

中华人民共和国国家标准

GB/T 38539—2020

LED 体育照明应用技术要求

Technical requirements for application of LED sports lighting

2020-03-06 发布

2020-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	4
5 规格分类要求	4
6 灯具性能要求	6
7 驱动电源性能要求	9
8 照明控制系统性能要求	11
附录 A (规范性附录) 灯具维护系数	13
附录 B (规范性附录) 超高清电视转播对照明的要求	14
附录 C (资料性附录) 灯具配光分类	16
附录 D (资料性附录) 投光灯具投射距离建议	18
附录 E (规范性附录) 色容差计算	19
附录 F (规范性附录) 频闪比的计算与测量	20
附录 G (资料性附录) 体育场地智能照明控制系统架构	22
附录 H (资料性附录) 体育场地智能照明控制系统的通信协议及配置	23

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国住房和城乡建设部提出。

本标准由全国建筑节能标准化技术委员会(SAC/TC 452)归口。

本标准起草单位：中国建筑科学研究院有限公司、中国建筑设计研究院有限公司、北京市建筑设计研究院有限公司、中央电视台技术制作中心、北京国家游泳中心有限责任公司、北京国家速滑馆经营有限责任公司、国家体育总局冬季运动管理中心、昕诺飞(中国)投资有限公司、索恩照明(广州)有限公司、玛斯柯照明设备(上海)有限公司、北京希优照明设备有限公司、上海亚明照明有限公司、北京华安联合认证检测中心有限公司、首都体育学院、北京信能阳光新能源科技有限公司、深圳市海洋王照明工程有限公司、深圳市超频三科技股份有限公司、佑昌电器(中国)有限公司、上海赛倍明照明科技有限公司、哈勃照明设备有限公司、天津英格林光电科技有限公司、浙江晶日照明科技有限公司、广东七大洲实业有限公司、杭州华普永明光电股份有限公司、豪尔赛科技集团股份有限公司、福建鸿博光电科技有限公司、北京星奥科技股份有限公司。

本标准主要起草人：赵建平、林若慈、姚梦明、陈琪、罗涛、王书晓、赵凯、杨波、朱悦、姜斌、杨奇勇、朱景明、张之宇、姚赤飙、刘海鹏、霍建新、王旭、高雅春、张玉涛、饶瑞斌、邱良杰、刘卫红、戴宝林、童敏、施敏、战丹、郑守洺、叶少军、张飞虎、黄建明、张孟、尤燕燕、刘博。

LED 体育照明应用技术要求

1 范围

本标准规定了体育场馆照明用 LED 的术语和定义、一般要求、规格分类要求及灯具、驱动电源和照明控制系统性能要求。

本标准适用于体育场馆场地及观众席照明用 LED 的灯具、驱动电源和照明控制系统及其应用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 7000.1 灯具 第 1 部分:一般要求与试验

GB 7000.7 投光灯具安全要求

GB 7000.218 灯具 第 2-18 部分:特殊要求 游泳池和类似场所用灯具

GB/T 7921—2008 均匀色空间和色差公式

GB/T 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB 17625.1—2012 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流 ≤ 16 A)

GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 17743 电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法

GB/T 18595 一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求

GB 19510.1 灯的控制装置 第 1 部分:一般要求和安全要求

GB 19510.14 灯的控制装置 第 14 部分:LED 模块用直流或交流电子控制装置的特殊要求

JGJ/T 119 建筑照明术语标准

JGJ 153 体育场馆照明设计及检测标准

3 术语和定义

JGJ/T 119 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 JGJ/T 119 中的某些术语和定义。

3.1

(LED 照明)驱动电源 driver (for LED lighting)

把电源供应转换为特定的电压电流以驱动 LED 发光的电源转换器。

注:按输出类型可分为恒流型驱动电源和恒压型驱动电源。

3.2

(LED)投光灯具 (LED) projector

利用反射或折射的方式在限定立体角内获得高光强的灯具。

3.3

超高清电视转播 ultra high definition television; UHDTV

采用超高清电视技术完成节目的现场拍摄、制作、传输与播出。

注:超高清电视通过提供比高清电视更宽的视场来增强视觉体验,具有高清晰度、宽色域和高动态范围的特点。

3.4

光束角 beam angle

在给定平面上,以极坐标表示的发光强度曲线的两矢径间所夹的角度,该矢径的发光强度值通常等于10%或50%的发光强度最大值。

[JGJ/T 119—2008,定义 5.3.4]

3.5

眩光 glare

由于视野中的亮度分布或亮度范围的不适宜,或存在极端的对比,以致引起不舒适感觉或降低观察细部或目标能力的视觉现象。

[JGJ/T 119—2008,定义 2.2.17]

3.6

显色指数 colour rendering index

光源显色性的度量。以被测光源下物体颜色和参照光源下物体颜色的相符合程度来表示。

[JGJ/T 119—2008,定义 2.3.28]

3.6.1

一般显色指数 general colour rendering index

R_a

光源对国际照明委员会(CIE)规定的第1~8种标准颜色样品显色指数的平均值。

3.6.2

特殊显色指数 special colour rendering index

R_i

光源对国际照明委员会(CIE)选定的第9~15种标准颜色样品的显色指数。

注:本标准中 R_9 指光源对国际照明委员会(CIE)选定的第9种标准颜色样品的显色指数。

3.7

色温 colour temperature

当光源的色品与某一温度下黑体的色品相同时,该黑体的绝对温度为此光源的色温。色温用来表述一种照明呈现多暖(红)或多冷(蓝)的感受或表观感觉。

[JGJ/T 119—2008,定义 2.3.21]

