

全国认证认可标准化技术委员会

国认标委秘函 [2012]12 号

关于征求对国家标准《检测实验室安全 第 4 部分：非电离辐射》（征求意见稿）意见的函

各位委员、通讯成员及各有关单位：

全国认证认可标准化技术委员会（SAC/TC261）正在实施国家标准化管理委员会下达的《检测实验室安全 第 4 部分：非电离辐射》国家标准制定项目（计划编号：20100249-T-469）。现将《检测实验室安全 第 4 部分：非电离辐射》（征求意见稿）及编制说明、意见反馈表发给你们，请认真研究，提出宝贵意见，并将意见反馈表的电子文本于 2012 年 4 月 16 日前发送至标准起草组。

联系人：陈延青、王秀芳

电话：010-67105259、020-32293677

电子邮件：chenyq@cnas.org.cn、wangxf@cvc.org.cn

附件：1.《检测实验室安全 第 4 部分：非电离辐射》（征求意见稿）

2.编制说明

3.意见反馈表



二〇一二年三月十五日

附件 1:



ICS XXXX

XX

中华人民共和国国家标准

GB/T 27XXX. 4-XXXX

检测实验室安全 第4部分：非电离辐射

Safety in Testing Laboratories-Part 4: Non-ionizing Radiations

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX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.....	III
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	4
4 安全管理要求.....	6
5 危险源辨识和风险评价.....	6
5.2 危险源辨识.....	6
5.3 风险评价.....	6
5.4 控制措施.....	7
6 人员.....	8
7 设施和环境.....	8
7.1 实验室的结构和布局.....	8
7.2 职业暴露限值.....	8
7.3 紧急报警系统.....	13
7.4 安全标志.....	13
7.5 隔离工作.....	14
8 设备要求.....	14
8.101 非电离辐射防护措施要求.....	14
9 方法要求.....	17
9.101 非电离辐射危险源测量方法.....	17
10 物料要求.....	17
10.1 物品清单.....	17
10.2 物料的储存和使用.....	17
10.3 标识和标签.....	17
附录A（资料性附录） 非电离电磁频谱.....	18
附录B（资料性附录） 非电离辐射危害产生机理及伤害.....	19
附录C（资料性附录） 光纤系统.....	27
附录D（资料性附录） 使用距离作为保护措施.....	29
参考文献.....	30

前 言

本部分为GB/T 27XXX《检测实验室安全》系列标准之一。本部分是对检测实验室安全-非电离辐射的特殊要求。

GB/T 27XXX《检测实验室安全》系列标准包括如下几个部分：

GB/T 27XXX.1 检测实验室安全 第1部分：总则；

GB/T 27XXX.2 检测实验室安全 第2部分：电气因素；

GB/T 27XXX.3 检测实验室安全 第3部分：机械因素；

GB/T 27XXX.4 检测实验室安全 第4部分：非电离辐射；

GB/T 27XXX.5 检测实验室安全 第5部分：化学因素。

本部分为GB/T 27XXX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/TC261）提出并归口。

本部分起草单位：

本部分主要起草人：

本部分为首次发布。

检测实验室安全 第4部分：非电离辐射

1 范围

GB/T 27XXX 的本部分规定了发生在检测实验室的非电离辐射安全要求。

本部分应与 GB/T 27XXX.1 的有关章条一起使用。

本部分给出了非电离辐射相关的伤害信息，以及提出了详细的要求和建议，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它伤害。

本部分所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。

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。

本部分不包括非电离辐射全面的使用处理和安全要求，还应参考其它适当的文件。

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。这样的医疗检查可能在专业规范、其它标准或监管当局的要求中规定。

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部分。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本部分。

本部分采用GB/T 27XXX.1的第2章所述规范性引用文件以及下述规范性引用文件：

GBZ 158-2003 工作场所职业病危害警示标识

GBZ/T 189.1-2007 工作场所物理因素测量 第1部分：超高频辐射

GBZ/T 189.2-2007 工作场所物理因素测量 第2部分：高频电磁场

GBZ/T 189.3-2007 工作场所物理因素测量 第3部分：工频电场

GBZ/T 189.4-2007 工作场所物理因素测量 第4部分：激光辐射

GBZ/T 189.5-2007 工作场所物理因素测量 第5部分：微波辐射

GBZ/T 189.6-2007 工作场所物理因素测量 第6部分：紫外辐射

GBZ/T 189.8-2007 工作场所物理因素测量 第8部分：噪声

GB/T 2900.65-2004 电工术语 照明

GB/T 20145-2006 灯和灯系统的光生物安全性

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

GB 8702-1988 电磁辐射防护规定

GB 9175-1988 环境电磁波卫生标准

GB 10435-1989 作业场所激光辐射卫生标准

GB 10436-1989 作业场所微波辐射卫生标准

GB 10437-1989 作业场所超高频辐射卫生标准

GB 16203-1996 作业场所工频电场卫生标准

GB 18528-2001 作业场所紫外辐射职业接触限值

GB 18555-2001 作业场所高频电磁场职业接触限值

HJ/T 10.2-1996 辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法

IEC 60825-2 激光产品的安全 第2部分：光纤通信系统的安全性(Safety of laser products - Part 2: Safety of optical fibre communication systems)

IEC 61672-1: 2002 电声学-声级计-第1部分:规范 (Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications)

EN 1836 个人眼部防护-通用太阳镜和防眩滤光片 (personaleye-equipment-sunglasses and sanglare filters for generaluse and filters fordirectobservation of the sun)

3 术语和定义

GB/T 27XXX.1第3章界定的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

非电离辐射 Non-ionizing radiation

空气或真空中波长大于 100nm 的任何电磁辐射、声音或者超声波。

3.2

光通量 Luminous flux

Φ_v ; Φ

对光的量的测量。对于灯或光源来说,光通量通常是指不考虑光的发射方向,其发射的光的总量。

光通量是从辐射通量 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, 845-01-56)

[GB/T 2900.65-2004, 845-01-25]

3.3

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速元对着给定点的光亮度, θ 是任一辐射束与给定点处的表面法线之间的夹角。

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

单位: lx=lm · m⁻²

[GB/T 2900.65-2004, 845-01-38]

3.4

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即为辐照度, 单位是 W/cm², mW/cm², μW/cm²。

[GB 18582-2001, 2.2]

3.5

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

注: 参见3.12的注释1~5。

[GB/T 2900.65-2004, 845-01-35]

3.6

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保护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 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$

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

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

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 中 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”:

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

[GB/T 2900.65-2004, 845-01-34]

