



中华人民共和国国家标准

GB/T 27476.4—2014

检测实验室安全 第4部分：非电离辐射因素

Safety in testing laboratories—Part 4: Non-ionizing radiations aspects

2014-12-05 发布

2014-12-15 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 安全管理要求	3
5 安全技术要求	5
5.1 危险源辨识和风险评价	5
5.2 人员要求	6
5.3 设施和环境	7
5.4 设备	13
5.5 检测方法	16
5.6 物料	16
附录 A (资料性附录) 使用距离作为保护措施	17
附录 B (资料性附录) 非电离电磁频谱划分表	18
参考文献	19

前 言

GB/T 27476《检测实验室安全》分为如下几部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：电气因素；
- 第3部分：机械因素；
- 第4部分：非电离辐射因素；
- 第5部分：化学因素。

本部分为 GB/T 27476 的第4部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由全国认证认可标准化技术委员会(SAC/TC 261)提出并归口。

本部分起草单位：中国合格评定国家认可中心、浙江出入境检验检疫局检验检疫技术中心(浙江立德产品技术有限公司)、中国电器科学研究院有限公司、广东产品质量监督检验研究院、上海出入境检验检疫局、福建省产品质量检验研究院、国家无线电监测中心检测中心。

本部分主要起草人：陈延青、徐哲淳、胡静慧、刘国荣、洪国春、钟远生、徐胜、王秀芳、宋起柱、唐仁幸、孙培琴、陈迪。

引 言

检测实验室在运行过程中可能会涉及电气、机械、非电离辐射、电离辐射、化学和微生物等危险因素,GB/T 27476 是针对这些危险因素而制定的检测实验室安全标准,旨在提升检测实验室的安全管理能力 and 安全技术能力,降低检测实验室运行的安全风险。

GB/T 27476 是适用于检测实验室的系列安全标准,与现已颁布的专业领域实验室安全标准共同组成检测实验室安全标准体系。

检测实验室安全

第4部分：非电离辐射因素

1 范围

GB/T 27476 的本部分规定了检测实验室(以下简称实验室)与非电离辐射因素相关的安全要求。

本部分给出了非电离辐射的限值要求,并提出了详细的建议,以防止这些辐射引起的伤害或者由于使用这些辐射引起的其他伤害。

本部分不包括非电离辐射全面的使用处理和安全要求。

本部分不包括在实验室以外的工作场所以及为了医学目的而进行的非电离辐射曝露。

本部分不包括对实验室人员进行医疗检查时可能曝露的非电离辐射的要求。

注1:本部分的非电离辐射指的是紫外辐射、可见光、红外辐射、射频辐射、超低频辐射、激光、声音、超声波等。

注2:本部分涉及的指定波长频段是近似的,反映了参考文献的习惯用法。

注3:本部分涉及实验室人员、维护人员、分包方、参观者和其他被授权进入的人员,例如使用和进入实验室的学生、清洁工和保安人员。

本部分适用于固定场所内的实验室,其他场所的实验室可参照使用,但可能需要附加要求。

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 2894 安全标志及其使用导则

GB/T 2900.65—2004 电工术语 照明

GB 7247.1—2001 激光产品的安全 第1部分:设备分类、要求和用户指南

GB 8702 电磁辐射防护规定

GB/T 11651—2008 个体防护装备选用规范

GB 18528—2001 作业场所紫外辐射职业接触限值

GB/T 27476.1—2014 检测实验室安全 第1部分:总则

GBZ 158 工作场所职业病危害警示标识

GBZ/T 189(所有部分) 工作场所物理因素测量

EN 1836 个人用眼护具 一般用途的太阳镜和太阳强光滤光镜及直接观测太阳的滤光镜
(Personal eye-equipment—Sunglasses and sunglare filters for general use and filters for direct observation of the sun)

3 术语和定义

GB/T 27476.1—2014、GB/T 2900.65—2004 和 GB 18528—2001 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 GB/T 2900.65—2004 和 GB 18528—2001 的一些术语和定义。

3.1

电磁辐射 electromagnetic radiation

能量以与光子有关联的电磁波形式的发射或传播,或者电磁波或光子。

注:改写 GB/T 2900.65—2004,定义 845-01-01。

3.2

非电离辐射 non-ionizing radiation

空气或真空中波长大于 100 nm 的任何电磁辐射、声音或者超声波。

3.3

光通量 luminous flux

Φ_v ; Φ

从辐射通量 Φ_e 导出的量,该量是根据辐射对 CIE 标准光度观测者的作用来评价的。对于明视觉:

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

式中: $\frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda}$ 是辐射通量的光谱分布, $V(\lambda)$ 是光谱光视效率。

单位: lm

注: K_m 值(明视觉)和 K'_m 值(暗视觉)参见 GB/T 2900.65—2004 的定义 845-01-56。

[GB/T 2900.65—2004, 定义 845-01-25]

3.4

光亮度 luminance

L_v ; L

由公式 $L_v = \frac{d\Phi_v}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$ 定义的量,式中 $d\Phi_v$ 是经过给定点的光束元在包含给定方向的立体角 $d\Omega$ 内传播的光通量; dA 是包含在给定点的该光束的截面面积; θ 是截面法线与辐射束方向之间的夹角。

单位: $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$ 或 $\text{lm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$

