



中华人民共和国国家标准

GB/T 37958—2019

视频监控系统主动照明部件 光辐射安全要求

Requirements of optical radiation safety for active lighting units of
video surveillance systems

2019-08-30 发布

2020-03-01 实施



国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	3
5 危险类别和评估要求	3
5.1 危险类别分类	3
5.2 发射限值	4
5.2.1 连续发射补光灯	4
5.2.2 脉冲补光灯	4
5.3 评估要求	6
5.3.1 一般规则	6
5.3.2 光谱加权函数	6
5.3.3 安全距离	6
5.3.4 危险距离	6
5.3.5 评估方案	6
6 控制措施	7
6.1 总则	7
6.2 工程控制措施	7
6.2.1 产品研制	7
6.2.2 产品使用	7
6.3 安全告知要求	8
6.3.1 一般要求	8
6.3.2 说明书信息	8
6.3.3 说明书和包装标识	8
6.3.4 产品标识	9
附录 A (规范性附录) 危害类型的辐照度或辐亮度计算公式	11
附录 B (规范性附录) 紫外危害评估光谱加权函数	13
附录 C (规范性附录) 视网膜危害评估光谱加权函数	14
附录 D (资料性附录) 机动车道路用补光灯失能眩光评价	16
参考文献	19
图 1 脉冲持续时间应用实例	3
图 2 1 类危险补光灯说明书和包装上的警告标识示例	9
图 3 2 类危险补光灯说明书和包装上的警告标识示例	9

图 4 3 类危险补光灯说明书和包装上的警告标识示例 9

图 5 1 类危险补光灯产品上的警告标识示例 10

图 6 2 类危险补光灯产品上的警告标识示例 10

图 7 3 类危险补光灯产品上的警告标识示例 10

图 D.1 失能眩光形成原理图 16

图 D.2 失能眩光的计算模型 18

表 1 连续发光补光灯不同危险类别的发射限值 4

表 2 脉冲补光灯部分危害类型的发射限值 4

表 3 L_R 的发射限值 5

表 4 用于发射限值计算的 C_5 和 α 值 5

表 5 脉冲持续时间相关的 α_{max} 值 5

表 6 L_{IR} 的发射限值 6

表 7 不同补光灯所需要的评估危害类型 6

表 8 预期使用条件下不同危险类别相应的控制措施 7

表 9 各危险类别补光灯应提供的安全告知信息一览表 8

表 B.1 紫外危害评估光谱加权函数 13

表 C.1 视网膜危害评估光谱加权函数 $B(\lambda)$ 和 $R(\lambda)$ 14

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国光辐射安全和激光设备标准化技术委员会(SAC/TC 284)归口。

本标准起草单位:公安部第三研究所、福建省产品质量检验研究院、浙江三色光电技术有限公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司、浙江大华技术股份有限公司、山东神戎电子股份有限公司、上海市计量测试技术研究院、中国电子科技集团公司第十一研究所。

本标准主要起草人:唐前进、成云飞、许巧云、乔波、程广伟、许路、杨坤、丁乃英、方贵明、席欣、陈大明、夏铭、戚燕。

视频监控系统主动照明部件 光辐射安全要求

1 范围

本标准规定了视频监控系统主动照明部件(以下简称“补光灯”)的光辐射一般要求、危险类别、评估要求和控制措施。

本标准适用于发射波长为 200 nm~1 400 nm 的 LED、氙灯等补光灯的研制、安装维护和使用。其他类型补光灯可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