3.8

相关色温 correlated colour temperature

当光源的色品点不在黑体轨迹上时,光源的色品与某一温度下黑体的色品接近时,该黑体的绝对温度为此光源的相关色温。

[JGJ/T 119—2008,定义 2.3.22]

3.9

色容差 chromaticity tolerances

表征一批光源中各光源与光源额定色品的偏离,用颜色匹配标准偏差 SDCM 表示。

3.10

色品 chromaticity

用国际照明委员会(CIE)标准色度系统所表示的颜色性质。由色品坐标定义的色刺激性质。

[JGJ/T 119—2008,定义 2.3.18]

3.11

色品坐标 chromaticity coordinates

每个三刺激值与其总和之比。

注:在 X、Y、Z 色度系统中,由三刺激值可算出色品坐标 x 、 y 、 z 。

3.12

灯具效能 luminous efficacy of a luminaire

在规定的使用条件下,LED灯具发出的总光通量与输入的功率之商。

注:单位为流明每瓦特(lm/W)。

3.13

频闪比 percent flicker

在某一频率下,输出光通最大值与最小值之差比输出光通最大值与最小值之和。

注:频闪比用百分比表示。

3.14

光通量维持率 luminous flux maintenance

灯在规定条件下,按给定时间点燃后的光通量与其初始光通量之比。

[JGJ/T 119—2008,定义 4.3.7]

3.15

(LED灯具的)寿命 life time (of a LED luminaire)

标准测试条件下 LED 灯具保持正常燃点,且光通量维持率衰减到 70%时的累积燃点时间。

3.16

灯具损坏率 failure rate of luminaires

灯具自安装使用后输出光通低于初始光通 70%或无法正常使用的累计数量与该型号灯具安装数量之比。

3.17

谐波 harmonic wave

对供电系统一个周期性非正弦电量进行傅里叶级数分解中次数大于系统基波频率的分量。

3.18

电压总谐波畸变率 total harmonic distortion of voltage

电压所有谐波分量有效值与基波分量有效值之比。

3.19

电流总谐波畸变率 total harmonic distortion of current

电流所有谐波分量有效值与基波分量有效值之比。

3.20

过冲幅度 overshoot amplitude

输出电压或电流超过标称值的最大瞬时幅度。

注:过冲是指由某一影响量瞬间变化而引起输出直流电压或电流超过标称值的现象。

3.21

差模电压 differential mode voltage

一组规定的带电导体中任意两根之间的电压。

3.22

共模电压 common mode voltage

每个导体与规定参考点(通常是地或机壳)之间的相电压的平均值。

3.23

驱动电源失效率 failure rate of driver

驱动电源工作 1 000 h 后发生失效的比例。

3.24

智能照明控制系统 smart lighting control system

利用计算机、网络通信、自动控制等技术,通过对环境信息和用户需求进行分析和处理,实施特定的

控制策略,对照明系统进行整体控制和管理,以达到预期照明效果的控制系统。

注:通常由控制管理设备、输入设备、输出设备和通信网络等组成。

3.25

电视转播颜色复现指数 television lighting consistency index; TLCI

光源对电视转播颜色复现质量影响的度量。以被测光源下电视转播颜色和参照光源下电视转播颜色的相符合程度来表示。

3.26

眩光指数 glare rating

眩光值

GR

用于度量室外体育场(或室内体育馆)和其他室外场地照明装置对人眼引起不舒适感主观反应的心理物理量。

3.27

均匀度梯度 uniformity gradient

照度水平在网格点间变化程度的度量。以某一网格点及其相邻网格点在规定距离的照度差与该网格点照度之比的最大值来表示。

4 一般要求

- 4.1 LED 灯具应用于体育场馆照明时应符合 JGJ 153 的相关规定。
- 4.2 LED 灯具应用于重大比赛照明时,还应符合相关体育组织和机构的技术要求。
- 4.3 LED 照明系统应符合安全可靠、技术先进、经济合理、节能环保和维护方便的规定。
- 4.4 LED 驱动电源和 LED 高天棚灯具应符合 CCC 认证的规定。

5 规格分类要求

5.1 LED 灯具

5.1.1 LED 高天棚灯具用于体育馆时,宜按表 1 分类。

表 1 LED 高天棚灯具分类

额定光通量/lm	最大功率/W	灯具最大质量/kg
5 500	50	5.0
7 700	70	6.0
11 000	100	8.0
16 500	150	10.0
22 000	200	12.0
33 000	300	15.0

注:高天棚灯具是指用于室内高大空间满足一般照明的灯具。

5.1.2 LED 投光灯具用于体育场馆时,宜按表 2 和表 3 进行分类。

表 2 体育场地 LED 投光灯具分类

场馆类别	使用功能	额定光通量/lm	最大功率/W	灯具最大质量/kg	
体育场	比赛	34 000	400	20.0	
		51 000	600	25.0	
		68 000	800	30.0	
		85 000	1 000	36.0	
		102 000	1 200	42.0	
		119 000	1 400	48.0	
		136 000	1 600	52.0	
	训练、娱乐健身	20 000	200	15.0	
		40 000	400	20.0	
		60 000	600	25.0	
		80 000	800	30.0	
		100 000	1 000	36.0	
		120 000	1 200	42.0	
		体育馆	比赛	34 000	400
51 000	600			25.0	
68 000	800			30.0	
85 000	1 000			36.0	
20 000	200			15.0	
40 000	400			20.0	
60 000	600			25.0	
80 000	800		30.0		
注：灯具功率小于 400 W 时，灯具重量限值为含驱动电源重量的要求；灯具功率大于或等于 400 W 时，灯具重量限值为不含驱动电源及外部连接线重量的要求。					

表 3 观众席 LED 投光灯具分类

场馆类别	额定光通量/lm	最大功率/W	灯具最大质量/kg
体育场	10 000	100	8.0
	20 000	200	12.0
体育馆	5 000	50	5.0
	10 000	100	8.0

