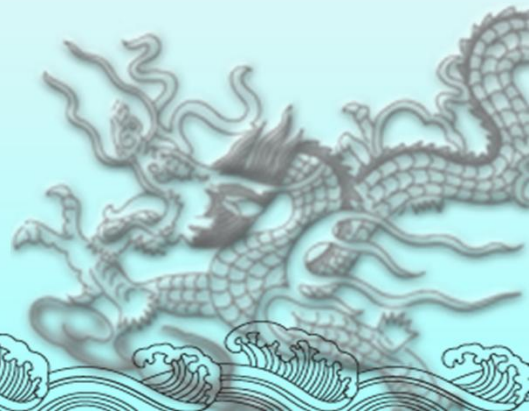


# 第八章 微生物的分类和鉴定

**Microbial Taxonomy and Identification**

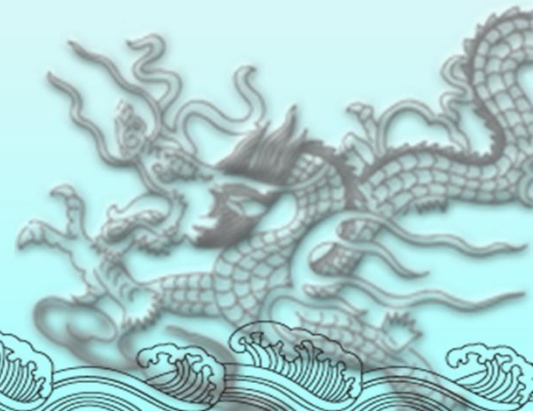


- 一、种以上的通用分类单元
- 二、微生物在生物界的地位
- 三、各大类微生物的分类系统纲要
- 四、微生物分类鉴定的方法





- ◆ 目前已知的生物：**180**万余种，微生物为**15~20**万种。
- ◆ 分类、鉴定和命名





# 微生物分类学 (microbial taxonomy)

- ◆ 是一门按微生物的亲缘关系把它们安排成条理清楚的各种分类单元或分类群 (**taxon**) 的科学。





# 微生物分类学的任务

- ◆ **分类的任务：**解决从个别到一般的问题。通过收集大量有关个体描述的资料，经过科学的归纳，整理成一个科学的分类系统。
- ◆ **鉴定的任务：**从一般到个别的过程。通过详细观察和描述一个未知名称纯种微生物的各种性状特征，然后查找现成的分类系统，以达到知类、辨名的目的。
- ◆ **命名的任务：**为一个新发现的微生物按国际命名法规给以一个新的学名。
- ◆ **因此，分类是一项宏观的战略性工作，鉴定是一项微观的战术性工作，而命名则是一项创新的开拓性工作。**

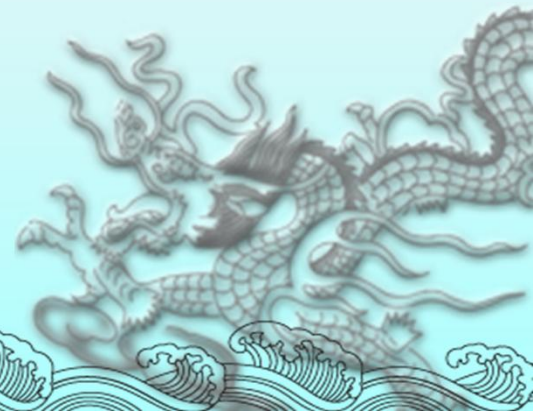






# 微生物分类学的发展

- ◇ 经典分类学
- ◇ 微生物系统学 (Microbial Systematics)

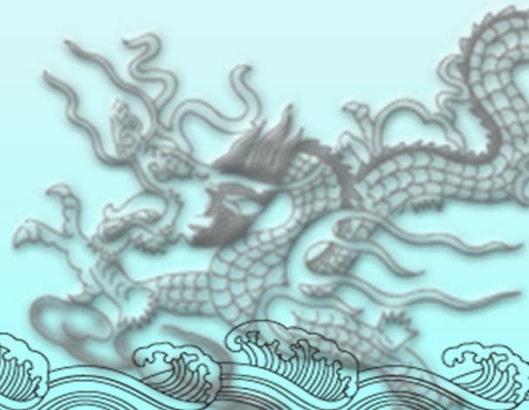




# 第一节 通用分类单元

## ——分类的级别

- 一、种以上的系统分类单元
- 二、微生物的学名





# 一、种以上的系统分类单元

## (一) 七级分类单元

种以上的系统分类单元 (taxon或category, 也称分类阶元或分类群) 自上而下依次可分七级, 即:

界Kingdom (拉: Regnum)

门Phylum (拉: Phylum) 或Division (拉: Divisio)

纲Class (拉: Classis)

目Order (拉: Ordo)

科Family (拉: Familia)

属Genus (拉: Genus)

种Species (拉: Species)

在这七级中, 在必要时每一级都可有若干辅助单元, 故共可有十余级。



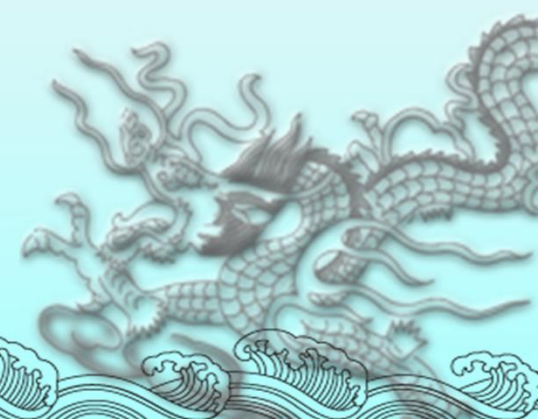




表 11-1 各级分类单元及其后缀

分类单元	后缀	真菌	病毒	原生动物	植物
门	-	-mycota	-	-a	-phyta
亚门	-	-mycotina	-	-a	-phytina
纲 <sup>1)</sup>	-	-	-	-a	-
纲	-	-mycetes	-	-a	-phyceae
亚纲	-	-mycetidae	-	-a	-phytidae
超目 <sup>2)</sup>	-	-	-	-idea	-
目	-ales	-ales	-	-ida	-ales
亚目	-ales	-ales	-	-ina	-ales
超科 <sup>3)</sup>	-	-	-	-oidae	-
科	-aceae	-aceae	-viridae	-idae	-aceae
亚科	-aceae	-aceae	-virinae	-inae	-oidae
族 <sup>4)</sup>	-ae	-ae	-	-ini	-ae
亚族	-inae	-inae	-	-	-inae
属	-	-	-virga	-	-

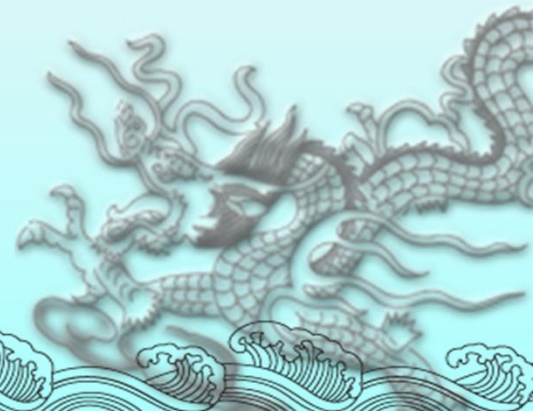
1) Superclass, 2) Superorder, 3) Superfamily, 4) Tribe.





## (二) 种的概念

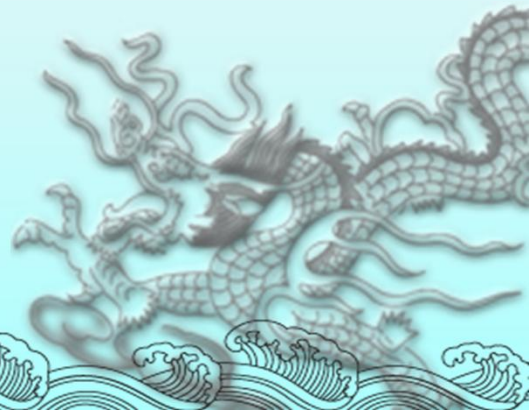
- ◆ 微生物的种：是一个基本分类单位，它是一大群表型特征高度相似、亲缘关系极其接近、与同属内其他种有着明显差异的菌株的总称。
- ◆ 因为大多数原核生物的细胞形态过于简单，在高等生物中可用于定义种的几个主要性状，在微生物中是无法使用的。因此，在微生物尤其在原核生物中，种的定义极其难定，至今还找不到一个公认的、明确的种的定义。





# 模式种 (typespecies 模式活标本)

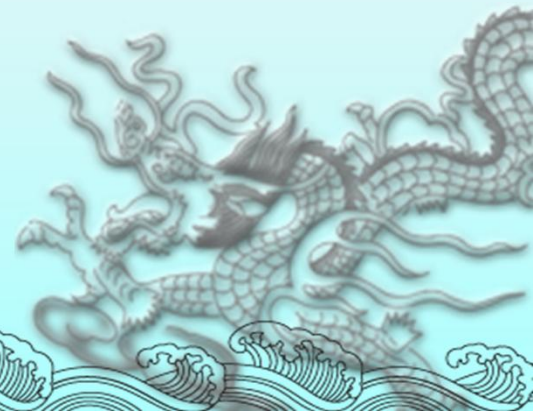
- ◆ 在微生物中，一个种只能用该种内的一个典型菌株来作具体标本，这一典型菌株就是该种的模式种。
- ◆ 必须是一个种的具体活标本，是该菌种的活培养物，它应保持着纯培养状态，在性状上必须与原初描述密切相符。
- ◆ 模式菌株可用多种方式指定，例如可由原始作者指定，如原始菌株已丧失则可再提一个新的模式，等等。





# 新种

- ◆ 新种：权威性的分类、鉴定手册中从未记载过的一种新分类并鉴定过的微生物。
- ◆ 当按“法规”命名并进行发表时，应在其学名后附“**sp. nov.**”或“**nov. sp.**”（**species nova**的缩写）。
- ◆ 在新种发表前，其模式菌株的培养物就应存放在一个永久性的菌种保藏机构中，并允许人们能从中取得。





# 种的分类地位举例

表 11-3 三种微生物的分类地位举例

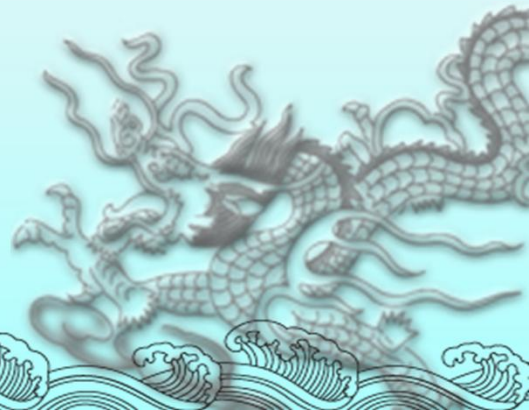
分类单位	海扇脊螺旋体	灰色链霉菌	八孢裂殖酵母
界	原核生物界 (Procaryotae)	原核生物界 (Procaryotae)	真菌界(Fungi)
门	薄壁菌门 (Gracilicutes)	厚壁菌门 (Tenericutes)	真菌门 (Eumycota)
亚门	—	—	子囊菌亚门 (Ascomycotina)
纲	暗细菌纲 (Scotobacteria)	枝形细菌纲 (Thallobacteria)	半子囊菌纲 (Hemiascomycetes)
目	螺旋体目 (Spirochaetales)	放线菌目 (Actinomycetales)	内孢霉目 (Endomycetales)
科	螺旋体科 (Spirochaetaceae)	链霉菌科 (Streptomycetaceae)	内孢霉科 (Endomycetaceae)
属	脊螺旋体属 (Cristispira)	链霉菌属 (Streptomyces)	裂殖酵母属 (Schizosaccharomyces)
种	海扇脊螺旋体 (C. pectinus)	灰色链霉菌 (S. griseus)	八孢裂殖酵母 (S. octosporus)
分类系统	伯杰氏手册(1984)	伯杰氏手册(1984)	Ainsworth(1971)