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

GB/T 20145—2006 灯和灯系统的光生物安全性

GB/T 30117.2—2013 灯和灯系统的光生物安全 第2部分:非激光光辐射安全相关的制造要求指南

GB/T 34075—2017 普通照明用 LED 产品光辐射安全测量方法

3 术语和定义

GB/T 20145—2006 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

视频监控系统主动照明部件 **active lighting units of video surveillance systems**

补光灯

用于增强视频监控摄像机拍摄图像效果的补光装置。

注1:本标准中的补光灯包括与视频监控摄像机集成一体和独立于视频监控摄像机的产品。

注2:本标准中的补光灯有脉冲发射和连续发射两种工作方式,它们对应的补光灯分别称为脉冲补光灯和连续发射补光灯。

3.2

可达发射限值 **accessible emission limit**

AEL

所规定类别内允许的最大可达光发射。

3.3

可达光发射 **accessible optical emission**

在合理可预见使用条件下,人眼可能受到的补光灯发出的光辐射。

注:可用可达光发射与发射限值相比较,来确定补光灯的危险类别。

3.4

对向角 **angular subtense**

α

在观察者的眼睛或测量点处由表观光源产生的视角。

注 1: 单位为弧度(rad)。

注 2: 对向角指的是全角,而不是半角。

注 3: 补光灯中增加透镜等光学器件可改变对向角 α ,即表观光源的对向角可能不同于物理光源的对向角。

3.5

连续发射 continuous wave emission; CW

输出持续时间不小于 0.25 s 或峰值辐射功率不高于平均辐射功率 1.5 倍的发光方式。

3.6

曝辐限值 exposure limit value; ELV

预期不会导致不良的生物效应,眼睛所允许承受的最大照射限值。

3.7

危险距离 hazard distance; HD

光辐射量等于相应的曝辐限值所对应的位置与补光灯之间的距离。

注: 当作用距离小于这个距离,在给定的辐照时间内,受到的辐亮度或辐照度会超过对应的曝辐限值。

3.8

预期使用 intended use

根据制造商提供的规格、说明和信息资料,来使用产品、享有服务或进行操作。

3.9

脉冲补光灯 pulse active lighting units

以单个脉冲或一系列脉冲的形式释放能量的补光灯,每一个脉冲的持续时间小于 0.25 s。

注 1: 以发射连续的脉冲系列或调制辐射能量的补光灯,其峰值辐射功率至少是平均辐射功率的 1.5 倍以上。

注 2: 在本标准中的脉冲补光灯包括频闪补光灯。

3.10

安全距离 safety distance; SD

补光灯可达光发射等于 0 类发射限值所对应的位置与补光灯之间的距离。

注: 使用距离大于或等于安全距离时补灯光辐射是安全的。

3.11

脉冲持续时间 pulse duration

t_p

脉冲总辐射量 D 与峰值辐射量 L_{peak} 之商。

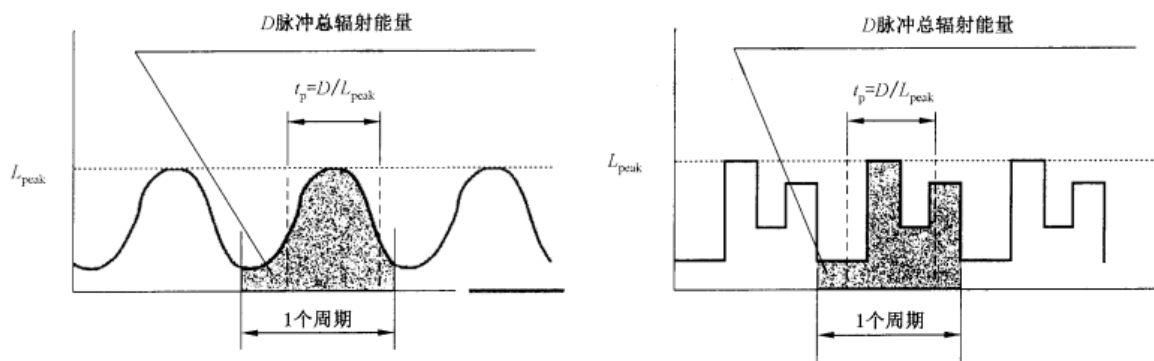


图 1 脉冲持续时间应用实例

注 1: 单位为秒(s)。

注 2: 对于具有三角形或矩形时间发射形状的脉冲,脉冲持续时间的定义与半高全宽(FWHM)的定义相同。

注 3: 矩形脉冲,如图 1 虚线中所示,在脉冲时间 t_p 内和实际脉冲有同样的辐射量和峰值辐射。

4 一般要求

对补光灯提供正确的危险类别和采取安全控制措施是制造商的职责,制造商提供的补灯光辐射安全应满足以下要求:

- a) 根据 GB/T 20145—2006 的分类规则,按第 5 章的规定确定补光灯危险类别;
- b) 根据 GB/T 30117.2—2013 的指导原则,按第 6 章的规定对补光灯采取安全控制措施;
- c) 如果补光灯被修改、额外增加了光束整形元件或改作其他用途,应对其进行重新评估,给出相应的危险类别和正确使用要求。

安装和维护人员应按照制造商提供的安装或维护说明书进行作业,并做好相应的防护措施。

被动接受补光灯照射的公众应按照补光灯的警告标识的要求保持安全距离,并不应注视补光灯。

注:制造商不仅包括补光灯研制单位,还包括外购补光灯与视频监控摄像机集成开发单位。

5 危险类别和评估要求

5.1 危险类别分类

根据光辐射对人眼造成的不同危害程度,补灯光生物辐射安全等级分为 4 个类别:

- a) 0 类危险(RG0)——豁免类。在可预见的条件下,不造成任何光生物辐射危害。0 类危险补光灯的光辐射应同时满足以下要求:
 - 1) 在 8 h(30 000 s)内不造成光化学紫外危害(E_S);
 - 2) 在 1 000 s(约 16 min)内不造成近紫外危害(E_{UVA});
 - 3) 在 10 000 s(约 2.8 h)内不造成视网膜蓝光危害(L_B);
 - 4) 在 0.25 s 内不造成视网膜热危害(L_R);
 - 5) 在 1 000 s 内不造成对眼睛的红外辐射危害(E_{IR});
 - 6) 发射红外辐射但没有强视觉刺激(即小于 10 cd/m^2),并且 100 s 内不造成近红外视网膜危害(微弱视觉刺激)(L_{IR})。
- b) 1 类危险(RG1)——低危险类。在正常使用条件下,根据人的正常光照行为不会造成光生物辐射危害。1 类危险补光灯的光辐射应同时满足以下要求:
 - 1) 在 10 000 s 内不造成光化学紫外危害(E_S);
 - 2) 在 300 s 内不造成近紫外危害(E_{UVA});
 - 3) 在 100 s 内不造成对视网膜蓝光危害(L_B);
 - 4) 在 100 s 内不造成对眼睛的红外辐射危害(E_{IR});
 - 5) 发射红外辐射但没有强视觉刺激(即小于 10 cd/m^2),并且 10 s 内不造成近红外视网膜危害(微弱视觉刺激)(L_{IR})。
- c) 2 类危险(RG2)——中度危险类。根据人眼对高亮度光源的眩目回避或热辐射的不舒适反应,不造成光生物辐射危害。2 类危险补光灯的光辐射应同时满足以下要求:
 - 1) 在 1 000 s 内不造成光化学紫外危害(E_S);
 - 2) 在 100 s 内不造成近紫外危害(E_{UVA});
 - 3) 在 0.25 s 内不造成对视网膜蓝光危害(L_B);
 - 4) 在 10 s 内不造成对眼睛的红外辐射危害(E_{IR})。
- d) 3 类危险(RG3)——高危险类。即使是瞬间或短暂的光照,也会造成光辐射危害。凡是补灯光辐射超过 2 类危险的都属于 3 类危险(高危险)。