注:改写 GB/T 2900.65—2004,定义 845-01-35。

3.5

照度 illuminance

E_v ; E

投射到包含该点的面元上的光通量 $d\Phi_v$ 除以该面元面积 dA 。

等效定义:沿着由给定点所见半球对表达式 $L_v \cdot \cos\theta \cdot d\Omega$ 的积分,式中 L_v 是立体角为 $d\Omega$ 的沿不同方向入射的光束元对着给定点的光亮度, θ 是任一辐射束元与给定点处的表面法线之间的夹角。

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{dA} = \int_{2\pi\text{sr}} L_v \cdot \cos\theta \cdot d\Omega$$

单位: lx 或 $\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$

注:改写 GB/T 2900.65—2004,定义 845-01-38。

3.6

辐照度 irradiance

辐射到表面一点处的面元上的辐射通量除以该面元的面积。

单位: W/cm^2 或 mW/cm^2 或 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

注:改写 GB 18528—2001,定义 2.2。

3.7

辐射亮度 radiance $L_e; L$

由公式 $L_e = \frac{d\Phi_e}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$ 定义的量。式中 $d\Phi_e$ 是经过给定点的辐射束元在包括给定方向的立体角元 $d\Omega$ 内传播的辐射通量； dA 是包含给定点的该辐射束的截面面积； θ 是截面法线与辐射束方向之间的夹角。

单位： $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$

注1：对于光源表面的面元 dA ，由于 dA 在给定方向的光强为 $dI = d\Phi/d\Omega$ ，于是照明工程中最常用的等效公式是

$$L = \frac{dI}{dA \cdot \cos\theta}$$

注2：对于接收辐射束的表面面元 dA ，由于辐射束在 dA 上产生的辐照度或光照度 dE 为 $dE = d\Phi/dA$ ，则等效

公式 $L = \frac{dE}{d\Omega \cdot \cos\theta}$ ，是在光源没有表面时（例如：天空、放电等离子体）使用的公式。

注3：辐射束元的几何因子 dG 的使用，由于 $dG = dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega$ ，则等效公式为 $L = d\Phi/dG$ 。

注4：由于光学因子 $G \cdot n^2$ （参见 GB/T 2900.65—2004 的定义 845-01-33 的注释）是一个不变量，若吸收、反射和漫射的损失为零，则沿辐射束路径的量 $L \cdot n^2$ 也是一个不变量。该量称为“基本辐射亮度”或“基本光量度”或“基本光子辐射亮度”。

注5：上述公式中给定的 $d\Phi$ 与 L 之间的关系有时称为“辐射度学和光度学的基本定律”：

$$d\Phi = L \frac{dA \cdot \cos\theta \cdot dA' \cdot \cos\theta'}{l^2} = L \cdot dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega = L \cdot dA' \cdot \cos\theta' \cdot d\Omega'$$

注6：改写 GB/T 2900.65—2004，定义 845-01-34。

3.8

镜反射 specular reflection

符合几何光学定律、没有漫射的反射。

[GB/T 2900.65—2004，定义 845-04-45]

4 安全管理要求

4.1 组织结构和职责

GB/T 27476.1—2014 中 4.1 的内容适用。

4.2 安全管理体系

GB/T 27476.1—2014 中 4.2 的内容适用。

4.3 文件控制

GB/T 27476.1—2014 中 4.3 的内容适用。

4.4 要求、标书和合同的评审

GB/T 27476.1—2014 中 4.4 的内容适用。

4.5 分包

GB/T 27476.1—2014 中 4.5 的内容适用。

4.6 采购

GB/T 27476.1—2014 中 4.6 的内容适用。

4.7 服务客户

GB/T 27476.1—2014 中 4.7 的内容适用。

4.8 投诉

GB/T 27476.1—2014 中 4.8 的内容适用。

4.9 安全检查和不符合的控制

4.9.1 安全检查

GB/T 27476.1—2014 中 4.9.1 的内容适用。

4.9.2 不符合的控制

GB/T 27476.1—2014 中 4.9.2 的内容适用。

4.9.3 事件报告

4.9.3.1 报告

当一事件发生,导致潜在的或者实际的电离辐射暴露危险,实验室的安全负责人应准备一份报告。

实验室可能被要求向相关的监管机构报告相应的事件。

4.9.3.2 报告组成

除非其他法规规定,报告应包含以下内容:

a) 事件概要,包括:

- 事件的性质,并且估计涉及事件的人员受到的辐射总量;
- 事件发生的日期、地点、时间;
- 直接涉及事件的人员所受的培训以及他们操作设备的经验的详细说明;
- 事件的起因;
- 安全负责人对于防止此类事件再次发生的建议;
- 人员受到的伤害的可能性质。

b) 参与相关操作的所有人员(必要时,包括设备操作者)和安全负责人的陈述,应详细而中肯地描述事件发生的相关信息;

c) 任何可取得的受伤人员的体检报告,包括安全事件之前和之后的报告;