3.7

发光强度 Luminous intensity

I_v ; I

向特定方向发射的光通量的集中程度。

离开光源的再包含给定方向的立体角元 $d\Omega$ 内传播的光通量 $d\Phi_v$ 除以该立体角元。

$$I_v = \frac{d\Phi_v}{d\Omega}$$

单位: $\text{cd} = \text{lm} \cdot \text{sr}^{-1}$

3.8

磁通密度 Magnetic flux density

B

对移动电荷产生力的作用的矢量。

单位: T

3.9

辐射曝露 (曝辐射量) Radiant exposure

He; H

在给定的时程内, 投射到包含该点的面元上的辐射能力 dQ_e 除以该面元面积 dA 。

等效定义: 在整个给定时程 Δt 内, 给定点上的辐照度 E_e 的时间积分。

$$H_e = \frac{dQ_e}{dA} = \int_{\Delta t} E_e \cdot dt$$

单位: $J \cdot m^{-2} = W \cdot s \cdot m^{-2}$

注: 此处定义的量exposure (辐射曝露) 一定不要与在X射线和 γ 射线范围内使用的也称为exposure (照射量) 的量相混淆, 后者的单位为库伦每千克 ($C \cdot kg^{-1}$)。

[GB/T 2900.65-2004, 845-01-42]

3.10

电磁辐射 electromagnetic radiation

- 1) 能量以与光子有关联的电磁波形式的发射或传播。
- 2) 电磁波或光子

[GB/T 2900.65-2004, 845-01-01]

3.11

镜反射 Specular reflection

符合集合光学定律、没有漫射的反射。

[GB/T 2900.65-2004, 845-04-45]

4 安全管理要求

GB/T 27XXX.1 第4章的内容适用。

5 危险源辨识和风险评估

GB/T 27XXX.1第5章的内容除以下内容外, 均适用。

5.2 危险源辨识

应系统识别实验室活动所有阶段可预见的非电离辐射危险源, 应识别所有与各类任务相关或不直接相关的可预见的危险。

进行危险源辨识时, 可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识别评价单元, 也可以按照检测产品或项目识别评价单元, 以方便识别危险源和评价风险。

危险源识别应采用系统的方法识别危险源, 从人员、设备、物品、检测方法、环境和设施等方面对评价单元进行危险源识别。

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。

5.3 风险评估

5.3.1 实验室应建立风险评估和风险控制程序, 该程序至少应该建立在:

- a) 识别操作非电离辐射源的有关危险;
- b) 评价这些被识别出来的危险源的危险性质;
- 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; 以及
- e) 评价操作产生辐射设备的人员或可能暴露于该辐射的人员的培训水平。

5.3.2 应对实验室的所有工作、设施和场所进行风险评价。风险评价应考虑(但不限于)以下内容:

- a) 常规和非常规活动;
- b) 正常工作时间和正常工作时间之外所进行的活动;
- c) 所有进入实验室的人员的活动;
- d) 人员因素, 包括行为、能力、身体状况、可能影响工作压力等;
- e) 源自工作场所外的活动, 对实验室内人员的健康产生的不利影响;
- f) 工作场所附近的相邻区域的实验室相关活动对其产生的风险;
- g) 工作场所的设施、设备和材料, 无论是本实验室还是外界提供的;
- h) 实验室功能、活动、材料、设备、环境、人员、相关要求等发生变化;
- i) 安全管理体系的更改, 涉及对运行、过程和活动的影响;
- j) 任何与风险评价和必要的控制措施实施相关的法定要求;
- k) 实验室结构布局、区域功能、设备安装、运行程序和组织结构, 以及人员的适应性;
- l) 本实验室或相关实验室已发生的安全事故。

5.3.3 发生以下情况时, 应重新进行风险评价:

- a) 采用新的设备、材料、方法, 环境、人员发生变化或改变实验室结构或功能时;
- b) 包括物质存储或使用的实验室分区执行的任务发生改变之前;
- c) 变更检验工作流程时;
- d) 发生安全事故或事件后;
- e) 适用的法律法规和标准等发生改变。

5.4 控制措施

5.4.1 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, 都不允许持续。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, 通用安全措施包括:

- a) 屏蔽辐射源, 从而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C讨论隔离距离的规定。
- c) 将暴露时间最小化;
- d) 给工作人员提供适当的防护配备和防护衣, 包括适当的防护眼镜; 及
- e) 限制非授权人员进入。

使用以上控制措施时, 应该起草规定文件并予以执行, 以确保它们的有效性。应该通过测量或者计算检查其效力。检查效力时, 考虑参数的相应范围很重要, 比如, 辐照度随光源种类、波长以及所碰到的场所的变化而变化。

另外一些特殊性的安全措施, 将在有关章节详细叙述。

5.4.2 事件和事故报告

5.4.2.1 报告

当一事件或事故发生，导致潜在的或者实际的电离辐射暴露危险，检测实验室的安全负责人必须准备一份报告。

检测实验室可能被要求向相关的监管机构报告相应的事件或事故。

5.4.2.2 报告组成

除非其他法规规定，报告应该包含以下内容：

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；
- 事件或事故的起因；
- 安全负责人对于防止此类事件再次发生的建议；
- 各个人员受到的伤害的可能性质。

b) 参与相关操作的所有人员（如果可行的话，也包括设备操作者）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，包括事件或事故之前和之后的报告；

d) 所使用设备的所有细节，尤其是接近事件或事故前后这一段时间的状况。

5.4.2.3 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，该设备应该立即从电源上断开，如果可行，对设备进行隔离，并对其进行测试和报告。

5.4.2.4 报告处理

安全负责人应将事故/事件报告上交给相关管理人员和监管机构（如果适用）。

6 人员

GB/T 27XXX.1第6章的内容适用。

7 设施和环境

GB/T 27XXX.1第7章的内容不适用，该章用下述内容替代：

7.1 实验室的结构和布局

规划建设或改造实验室时，尤其应关注实验室安全。在规划阶段，实验室的设计和结构应考虑消除或减少实验室的风险，对通道、出口和安全给予特别关注，同时也要对试验区域和设施的设计和结构给予特别关注。实验室安全设计时，对实验室的结构和布局的要求见GB/T 27XXX.1的附录A。

7.2 职业暴露限值

员工在实验室场所暴露的非电离辐射，包括：紫外辐射、可见光、红外辐射、射频辐射（微波辐射、超高频辐射、高频电磁场）、极低频辐射、激光、声音、超声波等。以下给出八类辐射源辐射暴露限值。

7.2.1 紫外辐射

本部分所指的紫外辐射是指波长从100nm~400nm的非电离辐射。

光谱范围在315nm~400nm (UVA) 之间的光辐射对眼睛的总的辐射暴露，在时间小于1000s的情况下不能超过10000J/m²；在时间大于1000s（大约16min）的情况下，对没有保护措施的眼睛的UVA波段辐照度不应超过10W/m²。除此外，实验室场所紫外辐射暴露限值见表1。

表1 紫外辐射暴露限值

紫外光谱分类	8h职业暴露限值		最高暴露限值（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)
中波紫外线 (280nm $\leq\lambda<$ 315nm)	0.26	3.7	1	14.4
短波紫外线 (100nm $\leq\lambda<$ 280nm)	0.13	1.8	0.5	7.2
电焊弧光	0.24	3.5	0.9	12.9

