

解
读

『973』系列丛书之一

发现

求索

『首席』面对面

● 课题组里的年轻人

● 走进实验室



科学技术文献出版

解·读『973』系列丛书之一

发现

求索

与『首席』面对面
· 课题组里的年轻人
· 走进实验室



序

为了进一步落实科教兴国战略和可持续发展战略,根据1997年国家科技领导小组第三次会议精神,科技部于1998年正式启动了国家重点基础研究发展计划,即973计划。其战略定位是:根据我国经济、社会、科技发展的宏伟目标和任务,围绕国家战略需求,重点解决农业、能源、信息、资源环境、人口与健康以及材料等领域中的重大科学问题,为国民经济和社会可持续发展提供科学基础和源头创新。1998—2005年,973计划先后部署了244个项目,国家财政投入52亿元。

目前,973计划已对1998年和1999年立项的49个项目进行了结题验收。973计划的实施,振奋了我国科技界的创新精神,激发了科学家服务于国家目标的主动意识,增强了科技界的凝聚力和攀登科学高峰的信心。

《发现·求索》丛书分为两个系列,分别将《科技日报》基础研究专栏“发现·求索”中关于973计划项目和国家重点实验室的报道汇编成书,《发现·求索——解读“973”系列丛书之一》收录了其中40个973计划项目的相关报道。

这本书将通过“与首席面对面”、“课题组里的年轻人”、“走进实验室”等不同角度,全面解读973计划的每一个项目。在这里,可以与首席科学家直接对话,探讨重大科学问题;可以走进实验室,领略科技的神奇;可以与科技人员促膝而谈,倾听他们的酸甜苦辣……

我们衷心希望通过这本书,您能够更多地了解“973”,更多地了解科学家的精神风貌,更多地关注我国基础科研每一个前进的脚步……

程济培

科学技术部副部长

农业篇

光合作用高效光能转化机理及在农业中的应用

3

- 光合作用的光荣与梦想
- 阳光下的一片绿叶
- 激光里的科学之美

水稻重要性状功能基因组学研究

11

- 叩开水稻品种改良的大门
- “做科研是一件耗脑的事”
- 质谱仪：蛋白质组研究的利器

作物抗逆性与水分、养分高效利用的生理及分子基础

19

- 分子技术打造“全能”作物
- 黄荣峰：十三年科研，十三年追“新”
- 八个网球省十万

农作物资源核心种质构建、重要新基因发掘与有效利用研究

27

- 众里寻它，挑选优等基因
- “能不能不写个人？”
- “二手货”立了大功

土壤质量演变规律与可持续利用

35

- 问诊中国土壤质量与健康
- “导师”比学生年轻
- 土壤的大门从这里打开

海水重要养殖生物病变和抗病能力的基础研究

43

- 农业还可以是蓝色的
- “时间比金钱重要，科研比时间重要”
- 探海寻宝利千秋



能源篇

中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测	53
• 寻找中国能源的接替基地	
• 钟宁宁：五年求证一个数	
• 实验室里，石头变石油	
大幅度提高石油采收率的基础研究	61
• 为了剩余的 67.8%	
• 贾爱林：用两只手摸遍整个山头	
• 油藏模拟：“油田”就在实验室	
煤热解、气化和高温净化过程的基础性研究	69
• 别让能源卡咱脖子	
• 骆仲泱：一手“玩转”俩炉子	
• 中国缺油，从煤上找出路	
燃煤污染防治的基础研究	77
• 脱硫：向燃煤污染要蓝天	
• “创新应该是‘从有到无’”	
• 实验室“身价”几千万	
天然气、煤层气优化利用的催化基础	85
• “选择活化”、“定向转化”使甲烷升值	
• 刘中民：一根烟解决喜怒哀乐	
• 纳米探针：看清原子模样	
高效洁净能源—动力系统及热—功转换过程内部流动的研究	93
• 煤炭联产：把包袱变成财富	
• 黄伟光：科研之外当好“家”	
• 长城脚下的实验室	
我国电力大系统灾变防治和经济运行重大科学问题的研究	101
• 打造电力安全铜墙铁壁	
• 量身定做的首席助理	
• “小”实验室里的“大”电网	

