

ICS 91.160.10

P 33

T/CIES

中国照明学会团体标准

T/CIES 023—2020

汽车工业用房 LED 照明设计标准

Requirement for LED Lighting Design of Automotive Factory

2020-5-15 发布

2020-5-15 实施

中国照明学会 发布

全国团体标准信息平台
CIES

目 次

前 言.....	1
1 范围	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语	3
4 LED 灯具要求	6
5 照明数量与质量.....	8
6 照明标准值.....	9
7 控制与配电.....	13
8 节能措施.....	14
附录 1	16

前 言

在能源危机和温室效应日趋严重的当今社会，节能环保已成为照明产品的主题。作为耗电大户之的照明光源成为社会关注的焦点，而作为室内照明重要组成部分的工业企业照明的地位更是举足轻重。

本标准依据《建筑照明设计标准》GB 50034，在借鉴国内外工业建筑照明实践和研究成果的基础上，结合我国汽车工业企业生产特点，通过广泛调研和反复征求意见进行编制。

本标准汽车工业企业新建、改建、扩建厂房及辅助设施采用 LED 照明设计提供了科学依据，并作为建设单位、设计单位、施工监理及运行管理人员的参考。

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国照明学会提出。

本标准由中国照明学会标准化工作委员会归口。

本标准主编单位：中国照明学会室内专业委员会、吉林省照明学会

本标准参编单位：中国第一汽车集团有限公司

机械工业第九设计研究院有限公司

中国汽车工业工程有限公司

华晨宝马汽车有限公司

中国重型汽车集团有限公司

上汽大众汽车有限公司

吉林省建苑设计集团有限公司

长春希达电子技术有限公司

长春为实照明科技有限公司

惠州雷士光电科技有限公司

惠州市西顿工业发展有限公司

欧普智慧照明科技有限公司

朗德万斯照明科技（深圳）有限公司

广东三雄极光照明股份有限公司

T/CIES 023—2020

浙江阳光照明电器集团股份有限公司

吉林省恒信照明电器有限公司

本标准主要起草人员：汪猛、窦林平、陈程章、范铁峰、刘瑞山、王健、冯震、孙立伟、徐银光、施跃中、衣建全、王瑞光、孙彦武、潘淑军、杨佳奇、杨程麟、周立宏、李球、李刚、陈凤波、郑晓光

本标准主要审查人员：华树明、赵建平、高巍、金丰源、罗建仁、孙文华、付跃刚、吴江明、郑晓刚

1 范围

本标准规定了 LED 照明技术应用于汽车工业企业生产及其辅助用房的一般照明、工位照明、配电与控制等技术要求。

本标准适用于新建、改建和扩建的汽车工业企业生产及其辅助用房的照明设计。

2 规范性引用文件

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

- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB/T 5702 光源显色性评价方法
- GB 7000.1 灯具 第1部分：一般要求与试验
- GB 17625.1 电磁兼容限值 谐波电流发射限值（设备每相输入电流≤16A）
- GB/T 17743 电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法
- GB/T 18595 一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求
- GB/T 20145 灯和灯系统的光生物安全性
- GB/T 29294 LED筒灯性能要求
- GB/T 29296 反射型自镇流LED灯性能要求
- GB/T 31831 LED室内照明应用技术要求
- JB/T 9536 户内户外防腐低压电器环境技术要求
- JGJ/T 119 建筑照明术语标准

3 术语

JGJ/T 119 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

LED 灯具 LED luminaire

一种以 LED 为光源，通过扩散部件或反射部件形成发光面的灯具，包括控制装置、散热装置、光学元件及相关构件。

3.2

光通量 luminous flux

根据辐射对标准光度观察者的作用导出的光度量。对于明视觉有：

$$\Phi = K_m \int_0^{\infty} \frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda$$

式中 $d\Phi_e(\lambda)/d\lambda$ ——辐射通量的光谱分布；

$V(\lambda)$ ——光谱光（视）效率；

K_m ——辐射的光谱（视）效能的最大值，单位为流明每瓦特（lm/W）。在单色辐射时，明视觉条件下的 K_m 值为 683lm/W（ $\lambda=555\text{nm}$ 时）。该量的