# 常用的几种分类概念

- ◆ **亚种**：从自然界分离到的微生物纯种，如果与典型种之间存在某一特征的差别，而这些特征又是稳定遗传的，则可将这一纯种称为典型种的**亚种**。如枯草芽孢杆菌的黑色变种。**变种**：同“亚种”。
- ◆ **型**：自然界存在的差异较小的同种微生物的不同类型，称为型。如结核分支杆菌依其寄主的不同可分为人型、牛型和禽型。
- ◆ **菌株（品系）**：来源不同的同种微生物的纯培养，均可称为菌株。
- ◆ **群**：有些微生物的特征介于两种微生物之间，我们把这两种微生物及其中间类型统称为一个群。





## 二、微生物的学名

每一种微生物都有自己的名字，包括俗名和学名两种。





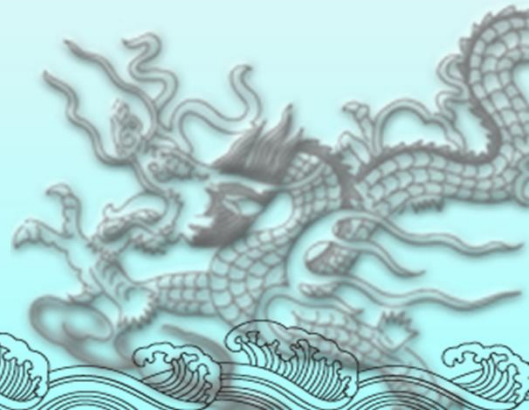
## (一) 俗名

- ◆ 普通的、通俗的、地区性的名字，具有简明和大众化的优点，但往往涵义不够确切，易于重复，使用范围局限。例如：
- ◆ “结核杆菌” —— *Mycobacterium tuberculosis* (结核分枝杆菌)；
- ◆ “绿脓杆菌” —— *Pseudomonas aeruginosa* (铜绿假单胞菌)；
- ◆ “白色念珠菌” —— *Candida albicans* (白色假丝酵母)；
- ◆ “金葡菌” —— *Staphylococcus aureus* (金黄色葡萄球菌)；
- ◆ “丙丁菌” —— *Clostridium acetobutylicum* (丙酮丁醇梭菌)；
- ◆ “红色面包霉” —— *Neurospora crassa* (粗糙脉孢菌)。



## (二) 学名

- ◆ 一个菌种的科学名称，用拉丁词或拉丁化的词组成。在出版物中应排成斜体字，在书写或打字时，应在学名之下划一横线，以表示它应是斜体字母。





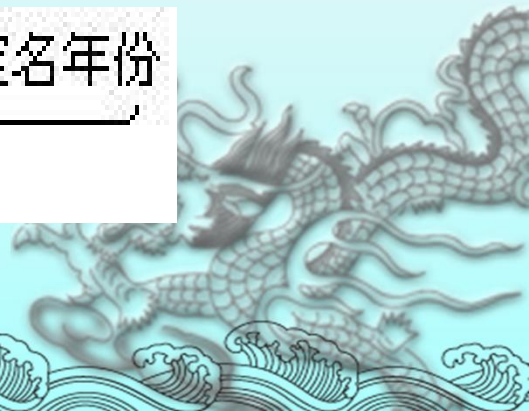


### (三) 学名的表示方法

- ◆ 林奈的双名法——通常由一个属名加一个种名加词构成。属名词首需大写，种名加词字首需小写。
- ◆ 出现在分类学文献中的学名，在此两者之后往往还加上首次定名人（用括号括住）、现名定名人和现名定名年份，但在一般使用时，这几个部分总是省略的。即：

学名=属名+种的加词+ (首定定名人)+现名定名人+定名年份

必要，用斜体排字      可省略，均用正体排字







例1：大肠埃希氏菌（简称大肠杆菌）

*Escherichia coli* (Migula) Castellani et Chalmers 1919

例2：枯草芽孢杆菌（简称枯草杆菌）

*Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn 1872

例3：结核分枝杆菌

*Mycobacterium tuberculosis* (Zopf) Lehmann et Newmann  
1896

例4：丙酮丁醇梭菌

*Clostridium acetobutylicum* McCoy, Fred, Peterson et  
Hastings 1926

例5：铜绿假单胞菌

*Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter) Migula 1920

例6：金黄色葡萄球菌

*Staphylococcus aureus* Rosenbach 1884

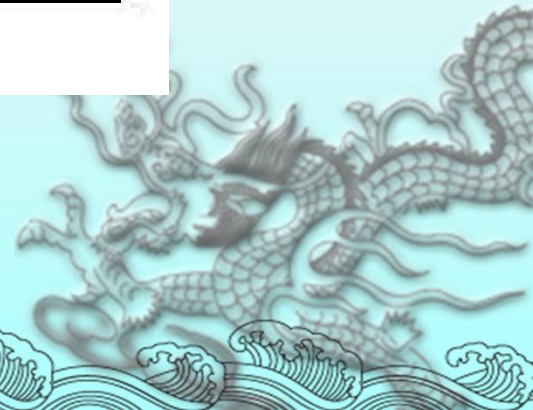




## 2、三名法

- ◆ 当该种是一个亚种 (subspecies, 简称“subsp.”, 排正体字) 或变种 (variety, 简称“var.”, 排正体字) 时 (在少数情况下), 学名就应按“三名法”构成, 即:

学名+种的加词+ (subsp. 或 var.) + 亚种 (或变种) 的加词  
排成斜体 排成正体, 但可省略 排成斜体





例1：苏云金芽孢杆菌蜡螟亚种

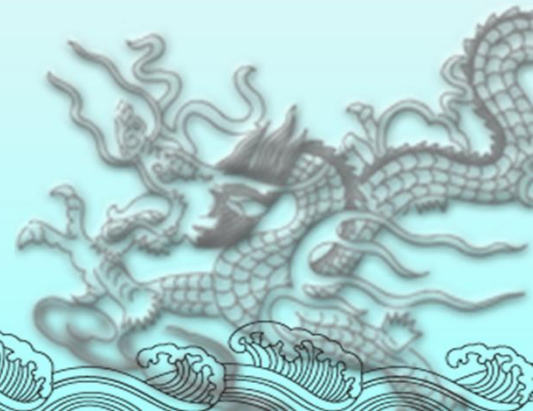
*Bacillus thuringiensis* subsp. *galleria*

例2：椭圆酿酒酵母（或酿酒酵母椭圆变种）

*Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*

例3：脆弱拟杆菌卵形亚种

*Bacteroides fragilis* subsp. *ovatus*





## (三) 有关学名的其他知识

### 1、属（或亚属）名

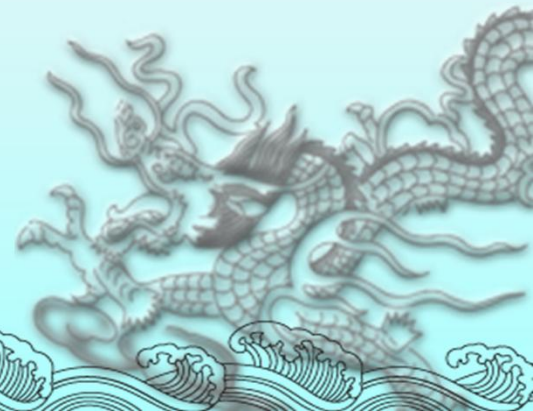
- ◆ 是一个表示该微生物主要特征的名词或用作名词的形容词，单数，其第一个字母应大写。其词源可来自拉丁词、希腊词或其他拉丁化的外来词，也可以组合方式形成。例如：
  - ◆ 由单个希腊词干组成的 *Clostridium*（梭菌属）；
  - ◆ 由两个拉丁词干组成的 *Lactobacillus*（乳杆菌属）；
  - ◆ 由拉丁和希腊词干混合组成的 *Flavobacterium*（黄杆菌属）；
  - ◆ 由拉丁化的人名组成的 *Shigella*（志贺氏菌属）等。







- ◆ 在前后有两个或数个学名排在一起，且在其属名相同的情况下，后一学名中的属名可缩写成一个、两个或三个字母，其后加一点。如：
- ◆ *Bacillus*（芽孢杆菌属）可写成“B.”或“Bac.”；
- ◆ *Pseudomonas*（假单胞菌属）可缩写成“P.”或“Ps.”；
- ◆ *Aspergillus*（曲霉属）可写成“A.”或“Asp.”等。

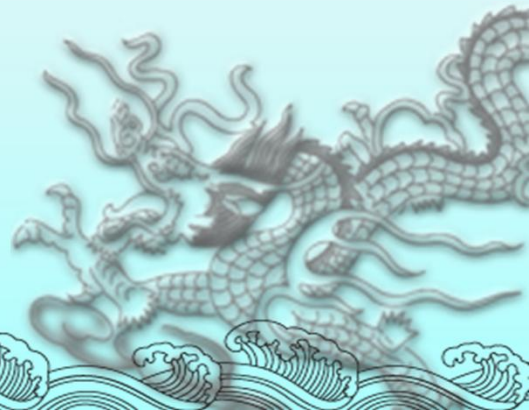






### 3、学名的发音

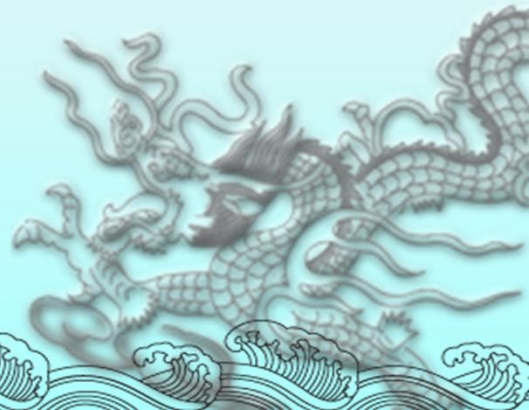
- ◇ 按规定，学名均应按拉丁字母发音规则发音。事实上，英、美等国学者经常按自己的文种来对学名发音，且影响颇大。





## 2、种名加词（种加词）

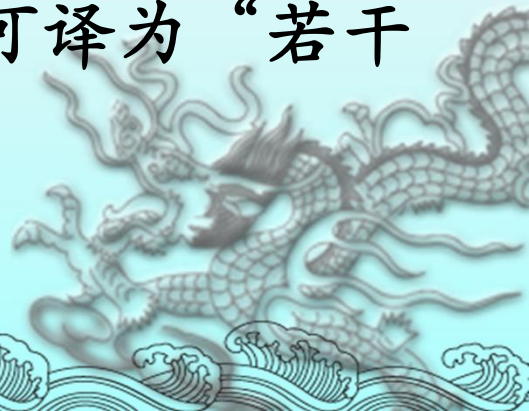
- ◆ 代表一个物种的次要特征，由拉丁词、希腊词或拉丁化的外来词所组成。
- ◆ 字首一律小写（即使它是由某一人名衍化而来，首字母也不应大写）。
- ◆ 可以是一个形容词或名词。如果是形容词，其性必须与其形容的属名的性相一致，例如在 *Staphylococcus aureus*（金黄色葡萄球菌）中的属名与种名均为阳性词。





