

UDC

中华人民共和国行业标准



P

JGJ 153-2016
备案号 J 684-2016

体育场馆照明设计及检测标准

Standard for lighting design and test
of sports venues

2016-12-15 发布

2017-06-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

体育场馆照明设计及检测标准

Standard for lighting design and test
of sports venues

JGJ 153 - 2016

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 7 年 6 月 1 日

中国建筑工业出版社

2016 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 1390 号

住房城乡建设部关于发布行业标准 《体育场馆照明设计及检测标准》的公告

现批准《体育场馆照明设计及检测标准》为行业标准，编号为 JGJ 153 - 2016，自 2017 年 6 月 1 日起实施。其中，第 4.4.11、4.4.12 条为强制性条文，必须严格执行。原《体育场馆照明设计及检测标准》JGJ 153 - 2007 同时废止。

本标准由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2016 年 12 月 15 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2014 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标 [2013] 169 号) 的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,修订了本标准。

本标准的主要技术内容是: 1. 总则; 2. 术语和符号; 3. 基本规定; 4. 照明标准; 5. 照明光源与灯具; 6. 灯具布置及设置要求; 7. 照明节能; 8. 照明配电与控制; 9. 照明检测。

本标准修订的主要技术内容是: 1. 按场馆类型调整了照明标准值表和部分照明标准值; 2. 增加了冬季运动项目照明标准值; 3. 增加了 LED 应用技术参数和要求; 4. 补充修改了灯具布置方式、马道及灯杆设置要求; 5. 增加了马道位置设置方法与设计参数; 6. 增加了照明节能章节及照明功率密度限值; 7. 补充完善了照明配电与控制要求; 8. 调整了照明测点布置方法,增加了照明功率密度检测。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国建筑科学研究院(地址:北京市朝阳区北三环东路 30 号,邮编: 100013)。

本标准主编单位: 中国建筑科学研究院

深圳市建安(集团)股份有限公司

本标准参编单位: 北京市建筑设计研究院有限公司

中国建筑设计院有限公司
华东建筑设计研究总院
中央电视台
悉地（北京）国际建筑设计顾问有限公司
华体集团有限公司
飞利浦照明（中国）投资有限公司
通用电气照明有限公司
索恩照明（广州）有限公司
北京希优照明设备有限公司
玛斯柯照明设备（上海）有限公司
上海亚明照明有限公司
东升集团上海光辉灯具有限公司
山西光宇半导体照明股份有限公司
东莞勤上光电股份有限公司
浙江大丰体育设备有限公司
北京信能阳光新能源科技有限公司
深圳市超频三科技股份有限公司
惠州雷士光电科技有限公司
深圳市海洋王照明工程有限公司
福建鸿博光电科技有限公司

本标准主要起草人员：赵建平 林若慈 吕继辉 汪 猛
陈 琪 黄 春 沈育祥 王京池
李炳华 刘海鹏 罗 涛 王书晓
姚梦明 朱 悦 赵 凯 蒋瑞国
杨 波 李 牧 范 毅 许 敏
胡 凯 赵凤元 丰 岳 张玉涛
刘卫红 熊 飞 赵燕华 邱良杰
罗时睿

本标准主要审查人员：戴德慈 杨嘉丽 张文才 李国宾
陈晓民 杨兆杰 赵贵华 陈泽毅
李晓东 杨奇勇 朱景明 朱承翼
姜 斌

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	5
3	基本规定	6
4	照明标准	7
4.1	一般规定	7
4.2	室内场地照明标准值	7
4.3	室外场地照明标准值	11
4.4	相关规定	18
5	照明光源与灯具	20
5.1	光源	20
5.2	灯具及附件	20
6	灯具布置及设置要求	23
6.1	一般规定	23
6.2	体育场灯具布置	23
6.3	体育馆灯具布置	34
6.4	马道设置要求	36
6.5	灯杆设置要求	37
7	照明节能	38
7.1	一般规定	38
7.2	照明节能措施	38
7.3	场地照明功率密度限值	38
8	照明配电与控制	43
8.1	照明配电	43

8.2 照明控制	44
9 照明检测	46
9.1 一般规定	46
9.2 照度测量	46
9.3 眩光测量	52
9.4 现场显色指数和色温测量	54
9.5 照明功率密度测量	54
9.6 检测报告	54
附录 A 照度计算和测量网格及摄像机位置	56
附录 B 眩光计算	65
附录 C 马道位置设置方法与设计参数	66
本标准用词说明	71
引用标准名录	72
附：条文说明	73

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	5
3	Basic Requirements	6
4	Lighting Standard Values	7
4.1	General Requirements	7
4.2	Indoor Field Lighting Standard Values	7
4.3	Outdoor Field Lighting Standard Values	11
4.4	Relevant Requirements	18
5	Light Sources and Luminaires	20
5.1	Light Sources	20
5.2	Lighting Fixtures and Accessories	20
6	Lighting Layout and Setting Requirements	23
6.1	General Requirements	23
6.2	Lighting Layout of Stadiums	23
6.3	Lighting Layout of Gymnasiums	34
6.4	Catwalk Setting Requirements	36
6.5	Lighting Pole Setting Requirements	37
7	Lighting Energy Conservation	38
7.1	General Requirements	38
7.2	Measures for Lighting Energy Conservation	38
7.3	Lighting Power Density Limit Values	38
8	Lighting Power Distribution and Control	43
8.1	Lighting Power Distribution	43

8.2	Lighting Control	44
9	Lighting Test	46
9.1	General Requirements	46
9.2	Illuminance Measurement	46
9.3	Glare Measurement	52
9.4	Colour Rendering Index and Colour Temperature Measurement	54
9.5	Lighting Power Density Measurement	54
9.6	Test Report	54
Appendix A	Measurement & Calculation Grid and Camera Position	56
Appendix B	Glare Calculation	65
Appendix C	Setting Methods and Design Parameters of Catwalk Position	66
	Explanation of Wording in This Standard	71
	List of Quoted Standards	72
	Addition; Explanation of Provisions	73

1 总 则

1.0.1 为提高体育场馆的照明质量，保证体育场馆照明符合使用功能要求，做到安全适用、技术先进、经济合理、节约能源，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建体育场馆的照明设计及体育场馆的照明检测。

1.0.3 体育场馆照明设计应符合赛事要求，并应充分考虑场馆赛时与赛后的综合利用和运营。

1.0.4 体育场馆照明设计及检测除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 水平照度 horizontal illuminance

水平面上的照度。场地表面上的水平照度用来确定眼睛在视野范围内的适应状态，并用作凸显目标（运动员和物体）的视看背景。

2.1.2 垂直照度 vertical illuminance

垂直面上的照度。垂直照度包括主摄像机方向垂直照度和辅摄像机方向垂直照度。垂直照度用来模拟照射在运动员面部和身体上的光，对摄像机、摄影机和视看者能提供最佳辨认度，并影响照射目标的立体感。

2.1.3 使用照度 service illuminance

照明装置在使用周期内，通过维护在规定表面上所要求维持的平均照度。

2.1.4 维护系数 maintenance factor

照明装置在使用一定周期后，在规定表面上的平均照度或平均亮度与该装置在相同条件下新装时在规定表面上所得到的平均照度或平均亮度之比。

2.1.5 主摄像机 main camera

用于拍摄总赛区或主赛区中重要区域的摄像机。

2.1.6 辅摄像机 auxiliary camera

除主摄像机以外的摄像机。

2.1.7 照度均匀度 uniformity of illuminance

规定表面上的最小照度与最大照度之比及最小照度与平均照度之比。均匀度用来控制比赛场地上照度水平的变化。

2.1.8 均匀度梯度 uniformity gradient

均匀度梯度用某一网格点与其八个相邻网格点的照度比表示。均匀度梯度用来控制照度水平在网格点间的变化。

2.1.9 运动场地 field of play

由看台或墙体、围挡围合的运动及辅助区域。

2.1.10 主赛区 principal area

划线范围内的比赛区域。

2.1.11 总赛区 total area

主赛区和划线范围外的比赛区域。

2.1.12 比赛场地 competition area

进行比赛的主赛区或总赛区，通称场地。

2.1.13 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。

2.1.14 一般显色指数 general colour rendering index

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

2.1.15 特殊显色指数 special colour rendering index

光源对国际照明委员会（CIE）选定的第9种～第15种标准颜色样品的显色指数。

2.1.16 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。

2.1.17 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最接近时，该黑体的绝对温度为此光源的相关色温。

2.1.18 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。

2.1.19 色品坐标 chromaticity coordinates

每个三刺激值与其总和之比。在 X、Y、Z 色度系统中，由三刺激值可算出色品坐标 x 、 y 、 z 。

2.1.20 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。

2.1.21 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等于 10% 的发光强度最大值。

2.1.22 瞄准角（投射角）aiming angle

照明设计和安装时灯具的峰值光强方向与向下垂线之间的夹角。

2.1.23 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。

2.1.24 眩光指数（眩光值）glare rating

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。

2.1.25 TV 应急照明 TV emergency lighting

因正常照明的电源失效，为确保比赛活动和电视转播继续进行而启用的照明。

2.1.26 发光二极管（LED）灯 light emitting diode lamp

由电致固体发光的一种半导体器件作为照明光源的灯。

2.1.27 频闪效应 stroboscopic effect

在以一定频率变化的光照射下，观察到物体运动显现出不同于其实际运动的现象。

2.1.28 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，用百分比表示。

2.2 符 号

2.2.1 照度

- E ——照度;
- E_h ——水平照度;
- E_v ——垂直照度;
- $E_{\min}$ ——最小照度;
- $E_{\max}$ ——最大照度;
- E_{ave} ——平均照度;
- E_{vmai} ——主摄像机方向垂直照度;
- E_{vaux} ——辅摄像机方向垂直照度。

2.2.2 均匀度

- U ——照度均匀度;
- U_1 ——最小照度与最大照度之比;
- U_2 ——最小照度与平均照度之比;
- U_h ——水平照度均匀度;
- U_{vmai} ——主摄像机方向垂直照度均匀度;
- U_{vaux} ——辅摄像机方向垂直照度均匀度;
- UG ——均匀度梯度。

2.2.3 颜色参数、眩光指数

- GR ——眩光指数;
- R_a ——一般显色指数;
- R_9 ——光源对第 9 种标准颜色样品的显色指数;
- T_c ——色温;
- T_{cp} ——相关色温。

2.2.4 比赛场地

- PA——主赛区;
- TA——总赛区。

2.2.5 电视转播

- HDTV——高清晰度电视。

3 基本规定

3.0.1 体育场馆照明应根据电视转播和使用功能要求按表 3.0.1 进行分级。

表 3.0.1 体育场馆照明分级

无电视转播		有电视转播	
等级	使用功能	等级	使用功能
I	健身、业余训练	IV	TV 转播国家比赛、国际比赛
II	业余比赛、专业训练	V	TV 转播重大国家比赛、 重大国际比赛
III	专业比赛	VI	HDTV 转播重大国家比赛、 重大国际比赛

注：表中Ⅳ级、Ⅴ级、Ⅵ级也适用于有特殊要求的其他比赛。

3.0.2 体育场馆照明应满足运动员、裁判员及观众等各类人员的使用要求。有电视转播时应满足电视转播的照明要求。

3.0.3 重大国际比赛高清晰度电视转播时，照明尚应符合国际相关体育组织和机构的技术要求。

3.0.4 重大比赛场馆照明设计应考虑赛时的特殊功能性照明要求。

3.0.5 体育场馆照明应包括比赛场地照明、观众席照明和应急照明。

3.0.6 体育建筑方案设计阶段，应同时考虑照明设计方案的要求。

3.0.7 体育场馆照明设计在满足相应照明指标的同时，应实施照明节能。

3.0.8 体育场馆照明系统安装完成后以及进行重大比赛前，应进行照明检测。

4 照明标准

4.1 一般规定

4.1.1 体育场馆场地照明的照度值应为参考平面上的使用照度值，参考平面的高度应符合本标准附录 A 的规定。

4.1.2 体育场馆场地照明的照度均匀度 U_1 和 U_2 不应低于本章的规定。

4.1.3 体育场馆场地照明的不舒适眩光应采用眩光指数评价，并按本标准附录 B 计算，最大允许值不应大于本章的规定。

4.1.4 体育场馆场地照明的一般显色指数、特殊显色指数 R_9 和相关色温不应低于本章的规定。

4.2 室内场地照明标准值

4.2.1 体育馆场地照明标准值应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 体育馆场地照明标准值

运动 项目	等 级	E_h	E_h		E_{vmai}	E_{vmai}		E_{vaux}	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
		(lx)	U_1	U_2	(lx)	U_1	U_2	(lx)	U_1	U_2				
篮球、排 球、手球、 室内足球、 体操、艺术 体操、技 巧、蹦床	I	300	—	0.3	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	35
	II	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—				
	III	750	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—				
	IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	30
	V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5				
	VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6				
乒 乓 球	I	300	—	0.5	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	35
	II	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—				
	III	1000	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—				
	IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	30
	V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5				
	VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6				

续表 4.2.1

运动 项目	等 级	E_h (lx)	E_h		E_{vmai} (lx)	E_{vmai}		E_{vaux} (lx)	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
			U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
羽毛球	I	300	—	0.5	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	35
	II	750/ 500	0.5/ 0.4	0.7/ 0.6	—	—	—	—	—	—				
	III	1000/ 750	0.5/ 0.4	0.7/ 0.6	—	—	—	—	—	—				
	IV	—	0.5/ 0.4	0.7/ 0.6	1000/ 750	0.4/ 0.3	0.6/ 0.5	750/ 500	0.3/ 0.3	0.5/ 0.4	80	0	4000	30
	V	—	0.6/ 0.5	0.8/ 0.7	1400/ 1000	0.5/ 0.3	0.7/ 0.5	1000/ 750	0.3 0.3	0.5/ 0.4				
	VI	—	0.7/ 0.6	0.8/ 0.8	2000/ 1400	0.6/ 0.4	0.7/ 0.6	1400/ 1000	0.4/ 0.3	0.6/ 0.5				
柔道、 摔跤、 跆拳道、 武术	I	300	—	0.5	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	35
	II	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—				
	III	1000	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—				
	IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	1000	0.4	0.6	80	0	4000	30
	V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1400	0.5	0.7				
	VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	2000	0.6	0.7				
拳击	I	500	—	0.7	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	35
	II	1000	0.6	0.8	—	—	—	—	—	—				
	III	2000	0.7	0.8	—	—	—	—	—	—				
	IV	—	0.7	0.8	1000	0.4	0.6	1000	0.4	0.6	80	0	4000	30
	V	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	2000	0.6	0.7				
	VI	—	0.8	0.9	2500	0.7	0.8	2500	0.7	0.8				
击剑	I	300	—	0.5	200	—	0.3	—	—	—	65	—	4000	—
	II	500	0.5	0.7	300	0.3	0.4	—	—	—				
	III	750	0.5	0.7	500	0.3	0.4	—	—	—				
	IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	
	V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5				
	VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6				

续表 4.2.1

运动项目	等级	E_h	E_h		E_{vmai}	E_{vmai}		E_{vaux}	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
		(lx)	U_1	U_2		U_1	U_2		(lx)	U_1				
举重	I	300	—	0.5	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	35
	II	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—				
	III	750	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—				
	IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	—	—	—	80	0	4000	
	V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	—	—	—				
	VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	—	—	—				

- 注：1 表中同一格有两个值时，“/”前为主赛区（PA）的值，“/”后为总赛区（TA）的值；
- 2 对有电视转播的羽毛球决赛、半决赛总赛区照度水平宜按主赛区要求取值；
- 3 体操应避免灯具和天然光对运动员造成的直接眩光和光泽表面对运动员造成的间接眩光；
- 4 羽毛球背景（墙或顶棚）表面的颜色和反射比应为球与背景提供足够的对比；
- 5 柔道、摔跤、跆拳道、武术场地顶棚的反射比不宜低于 0.6；
- 6 拳击低角度拍摄时应避免对镜头造成眩光；
- 7 举重运动员对前方裁判员的信号应清晰可见，且应避免对运动员产生眩光。

4.2.2 游泳馆场地照明标准值应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 游泳馆场地照明标准值

运动项目	等级	E_h	E_h		E_{vmai}	E_{vmai}		E_{vaux}	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)
		(lx)	U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2			
游泳、跳水、水球、花样游泳	I	200	—	0.3	—	—	—	—	—	—	65	—	4000
	II	300	0.3	0.5	—	—	—	—	—	—			
	III	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—			
	IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000
	V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5			
	VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6	90	20	5500

- 注：1 10m 跳台和 1m、3m 跳板的正前方 0.6m，宽 2m 至水面应满足垂直照度的要求；
- 2 泳池周边 2m 区域应满足垂直照度的要求；
- 3 应避免人工光和天然光经水面反射对运动员、裁判员、摄像机和观众造成反射眩光；
- 4 墙和顶棚的反射比分别不应低于 0.4 和 0.6，池底的反射比不应低于 0.7。

4.2.3 网球馆场地照明标准值应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 网球馆场地照明标准值

等级	E_h	E_h		E_{vmai}	E_{vmai}		E_{vaux}	E_{vaux}		R_a	LED	T_{cp}	GR
	(lx)	U_1	U_2	(lx)	U_1	U_2	(lx)	U_1	U_2		R_9	(K)	
I	300	—	0.5	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	35
II	500/ 300	0.4/ 0.3	0.6/ 0.5	—	—	—	—	—	—		30		
III	750/ 500	0.5/ 0.4	0.7/ 0.6	—	—	—	—	—	—				
IV	—	0.5/ 0.4	0.7/ 0.6	1000/ 750	0.4/ 0.3	0.6/ 0.5	750/ 500	0.3/ 0.3	0.5/ 0.4	80		0	4000
V	—	0.6/ 0.5	0.8/ 0.7	1400/ 1000	0.5/ 0.3	0.7/ 0.5	1000/ 750	0.3/ 0.3	0.5/ 0.4				
VI	—	0.7/ 0.6	0.8/ 0.8	2000/ 1400	0.6/ 0.4	0.7/ 0.6	1400/ 1000	0.4/ 0.3	0.6/ 0.5	90		20	5500

注：1 表中同一格有两个值时，“/”前为主赛区（PA）的值，“/”后为总赛区（TA）的值；
2 对有线电视转播的网球决赛、半决赛总赛区照度水平宜按主赛区要求取值。

4.2.4 滑冰馆场地照明标准值应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 滑冰馆场地照明标准值

运动项目	等级	E_h	E_h		E_{vmai}	E_{vmai}		E_{vaux}	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
		(lx)	U_1	U_2	(lx)	U_1	U_2	(lx)	U_1	U_2				
速度滑冰、短道速滑、花样滑冰、冰球、冰壶	I	300	—	0.3	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	35
	II	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—				
	III	1000	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—				
	IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	
	V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5				
	VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6				

注：1 滑冰馆顶棚反射比应大于 0.6，墙面反射比应为 0.3~0.6；灯具布置应减少冰面对观众和摄像机的反射眩光；
2 速度滑冰项目的内场照度应至少为赛道照度水平的 1/2；
3 冰球场应增加对球门区的照明。应补充照明消除围板产生的阴影，并满足围板附近的垂直照度要求；
4 冰壶应避免底线位置运动员视线方向上的眩光。

4.2.5 自行车馆场地照明标准值应符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 自行车馆场地照明标准值

等级	E_h (lx)	E_h		E_{vmai} (lx)	E_{vmai}		E_{vaux} (lx)	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
		U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
I	200	—	0.3	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	35
II	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—				30
III	750	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—				
IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	
V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5				
VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6				

注：赛道表面应采用漫射材料以防止反射眩光。

4.2.6 射击馆场地照明标准值应符合表 4.2.6 的规定。

表 4.2.6 射击馆场地照明标准值

等级	E_h 射击区、弹道区 (lx)	E_h		E_v (lx) 靶面	E_v		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)
		U_1	U_2		U_1	U_2			
I	200	—	0.5	1000	0.6	0.7	65	—	3000
II	200	—	0.5	1000	0.6	0.7			
III	300	—	0.5	1000	0.6	0.7			
IV	500	0.4	0.6	1500	0.7	0.8	80	0	3000
V	500	0.4	0.6	1500	0.7	0.8			
VI	600	0.4	0.6	2000	0.7	0.8			4000

注：场地地面上 1m 高的平均水平照度和靶面朝向运动员平面上的平均垂直照度之比值为 3 : 10。

4.3 室外场地照明标准值

4.3.1 体育场场地照明标准值应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 体育场场地照明标准值

运动项目	等级	E_h (lx)	E_h		E_{vmai} (lx)	E_{vmai}		E_{vaux} (lx)	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
			U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
田径、足球	I	200	—	0.3	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	55
	II	300	—	0.5	—	—	—	—	—	—				50
	III	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—				
	IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	
	V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5			5500	
	VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6	90	20	5500	

注：1 田径场上同时举行多个单项比赛时，照明应满足各单项比赛对应摄像机的要求；

2 有电视转播的田径跑道终点照度和频闪指标应满足超高速摄像机的要求。

4.3.2 专用足球场地照明标准值应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 专用足球场地照明标准值

等级	E_h (lx)	E_h		E_{vmai} (lx)	E_{vmai}		E_{vaux} (lx)	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
		U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
I	200	—	0.3	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	55
II	300	—	0.5	—	—	—	—	—	—				50
III	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—				
IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	
V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5			5500	
VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6	90	20	5500	

4.3.3 游泳场、网球场和自行车场场地照明标准值应符合下列规定：

1 V 级的相关色温不应低于 5500K；

2 网球场和自行车场 I 级的眩光指数不应高于 55，II 级～VI 级的眩光指数不应高于 50；

3 除上述规定外，其他各项指标应分别符合本标准表 4.2.2、表 4.2.3 和表 4.2.5 的规定。

4.3.4 曲棍球场地照明标准值应符合表 4.3.4 的规定。

表 4.3.4 曲棍球场场地照明标准值

等级	E_h (lx)	E_h		E_{vmai} (lx)	E_{vmai}		E_{vaux} (lx)	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
		U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
I	300	—	0.3	—	—	—	—	—	—	65	—	—	55
II	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—			4000	
III	750	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—			4000	
IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	50
V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5			5500	
VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6			5500	

4.3.5 棒球、垒球场场地照明标准值应符合表 4.3.5 的规定。

表 4.3.5 棒球、垒球场场地照明标准值

等级	E_h (lx)	E_h		E_{vmai} (lx)	E_{vmai}		E_{vaux} (lx)	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
		U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
I	300/ 200	—	0.3	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	55
II	500/ 300	0.4/ 0.3	0.6/ 0.5	—	—	—	—	—	—				50
III	750/ 500	0.5/ 0.4	0.7/ 0.6	—	—	—	—	—	—				
IV	—	0.5/ 0.4	0.7/ 0.6	1000/ 750	0.4/ 0.3	0.6/ 0.5	750/ 500	0.3/ 0.3	0.5/ 0.4	80	0	4000	
V	—	0.6/ 0.5	0.8/ 0.7	1400/ 1000	0.5/ 0.3	0.7/ 0.5	1000/ 750	0.3/ 0.3	0.5/ 0.4			5500	
VI	—	0.7/ 0.6	0.8/ 0.8	2000/ 1400	0.6/ 0.4	0.7/ 0.6	1400/ 1000	0.4/ 0.3	0.6/ 0.5			5500	

注：1 表中同一格有两个值时，“/”前为内场的值，“/”后为外场的值；
2 应提供一定的观众席照明，以满足电视转播需要和看清被击出赛场的球。

4.3.6 橄榄球场地照明标准值应符合表 4.3.6 的规定。

表 4.3.6 橄榄球场地照明标准值

等级	E_h	E_h		E_{vmai}	E_{vmai}		E_{vaux}	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
	(lx)	U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
I	200	—	0.3	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	55
II	300	—	0.5	—	—	—	—	—	—				50
III	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—				
IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	
V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5			5500	
VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6			5500	

注：要求易于察觉高抛球，特别是在球门区。

4.3.7 沙滩排球场地照明标准值应符合表 4.3.7 的规定。

表 4.3.7 沙滩排球场地照明标准值

等级	E_h	E_h		E_{vmai}	E_{vmai}		E_{vaux}	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
	(lx)	U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
I	200	—	0.3	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	35
II	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—				50
III	750	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—				
IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	
V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5			5500	
VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6			5500	

4.3.8 射箭场地照明标准值应符合表 4.3.8 的规定。

表 4.3.8 射箭场地照明标准值

等级	E_h 射箭区、箭道区 (lx)	E_h		E_v (lx) 靶面	E_v		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)
		U_1	U_2		U_1	U_2			
I	200	—	0.5	1000	0.6	0.7	65	—	4000
II	200	—	0.5	1000	0.6	0.7			
III	300	—	0.5	1000	0.6	0.7			

续表 4.3.8

等级	E_h 射箭区、箭道区 (lx)	E_h		E_v (lx) 靶面	E_v		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)
		U_1	U_2		U_1	U_2			
IV	500	0.4	0.6	1500	0.7	0.8	80	0	4000
V	500	0.4	0.6	1500	0.7	0.8			5500
VI	600	0.4	0.6	2000	0.7	0.8	90	20	5500

注：箭的飞行和目标应清晰可见，同时应保证安全。

4.3.9 马术场地照明标准值应符合表 4.3.9 的规定。

表 4.3.9 马术场地照明标准值

等级	E_h (lx)	E_h		E_{vmai} (lx)	E_{vmai}		E_{vaux} (lx)	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)
		U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2			
I	200	—	0.3	—	—	—	—	—	—	65	—	4000
II	300	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—			
III	500	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—			
IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000
V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5			5500
VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6	90	20	5500

注：照明应避免对马和骑手造成眩光和消除障碍周围阴影，应为马和骑手提供安全条件。

4.3.10 高尔夫球场场地照明标准值应符合表 4.3.10 的规定。

表 4.3.10 高尔夫球场场地照明标准值

等级	位置	E_h (lx)	E_h		E_v (lx)	E_v		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)
			U_1	U_2		U_1	U_2			
I	发球台	100	0.3	0.5	—	—	—	65	—	4000
	球道	50	—	0.2	10	—	0.2			
	果岭	150	0.4	0.6	—	—	—			
II	发球台	150	0.4	0.6	—	—	—	65	—	4000
	球道	75	—	0.3	15	—	0.25			
	果岭	200	0.5	0.7	—	—	—			

注：表中水平照度高度为 1m，垂直照度高度为 25m。

4.3.11 自由式滑雪、单板滑雪场场地照明标准值应符合表 4.3.11 的规定。

表 4.3.11 自由式滑雪、单板滑雪场场地照明标准值

等级	E_h (lx)	E_h		E_{vmai} (lx)	E_{vmai}		E_{vaux} (lx)	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
		U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
I	200	—	0.4	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	55
II	300	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—				50
III	500	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—				
IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	
V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5			5500	
VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6			5500	
										90	20	5500	

注：1 本表适用于自由式滑雪项目中的空中技巧、雪上技巧、U 形场地技巧以及单板滑雪项目中的 U 形场地技巧、大跳台空中技巧；

2 I 级、II 级不含技巧类高难动作。

4.3.12 高山滑雪场场地照明标准值应符合表 4.3.12 的规定。

表 4.3.12 高山滑雪场场地照明标准值

等级	E_h (lx)	E_h		E_{vmai} (lx)	E_{vmai}		E_{vaux} (lx)	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
		U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
III	500	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	50
IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	
V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5			5500	
VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6			5500	
										90	20	5500	

注：本表适用于高山滑雪项目中的回转。

4.3.13 跳台滑雪场场地照明标准值应符合表 4.3.13 的规定。

表 4.3.13 跳台滑雪场场地照明标准值

等级	E_h (lx)	E_h		E_{vmai} (lx)	E_{vmai}		E_{vaux} (lx)	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
		U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
III	500	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	50
IV	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	
V	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.4	0.5			5500	
VI	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6			5500	
										90	20	5500	

注：1 运动全过程应避免对运动员、裁判、观众造成眩光；

2 跳台区与其周围的亮度比至少为 5 : 1，以保证边界清晰可见。

4.3.14 越野滑雪场地照明标准值应符合表 4.3.14 的规定。

表 4.3.14 越野滑雪场地照明标准值

等级	E_h (lx)	E_h		E_{vmai} (lx)	E_{vmai}		E_{vaux} (lx)	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
		U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
Ⅲ	500	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	50
Ⅳ	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.3	0.5	80	0	4000	
Ⅴ	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.3	0.5			5500	
Ⅵ	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.4	0.6	90	20	5500	

注：越野滑雪赛道起点区和终点区水平照度应达到 1000lx。

4.3.15 冬季两项射击场地照明标准值应符合表 4.3.15 的规定。

表 4.3.15 冬季两项射击场地照明标准值

等级	E_h 射箭区、箭道区 (lx)	E_h		E_v (lx) 靶面	E_v		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)
		U_1	U_2		U_1	U_2			
Ⅲ	500	0.4	0.6	1500	0.7	0.8	65	—	4000
Ⅳ	500	0.4	0.6	1500	0.7	0.8	80	0	4000
Ⅴ	750	0.5	0.7	1500	0.7	0.8			5500
Ⅵ	1000	0.5	0.7	2000	0.7	0.8	90	20	5500

