

# 中国科学院生物物理研究所

---

## 推荐 2014 年度国家科学技术奖候选项目公示

我单位通过中国科学院推荐下列 1 个项目申报 2014 年度国家科学技术奖，特进行公示。公示期：2013 年 12 月 31 日至 2014 年 1 月 8 日，公示期内如对公示内容有异议，请您通过以下联系方式向联系人反映。

联系人：中国科学院生物物理研究所 科技处 王天宇

电 话：010-64888443

E-mail: [kjc@ibp.ac.cn](mailto:kjc@ibp.ac.cn)

附：公示内容

项目名称：高等植物主要捕光复合物的结构与功能研究

主要完成人：常文瑞、柳振峰、匡廷云、严汉池、王可玢

主要完成单位：中国科学院生物物理研究所、中国科学院植物研究所

推荐单位：中国科学院生物物理研究所

项目简介：

### 项目研究背景

光合作用是地球上最为重要的化学反应之一。绿色植物、藻类和蓝细菌通过光合作用利用太阳能，将二氧化碳和水转化为有机物并释放出氧气。光合作用的

产物是包括人类在内的绝大多数生命体赖以生存和繁衍的物质基础，也是新一代清洁能源开发和利用的一个重要方向。目前全球范围内正面临着日益严重的能源危机，光合作用机理的研究对于未来开发可再生的清洁能源具有重要的理论和战略意义。

人工模拟光合作用的首要前提是深入了解和揭示光合作用的分子机理，而解析参与光合作用的膜蛋白色素复合物的结构与功能是达到这一目标的关键一步。本项目以高等植物光合作用体系中负责光能捕获的主要捕光天线复合物 LHC-II 为研究对象，通过 X-射线晶体学方法解析其高分辨率的晶体结构，并深入分析其发挥高效捕光功能的结构基础。LHC-II 具有多重生物学功能，这些功能包括光能捕获、高光下对植物的光保护作用、光合状态转换过程以及介导叶绿体基粒类囊体膜的垛叠。LHC-II 高分辨率结构的解析将有助于揭示这一系列重要生物学过程的分子机制，促进光合作用机理研究和人工模拟光合作用研究的进展。

### **主要研究内容**

(1) 采用 X-射线晶体学方法解析光合膜蛋白 LHC-II 的三维结构，分析色素分子的空间排布规律和相互作用，揭示其发挥功能的结构基础。(2) 膜蛋白的分离及晶体结构解析是国际结构生物学领域的难点和重点，通过本项目的实施，探索和优化膜蛋白三维结晶的方法，总结膜蛋白结晶的规律。(3) 研究捕光蛋白 LHC-II 在不同状态下的光谱特征及其所参与的光保护过程的分子机理。

### **主要科学发现和价值**

1、在国际上率先完成了菠菜主要捕光蛋白复合物 LHC-II 的高分辨率晶体结构解析工作，研究成果作为国际权威学术期刊 Nature 的封面主题论文发表(2004)，该项成果被两院院士评为“2004 年中国十大科技进展”。测定像 LHC-II 这样的膜蛋白复合体的晶体结构，是国际公认的高难课题，也是一个国家结构生物学研究水平的重要标志。

2、项目的完成填补了国内在膜蛋白晶体结构研究领域的空白。首次发现了一种新型的膜蛋白三维结晶。膜蛋白 LHC-II 在该晶体中的堆积方式完全不同于已知的 I 型和 II 型膜蛋白晶体，是一种全新的膜蛋白结晶类型，将其命名为 III 型膜蛋白晶体。这一发现是膜蛋白结构生物学研究领域的一个创新点。

3、对 LHC-II 参与的植物光保护的机理进行了深入探索，提出了一个基于结构的光保护分子机理的模型，并论述了植物如何在光胁迫条件下通过 LHC-II 的调

节作用对多余光能进行耗散以实现光保护。研究成果为最终阐明非光化学淬灭的分子机制提供了重要的结构与功能数据。

### 同行引用及评价

研究成果发表后得到了国际同行的高度评价和大量引用，至今共被引用了 633 次，被公认为光合作用和膜蛋白结构生物学研究领域的一个里程碑。专业领域的引用文章发表在 Nature, Science 和 Annu. Rev. Plant Biol. 等国际顶级学术刊物上。国内外主流媒体，包括中央电视台、新华社、人民日报和路透社等都跟踪报道了该成果。