## 2、种名加词（种加词）

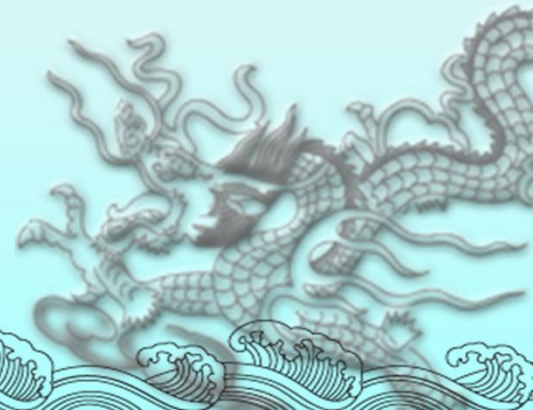
- ◆ 在实际工作中，有时筛选到一个有用的菌种，其属名很易确定，但种名还未确定。在这种情况下，当发表论文或进行学术交流时，其种名加词暂时可以用“sp.”（正体字）代替。例如：
  - ◆ “*Bacillus sp.*” 即表示一个尚未定出种名的芽孢杆菌，可译为“一种芽孢杆菌”；
  - ◆ “*Bacillus spp.*”（spp. 为species复数的简写）表示一批尚未定种名的芽孢杆菌，故可译为“若干种芽孢杆菌”。





## 第二节 微生物的分类系统

- 一、生物的界级分类学说
- 二、三域学说及其发展
- 三、各大类微生物的分类系统纲要







# 一、生物的界级分类学说

对生物究竟分几界的问题，在人类发展历史上存在着一个由浅入深、由简至繁、由低级至高级的认识过程。

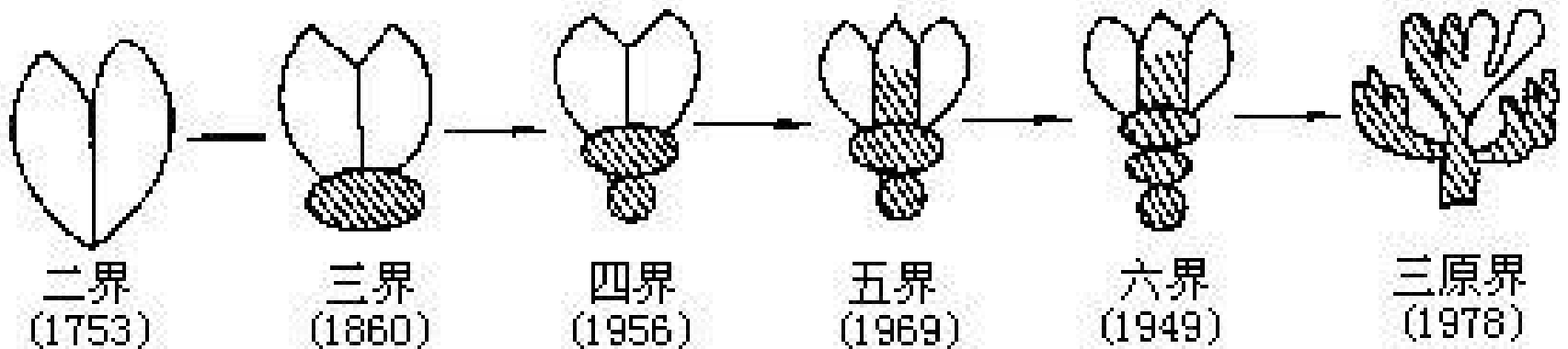


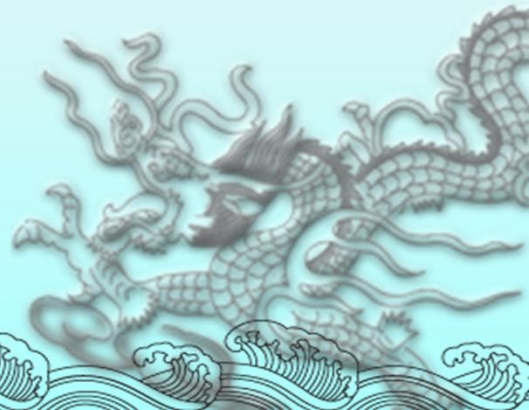
图11-1 生物界级学说的的发展

(阴影部分为微生物，详细说明见正文)



## 二、三域学说及其发展

- ◆ 三域：细菌域（真细菌域）、古生菌域（古细菌域）、真核生物域。
- ◆ 古生菌域的微生物：都是一些极端微生物。包括：嗜热菌、嗜热嗜酸菌、嗜盐菌、嗜压菌以及产甲烷菌。

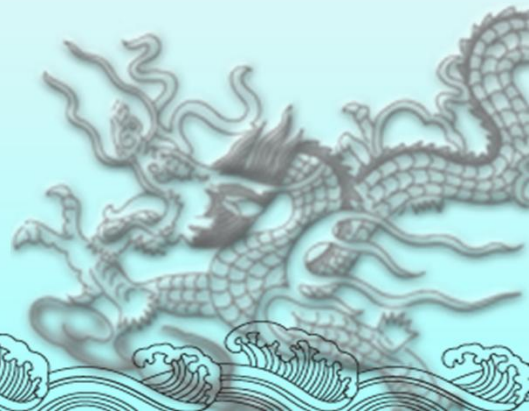




## 三、各大类微生物的分类系统纲要

(一)、 **Bergey氏原核生物分类系统纲要**

(二)、 **真菌的分类系统纲要**





# (一)、Bergey氏原核生物分类系统纲要

## 《伯杰氏系统细菌学手册》（简称《系统手册》）

包括古细菌在内的所有细菌放在原核生物界，  
细菌分类鉴定的依据。

### 1、《系统手册》（1984）中的高级分类单元（第1版）







# 原核生物界各门中的微生物 (1984)

薄壁菌门：指革兰氏阴性、薄壁类型的原核生物。

厚壁菌门：指革兰氏阳性、细胞壁厚而硬型的原核生物。

柔膜菌门：指无细胞壁、细胞柔软的原核生物。

疵壁菌门：指细胞壁中缺乏常规肽聚糖成分的原核生物。





## 2、《系统手册》(2001)对原核生物的分类 第2版)

将至今已记载的近7000种原核生物分为：

### 1、古生菌界 (P350表10-4)

包括：2门、5组、8纲、11目、17科、63属，共289个种。

### 2、细菌界 (P351表10-5)

包括：25门、34纲、78目、230科、1227属，共6740个种。

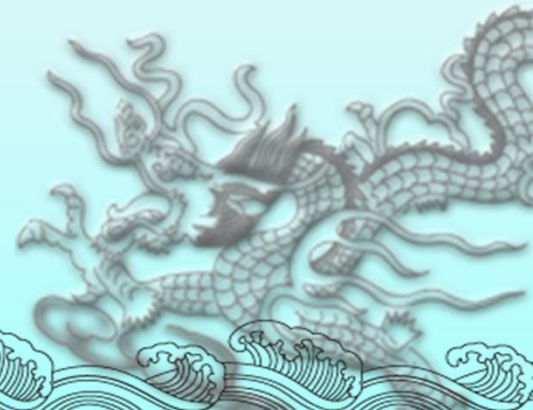




## (二)、真菌的分类系统纲要

◆ 菌物与真菌两者之间的关系：

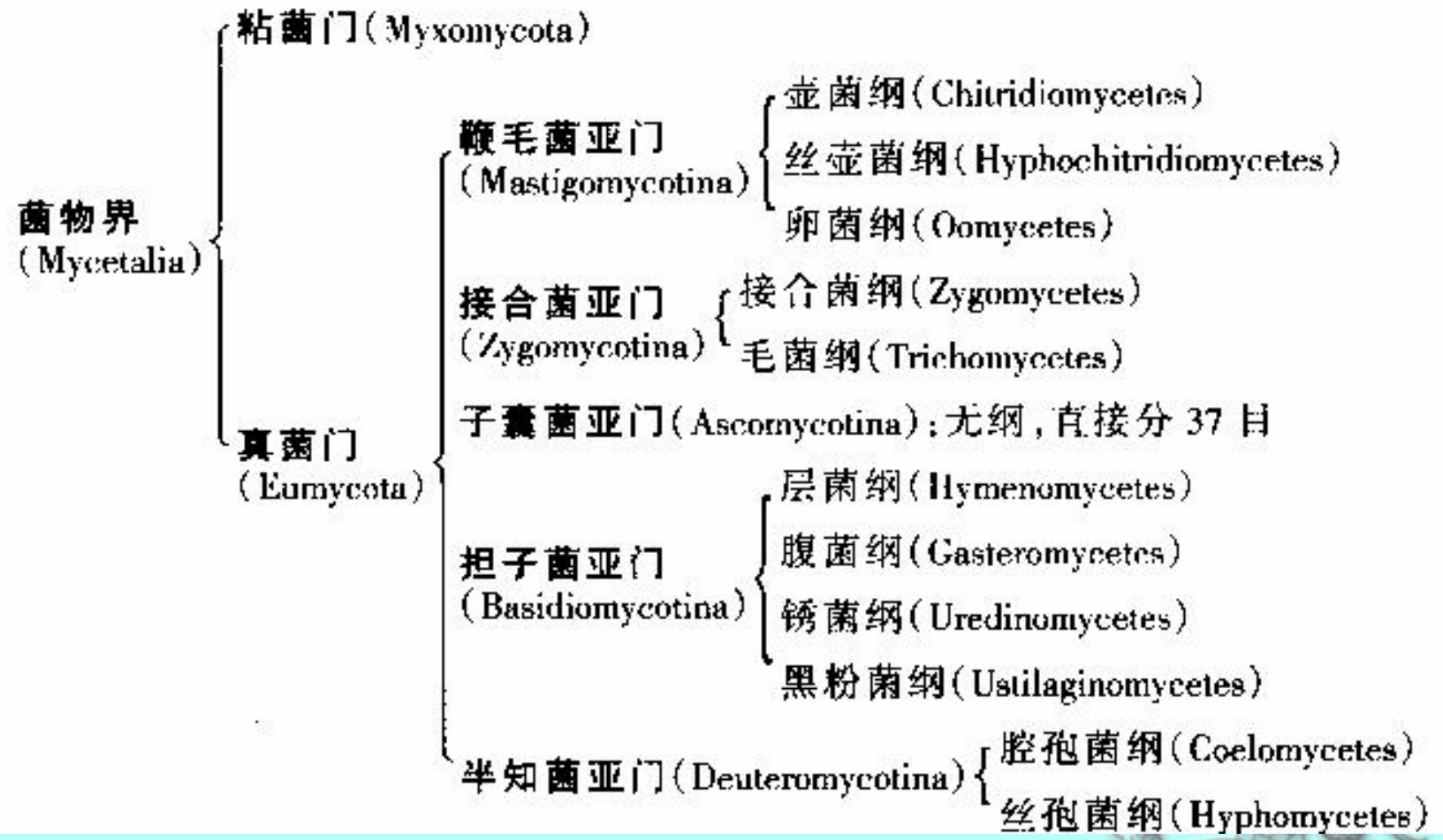
菌物界 (Mycetozoa, 即广义的 Fungi)	{	粘菌门 (Myxomycota)
		假菌门 (Chromista, 指卵菌类)
		真菌门 (Eumycota; True Fungi, 即狭义的 Fungi)