符号为 Φ ，单位为流明 (lm)， $1\text{lm}=1\text{cd}\cdot 1\text{sr}$ 。

3.3

统一眩光值 unified glare rating (UGR)

国际照明委员会 (CIE) 用于度量处于室内视觉环境中的照明装置发出的光对人眼引起不舒适感主观反应的心理参量。

3.4

灯具遮光角 shielding angle of luminaire

灯具出光口平面与刚好看不见发光体的视线之间的夹角。

3.5

显色指数 color rendering index

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

3.6

特殊显色指数 special colour rendering index R_i

光源对国际照明委员会 (CIE) 选定的标准颜色样品的显色指数。

3.7

一般显色指数 general colour rendering index R_a

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

3.8

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。

3.9

色温 (度) color 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(度), 简称色温。

3.10

相关色温 (度) correlated colour temperature T_{cp}

当光源的色品点不在黑体轨迹上, 且光源的色品与某一温度下的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（度），简称相关色温。

3.11

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（standard derivation of color matching）表示。

3.12

光通量维持率 lumen maintenance factor

灯在规定条件下，按给定时间点燃后的光通量与其初始光通量之比。

注：灯的初始光通量指灯在规定条件下点燃 1000h 后的光通量。

3.13

寿命 life time

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

3.14

照明功率密度 lighting power density (LPD)

单位面积上一般照明的安装功率，包含 LED 模块及其电子控制装置的功耗。

3.15

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的夹角，该矢径的发光强度值等于 50% 的发光强度最大值。

3.16

室空间比 room cavity ratio

表征房间几何形状的数值，其计算公式为：

$$RCR = 5h \times L / 2S$$

式中：RCR 一室空间比；

L 一房间周长；

S 一房间面积；

h 一灯具计算高度。

3.17

灯具最大允许距高比 maximum permissible spacing height ratio of luminaire

保证所需的照度均匀度时的灯具间距与灯具计算高度比的最大允许值

3.18

频闪效应 stroboscopic effect

对于非静止环境中静止的观察者，由光亮度或光谱分布随时间波动的光刺激引起的运动感知的变化。

3.19

波动深度 temporal light artefacts

在具体环境中，亮度或光谱随时间波动的光刺激引起观察者视觉感知的变化。

3.20

频闪效应可见度 stroboscopic visibility measure

频闪效应的量化参数，覆盖频段 80Hz-2000Hz。

3.21

工位照明 workplace lighting

为满足部分特殊生产操作要求设置的局部照明。

4 LED 灯具要求

4.1 LED 灯具应符合安全可靠、健康舒适、技术先进、经济合理、节能环保和维修方便的要求。

4.2 LED 灯具的光生物安全应满足 GB/T 20145 的要求。

4.3 LED 灯具应通过国家强制性产品认证。

4.4 LED 灯具除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

4.5 LED 灯具应能在-30℃~45℃环境温度下正常工作。使用于特殊场所时应满足该场所的环境温度、湿度和腐蚀性等其他要求。

4.6 LED 灯具的配光宜符合表 4-1 的要求。

表 4-1 灯具配光选择

室空间比 (RCR)	灯具最大允许距高比	灯具配光类型
1~3	1.5~2.5	宽配光
3~6	0.8~1.5	中配光
6~10	0.5~1.0	窄配光

4.7 用于人员长期停留场所的一般照明的 LED 灯具，其光输出波形的波动深度应符合以下规定：

- a) 当光输出波形频率 $\leq 9\text{Hz}$ 时，波动深度 $\leq 0.288\%$ ；
- b) 当 $9\text{Hz} < \text{光输出波形频率} \leq 3125\text{Hz}$ 时，波动深度 $\leq \text{光输出波形频率} \times 0.08/2.5 (\%)$ ；

c) 当光输出波形频率 $>3125\text{Hz}$ 时, 无限制;

