

光之变革

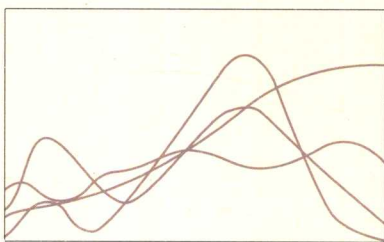
博物馆 美术馆 LED 应用调查报告



The Change of Light

Reports on the LED Application in Museums and Galleries

艾晶 主编



文物出版社

光之变革

博物馆 美术馆 LED 应用调查报告

The Change of Light

Reports on the LED Application in Museums and Galleries

艾晶 主编



文物出版社

主 编 艾 晶
副 主 编 李 晨

项目执笔 艾 晶 马 晔 伍必胜 高 帅 施恒照 姚 丽 李跃进
陈同乐 李 晨 程 旭 荣浩磊 徐 华 索经令 翟其彦
罗 明 牟宏毅 胡 波 周红亮 苑永春 黄秉中 沈迎九
宣 琦 黄田雨 詹益祯 尹飞雄 王孟州 杜彬彬 姜宏达
王艳平 饶连江

图书在版编目 (CIP) 数据

光之变革：博物馆、美术馆 LED 应用调查报告 / 艾晶
主编. — 北京：文物出版社，2016.8
ISBN 978-7-5010-4671-3

I. ①光… II. ①艾… III. ①发光二极管—应用—博
物馆—陈列设计—调查报告—②发光二极管—应用—美术馆
—陈列设计—调查报告 IV. ①G265②J-28

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第184964号

光之变革

——博物馆 美术馆 LED 应用调查报告

主 编 艾 晶
责任编辑 马晓雪 王 戈
责任印制 梁秋卉
封面设计 舒 欣

出版发行 文物出版社
北京东直门内北小街2号楼
邮政编码 100007
<http://www.wenwu.com>
E-mail: wed@wenwu.com

经 销 新华书店
制版印刷 北京雅昌艺术印刷有限公司
开 本 889毫米×1164毫米 1/16
印 张 20.5
版 次 2016年8月第1版第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5010-4671-3
定 价 350.00元

本书版权独家所有，非经授权，不得复制翻印

立项单位 文化部科技司
承办单位 中国国家博物馆

项目策划 艾 晶 李 晨 伍必胜

项目组专家
常志刚 陈同乐 陈开宇 程 旭 荣浩磊 李跃进 李铁楠 仇 岩 徐 华
施恒照

项目组主要成员
牟宏毅 索经令 高 帅 郑春平 宣 琦 汤士权 胡 波 周红亮 黄秉中
姚 丽 宋沛然 张永升 汪小明

项目其他参与人员
马 晔 张 勇 尹飞雄 赵志刚 罗 明 翟其彦 焦胜军 黄田雨 苑永春
洪尧阳 詹益祯 黎健森 陈明红 杜彬彬 赵勇亮 李 坡 耿锦棋 谢素林
曹树仁 沈迎九 苗晓刚 俞文峰 陈 实 肖阳琳 范婉颖 宋 军 陈 琦
吴海涛 张红艳 王 杨 王小明 梁 贺 陈 舒 孙桂芳

项目媒体支持
李学良 崔 波 王 超 刘 莉 姚怡同 曹传双 陈玉梅 张 遇

项目合作单位
晶谷科技（香港）有限公司、WAC 华格照明灯具（上海）有限公司、iGuzzini（中国）有限公司、汤石照明科技股份有限公司、天禹文化集团有限公司、金大陆文化产业集团有限公司、文博时空科技（北京）有限公司、香港银河照明国际有限公司、石家庄中支河北钱币博物馆、欧普照明股份有限公司、松下电器（中国）有限公司、江苏创一佳照明股份有限公司、LEDING 浙江莱鼎光电科技有限公司、深圳点亮生活照明有限公司、广州新莱福磁电有限公司

