

高等环境微生物学

〔美〕张师鲁博士 著

清华大学环境工程教研组
燕山石油化学总公司环境监测站

合译

清华大学出版社

61.21

出版社

高等环境微生物学

[美] 张师鲁博士著

清华大学环境工程教研组 合译
燕山石油化学总公司环境监测站

清华大学出版社

内 容 简 介

本书是美国张师鲁博士来华讲课的讲义，由清华大学土木与环境工程系环境工程教研组和燕山石油化学总公司环境监测站合译。内容扼要地介绍了环境病毒学、消毒、环境酶学、环境毒理学等。

本书适用于环境工程和给排水专业作为主要教学参考资料，也可供环境工程、化工以及医学等有关工程技术人员参考。

高等环境微生物学

[美] 张师鲁博士著

清华大学土木与环境工程系环境工程教研组合译
燕山石油化学总公司环境监测站



清华大学出版社出版

北京 海淀 清华园

清华大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售



开本：787×1092 1/32 印张：7.1/4 字数：175千字

1982年5月第一版 1982年6月第一次印刷

印数 1~13000

统一书号：15235·35 定价：0.95元

前 言

美国公共卫生学博士张师鲁，在美国环境保护局水研究中心多年负责消毒机理和水中病毒的研究，造诣很深。1979年9月至1980年2月应清华大学邀请，张前来我国为环境工程专业教师、研究生以及校外有关同志讲授高等环境微生物学。

本书是张博士讲课的讲义，经有关同志翻译而成。第一部分：环境病毒学概论，由清华大学环境工程教研组俞毓馨、朱庆爽及夏元庆译，燕山石油化学总公司李天璜及清华大学朱庆爽校；第二部分：消毒，由清华大学朱庆爽译校；第三部分：环境酶学，由燕山石油化学总公司林慰慈译，燕山石油化学总公司莫培生及城建总局规划设计研究院孙明成校；第四部分：环境毒理学，由燕山石油化学总公司杨天豪及莫培生译，杨天豪及吴莱文校，其中小部分由清华大学朱庆爽译。各部分内容有少数重复之处，也按作者讲课次序一并译出。在翻译和校对工作中得到北京燕山石油化学总公司环境监测站同志的大力协助，在此表示感谢。

由于我们水平的限制，工作中定有错误和不妥之处，请读者指正

清华大学环境工程教研组

39618

目 录

第一部分 环境病毒学概论	1
一、范围	1
二、病毒的性质	1
1. 病毒是一种微生物	1
2. 类病毒	2
3. 病毒的化学组成	2
4. 病毒的繁殖	7
三、研究病毒的方法	11
1. 蛋胚	11
2. 实验动物	12
3. 细胞培养	12
4. 病毒的检定或滴定	15
四、病毒分类	21
五、病毒遗传学	30
1. 病毒基因的数目	30
2. 突变	31
3. 病毒间基因的相互作用	32
六、病毒对于环境的重要性	33
1. 肠病毒	33
2. 排入粪便中的肠病毒及其通过 污水处理的去除	40
3. 污水出流水中病毒的去除与破坏	44

七、通过来源于口、鼻、咽腔飞沫传播的病毒	60
八、节肢动物传播的病毒	74
九、少数其余各科的病毒	78
第二部分 消毒	81
一、定义	81
二、消毒剂	81
三、适宜采用消毒方法的介质	81
四、消毒剂类型	81
五、消毒的物理化学原理	82
1. 化学药剂	82
2. 物理作用剂	82
六、消毒的速度过程	86
七、消毒的现况	102
1. 水	102
2. 空气	109
3. 土壤	110
第三部分 环境酶学	111
一、通论	111
二、酶的化学性质	112
三、酶的来源	113
四、酶的分类和命名法	113
1. 外酶	113
2. 内酶	119
五、厌氧生活和需氧生活	121
六、影响酶活性的因素	122
1. 温度	122
2. pH 影响	123