注: 波动深度的计算方法见附录 1。

4.8 当空间中存在机床等运动物体且可能对人员构成威胁时, 光源的频闪效应可见度 SVM 不应超过 1。

注: SVM 的计算方法见附录 1。

4.9 LED 灯具骚扰电压应满足 GB/T 17743 的要求。

4.10 LED 灯具谐波电流限值应满足 GB 17625.1 的要求。

4.11 LED 灯具电磁兼容抗扰度应满足 GB/T 18595 的要求。

4.12 LED 灯具工作 3000 小时后的光通维持率不应低于 96%, 6000 小时的光通维持率不应低于 92%; LED 光源和 LED 灯具的额定寿命不应低于 25000h, 安装于高空间场所的 LED 光源和 LED 灯具的额定寿命不应低于 50000h。

4.13 LED 灯具安装在人员可触及的场所时输入电压应为安全特低电压。

4.14 用于对分辨颜色有要求的场所一般照明时的显色指数不宜低于 80, 用于颜色检验的局部照明时的显色指数不宜低于 90。

4.15 安装高度不大于 5m 的精加工或成品检验场所的一般照明宜采用宽配光 LED 灯具。

4.16 灯具的防护等级、防腐蚀性能和相关特性应满足场所的环境条件要求, 灯具的反射和透射材料应具有良好的抗老化性能。

4.17 汽车工业生产用房 LED 灯具形式宜按照表 4-2 确定。

表 4-3 汽车工业生产用房部分场所 LED 灯具形式推荐表

场所	灯具形式 (普通/防护/防水/防爆等)	防腐蚀等级	防护等级
冲压车间	冲压线生产区	普通	—
	物流区	防护	—
	模具维修/清洗	防水	F1
焊接车间	焊接生产区	普通	F1
	物流区	防护	—
涂装车间	涂装生产区	普通	F1
	物流区/存储区	防护	F1
	输调漆间	防爆	F1
	滑橇清洗间	防水	F1
总装车间	装配生产区	普通	F1
	物流区/存储区	防护	—
	供液/加注区	防爆	F1

发动机工厂	机加工生产区	普通	F1	IP2x
	装配区	普通	—	IP2x
	物流区/存储区	防护	—	IP44
铸造车间	各生产工段	防护	F1	IP65
	煤粉堆放间	防爆	F1	ia, I

4.18 安装于高空间场所的 LED 灯具应设置防坠落措施;有条件时,建议设置高空维护用马道。

5 照明数量与质量

5.1 照度标准值应按 0.5 lx、1 lx、3 lx、5 lx、10 lx、15 lx、20 lx、30 lx、50 lx、75 lx、100 lx、150 lx、200 lx、300 lx、500 lx、750 lx、1000 lx、1500 lx、2000 lx 分级。

5.2 作业面邻近周围照度可低于作业面照度,但不宜低于表 5-1 的数值。

表 5-1 作业面邻近周围照度

作业面照度 (lx)	作业面邻近周围照度 (lx)
≥750	500
500	300
300	200
≤200	与作业面照度相同

注:作业面邻近周围指作业面外宽度不小于 0.5m 的区域。

5.3 作业面背景区域一般照明的照度不宜低于作业面邻近周围照度的 1/3。

5.4 照明设计的维护系数应按表 5-2 选用。

表 5-2 维护系数

环境污染特征		房间或场所举例	灯具最少擦拭次数 (次/年)	维护系数值
室内	清洁	办公室、餐厅、阅览室、仪器仪表装配间、电子元器件装配间、检验室等	2	0.85
	一般	冲压车间、总装车间、各车间物流区等	2	0.75
	污染严重	焊接车间生产区、铸造车间、涂装车间生产区等	3	0.65
开敞空间		雨篷、连廊、货运平台	2	0.70

5.5 设计照度与照度标准值的偏差不应超过+20%。

5.6 人员长时间工作或停留的房间或场所,选用的直接型灯具的遮光角不应小于表 5-3 的规定。

表 5-3 直接型灯具的遮光角

光源平均亮度 (kcd/m ²)	遮光角 (°)
1~20	10

20~50	15
50~500	20
≥500	30

5.7 有视觉显示终端的工作场所，在与灯具中垂线成 65° ~ 90° 范围内的灯具平均亮度限值应符合表 5-4 的规定。

表 5-4 灯具平均亮度限值 (cd/m^2)

