



“十一五”国家重点图书出版规划项目

10000个 科学难题

10000 Selected Problems in Sciences

生物学卷

Biology

“10000个科学难题”生物学编委会

“十一五”国家重点图书出版规划项目

10000 个科学难题

10000 Selected Problems in Sciences

生物学卷

Biology

“10000 个科学难题”生物学编委会

科学出版社

北京

“10000 个科学难题” 征集活动领导小组名单

组 长 陈 希 刘燕华 李静海 孙家广

副组长 倪维斗

成 员 (以姓氏拼音为序)

冯记春 韩 宇 马 扬 孟宪平 王伟中 谢焕忠

杨玉良 叶玉江

“10000 个科学难题” 征集活动领导小组办公室名单

主 任 陈盈晖

成 员 (以姓氏拼音为序)

马晋并 吴晓东 鄢德平 朱蔚彤 朱小萍

“10000 个科学难题” 征集活动专家指导委员会名单

主 任 倪维斗 赵沁平

副主任 李家洋 赵忠贤 孙鸿烈

委 员 (以姓氏拼音为序)

白以龙	陈洪渊	陈佳洱	程国栋	崔尔杰	冯守华
冯宗炜	符淙斌	葛墨林	郝吉明	贺福初	贺贤土
黄荣辉	金鉴明	李 灿	李培根	林国强	林其谁
刘嘉麒	马宗晋	欧阳自远	强伯勤	田中群	汪品先
王 浩	王静康	王占国	王众托	吴常信	吴良镛
夏建白	项海帆	徐建中	杨 乐	张继平	张亚平
张 泽	郑南宁	郑树森	钟 掘	周炳琨	周秀骥
朱作言	左铁镛				

“10000 个科学难题” 生物学编委会名单

主 任 朱作言

副主任 武维华 陈晓亚 孟安明 赵国屏

编 委 (以姓氏拼音为序)

安黎哲	曹竹安	陈 坚	陈 霖	陈 俭	陈润生
程和平	杜昱光	段树民	范 明	方荣祥	高 福
高光侠	葛 颂	何大澄	洪德元	黄 力	计 翔
金 城	匡廷云	来鲁华	雷红星	李 林	李 蓬
林其谁	林章凜	刘国松	刘海燕	卢从明	马克平
马延和	欧阳平凯	裴 钢	饶 毅	施一公	孙江华
孙青原	孙中生	王克夷	王 宪	魏辅文	魏江春
魏丽萍	徐 星	薛红卫	薛勇彪	杨 定	杨维才
查锡良	张大勇	张克勤	张 旭	张亚平	赵进东
郑光美	周 琪	周开亚	朱玉贤		

《10000 个科学难题》序

爱因斯坦曾经说过“提出一个问题往往比解决一个问题更为重要”。在许多科学家眼里，科学难题正是科学进步的阶梯。1900年8月德国著名数学家希尔伯特在巴黎召开的国际数学家大会上提出了23个数学难题。在过去的100多年里，希尔伯特的23个问题激发了众多数学家的热情，引导了数学研究的方向，对数学发展产生的影响难以估量。

其后，许多自然科学领域的科学家们陆续提出了各自学科的科学难题。2000年初，美国克雷数学研究所选定了7个“千禧年大奖问题”，并设立基金，推动解决这几个对数学发展具有重大意义的难题。几年前，中国科学院编辑出版了《21世纪100个交叉科学难题》，在宇宙起源、物质结构、生命起源和智力起源四大探索方向上提出和整理了100个科学难题，吸引了不少人的关注。

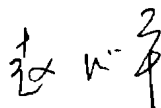
科学发展的动力来自两个方面，一是社会发展的需求，另一个就是人类探索未知世界的激情。随着一个又一个科学难题的解决，科学技术不断登上新的台阶，推动着人类社会的发展。与此同时，新的科学难题也如沐雨春笋，不断从新的土壤破土而出。一个公认的科学难题本身就是科学研究的结果，同时也是开启新未知大门的密码。

