

段金生 主编

生物

化学



中国中医药出版社

GS  
DJS

YH122/03

# 生物化学

段金生 主编

中国中医药出版社

(京)新登字025号

### 内 容 提 要

这是一部有新意的医专生物化学教材。全书包括生物分子结构功能、物质代谢、遗传信息传递及无机物生化四部分，共22章。

本书特点在于教材内容务求适用和更新，并从生物化学角度收入了基础化学内容，力求用尽可能少的化学叙述深入浅出地阐明生物分子及其代谢的生物学功能意义。因而它尤其适合未开设医用化学课的院校使用。此书作为一部系统的基础生物化学新教材，亦可供其它专业学生和教师以及有关科技人员参考。

### 生物化学

主编 段金生

中国中医药出版社出版

(北京市东城区新中街11号)

电话 4652210 邮编 100027

---

新华书店科技发行所发行 北京通县印刷厂印刷

787×1092 16开本 18印张 320千字

1993年8月第1版 1993年8月第1次印刷

印数1—8000册

---

ISBN 7-80089-167-4/R·168定价：9.50元

**主 编**

段金生

**编 写**

段金生 北京医学高等专科学校

罗 侃 中国人民解放军兰州医学高等专科学校

刘人秋 长治医学院

李 忠 河北医学院邯郸分院

华宗祥 大连大学医学专科学校

刘永平 承德医学院

朱怀荣 菏泽医学专科学校

付俊录 西安医科大学汉中分院

余少培 西安医科大学安康分院

# 编写说明

三年制医学专科学校是高等医学教育的一个重要层次，应该形成一套具有鲜明特色和一定独立性的教学体系。随着医学专科学校教学改革的深化，我们编写了这本生物化学试用教材。在这本教材的编写中，我们确定了在内容上适用、先进、科学、系统，在叙述上深入浅出，简明扼要的原则，力求有所突破，使它成为一部具有大专特色的生物化学教材。

在处理生物化学与医用化学的关系方面，我们本着精简课程设置、减轻学生负担的精神，将医用化学课的必要内容有机地纳入了生物化学体系。从生物化学要求的角度出发，在教材中适度地加进了与高中化学相衔接的化学基本内容。这样做，还有利于完善生化教学体系的完整性和系统性，从根本上克服这两门课衔接松散、重复脱节的弊端。尽管如此，这部教材仍可供单独开设医用化学的院校选用。

在处理生物化学与后续课程的关系方面，我们强调有的放矢地为后续课程打好生物化学基础，并使学生具有日后再提高的后劲。在与临床联系方面，强调恰如其分地为临床应用做好铺垫，不追求一杆子插到底式地讲述临床应用。

在教材体系方面，突出生物分子结构与功能、物质代谢和遗传信息传递三个核心部分的基础内容。在生物分子结构与功能之间，强调突出功能。在物质代谢反应过程与其生物学意义之间，强调突出其生物学意义及其调节。总之，力求做到突出重点、删繁就简、深入浅出，用尽可能少的化学(结构式与反应式)叙述，阐明生命过程及其意义。

全书分为生物分子结构与功能、物质代谢、遗传信息传递与无机物生化四部分。前三部分之前都有一章概论。在遗传信息传递部分中，增加了修复、突变、重组和基因工程简介两章，供选用或自学参考。无机物生化部分包括水与无机盐两章，其中有关水的结构、性质、生物功能意义的内容可以提前讲授。全书共22章，未列血液、肝胆、酸碱平衡等章节，而将其有关基础内容分散在相关章节中加以叙述。本书作为一部全面系统的基础生物化学教材，在内容上是留有余地的，它也可供其他专业师生使用。

由于编者水平所限，书中缺点、不足在所难免，在分寸的把握上也会有欠妥之处，欢迎同行给予指正。

段金生

于北京医学高等专科学校

1992. 12.

