

# 面向多场景应用的大学体育馆电气设计要点探究

## ——以某高校综合体育馆为例

文 / 陈茜 华蓝设计(集团)有限公司

**摘要:** 本文聚焦大学体育馆电气设计。阐述研究背景,因赛事、教学、文化活动多样,电气设计要求综合考虑各种情况,对比国内外情况,明确借鉴国外经验结合国情探索优化的必要,介绍实地调研、案例分析、模拟仿真的研究方法。以某211高校综合体育馆为例,说明其设计方案,提出电气设计关键技术要点,探讨节能与可持续发展策略,像用高效设备、照明节能、建能源管理系统、探索可再生能源利用。最后总结成果,展望智能化、绿色化、人性化发展趋势,指出研究不足与改进方向。

**关键词:** 大学体育馆; 电气设计; 多场景应用; 节能; 智能化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.109

### 引言

#### (一) 研究背景与意义

在现代高等教育体系中,大学体育馆作为校园体育活动、大型集会及文化交流的核心场所,其电气系统的合理设计至关重要。随着体育赛事的多样化、教学训练的专业化以及校园文化活动的丰富化,大学体育馆对电气设计提出了更高要求。科学、安全且节能的电气设计不仅能保障各类活动的顺利开展,还能提升场馆的使用效率与舒适度,降低运营成本,对推动校园体育文化建设与可持续发展具有关键意义。

#### (二) 国内外研究现状

国外在大学体育馆电气设计方面起步较早,技术相对成熟。在供电系统中,多采用高可靠性的冗余配置与智能监控技术,确保电力持续稳定供应;照明设计注重结合人体工程学与体育赛事转播需求,广泛应用先进的调光、调色温技术及高效节能灯具;弱电系统集成度高,实现了建筑自动化、安防、通信等多系统的深度融合与高效联动。相比之下,我国虽在近年来取得显著进步,但部分高校体育馆仍存在电气设计标准执行不够严格、新技术应用滞后等问题。在借鉴国外先进经验的同时,需结合我国国情与校园实际需求,探索适合本土的电气设计优化路径。

#### (三) 研究方法与创新点

本研究综合运用实地调研、案例分析与模拟仿真等方法。实地考察多所高校体育馆电气设施运行状况,获取一手资料;深入剖析某典型高校综合体育馆电气设计案例,总结成功经验与存在问题;利用电气设计软件模拟不同场景下电气系统性能,优化设计方案。创新之处在于紧密围绕大学体育馆多场景应用需求,将最新电气技术与校园实际紧密结合,提出具有针对性与可操作性的电气设计策略,并注重从全生命周期角度考量设计的节能与可持续性。

### 一、大学体育馆电气设计基础

#### (一) 大学体育馆功能需求剖析

##### 1. 体育赛事承办需求

大学体育馆常承办各类体育赛事,从校内运动会到区域性甚至全国性大学生体育比赛。不同赛事级别与项目类型对电气系统要求各异。例如,高级别赛事有电视转播需求时,场地照明需满足高亮度、均匀度及防眩光

要求,以确保运动员比赛表现与裁判判罚准确性,同时要配备精准的计时计分系统与稳定的转播用电设施,保障赛事的顺利转播与全球观众的观看体验。

##### 2. 日常教学训练需求

在日常教学与训练环节,体育馆需满足多种体育课程与训练项目需求。如篮球、羽毛球、体操等项目教学时,照明要根据不同运动特点灵活调整亮度与角度,动力配电需为各类体育器材提供安全稳定电源,且要适应教学场景的频繁切换,满足不同教师与学生的个性化使用要求。

##### 3. 大型集会与文艺演出需求

作为校园大型活动举办地,体育馆在集会与文艺演出时人员高度密集。此时,除基本照明外,舞台灯光、音响、特效等设备用电需求巨大,对电力负荷提出严峻考验。同时,应急电源系统必须确保在突发情况下能迅速切换,保障人员安全疏散与活动有序进行。应与校方在具体设计前深入沟通和交流,了解体育馆投入使用后的需求,既能满足要求,又不过度浪费。

### 二、某高校综合体育馆案例分析

#### (一) 体育馆概况

某211高校综合体育馆建筑规模不算很大,但是为较为典型的大学体育场馆的设计,总建筑面积约20000平方米,涵盖主比赛馆、训练馆、游泳馆等多个功能区域。1层主要有检录大厅、新闻发布发布厅以及竞赛用房和管理及设备用房等;2~3层主要为观众看台、办公室以及声光控制室等。体育馆赛时总座位数为5196个,满场布置时总座位数为6812个,表演时布置座位5536个(占用北面看台)。主席台座位为72个。建筑高度约24m。属丙级体育建筑。

