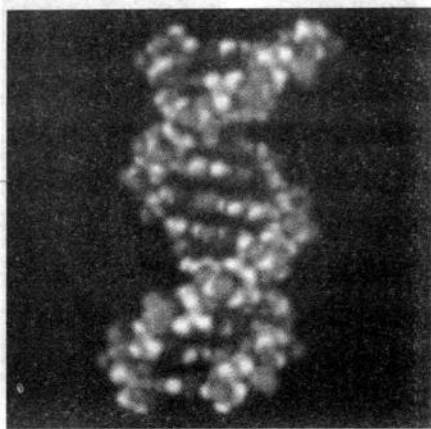
(2) 微生物的初级代谢途径如蛋白质、核酸、多糖、脂肪酸等大分子物的合成途径基本相同。

(3) 微生物的能量代谢都以 ATP 作为能量载体。

微生物作为生物的一大类，除了与其他生物共有的特点外，还具有其本身的特点及其独特的生物多样性。

微生物的个体极其微小，必须借助于光学显微镜或电子显微镜才能观察到它们。测量和表示单位通常为微米。

尽管微生物的形态结构十分简单，大多是由单细胞或简单的多细胞构成，甚至还无细胞结构，仅有 DNA 或 RNA；形态上也仅是球状、杆状、螺旋状或分枝丝状等，细菌形态上除了那些典型形状外，还有许多如方形、阿拉伯数字状、英文字母形等特殊形状。



DNA 模型

微生物细胞的显微结构更是具有明显的多样性，如细菌经革兰染色后可分为革兰阳性细菌和革兰阴性细菌，其原因在于细胞壁的化学组成和结构不同，古菌的细胞壁组成更是与细菌有着明显的区别，没有肽聚糖而由蛋白质等组成，真菌细胞壁结构又与古菌、细菌有很大的差异。



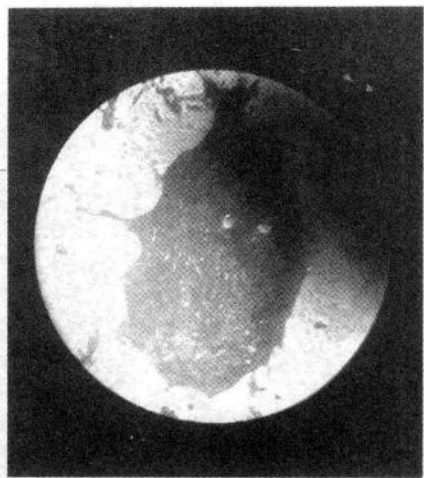
广角镜

革兰染色法

革兰染色法由丹麦病理学家 Christain Gram 于 1884 年创立，是细菌学中很重要的鉴别染色法。通过此法染色，可鉴别革兰阳性菌 (G+) 和革兰阴性菌 (G-)。

微生物能利用的基质十分广泛，是任何其他生物所望尘莫及的。从无机的二氧化碳到有机的酸、醇、糖类、蛋白质、脂类等，从短链、长链到芳香烃类，以及各种多糖大分子聚合物（果胶质、纤维素等）和许多动、植物不能利用，甚至对其他生物有毒的物质，都可以成为微生物的碳源和能源。

微生物的代谢方式多样，既可以以二氧化碳为碳源进行自养型生长，也



显微镜下的霉菌

微生物的代谢产物更是多种多样，如蛋白质、多糖、核酸、脂肪、抗生素、维生素、毒素、色素、生物碱，二氧化碳、水、硫化氢、二氧化氮等。

微生物的繁殖方式相对于动植物的繁殖也具有多样性。细菌以二裂法为主，个别可由性结合的方式繁殖；放线菌可以菌丝和分生孢子繁殖；霉菌可由菌丝、无性孢子和有性孢子繁殖，无性孢子和有性孢子又各有不同的方式和形态；酵母菌可由出芽方式和形成子囊孢子方式繁殖。

