

2019 年中国舞台影视灯光调研分析报告

郭 亮¹, 刘 明², 江中鸿³

(1. 浙江广播电视集团, 浙江 杭州 310005; 2. 黑龙江广播电视台, 黑龙江 哈尔滨 150090;
3. 湖北广播电视台, 湖北 武汉 430071)

摘 要: 中国照明学会舞台电影电视照明专业委员会 2019 年组织专家对 19 家舞台影视灯光设备企业进行调研。根据调研情况, 本文对舞台影视常规灯具、效果灯具、控制系统、机械吊挂系统等方面的新技术和新产品做了分析, 并简单介绍了影视灯光设备企业在开拓创新、资源整合、跨界经营方面的发展动向。

关键词: 舞台影视照明; 电脑灯; 光源; 光学系统; 灯光控制

中图分类号: TM923 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1004-440X.2019.06.020

Investigation and Analysis Report of Chinese Stage Film and Television Lighting in 2019

GUO Liang, LIU Ming, JIANG Zhonghong

(1. Zhejiang Radio and TV Group, Hangzhou 310005, China; 2. Heilongjiang Radio and Television Station,
Haerbin 150090, China; 3. Hubei Radio and Television Station, Wuhan 43007, China)

Abstract: In 2019, the Stage Film and Television Lighting Committee of the Chinese Lighting Society organized experts to conduct a survey on 19 enterprises of stage film and television lighting equipment. According to the investigation, this paper analyses the new technologies and products of conventional lighting, effect lighting, control system, mechanical suspension system and so on. It also briefly introduces the development trend of film and television lighting equipment enterprises in terms of innovation, resource integration and cross-border management.

Key words: stage lighting; computer lamp; light source; optical system; light control

引言

随着舞台灯光技术的不断发展, 我国灯光演艺设备企业的技术积累日趋雄厚, 技术进步日趋明显, 无论是机械、电子、控制, 还是光源、光学系统、检测技术等, 都迅速向底层技术挺进, 一些关键技术已经成为行业领先^[1-3]。2019 年舞台影视灯光行业的一个显著趋势是纵向深入研发与横向交叉拓展并进。企业研发投入持续增长, 多项关键技术取得长足进步。同时, 很多企业并没有满足于原有优势产业的深耕细作, 在跨专业跨行业交叉发展中, “你中有我、我中

有你”, 行业竞争与合作进入新阶段。

中国照明学会舞台电影电视照明专业委员会(以下简称专委会)2019 年组织专家对六省市 19 家企业进行了走访调研, 与各生产企业共同研讨行业新技术新应用新趋势, 加强行业内生产、研发、宣传、应用等环节的交流、沟通与合作, 促使舞台影视灯光产业的健康快速发展, 促进舞台影视灯光制作水平不断提高。

1 调研过程

2019 年 2—5 月, 专委会组织由王京池、郭亮、

白文国、林宏恩、田高峰、钟国虹、江中鸿、林培群、潘云辉、徐挺、冯德仲、周正平、刘明、秦小刚、孙芳、蒋珽、秘根杰、陈江榕、陈永刚、陈会宾、曲国军、郭振渊、谭磊等人组成的专家组，分四批前往长沙、广州、杭州、上海、北京、廊坊等地，对长沙湖南明和光电集团（以下简称明和）、广州市欧玛灯光设备有限公司（以下简称欧玛）、广东华晨影视舞台专业工程有限公司（以下简称华晨）、广州市升龙灯光设备有限公司（以下简称升龙）、广州市德晟光电科技股份有限公司（以下简称德晟）、广州方达舞台设备有限公司（以下简称方达）、广州市浩洋电子股份有限公司（以下简称浩洋）、广州河东电子有限公司（以下简称河东）、广州市新舞台灯光设备有限公司（以下简称新舞台）、广州市珠江灯光科技有限公司（以下简称珠江）、广州斯全德灯光股份有限公司（以下简称斯全德）、广州彩熠灯光股份有限公司（以下简称彩熠）、浙江大丰实业股份有限公司（以下简称大丰）、上海光傲科技股份有限公司（以下简称光傲）、上海汇焰智能股份有限公司（以下简称汇焰）、北京北特圣迪科技发展有限公司（以下简称北特圣迪）、北京星光影视设备科技股份有限公司（以下简称星光）、河北捷图照明科技发展股份有限公司（以下简称捷图）、北京东方高科舞台科技有限公司（以下简称东方高科）等 19 家企业进行了调研。

根据调研情况，专委会已经形成了《2019 年湖广灯光调研报告》、《2019 年广州灯光调研报告》、《2019 年沪杭灯光调研报告》、《2019 年北京灯光调研报告》^[4-7]，本报告是在这四份报告的基础上进行汇总分析后形成的。

2 调研分析

调研中发现，各生产企业在基础技术、基础材料、基础研究等领域进一步深入，对用户具体需求和痛点理解得更准确，对一线反馈的回应更加迅速，给用户提供更角度多维度一揽子解决方案的趋势更加普遍。无论是行业基础发展、具体产品技术还是综合用户体验都迈入了新阶段。在他们身上看到了民族企业脚踏实地，深耕细作，坚持走“技工贸”路线的执着。以下以企业成长发展态势为脉络，从纵向和横向分三个角度分析和介绍本次调研结果。

2.1 不忘初心，立足本行业，匠心制造

传统优势项目是每个企业的立身之本。不忘初心，立足做好产品，加强功能，提高品质，匠心制造，贴心服务，一直是大家始终坚守的经营宗旨。本次调研的第一个内容就是考察企业在各自的传统优势项目上的发展和进步。