7.2.2 可见光

本部分所指的可见光是指波长从 380nm~760nm 的非电离辐射。

对于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，光源强度和暴露时间引起。

职业场所眼睛对宽带光和近红外辐射暴露限值 (TLV)，是指工作日的 8 小时内的暴露时间。暴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。暴露小于该强度的光源不会超过每日暴露限值。

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应该被认为是有害的。

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），应该考虑GB 7247.1给出的限值。

7.2.3 红外辐射

本部分所指的红外辐射是指波长从700nm~1mm的非电离辐射。

实验室场所红外辐射暴露限值见表2。

表2 红外辐射暴露限值

辐射分类	暴露限值	
	辐照度 (W/m^2)	辐射亮度 ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$)
红外辐射	100	$\sum_{700}^{1400} L_{\lambda} \Delta_{\lambda} \leq \frac{6 \times 10^3}{\alpha}$
注：其中 L_{λ} = λ 处的辐射频谱强度，单位：瓦特/(米 ² 球面·度)， $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr})$ Δ_{λ} = 频谱带宽，单位：纳米，nm α = 对于圆形光源，光源角对应的边由亮度峰值的 50% 定义，单位弧度；对于非圆形光源，为最长和最短尺寸的算术平均，单位：米 以上总和 (Σ) 指的是涉及一种以上波长的可能性。对于圆形光源的简图见图 1。		

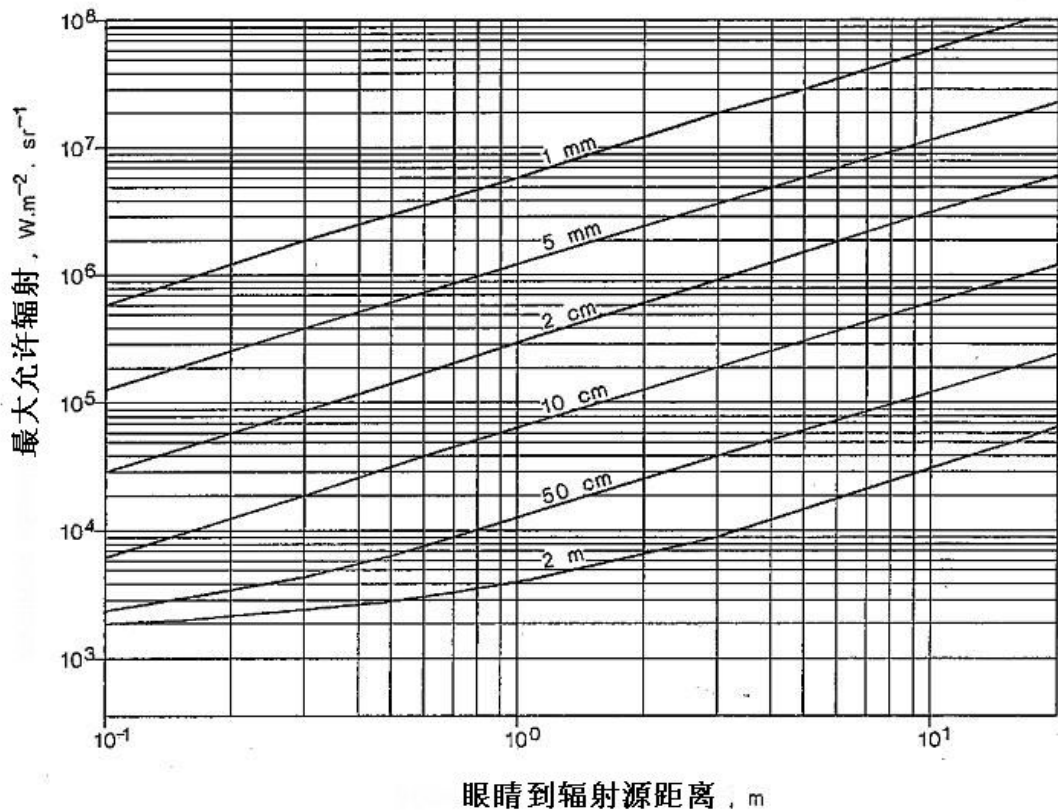


图1 不同光源范围近红外辐射的推荐限值

7.2.4 射频辐射

本部分所指的射频 (RF) 辐射是指频率在3kHz~300GHz的电磁辐射。包括微波辐射、甚高频辐射、高频辐射和甚低频辐射。GHz范围的频率通常被认为是微波辐射，本部分所指的高频辐射包括了附录A中所指的频率从100kHz~30MHz的低频、中频和高频辐射。

注：频率范围在3kHz~100kHz的电磁辐射暴露限值正在考虑中。

7.2.4.1 微波辐射

对于频率在300MHz~300GHz，波长为1m~1mm的微波辐射，实验室场所微波辐射暴露限值见表3。

表3 微波暴露限值

类型		日剂量 ($\mu\text{W} \cdot \text{h}/\text{cm}^2$)	8h 平均功率密度 ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	非8h 平均功率密度 ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	短时间暴露功率密度 (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	4000	500	4000/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8h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为受辐射时间，单位为h。

注4：在操作微波设备的过程中，仅手或脚部受辐射称作肢体局部辐射；除肢体局部外的其他部位，包括头、胸、腹等一处或几处受辐射，称做全身辐射。

7.2.4.2 甚高频辐射

对于频率在 30~300MHz, 波长为 10m~1m 的甚高频辐射, 员工在一个工作日内甚高频辐射暴露限值见表 4。暴露时间不足 4h 的, 按 4h 计; 暴露时间超过 4h, 不足 8h 的, 按 8h 计。

表4 甚高频辐射暴露限值

暴露时间	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)
8h	0.05	14	0.025	10
4h	0.1	19	0.05	14

7.2.4.3 高频辐射

对于频率在 100kHz~30MHz, 波长为 3km~10m 的高频电磁场辐射, 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 高频电场和磁场暴露限值

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

注: 基本限值是为了确保不会因为暴露射频场引起已知的不利健康的影响。基本限值是针对身体影响而做出的基本量的规定, 但是对身体的影响通常不容易测量。

7.2.5 极低频辐射

本部分所指的极低频辐射是指频率在0Hz (直流或静态)~3kHz的电磁辐射。包括了附录A中所指的极低频、超低频和特低频辐射。常见的极低频电场有工频电场, 工频电场指频率为50Hz的极低频电场。8h实验室场所极低频辐射暴露限值见表6。