#### (二) 电气设计方案

##### 1. 设计需求分析

与业主甲方充分的沟通,业主的需求,关于体育馆的定位,最高需求和最低要求,平时最常用的情况,应提出几种选择,供业主方确认。本项目按甲方要求,按照能够举办地区性和全国单项比赛进行设计。体育馆定位为校园体育活动中心与对外交流展示窗口,其设计融合现代建筑理念与校园文化特色,为电气设计带来机遇与挑战。

##### 2. 供配电系统

该体育馆供电系统依据负荷分级进行精心设计。本场馆定义为丙级体育馆，最高等级负荷为二级负荷，二级负荷包括比赛场地照明、应急照明、计时计分系统、消防设备、电视转播设备、VIP 办公室、奖牌储存室、运动员及裁判员用房、包厢、观众席等照明负荷 VIP 办公室、奖牌储存室、运动员及裁判员用房、包厢、观众席等照明负荷等。普通办公用房、库房、景观用电为三级负荷。本项目二级负荷经过沟通采用两路独立的 10kV 市电供电，由校园不同变电所引来。变压器选用高效节能型，总装机容量为 1260 kVA，两台 630kVA 的变压器互为备用。低压配电采用放射式与树干式相结合的接线方式，在重要区域设置独立配电箱，实现对各用电设备的精准控制与监测。

### 3. 照明系统

体育馆电气设计的重中之重就是照明设计。照明设计分为普通照明和场馆照明设计。普通照明按照规范《建筑照明设计标准》设计主要指标如下表（表 1）。当时设计时《建筑照明设计标准》2024 还未修订，功率密度值比下表的高，下表按照最新规范重新修订过，供参考

序号	场所	照度标准值 (Lx)	功率密度值 (W/m <sup>2</sup> )	显色指数 Ra	备注
01	办公室	300	≤6.5	80	a、第一次装修的场所照度满足标准值的情况下，功率密度值不应大于国家规范要求标准值；
02	会议室	300	≤6.5	80	
03	演播大厅	200	≤6.5	60	b、第一次装修的场所选用的灯具显色指数 Ra 应满足本表值；
04	观众席	100	≤2.5	60	
05	主席	100	≤2.5	60	c、第一次装修的场所选用的灯具显色指数 Ra 应满足本表值；
06	诊疗室	300	≤6.5	80	
07	储藏室	100	≤1.5	60	
08	走廊	50	≤1.5	60	
09	楼梯、平台	50	≤1.5	60	

表 1

体育场馆照明设计涉及和建筑结构的沟通，马道的设计，这时考虑到大学体育馆的用途的多样性，场馆照明的设计合理有效非常重要。本次主场馆的场地照明按照最大使用场地面积的情况来设计，本场地拟举行篮球、排球、羽毛球、手球比赛，其中手球比赛使用场地最大，因此场地照明设计按照手球比赛的情况进行设计。场地主场馆中照明方案中总共四种开关模式，还设置有观众席普通照明模式、清扫模式以及各种应急模式。主场馆照明设计的各项技术参数满足电视转播的照明标准，比赛场地照度均匀度较高，场地眩光指数小，照明舒适，能为电视转播提供良好的照明质量。照度、均匀度及眩光要求如下（表 2）

模式	照度(Lx)	照度均匀度						光色		眩光指数 GR			
		E <sub>h</sub>	E <sub>vmax</sub>	E <sub>vmax</sub> /E <sub>av</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>5</sub>		Ra	T <sub>cp</sub> (K)	
模式1	比赛场地照明	300	--	--	--	0.3	--	--	--	--	>65	--	<35
模式2	训练场、专用训练	500	--	--	0.4	0.6	--	--	--	--	>65	>4000	<30
模式3	训练场	750	--	--	0.5	0.7	--	--	--	--	>65	>4000	<30
模式4	TV 转播训练场	--	1000	750	0.5	0.7	0.4	0.6	0.3	0.5	>80	>4000	<30

表 2

场地照明选用专业体育照明 LED 灯具，根据不同运动项目场地尺寸与照明需求，采用均匀布灯与重点区域加强照明相结合的方式。采用 dialux 模拟场景和马道，经过专业计算，模拟结果如下（表 3）

照明开关模式	照度标准值	照度计算值	照明开关模式	照度标准值	照度计算值
模式1	300lx	301lx	模式3	750lx	797lx
模式2	500lx	530lx	模式4	1000lx/750lx	1184lx/771lx

