

照明技术的发展与演变

吴乔峰, 孙冰

辽宁工业大学土木建筑工程学院, 辽宁 锦州

收稿日期: 2025年5月23日; 录用日期: 2025年6月25日; 发布日期: 2025年9月3日

摘要

光明在人类社会中是一个美好而又神圣的词汇, 从古至今社会在不断前进发展, 人类对照明的要求也在不断提高。文章探讨了照明技术的演变及其对人类社会的深远影响。从原始火把到现代LED及智能化照明系统, 照明技术经历了重大变革, 不仅提升了照明效率与环保性能, 还推动了相关产业的智能化升级。同时, 人类对照明的需求也从基本生存逐渐转向高效、舒适、美观及价值多元化, 这些变化影响着人类生活的诸多方面。未来, 照明技术将继续发展, 以满足人类不断提升的生活品质需求, 推动社会可持续发展。

关键词

照明技术, 能源变化, 照明需求, 发展趋势

Development and Evolution of Lighting Technology

Qiaofeng Wu, Bing Sun

School of Civil and Architectural Engineering, Liaoning University of Technology, Jinzhou Liaoning

Received: May 23rd, 2025; accepted: Jun. 25th, 2025; published: Sep. 3rd, 2025

Abstract

Light is a beautiful and sacred concept in human society. Throughout history, as society has advanced and developed, humanity's demands for illumination have also grown ever more sophisticated. This paper discusses the evolution of lighting technology and its far-reaching impact on human society. From the primitive torch to modern LED and intelligent lighting systems, lighting technology has undergone significant changes, not only to improve the lighting efficiency and environmental performance, but also to promote the intelligent upgrading of related industries. At the same time, human demand for lighting has gradually shifted from basic survival to high efficiency,

comfort, aesthetics and value diversification, and these changes have affected many aspects of human life. In the future, lighting technology will continue to develop to meet the ever-increasing demand for quality of life and to promote sustainable social development.

Keywords

Lighting Technology, Energy Change, Lighting Demand, Growing Trend

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

使用工具是人类与野兽最大的区别, 而人工取火的出现是人类文明一个里程碑式的起点, 它照亮了人类的文明史, 标志着人类开始走向一条超越一般物种的进化之路。随着人类文明的发展, 照明的方式与用途也在不断的发展与改变。伴随着能源的更迭, 照明经历了从火、油到电的发展历程; 照明工具也不断推陈出新, 从最初的火把到古代的动植物油灯再到煤气灯、煤油灯直至发展至近现代以电为能源的白炽灯、荧光灯、LED 灯等[1]。照明工具的不断演化不光改变了人们的生活方式, 也深刻地影响了文化的形成和发展。照明不仅仅是实现视觉生理可视性的手段, 更是一种艺术表达和文化遗产的方式。不同时期人们对照明有着不同的要求, 本文将照明技术的发展为脉络, 探讨不同时代背景下照明技术的变化及需求演变。

2. 照明方式的演变

2.1. 原始时期: 火的出现

远古时期人类依赖自然光源照明, 日月星辰是主要光源: 白天借助阳光劳作生活, 夜晚依靠星月微光获得基础照明。但夜间低可视性限制了活动范围并增加了狩猎、防御等活动的风险, 促使早期人类寻求稳定的夜间照明光源。

火是人类照明史的开端, 最早的光源就是自然界的火光。天然火的来源应是干燥的树木遭闪电击中后, 从而引发的森林火。熊熊燃烧的森林火对原始人来说是一种十分可怕景象, 人们是基于何种目的决定使用火, 暂不得而知, 这一点从下述内容或可猜测一二。人类最早掌握的取火方式是“击石取火”, 即将燧石与石头相碰, 溅出的火星引燃兽皮之类的易燃物[1]。目前发现人类大约在 3 万到 12 万年前, 就已经掌握了人工取火的能力。自此, 人类不光使用火来取暖和加热食物, 更用来驱散黑暗。原始人类利用火把、篝火等方式, 在夜晚进行狩猎、聚会等活动, 极大地扩展了人类的活动时间和范围。这是人类文明的转折点, 也标志着人类开始对照明技术进行初步探索。

然而, 火作为照明工具也存在诸多局限性。例如, 火把和篝火的照明范围有限, 且容易引发火灾; 同时, 火源需要持续不断地添加燃料, 这使得火作为照明工具的使用成本较高。因此, 人类开始寻找更加稳定、便捷且经济的照明方式。