注：1 冬季两项由越野滑雪和射击组成；

2 冬季两项越野滑雪场地照明标准值参照表 4.3.14 的规定；

3 冬季两项处罚圈的水平照度不应低于 1000lx。

4.3.16 雪车、雪橇场地照明标准值应符合表 4.3.16 的规定。

表 4.3.16 雪车、雪橇场地照明标准值

等级	E_h (lx)	E_h		E_{vmai} (lx)	E_{vmai}		E_{vaux} (lx)	E_{vaux}		R_a	LED R_9	T_{cp} (K)	GR
		U_1	U_2		U_1	U_2		U_1	U_2				
Ⅲ	500	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—	65	—	4000	50
Ⅳ	—	0.5	0.7	1000	0.4	0.6	750	0.4	0.5	80	0	4000	
Ⅴ	—	0.6	0.8	1400	0.5	0.7	1000	0.4	0.5	80	0	5500	
Ⅵ	—	0.7	0.8	2000	0.6	0.7	1400	0.5	0.6	90	20	5500	

注：灯具布置应避免反射眩光和阴影。

4.4 相关规定

4.4.1 有电视转播时场地平均水平照度与平均垂直照度的比值宜为：体育场 0.75~1.80，体育馆 1.0~2.0。

4.4.2 重大比赛时辅摄像机方向的垂直照度应为面向场地周边四个方向垂直面上的照度。

4.4.3 重大比赛时 TV 应急照明的照度标准值宜为该级照度的 50%，且主摄像机方向的垂直照度不应低于 750lx。

4.4.4 HDTV 转播重大比赛有超高速摄像要求时，摄像机方向的垂直照度不应低于 1800lx，场地照明的频闪比不宜大于 6%。

4.4.5 照明设计应进行照明计算。比赛场地的照度计算网格及摄像机位置应符合本标准附录 A 的规定。

4.4.6 照明计算维护系数取值应为 0.8；多雾和污染严重地区的室外体育场维护系数可取 0.7。

4.4.7 水平照度和垂直照度均匀度梯度应符合下列规定：

1 有电视转播：当照度计算与测量网格小于 5m 时，每 2m 不应大于 10%；当照度计算与测量网格不小于 5m 时，每 4m 不应大于 20%；

2 无电视转播：每 5m 不应大于 50%。

4.4.8 比赛场地每个计算点四个方向上的最小垂直照度和最大垂直照度之比不应小于 0.3；HDTV 转播重大比赛时不应小于 0.6。

4.4.9 有电视转播要求的观众席前 12 排和主席台面向场地方向的平均垂直照度不应低于比赛场地主摄像机方向平均垂直照度的 10%。主席台面的平均水平照度值不宜低于 200lx，观众席的最小水平照度值不宜低于 50lx。

4.4.10 重大比赛场馆的外部相邻建筑、通道、停车场、设备之间的照明要求宜适当提高。

4.4.11 观众席和运动场地安全照明的平均水平照度值不应小

于 20lx。

4.4.12 体育场馆出口及其通道的疏散照明最小水平照度值不应小于 5lx。

5 照明光源与灯具

5.1 光源

5.1.1 灯具安装高度较高的体育场馆，光源宜采用金属卤化物灯，也可采用 LED 灯。

5.1.2 顶棚较低、面积较小的室内体育场馆，宜采用直管荧光灯、小功率的金属卤化物灯和 LED 灯。

5.1.3 光源功率应与比赛场地大小、安装位置及高度相适应。

5.1.4 应急照明应采用 LED 灯等能快速点燃的光源。

5.1.5 光源应能稳定点燃，具有良好的光电特性，使用寿命应满足国家现行相关产品标准的要求。

5.1.6 光源色温不应大于 6000K。

5.1.7 当选用 LED 灯时，其色度应符合下列规定：

1 选用同类光源的色容差不应大于 5 SDCM；

2 在寿命期内 LED 灯的色品坐标与初始值的偏差在国家标准《均匀色空间和色差公式》GB/T 7921 - 2008 规定的 CIE 1976 均匀色度标尺图中，不应超过 0.007；

3 LED 灯具在不同方向上的色品坐标与其加权平均值偏差在国家标准《均匀色空间和色差公式》GB/T 7921 - 2008 规定的 CIE 1976 均匀色度标尺图中，不应超过 0.004。

5.2 灯具及附件

5.2.1 灯具及附件的安全性能应符合现行国家标准《灯具 第 1 部分：一般要求与试验》GB 7000.1、《投光灯具安全要求》GB 7000.7、《灯具 第 2-18 部分：特殊要求 游泳池和类似场所用灯具》GB 7000.218 的有关规定。

5.2.2 灯具的防触电保护等级应符合下列规定：

1 室内场所应选用符合现行国家标准《灯具 第1部分：一般要求与试验》GB 7000.1 规定的Ⅰ类灯具或Ⅱ类灯具，室外场所应选用Ⅰ类灯具；

2 游泳池和类似场所的0区和1区应选用Ⅲ类灯具。

5.2.3 灯具效率或效能不应低于表 5.2.3-1～表 5.2.3-4 的规定。

表 5.2.3-1 高强度气体放电灯灯具效率

灯具出光口形式	格栅或透光罩	开敞式
灯具效率（%）	65	75

表 5.2.3-2 直管型荧光灯灯具效率

灯具出光口形式	格 栅	保护罩（玻璃或塑料）		开敞式
		棱 镜	透 明	
灯具效率（%）	65	55	70	75

表 5.2.3-3 LED 投光灯效能

色温	3500/3000 K	4500/4000 K	5700/5000 K
灯具效能（lm/W）	80	85	90

注：本表中数值适用于 R_a 小于 90 的灯具。

表 5.2.3-4 LED 高天棚灯效能

色温	3500/3000 K	4500/4000 K	5700/5000 K
灯具效能（lm/W）	85	90	95

注：本表中数值适用于 R_a 小于 90 的灯具。

5.2.4 体育场馆场地投光灯灯具宜按表 5.2.4 进行分类。

表 5.2.4 投光灯灯具分类

光束分类	光束角 α （°）	投射距离 D （m）
窄光束	$10 < \alpha \leq 18$	$D \geq 75$
	$18 < \alpha \leq 29$	$75 > D \geq 65$
	$29 < \alpha \leq 46$	$65 > D \geq 55$

续表 5.2.4

光束分类	光束角 α (°)	投射距离 D (m)
中光束	$46 < \alpha \leq 70$	$55 > D \geq 45$
	$70 < \alpha \leq 100$	$45 > D \geq 35$
宽光束	$100 < \alpha \leq 130$	$35 > D \geq 25$
	$\alpha > 130$	$D < 25$

5.2.5 灯具配光的选择应与灯具安装高度、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。

5.2.6 灯具宜采取防眩光措施。

5.2.7 灯具及其附件应满足使用环境的要求。

5.2.8 安装在室外灯具外壳的防护等级不应低于 IP55，不便于维护或污染严重的场所其防护等级不应低于 IP65。

5.2.9 灯具的开启方式应确保在维护时不改变其瞄准角。

5.2.10 安装在高空中的灯具宜选用重量轻、体积小和风载系数小的产品。

5.2.11 灯具应自带或附带调角度的指示装置。灯具锁紧装置应能承受在使用条件下的最大风荷载。

5.2.12 场地照明用金属卤化物灯不应采用开敞式灯具。

5.2.13 灯具及其附件应有防坠落措施。

6 灯具布置及设置要求

6.1 一般规定

- 6.1.1 灯具布置应根据运动项目的特点和比赛场地的特征确定。
- 6.1.2 灯具安装位置、高度、瞄准角应满足降低眩光和控制干扰光的要求。
- 6.1.3 有电视转播比赛场地的灯具布置应满足主摄像机和辅摄像机垂直照度及均匀度的要求。

6.2 体育场灯具布置

6.2.1 体育场灯具宜采用下列布置方式：

- 1 两侧布置：灯具与灯杆或建筑马道结合，以连续光带形式或簇状集中形式布置在比赛场地两侧；
- 2 四角布置：灯具以集中形式与灯杆结合布置在比赛场地四角；
- 3 混合布置：两侧布置和四角布置相结合。

6.2.2 足球场灯具布置应符合下列规定：

- 1 无电视转播时宜采用场地两侧或场地四角布置方式，并应符合下列规定：
 - 1) 采用场地两侧灯杆布置方式时，灯具不宜布置在球门中心点沿底线两侧 10° 的范围内，灯杆底部与场地边线之间的距离不应小于 4m，灯具高度宜满足灯具到场地中心线的垂直连线与场地平面之间的夹角不小于 25° （图 6.2.2-1）；
 - 2) 采用场地四角布置方式时，灯杆底部到场地边线中点的连线与场地边线之间的夹角不宜小于 5° ，且灯杆底部到底线中点的连线与底线之间的夹角不宜小于 10° ，

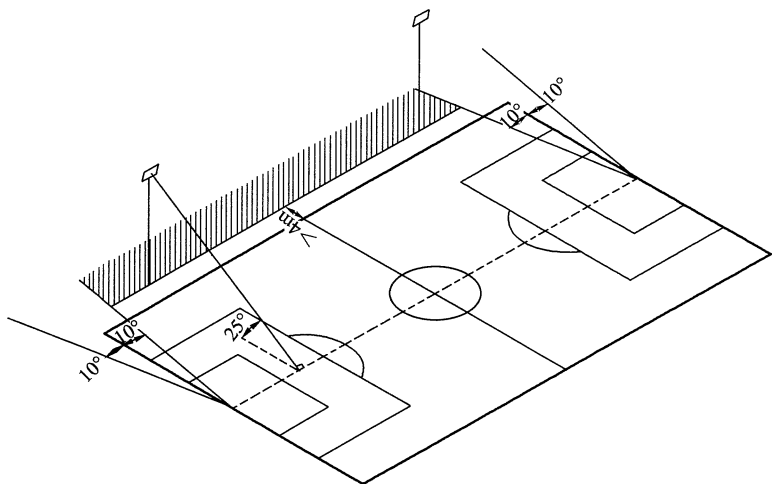


图 6.2.2-1 无电视转播时足球场两侧灯杆布置灯具位置

注：图中阴影区域为允许安装位置。

灯具高度宜满足灯拍中心到场地中心的连线与场地平面之间的夹角不小于 25° (图 6.2.2-2)；

3) 采用场地两侧马道布置方式时，灯具不宜布置在球门

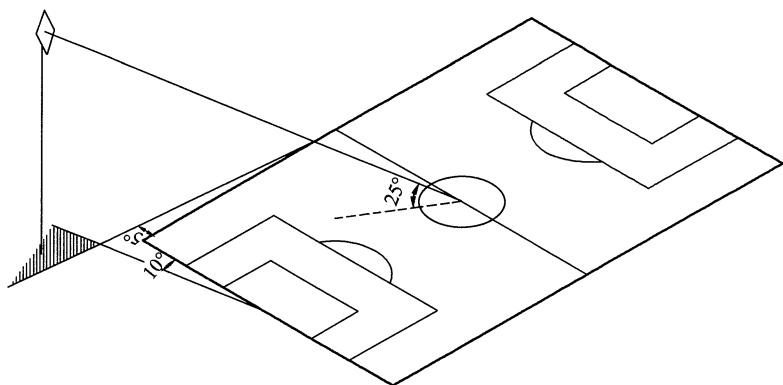


图 6.2.2-2 无电视转播时足球场四角布置灯具位置

注：图中阴影区域为允许安装位置。

中心点沿底线两侧 10° 的范围, 以及大禁区两端外侧 20° 范围内 (图 6.2.2-3)。

4) 灯具瞄准角均不应大于 70° 。

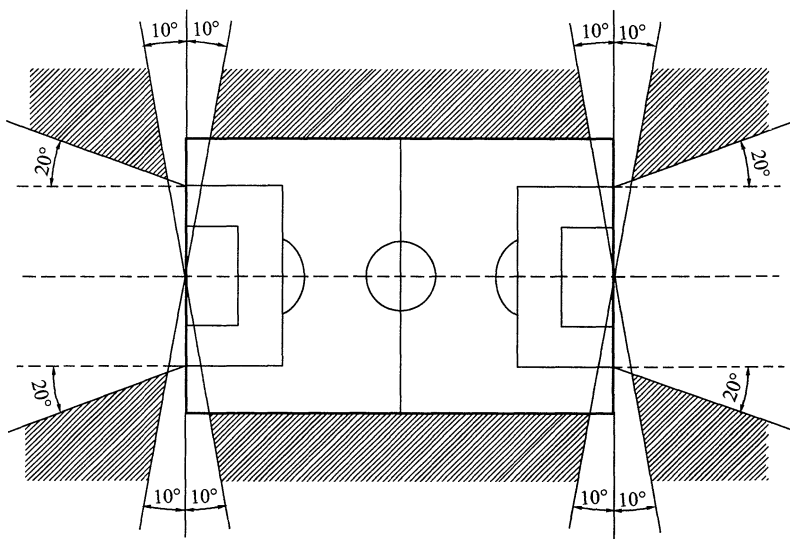


图 6.2.2-3 无电视转播时足球场场地两侧马道布置灯具位置

注: 图中阴影区域为允许安装位置。

2 有电视转播时宜采用场地两侧、场地四角或混合布置方式, 并应符合下列规定:

- 1) 采用场地两侧布置方式时, 灯具不应布置在球门中心点沿底线两侧 15° 以及大禁区两端外侧 20° 范围内 (图 6.2.2-4、图 6.2.2-5);
- 2) 采用场地四角布置方式时, 灯杆底部到场地边线中点的连线与场地边线之间的夹角不应小于 5° , 且灯杆底部到底线中点的连线与底线之间的夹角不应小于 15° , 灯具高度应满足灯拍最低一排灯具到场地中心的连线与场地平面之间的夹角不应小于 25° (图 6.2.2-6)。
- 3) 采用混合布置时, 灯具的位置及高度应同时满足两侧

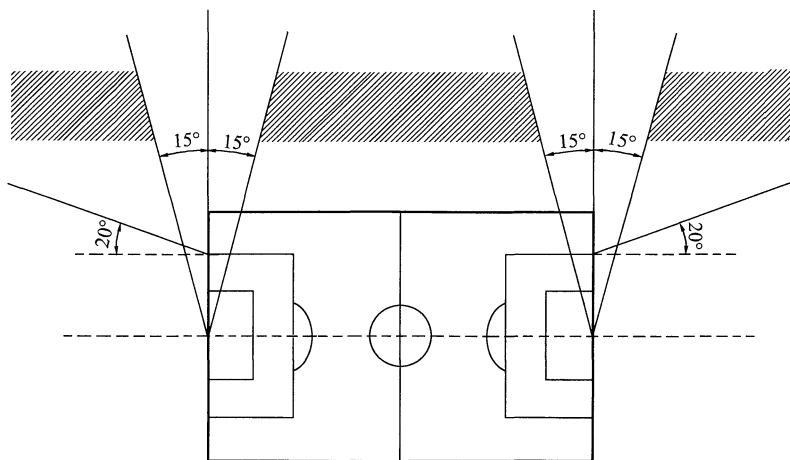


图 6.2.2-4 有电视转播时足球场两侧单排布置灯具位置

注：图中阴影区域为允许安装位置。

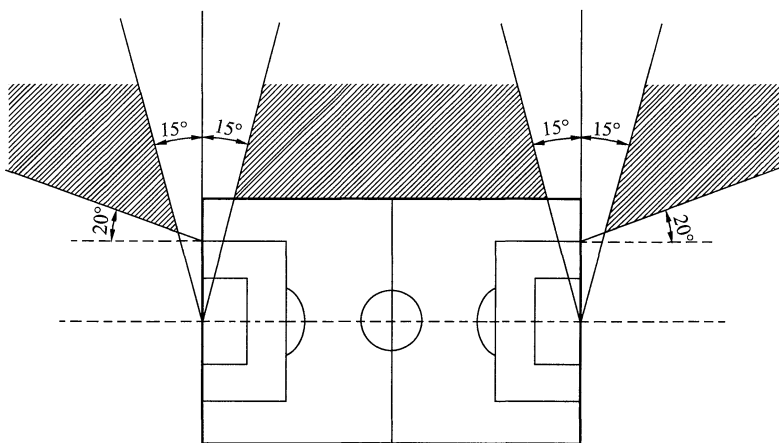


图 6.2.2-5 有电视转播时足球场两侧双排布置灯具位置

注：图中阴影区域为允许安装位置。

布置和四角布置的要求。

- 4) 任何照明方式下，灯杆的布置均不应妨碍观众的视线。

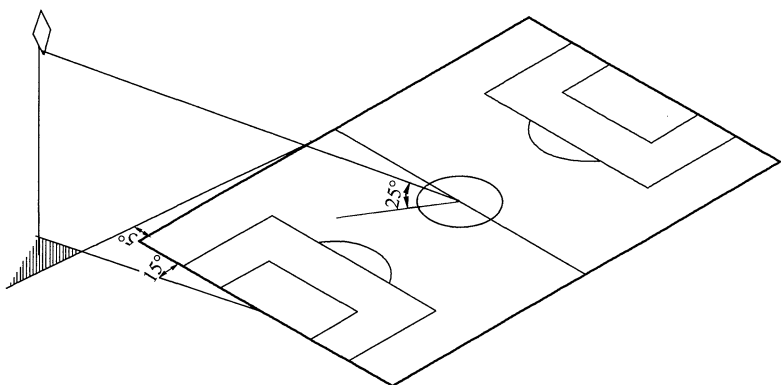


图 6.2.2-6 有电视转播时足球场四角布置灯具位置

注：图中阴影区域为允许安装位置。

5) 灯具瞄准角均不应大于 65° 。

6.2.3 田径场的灯具布置宜采用两侧布置、四角布置或混合布置方式。

6.2.4 网球场灯具布置应符合下列规定：

1 对没有或只有少量观众席的网球场，宜采用场地两侧灯杆布置方式，灯杆应布置在观众席的后侧；对有观众席、有较高挑篷且灯杆无法布置的网球场，宜采用场地两侧马道布置或与观众席上方的顶棚结合布置。

2 采用两侧灯杆布置方式时，灯杆的位置应满足图 6.2.4-1 的要求。

3 场地两侧宜采用对称的灯具布置方式，提供相同的照明。

4 灯具的安装高度应满足图 6.2.4-2 的要求，比赛场地灯具高度不应低于 12m，训练场地灯具高度不应低于 8m。

6.2.5 游泳场宜采用两侧布置或混合布置方式，灯具瞄准角宜为 $50^\circ \sim 60^\circ$ 。

6.2.6 曲棍球场灯具布置应符合下列规定：

1 使用两侧灯杆布置方式时，宜采用 6 杆或 8 杆，灯杆底部与场地边线之间的距离不应小于 4m，灯杆底部与底线之间的

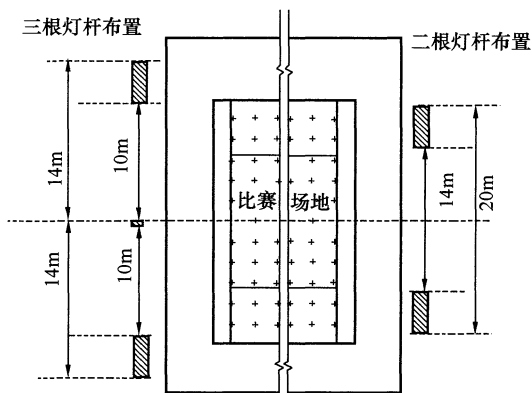


图 6.2.4-1 网球场灯杆位置

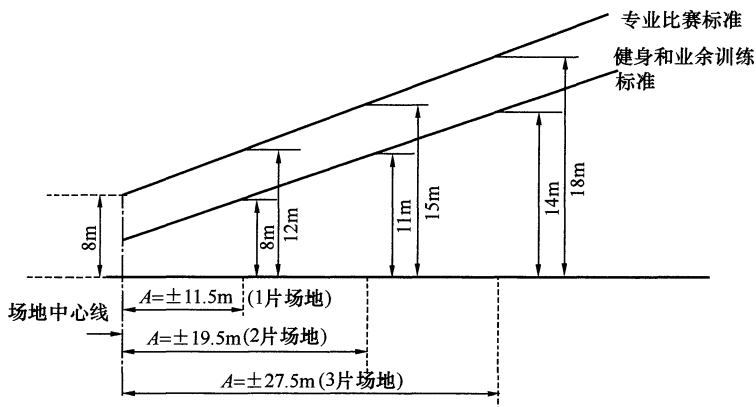


图 6.2.4-2 网球场灯具高度

A—灯杆距场地中心线的距离

距离不应小于 5m，灯具高度宜满足灯具到场地中心线的垂直连线与场地平面之间的夹角不小于 25° （图 6.2.6-1）；

2 采用四角布置时，灯具的位置应满足图 6.2.6-2 的要求，灯杆应布置在阴影范围内，灯具高度宜满足灯具到场地中心的连线与场地平面之间的夹角不小于 25° ；

3 采用场地两侧马道布置时，灯具的高度宜满足灯具到场

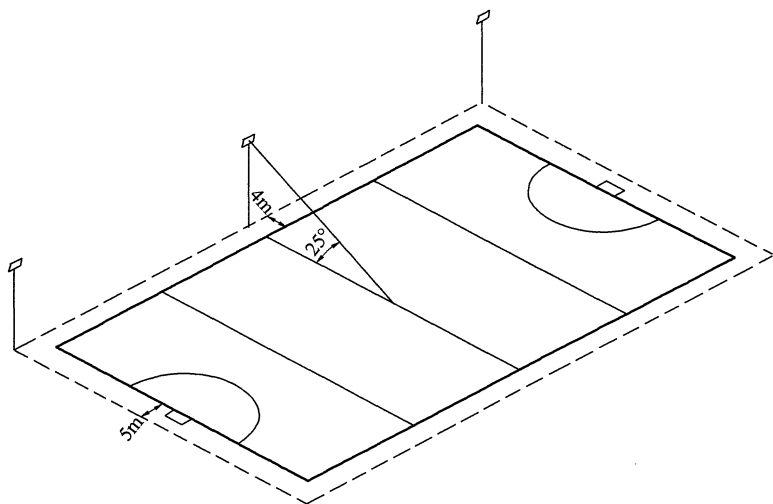


图 6.2.6-1 曲棍球场地两侧灯杆方式的灯具布置位置

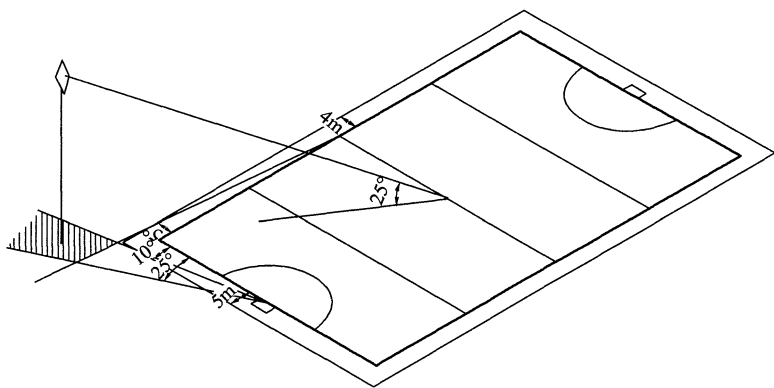


图 6.2.6-2 曲棍球场地四角灯杆方式的灯具布置位置

注：图中阴影区域为允许安装位置。

地中心线的垂直连线与场地平面之间的夹角不小于 25° ；

4 采用混合布置时，应同时满足本条第 2 款和第 3 款的要求。

6.2.7 棒球场灯具布置应符合下列规定：

1 棒球场灯具宜采用 6 根或 8 根灯杆布置方式，也可在观众席上方的马道上安装灯具；

2 灯杆应位于四个垒区主要视角 20° 以外的范围，灯杆不应布置在图 6.2.7 中的阴影区；

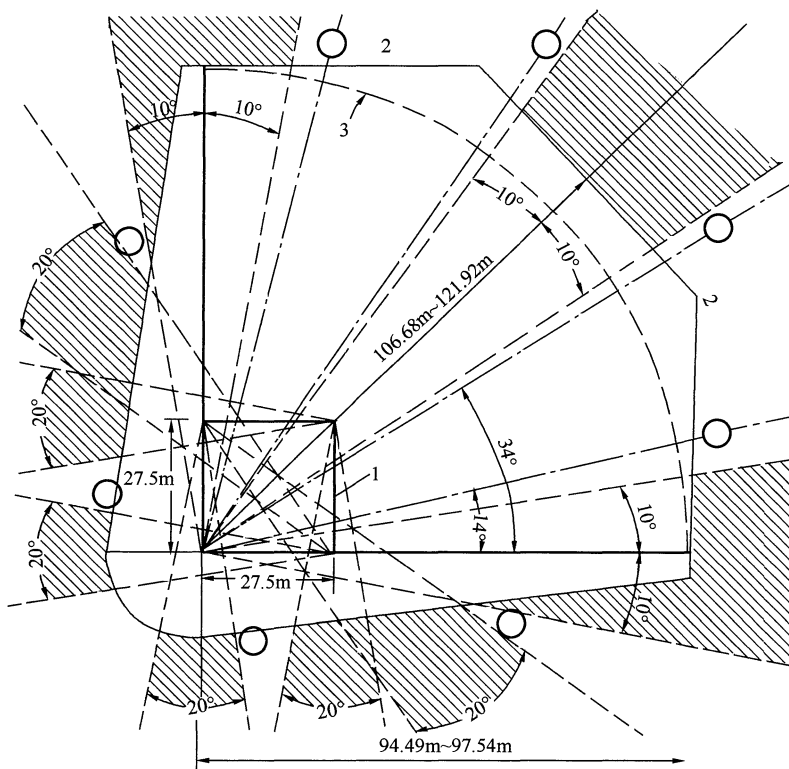


图 6.2.7 棒、垒球场灯杆位置

○—灯杆；1—内场线；2—围栏线；3—场地面积限制时的边线

3 灯杆高度宜满足灯具瞄准角不大于 70° 。

6.2.8 垒球场灯具布置应符合下列规定：

1 垒球场宜采用不少于 4 根灯杆布置方式，也可在观众席

上方的马道上安装灯具；

2 灯杆应位于四个垒区主要视角 20° 以外的范围，灯杆不应设置在图 6.2.7 中的阴影区；

3 灯杆高度宜满足灯具瞄准角不大于 70° 。

6.2.9 橄榄球场灯具布置应符合下列规定：

1 无电视转播时宜采用场地两侧或场地四角布置方式，并应符合下列规定：

1) 灯杆应位于边界围栏外且距边线不应小于 5m；

2) 采用场地四角布置方式时，灯具的位置应满足图 6.2.9-1 的要求，灯杆应布置在阴影范围内，灯杆高度宜满足灯拍中心到场地中心的连线与场地平面之间的夹角不小于 25° ；