5.2 驱动电源

5.2.1 驱动电源输出功率宜按以下额定值分类：

50 W、75 W、100 W、150 W、200 W、240 W、320 W、480 W、600 W、800 W。

5.2.2 驱动电源的尺寸及重量规格宜符合表 4 的要求。

表 4 驱动电源尺寸及重量

功率 P/W	尺寸/mm			最大质量/kg
	长度	宽度	高度	
$50 \leq P \leq 200$	220	80	45	1.5
$240 \leq P \leq 320$	250	100	45	2.0
$480 \leq P \leq 600$	280	150	50	4.0
800	320	200	50	6.0

5.2.3 LED 体育照明用的恒流型驱动电源宜按以下输出直流电流额定值分类：

500 mA、700 mA、1 050 mA、1 400 mA、2 100 mA、2 800 mA、4 200 mA、5 600 mA、8 000 mA。

5.2.4 可调光型驱动电源宜分为调输出电流值型和调输出电流占空比型。

5.3 照明控制系统

5.3.1 LED 体育照明控制系统按控制方式可分为模拟控制系统和数字控制系统。

5.3.2 LED 体育照明控制系统宜根据系统功能及控制方式按表 5 进行分类。

表 5 LED 体育照明控制系统分类

使用功能		系统功能及控制方式	
无电视转播	健身、业余训练； 专业训练、业余比赛； 专业比赛	预设灯具开关组合实现多场景切换	编程开关控制
		预设灯具模拟调光、开关组合实现多场景切换	0 V~10 V
		预设灯具数字调光、开关组合实现多场景切换，可寻址、单灯监控	DALI
有电视转播	TV 转播国家比赛、国际比赛； TV 转播重大国家比赛、重大国际比赛； HDTV 转播重大国家比赛、重大国际比赛	预设灯具数字调光、开关组合实现多场景切换，可寻址、单灯监控	DALI
		预设灯具数字调光实现多场景切换，可单灯控制，实现艺术效果快速变换，并能与舞台等系统联动	DMX512、RDM

6 灯具性能要求

6.1 基本要求

6.1.1 LED 灯具应用于体育场馆的维护系数应根据使用功能按附录 A 选取。

6.1.2 LED 灯具应用于体育场馆超高清电视转播时，其照明应符合附录 B 的规定。

6.1.3 LED 灯具应用于体育场馆时应便于现场维护和更换。

6.2 光度要求

6.2.1 LED 灯具的初始光通量不应低于额定光通量的 90%，且不应高于额定光通量的 120%。

6.2.2 LED 灯具在不同环境温度下光通量输出达到稳定时，其值应符合表 6 的规定。特殊场所使用的 LED 灯具应满足具体使用场所的环境温度、湿度和腐蚀性等要求。

表 6 LED 灯具不同温度下的光通量输出限值

环境温度/℃	光通量输出百分比/%
25	100
35	≥99
45	≥97
50	≥95

6.2.3 环境温度高于 50℃时,灯具连续工作输出光通量不应低于额定光通量的 70%。

6.2.4 LED 灯具配光分类应符合下列规定:

- 体育场地高天棚灯具配光宜根据光束角参照附录 C 确定。
- 体育场地投光灯具配光宜根据光束角按表 7 进行分类,其投射距离宜参照附录 D 确定。

表 7 体育场地投光灯具配光分类

场馆类型		灯具光束角 ^a α /(°)
体育场	窄光束	$10 < \alpha \leq 18$
		$18 < \alpha \leq 46$
	中光束	$46 < \alpha \leq 70$
体育馆	窄光束	$18 < \alpha \leq 46$
	中光束	$46 < \alpha \leq 100$
	宽光束	$100 < \alpha \leq 130$

^a 矢径的发光强度值等于 10%的发光强度最大值,参见附录 C。

c) 观众席灯具宜根据观众席布置和灯具安装高度合理选择中、宽光束配光。

d) 灯具配光应与灯具安装高度、位置及照明要求相适应,同一体育场馆可选用多种不同配光的灯具。

6.2.5 LED 灯具应配有控制眩光、限制溢散光和干扰光的措施或装置。

6.3 色度要求

6.3.1 LED 灯具用于体育场馆时,色度参数应符合下列规定:

- 体育场地用 LED 灯具色度参数不应低于表 8 规定的限值。

表 8 LED 色度参数限值

等级	使用功能	显色指数 R_a	特殊显色指数 R_9	相关色温 T_{cp} /K	
				室外	室内
I	健身、业余训练	80	0	4 000	4 000
II	业余比赛、专业训练				
III	专业比赛				
IV	TV 转播国家比赛、国际比赛	80	20	4 000	4 000
V	TV 转播重大国家比赛、重大国际比赛				
VI	HDTV 转播重大国家比赛、重大国际比赛	90	40	5 500	5 500

b) 观众席用 LED 灯具一般显色指数不应低于 80, 相关色温应与场地照明灯具相一致。

6.3.2 LED 灯具相关色温不应大于 6 000 K。

6.3.3 LED 灯具的色容差不应大于 5 SDCM, 色容差计算方法见附录 E。

6.3.4 在寿命期内 LED 灯具的色品坐标与初始值的偏差在 GB/T 7921—2008 规定的 CIE 1976 均匀色度标尺图中, 不应超过 0.007。

