

大型国际会展中心照明设计

介绍了大型会展建筑的照明负荷分级、供配电系统、光源灯具选择、布置方式及智能灯控系统等。

张逸峰/同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司



张逸峰/工程师

在会展建筑中照明系统扮演着重要角色,优秀的照明设计对提升会展建筑的安全性、舒适度起到关键的作用,并能促进建筑绿色节能,展现我国社会以人为本、持续发展的理念。本文结合湖南某国际会展中心的设计介绍一下会展建筑的照明设计。

项目概况

本项目地上建筑面积约为30万 m^2 ,地下建筑面积约为13万 m^2 ,总建筑面积约43万 m^2 。本会展中心定位为集展览中心、会议中心、商务中心、购物中心、娱乐中心和接待中心于一体的复合功能区中的核心场馆,其主要功能包含会展、会议及相应配套设施,是提升城市形象,完善城市功能,打造城市名片的标志之一。

根据展览建筑设计规范,室内展览面积约为17.75万 m^2 ,为特大型展览建筑(大于10万 m^2),每个展厅约1.458万 m^2 ,属于甲类展厅(大于1万 m^2)。

建筑功能布局如下:

1) 地上建筑。地上建筑西侧布置6个单层展馆($W_1 \sim W_6$)、3个连接厅,东侧6个单层展馆($E_1 \sim E_6$)、3个连接厅,北侧中间布置主登陆厅 D_1 ,南侧中间布置次登录厅 D_2 ,所有展馆及连接厅均为对称关系。

2) 地下建筑。主要布置在登录厅下面,避开展厅和室外展场。地下共计两层,主要功能为设备用房、地下停车场及人防人员掩蔽所等防空地下室。

照明设计

1. 设计目标

以现行国家规范及业任务书为设计依据,结合本项目各空间的使用性质、空间大小和内装材料等,为本项目营造柔和、自然的视觉环境。在设计过程中,充分利用自然光,合理地规划控制区域光源。在造价允许范围内,在确保本项目的安全性、舒适性的前提下,尽量降低功耗做到绿色节能,满足业主的需要。

主要参考规范及标准包括:JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》;JGJ 218—2010《展览建筑设计规范》;JGJ 333—2014《会展建筑电气设计规范》;GB 50034—2013《建筑照明设计标准》。

2. 照明供配电系统

本工程包括正常工作照明、应急照明。其中应急照明包含事故安全照明、应急疏散照明和备用照明(备用照明包含一般备用照明和火灾备用照明)。

根据相关规范,本国际会展中心为特大型会展建筑、甲类展厅。设计中应急照明按一级负荷供电,展厅照明按二级负荷供电,其余照明按三级负荷供电。

其中应急照明、展厅照明均采用变电所放射式供电,对于应急照明末端配

关键词/Keywords

会展建筑 ·
照明 ·
LED ·
智能灯控 ·
绿色照明 ·

电箱均设置自动转换开关(ATS),另设置应急电源系统(EPS),以确保供电的可靠性;应急照明持续工作时间大于30 min, EPS转换时间小于0.25 s (EPS电池初装容量时间大于等于90 min)。

3. 照明质量

本项目的照明质量主要考虑以下要素:照度均匀度、炫光限制、光源色温、显色指数、标准照度值和照明功率密度等。本国际会展中心为特大型展览建筑,是城市名片,根据这一定位,设计中展厅、门厅、走廊、楼梯间和卫生间等均按照高档设计。

本项目展厅、登录厅和地下室建筑形态相对规整,空间内使用用途亦相对明确。设计照度均依据《建筑照明设计标准》2013版相关条文执行,未降低或提高照度等级。在照度计算中考虑展馆、登录厅等环境较为清洁,故要求灯具每年最少擦拭2次,维护系数取0.8。计算结果设计照度与照度标准值偏差不超过 $\pm 10\%$,满足规范要求。

室内照明色温取值按场所分类如表1所示。

表1 不同场所的色温值

相关色温/K	颜色特征	适用场所
<3 300	暖	多功能厅、宴会厅和大会堂
3 300~5 300	中间	展厅、会议室、办公室、登录厅、公共大厅和商店
>5 300	冷	电子信息系统机房等

主要场所的照明标准值、统一眩光值(UGR)、显色指数(R_a)和照明功率密度最小允许值如表2所示。

表2 不同场所照明参数值

房间或场所	参考平面及其高度	照度标准值/lx	UGR	R_a	照明功率密度目标值/(W/m ²)
会议室、洽谈室	0.75 m水平面	300	19	80	≤ 8
宴会厅	0.75 m水平面	300	22	80	≤ 12
多功能厅	0.75 m水平面	300	22	80	≤ 12
公共大厅、登录厅	地面	200	22	80	≤ 8
高档展厅	地面	300	22	80	≤ 12
高档门厅	地面	200	--	80	≤ 8
高档走廊、楼梯间	地面	100	25	80	≤ 3.5
高档卫生间	地面	150	--	80	≤ 5
高档电梯厅	地面	150	--	80	≤ 5