地球上真菌有150万种以上，已记载的只有7万~9万种。广泛采用

# Ainsworth第七版分类系统 (1983)

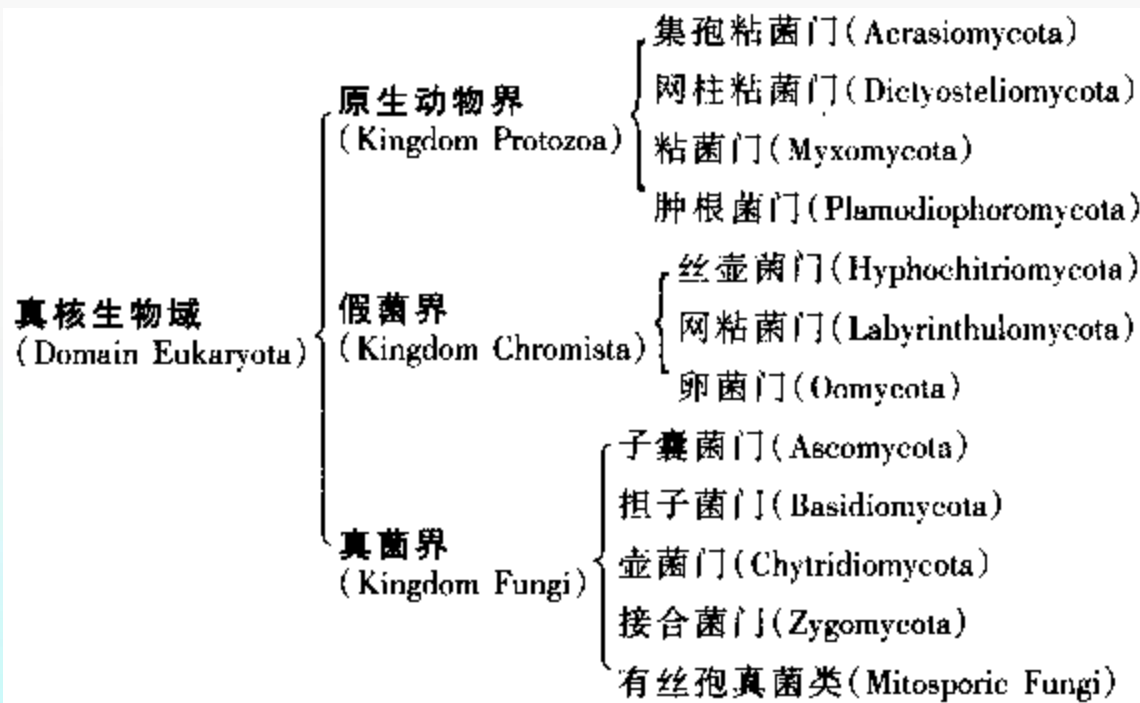






# Ainsworth分类系统第八版 (1995年)

把菌物列入真核生物域的3个界中，即：





# 第三节 微生物分类鉴定的方法

## 微生物分类鉴定技术的5个不同水平

### 1、细胞的形态和习性水平

观察细胞的形态特征、运动性、酶反应、营养要求和生长条件等。

### 2、细胞组分水平

细胞组成成分例如细胞壁成分，细胞氨基酸库，脂类，醌类，光合色素等的分析。

### 3、蛋白质水平

氨基酸序列分析、凝胶电泳和各种免疫标记技术。

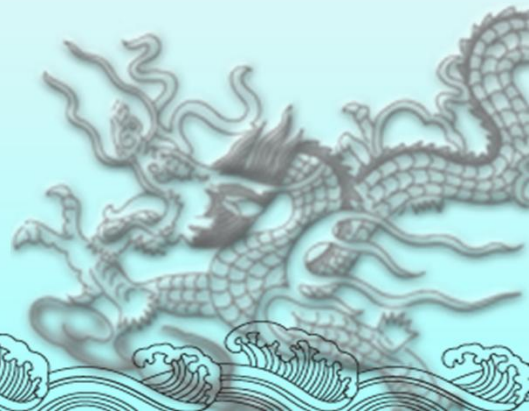




## 4、核酸水平

核酸分子杂交，(G+C) mol%值的测定，遗传信息的转化和转导，16S或18S rRNA寡核苷酸序列分析，重要基因序列分析和全基因组测序等。

## 5、数学统计学和计算生物学水平





# 微生物分类鉴定理论和方法的发展

## 经典的分类方法

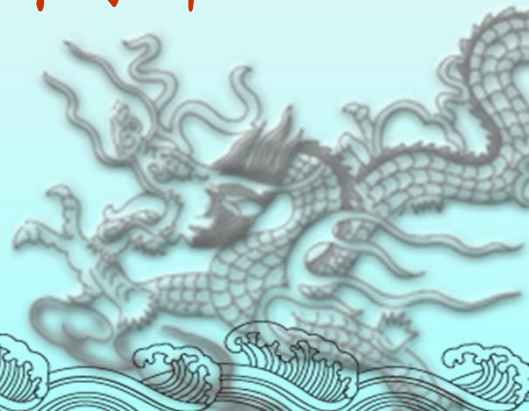
在微生物分类学发展的早期，主要的分类鉴定指标尚为细胞的形态和习性，这类方法称作经典的分类鉴定方法。是相对于现代的分类鉴定方法而言的。

微生物分类鉴定的经典方法局限于利用常规的方法来鉴定微生物细胞的形态、习性和构造，主要是在第一个水平上进行的。

## 微生物分类鉴定理论和方法的发展：后4个水平

化学分类学

数值分类学

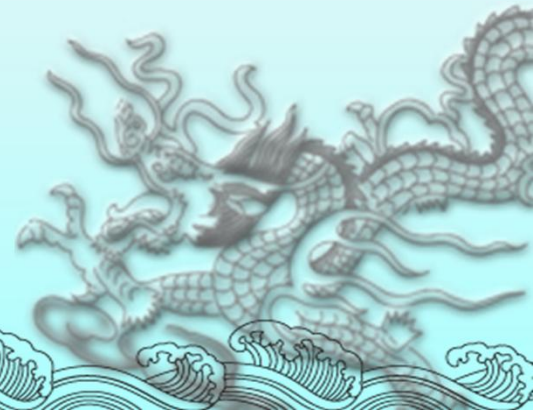






# 鉴定工作步骤：

- 1、获得该微生物的纯种培养物；
- 2、测定一系列必要的鉴定指标；
- 3、查找权威性的鉴定手册。





# 一、微生物分类鉴定中的经典方法

指长期以来在微生物常规鉴定中普遍采用的一些形态、生理、生化、生态、生活史、血清学反应等指标。





# (一) 经典的鉴定指标

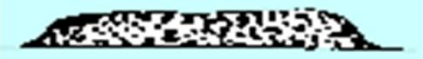
经典指标

- 形态 { 群体：菌落形态，在半固体或液体培养基中的生长状态等  
个体：细胞形态，染色反应，各种特殊构造等
- 生理、生化反应 { 营养要求：能源，碳源，氮源，生长因子等  
酶：产酶种类和反应特性等  
代谢产物：种类，产量，显色反应等
- 生态特性：生长温度，对氧的需要，宿主种类等
- 生活史特点
- 血清学反应
- 噬菌体的敏感性
- 其他





