



中华人民共和国国家标准

GB/T 28780—2024

代替 GB/T 28780—2012

机械安全 机器用整体照明系统

Safety of machinery—Integral lighting system used for machines



2024-04-25 发布

2024-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

- 前言 III
- 引言 IV
- 1 范围 1
- 2 规范性引用文件 1
- 3 术语和定义 1
- 4 技术要求 2
- 5 照明设备及安装 3
- 6 检验方法 4
- 7 使用信息 5
- 附录 A (资料性) 灯具安装的示例 6
- 参考文献 9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 28780—2012《机械安全 机器的整体照明》，与 GB/T 28780—2012 相比，除编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了范围的表述(见第 1 章,2012 年版的第 1 章)；
- 更改了机器用整体照明系统技术要求中一般要求的表述(见 4.1,2012 年版的 4.1)；
- 增加了机器用整体照明系统人类工效学原则和应急照明的有关规定(见 4.7 和 4.8)；
- 更改了照明设备及安装的内容(见第 5 章,2012 年版的第 5 章)；
- 更改了第 6 章的标题及内容(见第 6 章,2012 年版的第 6 章)；
- 更改了使用信息(见第 7 章,2012 年版的第 7 章)。

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专利的责任。

本文件由全国机械安全标准化技术委员会(SAC/TC 208)提出并归口。

本文件起草单位：南安市中机标准化研究院有限公司、江西樟树市福铃内燃机配件有限公司、吉安伊戈尔电气有限公司、国询科技(厦门)有限公司、扬州市康乐机械有限公司、湖州市南浔区佰通标准化研究院、山东杰创机械有限公司、南京中拓科技有限公司、浙江华丰电动工具有限公司、广东当家人智能电器有限公司、南京林业大学、皮尔磁电子(常州)有限公司、奥煌检测技术服务(上海)有限公司、中机生产力促进中心有限公司、泉州市标准化协会、北京机械设备研究所、成都航天凯特机电科技有限公司、南京理工大学、广汽本田汽车有限公司、四川蜀兴优创安全科技有限公司、深圳淡色显示科技有限公司、福建田中机械科技股份有限公司、泉州市劲力工程机械有限公司、深圳市今天国际智能机器人有限公司、福建泉州特种装备科技有限公司、广东铭凯科技有限公司、义乌力迈新材料有限公司、广东康鑫新材料有限公司、苏州市质量和标准化院、山东伽达检测有限公司、广东真宇科技有限公司、绍兴科艺标准技术咨询有限公司、东莞市千岛机械制造有限公司、深圳市池纳光电有限公司。

本文件主要起草人：陈莉萍、郑华婷、李仁府、张鹏、赵克刚、张磊、郑传森、孙必胜、张天泽、陈永、张杰、王黎、蒋惠兴、赵茂程、李忠、黄之炯、黄飞、张冲、李勤、居荣华、刘治永、蒋礼平、居里锴、曾奕聪、吴海建、秦培均、张燕、王峰、付卉青、黄志明、曾华山、周平、李斌阳、李太从、程红兵、张晓飞、陈永龙、王哲思、夏燕、赵娟、张硕、张碧莹、顾大正、曹永胜、王俊君。

本文件于 2012 年首次发布，本次为第一次修订。

引 言

机械领域安全标准的类别如下。

——A类标准(基础安全标准),给出适用于所有机械的基本概念、设计原则和一般特征。

——B类标准(通用安全标准),涉及机械的一种安全特征或使用范围较宽的一类安全装置:

- B1类,安全特征(如安全距离、表面温度、噪声)标准;
- B2类,安全装置(如双手操纵装置、联锁装置、压敏装置、防护装置)标准。

——C类标准(机器安全标准),对一种特定的机器或一组机器规定出详细的安全要求的标准。

根据 GB/T 15706—2012,本文件属于 B类标准。

本文件尤其与下列与机械安全有关的利益相关方有关:

- 机器制造商;
- 健康和机构。

其他受到机械安全水平影响的利益相关方有:

- 机器使用人员;
- 机器所有者;
- 服务提供人员;
- 消费者(针对预定由消费者使用的机械)。

上述利益相关方均有可能参与本文件的起草。

此外,起草 C类标准的标准化机构亦是本文件的预定使用组织。

本文件规定的要求由 C类标准细化、补充或修改。

对于在 C类标准的范围内,且已按照 C类标准设计和制造的机器,优先采用 C类标准中的要求。

为了照亮机器内外的的工作区域,需要使用整体照明系统(设在机器内部或外部)。这些整体照明系统需要达到特定的性能以实现操作者在工作、维修保养时安全使用机器。

机械安全 机器用整体照明系统

1 范围

本文件规定了机器用整体照明系统的技术要求、照明设备及安装、检验方法和使用信息。

本文件适用于机器内外的整体照明系统的设计、安装和符合性评价。

本文件不适用于下列环境中运行的机器整体照明系统：

- 极端的环境条件(如冷冻设备或高温设备内环境)；
- 特殊环境条件(如爆炸性、腐蚀性等环境)；
- 由诸如烟雾、水雾、粉尘等造成的能见度很低的环境条件。

2 规范性引用文件



下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 5226.31 机械电气安全 机械电气设备 第31部分：缝纫机、缝制单元和缝制系统的特殊安全和 EMC 要求

GB/T 5226.32 机械电气安全 机械电气设备 第32部分：起重机械技术条件

GB/T 5226.33 机械电气安全 机械电气设备 第33部分：半导体设备技术条件

GB 7000(所有部分) 灯具

GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

GB/T 18153 机械安全 可接触表面温度 确定热表面温度限值的工效学数据

GB/T 20138 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级(IK 代码)

3 术语和定义

GB/T 15706 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机械 **machinery**

机器 **machine**

由若干个零部件连接构成并具有特定应用目的，其中至少有一个零部件是可运动的，并且配备或预定配备动力系统的组合。

注：术语“机械”也包括为了同一应用目的，将其安排、控制得像一台完整机器那样发挥其功能的若干台机器的组合。

[来源：GB/T 15706—2012, 3.1, 有修改]

3.2

机器用整体照明系统 **integral lighting system used for machine**

永久安装在机器上，由照明用光源、灯具以及与其相关的控制装置构成的系统。

注：整体照明系统用于提供机器内外工作区域的照明。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 机器应配备适用于相关操作的整体照明。

注：尽管环境照明强度正常，但如果没有整体照明可能会造成危险。

4.1.2 机器应选用能安全操作、节能且对机器操作者无害的灯。对照明系统的灯具的设计宜充分考虑减少光学元件的过早老化。

4.1.3 在设计机器用整体照明系统时，宜考虑人类工效学原则和照明工程原则。具体的照明条件应通过对任务的详细分析确定，并宜考虑 4.2~4.8 中给出的要求。

注：任务的详细分析，例如，在机器内外工作时，物体尺寸、对比度、位置和运动速度的不同带来的视觉变化。

4.1.4 对特定任务的照明要求，应参照工作场所照明的相关标准的要求。

注：所考虑的特定任务的定义包含在随机器提供的使用信息中(见第 7 章)。

4.1.5 机器整体照明系统失效会导致危险状态发生时，整体照明系统应至少具有 2 个灯具，其中有一个灯具应使用备用电源。

4.1.6 机器整体照明系统应确保其即使在关闭机器时也能进行照明。

注：这并不排除 GB/T 5226.1—2019 中规定的要求，即可以完全断开机器与电源的连接。

4.2 照度

4.2.1 所提供照度应便于操作者观察和操作，足够明亮且均匀，以确保操作者各工序操作的安全性和舒适性。

4.2.2 通常应提供不低于 500 lx 的维持照度，且作业区照度的均匀度应不低于 0.7。如果机器内外有多个工作区，则宜分别考虑每个工作区的照度。作业区的邻近区域的照度应不低于 300 lx，其均匀度应不低于 0.3。