屏幕分类	灯具平均亮度限值	
	屏幕亮度大于 $200 \text{ cd}/\text{m}^2$	屏幕小于等于 $200 \text{ cd}/\text{m}^2$
亮背景暗字体或图像	3000	1500
暗背景亮字体或图像	1500	1000

5.8 长时间工作的房间，作业面的反射比宜限制在 0.2~0.6。

5.9 长时间工作时，工作房间内表面的反射比宜按表 5-5 选取。

表 5-5 工作房间内表面反射比

表面名称	反射比
顶 棚	0.6~0.9
墙 面	0.3~0.8
地 面	0.1~0.5

6 照明标准值

6.1 本标准规定的照度除标明外均应为作业面或参考平面上的维持平均照度，各类房间或场所的维持平均照度不应低于本章规定的照度标准值。

6.2 本标准规定的工位照明标准值均应为作业面或参考平面上局部照明的维持平均照度。

6.3 冲压车间一般照明标准值应符合表 6-1.1 的规定，工位照明标准值应符合表 6-1.2 的规定。

表 6-1.1 冲压车间主要工作区域一般照明标准值

场所	参考平面	水平照度 (lx)	眩光限值 (UGR)	照度 均匀度	光源色温 (K)	显色性 (Ra)
冲压线生产区	0.75m 水平面	300	22	0.5	4000~5700	80
冲压线地坑区	地面	150	—	0.4	4000	80
物流区	地面	150	—	0.5	4000	80
冲压件装箱区	0.75m 水平面	300	22	0.6	4000	80

冲压件返修区	0.75m 水平面	300	22	0.5	4000	80
仓库/废料间	地面	150	—	0.4	4000	80
模具维修/清洗	0.75m 水平面	300	22	0.6	4000	80

表 6-1.2 冲压车间主要工位照明标准值

工位	参考平面	水平照度 (lx)	眩光限值 (UGR)	光源色温 (K)	显色性 (Ra)	备注
冲压线检验区	0.75m 水平面	1000	19	4000-5700	80	
冲压线返修台	0.75m 水平面	1000	19	4000	80	

6.4 焊接车间一般照明标准值宜符合表 6-2.1 的规定，工位照明标准值宜符合表 6-2.2 的规定。

表 6-2.1 焊接车间主要工作区域一般照明标准值

场所	参考平面	水平照度 (lx)	眩光限值 (UGR)	照度 均匀度	色温 (K)	显色性 (Ra)
焊接生产区	0.75m 水平面	200	—	0.5	4000~5700	60
物流区	地面	150	—	0.5	4000	60
三坐标间	0.75m 水平面	750	19	0.6	4000	80
测量间	0.75m 水平面	750	19	0.6	4000	80
仓库/废料间	地面	150	—	0.4	4000	60
破坏性试验	0.75m 水平面	500	22	0.5	4000	60

表 6-2.2 焊接车间主要工位照明标准值

工位	参考平面	水平照度 (lx)	眩光限值 (UGR)	色温 (K)	显色性 (Ra)	其他
自动焊装工位	1.0m 水平面	200	25	4000~5700	80	
人工焊装工位	1.0m 水平面	500	22	4000~5700	80	
调整线普通工位	1.0m 水平面	750	22	4000~5700	80	
调整线强光工位	1.0m 水平面	1000	19	4000~5700	80	
检验	1.0m 水平面	1000	19	4000~5700	80	
返修	1.0m 水平面	750	19	4000~5700	80	

6.5 涂装车间一般照明标准值宜符合表 6-3.1 的规定，工位照明标准值宜符合表 6-3.2 的规定。

表 6-3.1 涂装车间主要工作区域一般照明标准值

场所	参考平面	水平照度 (lx)	眩光限值 (UGR)	照度 均匀度	色温 (K)	显色性 (Ra)
前处理生产区	地面	200	22	0.6	4000~5700	80
涂装生产区	地面	200	22	0.6	4000~5700	80
物流区/存储区	地面	150	—	0.5	4000~5700	80
输调漆间	0.75m 水平面	300	19	0.6	4000~5700	90
滑橇清洗间	地面	300	25	0.5	4000~5700	80
供胶/供腊间	地面	300	—	0.5	4000~5700	80