E_S 、 E_{UVA} 、 E_{IR} 、 L_B 、 L_R 和 L_{IR} 的计算公式见附录 A。

5.2 发射限值

5.2.1 连续发射补光灯

将连续发光补光灯不同危害类型的可达光发射与表 1 的发射限值进行比较确定危险类别。确定危险类别时该危险类别下全部危害类型的可达发射都不能超过对应的发射限值。

表 1 连续发光补光灯不同危险类别的发射限值

危害类型	波长范围/ nm	符号	发射限值			单位
			0类危险	1类危险	2类危险	
光化学紫外危害	200~400	E_S	0.001	0.003	0.03	$W \cdot m^{-2}$
近紫外危害	315~400	E_{UVA}	10	33	100	$W \cdot m^{-2}$
视网膜蓝光光化学危害	300~700	L_B	100	10 000	4 000 000	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
视网膜热危害	380~1 400	L_R	28 000/ α	—	—	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
角膜和晶状体的红外辐射危害	780~1 400	E_{IR}	100	570	3 200	$W \cdot m^{-2}$
视网膜热危害(微弱视觉刺激)	780~1 400	L_{IR}	6 000/ α	11 000/ α	—	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$

注 1: 部分数据来源于 IEC 62471-5:2015 表 3。
 注 2: 持续光辐射时间超过 0.25 s 时, 视网膜热危害(L_R)不会随着持续时间增加而增加, 因此只要补光灯的视网膜热危害超过 0 类危险, 则补光灯为 3 类危险。
 注 3: 视网膜热危害(微弱视觉刺激)(L_{IR})超过 1 类危险 L_{IR} 限值的补光灯为 3 类危险。

5.2.2 脉冲补光灯

5.2.2.1 概述

脉冲补光灯的危险类别按以下方法进行确定:

- a) E_S 、 E_{UVA} 、 E_{IR} 和 L_B 的可达光发射与表 2 中相应的发射限值进行比较;
- b) L_R 的可发光发射与表 3 的发射限值进行比较;
- c) L_{IR} 的可达光发射与表 6 的发射限值进行比较。

5.2.2.2 E_S 、 E_{UVA} 、 E_{IR} 和 L_B 的发射限值

各危险类别脉冲补光灯的 E_S 、 E_{UVA} 、 E_{IR} 辐照度和 L_B 辐亮度的发射限值见表 2。

表 2 脉冲补光灯部分危害类型的发射限值

危害类型	波长范围/ nm	符号	发射限值			单位
			0类危险	1类危险	2类危险	
光化学紫外危害	200~400	E_S	0.001	0.003	0.03	$W \cdot m^{-2}$
近紫外危害	315~400	E_{UVA}	10	33	100	$W \cdot m^{-2}$
视网膜蓝光光化学危害	300~700	L_B	100	10 000	4 000 000	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
角膜和晶状体的红外辐射危害	780~1 400	E_{IR}	100	570	3 200	$W \cdot m^{-2}$

5.2.2.3 L_R 的发射限值

一般情况下,脉冲补光灯的视网膜热危害(L_R)的发射限值适用两个准则,并且各可达光发射不应超过两个准则 a) 和 b) 中任一发射限值,两个准则如下:

- a) 比较平均辐亮度与表 3 的发射限值的条件:
- 1) 定期发射的脉冲串(即脉冲参数恒定),时间基准平均为 0.25 s;
 - 2) 对于不规则脉冲样品,平均发射周期短于或等于 0.25 s。
- b) 比较每个脉冲的峰值辐亮度与表 1 的发射限值。发射限值应乘以表 4 的系数 C_5 。根据脉冲持续时间 t_p 并按表 5 规定选择 α 值,计算发射限值。

注:该发射限值来源于 IEC 62471-5:2015 中 5.6.2.3。

表 3 L_R 的发射限值

持续发射时间	发射限值	单位
$t_p \leq 1 \mu\text{s}$	$0.63 \cdot \alpha^{-1} \cdot t_p^{-1}$	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$
$1 \mu\text{s} < t_p \leq 0.25 \text{ s}$	$2.0 \times 10^4 \cdot \alpha^{-1} \cdot t_p^{-0.25}$	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$
$t_p > 0.25 \text{ s}$	表 1 中 L_R 的发射限值	

表 4 用于发射限值计算的 C_5 和 α 值

对向角的取值范围		C_5 的值	计算 AEL 的 α 值
$\alpha \leq 0.005 \text{ rad}$	—	1.0	0.005 rad
$0.005 \text{ rad} < \alpha \leq \alpha_{\max}$	$N \leq 40$	$N^{-0.25}$	α
	$N > 40$	0.4	α
$\alpha_{\max} < \alpha < 0.1 \text{ rad}$	$N \leq 625$	$N^{-0.25}$	α_{\max}
	$N > 625$	0.2	α_{\max}
$\alpha \geq 0.1 \text{ rad}$	—	1.0	α_{\max}

注 1: N 是在时间基准中发生的脉冲数。
注 2: 不同脉冲持续时间下的 α_{\max} 的取值见表 5。

表 5 脉冲持续时间相关的 α_{\max} 值

持续发射时间	最大接收角 α_{\max}/rad
$t_p < 625 \mu\text{s}$	0.005
$625 \mu\text{s} \leq t_p < 0.25 \text{ s}$	$0.2 \cdot t_p^{0.5}$
$t_p \geq 0.25 \text{ s}$	0.1

5.2.2.4 L_{IR} 的发射限值

视网膜的热的、微弱的、视觉的刺激的红外辐射危害(L_{IR})的发射限值见表 6。

表 6 L_{IR} 的发射限值

发射时间	发射限值	单位
$t_p < 625 \mu s$	$0,63 \cdot \alpha^{-1} \cdot t_p^{-1}$	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
$625 \mu s \leq t_p < 0,25 s$	$2,0 \times 10^4 \cdot \alpha^{-1} \cdot t_p^{-0,25}$	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
$t_p \geq 0,25 s$	表 1 中 L_{IR} 的发射限值	