表6 极低频辐射暴露限值

频率 (Hz)	电场强度 (kV/m)
工频: 50	5
除50Hz工频以外的极低频辐射	正在考虑中

7.2.6 激光

8h 实验室场所激光的暴露限值见表 7 和表 8。

表7 眼直视激光束的暴露限值

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 ⁻⁹ ~3×10 ⁴	3×10 ⁻³	1×10 ⁻³
	309~314	10 ⁻⁹ ~3×10 ⁴	6.3×10 ⁻²	
	315~400	10 ⁻⁹ ~10	0.56t ^{1/4}	
	315~400	10~10 ³	1.0	
	315~400	10 ³ ~3×10 ⁴		
可见	400~700	10 ⁻⁹ ~1.2×10 ⁻⁵	5×10 ⁻⁷	1.4C _B ×10 ⁻⁶
	400~700	1.2×10 ⁻⁵ ~10	2.5t ^{3/4} ×10 ⁻³	
	400~700	10~10 ⁴	1.4C _B ×10 ⁻²	
	400~700	10 ⁴ ~3×10 ⁴		
红外	700~1050	10 ⁻⁹ ~1.2×10 ⁻⁵	5C _A ×10 ⁻⁷	
	700~1050	1.2×10 ⁻⁵ ~10 ³	2.5C _A t ^{3/4} ×10 ⁻³	
	1050~1400	10 ⁻⁹ ~3×10 ⁻⁵	5×10 ⁻⁶	
	1050~1400	3×10 ⁻⁵ ~10 ³	12.5t ^{3/4} ×10 ⁻³	

700~1400	$10^3 \sim 3 \times 10^4$		$4.44 C_A \times 10^{-4}$
远红外 1400~ 10^6	$10^9 \sim 10^7$	0.01	
1400~ 10^6	$10^7 \sim 10$	$0.56t^{1/4}$	
1400~ 10^6	>10		0.1

表8 激光照射皮肤的暴露限值

光谱范围 波长 (nm)	照射时间 (s)	最大容许照射量 ($J \cdot cm^{-2}$)	最大辐照度 ($W \cdot cm^{-2}$)
紫外 200~400	$10^9 \sim 3 \times 10^4$	同表7	
可见与红外 400~1400	$10^9 \sim 10^7$ $10^7 \sim 10$ $10^4 \sim 3 \times 10^4$	$2C_A \times 10^{-2}$ $1.1C_A t^{1/4}$	$0.2C_A$
远红外 1400~ 10^6	$10^9 \sim 3 \times 10^4$	同表7	

注：校正因子(CA和CB)是激光生物学作用是波长的函数，为评判等价效应而引进的数学因子。CA和CB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：400~700nm, CA=1; 700~1050nm, CA=100.002($\lambda-700$); 1050~1400nm, CA=5; 400~550nm, CB=1; 550~700nm, CB=100.015($\lambda-550$); t为照射时间。

7.2.7 声音

本部分所指的声音的频率在20Hz~20kHz。

每周工作5d, 每天工作8h, 稳态噪声限值为85dB(A), 非稳态噪声等效声级的限值为85dB(A); 每周工作5d, 每天工作时间不等于8h, 需计算8h等效声级, 限值为85dB(A); 每周工作不是5d, 需计算40h等效声级, 限值为85dB(A), 见表9。脉冲噪声工作场所, 噪声声压级峰值和脉冲次数不应超过表10的规定。

表9 工作场所噪声职业暴露限值

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

表10 工作场所脉冲噪声职业暴露限值

工作日暴露脉冲次数 (n, 次)	声压级峰值 [dB(A)]
$n \leq 100$	140
$100 < n \leq 1000$	130
$1000 < n \leq 10000$	120

7.2.8 超声波

本部分所指的超声波的频率在16kHz~50MHz。

超声波的暴露等级用声压级表示, 工作人员在该声压级下暴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暴露限值在表11中给出, 限值应用于工作者8h工作日的持续暴露。如果每天的暴露时间不超过4h, 那么超声波暴露限值应按表12的修正系数对表11进行修正。

表11 空气传播的超声波的暴露限值

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
1): 参考压力 20 μ Pa 是声压的均方根或有效值	

表12 每天暴露时间不超过 4h 的暴露限值的修正系数

总暴露持续时间 h	声压等级校正 dB
2-4	+3
1-2	+6
0-1	+9

7.3 紧急报警系统

当发生非电离辐射危险时，应急程序应确保实验室所有参观者和员工安全撤离。在撤离过程中，人员宜撤离到远离建筑物的指定集合区域。因此，应考虑安装独立的对讲系统。实验室应配备下列应急设施：

- 紧急撤离警报系统，建筑物内所有地方都能听见，并在无法辨别声音警报的特殊环境里，如背景噪声水平高，辅以视觉警报；
- 远程信号系统，将应急报警和任何自动监测或保护设备连接到监测场所。在远程信号系统不能实现的地方，应提供直接通信的替代方式；
- 所有自动监测和人工报警系统的指示板，应安装在显眼的地方，用以指示已经运行的监测、火灾或人工报警器的位置。指示板应清晰、明显。

7.4 安全标志

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，应使其他人员禁入可能有危险的地区，或根据危险等级设置相应的障碍。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。标志还应当指出实验室使用的所有防护衣或者防护设备，并且说明任何接近限制以及被授权进入的人员。紧急通道和出入口应设置醒目标志。实验室应定期检查和维护安全标志和警告。

注：GB 2894提供了安全标志的指南。

7.5 隔离工作

应对在隔离状态下进行的所有工作进行风险评价。评价应考虑计划的工作涉及人员的经验、健康、培训以及应急反应能力。对于刚开始在隔离区工作的人有必要进行附加的培训与指导。

当风险评价评定为高风险时，在隔离区工作的人员不得承担这些任务，这也适用于分包方、参观者或学生。

按照法律规定，某些任务无论何时都不允许单独执行。

对在隔离区工作可能引发危险或威胁生命的疾病的员工，应告知监督人员自身的身体状况。

应为隔离区工作的员工提供呼救方式，并在工作期间随时以适当的方式监视呼救。

8 设备要求

GB/T 27XXX.1第8章适用，并增加以下要求。

8.101 非电离辐射防护措施要求

8.101.1 紫外辐射

除了5.4条的一般保护建议和要求之外，下列增加的内容专门适用于紫外辐射。

为保护人员应当将紫外辐射源封装起来。

可以通过实施安全工作控制紫外辐射的暴露，通过使用外壳、防护罩、防护衣、手套、护目镜、防护面罩、护肤霜等物品（见GB 11651-2008）增加安全措施。有些防护物品对吸收者的防护效果在所有波长中并不一样，因此必须小心确保对使用中的辐射源的屏蔽是有效的。

对于高强度无防护的紫外辐射源，诸如紫外透射光源，高压放电灯，高压弧，碳弧和电焊弧光，操

作者必须戴上合适的紫外吸收护目镜(见 EN 1836),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衣(见 GB 11651-2008)。

对于低强度的弥散放电,有一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。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。

8. 101. 2 可见光

除了 5.4 条的一般保护建议和要求之外,下列增加的内容信息专门适用于可见光。

观看强光引起的极度不适会引起自然的厌恶反应,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该尽可能使用防护罩,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,曝露到强光源的工作人员必须戴上合适的护目镜或者完全罩住眼睛的太阳镜(见 GB 11651-2008 和 EN 1836)。