《国家中长期科学和技术发展规划纲要》提出建设创新型国家的战略目标，加强基础研究，鼓励原始创新是必由之路。为了引导科学家们从源头上解决科学问题，激励青年才俊立志基础科学研究，教育部、科学技术部、中国科学院和国家自然科学基金委员会决定联合开展“10000个科学难题”征集活动，系统归纳、整理和汇集目前尚未解决的科学难题。根据活动的总体安排，首先在数学、物理学和化学三个学科试行，并根据试行的情况和积累的经验，陆续启动天文学、地球科学、生物学、农学、医学和信息科学等学科领域的难题征集活动。

征集活动成立了领导小组、领导小组办公室，以及由国内著名专家组成的专家指导委员会和编辑委员会。领导小组办公室公开面向高等学校、科研院所、学术机构以及全社会征集科学难题；编辑委员会讨论、提出和组织撰写骨干问题，并对征集到的科学问题进行严格遴选；领导小组和专家指导委员会最后进行审核并出版《10000个科学难题》系列丛书。这些难题汇集了科学家们的知识和智慧，凝聚了参与编写的科技工作者的心血，也体现了他们的学术风尚和科学责任。

开展“10000 个科学难题”征集活动是一次大规模的科学问题梳理工作，把尚未解决的科学难题分学科整理汇集起来，呈现在人们面前，有利于加强对基础科学研究的引导，有利于激发我国科技人员，特别是广大博士、硕士研究生探索未知、摘取科学明珠的激情，而这正是我国目前基础科学研究所需要的。此外，深入浅出地宣传这些科学难题的由来和已有过的解决尝试，也是一种科学普及活动，有利于引导我国青少年从小树立献身科学、做出重大科学贡献的理想。

分学科大规模开展“10000 个科学难题”征集活动在我国还是第一次，难免存在疏漏和不足，希望广大科技工作者和社会各界继续支持这项工作，更希望我国专家学者，特别是青年科研人员持之以恒地解决这些科学难题，开启未知的大门，将这些科学明珠摘取到我国科学家手中。



2008 年 12 月

前 言

为了引导科学家们从源头上研究科学问题，激励青年才俊立志基础科学研究，教育部、科技部、中国科学院、国家自然科学基金委员会四部门于2007年联合发起了“10000个科学难题”的征集活动，归纳、整理和编辑目前尚未解决的科学难题。这项工作对于推动我国的科学技术创新和持续发展是很重要的。

作为第二批启动的卷册之一，生物学卷编委会于2009年2月开始按7个学科领域组织难题征集工作。根据国务院学位委员会办公室学科分类办法，征集的领域不涵盖农学和医学的基础内容。生物学卷编委会包括了我国生物学界许多专家学者，他们多数正当壮年，在各自的研究领域有丰富经验和杰出成果，并在我国学术界享有很高的知名度。经过广泛征集和定向约稿，共征集到400多个生物学难题。通过各学科领域专家的认真审议和严格遴选，从中甄选了194个难题。难题的作者们编写认真，编委会对难题文稿审读和修改认真，大家共同努力完成了本书的文稿。所以，这些难题汇集了科学家们的集体智慧，凝聚了参与编写的科技工作者的心血，也体现了他们的学术风范和对科学事业的责任心。本书的最后完成离不开“10000个科学难题”征集活动领导小组成员在指导难题征集工作上的总体把握，以及编委会秘书处等支撑机构工作人员在组织协调方面大量的辛勤付出。

这次开展生物学难题征集工作也是对生物学科学问题认识的一次梳理。把尚未解决的科学难题分学科整理汇集起来有利于推动基础科学研究。其次，对这些科学难题的整理将在提高我国科学研究创新能力方面发挥某种导向作用，有利于激励科技人员，特别是包括广大博士后、博士研究生在内的青年科技工作人员献身科学、探索未知、攻克难题、撷取科学皇冠的明珠；深入浅出地解读这些难题将对普及科学知识、激发青少年热爱科学的兴趣、培养探索未知世界的好奇心发挥积极作用。

作为编委会的一员，我深知“10000个科学难题”意义重大，生物学领域所包括的内容广泛。科学问题，尤其是尚未解决的科学问题往往存在更多不同的观点和争议。在编撰本书的过程中，编委会秉承严谨的科学态度，尽可能遴选各学科领域具有重要意义的科学难题。我们也注意到，因为种种原因，一些重要领域的知名生物学家尚未能参与赐稿，因而还有不少重要生物学难题没有收集进来，挂一漏万在所难免。同时，科学技术不断发展，人们的认识不断深化，对书中的某些观点持有