2.1.1 舞台影视照明常规灯具

随着材料和技术的进步，常规灯具技术含量越来越高，无论是功能配置、控制方式、调整精度以及制造工艺都已堪比效果灯具。近年来，尤其是光源技术和光学系统技术推陈出新、不断完善，已很好地满足了用户对基础灯光“更高显色性、更稳定可靠、更高性价比、更节能、更轻便”的使用需求^[1]。常规灯具可靠性及稳定性均大幅提升，产品的工艺更加精细，外形更加美观，其结构设计更有利于散热和操作。自动化程度更高，控制方式更加多样化，使用效率、控制精度和便利性也比过去有了很大提高。通过本次调研，我们认为舞台影视照明常规灯具具有以下六大特点。

1) 创新的 LED 光源设计。方达的 J300L-C 小太阳系列聚光灯（图 1（a））采用阵列式组合光源，既可作为染色灯，亦能提供高质量的白光。灯具 PWM 刷新频率达到 29K，在高清镜头下不会产生摩尔纹。方达的 R60/120 平板柔光灯采用紫色发光体，CRI ≥ 97 ，TM30 ≥ 96 ，CQS ≥ 93 ，很好地再现了物体的丰富色彩和细腻阴影。浩洋 T200C IP 采用新一代光源的 LED RGBAL 五色成像灯（图 1（b）），增加了琥珀色与浅绿色 LED 灯珠，光色更丰富饱满。T200C IP 驱动功率为 200 W，光通量输出为 8 000 lm。灯具光源发光效率高，以 36°镜头为例，效能为 69 lm/W、IP65 防水等级。星光一款仿太阳光谱可变色温 LED 聚光灯（图 1（c）），采用了各种不同光谱 LED 合成配比的方法，能够在保持 CRI98 以上显色指数的同时，实现灯具的白光光谱在可见光接近太阳光水平。灯具可以在 3 000 ~ 6 000 K 调整色温，在满功率运行下聚光光效可达 48 lm/W。

2) 高效的散热系统设计。优秀的散热设计，可以允许灯具具有更高光源功率、更高光通量输出，实现更持久安全的运行。很多企业对灯具散热系统进行了优化设计，并取得多项专利。明和 M-L300J-RGBAL/M-L300CX-RGBAL 聚光灯和成像灯（图 2



图 1 创新的 LED 光源设计示例

Fig. 1 Innovative design example of LED light source

(a)) 采用对流散热结构设计, 大大降低灯具噪音^[4]。华晨 TG-LJD4-S/TG-LJSD4-S 数字聚光灯/数字染色灯 (图 2 (b)) 采用专利散热技术, 无风机无噪音。斯全德的高效聚光灯 Hi8/Hi10LED (图 2 (c)), 把灯珠和散热为一体, 采用了超导铜 PCB 与高效的热管散热器结合, 蒸汽-冷凝循环散热, 散热效果良好。

3) 优化的光学系统设计。华晨 TG-LJD4-S/TG-LJSD4-S 数字聚光灯/数字染色灯, 采用巨石阵光学系统 + 菲涅尔透镜, 光效更高。斯全德的 Hi8/Hi10 LED 灯具, 专利的光学系统优化了 LED 光源设计, 采用了 LSP 多光源封装平台 + 聚光器设计与聚光透镜相结合, 提供了稳定的光质和较高的光学效率。灯具采用光源固定、螺纹镜移动的电子变焦系统, 还增加了专利设计的断电后位置记忆功能, 断电后可准确复位。方达的 J200L-P/J400L-P 光学系统采用高效非球面平凸聚光柔光镜, 灯具的光通量达到 22 134 lm。

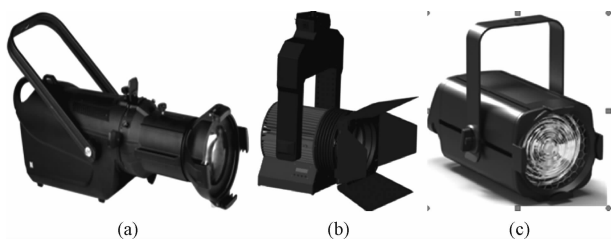


图 2 高效的散热系统设计示例

Fig. 2 An example of efficient heat dissipation system design

4) 创新的灯具整体设计。彩熠的 FINE 1400SF/FINE 1800SF 追光灯 (图 3 (a)) 设计人性化。体积小, 重量轻, 可实现水平 360°、垂直 $\pm 45^\circ$ 多方位转向, 引入电脑灯的均匀原理, 光斑无闪烁, 出光恒定, 配备红外瞄准器, 方便暗场使用。浩洋的 T90H IP 防水成像灯 (图 3 (b)), 采用两个

可拔插、可交叉旋转图案盘, 图案效果由静态向多维动态发展, 能胜任各种特效光, 增加了防水功能, 适合于不同环境需求^[5]。捷图大功率组合灯具设计, sunypanel 系列平板灯, 内置自主知识产权管理协议, 可实现千台以上灯具的组网功能, 无线控制兼容 DMX512 协议控制; 捷图大功率多头 LED 柔光灯 (图 3 (c)) 适用于摄影棚地面及顶部吊装, 灯具采用静音设计, 重量轻, 便于流动, 具有较高 CRI 值和 TLCI 值及较高刷新频率。