5.3 评估要求

5.3.1 一般规则

本标准依据下述规则进行危险类别分类：

- 对于所有工作方式的补光灯均在 200 mm 距离进行评估；
- 评估时的测量孔径为 7 mm；
- 对于可见和红外混合补光灯，应同时评估可见光和红外部分危险类别；
- 补光灯的有效辐照度和有效辐亮度测量宜按 GB/T 34075—2017 的方法进行。

5.3.2 光谱加权函数

用于评估紫外危害的光谱加权函数见附录 B 表 B.1。

用于评估视网膜危害的光谱加权函数见附录 C 表 C.1。

5.3.3 安全距离

每类危险类别的补光灯都应评估安全距离，其评估方法宜按 GB/T 34075—2017 进行。

5.3.4 危险距离

除 0 类补光灯外，宜按 GB/T 34075—2017 的方法确定补光灯的危险距离，并遵循以下要求：

- 3 类危险补光灯应确定 1 类和 2 类危险距离；
- 2 类危险补光灯应确定 1 类危险距离。

5.3.5 评估方案

不同发光方式补光灯的危害类型评估方案如表 7 所示。

表 7 不同补光灯所需要的评估危害类型

补光灯类型	光谱范围/nm	E_s	E_{UVA}	L_B	L_R	E_{IR}	L_{IR}
可见光连续发射 LED 补光灯	380~780	不需要	不需要	需要	需要	不需要	不需要
红外连续发射 LED 补光灯	780~1 400	不需要	不需要	不需要	需要	需要	需要
可见光频闪 LED 补光灯	380~780	不需要	不需要	需要	需要	不需要	不需要
红外频闪 LED 补光灯	780~1 400	不需要	不需要	不需要	需要	需要	需要
可见光脉冲氙灯补光灯	200~1 400	需要	需要	需要	需要	需要	需要

6 控制措施

6.1 总则

补光灯的光辐射安全控制措施应按 GB/T 30117.2—2013 的规定执行。

补光灯制造商应进行危险类别分类及危险评估,以确定采取必要的安全措施,对用户的预期使用危险提出必要的警告并建议用户进行安全防护。

一般而言,在预期使用条件下补光灯的控制方式不恰当或不能实行时,需考虑培训、限制进入危害区域和配备个人防护设备。

对于超过 1 类危险的补光灯,应优先采取有效的控制措施降低可达光发射,以符合预期使用的要求,或者采取个人防护措施。预期使用条件下不同危险类别相应的控制措施见表 8。

表 8 预期使用条件下不同危险类别相应的控制措施

危险类别	预期使用条件下观察者可接受的最大危险类别		
	非预期 短期	预期 短期	预期(可能)长期
0 类危险	0 类危险	0 类危险	0 类危险
1 类危险	1 类危险	1 类危险	0 类危险——通过增加曝辐距离或受控接触进行限制
2 类危险	2 类危险	1 类危险——通过限制增加曝辐距离和/或曝辐时间,或限制在规定区域内使用该产品	0 类危险——通过增加曝辐距离或受控接触进行限制
3 类危险	2 类危险——通过限制接触距离或在指定区域使用该产品	1 类危险——通过限制接触距离和/或曝光时长,或在指定区域使用该产品	0 类危险——通过限制接触距离或受控接触进行

6.2 工程控制措施

6.2.1 产品研制

对于超过 0 类危险的补光灯,制造商在研制补光灯时应采取控制措施,包括但不限于:

- 使用防护罩、其他滤光装置或提升视频监控摄像机传感器性能等措施以减少光辐射量;
- 对于 1 类危险的补光灯,允许上电自检查时补光灯自动点亮时间不超过 10 s,然后自动关闭,对于 2 类危害及以上补光灯则不准许采用该自检模式;
- 具有 3 类危险的补光灯出现非预期使用时应自动停止工作,即人员进入 3 类危险距离内时,补光灯能自动报警并短暂关闭补光灯或者降低光辐射,直至人员离开;
- 补光灯应能强制关闭。

6.2.2 产品使用

补光灯在使用时应采取安全措施,包括但不限于:

- 补光灯的检修、测试、试验人员应经过专业培训,操作时应采取相应的防护措施,如佩戴防护眼镜;
- 在室内或未成年人活动场所应使用 0 类危险补光灯;
- 3 类危险补光灯宜使用在人员稀少的场所,并采取防护围栏等安全措施;

——可见光频闪 LED 补光灯、可见光脉冲氙灯补光灯使用时宜减少失能眩光。

注：用于道路监控场所补光灯失能眩光的评价方法参见附录 D。

6.3 安全告知要求

6.3.1 一般要求

补光灯应提供的安全告知信息要求如下：

- a) 不同危险类别的补光灯应在说明书、包装和产品上按照表 9 的要求提供安全告知信息；
- b) 说明书中的安全告知信息应符合 6.3.2 和 6.3.3 的要求；
- c) 包装上的安全告知信息应符合 6.3.3 的要求；
- d) 产品上的安全告知信息应符合 6.3.4 的要求。

表 9 各危险类别补光灯应提供的安全告知信息一览表

标识类型	0 类危险	1 类危险	2 类危险	3 类危险
说明书	符合 6.3.2	符合 6.3.2、6.3.3 和图 2	符合 6.3.2、6.3.3 和图 3	符合 6.3.2、6.3.3 和图 4
包装	—	符合 6.3.3 a)~e)和图 2	符合 6.3.3 a)~e)和图 3	符合 6.3.3 a)~e)和图 4
产品	—	符合 6.3.4 a)~b)和图 5	符合 6.3.4 a)~b)和图 6	符合 6.3.4 a)~b)和图 7

6.3.2 说明书信息

制造商应在补光灯产品说明书中提供以下安全告知信息：

- a) 补光灯的危险类别,并按照 6.3.3 标注警告标识内容；
- b) 补光灯的安全距离和危险距离(若适用)；
- c) 安装、维修、调试和安全使用的说明；
- d) 必要时提供对眼睛的防护措施,如佩戴防护眼镜；
- e) 提供光辐射安全教育信息,包括但不限于以下内容：
 - 1) 光辐射危害的基本原理；
 - 2) 不同危险类别的安全风险；
 - 3) 不同危险类别对应的安全防护措施；
 - 4) 警告标识的含义。