异议在意料之中。我们欢迎批评，并将在以后的版本中改进。

最后，我们感谢热心撰写难题的学者们，感谢从事具体组织和支撑工作的教育部科技委、中国科学院生命科学与生物技术局和动物研究所的同志们，感谢科学出版社的大力支持！你们的帮助使得本书能够顺利出版。如果本书的出版能够基本符合“10000个科学难题”的总体设计要求，能对读者起到微薄的作用，便是我们极大的欣慰。

朱作言

2010年10月

目 录

《10000 个科学难题》序

前言

动物、植物、微生物生物学

蜉蝣是不是最早分化的有翅昆虫?	周长发 (3)
昆虫的翅及飞行能力从何而来?	周长发 (6)
深部地下生物圈有多大?	戴 欣 (9)
环境微生物群落中的基因交流.....	余群新 (12)
耐辐射球菌何以能够耐受高剂量辐射?	华跃进 陆辉明 (15)
为什么不同种类植物的叶片排列顺序不同?	李颖章 (19)
为什么植物根会向地性生长?	李颖章 (22)
为什么生长素在体细胞胚胎发生中有不同功能?	李颖章 (25)
为什么有些植物必须经过一段时间低温后才能开花?	韩玉珍 (28)
为什么植物的花粉管能准确地进入胚囊?	韩玉珍 (31)
有花植物双受精过程中配子融合是随机的吗?	韩玉珍 (34)
动物的种间自然杂交是否为新物种形成的动力之一?	刘星月 杨 定 (36)
昆虫的祖先是谁? 它们有翅吗?	张魁艳 杨 定 (39)
昆虫是“飞翔的甲壳类”吗?	孙红英 周开亚 (42)
蛇类起源之谜.....	严 洁 周开亚 (46)
植物的衰老及其调控.....	蒯本科 (49)
光合作用放氧之谜.....	卢从明 (52)
为何植物叶片表现出五颜六色?	卢从明 (56)
为什么豆科植物能够进行共生固氮作用?	罗 利 (61)
真菌的祖先是谁?	莫明和 张克勤 (64)
人造化合物微生物降解途径是如何形成和演化的?	刘双江 (69)
极端嗜热微生物如何适应高温生长环境?	郭 莉 黄 力 (73)

卵胎生和温度性别决定在爬行动物中是否具有进化兼容性? 计 翔 丁国骅 (76)

生命起源与演化生物学, 生物多样性与系统生物学, 生态学

地球上出现过多少种生物? 梁爱萍 (83)

特有种的形成原因及其生物地理学意义 薛大勇 李 静 (87)

生物多样性与生态系统功能的关系 张全国 张大勇 (90)

生物多样性的维持机制 张全国 张大勇 (93)

互利共生关系的维持 张全国 张大勇 (96)

合作行为的进化 王世畅 陶 毅 (99)

鸟类的起源与早期演化 张福成 郑光美 (102)

鸟类是否具有语言? 雷富民 邢晓莹 (105)

鸟类的迁徙和定向之谜 孙悦华 (108)

甲螨在土壤生态系统环境中的作用 陈 军 (112)

昆虫的变态发育 冯启理 (115)

蝙蝠是如何进化出飞行能力的? 李 明 刘志瑾 (119)

基因组的进化与人类起源 宿 兵 (122)

动物的配偶选择与婚配制度 张正旺 (125)

哺乳动物扩散之谜 胡义波 魏辅文 (128)

动物种群数量的调节之谜 王德华 (131)

生物的体型为什么有如此深远的影响? 王德华 (135)

鱼类的洄游和定向机理 张春光 (139)

熊猫的“伪拇指”是如何进化形成的? 吴 琦 魏辅文 (142)

遗传、细胞及发育生物学

为什么地球上所有生物都用同一套遗传密码? 于 军 (147)

克隆动物安全吗? 周 琪 (151)

转基因动植物安全吗? 周 琪 (154)

衰老是受遗传控制的吗? 王友亮 杨 晓 (157)

人类性别是如何决定的? 周荣家 (161)

获得性遗传是否存在? 滕花景 孙中生 (165)

