微生物与人类

需要全本请访问 www.ertongbook.com

神奇的生命体——微生物

据说，在太空中眺望地球，地球是呈蔚蓝色的，如同大海一样。它充满神奇，孕育着生命。

早在 60、70 年代，美国就发射了两颗太空探测器。这两颗探测器正飞离太阳系向茫茫的宇宙进发，它们肩负的最大的使命，就是搜寻宇宙中除地球之外的其他可能存在的生命体。然而，到目前为止，收获还是空的。宇宙中除了强烈的宇宙射线，烈焰腾腾的太空大爆炸之外，太空中一片寂静，各星球都在既定的轨道上周而复始地运转着，其上茫荒一片。看不到有任何生命活动的迹象。而唯独地球，这个宇宙的骄子在其诞生后的不久远的年代便就有了生命，生命赋予我们这个星球以无限的生机和无穷的魅力。

虽然，微生物在地球上已经存在了几十亿年，地球几经沧桑，然而，这些神奇的生物群落却能繁延至今。生命对人来说是一个难解的迷，而微生物作为一群特殊的生命体更是让人感到不可思议。

在春暖花开的季节里，如果到田野里走一走，触目可见花红柳绿，碧草如茵；莺哥燕舞，鸡犬相随。到处都是春色盎然，生机一片。这一切多么让人感到赏心悦目，多么让人感到激越勃发！而所有这一切都是因为地球上生命有机体存在的结果。如果没有这些生命有机体，地球将回到即浑沌又死寂的洪荒年代。正是这些值得骄傲，最富神奇魅力的东西，才使这个原本死寂的地球熙攘起来。这些生命有机体是什么呢？它们就是我们平常所说的生物。提起生物，大家一定可以如数家珍般地说出许许多多的生物。各种花草树木，各种爬虫鸟兽是生物，就连我们人也是生物的一种。这些东西就在我们身边，看得见，摸得着。很多我们都很熟悉，因而，一提起生物我们自然就想到它们。也许，许多人会认为自然界生物也就是这些了。其实不然，上面提到的生物我们肉眼可看到它们，我们可以叫它们为宏观生物。它们只占地球上生物种类和数量的很少一部分。事实上，地球上种类最多，数量最大还是那些肉眼所看不到的，手摸不着的生物，这些生物我们叫它们为微生物。

24 小时可以制造 10 头牛

微生物个体很小，小到只能用显微镜把它们放大几千倍，乃至几十万倍才能看清它们。它们结构都很简单，往往都是单细胞的，即一个细胞就是一个独立的生命个体了；有的，如病毒连一个细胞也不是，但它却也是一个生命体。可别小看这些不起眼的小生命体，可以毫不夸张地说，地球上的真正主人不是其它生物，也不是人类，而是这些小东西呢！为什么这么说呢？首先，从起源上看，地球上有了生命体首先是从某些微生物开始衍化的，由此，其他的生物物种才慢慢地演化产生出来。地球诞生距今约 45 亿年，而 35 亿年之前地球上便有了像蓝细菌之类的微生物在活动了。此后，在距今 17 亿年才出现海绵，踠足类和节肢类动物，约距今 6～4 亿年有了无脊椎动物，距今 3 亿年才有了脊椎的鱼类，距今 2 亿年出现两栖类、爬行类动物，哺乳动物出现在近 8000 万年，而人类出现则是近 200 万到 300 万年的事了；而植物中最高等的被子植物也出现于距今 1 亿年。如果我们要给地球上的生物排排家谱的话，那么微生物该是最早的祖先了。其二，从数量上看，微生物数量惊人。有人测算过，每克沃土含细菌的量就达 25 亿之多；平时，看似洁净的人体正常带微生物量竟可达 100 万亿个。可以说任何一个角落都存在数量惊人的微生物。第三，从分布看，微生物无所不在。高至几十公里远的高空，深至 1 万多米的太平洋海沟底部，都可找到微生物的踪影。无论我们从空气中、

土壤里、水中还是在动植物的体表和体腔中都能分离到微生物。土壤中有丰富的营养，充足的水分和氧气，它是微生物的家园和温床；而空气和水则是某些微生物生命历程中的驿站；动植物体也是微生物的栖息地，甚至是它们的乐园。另外，微生物可以说也最能耐饥苦的了，就是营养极为贫乏的岩石里，在黑暗的矿石堆中，在不毛的干旱的沙漠里都有许许多多的微生物固守着；在冰天雪地的高寒地带，在热气腾腾温度可达 90 摄氏度以上的温泉中照样存在微生物。人们甚至发现有耐 232℃高温的细菌，这是任何其他生物所无法比拟的。第四，微生物的代谢能力和繁殖速度也让其他生物望而生叹。由于微生物具有极大的表面积与体积的比值，所以它们能够迅速地与周围环境进行物质交换。此外，微生物体中富含各种代谢活动所需的酶。因而，微生物较其他生物有更强的合成和分解能力。我们常看到，一堆几千公斤的粮食，开始只有少量霉，在温度、湿度适宜时，只需几天功夫霉菌等微生物便可充斥其中，短时间就可以让这堆粮食霉烂消耗贻尽。而若以同等重量的动物来消耗这堆粮食恐怕需要几个月，甚至几年时间。再如，腐败性细菌只要在几小时内就可使一头几百公斤重的牛尸体变成一滩肉水和一堆白骨；而造就这一个体却需要几年时间啊！有人统计过，一头 500 公斤重的牛，每天能增加的蛋白质只有 0.4 千克,而 500 公斤的酵母菌 24 小时却至少可形成 5000 千克的蛋白质。微生物的代谢速度真可让我们叹为观止。我们利用微生物这种强大的代谢能力可以生产许多我们所需要的东西。

微生物的生长繁殖速度也是惊人的。我们知道，高等生物完成一个世代交替的周期要几年甚至几十年，而微生物一代只需要几分钟。拿大肠杆菌来说，细菌增殖的方式是二分裂法，即以 2^n 递增，大肠杆菌在适宜温度时 20 分钟即形成一代，24 小时则繁殖 72 代，其形成的大肠杆菌数为 2^{72} 即有 4722×10^9 万个细菌。若能提供足够的养分和保持适当的条件，培养 4 到 5 天，其所形成的大肠杆菌的总重量将与地球重量相仿。当然，这是不可能的，因为地球上任何生物都要受到物质条件及其他相关条件的制约，然而，也确实由于许多致病的微生物惊人的繁殖速度使得我们的医疗手段在它们面前无能为力。细菌如此，其它微生物也无不如此。更有甚者是病毒，它们增殖的方法是复制，就像我们翻录磁带一样。病毒在它们所寄生的细胞中，只需按照自己的模样，利用细胞中的各种原料和酶无休止地复制后代个体，直到被寄生的细胞变成空壳为止。至此，它们从这细胞中破壳而出，一次出来就上亿个！然后再分别去感染临近的其他细胞，复制新一代的个体。如此，在极短的时间内就可产生数量极多的后代，这也是高等生物所自叹弗如的。正是微生物有这样神奇的本领，才得以在地球漫长的进行过程中保存下来，而许多较高等的生物却只能在地球上走过短短的进化年代便消声匿迹了。

此外，微生物也极具多变性。因为微生物受环境条件制约很大，环境的改变也极易导致微生物的改变，而这许多变异又往往能以稳定形式遗传下去，这样就产生了新的微生物种类。而这些新种类的微生物恰能适应新的环境要求。通过这种方式，微生物在自然界中变得游刃有余了，而不致被动挨打，等待遭受灭顶之灾的命运了。