d) 所使用设备的所有细节,尤其是接近安全事件前后这一段时间的状况。

4.9.3.3 设备处理

当怀疑设备中某个元件故障是导致事故的原因时,应立即将该设备断开电源,如果可行,对设备进行隔离,并对其进行测试和报告。

4.9.3.4 报告处理

适用时,安全负责人应将非电离辐射事件报告给相关管理人员和监管机构。

4.10 应急准备和响应

GB/T 27476.1—2014 中 4.10 的内容适用。

4.11 改进、纠正措施、预防措施

GB/T 27476.1—2014 中 4.11 的内容适用。

4.12 记录的控制

GB/T 27476.1—2014 中 4.12 的内容适用。

4.13 内部审核

GB/T 27476.1—2014 中 4.13 的内容适用。

4.14 管理评审

GB/T 27476.1—2014 中 4.14 的内容适用。

5 安全技术要求

5.1 危险源辨识和风险评价

5.1.1 总则

GB/T 27476.1—2014 中 5.1.1 的内容适用。

5.1.2 危险源辨识

应系统识别实验室活动所有阶段可预见的危险源,应识别所有与各类任务相关的可预见的非电离辐射危险源,包括紫外辐射、可见光、红外辐射、射频辐射(微波辐射、甚高频辐射、高频辐射和甚低频辐射)、极低频辐射、激光、声音、超声波等;或与任务不直接相关的可预见的危险,如实验室突然停电、停水、地震、水灾、台风等特殊状态下的非电离辐射安全。

进行危险源辨识时,宜根据检测实验室的专业分工、实验室设立、区域划分管理特点和运作惯例,可按照检测产品或项目以及按区域场所/管理类别识别评价单元,以方便识别危险源和评价风险。

危险源识别宜采用系统识别危险源的方法,宜从人员、设备、物品、检测方法及环境和设施等方面对评价单元进行危险源辨识。

危险源识别应区别检测设备和被测物各自产生的非电离辐射。

5.1.3 风险评价

5.1.3.1 GB/T 27476.1—2014 中 5.1.3.1 的内容适用。

5.1.3.2 GB/T 27476.1—2014 中 5.1.3.2 的内容适用。

5.1.3.3 实验室应建立风险评价程序,该程序至少应包括:

- a) 识别操作非电离辐射源的有关危险;
- b) 评价已识别的危险源的危险程度。必要时,应对实验室人员在工作位置受到的非电离辐射进

行测量；

- c) 评价非电离辐射种类、人员暴露于已识别危险源的危险程度，以及这些危险导致伤害或者疾病的潜在可能性；
- d) 选择消除危险，或者将危险最小化的控制方法；
- e) 评价非电离辐射设备的操作人员或可能暴露于该辐射的人员的培训水平。

5.1.4 控制措施

GB/T 27476.1—2014 中 5.1.4 的内容适用。

增加下述内容：

不应有任何预期超过最大允许值的对皮肤、耳朵或者眼睛的直接辐射持续发生。任何情况下，与正在进行的任务所带来的利益相比，应将辐射降低到尽可能小。

有效的保护非电离辐射的安全措施有很多，其中有一些安全措施对于所有形式的非电离辐射都是通用的，包括：

- a) 屏蔽辐射源，以避免人员直接或者间接暴露于辐射；
- b) 将辐射源与操作人员之间的距离最大化；
注：附录 A 讨论防护距离的规定。
- c) 曝露时间最小化；
- d) 给工作人员提供必要的防护装备，如防护服和护目镜；
- e) 限制非授权人员进入；
- f) 定期进行辐射源测量。

使用以上控制措施时，应有文件规定并予以执行，以确保其有效性。应通过测量或者计算检查其有效性。检查有效性时，考虑参数的相应范围很重要，比如，光辐照度随光源种类、波长以及所在场所的变化而变化。

另外一些特殊的安全措施，在有关章、条款详细叙述。

5.2 人员要求

5.2.1 安全意识、能力和资格

GB/T 27476.1—2014 中 5.2.1 的内容适用。

5.2.2 培训和指导

GB/T 27476.1—2014 中 5.2.2 的内容适用。

增加下述内容：

应对所有在存在潜在危险的非电离辐射源附近区域工作的人员，实施非电离辐射防护培训。内容至少应包括：

- a) 非电离辐射源的性质及其危害性；
- b) 常用防护措施、防护用品及使用方法；
- c) 个体防护装备及使用方法；
- d) 对过度曝露造成的影响的认知，评估以及可能的处理方法；
- e) 对任何事件报告给安全责任人的必要性；
- f) 非电离辐射防护规定。GB 8702 提供了电磁辐射防护规定。

5.3 设施和环境

5.3.1 实验室结构和布局

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.1 的内容适用。

5.3.2 职业曝露限值

5.3.2.1 概述

员工在实验室场所曝露的非电离辐射,包括紫外辐射、可见光、红外辐射、射频辐射(微波辐射、甚高频辐射、高频辐射和甚低频辐射)、极低频辐射、激光、声音、超声波等。以下给出八类辐射源曝露辐射量限值。

注:附录 B 给出了非电离电磁频谱的划分。

5.3.2.2 紫外辐射

本部分的紫外辐射是指波长从 100 nm~400 nm 的非电离辐射。
实验室场所紫外辐射曝露限值见表 1。

表 1 紫外辐射曝露限值

紫外光谱分类	8 h 职业曝露限值		最高曝露限值(任何时间)	
	辐照度 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	照射量 mJ/cm^2	辐照度 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	照射量 mJ/cm^2
长波紫外线 UVA($315 \text{ nm} \leq \lambda \leq 400 \text{ nm}$)		1 000 ^a	1 000 ^b	
中波紫外线 UVB($280 \text{ nm} \leq \lambda < 315 \text{ nm}$)	0.26	3.7	1	14.4
短波紫外线 UVC($100 \text{ nm} \leq \lambda < 280 \text{ nm}$)	0.13	1.8	0.5	7.2
电焊弧光	0.24	3.5	0.9	12.9