扁平



台状



高凸起



低凸起



脐状



草帽状



乳头状



圆形，  
边缘完整



不规则，  
边缘波浪状



不规则，  
边缘叶状



规则，  
放射状



规则，边缘  
呈扇边状



规则，边  
缘锯齿状



规则，边缘  
完整



不规则，  
似毛毯



规则，边  
缘锯齿状



不规则发状，  
边缘波浪状



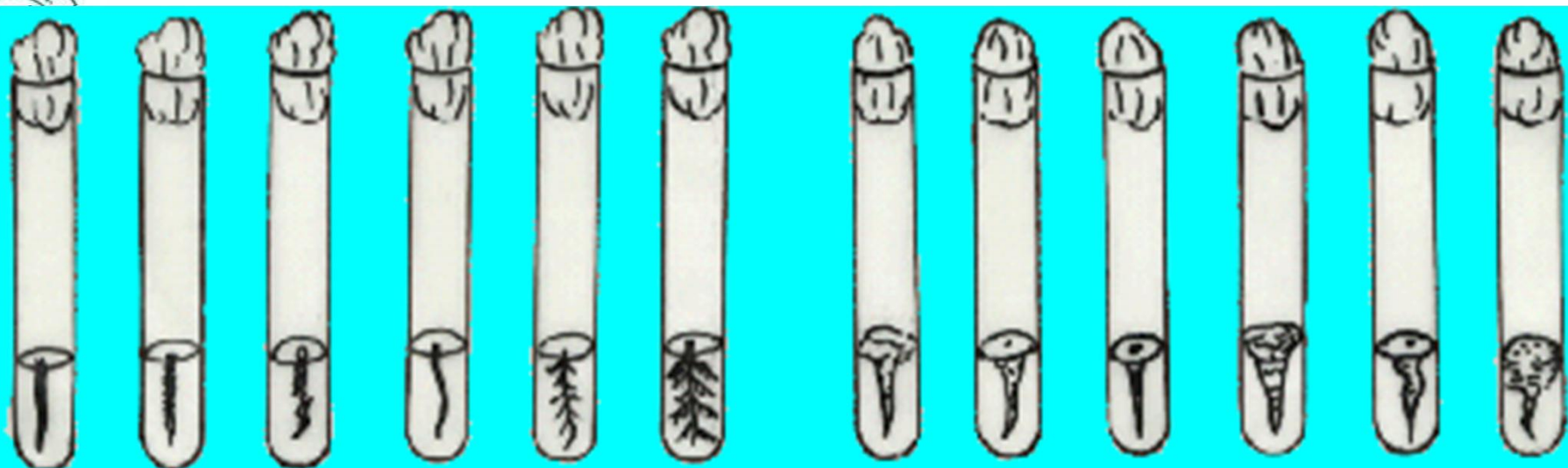
不规则，  
呈丝状



不规则，  
根状

## 细菌菌落形态特征



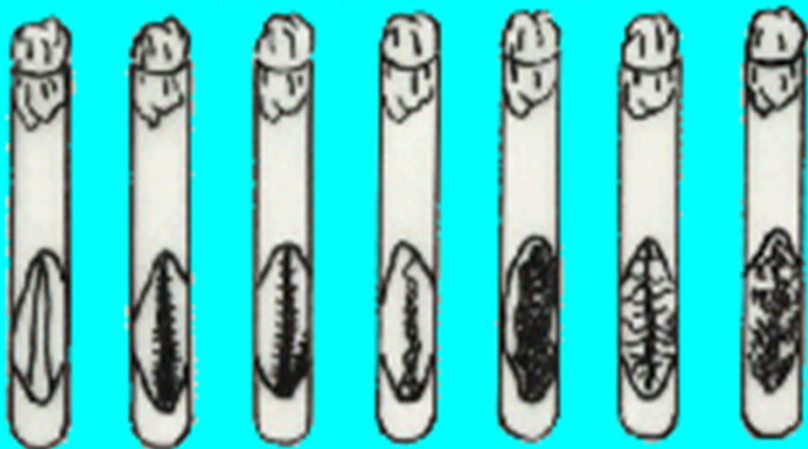


丝状 有小刺 念珠状 绒毛状 假根状 树状

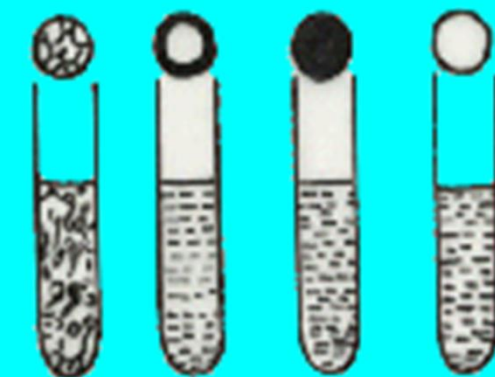
量杯状 茺菁状 漏斗状 囊状 层状

在琼脂穿刺培养中的生长

在明胶穿刺培养中的生长



丝状 有小刺 念珠状 扩展状 假根状 树状



絮状 环状 浮膜状 膜状  
肉汤表面生长

在琼脂划线培养上的生长



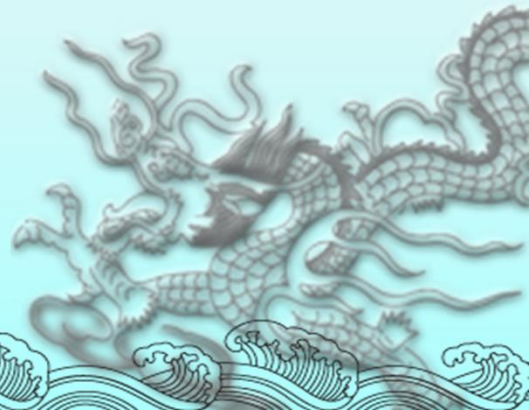
# 不同微生物的不同重点鉴定指标

霉菌等形体较大的真菌——以**形态特征**为主

放线菌和酵母菌——形态和生理特征并用

细菌——形态、生理、生化遗传等指标

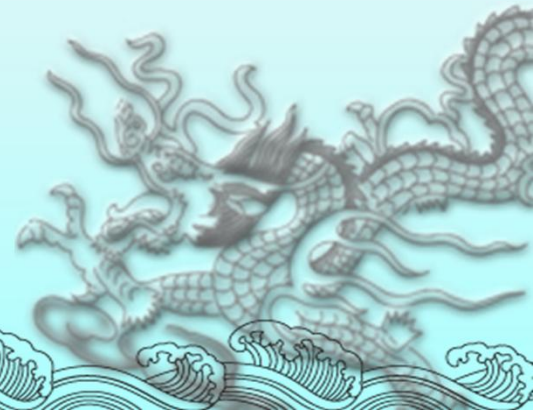
病毒——电子显微镜、生化、免疫、致病性





## (二) 微生物的微型、简便、快速或自动化 鉴定技术

- 1、API细菌数值鉴定系统
- 2、“Enterotube”系统
- 3、“Biolog”全自动和手动细菌鉴定系统

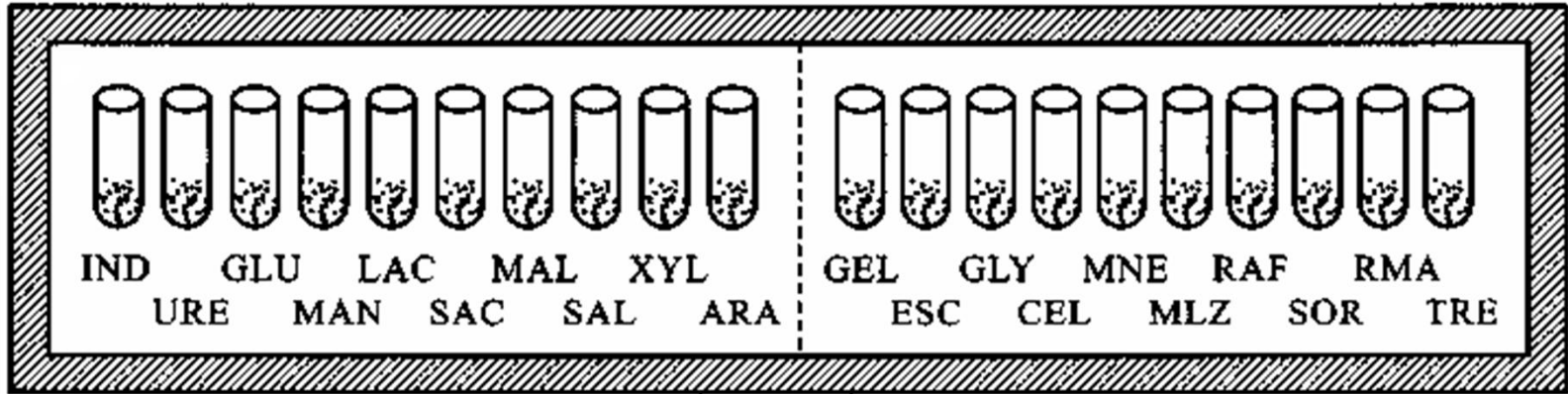




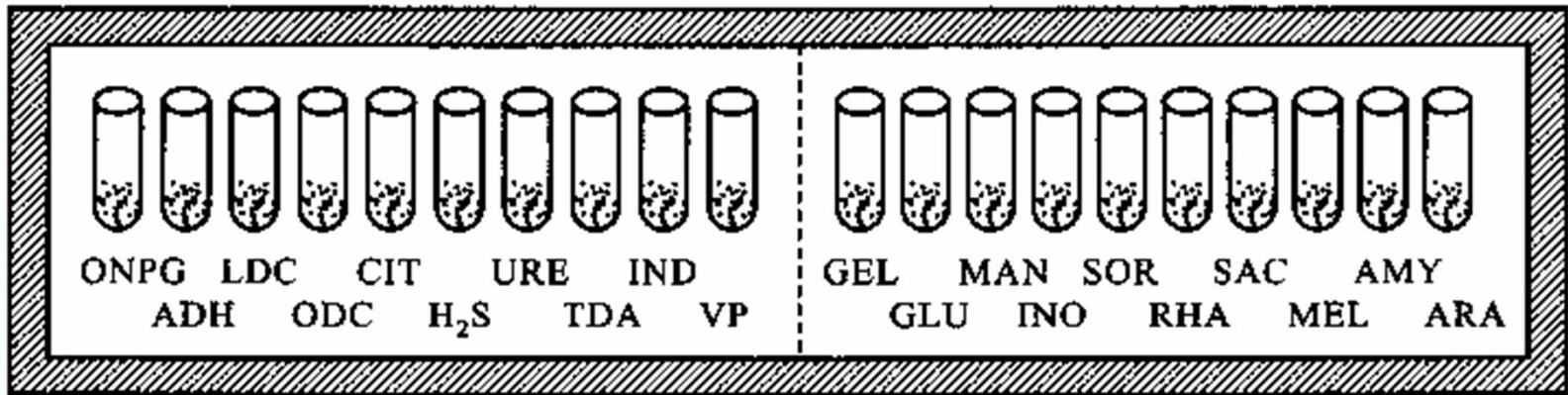


# 1、API细菌数值鉴定系统

能同时测定20项以上生化指标



API-20A (用于厌氧菌鉴定)



API-20E (用于肠道菌鉴定)





## 2、“Enterotube”系统

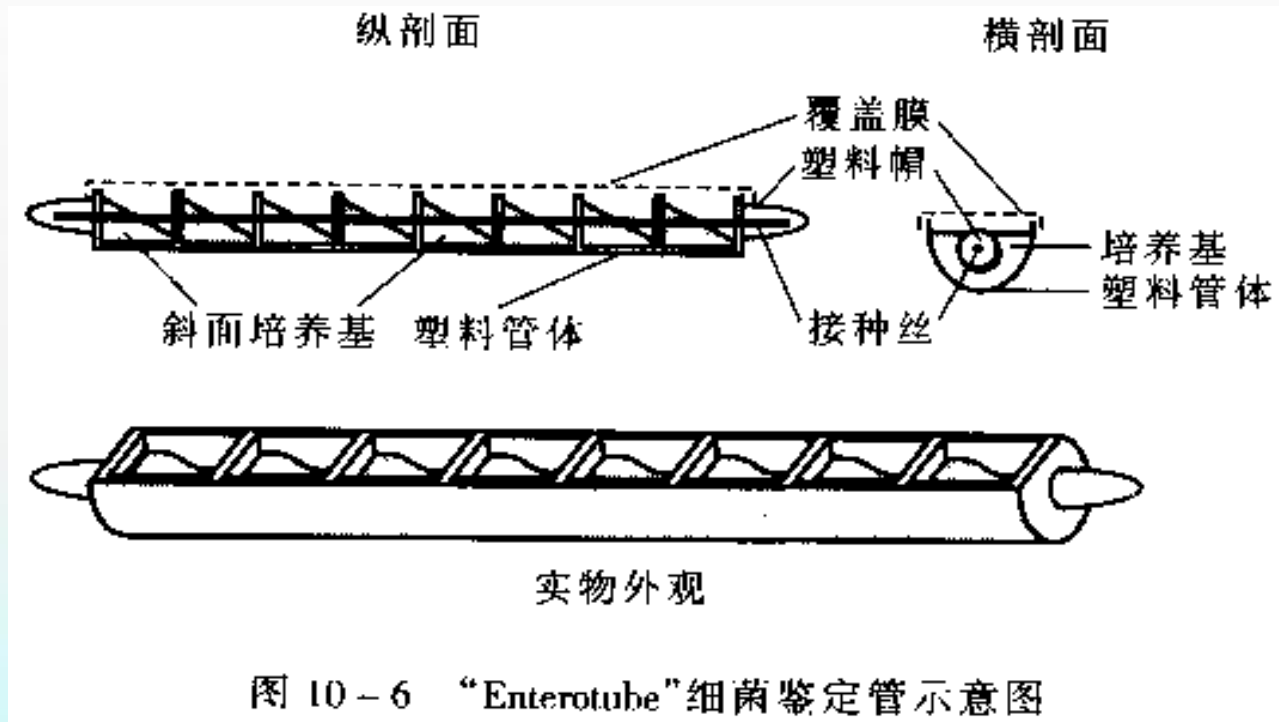
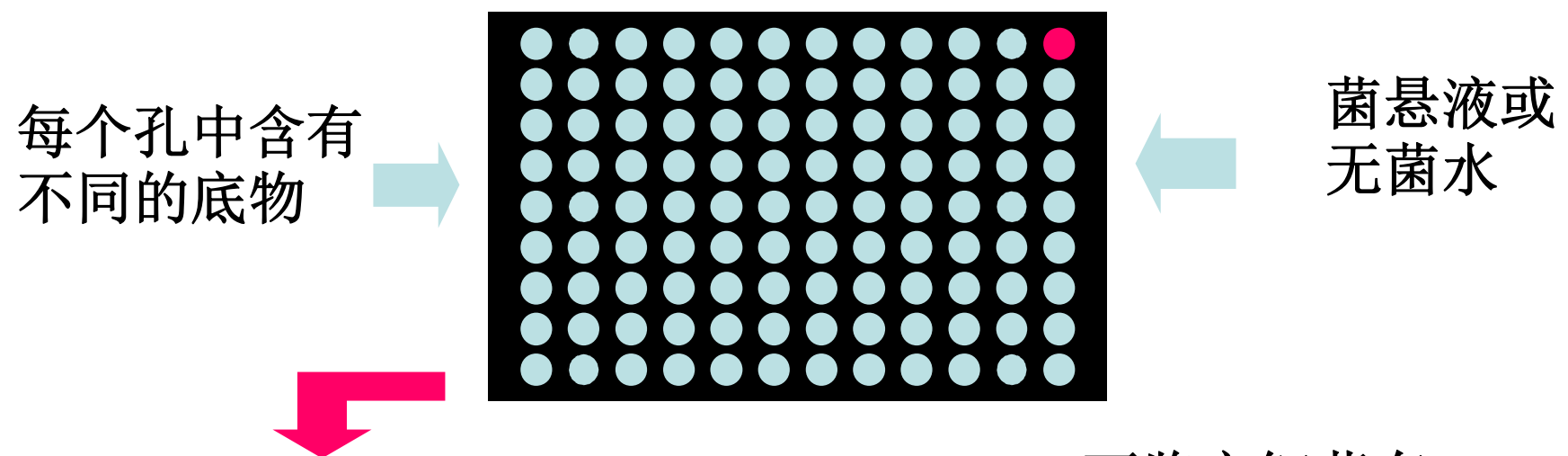


