

---

# 青岛能源所针对蓝细菌合成生物学研究发表综述文章

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/6883.html>

**本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！**

青岛能源所针对蓝细菌合成生物学研究发表综述文章。光合生物制造技术是指以光合生物为平台，将太阳能和二氧化碳直接转化为生物燃料和生物基化学品的技术，可以在单一平台、单一过程中同时取得固碳减排和绿色生产的效果。蓝细菌是极具潜力的光合微生物平台，相比较于高等植物和真核微藻，具有结构相对简单、生长快速、光合效率高、遗传操作便捷等优势，易于进行光合细胞工厂的开发。蓝细菌光合细胞工厂开发和优化的重要方向是对胞内光合碳流分配模式的调控和重塑，使更多的碳流向目标代谢产品的合成。糖原代谢是蓝细菌中重要的天然碳汇机制，储存了光合作用固定的碳和能量中超出细胞生长代谢所需的溢出部分。蓝细菌代谢工程领域传统上将糖原合成视为光合细胞工厂中目标产物合成的重要竞争途径，目前已经有大量通过阻断和弱化糖原合成途径来提高目标产物合成、优化蓝细菌光合细胞工厂效能的尝试案例，然而大多数案例未能取得效果，不同研究团队的类似操作甚至取得了矛盾的结果。中国科学院青岛生物能源与过程研究所微生物代谢工程研究组前期围绕蓝细菌糖原代谢调控策略，以及糖原代谢扰动对蓝细菌生理和代谢功能影响的研究取得了系列成果，在此基础上，近期该研究组在生物技术领域综述期刊Biotechnology Advances上发表了题为Progress and perspective on cyanobacterial glycogen metabolism engineering的综述论文，对蓝细菌糖原代谢工程的进展和前景进行了系统的总结和展望。

基于对蓝细菌糖原代谢工程改造靶点、改造策略以及生理和代谢功能影响的全面总结，微生物代谢工程研究组的研究人员提出，随着合成生物学和代谢工程策略和工具的不断开发和优化，对蓝细菌糖原代谢(合成、降解和储备)的调控技术已经非常成熟。然而，在此基础上要全面深入地认识蓝细菌糖原代谢的生理代谢功能，进而开发出能够有效优化细胞工厂效能的蓝细菌糖原代谢工程策略则仍有很长的路要走。如图1所示，糖原代谢对蓝细菌细胞生理和代谢功能的影响可以总结为两个方面：(1)作为最主要的天然碳汇机制，吸收光合固碳的“溢出”部分，保持光合碳流-能量流“输入”和“输出”的动态平衡；(2)作为重要的生理保护机制，促进细胞内稳态的维持。蓝细菌光合细胞工厂中，简单的阻断糖原合成、移除糖原储备，会抑制蓝细菌光合效能、降低蓝细菌生理和代谢鲁棒性，最终限制目标代谢产物合成能力的提升。未来，在糖原代谢扰动的基础上，对人工引入的代谢模块进行针对性设计，驱动细胞中能量-还原力、氧化-还原、光合-光呼吸等生理和代谢状态重平衡的实现，辅之以细胞生理保护机制的改造和强化，将有望实现对光合碳流真正有效的优化和控制，进而大幅提高蓝细菌光合生物制造的效能。

近期，微生物代谢工程研究组还应邀在生物技术领域另一期刊Current Opinion in Biotechnology上发表了题为Engineering cyanobacteria chassis cells toward more efficient photosynthesis的观点性综述论文，对面向未来光合生物制造需求的蓝细菌合成生物技术底盘细胞的设计原则、

改造策略和发展方向进行了总结和展望。

在过去的二十年间，蓝细菌光合生物制造技术在概念上已经得到充分验证，已经实现了基于蓝细菌光合底盘的数十种天然或非天然代谢产物的光驱固碳合成。然而，目前蓝细菌光合细胞工厂无论是产量还是生产强度上较之经典的异养细胞工厂(大肠杆菌、酵母、乳酸菌、枯草芽孢杆菌等)都有着数量级的差距。从根本上分析，蓝细菌光合细胞工厂效能受制于其底盘细胞光合固碳系统的效率，高效的光合作用对于解锁蓝细菌光合细胞工厂的合成潜能至关重要。近年来，海量系统生物学数据的快速积累和高效合成生物技术工具的开发为蓝细菌底盘细胞光合固碳系统的功能认识和系统改造打开了大门，具有高温高光耐受能力和快速生长能力的新型蓝细菌藻株的发现和鉴定也为光合系统改造策略的设计提供了更多可借鉴的思路。微生物代谢工程研究组的研究人员比较、分析了上述两方面的最新研究进展，从光能捕集利用和二氧化碳固定转化两个层次，系统总结了“拓宽吸收光谱”、“提高强光耐受能力”、“提高光能传递和利用效率”、“加强碳源吸收能力”、“强化碳源固定效率”“减少碳代谢损失”等六种提高蓝细菌底盘细胞光合固碳能力的工程策略(图2)。进而提出，着眼未来大规模工业化体系下的蓝细菌工程藻株的培养和应用，除了从“硬件”角度升级光合作用的组分和途径外，还应该从“软件”角度考虑发展快速感知和智能响应系统，使蓝细菌底盘细胞和工程藻株可以针对多变、严苛的环境条件进行柔性适应，差异性地激活与之适配的光合固碳模式，实现光合固碳和定向合成的动态平衡，最大化地提升光合细胞工厂合成产出。