微生物由于个体小、结构简单、繁殖快、与外界环境直接接触等原因，很容易发生变异，而且在很短时间内出现大量的变异

后代。变异具有多样性，其表现可涉及任何性状，如形态构造、代谢途径、抗性、抗原性的形成与消失、代谢产物的种类和数量等。

可以有有机物为碳源进行异养型生长；既可以以光能为能源，也可以以化学能为能源；既可以在有氧气条件下生长，又可以在无氧气条件下生长。

微生物代谢的中间体和产物更是多种多样，有各种各样的酸、醇、氨基酸、蛋白质、脂类、糖类等。代谢速率也是任何其他生物所不能比拟的。如在适宜环境下，大肠杆菌每小时可消耗的糖类相当于其自身重量的 2000 倍。以同等体积计，1 个细菌在 1 小时内所消耗的糖即可相当于人在 500 年时间内所消耗的粮食。



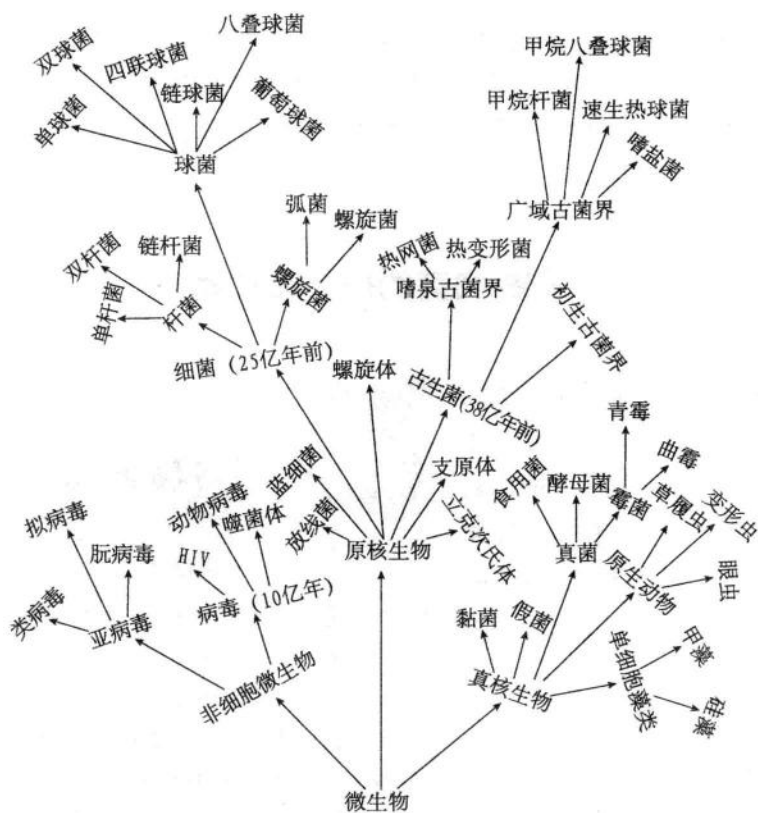
拓展阅读

放线菌

放线菌是原核生物的一个类群。大多数有发达的分枝菌丝。菌丝纤细，宽度近于杆状细菌，0.5~1 微米。可分为：营养菌丝，又称基质菌丝，主要功能是吸收营养物质，有的可产生不同的色素，是菌种鉴定的重要依据；气生菌丝，叠生于营养菌丝上，又称二级菌丝。

微生物具有极强的抗热性、抗寒性、抗盐性、抗干燥性、抗酸性、抗碱性、抗压性、抗缺氧、抗辐射、抗毒物等能力，显示出其抗性的多样性。

目前已确定的微生物种数在 10 万种左右，但仍正以每年发现几百至上千个新种的趋势在增加。微生物生态学家较为一致地认为，目前已知的已分离培养的微生物种类，可能还不足自然界存在的微生物总数的 1/100。情形可能确实如此，在自然界中存在着极为丰富的微生物资源。



微生物家族族谱

自然界中微生物存在的数量往往超出人们的预料。每克土壤中细菌可达几亿个，放线菌孢子可达几千万个。人体肠道中菌体总数可达 100 万亿左右。每克新鲜叶子表面可附生 100 多万个微生物。全世界海洋中微生物的总重量估计达 280 亿吨。从这些数据资料可见微生物在自然界中的数量之巨大。实