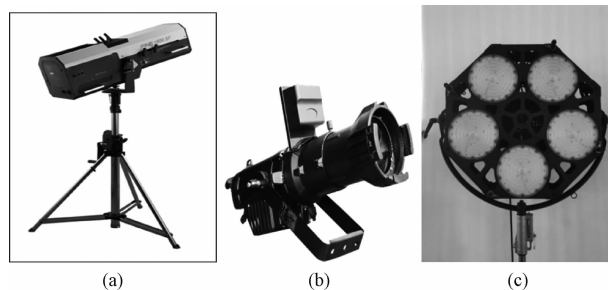


图 3 创新的灯具整体设计

Fig. 3 Innovative overall design of lamps and lanterns

5) 新颖的远程管理设计。斯全德的 Hi10、Hi8 螺纹聚光灯具备 RDM 功能, 以太网接口, USB 接口。灯具状态显示/程序更新兼容未来更多网口控制协议, 灯具日志管理平台更加智能化, 为未来接入物联网云远程管理服务系统奠基, 开放式的日志管理监控平台, 实时记录灯具日常工作的状态, 便于任意时间节点查看灯具的工作情况, 并且可以根据对监控的数据分析判断灯具是否有故障风险等情况进行预警。

2.1.2 舞台影视效果灯具

舞台影视效果灯种类繁多, 技术含量高、工艺要求高、更新换代快, 市场竞争也最为激烈。近年来, 国产效果灯的品种越来越多, 功能越来越全, 品质越来越高, 如何增强和提升灯具功能效果、控制精度、输出光通量、显示指数、使用寿命, 如何减小和降低灯具的体积重量、功耗用电、噪音发热、维护使用成本等, 成为企业产品开发考虑的重点问题。效果灯企业在传统优势项目产品研发和设计方面有以下新的特点。

1) 光源的发展和进步。现在主流电脑灯光源主要有大功率气体放电光源、小功率铂金系列气体光源、LED 光源, 以及刚刚崭露头角的激光光源等。每一种光源技术 (尤其是 LED 光源) 都在不断

进步和创新,在光源技术引擎的推动下,专业效果灯具更加高光效、低能耗、绿色环保。

①铂金光源以其较高的发光效率、紧凑的灯泡体积、稳定的色温显指、丰富的规格型号、理想的使用寿命成为目前大量使用的舞台影视效果灯光源。彩熠 FINE 550 系列效果灯具(图 4(a))光源采用 550 W 铂金灯泡。三合一整机光通量输出 $>21\,000\text{ lm}$ (WASH 整机光通量输出 $>25\,700\text{ lm}$);光束粗壮饱满,穿透力强劲;专利技术(灯体内置重力感应芯片,感应灯体所处角度,从而自动调整灯泡散热风扇的摇摆角度及转速)的灯泡散热方案;一体化的折叠灯钩,安装快捷。浩洋 G22 Nova 电脑灯(图 4(b))采用飞利浦全新 FLEX 400 铂金灯泡(470 W),灯泡寿命达到 4 000 h。全新设计的 CMY,混色更加均匀。多个棱镜,可两两叠加,效果丰富,图案效果清晰,光束锐利,还带动画效果。定位精度有质的飞越,图案旋转能超慢速度,不抖动,不卡顿。珠江智能 580 系列效果灯具(图 4(c))采用飞利浦 MSD Platinum 25R 灯泡(550 W)。BEAM:光束角: 2° ,光束锐利,20 m 照度可达 21 万 lx。三合一:光束/图案为 $2^\circ \sim 40^\circ$,染色 $3^\circ \sim 50^\circ$,20 m 照度可达 14 万 lx。调光性能好,无明显条纹状,调光渐进均匀。具有高亮度、噪音低、重量轻、耐高温、防紫外光、防护等级达到 IP66 等特点。



图 4 铂金光源

Fig. 4 Platinum light source

②大功率气体放电光源。传统大功率气体放电灯体积较大、寿命较短,但光通量高、光斑厚实有力度、远距离照射穿透力强、色温稳定、显色指数高,依然保持着不可替代的优势。

珠江尊能 2000 系列电脑灯(图 5(a))采用飞利浦 PHILIPS MSR GOLD TM 2000/1 FastFit 高亮度光源,显色指数高达 97。图案灯系列光斑角度达到 $7.5^\circ \sim 63^\circ$ 线性变焦;染色灯系列 $20^\circ \sim 68^\circ$ 线性大范

围变焦;切割灯利用小角度可以进行远距离投射,可切割做出任意几何图形。独有的无极旋转成像切割系统(发明专利技术),可以任意连续旋转造型角度。彩熠 FINE 1800 系列灯具(图 5(b))采用特制灯泡(1750 W),主副反光碗设计,光效提升 10%,图案灯具光输出 $>39\,000\text{ lm}$,染色灯具光输出 $>57\,000\text{ lm}$;采用进口格子面反光碗,光斑均匀图案灯照度均匀度 $>80\%$ 以上;具备全程切割功能;WASH-PERF 内置切割系统,解决了染色灯光斑不可控问题;采用编码器定位,具有定位精确,断电后自动记忆位置的功能;智能风机控制,250 Hz 工作频率解决了光斑的闪烁问题。