由上述种种看来，微生物有许许多多其他高等生物所难以比拟的优点。也正是这些优点，在生物界激烈的生存斗争中，微生物常占据有利条件而得以幸存。所以说微生物是地球的主人并不过分。也许有一天，微生物不高兴起来，想让地球上某些物种消失，那这些物种也就难逃厄运，所以，我们应

该保护好地球的环境，维持生态平衡，让地球上各种生物间相互制约，保持力量均衡，这样才能彼此相安无事。

有了显微镜才看清它

虽然地球微生物存在已有几十亿年的历史，然而人类认识微生物的年代却很晚。虽然，古人早就知道享受美酒佳肴，也知道“若作酒醴，尔惟曲蘗”的道理，但谁也没看到是某些微生物在酿酒中起作用的。几千年来人们只根据经验，以葫芦画瓢而已，谁也不知追求其中的奥秘。直到 1665 年一个荷兰人叫吕文·虎克，这个出身贫寒，没有受过多少正规教育的人，从小到青年时期就在一家杂货铺当伙计，后来他自己经营一个布店，21 岁那年，受雇到市政府当管理员和看门人。可是，他有一个爱好，喜欢磨制各种透镜，喜欢搬弄一些镜片玩玩，很偶然，他把几块透镜组合在一起时，发现经过这东西可以把物体放大几百倍，用这组透镜，吕文·虎克观察了雨水、河水、污水、腐败肉汁等物质，看到了球状、杆状和螺旋状的细菌以及原生动物等各种微小生物，并绘了图，但限于当时人们的认识，吕文·虎克也好像是拿着西洋镜在看里面的木偶戏一样，只是满足了一种好奇，而决没有去重视这些小小的生物存在的意义和它们的本质问题。虽然如此，也正是吕文·虎克的发明才拓宽了人类的视野，从此，人类的眼睛里既有了宏观的世界，也有微观的世界，从此开始知道地球上还有微生物的存在。

自从有了显微镜这一有力的工具，许多人开始了探索、研究微生物的工作，其中不乏成绩斐然者，这当中有法国的巴斯德和德国的科赫，他们为微生物学的产生和发展奠定了基础。

巴斯德和微生物

巴斯德出生于法国东部的阿尔布瓦，早年就读于巴黎高等师范学校，在校期间曾醉迷于化学，并在学生时代就取得了重大成绩。由于偶然的机会，促使巴斯德的兴趣转移到研究微生物上来。1855 年，他正研究分子的不对称性，所用于实验的酒石酸盐溶液常常长霉。本来这是很平常的事，对很多人来说这种变坏的制剂就应该扔掉了，但巴斯德不这样，他仔细研究了不同构形的酒石酸盐对霉苗的易染性，结果他发现霉苗只利用 D 型酒石酸盐。由此他发明了一种利用生物法分离酒石酸异构体的简单而巧妙的方法。同时在这过程中，奇妙的微生物世界引起了他极大的兴趣。他在里尔大学任教期间，为了解决酒变质等问题，正式开始与微生物打交道，并从此与微生物结下了不解之缘。

19 世纪中后期，法国的酿酒和蚕丝业十分发达，但突然遇到了酒的变质和蚕的微粒子病的问题，这些严重地威胁着法国的经济发展。

1856 年夏天，巴斯德应一些酒厂主的请求，帮助解决酒发酸的问题。在显微镜下，巴斯德发现，好的酒中有一种球形的胖胖的细胞，即酵母菌，这些酵母使糖发酵成酒精；而变质的酒中的细胞是杆状的，这些即乳酸菌和醋酸菌等杂菌，而这些杂菌使酒精氧化变酸。由此，他得出结论，发酵是由微生物引起的而不是单纯的化学变化。不同种的微生物引起不同类型的发酵（这是人类第一次认识到微生物的作用及其引起的现象的本质）。巴斯德认为，要防止酒变质的最好办法是清除酒中的杂菌，于是他发明了低温（60～70℃）下缓慢加热灭菌的方法，这种方法成功地解决了当时法国长期无法解决的酒变酸变质的问题，而他发明的低温灭菌法（巴氏消毒法），今天主要用于鲜奶等食品饮料的灭菌处理。因为这样消毒既可杀灭食品饮料中的致病杂菌又

能保持食品饮料风味不变。

1865 年，巴斯德开始研究欧洲正流行的蚕病——微粒子病。在显微镜下，他发现了这种病的病原微生物。巴斯德认为，防止该病的方法只有抛弃所有被感染的蚕及污染的桑叶，然后从头开始。这种措施拯救了当时濒临崩溃的丝绸工业。

巴斯德在对蚕的微粒子病的深入研究的同时还研究了鸡霍乱，牛、羊炭疽病，人的狂犬病，发现这些传染病都是由病原微生物所引起的。后来他发现，鸡霍乱的病原菌放置一段时间后，毒力会大大的减弱，而将减毒的鸡霍乱的病原菌注射到健康的动物体内后，不但不引起发病，反而可以抵抗强力致病的鸡霍乱菌的侵害，由此，他发明了接种减毒菌苗的方法。借助这一原理，在 1885 年，巴斯德第一次用他制成的狂犬病减毒疫苗挽救了一个被疯狗严重咬伤的男孩。而在此时之前，人被疯狗咬伤只能等死而已。现在我们预防狂犬病同样得益于这一方法。

普法战争期间，他为法国的野战医院的悲惨景象所震惊。根据他的经验，他告诫医生们，把做手术用的工具煮沸，将绷带熏蒸，以杀灭微生物来防止传染。医院采用后，马上使手术的死亡率一下从 90%下降到 15%，挽救了大批士兵的生命。

此外，巴斯德还以简单而巧妙的实验否定了微生物的自然发生说（认为微生物是由食品、溶液中的无生命物质自然产生的，而不是已经存在于空气、土壤中，并能引起受其污染的物品变质），为人们对引起食品腐败的微生物来源的认识扫清了思想上的障碍。

巴斯德一生致力于微生物的研究，为人类认识微生物及清除微生物带来的危害做出了巨大的贡献，他是公认的工业微生物和医学微生物的奠基人和历史上生物学方面最伟大的科学家之一。

科赫的贡献

在历史上，许多传染病给人和家畜带来了灾难，像炭疽、结核病、霍乱、鼠疫等曾夺去了千百万的生灵。人类为了征服自然，战胜疾病，进行了卓有成效的斗争，在这当中涌现出许多杰出的人物，其中罗伯特·科赫就是最杰出的科学家之一。

1843 年 12 月 11 日，科赫出生在德国汉诺威的一个普通家庭，1866 年毕业于戈丁根大学医学系。普法战争期间，他曾任随军外科医生。战后，定居于布雷斯劳，并作了一名乡村医生，他一边给村民看病，一边废寝忘食的研究细菌。当时炭疽病在欧洲大陆风行，大批的牛羊倒地死亡，人也由于接触患病动物而感染上，许多人死于非命。科赫所在的布雷劳斯地区炭疽病也很流行，为了战胜这个疾病，他开始了炭疽病的研究。他把因患炭疽病而死的牛羊的血涂在玻片上，在显微镜下观察，结果发现除圆饼状的血细胞外，还有一小条一小条像小火柴棒一样的小虫在动，而他检查健康牛羊的血却从未发现过这东西，他把带有这小棒一样东西的牛羊血注射到健康的牛羊身上，不久健康牛羊也得了炭疽病死掉了，他再去检查这些死掉的牛羊的血，结果发现，这些牛羊的血中也有了这种小虫。原来牛羊炭疽病是由于这种杆状的小虫子在作怪！之后，他又在小白鼠身上作试验，得出同样结果。科赫进一步把这小棒状的细菌放在体外营养液中培养，并转移多次，再接入到动物体内，同样也能引起相同的疾病。这样，他发现并分离了这种致病菌。这也是人类第一次证明：特定的疾病是由特定的微生物所引起的。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