4.2.3 操作机器需要视觉辅助或保护面罩时，照度应乘以此类装置透射比的倒数。如果透射比未知，则照度应至少增加 50%。

4.2.4 在控制舱内或受到光影响的工序或场合，可适当降低上述照度要求。

4.3 眩光

整体照明系统应避免对机器操作者和邻近区域其他人员造成直接眩光(障碍和不适眩光)。在工作区内，应避免机器整体照明系统在设计中因反射而造成的眩光。

注：通过适当地遮挡灯，调整灯具的位置、方向或光亮，或采用亚光表面等，能够避免眩光的目的。

4.4 照明方向

4.4.1 照明系统的设计和调整应避免产生干扰操作者视觉的阴影。

4.4.2 照明的方向应适合操作者现场观察。

4.5 颜色质量

4.5.1 灯和/或灯具的显色性能和色貌应确保操作者视觉适合于在工作中对颜色的辨别，并应保障操作者的舒适性。对于需要大量人工干预或观察的机器，应使用显色指数(CRI)不小于 80 的灯。

4.5.2 如果使用照明控制装置调整灯和/或灯具的亮度，则应确保在所有可能的设置下，灯和/或灯具的显色性能均能达到上述的最低 CRI。

4.6 频闪效应

照明系统的设计应避免不利的频闪效应,频闪效应会使人的视觉对机械的旋转或往复运动产生错误的感知而处于危险状态。

注:通常通过限制照明系统的时间调制幅度和/或通过避免光的调制频率与机械的运动或旋转频率一致避免不利的频闪效应,例如使用直流电,或者高频灯。发光二极管(LED)照明或荧光照明是可以产生最小不利频闪效应的合适照明系统,但前提是控制装置调制频率足够高或调制剩余光的调制深度足够低。

4.7 人类工效学原则

机器的整体照明系统宜考虑人类工效学原则,例如:

- 可调灯具在其位置上保持稳定,但在必要时易于移动,尤其是从坐姿变为站姿时;
- 照明系统可调或其安装位置应使操作者的左右手能够在没有干扰阴影的工况下操作;
- 对人可能接触的热表面的人类工效学原则符合 GB/T 18153 的要求;
- 照明系统的执行机构满足预定用途。

4.8 应急照明

机器常规照明的电源出现故障时,如果仍在运行的机器零部件的尺寸或配置能够降低机器操作者现场观察的有效性,则应提供额外的应急照明。

5 照明设备及安装

5.1 光源

5.1.1 机器用整体照明系统所使用光源应符合相应产品安全技术标准的要求。

5.1.2 通常情况下,宜对光源进行安全防护,以防止操作者受到破损的灯、过热或有害辐射排放等造成的伤害。

5.2 灯具

照明系统灯具的要求如下:

- a) 应便于维修保养,减少灯及光学表面的灰尘积累,尤其应易于清洁;
- b) 应适用于预定使用的环境,如防尘、防水等;
- c) 应与机器兼容,如能承受振动、辐射等;
- d) 应符合 GB/T 5226.1—2019 中 15.2.4 的要求;
- e) 应符合 GB 7000(所有部分)中相关部分的要求;
- f) 照明系统的电器设备外壳应符合 GB/T 20138 的要求;
- g) 缝纫机、缝制单元和缝制系统的灯具应符合 GB/T 5226.31 的要求;
- h) 起重机械的灯具应符合 GB/T 5226.32 的要求;
- i) 半导体设备的灯具应符合 GB/T 5226.33 的要求。

5.3 安装

灯具安装应:

- a) 牢固可靠;
- b) 确保为操作者提供工作所需的照明;
- c) 避免对操作者造成伤害,且不干扰操作者的工作;



