**项目名称：**藻类光合抗逆保护色素合成的调控及特有辅助补光色素的规模化分离

**推荐单位意见：**

该项目在基础理论和应用研究方面都取得重要的研究结果，研究了藻类逆境下类胡萝卜素积累与转化机制，建立了规模化分离藻胆蛋白及岩藻黄素的技术体系，为藻胆蛋白抗肿瘤光敏剂及岩藻黄素抗衰老药物的研发提供了理论基础。对于促进我国海洋经济持续健康发展具有重要意义。

经认真审核，申报材料内容真实。经公示，无任何异议。特此，推荐申报2017年度“青岛市自然科学奖”一等奖。

**项目简介：**

本项目属于藻类生物合成和天然高附加值产物应用研究范围，主要针对具有开发前景的藻类特有光合作用相关色素的合成机制及规模化分离开展了应用基础研究。

不同绿藻适应逆境的机制不同，但很多绿藻在逆境下会合成并且积累类胡萝卜素。而且绿藻中含有的类胡萝卜素种类繁多，可能存在不同的协同机制。研究认为某些绿藻可能在适应强光的过程中重新调整了碳流向，具有较快地将无机碳转化为类胡萝卜素的能力，而另外一些绿藻在逆境下只积累β-胡萝卜素。

除作为保护物质参与藻类逆境响应外，藻类中还含有直接参与光能吸收与传递的辅助性色素分子，其中藻胆蛋白是红藻、蓝藻及隐藻中捕光色素蛋白，藻胆蛋白易溶于水，荧光发射强，可被广泛应用于分子标记，癌症治疗及食品添加等领域；岩藻黄素是褐藻中辅助性光合色素，属脂溶性色素，不仅具有强抗氧化、强抗肿瘤活性，更有美容、减肥之功效，有望成为最有效的减肥产品之一。

藻类富含多种可溶性多糖及色素分子，多糖易与蛋白共沉淀，导致层析柱堵塞，色谱分离难以进行。有机溶剂提取目标色素分子时往往不能去除其它色素的干扰。因而，针对不同的目标分子，必须采取并优化相应的分离纯化策略。采用自下而上的反向上样方法，利用特殊填料与藻胆蛋白之间的吸附进行分离，克服了常规分离方法蛋白得率不高、纯度低的缺点，只需一步就可获得大量高纯度藻胆蛋白，质量达到甚至超过了国外公司同类产品的标准，而生产成本仅是国外产品的1%。采用DMSO直接抽提，乙酸乙酯萃取、旋转蒸发后得到浓缩岩藻黄素，纯度及得率比用其它试剂提取显著提高，提取试剂经冷凝后可回收利用，粗提的岩藻黄素经液相色谱分离，可直接用于细胞实验。

本项目8篇代表性SCI论文，SCI论文引用207次。

**代表性论文专著目录：**

**1、**J.F. NIU, G.C. WANG and C.K. Tseng. Method for Large-scale Isolation and Purification of R-phycoerythrin from Red Alga *Polysiphonia urceolata* Grev. ***Protein Expression and Purification***, 49(2006):23-31.

**2、**J.F. NIU, G.C. WANG, B.C. ZHOU and X.Z. LIN. Large-scale Recovery of C-phycocyanin from *Spirulina platensis* Using Expanded Bed Adsorption Chromatography. ***Journal of Chromatography B***，850(2007):267–276.

**3、**J.F. NIU,Z.F. CHEN, G.C. WANG\*, B.C. ZHOU. Purification of phycoerythrin from *Porphyra yezoensis* Ueda (Bangiales, Rhodophyta) using expanded bed absorption. ***Journal of Applied Phycology*** 2010，22:25-31.

4、J. LI , D.L. ZHU, J.F. NIU, S.D. SHEN , G.C. WANG\*. An economic assessment of astaxanthin production by large scale cultivation of *Haematococcus pluvialis*. ***Biotechnology Advances*** 29(2011):568-574.

5、[W.H. G](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-1)U, [X.J. X](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-7)IE, [S. G](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-6)AO, W. ZHOU, [G.H. P](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-5)AN, [G.C. W](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-10)ANG\*. [Comparison of Different Cells of](http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0067028" \o "Read Open-Access Article) *[Haematococcus pluvialis](http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0067028" \o "Read Open-Access Article)* [Reveals an Extensive Acclimation Mechanism during its Aging Process: From a Perspective of Photosynthesis](http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0067028" \o "Read Open-Access Article), ***PLoS ONE*** 8(2013): e67028.

6、[W.H. G](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-1)U, L. [HUAN](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-2), [P.P. Z](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-3)HAO, [R.X. Y](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-4)U, [G.H. P](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-5)AN, [S. G](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-6)AO, [X.J. X](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-7)IE, [A.Y. H](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-8)UANG, [L.W. HE](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-9), [G.C. W](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-10)ANG\*. Quantitative proteomic analysis of thylakoid from two microalgae (*Haematococcus pluvialis* and *Dunaliella salina*) reveals two different high light-responsive strategies, ***Scientific Reports*** 4(2014): 6661; DOI:10.1038/srep06661.