3. 其它化合物的影响	124
七、工业酶学	124
八、在废水处理中涉及的酶	128
九、二级污水或特殊工业废水处理中利用 “固相酶”的可能性	129
十、酶的提取	131
第四部分 环境毒理学	138
一、绪言	138
二、空气污染的毒理	140
1. 空气污染物的毒性	140
2. 大气污染物的种类和来源	140
3. 大气污染对健康的急性影响	142
4. 大气污染对健康的慢性影响	143
5. 还原型空气污染物的毒性	145
6. 光化学型空气污染物的毒性	148
三、水质污染的毒理学	157
1. 水源中的重金属	157
2. 水源中的有机化合物	167
四、放射性物质	188
1. 引言	188
2. 放射物理学基础	189
3. 电离辐射的来源	192
五、工业毒理学	195
1. 阈值范围	195
2. 结构上的毒性	196
六、化学致癌物	205
1. 直接作用或原发致癌物	206

2. 继发致癌或致癌前期原	209
3. 致癌性芳香胺举例	213
4. 致癌的硝基或杂环化合物	214
5. 致癌的亚硝基胺类物质 及其所影响的器官	215
6. 致癌的硫酰胺化物	217
7. 多环或异环芳烃族碳氢化合物	219
8. 相对称的二烷基胍和有关的化合物	222
9. 硫代酰胺和乙基硫酸胺	223
10. 氨基甲酸乙酯	223
11. 霉菌毒素属	223
12. 黄樟脑素	224

第一部分 环境病毒学概论

一、范 围

1. 主要是讨论有关动物，特别是人类的，通过一般媒介物在社会中传播的各种病毒，因此在理论上是属于易受环境控制的。

2. 完全不包括各种植物病毒。虽然曾有人报导过藻病毒（寄生于兰藻上的一种病毒）可控制水库内藻的大量生长。

3. 略涉及一点细菌病毒（噬菌体）。据报导，用大肠杆菌噬菌体作为粪便污染的指示微生物比大肠杆菌好。

二、病毒的性质

1. 病毒是一种微生物

各种病毒中除痘病毒（200nm）外，用普通显微镜是看不见的，需要用电子显微镜才可观察到它们的形态。病毒可以在条件适合的活细胞里，靠利用宿主细胞酶（转录酶，DNA——聚合酶，RNA——聚合酶，壳粒酶等等）合成病毒物质来繁殖（复制）。较大的病毒确实含有它们自己的转录酶和某些其它酶，但是它们的酶体系作为复制完整病毒粒子来说是不完全的。病毒虽没有细胞核和细胞浆，可是它们有一个核酸芯和一个细胞浆样的蛋白壳通称衣壳。一些大病毒还具有核蛋白和脂蛋白的膜。也正是依据这些才将它们称作微生物的。表 1—1 指出各类微生物之间的区别。

表 1-1 各类微生物之间的区别

	在无生命的培养基中生长	生殖的方法	核质	核糖	敏感性	
					对抗菌素	对抗生素
细菌	+	二分裂	DNA-RNA	+	+	-
支原体属	+	二分裂	DNA-RNA	+	+	-
立克次氏体	+	二分裂	DNA-RNA	+	+	-
衣原体	-	二分裂	DNA-RNA	+	+	+
病毒	-	多分裂	DNA或RNA	-	-	+

2. 类病毒

类病毒是非常小的病毒样颗粒，只含有裸露的核酸。它们对物理和化学因素的抵抗力使病毒学家们认为，这可能同传染性核酸 (INA) 与宿主细胞膜结合，受到宿主细胞膜的保护有关。引起羊搔痒症的病原体是动物的类病毒的典型范例。而新几内亚的库鲁病 (新几内亚震颤病) 则是类病毒在人类当中引起疾病的实例。上述事例使病毒学家们相信，神经性退行性的一些病症可能也是由这种类病毒引起的。又因为这些疾病的病程发展很慢，所以他们应该把类病毒称作“慢”病毒。此外，类病毒也可在植物界中找到。