1880 年他转到柏林帝国医院工作。在工作中他一直未放弃过对细菌的研究。在这过程中他发明了两种研究细菌的方法，一种是用固体培养基来分离纯化细菌。因为用液体培养基培养细菌，几种细菌混和生长，很难把他们分开，而在固体培养基表面，一个孤立的细菌固定在培养基上的某一点上生长繁殖，形成一个菌落，这菌落来源于同一种细菌，故而是纯的。然后，我们可以很方便地把这些菌落移植到其它培养基上，从而纯化细菌。另一种是科赫对细菌用苯胺进行染色，使本来在显微镜下透光只能模糊看到的细菌，变得清楚可见。通过一系列的研究，科赫提出了一个确定病原菌的重要准则，即科赫定理：

首先一种病原微生物必定存在于患病动物中。

其次这种病原微生物必能从寄生主体分离到，并能获得纯培养。

还有分离到的纯培养物接种到敏感动物身上，必然出现特有的疾病症状。

另外以人工接种致病的动物体，必定能再分离出与原来相同的微生物，并能培养出纯培养物。

利用这些定理和技术，科赫分离了许多种疾病的致病菌。1882 年，他成功地分离出引起可怕的结核病的致病菌——分枝结核杆菌，并论证了它的致病机理。1890 年，他培养出结核杆菌素，并用来诊断和治疗结核病。为此，他获得了 1905 年的诺贝尔生理学及医学奖。哪里有疾病的流行，哪里就有科赫的身影。1883 年，他率领医药专家深入埃及和印度灾区，研究鼠疫和霍乱，在那里，他发现了致病的霍乱弧菌，提出了预防霍乱流行的方法，为此，他得到了德国政府给予的十万马克的奖励,并在 1885 年被聘为柏林大学的卫生学教授。1897 年到 1906 年，他通过一系列的工作指出，传播鼠疫的是一种寄生在鼠身上的虱子，而昏睡病的传播媒介是采采蝇。根据这项发现及结合其他科学家关于疟疾传播的形式，他提出了控制疟疾的新方法，即消灭携带致病微生物的传播媒介——吸血昆虫。

科赫一生都致力于致病微生物的研究，为人类的健康事业立下了不朽的功勋。不仅如此，他创造性地建立了一套研究微生物的技术方法（分离、培养、接种、染色等）及对病原微生物的确立提出了严格的准则，这些一直沿用至今。

微生物学的发展与完善

在巴斯德和科赫等人的基础上，微生物学发展迅速。然而在 1887 年之前，微生物学这门学科，无论是观点上或方法上都受巴斯德和科赫两个学派统治，他们研究细菌，目光只局限在能分解有机质的一类菌上，而忽略了细菌的另一半，即能通过氧化无机物或简单有机物获得能量或直接吸收光能，进行光合作用合成有机物的一类细菌——自养菌，象固氮菌、硝化菌、硫化菌、甲烷菌、蓝细菌等，都是这类菌。而贝杰林克和诺维格拉德斯基研究了豆科植物的根瘤菌及土壤中的固氮菌和硝化细菌后，提出了土壤细菌及自养微生物的研究方法。这进一步拓宽了人们对微生物认识的范围，完善了微生物学的知识体系。之后，伊凡诺夫斯基于 1892 年在烟草花叶病的研究中，观察到花叶病烟草所具有的感染性的抽提液经过细菌过滤器（一种能让细菌等较大的颗粒留在上面的孔径极小的过滤器）以后仍有感染性，从而发现了非细胞的生命形式——病毒,这种微生物于 1935 年被美国科学家斯坦利第一次提纯并结晶出来，1939 年柯施在电子显微镜下面看到了它，从而生物家族又

多了这一特殊的生命形式。

在巴斯德、科赫之后的短短几十年中，通过许多的努力，人们又陆续找到了其他形式的微生物，如放线菌、立克次氏体、螺旋体、霉形体、衣原体等，从而微生物家族中的各个成员都一一暴露在人们的面前。当然，微生物世界广大而深远，人们的探索脚步不会就此停止。

微生物家族

在自然界中微生物种类很多。根据生物学家系统的分类方法，我们一般可把微生物分为细菌（包括自养型菌和异养型菌），真菌，螺旋体、霉形体、立克次氏体、衣原体和病毒八大类。

细菌

细菌是自然界中分布最广、数量最多、与人和自然关系最为密切的一类微生物，这类微生物都是以单个细胞形式存在，无细胞核。

细菌很小，衡量它的单位是微米（千分之一毫米）。一个细菌一般只有一微米那么大，所以我们必须用显微镜把它们放大几千倍甚至几万倍才能看到它们。

细菌形态多样，但基本的形态有三种，即球状、杆状与螺旋状，因而我们可把细菌分为球菌、杆菌和螺旋茵三种。根据球菌分裂后排列成的形状情况，又可分为双球菌、链球菌、回联球菌、八叠球菌和葡萄球菌等。很多球菌存在于空气和人畜体内，多数为不致病菌，但也有一些可致病，如引起人肺炎的双球菌，引起人畜化脓炎症的链球菌和金黄色葡萄球菌等。

杆菌又可分为长直大杆菌、短杆菌、球杆菌、棒状杆菌和梭菌等，其中梭菌是因为杆菌的菌体内形成一个比菌体直径大的芽胞，因而形成外形如织网的梭状。自然界中细菌多数是杆菌，杆菌中有许多是致病的，象炭疽杆菌、结核杆菌、坏死杆菌、沙门氏杆菌、丹毒杆菌、布氏杆菌、巴氏杆菌等，它们可引起烈性传染病，严重地危害人畜；还有的如梭菌，则能产生强烈的外毒素，可引起人畜中毒，如破伤风梭菌能产生神经痉挛毒，引起人畜强直症；又如肉毒梭菌产生的肉毒素，是现已知的毒物中最毒的一种，　1 毫克毒素能致死 10^9 只小白鼠，也可使几十万人死亡。

螺旋菌又可分为弧菌和螺菌，弧菌是菌体只有一个弯曲度的一类细菌，这类细菌中，我们熟悉的如人霍乱弧菌就是。螺菌是数次旋转呈螺旋形的，如人畜中的一种致病菌——空肠结肠弯杆菌即是。

细菌的结构有基本结构和特殊结构两种。基本结构包含细胞壁、细胞膜和细胞质及少量的细胞器，没有细胞核，核内的遗传物质均分散在细胞浆中。

有些细菌有特殊结构，如黄膜、鞭毛、菌毛和芽胞。黄膜是细菌胞壁外的一层滑液样物质，在白细胞捕捉细菌的时候，细菌依靠黄膜逃逸。鞭毛是细菌长出的长长的尾巴或长毛，它可以摆动，细菌借此可以运动。菌毛是细菌周身长的一层细的绒毛，通过这些菌毛可以粘附在寄生物表面。芽胞是有的细菌在条件恶劣的情况下，菌体发生浓缩、外壳变厚所形成的一种小体，它可以帮助细菌躲过难关，并在条件适宜时重新长成菌体。

细菌的生命活动：细菌作为一个独立的生命体，它时刻进行着新陈代谢，与周围环境进行物质交换，合成菌体组成成分，分解一些物质，获得能量；在新陈代谢的同时，细菌也进行着生长和繁殖。这些都是一些生物化学反应的过程。在这些过程中，需要各种酶（生物化学反应的催化剂，是一种蛋白质）参与，不同的细菌有不同的酶系统，因此鉴别细菌就靠鉴别其所含有的