6.3.3 说明书和包装标识

补光灯说明书和包装应提供警告标识,并包含以下信息：

- a) “警告”或“警示”的陈述词；
- b) 潜在危险陈述,应简单告知可能发生的危害,如:眼睛损伤；
- c) 避免危险的预防措施,如:勿注视点亮的补光灯；
- d) 陈述危险类别:1 类危险、2 类危险、3 类危险；
- e) 陈述和危险类别对应的安全距离和危险距离。

这类警告标识的符号、陈述词和颜色的示例见图 2~图 4。

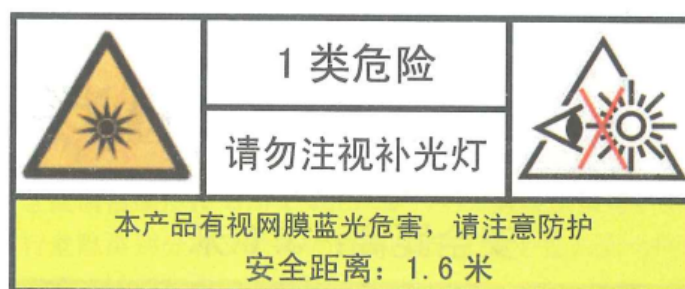


图 2 1 类危险补光灯说明书和包装上的警告标识示例

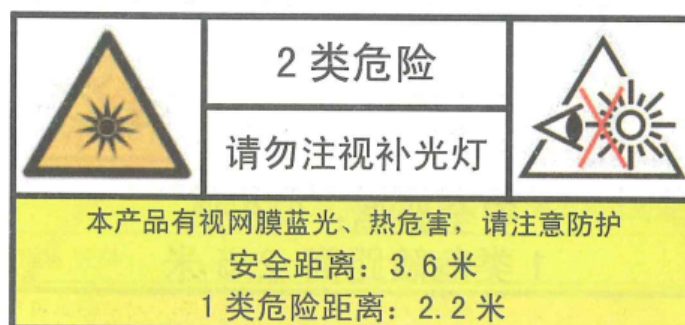


图 3 2 类危险补光灯说明书和包装上的警告标识示例

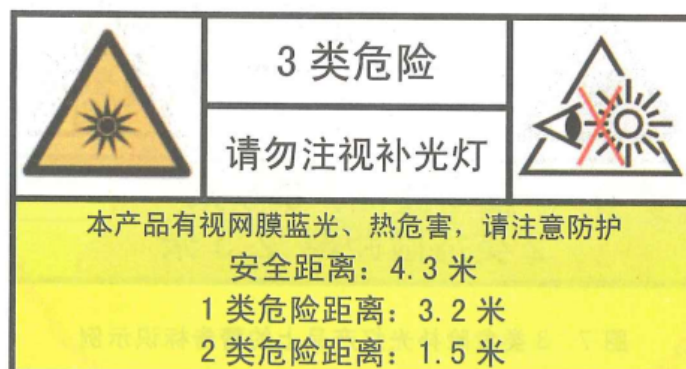


图 4 3 类危险补光灯说明书和包装上的警告标识示例

6.3.4 产品标识

除 0 类危险补光灯外，补光灯产品上应有警告标识，并符合以下要求：

- 按其预期使用应耐用，永久固定，字迹清楚；
- 危险类别的字体大小应在预期使用条件下明显可见；
- 警告标识应能在摄像机或摄像机安装附近的建筑物上固定。

这类警告标识的符号、陈述词和颜色的示例见图 5~图 7。

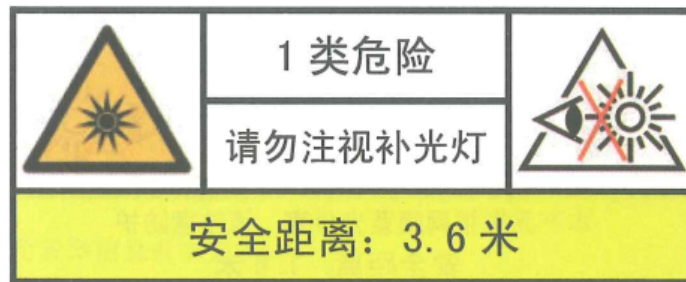


图 5 1 类危险补光灯产品上的警告标识示例

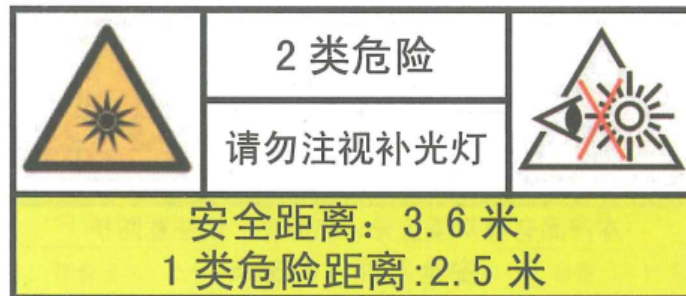


图 6 2 类危险补光灯产品上的警告标识示例

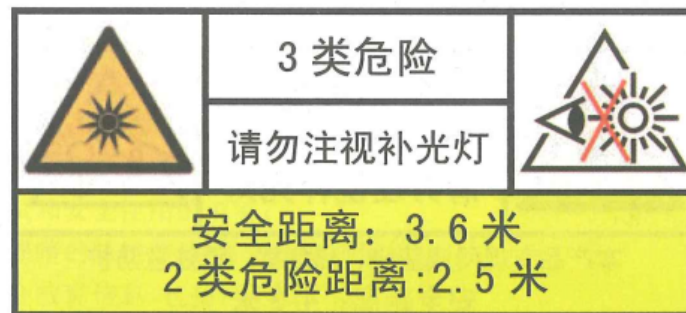


图 7 3 类危险补光灯产品上的警告标识示例

附录 A

(规范性附录)

