



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 28780—XXXX

代替GB/T 28780-2012

## 机械安全 机器的整体照明

Safety of machinery — Integral lighting of machines

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

200×-××-××发布

200×-××-××实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会

发布

## 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，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 在照明要求中增加了工效学原则和应急照明有关规定（见4.7和4.8）；
- 在照明设备和安装中增加了环境要求（见5.2）；
- 更改了验证程序（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）
- 更改了安装示例的内容（见附录A，2012年版的附录A）。

本文件由全国机械安全标准化技术委员会（SAC/TC208）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 引 言

机械领域安全标准体系由以下几类标准构成：

- 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），涉及在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；
- 健康和安全机构。

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）。

上述利益相关方均可参与本文件的起草。

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。

本文件规定的要求宜由 **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**类本标准设计和制造的机器，宜优先采用**C**类标准中的要求。

为了照亮机械内外的视觉工作，需要使用整体照明系统（设在机械内部或外部）。这些整体照明系统需要特定的性能来确定操作者在操作、维修保养时安全使用机器，并高效的进行视觉工作。



# 机械安全 机器的整体照明

## 1 范围

本文件规定了整体照明系统的参数，该系统设计用于提供固定式和移动式机器的内外照明，从而确保机器的安全使用以及机械内外视觉工作的效率。

本文件没有规定在以下环境中运行的照明系统的附加要求：

- 在恶劣条件下（极端的环境条件，如冷冻设备、高温等）；
- 特殊环境条件（如爆炸性环境）；
- 能见度因环境条件（如烟、水雾等）而降低。

本文件适用于机器的整体照明系统。

## 2 规范性引用文件

下列文件中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 4208-2017 外壳防护等级(IP 代码)

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 5226.31-2017 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 5226.32-2017 机械安全 机械电气设备 第32部分：起重机械技术条件

GB/T 5226.33-2017 机械安全 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 15706-2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

GB/T 20138-2006 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级（IK 代码）

ISO 13732-1:2008 热环境的人类工效学 人类对接触表面的反应的评估方法 第1部分：热表面

## 3 术语和定义

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的组合，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。

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它们功能的若干台机器的组合。

[来源：GB/T 15706—2012，3.1]

### 3.2

**（机器的）整体照明系统** integral lighting system(of a machine)

由灯、灯具和构成机器永久部分的关联机械和电气控制装置的照明系统，设计用于提供机器内外的照明。

## 4 照明要求

### 4.1 概述

机器应配备适用于相关操作的整体照明，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。

为机器安排照明时，应考虑人类工效学原则和照明工程原则。

在机器内外的视觉作业随尺寸、对比度、位置和运动速度的不同而变化。因此，为了获得良好的视觉环境，应根据详细的任务分析来确定所需的精确照明条件。这应包括考虑 4.2~4.8 中给出的要求。

本标准规定的照明要求是以在机器预期使用期间（正常操作、异常操作和维护保养）工作场所视觉作业遇到的一般困难为基础。

对特定任务，应参照工作场所照明的有关标准。所考虑的特定任务的定义应包含在随机器提供的使用信息中（见第 7 章）。

### 4.2 照度

所需照度取决于视觉作业，照度应足够高且均匀，以保障视觉作业各环节的安全性和舒适性。

通常应提供至少 500 lx 的维持照度，作业区最小均匀性为 0.7。如果机器内外有多个工作区，则应分别考虑每个工作区。紧邻区域应保持至少 300 lx 的照度，均匀性至少为 0.3。

使用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%。

在控制舱内或受到光影响的过程，可以减少上述照度。

注：照明控制有助于增加和减少照度，例如通过调光、切换或机械调整。

### 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工人造成直接眩光（障碍和不适眩光）。在工作区内，应避免机器整体照明在使用中反射造成的眩光。

注：可通过灯的适当遮挡，调整灯具的位置和方向，或光亮、亚光表面处理达到避免眩光的目的。

### 4.4 方向性

照明系统的设计和调整应避免视觉作业的干扰阴影。

照明系统的方向性应确保感知形式适合于视觉作业。

### 4.5 颜色质量

灯和/或灯具的显色性能和色貌应适合于视觉作业中的颜色辨别，保障操作者的舒适性。对于需要大量人工干预或注意的机器，应使用最低 CRI=80 的灯。

如果使用照明控制装置来调整灯和/或灯具的输出，则应确保在所有可能的设置下都达到该最低 CRI。

### 4.6 频闪效应

照明系统的设计应避免不利的频闪效应，频闪效应会引起对机械的旋转或往复运动的错误感知而导致危险状况。

注：通常可以通过限制照明系统的时间调制的幅度和/或通过避免光的调制频率与机械的运动或旋转频率一致来实现，例如使用直流电，或者高频灯。LED（发光二极管）照明或荧光照明可以是产生最小不利频闪效应的合适照明系统，前提是控制装置调制频率足够高或剩余光调制的调制深度足够低。