信息篇·····

大规模科学计算研究	111
• 科学计算：第三只眼睛洞察世界	
• “老”组长今年 37	
• 高速运算的黑色“神算子”	
图像、语音、自然语言理解和知识发掘	119
• 在信息的洪流中淘金	
• “联盟”里的三结义	
• 生物护照：照镜子就能通关	
网络环境下海量信息组织与处理的理论方法与研究	127
• 看海量信息“潮起潮落”	
• “闷葫芦”三兄弟	
• 这里直通 IPv6	
新型超高密度、超快速光信息存储与处理的基础研究	135
• 让光盘容量大些，再大些	
• 裴京：科研之外做“红娘”	
• 从专利到标准：通通“中国造”	
数学机械化与自动推理平台	143
• 数学机械化：用电脑解放人脑	
• 李洪波：人生得一良师足矣	
• 体验一把真实的虚拟	
集成微光机电系统研究	151
• 微系统：因小而精彩	
• 李昕欣：说说小系统，夸夸大家庭	
• 见证微米级的精雕细刻	



... 资源环境篇

东、黄海生态系统动力学与生物资源可持续利用	161
• 像耕地一样耕种海洋	
• 赵宪勇：我和我的研究同龄	
• 好一个海上流动实验室	
我国生存环境演变和北方干旱化趋势预测研究	169
• 别让干旱再蔓延	
• 科研不为惊天地	
• 两字之差成就全新理论	
青藏高原形成演化及其环境资源效应	177
• 探秘世界第三极	
• 头顶的雪山百万岁	
• 见微知著：实验室中看冰川	
黄河流域水资源演化规律和可再生性维持机理	185
• 黄河，我们不能吃干喝尽	
• 她，属于空中部队	
• 维系“母亲”的健康	
我国重大气候和天气灾害的形成机理和预测理论研究	193
• 他们给老天爷把脉	
• 气象观测的“双子星”	
• 让理论成果走下高阁	
大陆强震机理与预测	201
• 触摸大地的脉搏	
• 徐锡伟：给地震危险性打分	
• 演绎地下深处的故事	

人口与健康篇...

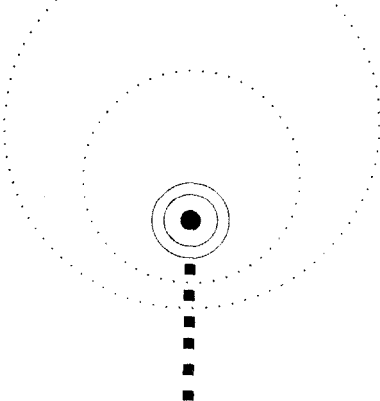


疾病基因组学理论和技术体系的建立	211
• 捕捉人体致病的基因	
• 享受忙碌的乐趣	
• 试管、烧杯中的精彩	
恶性肿瘤发生与发展的基础性研究	219
• “预报”在癌变之前	
• 他“迷”上了肿瘤易感性	
• 激光下的显微切割	
重要疾病创新药物先导结构的发现和优化	227
• “药”从仿制到创新	
• 踢出研究的第一脚	
• 小鼠和石杉碱甲	
脑功能和脑重大疾病的基础研究	235
• 脑研究：沿着“神经”展开	
• 触摸上帝的心脏	
• 搜寻它们的脑电波	
细胞重大生命活动的基础与应用研究	243
• 骨髓移植：用自己的造血干细胞	
• 张传茂：跻身科研“决赛圈”	
• 万中寻一：“筛查”造血干细胞	
严重传染病防治基础研究	251
• 围追堵截传染病	
• 陈红松：回国，毅然决然	
• 实验，由机器人“做主”	
严重创伤早期全身性损害与组织修复的基础研究	259
• “抚平”创伤：分子技术显身手	
• 十年献给“973”	
• 实验室里“感受”冲击波	
方剂关键科学问题的基础研究	267
• 打开中医药治病的“黑箱子”	
• 李澎涛：不做“跟随式”研究	
• 中药不再“粗、大、黑”	



..... 材料篇

新一代钢铁材料的重大基础研究	277
• 突破钢铁的极限 • 惠卫军：科研不是饭碗 • 显微镜下看钢铁	
稀土功能材料的基础研究	285
• 用好手中这捧“土” • 稀罕的土，特别的情 • 流连于稀土磁性世界	
通用高分子材料高性能化的基础研究	293
• 科研与产业握手：让 BOPP 生产线全速运转 • 化学，我选择我喜欢 • 在这里，高分子的秘密一览无余	
纳米材料和纳米结构	303
• 第四次科技浪潮由纳米开始 • 叶长辉：纸上得来终觉浅 • 光学仪器：探究纳米世界乾坤	
光电功能晶体的结构性能、分子设计、微结构设计和制备过程的研究	311
• “种”出美丽晶体 • 晶莹的葡萄 • 实验室里晶体这样长成	
生物医用材料基本科学问题	319
• 中国生物材料：从配角到主角 • 孔德领：韧劲儿、闯劲儿、实在劲儿一样不少 • 关节坏了，拿一个“人造”的换上	
超导科学技术	327
• 超导：21 世纪的战略高技术 • 闻海虎：我们要原创性结果 • “体验”绝对零度	