2.2. 古代时期: 人工照明工具的初步发展与多样化

随着时代的进步, 人工照明用具逐步发展起来。在古时期, 油灯和蜡烛成为应用最广的照明用具, 并持续了很长时间[2]。

在公元 3000 年前, 埃及和希腊就有蜡烛的相关纪录[3]。蜡烛现在普遍认为起源于原始时期的火把, 原始人类把动物的油脂或者蜡涂抹在由树皮、芦苇等易燃材料捆绑而成的火把上用以照明。早期蜡烛材料有动物脂肪、动物脂肪衍生物或蜂蜡与灯芯的组合, 是人类自用明火为光源进行照明以来, 一次非常伟大的技术进步。人类最初使用的蜡烛是由蜂蜡制造而成, 因为古时技术所限, 古代蜜和蜡不能分解, 所以称作蜜烛。蜡烛的普及经历了一个非常漫长的历史时期, 在《西京杂记》中记载: 西汉初年, 南越王向汉高祖刘邦敬献蜜烛 200 枚等, 汉高祖大喜。这表明在西汉时期, 蜡烛是进贡的珍贵物品。同样在《晋书》: 古晋州(今河北省境内)给朝廷上贡的贡品中有蜡烛的记载。这进一步证明了在晋代, 蜡烛仍然是作为珍贵贡品存在的。直至 1825 年, 石蜡硬脂蜡烛的出现, 掀开了人类照明历史崭新的篇章[1]。石蜡的大规模提取源自石油, 这一技术革新使得蜡烛能够以更为亲民的价格进行大规模生产, 并迅速在日常生活得到了广泛的推广和应用。由此, 蜡烛的消费不再局限于特定阶层, 而是逐渐成为了普通民众生活中的一部分。

人类使用油灯进行照明的历史悠久, 15,000 年前法国拉斯科 Lascaux 岩洞出现人类第一盏灯[4]。最初的油灯可能源于“钻燧取火”和火把的照明方式, 但这些还不是真正意义上的油灯。真正意义上的油灯需有盛放燃料的容器和灯芯, 新石器时代, 人们用陶制容器作灯具雏形, 发现点灯的油脂, 油灯发展由此开端。油灯由灯座、灯碗和灯芯构成, 靠燃烧油脂发光。燃料早期以猪油、牛油等动物油脂为主, 后发展为菜籽油、橄榄油等植物油; 灯芯材料也从纸、棉线改良为麻或亚麻布, 各有不同燃烧特性与持续时间。

在近代, 随着煤油等化石燃料的普及, 传统油灯逐渐被煤油灯取代。煤油灯不仅亮度好、燃料经济, 而且燃烧效率更高。煤油灯的普及标志着人类照明技术的一次重大飞跃, 也为后来的电气化照明奠定了基础。

2.3. 近现代时期: 照明技术的革新与普及

近代以来, 随着科学技术的兴起与发展, 照明技术也得到很大的提升。1879 年, 爱迪生成功发明了白炽灯, 标志着人类正式迈入电气照明的新时代[5]。自此, 人类获得有史以来最为优质的人造光源[6]。白炽灯泡通过电流加热钨丝发出光芒, 具有寿命长、亮度高、使用安全等优点。电灯不仅具有上述优点, 还降低了照明的成本, 这使得电气照明技术得以广泛应用于家庭、工厂、学校等各个领域。电灯的发明和普及, 不仅推动了工业化进程的发展, 也促进了人类社会的现代化进程。

电灯技术的不断发展, 也带动照明工具的多样化, 为了满足不同场合和需求的照明要求, 各式的电灯和照明设备不断涌现出来。1879 年爱迪生白炽灯开启了电光源新时代, 虽因低效将淘汰但奠定基础。1959 年卤钨灯凭借显色佳、体积小成为装饰照明优选。气体放电灯领域, 1911 年低压汞灯(荧光灯雏形)问世, 1939 年实用荧光灯凭借高光效和显色性占据室内照明半壁江山; 1923 年低压钠灯(200 lm/W 高光效)与 1932 年高压汞灯共同开启高强度气体放电灯时代, 1965 年高压钠灯及金卤灯至今仍被市场所需。半导体光源方面, 1962 年首颗红光 LED 诞生(0.1 lm/W), 经 70~90 年代材料革新光色逐渐丰富, 实现从 1 lm/W 到白光(170 lm/W)的突破[4] [7] [8]。整个历程呈现从热辐射光源到气体放电、最终向半导体固态光源演进的技术脉络, 始终追求更高光效、更优光质与更低能耗。