- d) 减少灯和灯具表面的灰尘积累；
 - e) 便于维修保养。
- 安装示例见附录 A。

6 检验方法

6.1 一般项目检测

- 6.1.1 采用目视法确认眩光控制、照明方向、颜色质量是否符合要求。
- 6.1.2 采用目视法确认照明系统的所有模式(光照水平)和方向下以及机器的所有相关模式(移动和旋转模式、各种旋转角速度)下,没有不利的频闪效应。
- 6.1.3 采用目视法确认照明系统是否符合人类工效学原则;当机器常规照明的电源出现故障时,额外的应急照明设置是否符合要求。

6.2 照度检测

照明系统的照度检测方法如下。

- a) 测量作业面区域及作业面邻近周围区域的照度。宜使用有余弦和 $V(\lambda)$ 修正的光电池照度计测量照度。应创建网格系统,以指示测量照度值的点。首选近似正方形的网格单元,网格单元的长宽比应保持在 0.5~2 之间。最大网格尺寸应按公式(1)计算:

$$p = 0.2 \times 5^{\lg d} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- p ——最大网格单元尺寸,单位为米(m), $p \leq 10$ m;
- d ——计算区域的长边尺寸,单位为米(m)。若长边与短边的比值为 2 或更大,则 d 为该区域的短边尺寸。

注:计算区域指整个作业面区域或作业面邻近周围区域。

相关维度方向上的点数由最接近的 d/p 整数给出。生成的网格点间距用于计算其他维度方向最接近的网格点整数。这会使网格单元的长宽比接近 1。

任一方向上的网格点数应不少于 3 个(即最小网格数应为 3×3)。

- b) 在光源稳定(建议开启光源 15 min)后,使用 a) 中测量的照度值和公式(2)检查作业面区域及作业面邻近周围区域的维持照度值:

$$\bar{E} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- \bar{E} ——维持照度,单位为勒克斯(lx);
- n ——a) 中测量的点数;
- E_i ——a) 中测量的第 i 个照度值,单位为勒克斯(lx)。

- c) 使用公式(3)检查作业面区域及作业面邻近周围区域的均匀度(U_0) ;

$$U_0 = \frac{E_{\min}}{\bar{E}} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- U_0 ——测量区域网格上的照度均匀度;
- E_{\min} ——测量区域网格上测得的最小照度值,单位为勒克斯(lx);
- \bar{E} ——根据公式(2)计算的维持照度,单位为勒克斯(lx)。



7 使用信息

如果机器制造商定义了与符合机器整体照明要求有关的特定任务,则特定任务的定义应包含在随机器提供的使用信息中。

- 机器供应商应随机器提供一套测试和维护说明书及时间表,以使用户进行日常维护和保养,包括:
- 根据机器维护时间表,按照第 6 章的方法检测整体照明系统,以及解决任何问题而采取相应措施的说明;
 - 机器维护时间表中给出的对整体照明系统保养、清洁和维护的说明。