农业篇

FAXIAN QIUSUO

■ 光合作用高效光能转化机理及在农业中的应用 ■

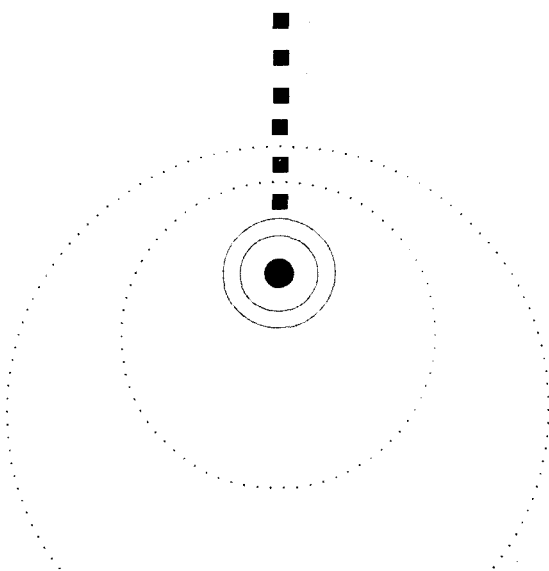
■ 水稻重要性状功能基因组学研究 ■

■ 作物抗逆性与水分、养分高效利用的生理及分子基础 ■

■ 农作物资源核心种质构建、重要新基因发掘与有效利用研究 ■

■ 土壤质量演变规律与可持续利用 ■

■ 海水重要养殖生物病变和抗病能力的基础研究 ■



光合作用高效光能转化机理及在农业中的应用

□ 作者 刘莉 向杰

2004年3月18日出版的《自然》杂志，封面图片是一副晶体结构图，这副“菠菜主要捕光复合物II的晶体结构图”出自973计划中的“光合作用高效光能转化机理及在农业中的应用”项目。

绿色植物的光合作用是地球上最大规模地利用太阳能把二氧化碳和水合成有机物并释放出氧气的过程。它为人类、动植物和大多数微生物的生命活动提供有机物、氧气和能量，没有光合作用，就没有人类社会的生存和持续发展。

“光合作用高效光能转化机理及在农业中的应用”项目目前已经圆满结题。在这期的“发现·求索”中，“光合作用项目”首席科学家匡廷云院士将与您分享她心中关于光合作用的光荣与梦想；课题组中与973项目“一起成长”的年轻人向您敞开他们的“绿色情怀”；还有光物理实验室中“激光里的科学之美”……

FAXIAN QIUSUO

光合作用的光荣与梦想

——访“光合作用高效光能转化机理
及在农业中的应用”项目组



匡廷云：中国科学院院士，973计划
“光合作用高效光能转化机理及在
农业中的应用”项目首席科学家

- 光合作用不仅是生命科学的重大基础理论问题，而且与我们人类当今面临的粮食、能源、资源和环境等问题密切相关。

记者：刘莉 向杰

首席：匡廷云院士

时间：2004年7月5日下午2：30

地点：中国科学院植物所办公室



见到匡院士是在她的办公室里。微红的烫发、银色的项链、灰白点相间的连衣裙……这是“973”首批项目里唯一的“女首席”。接受采访时，时而搬书本，时而翻挂图，她身上所迸发出的激情与活力让我们绝难相信她已经70岁的年龄。

从事了40多年光合作用的研究，她的心中藏着一份关于光合作用的光荣与梦想。让她欣慰的是国家“973”第一批项目的支持让这份光荣有了施展的舞台，让这个梦想有了成真的希望。

记者：匡老师，国际上对光合作用的研究是从什么时候开始？

匡廷云：1772年就发现了植物的光合作用。

记者：200多年了，它仍然是国际上的前沿课题，看来这是个充满魅力的神奇领域了。

匡廷云：是的。英国科学家 Priestley 发现了植物的光合作用。光合作用是地球上最大规模地把太阳光能变成化学能，把水和二氧化碳转化成有机物并放出氧气的过程，是人类、动植物和大多数微生物所需食物、能量和氧气的主要来源。每年通过光合作用产生的生物质能是全球每年耗能的10倍。光合作用不仅是生命科学的重大基础理论问题，而且与我们人类当今面临的粮食、能源、资源和环境等问题密切相关。