# 目 录

<b>第一章 生物分子概论</b> .....	1
<b>第一节 概述</b> .....	1
一、生物分子是生物特有的有机化合物.....	1
二、生物分子具有复杂有序的结构.....	1
三、生物结构具有特殊的层次.....	1
四、生物分子都行使专一的功能.....	2
五、代谢是生物分子存在的条件.....	2
六、生物分子体系有自我复制的能力.....	2
七、生物分子能够人工合成.....	2
<b>第二节 生物元素</b> .....	2
一、主要生物元素都是轻元素.....	2
二、碳氢氧氮硫磷是生物分子的基本素材.....	2
三、无机生物元素也都有各自的功用.....	4
<b>第三节 生物分子中的作用力</b> .....	4
一、两类不同水平的作用力.....	4
二、共价键是生物分子的基本形成力.....	5
三、非共价相互作用是生物高层次结构主要作用力.....	7
<b>第四节 生物分子低层次结构的同一性</b> .....	9
一、碳架是生物分子结构的基础.....	9
二、官能团限定分子的性质.....	9
三、杂环集碳架和官能团于一体.....	10
四、异构现象丰富了分子结构的多样性.....	11
<b>第五节 生物分子高层次结构的同一性</b> .....	14
一、生物大分子又称生物多聚物.....	14
二、生物大分子具有多级结构.....	15
三、一级结构按照模板指导组装原则合成.....	15
四、高级结构按照自我组装原则形成.....	15
五、生物大分子按照互补性原则相结合.....	15
<b>第二章 蛋白质的结构与功能</b> .....	16
<b>第一节 概论</b> .....	16
一、蛋白质是由氨基酸构成的生物大分子.....	16
二、蛋白质的功能广泛多样.....	16
三、蛋白质的分类.....	17
<b>第二节 氨基酸</b> .....	17
一、20种氨基酸构成蛋白质.....	17
二、氨基酸按侧链有无极性分类.....	19
三、氨基酸的重要性质.....	21
<b>第三节 蛋白质的分子结构</b> .....	22

一、蛋白质结构的多层次性	22
二、蛋白质的一级结构	22
三、蛋白质的二级结构	24
四、蛋白质的三级结构	25
五、蛋白质的四级结构	27
第四节 蛋白质分子结构与功能的关系	28
一、氨基酸序列改变导致蛋白质功能变化	28
二、化学修饰导致蛋白质结构功能变化	28
三、变构效应物诱导蛋白质结构功能变化	28
四、亚基聚合导致蛋白质结构功能变化	29
第五节 蛋白质的高分子性质	29
一、蛋白质溶液的胶体性质	29
二、蛋白质是两性电解质	29
三、蛋白质变性	30
<b>第三章 核酸的结构与功能</b>	32
第一节 概述	32
一、核酸是由核苷酸构成的生物大分子	32
二、核酸分为DNA和RNA两类	32
三、DNA是遗传物质	32
四、RNA参与蛋白质的合成	32
第二节 核苷酸	32
一、核苷酸由三类分子片段组成	32
二、戊糖借 $\beta$ 糖苷键与碱基构成核苷	33
三、核苷借酯键与磷酸构成核苷酸	33
四、碱基、核苷、核苷酸有统一的缩写符号	33
第三节 DNA的结构	34
一、DNA的一级结构	34
二、DNA的二级结构	35
三、DNA的三级结构	38
第四节 RNA结构	40
一、RNA的组成结构与DNA有显著不同	40
二、转运RNA	40
三、核糖体RNA	42
四、信使RNA	43
第五节 核酸的理化性质	44
一、DNA溶液有极高的粘度	44
二、核酸的密度很高	44
三、核酸在260nm处有紫外吸收峰	44
四、双螺旋DNA可以变性	44
<b>第四章 糖的结构与功能</b>	46
第一节 概述	46
一、糖是多羟基羰基化合物	46