表 3

场馆照明的控制主要通过智能调光系统。可实现比赛、训练、转播等多种场景下的照度调节。观众席照明注重舒适性及引导性，采用间接照明与局部重点照明相结合，营造良好观赛氛围。应急照明系统采用集中电源型 EPS，疏散通道照度不低于 5lx，疏散指示标志清晰醒目，且与火灾自动报警系统联动，确保在紧急情况下人员快速疏散。

### 4. 弱电系统

弱电系统集成网络、电话、安防、火灾自动报警、场地扩声等多个子系统。网络系统采用万兆光纤骨干网与千兆到桌面的架构，满足赛事数据传输、在线教学及观众网络需求；安防系统配备高清摄像头，实现全方位监控与人员管理；火灾自动报警系统采用智能感烟、感温探测器，报警主机具备联动控制功能，可迅速启动消防设备并通知人员疏散；场地扩声系统根据场馆声学特性设计，采用分布式扬声器布局，确保声音均匀覆盖，满足赛事解说、文艺演出等音频需求。

## 三、大学体育馆电气设计关键技术要点

### （一）供配电可靠性提升技术

#### 1. 多电源供电保障策略

为确保大学体育馆供配电可靠性，多电源供电是关键。两路市电应来自不同变电站或同一变电站不同母线，通过自动切换装置（ATS）实现无缝切换。有一级负荷的体育馆建议增设柴油发电机，选型需综合考虑启动时间（一般不超过 30s）、持续供电能力（满足一、二级负荷在市电故障期间的用电需求）及燃油储备量。同时，设置发电机并机系统与负载测试装置，定期进行维护与测试，确保在紧急时刻稳定运行，为体育馆各类活动提供不间断电力支持。

#### 2. 应急电源优化配置

应急电源在体育馆电气系统中不可或缺。UPS 主要用于对电源质量要求极高的设备如计算机网络设备、赛事计时计分系统等提供不间断电源，其容量根据设备功率与后备时间（一般为 15-30min）计算确定。EP 则用于应急照明、消防设备等，容量计算需考虑负载类型、数量及应急时间（一般为 90-180min）。在设计中，合理选择应急电源类型与容量，并优化其安装位置与配电线路，减少线路损耗与故障点，确保应急电源在关键时刻迅速、有效地投入使用。

### （二）照明质量优化技术

#### 1. 专业照明灯具选型

体育场馆照明灯具选择直接影响照明质量。金属卤化物灯曾广泛应用，但存在能耗高、寿命短等问题。如今，LED 灯具凭借高光效（可达 100-150lm/W 以上）、长寿命（50000 小时以上）、低能耗、快速响应及良好调光性能等优势成为主流。在选型时，需根据不同运动项目对光线显色性（一般体育赛事要求 Ra ≥ 80）、色温（4000-6000K 适用于大多数体育项目）、眩光控制等要求，选择合适配光曲线与功率的 LED 灯具，同时考虑灯具防护等级（一般不低于 IP65）以适应体育馆复杂环境。

#### 2. 智能照明控制系统应用

比赛场地照明、观众席照明均采用智能化照明控制系统，设在现场的各控制单元可根据需要，通过预编程序，对各照明系统进行多种开关模式或定时开启等多种功能控

制,各照明子系统之间可通过数据总线形成网络,对各照明子系统进行集中控制,同时还可纳入建筑设备控制系统,并在适当地点设现场控制器,构成完善的管理网络系统。智能化照明控制系统具有检测功能,进行实时运行状态检测。同时,通过软件编程对灯具失电后的灯具再启动进行保护性控制,防止灯具的频繁启动,延长光源的使用寿命。

### (三) 弱电系统集成技术

#### 1. 多系统融合架构设计

构建统一的弱电系统集成平台(如BMS系统)是实现大学体育馆弱电系统高效协同的关键。该平台通过集成网络、安防、消防、广播等子系统,实现信息共享与联动控制。例如,火灾发生时,火灾自动报警系统可自动触发消防联动控制,启动消防泵、喷淋系统,同时通过BMS系统向安防系统发送指令,打开疏散通道门禁,调整广播系统播放疏散提示音,引导人员安全疏散,提升应急响应效率与协同能力。

#### 2. 数据传输与网络安全保障

随着体育馆弱电系统数字化程度提高,数据传输与网络安全至关重要。采用光纤与五类线相结合的综合布线系统,构建高速、稳定的局域网络,满足大数据量传输需求。在网络安全方面,部署防火墙、入侵检测系统(IDS)与虚拟专用网络(VPN)等安全设备,设置用户权限管理、数据加密与备份恢复机制,防止网络攻击与数据泄露,确保弱电系统稳定运行与信息安全。