6.3.5 LED 灯具在不同方向上的色品坐标与其加权平均值偏差在 GB/T 7921—2008 规定的 CIE 1976 均匀色度标尺图中, 不应超过 0.004。

6.4 效能要求

6.4.1 LED 投光灯具效能不应低于表 9 的规定。

表 9 LED 投光灯具效能

单位为流明每瓦特

一般显色指数 R_a	相关色温 T_{cp}	
	4 500 K/4 000 K	5 700 K/5 000 K
80	100	100
90	85	90

6.4.2 LED 高天棚灯具效能不应低于表 10 的规定。

表 10 LED 高天棚灯具效能

单位为流明每瓦特

一般显色指数 R_a	相关色温 T_{cp}	
	4 500 K/4 000 K	5 700 K/5 000 K
80	110	110
90	95	100

6.4.3 LED 灯具功率输出调节时应符合下列规定：

- a) 调光功率输出不宜低于额定功率的 20%；
- b) 灯具功率因数不应低于表 11 规定的限值；
- c) 灯具谐波限值应符合 GB 17625.1 的规定。

表 11 灯具功率因数限值

功率输出比例/%	功率因数限值	
	≤ 100 W	> 100 W
100	0.96	0.97
75	0.94	0.95
50	0.90	0.90
20	0.85	0.85

6.5 电气性能

6.5.1 LED 灯具的额定电压应符合供电电压的规定。

6.5.2 LED灯具的启动电流不超过正常工作电流的倍数应符合表12的规定。

表12 LED灯具启动电流限值

功率 P/W	启动峰值电流与额定工作电流之比	瞬时启动时间/ms
$200 \leq P < 400$	≤ 40	< 500
$400 \leq P \leq 800$	≤ 30	
$P > 800$	≤ 15	

6.5.3 LED灯具的骚扰电压特性应符合GB/T 17743的规定。

6.5.4 LED灯具的电磁兼容抗扰度应符合GB/T 18595的规定。

6.5.5 LED灯具的频闪比不应大于表13的规定值,频闪比测量和计算方法见附录F。

表13 LED灯具频闪比限值

频闪比/%	无电视转播	有电视转播
	6	3

6.6 安全要求

6.6.1 LED灯具及其附件的安全性能应符合GB 7000.1、GB 7000.7和GB 7000.218的相关规定。

6.6.2 LED灯具应用于室内场所时应为I类灯具或II类灯具,应用于室外场所时应为I类灯具。

6.6.3 游泳场馆用LED灯具在GB 7000.218规定的腐蚀性试验后,其零件不应出现腐蚀痕迹或表面粗糙的迹象。

6.6.4 安装在室外的LED灯具外壳的防护等级不应低于IP65。

6.6.5 LED灯具及其附件应有防坠落措施。

6.7 耐久性

6.7.1 LED灯具在正常工作3 000 h的光通量维持率不应低于96%;6 000 h的光通量维持率不应低于92%。

6.7.2 LED灯具的寿命不应低于25 000 h。

6.7.3 LED灯具正常使用一年的灯具损坏率不应高于1%。

7 驱动电源性能要求

7.1 基本要求

7.1.1 LED照明用驱动电源应符合GB 19510.1和GB 19510.14的相关规定。

7.1.2 LED照明用驱动电源应能在温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度10%~90%的条件下正常工作。

7.1.3 LED照明用驱动电源应采用标准接口,并应便于安装、维护和更换。

7.2 电气性能

7.2.1 体育场馆用LED灯具的驱动电源功率应与灯具功率相匹配。

7.2.2 LED照明用驱动电源正常工作时输出电流设定值宜为其额定值的70%~100%。

7.2.3 LED照明用驱动电源的电源端子的骚扰特性应符合GB/T 9254和GB/T 17743的规定。

7.2.4 LED照明用驱动电源在额定输入电压值±10%的波动和交流输入电压总谐波畸变率不大于±5%的条件下的性能不应发生改变。

7.2.5 LED照明用驱动电源的谐波电流限值应符合 GB 17625.1—2012 第 7 条的规定,在额定电压下其电流总谐波畸变率不应超过表 14 规定的限值。

表 14 电流总谐波畸变率限值

功率 P/W	负载比例/%	电流总谐波畸变率/%
$P \leq 75$	100	15
	75	20
	50	25
$P > 75$	100	10
	75	15
	50	20

注:本标准按 2 次~40 次谐波电流分量计算。

7.2.6 LED照明用驱动电源交流输入电压的额定频率应为 50 Hz,且应能在输入频率额定值±3 Hz 的波动范围内正常工作。

7.2.7 LED照明用驱动电源效率不应低于表 15 规定的限值。

表 15 LED照明用驱动电源效率限值

功率 P/W	负载比例/%	效率限值/%
$P \leq 75$	100	85
	75	83
	50	80
$75 < P \leq 200$	100	88
	75	85
	50	83
$P > 200$	100	90
	75	88
	50	85

7.2.8 LED照明用驱动电源启动输出电流过冲幅度不应超过额定电流值的 10%。

7.2.9 恒流型驱动电源输出电流的有效值偏差不应超过额定值的 5%。

7.2.10 LED照明用驱动电源进行调光时,电源的实测输出电流有效值与设定值的偏差不应超过 5%。

7.3 安全要求

7.3.1 LED照明用驱动电源应能在内部温度达到保护设定值时自动输出报警信号,且应能自动降功率或直接断电保护。

7.3.2 LED照明用驱动电源的防护等级不应低于表 16 的要求。

表 16 LED 照明用驱动电源防护等级要求

电源类型		防护等级
内装式		IP20
独立式(含集中供电式)	室内	IP43
	室外	IP65

7.3.3 LED 照明用驱动电源的防雷性能应符合下列规定：

- a) 室外照明用驱动电源(含适配的防雷器)在差模电压 6 kV、共模电压 10 kV 的实验条件下,应能满足 GB/T 17626.5—2019 规定的 b)类产品的要求；
- b) 室内照明用驱动电源(含适配的防雷器)在差模电压 1 kV、共模电压 2 kV 的实验条件下,应能满足 GB/T 17626.5—2019 规定的 b)类产品的要求。