8. 101. 3 红外辐射

除了 5.4 条的一般保护建议和要求之外,下列增加的内容专门适用于红外辐射。

应在尽可能靠近红外辐射源或者热源的地方采取良好的防护措施。可以方便地使用护目镜(见 GB 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。使用护目镜可以减小进入到操作者眼睛的光强度,但在这种情况下实验室必须有良好的照明。

应该使用合适的防护衣来保护皮肤不受热影响。

8. 101. 4 射频辐射

除了 5.4 条的一般保护建议和要求之外,下列增加的内容专门适用于射频辐射。

一般而言,在射频辐射超过允许限值的区域,必须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,必须采取良好的屏蔽措施,使得该设备周围任何一个可触及的点的射频辐射电平都不会超过允许限值。如果需要进入到射频辐射超标的区域,那么必须提供并穿戴好合适的个人防护衣和防护设备。应当注意的是,在某些情况下,仅部分穿戴防护衣和防护设备会比根本不采取任何防护措施危害更大,因为射频辐射会被这些设备反射到身体上。

8. 101. 5 极低频辐射

除了 5.4 条的一般保护建议和要求之外,下列增加的内容专门适用于极低频辐射。

极低频电场可以很容易地通过将导电外壳正确接地而被屏蔽掉。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可能性。

极低频磁场并不容易屏蔽,因此在设计阶段就应该考虑设备可能发出的磁场的曝露电平。如果没有做到这一点,那么减小人员曝露电平的最简单且最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最高容许曝露电平的地点或延长曝露时间时,应采取有效的防护措施。

带电作业人员应该处在“全封闭式”的屏蔽装置中操作,或应穿包括面部的屏蔽服。

场强主要受导体结构的影响。比如,紧密成对的电源线提供了可行的减小磁场的方法。

8. 101. 6 激光

8. 101. 6. 1 激光分类

使用激光的时候应该参考 GB 7247.1 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。

GB 7247.1 定义了四个主要等级(加上很多子集)的激光产品及其安装。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)。最大允许曝露限值代表了眼睛和皮肤可以曝露而不造成伤害的最高等级,并且与辐射的波长、脉冲宽度或者曝露时间、处于风险中的肌体组织有关,对于可见光和近红外辐射,还与视网膜上图像的大小相关。

GB 7247.1 的危险等级系统给出了与以下内容相关的详细说明:

- a) 遵守特定等级的激光产品规定的可达发射极限 (AEL)；
- b) 适用于特定等级的额外的工程设计；
- c) 提供专门的书面安全信息给用户（包括在说明书中）；
- d) 标签要求（例如：警告标签）。

8.101.6.2 预警

应当以地方法规和程序的形式实施额外的规定。这些法规可以专门为特定的组织、特定的区域或者特定的仪器设备而制定，或者基于适当的标准模型。

除了 5.4 条的一般保护建议和要求之外，以下基本的预警适用于激光的使用：

- a) 必须教育所有实验室人员在任何时间都要避免直视激光束或者反射的激光束；
- b) 按照 GB 7247.1 的要求，所有实验室人员必须佩戴防激光的护目镜；
- c) 按照 GB 7247.1 规定放置警告标志；
- d) 在不使用的时候必须关闭激光，或者通过装配在激光头上的快门截断光束。在任何情况下，激光束必须尽可能在其有用路径尽头处截断。

以下补充内容同样应该遵守：

- a) 激光束的辐照度应当保持到尽可能低。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；
- b) 应当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当是无反射的。如果防护罩外层是漆上去的，那么防护罩的底料不应当有发光表面，因为一旦油漆剥落，就将油漆下的反射表面暴露出来；
- c) 有时甚至只有一小部分的入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。这些反射物应当从激光源附近移走，或者在其表面覆盖黑色无光的纸或布。还要小心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；
- d) 激光头应当严格固定在位，以保证激光束的方向不会意外变换；
- e) 使用激光的时候，激光使用区的房间照明应当尽可能亮，以缩小眼睛瞳孔的直径；
- f) 应当限制进入激光室，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的時候应该锁上；
- g) 当有物品在激光通道上的时候应当尤其小心，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该有足够的遮蔽物；
- h) 无论什么时候，当激光束聚焦时，要小心不要放置物品在焦平面（这时的漫反射是危险的，因为激光束在焦点的强度很大）；
- i) 使用高能量（GB 7247.1 中所划分的等级 3B 和等级 4）的激光时，只要可行，激光要被全部包裹在互锁的外壳中；
- j) 应当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；
- k) 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，这些焊缝应当被涂成无光黑色；
- l) 激光的光学部件和防护罩应当牢固固定在位。

光纤可以用来传输激光辐射。附录 C 提供了使用光纤传输激光的信息。

8.101.7 声音

解决工作场地的噪声危害可使用听力保护器来消除来自工作场地的伤害。

噪声管理方法包括：

- a) 移动或消除噪声源；
- 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) 适当的更新发出噪声的旧设备；
- 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) 个人防护设备（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。

8.101.8 超声波

除了5.4条的一般保护建议和要求之外，可以通过屏蔽超声波信号源，将噪声降到建议的最大限值以下。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。

9 方法要求

GB/T 27XXX.1第9章不适用，该章用下述内容替代：

9.1 非电离辐射测量方法

非电离辐射危险源测量方法采用GBZ/T 189系列标准规定的方法进行。

10 物料要求

GB/T 27XXX.1第10章用下述内容替代：

实验室应对检测过程中涉及的物料，包括检测样品、消耗性材料进行安全控制，识别这些物品可能对检测人员和其他相关人员产生的非电离辐射危害，并控制这些危险因素。

10.1 物品清单

实验室应对所使用的可能存在非电离辐射危险的物品和材料的种类、数量及其安全信息进行详细登记，并制定相应物品清单。该物品清单的安全信息，对于全体员工都应容易得到和易懂的。这些信息也应能被应急服务人员获得并使用。

