

## 2019年国家科技进步奖提名项目公示

### 一、项目名称

半导体发光技术对人眼视功能影响的关键技术、标准和应用

### 二、提名者及提名意见

提名者：国家市场监督管理总局

提名意见：伴随 LED 广泛应用，公众对 LED 加剧视疲劳、蓝光损伤的疑虑以及对“健康照明和显示”产品的迫切需求是半导体照明和新型显示推广过程中急需解决的关键问题，以国家科技支撑计划项目《支撑战略性新兴产业发展的国际标准研制与培育》（项目编号：2012BAK28B01）为依托，中国标准化研究院联合相关单位协同攻关和创新，针对半导体照明和显示对人眼视功能和光损伤的影响，提供了客观生理评价方法，形成了生理指标与产品物理指标映射的光品质模型，构建了光健康标准体系，开发了满足各年龄段人群健康需求的半导体照明和新型显示产品，夺取了国际产业发展制高点。

项目组取得了一系列技术创新成果，获得多项发明专利授权，研制国际标准 3 项、团体标准 5 项。成果的技术创新涵盖了视疲劳和光损伤的客观生理评价方法、光品质模型、标准体系及产品系统等内容。关键技术创新有：建立了复合生理指标评价模型定量表征视疲劳程度；建立了不同光环境下视网膜光损伤评价体系；研制了健康照明系列标准；研发了满足健康需求的照明、显示系统和光学镜片产品。该技术创新成果先后在道路、教室、办公等场所中得到广泛应用，实现直接经济效益超过 6 亿元，创造了良好的经济和社会效益，填补了国内外“光健康”领域的研究空白，促进了产业的技术进步，开辟了保障公众视觉健康的新途径，研究成果达到国际领先水平。经审查，本项目推荐材料真实有效。

鉴于以上所述，提名该项目为国家科学技术进步奖二等奖。

### 三、项目简介

半导体照明和新型显示技术的快速发展大大丰富了人类的视觉内容，改变了人们传统的生活，人类处于人造光环境或直接面对人造光媒体的时间大大增加，显著加重了视觉信息感知和处理的负担。如果把人眼理解为一台照相机，角膜、睫状肌、晶状体等相当于镜头组，人眼为获得清晰的成像而不断对其进行调整的过程会产生视疲劳现象，作为感光元件的视网膜受到光化学影响导致感光能力下降的过程称为光损伤，视疲劳和光损伤是光对人眼视功能影响的典型表现，是造成人眼视觉成像问题的核心因素，也是近视及黄斑变性的重要诱因。而对光致视疲劳、光损伤等光生物影响的定量评价尚无科学、客观的方法和标准，难以对照明、显示和眼镜产品提供科学的设计和研发指导，这已成为半导体照明和新型显示等行业以及公共卫生领域迫切需要解决的核心问题。

本项目针对所涉及的照明、显示和眼镜这三个领域，围绕人眼视觉成像机理机制的核心影响因素，在系统模型建立、数据解析、装置开发和应用技术等方面取得了重要突破。形成了理论、检测方法、应用和标准研制等系列成果，建立了基于客观生理指标评价视疲劳和光损伤的新技术，发明了具有国际领先水平的产品视觉健康舒适度检测方法，构建了生理指标与产品物理指标映射的光品质模型，首创了光健康国际标准体系，应用以上关键技术开发了满足各年龄段人群健康需求的产品，开辟了保障视觉健康的新途径。

项目的主要技术创新包括：（1）通过动力学仿真模拟方法，从神经生物学角度在微观尺度上阐明了视疲劳产生与变化的理论机制，并通过大样本人因实验提高了理论模型的精度，建立了全球最大的不同光环境对人眼视功能变化影响的数据库，首创了客观评价人眼视疲劳的算法模拟，最终将光源物理指标与人眼生理参数关联起来，形成基于复合生理指标的视疲劳评价方法（VICO），奠定了“光健康”科学评价的基础。（2）发明了视网膜光损伤评价方法：提出了以人眼视网膜离体细胞直观定量评价光损伤的理论模型、技术原理和实现方法，绘制了不同波长光源对于人眼视网膜的光损伤阈值曲线，确定了“光健康”产品设计的安全性边界。（3）首创了生理指标为基础的光健康标准体系：研制了以生理指标为核心的无损、快速、稳定、可溯源的客观生理检测方法，解决了产品引起的视疲劳

和光损伤无法客观、定量评价的问题，构建了以原创技术为核心的国际标准体系。

(4)发明了满足全年龄人群的光健康产品：研制了满足健康需求的光品质模型，开发了国内销售额首位的教室照明和路灯模组产品，全球最大的眼镜公司依视路全面依托该技术开发镜片产品。