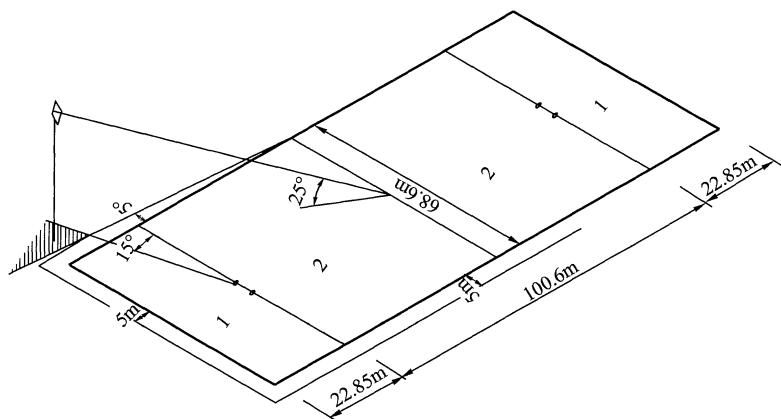


图 6.2.9-1 无电视转播橄榄球场地四角灯杆方式灯具布置位置

1—达阵区；2—场地区

注：图中阴影区域为允许安装位置。

3) 采用场地两侧布置方式时，灯具位置应满足图 6.2.9-2 的要求，灯具瞄准角不宜大于 70° 。

2 有电视转播宜采用场地两侧布置方式，灯具位置应满足图 6.2.9-3 的要求，灯具瞄准角不应大于 65° 。

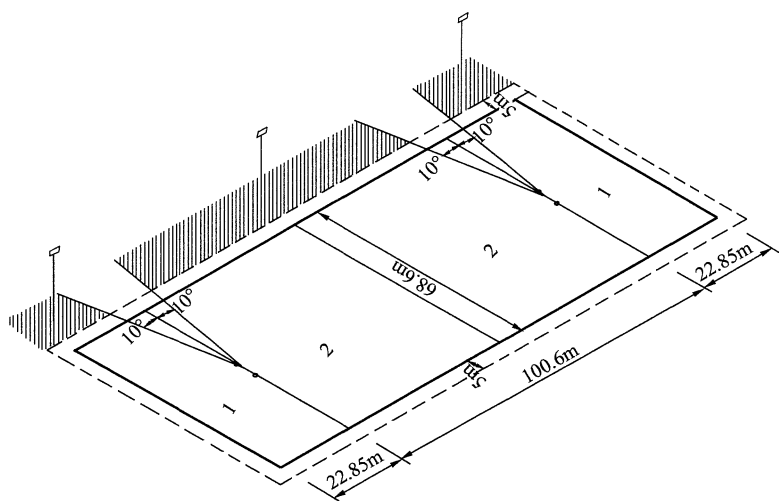


图 6.2.9-2 无电视转播时橄榄球场地两侧灯具布置位置

1—达阵区；2—场地区

注：图中阴影区域为允许安装位置。

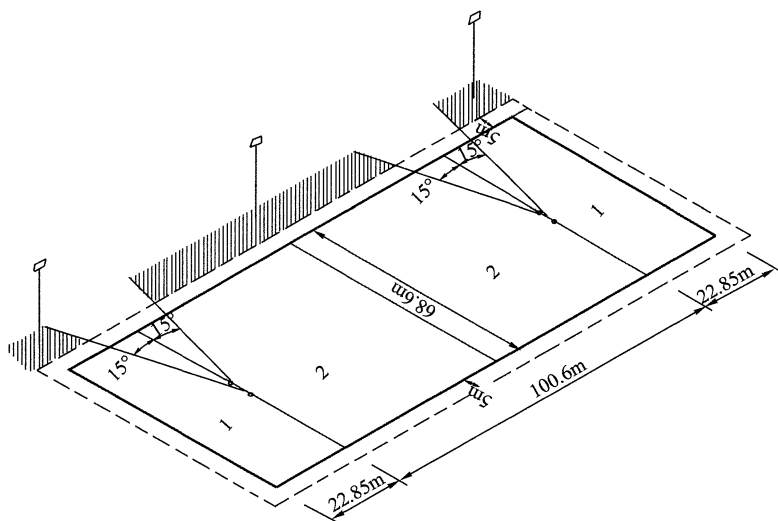


图 6.2.9-3 有电视转播时橄榄球场地两侧灯具布置位置

1—达阵区；2—场地区

注：图中阴影区域为允许安装位置。

6.2.10 马术场宜采用两侧布置或混合布置方式，灯具安装高度不宜小于 12m。

6.2.11 高尔夫球场灯具布置应符合下列规定：

1 发球台、球道灯杆高度不宜低于 15m，果岭灯杆高度不宜低于 18m；

2 灯具投射方向与球道方向保持一致，果岭灯具瞄准角不宜大于 65° ；

3 灯杆间距不宜超过灯杆高度 3 倍。

6.2.12 自由式滑雪场、单板滑雪场灯具布置应符合下列规定：

1 自由式滑雪、单板滑雪全赛道应设置照明；

2 场地宜采用灯杆照明。

6.2.13 跳台滑雪场灯具布置应符合下列规定：

1 跳台滑雪全赛道应设置照明（图 6.2.13-1、图 6.2.13-2）；

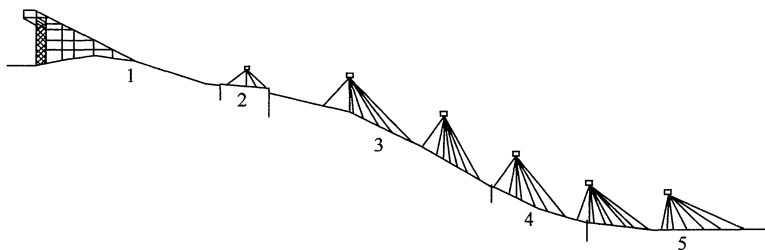


图 6.2.13-1 跳台滑雪场地照明灯具布置（侧视图）

1—助滑区；2—跳台区；3—飞行区；4—着陆区；5—终止区

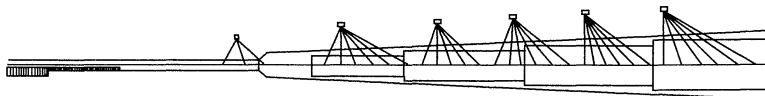


图 6.2.13-2 跳台滑雪场地照明灯具布置（俯视图）

2 跳台区、飞行区、着陆区及终止区宜采用高杆照明；

3 助滑区宜采用与高杆照明相同色温的 LED 灯。

6.2.14 雪车、雪橇场地灯具布置应符合下列规定：

- 1 场地宜采用灯杆照明；
- 2 灯具沿赛道方向应有宽配光，并应控制上射光通。

6.3 体育馆灯具布置

6.3.1 体育馆灯具宜采用下列布置方式：

- 1 顶部布置：灯具布置在场地上方，光束垂直于场地平面；
- 2 两侧布置：灯具布置在场地两侧，光束非垂直于场地平面；
- 3 混合布置：顶部布置和两侧布置相结合。

6.3.2 体育馆灯具布置应符合下列规定：

- 1 顶部布置宜选用对称型配光的灯具，适用于空间较低，无电视转播要求的体育馆，灯具宜按图 6.3.2-1 进行布置。

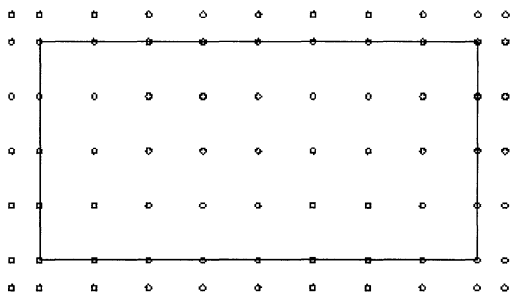


图 6.3.2-1 顶部布置示意图

- 2 两侧布置宜选用非对称型配光灯具布置在马道上，适用于垂直照度要求较高以及有电视转播要求的体育馆。灯具位置不应影响运动员的主视线方向，所有灯具瞄准角应在 $25^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 之间，马道端点与场地底线中点的连线的投影线与底线的夹角宜大于 30° (图 6.3.2-2、图 6.3.2-3)。

- 3 混合布置宜选用具有多种配光形式的灯具，适用于大型综合性体育馆。

6.3.3 有电视转播的体育馆灯具布置应符合表 6.3.3 的规定。

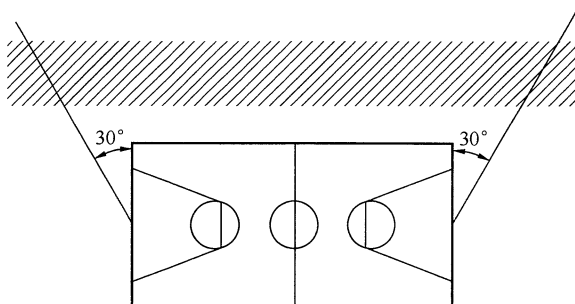


图 6.3.2-2 体育馆单马道布置灯具位置

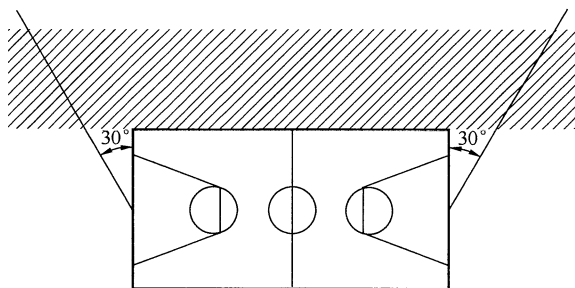


图 6.3.2-3 体育馆双马道布置灯具位置

表 6.3.3 有电视转播的体育馆灯具布置

类别	灯具布置
篮球	宜以带形布置在比赛场地边线两侧，并应超出比赛场地底线，灯具安装高度不应小于 12m；以篮筐为中心直径 4m 的圆区上方不应布置灯具
排球 羽毛球	宜布置在比赛场地边线 1m 以外两侧，底线后方不宜布灯，并应超出比赛场地底线，灯具安装高度不应小于 12m；比赛场地上方不宜布置灯具
手球 室内足球	宜以带形布置在比赛场地边线两侧，并应超出比赛场地底线，灯具安装高度不应小于 12m
体操	宜采用两侧布置方式，灯具瞄准角不宜大于 60°

续表 6.3.3

类别	灯具布置
乒乓球	宜在比赛场地外侧沿长边成排布置及采用对称布置方式, 灯具安装高度不应小于 4 m; 灯具瞄准宜垂直于比赛方向
网球	宜平行布置于赛场边线两侧, 布置总长度不应小于 36m; 灯具瞄准宜垂直于赛场纵向中心线, 灯具瞄准角不应大于 65°
拳击	宜布置在拳击场上方, 灯具组的高度宜为 5m~7m; 附加灯具可安装在观众席上方并瞄向比赛场地
柔道、摔跤 跆拳道、武术	宜采用顶部或两侧布置方式; 用于补充垂直照度的灯具可布置在观众席上方, 瞄向比赛场地
举重	宜布置在比赛场地的正前方
击剑	宜沿长台两侧布置, 瞄准点在长台上, 灯具瞄准角宜为 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$; 主摄像机侧的灯具间距为其相对一侧的 1/2
游泳、水球 花样游泳	宜沿泳池纵向两侧布置; 灯具瞄准角宜为 $50^{\circ}\sim 55^{\circ}$
跳水	宜采用两侧布置方式; 馆内有游泳池和跳水池时, 灯具布置宜为游泳池灯具布置的延伸
冰球、花样滑冰、 短道速滑、冰壶	灯具应分别布置在比赛场地及其外侧的上方, 宜对称于场地长轴布置
速度滑冰	宜布置在内、外两条马道上, 外侧灯具布置在赛道外侧看台上方, 内侧灯具布置在热身赛道里侧; 灯具瞄准方向宜垂直于赛道
场地自行车	应平行于赛道, 形成内、外两环布置, 但不应布置在赛道上方; 灯具瞄准应垂直于骑手的运动方向; 应增加对赛道终点照明的灯具
射击	射击区、弹道区灯具宜布置在顶棚上, 避免直接投射向运动员
射箭	射箭区、箭道区灯具宜以带形布置在顶棚上

6.4 马道设置要求

6.4.1 体育场馆马道的安全等级和使用年限应符合现行国家标

准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的有关规定。

6.4.2 体育场馆马道（灯位）设置应符合照明设计要求。马道设置的数量、高度、形状和位置应满足照明设计指标的相关要求。马道位置设计参数应符合本标准附录 C 的规定。

6.4.3 马道净宽不宜小于 1m，净空高度不宜小于 1.8m，并应设置防护栏杆。

6.4.4 照明等级 V 级及以上的体育场馆马道的照明荷载不宜低于 250kg/m，V 级以下可适当降低。

6.4.5 马道的安装位置应避免建筑装饰材料、安装部件、管线和结构件等对照明光线的遮挡。

6.5 灯杆设置要求

6.5.1 体育场照明灯杆宜采用独杆式结构，当满足照明技术条件时，可采用与建筑物结合的形式。

6.5.2 照明高杆的结构安全等级不应低于主体建筑的安全等级，且不应低于现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 规定的安全等级二级。

6.5.3 照明灯杆的结构强度、刚度和使用寿命应符合国家现行相关设计标准的有关规定。

6.5.4 照明灯杆应符合下列规定：

1 灯杆高度大于 20m 时，宜采用电动升降装置进行维修。

2 灯杆高度不大于 20m 时，宜采用爬梯进行维修。爬梯应设置护笼，并应按现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求 第 1 部分：钢直梯》GB 4053.1 的有关规定设置休息平台。

6.5.5 照明高杆应根据航空管制要求设置障碍照明。

7 照 明 节 能

7.1 一 般 规 定

7.1.1 照明节能评价应在满足规定的照明质量要求的前提下进行。

7.1.2 场地的照明功率密度应按各运动项目的照明等级对应的灯具安装功率进行计算，并应符合本标准第 7.3 节的规定。

7.2 照明节能措施

7.2.1 应选用高效节能的光源，以及相匹配的高效节能灯具和电器附件，并应符合国家现行有关能效标准的规定。

7.2.2 气体放电光源无功功率补偿宜采用分散方式，荧光灯补偿后功率因数不应低于 0.9，高强气体放电灯不应低于 0.85；LED 灯的功率因数不应低于 0.9。

7.2.3 走廊、楼梯间、卫生间及地下车库宜采用配有感应式自动控制的 LED 灯。

7.2.4 训练场馆场地照明宜选用适宜色温、经防眩光设计的 LED 灯。

7.2.5 应根据不同使用功能合理设置照明控制模式。

7.2.6 应提高场地照明的光束利用率，控制场地照明的溢散光。

7.2.7 当有条件时，应充分利用天然采光进行照明，并应采取降低和避免天然光产生的高亮度及阴影对比赛场地造成强烈对比。

7.3 场地照明功率密度限值

7.3.1 训练场馆的照明功率密度不应大于表 7.3.1-1 和表 7.3.1-2 规定的限值。当采用 LED 灯照明时，不应超过表中规

定限值的 80%。

表 7.3.1-1 专用训练场照明功率密度限值

等级	水平照度 (lx)	安装高度 h (m)	照明功率密度限值 (W/m ²)
I	200	$12 \leq h < 20$	4
		$20 \leq h < 30$	7
II	300	$15 \leq h < 20$	7
		$20 \leq h < 30$	11
		$30 \leq h < 35$	14
III	500	$20 \leq h < 25$	18
		$25 \leq h < 35$	21
		$35 \leq h < 40$	23

表 7.3.1-2 专用训练馆照明功率密度限值

等级	水平照度 (lx)	安装高度 h (m)	照明功率密度限值 (W/m ²)
I	300	$5 \leq h < 10$	21
		$10 \leq h < 15$	25
		$15 \leq h < 20$	32
II	500	$5 \leq h < 10$	34
		$10 \leq h < 15$	44
		$15 \leq h < 20$	46
III	750	$5 \leq h < 10$	40
		$10 \leq h < 15$	48
		$15 \leq h < 20$	64
		$20 \leq h < 30$	72

7.3.2 比赛场馆的照明功率密度不宜大于表 7.3.2-1～表 7.3.2-5 规定的限值。

表 7.3.2-1 体育场照明功率密度限值

项目	等级	安装高度 h (m)	照明功率密度限值 (W/m ²)	
			田径	足球
田径 足球	IV	$30 \leq h < 40$	40	70
		$40 \leq h < 50$	45	80
		$50 \leq h < 60$	55	90
		$60 \leq h < 70$	65	100
	V	$30 \leq h < 40$	55	90
		$40 \leq h < 50$	65	100
		$50 \leq h < 60$	75	120
		$60 \leq h < 70$	90	140
	VI	$30 \leq h < 40$	80	110
		$40 \leq h < 50$	90	140
		$50 \leq h < 60$	100	170
		$60 \leq h < 70$	120	210

表 7.3.2-2 专用足球场照明功率密度限值

项目	等级	安装高度 h (m)	照明功率密度限值 (W/m ²)
足球	IV	$30 \leq h < 40$	70
		$40 \leq h < 50$	80
		$50 \leq h < 60$	90
	V	$30 \leq h < 40$	80
		$40 \leq h < 50$	90
		$50 \leq h < 60$	120
	VI	$30 \leq h < 40$	100
		$40 \leq h < 50$	120
		$50 \leq h < 60$	150

表 7.3.2-3 体育馆照明功率密度限值

项目	等级	安装高度 h (m)	照明功率密度限值 (W/m ²)	
			体操	篮排球
体操 篮排球	Ⅳ	$12\leq h<15$	60	130
		$15\leq h<20$	80	180
		$20\leq h<25$	110	210
		$25\leq h<30$	120	240
		$30\leq h<35$	130	330
	Ⅴ	$12\leq h<15$	90	150
		$15\leq h<20$	110	240
		$20\leq h<25$	140	310
		$25\leq h<30$	160	340
		$30\leq h<35$	180	440
	Ⅵ	$12\leq h<15$	—	—
		$15\leq h<20$	160	420
		$20\leq h<25$	180	460
		$25\leq h<30$	200	500
		$30\leq h<35$	220	590

表 7.3.2-4 网球馆照明功率密度限值

项目	等级	安装高度 h (m)	照明功率密度限值 (W/m ²)
网球	Ⅳ	$12\leq h<15$	80
		$15\leq h<20$	90
		$20\leq h<25$	100
		$25\leq h<30$	120
		$30\leq h<35$	130

续表 7.3.2-4

项目	等级	安装高度 h (m)	照明功率密度限值 (W/m ²)
网球	V	$12 \leq h < 15$	120
		$15 \leq h < 20$	130
		$20 \leq h < 25$	140
		$25 \leq h < 30$	160
		$30 \leq h < 35$	180
	VI	$12 \leq h < 15$	140
		$15 \leq h < 20$	170
		$20 \leq h < 25$	210
		$25 \leq h < 30$	240
		$30 \leq h < 35$	270

表 7.3.2-5 游泳馆照明功率密度限值

项目	等级	安装高度 h (m)	照明功率密度限值 (W/m ²)
游泳	IV	$15 \leq h < 20$	90
		$20 \leq h < 25$	110
		$25 \leq h < 30$	150
	V	$15 \leq h < 20$	130
		$20 \leq h < 25$	160
		$25 \leq h < 30$	200
	VI	$15 \leq h < 20$	180
		$20 \leq h < 25$	240
		$25 \leq h < 30$	290

8 照明配电与控制

8.1 照 明 配 电

8.1.1 比赛场地照明的用电负荷等级和供电方案的确定应符合现行行业标准《体育建筑设计规范》JGJ 31 的有关规定。

8.1.2 照明等级Ⅳ级及以上比赛场地的照明，应由双重电源同时供电，且每个电源应各承担 50% 的场地照明灯具。举行重大赛事时，宜采用 50% 的场地照明由发电机供电，50% 的场地照明由市电电源供电的方式。

8.1.3 仅在比赛期间使用的照明宜设置单独变压器供电。

8.1.4 当电压偏差或波动不能保证照明质量或光源寿命时，在技术经济合理的条件下，可采用有载自动调压电力变压器、调压器或专用变压器供电。

8.1.5 体育比赛场地照明灯具的端电压应符合下列规定：

1 不宜高于额定电压的 105%，且不宜低于额定电压的 95%；

2 由灯控室配出的同一供电线路上最近端与最远端照明灯具的端电压差不宜大于 2%；

3 应急照明灯具的端电压不宜低于额定电压的 90%。

8.1.6 TV 应急照明作为正常照明的一部分同时使用时，配电线路及控制开关应分开装设。

8.1.7 照明等级Ⅳ级及以上的体育场馆在场地照明分支回路中不应采用三相低压断路器对三个单相分支回路进行保护。

8.1.8 为保证气体放电灯的正常启动，触发器至光源的线路长度不应超过该产品规定的允许值。

8.1.9 配电系统可采取下列降低频闪效应的措施：

1 照明采用三相供电的场所，宜将照射在同一照明区域的

不同灯具分接在不同相序的供电回路上；

2 超高速摄像机拍摄区域采用 LED 灯时，可采取纹波比不大于 12% 的直流系统供电。

8.1.10 设置在观众席、比赛场地的大功率照明灯具，当具备现场检修条件时，宜在每盏灯具处设置单独的保护。

8.2 照明控制

8.2.1 照明等级Ⅳ级及以上比赛场地照明应设置集中控制系统，Ⅲ级比赛场地照明宜设置集中控制系统。

8.2.2 集中控制系统应根据需要预置针对各类运动项目的比赛、训练、健身、场地维护等不同使用目的的多种照明场景控制方案，并应符合下列规定：

1 应能对全部比赛场地照明灯具进行编组控制，并显示其工作状态；

2 应显示主电源、备用电源的运行状态；

3 配电及控制系统出现故障时，应发出声光报警信号；

4 应设置直接手动控制。

8.2.3 照明等级Ⅳ级及以上比赛场地照明的集中控制系统除符合本标准第 8.2.2 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 宜对全部比赛场地照明灯具进行单灯控制；

2 采用 LED 灯的照明系统宜具备调光控制功能；

3 宜显示各分支路干线的电气参数；

4 宜显示全部比赛场地照明灯具的工作状态；

5 使用高强气体放电光源且未设置热触发装置或不间断供电设施的照明系统，控制系统应具有防止短时再启动的功能；

6 宜具备照明设备的运行时间统计。

8.2.4 当比赛场地有天然光照明时，控制回路分组方案应与其相协调。

8.2.5 集中控制系统应设于专用控制室内，在控制室内应能直接观察到比赛场地和主席台。

8.2.6 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采用开放的通信协议，可通过比赛设备集成管理系统采集并控制其运行状态，且应具备切除越级控制功能。

9 照 明 检 测

9.1 一 般 规 定

- 9.1.1 体育场馆照明检测应满足使用功能的要求。
- 9.1.2 应使用在检定有效期内的照度计、光谱辐射计和功率计等检测设备。
- 9.1.3 检测条件应符合下列规定：
- 1 应在室外气象条件对测量无影响时进行；
 - 2 应在体育场馆满足使用条件的情况下进行；
 - 3 应点亮相对应的照明灯具，稳定 30min 后进行测量；
 - 4 电源电压应保持稳定，灯具输入端电压与额定电压偏差不得超过 5%；
- 5 检测时应避免人员遮挡和反射光线的影响。
- 9.1.4 检测项目应包括照度、眩光、现场显色指数、色温和照明功率密度的测量。

9.2 照 度 测 量

- 9.2.1 照度应在规定的比赛场地上进行测量，照明装置轴线对称或完全对称布置的场地，可只测 1/2 场地。照度计算和测量网格可按本标准附录 A 的规定确定。
- 9.2.2 室内外矩形场地和几种典型场地的照度计算和测量可按下列网格点进行。下列图中，+、o 为计算网格点，o 为测量网格点。
- 1 矩形场地照度计算和测量网格点可按图 9.2.2-1 确定。
 - 1) d_l 、 d_w 可按下列方法确定：
当 l 、 w 不大于 10m 时，计算网格应为 1m；
当 l 、 w 大于 10m 且不大于 50m 时，计算网格应为 2m；

当 l 、 w 大于 50m 时，计算网格应为 5m。

2) 测量网格点间距宜为计算网格点间距的 2 倍。

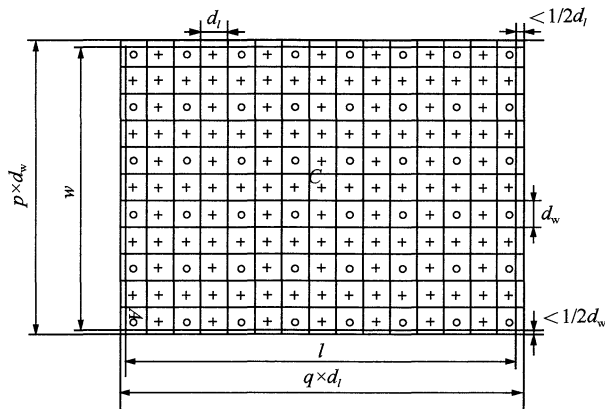


图 9.2.2-1 矩形场地照度计算和测量网格点布置图

l —场地长度； d_l —计算网格纵向间距； p —计算网格纵向点数；

w —场地宽度； d_w —计算网格横向间距； q —计算网格横向点数；

计算网格点从中心点 C 开始确定；测量网格点从角点 A 开始确定

p 、 q 均为奇整数，并满足 $(q-1) \cdot d_l \leq l \leq q \cdot d_l$ 和 $(p-1) \cdot d_w \leq w \leq p \cdot d_w$

2 田径场场地照度测量网格点可按图 9.2.2-2 确定。

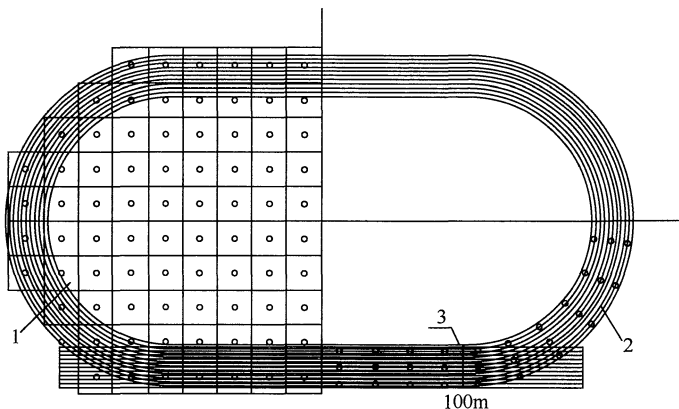


图 9.2.2-2 田径场场地照度测量网格点布置图（对称布置）

1—全场测量点（田赛+径赛）布置图；2—径赛测量点布置图；

3—100m 跑道终点线位置

3 专用足球（橄榄球）场场地照度测量网格点可按图 9.2.2-3 确定。

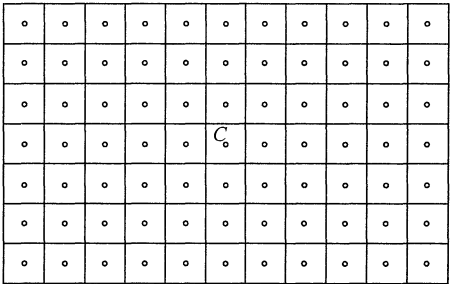


图 9.2.2-3 专用足球（橄榄球）场场地照度测量网格点布置图
C—场地中心点

4 游泳和跳水场场地照度测量网格点可按图 9.2.2-4 确定。

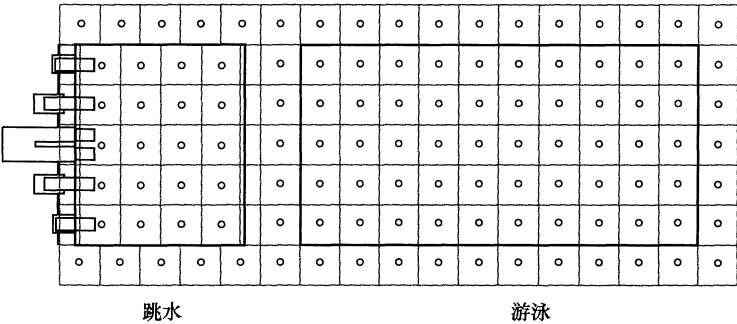


图 9.2.2-4 游泳和跳水场场地照度测量网格点布置图

5 速度滑冰场场地照度测量网格点可按图 9.2.2-5 确定。

6 场地自行车场场地照度测量网格点可按图 9.2.2-6 确定。

7 棒球场场地照度测量网格点可按图 9.2.2-7 确定。

8 垒球场场地照度测量网格点可按图 9.2.2-8 确定。

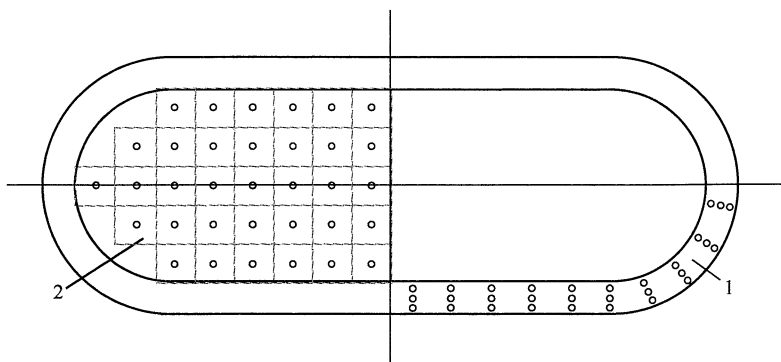


图 9.2.2-5 速度滑冰场场地的照度测量网格点布置图 (400m 跑道)
(对称布置)

1—赛道测量点布置图；2—内场测量点布置图

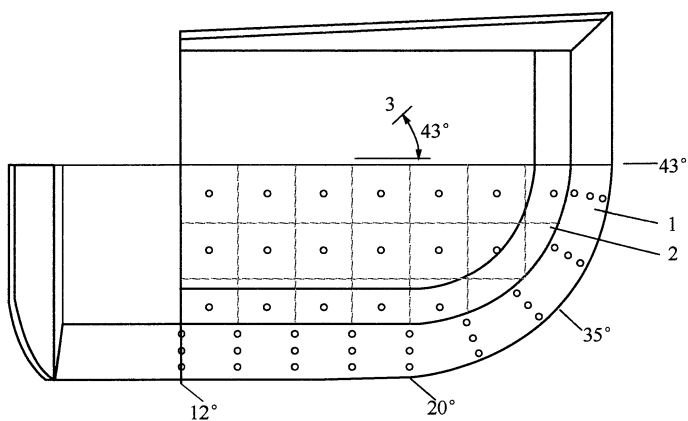


图 9.2.2-6 场地自行车场场地照度测量网格点布置图

1—比赛车道；2—安全车道；3—内场水平面

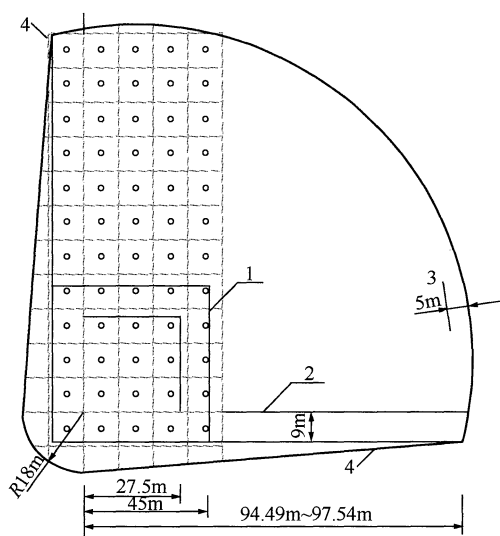


图 9.2.2-7 棒球场场地照度测量网格点布置图
1—内场网格；2—边界；3—警告线；4—围栏

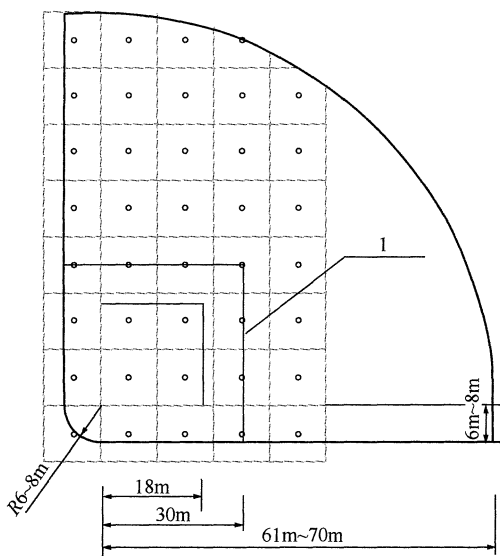


图 9.2.2-8 垒球场场地照度测量网格点布置图
1—内场

9.2.3 水平照度和垂直照度应按中心点法进行测量，并应符合下列规定：

1 测量点应布置在每个网格的中心点上（图 9.2.3-1），平均照度应按下式计算：

○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

$$E_{ave} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \quad (9.2.3)$$

图 9.2.3-1 中心点法测量照度示意图

○—测点

式中： E_{ave} ——平均照度 (lx)；

E_i ——第 i 个测点上的照度 (lx)；

n ——总的网格点数。

2 测量水平照度时，光电接收器应平放在场地上方的水平面上，测量时在场人员必须远离光电接收器，并应保证其上无任何阴影。

3 测量主摄像机垂直照度时（图 9.2.3-2），光电接收面的法线方向应对准摄像机镜头的光轴，测量高度可取 1.5m。测量辅摄像机垂直照度时（图 9.2.3-3），可在网格上测量与四条边线平行的垂直面上的照度，测量高度可取 1m。测量时应排除对光电接收器的任何遮挡。