危害类型的辐照度或辐亮度计算公式

A.1 光化学紫外危害(E_S)补光灯的光化学紫外危害(E_S)的辐照度按式(A.1)计算:

$$E_S = \sum_{200}^{400} E_\lambda(\lambda) \cdot S_{UV}(\lambda) \Delta\lambda \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

 $E_\lambda(\lambda)$ —— 光谱辐照度,单位为瓦每平方米纳米($W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$); $S_{UV}(\lambda)$ —— 紫外危害评估光谱加权函数(见附录 B 中表 B.1); $\Delta\lambda$ —— 波长带宽,单位为纳米(nm)。A.2 近紫外危害($E_{UV\lambda}$)补光灯的近紫外危害($E_{UV\lambda}$)的辐照度计算式(A.2)为:

$$E_{UV\lambda} = \sum_{315}^{400} E_\lambda(\lambda) \Delta\lambda \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

 $E_\lambda(\lambda)$ —— 光谱辐照度,单位为瓦每平方米纳米($W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$); $\Delta\lambda$ —— 波长带宽,单位为纳米(nm)。A.3 视网膜蓝光光化学危害(L_B)补光灯视网膜蓝光光化学危害(L_B)的有效蓝光辐射亮度 L_B 式(A.3)为:

$$L_B = \sum_{300}^{700} L_\lambda(\lambda) \cdot B(\lambda) \Delta\lambda \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

 $L_\lambda(\lambda)$ —— 光谱辐亮度,单位为瓦每平方米球面度纳米($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$); $B(\lambda)$ —— 视网膜蓝危害评估光谱加权函数(见附录 C 中表 C.1); $\Delta\lambda$ —— 波长带宽,单位为纳米(nm)。A.4 视网膜热危害(L_R)补光灯的视网膜热危害(L_R)的有效辐亮度计算式(A.4)为:

$$L_R = \sum_{380}^{1400} L_\lambda(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

 $L_\lambda(\lambda)$ —— 光谱辐亮度,单位为瓦每平方米球面度纳米($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$); $R(\lambda)$ —— 视网膜热危害评估光谱加权函数(见附录 C 中表 C.1);

$\Delta\lambda$ —— 波长带宽,单位为纳米(nm)。

A.5 角膜和晶状体的红外辐射危害(E_{IR})

补光灯的角膜和晶状体的红外辐射危害(E_{IR})的有效辐照度计算式(A.5)为:

$$E_{IR} = \sum_{780}^{1000} 0.3E_{\lambda}(\lambda)\Delta\lambda + \sum_{100}^{1400} E_{\lambda}(\lambda)\Delta\lambda \dots\dots\dots(A.5)$$

式中:

$E_{\lambda}(\lambda)$ —— 光谱辐照度,单位为瓦每平方米纳米($W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$);

$\Delta\lambda$ —— 波长带宽,单位为纳米(nm)。

A.6 视网膜热危害(微弱视觉刺激)(L_{IR})

红外补光灯的视网膜的热的、微弱的、视觉的刺激(L_{IR})的有效辐亮度计算式(A.6)为:

$$L_{IR} = \sum_{780}^{1400} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda)\Delta\lambda \dots\dots\dots(A.6)$$

式中:

$L_{\lambda}(\lambda)$ —— 光谱辐亮度,单位为瓦每平方米球面度纳米($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$);

$R(\lambda)$ —— 视网膜热危害评估光谱加权函数(见附录 C 中表 C.1);

$\Delta\lambda$ —— 波长带宽,单位为纳米(nm)。

附 录 B
(规范性附录)
紫外危害评估光谱加权函数

紫外危害评估光谱加权函数见表 B.1。

表 B.1 紫外危害评估光谱加权函数

紫外危害评估光谱加权函数/ nm	光谱加权函数 $S(\lambda)$	紫外危害评估光谱加权函数/ nm	光谱加权函数 $S(\lambda)$
200	0.030	313	0.006 0
205	0.051	315	0.003 0
210	0.075	316	0.002 4
215	0.095	317	0.002 0
220	0.120	318	0.001 6
225	0.150	319	0.001 2
230	0.190	320	0.001 0
235	0.240	322	0.000 67
240	0.300	323	0.000 54
245	0.360	325	0.000 50
250	0.430	328	0.000 44
254	0.500	330	0.000 41
255	0.520	333	0.000 37
260	0.650	335	0.000 28
265	0.810	340	0.000 28
270	1.000	345	0.000 24
275	0.960	350	0.000 20
280	0.880	355	0.000 16
285	0.770	360	0.000 13
290	0.640	365	0.000 11
295	0.540	370	0.000 093
297	0.46	375	0.000 077
300	0.300	380	0.000 064
303	0.120	385	0.000 053
305	0.060	390	0.000 044
308	0.026	395	0.000 036
310	0.015	400	0.000 030

附 录 C
(规范性附录)

视网膜危害评估光谱加权函数

视网膜危害评估光谱加权函数见表 C.1。

表 C.1 视网膜危害评估光谱加权函数 $B(\lambda)$ 和 $R(\lambda)$

波长/nm	蓝光危害光谱加权函数 $B(\lambda)$	视网膜热危害光谱加权函数 $R(\lambda)$
300~375	0.01	—
380	0.01	0.01
385	0.013	0.013
390	0.025	0.025
395	0.05	0.05
400	0.10	0.10
405	0.20	0.20
410	0.40	0.40
415	0.80	0.80
420	0.90	0.90
425	0.95	0.95
430	0.98	0.98
435	1.0	1.0
440	1.0	1.0
445	0.97	1.0
450	0.94	1.0
455	0.90	1.0
460	0.80	1.0
465	0.70	1.0
470	0.62	1.0
475	0.55	1.0
480	0.45	1.0
485	0.40	1.0
490	0.22	1.0
495	0.16	1.0
500~600	$10^{[(450-\lambda)/50]}$	1.0
600~700	0.001	1.0