### 4.7 工效学原则

机器的整体照明系统应考虑工效学原则，例如：

- 可调灯具应在其位置上保持稳定，但在必要时易于移动，特别是从坐姿变为站姿时；
- 照明应可调或其安装应使得左右手操作者能够在没有干扰阴影的情况下工作；
- 应符合 ISO 13732-1:2008 的要求；
- 执行机构应满足预期用途。

#### 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的尺寸或配置降低了机器操作者现场应急照明的有效性，则应提供额外的应急照明。

### 5 照明设备和安装

#### 5.1 灯

应选择可安全操作、节能且对机器操作者无危险的灯。所选灯应符合安装灯的技术的相关标准（非详尽清单见参考文献）。

注：通常情况下，建议将灯防护起来，以免操作者受到损坏的灯、过热或有害辐射排放等造成的伤害。

#### 5.2 灯具

灯具的设计应：

- a) 提供工作需要的照明；
- b) 尽量减少灯及光学表面的灰尘积累；
- c) 尽量减少光学元件的过早老化；
- d) 方便维修保养，特别是易于清洁；
- e) 符合 GB 7000；
- f) 与机器兼容，如能承受振动、辐射等；
- g) 符合 GB/T 4208-2017 和 GB/T 20138-2006（如相关）的规定，适合其用途并对环境条件进行适当保护；
- h) 符合 GB/T 5226.1-2019 和 GB/T 5226.31-2017、GB/T 5226.32-2017、GB/T 5226.33-2017 的相关规定。

#### 5.3 安装

灯具应按以下方式安装：

- a) 提供工作需要的照明；
- b) 避免对工作的干扰和对操作者的危害；
- c) 尽量减少灯和灯具表面的灰尘积累；
- d) 方便维修保养。

上述原则可能的解决方案的示例在附录 A 中给出。

#### 5.4 照明的有效性

机器整体照明系统失效可引起危险状况时，照明系统应包含一个以上光源。其中有一个光源应使用后备电源。

#### 5.5 电源

照明系统应与电源连接，确保即使在关掉机器时也能运行。

注：这并不排除 GB/T 5226.1—2019 中给出的要求，即可以完全断开机与电源的连接。

## 6 验证程序

具有整体照明的机器的制造商应：

- a) 测量工作区及紧邻周围区域的照度。宜使用有余弦和  $V(\lambda)$  修正的光电池的照度计来测量照度。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。最大网格尺寸应为：

$$p = 0.2 \times 0.5^{\lg(d)} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$p \leq 10$  m；

$d$ ——计算区域的长边尺寸（m），但是如果长边与短边的比值为 2 或更大，则  $d$  为该区域的短边尺寸；

$p$ ——最大网格单元尺寸（m）。

相关维度中的点数由最接近的  $d/p$  整数给出。生成的网格点间距用于计算其他维度中最接近的网格点整数。这将使网格单元的长宽比接近 1。

任一方向上的网格点数最少应为 3 个（即最小网格尺寸应为  $3 \times 3$ ）；

- b) 使用步骤 a) 中测量的照度值和公式（2）检查工作区和紧邻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）；

$n$ ——步骤 a) 中测量的点数；

$E_i$ ——步骤 a) 中测量的第  $i$  个照度值，单位为勒克斯（lx）；

- c) 使用公式（3）检查工作区和紧邻周围区域的均匀性（ $E_{min}/\bar{E}$ ）；

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

式中：

$U_o$ ——测量网格上的均匀性值；

$E_{min}$ ——测量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）；

- d) 通过视觉检查，确认眩光控制、方向性、颜色特性控制是否符合要求；  
e) 通过视觉检查，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；  
f) 提供机器照明系统的试验报告。

注：试验报告中包含的典型信息有：

- 工作区和紧邻周围区域的平均照度以及这些区域的照度均匀性；
- 灯具在机器内外的位置；
- 确认在预期使用条件下没有干扰眩光；
- 确认在预期使用条件下没有频闪效应；
- 预期使用条件的描述。

## 7 使用信息

如果机器制造商定义了与机器整体照明符合的照明要求有关的特定任务，则特定任务的定义应包含在机器提供的信息中。

机器供应商应随机器提供一套测试和维护说明及时间表，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 6a)~6g) 检查照明系统，以及纠正任何问题而采取适当措施的说