本项目研制并发布国际标准 3 项、行业/团体标准 5 项，授权发明专利 25 项（其中国际专利 1 项）、软件著作权 1 项，发表文章 39 篇，其中 SCI/EI 检索 21 篇。项目成果为 LED 照明、显示和眼镜等产业的高端产品提供了核心技术支撑，研发的产品在 100 多个国家得到应用。近 3 年项目参与单位累计实现的成果收入 6.09 亿元，新增利润 4592.85 万元，成果推广实现的整体经济效益超过 20 亿元。

## 四、客观评价

### （一）验收意见和鉴定意见

#### 1、成果评价/鉴定

项目所涵盖的技术“照明产品健康舒适度评价方法及其产业化应用”经中国轻工业联合会的科学技术成果鉴定，鉴定意见如下：“该项目首次提出了一种客观的视觉健康舒适度的人因测评方法，并建立了相应的测量系统。整体评价方法及测量系统具有创新性……设计符合人眼视觉健康需求的产品技术方案，有效提升了产品的性能，实现了产业化应用，用户使用效果良好，取得了良好的经济效益和社会效益。鉴定委员会认为，**项目的照明产品健康舒适度评价方法达到了国际领先水平。**”

#### 2、项目验收意见

任务来源国家科技支撑计划项目“支撑战略性新兴产业发展的国际标准研制与培育 2012BAK28B01”已于 2015 年 12 月通过科技部的验收。专家组一致认为该项目：“在 LED 封装与应用领域所研制的国际标准具有创新性。”

国际合作项目“中国逐步淘汰白炽灯、加快推广节能灯项目”已于 2013 年 7 月通过国家发展和改革委员会和联合国开发署的联合验收。专家组一致认为：“**该项目是一项难得的基础性研究工作**，为照明产品健康舒适度指标体系的研究提供了真实可靠的信息基础。该项目初步构建了照明产品健康舒适度指标体系，开创了照明产业在‘产品健康性’方面的研究，为绿色照明产业的发展引入了‘以人为本，从人的健康出发’理念，也为其他产业向绿色转型发展做出了示范。”

### 3、科技查新

2014年5月8日科技部西南信息中心查新中心出具的查新报告,结论如下:

- 通过对人眼物理指标的测量,测量视觉疲劳的各项参数表征的视觉舒适度测量系统和测量方法,所检索范围及时限内,除本项目外,国内外未见相同文献报道。

- 涉及具备本项目所述技术特点,基于对大样本人群的人因学测试,采集了人眼在不同照明光参数下的各项客观指标(基础屈光、AC/A、眼压、高阶像差、MTF、HF)的变化情况,并建立了人眼疲劳参数的数据样本库,并采用 VICO 作为照明产品的视觉质量评价指标,构建了照明健康舒适度评价模型,所检索范围及时限内,除本项目外,国内外未见相同文献报道。

- 涉及具备本项目所述技术特点,LED 照明产品采用视觉人因学设计,结合实验数据,从色温、显色指数、照度、配光等多个光学参数入手,综合设定符合人眼健康舒适度需求的配光方案,所检索范围及时限内,除本项目外,国内外未见相同文献报道。

- 本项目“照明产品健康舒适度评价方法及其产业化应用”具有新颖性。

#### (二) 其他评价

- 1、完成人一于 2016 年获得中国轻工业“十二五”科技创新先进个人。

- 2、完成人三于 2016 年入选第二批国家“万人计划”科技创新领军人才。

- 3、完成单位五于 2016 年当选“中国轻工业照明电器行业十强企业”(排名第 3)、“中国轻工业百强企业”(排名第 81)。

## 五、推广应用情况

### 1. 应用情况

1) 技术应用: 本技术为立达信、华普永明、常州友晟、法国依视路集团、德国德之馨集团、纳晶科技、海信电子、环宇蓝博等产业顶级企业提供了从涵盖视觉健康舒适度检测到光健康产品开发的技术服务。

厦门立达信照明有限公司,立达信作为中国最大的出口型照明企业,是宜家家居最大的灯具供应商,2014 年与项目研发团队合作,研发的 LED 教室照明灯具已成为中国教育装备领域的明星产品,近三年累计实现产值 26756.78 万元。

杭州华普永明光电股份有限公司,2011 年企业成立伊始便与项目组合作,研发的户外 LED 光引擎模组连续 3 年出货量全国第一,近三年来累计实现产值 30107.35 万元。

常州市友晟电子有限公司，结合其在声学元件方面全球领先的技术，与项目组合合作开发了兼顾视觉和听觉健康的教室用声光系统，产品已应用在美国加州大学河畔分校等国际知名学府，近两年累计实现产值 4050.54 万元。