表 6-3.2 涂装车间主要工位照明标准值

工位	参考平面	水平照度 (lx)	眩光限值 (UGR)	光源色温 (K)	显色性 (Ra)	其他
电泳打磨区	1.0m 水平面	1000	22	(5700~6500) + (3000~4000)	>80	双灯具
中涂打磨区	1.0m 水平面	1000	22	(5700~6500) + (3000~4000)	>80	双灯具
密封胶线区	1.0m 水平面	750	22	4000~5700	80	
自动喷漆擦净	1.0m 水平面	500	22	4000~5700	80	
人工喷漆擦净	1.0m 水平面	100	22	4000~5700	80	
检查、补漆区	1.0m 水平面	1000	22	4000~5700	90	
报交线	1.0m 水平面	1000	22	(5700~6500) + (3000~4000)	>90	双灯具
精修线	1.0m 水平面	1500	19	(5700~6500) + (3000~4000)	>90	双灯具
滑橇清洗工位	0.75m 水平面	500	22	4000~5700	80	

6.6 总装车间一般照明标准值宜符合表 6-4.1 的规定，工位照明标准值宜符合表 6-4.2 的规定。

表 6-4.1 总装车间主要工作区域一般照明标准值

场所	参考平面	水平照度 (lx)	眩光限值 (UGR)	照度 均匀度	光源色温 (K)	显色性 (Ra)
装配线区	0.75m 水平面	200	25	0.6	4000~5700	80
物流区/存储区	地面	150	—	0.5	4000~5700	80
质检间	0.75m 水平面	500	22	0.6	4000~5700	90
计量室	0.75m 水平面	300	22	0.6	4000~5700	90

表 6-4.2 总装车间主要工位照明标准值

工位	参考平面	水平照度 (lx)	眩光限值 (UGR)	光源色温 (K)	显色性 (Ra)	其他
装配线	1.0m 水平面	750	22	5700	80	
线尾质检/返修	1.0m 水平面	1000	19	5700	90	
加注线	1.0m 水平面	500	—	5700	80	

6.7 发动机工厂一般照明标准值宜符合表 6-5.1 的规定，工位照明标准值宜符合表 6-5.2 的规定。

表 6-5.1 发动机工厂主要工作区域一般照明标准值

场所	参考平面	水平照度 (lx)	眩光限值 (UGR)	照度 均匀度	光源色温 (K)	显色性 (Ra)
机加工区	0.75m 水平面	200	—	0.4	4000	80
装配区	0.75m 水平面	200	25	0.5	4000	80
物流区/存储区	地面	150	—	0.5	4000	80
成品检测/返修	0.75m 水平面	300	22	0.5	4000	80
发动机试验车间	0.75m 水平面	300	22	0.5	4000	80
性能实验室	0.75m 水平面	500	22	0.5	4000	80

表 6-5.2 发动机工厂主要工位照明标准值

工位	参考平面	水平照度 (lx)	眩光限值 (UGR)	光源色温 (K)	显色性 (Ra)	其他
机加工	0.75m 水平面	500	22	4000	80	
装配区	0.75m 水平面	500	22	4000	80	
试验预装	0.75m 水平面	500	19	4000	80	

6.8 铸造车间一般照明标准值宜符合表 6-6 的规定。

表 6-6 铸造车间主要工作区域一般照明标准值

场所	参考平面	水平照度 (lx)	眩光限值 (UGR)	照度 均匀度	光源色温 (K)	显色性 (Ra)
熔化工部	地面	200	—	0.4	4000	60
清理工部	地面	300	—	0.4	4000	60
造型工部	地面	300	—	0.5	4000	60
制芯工部	地面	300	—	0.5	4000	60
砂处理工部	地面	300	—	0.5	4000	60