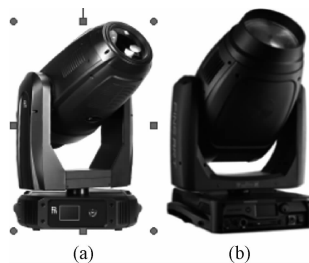


图 5 大功率气体放电光源

Fig. 5 High power gas discharge light source

③LED 光源电脑灯今年发展更加迅猛,光源功率和光通量不断提升。单颗光源目前已到达 60 W,模组光源到达 1 000 W 以上。随着光源体积的越来越小,LED 光源灯具不仅在染色、铺光上广泛应用,在中小功率的光束、图案、成像上也显示出一定的优势。欧玛联合研发的高能量密度的复眼 LED 模组光引擎,使灯具的光效有了更大的提升,而灯具的体积、重量变得更为轻巧。其新品 LED 切割灯、光束灯、三合一摇头灯(图 6(a))均获用户好评。GL10P 是浩洋一款 LED 摇头切割灯(图 6(b)),全新的设计概念,灯具结构紧凑,体积小巧,但功能强大,采用浩洋第二代 1 000 W 光源,灯具拥有高光通量输出,并且有着传统气泡灯无法比拟的光斑均匀度,灯具有高亮和高显两个版本,能根据客户需求而定制。彩熠 FINE 1200L 系列效果灯具(图 6(c))采用 1 050 W 的大功率 LED 模块光源,使用寿命 $>20\,000\text{ h}$;整灯输出光通量 $\geq 40\,000\text{ lm}$ 。明和 MH-L1000 PROFILE 图案切割灯(图 6(d))采用的功率 1000 W 白光 LED 模组,光效均匀,结构紧凑,光源寿命长达 20 000 h。

2) 控制功能和控制精度的提升。电脑灯控制

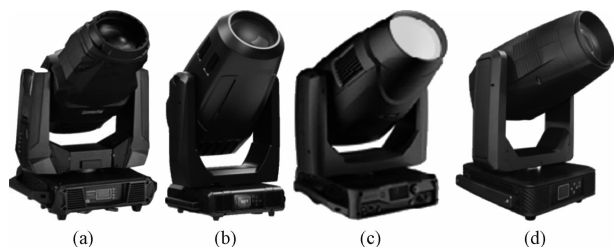


图6 LED光源

Fig. 6 LED light source

功能日渐丰富、精准,切割技术进步很大,很多染色灯也有了切割功能,解决了投射区域控制问题;灯具的定位技术也有了较大优化,定位精度大大提高。浩洋 G22 Nova 电脑灯多个棱镜,可以两两叠加,效果丰富,图案效果清晰,光束锐利,还能动画效果。定位精度上有着质的飞跃,图案旋转能超慢速度,不抖动,不卡顿。G25 Hybrid 三合一灯具,超轻量化的设计,灯具控制的灵敏度大大提升。

彩熠 FINE 550 系列采用专利技术的加减速算法,实现 XY 轴运行快速、平滑、定位精准。珠江智能 350 系列 BEAM 独创的 3 个智能棱镜独立自转,可叠加组合,可双向变速旋转,实现各个棱镜组合正转、反转的不同变化,产生光束浮光闪动的效果;珠江尊能 2000 系列切割灯利用小角度可以进行远距离投射。可切割做出任意几何图形。独有的无极旋转成像切割系统(发明专利技术),可以任意连续旋转造型角度。星光影视 XP-380 BEAM II 光束电脑灯运动速度提高,俯仰运动速度可以在 2.8 s 内运动 540°,水平旋转可以在 1.6 s 内运动 250°,并且具有数位波形校正,高速运行与复位后不跑位。

3) 散热降噪性能的提升。效果灯具的光源效率、灯体散热方式、风道设计、风机选择等方面都有了创新或改良,智能风扇越来越普及。彩熠 FINE 550 系列采用了独家专利技术(灯体内置重力感应芯片,感应灯体所处角度,从而自动调整灯泡散热风扇的摇摆角度及转速)的灯泡散热方案。FINE 1200L/FINE 1800 系列,良好的散热设计辅以智能风扇控制技术,智能静音。珠江智能 350 系列具有智能风扇控制、传感器故障诊断等功能。明和 MH-L1400、MH-L1000 PROFILE 在散热结构设计上,灯座创新性地采用压铸铝设计,运用智能风扇控制,根据光源的温度来调节风扇的转速,确保灯泡散热良好。

4) 个性化定制能力的提升。电脑灯同一系列内为用户提供更多选项,甚至某些定制化趋势初现,定制化产品可帮助企业精准定位市场、减少库存,同时也更好满足用户需求。

浩洋 GL10P LED 摇头切割灯采用第二代 1 000 W 光源,灯具有高亮和高显两个版本可以选择。T90H IP 防水 LED 成像灯提供多种冷暖色温可选择定制。彩熠 FINE 1200L 系列可定制刷新频率(1.2 kHz、2.4 kHz、12 kHz、24 kHz),以满足不同的应用场合。

5) 灯具防护性能的提升。随着城市亮化及文旅产业的发展,各种恶劣条件和特殊环境的亮化工程和演艺活动越来越多,对全天候特种演艺灯光设备的需求不断增加。升龙一直重点关注户外灯光领域,持续改良产品设计和制造方案,研制了一批在风吹雨淋、高温严寒全天候环境下依然性能稳定的特殊灯具。为了达到 IP66 的使用要求,升龙专门设计了产品底机箱散热结构,主轴转动部分增加环抱式橡胶密封器,转动并可以实现完全密封。利用高效率热传递导热管改善光源散热。光学镜头硬质镀膜,防止雨雾侵蚀和灰尘刮花。为解决室外严寒环境使用的灯体结冰问题,升龙公司设计了灯体温度平衡电路。达到结冰温度时灯具停止复位,依次启动 PFC、光源等加热、冰雪融化后继续工作。升龙 IP3500BSW 三合一摇头多功能灯具荣获 2018 年度国家发明专利优秀奖,防护等级 IP66。这款灯具功能全面,光束锐利饱满,空间感和穿透力强;图案效果绚丽多彩;染色纯正,铺光范围广,色彩还原性好。灯体内的光学结构进行了密封处理,从根本上解决了灯体在潮湿环境中或海边等盐碱环境中对抗湿气、抗盐碱腐蚀等方面的问题,灯具防盐碱腐蚀达到及优于国标标准。珠江、彩熠、浩洋也有多款性能优越的防水、防高温、防紫外光的户外效果灯具。