表 C.1 (续)

波长/nm	蓝光危害光谱加权函数 $B(\lambda)$	视网膜热危害光谱加权函数 $R(\lambda)$
700~1 050	—	$10^{[(1700-\lambda)/500]}$
1 050~1 150	—	0.20
1 150~1 200	—	$0.2 \cdot 10^{0.02(1150-\lambda)}$
1 200~1 400	—	0.02

注：波长的选择是有代表性的，其他波长的数据可通过插值法得到。

附录 D

(资料性附录)

机动车道路用补光灯失能眩光评价

D.1 背景介绍

D.1.1 失能眩光的危害

在道路交通、卡口或者其他室外特殊应用场景的视频监控中,视频监控系统主动照明部件工作期间发出的强光(脉冲调制模式、频闪模式、常亮模式等)可能会使驾驶员或者行人产生短暂失能眩光,造成不安全因素。本附录主要对失能眩光提供了相关资料性文件供相关方参考。

D.1.2 失能眩光的定义

眩光是由于视野中亮度分布或者亮度范围不适宜或存在极端对比,以致引起不舒适感觉或者降低观察目标及细节部分能力的视觉状态。

由于视野中高亮度光源的存在,导致人眼可视程度受损的眩光称为失能眩光。这些眩光源导致各类杂散光在人眼内视网膜图像上重复叠加,从而降低物体在人眼中的成像对比度,导致人眼看到低对比度和小对象的能力下降。

D.1.3 失能眩光产生的原因

失能眩光产生的原理如图 D.1,没有眩光源时,视场中的目标物体图像聚焦在视网膜上,观察者可以清楚地看到目标物体。当有眩光源存在时,眩光源的光线在眼睛里不聚焦,发生散射,在视网膜方向上的散射会起到光幕作用叠加在清晰的图像上。在这种情况下,眩光源减少了视网膜上物像的对比度,造成较差的视觉效果。换句话说,由于失能眩光的出现使得视觉功能下降。失能眩光直接影响到驾驶员或者行人觉察障碍物的可靠性,影响人员生命和财产安全。

图 D.1 中 ω 是眩光源对眼睛的张角, θ 是眩光源和眼睛的夹角。

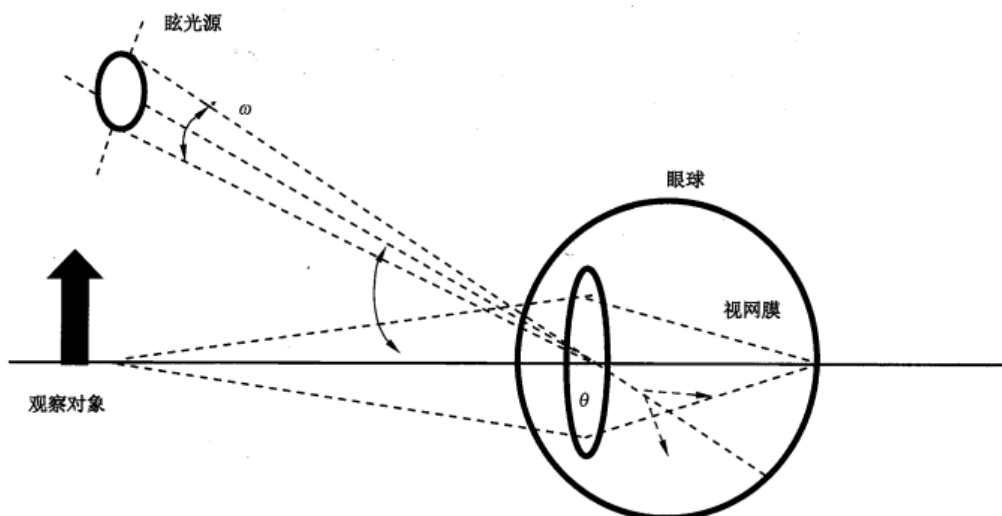


图 D.1 失能眩光形成原理图

D.2 失能眩光的评价

D.2.1 评价方法

根据道路使用功能,城市道路照明可分为主要供机动车使用的机动车照明和交会区照明,以及主要供行人使用的人行道照明。其中,机动车道路用监控补光灯所引起的人眼失能眩光评价可采用阈值增量(TI)评价法。

在 CIE 最新版技术报告 CIE 150:2017 中,光幕亮度 L_v 被用于评价道路照明光源带来的干扰光,并且推荐采用成像式图像亮度计来测量光幕亮度。

不同应用场景的眩光评价指标计算模型都各不相同,但总体来讲,其关键物理参数基本相同,包括:

- 眩光源亮度;
- 周围环境亮度;
- 眩光源的发光尺寸;
- 眩光源与观察方向相对位置角度;
- 眩光源数量。

D.2.2 阈值增量法

阈值增量(TI)是典型的失能眩光评价指标,表示当存在眩光源时,为了看清物体,物体和其背景之间的亮度对比需要增加的百分比。计算时选取路面平均亮度作为人眼适应亮度。

当待测道路的平均亮度 $0.05 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} < L_{av} < 5 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ 时,采用式(D.1)计算:

$$TI = \frac{65L_v}{L_{av}^{0.8}} (\%) \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

当待测道路的平均亮度 $L_{av} \geq 5 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ 时,采用式(D.2)计算:

$$TI = \frac{95L_v}{L_{av}^{1.05}} (\%) \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

$$L_v = k \sum_{i=1}^n \frac{E_{eye,i}}{\theta_i^2} \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

式中:

L_v ——视场内的光幕亮度,单位为坎德拉每平方米($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$);

L_{av} ——待测道路的平均亮度,单位为坎德拉每平方米($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$);