明；

——机器维护时间表中给出的照明系统保养、清洁和维护的说明。

附录 A  
(资料性)  
示例

示例如图 A. 1~A. 6 所示。

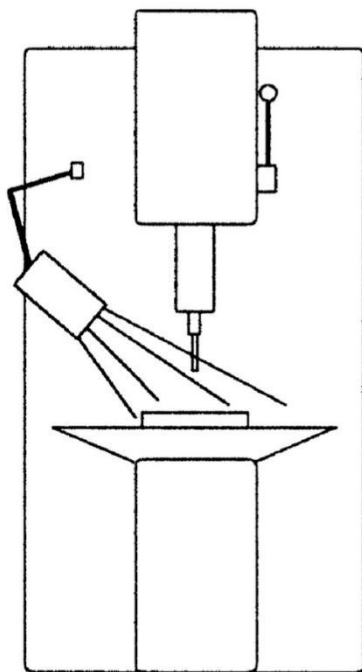


图 A. 1 单侧无眩光无遮挡操作示例

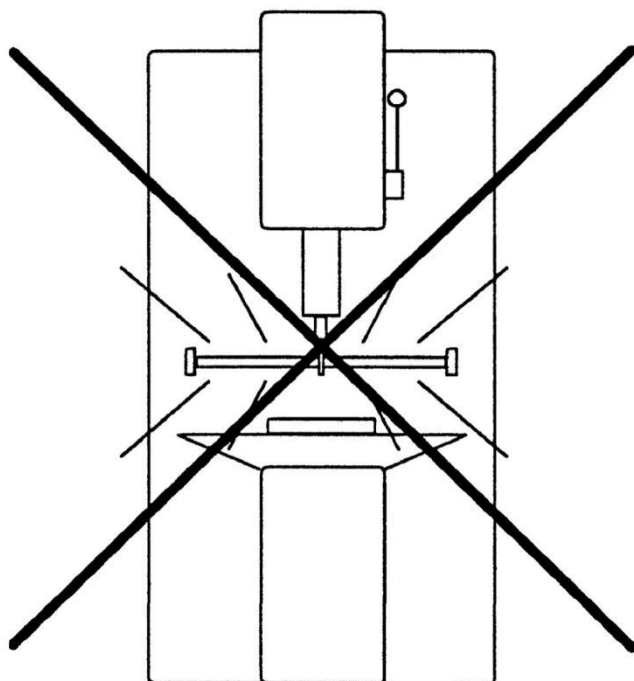


图 A. 2 无遮挡有眩光示例

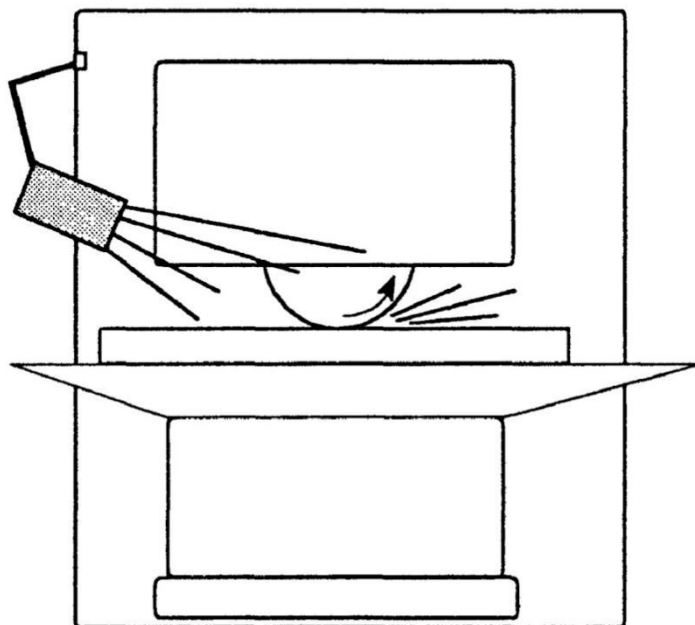


图 A.3 防止灯具过度污染示例

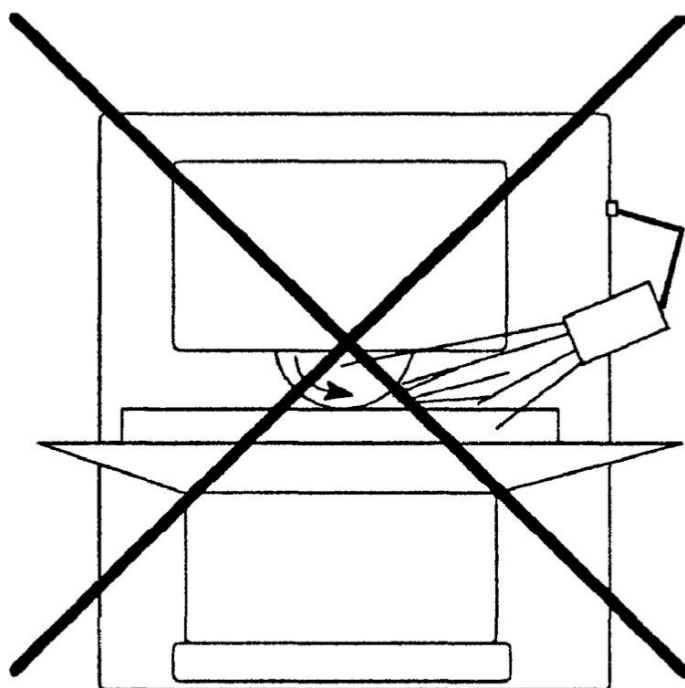


图 A.4 灯具暴露在过度污染中示例

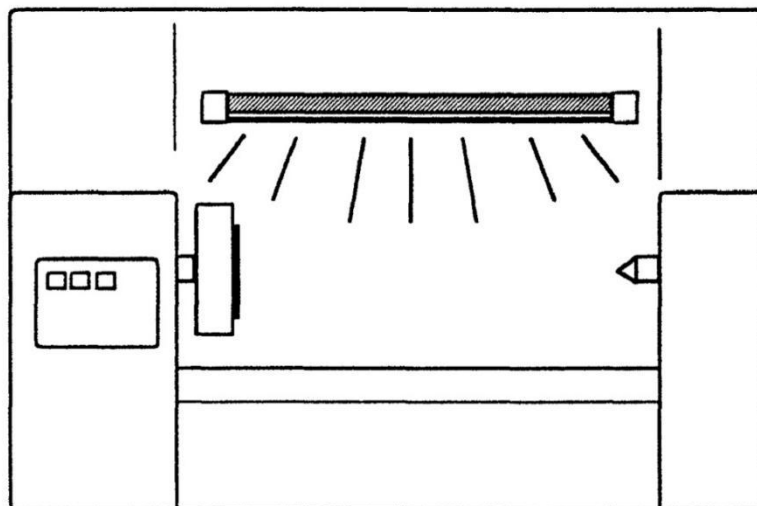


图 A. 5 加装遮挡避免污染和损坏的照明示例

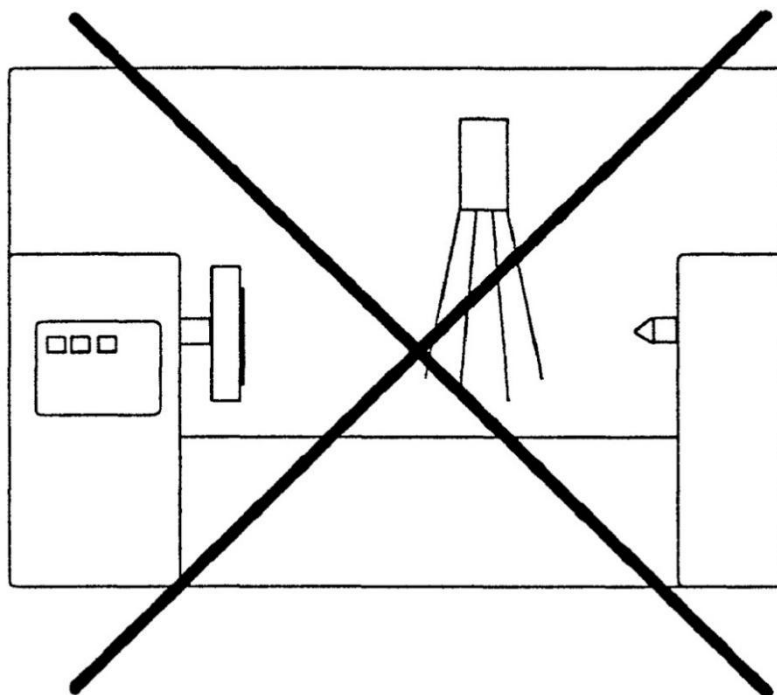


图 A. 6 不能调整且不能照到整个工作区的窄带状光源示例

## 参考文献

- [1] CIE 第 69 号出版物, 照度计和亮度计的表征方法: 性能、特性和规范
  - [2] CIE 第 97/2 号出版物, 室内电气照明系统的维护
  - [3] 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)
  - [4] CIE TN006: 2016, 时间调制的照明系统的视觉方面 定义及测量模型
  - [5] EN 60357, 卤钨灯 (非机动车辆用) 性能要求
  - [6] EN 60901, 单端荧光灯 性能要求
  - [7] EN 60968, 普通照明用自镇流荧光灯 安全要求
  - [8] EN 60969, 普通照明用自镇流灯 性能要求
  - [9] EN 61195, 双端荧光灯 安全要求
  - [10] EN 61199, 单端荧光灯 安全要求
  - [11] EN 62031, 普通照明用 LED 模块 安全要求
  - [12] EN 62717, 普通照明用 LED 模块 性能要求
-