2.1.3 灯光控制系统

人工智能灯光控制系统的引入,必将会对舞台灯光的发展形态、系统整体效率、运行控制方式和运营模式等带来革命性的变化。一直持续专注于灯光控制系统生产研发的企业都在不断开发人工智能技术的应用,提出许多新的控制理念、推出了新的控制系统。

1) 智能化控制柜。①新舞台的智能控制立柜

采用智能自动识别控制技术,实时监测输出电能的变化,实现了负载智能识别,精确判别负载的属性自动切换到对应的工作模式。智能控制立柜的继电器效率补偿技术,是公司专利技术。它由可控硅实现电压过零投入与电流过零切除,可控硅只在电流的分开和闭合瞬间导通,触点负责投入后保持电流的正常导通,此时可控硅立即退出运行。不仅提高了继电器的安全性能,而且使继电器的使用寿命延长。②方达 IoT 物联网调光/直通两用柜,是公司研发的新一代调光设备智能管理平台。可将调光、直通、混合模块输出的低电压、小电流(数字)控制信号转换成大电流、220 V 的输出,以带动负载(灯具),终端任意负载能自动识别配对,实现调光或直通,还能向操作者提供两用柜的各种参数、状态信息,通过计算机实现两用柜的远程监控、远程设置和修改工作参数等。③河东研发的 HDL-E96 网络智能控制立柜继承传统大柜的功能,增加演出用电管理、演出环境监测、灯光和电源的开关控制,现场视频监控,演出信号监测。其主要技术特点包括:采用全新触摸屏控制系统,带智能微波传感触摸屏,有效延长触屏的使用寿命;采用智能安全用电管理系统,融合智能电表功能,实时记录三相用电的用电量,能随时按需要查询任一时间段的用电情况;采用主动式双电源系统,柜体供电采用双电源设计,具有报警、指示灯显示和电源主动切换功能,提高柜体供电的稳定性;采用网络化智能控制管理,兼容多种网络控制方式,并开放支持第三方平台控制协议^[5]。

2) 灯光控制台。彩熠经过多年的努力正在赶超国际一流品牌,并且更具有本地化特色。2018 年研发的 TEKMAND D 型、TEKMAND COMMAND WING 型、EKMAMD FADER WING 型 3 款控台,采用高品质硬件配置,集软件和网络等多种技术,触摸屏控制界面与按键功能双向结合的方式等,能以简易的操作实现复杂的控制,更直观、快速,尤其是灯光软件编辑效果图可通过内置的模拟舞台模块监看,支持离线状态下的预编程,具有指纹识别、直观 2D 编程、光斑排列、3D 模拟舞台等多种功能。控制台操作界面升级,更方便实用。彩熠 VisualLight3D 舞台灯光离线编程软件是目前国内自主研发的舞台灯光离线编程软件,使用者可以在任何环境下方便的设计舞台的灯具布置、场景布置、

灯光设计、灯光控制,以及其他的舞台元素和渲染效果,实现了所见即所得的效果。借助于 VisualLight3D,设计者可以迅速完成从舞台布局构思设计到实施安装的布局规划。

3) 灯光控制系统安全管理。①河东 HDL SF 主动式演播厅灯光演出安全系统。多年来,河东电子一直致力于灯光控制的安全管理系统的研发,每年都在不断完善和升级。河东电子的 HDL SF 主动式演播厅灯光演出安全系统是一套互联互通,智能结合舞台设备,通用分布式控制系统,根据用户需求而设置的解决方案。系统能做到灯光的控制和状态监测,通过 DMX 协议和舞台灯光电源设备进行通信,获取设备里的 DMX 信号、电流、电压、温度、功率等信息,通过显示屏查看场馆灯光系统的实时状态。系统具有可视化管理功能,可以查看工作场景的管理,机房的安全监控,场馆的安全防护等实时画面。系统具有智能报警功能,还可以通过手机等移动设备对连接到系统的设备进行管理。②斯全德舞台灯光安全用电管理自动报警装置。斯全德推出了一套影视舞台灯光安全用电管理云平台自动报警装置,可利用 PC、手机、平板电脑等多种终端实现对舞台灯光用电监控预警平台的访问,查询包括系统信息、实时数据、报警记录等在内的各种信息。该装置采用自主研发的剩余电流互感器、温度传感器和电气火灾探测器,对引发电气火灾的主要因素进行不间断的数据跟踪与统计分析,并将发现的各种隐患信息及时推送给舞台灯光管理人员,指导相关工作人员实现第一时间的排查和治理,有效提升舞台灯光的消防安全管理和电气设备安全水平。

2.1.4 灯光吊挂系统

电视灯光制作中,对灯具的吊挂方式有很高的要求,用户都希望有更安全、更便捷、更精准、更富有运动变化效果的机械吊挂系统设备。一些专注于吊挂/控制系统生产研发的企业已经开始针对这些需求提出自己的一揽子解决方案。

汇焰的 HyperMatrix 超矩阵有可视化的控制界面,支持智能编组、静态的场景 CUE 和动态的序列 Sequence 编程。桁架可任意组合,吊挂控制器可扩展,支持流动演出(图 7(a))。系统支持常见的灯光控制协议,可实现定位控制、变速控制、群组控制、可调限位和松弛检测。该系统控制部分的便利性、精确性、可靠性和可扩展性等特点,使其能

够实现更加精准的动态演出效果，其集控吊点数量、运行速度、噪音控制、同步性、可编程性、叠加扩展、闭环控制精度等都可以达到参与运动演出的标准。多种控制方式并行也增加了系统的安全性和可靠性^[6]。