酶。

细菌与外界环境间的物质交换很迅速，生长很快。一般细菌只要十几分钟到几分钟就可完成一个世代，它们繁殖的方式是二分裂法，即一个变二个、二个变四个、四个变八个，如此，一个细菌在合适的条件下培养 24 小时后，可以达到万亿亿个（10^{20}）细菌。从一个细菌起，在这短短的 24 小时所进行的物质交换可达 10^{17} 千克以上。可见细菌的代谢和繁殖是多么的神速。

细菌的营养类型：自然界中细菌种类很多。我们一般认为细菌这种微生物在生态系统中起分解作用，即分解有机物，使有机物还原为矿物态的无机物，供植物利用。事实上，所有的腐生性细菌和寄生性细菌都是这样的。它们分解动植物的尸体、分泌物和排泄物，分解食物残渣，甚至分解活的机体，让有机物质变成无机物质，使地球上有限的物质资源能周而复始循环运转着，而不致枯竭。这类起分解作用的细菌我们叫它们为异养菌。但除异养菌外在自然界中还存在种类和数量繁多的自养菌，这些细菌有的能氧化无机物，象硝化细菌、硫化细菌和氢细菌，它们通过氧化无机物质获得能量，利用这些能量再同化 CO_2，合成菌体所需的成分。有些细菌菌体中具有光合色素，它们能象绿色植物一样直接利用光进行光合作用，合成有机物。如绿硫细菌、紫色细菌和蓝细菌等。这些类型的细菌，很多在其生长过程中不需要有机物，有机物存在反而会抑制它们生长。

自然界中存在的细菌多数是对我们有利的，它们在自然界的物质转化中起着不可缺少的作用。由于这些细菌的存在，使自然界的 N、C、S 等许多元素及其所组成的物质处于循环往复的转化中，同时由于这些细菌的存在改善了土壤的成分和结构。这对我们来说是很有意义的，因为动植物都直接或间接地从土壤中汲取养分。当然，在自然界中还存在着一小部分致病性细菌，它们能引起各种动植物病害，有的甚至造成灾难，所以说细菌既是人类的朋友，也是人类的敌人。

真菌

其实真菌与其他的微生物有很大的差别。首先它跟高等生物一样，是真核型的，即有完整的细胞核及细胞中有各种各样的细胞器。其次许多真菌我们肉眼可见，如梅雨天，许多东西长霉，可看到毛绒绒的苗丝；我们平常吃的磨菇、香菇、药用的灵芝、冬虫夏草等；还有的蕈类子实体直径可达 1 米左右，它们也都属于真菌，这些都是我们可用肉眼看见。把它们当作微生物似乎不妥，但它们在生物特性上与高等生物存在很大差别，它们又确属于微生物。

真菌在自然界中分布很广，种类繁多，现已发现的真菌有十万多种。它们包括单细胞真菌——酵母菌、丝状真菌——霉菌和大型真菌。

酵母菌我们较熟悉，做馒头、面包、酿造碑酒等都利用它发酵。酵母菌是分属不同种群的单细胞真菌的一个总称。

酵母菌多数是单细胞的，形状因种而异，但基本形状为球形、卵圆形和圆柱形。有些酵母在无性繁殖过程中子细胞与母细胞不分离而连成丝状，如热带假丝酵母。酵母菌细胞大小，由于种类不同，差别很大，一般长 2～3 微米，有些则长达 50 微米，宽度通常在 1～10 微米。酵母菌在培养基质上生长情况与细菌相似。酵母菌的结构与高等生物的细胞相似，含有细胞壁、细胞膜、细胞质和细胞核及各种细胞器，如线粒体、肉质网、核糖体等。

酵母的繁殖方式有有性繁殖和无性繁殖两种，而以无性繁殖为主。无性

繁殖又分芽殖和裂殖，前者在母细胞表面，向外突出形成一个小芽，最后芽体脱落，形成新个体，多数酵母以这种形式产生子代。而后者象细菌一样，母细胞一分为二，形成二个新个体。

丝状真菌：多数真菌都是由菌丝组成的，菌丝有分枝，纵横交错的菌丝组成菌丝体，而有的在此基础上再形成各种形状的子实体。菌丝分为无隔菌丝和有隔菌丝两类。无隔菌丝中间没有横隔膜，整条菌丝也就是一个单细胞，这个细胞是多核的。在菌丝生长过程中只有细胞核在分裂和原生质在增长，而没有细胞数目的增加。有隔菌丝是菌丝中有横隔膜隔开的，每一隔为一个细胞，因而，有隔菌丝为一个多细胞体，在菌丝生长过程中，每个细胞也随之分裂，因而细胞数在增加。

丝状真菌菌丝细胞是由细胞壁、细胞质、细胞膜和细胞核及细胞器所组成的。菌丝的直径在 3～10 微米左右。丝状真菌的菌丝体，虽不像植物一样有根、茎、叶的分化，但其菌丝还是有功能分化的。生长在固体基质中的菌丝，可以摄取营养，故叫营养菌丝；菌丝向上生长，伸展在空气中的叫气生菌丝；气生菌丝生长到一定阶段，顶部的菌丝成熟分化成繁殖器官，这段菌丝叫繁殖菌丝，在其顶端可产生孢子。

丝状真菌分为霉菌和大型真菌。

霉菌是在基质上长成绒毛状、棉絮状或蜘蛛网状的丝状真菌的总称。我们平常看到东西发霉，都是由这类微生物引起的。霉菌的繁殖方式有有性和无性繁殖两种，它们多数都以产生孢子的形式进行繁殖。

霉菌的种类很多，常见的霉菌有：根霉、毛霉、脉孢菌、曲霉和青霉。

根霉在自然界中分布很广，常出现在淀粉食品上，引起食品霉变。酿酒工业常用根霉作为糖化菌。工业上也常用根霉生产各种有机酸。

毛霉存在于土壤、堆肥、蔬菜、水果及各种富含淀粉的食品上。其分解蛋白能力很强，常用于制作豆腐乳。工业上用毛霉生产淀粉酶和柠蒙酸等。

脉孢菌又称链孢菌，是研究遗传和生化的良好材料，有些会造成食品腐败。但由于脉孢菌含有丰富的蛋白质和维生素，常用于工业发酵及饲料制作。

曲霉广泛存在于空气、土壤、谷物及各种粮食作物下脚料和废料中，在发酵工业、食品工业、医药工业上常用曲霉来酿酒、制醋、生产有机酸和酶制剂。而有的曲霉，在代谢过程中会产生毒素，引起动植物致病，如产生黄曲霉毒素——一种可引起肝癌及急性中毒致死的强毒素。

青霉菌在自然界中分布极广，种类多，在工业上有很高的经济价值，利用它们可以产生有机酸及生产青霉素等抗生素。还有许多青霉菌，分解能力很强，可以导致植物病害及引起水果腐烂。

大型真菌个体很大，它们包括食用菌和药用菌。这些真菌除形成菌丝体外，在一定条件下，还能形成子实体。我们看到的香菇、磨菇及灵芝像伞状、蛋状或云朵状的这些都是子实体。食用菌大多含有较多的蛋白质和氨基酸及许多维生素，是我们很好的食物资源和保健用品。药用菌，含有一些多糖类物质，可以用来抗癌等。

放线菌

放线菌是一类介于细菌和真菌之间的原核型微生物，它们广泛分布于土壤、堆肥、河底、湖底的淤泥之中。它们以孢子或菌丝的形式存在于大自然中，每克土中含有数万至数百万个放线菌孢子，在中性和偏碱性的沃土中含量更高，土壤特有的土腥味就是由放线菌代谢产物所造成的。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