煤粉堆放间	地面	100	—	—	4000	60	
-------	----	-----	---	---	------	----	--

6.9 汽车工业企业中部分通用房间及场所的一般照明标准值宜符合表 6-7 的规定，其余均应执行《建筑照明设计标准》GB 50034 的相关要求。

表 6-7 汽车工业通用房间或场所一般照明标准值

场所	参考平面	水平照度 (lx)	眩光限值 (UGR)	照度 均匀度	光源色温 (K)	显色性 (Ra)	其他
叉车充电间	0.75m 水平面	150	—	0.4	4000	60	
集中供液间	0.75m 水平面	150	25	0.5	4000	80	
化验室	0.75m 水平面	500	22	0.6	4000	80	
培训室	0.75m 水平面	500	22	0.6	4000	80	
控制室	0.75m 水平面	300	22	0.6	5700	80	
洁净间	0.75m 水平面	500	22	0.6	5700	80	

6.10 汽车工业用房应按照现行国家标准《消防应急照明和疏散指示系统技术规范》GB 51309 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定设置应急照明系统。

7 控制与配电

7.1 汽车工业用房 LED 照明供电电源应符合下列规定：

- a) 当供电系统中无大功率冲击性负荷时，照明和电力宜共用变压器，否则宜与冲击性负荷接自不同变压器；
- b) 当照明和电力需接自同一变压器时，照明应由专用馈电线供电；
- c) 当照明安装功率较大或有谐波含量较大时，宜采用照明专用变压器。

7.2 汽车工业用房 LED 照明采用交流供电系统宜满足以下规定：

- a) 三相配电干线的各相负荷宜平衡分配；
- b) 正常照明单相分支回路的电流不宜大于 16A，所接 LED 灯具数不宜超过 25 个；
- c) 电源插座不宜和普通照明灯接在同一分支回路；
- d) 在电压偏差较大的场所，宜设置稳压装置；
- e) 5W 及以下的 LED 灯具功率因数不应低于 0.5，5W 以上的 LED 灯具功率因数不应低于 0.9。
- f) 当采用 I 类灯具时，灯具的外露可导电部分应可靠接地，当照明装置采用安全特低电压供电时，应采用安全隔离变压器，且二次侧不应接地。

7.3 汽车工业用房 LED 照明采用直流供电系统宜满足以下规定：

- a) 直流配电保护应按直流特性选择相应的保护电器；
- b) 每个直流供电回路起始端均应装设直流过负荷及短路保护电器作为过电流防护措施，过负荷保护和短路保护功能可集合在同一个保护电器中或保护装置中；
- c) 直流供电回路宜对地绝缘，并在正负母线上安装绝缘监测装置实时监测线路绝缘状态。

选择的直流集中控制柜及柜内元件应符合现行国家标准《电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求》GB/T 19826 的有关规定；