照明技术的进步与多样化, 提升了照明质量和效率, 推动照明产业快速发展。各类照明设备和控制系统不断涌现, 满足多领域照明需求。其革新还带动相关产业升级, 如电子产业, LED 核心材料(氮化镓、碳化硅等第三代半导体)需求增长, 促使芯片制造、封装测试等环节升级; 材料产业因 LED 对照明材料高性能、环保要求, 加速向此方向发展。

我国 LED 照明技术的起步到领跑阶段是 2003~2020 年, 以中国半导体产业(电子产业的核心产业)为

例由 03 年的约 371 亿元[9]增长至约 8848 亿元(20 年中国半导体行业年度报告), 增长了 2285%。

2.4. 现代时期：智能化照明系统的兴起

进入 21 世纪, LED 技术的兴起为照明产业带来了革命性的变化[10]。因其具有高效节能、寿命长、抗震性强、占空间小、亮度高、可调光、维护和更换便捷等诸多优势, 迅速成为照明市场的主流产品[11]。由于 LED 灯的可调光性能好, 故而在当代人们越发注重场合需求以及个人需求的情况下, 照明系统愈发朝着智能化和个性化的方向发展。通过集成传感器、无线通信等技术, LED 灯具可以实现远程控制、自动化调光、智能感应等功能, 为人们的生活带来了极大的便利。

伴随着物联网技术、大数据分析及人工智能的持续进步, 越来越多的领域开始使用智能化照明系统。在商业领域, 智能化照明系统可以依据时间、人流量等因素的不同, 自发地调节照明的照度及色温, 为顾客提供更优质的购物体验; 在家居领域, 智能化照明系统可以与智能家居设备实现互联互通, 通过语音控制、手机 APP 等方式实现对照明系统的远程控制和管理; 在艺术展览场所, 也可以使灯光更加贴切的展示出艺术品的特征和细节。同样在不同场合, 智能化照明系统都发挥着重要的作用。

在注意 LED 光源的同时, 我们也不能忽视 OLED 光源、激光光源的蓬勃发展。OLED (有机发光二极管)光源是一种先进的显示与照明技术, 以其无蓝光伤害、面光源不刺眼、柔性可弯曲、环保低能耗等优点著称[12]。然而, 它也存在使用寿命相对较短、制作成本高及色彩纯度不够等缺点, 限制了其在某些领域的应用。激光光源的优点主要包括色彩鲜明丰富、亮度高、对比度高、使用寿命长; 缺点则是成本相对较高, 且在实现彩色显示时, 可能存在绿色光源亮度、寿命与红蓝两色不匹配的问题。在未来, 这两种照明技术, 很可能得到更大的发展与应用。

3. 人类不同时期对照明的需求

3.1. 理论基础

在不同的阶段, 人有不同的需求, 在现实条件下, 人的需求是该阶段可达成的目的。然而当某一需求被满足时, 就意味着原本的限制也随之发生改变, 因而将会出现全新的需求。美国心理学家马斯洛在《人类激励理论》中, 将人的需求划分为五个层次, 依次是生理、安全、归属、尊重和自我实现需求[13]。对需求的划分依次从低级到高级, 从基础的物质需求到更高层次的精神需求。人类对不同时期照明的需求也遵循这个理论, 可以划分为以下几个阶段, 见表 1。

Table 1. Hierarchy of needs

表 1. 需求层次划分

需求层次	马斯洛需求层次	照明需求层次
初级需求	生理需求 食物、空气、水、居住、出行	安全需求 确保人身安全(如夜间道路照明)
	安全需求 人身安全、生活稳定、健康保障	效率需求 确保工作生活的有效进行
中级需求	归属需求 归属感、与人交往、获取友谊	舒适需求 追求生理和心理上的舒适(如护眼灯光、氛围调节)
	尊重需求 自我肯定、认可与尊重、获取荣誉	审美需求 享受心理和精神上的愉悦(如艺术化灯光设计)
高级需求	自我实现需求 发挥自身潜力、实现个人理想及自我价值	价值需求 获得超越照明的附加价值(经济、文化、社会价值)

3.2. 照明层次的阶段性划分

3.2.1. 基本生存需求(原始时期至工业革命前)