^a 适用于时间小于 1 000 s 时。
^b 适用于时间大于 1 000 s 时。

5.3.2.3 可见光

本部分的可见光是指波长从 380 nm~760 nm 的非电离辐射。

对于允许到达眼睛的光的总量,目前正在考虑中,因为对眼睛的伤害由身体条件、光源强度和曝露时间共同确定。

职业场所眼睛对宽带光和近红外辐射曝露限值(TLV),是指工作日的 8 h 内的曝露时间。曝露时间的确定需要知道辐射频谱和工作人员眼睛所在位置测得的光源发光总量。通常只在光源强度大于 $1 \times 10^4 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ 时要求有如此详细的白光源的频谱信息。曝露在小于该强度的光源下不会超过每日曝露限值。

注:除非有彻底的分析证明,否则近距离观看大功率电子摄影闪光灯被认为是有害的。

光源的性质足够接近激光时(比如连续的高准直光束或者小强度光源),应考虑 GB 7247.1—2001 给出的限值。

5.3.2.4 红外辐射

本部分的红外辐射是指波长从 700 nm~1 mm 的非电离辐射。

实验室场所红外辐射曝露限值见表 2。

表 2 红外辐射曝露限值

辐射分类	曝露限值	
	辐照度 W/m ²	辐射亮度 W · m ⁻² · sr ⁻¹
红外辐射	100	$\sum_{700}^{1400} L_{\lambda} \Delta_{\lambda} \leq \frac{6 \times 10^3}{\alpha}$

注：L_λ 为 λ 处的辐射亮度，单位为 W · m⁻² · sr⁻¹；
 Δ_λ 为光谱带宽，单位为 nm；
 α 为对于圆形光源，光源角对应的边由亮度峰值的 50% 定义，单位为 rad；对于非圆形光源，为最长和最短尺寸的算术平均，单位为 m；
 以上总和(Σ)是指涉及一种以上波长的可能性。对于圆形光源的简图见图 1。

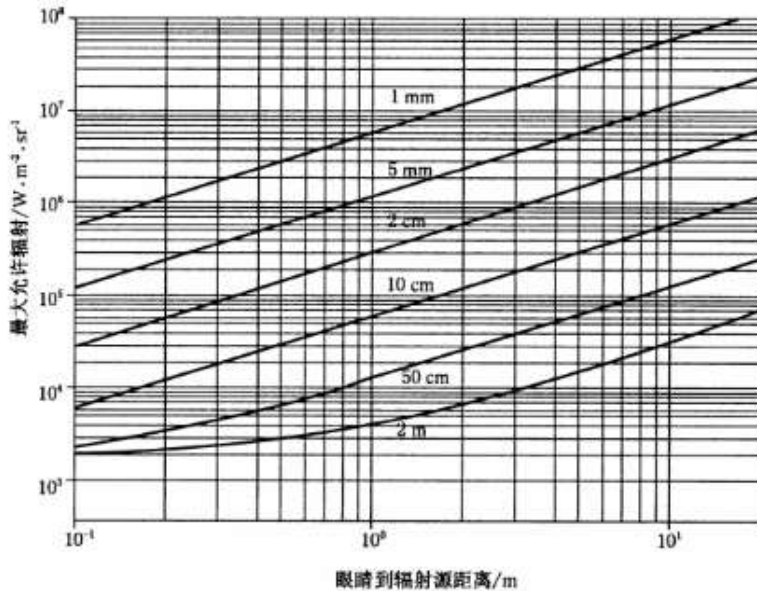


图 1 不同光源范围近红外辐射的推荐限值

5.3.2.5 射频辐射

5.3.2.5.1 概述

本部分的射频(RF)辐射是指频率在 3 kHz~300 GHz 的电磁辐射。包括微波辐射、甚高频辐射、高频辐射、低频辐射。

5.3.2.5.2 微波辐射

本部分的微波辐射是指频率在 300 MHz~300 GHz，波长为 1 m~1 mm 的电磁辐射，GHz 范围的频率通常被认为是微波辐射。实验室场所微波辐射曝露限值见表 3。

表 3 微波曝露限值

类型		日剂量 $\mu\text{W} \cdot \text{h}/\text{cm}^2$	8 h 平均功率密度 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	非 8 h 平均功率密度 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	短时间曝露功率密度 mW/cm^2
全身辐射	连续微波	400	50	$400/t$	5
	脉冲微波	200	25	$200/t$	5
肢体局部辐射	连续微波或 脉冲微波	4 000	500	$4\ 000/t$	5

注 1: 平均功率密度表示单位面积上一个工作日内的平均辐射功率;
注 2: 日剂量表示一日接受辐射的总能量,等于平均功率密度与受辐射时间(按照 8 h 计算)的乘积,单位为 $\mu\text{W} \cdot \text{h}/\text{cm}^2$ 或 $\text{mW} \cdot \text{h}/\text{cm}^2$ 。
注 3: t 为接受辐射的时间,单位为 h。
注 4: 在操作微波设备的过程中,仅手或脚部接受辐射称作肢体局部辐射;除肢体外的其他部位,包括头、胸、腹等一处或几处接受辐射,称做全身辐射。