二、糖的分类	46
三、糖的分布与功能	47
第二节 单糖	47
一、单糖的结构	47
二、重要的单糖	49
第三节 糖苷键、糖苷与糖链	51
一、糖苷键与糖苷	51
二、聚糖链	51
第四节 寡糖和多糖	52
一、寡糖	52
二、多糖	53
第五节 结合糖	55
一、糖蛋白	55
二、蛋白聚糖	56
<b>第五章 脂质的结构与功能</b>	57
第一节 概述	57
一、脂质是脂溶性生物分子	57
二、脂质按分子组成分类	57
三、脂质的分布与功能	57
第二节 脂酸、甘油、鞘氨醇	58
一、脂酸	58
二、甘油	60
三、鞘氨醇	61
第三节 三酰甘油	61
一、三酰甘油的组成不均一	61
二、三酰甘油是脂酸的贮备和运送形式	61
第四节 复合脂	62
一、复合脂有着相似的分子设计	62
二、甘油磷脂的母体是磷脂酸	62
三、鞘磷脂的母体是磷酸神经酰胺	64
四、糖鞘脂	65
五、甘油糖脂	65
第五节 类固醇	65
一、类固醇是环戊烷全氢菲衍生物	66
二、胆固醇是高等动物的主要类固醇	66
三、胆固醇的生物功能	67
第六节 脂质的超分子结构	67
一、极性脂在水中形成超分子结构	67
二、脂单分子层围成微团	67
三、脂双分子层围成脂质体	68
四、脂质构成生物膜的液态基质	68
<b>第六章 酶</b>	70



第一节 概述 .....	70
一、酶是具有催化活性的蛋白质 .....	70
二、酶的命名与分类 .....	71
三、酶反应速度、活力、比活、转换值 .....	72
第二节 酶分子 .....	72
一、酶分子的组成与结构 .....	72
二、酶的活性中心 .....	73
三、同工酶分工不同 .....	74
第三节 酶的催化机理 .....	75
一、酶降低反应的活化能 .....	75
二、酶反应始于酶-底物复合物形成 .....	75
三、酶与底物结合是诱导契合过程 .....	75
四、酶的催化机理 .....	76
第四节 影响酶促反应速度的因素 .....	77
一、酶反应速度与酶浓度成正比 .....	77
二、酶反应速度与底物浓度有定量关系 .....	77
三、酶反应受温度的双重影响 .....	78
四、酶有最适pH .....	79
五、酶的抑制剂 .....	79
六、酶的激活剂 .....	80
第五节 酶的调节 .....	81
一、酶的功能受到粗调与细调 .....	81
二、对酶活性的调节——细调节 .....	81
三、酶数量的调节——粗调节 .....	82
<b>第七章 维生素 .....</b>	<b>83</b>
第一节 概述 .....	83
一、概念 .....	83
二、维生素分为脂溶性和水溶性两大类 .....	83
三、维生素有不同的命名系统 .....	83
四、人体通过几种途径获取维生素 .....	83
五、需要量、缺乏病、过多症 .....	84
六、维生素大都参与生物活性分子构成 .....	84
第二节 脂溶性维生素 .....	84
一、维生素A .....	84
二、维生素D .....	85
三、维生素E .....	86
四、维生素K .....	86
第三节 水溶性维生素 .....	87
一、硫胺素 .....	87
二、核黄素 .....	87
三、尼克酰胺 .....	88
四、吡哆素 .....	89
五、泛酸 .....	90
六、生物素 .....	91