$E_{eye,i}$ ——在垂直于视线的平面上,观察者眼睛位置处(1.5 m 高度)的照度初始值, lx;

θ_i ——视线与灯具中心线之间的角度, ($^\circ$);

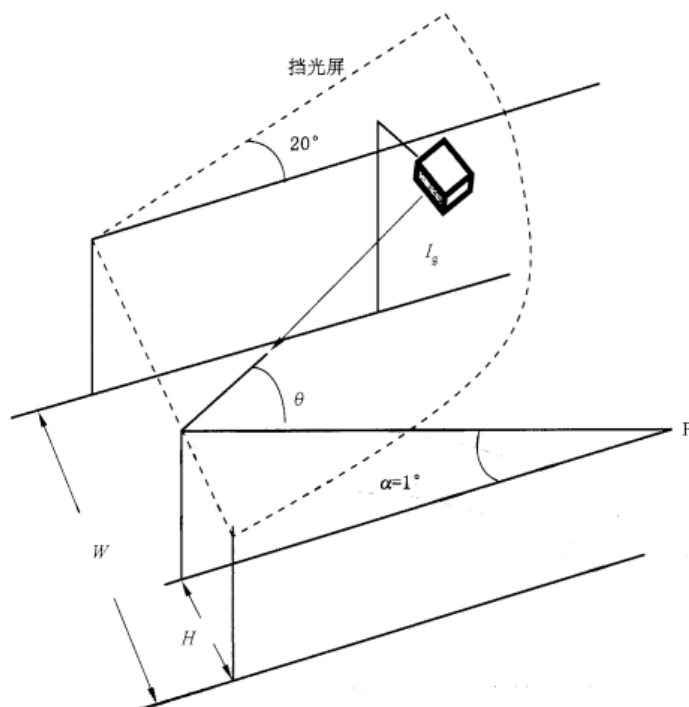
n ——视场内灯具的数量;

k ——根据观察者年龄变化的常数,观察者年龄为 23 岁时, k 一般取 10。

$k = 9.86 \left[1 + \left(\frac{A}{66.4} \right)^4 \right]$, 其中 A 为观察者年龄。

通过梳理相关的 CIE 技术报告,可得到用阈值增量 TI 值评价道路照明失能眩光的理论依据。失能眩光计算分为两个步骤:

第一步是计算出降低视网膜上图像对比度的眼内杂散光,此杂散光由在视网膜上具有同等作用的均匀亮度 L_v 进行描述。其中 L_v 和 L_{av} 的计算条件同 CIE 31:1976,并提出失能眩光的图形模型,见图 D.2。假定汽车顶棚的挡光角度为 20° ,则挡屏以外的光源不予考虑,并要求针对视野内的相对第一个光源计算多个观察位置的等效光幕亮度 L_v ,并选取其中的最大值计算阈值增量 TI。



说明：

I_g —— 光强；

W —— 路宽；

θ —— 灯具和眼睛的连线与视线的夹角；

α —— 视线向下 1° ；

P —— 视线中心所瞄准的路面上的点；

$H = \frac{1}{4}W$ ，是指测试点离道路边缘的距离。

图 D.2 失能眩光的计算模型

第二步是计算恢复视力阈值条件还需增加的对比度(这是看到和看不到之间的边界条件),这个增量被称为阈值增量 TI。这表明,阈值增量 TI 不仅和光幕亮度有关,还与人眼的适应条件和道路表面的平均亮度有关。

如图 D.1 所示,眼睛的晶状体将物体聚焦在视网膜上,与此同时,从眩光源发出的光线也入射眼球,尽管大部分能量是按照入射方向正确对眩光源进行成像,但不可避免会在眼球内引起散射,这部分光经散射后分布在视网膜上,就像在视场内蒙上了一层不均匀的光幕,这部分能量的比率可能不大,如果眩光源在眼睛表面形成的照度比目标物体要大的多,那么这种影响还是相当大的。

视觉阈值增量 TI 的传统测量是用屏幕的方法实现,后来出现了成像式亮度测量方法,可以方便进行量化评估。TI 适用于所有跟道路交通照明质量有关的眩光评价,包括城市道路、隧道、高速公路等;同样也适用于评价广告标识、建筑立面等户外照明设施对交通参与者造成的干扰光评价。

关于失能眩光 TI 值评价的更多资料,请参考 CIE 31:1976、CIE 140:2000、CJJ 45—2015、CIE 150:2017 等国内外相关标准。

参 考 文 献

- [1] CJJ 45—2015 城市道路照明设计标准
- [2] IEC 62471-5:2015 Photobiological safety of lamps and systems—Part 5:Lmage projectors
- [3] IEC/TR 62778:2014, Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaries
- [4] CIE 15:1995, Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic
- [5] CIE 31:1976, Glare and uniformity in road lighting installations
- [6] CIE 112:1994, Glare Evaluation System for Use within Outdoor Sports and Area Lighting
- [7] CIE 140:2000, Road lighting calculations
- [8] CIE 150:2017, Guide on the limitation of the effect of obtrusive light from outdoor lighting installation
- [9] ICNIRP, Guidelines on limits of exposure to incoherent visible and infrared radiation[J], Health Physics, 2013,105(1):74-91
- [10] Behar-Cohen F, Martinsons C, Viénot FL, et al. Light-emitting diodes(LED)for domestic lighting Any risks for the eye,Progress in Retinal and Eye Research,2011,30(4):239-57
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
视频监控系統主动照明部件
光辐射安全要求
GB/T 37958—2019

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

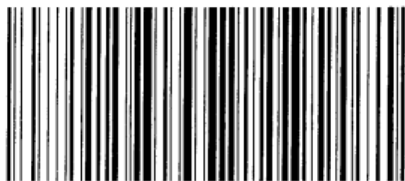
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 42 千字
2019年8月第一版 2019年8月第一次印刷

*

书号: 155066·1-63367 定价 30.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 37958—2019