7、[P.P. Z](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-3)HAO, Z.R. ZANG, [X.J. X](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-7)IE, [A.Y. H](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-8)UANG, [G.C. W](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-10)ANG\*. The influence of different flocculants on the physiological activity and fucoxanthin production of *Phaeodactylum tricornutum*, ***Process Biochemistry*** 49(2014): 681-687.

8、W.J. WANG , [G.C. W](http://www.nature.com/srep/2014/141022/srep06661/full/srep06661.html#auth-10)ANG\*, C.K. ZENG. Isolation of Fucoxanthin from the Rhizoid of *Laminaria japonica* Aresch. ***Journal of Integrative Plant Biology***47 (2005), 1009-1015.

**主要完成人情况：**

1. 姓名：牛建峰

排名：1

行政职务：无

技术职称：副研究员

工作单位：中国科学院海洋研究所

完成项目时所在单位：中国科学院海洋研究所

对本项目主要学术贡献：发展了藻胆蛋白分离纯化技术研究，利用Streamline 反向柱层析系统建立了藻红蛋白和藻蓝蛋白规模分离纯化的技术；发展了从微藻中提取高纯度岩藻黄素的技术并进行了色谱鉴定；开展了岩藻黄素抗氧化及抗衰老的研究。发现3的直接贡献者。代表性论文1、2、3的第一作者，代表性论文4的第3作者。

曾获国家科技奖励情况：无

1. 姓名：顾文辉

排名：2

行政职务：无

技术职称：副研究员

工作单位：中国科学院海洋研究所

完成项目时所在单位：中国科学院海洋研究所

对本项目主要学术贡献：发现绿藻在逆境条件下具有较快地将无机碳转化为类胡萝卜素的能力，不同的绿藻存在不同的协同机制，因而积累的类胡萝卜素种类繁多，阐释了酮式类胡萝卜素和β-胡萝卜素在微藻体内生物合成与环境胁迫相关联的具体机制，为这些微藻作为经济藻类生产类胡萝卜素奠定了基础。发现1的直接贡献者。代表性论文5、6的第一作者。

曾获国家科技奖励情况：无

1. 姓名：朱大玲

排名：3

行政职务：无

技术职称：副教授

工作单位：天津科技大学

完成项目时所在单位：天津科技大学

对本项目主要学术贡献：开展了微藻生物技术产业化设计工作,评估了整个微藻中试生产过程的工艺数据，分析了天然虾青素工业化规模生产成本,发展了指导微藻规模培养的工程技术理论，规范了微藻生物技术产业化项目的设计原则和程序，为微藻生物技术产业的发展奠定了基础,也为产业的升级和发展提供了方向。发现2的直接贡献者。代表性论文4的第二作者。

曾获国家科技奖励情况：无

1. 姓名：汪文俊

排名：4

行政职务：无

技术职称：副研究员

工作单位：中国水产科学研究院黄海水产研究所

完成项目时所在单位：中国科学院海洋研究所

对本项目主要学术贡献：建立和优化了褐藻岩藻黄素批量分离制备与高效浓缩纯化技术，从大型海藻中制备了岩藻黄素并进行了其抗细胞氧化损伤与衰老的研究。建立的岩藻黄素制备方法简单易于操作且成本低，获授权国家发明专利一项，具有很高的转化应用前景。发现3的直接贡献者。代表性论文8的第一作者。

曾获国家科技奖励情况：无

1. 姓名：赵佩佩

排名：5

行政职务：无

技术职称：助理研究员

工作单位：山东省科学院生物研究所

完成项目时所在单位：中国科学院海洋研究所

对本项目主要学术贡献：针对微藻大规模生产过程中的采收“瓶颈”问题，提出了氯化铁作为絮凝剂的收集模式，该方法对所收集微藻的生长速率、光合效率等生理活性均无影响，同时，絮凝后培养基中含有的高浓度铁离子可通过添加新鲜海水将其稀释而被重复利用，这对于以生产活性物质为目的的微藻产业具有重要意义。发现2的直接贡献者。代表性论文7的第一作者，代表性论文6的第3作者。

曾获国家科技奖励情况：无

**完成人合作关系说明：**

合作完成人朱大玲系天津科技大学与中科院海洋研究所联合培养博士后，于2008年9月开始在海洋所藻类生理生化课题组开展相关工作，合作时间为2008年9月——2014年12月，合作方式为论文合著，产出论文：An economic assessment of astaxanthin production by large scale cultivation of *Haematococcus pluvialis*. ***Biotechnology Advances*** 29(2011):568-574.证明材料为代表性论文4。