图 10-6 “Enterotube”细菌鉴定管示意图

### 3、Biolog全自动或手动细菌鉴定系统

在96孔的细菌培养板上检测微生物对不同发酵性碳源利用情况进行分类鉴定。



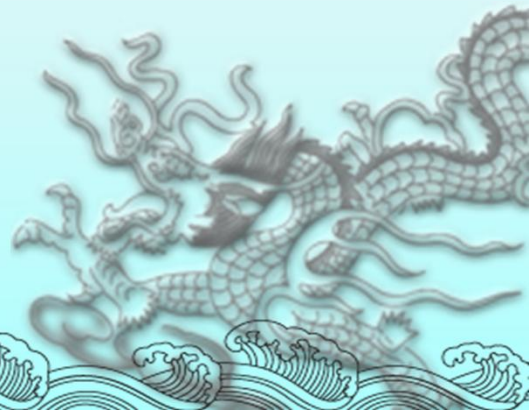
自动化、快速

可鉴定细菌有1140多种、酵母菌267种、目前已经可用于丝状真菌。



## 二、微生物分类鉴定中的现代方法

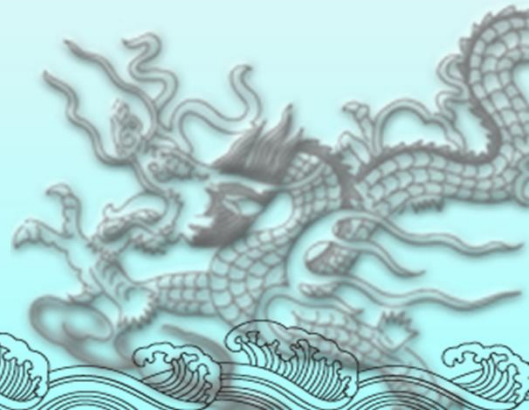
- (一) 通过核酸分析鉴定微生物遗传型
- (二) 细胞化学成分用作鉴定指标
- (三) 数值分类法 (统计分类法)





## (一) 通过核酸分析鉴定微生物遗传型

- ◆ 每一种微生物均有其自己特有的、稳定的DNA成分和结构，不同微生物间DNA成分和结构的差异程度代表着它们间亲缘关系的远近。因此，测定每种微生物DNA的若干重要数据，是微生物鉴定中极其重要的指标。

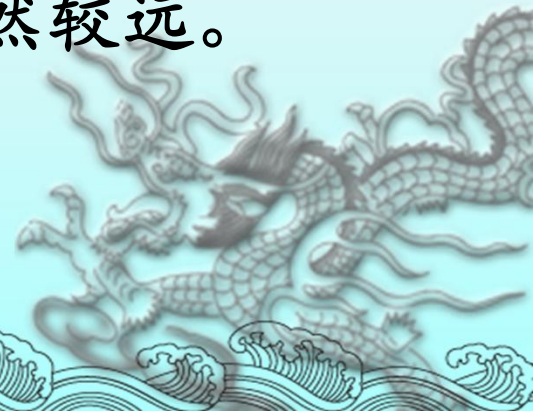






# 1. DNA碱基比例的测定

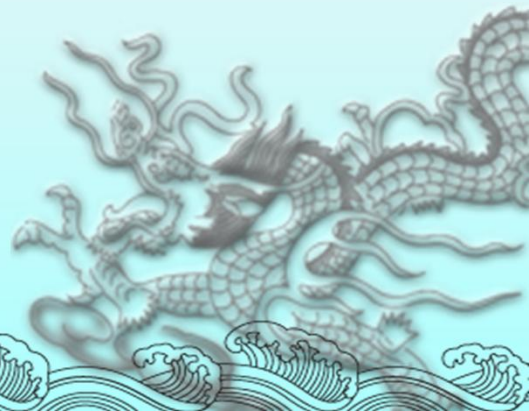
- ◆ DNA碱基比例指  $(G+C)$  mol%值，简称“GC比”，即指鸟嘌呤 (G) 和胞嘧啶 (C) 在整个DNA中的摩尔百分比。
- ◆ 在不同细菌中， $(G+C)$  mol%值的变化幅度较大 (30~75%)，而脊椎动物的种间则较一致 (40~45%)。
- ◆ 亲缘关系相近的种，其核苷酸的排列顺序也相近，因此其  $(G+C)$  mol%值也接近。 $(G+C)$  mol%值不同的两个种，它们的亲缘关系就必然较远。





# 1. DNA碱基比例的测定

- ◆ 一般地说，同一种微生物，其种内各菌株间的 (G+C) mol% 值可相差 2.5~4.0%，相差过少（低于 2%），则没有分类学上的意义；若相差在 5% 以上，可认为已是两个不同的种了；要是相差超过 10%，则可考虑它们是属于不同的属。
- ◆ 因此，(G+C) mol% 值的用途主要在于排除不确切的分类单元，而不是用它去建立一个新的分类单元。





## 2. 核酸分子杂交法

- ◆ 亲缘关系越近的微生物，其碱基顺序就越接近，反之亦然。一般地说，GC比值相差1%，则DNA碱基序列的共同区域就约减少9%；若GC比值的差异超过10%，则DNA碱基序列的共同区就极少了。
- ◆ 若要确定它们确属同一个种，就必须通过核酸分子间的杂交。
- ◆ 从实验得知，各菌株DNA的同源性在70%以上者，属于种的水平；在20%以上者，则可能属于属的水平。



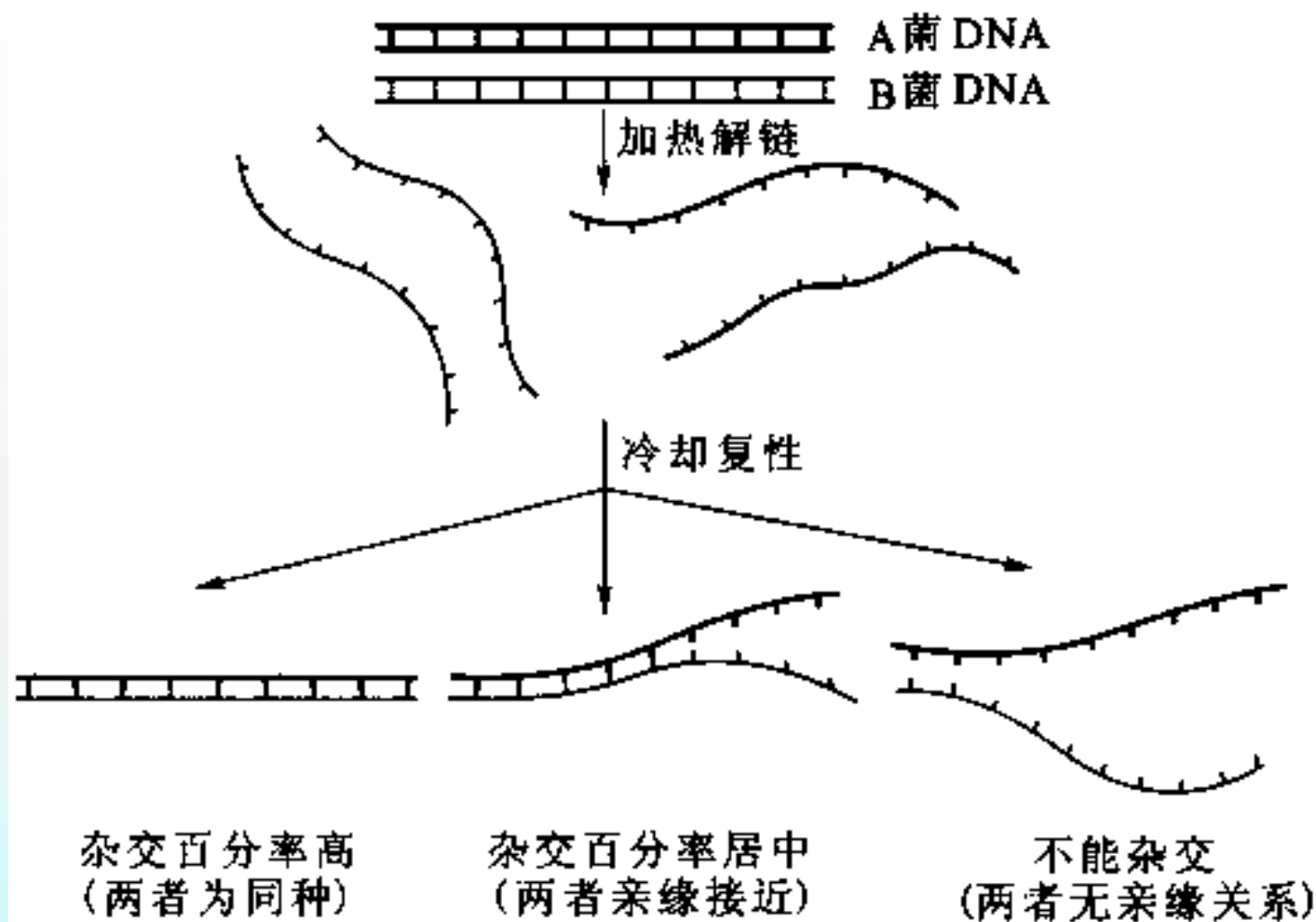


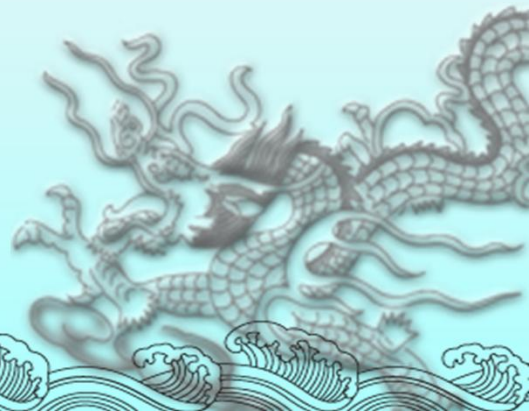
图 10-8 用 DNA-DNA 分子杂交测定核酸同源性的原理





### 3. rRNA寡核苷酸编目分析

- ◆ 通过分析原核或真核细胞中的rRNA寡核苷酸序列同源性程度，以确定不同生物间的亲缘关系和进化谱系的方法。
- ◆ 16SrRNA普遍存在于原核生物和真核生物细胞中，故可用以比较它们在进化上的相互联系。rRNA被称作细胞中的“活化石”。