放线菌的菌体由菌丝组成，许多菌丝组成菌丝体。其菌丝很细，直径一般在 0.5～1 微米之间，与细菌直径相仿，多数菌丝没有中隔；放线菌菌丝结构也由细胞壁、细胞膜和细胞质构成，有核质却无核膜。放线菌的繁殖多因菌丝断裂而生出新个体，但主要仍靠产生孢子来繁殖后代。孢子在适宜的条件下膨大，长出数根芽管，由此长出菌丝。在固体培养基上，菌丝生长以后，形成营养菌丝、气生菌丝和繁殖菌丝。放线菌大多数为腐生菌，少数能寄生于动植物体而致病，此外放线菌能使水和食物变味，有的能使棉毛、纸张等霉坏。放线菌在工业上，主要用来生产各种抗生素，目前世界上已发现的抗生素达 2000 多种，而其中有近 60%是放线菌产生的。

螺旋体

螺旋体是一类柔软弯曲的单细胞原核型微生物。它虽没有细菌的鞭毛，但能像原生动物那样，进行屈曲和自由的运动，因而，它是介于细菌和原虫之间的一类微生物。其实，螺旋体在吕文·虎克发明显微镜时已被发现，并绘了图。但直到 1835 年，Ehremberg 在水中发现具有特殊运动的这类微生物时才正式被命名为螺旋体。

螺旋体在自然界水生环境中广泛存在，也有些分布在人和动植物体内。大部分螺旋体是营腐化性生活的，少部分营寄生生活而致人畜发病，如梅毒密螺旋体、钩端螺旋体、猪痢疾密螺旋体，都是常见的致病性螺旋体。

螺旋体呈螺旋状或波浪状，其大小长度极为悬殊，长可为 3～500 微米，宽为 0.03～3 微米，因而有些螺旋体可通过细菌滤器。

螺旋体的细胞结构为：中心为一段原生质柱，外有一根或多根轴丝，沿原生质柱的长轴缠绕。原生质柱具有细胞膜，膜外尚有由细胞壁和粘液层所构成的外鞘，轴丝亦被外鞘和细胞膜所包裹。轴丝起源于附着盘，其数目与轴丝相等分别位于原生质的两端。轴丝起于一端而延长到细胞长度约三分之二处，因此起源于细胞两极的轴丝，可于细胞中部相互重迭，轴丝对于螺旋体的运动起一定作用，轴丝伸缩而导致螺旋体活泼运动。螺旋体不具有定形的核，无芽胞；核酸有 RNA 和 DNA 两种，以二等分横分裂法繁殖。

霉形体

霉形体曾译为支原体。是目前已知能独立生活的单细胞原核型的最小微生物，它们广泛存在于自然界的污水、土壤、矿石、植物、昆虫、人畜体内外。有些是腐生性的，但许多是人畜和植物的病原体。

霉形体没有细胞壁，因而形态多种多样，有球形的、丝状的和分枝状的。它们体积很小，如球状的直径只有 0.2～0.3 微米，比细菌要小。由于没有细胞壁，形体柔软、能变细，故能通过细菌滤器。此外，它对青霉素具有抵抗性，故一度被认为是病毒，但它不仅能在活的组织细胞体内繁殖，也能在无细胞的人工培养基上繁殖，体内含有两种核酸，以二分裂法或芽生方式进行繁殖，对其它抗生素敏感，故又有别于病毒。

对霉形体的研究最初是从探讨传染性胸膜肺炎的病原开始的。早在 1700 年就发现牛的传染性胸膜肺炎的病原不能在人工培养基上生长，而且能通过细菌滤器，因此，长期以来，一直被认为是病毒。直到 1898 年，才由 Nocard 等人用无细胞的人工培养基分离成功，因其生物性状较为特殊，称胸膜肺炎微生物。其后许多学者又从广泛的宿主如人类、羊、猪、犬、狗、家禽、昆虫及污水、土、植物中分离到相似的微生物，它们有的虽不引起胸膜肺炎病变，但在形态、培养特性等方面与其相似，乃统称为类胸膜肺炎微生物。直

到 1956 年爱德伍德（Ed-vard）和弗兰德（Freundt）提出霉形体这一命名和新的分类体系，从而取代了类胸膜肺炎微生物，而得到了国际细菌学命名委员会批准，才正式确定。

霉形体营寄生生活，部分营腐生生活。营寄生生活的致病性较弱，若是单纯性感染时常常症状轻微或无临床表现，当其受到某些病原微生物（如细菌或病毒等）的继发性感染或受到外界因素的不良作用下，就发挥致病作用，引起疾病，其所引起的疾病特点是潜伏期长，常常呈慢性经过和地方流行。病原性霉形体常定居于各种动物的呼吸道、泌尿道、乳腺、消化道、眼等结粘膜表面，并对胸腺、腹膜、关节滑液囊的间质及中枢神经系统的亲和力强。致病性霉形体所感染的宿主范围极窄，多具有种的特异性。

立克次氏体

立克次氏体是由美国病理学家立克次发现的。关于它的发现还有一段故事呢！

历史上由立克次氏体引起的斑疹伤寒曾给人类带来了灾难，它被认为是仅次于疟疾和鼠疫的人类的瘟疫。例如，第一次世界大战期间的塞尔维亚战役，斑疹伤寒的流行就曾决定了整个战局的进行。

立克次早年就对病理学和微生物学有研究，他看到了斑疹伤寒的危害性，就决定攻克它。在对这病的研究过程中，他又碰到另一种奇怪的病——落矶山斑点热，该病患者浑身发黑，皮肤出现红色出血斑点，眼结膜充血，持续高热，几天便死亡，跟斑疹伤寒很相像。于是，他决定从这个病先开始。

在研究中，他了解到了一个重要信息：落矶山斑点热死者都曾被当地一个峡谷里的木壁虱叮咬过。于是，立克次冒着生命危险，亲自到风景可人却凶险可怖的峡谷里。为了寻找自然界中存在的可能受到感染的木壁虱，他耐心地梳理各种东西，仔细地收集这些虱子，然后把收集到的虱子小心地放在实验用的豚鼠裸露的皮肤上。结果豚鼠被咬后一个个患上斑点热而死去。这样，他找到了传播这病的媒介物——木壁虱。1906 年，他从木壁虱体内分离出致病因子——一种极不寻常的微生物，它不能在人工配制的培养基上生长，只能在活细胞内寄生。

立克次接着就着手开始研究斑疹伤寒。通过研究，他证明，该病也是由于这种微生物的感染而引起的。1911 年，正当他对这种微生物进行更深入地研究时，不幸在墨西哥城染上了斑疹伤寒而死去。他的去世震动了整个科学界，人们深深地为他献身科学的精神所感动，为此，墨西哥城为他举行了为期三天的悼念活动。

在立克次逝世五周年的纪念日，即 1916 年，人们把斑疹伤寒和落矶山斑点热的病原微生物命名为立克次氏体，以缅怀他为人类所作的贡献。

立克次氏体是介于细菌和病毒之间的一类单细胞原核型微生物。其有些特性像病毒，有些特征像细菌，除少数（如五日热病原体等）能在无生活细胞的人工培养基上生长外，绝大多数均为严格的活细胞内寄生性微生物。它比细菌小，多在 0.3～0.5 微米，可以在光学显微镜下观察到，一般不能通过细菌过滤器，同时含有 DNA 和 RNA 两种核酸，有典型细胞结构，以二分裂法繁殖，对某些抗生素敏感。立克次氏体呈多形性，有球状、球杆状和杆状。