项目参与单位
ERCO、上海莹辉照明科技有限公司、赛尔富电子有限公司、AKZU 深圳市埃克苏照明系统有限公司、北京玻名堂玻璃有限公司、惠州市西顿工业发展有限公司

技术支持单位

北京清控人居光电研究院有限公司、中央美术学院建筑学院建筑光环境研究所、
浙江大学光电科学与工程学系颜色工程实验室、齐鲁工业大学灯光应用中心

项目支持单位

文化部全国美术馆藏品普查办、首都博物馆、南京博物院、中国博物馆陈列艺术
委员会、全国高级照明设计师同学会、灯芯草学社

媒体支持单位

中国文物报、照明人、北京照明展、中国照明网、云知光



目录

前 言	艾 晶	6
总报告		8
课题研究的背景		10
研究方法与过程		11
调研数据的采集与分析		17
LED 在博物馆、美术馆应用优势		24
目前博物馆、美术馆普遍存在的问题		31
对策建议		37
结语		41
附件		43
分报告		52
故宫博物院调研报告		54
中国国家博物馆调研报告		58
中国美术馆调研报告		64
上海博物馆调研报告		67
中国人民抗日战争纪念馆调研报告		70
首都博物馆调研报告		74
南京博物院调研报告		77
山东博物馆调研报告		83
山东省美术馆调研报告		88
河北博物院调研报告		94
广东省博物馆调研报告		101
龙美术馆西岸馆调研报告		109
玻璃博物馆调研报告		112
上海自然博物馆调研报告		117
上海电影博物馆调研报告		121
国家大剧院调研报告		130
重庆市三峡博物馆调研报告		135
苏州博物馆调研报告		141
西安碑林博物馆调研报告		145
上海震旦博物馆调研报告		153
今日美术馆调研报告		162
六朝博物馆调研报告		167
关山月美术馆调研报告		172



西汉南越王博物馆调研报告	178
四川博物院调研报告	187
拓展研究	192
港澳台及国外应用 LED 优秀案例分析	193
台湾台中亚洲大学现代美术馆	194
日本博物馆、美术馆照明现状的研究	杜彬彬 201
LED 照明重塑大师名作	宣琦 205
从陈列到呈现	沈迎九 209
网络数据调研分析报告	215
LED 在博物馆、美术馆的应用现状与前景研究	216
实验室测试报告（博物馆、美术馆）	225
博物馆展柜实验分析报告	227
美术馆实验分析报告	231
项目进程中其他研究内容节选	235
“LED 在博物馆、美术馆的应用现状与前景研究”中期调研综述	艾晶 李晨 236
对于博物馆高品质照明的认识与理解	艾晶 238
“LED 在博物馆、美术馆的应用研发”工作会谈综述	艾晶 240
课题组专家对课题拓展研究节选	243
关于博物馆照明设计的几点刍议	李跃进 244
“光”说不练	陈同乐 250
城市轮廓线	程旭 253
博物馆相关规范、标准	徐华 260
对博物馆、美术馆照明应用通过实验进行检测评估的研究	荣浩磊 265
博物馆和美术馆 LED 照明的光色质量	翟其彦 罗明 268
博物馆用 LED 灯具产品的研发方向	饶连江 272
博物馆与美术馆照明系统研发目的与发展方向	詹益祯 275
对中小型博物馆用光改陈设计新方法	艾晶 王孟州 285
浅谈博物馆陈列展览中的照明设计思路和照明方式	索经令 290
契合	牟宏毅 295
附件 课题研究其他背景资料	300
后记	艾晶 319

序 一



国际博物馆协会副主席 中国博物馆协会副理事长兼秘书长

博物馆是出于教育、研究和欣赏之目的而收藏、研究、展示和传播人类及其环境最直接见证的公共文化机构。其陈列展览涉及学科领域丰富、形式语言多元、技术手段多样，无疑是博物馆面向公众最主要的渠道，也是博物馆向社会提供的核心文化产品。伴随着时代的发展，越来越多的新技术和产品被广泛地运用于博物馆陈列展览的各方面。光环境历来是博物馆陈列展览的重要设计要素，它不仅关乎公众在博物馆参观中的审美体验质量、展品信息传播、参观疲劳周期等文化学、传播学以及人体工程学等方面的问题，而且越来越多地与陈列展览的运行维护成本和节能环保追求联系在一起。近年来，不少博物馆在展览照明中认识并运用了包括 LED 在内的新型光源。它们在实践中的使用效果也引起了博物馆业界的关注。