华晨长期致力于电视演播厅灯光系统集成及影视灯具生产。公司智能精细布光系统由电动垂直吊杆加新一代 LED 数字聚光灯具组成（图 7（b））。电动吊杆和灯具控制方式采用一体化控制，系统运行平稳，定位精度高。可容易地实现不同播音员个性用光转换、不同节目场景快速转换、主播走动布光等操作，吊挂系统动态参与节目成为可能。华晨新一代数字化三维吊杆采用变频调速，具有在演出中垂直升降、前后移动、水平旋转三维运动功能。吊杆上配置了雷达检测、激光检测、机械限位和机械防撞开关多重防撞措施。系统还具有逻辑运算防撞多种保护功能。数字化三维吊杆配备智能化控制系统时，可以迅速组合成多种图形，满足各种节目形态灯光造型要求。



图 7 灯光吊挂系统示例

Fig. 7 Examples of lighting hanging system

2.2 上下求索，延展产业链，开拓创新

演艺设备制造既是一个多环节的纵向产业链，需要多个上下游厂商、多种基础材料、多种应用技术协同生产，也是一个多专业合作发展共同前进的

横向联合体，这种多环节纵横交错的协同作业，既相互促进，也相互牵制^[3]。演艺灯光专业企业立足主业，整合资源，开拓创新，从产品制造到系统集成，从硬件生产到软件开发，从搭建系统到参与运营，多点开花，全面出击，很好地延展了产业链，开拓了新市场。

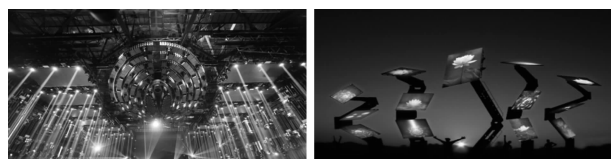
本次调研，我们欣喜地看到，灯具厂家开始主动研发生产大功率 LED 光源，并已取得很好实效。演播厅灯光系统产品集成厂家将机械吊挂技术用到了对摄像机的空间运动、定位及控制上。原本以剧院舞台台上台下机械集成为主业的大丰、北特圣迪、东方高科在国内外大型活动中频频亮相高技术含量的个性化机械装置。原本以演播厅灯光系统集成著称的星光将集成工程建到了长江三峡的江面上，成功地在大型户外实景秀场展示了高超的系统集成能力。

1) 欧玛着力研发高能量密度的复眼 LED 模组光引擎。欧玛在全力做好灯具光学、机电、机械设计制造同时，也开始 LED 光源的研发。欧玛联合研发的高能量密度复眼 LED 模组光引擎，将 LED700 W 光能量集中后形成的通光直径只有 22 mm，解决了将灯具设计成小而轻的关键难题，并用石墨烯材料及热导管液汽转化循环传导解决大功率 LED 集中散热难题。采用高能量密度复眼 LED 模组光源的欧玛 ARES-P7II 切割成像灯，由于新光源更小更高效，灯具的光效有了很大的提升，而体积、重量变得更为轻巧。同类灯具一般高于 40 kg，ARES-P7II 切割成像灯却只有 32 mm，外形也更紧凑漂亮。

2) 华晨创新研发轨道摄像机装置。凭借在演播厅灯光吊挂研发上积累的经验和技术，华晨开拓性地将灯具的机械空间运动控制技术沿用到了摄像机自动控制上。推出了自主研发的演播室轨道机器人，并已在广州台的 400 m² 新闻演播室投入使用。它可承载摄像机、显示屏、随拍灯具并与摄像机、灯光相结合，在摄像机行动跟拍时，灯光设备也实时移动追随，保证人物照明，为演出拍摄及内容呈现提供了更多样化选择。

3) 大丰亚运会 LED 机械臂及厦门酒吧舞台机械项目。自从成功为央视春晚定制了个性化 LED 显示屏组合升降舞台，大丰便开拓了为大型活动定制特殊要求机械舞台装置的个性化服务新产业链。公司为“杭州八分钟”而设计制作的“车载式 7 自由

度 LED 屏机械臂”（图 8（a））惊艳雅加达亚运会闭幕式。项目在短期内完成研发制造，机械、控制、环境、精度、稳定性等方面达到良好平衡，又与传统视频灯光等演出技术无缝衔接融合，演出又增加了一种表现手段，成为介于工业机器人和家用机器人之间的第三类非生产型演出机器人，隐约为新一代 AI 机器人提供了一个新的发展方向，具有很大的后续想象空间。厦门明发商业广场的 STELLAR 星际酒吧舞台机械工程（图 8（b）），是大丰将演艺灯光机械技术在娱乐场所的突破性运用案例。12 道可升降和自由翻转的椭圆半环拼接成立体的“椭圆星系”，12 块可平移升降翻转的机械大屏组合的“星云穿梭”，酒吧上空长 9 m 宽 4 m “星际战舰”呈现了立体化光影变幻的震撼场景。项目已成为娱乐行业声光电一体化的亮点工程^[6]。



(a) 车载式 7 自由度 LED 屏机械臂

(b) 星际酒吧舞台机械工程

图 8 LED 机械臂及舞台机械项目

Fig. 8 LED robot arm and stage machinery project

4) 北特圣迪的特色机械舞台。北京世界园艺博览会开幕式舞台视觉效果给观众留下深刻印象。北特圣迪设计搭建的舞台机械工程（图 9（a））功不可没。公司克服了时间紧、难度大、任务重等诸多困难，完成 29 根行程 8 m 外加 LED 包装的升降柱，和直径 8 m 的中心升降翻转舞台的精湛设计、制造、安装，成功展示了中国演艺行业的高水准，为开幕式艺术呈现增添了新颖的展演形式。在湖南长沙新华联·铜官窑·国际文化旅游度假区演艺中心项目中，北特圣迪设计安装了四动作大船机械装置船体（图 9（b））。演出过程中，船体可以在水中整体升降，并实现水平旋转、左右颠簸等难度动作。该机械船体已成为整个节目演艺的最为出彩环节。