7.4 耐久性

7.4.1 LED 照明用驱动电源在外壳最高温度不超过 75 °C 时,寿命不应低于 50 000 h。

7.4.2 在 7.1.2 规定的工作条件下,LED 照明用驱动电源失效率不应超过 0.5%。

7.4.3 产品在高温(85 °C)下进行的 500 h 耐久性试验后,应能正常工作。

8 照明控制系统性能要求

8.1 基本要求

8.1.1 应能根据功能需求对照明灯具进行单灯、分组或分区控制。

8.1.2 应具有开放的通信接口和协议。

8.1.3 应能通过数据采集和分析、自动功能预设等实现控制功能,并应符合下列规定：

- a) 应能按照照明需求实现开关控制；
- b) 需要进行调光的场所,应能对光照度(光亮度)按设定值进行调节；
- c) 需要进行场景切换的场所,应能按照照明需求对设定的场景模式进行切换,并应能进行现场调整。

8.1.4 控制系统出现故障时,应能自动发出声光报警信号,并应符合下列规定：

- a) 应支持控制模块和网关模块的离线报警及控制与状态不一致的反馈；
- b) 发生通信故障时,系统输入输出设备应能按预设程序运行；
- c) 应具有断电或发生故障时自动反馈、自锁和存储记忆功能。

8.1.5 应能设定、修改和重置系统参数。

8.1.6 应具有启动时避免对电网冲击的措施,同时应具有防瞬时冲击电压与瞬时冲击电流措施。

8.1.7 应设置直接手动控制。

8.1.8 控制系统的监测和统计功能应符合下列规定：

- a) 宜能对照明系统能耗进行监测和统计；
- b) 宜能对灯具的运行状态进行实时监测；
- c) 宜能对灯具运行时数、开关次数进行统计。

8.1.9 有灯光表演要求时,宜预留与相关演示系统的通信接口。

8.2 控制要求

8.2.1 照明控制系统应根据需求预置多种照明场景控制方案,并应符合下列规定:

- a) 应对全部照明灯具进行编组控制,并显示工作状态;
- b) 应能显示主电源、备用电源的运行状态;
- c) 宜支持通过移动设备等实现远程查询及监测。

8.2.2 重大比赛项目的控制系统应采用有线控制方式,并宜符合下列规定:

- a) LED 灯具控制系统的骨干网宜能通过以太网进行监测、控制;
- b) 应具备信息采集功能,可显示与记录照明系统相关信息,并可自动生成分析和统计报表,及预留与其他系统的联动接口。

8.2.3 用于天然采光场所的 LED 灯具,宜配备随天然光变化自动调节照度的智能传感器或外接传感器控制接口。

8.2.4 LED 场地照明控制系统应根据比赛场地规模和需求确定控制系统的网络结构,并可通过网络集成的设备管理系统采集并控制照明运行状态。

8.2.5 LED 智能照明控制系统的架构宜参照附录 G 确定,其通信协议及系统配置宜参照附录 H 确定。

8.3 调光要求

8.3.1 控制系统应用于电视转播照明时,不宜采用调光方式进行照明场景变换;当采用调光方式时,应符合下列规定:

- a) 光源光通量上限不应高于额定光通量;
- b) 调节亮度或照度时,色温偏差不宜超过 200 K;
- c) 调光应满足对频闪限值的要求;
- d) 应采用调输出电流值的方式实现调光。

8.3.2 应满足线性调光的要求,实际光通输出与设定值的偏差不应超过 10%。

8.3.3 应限制调光设备对配电系统的谐波干扰,并应符合相关标准的规定。

附录 A
(规范性附录)
灯具维护系数

A.1 灯具维护系数应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 LED 灯具维护系数

使用功能		维护系数 ^a
有电视转播	体育场	0.85
	体育馆	0.80
无电视转播		0.75
^a 计算条件:有电视转播时,光通量维持率按 90%取值,无电视转播时,光通量维持率按 80%取值;清洗次数为每年 1 次。		

A.2 灯具维护系数应由光通量维持率、完好率及灯具污染系数组成,并按式(A.1)进行计算。

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

MF ——灯具维护系数;

LLMF ——使用经济寿命结束时的光通量维持率,应根据生产企业产品数据确定;

LSF ——使用经济寿命结束时的完好率,该数值与灯具功率、开关频率以及驱动电源附件等有关,但可以通过及时更换损坏 LED 模组消除其对于维护系数的影响;

LMF ——灯具污染系数,其取值与灯具擦拭周期有关,可根据表 A.2 确定。

表 A.2 灯具污染系数

灯具 防护等级	污染分类	维护周期/年				
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
IP5X	重污染	0.89	0.87	0.84	0.80	0.76
	中污染	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82
	轻污染	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88
IP6X	重污染	0.91	0.90	0.88	0.85	0.83
	中污染	0.92	0.91	0.89	0.88	0.87
	轻污染	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89

附录 B
(规范性附录)
超高清电视转播对照明的要求

B.1 照明基本要求

应用于超高清电视转播时,LED照明应符合表B.1的规定。

表 B.1 超高清电视转播(UHDTV)对照明的要求

类别	垂直照度 E_v			水平照度 E_h		相关色温 T_{cp}/K	电视转播颜色 复现指数 TLCI Q_h	显色指数		频闪比/%	眩光指数 GR	
	最小垂直照度 E_{vmin}/lx	照度均匀度 U_1	照度均匀度 U_2	照度均匀度 U_1	照度均匀度 U_2			R_a	R_g		室内	室外
固定摄像机	1 600	≥ 0.7	≥ 0.8	≥ 0.7	≥ 0.8	$\geq 5\ 500$	≥ 85	≥ 90	≥ 40	≤ 1	≤ 30	≤ 50
移动摄像机	1 200	≥ 0.5	≥ 0.7	≥ 0.7	≥ 0.8							
超慢镜头回放	2 000	≥ 0.7	≥ 0.8									