附录 A
(资料性)
灯具安装的示例

灯具安装的示例如图 A.1~图 A.6 所示。

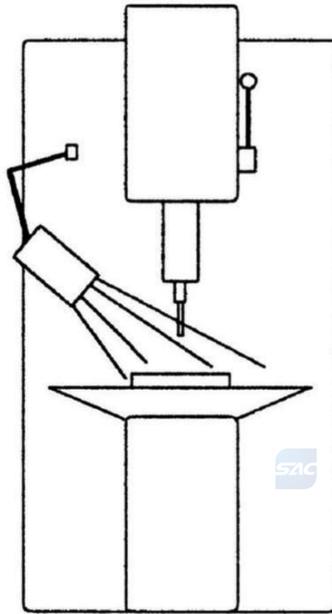


图 A.1 单侧无眩光无遮挡安装的示例

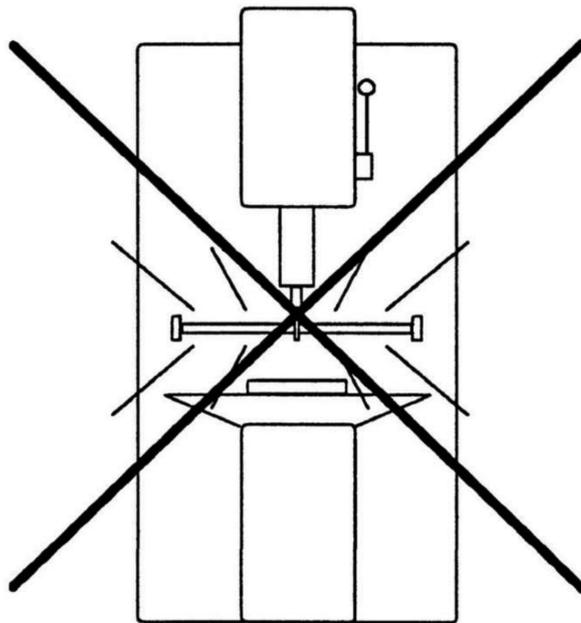


图 A.2 无遮挡有眩光安装的示例

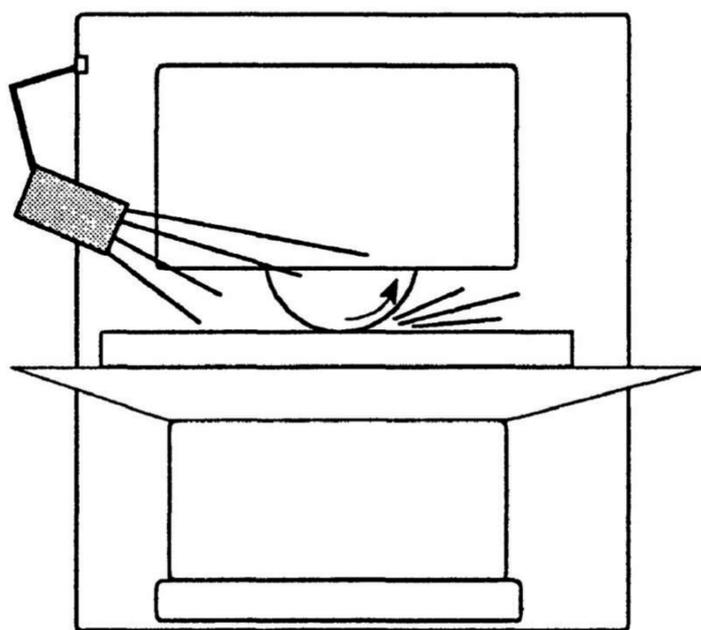


图 A.3 防止过度污染灯具的示例

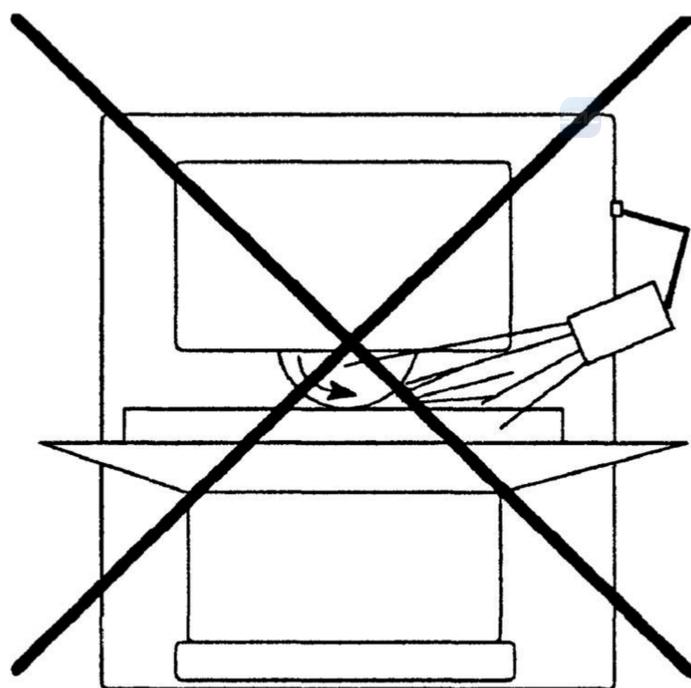


图 A.4 灯具暴露在过度污染中的示例

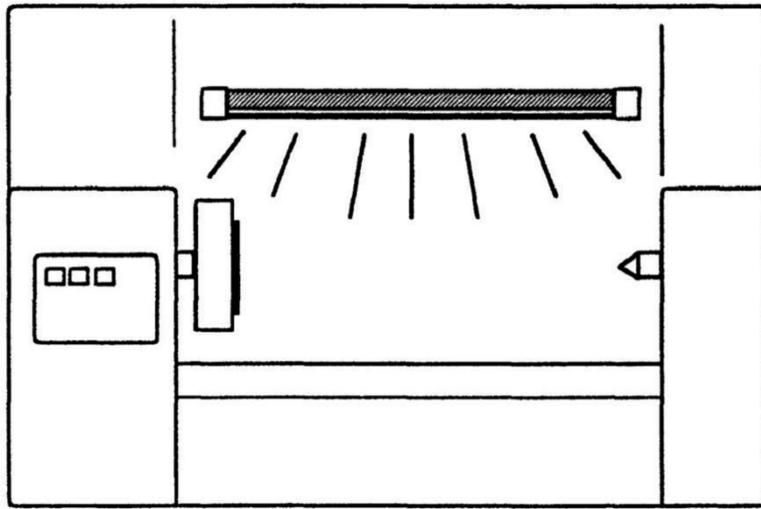


图 A.5 灯具加装遮挡避免污染和损坏的安装示例

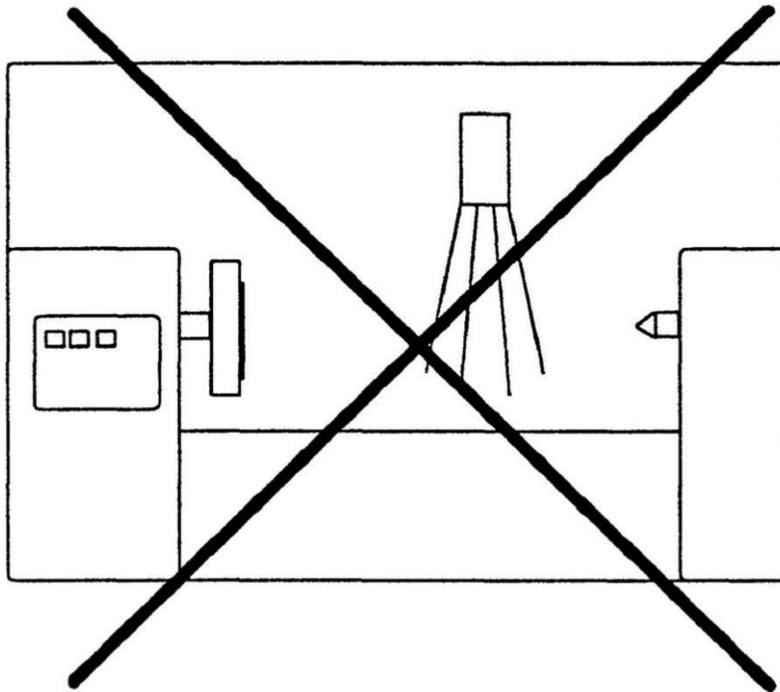


图 A.6 不能调整且不能照到整个工作区的窄带状灯具安装的示例

参 考 文 献

- [1] GB 16843 单端荧光灯的安全要求
 - [2] GB 16844 普通照明用自镇流灯的安全要求
 - [3] GB 18774 双端荧光灯 安全要求
 - [4] GB 24819 普通照明用 LED 模块 安全要求
 - [5] CIE 第 69 号出版物,照度计和亮度计的特征方法:性能、特性和规范
 - [6] CIE 第 97/2 号出版物,室内电气照明系统的维护
 - [7] CIE TN 006:2016 时间调制的照明系统的视觉方面 定义及测量模型
 - [8] 2006/42/EC,欧洲议会和理事会 2006 年 5 月 17 日关于机械的指令 2006/42/EC,以及修订指令 95/16/EC(改写)
-