5) 东方高科的特色机械舞台。东方高科在尼山圣境项目的舞台机械装置非常新颖（图 10）。舞台设计取材于我国历史上使用时间最长的书籍形式——竹简，剧场的中心表演区共设置 28 片竹简设备，台面铺设 LED 屏。每片活动竹简均能单独实现升降、平移、翻转、倾斜，可实现整套竹简同步动



(a) 北京世园会开幕式舞台机械工程



(b) 铜官窑的四动作大船机械装置

图 9 特色机械舞台示例

Fig. 9 Examples of characteristic machinery stage

作，呈现出整体或局部翻转升降、顺序翻转、高低错落、波浪起伏等不同的组合效果，形成一个富有动感、文化气息和视觉冲击力的演出空间。东方高科充分发挥虚拟样机技术功能，采用三维设计/有限元分析/动力学仿真的联合仿真技术路线，建立活动竹筒的数字化功能样机，在设计阶段对该装置进行各种工况的模拟分析，在较短时间内完成产品研发和施工设计。东方高科承接的《沙坡头盛典》项目的整体升降舞台总面积 400 m²，载重 400 t，升程 6.9 m，可容纳 500 人同时升降。此舞台可以快速切换场景，制造出高低起伏、层次错落的舞台画面，改变观演视角，轻松实现场面转换、上下移动演员和观众，让观众体验惊险、刺激、震撼、唯美的独特感受^[7]。



图 10 尼山圣境项目的舞台机械

Fig. 10 Stage machinery of NISHANSHENGJING

6) 星光影视成功搭建《归来三峡》灯光工程。星光承接的“归来三峡”大型实景旅游演出项目

(图11), 位于白帝城景区的长江江面上。项目创意新颖, 在两座巨大的浮船上搭建钢结构舞台和观众看台, 演出将江上舞台与背后的白帝古城、瞿塘峡山脉融为一体, 诗画表演配合灯光、投影、LED显示、机械舞台等演艺手段, 为观众呈现一场身临其境的视听盛宴。灯光工程系统复杂, 体量庞大, 施工难度巨大。项目设计先进科学, 施工严谨规范, 充分体现了国内一流演艺集成公司高超的设计施工能力。其中, 为演出量身定制的63套2D威亚矩阵小车载荷大、速度快、定位精度高, 能够在空间快速组合成各种造型, 在声光电的协同配合下, 成为演出亮点^[7]。



图11 “归来三峡”大型实景演出工程

Fig. 11 Large-scale live performance project of GUILAISANXIA

7) 光傲测试。在灯光企业不断向外拓展产业链的同时, 其他领域的相关公司也在融入舞台影视灯光专业。光傲是一家专注于光电计量测试的专业公司, 主要业务范围覆盖汽车电子、消费电子、航空电子、天文光学、科学研究、计量定标等。看到国内舞台影视灯光行业的蓬勃发展, 公司针对舞台灯光提出了先进的评价体系和光安全体系。其中, 通过TLCI(电视照明一致性系数)和TLMF(电视灯具匹配系数)从摄像机的角度来评判照明显色特性, 对电视制作具有现实意义^[2]。其对灯具以及各种屏幕的光生物安全(包括蓝光伤害、频闪伤害)的精确测量和精准把握, 对室内眩光等光环境的测量和评价体系, 都为灯具或光源生产者在生产环境中精确调制灯具颜色和光强提供了有力的手段和依据^[6]。

2.3 资源整合, 跨界发展, 做大做强

当今世界, 正处于互联互通, 融合发展的时代, 埋头于单一产品的生产销售已经难以有高速度大规模的发展。制造业成败的决定因素往往在生产和制造之外。基础材料研发、技术交流与融合、企业经营管理、行业渠道的拓展与整合、迎接智能网络以

及5G时代新技术挑战等, 都要求企业跳出“生产—销售”循环, 从更高的角度和更广阔的视野来思考未来的发展。舞台影视灯光企业积极资源整合, 踊跃跨界经营, 只有运用好最新技术成果, 把握住国家文化产业振兴政策, 搭载上互联网思维模式, 才能紧跟时代潮流, 把企业做大做强。

1) 明和规划多元产业。明和早已开始资源整合、融合发展, 从明和光电起步, 从专注于影视舞台灯具、LED显示屏、商业照明灯具的研发、生产、销售及配套服务, 首先成立了“明和工程”, 专业包括事演艺灯光、音响系统集成, 专业LED大屏显示系统解决方案, 专业舞台机械、幕布系统集成, 多媒体会议系统集成, 计算机网络系统集成, 专业建筑照明及亮化系统集成等。从单一的产品销售服务, 扩展到了系统工程集成。紧接着, 创立“明和文旅”, 致力于在传统景区、主题公园、特色小镇、城市公共空间、城市商业空间打造, 积极参与文化旅游演艺和城市文化体验项目。最近, 又成立了“湖南明和教育科技有限公司”, 致力于智慧校园建设。明和集团将形成“明和光电”、“明和工程”、“明和文旅”、“明和教育”四大产业, 全面发力, 做强做大。