3. 病毒的化学组成

如上所述，病毒是具有生命的基本成份的，即核酸和蛋白质。病毒与较高级生命形式之间的主要区别是：后者同时具有核糖核酸 (RNA) 和脱氧核糖核酸 (DNA) 两者，而病毒只

含有 DNA 或 RNA 一种。其实，RNA 病毒只不过是它的遗传信息密码存在于 RNA 当中，而在 DNA 病毒和较高级生命形式中，密码信息都是储存在 DNA 中罢了。所有 RNA 病毒，除呼吸道肠道孤病毒外，都只有单链 RNA；另一方面，所有 DNA 病毒，除细小病毒 (Parvovirus) 外，都有双链 DNA。DNA 病毒的双链互相缠绕呈螺旋形。RNA 的单链核酸环则绞绕成具有二个头的麻花状。一条 RNA 链可能有几个这种螺旋环，据认为遗传密码就储存在这些环中。在大病毒情况下，例如 DNA 痘病毒和 RNA 流感病毒，它们的核酸是与核蛋白结合在一起的，其中可能含有某些最基本的酶，例如转录酶。有关上述的图形说明参见图 1—1 和图 1—2。

小病毒有它们自己的核酸芯，核酸芯外只包着一层蛋白外壳，称为衣壳，此衣壳又由称为壳粒的蛋白单元所组成。正是这些壳粒决定每种病毒的特性和抗原性。大病毒，除衣壳外还另有一层膜，这层膜是由外脂层和内蛋白层所组成。蛋白层来源于病毒本身，而外脂层则是病毒粒子在它们发芽释放时从宿主细胞的细胞浆膜得到的。在病毒表面上有两种凸出物，一种是杆状的，为吸附于红血球用；另一种是蘑菇状的。为在它们穿进细胞之前先附着在宿主细胞上用。二者都是糖蛋白聚合物，但是它们对两种不同细胞受体的反应不同（见图 1—1 和图 1—2）。

核酸是由核苷酸亚单位所组成。核苷酸又是由在 C_1 位置上带嘧啶碱基或嘌呤碱基的核糖(5 碳糖)所组成(见图 1—3)，这种核糖通称为核苷。当一个核苷有一个磷酸盐分子连接在 C_5 位置时，称它为核苷酸。当核苷酸聚合物相邻的两个核糖分子间，分别在一个核糖分子的 C_3 和另一个核糖分子 C_5 之间由磷酸根交替连接时则形成核酸(图 1—3)。核苷酸所带的嘧