七、叶酸·····	91
八、维生素B <sub>12</sub> ·····	92
九、抗坏血酸·····	93
<b>第八章 激素</b> ·····	95
<b>第一节 概述</b> ·····	95
一、激素是内分泌细胞产生的化学信号分子·····	95
二、激素可按化学本质分类·····	95
三、激素具有突出的作用特点·····	97
<b>第二节 激素的作用机理</b> ·····	98
一、激素—细胞表面受体—第二信使模式·····	98
二、激素—细胞内受体—基因表达模式·····	100
<b>第三节 激素的合成、贮存、释放和灭活</b> ·····	101
一、激素的合成·····	101
二、激素的贮存和释放·····	104
三、激素的运输·····	104
四、激素的灭活·····	104
<b>第九章 物质代谢概论</b> ·····	105
<b>第一节 概述</b> ·····	105
一、代谢是生命的基本特征·····	105
二、代谢通过代谢途径完成·····	105
<b>第二节 代谢途径的同一性</b> ·····	105
一、代谢途径是不平衡的稳态体系·····	105
二、代谢途径的形式多样·····	105
三、代谢途径有确定的细胞定位·····	106
四、代谢途径相互沟通·····	106
五、代谢途径间有能量关联·····	107
六、关键酶限制代谢途径的流量·····	107
<b>第三节 代谢反应类型</b> ·····	107
一、氧化还原反应·····	107
二、基团转移反应·····	108
三、水解反应·····	108
四、裂合反应·····	108
五、异构反应·····	109
六、连接反应·····	109
<b>第四节 合成代谢的同一性</b> ·····	109
一、合成代谢有阶段性和趋异性·····	109
二、合成代谢有营养依赖性·····	110
三、合成代谢需要能量推动·····	110
四、合成生物大分子的信息来自先在生物分子·····	111
<b>第五节 分解代谢的同一性</b> ·····	111
一、分解代谢有阶段性和趋同性·····	111
二、第一阶段生物大分子被水解为构件分子·····	111

三、第二阶段构件分子被氧化成乙酰辅酶A	112
四、第三阶段乙酰辅酶A进入三羧酸循环	113
五、分解代谢有供能意义	116
<b>第十章 氧化磷酸化</b>	117
<b>第一节 生物能学</b>	117
一、生物能学研讨体内化学能的释放、保存、利用	117
二、ATP 是生物自由能的流通手段	117
三、标准还原电位与反应自由能变化	119
<b>第二节 真核生物氧化磷酸化在线粒体中进行</b>	120
一、线粒体是真核细胞的动力装置	120
二、线粒体是生物氧化的中心场所	120
三、线粒体内膜上装备着多种运送系统	120
<b>第三节 呼吸链</b>	121
一、真核生物呼吸链装配在线粒体内膜中	121
二、呼吸链由 4 种酶复合体和 2 种可移动电子载体组成	121
三、电子载体依照一定顺序传递电子	122
四、呼吸链有 3 个磷酸化偶联部位	122
五、呼吸抑制剂阻断电子传递	122
<b>第四节 氧化磷酸化的机理</b>	123
一、化学渗透学说	123
二、 $H^+$ -ATP酶	124
三、 $H^+$ -ATP酶抑制剂和解偶联剂	124
四、氧化磷酸化受 ADP 水平调控	124
五、线粒体外NADH所携带的还原能力通过穿梭系统输入线粒体	124
<b>第十一章 糖代谢</b>	126
<b>第一节 糖的动态平衡</b>	126
一、糖有很高的代谢率	126
二、糖以单糖的形式被吸收和运送	126
三、糖原贮量随进食周期波动	127
四、血糖水平相对恒定	127
<b>第二节 糖的分解代谢</b>	128
一、有氧氧化途径	128
二、糖酵解	131
三、磷酸戊糖途径是葡萄糖分解代谢的支路	132
<b>第三节 糖异生</b>	133
一、通过糖异生途径重新合成葡萄糖	133
二、糖异生是糖酵解的相反过程	133
三、糖异生是补充血糖的重要途径	134
四、糖异生的调节	134
<b>第四节 糖原代谢</b>	135
一、糖原合成	135
二、糖原分解	136