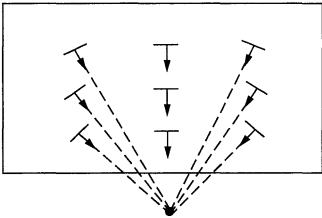


图 9.2.3-2 主摄像机垂直照度测试示意图

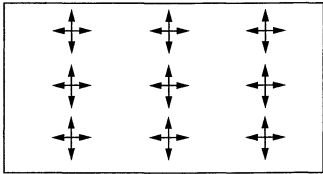


图 9.2.3-3 辅摄像机垂直照度测试示意图

9.2.4 照度均匀度应按下列公式计算：

$$U_1 = E_{min}/E_{max} \quad (9.2.4-1)$$

$$U_2 = E_{\min}/E_{\text{ave}} \quad (9.2.4-2)$$

式中： U_1 、 U_2 ——照度均匀度；

$E_{\min}$ ——规定表面上的最小照度 (lx)；

$E_{\max}$ ——规定表面上的最大照度 (lx)；

E_{ave} ——规定表面上的平均照度 (lx)。

9.3 眩光测量

9.3.1 比赛场地眩光测量点应按下列方法确定：

1 眩光测量点选取的位置和视看方向应按安全事故、长时间观看及频繁地观看确定。观看方向可按运动项目和灯具布置选取。

2 典型场地眩光测量点可按下列方式确定：

1) 专用足球场眩光测量点可按图 9.3.1-1 确定。

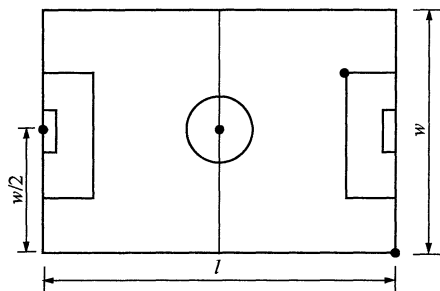


图 9.3.1-1 专用足球场眩光测量点图

注：·代表测量点，以下各图相同。

2) 体育场眩光测量点可按图 9.3.1-2 规定确定。需要时可将测量点增加到 9 个或 11 个。

3) 网球场眩光测量点可按图 9.3.1-3 规定确定。

4) 体育馆眩光测量点可按图 9.3.1-4 规定确定。

9.3.2 眩光测量应测量各测点上主要视看方向的眩光，眩光指数的计算可按本标准附录 B 的规定进行，并应取各观测点上的眩光指数中的最大值作为该场地的眩光评定值。

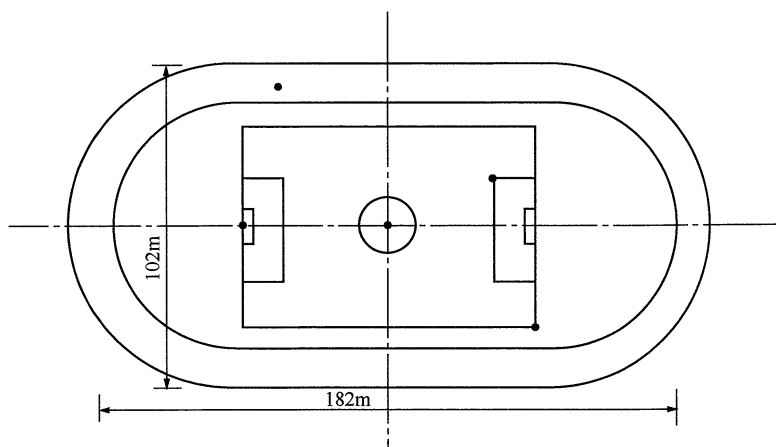


图 9.3.1-2 体育场眩光测量点图

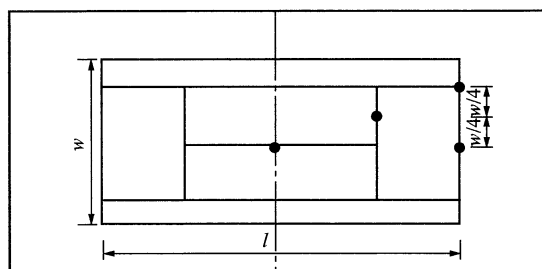


图 9.3.1-3 网球场眩光测量点图

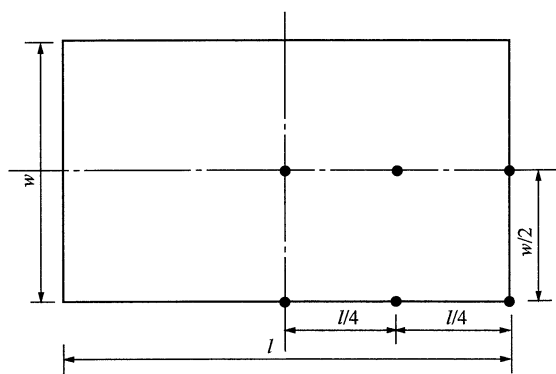


图 9.3.1-4 体育馆眩光测量点图

9.4 现场显色指数和色温测量

9.4.1 现场显色指数和色温的测量应在场地上均匀分布的测量点上进行，且不宜少于 9 个测量点。

9.4.2 现场显色指数和色温应为各测点上测量值的算术平均值。现场色温与光源额定色温偏差不宜大于 10%，现场显色指数不宜小于光源额定显色指数 10%。

9.5 照明功率密度测量

9.5.1 照明功率测量宜在供电回路的开关处进行。

9.5.2 照明功率密度 (LPD) 可按下式计算：

$$LPD = \frac{P}{A} \quad (9.5.2)$$

式中：LPD——照明功率密度 (W/m²)；

P——对应照明等级的照明总功率 (W)；

A——场地的面积 (m²)。

9.6 检测报告

9.6.1 检测记录应包括下列内容：

- 1 工程名称、工程地点、委托单位；
- 2 检测日期、时间、环境条件 (供电电压、环境温度)；
- 3 检测依据：有关标准规范、工程招标技术要求；
- 4 检测设备：仪器名称、型号、编号、校准日期；
- 5 场地尺寸：长度、宽度、高度、面积；
- 6 光源种类、功率、规格型号、数量、生产厂；
- 7 灯具 (含电器附件) 类型、规格型号、数量、生产厂、安装天数、清扫周期；
- 8 灯具布置方式、安装高度；
- 9 控制系统及照明总功率；
- 10 检测项目 (以下包括测量点图和对应的测量值)：

- 1) 水平照度;
- 2) 垂直照度: 摄像机方向垂直照度, 四个方向垂直照度;
- 3) 眩光计算参数;
- 4) 现场显色指数;
- 5) 现场色温;
- 6) 照明总功率。

11 测量值计算:

- 1) 平均照度 E_{ave} ;
- 2) 照度比率 E_{have}/E_{vave} ;
- 3) 照度均匀度 $U_1 = E_{min}/E_{max}$;
- 4) 照度均匀度 $U_2 = E_{min}/E_{ave}$;
- 5) 均匀度梯度 UG ;
- 6) 眩光指数 GR ;
- 7) 照明功率密度 LPD 。

12 检测人员签字: 检验、记录、校核。

9.6.2 检测报告应提供灯具平、剖面布置图和开灯模式灯具布置图。

9.6.3 检测报告应对检测结果按设计标准出具检测结论。

附录 A 照度计算和测量网格及摄像机位置

表 A 体育馆照度计算和测量网格及摄像机位置

运动项目	场地尺寸 (m×m)	照度计算 网格 (m×m)	照度测量 网格 (m×m)	参考高度(m)		摄像机典型位置
				水平	垂直	
篮球	28×15	1×1	2×2	1.0	1.5	主摄像机设置在赛场两侧看台上； 辅摄像机用作篮区动作特写，放在赛场两端
排球	18×9	1×1	2×2	1.0	1.5	主摄像机位于赛场中心线延长线的看台上； 辅摄像机设置在赛场两端的看台上，在地面上靠近端线，用于发球特写
手球	40×20	2×2	4×4	1.0	1.5	主摄像机设置在赛场两侧看台上； 辅摄像机设置在赛场两端
室内足球	(38~42)×(18~22)	2×2	4×4	1.0	1.5	主摄像机设置在赛场两侧看台上； 辅摄像机设置在球门边线，端线的后面
羽毛球	PA: 13.4×6.1 TA: 19.4×10.1	1×1	2×2	1.0	1.5	主摄像机设置在赛场两端； 辅摄像机设置在球网处、服务位置

续表 A

运动项目	场地尺寸 (m×m)	照度计算 网格 (m×m)	照度测量 网格 (m×m)	参考高度 (m)		摄像机典型位置
				水平	垂直	
乒乓球	台面: 1.525×2.72	1×1	1×1	台面	1.5	主摄像机设置在看台高处和地面上每个比赛区的角区; 辅摄像机设置在记分牌区域
	14×7	1×1	2×2	1.0		
体操	52×26	2×2	4×4	1.0	1.5	主摄像机设置在主席台后上方和各项比赛场地重要位置; 辅摄像机设置在各项比赛场地周边位置
艺术体操	12×12	1×1	2×2	1.0	1.5	主摄像机设置在主席台后上方; 辅摄像机设置在比赛场地周边位置
拳击	7.1×7.1	1×1	1×1	1.0	1.5	主摄像机设置在绳索水平上方栏圈的一侧上; 辅摄像机设置在赛场栏圈的转角处和低角度处
柔道	(8~10)×(8~10)	1×1	2×2	1.0	1.5	主摄像机(一部及以上)设置在赛场的上方和一侧; 辅摄像机设置在赛场的另一侧及靠近赛场的位置

续表 A

运动项目	场地尺寸 (m×m)	照度计算 网格 (m×m)	照度测量 网格 (m×m)	参考高度(m)		摄像机典型位置
				水平	垂直	
摔跤	(8~10)×(8~10)	1×1	2×2	1.0	1.5	主摄像机(一部及以上)设置在赛场的上方和一侧; 辅摄像机设置在赛场的另一侧及靠近赛场的位置
跆拳道	8×8	1×1	2×2	1.0	1.5	主摄像机设置在赛场的上方和一侧; 辅摄像机设置在赛场的另一侧及靠近赛场的位置
空手道	8×8	1×1	2×2	1.0	1.5	主摄像机(一部及以上)设置在赛场的上方和一侧; 辅摄像机设置在赛场的另一侧及靠近赛场的位置
武术	8×8(散打)	1×1	2×2	1.0	1.5	主摄像机设置在对角线的延长线上及设置在官员评判桌和区域的后方或附近
	14×8(套路)			1.0		
举重	12×12	1×1	1×1	1.0	1.5	主摄像机面向参赛者; 辅摄像机设置在热身区和举重台入口
击剑	14×2	1×1	1×1	1.0	1.5	主摄像机设置在长台侧面; 辅摄像机设置在长台两端

续表 A

运动项目	场地尺寸 (m×m)	照度计算 网格 (m×m)	照度测量 网格 (m×m)	参考高度 (m)		摄像机典型位置
				水平	垂直	
速度滑冰	赛道：(333.3~400)×10	5×2	10×4	1.0	1.5	主摄像机设置在全场中央主看台上和终点的延长线上； 辅摄像机设置在两角用来拍摄赛道的直线段，给出运动员的前视镜头（逆时针转圈）； 辅摄像机悬挂在场地顶棚中间，跟随运动员转动拍摄
冰球、短道速滑、花样滑冰	60×30	5×5	10×10	1.0	1.5	主摄像机设置在场地中心线延长线的看台上； 冰球辅摄像机设置在球门区后面，花样滑冰和短道速滑辅摄像机设置在角区和等候区中
冰壶	46×5(每道)	2.5×1.25	5×2.5	冰面	1.5	主摄像机设置在运动员正面方向延长线上和开壶区侧面； 辅摄像机设置在比赛场地周边位置
射击	靶面	0.1×0.1	0.2×0.2	1.0	靶面	主摄像机设置在射手的正上方、侧前方和比赛场地尽头； 辅摄像机设置在看台侧后方
	靶位	1×1	1×1		靶位	
	弹道	2×2	4×4		弹道	

续表 A

运动项目	场地尺寸 (m×m)	照度计算 网格 (m×m)	照度测量 网格 (m×m)	参考高度(m)		摄像机典型位置
				水平	垂直	
射箭	90m~45m, 90m~70m (8道, 13道)	5×5	10×10	1.0	1.5 2.0	主摄像机设置在运动员后方看台上和运 动员侧前方; 辅摄像机设置在看台侧后方、沿射箭线 的不同位置和等候线与射箭线之间的区域
自行车	赛道: 250×(6~8), 333.3×(8~10)	5×2.5	10×2.5	赛道上 1.0m	1.5	主摄像机设置在与赛道终点直道平行的 主看台上。终点主摄像机放在中央横轴延 长线上(追逐比赛)和通常的终点位置(如 短距比赛)。 辅摄像机设置在两角用来拍摄赛道的直 线段, 给出骑手的前视镜头(逆时针转圈)
游泳	泳池: 50×25	2.5×2.5	5×5	水面上 0.2m	水面上 0.2m	主摄像机设置在平行于泳池纵轴的主看 台上, 与游泳者平行的跑动摄像机跟随游 泳者的运动;
	出发台和颁奖区	1×1	1×1	地面	1.5	辅摄像机设置在泳池两端用来拍摄起跳 和转身

续表 A

运动项目	场地尺寸 (m×m)	照度计算 网格 (m×m)	照度测量 网格 (m×m)	参考高度(m)		摄像机典型位置
				水平	垂直	
跳水	跳水池: 25×21	2.5×2.5	5×5	水面上 0.2m	水面上 0.2m	主摄像机设置在平行于跳水平台长轴的看台上; 辅摄像机设置在跳水池的对角上和跳水池纵轴的前、后位置
	跳台及跳板 (0.5~2)×(4.8~6)	1×1	1×1	台面和板 面上 1.0m	正前方 0.6m, 宽 2m至水面 区域	
网球	PA: 10.97×23.77 TA: 18.29×36.57	1×1	2×2	1.0	1.5	主摄像机设置在赛场一端的看台上; 辅摄像机设置在底线和球网之间, 用于特写、回放及采访
室外足球	105×68	5×5	10×10	1.0	1.5	主摄像机设置在赛场中心线延长线主看台上的重要位置; 辅摄像机中球门区摄像机设置在看台上或地面上回放 16 m 区内精彩比赛, 及设置在边线作采访和报道
田径	181×102	5×5	10×10	1.0	1.5	主摄像机设置在有足够高度的看台上以拍摄整场全景, 另有主摄像机设置在横轴上、起点与终点; 辅摄像机有 12 个或以上, 用来拍摄各单项赛事
	跑道宽 12.5m	2×5	4×10			
	百米终点 12×12	2×2	2×2			

续表 A

运动项目	场地尺寸 (m×m)	照度计算 网格 (m×m)	照度测量 网格 (m×m)	参考高度(m)		摄像机典型位置
				水平	垂直	
棒球	内场 45×45；外场 90°扇形， $R=120$ 扇形和扇形两边线外 18.29m 围栏以内的区域	内场 2.5×2.5 外场 5×5	内场 5×5 外场 10×10	1.0	1.5	主摄像机设置在 1 垒与 3 垒连线击球方向延长线上和 3 垒与 1 垒、2 垒、4 垒连线延长线的看台上； 辅摄像机设置在场地周边
曲棍球	91.4×54.84	5×5	10×10	1.0	1.5	主摄像机设置在场地中心线延长线主看台上的重要位置； 辅摄像机可用来回放赛场上重要的动作，如球门区和角区击球
垒球	内场 30×30；外场 90°扇形， $R=61\text{m}\sim 70\text{m}$ 扇形和扇形两边线外 7.62m 围栏以内的区域	内场 2.5×2.5 外场 5×5	内场 5×5 外场 10×10	1.0	1.5	主摄像机设置在 1 垒与 3 垒连线击球方向延长线上和 3 垒与 1 垒、2 垒、4 垒连线延长线的看台上； 辅摄像机设置在场地周边
橄榄球	120×68	5×5	10×10	1.0	1.5	主摄像机设置在中心线的延长线上主看台上的重要位置； 辅摄像机设置在边线和球门后面
沙滩排球	16×8 四周有 5m 宽活动区，外加围栏	1×1	2×2	1.0	1.5	主摄像机设置在主看台、中央看台左右侧； 辅摄像机设置在东、西侧底线、球网处

续表 A

运动项目	场地尺寸 (m×m)	照度计算 网格 (m×m)	照度测量 网格 (m×m)	参考高度(m)		摄像机典型位置
				水平	垂直	
自由式滑雪、单板滑雪	空中技巧	长 150m, 宽 30m, 落差 55m, 坡度 24°~38°	5×2.5	10×5	1.0	1.5
	雪上技巧	长 270m, 宽 30m, 落差 130m, 坡度 28°±4°	5×2.5	10×5	1.0	1.5
	U形场地技巧	长 150m, 宽 19m~22m, 高 6.7m, 落差 81m, 坡度 17.5°~18.5°	5×2.5	10×5	1.0	1.5
	大跳台空中技巧	助滑区长 50m, 宽 5m, 坡度 20°; 跳台宽 5m; 着陆区区长 35m, 宽 20m, 坡度 28°; 停止区长 30m, 宽 30m	2.5× (1 或 2.5)	5× (2 或 5)	1.0	1.5
高山滑雪	回转项目	长 550m, 宽 不低于 50m, 落差 140m~220m	5×2.5	10×5	1.0	1.5
跳台滑雪	标准台	90m、大跳台 120m; 助滑道长 80m~100m, 坡度 35°~40°	5×1	10×2	1.0	1.5

主辅摄像机按摄像要求分布在准备、助滑、起跳、跳跃、技巧、看落、滑行、停止等位置

主辅摄像机按摄像要求分布在准备区、滑动和起跳、转弯、旗门、终点等位置

主辅摄像机按摄像要求分布在准备、助滑、起跳、飞行、看落、滑行、终止等位置

续表 A

运动项目	场地尺寸 (m×m)	照度计算 网格 (m×m)	照度测量 网格 (m×m)	参考高度 (m)		摄像机典型位置
				水平	垂直	
越野滑雪	起点区长度 50m; 终点 区长度 50m~100m, 宽度 6m 或 12m;	5×2	10×4	1.0	1.5	主辅摄像机按摄像要求分布在准备区、 起点区、赛道、终点区等位置
	短距离越野滑雪赛 道长 800m~1800m	(5 或 15 或 25)×2	(10 或 30 或 50)×4	1.0	1.5	
射击	靶面	0.1×0.1	0.2×0.2	—	靶面	主摄像机设置在射手的正面、侧面和比 赛场地的尽头
	靶位宽 2.75m~3m 弹道长 50m, 宽 2.75m~3m	1×1 2×1	1×1 (2.75~3)	1.0	1.0	
冬季 两项	赛道长 800m~4000m, 宽 4m~8m; 处罚圈长 150±5m, 宽 6m 接力赛 交接区长 30m, 宽 9m, 交接区前 50m 赛道宽度 不低于 9m	(5 或 15 或 25)×2	(10 或 30 或 50)×4	1.0	1.5	主辅摄像机按摄像要求分布在准备区、 起点区、赛道、终点区等位置
	越野 滑雪					
雪橇、 雪车	长度 1500m~2000m, 10 个以上弯道	5×0.5 (直道) 1×0.5 (弯道)	10×1 (直道) 2×1 (弯道)	1.0	1.5	主辅摄像机按摄像要求分布在起点、终 点和滑行道等位置

注: 对于空中照度要求的雪上项目, 相应区域水平照度及垂直照度宜通过照明计算确定。

附录 B 眩光计算

B. 0. 1 体育场馆眩光指数 (GR) 的计算应符合下列规定:

1 GR 应按下列式计算:

$$GR = 27 + 24 \lg \frac{L_{vl}}{L_{ve}^{0.9}} \quad (\text{B. 0. 1-1})$$

式中: L_{vl} ——由灯具发出的光直接射向眼睛所产生的光幕亮度 (cd/m^2);

L_{ve} ——由环境引起直接入射到眼睛的光所产生的光幕亮度 (cd/m^2)。

2 各参数的确定应符合下列规定:

1) 由灯具产生的光幕亮度应按下列式计算

$$L_{vl} = 10 \sum_{i=1}^n \frac{E_{eye,i}}{\theta_i^2} \quad (\text{B. 0. 1-2})$$

式中: $E_{eye,i}$ ——观察者眼睛上的照度, 该照度是在视线的垂直面上, 由第 i 个光源所产生的照度 (lx);

θ_i ——观察者视线与第 i 个光源入射在眼睛上方向所形成的角度 ($^\circ$);

n ——光源总数。

2) 由环境产生的光幕亮度应按下列式计算:

$$L_{ve} = 0.035 L_{av} \quad (\text{B. 0. 1-3})$$

式中: L_{av} ——可看到的水平照射场地的平均亮度 (cd/m^2)。

3) 平均亮度 L_{av} 应按下列式计算:

$$L_{av} = E_{horav} \cdot \frac{\rho}{\pi \Omega_0} \quad (\text{B. 0. 1-4})$$

式中: E_{horav} ——照射场地的平均水平照度 (lx);

ρ ——漫反射时区域的反射比;

Ω_0 ——1 个单位立体角 (sr)。

附录 C 马道位置设置方法与设计参数

C.0.1 马道上灯具投射到场地与场地远边线之间的夹角 φ 不应小于 25° ，灯具投射到场地与场地近边线之夹角 θ 不宜大于 65° (图 C.0.1)。

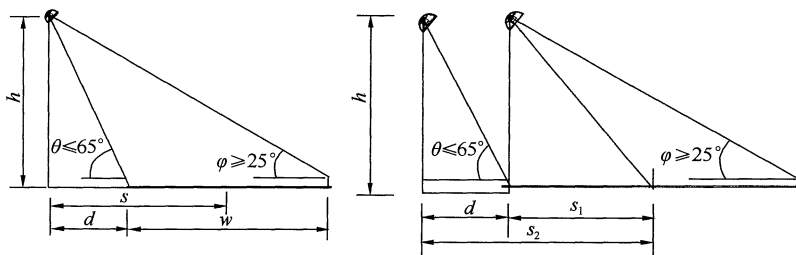


图 C.0.1 马道灯具安装位置图

h —马道(灯具)距地面的高度; d —马道水平投影距近边线距离(双马道时指后排马道); w —场地宽度; s —马道水平投影距场地中心点距离; s_1 、 s_2 —双马道两排灯具水平投影距场地中心点距离

C.0.2 体育场馆马道位置设计参数宜符合下列规定:

1 马道高度(中心点高度)及距场地近边线的距离宜按表 C.0.2-1 和表 C.0.2-2 确定。

表 C.0.2-1 单马道灯具安装高度及位置参数

项目	$\varphi(^{\circ})$	d (m)	h (m)	s (m)
田径 (足球)	25	19.0	52.5	65.5
		26.0	55.5	72.5
		34.0	59.5	80.5
		45.0	64.5	91.5
	30	24.5	68.0	71.0

表 C. 0. 2-2 双马道灯具安装高度及位置参数

项目	$\varphi (^{\circ})$	d (m)	h (m)	s_1 (m)	s_2 (m)
田径 (足球)	25	16.0	43.5	46.5	62.5
		20.0	43.5	46.5	66.5
		25.0	43.5	46.5	71.5
		30.5	43.5	46.5	77.0
		36.5	43.5	46.5	83.0
	30	19.5	53.5	46.5	66.0
		25.0	53.5	46.5	71.5

注：表 C. 0. 2-1 和表 C. 0. 2-2 的参数是按照 10 条跑道的情况计算。

2 专用足球场马道高度（中心点高度）及距场地近边线的距离宜按表 C. 0. 2-3 和表 C. 0. 2-4 确定。

表 C. 0. 2-3 单马道灯具安装高度及位置参数

项目	$\varphi (^{\circ})$	d (m)	h (m)	s (m)
足球	25	13.0	38.0	47.0
		19.0	41.0	53.0
		25.0	43.5	59.0
		33.0	47.5	67.0
	30	25.0	53.5	59.0

表 C. 0. 2-4 双马道灯具安装高度及位置参数

项目	$\varphi (^{\circ})$	d (m)	h (m)	s_1 (m)	s_2 (m)
足球	25	11.5	32.0	34	45.5
		15.0	32.0	34	49.0
		18.5	32.0	34	52.5
		22.0	32.0	34	56.0
		26.5	32.0	34	60.5
	30	18.5	39.0	34	52.5
		22.5	39.0	34	56.5

3 体育馆马道高度（中心点高度）及距场地近边线的距离宜按表 C.0.2-5 和表 C.0.2-6 确定。

表 C.0.2-5 单马道灯具安装高度及位置参数表

项目	$\varphi(^{\circ})$	$d\text{ (m)}$	$h\text{ (m)}$	$s\text{ (m)}$
体操 (篮排球)	30	10.5	22.0	24.5
		14.0	24.0	28.0
		19.0	27.0	33.0
		26.5	31.5	40.5
	35	13.5	29.0	27.5
		19.0	33.0	33.0
		27.0	38.5	41.0
	40	18.0	38.5	32.0

表 C.0.2-6 双马道灯具安装高度及位置参数

项目	$\varphi(^{\circ})$	$d\text{ (m)}$	$h\text{ (m)}$	$s_1\text{ (m)}$	$s_2\text{ (m)}$
体操 (篮排球)	30	7.5	16.0	14.0	21.5
		9.5	16.0	14.0	23.5
		11.5	16.0	14.0	25.5
		13.5	16.0	14.0	27.5
	35	9.0	19.5	14.0	23.0
		11.5	19.5	14.0	25.5
		13.5	19.5	14.0	27.5
	40	11.0	23.5	14.0	25.0
		13.5	23.5	14.0	27.5

4 网球馆马道高度（中心点高度）及距场地近边线的距离宜按表 C.0.2-7 确定。

表 C.0.2-7 单马道灯具安装高度及位置参数

项目	$\varphi(^{\circ})$	d (m)	h (m)	s (m)
网球	30	7.0	14.5	16.0
		9.0	16.0	18.0
		12.5	18.0	21.5
		17.5	20.5	26.5
	35	9.0	19.0	18.0
		12.5	21.5	21.5
		18.0	25.5	27.0
	40	12.0	25.5	21.0
		17.5	30.0	26.0

注：小型比赛场地宜采用双马道。

5 游泳馆马道高度（中心点高度）及距场地近边线的距离
宜按表 C.0.2-8 确定。

表 C.0.2-8 双马道灯具安装高度及位置参数

项目	$\varphi(^{\circ})$	d (m)	h (m)	s_1 (m)	s_2 (m)
游泳	30	6.5	14.5	12.5	19.0
		8.5	14.5	12.5	21.0
		10.0	14.5	12.5	22.5
		12.0	14.5	12.5	24.5
	35	8.0	17.5	12.5	20.5
		10.0	17.5	12.5	22.5
		12.5	17.5	12.5	25.0
	40	10.0	21.0	12.5	22.5
		12.0	21.0	12.5	24.5

注：比赛级的游泳跳水馆宜采用双马道。

C. 0.3 体育场马道端点处灯具到场地中心线的垂直连线与场地平面之间的夹角不应小于 25° ，体育馆马道端点处灯具到场地中心线的垂直连线与场地平面之间的夹角不应小于 30° 。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
- 2 《固定式钢梯及平台安全要求 第 1 部分：钢直梯》
GB 4053.1
- 3 《灯具 第 1 部分：一般要求与试验》GB 7000.1
- 4 《投光灯具安全要求》GB 7000.7
- 5 《灯具 第 2-18 部分：特殊要求 游泳池和类似场所用
灯具》GB 7000.218
- 6 《均匀色空间和色差公式》GB/T 7921 - 2008
- 7 《体育建筑设计规范》JGJ 31