相关研究得到国家自然科学基金、山东省自然科学基金重大基础研究项目以及中科院先导专项等的支持。

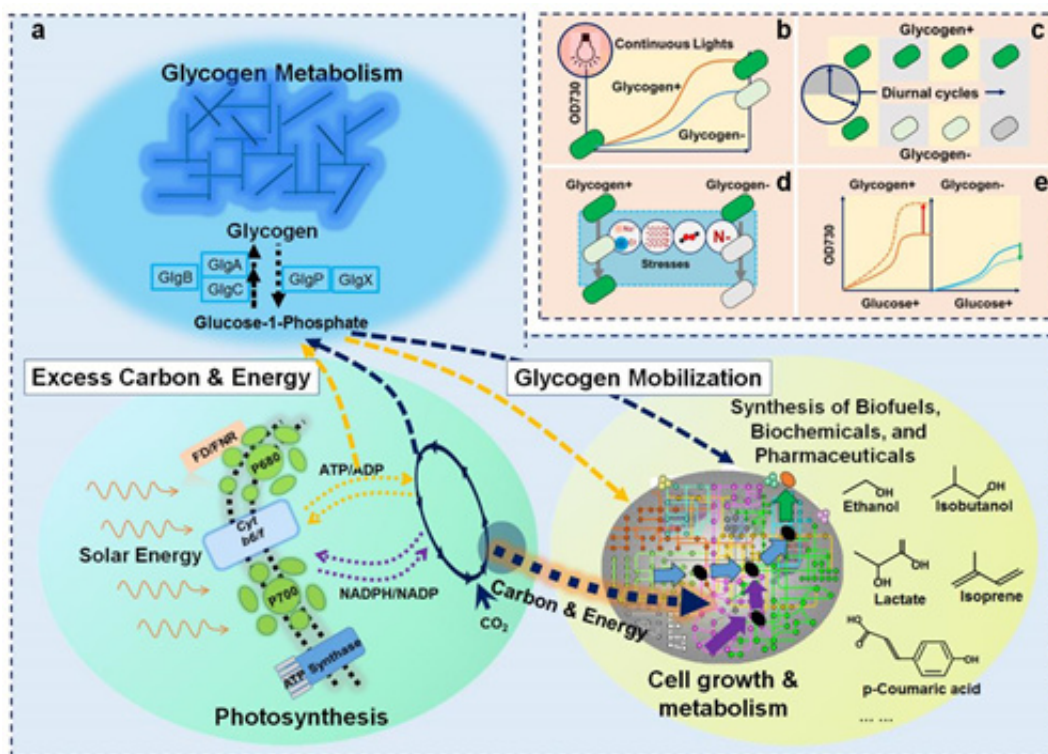


图1. 蓝细菌糖原代谢的生理和代谢功能

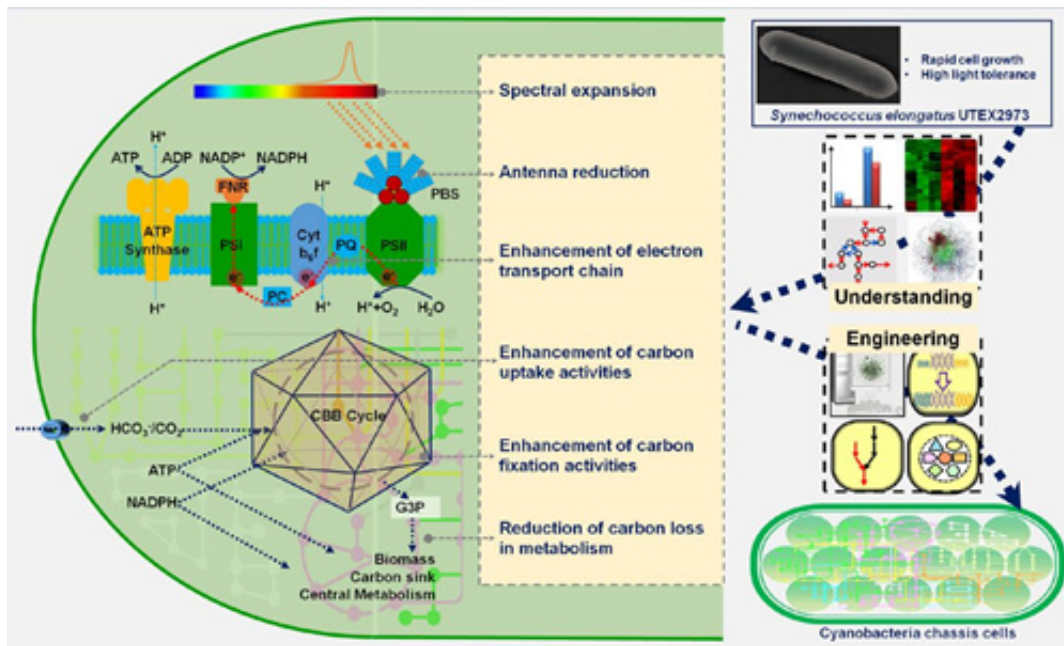


图2. 蓝细菌光合固碳能力的改造和认识策略

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发