2) 德晟拥抱5G亮灯工程。德晟联合城市亮灯相关企业, 参与了大量户外景观照明及演艺秀工程。正在建设中的德晟文创产业园, 将集合文化旅游声光电系统集成方案设计、工程施工、产品研发生产三大领域为一体, 涉及舞台影视灯光、专业音响、舞台机械、城市景观照明、演艺娱乐照明等领域。在做好影视舞台专业灯具的同时, 德晟将夜游经济和智慧城市作为未来战略的主攻方向。德晟提出“即将到来的5G时代会给演艺行业技术带来什么颠覆性的变化”这一全新的课题, 提出了“要提前做些什么”“该朝哪个方向努力”等等思考。这些思考是基于文旅大部制后逐步兴盛的大型户外照明工程的实践。调研组充分肯定德晟敢为天下先的勇气魄力和紧跟时代步伐的创新意识。5G的高速度、高性能、高能量、低延时、全覆盖的特性, 必将使包括演艺装备在内的一切万物互联方式发生本质变化。今后专委会也将继续大力推动5G技术在演艺灯光行业创新运用的关注讨论和技术研究。

3) 大丰创建“剧汇王朝”共享平台。大丰作

为国内著名的文体产业整体集成方案解决商,在做好传统制造业主项同时,把互联网板块融入企业规划,开发了“剧汇王朝”共享平台。项目为剧场及剧目搭建一个信息服务平台,使得整个演出市场更透明,也给双方提供更多的选择。“剧汇王朝”PC版和POMS微信小程序版已正式发布,一个20人的团队负责项目的建设运营,紧跟移动互联网发展热潮,努力探索“演出+互联网”。作服务平台高效便捷地服务于演出行业从业者,为演出运营提供创新模式,使演出计划和档期安排更合理,票务营销、宣传推广更精准,从而推动文化产业高质量发展。

4) 捷图投身县级融媒体中心建设。捷图2018年下半年起,紧跟时代发展和媒体变化趋势,积极投身于全国县级融媒体中心建设项目,并建成了国家级示范点融媒体中心项目,接受中宣部领导参观考察^[7]。

5) 华晨公司进军声学装修。华晨的主业是演播厅灯光系统生产和集成,发现很多演播室墙面大量昂贵的声学处理都被各种景片遮挡,没有起到应有的效果,声聚焦及混响时间过高等现象依然严重,于是他们积极为用户提出综合解决方案。经过多年的工程实践,华晨跨界经营,推出“墙面全频吸声成品构件配套超薄前维护高显指灯箱的解决方案”,解决了演播室声装及舞美置景的诸多问题,该方案实用性强,绿色环保,施工简单,维护便捷,声学上也可方便根据现场需要增减声学构件达到所需要求^[6]。

6) 星光涉足大型道具制造。星光除在灯具设备、演播室工程等传统强项继续深入研发,还通过下属星凯达公司进入全新的现代舞美道具制作领域。公司的大型非金属五轴加工中心,为大型演出舞美道具制作提供了最强有力的技术保障。该五轴加工中心的最大工作行程为长5 m、宽4 m、高2.5 m,主轴可旋转 $\pm 120^\circ$,加工角度可达 $\pm 245^\circ$,重复定位精度可达到 $\pm 0.02\text{ mm}$ 。在阿塞拜疆首都巴库举办的伊斯兰运动会开幕式需要制作两个28 m高的清真塔,每个塔上有两个直径为4 m的阳台,采用五轴加工中心进行直接雕刻,仅仅两周时间就完成了四个阳台和备用件的生产制作,超标准满足了业主方的舞美效果和时间要求,大大节约了人力和物力成本^[7]。

3 结束语

专委会开展的参观走访、设备观摩、技术交流、发展探讨的调研工作,成效显著,得到业界的广泛好评。我们高兴地看到了技术含量高、创新亮点多、功能指标优的专业设备,看到了演艺行业优秀企业在基础技术研发、新技术应用、新产品研发、工程项目集成、产业链拓展等方面取得的骄人业绩,中国灯光企业在国内国际市场上占有越来越重要的地位。企业在专业化深耕和多元化发展等方向同时发力,成果喜人。制造业是立国之本,基础研发和自主创新是制造业之魂。从这些克服重重困难坚守制造业堡垒的企业身上,看到了不屈的民族精神,从他们生机勃勃遍地开花的产业发展之路上看到了民族实业的希望和未来。这些企业能够立足研发、创新发展、整合资源、多方开拓,纵向深入与横向跨越并举、独立创新和倾听市场共进、产品力和服务力双强,不仅没有被市场压倒,而且越来越爆发出勃勃生机。我们有理由相信,在业内同仁的共同努力下,演艺行业的技术进步和产业发展将为满足人们日益增长的美好生活需要做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 张敏,吴晔华,王京池.从影视画面的变化看灯光技术的发展[J].照明工程学报,2012,23(增刊):70-72.
- [2] 赵建平,王京池,朱悦.光源显色性对电视图像色彩还原的影响[J].照明工程学报,2015,26(4):11-17.
- [3] 吴晔华,康正平.电视舞美灯光设计的发展变迁[J].照明工程学报,2015,26(3):60-63.
- [4] 王京池,郭亮,白文国,等.2019年湖广灯光调研报告.中国照明学会舞台电影电视照明专业委员会,2019.
- [5] 郭亮,江中鸿,林培群,等.2019年广州灯光调研报告.中国照明学会舞台电影电视照明专业委员会,2019.
- [6] 王京池,郭亮,周正平,等.2019沪杭灯光调研报告.中国照明学会舞台电影电视照明专业委员会,2019.
- [7] 王京池,郭亮,秘根杰,等.2019北京灯光调研报告.中国照明学会舞台电影电视照明专业委员会,2019.