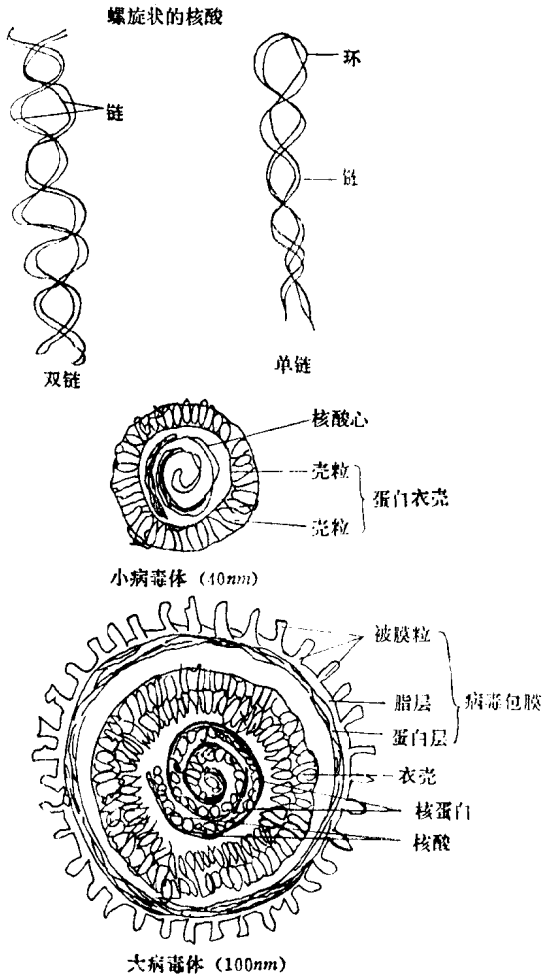
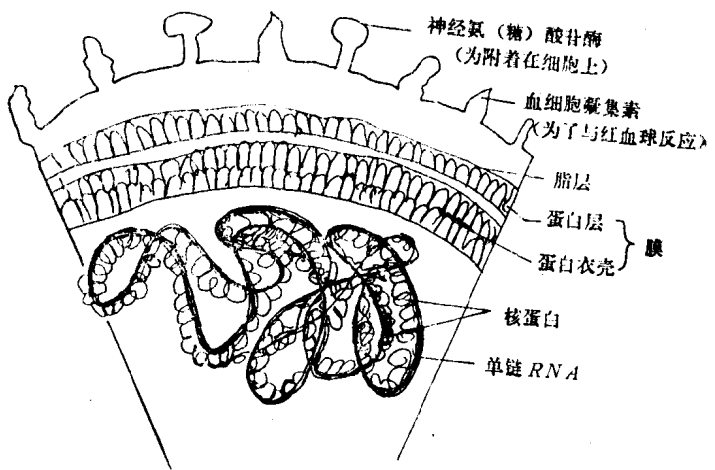
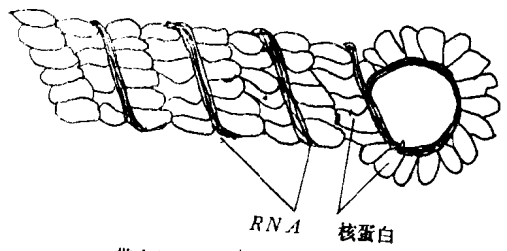