5.3.2.5.3 甚高频辐射

本部分的甚高频辐射是指频率在 30 MHz~300 MHz,波长为 10 m~1 m 的电磁辐射。员工在一个工作日内甚高频辐射曝露限值见表 4。

表 4 甚高频辐射曝露限值

曝露时间	连续波		脉冲波	
	功率密度 mW/cm^2	电场强度 V/m	功率密度 mW/cm^2	电场强度 V/m
8 h	0.05	14	0.025	10
4 h	0.1	19	0.05	14

注: 曝露时间不足 4 h 的,按 4 h 计;曝露时间超过 4 h,不足 8 h 的,按 8 h 计。

5.3.2.5.4 高频辐射

本部分的高频辐射是指频率在 100 kHz~30 MHz,波长为 3 km~10 m 的电磁辐射。员工工作位置允许的电磁场强度应符合表 5 中的规定。

表 5 高频电场和磁场曝露限值

频率(f) MHz	电场强度 V/m	磁场强度 A/m
$0.1 \leq f \leq 3.0$	50	5
$3.0 < f \leq 30$	25	不作规定

5.3.2.5.5 低频辐射

本部分的低频辐射是指频率在 3 kHz~100 kHz,波长为 100 km~3 km 的电磁辐射。实验室场所

允许的辐射曝露限值见表 6。

表 6 低频辐射曝露限值

频率 Hz	人体头部和躯干电流密度(rms.) mA/m ²
$3\text{ k} \leq f \leq 100\text{ k}$	$10f$
注：f 为以 kHz 为单位的频率。	

5.3.2.6 极低频辐射

本部分的极低频辐射是指频率在 0 Hz(直流或静态)~3 kHz 的电磁辐射。常见的极低频电场有工频电场,工频电场指频率为 50 Hz 的极低频电场。8 h 实验室场所极低频辐射曝露限值见表 7。

表 7 极低频辐射曝露限值

频率/Hz	电场强度/(kV/m)
工频:50	5
注：对除 50 Hz 工频以外的极低频辐射曝露限值,尚无明确规定。	

5.3.2.7 激光

本部分的激光是指波长为 200 nm~1 mm 之间的相干光辐射。
8 h 实验室场所激光的曝露限值见表 8 和表 9。

表 8 眼直视激光束的曝露限值

波长 nm	照射时间 s	照射量 J/cm ²	辐照度 W/cm ²
紫外 200~308	$10^{-3} \sim 3 \times 10^4$	3×10^{-3}	—
	$10^{-3} \sim 3 \times 10^4$	6.3×10^{-2}	—
	$10^{-9} \sim 10$	$0.56t^{1/4}$	—
	$10 \sim 10^3$	1.0	—
	$10^3 \sim 3 \times 10^4$	—	1×10^{-3}
可见 400~700	$10^{-9} \sim 1.2 \times 10^{-5}$	5×10^{-7}	—
	$1.2 \times 10^{-5} \sim 10$	$2.5 t^{3/4} \times 10^{-3}$	—
	$10 \sim 10^4$	$1.4C_B \times 10^{-2}$	—
	$10^4 \sim 3 \times 10^4$	—	$1.4C_B \times 10^{-6}$
红外 700~1 050	$10^{-9} \sim 1.2 \times 10^{-5}$	$5C_A \times 10^{-7}$	—
	$1.2 \times 10^{-5} \sim 10^3$	$2.5C_A t^{3/4} \times 10^{-3}$	—
红外 1 050~1 400	$10^{-9} \sim 3 \times 10^{-5}$	5×10^{-6}	—
	$3 \times 10^{-5} \sim 10^3$	$12.5 t^{3/4} \times 10^{-3}$	—
	$10^3 \sim 3 \times 10^4$	—	$4.44 C_A \times 10^{-4}$

表 8 (续)

波长 nm	照射时间 s	照射量 J/cm ²	辐照度 W/cm ²
远红外 1 400~10 ⁶	10 ⁻⁹ ~10 ⁻⁷	0.01	—
1 400~10 ⁶	10 ⁻⁷ ~10	0.56t ^{1/4}	—
1 400~10 ⁶	>10	—	0.1

注：校正因子(C_A和C_B)是激光生物学作用是波长的函数，为评判等效效应而引入的数学因子。C_A和C_B分别为红外和可见光波段的校正因子。波长(λ)与校正因子的关系为：波长λ为：400 nm~700 nm, C_A=1；700 nm~1 050 nm, C_A=100.002(λ-700)；1 050 nm~1 400 nm, C_A=5；400 nm~550 nm, C_B=1；550 nm~700 nm, C_B=100.015(λ-550)；t为照射时间。

表 9 激光照射皮肤的曝露限值

光谱范围波长 nm	照射时间 s	最大容许照射量 J/cm ²	最大辐照度 W/cm ²
紫外 200~400	10 ⁻⁹ ~3×10 ⁴	同表 8	
可见与红外 400~1 400	10 ⁻⁹ ~10 ⁻⁷	2C _A ×10 ⁻²	—
	10 ⁻⁷ ~10	1.1C _A t ^{1/4}	—
	10 ⁴ ~3×10 ⁴	—	0.2C _A
远红外 1 400~10 ⁶	10 ⁻⁹ ~3×10 ⁴	同表 8	