2014 年，联合国曾经明确指出，高效照明对解决全球气候变暖具有重要意义，加快高效照明转换在全球的推广，有助于减少电力消耗、雾霾产生和碳排放，促进建立资源节约和环境友好型城市。2015 年国际博物馆协会将国际博物馆日主题确定为“博物馆致力于一个可持续发展的社会 (Museums for a sustainable society)”，特别强调面对日益增加的生态不稳定性，以及那些可能产生的自然和人为的挑战，博物馆必须能够确保发挥保护文化遗产的作用。近年来，许多西方博物馆学者已经提出并开始关注“低碳博物馆”这一概念，倡导博物馆通过自身努力，为减少碳排放和改善环境贡献力量。

2015 年，经文化部批准，由中国国家博物馆牵头，联合中国博物馆协会陈列艺术委员会和国内有关博物馆、照明企业开展了“LED 在博物馆、美术馆的应用现状与前景研究”项目，对国内 58 家重要博物馆、美术馆的照明情况进行了实地调研，并通过系统研究编写《光之变革——博物馆、美术馆 LED 应用调查报告》，系统梳理了国内博物馆、美术馆照明设备和技术情况，特别是深入分析了 LED 等新型光源应用的优势和存在问题。类似研究成果对于科学分析当前博物馆照明环境设计中的新方向和新课题是十分有益的。希望“LED 在博物馆、美术馆的应用现状与前景研究”小组能够在这本报告的基础上，继续关注博物馆照明问题，为中国博物馆陈列展览的发展，贡献出更多、更新的研究成果。

序 一

邵树奎

中国照明学会理事长

本书汇聚了全国照明领域的一些知名专家和博物馆照明专业生产企业的文章与调研报告，在全国照明界也产生了不小的影响。研究内容紧密围绕着文化部科技创新资助项目“LED 在博物馆、美术馆的应用现状与前景研究”的课题展开各项任务，内容翔实而又扎实深入，这在国内关于博物馆照明的研究著作中并不多见。尤其是该项研究主要参与者和项目负责人，是那些长期从事博物馆工作的研究人员。其主导的课题研究，对博物馆照明理论研究成果的进一步推广与应用，将起到重要的传输与桥梁作用。另外，本书内容的理论结构也体现出课题研究上的创新，体现出该课题项目负责人工作的细致，内容既细致全面，又富有前瞻性，深入浅出，全面概括，具有很强的现实指导意义和技术应用推广价值。后面的分报告是对全国有代表性和学术价值的博物馆、美术馆的实地调研分析，内容贴近实际工作，真实又具体地解读了当前我国博物馆、美术馆照明的实际发展状况。实验室的数据分析报告和大数据调研的分析报告，是对总报告概括内容的扩展与补充，共同勾画了一个真实而全面的关于我国当前博物馆照明发展的蓝图。该书还有关于“课题研究的拓展部分”的深入研究内容，进一步将国内外关于 LED 在博物馆、美术馆的最新技术引入，并介绍了一些最先进的国外成功案例。另外，从技术应用的角度，对照明专家们的前瞻性学术成果也进行了学术上面拓展，并从专业生产企业的技术研发角度指明发展方向，还有对那些有博物馆经验的专家实践经验的应用解读，无一不体现出本书的系统性和全面性。它将博物馆照明理论向前推进了一大步，已形成一套较完整的学科理论。

本书体现了该课题的研究方向，具有极强的时代特点。当前国内外照明领域，LED 技术的应用与发展可谓已势不可挡。如何将这一最新技术，运用于博物馆的日常展陈，使之更好地发挥潜能，也是当前照明学科领域研究的一个重点方向，而该课题的研究内容正好能填补我国在此领域的研究空白。该课题的理论研究还具有很强的可操作性，便于研究成果的后期推广与应用。该课题对全国的博物馆、美术馆做了大量的抽样实地调研与真实的数据采集工作，邀请了大量专家进行学术研讨与研究成果论证，并召开了多次专题研讨会进行深入研究，又通过实验数据和分析解决一些实际问题，用科学的数据分析与应用实践案例来，推导目前 LED 照明技术

在我国的应用现状与发展问题，用技术的手段和艺术的审美，将 LED 在博物馆、美术馆的前景应用，提升到一个崭新的理论高度，为博物馆、美术馆还有照明行业的发展指点方向。