立克次氏体通常存在于一些节肢动物（虱蚤、蜱、螨等）体内，但不会引起节肢动物发病，而人被这些节肢动物叮咬后，感染致病性立克次氏体就可得病。事实上，由立克次氏体引起的病通常都是由节肢动物来传播的。

由立克次氏体引起的病很多，通常都是热病，如斑疹伤寒、Q 热、恙虫病、战壕热等等都是。

衣原体

提起沙眼，大家一定很熟悉。患者老是眨眼、流泪，很痛苦，时间长了还能导致失明。而引起这个病的罪魁祸首就是衣原体——沙眼衣原体，这种微生物在 1956 年由我国科学工作者汤飞凡等通过鸡胚培养而分离到。

衣原体与立克次氏体很相似，是介于细菌和病毒之间的另一类单细胞原核型微生物。衣原体营严格的细胞内寄生，在人工培养基上不能生长；因所处发育阶段不同，大小也不同。在普通光学显微镜下可观察到，形状如球形，同时含有 DNA 和 RNA 两种核酸，有细胞结构，具有细胞壁。

衣原体在生活史中存在两种形态：一种叫小细胞或原生小体，另一种叫大细胞或始体。小细胞体积小，直径为 0.2～0.4 微米，细胞壁厚，对外界不良环境抵抗力强，并具有感染性；小细胞侵入到宿主细胞后发育为大细胞。大细胞无感染性，直径约 1～1.5 微米，细胞壁薄，壁中结构松散；大细胞以二分裂进行繁殖，产生小细胞。当寄主细胞解体后，这些小细胞能被释放出来，再去侵染另一些寄主的细胞。

衣原体在脊椎动物中可致各种疾病，象沙眼、鹦鹉热（一种人畜共患的鸟类的烈性致死性的传染病）并引起各种动物流产。但它不像立克次氏体那样需要经节肢动物作媒介来传播。

病毒

讲到病毒，我们自然会联想到病毒所引起的许多疾病。如人类的超级癌症——艾滋病、白色瘟疫——乙型肝炎、流行性感冒、天花、小儿麻痹症、狂犬病及现在在扎伊尔流行的新病——埃搏拉等，都是由病毒所引起的。病毒这种连一个细胞也不是的小小生物，给人类带来了多少的灾难，向人类提出了多少的挑战！而人类发现病毒确也经历过了很长的一段历史。

我国早期的历史文献《左传》就有载，春秋襄公 17 年（公元前 566 年）“十一月，甲午，国人逐瘈狗……”。很明显，人们已经知道，疯狗咬人后要致病，所以驱瘈狗以防狂犬病。早在宋真宗年代，我国民间就有人用天花的痘痂接种未生天花的人以预防天花，这种方法后经土耳其传到欧洲。后来，琴纳受到启发，发明了以种牛痘来预防天花而获得成功，从而人类找到了战胜天花的法宝。同时，巴斯德也找到了预防狂犬病的疫苗。人类在与病毒作斗争中发现，病毒病很难治疗，多数都要靠预防，预防各种病毒病的疫苗也就应运而生了。由此，人类在与病毒病的斗争中打了一个又一个的胜仗。但对这些病的根源的认识，却很肤浅也很晚，而且，发现病毒这种微生物是在植物病害中引出的。

19 世纪，烟草是俄国的重要经济作物，农民大面积地种植。可是一段时期成片的烟草得病，烟草叶上出现典型的花叶斑纹，继而烟草枯死掉。这给俄国经济带来了巨大的损失。1886 年就有人把具有斑纹的叶片摘下，捣碎成汁液，然后涂到健康的植株上面，结果，健康植株也患上了花叶病。这表明烟草花叶病具有传染性。

1892 年，俄国植物学家伊凡诺夫斯基把一些花叶病病叶研碎榨汁，然后让他们通过细菌过滤器进行过滤除菌，然后他把滤液涂到健康植株上，结果健康的植株也得了花叶病。他由此得出了一个结论：滤液具有传染性，是由于里面存在的某些比细菌还要小的致病微生物在起作用。这样，他其实已发

现了病毒这一类特殊的微生物。但遗憾的是，伊凡诺夫斯基对此研究没有深入继续下去。三年后，荷兰生物学家贝杰·林克也从病叶上挤出汁液，通过实验进一步地证明了伊凡诺夫斯基的结果，他在培养基上培养液汁，结果在培养基上培养不出任何东西。他把这些汁液用一个可以滤去已知最小细菌的过滤器过滤一遍后，发现滤液仍有感染性。而且它也不可能是化学类的毒物，因为从受感染的植株中得到的汁液能重新感染另一株健康植株，健康植株也可得同样病，并且连续不断地做下去，也可得到同样的结果。因此，这种有感染性的因子必定是能生长繁殖的生物。1898 年，贝杰·林克宣布：引起烟草花叶病的感染物不是细菌，而是另外一种比细菌小，有感染力的有生命物质。他把这东西叫病毒（Virus），即拉丁语“毒”的意思。此后，其他一些可通过细菌滤器的致病因子，包括致动植物病害的致病因子被发现，人们便称它们为“滤过性病毒”。后来，“病毒”这个概念便被普遍接受下来。

虽然 19 世纪末就已发现了病毒,但对病毒的本质认识却还是本世纪中叶的事。1935 年美国科学家斯坦利用成百吨的花叶病叶榨汁提纯了杆状的烟草花叶病毒的结晶。1939 年柯施在电子显微镜下看到了呈棒杆状的烟草花叶病病毒。后来人们又知道烟草花叶病病毒只有核酸和蛋白质两种成分，其中核酸具有感染性和复制能力。至此，人们才算真正认识了病毒。

病毒是一种特殊的微生物，它跟我们已讲到的微生物都不一样。

病毒没有细胞结构，而其他微生物都是由一个细胞或多个细胞构成。病毒只含有一种核酸：DNA 或 RNA。而其他微生物两种核酸都存在。

病毒是营严格的活细胞内寄生的微生物，它没有细胞的结构和组分，没有完成代谢所需要的酶系统，所以无法进行独立的生长和繁殖。病毒不能长大，不经分裂。其增殖是靠以其核酸为模板进行复制或生物合成，在寄主细胞中获得组分，进行装配而产生子代。

病毒对一般抗生素和作用于微生物代谢途径的药物均不敏感。绝大多数病毒在不同程度上对因感染或受刺激的细胞所产生的干扰素敏感。

有些病毒的核酸能整合到宿主细胞的 DNA 或 RNA 上去，从而诱发潜伏性感染。

病毒粒子在电子显微镜下一般呈球状、棒杆状、蝌蚪状和丝状等多种形态。人、动物和真菌的病毒大多呈球状，少数呈子弹状或砖状，植物和昆虫病毒多数呈棒状或杆状。而寄生于微生物体内的病毒——噬菌体，部分呈蝌蚪状，部分为丝状或球状。

病毒粒子体积很微小，常用纳米（um）表示，1 纳米为千分之一微米。一般病毒粒子直径只有几十个纳米，在普通光学显微镜下看不到它们的个体，只有在电子显微镜下把它们放大几万倍甚至几百万倍才能看清。

病毒结构很简单，主要由核酸和衣壳两部分组成。核酸和衣壳统称为核衣壳，有些病毒在核衣壳外还有一层外套称囊膜，囊膜是病毒粒子成熟时由寄主细胞膜包裹而成的。

病毒的核酸分为 DNA 或 RNA 两类，但没有两者同时存在。病毒的核酸贮存病毒的全部遗传信息，如把核酸注入活细胞内即能引起感染，并能在此细胞中复制产生完整的病毒子。这在噬菌体和某些植物病毒获得证明。