中华人民共和国行业标准

体育场馆照明设计及检测标准

JGJ 153 - 2016

条文说明

修 订 说 明

《体育场馆照明设计及检测标准》JGJ 153 - 2016, 经住房和城乡建设部 2016 年 12 月 15 日以第 1390 号公告批准、发布。

本标准是在《体育场馆照明设计及检测标准》JGJ 153 - 2007 的基础上修订而成, 上一版的主编单位是中国建筑科学研究院, 参编单位是中国建筑设计研究院、北京市建筑设计研究院、华东建筑设计研究院有限公司、中国体育国际经济技术合作公司、飞利浦(中国)投资有限公司、通用电气(中国)有限公司、索恩照明(广州)有限公司、北京希优照明设备有限公司、松下电工(中国)有限公司、上海东升集团光辉灯具有限公司、欧司朗佛山照明有限公司、北京动力源科技股份有限公司, 主要起草人员是赵建平、林若慈、张文才、汪猛、李国宾、杨兆杰、张建平、赵燕华、姚梦明、顾峰、宁华、蒋瑞国、解辉、范毅、刘剑平、康耀伟、罗涛。

本标准修订过程中, 编制组进行了广泛的调查研究, 总结了我国体育场馆照明工程的实践经验, 同时参考了国外先进技术法规、技术标准, 通过专项试验取得了体育场馆照明的重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定, 《体育场馆照明设计及检测标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准条文说明, 对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行说明, 还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	77
2	术语和符号	78
3	基本规定	79
4	照明标准	83
4.1	一般规定	83
4.2	室内场地照明标准值	84
4.3	室外场地照明标准值	84
4.4	相关规定	102
5	照明光源与灯具	110
5.1	光源	110
5.2	灯具及附件	112
6	灯具布置及设置要求	116
6.1	一般规定	116
6.2	体育场灯具布置	117
6.3	体育馆灯具布置	120
6.4	马道设置要求	121
6.5	灯杆设置要求	122
7	照明节能	126
7.1	一般规定	126
7.2	照明节能措施	126
7.3	场地照明功率密度限值	128
8	照明配电与控制	132
8.1	照明配电	132
8.2	照明控制	134
9	照明检测	136

9.1 一般规定 136

9.2 照度测量 136

9.3 眩光测量 139

9.4 现场显色指数和色温测量 140

9.5 照明功率密度测量 140

9.6 检测报告 140

附录 A 照度计算和测量网格及摄像机位置 141

附录 B 眩光计算 142

附录 C 马道位置设置方法与设计参数 143

1 总 则

1.0.1 制定本标准的目的和原则，是在总结我国体育场馆照明设计与建设经验的基础上，吸收国际和国外先进标准内容，统一照明设计标准和检测方法，提高体育场馆照明设计质量，确保体育场馆的使用功能，并做到安全适用，技术先进，经济合理、节约能源制定的。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围，根据实际应用的需要，本标准适用于主要运动项目的体育场馆，包括新建、扩建和改建体育场馆的照明设计及体育场馆的照明检测。

1.0.3 体育场馆的照明设计与检测应符合国际照明委员会（CIE）相关标准的规定。同时，也应符合国际各体育组织，如国际单项体育联合会总会（GAISF）、国际足球联盟（FIFA）、国际田径联合会（IAAF）；电视广播机构，如奥林匹克广播服务公司（OBS）、北京奥运会转播公司（BOB）等对于赛事及其转播的要求。

有关体育场馆建设的标准、规范随着大量体育场馆的兴建逐步得到完善，在场馆建设时应根据实际需要进行照明设计，兼顾赛时与赛后的充分利用，达到既经济又实用的目的。为了提高体育场馆的使用效率，大多数体育场馆都是多功能、多用途的，除了各项体育运动，也能用于非体育运动，如音乐会和其他文化活动。大型体育设施可为容纳大批人群的各项活动提供服务，这样可使它们在经济上受益。

2 术语和符号

本章术语符号部分引自现行行业标准《建筑照明术语标准》JGJ/T 119，同时也参照了国际上相关体育照明标准的术语定义，并加以统一和赋予新的含义。增加了运动场地、比赛场地、特殊显色指数、色品、色品坐标、色容差、发光二极管（LED）灯、频闪比等术语及 HDTV 等符号。为方便使用本章将术语和符号分列为两节。

3 基本规定

3.0.1 本条体育场馆照明分级是在参考国际和国外照明标准分级并结合我国实际使用要求制订的。本次修订对表 3.0.1 增加了注“Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ也适用于有特殊要求的其他比赛”，主要是随着我国体育体制的不断改革，非国家级的体育赛事也开始出现并可能逐渐成为主流，这些赛事可能要进行电视转播，因此对体育场馆照明的要求可能会达到Ⅳ级、Ⅴ级甚至Ⅵ级，增加这一内容也是为了满足实际需求和未来的发展。体育场馆赛事分类表 1 是根据国家和国际等赛事的规模和重要程度得出的，同时也参考了现行行业标准《体育建筑设计规范》JGJ 31 的建筑设计等级分类。体育运动等级从训练到重大比赛共分为六个等级，本标准Ⅵ级、Ⅴ级、Ⅳ级、Ⅲ级与现行行业标准《体育建筑设计规范》JGJ 31 的特级、甲级、乙级、丙级基本对应，但不完全吻合，如现行行业标准《体育建筑设计规范》JGJ 31 中的特级是指特别重要并有重大意义的体育建筑（奥运会主场馆和足球世界杯主场），而本标准Ⅵ级是指要求高清晰度电视（HDTV）转播的所有场馆，有现行行业标准《体育建筑设计规范》JGJ 31 中的特级，也有甲级。所划分的体育赛事分类，为合理使用体育场馆功能等级提供了参考依据。体育场馆照明使用功能等级对应的体育赛事类别见表 1～表 3。

表 1 体育场馆使用功能分级及赛事分类

等级	使用功能	赛事分类
Ⅲ	专业比赛	省、市体育单项运动协会组织的，由专业或职业运动员参加的比赛

续表 1

等级	使用功能	赛事分类
IV	国家比赛、 国际比赛	国际邀请赛、一般国际单项比赛、一般洲际单项比赛、国际巡回赛、全国青年运动会、少数民族运动会、国内一般单项比赛、国内单项系列赛、省运会等，即重大国家、国际比赛界定范围之外的国家、国际比赛
V	重大国家比赛、 重大国际比赛	国际奥委会举办的比赛、国际奥委会所承认的 A 类国际单项体育组织举办的各类比赛（如奥运会、世界锦标赛、世界杯、洲际杯以及相应的预选赛等）以及国家体育总局（中国奥委会）举办的比赛、国家体育总局（中国奥委会）所承认的国家单项体育组织举办的各类比赛（如全国运动会、全国单项锦标赛、全国单项联赛等）
VI	重大国家比赛、 重大国际比赛 (HDTV 转播)	奥运会、世界锦标赛、世界杯、洲际杯（足球、篮球、排球、乒乓球、游泳跳水以及羽毛球等）、全运会等，或由电视转播机构和赛事要求所认定的其他赛事

表 2 国际足联 (FIFA)、国际田联 (IAAF) 比赛分级

有电视转播的比赛		无电视转播的比赛	
等级	比赛类型	等级	比赛类型
V 级	国际比赛	Ⅲ级	国家比赛
IV 级	国家比赛	Ⅱ级	联赛、俱乐部比赛
—	—	I 级	训练、娱乐

表 3 国际单项体育联合会总会 (GAISF) 比赛分级

业余水平	专业水平
体能训练	体能训练
非比赛、娱乐活动	国家比赛
国家比赛	TV 转播国内比赛
—	TV 转播国际比赛
—	HDTV 高清晰度电视转播比赛
—	应急电视

3.0.2 体育运动和竞赛项目日趋发展和普及，参与者和观看比

赛的人越来越多，对照明的要求也就越来越高，照明设施必须保证运动员和教练员能够看清比赛场地上所发生的一切活动和场景，这样他们才能达到最佳表现，观众也必须在舒适宜人的环境条件下紧随运动员和比赛进行观看。体育场馆照明设计除应满足现场各类人员的需求外还应为观看比赛的广大电视观众提供高质量的电视转播场景。运动员和观众的照明要求可能与电视转播的要求不一致，此时应通过调整摄像机或其他手段予以解决。如射击场除目标照度要求比较高外，其他位置的照度要求都不是很很高，色温也不宜过高，这与摄像的要求会有矛盾，此时应对摄像机进行调整。

3.0.3 重大国际比赛 HDTV 转播照明的各项技术指标明显高于其他照明模式的要求，特别是高清晰度电视转播照明主摄像机方向的垂直照度高达 $2000\text{lx} \sim 2500\text{lx}$ ，均匀度 U_1 和 U_2 分别达到 0.6 和 0.7。单从运动员、裁判员来说并非需要这样高的标准。针对目前体育场馆建设状况，实测调查表明，有些体育场馆不可能进行 HDTV 转播重大国际比赛也按高标准设计，这不仅是一种资源上的浪费，而且也没有必要。这里重大国际比赛一般指奥运会、世锦赛、世界杯等。对于每项重大国际比赛国际相关体育组织和组织机构还会对照明提出具体的要求，如满足某些特定摄像机的要求等，所以本条规定其照明还应符合国际相关体育组织和组织机构的技术要求。

3.0.4 对于重大比赛的主场馆，往往承担着开、闭幕式的任务，在照明设计时应予以充分考虑，特别是照明电气系统考虑其他用途要留有足够的余量。此外，对重大比赛场馆内的国旗、会旗、礼旗、颁奖区、混合采访区也要设置照明，以国际奥林匹克转播服务机构（OBS）为例，通常有国旗、会旗、礼旗等，有升旗和交接仪式，需要重点照明。颁奖区对于每项比赛往往也有特定的位置，需要增加重点照明。混合采访区有时设在出入口或通道处，也有必要加强此区域的照明。一般摄像机方向的垂直照度不应低于 1000lx ，但不得低于背景照度。

3.0.5 体育场馆照明除比赛场地照明外，还应考虑观众席照明和应急照明。观众席照明的目的除一般地满足看清座位的需要外，更重要的是为了满足电视转播摄像要求，包括对一些重要官员和著名人物的特写和慢镜头回放。体育场馆的特点往往是建筑体量比较大，可容纳数千人甚至数万人，人多密度大，保证大批人群安全出入体育场馆极其重要，特别是在发生紧急情况下，应急照明就更必不可少。

3.0.6 在某些情况下，投光灯具由于体育设施的客观限制不能安装于最佳位置，以致造成照明设施很难达到既定的照明标准值或产生不能容忍的眩光。此时最重要的是建筑师和照明设计师的密切配合，这种合作需要从方案设计阶段开始直到新的体育场馆最后完成，在整个建筑物建造中，无论在室内（如顶棚系统和马道位置）或室外（如赛场屋顶）对构造与设施进行整合尤为重要，其结果会获得满意的效果。

3.0.7 在照明设计时应根据不同的运动项目，运动场地的大小，实际使用中最高应用级别等情况选择相对应的照明标准值，出于照明节能的考虑，不宜进行超级别设计。照明设计标准未给出上限值，在设计时一般不应高出上一级标准值，对于最高一级标准在考虑维护系数的情况下能达到标准就可以了，并非越亮越好。目前，体育场馆照明设计指标普遍偏高，应加以适当控制，出于经济的原因，国际上还提出了使用非对称的照明系统，如体育场，在主摄像机侧照明设施提供规定的垂直照度值，而在相对一侧的垂直照度可为该值的60%，这与全对称照明系统相比较可节省总的照明投资费用。但在田径赛事中摄像机的位置极其灵活，与这种照明系统会有矛盾，还应考虑实际应用的需要。

3.0.8 为检验照明计算与照明设施安装完成后的符合情况应进行照明检测。对于那些正在使用中的体育场馆如果用来举行重大比赛，在正式比赛前也应进行照明检测，对于检测不合格的项目需要进行设备的更新和升级。为保证检测数据准确性，应委托国家授权的权威检测机构进行照明检测。

4 照明标准

4.1 一般规定

4.1.1 本标准所规定的照度值为比赛场地参考平面上的平均使用照度值。比赛场地是指主赛区或总赛区，本标准除羽毛球和网球有总赛区（内场和外场）以外，其余项目均只有主赛区。国际照明委员会（CIE）技术报告《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169 - 2005 给出了使用照度与维持照度的关系（图 1）。

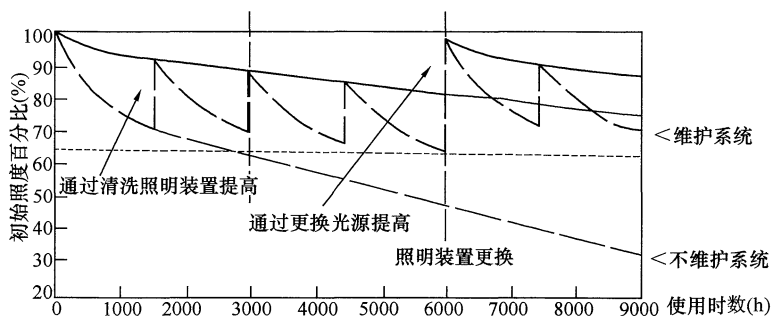


图 1 使用照度与维持照度的关系

图 1 中使用照度与维持照度的关系可用公式（1）和公式（2）计算：

$$E_{\text{使用}} = 0.8 \times E_{\text{初始}} \quad (1)$$

$$E_{\text{维持}} = 0.8 \times E_{\text{使用}} = 0.64 \times E_{\text{初始}} \quad (2)$$

式中： $E_{\text{初始}}$ ——初始照度，即照明装置新装时在规定表面上的照度（lx）；

$E_{\text{使用}}$ ——使用照度（lx）；

$E_{\text{维持}}$ ——维持照度（lx）。

本标准附录 A 中参考平面的高度，其中水平照度参考平面的高度主要是按照《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169-2005 和各运动项目的实际高度确定的，垂直照度参考平面的高度主要是按照国际各体育组织和电视广播机构的规定确定的。

4.1.2 均匀度是评价照明质量的重要指标之一。由于电视转播的需要，体育照明还增加了最小/最大的均匀度指标，即 U_1 。

4.1.3 眩光指数的计算方法是依据《室外运动场地和区域照明的眩光评价系统》CIE 112-1994 的公式确定。编制组在此基础上，提出了室内体育馆眩光的评价系统。体育场馆的不舒适眩光应满足本标准的相关要求。

4.1.4 色温和显色指数对电视转播质量有着重要影响，本章规定的指标是在参考国际相关标准，并经编制组实验研究确定的。

4.2 室内场地照明标准值

4.3 室外场地照明标准值

4.2.1~4.3.15 各表中所列照明标准值是参考国际照明委员会 (CIE) 标准，国际体育组织标准和广播电视机构对体育场馆的照明要求，在大量的实例调查结果以及总结设计和使用中的实践经验的基础上，并通过对重要技术指标进行科学论证制定的。特别是在编写本标准的过程中将 CIE 技术报告《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169-2005 内容搜集进来，充实了标准的内容，使之更具科学性和实用性。

1 国内外体育照明标准

本标准规定的照明标准值参考了国际田联 (IAAF)、国际足联 (FIFA)、国际单项体育联合会 (GAISF)、奥林匹克广播服务公司 (OBS)、国际照明委员会 (CIE)、中国田协 (CAA)、中国网协 (CTA) 等国内外标准的相关规定 (表 4~表 18)。

国际田径联合会 (IAAF) 2008 年赛事照明要求 (中国田径

协会采用)：

表 4 无电视转播照明要求

比赛分级	水平照度			色温 (K)	一般显色 指数 R_a	眩光 指数 GR
	E_{have}^* (lx)	最低照度 均匀度				
		U_1	U_2			
I 级（训练、娱乐）	75	0.3	0.5**	>2000	>20	≤50
II 级（业余比赛）	200	0.4	0.6	>4000	≥65	
III 级（国家、国际比赛）	500	0.5	0.7	>4000	≥80	

- 注：1 * 数值为考虑了灯具维护系数后的最低平均照度值，即表中数值乘以 1.25 等于最低初始照度值；
- 2 ** 当仅使用跑道时，内场灯关闭，照度均匀度 U_2 不小于 0.25；
- 3 对于举办国家、国际比赛的场地照明每 5m 的照度均匀度梯度不大于 20%。

表 5 有电视转播照明要求

比赛分级	摄像类型	垂直照度			光源 色温 (K)	光源显 色指数 R_a	眩光 指数 GR
		E_{vave}^* (lx)	最低照度均匀度				
			U_1	U_2			
国家和国际比赛+ 应急 TV 照明	固定摄像	1000	0.4	0.6	>4000	≥80	≤50
重大国际比赛	慢动作	1800	0.5	0.7	>5500	≥90	
	固定摄像	1400	0.5**	0.7**			
	移动摄像	1000	0.3	0.5			
	终点摄像	2000	—	—	—	—	

- 注：1 * 数值为考虑了灯具维护系数后的最低平均照度值，即表中数值乘以 1.25 等于最低初始照度值；
- 2 ** 终点摄像垂直照度均匀度 U_1 和 U_2 应当不小于 0.9；
- 3 每 5m 的照度均匀度梯度不应超过 20%；
- 4 平均水平照度与平均垂直照度的比值满足： $0.5 \leq E_{have}/E_{vave} \leq 2$ ；
- 5 第一排观众席垂直照度与场地垂直照度比值不小于 0.25；
- 6 场地四个朝向的垂直照度均匀度 U_1 应不小于 0.3。

国际足球联合会（FIFA）2003 年足球场人工照明标准：

表 6 无电视转播的赛场人工照明标准推荐值

比赛分级	水平照度 (lx)	照度均匀度	眩光指数	光源色温	光源显色指数
	E_{have}^*	U_2	GR	T_{cp}	R_a
Ⅲ级	500	0.7	≤ 50	$>4000\text{K}$	≥ 80
Ⅱ级	200	0.6	≤ 50	$>4000\text{K}$	≥ 65
Ⅰ级	75	0.5	≤ 50	$>4000\text{K}$	≥ 20

注：* 数值为考虑了灯具维护系数后的照度值，即表中数值乘以 1.25 等于初始照度值。

表 7 有电视转播的赛场人工照明标准推荐值

比赛 分级	摄像类型	垂直照度			水平照度			光源 色温 (K)	光源显 色指数 R_a
		E_{vave} (lx)	照度均匀度		E_{have} (lx)	照度均匀度			
			U_1	U_2		U_1	U_2		
Ⅴ级	慢动作	1800	0.5	0.7	1500~3000	0.6	0.8	>5500	≥80 最好 ≥90
	固定摄像	1400	0.5	0.7					
	移动摄像	1000	0.3	0.5					
Ⅳ级	固定摄像	1000	0.4	0.6	1000~2000	0.6	0.8	>4000	≥80

注：1 照度值应考虑维护系数，推荐灯具维护系数为 0.80，照度的初始数值应为表中数值的 1.25 倍；

2 每 5m 的照度均匀度梯度不应超过 20%；

3 眩光指数 GR 不大于 50。

国际曲棍球联合会（FIH）2007 年赛事照明要求：

表 8 2007 年赛事照明要求

	分 级	运 动 级 别	水 平 照 度	垂 直 照 度	水平照度 均匀度		垂直照度 均匀度		GR	R_a	T_{cp}^*
					U_1	U_2	U_1	U_2			
非 电 视 转 播	Ⅲ	训练 娱乐	>300	—	>0.5	>0.7	—	—	<55	>20	>2000
	Ⅱ	业余 比赛	>500	—	>0.5	>0.7	—	—	<50	>65	>4000
	Ⅰ	国家国 际比赛	>750	—	>0.5	>0.7	—	—	<50	>65	>4000
电 视 转 播		CTV> 75m	1000~ 2000	>1000	>0.5	>0.7	>0.4	>0.6	<50	>80 (* * 90)	>5000
		CTV> 150m	1500~ 3000	>1400	>0.5	>0.7	>0.4	>0.6	<50	>80 (* * 90)	>5000
		HDTV	1500~ 3000	>2000	>0.7	>0.8	>0.6	>0.7	<50	>90	>5000

注：1 CTV为最大摄像机距离；

2 * 同一场馆应当采用相同色温的光源；

3 * * 电视转播比赛显色指数推荐值。

国际曲棍球联合会（FIH）2011 年赛事照明要求：

表 9 2011 年赛事照明要求

	分 级	运 动 级 别	水 平 照 度	垂 直 照 度	水平照度 均匀度		垂直照度 均匀度		GR	R_a	T_{cp}^*
					U_1	U_2	U_1	U_2			
非 电 视 转 播	Ⅲ	训练 娱乐	>200	—	>0.5	>0.7	—	—	<55	>65	>4000
	Ⅱ	业余 比赛	>250	—	>0.5	>0.7	—	—	<50	>65	>4000
	Ⅰ	国家国 际比赛	>500	—	>0.5	>0.7	—	—	<50	>65	>4000

续表 9

	分 级	运 动 级 别	水 平 照 度	垂 直 照 度	水 平 照 度 均 匀 度		垂 直 照 度 均 匀 度		GR	R _a	T _{cp} *
					U ₁	U ₂	U ₁	U ₂			
电 视 转 播	地方性赛事		800~ 1000	>750	>0.65	>0.7	>0.65	>0.7	<50	>65	>4000
	国家级赛事		1500~ 3000	>1400	>0.65	>0.7	>0.65	>0.7	<50	>65	>4000
	国际赛事		1500~ 3000	>2000	>0.70	>0.8	>0.65	>0.8	<50	>65	>4000

注：* 同一场馆应当采用相同色温的光源。

国际足球联合会（FIFA）2011 年足球场人工照明标准：

表 10 无电视转播的赛场人工照明标准推荐值

比赛分级	水平照度 (lx)	水平照度均匀度	光源色温	光源显色指数
	E_{have}^*	U_2	T_{cp}	R_a
Ⅲ级	750	0.7	>4000K	≥65
Ⅱ级	500	0.6	>4000K	≥65
Ⅰ级	200	0.5	>4000K	≥65

注：1 * 数值为考虑了灯具维护系数后的最低照度值，即表中数值乘以 1.4 等于最低初始照度值；

2 每 10m 的照度均匀度梯度不超过 30%；

3 运动员主要运动方向避免直射眩光。

表 11 有电视转播的赛场人工照明标准推荐值

比赛 分级	摄像类型	垂直照度			水平照度			光源 色温 (K)	光源显 色指数 R_a
		E_{vave} (lx)	照度均匀度		E_{have} (lx)	照度均匀度			
			U_1	U_2		U_1	U_2		
V 级	固定摄像	>2000	0.6	0.7	3500	0.6	0.8	>4000	≥65
	移动摄像	1800	0.4	0.65	—	—	—	—	—

续表 11

比赛 分级	摄像类型	垂直照度			水平照度			光源 色温 (K)	光源显 色指数 R_a
		E_{vave} (lx)	照度均匀度		E_{have} (lx)	照度均匀度			
			U_1	U_2		U_1	U_2		
Ⅳ级	固定摄像	2000	0.5	0.65	2500	0.6	0.8	>4000	≥ 65
	移动摄像	1400	0.35	0.6					

- 注：1 照度值应考虑维护系数，推荐灯具维护系数为 0.70，照度的初始数值应不小于表中数值的 1.40 倍；
- 2 每 10m 的照度均匀度梯度不应超过 30%；
- 3 对所有等级眩光指数 GR 不大于 50。

国际单项体育联合会总会（GAISF）室内外体育场馆人工照明指南：

表 12 国家级赛事照明标准推荐值

摄像机 类型	水平照度 (lx)	水平照度 均匀度 min/ave	水平照度 均匀度 min/max	垂直照度 (lx)	垂直照度 均匀度 min/ave	垂直照度 均匀度 min/max	显色 指数	眩光 限值
摄像机	1000~2000	0.7	0.5	1000	0.6	0.4	>80	<50

表 13 重大赛事照明标准推荐值

摄像机 类型	水平照度 (lx)	水平照度 均匀度 min/ave	水平照度 均匀度 min/max	垂直 照度 (lx)	垂直照度 均匀度 min/ave	垂直照度 均匀度 min/max	显色 指数	眩光 限值
HDTV 转播	1500~3000	0.8	0.7	2200	0.7	0.6	>90	<50
慢镜头	1500~3000	0.8	0.6	1800	0.7	0.5	>80	<50
固定 摄像机	1500~3000	0.8	0.6	1400	0.7	0.5	>80	<50

续表 13

摄像机类型	水平照度 (lx)	水平照度 均匀度 min/ave	水平照度 均匀度 min/max	垂直 照度 (lx)	垂直照度 均匀度 min/ave	垂直照度 均匀度 min/max	显色 指数	眩光 限值
移动摄像机	1500~3000	0.8	0.6	1200	0.5	0.3	>80	<50

注：1 平均水平和垂直照度比率：推荐照度比率为 0.75~1.5。如果有高清转播，其他相机的水平照度均按照高清转播来处理；

2 min/ave 表示最小值与平均值的比值，min/max 表示最小值与最大值的比值。

2008 年奥运会 BOB 电视转播照明要求：

主要以满足电视转播为主，除了考虑到一些项目和场地的特点（如拳击、射击、击剑等）有些特殊要求以外，其各个场馆的照明要求基本相同（表 14）。

表 14 2008 年奥运会电视转播照明要求

区域	照度 (lx)		均匀度			
	$E_{v-cam-min}$	E_{h-ave}	U_h		U_v	
			$E_{h-min}/$ E_{h-max}	$E_{h-min}/$ E_{h-ave}	$E_{v-min}/$ E_{v-max}	$E_{v-min}/$ E_{v-ave}
FOP	1400	参见	0.7(0.8)	0.8(0.9)	0.6(0.7)	0.7(0.8)
FS (移动摄像机)	1000	比率	0.6	0.7	0.4(0.6)	0.6(0.7)
Run-off	—	≤150	0.4	0.6	—	—
观众席 12 排面向 Cam1 #	—	参见 比率	—	—	0.3	0.5

注：1 E_{v-min} 为任一点的垂直照度最小值， E_{v-ave} 为垂直照度平均值， $E_{v-cam-min}$ 为摄像机方向垂直照度最小值， E_{h-ave} 为水平照度平均值， E_{h-min} 为水平照度最小值；

2 如果所有固定摄像机的照度不低于 1400lx，则移动摄像机垂直照度 E_{v-min} 应不低于 1000lx；

3 比赛场地内任一点上与场地四边平行的四个正交垂直面上的 E_{v-min} 与 E_{v-max} 之比应等于或大于 0.6；

4 FOP 为围栏内的区域；

5 FS 为围栏与主赛区 (PA) 之间的区域；

6 Run-off 为通道，围栏与观众席之间的区域。

2014 巴西世界杯足球赛照明要求：

表 15 巴西世界杯足球赛照明要求 1

等级	照度 计算	垂直照度			水平照度			光源特性	
		对摄像机 垂直照度 (E_{v-cam})	均匀度		照度值	均匀度		色温	显色 指数
		lx	U_1	U_2	lx	U_1	U_2	T_{cp}	R_a
V (国际重大比赛)	场内 摄像机	>1800	0.6	0.7	水平照度与 垂直照度比： 1.5 倍~2 倍	0.7	0.8	5, 600 $\leq T_{cp}$ $\leq 6,500$	≥ 90
	四边垂 直照度	—	0.5	0.7					
	固定 摄像机	>2000	0.6	0.7					

表 16 巴西世界杯足球赛照明要求 2

均匀度梯度 (UG)	$UG \leq 15\%$ ，纵向 5m/横向 4.5m
变化系数 (CV)	$CV \leq 0.13$
观众席垂直照度 (前 12 排)	为主摄像机垂直照度的 0.25~0.33
四方向垂直照度比 (最小/最大)	大于 0.6

注：括号内数值为电视转播一般显色指数推荐值。

2014 年索契冬奥会照明要求：

表 17 2014 索契冬奥会照明要求

摄像类型	最小垂直照度 E_{vmin} (lx)	光源色温 (K)	光源显色指数 R_a
移动摄像	≥ 1000	≥ 5600	≥ 90
主摄像机	≥ 1400		
超慢镜头回放	≥ 2000		

注：1 计算和测量要求：水平照度高度取 0m，垂直照度高度取 1.5m，网格间距为 2m；

2 灯具布置应避免朝向摄像机的直射眩光及冰面或雪的反射光。

国际冬季两项联盟竞赛规则照明要求：

表 18 冬季两项照明要求

照明区域	照度值 (lx)
场区、赛道	≥ 300 (最小值)
终点线、射击靶、校枪纸靶	≥ 1000
场区 (有电视转播)	≥ 1000

注：当有电视转播时，照明尚应满足电视转播要求。

2 体育场馆现场实测调查

实测调查数据来源于现场检测和实际场馆照明设计，调查项目包括各类体育场馆，其中以室外体育场、综合体育馆、网球馆、游泳馆居多，有比赛场馆和训练场馆。参与统计分析的体育场馆数据共计 900 多个，其中比赛场馆 462 个和训练场馆约 440 个。调查的内容包括照明数量和质量指标，有水平照度、垂直照度、照度均匀度、照度比率、显色指数、色温、眩光指数等，一些主要项目的实测调查结果见表 20、表 21，为编制我国《体育场馆照明设计及检测标准》提供了参考数据。

其中对有电视转播的 462 个场馆的功能等级进行了统计（表 19）。V 级场馆数量略多于 IV 级和 VI 级。

表 19 场馆数量和比赛等级统计

类型	IV	V	VI	总数 (个)
体育场	51	55	47	153
体育馆	60	74	84	218
网球馆	19	21	8	48
游泳馆	13	13	17	43
总计 (个)	143	163	156	462