《光之变革》是一部很有学术价值的博物馆照明工具书和研究参考文献，而这些理论成果的汇集，离不开该书撰写者们的辛勤劳动，正是由于他们对博物馆照明工作的热爱与对博物馆展陈艺术美的追求，才使此书得以完美呈现。本人衷心祝愿我国的博物馆事业在未来能迈向一个崭新的台阶，用专业的博物馆照明学科的理论成果来带动前行，为中华优秀传统文化的传承和博物馆事业全面发展作出更大贡献！最后，也希望广大读者们能从本书中，感受到那种追求博物馆高品质照明的精神，所散发出的醇香！



目录

前 言	艾 晶	6
总报告		8
课题研究的背景		10
研究方法与过程		11
调研数据的采集与分析		17
LED 在博物馆、美术馆应用优势		24
目前博物馆、美术馆普遍存在的问题		31
对策建议		37
结语		41
附件		43
分报告		52
故宫博物院调研报告		54
中国国家博物馆调研报告		58
中国美术馆调研报告		64
上海博物馆调研报告		67
中国人民抗日战争纪念馆调研报告		70
首都博物馆调研报告		74
南京博物院调研报告		77
山东博物馆调研报告		83
山东省美术馆调研报告		88
河北博物院调研报告		94
广东省博物馆调研报告		101
龙美术馆西岸馆调研报告		109
玻璃博物馆调研报告		112
上海自然博物馆调研报告		117
上海电影博物馆调研报告		121
国家大剧院调研报告		130
重庆市三峡博物馆调研报告		135
苏州博物馆调研报告		141
西安碑林博物馆调研报告		145
上海震旦博物馆调研报告		153
今日美术馆调研报告		162
六朝博物馆调研报告		167
关山月美术馆调研报告		172



西汉南越王博物馆调研报告	178
四川博物院调研报告	187
拓展研究	192
港澳台及国外应用 LED 优秀案例分析	193
台湾台中亚洲大学现代美术馆	194
日本博物馆、美术馆照明现状的研究	杜彬彬 201
LED 照明重塑大师名作	宣琦 205
从陈列到呈现	沈迎九 209
网络数据调研分析报告	215
LED 在博物馆、美术馆的应用现状与前景研究	216
实验室测试报告（博物馆、美术馆）	225
博物馆展柜实验分析报告	227
美术馆实验分析报告	231
项目进程中其他研究内容节选	235
“LED 在博物馆、美术馆的应用现状与前景研究”中期调研综述	艾晶 李晨 236
对于博物馆高品质照明的认识与理解	艾晶 238
“LED 在博物馆、美术馆的应用研发”工作会谈综述	艾晶 240
课题组专家对课题拓展研究节选	243
关于博物馆照明设计的几点刍议	李跃进 244
“光”说不练	陈同乐 250
城市轮廓线	程旭 253
博物馆相关规范、标准	徐华 260
对博物馆、美术馆照明应用通过实验进行检测评估的研究	荣浩磊 265
博物馆和美术馆 LED 照明的光色质量	翟其彦 罗明 268
博物馆用 LED 灯具产品的研发方向	饶连江 272
博物馆与美术馆照明系统研发目的与发展方向	詹益祯 275
对中小型博物馆用光改陈设计新方法	艾晶 王孟州 285
浅谈博物馆陈列展览中的照明设计思路和照明方式	索经令 290
契合	牟宏毅 295
附件 课题研究其他背景资料	300
后记	艾晶 319

前言

艾晶

近年来，我国政府大力倡导绿色节能，照明领域的 LED 照明产品不断向前发展，产品技术更新迅速。LED 照明产品以其能耗低、寿命长、控制灵活方便等优势，正在逐步替代传统照明产品。而博物馆作为保护和展示人类文明的重要场所，对照明产品的性能与质量要求更为苛刻，尤其在强调照明产品能保护展品方面更加严格。目前 LED 照明产品在博物馆的应用并不广泛，且由于以前 LED 照明产品技术不稳定，市面上很多 LED 照明产品，很多不是专门针对博物馆、美术馆的合格产品，国内博物馆、美术馆领域还没有及时开展这方面的理论研究，至今很多博物馆、美术馆在应用方面普遍存在某些顾虑。因此我们课题组承担了 2015 年度文化部科技创新项目“LED 在博物馆、美术馆的应用现状与前景研究”的课题研究。