注:照度均匀度 U_1 为照度最小值与照度最大值之比,照度均匀度 U_2 为照度最小值与照度平均值之比。

B.2 摄像机眩光和频闪要求

- B.2.1 应避免来自灯具的直射眩光和光泽表面的反射眩光进入摄像机镜头。
- B.2.2 所有摄像机眩光指数(GR)最大值不应大于 40。
- B.2.3 对于超慢镜头回放应保证至少 600 fps 时不出现频闪现象。

B.3 固定摄像机和超慢镜头回放垂直照度均匀度梯度要求

- B.3.1 当照度计算与测量网格小于 5 m 时,每 2 m 不应大于 10%。
- B.3.2 当照度计算与测量网格不小于 5 m 时,每 4 m 不应大于 20%。
- B.3.3 偏离系数(CV)应不大于 0.13。

注: CV 为所有测试点上照度值的标准偏差与其平均值之比。

B.4 其他要求

- B.4.1 备用照明的照明水平不应低于正常照明的 50%,且应全场均匀分布。
- B.4.2 对于飞行类比赛项目,应提供飞行路径和目标的照明。
- B.4.3 场地照明应避免直射眩光和冰面、水面、雪面及抛光地面对运动员的反射眩光影响。
- B.4.4 室内场馆当采用大面积装饰照明或以装饰照明作为主导光源时,比赛光源不应采用红绿蓝基本色(RGB)。
- B.4.5 室外场地应对阴影边界和终点线附近的阴影区域进行补充照明,其相关色温应与日光相匹配。
- B.4.6 展示照明不应应对电视转播照明产生干扰,如有影响,在比赛转播期间应处于关闭状态。

附录 C
(资料性附录)
灯具配光分类

C.1 高天棚灯具配光宜按表 C.1 进行分类,光束角的确定宜参照图 C.1。

表 C.1 高天棚灯具配光分类

光束分类	光束角 $\alpha/(\circ)$
窄光束	$\alpha < 80$
中光束	$80 \leq \alpha \leq 120$
宽光束	$\alpha > 120$