实测调查结果表明：

- 1) 照度水平：对数据按不同等级使用功能的要求都能达到本标准的规定，其中还有个别场馆的照度值偏高。

表 20 体育馆照明实测调查结果

等级	使用功能	水平照度 E_h (lx)	垂直照度 E_{vmai} (lx)	照度均匀度		一般显色指数 R_a	相关色温 T_{cp} (K)	眩光指数 GR
				水平 U_1	垂直 U_1			
篮 球								
II	业余比赛、专业训练	500~724	—	0.5~0.8	—	62~86	3766~6492	—
III	专业比赛	750~1073	—	0.6~0.8	—	65~90	3807~6366	—
IV	TV 转播国家、国际比赛	1209~2633	1207~1636	0.6~0.8	0.4~0.9	64~91	4210~7172	17~29
V	TV 转播重大国际比赛	1747~3571	1512~2183	0.6~0.9	0.4~0.8	59~92	4211~6712	14~35
VI	HDTV 转播重大国际比赛	2417~4265	1718~3416	0.7~0.9	0.6~0.8	76~90	4677~5653	23~29
体 操								
IV	TV 转播国家、国际比赛	1596~2664	1350~1755	0.5~0.7	0.4~0.6	71~77	4169~5197	23~28
V	TV 转播重大国际比赛	1983~3292	1456~1964	0.5~0.9	0.4~0.7	75~90	4200~5933	22~30
VI	HDTV 转播重大国际比赛	2834~3932	2153~2830	0.7~0.9	0.6~0.9	81~91	5278~5933	26~30
网 球								
II	业余比赛、专业训练	489~893	—	0.6~0.8	—	72~96	5387~5974	36
III	专业比赛	751~1192	—	0.2~0.8	—	58~84	4032~6008	33
IV	TV 转播国家、国际比赛	1035~2670	1063~1652	0.7~0.8	0.4~0.6	67~81	4211~5275	34~42
V	TV 转播重大国际比赛	1341~3032	1400~2470	0.6~0.8	0.5~0.9	67~85	5275~6174	22~48
VI	HDTV 转播重大国际比赛	2295~4362	2067~2768	0.7~0.9	0.6~0.8	65~95	4417~5735	31~44

续表 20

等级	使用功能	水平照度 E_h (lx)	垂直照度 E_{vmai} (lx)	照度均匀度		一般显色指数 R_a	相关色温 T_{cp} (K)	眩光指数 GR
				水平 U_1	垂直 U_1			
游泳、跳水								
II	业余比赛、专业训练	325~559	—	0.3~0.8	—	70~83	4593~5913	—
III	专业比赛	501~1031	—	0.4~0.7	—	63~86	3958~5672	—
IV	TV 转播国家、国际比赛	1324~2292	1027~1736	0.5~0.8	0.4~0.7	72~91	4200~7674	29
V	TV 转播重大国际比赛	1131~3352	1409~2387	0.5~0.9	0.4~0.7	71~91	4609~7074	24~25
VI	HDTV 转播重大国际比赛	2126~4255	2020~3786	0.6~0.8	0.6~0.7	81~95	4000~5900	28
冰 球								
IV	TV 转播国家、国际比赛	2733	1220	0.7	0.5	85	4285	25
V	TV 转播重大国际比赛	2756~2786	1549~2061	0.6	0.5	84~90	5838~5900	22~24
VI	HDTV 转播重大国际比赛	2272~3940	2002~2364	0.8~0.9	0.6~0.7	57~90	4553~5900	21~28

表 21 体育场照明实测调查结果

等级	使用功能	水平照度 E_h (lx)	垂直照度 E_{vmai} (lx)	照度均匀度		一般显色指数 R_a	相关色温 T_p (K)	眩光指数 GR
				水平 U_1	垂直 U_1			
足 球								
II	业余比赛、专业训练	500~724	—	0.5~0.8	—	62~86	3766~6492	—
III	专业比赛	750~1073	—	0.6~0.8	—	65~90	3807~6366	21
IV	TV 转播国家、国际比赛	1209~2633	1207~1636	0.6~0.8	0.4~0.8	64~91	4210~7172	17~29
V	TV 转播重大国际比赛	1747~3571	1512~2183	0.6~0.9	0.4~0.8	59~92	4211~6712	14~35
VI	HDTV 转播重大国际比赛	2417~4265	1718~3416	0.7~0.9	0.6~0.8	76~90	4677~5653	23~29
田 径								
II	业余比赛、专业训练	327~460	—	0.5~0.62	—	80~84	5200~6190	51.5
III	专业比赛	561~870	—	0.2~0.8	—	76~90	5432~6300	50
IV	TV 转播国家、国际比赛	1127~1922	1000~1741	0.4~0.8	0.4~0.5	61~91	4285~6494	25~49
V	TV 转播重大国际比赛	1042~2577	1400~2067	0.4~0.85	0.4~0.6	66~90	4370~6261	33~50
VI	HDTV 转播重大国际比赛	1835~3116	2000~2814	0.7~0.9	0.6	82~90	5059~5960	42~49

- 2) 照度均匀度：有不少体育场馆达不到标准规定的要求，特别是垂直照度均匀度较难达到，这往往是由于灯具配光不合理或设计上的问题造成的，如经过调试均匀度还达不到要求，那就有可能是因建筑马道预留灯位不恰当引起的。只要以上问题能处理好，满足标准规定的均匀度是没有问题的。
- 3) 光源的显色性和色温：最近几年新建的体育场馆所采用的照明光源具有良好的显色性，只要按需要对光源提出这方面的具体要求，光源的显色性和色温都能达到标准的规定。
- 4) 眩光指数：在实测的体育场馆中，有少数体育场馆有明显的眩光感觉。

通常是由于灯具的安装高度不够或灯具布置不合理及光的投射角度没有控制好引起的，眩光指数是照明质量中的重要指标，在设计中应给予足够重视。

对于雪上运动项目因我国开展较少，且多在白天进行，主要是参考国际相关标准和单项组织竞赛规则的有关条款制订的。鉴于雪上运动项目场地线路一般都比较长，电视转播重点是针对主要功能区。

3 关于标准重要技术指标的实验研究

1) 光源显色性对电视图像色彩还原影响研究

本研究通过主观评价和客观测量，对几种不同光源下的实景物体和视频图像色彩还原能力开展测试与评价。

实验用光源：本研究所选择的实验用光源包括标准光源卤钨灯，以及标称显色指数为 65、80 和 90 的金卤灯；另选择了标称 65、80 和 90 的 LED 灯进行了实景物体色彩还原主观评价研究。七种光源的具体实测性能参数见表 22。

为确保评价的合理性，本研究规定采用相同的照度（2000lx）、相同的色温（4000K）条件下进行。

评测人员：参加实景物体色彩还原主观评价（金卤灯）的人

数共 35 人，其中男 23 人女 12 人。参加实景物体色彩还原主观评价（LED 灯）的人数共 40 人，其中男 27 人女 13 人。参与视频评价共 20 人，男 14 人，女 6 人。

表 22 光源显色指数

光源类型	显色指数		光源色温 (K)
	R_a	R_9	
卤钨灯	99.9	99	3226
金卤灯 1	64.8	—137	4019
金卤灯 2	83.5	—19	4213
金卤灯 3	88.0	70	3851
LED 灯 1	93.1	79	3639
LED 灯 2	81.2	5	4043
LED 灯 3	64.7	—54	3749

注：本表数据均为实测值。

测评结果：将上述实验研究结果按评价方式和光源显色指数进行归纳（表 23、表 24）。

表 23 实景主观评价结果

分 类		$R_a \geq 65$			$R_a \geq 80$			$R_a \geq 90$		
		鲜花	水果	色卡	鲜花	水果	色卡	鲜花	水果	色卡
金卤灯与卤钨灯		1.6	1.9	1.9	4.2	4.1	4.2	4.9	4.6	4.7
LED 与卤钨灯		2.5	2.8	2.6	3.9	4.1	3.9	4.9	4.8	4.5
平均值 (分)	金卤灯	1.80			4.17			4.74		
	LED 灯	2.63			3.90			4.73		

表 24 视频主观评价结果

分类	$R_a \geq 65$				$R_a \geq 80$				$R_a \geq 90$			
	鲜花	水果	人物	色卡	鲜花	水果	人物	色卡	鲜花	水果	人物	色卡
金卤灯与 天然光	2.4	2.9	2.1	2.2	4.1	4.2	3.9	3.8	4.7	4.8	4.4	4.3
金卤灯与 卤钨灯	2.4	2.9	2.0	2.7	4.2	4.4	4.0	3.9	4.8	4.7	4.6	4.4
平均值 (分)	2.50				4.13				4.63			

结论：

①显色指数 65 的光源与显色指数 80 及以上光源照射下的场景主观评价存在较为明显而显著地差异；

②显色指数 80 的光源与显色指数 90 的光源之间的差异相对较小，且均能得到较为良好的视觉环境质量；

③在现场评价中，光源对于红色目标的还原能力，也就是光源特殊显色指数 R_9 ，是影响视觉环境评价的重要因素之一。

2) 《电视照明用 LED 光源显色性评价标准》——欧洲广播联盟标准 (Television Lighting Consistency Index , 缩写 *TLCI*-2012)

国际照明委员会 (CIE) 定义的显色指数 *CRI* 反映人眼对光源色的感知程度，*TLCI* 反映摄像机对光源色的接受和色彩的还原程度，也就是说，*CRI* 是针对人眼的，*TLCI* 是针对摄像机的。同样用 0~100 的数值来表示光源在电视照明环境中色彩还原的表现能力，但两者之间还是有差别的，反映在对颜色的敏感曲线不完全相同，峰值也不相同。

对现有几种金卤灯产品进行测试，得到 *CRI* 值和 *TLCI*-2012 值的换算结果，*CRI*: 87, 80, 58 对应的 *TLCI*-2012 值为: 90, 47, 22。两者具有正相关性。对于 *CRI* 来说，图像后期处理可以 *TLCI*-2012 作为参考 (表 25)。

表 25 光源 *TLCI*-2012 数值与后期处理之间的关系

<i>TLCI</i> -2012 值	后 期 处 理
85~100	色差非常小，已经达到转播要求
75~85	需要少许后期处理
50~75	需要较多后期处理
25~50	色彩表现差，处理后也很难达到转播要求
0~25	色彩表现差，处理后也无法达到转播要求

3) 在 8 种不同 LED 光源下对特殊显色指数 R_9 的评价

本研究得到丹麦能源协会的支持，收录于 2013 年 CIE 国际

会议论文集。

本研究以特殊显色指数 R_9 对于红色和白种人肤色的主观感受的影响进行了评价，测试者均未经过训练。测试光源为市场上可获得的 LED 光源，这些光源的相关色温和一般显色指数均接近，但是 R_9 值存在差异。研究发现，测试者对于 R_9 值较高的光源有更高的评价。可以发现从多数的消极反应转化为多数的积极反应的 R_9 数值大约为 20。

根据欧洲室内照明标准，应适当考虑个别特殊显色指数来更准确的识别物体颜色和肤色（EN 12464，2011）。对于肤色来说，饱和红色是非常重要的（Martinkauppi，2002）。本实验研究的目标在于评价 R_9 对于孟氏色卡的颜色感知测试者皮肤颜色显色性的影响，实验中，测试者的皮肤经由市场上可获得的 LED 白光光源进行照射。

实验光源：对 266 种不同的 LED 光源进行光度和色度的测试，从其中选出了 8 种白光光源进行本实验。其中 7 种 LED 光源的相关色温比较接近（从 2909K~3056K），一般显色指数为 80 ± 2 ， R_9 变化范围从 3~27。额外选择一种明显低色温的 LED 光源。LED 光源色度参数列于表 26。

表 26 八种 LED 光源色度参数表

分组	光源编号	相关色温	一般显色指数	R_9	$Duv (10^{-3})$
A	A1	2988	79.6	17.0	3.2
	A2	2704	82.8	17.3	0.86
	A3	2965	79.8	21.6	-4.6
	A4	2959	81.9	26.7	-5.6
B	B1	3056	78.8	3.0	1.9
	B2	2950	81.3	9.6	-0.78
	B3	2909	81.4	23.5	-1.6
	B4	2939	81.2	25.5	-5.4

共有 64 名颜色视觉正常的测试者参与了本次 LED 光源的评价。他们的视觉均正常或者校正到正常。其中有 29 名男性和 35 名女性，均为白种人，年龄在 18 岁~39 岁之间（平均年龄 23.7 岁）。

根据实验结果，可明显发现肤色显色性与 R_9 的关系，即呈正相关的关系。实验显示皮肤红色的显色与 R_9 没有明显的关系，但是当 R_9 小于 20 时，评价为显色较差。

当色温在 2909K 到 3056K 之间， R_9 小于 20 时，肤色显色被评价为非自然；而 R_9 大于 20 时没有使其应有肤色发生改变，至少人眼不足以分辨出其中的差别。

选择的 LED 光源其特殊显色指数 R_9 对皮肤色表会有比较明显的影响。因为 R_9 降低会使得光波大于 600nm 的部分减少。这证明了皮肤色表和 R_9 的相关性，因为皮肤有着多种多样的红色素。皮肤色表和 R_9 的相关性被发现： R_9 值越高，人的皮肤看起来越自然。红色皮肤色素色表和 R_9 并没有明显的变化趋势，但是 LED 光源 R_9 值低于 20 时对其显色性较差。

美国能源部（DOE）要求除了 CRI 大于 80 外， R_9 应当大于 0（DOE, 2009；DOE, 2010）。然而实验发现， R_9 的数值应当再增加 20 才能获得好的评价。这个数值始于 SSL 行业文献，但未找到依据，本实验采用市场上可以获得的白光 LED 光源研究 R_9 对红色感知以及白种人皮肤色表的影响。实验发现最明显的相关性就是 R_9 与手背皮肤色表的关系。实验表明 R_9 值越高，肤色就越自然。而积极评价和消极评价的临界点是在 R_9 值 20 左右的位置。本实验得到了一种更为明显的相关性，即 R_9 值越高红色的显色越突出。

4) 体育场馆照明眩光评价研究

本标准眩光指数值是参照《室外运动场地和区域照明的眩光评价系统》CIE 112-1994 制订的。该评价系统仅对室外场所的眩光作出了具体规定，到目前为止，室内体育馆的眩光还没有合适的评价方法。从国内外研究资料及现场实测结果来看，CIE

112 中提出的室外场所眩光评价系统可以应用于室内场馆的眩光评价,但由于室外和室内场所的照明系统和环境特点不相同,使得眩光评价等级和最大眩光限制值也不相同。

体育馆的眩光评价方法和评价等级主要是通过实测调查、分析计算和主观评价制定的。为了验证测量结果与设计计算结果的一致性,我们选择了几个场地对眩光测量值与设计值进行了对比,结果表明,经眩光测试仪测量计算得到的眩光指数 GR 与设计值符合的较好。

根据现场测试及主观评价的结果,得出了体育馆眩光评价等级与眩光指数之间的关系曲线(图 2)。

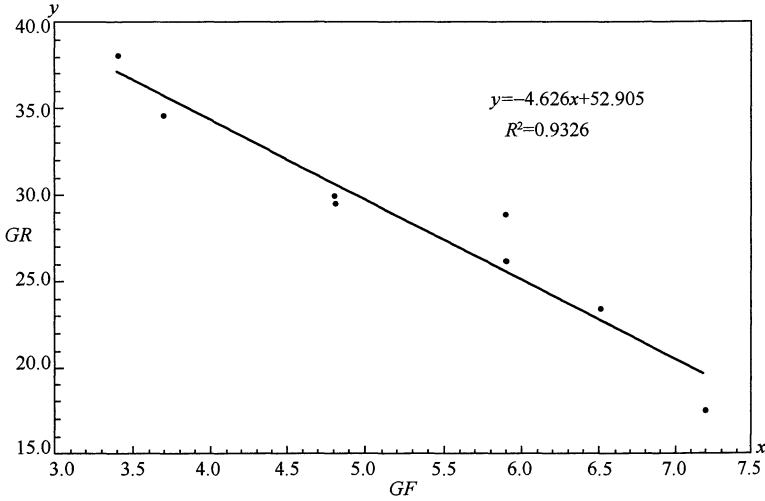


图 2 室内体育馆眩光评价尺度

经过回归分析,可得到 GR 与 GF 有如下关系:即 $GR = -4.626GF + 52.905$,其标准差为 0.9326。所有数据的相关系数 r 为 -0.779 。

主观评价结果表明,眩光评价等级 GF 与眩光测量计算值 GR 之间有更好的相关性,室外场所眩光评价系统可以应用于室内场馆的眩光评价。推荐的室内体育馆眩光评价等级和推荐的眩

光指数值见表 27、表 28。

表 27 眩光评价分级

眩光评价等级 GF	眩光感受	眩光指数 (GR)	
		室外	室内
1	不可接受	90	50
2	—	80	45
3	有干扰	70	40
4	—	60	35
5	刚刚可接受	50	30
6	—	40	25
7	可察觉	30	20
8	—	20	15
9	不可察觉	10	10

表 28 推荐的体育照明眩光指数

应用类型	GR_{max}	
	室外	室内
业余训练和娱乐照明	55	35
比赛照明（包括彩色电视转播）	50	30

本标准室内体育馆眩光指数是根据以上研究结果制订的。

4.4 相 关 规 定

4.4.1 在目前所收集到的照明标准中，总的趋势是体育场馆无电视转播只规定水平照度，有电视转播一般只规定垂直照度或对水平照度值规定一个范围。因为垂直照度的取值主要由摄像机类型和电视转播的要求决定，所以垂直照度的取值相对于每个使用功能较固定，保持水平照度与垂直照度之比在一定范围之内很重要。国际照明委员会《关于彩色电视和电影系统用体育比赛照明指南》CIE 83-1989 中规定 E_{have} ： $E_{vave}=0.5\sim2.0$ ，国际体育联

合会《多功能室内体育场馆人工照明指南》GAISF - 2002 明确规定平均水平照度和平均垂直照度的比值在 0.5~2.0 之间, 国际广播电视服务机构 (OBS) 对体育场馆人工照明的要求中规定主赛区 (PA) $E_{\text{have}} : E_{\text{vave}} = 0.75 \sim 1.50$, 总决赛区 (TA) $E_{\text{have}} : E_{\text{vave}} = 0.5 \sim 2.0$, 根据编制组对我国体育场馆的实测调查统计结果表明 (表 29), 比赛场地体育场水平照度与垂直照度之比在 0.75~1.80; 体育馆在 1.0~2.0 之间比较合理。

表 29 水平照度与垂直照度之比

	0.75~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~3.0	>3.0	总数 (个)
体育场	15	69	11	3 (棒球)	—	98
体育馆	5	66	50	11	3 (排球)	135
游泳馆	1	15	8	1	—	25
网球场	1	2	10	4	3	20

4.4.2 标准中规定电视转播辅摄像机方向的垂直照度均比主摄像机方向的垂直照度低一个等级, 如果将其定为面向场地四条边线垂直面上的照度, 在一般情况下很难达到 (主要受灯具安装位置的限制), 除非提供特别好的马道条件, 往往只有在转播重大比赛时, 场馆建设中预留的马道才做成闭合形式, 面向场地四条边线垂直面上的照度才能达到所要求的照度值。

4.4.3 在重要的体育赛事中, 当电源断电和电源瞬间突变需继续进行比赛和电视转播时, 场地照明应设置电视转播应急照明, 因电压瞬间突变的时间超过 5ms 时, 气体放电灯就会熄灭, 并且需要等待几分钟后才能再启动。这时可以把系统连接到至少两个独立的电源, 使主摄像机在两个系统之一中断时获得最低的照明要求。尽管 UPS、EPS 不间断电源费用较高, 但根据需要也可考虑用于部分照明装置, 此外, 有时也用金卤灯热启动解决, 但热触发装置很贵。为了节约成本, 本标准规定 TV 应急照明适用于重大比赛, 并符合国际相关体育组织和组织机构 (OBS) 的要求, 提供 50% 的 TV 应急照明 (备用照明), 并保证其均匀

度。取消原标准照明标准值表格中对 TV 应急照明的规定，将照明指标纳入本条规定。

4.4.4 关于超慢镜头回放国际体育联合会（GAISF）、国际足联（FIFA）、奥林匹克转播服务机构（OBS）均对慢镜头回放和超慢镜头回放的垂直照度作出规定，要求不小于 1800lx，甚至达到 2000lx 左右。本条还提出了对照明频闪比的规定：评价频闪效应的指标有二个：频闪比和频闪指数。频闪比 $\% = 100 \times (A - B) / (A + B)$ ， A 为输出光通最大值， B 为输出光通最小值；频闪指数 $= A_1 / (A_1 + A_2)$ ， A_1 为光输出平均值以上的面积， A_2 为光输出平均值以下的面积。频闪比的使用更为直观，并在国内一些标准中得到了应用。在实际应用中对于体育场馆照明尤其重要，当转播比赛需要慢动作或超慢动作回放时，画面很容易出现抖动现象。因此伦敦奥运会对体育电视转播频闪作了分类：最大频闪小于 1% 为无频闪；小于 6% 为轻微频闪；小于 10% 为可以接受；大于 10% 为无法忍受。本标准经过实验对频闪比作出了小于 6% 的规定。

4.4.5 体育场馆对照明的要求很高，照明指标控制很严格，照明模式多、数据量大，在照明设计时应该进行照明计算，只有通过照明计算才能更好地符合照明标准中对具体技术指标的要求。本标准附录 A 的规定主要参照国际照明委员会《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》技术报告 CIE 169 - 2005。

4.4.6 本标准维护系数的取值主要是参考相关标准制定的，在国际足联（FIFA）2002 年颁布的《足球场人工照明指南》中规定维护系数为 0.8，即初始值应为标准值的 1.25 倍，国际体育联合会（GAISF）2003 年颁布的《多功能室内体育馆人工照明指南》规定照度的初始值应为比赛场地平均照度值的 1.25 倍，国际照明委员会《关于彩色电视和电影系统用体育比赛照明指南》CIE 83 - 1989 和《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》技术报告 CIE 169 - 2005 中维护系数取值也为 0.8。维护系数是由光源光通衰减、灯具光学系统和发光表面污染以及

环境造成的光衰减所组成，而其中光源光通的衰减是主要因素，一般情况下室内外维护系数可取同一值。

光源光通量衰减参数通常由生产厂家提供。对于密封性能好（活性炭和涤纶毡）的灯具，因灯具积尘引起的光衰较小。光源的光衰参数用百分比表示，光衰举例见图 3。

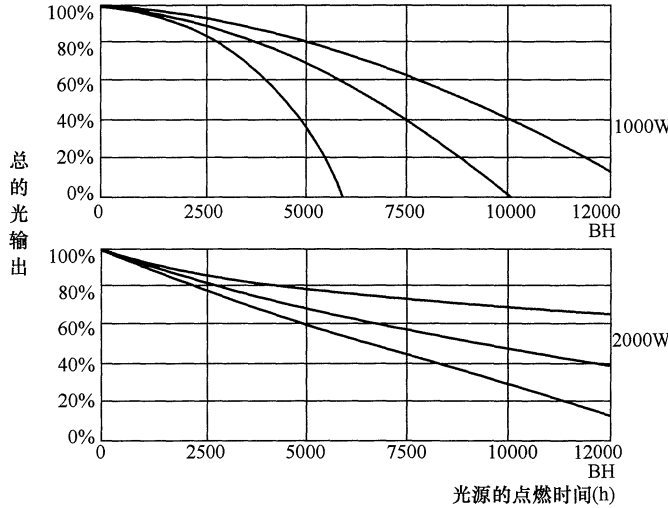


图 3 光输出与点燃时间的关系举例

室外体育场由于光源到达被照面的距离比较长，光辐射在传输过程中会被大气中的介质吸收、散射和反射，因而造成光辐射量的衰减，在照明设计时也应考虑这一因素的影响。室外体育场光在大气中的衰减系数是根据实测和实验研究得出的，在确定室外体育场维护系数时可作为参考，各地区光在大气中的衰减系数见表 30。

4.4.7 在体育比赛中，为了保证电视转播画面的质量，特别是对摇动摄像机还要避免图像丢失，不仅对照度均匀度有要求，而且对均匀度梯度也有要求。本标准均匀度梯度是参照《多功能室内体育馆人工照明指南》(GAISF)和《足球场人工照明指南》(FIFA)制定的。国际广播电视服务机构(OBS)规定：有电视

转播时，当照度计算与测量网格小于 5m 时，每 2m 不应大于 10％；当照度计算与测量网格不小于 5m 时，每 4m 不应大于 20％。均匀度梯度计算点见图 4。

表 30 各地区室外体育场光衰减系数

太阳辐射等级	地 区	光衰减系数 K_a
最好	宁夏北部、甘肃北部、新疆东部、青海西部和西藏西部等	$<6\%$
好	河北西北部、山西北部、内蒙古南部、宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部和新疆南部等	$6\% \sim 8\%$
一般	山东、河北、河北东南部、山西南部、新疆北部、吉林、辽宁、云南、陕西北部、甘肃东南部、广东南部、福建南部、台湾西南部等地	$8\% \sim 11\%$
较差	湖南、湖北、广西、江西、浙江、福建北部、广东北部、陕南、苏北、皖南以及黑龙江、台湾东北部等地	$11\% \sim 14\%$
差	四川、重庆、贵州	$>15\%$

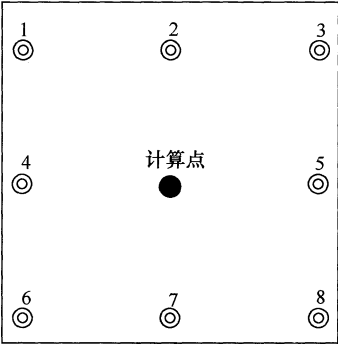


图 4 均匀度梯度计算点

4.4.8 本条是参照《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169-2005 和国际照明委员会《关于彩色电视和电影系统用体育比赛照明指南》CIE 83-1989 规定该比值为 0.3 制定的。国际广播电视服务机构（OBS）规定比赛场地每个计算点四个方向上的最小垂直照度和最大垂直照度之比应不应小于 0.6。

4.4.9 观众席照度是在参考相关规定和根据体育场馆实测调查结果制订的。国际奥林匹克广播电视服务机构（OBS）对观众席照明的规定：观众席前 12 排垂直照度不小于比赛场地摄像机方向垂直照度的 25%，且不大于 30%，对于其他排的照度应递减，但最后一排不得小于 10%；北京奥林匹克转播有限公司（BOB）规定观众席的垂直照度与围栏内区域摄像机方向的垂直照度之比为不小于 0.1 且不大于 0.25（0.2），其补充文件规定：观众席前 12 排坐姿高度的平均垂直照度应大于等于比赛场地平均垂直照度的 10%，且不大于该值的 20%。《多功能室内体育馆人工照明指南》（GAISF）也指出看台和观众是转播的一部分，规定看台的垂直照度应为比赛场地垂直照度的 15%。本条对较低级别的比赛场馆或观众席座位较少的场馆可适当降低要求；对有特殊要求的比赛项目和场馆：如拳击、击剑、跆拳道等，观众席照明可按赛事要求确定。为了保障全场观众的安全参考现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 等标准对观众席的水平照度也提出了相应要求。

4.4.10 根据国际奥林匹克广播服务公司（OBS）对体育场馆外照明的要求：场馆外建筑间、通道、停车场、设备之间的照明要满足显色指数 R_a 大于 80，色温 T_{cp} 为 3000K~6000K；水平照度：一般区域为 350lx，通道、车道以及影响人员和车辆安全移动的区域等宜为 400 lx，只适用于特定的重大比赛，具体可根据实际情况进行调整。

4.4.11 本条为强制性条文。维持《体育场馆照明设计及检测标准》JGJ 153-2007 第 4.2.7 条的规定，未进行修改。现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 规定安全照明的照度值不应低于该场所一般照明照度值的 10%，且不应低于 15lx。《多功能室内体育馆人工照明指南》（GAISF）规定在主电源停电或紧急情况时，看台上安全照明应至少保持在 25 lx 的水平照度。体育场馆，特别是大型体育场馆，体量大、人数多，在紧急情况下保证所有人员在短时间内安全撤离现场尤为重要。此外，安全照

明的照度值还和正常照明的照度值有关，比赛用体育场馆的照度值一般都比较 高，当电源断电的过程就是照度由高到低的转换过程，也是人眼的暗适应过程，安全照明的照度值越高，暗适应过程就越短。在实测调查的 33 个体育场馆的应急照明中，观众席和运动场地安全照明的平均照度水平在 30lx~40lx（表 31~表 33），说明观众席和运动场地安全照明的平均水平照度 20 lx 是可以达到的。按照《建筑照明设计标准》GB 50034 安全照明的照度值不应低于 15lx 的规定，观众席安全照明的照度应该有所提高，主要因为体育场馆观众席人多密度大，为了保障安全将这一照度值提高是很有必要的，而对于运动场地虽然人少密度小，但一般照明的照度值往往都比较高，同样要保证必要的安全照明。

表 31 体育场馆应急照明平均照度

场地	照度范围 E (lx)	平均照度 (lx)
观众席	10.6~87.4	33.8
比赛场地	10.0~95.4	38.5
通道、出入口	10.4~91.1	33.1

表 32 观众席安全照明

平均照度 (lx) 范围	照度值 E (lx)	所占比例 (%)
$10 < E \leq 20$	10.6~19.3	12
$20 < E \leq 30$	21.3~28.6	29
$30 < E \leq 40$	30.1~39.2	38
$E > 40$	40.7~87.4	21