在原始时期对照明只存在最基础的生存需求, 这一阶段照明工具非常简陋, 如火把、篝火等。人类主要将其用于驱逐野兽、生火取暖和满足基本夜间活动的生存需求, 旨在保障人类在夜晚或黑暗环境中的基本安全和生活。

古代至工业革命前, 这阶段照明技术经历了从篝火、火把到蜡烛、油灯的转变。这些照明工具主要满足人们基础的生活和工作照明需求, 如夜间行走、阅读、烹饪等。虽然存在着一些简单的夜间活动, 但对照明并不存在较高的要求, 照明层次相对单一。主要以照明的生存需求为主, 效率、舒适和审美层次方面并未形成明显的需求。

3.2.2. 效率与舒适需求的交织(工业革命至近现代)

在人类对照明的需求层次中, 效率需求和舒适需求并非严格按照时间顺序出现, 而是随着人类社会的发展和技术的进步逐渐显现并相互交织的。

随着技术进步, 人类从事更复杂工作(如工厂生产线)。生产线上工人需长时间精细操作, 照明设备需提供足够光线以确保清晰识别操作对象与工具。合理布局照明系统并调节亮度, 可有效提升工作效率与产品质量。

科学技术的提升带动着人类生活水平的提高, 这时人们开始关注自身的舒适性, 照明技术开始向舒适需求方面发展。在家庭、工作等场所, 人们越发注重照明带给人类本身生理、心理的舒适性。柔和、均匀的照明能够减轻眼睛疲劳, 提高人们的舒适度和满意度。

某种程度上来说, 效率需求和舒适需求是相辅相成的。一个高效的照明系统可以带来更好的舒适性, 同理一个舒适的照明环境也可以有效提高人员的工作和学习效率。因而, 很难明确说出哪种照明需求先出现。

3.2.3. 审美需求(物质条件满足后)

对美的追求是人类本能的为行为, 当人类满足一定的物质条件, 不再被最基础的生活需求所困扰, 便会开始寻求一种精神层次的愉悦。“美”也可以直白地说“好看”, 便是一种最直观地精神愉悦, 照明的审美需求应运而生。

审美需求在古时就有所体现, 但那时的需求相对简单, 主要关注灯具的实用性和美观性。古代会设计不同形态的照明灯具, 例如从简单的豆形灯、盘形灯, 到复杂的连枝灯、动物形灯等, 每一种造型都蕴含着特定的审美意蕴和文化内涵[14]。

近现代照明技术发展推动审美需求从灯具本身转向光线与环境、文化融合的氛围营造。城市景观照明中, 上海外滩、丽江古城的夜景设计通过灯光与色彩搭配, 成为光影塑造城市文化的典范[15]; 室内照明则借助灯具选择与布局营造个性化舒适环境; 公共场所、艺术馆、办公区等场景的照明设计, 亦通过光线传递地域文化与人文气息。

3.2.4. 价值需求(当代及未来)

价值是一个多层次、复杂的概念, 照明带来的安全、高效的工作效率、精神的愉悦等都是其价值的体现。这里提到的价值需求更多地是指照明所带来的附加价值, 如经济价值、文化价值等。例如, 商业照明通过灯光设计吸引客流、塑造品牌形象, 创造经济效益; 城市夜景照明则依托灯光展现地域特色与文化内涵, 提升城市知名度。此外, 照明技术在心理治疗、患者康复等医疗领域亦发挥独特作用。

3.3. 照明需求演变的驱动因素

人类对照明需求的演变并非孤立发生, 而是由技术发展、社会经济的进步以及文化意识的提升共同推动的。

技术突破拓展照明可能: 从篝火、火把到蜡烛、油灯, 再到电灯、LED 及智能照明系统, 每次技术进步均推动照明转型。如 LED 技术通过精准调控色温亮度, 实现从“看得见”到“看得舒适智能”的跨越。

经济发展奠定物质基础: 基本需求满足后, 高效光环境(如工厂精确照明)与健康光环境(如护眼灯光、节律照明)的需求升级, 反映了经济水平提升对光环境质量的更高要求。

文化意识催生人文价值: 随美学与精神需求提升, 照明从功能工具转变为艺术载体。博物馆灯光艺术与商业空间氛围营造, 即体现了对光环境的情感与审美需求。

三重因素交织, 共同推动人类照明需求的动态演进。

4. 智能照明控制技术的发展趋势

由于现代照明技术已无法脱离智能化独立发展, LED 光源的电子特性天然适配智能控制, 因此接下来的技术发展将分析智能照明技术的发展趋势。智能照明技术正朝着绿色化、智慧化、个性化、无线化方向快速发展, 这一发展趋势主要由技术进步、环保要求和用户需求共同驱动。