际上，我们生活在一个充满着微生物的环境中。

在生物系统发育史上，微生物比动植物和人类都要早得多，但由于其个体太小和观察技术问题而发现它们却是最晚的。微生物横跨了生物六界系统中无细胞结构生物病毒界和细胞结构生物中的原核生物界、原生生物界、菌物界，除了动物界、植物界外，其余各界都是为微生物而设立的，范围极为宽广。

微生物在自然界中，除了“明火”、火山喷发中心区和人为的无菌环境外，上至几十千米外的高空，下至地表下几百米的深处，海洋上万米深的水底层，土壤、水域、空气、动植物和人类体内外，都已分布有各种不同的微生物。即使是同一地点同一环境，在不同的季节，如夏季和冬季，微生物的数量、种类、活性、生物链成员的组成等有明显的不同。这些都显示了微生物生态分布的多样性。

细菌的形状和种类

细菌是一类构造简单的单细胞生物，个体极小，必须用显微镜才能观察得到。它没有成形的细胞核，只有一些核质分散在原生质中，或以颗粒状态存在。所以，科学家们称它们是原核生物。

细菌的种类繁多，而且分布极广，地球上从 1.7 万米的高空，到深度达 1.07 万米的海洋中到处都有细菌的踪影。

凡是与空气接触的物品就会带菌，而细菌遇到有充足养料之处就能很快地生长繁殖。通常动物在出生或孵化前，体内是无菌



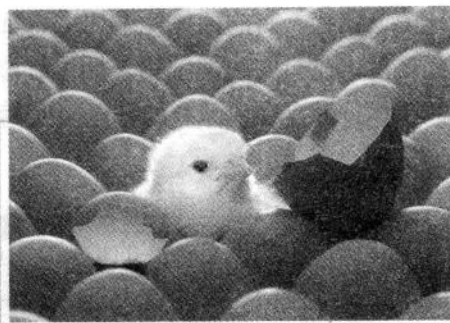
拓展阅读

原核生物

原核生物，是没有成形的细胞核或线粒体的一类单细胞生物。20 世纪 70 年代分子生物学的资料表明：产甲烷细菌、极端嗜盐细菌、极端耐酸耐热的硫化叶菌和嗜热菌质体等的 16S rRNA 核苷酸序列，既不同于一般细菌，也不同于真核生物。此外，这些生物的细胞膜结构、细胞壁结构、辅酶、代谢途径、tRNA 和 rRNA 的翻译机制均与一般细菌不同。因而有人主张将上述的生物划归原核生物和真核生物之外的“第三生物界”或古细菌界。

状态的，然而在出生过程或孵化时很快地污染了母体或卵壳上的细菌，因而在极短的时间内，细菌就会布满其全身。这些细菌绝大多数是有益的，比如人和动物肠道中的细菌能协助分解某些食物。动物体内的组织通常是无菌的，除非生病时被病原菌侵入。

细菌不仅种类繁多，它们的长相也各有不同，通常我们依它们的外形把细菌区分为4个类群：球状的细菌称为球菌，长圆柱形的称为杆菌，细胞略呈弯曲或弓形的称为弧菌，呈螺旋状的称为螺旋菌。



动物在孵化前体内是无菌的，然而在出生过程或孵化时很快就被母体或卵壳上的细菌污染



广角镜

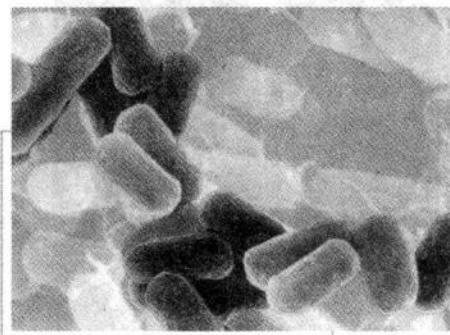
球 菌

球菌是一种呈球形或近似球形的细菌。根据排列方式不同，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等。

一起，似“叠罗汉”，称为八叠球菌，如藤黄八叠球菌；有的像一串串珠链，称为链球菌，如乳酸链球菌；也有的菌体不规则地聚集在一起，像一串串葡萄，称为葡萄球菌，如金黄色葡萄球菌等。