5.3.2.8 声音

本部分所指的声音的频率在 20 Hz~20 kHz。

工作场所噪声职业曝露限值见表 10,工作场所脉冲噪声声压级峰值和脉冲次数不应超过表 11 的规定。

表 10 工作场所噪声职业曝露限值

曝露时间	曝露限值/dB(A)	备注
5 d/W, =8 h/d	85	非稳态噪声计算 8 h 等效声级
5 d/W, ≠8 h/d	85	计算 8 h 等效声级
≠5 d/W	85	计算 40 h 等效声级

注：每周(W)工作 5 天(d),每天工作 8 小时(h),稳态噪声限值为 85 dB(A),非稳态噪声等效声级的限值为 85 dB(A);每周工作 5 d,每天工作时间不等于 8 h,需计算 8 h 等效声级,限值为 85 dB(A);每周工作不是 5 d,需计算 40 h 等效声级,限值为 85 dB(A)。

表 11 工作场所脉冲噪声职业曝露限值

工作日曝露脉冲次数, n/次	声压级峰值/dB(A)
n≤100	140
100<n≤1 000	130
1 000<n≤10 000	120

5.3.2.9 超声波

本部分所指的超声波的频率在 16 kHz~50 MHz。

超声波的曝露等级用声压级表示,工作人员在该声压级下曝露一个工作日无不良影响。对于实验室场所的空气传播的超声波曝露限值在表 12 中给出,限值针对工作人员每个工作日 8 h 的持续曝露。如果每天的曝露时间不超过 4 h,那么超声波曝露限值应按表 13 的修正系数对表 12 进行修正。

表 12 空气传播的超声波的曝露限值

1/3 倍频带的中波频率/kHz	声压等级/dB
20	75
25	110
31.5	110
40	110
50	110
63	110
80	110
100	110

表 13 每天曝露时间不超过 4 h 的曝露限值的修正系数

总曝露持续时间 h	声压等级校正 dB
2~4	+3
1~2	+6
0~1	+9

5.3.3 火灾监测和防爆

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.3 的内容适用。

5.3.4 紧急报警系统

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.4 的内容适用。

5.3.5 通风

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.5 的内容适用。

5.3.6 电气安装

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.6 的内容适用。

5.3.7 防雷

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.7 的内容适用。

5.3.8 安防

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.8 的内容适用。

5.3.9 安全标志

5.3.9.1 一般要求

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.9.1 的内容适用。

5.3.9.2 安全告示牌

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.9.2 的内容适用。

5.3.9.3 警告标志

实验室应根据非电离辐射危险等级设置相应的安全标志,包括用 GB 2894 所列举的符号,在可能有危险的地区设置警告标志,非授权人员不应入内,或根据危险等级设置相应的屏障。

警告标志应清楚地放置在入口处和/或任何危险的非电离辐射源的邻近区域。

警告标志应明确辐射类型。

安全标志还应指出实验室使用的所有防护服或者防护装备,并且规定限制进入以及被授权进入的人员。GB 2894 提供了安全标志的指南,GBZ 158 提供了工作场所职业病危害警示标识。

5.3.10 隔离状态下工作

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.10 的内容适用。

5.3.11 内务管理

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.11 的内容适用。

5.4 设备

5.4.1 安全设备

GB/T 27476.1—2014 中 5.4.1 的内容适用。

5.4.2 个体防护装备

GB/T 27476.1—2014 中 5.4.2 的内容适用。

5.4.3 设备的安全

GB/T 27476.1—2014 中 5.4.3 的内容适用。

5.4.4 非电离辐射防护措施要求

5.4.4.1 紫外辐射

除 5.1.4 的通用安全措施外,下列内容适用于紫外辐射:

可通过将紫外辐射源封装起来保护人员的安全。

可通过实施安全工作以控制人员在紫外辐射中的曝露,通过使用外壳、屏蔽设备、防护罩、防护服、手套、护目镜、防护面罩、护肤霜等物品(见 GB/T 11651—2008)增加安全措施。某些防护物品的防护效果在所有波长中并不一样,因此应小心确保其对需要屏蔽的辐射源是有效的。

对于高强度无防护的紫外辐射源,如紫外透射光源、高压放电灯、高压弧、碳弧和电焊弧光,操作人员应佩戴合适的紫外吸收护目镜,以减小强光辐射和紫外辐射。还应考虑使用防护面罩和防护服(见

GB/T 11651—2008)。

对于低强度的弥散放电,某些透明塑料屏可以基本上吸收所有的紫外辐射,如聚碳酸酯或甲基丙烯酸甲酯。

注:聚酯纤维板可以吸收 UVB 和 UVC 但会透过 UVA。聚乙烯板不能有效防止 UVA、UVB 或 UVC。

5.4.4.2 可见光

除 5.1.4 的通用安全措施外,下列内容适用于可见光:

观看强光引起的极度不适会引起自然的生理反应,以帮助保护眼睛视网膜不受到剧烈损伤。这些反应包括眨眼、眼珠转动、转头。

实验室使用的每一个强光源都应尽可能使用防护罩,并且所有通风口都用挡板挡住,以阻挡直射光线。

如果无法使用防护罩,曝露在强光源下的工作人员应佩戴合适的护目镜或者完全罩住眼睛的太阳镜(见 GB/T 11651—2008 和 EN 1836)。

5.4.4.3 红外辐射

除 5.1.4 的通用安全措施外,下列内容适用于红外辐射:

应在靠近红外辐射源或者热源的地方采取良好的防护措施。可使用护目镜(见 GB/T 11651—2008 和 EN 1836)来保护眼睛,护目镜能使红外辐射衰减,从而将红外辐射对眼睛的曝露水平降到建议的限值以下。使用护目镜可减小进入操作者眼睛的光强度,但在此情况下应确保实验室有良好的照明。

应使用合适的防护服来保护皮肤防止受到热影响。

5.4.4.4 射频辐射

除 5.1.4 的通用安全措施外,下列内容适用于射频辐射:

一般而言,在射频辐射超过允许限值的区域,应使用物理障碍和合适的警告标志来限制人员进入。诸如大功率工业烤箱和工业信号源等微波设备,应采取良好的屏蔽措施,使得该设备周围任何一个可触及的地方的射频辐射测量值都不超过允许限值。如果需要进入射频辐射超标的区域,应提供并确保人员穿戴合适的个人防护服和防护装备。应注意某些情况下,仅部分穿戴防护服和防护装备会比根本不采取任何防护措施危害更大,因为射频辐射会被该设备反射到身体上。

5.4.4.5 极低频辐射

除 5.1.4 的通用安全措施外,下列内容适用于极低频辐射:

极低频电场可通过将导电外壳按照相关标准规范进行正确接地屏蔽掉。此外,在电场中的任何金属物体的接地都可以减小感应电荷的产生。

由于极低频磁场不容易被屏蔽,因此在设计阶段就应考虑减小设备可能产生的磁场曝露。另外,减小人员辐射曝露的最简单且经济的方法就是增加人员到辐射源的距离。

因工作需要必须进入超过曝露限值的地点或延长曝露时间时,应采取有效的防护措施。

带电作业人员应处在“全封闭式”的屏蔽装置中操作,或应穿包围面部的屏蔽服。

场强主要受导体结构的影响,如可使用紧密成对的电源线减小磁场。

5.4.4.6 激光

5.4.4.6.1 激光分类

使用激光时应参考 GB 7247.1—2001 及由制造厂提供的安全信息,以获取足够的信息,使用指南和

安全预警。

激光产品主要分为四个主要等级。这些等级从1级到4级,其中4级是最危险的,等级的划分既是基于激光产品的最大可达发射极限(AEL),也是基于潜在危险的基础上的最大允许曝露限值(MPE)。最大允许曝露限值与辐射的波长、脉冲宽度或者曝露时间、处于风险中的肌体组织有关。

5.4.4.6.2 预警

除5.1.4的通用安全措施外,下列基本的预警适用于激光的使用:

- a) 实验室人员在任何时间都应避免直视激光束或者反射的激光束;
- b) 所有实验室人员应佩戴防激光护目镜(见GB 7247.1—2001);
- c) 放置警告标志(见GB 7247.1—2001);
- d) 在不使用的时候应关闭激光,或者通过装配在激光头上的快门截断光束。在任何情况下,激光束应尽可能在其有用路径尽头处截断;
- e) 激光束的辐照度应尽可能低。这可通过在激光出口处安装永久固定的合适的衰减器或者通过一组透镜将激光束发散来达到;
- f) 激光使用区的房间所有墙面应漆黑无反射;
- g) 应使用防护罩来防止激光束的强反射和直射光束进入实验区域,防护罩对于在使用中的波长应无反射。如果防护罩外层是漆上去的,则防护罩的底料不应有发光表面,因为一旦油漆剥落,就将油漆下的反射表面就暴露出来;
- h) 有时甚至只有一小部分的人射光在发光表面被镜反射,也是危险的。这样的反射可能由镜子、瓶子、玻璃透镜、磨光的金属、手表、珠宝(比如戒指、耳环、链扣)、磨光的木制家具、窗子或者任何光滑的表面引起,这些反射物应从激光源附近被移走,或者在其表面覆盖黑色无光的纸或布,应确保可能会引起漫反射的表面不被弄湿,因为那样会导致镜反射;
- i) 激光头应严格固定在位,以保证激光束的方向不会意外变换;
- j) 使用激光时,激光使用区的房间照明应尽可能亮,以缩小眼睛瞳孔的直径;
- k) 应限制人员进入激光室,拒绝非试验人员和不负责的观测者。使用钥匙控制的激光设备不使用时应锁上;
- l) 当有物品在激光通道上的时候应尤其小心,确保直射光束和反射光束不会直接射向人。当排列仪器的时候,激光仪器与使用者之间应有足够的遮蔽物;
- m) 无论何时,当激光束聚焦时,应注意不要放置物品在焦平面;
- n) 这时的漫反射是危险的,因为激光束在焦点的强度很大;
- o) 使用高能量(GB 7247.1—2001中所划分的等级3B和等级4)的激光时,只要可行,激光应被全部包裹在互锁的外壳中;
- p) 应在光束路径上的透镜或者发光物附近设置障碍,拦截倾斜的镜反射光和折射光;
- q) 靠近激光束的仪器,比如器具固定装置和器具支架,如果这些仪器有发光的金属焊缝,这些焊缝应被涂成无光黑色;
- r) 激光的光学部件和防护罩应牢固固定在位。

5.4.4.7 声音

可使用听力保护器来消除工作场地的噪声危害。

噪声管理方法包括:

- a) 移除消除噪声源;
- b) 用比较安静的程序代替嘈杂的程序;
- c) 通过工程控制来减少或消除噪声;