三、调节	137
<b>第十二章 脂代谢</b>	138
第一节 脂质的动态平衡	138
一、脂质的贮量大代谢率低	138
二、脂质乳化成微团被消化吸收	138
三、脂库脂的贮存与动用	140
四、血浆脂蛋白是脂的运送形式	140
第二节 三酰甘油的代谢	145
一、分解代谢	145
二、合成代谢	149
三、脂酸与三酰甘油代谢的调节	153
第三节 类脂代谢	155
一、磷脂代谢	155
二、胆固醇代谢	159
<b>第十三章 氨基酸代谢</b>	160
第一节 氨基酸的动态平衡	160
一、氨基酸代谢池的容量小更新快	160
二、氨基酸的来源和去路	160
三、血浆氨基酸是氨基酸及氨的转运形式	161
第二节 氨基酸的营养必需性	162
一、蛋白质的营养价值	162
二、氮平衡描述氨基酸的收支关系	162
三、蛋白质需要量	162
第三节 氨基酸的分解代谢	163
一、氨基酸脱氨进入分解代谢	163
二、氨基酸以不同方式脱氨	163
三、氨的代谢	166
四、 $\alpha$ -酮酸的代谢	168
五、一些氨基酸分解提供一碳单位	169
第四节 非必需氨基酸合成	170
第五节 血红素代谢	171
一、血红素是血红素蛋白辅基	171
二、用甘氨酸、琥珀酰辅酶A和 $Fe^{2+}$ 合成血红素	171
三、血红素分解产生胆色素	172
<b>第十四章 核苷酸代谢</b>	175
第一节 概述	175
一、核苷酸有多种功能	175
二、核苷酸没有供能意义	175
三、核苷酸没有营养必需性	175
第二节 合成代谢	176
一、从头合成途径	176

二、补救途径·····	182
三、核苷酸合成的调节·····	182
第三节 分解代谢·····	184
一、嘌呤核苷酸的分解代谢·····	184
二、嘧啶核苷酸的分解代谢·····	185
<b>第十五章 遗传信息传递概论</b> ·····	187
第一节 DNA是遗传物质·····	187
一、遗传信息是决定生物表型的密码指令·····	187
二、遗传物质必备的条件·····	187
三、DNA是遗传物质·····	187
四、基因是DNA的功能单位·····	188
第二节 遗传信息传递的方向·····	188
一、中心法则描述遗传信息的传递方向·····	188
二、DNA通过信使指导蛋白质合成·····	189
第三节 遗传信息传递的机制·····	189
一、遗传信息传递是模板指导合成·····	189
二、遗传信息传递必需保真·····	190
三、遗传信息传递受到严格的调控·····	190
四、进化了复杂的基因复制和表达操作系统·····	190
五、信息分子合成都经过起始、延长、终止三个阶段·····	190
<b>第十六章 DNA复制</b> ·····	192
第一节 复制机理·····	192
一、DNA复制是半保留的·····	192
二、复制始于特定起点·····	192
三、复制是双向的,链聚合是单向的·····	192
四、半不连续复制使DNA两条链得以同向成长·····	193
五、DNA复制中的拓扑学问题·····	193
第二节 DNA复制酶类与蛋白因子·····	193
一、DNA聚合酶催化5'-3'聚合反应·····	194
二、引物酶催化RNA引物合成·····	195
三、DNA连接酶催化切口连接·····	195
四、解链酶催化双螺旋解链·····	196
五、拓扑异构酶改变DNA双螺旋绕数·····	196
六、单链DNA结合蛋白稳定单链结构·····	196
第三节 原核生物DNA复制·····	197
一、引发·····	197
二、链的合成·····	197
三、终止·····	188
第四节 真核生物DNA复制·····	198
一、真核生物DNA采用多起点复制·····	199
二、真核生物DNA在S期复制·····	199
三、真核生物有多种DNA聚合酶·····	199