绿色化: 受节能减排政策与环保意识推动, LED 技术与智能控制结合使节能率超 80%, 太阳能等可再生能源的应用进一步降低能耗[16]-[18]。

智慧化: 依托物联网、大数据技术, 照明系统实现设备互联与智能调控, 通过实时采集环境及用户行为数据自动优化方案, 显著提升能效与管理效率[18]。

个性化: 基于用户对舒适健康光环境的追求, 智能系统可根据办公、演出等场景及用户偏好, 动态调节色温、亮度、色彩, 满足差异化需求[17]-[19]。

无线化: 通过移动终端远程控制, 突破传统布线限制, 提升使用便捷性并降低安装维护成本[14][15]。

多重趋势相互促进, 推动照明系统向智能、环保、人性化方向演进。

5. 结论

照明技术的发展史即人类社会的发展史, 从文章中可以看出每当人类社会的科技、经济或文化取得一定的发展, 必然会对照明领域提出更高的要求, 从而带动照明技术的进步。照明工具从原始的火把、油灯等发展成现代的智能照明, 照明的需求也从最初单一的生存需求发展成如今多元化、个性化的需求。人类对照明技术的追求是一个不断向上的阶梯, 未来照明技术将继续朝着更高效、智能、环保方向发展, 满足人类不断提升的生活品质需求, 推动社会可持续发展。

参考文献

- [1] 张万奎, 张振. 照明发展进程——古代照明[J]. 灯与照明, 2013, 37(1): 19-22.
- [2] 陈大华. 照明光源的发展历程及未来展望[J]. 照明工程学报, 2019, 30(1): 10-14.
- [3] 周珂. 文创之光[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京艺术学院, 2019.
- [4] 江源. 光源发展史(一) [J]. 灯与照明, 2010, 34(1): 54-62.
- [5] 陈大华. 光源的昨天、今天和明天[J]. 灯与照明, 2019, 43(1): 1-5.
- [6] 周波, 周杨晓小. 论照明的多重功能与绿色照明设计思考[J]. 重庆建筑, 2015, 14(11): 8-12.
- [7] Coaton, J.R., Cayless, M.A. and Marsden, A.M. (2012) Lamps and Lighting. Routledge.

- [8] Zissis, G. and Kitsinelis, S. (2009) State of Art on the Science and Technology of Electrical Light Sources: From the Past to the Future. *Journal of Physics D: Applied Physics*, **42**, Article ID: 173001. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/42/17/173001>
- [9] 莫大康. 中国真能主导全球半导体市场? [J]. 电子产品世界, 2004(7): 30-31.
- [10] Haitz, R. (2003) Another Semiconductor Revolution: This Time It's Lighting! In: Kramer, B., Ed., *Advances in Solid State Physics*, Springer, 35-50.
- [11] 魏戈兵. 现代照明光源的发展趋势[J]. 灯与照明, 2003(3): 26-29.
- [12] 陈大华. 现代电光源进展的探讨[J]. 电世界, 2020, 61(1): 1-4.
- [13] 赵鹏琳, 王瑜. 基于人类需求层次理论的城市景观照明设计分析[J]. 光源与照明, 2023(11): 31-33.
- [14] 张磊. 中国古代灯具形制和照明燃料演变关系考[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计版), 2009(6): 190-194.
- [15] 夏磊. 景观照明在城市美学与文化形象提升中的应用[J]. 光源与照明, 2024(12): 11-13.
- [16] 刘琼, 朱忠有, 药左红, 等. “双碳”时代照明行业的发展趋势[J]. 中国照明电器, 2024(4): 1-3.
- [17] 孙凯. 智能化照明控制的应用和发展[J]. 光源与照明, 2023(1): 63-65.
- [18] 刘尚伟. 智能照明控制系统的应用现状及发展趋势[J]. 绿色环保建材, 2019(9): 238, 241.
- [19] Chen, J., An, J., Yan, D. and Zhou, X. (2024) Future Trends in Intelligent Lighting Control Systems: Integrated Technologies, Multi-System Linkage and AI Integration. *Building Simulation*, **17**, 1909-1932. <https://doi.org/10.1007/s12273-024-1209-3>