10.2 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、处理和使用应符合本部分第8章的防护要求。

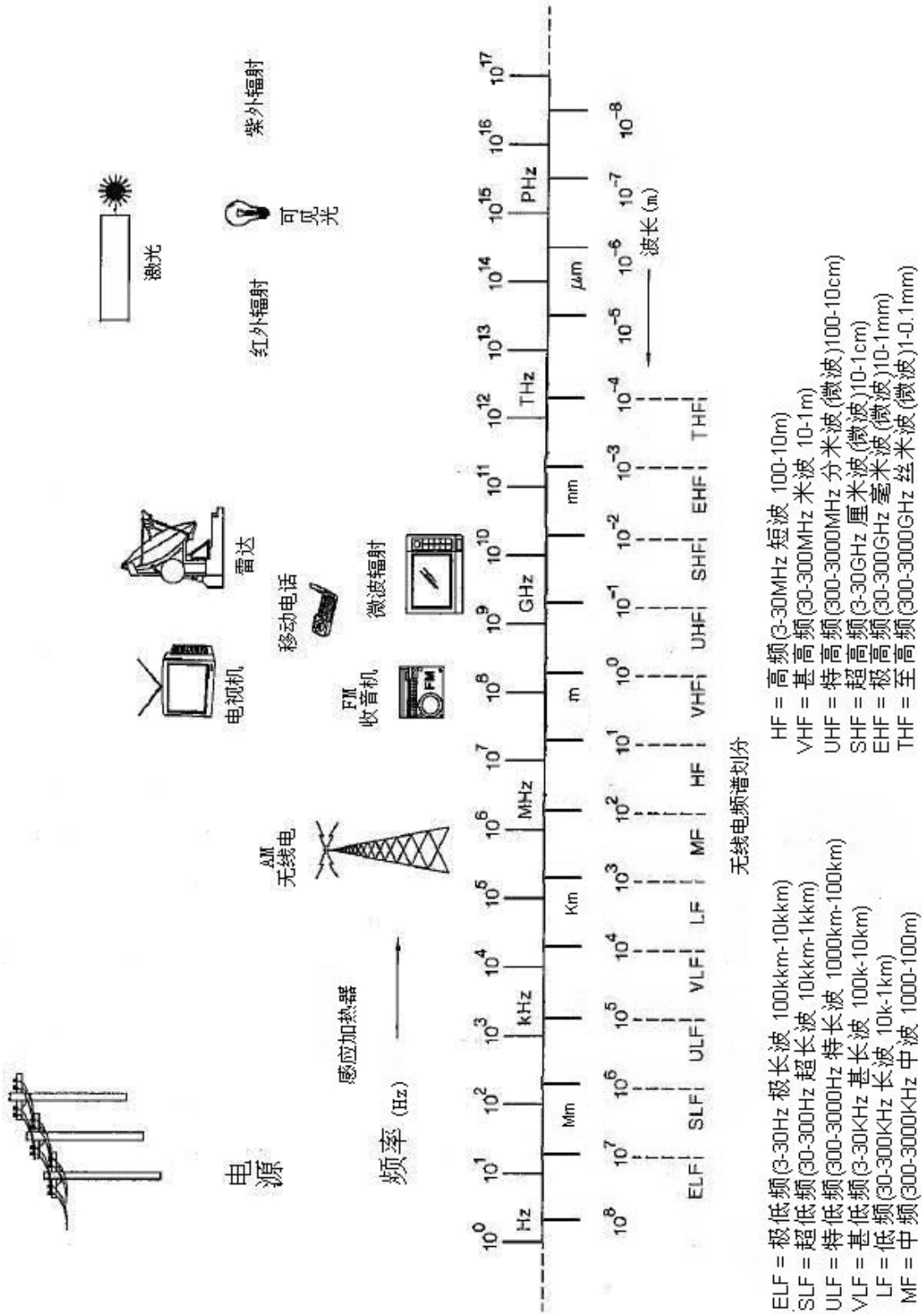
10.3 标识和标签

实验室内可能存在非电离辐射危险的物料应有明确的安全标签和标识，应标注充分的信息，用以清晰界定不同物质，且实验室使用人员应熟悉其相关危险特性。

若物质标签模糊时，应重新加贴标签。

应在实验室内部、外墙及相应物品上加贴适当的警示公告。

附录 A
(资料性附录)
非电离电磁频谱



附录 B

(资料性附录)

非电离辐射危害产生机理及伤害

B.1 紫外辐射¹⁾

B.1.1 概述

紫外辐射又称紫外线 (ultraviolet light), 指波长为 100nm~400nm 的电磁辐射。它分为长波紫外线 (UVA)、中波紫外线 (UVB) 和短波紫外线 (UVC)。

当考虑紫外线辐射的影响时, 通常又将 100nm 到 400nm 波长范围细分成以下常见的名称和范围:

- a) 长波紫外线 (UVA): 波长为 315~400nm 的紫外线, 此区间又称为黑斑区;
- b) 中波紫外线 (UVB): 波长为 280~315nm 的紫外线, 此区间又称为红斑区;
- c) 短波紫外线 (UVC): 波长为 100~280nm 的紫外线, 此区间又称为杀菌区。

注: 波长范围在 100nm 到 200nm 的短波紫外线 (UVC) 也叫做真空紫外。

B.1.2 紫外辐射源

人工紫外辐射源包括高压气体放电灯 (一般是汞灯或者氙灯), 有紫外透射外壳的低压气体放电灯, 带石英灯罩的卤钨灯, 太阳灯, 黑光灯, 透射灯, 杀菌灯, 氙弧灯或者汞弧灯, 碳弧光灯, 等离子体喷枪, 半导体存储擦除器和电弧焊。有一些激光也会产生紫外辐射, 将会在 B.6 条讨论。

注: 电弧焊产生的电焊弧光属于紫外线混合光源, 包括各段波长紫外线的光源。

B.1.3 伤害

B.1.3.1 直接伤害

紫外辐射对任一特定肌体组织的影响取决于辐射波长和辐射量。辐射量为辐照度和曝露时间的乘积。

皮肤通常是最容易吸收紫外辐射的组织, 可能导致红斑, 晒黑或者色素沉积。在夏天正午的太阳下有些人哪怕只是晒 12 分钟都会起红斑, 尽管一般要在 2 小时到 12 小时后才出现红斑。曝露 6 小时后的红斑最多。更加严重的曝露会导致疼痛, 伴随着红斑扩大, 脱皮或者起泡。皮肤经常性重复地曝露在紫外辐射下 (甚至在疼痛的晒伤级别以下的), 会导致皮肤老化并且最终导致皮肤癌。

根据实验, 在 295nm 波长下皮肤起红斑的平均辐射曝露大概是 $120 J \cdot m^{-2}$ 到 $150 J \cdot m^{-2}$ 。

作为参考, 阳光在头顶直晒的时候, 大概持续 12~15 分钟就会起红斑。

皮肤剧烈反应在波长小于 300nm 时最敏感。与波长 270nm 时红斑反应最严重的情况相比, 要造成同样的影响, 需要 60 倍波长 310nm 的辐射能量, 2000 倍波长 325nm 的辐射能量。

皮肤中已有的色素在曝露紫外辐射的时候几乎立刻沉积, 主要是在曝露 UVA 辐射的时候。新的色素主要由 UVB 激发生成, 但是直到曝露于辐射后几天才显现出来。UVC 导致皮肤变红, 但是不会像 UVB 那样疼痛和变黑。虽然 UVC 不像 UVB 那样让皮肤变黑, 但是一样会使得皮肤老化并致皮肤癌。

曝露 UVB 和 UVC 时, 通常眼睛比皮肤更敏感, 同样在一段若干小时的潜伏期之后, 会出现结膜炎、角膜炎和眼睑炎。眼睛表面的小水泡会导致疼痛的感觉, 就像有沙子在眼睛里。尽管太阳光会引起眼睛表面轻微灼痛, 但是急性疼痛通常是由强烈的电弧引起的, 并且忍受所谓的“结膜炎”, “电弧眼”, “焊工闪光眼”。一般需要两到三天恢复, 很少对角膜造成永久性损害的。