杆菌细胞呈杆状或圆柱形。各种杆菌的长宽比例上差异很大，有的粗短，有的细长。短杆菌近似球状，长

球菌呈球形和近球形。球菌分裂后产生的新细胞常保持一定的排列方式，在分类鉴定上有重要意义。在球菌中，有的独身只影，称为单球菌，如尿素小球菌；有的成双成对，称为双球菌，如肺炎双球菌；有的4个菌体连在一起，称为四联球菌，如四联小球菌；有的8个菌体叠在



显微镜下的杆菌



杆菌近丝状。有的菌体两端平齐，如炭疽芽孢杆菌；有的两端钝圆，如维氏固氮菌；还有的两端削尖，如梭杆菌属。杆菌细胞常沿一个平面分裂，大多数菌体分散存在，但有的杆菌呈长短不同的链状，有的则呈栅状或“八”字形排列。

也有的细菌细胞弯曲呈弧状或螺旋状。弯曲不足一圈的称弧菌，如霍乱弧菌。弯曲度大于一周的称为螺旋菌。螺旋菌的旋转圈数和螺距大小因种而异。有些螺旋状菌的菌体僵硬，借鞭毛运动，如迂回螺菌。有些螺旋状菌的菌体柔软，借轴丝收缩运动并称为螺旋体，如梅毒密螺旋体。在螺旋菌中，常见的是口腔齿垢中的口腔螺旋体。

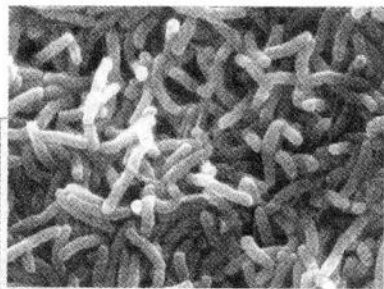
细菌除上述4种基本形态外，还有其他形态的，如柄细菌属，细胞呈弧状或肾状并具有1根特征性的细柄，可附着于基质上。又如球衣菌属，能形成衣鞘，杆状的细胞呈链状排列在衣鞘内而成为丝状体。此外，还有呈星状的星状菌属、正方形的细菌等。



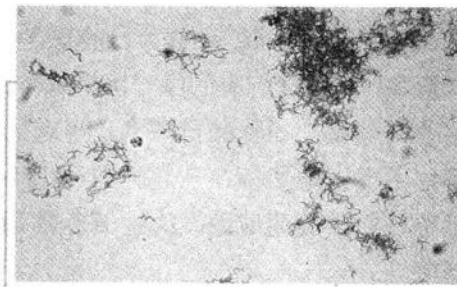
拓展阅读

弧菌

弧菌菌体只有一个弯曲，呈弧状或逗点状，如霍乱弧菌。弧菌属广泛分布于自然界，尤以水中为多，有100多种。主要致病菌为霍乱弧菌和副溶血弧菌（致病性嗜盐菌），前者引起霍乱，后者引起食物中毒。



弧菌



螺旋菌

细菌的结构

如果我们把细菌切开来观察，细菌的最外层是结实的保护层，称为细胞壁，它包裹着整个菌体，使细胞有固定的形状。其主要成分是肽聚糖。

细胞壁的里面是一层薄而柔软的富有弹性的半透膜——细胞膜，它是细胞内外的交换站，控制着细胞内外的物质交换。细胞膜占细胞干重的 10% 左右。细胞膜是由脂类、蛋白质和糖类组成的。