图 1--1 病毒粒子的结构



流感 病毒的剖面图解



带有核蛋白的 RNA 碎片

图 1-2 流感病毒 (正粘液病毒) 结构的图解

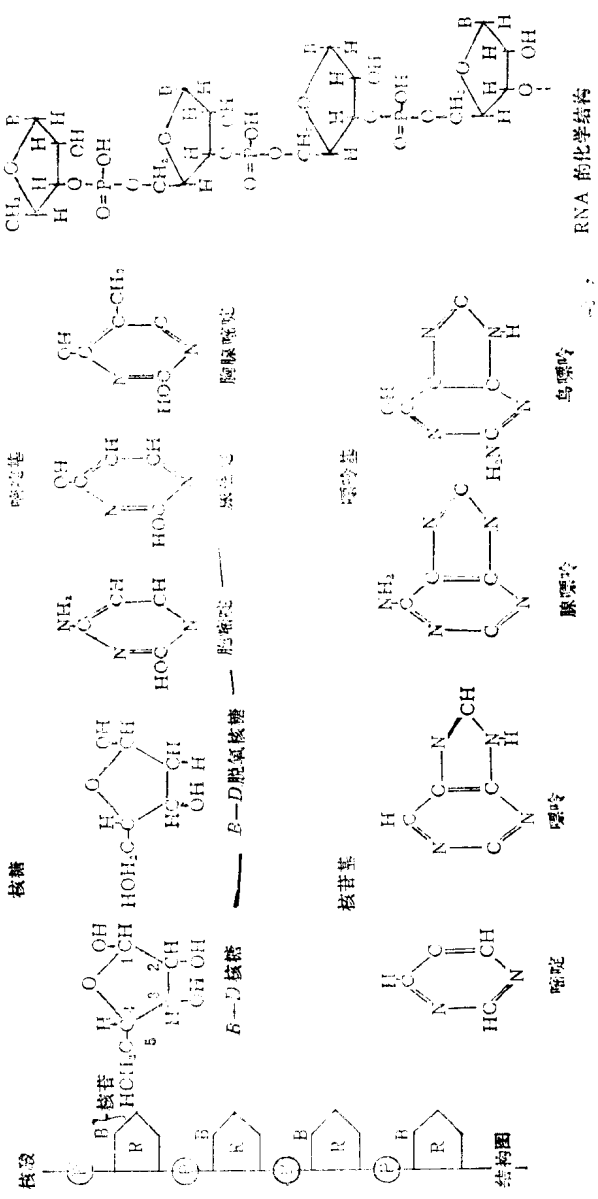


图 1-3 病毒的遗传

碱基有三种——胸腺嘧啶、胞嘧啶和尿嘧啶；嘌呤硷基有两种——腺嘌呤和鸟嘌呤(图 1-3)；RNA 含有胞嘧啶，尿嘧啶，腺嘌呤和鸟嘌呤四种碱基(图 1-3)。病毒或高级生命形式的遗传信息就是分别由以上四种核苷酸在 DNA 中或 RNA 病毒的 RNA 中的不同排列顺序而编成的(图 1-4)。

4. 病毒的繁殖

DNA，或 RNA 病毒中的 RNA 携带着遗传信息，并且为它们自身的复制(利用转录酶和聚合酶)提供样板。大病毒在核蛋白中有它们自己的转录酶。凡是没有这些酶的病毒，必须动用宿主细胞的核糖体去制造复制所需要的各种酶。密码信息的转录是由信使核糖核酸(mRNA)转给在核糖体位置上的传递核糖核酸(tRNA)的。病毒粒子的 DNA、RNA 和壳粒蛋白，以及核蛋白和膜(若存在的话)等基本单元，都是由转录酶制造，并由 tRNA 转译给原始质(原始的片断)的，再由聚合酶在 mRNA 的指导下复制相应的 DNA，RNA，壳粒蛋白等等。上述整个复制程序可参阅下面插图 1-5 的说明。

从病毒在宿主细胞上附着、穿入、剥落衣壳直到为了复制而释放 DNA 或 RNA 的全部过程所经历的时间叫隐匿周

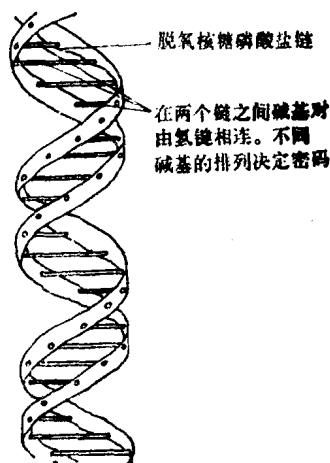


图 1-4 每个螺旋圈中带有四种不同碱基的双链 DNA 各个组成部分成双排列示意图。碱基与碱基由氢键相连构成一双。这个看法基于如下事实，加热到 80℃ 时双链离解，在冷却后又结合成原状而不失其活性