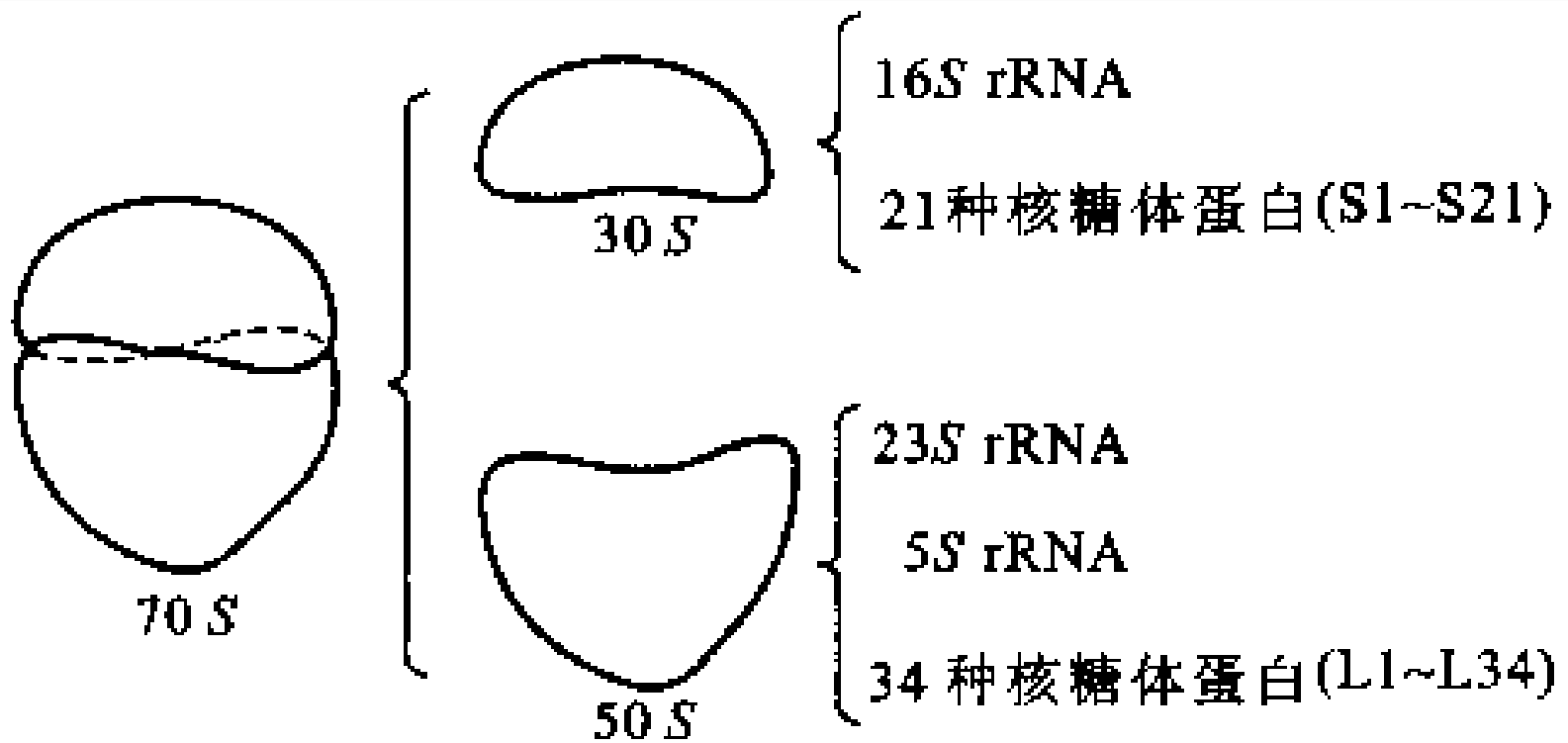


图 10-9 原核生物的核糖体构造和组分模式图

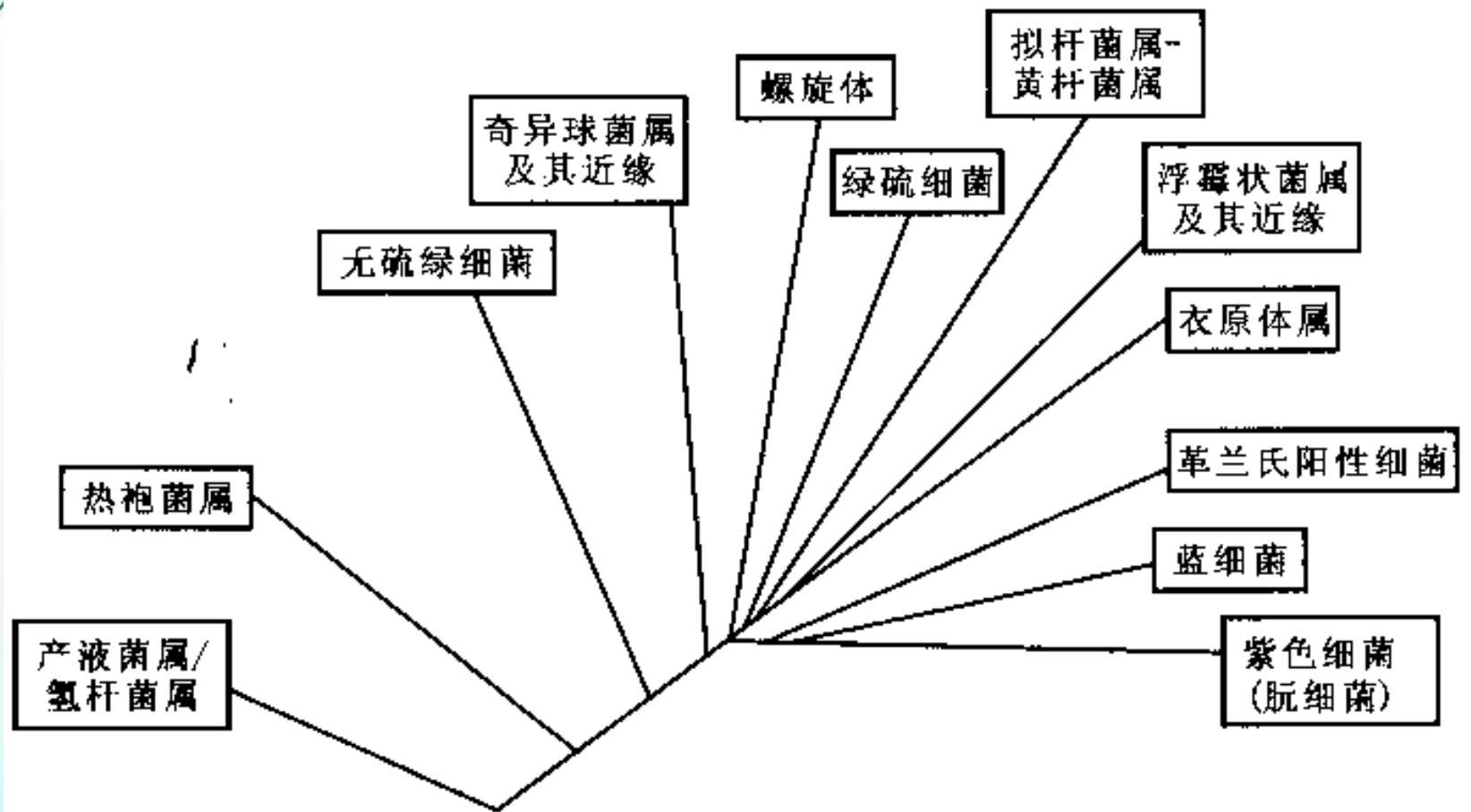
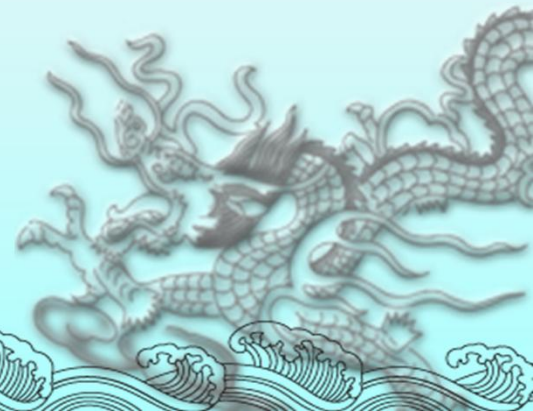


图 10-10 建立在 16S rRNA 序列基础上的细菌进化谱系树



- ◆ 真菌内转录间隔区ITS、翻译延长因子1-a  
【Tef1- $\alpha$ 】基因 (tef1- $\alpha$ )
- ◆ 细菌16SrRNA、促旋酶亚单位蛋白基因  
(gryB)
- ◆ 基因的扩增—电泳—DNA片段回收试剂盒  
PCR产物的回收—回收目的基因检测-序列  
比对-种类

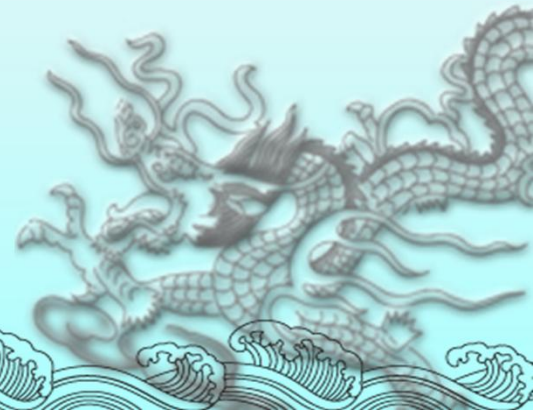






# 4、微生物全基因组序列的测定

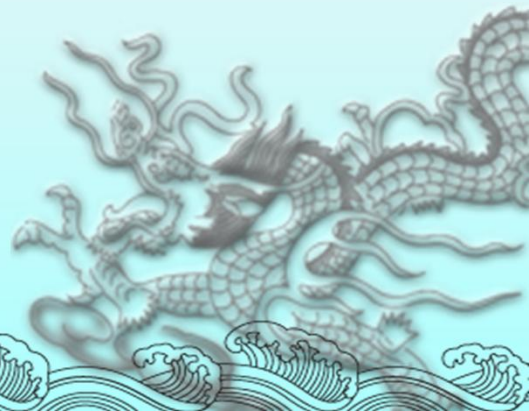
掌握某微生物全部遗传信息。





## (二) 细胞化学成分用作鉴定指标

1. 细胞壁的化学组分
2. 全细胞水解液的糖型
3. 磷酸类脂成分的分析
4. 枝菌酸的分析
5. 醌类的分析
6. 气相色谱技术用于微生物鉴定





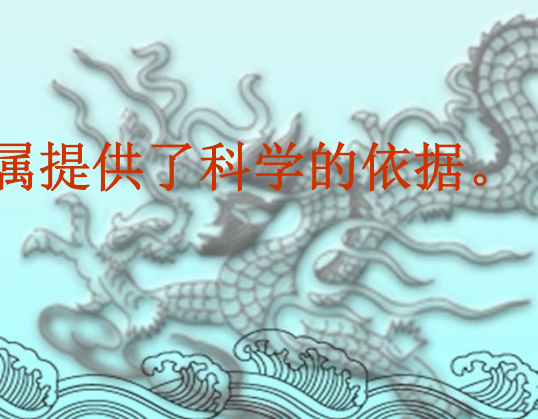
# 1. 细胞壁的化学组分

利用细胞壁组分进行细菌化学分类工作。

表 11-11 放线菌细胞壁的主要类型

类 型	独特组分	代表属
I	L-DAP , Gly	Streptomyces(链霉菌属)
II	meso-DAP , Gly	Micromonospora(小单孢菌属)
III	meso-DAP	Actinomadura(马杜拉放线菌属)
IV	meso-DAP , 阿拉伯糖 , 半乳糖	Nocardia(诺卡氏菌属)
V	Lys , Om	Actinomycesisraelii(衣氏放线菌)
VI	Lys(Asp , 半乳糖)	Oerskovia(厄氏菌属)
VII	DAB(二氨基丁酸) , Gly	Agromyces(农霉菌属)
VIII	Om	Bifidobacterium(双歧杆菌属)
IX	meso-DAP , 多种氨基酸	Mycoplana(枝动菌属)