眼睛中的角膜和结膜对波长约为 270nm 的辐射最敏感。眼睛结膜对大约 270nm 波长的极限辐射曝露为 $40 J \cdot m^{-2}$ 。眼睛晶状体会强烈吸收能发出可见荧光的 UVA。这会干扰视觉, 导致视觉疲劳和眼睛疼痛; 如果高强度或者重复持久的曝露, 可以导致光化学白内障。

曝露 UVB 时皮肤和眼睛的急性反应主要看辐射曝露的总量, 而不是 (UVB 辐射曝露的) 输送速率, 也就是, 不论是在几秒钟或是在几个小时内接受的, 个人对给定量的 UVB 的生理反应是一样的。这是经过实验证实的, 但是, 长期效应, 比如老化效应、肿瘤的形成, 可能与曝露时间的长短有关系。

B.1.3.2 间接伤害

紫外辐射也可以刺激化学转变。有些化学物品需要保存在防紫外线的容器中。可见辐射和 UVA 辐射能导致材料变质, 颜色变化, 因此有必要对纺织品, 染料, 油漆, 橡胶和塑料进行保护, 尤其是对电线的

绝缘。臭氧和氮的氧化物是常见的UVC强光源周围的污染物，比如：电弧焊、石英灯。这样的环境污染物是一种附加伤害，为了避免这种伤害，要求有良好的局部通风。

B.2 可见光

B.2.1 概述

可见光频谱是指从波长为大约 380nm 的紫色延伸到波长大约为 760nm 的红色。人眼最敏感的是绿色区域，波长大约是 555nm。

B.2.2 可见光源

在上个世纪高强度光源出现以前，太阳被认为是有害光学辐射的主要来源。高强度光源包括了电弧，电弧焊，白炽灯，高强度放电灯，卤钨（石英卤素/石英碘）灯和高强度脉冲光源（闪光管）。很多激光也发射可见光，见 B.6 条。

不同场所所需要的令人满意的照度范围从 40 lx 到 20000 lx 或者更高。普通实验室照明应该达到 400 lx。作为对比，太阳直射的照度大约是 100000 lx。

B.2.3 眼睛

在强光中承担风险的主要器官是眼睛，眼睛接收和折射光线，并将光线转换成视网膜上的图像。眼睛是复杂的光学装置，有两个聚焦部件，角膜和晶状体。当一束光线照射眼睛时，光线先到达角膜，角膜会适当聚焦，光线接着穿过瞳孔，瞳孔会根据入射光的强度通过虹膜肌肉调节大小。然后，光线通过晶状体，晶状体决定图像如何投射在视网膜上。晶状体用于细调，也叫眼调节，它使成人眼睛可以清晰地看到距离眼睛 25cm 到无穷远处的物体。视网膜上杆状和圆锥状的感光器，将光线转化成电化学神经脉冲，通过视觉神经传送到大脑。角膜上的入射光，通过眼睛的光学系统聚集，形成视网膜上的图像，视网膜上的辐照度比角膜要大得多。

B.2.4 伤害

B.2.4.1 直接伤害

可见光主要的伤害是由眼睛（结膜，晶状体以及相关介质）将光线在视网膜上聚焦成小图像引起的。因为进入眼睛的可见辐射只有很小一部分是有用的，其余的被色素上皮细胞的色素颗粒和在感光细胞下方的脉络膜所吸收，并被转化成热量。除非这热量可以被血液循环带走，否则局部温度急速增加会导致组织破坏，并引发视网膜灼伤。比如，裸眼观看日偏食，会在视网膜上生成一个图像，视网膜上的能量强度是眼睛表面的 100000 倍。类似的视网膜灼伤也能由观看实验室强光所导致，如果使用光学装置来收集或者集中光线，伤害的可能性会增加。

眼睛通常可以处理大的散射光源，但是延长曝露强光或者眩光的时间会导致暂时性的或者永久性的视力损伤，尤其是夜视能力。

如果入射光谱大部分落在靠近紫外光一侧的蓝光区域，那么光化学伤害将会导致白内障。

由光导致的眼损伤的严重程度是不相同的，其后的恢复状况也各不相同，从零到完全恢复。出现黑斑的视网膜损伤被认为是严重的损伤，因为视网膜是视觉功能高度发达的部分。

B.2.4.2 间接伤害

脉动光进入眼睛会带来令人讨厌的影响。临界脉动率在每秒钟 8-14 个脉冲时，会引起癫痫和催眠效果，在每秒钟 14-15 个脉冲时会引起恶心。应该避免延长曝露这些脉动光或者闪烁光的时间。

虽然本部分主要关注辐射伤害，还是不可以忽略其他伤害，比如氙光源和卤钨灯在高温高压下操作，会引起爆炸，导致玻璃碎片飞散。

光纤纤维可用于传输辐射，关于光纤纤维系统的信息内容见附录 C。

B.3 红外辐射

B.3.1 概述

红外辐射是波长为 700nm 到 1mm 之间的非电离电磁辐射。一般细分为：

- a) 近红外辐射: 700nm 到 1400nm;
- b) 远红外辐射: 1400nm 到 1mm。

热效应通常是由红外辐射引起的。当发热是由非红外辐射引起的时候,应该参考本部分的其他章节。

B.3.2 辐射源

所有物体都会发出红外辐射。但是通常这样的辐射强度不足以构成伤害,除非该物体热到变成发光体。但是也有例外情况,红外滤光灯,红外灯和激光就是这样的光源。红外源包括红外灯,炉子以及发热的物体。在实验室中,所检测的产品如灯具、取暖器具等可能具有红外辐射。红外激光将在 B.6 条讨论。

B.3.3 伤害

红外辐射会损伤眼睛组织或引起人员的热应力。

眼睛组织对红外的吸收是由波长决定的。近红外由眼睛晶状体吸收,由于热量不能从眼睛的前部快速散发,会促成白内障(玻璃眼)。如果光源强度足够,近红外也能导致视网膜受损。远红外在眼睛表面被吸收,因此不会引起内部温度升高。高强度光源会引起皮肤或者角膜表面灼伤。

热应力(来自辐射的热量)会导致不利健康的影响。工作人员身上的总热量由环境热量加上自身热量组成,如果身体内部温度保持在36°C到38°C,那么通常不会对健康造成严重影响。

B.4 射频辐射

B.4.1 概述

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

微波辐射是指频率为 300MHz~300GHz 或波长为 1m~1mm 范围内的电磁辐射,包括脉冲微波和连续微波。脉冲微波指以脉冲调制的微波。连续微波指不用脉冲调制的连续振荡的微波。肢体局部微波辐射,指操作微波设备过程中,仅手或脚部受辐射。全身微波辐射,指除肢体局部外的其他部位,包括头、胸、腹等一处或几处受辐射。