人类的左利手(左撇子)是如何遗传的? 王杰思 孙中生 (168)

生物节律对动植物生长和人类疾病的影响是什么? 王秀杰 (170)

某些动物性别转换是如何发生的?	周荣家 (172)
动物胚胎形态素的浓度梯度是如何建立和应答的?	黄 勳 (176)
子宫是完成胎儿发育所必需的环境吗?	杨增明 (179)
为什么有的哺乳动物胚胎延迟着床?	王海滨 段恩奎 (184)
动物器官形态和大小是如何控制的?	张 建 (188)
两栖类动物肢体再生的位置信息是什么?	孟安明 (191)
为什么肝脏能够再生?	罗凌飞 (194)
原始生殖细胞是如何产生的?	陶庆华 (197)
卵泡的形成与发育是如何调节的?	夏国良 毛冠平 王建为 (201)
哺乳动物受精时为什么只有一个精子穿入卵子?	孙青原 (206)
受精前有精子之间的竞争、精子选择和卵子对精子的吸引吗?	孙青原 (209)
人造生殖细胞可能吗?	吴 际 罗华程 周 励 (214)
人类单性生殖有可能吗?	孙青原 (218)
生殖隔离的分子遗传机理是什么?	刘耀光 (221)
植物有性生殖与无性生殖是如何起源和进化的?	山红艳 孔宏智 (225)
干细胞是治疗多种疾病的新希望吗?	周 琪 (228)
一个细胞如何分裂出两个不同的后代细胞 (不对称分裂)?	何大澄 (231)
细胞核的高度有序组构与基因组的功能是怎样的关系?	方玉达 (236)
细胞有丝分裂后期所有成对染色单体同时分离的信号如何传递?	何大澄 张 培 (239)
细胞中各种物质精确有序转运的分子机制是什么?	刘佳佳 (244)
植物的细胞壁是怎样形成的?	李来庚 (247)
植物对病原菌的先天免疫机制是什么?	何祖华 (251)
作物驯化的靶标与生理基础是什么?	何祖华 (254)
多倍化在植物物种形成中的作用是什么?	孔宏智 (257)
植物激素作用的分子机理是什么?	李传友 (260)
作物杂种优势遗传的分子基础是什么?	黄继荣 (263)

生物化学、生物物理学、分子生物学、计算生物学与生物信息学

DNA 为什么在一个细胞周期内只复制一次?	孔道春 (269)
DNA 构象如何影响基因的表达?	魏文胜 朱玉贤 (273)

动植物体内的生物钟是怎样形成的? 秦咏梅 郭红卫 (276)

复杂的人类转录组 李炯棠 魏丽萍 (280)

成瘾为什么常常难以彻底戒断? 李川昀 魏丽萍 (283)

智力与行为演化的分子机理 黄 岳 魏丽萍 (286)

怎样利用计算机模拟来了解动物感觉系统的计算机制? 陶乐天 (288)

神经退行性疾病中淀粉样物质积聚的机理是怎样的? 雷红星 (291)

蛋白质三维结构和功能是如何演化的? 刘海燕 (294)

蛋白质的动态性与其功能有什么内在关系? 胡红雨 (297)

胆固醇在细胞内是如何运输的? 王 江 宋保亮 (300)

核酸是唯一的遗传物质吗? 周 波 周金秋 (303)

为什么有的酶催化反应的最适温度很高而有的却很低? 林其谁 (307)

为什么有的病毒不致病? 刘 舟 周雪平 (309)

什么是非编码 RNA? 陈润生 (313)

测序技术还能走多远? 吴 涛 陈润生 (318)

如何才能制造出人造细胞? 程和平 (321)

细胞如何对代谢过程进行集成管理? 卢 山 陈晓亚 (325)

糖复合物中聚糖蕴藏着大量的生物信息吗? 查锡良 (330)

如何做到实时可视化检测细胞内 ROS? 程和平 侯婷婷 (333)

蛋白质结构预测为何仍难尽人意? 蒋太交 (337)

基因调控网络如何应对噪声? 侯中怀 (340)

如何通过网络模型构建实现复杂表型的可预测性和可控制性? 韩敬东 (343)

同卵双生表型差异的分子遗传基础是什么? 于 军 (346)