该课题研究历时两年，由中国国家博物馆发起，自 2015 年 7 月 13 日启动以来，先后参与课题研究的专家和学者已有 70 余位，直接参与课题调研的技术人员也已有 200 多名，汇集了由国内外众多博物馆、美术馆、照明知名企业、科研院所、社会团体和专家学者共同参与的跨学科多领域的学术研究团队。影响领域和范围也在不断扩大，在博物馆界业内与照明领域也随着研究的深入和参与人员的增加，掀起了一股关注博物馆、美术馆 LED 照明问题的潮流，尤其是在 2016 年 4 月 15 日在北京照明展举办的“中国首届博物馆照明论坛”，我们课题作为本次论坛最为重要的专题报告之一的宣讲，将这股关注热推向一个高潮，进一步促进了博物馆、美术馆界和照明领域对本课题研究工作的重视，对我国博物馆与美术馆业内人士直接或间接产生应用 LED 光源的影响，以及让他们更多地了解 LED 光源目前在国内的应用现状与未来应用的前景。

我们课题的研究工作始终秉承严谨的治学态度，认真考察和核对各项调研和测试数据，积极调动业内众多知名专家与学者间接或直接参与课题研究，并充分发挥合作企业技术人员的专业优势，带动他们认真完成考察调研与测试工作，在充分依靠课题组专家的集体智慧下，反复斟酌和修改方案，并协调和组织人员进一步完善调研报告，采取优势互补和多方支援的相互合作模式，让科研院所的人员和仪器设备发挥最大优势，并多次协调补充调研数据，不断地完善研究成果。尽管力量有



限，而且研究时间只有两年，也不可能将各项工作都做到尽善尽美，但我们课题组所有参与的合作者，已经发挥了自己最大的能量，可以做到问心无愧了。除积极配合我们的课题研究工作，还创造性地发挥了各自的能力并践行了他们的工作职责，也正是由于有这么多热爱博物馆、美术馆照明事业的热心人士的共同参与，才使我们的课题研究，在初始经费只有5万元的财力支持下，能够顺利完成任务。他们用奉献精神无偿地支援着我们的课题研究，尤其是那些合作企业的专业人员，不仅从人力方面还在物力上向我们课题组伸出了援助之手。另外，还要感谢那些为我们课题研究提供方便的博物馆、美术馆馆方，那些具有远见卓识的领导与同仁们的帮助，正是由于他们的大力支持，为我们课题的研究提供那么多便利条件，为我们无偿地奉献与提供着资源，让我们课题组调研工作能够顺利开展。他们不仅很好地配合了我们课题的调研工作，还为课题研究提供着智力支持，将那些难能可贵的宝贵经验无私地贡献与分享给大家，并为我们的研究提供着最好的测试环境。首都博物馆、南京博物院、上海博物馆、今日美术馆、广东省美术馆、中国抗日战争纪念馆等馆，还为课题组提供专场测试服务，无偿提供会议室供我们进行学术交流，有的提供未开放区域和库房供我们研究，并破例打开陈列柜供我们测试与采集数据，有的还提前增派人手配合我们的研究工作，调集相关专业人员与我们交流问题和完善调研问卷。他们的这些无偿付出我们都看在眼里记在心上，也让我们的研究团队更有激情地去投入工作，用饱满的热情与认真的工作态度完成各项研究工作。我们也希望本书的出版，将我们的研究成果，尽可能地回馈给支持和帮助过我们课题组研究的工作人员。在这里，向各位参与和支持过我们课题研究工作的各位领导与同事们表示由衷地感谢！

总报告

自 2015 年 7 月 13 日文化部科技创新项目“LED 在博物馆、美术馆的应用现状与前景研究”在中国国家博物馆正式启动以来，已历时一年多时间，项目组相继开展了一系列研究工作，包括大数据调研、实地数据测试和访谈、实验室比对模拟实验，以及课题研究工作“照明与展柜一体化设计”。尤其是我们实地调研了全国 58 家单位，博物馆方面 43 家，约占全国一级博物馆 96 家的三分之一；美术馆方面 15 家，其中重点美术馆 7 家，约占全国重点美术馆 13 家的二分之一，覆盖了全国 14 个省市和地区。现已完成课题预期的研究计划。本次课题组学术研究团队阵容庞大，汇聚了全国 32 家合作企业与科研院所，还有 8 家媒体和 4 家学术单位给予学术支持。课题组专家由 10 位在博物馆和照明领域有影响力的专家组成，还有超过 70 位的社会知名学者共同参与了该课题的研究工作。在调研工作方面，参与人数最多，粗略统计有 200 人左右，主要由课题合作企业的技术人员、科研院所的研究人员与博物馆、美术馆专家共同搭建组成团队。