(续)

房间或场所	参考平面及其高度	照度标准值/lx	UGR	R_a	照明功率密度目标值/(W/m ²)
储藏室	地面	100	—	60	≤ 3.5
汽车库	地面	50	—	60	≤ 2
电子信息系统机房	0.75 m水平面	500	19	80	≤ 13.5
变电所	0.75 m水平面	200	—	80	≤ 7
电梯机房	地面	200	25	80	≤ 7
风机房、空调设备	地面	100	—	60	≤ 3.5
机房和泵房	地面	100	—	60	≤ 3.5
冷冻机房	地面	150	—	60	≤ 5

4. 应急照明

本项目按每个防火分区设置1个应急照明双切箱,并额外配备EPS,作为第3路电源以确保供电的可靠性。

(1) 火灾备用照明

在门厅、疏散通道、消防控制室、应急指挥中心、自备电源室、配电室、消防水泵房、防烟及排烟机房、IT通信机房、安全防范控制中心机房以及在火灾时仍需要坚持工作的其他场所设置备用照明。照度按不低于一般照明照度的10%设计,部分消防工作区如消防控制室、消防泵房等按正常照明照度的100%设计。

(2) 疏散照明

在项目中的登录厅、观众厅、展厅、多功能厅、宴会厅、大会议厅、餐厅、门厅疏散走道和楼梯间等人员密集场所设置疏散照明。

展厅由于空间大结构复杂,故采用地面疏散指示灯以不大于5 m间距设置,并在主要消防疏散通道的地面上设置能保持视觉连续的蓄光疏散指示标志。按规范对特大型会展建筑的要求,本项目需设置智能疏散照明系统,故在选用疏散指示表示产品时应注意选用专用灯具。

5. 展厅照明

本会展中心共12个大展厅及附属6个连接厅均为对称设计,本文着重以W₁展厅为例为大家介绍展厅照明设计。

(1) 展馆概况

W₁馆内展厅面积为162 m $\times$ 81 m,分东西两

个防火分区,中间以消防隔离带分隔;顶面呈倾斜状最高点高度32 m,最低点19 m;展馆内南北侧4.5 m标高处各有一处宽2 m东西向的水暖管道突出;东侧6 m标高处设一10 m×55 m平台俯视全馆。立面为玻璃幕墙,地面为自流平。顶棚灯具安装在顶面下南北向的张弦桁架下,张弦桁架间距为9 m,最高点高度24 m,最低点14 m。

(2) 光源及灯具选择

按之前提到的展馆照度标准值为300 lx,UGR不大于22、 R_a 不低于80、照明功率密度目标值12 W/m²,色温在3 300~5 300 K之间。

设计前期调研目前主流光源技术指标如表3所示。

表3 主流光源技术指标

光源类型	额定功率/W	光效/(lm/W)	R_a	色温/K	平均寿命/h
卤钨灯	5~5 000	17~33	99~100	2 500~3 500	3 000~5 000
T8荧光灯	36	70	60~72	全系列	6 000~8 000
T5荧光灯	28	100	80~98	全系列	10 000~20 000
荧光 高压汞灯	50~1 000	60	40~53	3 300~5 000	6 000~10 000
金属 卤化物灯	35~3 500	65~140	65~95	3 000~5 600	5 000~20 000
高压钠灯	35~1 000	55~80	30~80	1 950~2 500	20 000
高频 无极灯	10~100	65~80	80	3 000~4 000	16 000
LED灯	1~500	50~200	60~70	全系列	50 000~100 000

根据表3可见卤钨灯寿命较低,光效虽较白炽灯大幅提高,但整体仍偏低,不适合大量使用;荧光灯安装高度一般不超过5 m,不适合大空间展馆,部分荧光灯显色指数不够理想;荧光高压汞灯与高压钠灯显色指数亦不够理想;无极灯光效相对偏低,大量使用成本较高;LED灯作为发展趋势具有耗能少、适用性强、寿命长、响应时间短、对环境无污染和多色发光等的优点,缺点为价格昂贵;金属卤化物灯各项指数均满足要求,且在各类展馆建筑中普遍使用,相对成熟,故设

计最终选择金属卤化物灯作为展馆普通照明光源。然而金属卤化物灯热开启时间长(5~15 min),初期照度仅为正常值的6%~10%,而LED灯可瞬时点亮,故设计选用LED灯作为应急照明光源。