表 33 比赛场地安全照明

平均照度 (lx) 范围	照度值 E (lx)	所占比例 (%)
$10 < E \leq 20$	10.0~20.0	12.1
$20 < E \leq 30$	20.8~28.5	27.3
$30 < E \leq 40$	31.3~38.5	21.2
$40 < E \leq 50$	41.0~49.9	18.2
$E > 50$	54.6~95.4	21.2

4.4.12 本条为强制性条文。维持《体育场馆照明设计及检测标准》JGJ 153-2007 第 4.2.8 条的规定，未进行修改。现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 规定疏散照明的地面平均水平照度：疏散通道不应低于 1lx，人员密集场所、避难层（间）不应低于 2lx。根据体育场馆的特点，疏散出口及其通道上的人员比较集中，人流密度大，通行时间短，供人员疏散的应急照明的照度应相应提高。通过对 33 个体育场馆的应急照明实测调查表明，通道和出入口疏散照明的平均照度值接近 35lx，最小照度均不小于 5lx（表 34、表 35）。说明规定的这一照度值对体育场馆来说是能够达到的，而且出口及其通道的照射面积并非很大，达到规定的照度标准值也是可行的。

表 34 通道、出入口疏散照明平均照度

平均照度 (lx) 范围	照度值 E (lx)	所占比例 (%)	总平均照度 (lx)
$10 < E \leq 20$	10.4~19.3	15	33.1
$20 < E \leq 30$	20.4~29.0	36	
$30 < E \leq 40$	30.7~38.8	24	
$E > 40$	40.1~91.1	25	

表 35 通道、出入口疏散照明最低照度

平均照度 (lx) 范围	照度值 E (lx)	所占比例 (%)	平均最低照度 (lx)
$5 < E \leq 10$	5.0~9.7	30	14.9
$10 < E \leq 20$	11.0~19.8	52	
$20 < E \leq 30$	20.4~30.0	15	
$E > 30$	46.5	3	

5 照明光源与灯具

5.1 光源

5.1.1 在建筑高度大于 8m 的体育场馆宜采用金属卤化物灯。金属卤化物灯目前在室外和室内均是用于体育照明彩电转播宜优先的最主要光源。随着 LED 技术的发展, 相关技术已日趋成熟, 大功率 LED 在国内外一些场馆中开始得到应用, 因此在未来场馆照明中, LED 也将成为主力光源。

5.1.2 在建筑高度小于 8m 的体育场馆宜选用荧光灯、LED 灯和小功率金属卤化物灯。

5.1.3 光源功率的选择关系到灯具和光源的使用数量, 同时也会对照明质量中的照度均匀度、眩光指数等参数造成影响。因此根据现场条件选择光源功率能够使照明方案获得较高性价比。本标准对气体放电灯光源功率作以下分类: 1000W 以上 (不含 1000W) 为大功率; 1000W~250W (不含 250W) 为中功率; 250W 以下为小功率。室外体育场宜采用大功率和中功率金属卤化物灯及对应的 LED 灯, 室内体育馆宜采用中功率金属卤化物灯及对应的 LED 灯。

5.1.4 应急照明有一般供人员疏散的照明和供继续比赛用照明。前者因要求的照度低可采用卤素灯或 LED 灯, 因其能瞬时点燃, 卤素灯初始投资低和显色性能好, 但它的发光效率低和寿命短, 而 LED 灯光效高且寿命长。供继续比赛用应急照明因其要求的照度高, 当采用金属卤化物灯时, 宜采用不间断电源 (如 UPS 和 EPS 等) 或热触发装置。

5.1.5 应根据使用场所的要求和产品的特点, 选用稳定、寿命长的光源, 并符合相关产品标准的要求。以金属卤化物灯为例, 各品种不同功率的寿命也有很大差异。就大型室外体育设施而

言,寿命并不是主要的,因为点燃时间较少,但应注意最初几百个小时内灯烧坏可能出现的暗点。对于室内照明装置,应采用长寿命的灯,因为通常每年有大量的点燃时间。

5.1.6 金属卤化物灯的色温随其种类和成分不同从 3000K~6000K。对于室外体育设施一般要求 4000K 或更高,尤其在黄昏时与日光有较好地匹配。对于室内通常要求 4500K 或更低。标准中对室外体育场和室内体育馆采用的金属卤化物灯均未规定色温的上限值,从实际使用和主观评价表明色温大于 6000K,人会感到很不舒服,对于 LED 产品其芯片分级正好有一档是 5700K,考虑使用这两种光源色温给出这一上限值。

5.1.7 LED 灯具有很多特点和优势,在未来将有更大的发展。但目前 LED 灯在性能的稳定性、一致性方面还存在一定的缺陷,相信随着照明技术的不断发展,产品将更加成熟。为了确保室内照明环境的质量,对应用于室内照明的 LED 灯规定了技术要求。

如果光谱中红色部分较为缺乏,会导致光源复现的色域大大减小,也会导致照明场景呆板、枯燥,从而影响照明环境质量。而这一问题对于蓝光激发黄光荧光粉发光的 LED 灯问题尤为突出。如果不加限制势必会影响室内光环境质量,美国对于用于室内照明的 LED 灯也限定其一般显色指数 R_a 不低于 80,特殊显色指数 R_9 应为正数。

1 选用的光源间的颜色偏差应尽量小,以达到最佳照明效果。参考美国国家标准研究院(ANSI)《荧光灯的色度要求》C78.376 要求的荧光灯的色容差小于 4SDCM,美国能源部(DOE)紧凑型荧光灯(CFL)能源之星要求的荧光灯的色容差小于 7SDCM,以及美国国家标准研究院(ANSI)《固态照明产品的色度要求》C38.377 的 LED 产品色容差小于 7SDCM,而我国现行国家标准《单端荧光灯性能要求》GB/T17262 及《双端荧光灯 性能要求》GB/T 10682 等均要求荧光灯光源色容差小于 5SDCM。根据国内已经完成的 LED 灯照明项目的使用情况,7SDCM 的产品仍然可以被轻易觉察出颜色偏差,为提高照明质

量，在本标准中规定不应大于 5SDCM。

2 根据国家标准《均匀色空间和色差公式》GB/T 7921 - 2008 规定，在视觉上 CIE 1976 均匀色度标尺图比 CIE 1931 色品图颜色空间更均匀，为控制和衡量 LED 灯在寿命期内的颜色漂移和变化，参考美国能源部（DOE）《LED 灯具能源之星认证的技术要求》的规定，要求 LED 光源寿命期内的色偏差应在 CIE 1976 均匀色度标尺图的 0.007 以内。目前寿命周期暂按照点燃 6000h 考核，随着半导体照明产品性能的不断发展和有所不同。

3 为控制和衡量 LED 灯在空间的颜色一致性，参考美国能源部（DOE）《LED 灯具能源之星认证的技术要求》的规定。

5.2 灯具及附件

5.2.2 本条规定了在体育场馆中使用的灯具防触电保护等级的类别，灯具防触电保护等级分类见现行国家标准《灯具 第 1 部分：一般要求与试验》GB 7000.1。室外场所由于环境恶劣，线缆绝缘容易老化，Ⅰ类灯具的接地保护更为可靠，因此室外场所应选用Ⅱ类灯具。游泳池和类似场所的 0 区和 1 区由于湿度大，为避免发生触电事故，选用安全电压的Ⅲ类灯具更为安全。水池的分区见图 5、图 6。

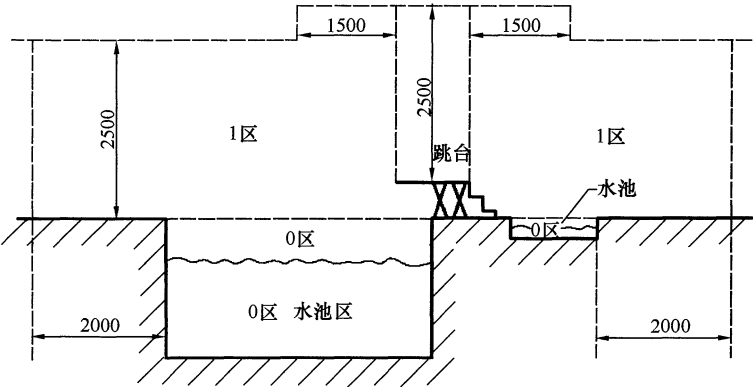


图 5 水池区域划分

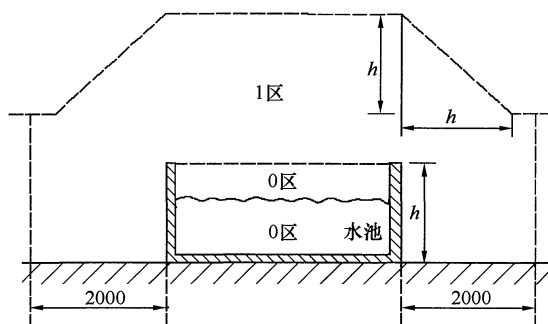


图6 地上水池区域划分

0区：水池内部；1区：离水池边缘 2m 的垂直面内，其高度止于距地面或人能达到的水平面的 2.5m 处。对于跳台或滑梯，该区的范围包括离其边缘 1.5m 的垂直面内，其高度止于人能达到的最高水平面的 2.5m 处。

5.2.3 高强度气体放电灯、格栅式荧光灯、透明保护罩荧光灯的灯具效率参照现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034、《LED 室内照明应用技术要求》GB/T 31831 高色温（5000K）高天棚灯的能效值标准制定。对于场地照明用大功率，显色指数 90 以上的 LED 灯具，能效要求可适当降低。

5.2.4 由于体育场馆，特别是体育场，照明光源照射的距离相差很大，而且对照度均匀度有很高的要求，因此同一场地需要多种配光的灯具配合使用，才能达到照明设计所要求的技术指标。

为便于设计者选用需对灯具产品进行光束分类。本标准的投光灯灯具光束分类参照了北美 IES 和荷兰的投光灯具光束分类方法（表 36、表 37、表 38），采用的光束分布范围为 1/10 最大光强的张角。

表 36 北美 IES 灯具光束分类

光束类型	光束张角范围 (°)	光束分类
1	10~18	窄光束 (长距离)
2	18~29	
3	29~46	

续表 36

光束类型	光束张角范围 (°)	光束分类
4	46~70	中等光束 (中等距离)
5	70~100	
6	100~130	宽光束 (近距离)
7	130 及以上	

注：按光束分布范围 1/10 最大光强的张角分类。

表 37 荷兰投光灯具光束分类

光束角 (°)	光束分类
10~25	窄光束
25~40	中等光束
40 及以上	宽光束

注：按光束分布范围 1/2 最大光强的张角分类。

表 38 美国 GE 公司灯具光束角与投射距离

光束类型	光束角 (°)	投射距离 (ft)
1	10~18	240 及以上
2	18~29	200~240
3	29~46	175~200
4	46~70	145~175
5	70~100	105~145
6	100~130	80~105
7	130 以上	<80

5.2.5 在灯具安装位置和安装高度已确定的情况下，高效率的照明灯具和安装位置及安装高度相对应的灯具配光是进一步做好照明设计的根本保证。

5.2.6 眩光在体育场馆中是照明的重要质量指标，为减少眩光，照明设计时应选用防眩灯具和采取有效的防眩措施。

5.2.7 本条主要是对灯具及其附件提出需要满足使用环境的要求,并符合现行国家标准《灯具 第1部分:一般要求与试验》GB 7000.1的有关规定。镇流器的耐热性应满足现行国家标准《灯的控制装置 第10部分:放电灯(荧光灯除外)用镇流器的特殊要求》GB 19510.10的有关规定。

5.2.8 本条是根据体育场馆的特点对灯具提出防护等级的要求。如灯具安装高度较低且环境清洁灯具的防护等级可为IP55,灯具安装高度较高且环境污染严重灯具的防护等级可为IP65。

5.2.9 本条规定主要考虑体育场馆灯具的安装高度一般都比较高,灯具应便于维护。

5.2.10 体育场馆用金属卤化物灯具的重量一般都比较重,且安装高度较高,特别是室外体育场灯具安装高度通常达数十米,为了降低造价和维护方便,因此对灯具提出这些要求。

5.2.11 体育场馆照明对照度均匀度的要求很高,因此必须严格控制灯具的瞄准角度,由于场地大,距离远,灯具数量多,有时一个场地需用几种配光的灯具,只有借助于角度指示装置才能将灯具准确定位瞄准。考虑到室外风速的影响,室外使用的投光灯应满足现行国家标准《投光灯具安全要求》GB 7000.7的相关规定。

5.2.12 大功率金卤灯工作时内部气压和温度都很高,有炸裂的风险,为了避免落到观众席或场地中,应有防护措施,不能采用开敞式灯具。

5.2.13 灯具及其附件的重量大,安装高度较高,为安全考虑,应设有防坠落措施。

6 灯具布置及设置要求

6.1 一般规定

6.1.1 由于不同的运动项目会在不同大小、不同形状的运动场地上进行，同时会用不同的方式来利用运动场地。运动员的活动范围以及在运动中视野所覆盖的范围也不尽相同。因此，体育场馆场地照明灯具应在综合考虑运动项目特点、运动场地特征的基础上合理布置，避免对运动员和电视转播造成不利影响。

6.1.2 灯具安装位置、高度、仰角应满足降低眩光和控制干扰光的要求。在体育场馆的照明设计中，眩光和干扰光是影响运动员发挥竞技水平的首要不利因素，同时也是影响电视转播质量的重要因素。从体育场馆建筑设计阶段开始，就应综合考虑各种可能降低眩光和控制干扰光的手段，最终结合场地照明设计，在满足其他照明指标的同时，解决眩光和干扰光问题。

国际奥林匹克转播服务机构（OBS）和国际足联（FIFA）均对限制干扰光作出了规定。国际足联 2011 年对室外体育场的场地照明的溢散光限制作出了规定（图 7）。

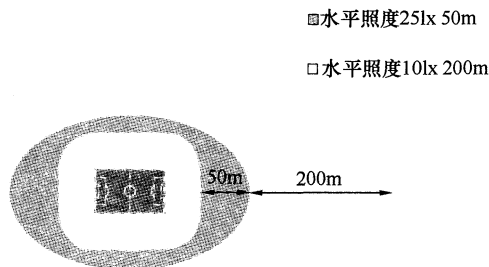


图 7 室外体育场溢散光限制规定

6.1.3 考虑到摄像机的工作特性，在有电视转播要求时，应考虑场地垂直照度及均匀度的情况，无电视转播要求时主要考察场地的水平照度及均匀度情况，但应根据运动项目的不同综合考虑空间光分布要求。

6.2 体育场灯具布置

6.2.1 在体育场馆中，宜采用场地两侧布灯、四角布灯及两侧与场地四角混合布灯方式，实测调查表明，训练场馆以两侧灯杆或光带及场地四角照明居多；比赛场馆以两侧光带（单马道和双马道）照明为主，其他照明方式较少。

1 场地两侧布置：这种方式为目前常用的照明方式，可提供较好的照度均匀度并降低阴影，照明效果较好，但整体投资较高。

2 场地四角布置：这种方式目前主要应用于训练场地、小型场地或改造场地，投资较低，但照明阴影比较严重。

3 场地两侧与场地四角混合布置：相对以上两种方式，这种照明方式的性价比较高。

6.2.2 足球场灯具布置：

1 无电视转播的室外足球场可采用场地两侧布置或场地四角灯杆布置方式。灯具的位置、高度及灯杆要求参照国际足联 2002 年版和 2011 年版的《足球场人工照明指南》制订。

2 有电视转播的室外足球场可采用场地两侧布置、场地四角灯杆布置或混合布置方式。灯具的位置、高度及灯杆要求参照国际足联 2002 年版和 2011 年版的《足球场人工照明指南》制订。

采用场地两侧布置时，灯具的位置应满足图 6.2.2-4 和图 6.2.2-5 的要求。在国际足联的文件中，要求采用单侧两条马道的设计，并对高度有要求，考虑到实际实施的可行性并依据照明实测，为降低眩光，对单条马道上灯具的高度及瞄准角也有要求。

采用场地四角布置时,灯具的位置应满足图 6.2.2-6 的要求,灯具高度应满足灯杆最低一排灯具到场地中心的连线与场地平面之间的夹角不应小于 25° ,当条件受到限制或成本过高时应考虑更合理的解决方案。根据国际足联 2002 年版的《足球场人工照明指南》的要求,灯具的最大瞄准角应小于 70° ,并且灯杆上的灯排应有 15° 倾斜角,以消除上下排灯具间的遮挡(图 8)。

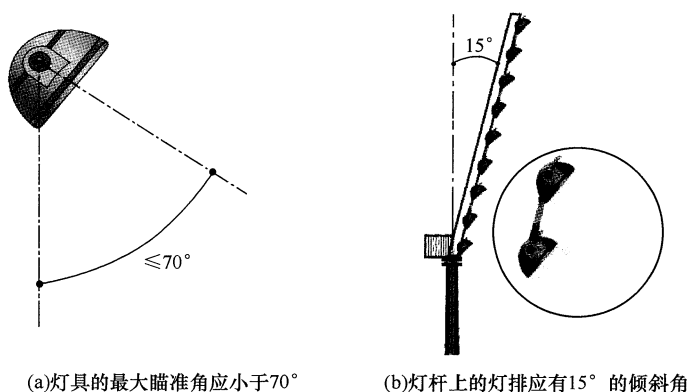


图 8 灯具仰角和灯排倾斜角

6.2.3 室外内含足球场的田径场,其灯具布置应首先采用满足足球场照明的照明系统,然后综合考虑田径场的照明,并增加对跑道和足球场以外的内场的照明要求。

参考国际照明委员会《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169 - 2005 制订。

6.2.4 灯具高度主要参考国际网球协会 1991 年版《网球场人工照明指南》及国际照明委员会《网球场照明》CIE 42 - 1978 制订。

采用两侧灯杆布置时的灯具位置主要参考国际网球协会 1991 年版《网球场人工照明指南》。对大型赛事设置马道的中心网球场照明未作规定。

6.2.5 参考国际照明委员会《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169 - 2005 和《游泳池照明》CIE 62 - 1984 制订。

6.2.6 室外曲棍球场的照明规定均参考国际曲棍球协会 2007 年版和 2011 年版《曲棍球场人工照明指南》。

有电视转播的曲棍球场地，照明可采用场地四角灯杆布置、场地两侧布置或混合布置方式。

采用场地两侧布置方式时，照明灯具高度宜满足灯具到场地中心线的垂直连线与场地平面之间的夹角不小于 25° 。根据照明实测及体育照明眩光评价，有电视转播时，适当增大该角度，对控制眩光更有利。

6.2.7 参考北美照明学会 IESNA《照明手册》（第 9 版）及国际照明委员会《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169 - 2005 制订。

6.2.8 参考北美照明学会 IESNA《照明手册》（第 9 版）及国际照明委员会《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169 - 2005 制订。

6.2.9 参考北美照明学会 IESNA《照明手册》（第 9 版）、国际照明委员会《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169 - 2005 及澳大利亚体育照明标准 AS 2560.2.3 - 2007 制订。

6.2.10 参考国际照明委员会《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169 - 2005 制订。

6.2.11 参考《体育及娱乐场所照明标准》IESNARP-6-01 制订。

6.2.12 参考国际雪联《自由式滑雪竞赛规则》、《单板滑雪竞赛规则》制订。

6.2.13 参考国际照明委员会《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169 - 2005、国际雪联《跳台滑雪竞赛规则》制订。

6.2.14 参考国际照明委员会《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169-2005 制订。

6.3 体育馆灯具布置

6.3.1 体育馆由于受地理位置及场地大小的限制可选择不同的照明方式。在实测调查的体育馆中沿马道两侧光带布置占有所有照明方式的比例约为 80% 左右。

6.3.2 本条列出了体育馆照明灯具的几种常用布灯方式，是在实践经验的基础上综合各体育运动联合会以及国际体育照明标准制订的。在进行体育馆建筑、结构、电气设计时宜参考本条所列的灯具布置方式为体育馆照明设计师预留灯位；在进行体育馆照明设计时，宜根据运动项目情况、建筑及结构特点、体育馆级别等情况选用合适的布灯方式和能够满足要求的灯具。空间较低是指高度在 8m 及以下的场所。

6.3.3 表 6.3.3 所列各类体育馆灯具布置规定主要参考了国际照明委员会《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169-2005 制订。对于不同运动项目提出了具体要求。这些要求充分考虑了各运动项目的特点、场地特征等因素。在进行专项运动照明设计时，宜满足表中对灯具布置提出的要求。

在调研中发现，由于比赛场馆前期的建筑设计没有很好的考虑照明功能的需求，所设计的马道位置及灯具安装高度不到位，给照明设计师在设计方案时造成很大的困难，设计方案难以实施，使得比赛场地达不到良好的照明效果，直接影响到运动员比赛。因此，本标准规定在体育场馆建筑设计时，不但要考虑到建筑造型的美观，更要注重照明功能的需求。在前期建筑设计马道设置时要充分考虑到照明功能的要求，要与照明设计师沟通听取他们的意见及建议。在进行体育场馆照明设计时，要根据体育馆建筑结构可能安装灯具的高度和部位确定布灯方案。既要达到照度标准，又要满足照明质量要求。使得体育场馆照明达到最佳的效果，满足比赛要求。

6.4 马道设置要求

6.4.2 马道的定义是设置在建筑物、构造物内，用于承载设备安装、线缆敷设和用于工作人员通行的构件。

体育场馆的照明系统是场馆最重要的设施之一，也是体育场馆中技术要求最高的部分，而其中，马道（灯位）的设置对体育照明无疑是至关重要的，包括没有设置马道的灯具位置，它不仅会严重影响照明的质量和数量，同时还会带来更多的能源消耗。合理设置马道布局 and 数量，不仅可以为专业照明提供良好的安装位置和合理的投射角度，同时还可以充分发挥灯具对场地照明的贡献。对于体育场馆来说，马道位置的设置与建筑、结构、电气、照明等多个专业相关，不同的专业会有不同的侧重点，而且往往还会有交叉，这也是造成马道位置会被多方所随意修改的原因，甚至于无法利用。

然而，在长期的场馆建设中，很多参与者对照明的重要性并没有放在最关注的位置，马道的设置完全没有考虑到标准中对照明最基本的要求，如马道的位置离边线太近，甚至就在边线内，这就导致了无论提高多少水平照度边线处的垂直照度也很难达到标准值；或者马道的高度过低，满足不了场地照明对眩光角度的限制要求，造成严重眩光；还有的马道太短，造成比赛场地两端头底线位置几乎没有垂直照度，或者照度很低等。此外，就照明节能而言，根据相关资料及对实际场馆的调查统计结果表明，对于同类场馆相同级别的场地照明功率密度 LPD 值甚至可相差几倍，这其中很重要的原因之一就是马道位置设置不合理。通过对体育场馆马道位置的研究，提出马道的正确设置方法，进一步规范马道的设计准则，力求建筑师在进行体育场馆建筑设计时能充分兼顾照明专业对马道的要求。

6.4.3 在马道上不但需要安装灯具、音响设备，还要承载电缆、桥架或线槽、安装附件等大量设备，同时还要承载人的通行、维修操作等，因此，过小的尺寸会无法满足承载要求。此外，由于

大功率灯具的镇流器箱体往往都是分离式的，需要安装在马道上，因此建议马道宽度不宜低于 1m，净空高度不宜低于 1.8m。

马道上应为照明灯具、电器箱和电缆线槽等设备预留安装条件。同时还应为工作人员提供必要的安全保护措施。

6.4.4 马道需要较大的负荷能力才能满足功能和安全需求，参照相关专业的技术规范并结合实践经验，表明对高级别比赛 V 和 VI 级的体育建筑马道的照明荷载需要达到 250kg/m 才能满足要求，而过低的荷载预留可能会发生危险。通常的做法是对于具体实际工程，在建筑设计阶段，需要电气专业和建筑专业相互配合，根据各专业提出的荷载要求，最后确定建筑马道的荷载。对于其他各个级别马道的荷载都要根据实际所需要承载的设备确定。

6.4.5 在建筑物、构造物顶部的结构杆件、吸音板、遮光板、风道和电缆线槽等都会对照明光线造成不同程度的遮挡，在场馆设计之初应引起建筑、结构专业的重视。马道设置在钢架或网架内部，在灯具与场地之间不能有障碍物存在。而很多人认为灯具装在钢架里面，挡掉的这部分光是不能忽略的。在有些场馆项目中，由于前期多个专业的沟通协调不通畅，使得通风管道、管线、音响设备等会出现在低于马道标高的位置，对灯光造成遮挡，这是完全不符合要求的。有的场馆空间有媒体视频设备，往往会对灯具投射的光线造成阻挡，在照明设计时要尽量避开这些设施。

6.5 灯杆设置要求

6.5.1 体育场四塔式或塔带式照明方式，要选用照明灯杆作为灯具的承载体，根据建筑设计的要求，照明灯杆在满足照明技术条件要求的情况下，可以采用同建筑相结合的结构形式，本节重点界定的是较为普遍采用的单独设置的灯杆照明形式。

照明灯杆是照明设备的重要组成部分，特别是照明灯杆的结构形式对所选用灯具有特殊的要求。如维修更换光源要求后开

启、灯具重量轻、强度高、带有远距离触发装置（镇流器等与灯具分置）等，照明灯杆从设计、制造、安装均应按照相关规范进行。该种结构的照明灯杆应设计为多边形截面、插接式结构。截面的边数宜为空气动力学性能最佳的正二十边形，钢材选用应根据所使用地区的气象条件和荷载情况经设计确定，在满足设计强度情况下，可选用 Q235；要求结构强度高时，可选用 Q345 或根据需要选用更高强度的钢材，但应将结构的挠度控制在相关规范要求的范围内。灯盘按照设计选型的灯具尺寸和外形考虑结构和实现的要求确定，灯盘、灯杆全部经热浸锌工艺处理，照明灯杆应按照国家相关标准要求进行热浸镀锌防腐处理，安装时不能造成镀锌层的损坏。

6.5.2 体育场照明灯杆的安全等级参照工程结构的安全等级确定为一级。

工程结构设计时应根据结构破坏可能产生后果的严重性，采用不同的安全等级。工程结构安全等级的划分应符合现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的规定（表 39）。

表 39 房屋建筑结构的安全等级

安全等级	破坏后果	示例
一级	很严重：对人的生命、经济、社会或环境影响很大	大型的公共建筑等
二级	严重：对人的生命、经济、社会或环境影响较大	普通的住宅和办公楼等
三级	不严重：对人的生命、经济、社会或环境影响较小	小型或临时性储存建筑等

注：对重要的结构，其安全等级应取为一级，对一般的结构，其安全等级宜取为二级；对次要的结构，其安全等级可取为三级。

6.5.3 体育场照明灯杆结构的设计应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《高耸结构设计规范》GB 50135、《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑结构荷载规范》GB

50009 的有关规定和《英国专业照明学会专业照明指南 ILP PLG 07》(2013) 的设计要求。

照明灯杆的强度计算,按照承载力极限状态的设计要求,采用荷载的设计值和材料强度的设计值进行计算;照明灯杆的变形计算(水平位移和扭转角度),按照正常使用极限状态的设计要求,采用荷载的标准值和正常使用规定限值进行计算。

为保证灯杆结构的结构强度和刚度,除了应进行必要的结构设计计算外,还应对应结构的材料性能、施工质量、使用和维护等进行相应的控制。

对灯杆结构所采用的材料及施工、制作过程应进行质量控制,并按国家现行有关标准的规定进行竣工验收。

灯杆结构应定期检查结构状况,进行必要的维护和维修。

6.5.4 照明灯杆的维修有升降吊篮、爬梯等形式。结合体育场照明灯杆的特殊要求和国内外照明灯杆选型和使用的情况,主要是参照 ILP 专业照明指南关于吊篮维修系统在灯杆上应用的规定提出的。20m 以下的灯杆大多用于训练场,一般不作为正式比赛场地灯杆,考虑到提供基本照明条件和节省建设费用的需要,对灯杆提出可采用爬梯的方式,要按照维修人员上下的条件制作爬梯,符合现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求 第 1 部分 钢直梯》GB 4053.1 的规定,爬梯要设置护笼并在每隔 10m 的高度设置休息平台。由于灯杆设置爬梯后,外形美观受到较大影响,所以在有正式比赛的场地中较少采用。正式比赛场地的照明灯杆多为 20m 高度以上,如果使用爬梯会使维修工作产生安全隐患,国内外均出现过因为爬梯造成的使维修人员伤亡的安全事故,结合国内外体育场照明灯杆的应用选型情况,参照已有的国际标准,从安全、实用、美观等条件出发,提出应采用电动升降吊篮进行维护工作,电动升降吊篮维修系统是一种专业设备,采用在灯杆内设置双卷筒卷扬设备,灯杆顶部设有免维修设计的驱动盘,配套专用的高柔性不锈钢钢丝绳,国内外均有专业化厂家生产此种设备。

6.5.5 根据民用航空管理的规定要求编制此条款，结合体育照明高杆的制造条件，要求在每个照明高杆顶部装置 2 只红色障碍灯，在有特殊要求的航站航道附近或供电控制等不方便的地方，可安装频闪障碍灯或太阳能障碍灯。