为用放线菌的形态特征和化学组分相结合的方法划分属提供了科学的依据。





## 2. 全细胞水解液的糖型

现以放线菌为例，其糖型可分四类：

表 11-12 放线菌全细胞水解液中的主要糖类型

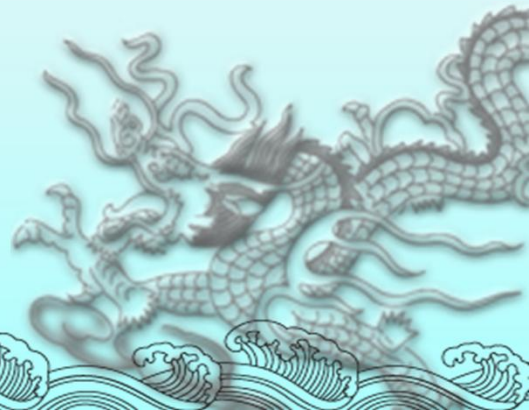
糖 类 型	主 要 成 分	代 表 属
A	阿拉伯糖，半乳糖	Nocardia (诺卡氏菌属)
B	马杜拉糖	Actinomadura (马杜拉放线菌属)
C	无	Thermoactinomyces (高温放线菌属)
D	木糖，阿拉伯糖	Micromonospora (小单孢菌属)





### 3. 磷酸类脂成分的分析

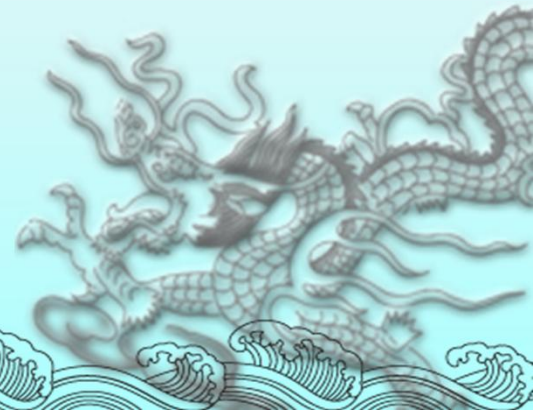
位于细菌、放线菌的细胞膜上的磷酸类脂成分，在不同属中有所不同，故可用于鉴别放线菌属的重要指标之一。





## 4. 枝菌酸的分析

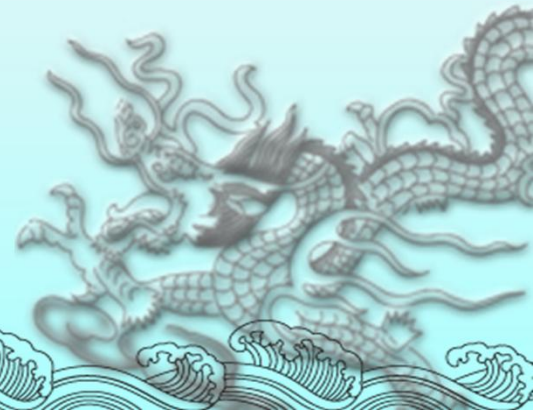
- ◆ 枝菌酸存在于诺卡氏菌属、分枝杆菌属和棒杆菌属3属称作“诺卡氏菌形放线菌”中，它们在形态、结构和细胞壁上难以区分，但它们所含的枝菌酸却差别明显，分别含有80、50、30个碳原子，可对它们分属。





## 5. 醌类的分析

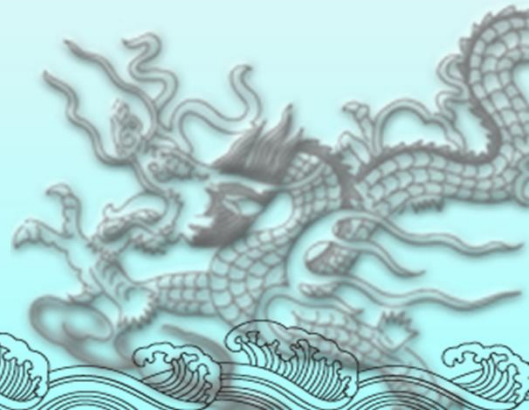
- ◆ 在细菌和放线菌中所含有甲基萘醌 (VK) 和泛醌 (辅酶Q)。在放线菌分类鉴定上有重要价值。





## 6. 气相色谱技术用于微生物鉴定

- ◆ 气相色谱技术可分析微生物细胞组分和代谢产物中的脂肪酸和醇类等成分，对厌氧菌的鉴定十分有用。







### (三) 数值分类法 (统计分类法)

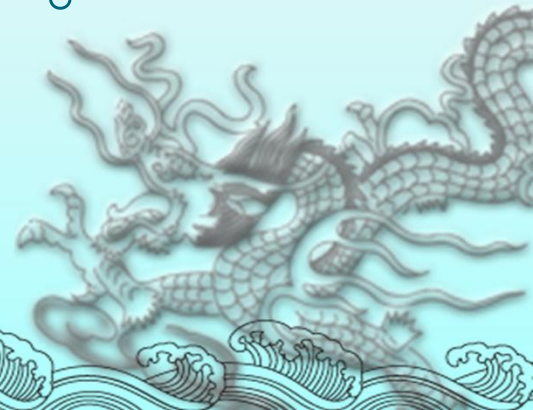
- ◆ 是一种依据数值分析的原理、借助现代计算机技术对拟分类的微生物对象按大量表型性状的相似程度进行统计、归类的方法。
- ◆ 现代的数值分类学必须借助于电子计算机，因此又称电子计算机分类学。
- ◆ 在工作开始时，必须先准备好一批待研究菌株和有关典型菌种的菌株，它们被称作OTU (运筹分类单位, operational taxonomic units)。要用50个以上甚至几百个特征进行比较，且所用特征越多，其结果也就越精确。在比较不同菌株时，都要采用相同的可比特征，包括形态的、生理的、生化的、遗传的、生态的和免疫的特征等。





## (二) 数值分类法

- ◆ 选择菌株和待测性状 → 性状编码  
(+ ~ 1, - ~ 0) → 相似性计算 →  
聚类分析 (即簇群分析) → 分类结  
果的表示 (树状图或矩阵图, 确定相  
似值80%以上的相当于种)。





# 数值分类的基本步骤为：

- ◆ 1、计算两菌株间的相关系数； 2、列出相似度矩阵； 3、将矩阵图转换成树状谱

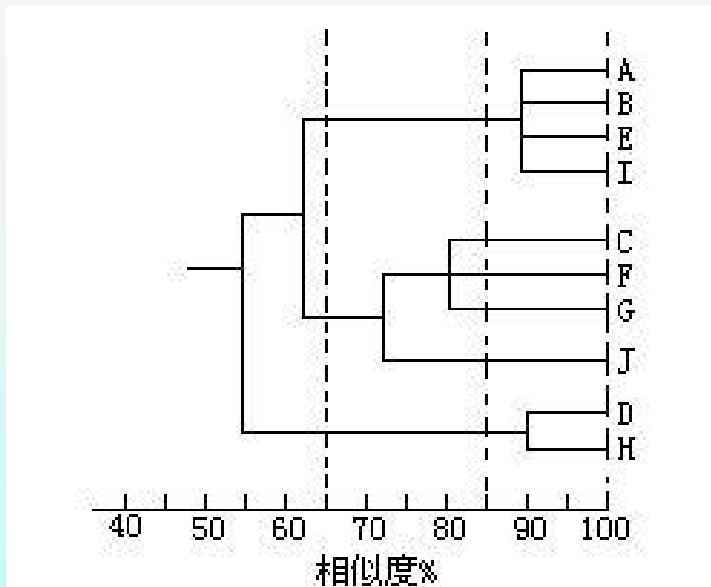


图 11-13 显示10株细菌间相似关系的树状谱

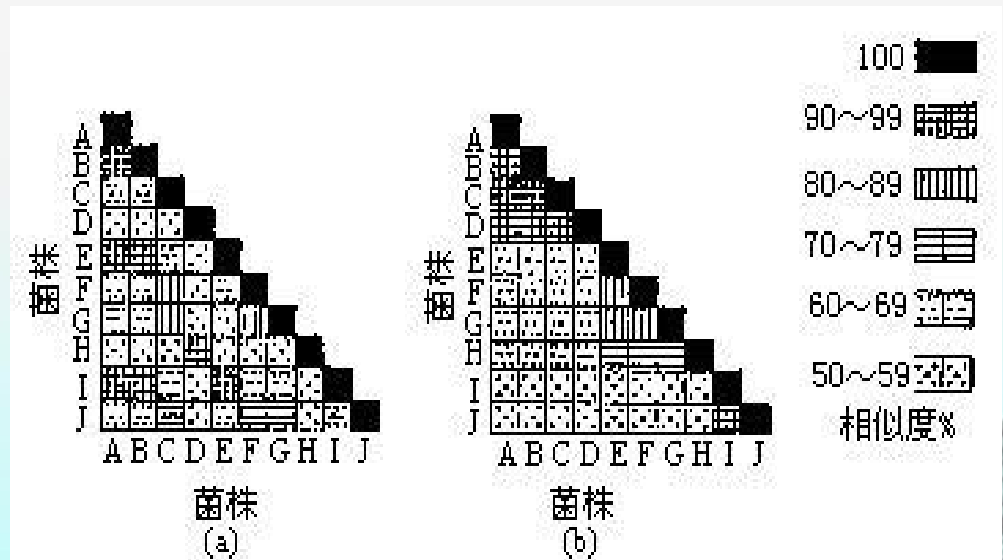


图11-12 10个细菌菌株的相似度矩阵



## 复习思考题：

1. 微生物亚种以下的分类？
2. 简述Bergey原核生物分类系统？
3. 简述Ainsworth菌物分类系统？
4. 三域学说？
5. 种、模式种、亚种？
6. 双名法、三名法？