四、真核生物DNA复制的引物长冈崎片段短	199
五、真核生物DNA复制与染色体蛋白合成同步	199
第五节 DNA复制的保真度	199
一、原核DNA聚合酶的3'→5'外切活性有校对功能	199
二、用RNA作引物也有保真意义	200
三、不用3'→5'方向聚合反应有利校正差错	200
第六节 DNA复制的调控	200
<b>第十七章 转录</b>	201
第一节 转录机理	201
一、转录结构基因的有意义链	201
二、转录单位有特定的起止点	201
三、转录不需要引物和解链解旋系统	202
四、稳定RNA都需要转录后加工	202
第二节 RNA聚合酶	202
一、原核生物只有一种RNA聚合酶	202
二、真核生物有多种RNA聚合酶和转录因子	202
第三节 原核生物转录	203
一、起始	203
二、延长	204
三、终止	205
四、调控	205
第四节 真核生物转录	207
一、真核生物转录与原核生物转录比较	207
二、真核生物转录的调控	208
第五节 转录后加工	209
一、原核生物转录后加工	209
二、真核生物转录后加工	209
<b>第十八章 翻译</b>	213
第一节 概述	213
一、翻译比复制转录都复杂	213
二、参与翻译的生物分子不下200种	213
第二节 遗传密码	215
一、遗传密码是记载在DNA序列中的遗传信息	215
二、遗传密码的特性	215
第三节 氨基酰tRNA合成	216
一、合成蛋白质以氨基酰tRNA为氨基酸供体	216
二、氨基酰tRNA连接酶催化二步反应	216
第四节 原核生物蛋白质合成	217
一、起始	217
二、延长	219
三、终止	220
第五节 真核生物蛋白质合成	220

一、真核生物与原核生物翻译的比较	220
二、真核生物翻译的调控	220
第六节 翻译后加工	222
一、肽链折叠	222
二、主链剪切	222
三、二硫键形成	222
四、侧链修饰	222
五、非肽链成分的结合	222
六、亚基缔合	223
第七节 蛋白质合成抑制物	223
一、抗生素类蛋白质合成抑制物	223
二、蛋白类翻译抑制物	223
<b>第十九章 修复、突变、重组</b>	225
第一节 概述	225
一、修复、突变、重组与遗传、变异	225
二、修复、突变、重组三者密切相关	225
第二节 DNA修复	225
一、修复是必不可少的	225
二、概念类型与机理	225
第三节 突变	227
一、概念与类型	227
二、突变机理	229
三、突变的意义与危害	231
第四节 重组	231
一、概念与类型	231
二、意义与效应	233
<b>第二十章 基因工程简介</b>	235
第一节 前言	235
一、基因工程是体外DNA重组技术	235
二、基因工程改变生物遗传性状	235
三、基因工程的基本程序	236
第二节 基因工程的基本操作	236
一、制取目的DNA	236
二、选用适当的运载体	237
三、体外重组	237
四、引入细胞	240
五、筛选	240
第三节 应用	241
一、基因工程掀起了新的技术革命	241
二、基因工程是生命科学研究的重要工具	241
三、基因工程在医学中的应用	241
<b>第二十一章 水</b>	244

第一节 水是生物体最重要的无机成分 .....	244
一、水是构成细胞内外液的主要部分 .....	244
二、水是生命的介质 .....	244
第二节 水的生物学重要性基于它的极性 .....	245
一、水是偶极分子 .....	245
二、水分子借氢键形成有序的高分子结构 .....	245
第三节 水的溶剂性质 .....	246
一、离子或偶极子型溶质-水系统 .....	246
二、双溶性分子-水系统 .....	246
三、非极性分子-水系统 .....	246
四、生物大分子-水系统 .....	246
第四节 水的平衡与渗透效应 .....	246
一、水的摄入量与排出量保持平衡 .....	247
二、各部分体液间保持水的平衡 .....	247
三、渗透效应是影响体液平衡的重要因素 .....	247
第五节 酸碱平衡与缓冲效应 .....	249
一、酸碱的获得量与排出量保持平衡 .....	250
二、缓冲效应遏制酸碱改变体液的pH值 .....	250
三、共轭酸碱构成缓冲体系 .....	251
四、重要的生物缓冲对 .....	253
<b>第二十二章 无机盐</b> .....	254
第一节 概述 .....	254
一、无机盐泛指水以外的无机成分 .....	254
二、无机生物元素的存在形式不一, 功能各异 .....	254
三、必须保持无机生物元素的代谢平衡 .....	254
第二节 钙磷镁代谢 .....	255
一、分布、吸收、排出 .....	255
二、功能 .....	256
三、动态平衡及其调控 .....	257
第三节 钾钠氯代谢 .....	259
一、分布、吸收、排出 .....	259
二、功能 .....	259
三、钾钠氯平衡的调节 .....	260
第四节 微量元素 .....	261
一、铁 .....	261
二、锌 .....	261
三、铜 .....	262
四、氟 .....	262
五、碘 .....	262
六、硒 .....	263
七、其他微量元素 .....	263
附录 .....	265