在20世纪初，由于量子理论及其相关技术的引进，才使科学家有可能开始研究光合作用的内部机理，了解光合作用高效吸能、传能和转能的微观机理，了解在常温常压下，通过可见光的推动，使水裂解放出氧气的机理。由于光合作用研究在理论和实践上的重要性，许多国家都非常重视光合作用的研究，在光合作用研究的历程中，曾多次获得诺贝尔奖。

记者：所以我们的“973”也有了这一项。

匡廷云：是的，光合作用研究不仅是科学的前沿和重大的科学问题，而且有明确的国家目标，与国家的需求紧密结合在一起。我们的“973”光合作用项目是一项多学科交叉，生物学、物理学、化学和农学的交叉，有机结合开展科学研究的项目，这样大跨度的交叉，在国际上也很少见，具有鲜明的特色。

记者：有多少单位参加了这个项目？

匡廷云：17家，120多位中青年科研骨干。1998年，当我们得知国家要实施“973”项目，支持的力度是建国以来最大的，我们深受鼓舞，积极组织，力争“973”的光荣任务，在立项答辩时还有个小插曲。我们的项目是001号，早上提前一个半小时我们就赶到会场，准备电脑、投影仪。评委们要先开一个小时的碰头会，等我再进会场的时候，发现电脑死机了！这可怎么办，赶紧找毛病。“已经过了5分钟了”周光召院士在台上提醒，没办法，只能临时换成幻灯片，影响了答辩效果，心想这下没希望了。报告结束后，评委们提了很多问题，我回答了45分钟，问题回答得不错，估计又把分给拉上来了。当时压力很大，真的担心因为自己的一点失误，让我们整个学科失去这么好的机会。我们最后的答辩成绩排在了第5。进入了第一批“973”，使我们深感承担这项任务应有强烈的使命感和责任感。

记者：现在第一阶段的工作结题了。5年的工作，有不少的成果，专家的评价也很高。最让您兴奋的是什么成果？

匡廷云：光合膜蛋白晶体结构研究上的突破。

记者：就是3月18日《自然》封面上的那张图吗？

匡廷云：是的，就是这张“菠菜主要捕光复合物2.72埃分辨率的晶体结构”图。在本项目组内，由中科院生物物理所和植物所合作，我们的文章发表以后，国外包括德国马普在内的几个著名实验室正在进行的相同工作就都停止了。因为基础研究只有第一，没有第二。

记者：这张图有什么重要性？

匡廷云：光合膜蛋白LHC II是绿色植物中含量最丰富的主要捕光复合物，由蛋白质分子、叶绿素分子、类胡萝卜素分子和脂类分子所组成的一个复杂分子体系，它们被镶嵌在生物膜中，具有很强的疏水性，难以分离和结晶。测定这样的膜蛋白复合体的晶体结构是国际公认的高难课题。经过多年的研究，从分离纯化、结晶、用X光射线衍射，无数次失败后，最终解析了这块膜蛋白的空间结构，对于理解植物光合作用中所发生的光能吸收和能量传递过程是必不可少的。我们的成功和学科交叉是分不开的，“973”给我们提供了一个机会和高水平学科交叉的平台。

记者：下一步的研究有些什么设想？

匡廷云：我们希望继续通过多学科交叉进行光合作用的微观机理研究，光合膜蛋白的结构与功能研究。因为光合作用光能的吸收、传递和转化是在具有一定的分子排列和空间构象的镶嵌在光合膜中的叶绿素蛋白复合体及其电子传递体中进行的。揭示光合作用高效转能的微观机理，对光合膜蛋白结构的解析，光合膜系统可能是国际上第一个在原子水平上，可以用物理和化学的概念解释清楚的生物膜系统。这不仅阐明了光合作用高效转能的微观机理，而且对农作物光能转化效率的调节和控制，为生物质能的开发和利用，为研制生物芯片及生物电子元件，都将能提供理论依据和新途径。在我国现有基础上，进一步继续组织一级学科，生物学、物理学、化学和农业科学相互交叉、有机结合、优势互补，不失时机地进一步深入开展这一领域的研究，有望在短期内取得在国际上更有重大影响的成果，为在农业和工业中广泛应用提供理论依据和新途径。