活细胞内的酶活力能实时跟踪吗? 林其谁 (348)

核基因组与核外基因组是如何协调的? 林其谁 (350)

怎样才能让植物合成我们想要的化合物? 卢 山 陈晓亚 (353)

蛋白质是如何通过别构效应来传导信号的? 戚逸飞 来鲁华 (357)

线粒体进化过程中为何选择性保留少部分线粒体自身基因? 陈 俭 (360)

细胞自吞与细胞内的垃圾处理和回收系统 陈 俭 (362)

生理学、免疫生物学

正常细胞如何转变成肿瘤细胞以及肿瘤细胞如何逃脱机体的
免疫监控? 陈吉龙 (367)

宿主细胞如何识别病毒并产生 I 型干扰素来抗病毒? 病毒又如何 破坏宿主的干扰素反应?	程根宏 (370)
激活原生肿瘤内的免疫活性能否用来治疗转移的肿瘤?	付阳心 (372)
免疫系统为什么只对极少数蛋白质抗原序列产生强烈应答 (免疫优势)?	高 斌 刘长振 (375)
“坏基因” <i>HLA-B27</i> 怎样促使强直性脊柱炎发生?	高 斌 刘长振 (377)
通用流感疫苗为什么难制备? 人类能有一针有效流感疫苗吗?	高 福 刘文波 刘 翟 (380)
受精卵为什么会在母亲子宫着床而孩子长大后又可能不能移植 母亲器官呢? 免疫排斥是怎么回事?	高 福 孙业平 (383)
如何利用宿主限制因子防治病毒感染	高光侠 (386)
肥胖是如何引起糖尿病等其他代谢性疾病的?	李 蓬 徐 俐 (388)
人体为什么要储存脂肪? 人为什么会发胖?	李 蓬 徐 俐 (391)
胰岛素如何促进葡萄糖的转运?	李 蓬 徐 俐 (393)
人体有褐色脂肪组织吗?	李 蓬 徐 俐 (397)
如何通过免疫干预防止“休眠”的肿瘤细胞被激活	孟颂东 (400)
免疫细胞进出肿瘤细胞现象的确切生物学意义和机制是什么?	时玉舫 (403)
通过免疫受体编辑研究是否可以验证存在“反向中心法则”的可能性?	王小宁 (405)
人免疫缺陷病毒 (HIV) 感染为什么会致艾滋病?	张立国 (408)
调节性 T 细胞抑制机制	周旭宇 (411)
Ca^{2+} 浓度增加的不同生物学功能是如何实现的?	朱玲玲 范 明 (413)
动物体内时间节律的调控网络是怎样的	朱玲玲 范 明 (416)
生理性低氧的规律与意义	朱玲玲 范 明 (420)
细胞信号转导网络的稳态平衡机制	朱玲玲 范 明 (422)
衰老的本质	赵永崎 范 明 (425)
亚健康的科学内涵	赵永崎 范 明 (428)
人类是否存在外激素	赵永崎 范 明 (431)
睡眠的意义与机制是什么	赵永崎 范 明 (434)
人工舱室环境耐受能力的生理学基础和生物学指标	李京宝 商 澎 (436)
人类对极端自然环境的耐受能力的机制	田宗成 张 蓉 商 澎 (439)

神经生物学、生理心理学、认知与行为学

脑发育中神经元如何迁移到达特定部位	赵文龙 袁小兵 (445)
脑血管网络是如何形成的	杜久林 (448)