7 照明节能

7.1 一般规定

7.1.1 以人为本是照明的目的，照明节能应该是在满足规定的照度和照明质量要求的前提下进行考核。

7.1.2 目前美国、日本、俄罗斯等国家均采用照明功率密度(LPD)作为建筑照明节能评价指标，其单位为 W/m^2 ，本标准也采用此评价指标。照明功率密度值是按不同运动项目对应的照明等级下灯具安装总功率与比赛场地面积的比值确定的，其值应符合本标准第 7.3 节的规定。不应使用照明功率密度限值作为设计计算照度的依据。设计中应采用平均照度、点照度等计算方法，先计算照度，在满足照度标准值的前提下计算所用的灯数数量及照明负荷（包括光源、镇流器或变压器等灯的附属用电设备），再用 LPD 值作校验和评价。

7.2 照明节能措施

7.2.1 金属卤化物灯目前是用于体育场馆照明优先选择的主要光源。功率大且能够满足电视转播的要求，在气体放电灯中光效虽然不是最高的，但一般也可达到 $90\text{lm}/\text{W}\sim 100\text{lm}/\text{W}$ 。光源、镇流器和电器附件应匹配。同时，金属卤化物灯及其镇流器应满足现行国家标准《金属卤化物灯能效限定值及能效等级》GB 20054 和《金属卤化物灯用镇流器能效限定值及能效等级》GB 20053 节能评价值的要求。LED 灯应满足现行国家标准《LED 室内照明应用技术要求》GB/T 31831 的要求。

7.2.2 提高功率因数可降低照明线路的无功电流值，是照明节能的重要措施之一。目前产品的功率因数也都有了显著提高，如采用电子镇流器的荧光灯和 LED 的功率因数，通常都在 0.90 以

上，而高强度气体放电灯通过电容补偿后，功率因数也可达到 0.85 以上。

7.2.3 此类场所有相当大的一部分时间无人通过或工作，而经常点亮全部或大部分照明灯，因此规定按人体感应调光和 LED 灯，当无人时，可调至 10%~30%左右的照度，有很大的节能效果。

7.2.4 LED 照明技术是未来的发展方向，在体育训练场馆中应用时具有较好的节能效果。但照明的舒适度如不舒适眩光是当前应用中需要解决的主要问题，在应用中应重点关注。

7.2.5 照明控制是照明节能的重要手段，特别是对体育场馆尤为重要，用于比赛的同一个场馆，不但有多个比赛项目，如综合体育馆由于它的多用途有体操、篮球、排球、乒乓球等，体育场中有田径、足球、径赛等，同时还有多个场景照明模式，如比赛模式、训练模式、清扫模式等。用灯的数量相差很大，需要设置多个照明控制模式并监督实施才能真正达到节能的目的。特别是同一体育场馆会有不同的比赛项目和功能分级，需要按照不同用途和不同运动项目要求设计和编排相应的照明场景，对于照明控制系统尤为重要，采用分级控制是照明节能中的重要举措。

7.2.6 体育场馆照明设计时除了选用高效节能的照明设备外，提高光束利用率也是节省能源的重要手段，由于场地和观众席的照明标准相差很多，光束应尽量投向场地，最大限度地减少溢散光。

在照明设计时，首先应考虑满足各项运动的照明标准推荐值，如果照明水平高于标准值，可能会增加潜在的溢散光，改善照明质量，提高设计区域的照度均匀度和控制灯具眩光对改善视觉状况会更有效。此外，应考虑灯具的选择，所选用的灯具应有合理的配光。当按照照明设计灯具准确定位和瞄准时，控制灯具瞄准角和安装高度可以限制溢散光，以利于节约能源。

7.2.7 在条件允许的情况下，设置导光管采光系统、采光天窗及光伏照明系统等不但能大大提高采光效率还可以获得好的采光

均匀度及改进大空间、大进深建筑的采光效果。在我国奥运场馆建设中,对于大空间的体育建筑,有效地采用了膜结构、导光管采光系统和各种形式的采光天窗,如国家游泳中心、科技大学体育馆、老山自行车馆等 7 个体育馆采用了天然采光进行照明,营造出了良好的室内光环境,特别是对运动员在白天训练时能满足他们的心理需求,同时还可以达到良好的照明节能效果。

通过膜结构、阳光板、遮阳格栅等扩散材料将漫射光引入到室内,让使用者既能感受到天然光的舒适又能消除环境的封闭感。对于室内体育馆来说,利用天然光时应尽量避免太阳光和直射光穿透到室内,在体育大厅和游泳建筑中光泽的地面和水面上产生的高亮度及阴影会特别明显,在设计时采取措施有效地避免这些现象。

7.3 场地照明功率密度限值

7.3.1、7.3.2 目前体育场馆场地照明主要采用金属卤化物灯,特别是比赛场馆基本上全部采用卤化物灯。本标准体育场馆照明功率密度值是通过大量实测调查、照明设计以及模拟计算等研究来制定的。由于场馆类型多,工作量大,此次拟制订主要场馆:室外体育场、综合体育馆、游泳馆、网球馆的照明功率密度值。现场实测调查和设计的体育场馆数据共计 900 多个,其中比赛场馆 462 个和训练场馆约 440 个,模拟计算是在统一的计算条件下进行的。根据现场实测调查和计算机模拟计算,经对比分析研究,提出了体育场馆金卤灯照明功率密度值。

训练场馆因无电视转播,对照明的要求相对要低一些,满足水平照度和均匀度的要求就可以了,但是照明功率密度与灯具安装高度是有关系的。主要依据现场实测调查结果制定。

随着 LED 照明应用的快速发展,LED 在体育场馆照明中的应用也引起越来越多人的关注。特别是在训练场馆,国内、外已有一批新建和改建的体育场馆采用了 LED 照明,根据《半导体照明产品在训练场馆应用研究》课题对体育训练场馆的实测结

果，在满足相同照度指标的前提下，LED 灯比传统金卤灯所需的总功率更低，平均节能率约为 40%。说明 LED 灯的照明功率密度值低于传统的金卤灯，在传统照明 LPD 限值的基础上，可以乘以相应的修正系数，对于比赛场馆的 LED 照明功率密度值还有待进一步研究。

比赛场馆有电视转播的要求，对照明的要求高，不但对水平照度有要求，对垂直照度也有要求，同时还要满足各项照明指标的要求，因此所需要的照明功率密度值相应也高。除现场调查外还组织了多家照明公司进行大量的模拟计算（包括综合体育场、专用足球场、综合体育馆、网球馆、游泳馆等），以验证照明功率密度取值的合理性（详见体育场馆场地照明节能技术研究报告）。以体育场、体育馆为例，实测调查和模拟计算结果见表 40、表 41。

表 40 体育场照明功率密度值

项目	等级	安装高度 h (m)	照明功率密度 LPD (W/m ²)					相对 偏差 %
			实测	模拟 1	模拟 2	模拟 3	平均值	
田径	IV	$30 \leq h < 40$	40	—	—	44	41.9	4.6
		$40 \leq h < 50$	45	44	43	46	44.5	3.6
		$50 \leq h < 60$	54	54	51	55	53.5	4.7
		$60 \leq h < 70$	—	62	58	66	62.1	6.8
	V	$30 \leq h < 40$	51	—	—	59	54.8	6.8
		$40 \leq h < 50$	60	61	57	65	60.8	7.3
		$50 \leq h < 60$	75	76	74	78	75.7	2.6
		$60 \leq h < 70$	106	91	82	88	91.7	15.6
	VI	$30 \leq h < 40$	82	—	—	86	83.8	2.1
		$40 \leq h < 50$	87	88	85	93	88.3	5.7
		$50 \leq h < 60$	99	105	100	110	103.6	6.5
		$60 \leq h < 70$	120	123	112	126	120.3	6.9

表 41 体育馆照明功率密度值

项目	等级	安装高度 h (m)	照明功率密度 LPD (W/m ²)			相对偏差%
			实测	模拟计算	平均值	
体操	IV	$12 \leq h < 15$	54	—	54	—
		$15 \leq h < 20$	83	76	79.5	4.4
		$20 \leq h < 25$	125	90	107.5	16.3
		$25 \leq h < 30$	133	104	118.5	12.2
		$30 \leq h < 35$	—	122	122	—
	V	$12 \leq h < 15$	90	—	90	—
		$15 \leq h < 20$	118	101	109.5	7.8
		$20 \leq h < 25$	146	122	134	9.0
		$25 \leq h < 30$	161	141	151	6.6
		$30 \leq h < 35$	—	175	175	—
	VI	$12 \leq h < 15$	—	—		
		$15 \leq h < 20$	166	142	154	7.8
		$20 \leq h < 25$	168	176	172	2.3
		$25 \leq h < 30$	186	191	188.5	1.3
		$30 \leq h < 35$	204	233	218.5	6.6

结果表明：

- 1) 室外体育场田径场地的照明功率密度偏差除马道高度超过 60m (实测场馆数少) 实测数据外, 偏差基本上都在 7.5% 以下, 足球场是通过减灯的方式来达到的, 对于高级别的比赛, 在开关灯分配上较难控制, 造成照明功率密度差异性较大, 与模拟计算相差较多, 出现了 20% 左右的偏差, 如果做好照明设计照明功率密度可明显降低。
- 2) 其他各类型场地的照明功率密度除个别值外, 最大偏差基本上都在 10% 或 15% 以内, 这是比较理想的

结果。

- 3) 结果还表明相同级别下体育场比体育馆照明功率密度要低，相同高度下大场地比小场地容易调整灯具配光，照明功率密度也相对偏低。
- 4) 当各场馆高度超过表中最大高度时，照明功率密度限值不再增加，并建议灯具安装高度不宜超过表中的最大高度。

结论是通过大量的实测调查和严格科学的模拟计算确定体育场馆的照明功率密度依据充分；偏差控制在 5%~15% 的范围内制定出的照明功率密度值可保证照明功率密度标准的准确性。制订的照明功率密度值是合理的。

8 照明配电与控制

8.1 照 明 配 电

8.1.1 本条是根据国家有关规范,并结合体育建筑的特殊用电要求提出的。

8.1.2 本条是结合现行行业标准《体育建筑电气设计规范》JGJ 354 的相关要求提出的。双重电源系指分别来自不同电网的电源,或者是来自同一电网但在运行时电路互相联系很弱或电路间距离很远,系统内局部故障不会导致两个电路同时中断供电的,均可视为双重电源。

由于目前比赛场地照明采用的气体放电光源因电源失电导致熄灭后,即便电源迅速恢复,仍需要 3min~8min 的再启动时间。而在举行重要比赛或进行电视转播时,发生这样的故障将导致比赛组织者、转播公司和场地运营者遭受在名誉和经济双方面的重大损害,因此制订本条文。

目前常见的解决方案有以下几种:

1 采用多路电源(含自备电源)同时供电,可降低外界因素导致供电电源故障对比赛场地照明的影响。即便某一路电源或供电设备发生故障,也能保证 50%照明系统正常工作;

2 采用热触发装置,可强迫气体放电光源在几十秒内恢复到正常工作状态,从而保证比赛和转播的迅速恢复,有效地减少停电造成的后果和损失;

3 采用不中断供电逆变电源作为正常电源失电时的临时后备电源,其持续供电时间应满足备用电源正常投入,这类设备包括在线式 UPS、飞轮发电式 UPS 等。

8.1.3 本条是根据现行行业标准《体育建筑设计规范》JGJ 31 中的规定,并结合体育建筑的特殊用电要求提出的。独立设置比

赛照明变压器的目的主要是为了保持电压稳定，提高照明质量，保证光源寿命，同时减小非比赛时的系统运行损耗。

8.1.4 考虑到当前我国电力系统供电能力仍相当紧张，部分地区经常出现较大的电压偏移情况，可通过技术经济比较适当采用调压措施。

8.1.5 本条是对照明器具实际端电压的规定。电压过高会导致光源使用寿命的缩短和能耗的过分增加；电压过低将使照度大幅度降低，影响照明质量。本条规定的电压偏差值与现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的规定一致。

8.1.6 TV 应急照明配电线路及控制开关分开装设有利于供电安全和方便维修。

8.1.7 单相供电的照明回路当采用三相断路器保护时，若其中某一单相线路或设备故障时会导致三相同断，从而扩大了停电范围，因此应当避免出现这种情况。但对于建设资金较为紧张的项目，采用三相断路器对三个由线电压供电且始终接受同一控制的照明设备同时保护，不失为一种节省投资的措施。

8.1.8 高强度气体放电灯的触发器一般是与灯具装在一起的，但有时由于安装、维修上的需要或其他原因，也有分开设置的。此时，触发器与灯具的间距越小越好。当两者间距较大时，导线间分布电容增大，触发器脉冲电压衰减有可能造成气体放电灯不能正常启动，因此其间距应满足制造厂家对产品的要求。

8.1.9 本条文第 1 款是作为改善气体放电光源的频闪效应而提出的。在实际安装中应注意灯具内接线的正确性和可靠性。当无法做到使不同相灯具照射在同一照明区域时，宜考虑采用 LED 灯，或采用其他可行的改善措施如采用电子镇流器、设置超前滞后电路等。第 2 款针对田径跑道终点等需要进行超慢镜头回放区域，为了提高视频质量，宜采用由高供电质量直流系统供电的发光二极管灯作为主要照明。

8.1.10 对于光源功率不小于 250W 的灯具在每盏灯具处设置单独的保护既可以有效地简化维护工作，又可避免当一个灯具出现

故障时导致整个供电回路所有灯具都熄灭的情况。

8.2 照 明 控 制

8.2.1 照明等级Ⅳ级及以上比赛场地照明因考虑电视转播的要求而需要配备功能完善的照明控制系统，Ⅱ级及以下场地照明通常可不考虑设置集中照明控制系统。

8.2.2 由于体育运动的特殊性，体育场馆的比赛场地往往会多功能使用。因此照明系统也应考虑在不同使用状态下采用相应的照明方案，具体要求可参考行业标准《体育建筑智能化系统工程技术规程》JGJ/T 179-2009 表 6.4.2 的规定。应注意的是，正式比赛场馆因场地原因，不宜在场地附近设置手动控制装置。但当专业训练场地使用 LED 灯时，应在现场设置控制装置，便于使用者根据实际照明需求实时进行调整。本条是甲级以上体育设施的比赛照明控制系统所应具备的基本功能。有条件时，乙级体育设施的比赛照明控制系统可参照执行。参考奥运会、亚运会等国际大型赛事的运行经验，当遇到特殊状态无法保证控制系统正常运行时，直接手动控制方式可以有效地保证比赛场地照明顺利点燃。

8.2.3 集中照明控制系统采用智能控制技术，是当前的应用热点之一。智能控制技术应用用于比赛场地照明控制，可以进一步拓宽照明系统的使用范围和功能，提高运行维护的可靠性和便利性，降低能源消耗。

对于使用金属卤化物气体放电光源且未设置热触发装置或不中断供电设施的照明系统，其控制系统应具有延迟再启动的功能，是为了防止设有双路电源系统的备用供电回路自动投入，使已经熄弧的光源快速再启动。从而减少对光源的冲击，保护光源寿命。

由于 LED 光源具有优良的可控性，具备调光控制功能可使场地照明系统根据实际需要方便地随时调整照明效果，这是使用传统光源的照明系统所无法比拟的。

记录照明设备的运行时间对于确保照明系统的可靠性、保障照明质量和提高维护水平等均具有重要意义。

8.2.4 当比赛场地有非直射天然采光可利用时，应根据实际情况控制部分灯具的点灭，在保证满足比赛场地照明各项指标的前提下实现有效的节能。

8.2.5 关于控制室的设置要求与现行行业标准《体育建筑设计规范》JGJ 31 中的要求基本相同。

8.2.6 控制系统的网络结构应根据需求确定。场地较小、使用功能简单的场地照明宜采用集中式控制，场地较大、灯具数量较多时可采用集散式网络结构，使用功能复杂时可考虑采用分布式网络结构。分布式的系统结构大大降低了系统自身的风险，当部分系统元件故障时，受影响的仅仅是与其相关联的设备，而系统的其他部分仍可正常工作。

奥运会、世界杯等重要体育赛事受到广泛关注，并可能涉及巨大的政治经济影响，且赛事结果往往具备不可重复性，因而对保证比赛场地照明的持续要求极高。为了避免无关人员和系统可能对比赛场地照明控制的干扰，建议设置可切除其他控制系统对比赛场地照明进行越级控制的措施。

9 照 明 检 测

9.1 一 般 规 定

9.1.1 照明检测主要参照国际照明委员会《关于体育照明装置的光度规定和照度测量指南》CIE 67 - 1986 和《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169 - 2005 制订。照明检测主要用以检验体育场馆照明设计能否达到标准规定的各项技术指标,能否满足不同运动项目不同级别的使用功能要求。

9.1.2 检测用仪器设备必须送法定检测机构依据相关检定规程进行检定,以保证检测数据的有效性。

9.1.3 测量时的环境条件对测量结果会产生不利影响,因此应避免在阴雨天、多雾天、沙尘天和有来自外部光线影响情况下进行测量,使用荧光灯的场所还要考虑温度的影响。体育场馆所用光源,特别是金属卤化物灯每次开灯后也需要经过一段时间才能达到光通额定值,因此对照明装置的运行时间和开灯后的点燃时间都要有所规定。电压也是影响检测结果的重要因素,必要时应进行电压修正。测量时应避免操作者身影或别的物体对接收器的遮挡,同时也要避免浅色物体上反射光的影响。本条规定的目的是在满足规定的测量条件下进行照明检测才能保证测量数据的准确性。

9.1.4 检测的照明参数应是标准中所规定的参数,其中部分参数是在测量后通过计算取得的。

9.2 照 度 测 量

9.2.1 测量场地一般指标准中规定的主赛场和总赛场,此外也包括对观众席和应急照明等的测量。为了减少测量的工作量,对大型运动场地,在照明装置布置完全对称的条件下,当照明参数

呈对称分布时,可只测 $1/2$ 或 $1/4$ 场地。

9.2.2 关于照度测量的测点,在《关于体育照明装置的光度规定和照度测量指南》CIE 67-1986 中已作出规定,在《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169-2005 中又增加了更详细、更全面的规定,把运动场地划分为矩形场地和几种典型场地。

由于大多数运动场地都属于矩形场地,如足球、篮球、排球、网球、羽毛球等,因此在对测量与计算网格点进行规定时采用了统一的方法,同时还规定计算网格应包含测量网格,测量网格的间距是计算网格间距的 2 倍。

按照《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169-2005 中新的规定,与《关于体育照明装置的光度规定和照度测量指南》CIE 67-1986 的规定相比,标准有所提高。如足球场 CIE 67-1986 规定的测量点为 7×11 ,而 CIE 169-2005 规定的测量点为 8×12 ,这意味着测量场地范围有所扩大,为了使计算与测量范围更接近于比赛场地边线,照度计算与测量网格点间距应尽可能小,在本标准附录 A 规定中已有调整。

图 9.2.2-1~图 9.2.2-8 给出的几种典型运动场地的计算、测量网格划分方法,是参照《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169-2005 制订的。

9.2.3、9.2.4 关于水平照度测量,垂直照度测量及照度均匀度的计算,参考《关于体育照明装置的光度规定和照度测量指南》CIE 67-1986 的相关内容制订。

照度测量结果会受到电源电压波动的影响,编制组选取几种目前体育场馆常用的金属卤化灯光源在实验室内进行实验,得出光源光通量与电源电压的变化曲线,见图 9 和图 10,同时电源电压的变化也对显色指数和色温有影响。

各种金属卤化物灯的标称发光效能为 $60 \sim 100$ (lm/W),标称显色指数的范围 R_a 为 $65 \sim 93$,标称色温的范围为 $3000K \sim 6000K$ 。金属卤化物灯由于选用的镇流器不同和电源电压的变化

会引起金属卤化物灯的光、色参数发生变化。

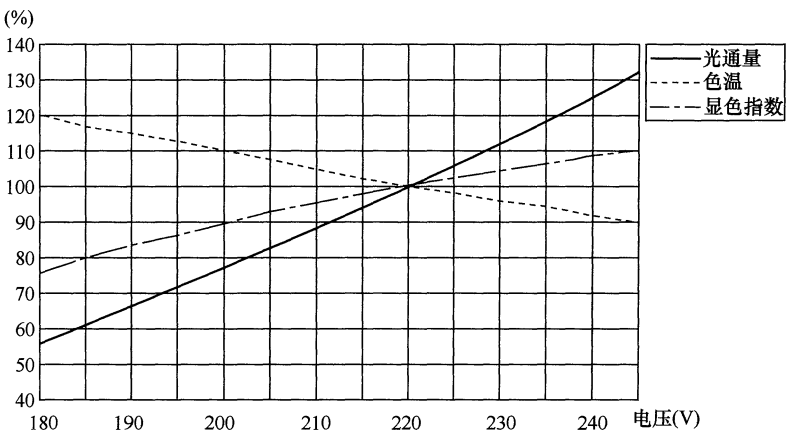


图 9 金属卤化物灯的光、色参数与电压关系 (220V)

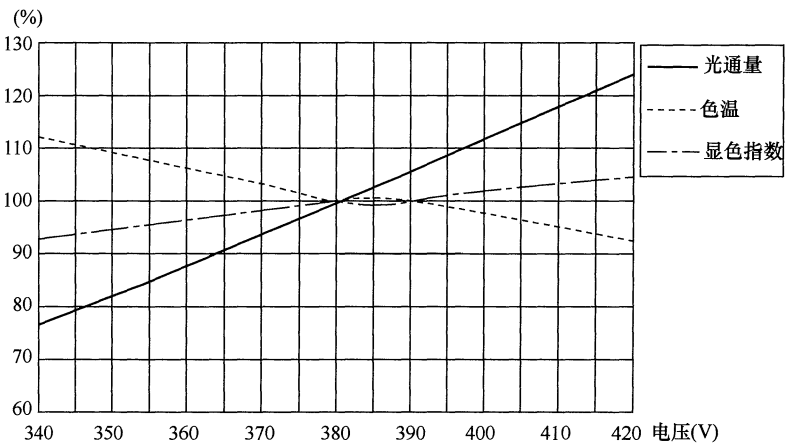


图 10 金属卤化物灯的光、色参数与电压关系 (380V)

图 9 和图 10 中的曲线是金属卤化物灯的实验结果。从图中可以看到，采用普通电感镇流器的光通量和显色指数均正比于电源电压的变化，只有色温反比于电源电压的变化。当供电标称电

压为 220V，电源电压的变化 $-10\% \sim +10\%$ 时，其上述参数变化范围为：光通量： $-25\% \sim +28\%$ ，显色指数： $-11\% \sim +9\%$ ，色温： $+11\% \sim -9\%$ 。供电标称电压为 380V，电源电压的变化 $-10\% \sim +10\%$ 时，其上述参数变化范围为：光通量： $-22\% \sim +23\%$ ，显色指数： $-7\% \sim +5\%$ ，色温： $+12\% \sim -7\%$ 。

由于测试的样品数量、品种、型号、厂家有限，不能完全代表这类光源的一致特性，因为气体放电灯的光、色、电参数本身就有一个变动范围，所以此组数据的变化范围仅作为定性参考。

为了确保体育设施电视转播的质量，因此，要求体育场馆在比赛期间的电源电压变化应在 $-5\% \sim +5\%$ 之间，同时从电源配电盘到（末端）灯端的线路电压降应小于 15V，整个照明系统的功率因数应大于 0.85，最好在 0.9 以上（功率因数越低其供电系统的电压调整性就越差），即在同样的有功负荷下，电源（变压器）输出电压越低，线路压降越高，占用电源容量越多，负荷端（光源）电压就越低。

9.3 眩光测量

9.3.1 本条规定了确定眩光测量点的原则和典型场地的眩光测量点的位置。

1 眩光是评价照明质量的重要指标，在 CIE 文件中也提出在照明测量中除测量水平照度和垂直照度外还要核实眩光指数，为了减少眩光测量的工作量，眩光测量点只能按各场地最重要的位置选取。

2 眩光测量点的位置主要参照《室外运动场地和区域照明的眩光评价系统》CIE 112 - 1994、《关于足球场人工照明指南》FIFA - 2002 等制订。

9.3.2 眩光测量至今尚无统一的测量仪器，一般可通过测量观察者眼睛上的照度来计算光幕亮度，最后求出眩光指数 GR，见本标准附录 B。

9.4 现场显色指数和色温测量

9.4.1 根据对大量体育场馆现场显色指数和色温的测量表明,所选测量点测得的颜色参数可代表整个场地的色参数测量结果。

9.4.2 现场显色指数和色温受环境因素如电压波动、场地和周围建筑及座位的颜色影响较大,所制定标准值是根据实测统计结果确定的。 R_a 、 T_{cp} 与 V 的变化曲线见图 9、图 10。

9.5 照明功率密度测量

9.5.1、9.5.2 本标准规定了照明功率密度限值,应进行该指标的测量。测量和计算方法可按现行国家标准《照明测量方法》GB/T 5700 和《照明工程节能监测方法》GB/T 32038 的规定进行。

9.6 检测报告

9.6.1~9.6.3 检测报告是对全部检测内容的记录和总结。报告编写的内容和格式应符合有关部门对检测机构关于检测报告编写的规定。对检测结果应依据相关标准作出结论,判定是否合格。

附录 A 照度计算和测量网格及摄像机位置

本附录参照《关于体育照明装置的光度规定和照度测量指南》CIE 83-1989 和《体育赛事中用于彩电和摄影照明的实用设计准则》CIE 169-2005 等制订。

1 表中场地尺寸未标明 PA、TA 时，均为比赛场地 PA 的尺寸，按照本标准所规定的计算点和测量点测量场地覆盖的范围比《关于体育照明装置的光度规定和照度测量指南》CIE 83-1989 规定的测量范围要大一些，说明对照明的要求更高了，网格间距应尽可能小，这样周边测点就更接近场地边线。

2 照度计算和测量的参考高度，水平照度一般取 1m，为了测量的方便，同时对测量值无明显影响，测量四个方向的垂直照度时也取 1m 高度，摄像机方向的垂直照度均取 1.5m 高度。

3 本标准摄像机位置为其中一些主要摄像机位置，在实际使用中可按赛事要求计算和测量某些位置摄像机方向的垂直照度。

附录 B 眩光计算

B.0.1 室外体育场眩光计算公式引自《关于室外体育设施和区域照明的眩光评价系统》CIE 112 - 1994。经实测验证此公式不论是对室外体育场或是对室内体育馆，计算值和测量值均吻合较好。主观评价与测量计算值之间有较好的线性关系。编制组对体育场馆照明室内眩光评价系统经研究得出结论，该公式也可用于室内体育馆眩光评价系统，对眩光指数进行计算，但通过实验研究证实，当室外体育场眩光评价系统用于室内体育馆眩光评价系统时，需采用适用于室内体育馆的眩光评价分级及眩光指数限制值，而且在室内体育馆眩光指数计算时其反射比宜取 0.35~0.40。

附录 C 马道位置设置方法与设计参数

C.0.1、C.0.2 本规定根据国内外相关标准和设计经验及计算分析研究结果可得到的灯具安装位置参数，按计算所得到的马道条件进行照明设计可以满足各项照明指标的要求。

根据相关规定、设计经验和计算分析研究结果，综合考虑水平照度、垂直照度、照度均匀度、照度比率、眩光限制等要求，可得出以下设计准则：

1) 体育场

马道上灯具投射到场地与远边线之间的夹角不小于 25°，灯具投射到场地与场地近边线之夹角不大于 65°。

足球场马道中心位置水平投影距场地中心点的距离一般为 60m~80m。

2) 体育馆

马道上灯具投射到场地与远边线之间的夹角不小于 30°，灯具投射方向与场地近边线之夹角不大于 65°或 60°。

当采用双排马道，则前排马道位置满足 $\varphi \geq 25^\circ$ ，后排马道满足 $\theta \leq 65^\circ$ 的要求。

按以上要求计算可得到各类体育场馆的马道设计参数，体育场的计算结果见表 42、表 43。

表 42 单马道灯具安装高度与计算参数表

项目	φ (°)	θ (°)	w (m)	d (m)	h (m)	s (m)
田径 (足球)	25	70	93	19.1	52.5	65.6
		65		25.8	55.4	72.3
		60		34.2	59.3	80.7
		55		45.1	64.4	91.6
	30	70		24.7	68.0	71.2

表 43 双马道灯具安装高度与计算参数表

项目	φ (°)	θ (°)	w (m)	d (m)	h (m)	s_1 (m)	s_2 (m)
田径 (足球)	25	70	93	15.8	43.3	46.5	62.3
		65		20.2	43.3	46.5	66.7
		60		25.0	43.3	46.5	71.5
		55		30.3	43.3	46.5	76.8
		50		36.3	43.3	46.5	82.9
	30	70		19.5	53.7	46.5	66.0
		65		25.0	53.7	46.5	71.5

同理，可计算出体育馆、网球馆、游泳馆、专用足球场、专用篮排球场等的马道位置参数。

对计算结果的说明：

- 1) 表中 θ 角度取值 70° 时，往往会导致近边线附近的垂直照度不足且水平/垂直照度比率失调，一般不建议采用。
 - 2) 对于小型的比赛场地一般可不采用双马道，如专用篮排球馆等。
 - 3) 考虑到游泳跳水馆的特殊性，比赛级的游泳跳水馆原则上应采用双马道布置方式。
- C.0.3** 在马道位置参数表中马道高度 h 是指中心点的位置高度，马道端点的位置高度也是根据眩光要求和照度确定的。