链接

光合作用研究成果瞩目

在过去五六年中，在“973”、中科院创新工程和国家自然科学基金委的支持下，成功地进行了光合作用多学科交叉的研究，取得了国内外瞩目的研究成果。

通过学科交叉,有关光合系统吸能、传能和转能的超快过程的微观机理研究,取得创新成果,使我国跻身这一研究领域的先进行列。此外,项目组在光合作用重要膜蛋白质结构与功能的研究中取得重大突破:对六块光合膜蛋白的结构与功能的研究都取得了在国际上有重要影响的成果。其中最突出的是首次获得了菠菜捕光天线叶绿素 a/b 蛋白复合体 LHC II 2.72 埃分辨率的三维结构解析,这是目前为止第一个原子水平解析的 LHC II 三维结构,这一成果已被国际同行誉为“这是光合作用研究领域的一大突破,是重大跨越”。此研究项目在探索提高作物光能利用效率的研究方面,取得了国际上尚未见到的、系统的、深入的、具有前瞻性的研究成果,为提高作物光能利用效率提供了理论基础和有效途径。

五年来,项目组还培养了一批中青年学术带头人和科技骨干,形成了一支具有从事多学科交叉、有能力参与国际竞争的科技队伍;建立了具有自己特色,达到国际先进水平的实验技术平台,为今后的多学科交叉研究,取得更大的突破性进展打下了坚实的基础。

光合作用与未来能源

未来经济的发展,能源是一个很大的制约因素,也是事关国家安全的战略要素。目前我国能源消耗以化石能源为主,占总能源消耗的 98.1%,其中煤占 73%,石油占 23%及天然气占 2.1%。化石能源的储备是有限的,如何开拓和发展新的既安全又环保的替代能源是国家能够长治久安的重要国策。

所有的化石能源都来自于远古时候植物的光合作用。地球表面接受太阳辐射能功率为 1.71×10^{14} 千瓦 (1353 瓦/平方米),相当于太阳每年送到地球的能量有 5.4×10^{24} 焦耳,其总量是 1996 年全世界耗能量 180 亿吨标准煤的 1.5 万倍。开发和利用太阳能将成为未来能源构成的重要部分。日本经济企业厅与三洋公司合作研究认为,到 2030 年,世界电力生产的一半将来自于太阳能。

光合作用除了能提供生物质能外,还可以通过细菌进行光合放氢,而氢气是污染物零排放燃料电池的原料,是未来清洁能源的重要来源。另外,对光合作用的仿生模拟,导致了具有产业化前景的高效低成本染料敏化纳米晶体太阳能电池的发明及光催化裂解水制氢的研究,可以预计在未来数十年内,光合模拟研究领域可能会取得更大的突破,实现对已有化石能源的替代。

阳光下的一片绿叶

卢庆陶1999年从北大生化系毕业，考进中科院植物所读硕士，就正好赶上了973“光合作用高效光能转化机理及在农业中的应用”项目开题。如今小卢博士毕业了，又正好是973的课题刚刚结题。我们开玩笑地说：“你可真是和973项目一起成长呀！”

的确，这个高个子的江苏小伙子从硕士到博士的学习过程一直都没离开973“光合作用”项目。“我在导师的指导下，做‘小麦在衰老过程中光合的变化’这个课题，是整个项目里很小很小的一部分，主要研究小麦在衰老过程中光合作用机理的变化，包括色素的变化、酶的变化等等。”他的两篇文章都发表在了植物研究领域比较有影响的国外杂志上。“973确实给我们学习提供了一个很好的机会。”

长着圆脸，戴着方框眼镜的小卢说话挺慢，让他给我们讲几个实验过程中的故事，可难坏了他，在座位上换了好几次姿势，“好像也没什么故事。”无奈我们只能循序渐进，“有什么印象深刻的事吗？”“有，2000年和2001年夏天我们在地里测数据挺难忘的。”

这个项目的首席科学家匡廷云院士曾说：“我们的项目一头是分子原子，另一头就是大田。”这从小卢身上也能看出一二。那两年的夏天，为了测一组小麦变化的数据，小卢和另一位同学在地地边的棚子里一住就是一个星期。白天，每隔一小时，拿上光合仪、荧光仪上地里去测一阵子，回棚子里休息一会儿，再去，皮肤都晒得黝黑。晚上蚊子多，他们就用被子把自己裹上，直到热得喘不过气来。还得严防死守——防止老鼠光临，把他们采集来做实验材料的叶子拖去做窝。提起那段生活，小卢现在还乐不可支，年轻人在哪里都能找到乐趣。

在“光合作用”的项目组里，许多他这样的年轻人也许并不起眼，但他们像是阳光下的一片片绿叶，是整个项目中不可缺少的色彩。

链接

咱们的课题组

课题组培养中青年学术带头人的科技骨干100余名，形成了一支具有从事多学科交叉、基础与应用研究相结合、参与国