总报告部分重点介绍课题研究的思路与方法，开展各项工作的细节内容，以及带有我们研究结论性的成果汇总，并提出了一些建设性意见，供今后博物馆、美术馆照明工作者参考。

因我们所开展的课题研究工作内容，在国内博物馆界和美术馆领域没有类似研究，很多基本工作处于无参考前例的原创，我们的整体工作主要分为四个方面：一是网络问卷的大数据采集设计；二是实地考察的设计；三是实验方式的设计；四是研发创新新产品。目前我们课题研究已经做了系列整理工作，除前期进行实地调研与网络问询研究以外，还开展了实验室模拟数据采集工作，现已陆续整理出了研究成果和实验分析结论，下面将一一汇总与各位专家同仁们分享。



课题研究的背景

中国国家标准化管理委员会和中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局在 2009 年 12 月 1 日曾发布过《博物馆照明设计规范》，但随着时间的推移，以及照明行业迅猛的发展，此规范标准目前已经严重滞后。2013 年建设部与质检总局又联合新发布了《建筑照明设计标准》，其中对博物馆建筑照明标准也新增加了规定，主要是针对光源的照度、曝光量、眩光、照度均匀度、显色指数等宽泛指标进行了调整。这也是当前国内大力提倡节能环保和绿色节能建筑照明的新形势的总体反映，对如何提高博物馆照明质量来降低能耗问题，以及如何运用新技术新材料有具体要求。但对于目前国内外急速发展起来的 LED 照明产品，没有可对应的细则规定，这就使博物馆业主和管理者们在应用 LED 照明产品时会产生顾虑，对能否达到新标准要求 and 能否满足实际需要也不清楚。尤其当前国内针对博物馆 LED 照明产品的研究与理论研究成果匮乏的当下，会阻碍大家对 LED 照明产品在博物馆、美术馆应用和推广，进而会影响全行业对照明先进技术成果的发展与利用。

另外，未来博物馆将趋向智慧化博物馆发展，如何利用智能化产品，建构灵活可感知的新型博物馆，无疑是 LED 照明产品取代传统光源的最大潜力，它拥有传统博物馆光源无法比拟的诸多优越条件与智能化优势。但当前国内针对博物馆、美术馆所展开的相关研究工作相

对滞后，几乎找不到适合当下博物馆、美术馆应对新光源 LED 照明技术的可供参阅的资料，这也是致使很多新建博物馆和改扩建博物馆领导不敢轻易尝试 LED 照明产品的主要原因之一，技术应用问题尚不明确，这些需要我们深入研究，方能得出较科学的结论。

基于以上问题的考虑，我们形成了目前的研究方向和目标，就是要有针对性地面对博物馆、美术馆展开 LED 应用现状与前景的研究，通过实地采集数据和实验室数据比对分析，找出应用中的实际问题，进而促进技术的进一步发展，让 LED 照明产品更好地为博物馆使用服务。具体课题研究内容主要分为以下三个方面：(1) 调研博物馆、美术馆的传统光源与常用 LED 照明产品的比对研究：主要通过光效、色温、显色性三个维度的综合评估，以及对使用率、销售前景等方面进行调研，综合评价 LED 产品与传统照明产品之间的差异与区别。(2) 通过实验室的抽样实验，比对传统光源与 LED 产品的各项技术指标，通过对红外、紫外、可见光三个光学区间的光学测试，以及 LED 芯片对展品保护的研究，和对博物馆展品的伤害类型的分析，做出合理的建议。(3) 根据对博物馆、美术馆实地展开的调研，集中所有实际应用问题和实验室数据，再结合一些欧美国家的先进经验，总结学术报告和成果，向更多的博物馆、美术馆提出当前应用 LED 照明产品的合理化建议。