d) 以太网供电时输出电流应为 300mA、600mA 或 960mA，输出功率应按 15W、25W、45W、60W、75W，90W 分级；

e) 直流供电回路宜采用两芯线缆。采用以太网供电时应采用以太网线缆，且回路线缆长度不应大于 90m。

7.4 各生产及办公场所的走廊、楼梯间、门厅等公共场所的照明，宜按建筑使用条件和天然采光状况采取分区、分组控制措施。

7.5 除设置单个灯具的房间外，每个房间照明的开启模式不应少于 2 种。

7.6 需要设置值班照明的场所，宜采用该场所一般照明中位置适宜的部分灯具通过控制模式实现。

7.6 当房间或场所装设两列或多列灯具时，宜按下列方式分组控制：

a) 各生产场所宜按车间、工段或工序分组；

b) 在有可能分隔的场所，宜按照每个有可能分隔的场所分组；

c) 电化教室、会议厅、多功能厅、报告厅等场所，宜按靠近或远离讲台分组；

d) 除上述场所外，所控灯列可与侧窗平行。

7.7 有条件的场所，宜采用下列控制方式：

a) 可利用天然采光的场所，宜随天然光照射度变化自动调节照度；

b) 人员长时间活动且照明要求较高的空间宜采用感应调光控制和时钟控制；

c) 走廊、楼梯间、电梯厅、车库等空间宜采用红外、声波与超声波、微波等感应控制；

d) 生产车间按时间规律运行的功能空间宜采用时钟控制；

e) 生产车间、仓库等大面积单一功能室内空间等宜采用分区或群组控制；

f) 照明负荷较大以及特定照明效果需要进行照明光源编组和按顺序进行控制的空间宜采用顺序控制。

7.8 特定场所的照明控制宜符合下列规定：

a) 车库出入口、建筑入口等采光过渡区宜采用天然光与照明的一体化控制；

b) 采用场景控制的会议室或会客空间场景切换的响应时间应小于 3 秒；

c) 光感控制和人体感应控制可按需求与场所的遮阳、新风、空调设施联动控制；

d) 照明控制应保证调节的最低照明水平符合消防和安防监控等系统要求；

e) 采用定时控制的场所，当需要在时间设置表之外的时段使用时，系统应具有控制优先级设置功能；

f) 恒照度控制宜采用光电传感器等设备监测光源性能或场所照明水平。

7.9 必要时，检测工位的工位照明宜增加调光控制。

7.10 有条件时，在人员长时间活动的场所宜采用可调节光色与亮度的照明系统，以适应人体生物节律的变化，促进生理与心理健康。

8 节能措施

8.1 应在满足规定的照度和照明质量要求的前提下，进行照明节能评价。

8.2 本标准采用一般照明的照明功率密度限值（简称 LPD）作为照明节能的评价标准。

8.3 各房间或场所的照明控制方式、灯具效能符合本标准要求。

8.4 部分房间或场所的照明功率密度应满足本标准表 8-1 规定的要求，其余均应执行《建筑照明设计标准》GB 50034 的相关要求。

表 8-1 汽车工业各主要工作场所照明功率密度限值

房间或场所		照度标准值 (lx)	照明功率密度限值 (W/m ²)
冲压车间	生产区	300	≤9.0
	物流区	150	≤5.0
焊接车间	生产区	200	≤6.0
	物流区	150	≤5.0
涂装车间	生产区	200	≤7.0
	物流区	200	≤6.5
	输调漆间	300	≤9.0
	供胶/供腊间	150	≤5.0
总装车间	装配线区	200	≤7.0
	物流区	150	≤5.0
	质检间	500	≤13.5
发动机工厂	机加工区	200	≤6.0
	装配区	200	≤6.0
	物流区/存储区	150	≤5.0
	成品检测/返修	300	≤13.5
铸造车间	熔化工部	200	≤6.0
	清理/造型/制芯工部	300	≤9.0
通用场所	走廊	100	≤3.5
	卫生间	100	≤3.5
	培训室	500	≤13.5
	控制室	300	≤8.0
	主控制室	500	≤13.5
	风机房、空调机房	100	≤3.5
	泵房	100	≤3.5
	冷冻站	150	≤5.0
	压缩空气站	150	≤5.0

附录 1

波动深度 (FPF)

波动深度可按式 (1-1) 计算:

$$FPF=100\% \times (A-B) / (A+B) \quad (1-1)$$

式中:

A——在一个波动周期内光输出的最大值;

B——在一个波动周期内光输出的最小值。

频闪效应可见度 (SVM)

SVM 应按下列式计算:

$$SVM = 3.7 \sqrt{\sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{C_m}{T_m}\right)^{3.7}} \begin{cases} < 1 \text{ 不可见} \\ = 1 \text{ 刚可察觉} \\ > 1 \text{ 可见} \end{cases} \quad (2-1)$$

式中:

C_m ——傅里叶变化后第 m 次傅里叶分量的振幅与其直流值 (也就是 0 次傅里叶分量) 的

商;

T_m —— m 次傅里叶分量对应频率的正弦波频闪效应可见阈值, 可根据公式 2-2 确定。

$$T(f) = 2.865 \cdot 10^{-5} \cdot f^{1.543} + 0.225 \quad (2-2)$$

式中: f ——频率。