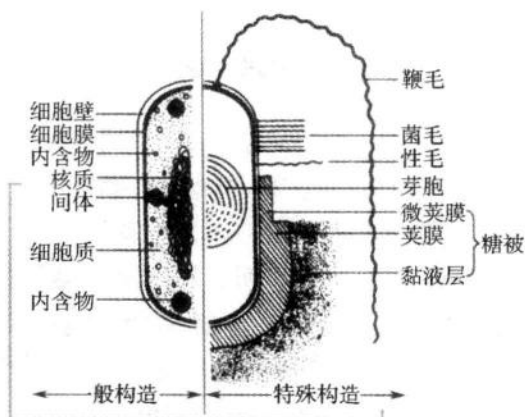
细胞膜的脂类主要为甘油磷脂。磷脂分子在水溶液中很容易形成具有高度定向性的双分子层，相互平行排列，亲水的极性基指向双分子层的外表面，疏水的非极性基朝内（即排列在组成膜的内侧面），这样就形成了膜的基本骨架。磷脂中的脂肪酸有饱和、不饱和两种，膜的流动性高低主要取决于它们的相对含量和类型，如低温型微生物的膜中含有较多的不饱和脂肪酸，而高温型微生物的膜则富含饱和脂肪酸，从而保持了膜在不同温度下的正常生理功能。



拓展阅读

甘油磷脂

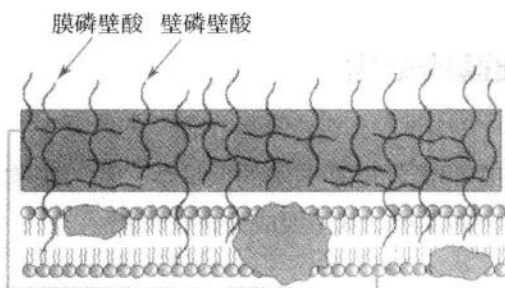
甘油磷脂是机体含量最多的一类磷脂，它除了构成生物膜外，还是胆汁和膜表面活性物质等的成分之一，并参与细胞膜对蛋白质的识别和信号传导。



细菌的细胞结构

细胞膜中的蛋白质，依其存在位置，可分为外周蛋白、内嵌蛋白两大类。外周蛋白存在于膜的内或外表面，系水溶性蛋白，占膜蛋白总量的 20% ~ 30%。内嵌蛋白又称固有蛋白或结构蛋

白。内嵌蛋白又称固有蛋白或结构蛋



细菌的细胞膜

白，镶嵌于磷脂双层中，多为非水溶性蛋白，占总量的70%~80%。膜蛋白除作为膜的结构成分之外，许多蛋白质本身就是运输养料的透酶或具催化活性的酶蛋白，在细胞代谢过程中起着重要作用。

细胞质是细胞膜内的物质，除细胞核外皆为细胞质。它无色透明，呈黏胶状，主要成分为水、蛋

白质、核酸、脂类，也含有少量的糖和盐类。由于富含核酸，因而嗜碱性强。此外，细胞质内还含有核糖体、颗粒状内含物和气泡等物质。

核糖体亦称核蛋白体，为多肽和蛋白质合成的场所。其化学成分为蛋白质与核糖核酸(RNA)。细菌细胞中绝大部分(约90%)的RNA存在于核糖体内。原核生物的核糖体常以游离状态或多聚核糖体状态分布于细胞质中。而真核细胞的核糖体既可以游离状态存在于细胞质中，也可结合于内质网上。

很多细菌在营养物质丰富的时候，其细胞内聚合各种不同的贮藏颗粒，当营养缺乏时，它们又能被分解利用。这种贮藏颗粒

可在光学显微镜下观察到，通称为内含物。贮藏颗粒的多少可随菌龄及培养条件不同而改变。

某些水生细菌，如蓝细菌、不放氧的光合细菌和盐细菌细胞内贮存气体的特殊结构称气泡。气泡由许多小的气囊组成，气囊膜只含蛋白质而无磷脂。气泡的大小、形状和数量随细菌种类而异。气泡能使细胞保持浮力，



广角镜

细胞质

细胞质又称胞浆，是由细胞质基质、内膜系统、细胞骨架和包含物组成。细胞质包括基质、细胞器和包含物，在生活状态下为透明的胶状物。基质指细胞质内呈液态的部分，是细胞质的基本成分，主要含有多种可溶性酶、糖、无机盐和水等。细胞器是分布于细胞质内、具有一定形态、在细胞生理活动中起重要作用的结构。它包括：线粒体、叶绿体、内质网、内网器、高尔基体、溶酶体、微丝、微管、中心粒等。