注：高天棚灯具配光以极坐标表示,采用 50% 的发光强度最大值。

单位为坎德拉每千流明

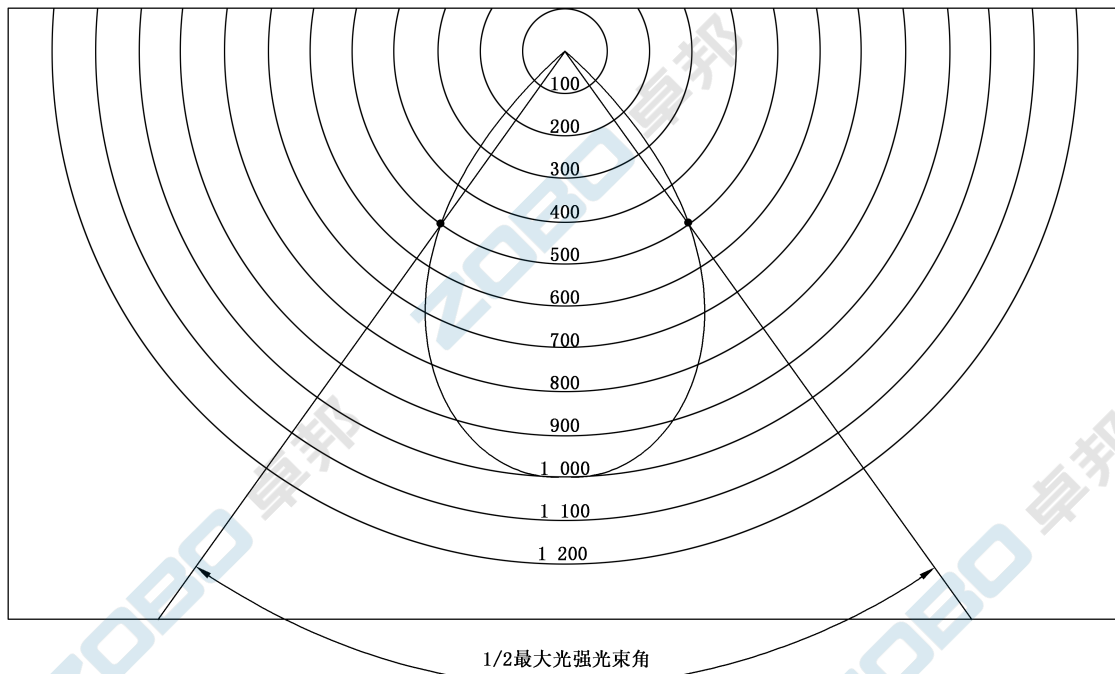


图 C.1 高天棚灯具光束角示意图

C.2 投光灯具光束角的确定宜参照图 C.2。

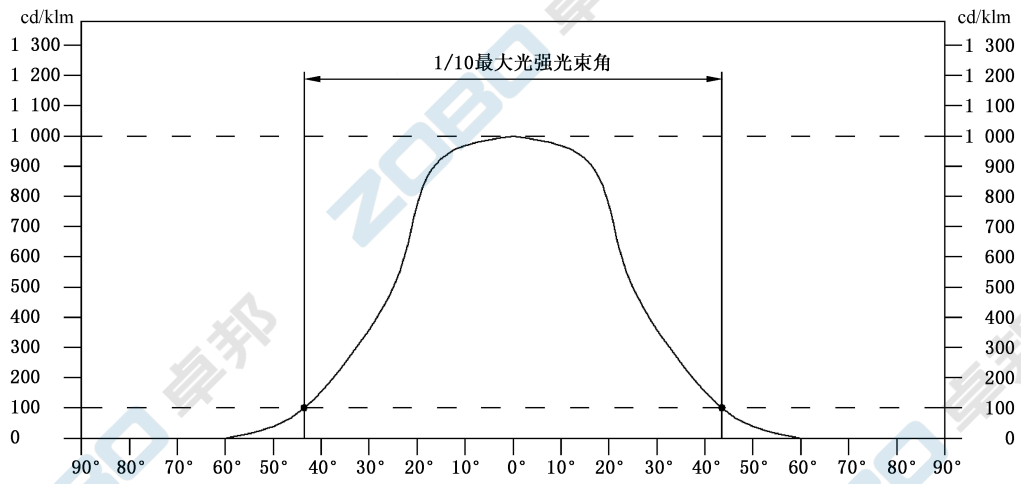


图 C.2 投光灯具光束角示意图

附录 D
 (资料性附录)
 投光灯具投射距离建议

投光灯具投射距离宜参照表 D.1 确定。

表 D.1 投光灯具投射距离

光束分类	灯具光束角 $\alpha/(\circ)$	投射距离 D/m
窄光束	$10 < \alpha \leq 18$	$D \geq 75$
	$18 < \alpha \leq 29$	$75 > D \geq 65$
	$29 < \alpha \leq 46$	$65 > D \geq 55$
中光束	$46 < \alpha \leq 70$	$55 > D \geq 45$
	$70 < \alpha \leq 100$	$45 > D \geq 35$
宽光束	$100 < \alpha \leq 130$	$35 > D \geq 25$
	$\alpha > 130$	$D < 25$

附录 E
(规范性附录)
色容差计算

在 CIE 1931XYZ 标准色度系统中的色容差应按式(E.1)计算。

$$S = \sqrt{g_{11} \Delta x^2 + 2g_{12} \Delta x \Delta y + g_{22} \Delta y^2} \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：

- S —— 色容差,单位为 SDCM;
 Δx 、 Δy —— 色坐标与额定坐标值的差,额定值可按表 E.1 确定;
 g_{11} 、 g_{12} 、 g_{22} —— MacAdam 椭圆计算系数,可按表 E.2 确定。

表 E.1 标准色坐标

额定相关色温/K	x	y
5 700	0.329	0.342
5 000	0.346	0.359
4 000	0.380	0.380
3 500	0.409	0.394
3 000	0.440	0.403
2 700	0.463	0.420

表 E.2 MacAdam 椭圆计算系数

额定相关色温/K	g_{11}	g_{12}	g_{22}
5 700	74×10^4	-36×10^4	39×10^4
5 000	56×10^4	-25×10^4	28×10^4
4 000	39.5×10^4	-21.5×10^4	26×10^4
3 500	38×10^4	-20×10^4	25×10^4
3 000	39×10^4	-19.5×10^4	27.5×10^4
2 700	44×10^4	-18.6×10^4	27×10^4

附录 F
(规范性附录)
频闪比的计算与测量

F.1 频闪比的计算

频闪比可按式(F.1)进行计算:

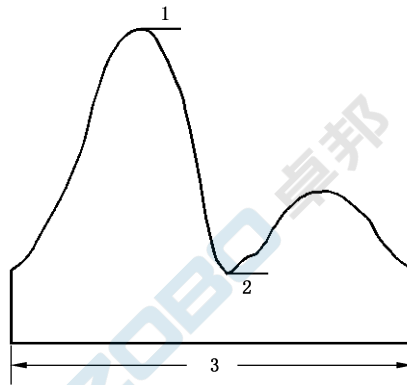
$$FPF = 100\% \times (A - B) / (A + B) \dots\dots\dots (F.1)$$

式中:

FDF —— 频闪比;

A —— 在一个波动周期内光输出的最大值,见图 F.1;

B —— 在一个波动周期内光输出的最小值,见图 F.1。



说明:

1——光输出最大值;

2——光输出最小值;

3——单个周期。

图 F.1 光输出示意图

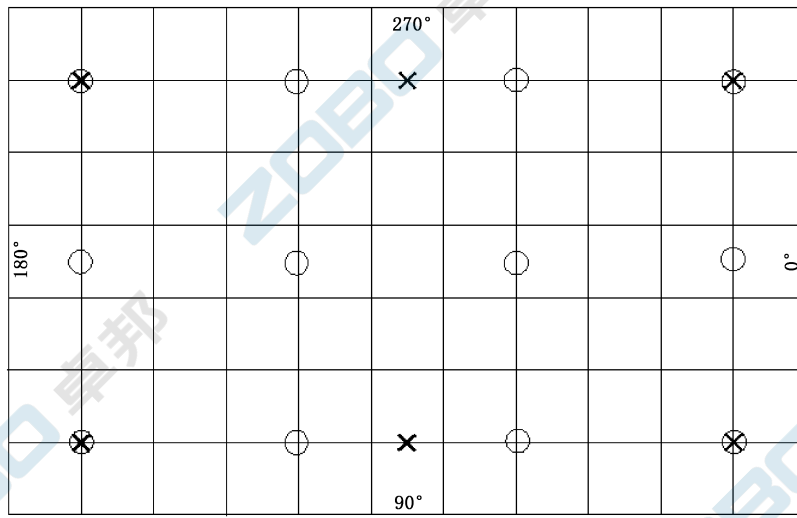
F.2 频闪比的测量

F.2.1 测量仪器应满足现场测试需要,并应符合下列规定:

- a) 采样频率不应低于 20 kHz;
- b) 测量仪器数字模拟转化分辨率不应低于 12 位;
- c) 在测试量程范围内,光度探头、放大器以及数字模拟转化装置对光强变化应具有线性响应。

F.2.2 频闪的测量宜按图 F.2 进行,并应符合下列规定:

- a) 所有灯具输入电流频率相同时,宜按 12 点法进行测量;
- b) 灯具输入电流频率不同时,宜按 24 点法进行测量;
- c) 测量值应为测点位置 1 m 高度处的 90°和 270°方向垂直面上的频闪比数值。



注 1: ×表示 12 点法测点;○表示 24 点法测点。
 注 2: 270°方向为主摄像机所在方向。

图 F.2 频闪测点布置示意图

附录 G
(资料性附录)

体育场地智能照明控制系统架构

体育场地智能照明控制系统宜参照图 G.1 设置。

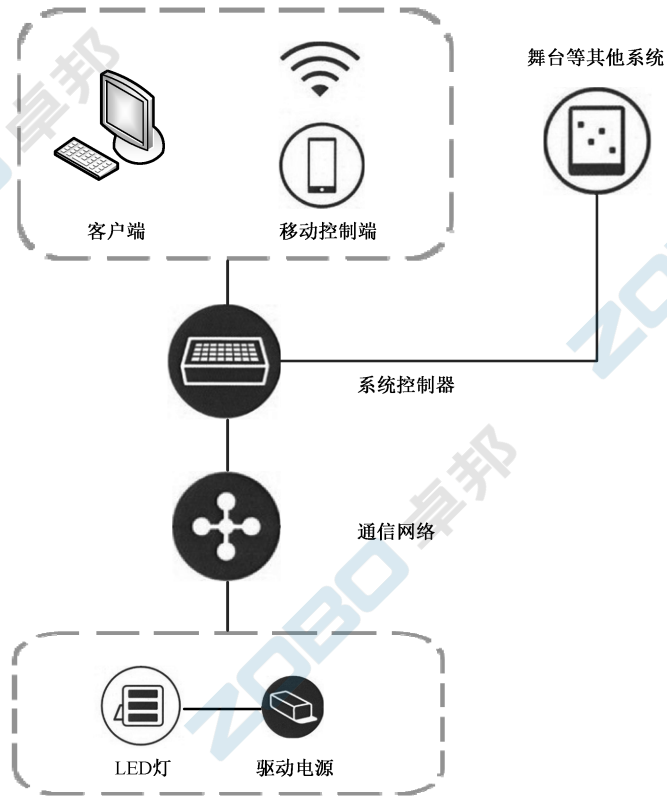


图 G.1 体育场地照明控制系统示意图

附录 H
(资料性附录)

体育场智能照明控制系统的通信协议及配置

H.1 智能照明控制通信协议的性能要求。

表 H.1 智能照明控制通信协议的性能

协议类型	应用方式	拓扑结构	传输媒介	传输速率	传输距离	反馈信号	控制回路数量	特性	适用范围
DMX512	控制器之间、 控制器和网关	总线、星型	双绞线	250 kbit/s	≤500 m	单向传输,无 反馈信号	512 通道	传输速度快,刷新率高,延迟性小; 分组、场景、渐变时间等参数均可 存储在主机中; 可实现智能控制系统与演绎灯光同 平台控制	舞台灯光、景 观照明、体育 照明与演绎 灯光联控
DMX512-A、 RDM	控制器之间、 控制器和网关	总线、星型	双绞线	250 kbit/s	≤500m	双向传输,无 反馈信号	512 通道	传输速度快,刷新率高,延迟性小; 分组、场景、渐变时间等参数均可 存储在主机中; 可实现智能控制系统与演绎灯光 同平台控制	舞台灯光、景 观照明、体育 照明与演绎 灯光联控
DALI	控制器之间、 控制器和网关	总线、星型、 混合型	0.75 mm ² ~ 1.5 mm ² 的普通导线, 接线无极性 要求	1 200 bit/s	一般小于 300 m, 加大器后可 延长至 600 m	双向传输,单 灯单控,信号 反馈监控	64 地址	具有较好的互换性和兼容性; 可双向传输信息,可单个装置或类组 控制; 支持照明灯具的独立、分组(分区)或 全局同时控制; 数据通信抗干扰性强	广泛用于调 光、调色场所

表 H.1 (续)

协议类型	应用方式	拓扑结构	传输媒介	传输速率	传输距离	反馈信号	控制回路数量	特性	适用范围
Art-Net	控制器、网关、集中控制系统之间	总线	以太网网线	10/100 Mbit/s	100 m~3 km	双向	32768 地址	通过以太网支持 DMX-512 协议	广泛用于景观、照明骨干网络
0 V~10 V	控制器之间	自由	独立控制线	线性调节	视线路	无信号反馈	小于 20	不可寻址	线性调光
编程开关控制	—	—	控制线	线性调节	供电要求	无信号反馈	按供电要求	不可寻址	按编程开关

H.2 体育场智能照明控制系统的配置宜参照表 H.2 进行。

表 H.2 体育场智能照明控制系统功能和配置

房间或场所	基本			附加			扩展		
	功能需求	控制方式/策略	输入、输出设备	功能需求	控制方式/策略	输入、输出设备	功能需求	控制方式/策略	输入、输出设备
有电视转播	开关、变换场景	开关控制、远程控制、就地控制、时间表控制	开关控制器、时钟控制器	调光、艺术效果	调光控制、艺术效果控制	调光控制器、时钟控制器	与场馆管理系统联动	智能联动控制	—
无电视转播	开关、变换场景	开关控制、远程控制、就地控制、时间表控制	开关控制器、时钟控制器	调光	调光控制	调光控制器、时钟控制器	与场馆管理系统联动	智能联动控制	—