- d) 通过定期维护来减少老旧设备的噪声；
- e) 更换发出噪声的旧设备；
- f) 行政管理控制,包括将工作人员转移离开嘈杂的工作场地或当工作人员不在场时才执行嘈杂的程序；
- g) 个体防护装备(PPE)的使用,如耳塞、耳罩,或两者同时使用,再加上适当的培训和定期的听觉能力测试。

5.4.4.8 超声波

除 5.1.4 的通用安全措施外,可通过屏蔽超声波信号源,将噪声降到建议的最大限度以下。对于高能量超声波装置,如浴室清洗机,应在适当的地方安装安全盖或互锁安全盖。

5.5 检测方法

5.5.1 GB/T 27476.1—2014 中 5.5.1 的内容适用。

5.5.2 GB/T 27476.1—2014 中 5.5.2 的内容适用。

5.5.3 GB/T 27476.1—2014 中 5.5.3 的内容适用。

5.5.4 非电离辐射测量方法采用 GBZ/T 189(所有部分)规定的方法进行。

注: HJ/T 10.2 提供了电磁辐射监测仪器和方法。

5.6 物料

5.6.1 物料信息

GB/T 27476.1—2014 中 5.6.1 的内容适用。

5.6.2 物料的储存和使用

实验室内可能存在非电离辐射危险的物料的储存、处理和使用应符合 5.4.4 的防护要求。

5.6.3 实验废弃物的处理、标识及处置

GB/T 27476.1—2014 中 5.6.3 的内容适用。

附录 A
(资料性附录)
使用距离作为保护措施

距离防护是非电离辐射防护的一种有效方法,当使用距离作为一种非电离辐射的保护措施时,需要考虑下述因素:

- a) 在大面积辐射源附近,辐照度(辐射功率密度)随着距离的改变变化很小;
- b) 在长条状的日光灯附近,辐照度与到光源的距离成反比(近似的);
- c) 当距离远大于源的直径时,辐照度与和源的距离的平方成反比(平方反比定律)。

对于连续的、单一波长的源,一般认为适用于平方反比定律的判定准则是,(观测点)与(天线)辐射口径的距离大于 $2D^2 \cdot \lambda^{-1}$, 这里 D 是(天线)辐射口径的有效尺寸, λ 是辐射波长。(这与弗琅和费衍射的远区场区域相对应)。

增加源与人体之间的距离可减少照射量;或者说在一定距离以外工作,使人们所受的照射量在最高允许限值以下,从而达到防护目的。

附录 B
(资料性附录)
非电离电磁频谱划分表

非电离电磁频谱的划分见表 B.1。

表 B.1 非电离电磁频谱划分表

频段	频率范围	波段		波长范围	频谱范围					
极低频(ELF)	3 Hz~30 Hz	极长波		100 Mm~10 Mm	无线电 频谱 (100 Mm ~ 1 dmm)					
超低频(SLF)	30 Hz~300 Hz	超长波		10 Mm~1 Mm						
特低频(ULF)	300 Hz~3 000 Hz	特长波		1 000 km~100 km						
甚低频(VLF)	3 kHz~30 kHz	甚长波		100 km~10 km						
低频(LF)	30 kHz~300 kHz	长波		10 km~1 km						
中频(MF)	300 kHz~3 000 kHz	中波		1 000 m~100 m						
高频(HF)	3 MHz~30 MHz	短波		100 m~10 m						
甚高频(VHF)	30 MHz~300 MHz	米波		10 m~1 m						
特高频(UHF)	300 MHz~3 000 MHz	分米波	微 波	10 dm~1 dm						
超高频(SHF)	3 GHz~30 GHz	厘米波		10 cm~1 cm						
极高频(EHF)	30 GHz~300 GHz	毫米波		10 mm~1 mm						
至高频(THF)	300 GHz~3 000 GHz	丝米波/亚毫米波		10 dmm~1 dmm						
—	3 THz~30 THz			100 μm~10 μm				红外线 (1 mm~ 700 nm)		
—	30 THz~300 THz			10 μm~1 μm						
—	300 THz~3 000 THz			1 000 nm~100 nm	可见光 (760 nm ~ 380 nm)	紫外线 (400 nm ~ 100 nm)				

参 考 文 献

- [1] GB 4706.21—2008 家用和类似用途电器的安全 微波炉,包括组合型微波炉的特殊要求
 - [2] GB 9175—1988 环境电磁波卫生标准
 - [3] GB 10435—1989 作业场所激光辐射卫生标准
 - [4] GB 10436—1989 作业场所微波辐射卫生标准
 - [5] GB 10437—1989 作业场所超高频辐射卫生标准
 - [6] GB 16203—1996 作业场所工频电场卫生标准
 - [7] GB 18555—2001 作业场所高频电磁场职业接触限值
 - [8] GB/T 20145—2006 灯和灯系统的光生物安全性
 - [9] HJ/T 10.2 辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法
 - [10] IEC 60825-2 Safety of laser products—Part 2: Safety of optical fibre communication systems
 - [11] IEC 61672-1:2002 Electroacoustics—Sound level meters—Part 1: Specifications
 - [12] AS/NZS 2243.5—2004 Safety in laboratories Part 5: Non-ionizing radiations—Electromagnetic, sound and ultrasound
 - [13] 中华人民共和国无线电频率划分规定 中华人民共和国工业和信息化部令 第16号
-