病毒的衣壳包在核酸外面，多数是一层，少数是二层。它能保护核酸免遭外界理化因素的破坏，也与病毒吸附于易感细胞有关。它的化学成分为蛋白质，由许多蛋白质单体或原体的被称为衣壳粒的亚单位所组成，这些衣壳

粒在衣壳中呈规则排列。衣壳的结构有三种形态：①螺旋对称，这类病毒的衣壳是由衣壳粒一个挨一个地呈螺旋对称排列成螺旋状实心筒，核酸存在于衣壳内侧的螺旋状沟内。②20 面体对称，这种衣壳是由 20 个等边三角形所组成。③复对称，此类病毒的衣壳是由两种结构组成的，既含有螺旋对称，又含有 20 面体对称的部分。

病毒很小，在光学显微镜下看不到，但有时有的病毒感染细胞后却能在细胞中出现光镜下可见的小体，这种小体叫包涵体。包涵体产生的原因是复杂的，既可能是许多病毒子的堆集，也可能是许多病毒子未装配的部分，也可能是细胞对病毒产生反应的应答产物。包涵体的出现可为诊断病毒病提供很大的方便。

病毒的增殖是一个极为复杂的过程。它不象有细胞的微生物那样靠分裂或产生孢子来增殖，而是靠复制来增殖。当病毒感染一个细胞时，它首先吸附到被感染的细胞表面去，这种吸附是有种的特异性的，然后，病毒有感染作用的成分被注入到细胞体中去。在细胞中，病毒的核酸依照中心法则被翻板复制出来，同时病毒的核酸也操纵着有关蛋白质的合成，之后，新形成的核酸和蛋白质按原病毒的组合形式装配起来，这样就形成一个新的病毒粒子。这些粒子以一定方式从细胞中释放出来，再去感染另外的细胞。另外，有些病毒在释放时也忘不了带一块细胞的膜覆盖在自己的身上形成囊膜。当然，有些病毒不释放而是把自己的核酸片段整合到寄主细胞的核酸中去，与寄主细胞融为一体，像许多寄生于细菌或真菌体内的噬菌体就是这样。

病毒作为一种需要严格的活细胞内寄生的微生物，许多都可引起动植物的病害。其致病的机理可能有如下两个方面的原因：

1．细胞的损伤作用：杀死细胞的病毒通过它的特异性产物影响细胞本身或其调节功能，导致细胞的致死性损伤。病毒的早期蛋白质常会抑制宿主细胞的蛋白质和 RNA 的合成，从而危及细胞的生命；病毒的某些大分子，如衣壳蛋白对细胞也有毒害作用；病毒感染细胞后，在细胞体内所形成的包涵体对细胞的生理功能产生了妨碍，细胞溶酶体遭到破坏后，泄出来的酶会导致细胞自溶。这些因素单个或联合起来导致细胞的死亡。

2．细胞转化作用：有些 DNA 病毒或反录病毒（由 RNA 复制 DNA 的一类病毒）在感染不太易感的细胞时，它们的 DNA 整合到被感染的细胞的染色体中去，而并不生产完整的病毒子，仅能转录一部分信使 RNA，后者又转译出一二种蛋白质，破坏细胞正常生长的控制机理及导致胞膜的结构和功能上发生巨大变化。这类转化的细胞具有下列这些特征：①多以在体内外无限制地分裂生长。②正常细胞生长到与相邻细胞接触时就会自我限制，不再分裂，而转化细胞丧失了接触抑制作用而重叠生长。③在细胞表面出现有病毒特征的抗原。许多肿瘤细胞即是这种转化细胞。

对付病毒引起的病害，科学家已找到了很多办法，干扰素和许多中药可以用来治疗病毒病；当然，预防病毒病的有效办法还是通过疫苗的免疫接种，激发机体的免疫功能来达到防范和消灭病毒病的目的。

无所不在的微生物

土壤微生物

土壤是微生物生活的最好的场所。土壤具有微生物生长所需要的各种条件。首先，土壤中有丰富的有机质，能为微生物提供碳源、氮源和能量；同时也有丰富的无机矿物质，为微生物的生长提供矿物养料。土壤的良好持水

性，保证了微生物生长繁殖所需要的水分。土壤的多孔性贮留了许多空气，能满足好气性微生物的需求。另外，土壤的酸碱度接近中性，渗透压在 3～6 大气压之间，与微生物生长繁殖所要求的相似。土壤中，温度相对稳定。这些，都能满足微生物生长繁殖的要求。因而土壤事实上是“ 微生物天然的培养基 ”。在这里微生物的种类最多，数量也最大，据估测，通常一克肥土含有几亿至几十亿个微生物。贫瘠的土壤每克所含的微生物量也在几百万至几千万之多。其中既有非细胞形态的微生物，也有细胞形态的微生物及藻类和原生动物。

土壤微生物，以细菌为最多，通常占土壤微生物总数量的 70%～90%，主要是腐生性菌，少数是自养性的。细菌虽小，但由于数量多，所以生物量也高，所谓生物量，是指单位体积中，活细胞的重量。据估计，土壤中细菌的生物量，若以每亩半尺深耕作层的土壤重 30 万斤计，则每亩土壤的这一深度内细菌的活重为 180～460 斤。以土壤有机质含量为 3%计算，则所含细菌的干重约为土壤有机质的 1%左右，而占土壤重量的万分之三左右。由于它们个体小，数量大，与土壤接触的表面积特别大，成为土壤中最大的生命活动面，也是最活跃的生活因素，时刻不停地进行着与周围环境的物质交换。

土壤类型不同，土层深度不同，季节的不同，降水量的多寡，土壤反应，耕作制度等都对细菌的分布和活动产生影响。一般来说，富含有机质的黑钙士比有机质缺乏的灰化土含有的细菌要多。表层土中的数目和种类也都比深层土中多。特别是硝化细菌、纤维分解菌和非共生固氮菌等更是随土层深度的增加而急剧减少。土壤中有机质的矿化以春秋两季最甚，因而菌数也会相应增加。土壤中含有的空气和水分是对立的，降雨量过多，碍及通气，好氧性细菌的数量会减少。土壤过酸或过碱对很多细菌的生长都是很不利的。耕作可以改善土壤中空气和水的状况，促进好氧性菌的活动，有利于有机质的分解。

土壤中放线菌的数量也很大，仅次于细菌，每克土壤含有几百万到几千万的菌体和孢子，约占土壤中微生物总数的 5%～30%。它们多喜欢碱性富含有机质的温暖的土壤。放线菌数量虽比细菌少，但由于体积大，比细菌大几十倍到几百倍，所以，在土壤中的生物量并不低于细菌。放线菌耐干燥能力较细菌要强，能存在于干燥的土壤乃至沙漠中，它们随土壤深度的增加而减少的速度比细菌慢，因此，深层土壤中放线菌往往比其他微生物要多。

真菌主要分布在土壤的表层，由于它们喜酸性，因此，在酸性森林土壤中更多。真菌在数量上要比细菌和放线菌要少，每克土壤只含几万至几十万个，但由于其菌丝很粗，个体体积较细菌和放线菌大，所以它们的生物量也不少。土壤中真菌含有霉菌、酵母菌和担子菌等。这些真菌往往具有很强的分解能力，有不少真菌能分解许多微生物所不能分解的纤维素、木质素等物质，从而有助于改善土壤的结构，提高土壤肥力。

此外，土壤中还含有藻类和原生动物。藻类具有光合色素，能通过光合作用，增加土壤中的有机物。原生动物是土壤中异养的小动物，它们吞食各种有机物、藻类和菌类，它们对土壤中的物质转化和在藻类、菌类数量调节方面起着很大的作用。