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	厦门立达信照明有限公司	视疲劳和光损伤评价技术及光品质模型	教室照明灯具超过 1200 所学校	2014.1 至今	许建兴 13906023020
2	杭州华普永明光电股份有限公司	视疲劳和光损伤评价技术及光品质模型	户外照明灯具 100 多个国家, 6000 多个用户	2011.10 至今	胡李敏 13675825151
3	常州市友晟电子有限公司	视疲劳和光损伤评价技术及光品质模型	教室照明灯具超过 100 所国内外学校	2016.1 至今	张敏 15261126061

## 2. 经济和社会效益

近三年经济效益：

年度	完成单位	
	新增销售额（万元）	新增利润（万元）
2016	13243.7	-370.16
2017	23478.24	2600.93
2018	24192.73	2374.28
累计	60914.67	4592.85

主要经济效益指标的有关说明：

项目完成单位通过光品质模型开发的教室照明灯具和户外照明灯具，产生直接经济效益 60914.67 万元，利润 4592.85 万元。

社会效益：

项目成果及其应用推广产生了显著的社会效益，主要表现为：

1、解决百姓疑虑。项目建立了基于光生物基础研究的光损伤和视疲劳客观评价方法，明确释疑公众对于 LED 照明、显示的错误认识（如 LED 蓝光危害、LED 比其他光源更伤眼等），通过科学的理论、严谨的数据以及优良的健康照明产品解决百姓的疑虑；

2、促进产业发展。项目的研究成果大幅度降低了视觉健康产品的开发难度和成本。伴随项目成果的推广，企业开发出了具有自主知识产权的新型照明、显示产品，提升我国 LED 产业国际竞争能力，为新型照明、显示全面替代传统光源和显示、提升节能环保效率提供了有力的支持，推动了新兴市场的发展。

3、形成国际标准体系。通过本项目的研究，建立的基于中国人生理特点的人眼视功能过程性数据库，填补了传统照明、显示设计和标准缺乏东亚人样本的空白，构建出针对光致人眼视疲劳和光损伤的客观生理评价方法和光品质模型，有效弥补半导体照明、显示领域在人类健康评价方面的缺环，建立了以人为本的光健康标准体系，为占领 LED 产业新的战略制高点提供了有力的支撑。

4、保障人民健康。本项目在照明、显示和眼镜领域的应用推广，有效降低了不当用光造成的视疲劳和眼损伤，对于抑制青少年近视发育、缓解办公人员视功能亚健康、提升老年人生活质量、减少道路安全风险等起到了积极推进作用，探索出一条通过交叉领域研究有效降低公共医疗成本、提升民生质量的新路径。也切合了习总书记对学生近视问题的高度重视，对于八部委发布的《综合防控儿童青少年近视实施方案》中严格规范学习用灯具、杜绝不合格眼镜片等措施提供了技术支撑。

5、培养人才队伍。在研发过程中建立并培养了一支国际一流的光健康科研团队，为社会输送一批满足光健康这一交叉领域产业需求的专业人员。从技术和人才的角度打破了国外企业垄断尖端技术和高端市场的局面，实现我国半导体照明和新型显示产业跨越式发展，奠定我国在该领域的国际领先地位。

## 六、主要知识产权证明目录

知识产权 (标准)类别	知识产权(标准)具体名称	国家 (地区)	授权号 (标准号)	授权(标准发布)日期	证书编号 (标准批准发布部门)	权利人(标准起草单位)	发明人 (标准起草人)	发明专利 (标准)有效状态
标准	Human Factor Testing on the Index of Healthy and Comfortable Lighting Terms and Definitions	国际	ISATCS-SN-7001 2016	2016	ISA (国际半导体照明联盟)	中国标准化研究院	蔡建奇等	现行

知识产权 (标准)类 别	知识产权(标 准)具体名称	国家 (地区)	授权号 (标准 号)	授权(标 准发布) 日期	证书编号 (标准批 准发布部 门)	权利人(标 准起草单 位)	发明人 (标准起 草人)	发明专利 (标准) 有效状态
标准	LED 照明产品 视觉健康舒适 度测试 第 1 部 分: 概述	行业	CSA035. 1	2016 年 3 月	国家半导 体照明工 程研发及 产业联盟	中国标准 化研究院 等	蔡建奇 等	有效
发明专利	一种视觉健康 舒适度的测量 系统及测量方 法	中国	ZL20131 0291203 .6	2016-07- 27	第 2149351 号	北京阳明 智道光电 科技有限 公司	蔡建奇 等	有效
发明专利	Intelligent Acousto-optic Controller	美国	US10015 606B2	2017. 7. 1 8	US100156 06B2	常州市友 晟电子有 限公司	潘丽君	有效
发明专利	LED 模组	中国	2014101 59922.7	2014-04- 21	20141015 9922.7	杭州华普 永明光电 股份有限 公司	陈凯等	有效