期（或隐蔽期），在此期间不能检出病毒粒子。从接种到病毒第一次出现的期间称为潜伏期。

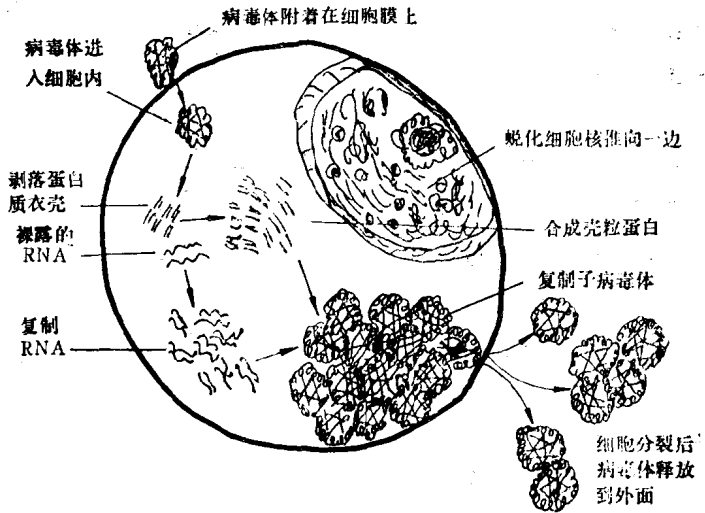


图 1-5 病毒的繁殖

DNA 病毒和 RNA 病毒在复制过程中，有一些重要的区别。例如，DNA 病毒（除痘病毒外）均在核内繁殖。第一次释放出子代病毒粒子可能在很短时间内出现。但最后一次释放距第一次释放的时间，可长达 24 小时以上。一般的生长周期如图 1-6 所示。RNA 组和 DNA 组中一些有代表性病毒的生长曲线分别如图 1-7 和图 1-8 所示。从这些图中可见，肠道病毒、弹状病毒和虫媒病毒 A（黄热病毒）都是生长最快的病毒。脊髓灰白质炎病毒 I 型在猴肾细胞内接种 8 小时以后的生长情况，可由透射电子显微镜（TEM）下拍摄的显微图证实（图 1-9），从图中一个细胞的一部分找到了大约 500 个病毒粒子。

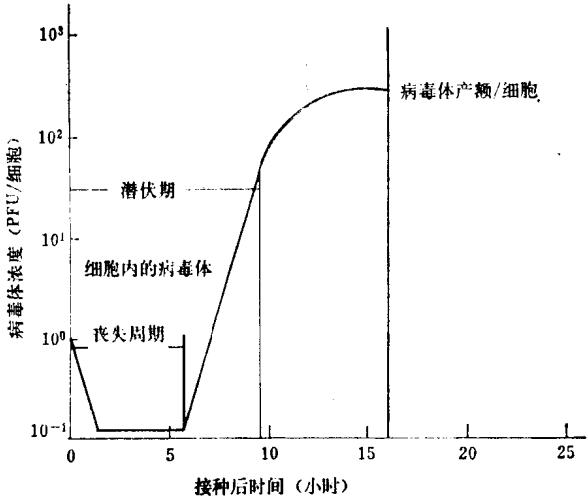


图 1—6 接种后病毒在细胞培养中的复制周期。隐匿周期代表附着，穿入以及蛋白衣壳剥落的时间，在此期间不能检出病毒。潜伏期代表从接种到病毒第一次重现之间的时间

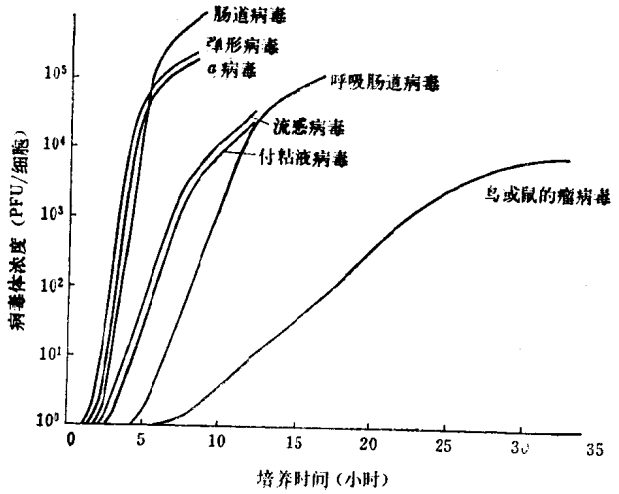


图 1—7 RNA 病毒在适宜的细胞培养中的复制。此复制曲线有些理想化。每条曲线代表 RNA 病毒的一个主科。