# 第一章 生物分子概论

## 第一节 概 述

生命，是自然界在演化发展中出现的特殊物质形态，生命物质具有特殊的组成、结构和属性。

### 一、生物分子是生物特有的有机化合物

生物分子 (biomolecule) 泛指生物体系特有的各类分子，它们都属于所谓的有机化合物 (organic compound)。典型的细胞含有  $10^4$ — $10^5$  种生物分子，其中将近半数是分子量不超过几百的生物小分子，其余则是生物小分子的多聚物，分子量很大，一般在  $10^4$  以上，有的高达  $10^{12}$ ，因而称为生物大分子 (biomacromolecule)。构成生物大分子的小分子单元，称为构件 (building block)。氨基酸、核苷酸和单糖分别是组成蛋白质、核酸和多糖的构件。

### 二、生物分子具有复杂有序的结构

所有的生命过程都以生物分子一定的结构为基础。种类繁多的生物分子都有各自复杂的结构。尤其是生物大分子，它们的分子量都很高，构件的种类多，数量大，排列顺序千变万化，这就决定了生物大分子结构的复杂性。估计生物世界仅蛋白质就有  $10^{10}$ — $10^{12}$  种。

生物结构既复杂又有序，任何生物分子，都以一定的有序性(组织性)存在于生命体系中。

### 三、生物结构具有特殊的层次

生物用少数几种生物元素 (C、H、O、N、S、P) 构成小分子构件，如 20 种氨基酸、几种核苷酸及十几种单糖等；再用简单的构件分子构成复杂多样的生物大分子；由生物大分子构成超分子集合体 (supermolecule aggregate)；进而形成细胞器、细胞、组织、器官、系

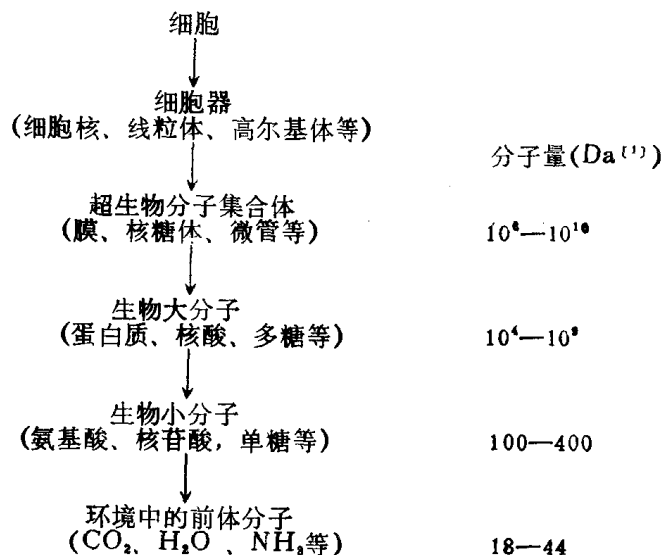


图 1-1 生物分子的层次

注：〔1〕在国际计量制中用Dalton(缩写Da)表示原子质量单位，将 $^{12}\text{C}$ 原子量的 $1/12$ 称为1Da。1 Da =  $1.6605655 \times 10^{-27}$  kg。生化中常用Kd和Md，1 Kd(kilodalton) =  $10^3$ Da，1 Md(megadalton) =  $10^6$ Da。