## 七、主要完成人情况

**蔡建奇**，排名 1，副研究员，中国标准化研究院。

**对本项目贡献：**项目第一负责人，为创新点第 1-3 项做出了突出的贡献，与第二候选人共同负责项目的设计，组织和协调和实施，是代表性发明专利 1、2 的第一发明人。是代表论文中的第一作者，是 5 项团体标准 3 项国际标准的主起草人。在该项目中投入工作量达 80 %。

**杨华**，排名 2，副研究员，中国科学院半导体研究所。

**对本项目贡献：**项目第二负责人，为创新点 1、2、4 做出了突出贡献，为创新点 1、2 的研究设计了多种满足实验需求的光源和灯具，为客观评价方法的研制和光品质模型的构建提供了物理学和材料学的技术理论和工具支撑，从材料、

封装到集成设计为创新点 4 做出了突出贡献，参与了国际标准的研制工作。在该项目中投入工作量达 80 %。

**陈凯**，排名 3，高级工程师，杭州华普永明光电股份有限公司。

**对本项目贡献：**项目骨干，为创新点 1 和创新点 4 在户外照明领域的产业化推广做出了突出贡献，支撑了创新点 1 中针对户外光环境的视觉和脑力负荷研究，并应用该技术主导研发了 LED 光模组，实现了良好的经济效益和社会效益。是代表性专利 4 的第一发明人，参与了团体标准的研制。在该项目中投入工作量达 70 %。

**郭娅**，排名 4，助理研究员，中国标准化研究院。

**对本项目贡献：**项目骨干，全面参与了项目全部的研究工作，对创新点 3 做出了突出贡献，是项目完成标准的主起草人，论文的第三作者。在该项目中投入工作量达 80 %。

**郝文涛**，排名 5，工程师，北京阳明智道光电科技有限公司。

**对本项目贡献：**为创新点 1、创新点 2 的基础研究做出了突出贡献，是论文的第二作者，是国际标准的起草人。在该项目中投入工作量 70 %。

**高伟**，排名 6，高级工程师，北京半导体照明科技促进中心。

**对本项目贡献：**实施了本项目团体标准的研制和推广，以及国际标准的立项和研制工作，是创新点 3、4 的主要贡献人，国际标准的起草人。在该项目中投入工作量 50 %。

**姚然**，排名 7，副研究员，中国科学院半导体研究所。

**对本项目贡献：**为创新点 1、2、4 做出了突出贡献，为创新点 1、2 的研究设计了多种满足实验需求的光源和灯具，参与了国际标准的研制工作。在该项目中投入工作量达 30 %。

**温蓉蓉**，排名 8，工程师，北京阳明智道光电科技有限公司。

**对本项目贡献：**为创新点第 1-3 项做出了贡献，全面推动了该技术获得国际



认可，是标准的起草人，论文的第五作者。在该项目投入工作量达 30 %。

**许建兴**，排名 9，高级工程师，厦门立达信照明有限公司。

**对本项目贡献：**为创新点 4 的产业化应用做出了突出贡献，作为立达信 LED 教室照明项目的负责人，带领团队将本项目技术无缝嵌入了教室照明灯具研发设计和生产中，形成了良好的经济效益和社会效益。在该项目投入工作量达 30 %。

**潘丽君**，排名 10，高级工程师，常州市友晟电子有限公司。

**对本项目贡献：**为创新点 4 的产业化应用做出了突出贡献，带领团队将本项目技术应用在教室声光系统研发设计和生产中，形成了良好的经济效益和社会效益。在该项目投入工作量达 20 %。

## 八、完成人合作关系说明

2012 年 1 月至 2015 年 12 月，完成人一、三、六共同参与了国家科技支撑计划项目《支撑战略性新兴产业发展的国际标准研制与培育》。

2012 年 7 月至 2013 年 7 月，完成人一、三、四共同参与了国家逐步淘汰白炽灯、加快推广节能灯项目—《照明产品健康舒适度指标体系研究》。

2015 年 1 月至 2016 年 3 月，完成人一、三、四、八、九共同制定了 CSA 035.1 《LED 照明产品视觉健康舒适度测试 第 1 部分：概述》团体标准。

2015 年 3 月至 2017 年 11 月，完成人一、二、四、五、六、七、九、十共同研制了 ISA 7002-2017 《Human Factor Testing on the Index of Healthy and Comfortable Lighting : Test method and technical requirements based on physiological function of human eyes》国际标准。

2017 年 12 月，完成人一、四、五、八在 IEEE ACCESS (SCI IF:3.554) 共同发表了《Influence of LED correlated color temperature on ocular physiological function and subjective perception of discomfort》论文。

上述情况属实，如有虚假愿意承担相应责任。