幼态持续现象在人类进化中的作用 … Mehmet Somel 唐 麟 Philipp Khaitovich	(451)
如何调控受体和离子通道在细胞膜上的数量和精确定位 … 鲍 岚 罗建红	(457)
解析神经元离子通道的结构与功能 ……………	徐天乐 (460)
动作电位的爆发和传播机制是什么 ……………	舒友生 (463)
神经系统信号传导的精确性和特异性是如何形成的? ……………	丁 梅 (466)
神经信息如何编码 ……………	胡三觉 刘一辉 (469)
胶质细胞的功能是什么? ……………	饶志仁 (474)
长期记忆的机制或物质基础是什么? ……………	陆 巍 (480)
睡眠之谜 ……………	黄志力 徐昕红 (483)
语言与脑是如何进化的 …………… 彭聘龄 卢春明 丁国盛 刘 丽	(487)
人类怎样调控自己的情绪 ……………	黄宇霞 罗跃嘉 (491)
我们如何进行决策? ……………	张 柯 郭爱克 (495)
意识和智慧的生物学基础 ……………	贺 永 罗跃嘉 (501)
揭示智力障碍的分子遗传学基础 …………… 姚爱玉 陶 炯	张永清 (505)
抑郁症和精神分裂症是怎样发生的? ……………	李 涛 张 岱 (509)
老年性痴呆是如何发生的? ……………	钟春玖 (513)
帕金森病是怎样发生的 …………… 杨乔乔 镇学初	周嘉伟 (517)
为什么会发生肌萎缩侧索硬化病 ……………	齐 新 崔丽英 (521)
癫痫的发生机理 ……………	陈 忠 (524)
脑缺血神经元死亡的发生和防治 ……………	高天明 (528)
干细胞诱导分化与神经组织修复和再生 …………… 刘 勇	焦建伟 (531)
如何使中枢神经再生 ……………	何 成 (535)
如何促进周围神经再生 ……………	顾晓松 (538)
为什么会发生药物成瘾? ……………	崔彩莲 陆 林 (541)
为什么会发生慢性疼痛? ……………	张 旭 (544)
揭示针刺麻醉与针刺镇痛的机理 ……………	万 有 (547)
神经甾体在脑内有何作用? ……………	董 毅 郑 平 (550)
神经毒素的秘密 …………… 刘志睿 姜 峰 陶 杰 翁春春	吉永华 (553)
能否用疫苗治疗慢性脑病 ……………	孙长凯 肖保国 (558)
如何进行脑功能的活体检查 ……………	魏晓菲 王立平 (563)
通过植入脑内的集成电路芯片控制神经活动 ……………	苏学成 杨俊卿 (566)

生物技术科学

糖可作为免疫调节剂或作为抗原, 其调节免疫及抗原活性的 根本区别为何? ……………	王克夷 杜昱光 (573)
--	---------------

生物大分子基本结构单元的手性由来	王克夷 杜昱光 (577)
小小的唾液酸中蕴藏着多大的奥秘?	王克夷 (581)
为何细胞中蛋白质的 O-糖基化及 N-糖基化过程中存在着明显的差异?	王克夷 杜昱光 (588)
糖蛋白中的糖链代谢及结构异常与疾病形成	王克夷 杜昱光 (592)
吸引人的微藻“油井”	欧阳平凯 (596)
“吃干榨尽”低劣生物质.....	欧阳平凯 (598)
微生物合成的聚合物——应用生物材料	陈国强 (600)
活性污泥和高效降解微生物在处理废水中的应用及问题	沈树宝 (607)
发酵生物制氢与微生物电解池制氢	邢新会 张 翀 (611)
产烃产油微生物——21 世纪生物能源的曙光	李元广 范建华 (614)
未培养微生物资源的认识及开发利用	周 成 马延和 (620)
微生物细胞网络的重构	孙际宾 (623)
可移动遗传元件在微生物适应和演化中的功能	李 寅 朱林江 (627)
酶的高通量筛选	林章凜 (631)
酶的分子改造和化学修饰	林章凜 (634)
纤维素高效降解酶系与菌种	林章凜 (637)
微生物跨膜物质运输——机理与调控	林章凜 (640)
生物炼制中五碳糖的高效利用问题	林章凜 (645)
细菌之间有交流吗(群体效应)?	林章凜 (650)
低温产甲烷菌为何耐寒?	陈紫鹃 东秀珠 (653)
抗逆微生物的开发	董志扬 东秀珠 (656)
环境微生物菌群表征	宋 磊 东秀珠 (658)
益生菌:科学还是伪科学?	陈 坚 张 娟 (661)
现代生物技术在环境治理中将扮演什么角色?	陈 坚 (668)
诠释生命与重塑生命:系统生物学和合成生物学横空出世	傅鹏程 (676)
木质纤维素资源高效生物转化的难点与问题在哪里? ——植物 细胞壁的抗微生物降解屏障	王禄山 曲音波 (682)
编后记.....	(687)

动物、植物、微生物生物学