由上述可见，土壤中微生物的数量是极为庞大的，其数量和种类远远超过任何高等生物量。那么这许许多多名不见经传，极不起眼又极不平常的小小生物到底有什么用呢？

事实上，微生物是极为有用的，它们在土壤的形成，自然界中的物质转化，以及对动植物的生长都有巨大的作用。

地球的表面最初也是由各种岩石所组成的，这表层的岩石经风吹、日晒、雨淋等自然力的作用下逐渐风化，形成岩石碎粒。而在这同时，表层土壤也有了一些原始的微生物，这些微生物有许多是自养型的固氮微生物，它们能利用岩石碎粒中的无机盐来提供能量，进行生长繁殖，并能把空气中游离的处于稳定状态的 N_2 固定下来，使原始的土壤中有了能供植物利用的氮源。这样，各种植物开始在土壤中生长，植物的生长又进一步改善土壤的结构和物质的组成。而植物的生长又引来了许多动物的定居。植物的枯枝败叶，动物的排泄物、分泌物、尸体最终落到土壤中，而土壤中另一些微生物把这些富含有机物的动植物残体和废物进行分解，由此，产生了构成土壤最重要的一层成分——腐殖质，这是一层黑色的，具有粘性的，有活力的土壤有机成分。有了它，土壤才具有良好的团粒性和能保持持久的肥力，所以成熟的土壤是由来自岩石的矿物质、水、空气，来自动植物的有机物和微生物所组成的混和体。腐殖质则是有机物和微生物的混和物，是土壤最重要的组成成分。

土壤中所含的各种微生物在自然界物质转化中起着极为重要和不可替代的作用。

植物生长需要各种养分，其中氮是植物所需的最重要的养分之一。空气中富含 N_2，但植物不能直接利用 N_2，必须把 N_2 转化成矿物态的 N_2 才能供植物利用，现在，农田里广泛施用化肥——化工厂里人工合成的氮肥。但人工合成氮肥是有限的，全世界所有的合成氮工厂的年生产能力也只有 0.4 亿吨左右。这满足不了日益增长的对氮肥的需求。现在，全世界每年大约需要 1.75 亿吨氮肥。而土壤中含有许多微生物具有固氮作用，如甲烷菌、根瘤菌、光合固氮菌和蓝细菌等，它们每年能直接从空气中固氮 1 亿多吨供自身及植物利用。微生物固氮，不会像人工固氮需要投入大量资金建工厂，消耗许多能源和产生许多污染物，它们固氮只需在常温常压下就能进行。

矿物态的氮素，连同其他成分如磷、钾、硫等被植物吸收后，植物开始生长和进行生命活动，在这些过程中，植物利用光能进行光合作用，固定 CO_2，合成葡萄糖、淀粉、纤维素等。同时，也利用含氮物质合成含氮有机物。这些碳水化合物、含氮有机物通过生态系统的食物链一级级地传递，使碳水化合物、含氮有机物等进入到食草、食肉动物体内，也进入到我们人类的体内，供我们进行生命活动需要。

植物枯死后的枯枝败叶，动物生命活动过程中排出的各种排泄、分泌物以及动物死后的残体又进入到土壤。而这些东西是由有机物所组成的，它们不能直接作为养分供给植物利用，此时，又需要微生物来大显身手了。

土壤中和动植物体上都含有各种腐生性的微生物，这些微生物开始残食动植物的尸首和废物了。

对于淀粉、纤维素类多糖，微生物利用它们机体所含的各种水解酶先把它们降解成葡萄糖，然后，葡萄糖又在各种酶的作用下被分解为有机酸（如乳酸、乙酸等）、醇类（如酒精、甲醇等）、甲烷、H_2 等。此后，这些中间产物再进一步被氧化变成 CO_2 和水。从而把它们释放回大气和土壤中。

对于含氮有机物（主要是蛋白质），则在蛋白水解酶的作用下被降解变成肽类、氨基酸等，氨基酸可通过脱氨基和脱羧基作用被分解为胺、碳水化

合物及氨气等，这些可再进一步分解，变成硝酸、CO_2和水等。而土壤中另有一些细菌，如硝化细菌和反硝化细菌，能把土壤中的硝酸盐进行转化，有的被还原成N_2回到大气中去，实现物质的循环转运。

土壤中的微生物除了能对上述碳素和氨素进行转化之外，对硫、磷、铁、铜等元素也能进行转化，实现物质的循环。

正是由于自然界中存在的微生物的转化作用，才使得地球这个物质资源有限的星球能周而复始地进行一代代的生命体的循环，使地球物质资源不会枯竭，使地球上的生命体代代相续。

不仅如此，存于土壤中的微生物及后来转移到动植物体上的微生物对动植物的生长发育也产生极为重要的作用，具体作用将在以后的章节再谈。

水体微生物

严格意义上讲的水应该是不含有微生物的。因为，单纯的水不能养活微生物。但是，在自然界中，江、河、湖、海，城市的下水道，田野中的水沟、水塘都有很多微生物，甚至温泉中也能找到微生物，水中微生物主要来自土壤、空气、动植物体、工厂和生活污水等，其次，在泉水与海洋中因有特殊的条件，也有固有微生物的存在。

水中微生物的分布根据水的理化条件和进入水中的微生物数量的不同而有很大差异。在静水池中微生物数量较多，流水中较少；池水和湖水微生物的数量，决定于水中有机质的含量，有机质越多，微生物量越大；地下水、井水和泉水因为经过很厚土层的过滤，含有营养物质少，因而微生物数量也少。但不同地层的地下水所含的微生物种类数量也不同，在含石油的地下水中含大量能分解碳氢化合物的细菌；在泉水中若含铁，则常发现有铁细菌，含硫则可能发现硫细菌。海水由于其特殊的盐分、低温、高压等情况，不利微生物存在，故海水中微生物的量较淡水少。但海底由于有机沉积物多而含有许多微生物。

湖泊、塘沟、河流等水中的微生物大部分来自土壤和生活污水，尤其是生活污水，如通过大城市的河流，汇集了许多污水，其含微生物量极高，而远离城市的河流则洁净澄澈，含微生物量较少。所以，在很大程度上，这些水中微生物类群和数量直接反映了陆地上的情况。因而，我们可以通过检测水中含有的微生物数量和品种来判断水质的污染程度及污染来源。水中常含有许多致病菌，如霍乱、伤寒、痢疾、炭疽、丹毒等的病原菌，这些往往都是由于传染源污染的结果。而由污染的水源传染的传染病造成的危害也是巨大的，特别是一些肠道传染病，如霍乱、伤寒、流行性肝炎等。

水中污染的微生物除了传播一些疾病外还能影响水质，破坏供水设备。如铁细菌可产生粘液，使水变色，并产生不良的气味和味道，同时铁细菌能将不溶性的物质沉积下来，这往往引起管道生物垢的形成而影响流速。而某些硫细菌具有产酸的作用，能将硫氧化成硫酸而引起管道的腐蚀。

虽然水中有些微生物给人类带来了一些麻烦，但绝大多数是水体中物质的自然生物循环的一个链。藻类、水生植物利用光合作用把无机物合成为有机物，鱼类以藻类、水生动物和水生植物为食物，而鱼类又被水鸟、食鱼兽、人等食用。在这些动物的活动中，产生了许多含有机物的废物，这些被排到水体后，又被水中的微生物所分解，变成为无机物，又可供植物和藻类利用，如此循环往复。

空气中的微生物

需要全本请访问 www.ertongbook.com