## 四、电气设计的节能与可持续发展策略

### (一) 节能技术应用

#### 1. 高效电气设备选用

在供配电系统中,选用高效节能型变压器可显著降低能耗。电机选型优先考虑高效节能电机(IE3及以上等级),并合理匹配电机功率与负载,避免大马拉小车现象。此外,选用节能型配电箱、开关柜等电气设备,通过优化设备内部电路设计与散热结构,降低设备自身能耗,提高系统整体能效。

#### 2. 照明节能措施

照明节能是体育馆电气节能的重点领域。除广泛应用LED灯具外,智能照明控制策略不可或缺。通过时间控制,根据体育馆使用时间表自动开关照明灯具;利用光感控制,根据自然光照度调节人工照明亮度;采用分区控制,在人员稀少区域降低照明亮度或关闭灯具。

#### 3. 能源管理系统构建

建立完善的能源管理系统(EMS)可实现对体育馆电气能源的精细化管理。EMS系统通过安装智能电表、水表等能源计量设备,实时采集各区域、各设备的能源消耗数据,并进行数据分析与处理。利用能耗分析软件,可生成能耗报表、能耗趋势图等,帮助管理人员及时发现能耗异常点并采取节能措施。通过与智能照明、空调等系统集成,EMS系统可实现能源的优化调度与设备的远程节能控制,如根据峰谷电价调整设备运行时间,降低用电成本。

### (二) 可再生能源利用探索

#### 1. 太阳能光伏系统可行性分析

大学体育馆建筑屋面与立面面积较大,具备一定太阳能光伏应用潜力。在屋面与南立面安装太阳能光伏板,可根据当地太阳能资源状况与建筑朝向、倾角进行优化

设计。项目采用自发自用,余电存储或上网,降低碳排放节约电费。

#### 2. 其他可再生能源应用展望

除太阳能外,地源热泵技术在体育馆也有潜在应用前景。利用浅层地热能进行场馆空调系统制冷制热,可大幅降低能耗。地源热泵系统通过地下埋管换热器与土壤进行热量交换,相比传统空调系统节能效果显著,可做深入探索。

## 五、结论与展望

### (一) 研究成果总结

本研究深入剖析大学体育馆电气设计基础,通过某高校综合体育馆案例详细阐述电气设计方案,总结出关键技术要点与节能可持续发展策略。在供配电可靠性方面,多电源供电与应急电源优化配置确保电力稳定;照明质量优化通过合理选灯与智能控制实现;弱电系统集成提升了场馆智能化管理水平;节能技术应用与可再生能源探索为降低能耗、实现绿色运营提供有效途径,为大学体育馆电气设计提供了全面参考。

### (二) 未来发展趋势展望

随着科技不断进步,大学体育馆电气设计将朝着智能化、绿色化、人性化方向加速发展。智能技术将深度融合入电气系统,实现设备的自诊断、自修复与自适应控制;绿色能源利用比例将持续提高,太阳能、地热能等可再生能源与建筑一体化设计将更加成熟;人性化设计将聚焦于用户体验,如个性化照明场景定制、便捷的电气设备操作界面等,为校园体育文化与教育事业发展提供更强大的电气支撑。

### (三) 研究不足与改进方向

本研究虽取得一定成果,但仍存在局限性。在案例分析中,样本数量有限,不同地域、规模与功能定位的体育馆电气设计差异有待进一步研究;在可再生能源应用方面,技术经济可行性分析可更深入,需结合实际项目详细评估投资回收期与环境效益。未来研究可扩大案例范围,加强跨学科合作,综合考虑技术、经济、环境等多因素,完善大学体育馆电气设计理论与方法体系。

## 参考文献

- [1] 中国建筑东北设计研究院有限公司.GB 51348-2019 民用建筑电气设计标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2020.
- [2] 悉地国际设计顾问(深圳)有限公司.JGJ 354-2014 体育建筑电气设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2015.
- [3] 中国建筑科学研究院 深圳市建安(集团)股份有限公司 JGJ 153-2016 体育场馆照明设计及检测标准[S]北京:中国建筑工业出版社出版2017.
- [4] 中国航空规划设计研究总院有限公司.工业与民用供配电设计手册[M].4版.北京:中国电力出版社,2016.
- [5] 中国联合工程公司.GB 50052-2009 供配电系统设计规范[S].北京:中国计划出版社,2010.

作者简介:陈茜(1983-8),女,汉,祖籍重庆,南宁生活,本科,高级工程师,从事市政、规划、建筑电气设计工作。