大空间会展建筑在光源功率上一般选择大功率光源,这样可以减少灯具套数,降低投资;展馆中不设马道拟采用云梯车检修,大功率组合式光源有利于减少检修工作量。

(3) 照明设计方案

在照度计算中设计采用专业软件,选择合适的配光曲线及灯具组合形式,充分考虑照度均匀度及炫光问题,最终照明方案如下:

1) 采用金属卤化物灯4灯一组(共50组)于顶棚结构桁架吊杆下安装。单灯功率315 W 色温4 000 K,显色指数90,光通量37 800 lm。

2) 局部于组合式灯具中心增加210 W LED灯1盏(共30盏)作平时兼应急照明使用。单灯功率210 W,色温4 000 K,显色指数80,光通量21 000 lm。

3) 南北侧水暖管道下照度偏低,尝试调整管道上方灯具间距后发觉对照度均匀度影响较大,且灯具排布不均匀影响视觉美观,故于水暖管道下增加一排34 W色温4 000 K LED筒灯(共108盏)作为补充。

4) 6 m标高处平台下采用34 W LED色温4 000 K筒灯均布(共60盏)。

5) 展馆中于南侧3层设变电所,于南侧、北侧各设置2个强电间。考虑到展厅照明为二级负荷,结合ATS切换时间及金属卤化物灯热启动时间,展厅照明宜采用交叉供电方式,避免由于断电而引起大面积展场无正常工作。基于以上考虑,设计于南侧2个强电间中各设置了2个展厅照明配电箱(电源来自不同变压器)及1个展厅应急照明配电箱,每个展厅照明配电箱各带4合1组合式中的2盏金属卤化物灯实现交叉供电。所有展厅用金属卤化物灯均自配有节能型电感镇流器,补偿后灯具功率因数均在0.95以上。

平时照明照度如表4所示。应急照明照度如表5所示。

表4 平射照明照度

平均照度/lx	照度最小值/平均照度	照度最小值/照度最大值	维护系数
309	0.44	0.3	0.8

表5 应急照明照度

平均照度/lx	照度最小值/平均照度	照度最小值/照度最大值	维护系数
27	1	1	0.8

6. 智能灯控系统

参考JGJ 333—2014《会展建筑电气设计规范》，特大型会展建筑已经要求必须设置照明智能控制系统。结合本项目实际情况，为实现照明节能、视觉感官舒适和多场景模式切换的需要，在展厅、地下车库、公共走道、登录厅、多功能厅和会议室等处设置了照明智能控制系统，系统主机设置在登录厅D₂一层综合指挥中心内。

本系统由灯控主机、时钟控制器、超五类通信线、被动网关、导轨式开关调光控制器和现场控制面板组成。系统中各个设备间采用通信线手拉手联结，模块化结构，分散布置，并预留与建筑设备监控系统（BAS）网络连接的通信接口，从而实现对整个项目的照明进行智能化、丰富的场景控制，同时具备便捷的本地控制面板控制、集中中央软件控制和时钟控制等功能。

结束语

大功率天棚灯往往具备一定重量，如本设计中315 W金属卤化物灯重13 kg，210 W LED重灯10 kg，设计应会同结构专业复核支撑体强度，确保安全。

使用卤钨灯做平时兼应急照明使用时应考虑其色温，如大多数展馆设计色温均在4 000 K左

右，而卤钨灯色温在2 500~3 500 K之间，与金属卤化物灯混合使用时影响整体视觉效果。而LED灯色温广泛并且可瞬时点亮，在计算照度不足时采用LED灯作平时兼应急照明，可以弥补设计照度不足，相当实用。

为支持绿色节能照明，也曾考虑展馆照明纯LED灯方案。此方案除了具备LED灯固有的各种优点外还能结合灯控系统做调光、日光感应控制，充分利用自然光，而金属卤化物灯不能做调光控制。据测算展厅照明按纯LED灯方案，其价格较现有方案高出20%~25%，最终采用何种方案由业主招标后决定。

值得一提的是两个方案的照明功率密度均在5 W/m²以下，远远低于规范关于高档展厅目标值12 W/m²的要求，可见所设计的照明系统在保证建筑物绿色节能上起到了关键作用。另外《建筑照明设计标准》2013版已经将“高于6 m的展厅R_a可降低到60”的条文取消，而目前市场主流LED天棚灯往往达不到新规范显色指数R_a>80的要求，故设计师在选用LED灯作为平时照明光源时，应注意选用高显色指数R_a>80的新产品。

灯具组团式布置与均布式布置为两种常见方案，经测算在同样满足炫光、均匀度的前提下，组团式布置价格略微高出5%可忽略不计。考虑组团式布置更具有维护方便的优势，故设计师在大空间展厅照明设计时应优先考虑组团式布置灯具。

由于本项目尚处于实施过程之中，以上所述之设计方案还有待于进一步优化和最终的实际检验，故本文仅供同行参考指正。

（收稿日期：2015-02-10） EA

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告