甚高频辐射,又称超短波(米波),指频率为 30MHz~300MHz 或波长为 10m~1m 的电磁辐射,包括脉冲波和连续波。脉冲波是以脉冲调制所产生的甚高频辐射。连续波是以连续振荡所产生的甚高频辐射。甚高频辐射的能量用功率密度来表示,定义为单位面积上的辐射功率,以 P 表示,单位为 mW/cm^2 。

高频辐射指频率为 100kHz~30MHz 或波长为 3km~10m 的电磁辐射。高频电磁场的电场强度单位为 V/m ; 高频电磁场的磁场强度单位为 A/m 。

甚低频辐射,又称甚长波,指频率为 3~30kHz 或波长为 100k-10km 的电磁辐射。传播特性以空间波为主。

注:附录A指出了射频辐射在非电离电磁频谱中的位置。

B.4.2 辐射源

一些主要的射频辐射源包括工业射频发生器,通信链路,雷达,射频塑料焊接机,无线电发射机,医用透热治疗仪,射频等离子管,射频辐射体(天线,敞开式波导/传输线)和微波炉。

B.4.3 伤害及影响

B.4.3.1 综述

射频与人体组织相互作用引起伤害的机理很多。这些伤害可以是热引起的,非热或不热引起的,电击和灼伤。

相关的相互作用机制是:

- a) 对诸如神经和肌肉等可兴奋组织的电疗(3kHz 到 100kHz);
- b) 对人体的局部或者全身受热引起的不良影响(100kHz 到 6GHz),包括白内障的形成;

- c) 皮肤或者角膜过热 (6GHz 到 300GHz) ;
- d) 令人厌烦的听觉影响 (300MHz 到 6GHz) ;
- e) 极高脉冲场引起的不良影响 (3kHz 到 300GHz) 。

B. 4. 3. 2 组织的电疗

频率在几十兆赫兹以下的相互作用是在刺激神经或肌肉的可兴奋细胞膜的过程中发生的。引发这种刺激对外部场强相当高, 典型的场强水平为电场强度 100kV/m, 磁场强度 1.5kA/m。

B. 4. 3. 3 热影响

吸收射频能量会导致局部或全身的组织可测量的温升。如果强度足够大, 将会导致热伤害。在强度比较小的时候, 全身发热会导致热应力或激发体温调节反应。中度的热应力症状使人觉得不适, 体温升高, 心率升高, 大量出汗。局部受热会导致受影响的组织灼伤。热应力更大一点, 会导致虚脱, 如果射频辐射的暴露时间够长, 会导致死亡。

B. 4. 3. 4 射频灼伤和电击

在几兆赫兹的频率下, 未接地或接地不良的物体的放电会引起电击或者灼伤。这是在电流从物体器具流经人体进入大地的时候发生。当身体的一小部分横截面流过的接触电流超过 200mA 的时候会发生灼伤。

B. 4. 3. 5 听觉影响

众所周知, 讨厌的听觉影响是和接触高功率峰值脉冲系统联系在一起的, 比如雷达。通常认为这些受脉冲作用的听觉影响是由头部组织的快速受热引起的。

B. 5 极低频辐射

B. 5. 1 概述

本部分所指的极低频辐射是指频率在 0Hz (直流或静态) 到 3kHz 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 50Hz 的极低频电场。任何振荡频率小于 1mHz 或者脉冲宽度大于 1000s 的磁场都可以看作静态磁场。

B. 5. 2 辐射源

实验室中的极低频辐射场主要在电源变压器、大电机、感应加热器、感应电炉周围。紧靠一些大感应电机或者加热设备的周围的磁场能达到 70mT 以上。新设计的使用脉冲磁场的医学诊疗设备发出的磁通密度从 1 到 10mT。

实验室中的静态极低频磁场通常与高强度磁体、核磁共振分光计、质谱仪、粒子加速器、用于观测小动物的磁共振成像仪以及一些用于无损检测的设备相关。

B. 5. 3 伤害

B. 5. 3. 1 直接伤害

静态磁场会导致血压和心率的变化, 造成循环系统主动脉的潜在变异。这些影响是在磁通密度大于 60mT 的磁场中观察得到的, 但是没有发现受影响的特定器官。

时变极低频场直接作用在身体表面, 同时也在体内感应出电流和电磁场。从细胞这一层次来说, 这会直接刺激可兴奋细胞。人们可以察觉到外部电场并感受到电击。外部场强达到 $10kV \cdot m^{-1}$ 的时候, 体内感应的电流密度远小于 $1A \cdot m^{-2}$, $1A \cdot m^{-2}$ 据称是刺激可兴奋细胞的最低水平。

注: 磁通密度的单位是特斯拉 (T) 。

人体中一般的生物作用产生的电流密度大约是 $1mA \cdot m^{-2}$ 。只要磁通密度为 65 μ T 的外部磁场, 就会身体内感应出这一水平的电流密度。

B. 5. 3. 2 间接伤害

除了置身于电场或者磁场引起的直接伤害, 还可能发生间接伤害。高压带电体会产生臭氧, 以及发

生下述间接耦合：

a) 人体与不同电压的物体接触会产生接触电流，也就是将人体或者物体置于电磁场中。接触电流的间接影响分类如下：

- 触感；
- 接触手指的痛感；
- 疼痛的电击；达到“释放”的阈值；
- 严重的电击；呼吸困难。

产生这些影响的电流随着磁场频率的改变而改变。较低频率的时候电流也较低；

b) 对于静态磁场，会影响植入体内的医疗装置，特别是内置有磁场开关的心脏起搏器。对于工频，穿戴或植入人体内的医疗装置会耦合电磁场。

B.6 激光

B.6.1 概述

激光在工作机理和光的质量上与其他所有光源（电磁辐射）都不相同。激光发出的光或是连续的，或是脉冲的。激光发出的光或是单色光，或是由一系列低色散特定波长的光组成的，也就是高准直、高功率密度（辐照度），通常比太阳亮好多倍。举例说明，低功率（5mW 以下）的可见光激光的表面亮度（辐照度）要比太阳大 1000 倍。激光的波长范围覆盖了是从紫外线到可见光，一直到远红外的频谱区域。

B.6.2 伤害

B.6.2.1 直接伤害

很多激光会造成生理伤害，眼睛和皮肤是最容易受伤的。

位于可见光区和近红外区的激光对视力尤为危险。这是因为眼睛能将激光束聚焦在视网膜，将导致视网膜灼伤，就像在太阳下用放大镜在纸上烧出一个洞。入射到视网膜的激光的功率密度大约是角膜表面的 100000 倍。

视网膜灼伤或损伤可能导致严重甚至永久的视力损伤，甚至受影响的眼睛会瞎掉。曝露人员只有在视网膜中心区域受损的情况下才会自己发现由于小损伤引起的视力下降。轻微的外部损伤不会被注意到，甚至详细的眼科检查也查不出来。

产生严重的伤害所需要的曝露时间依赖于很多因素。对于很多激光，哪怕只曝露一眨眼的时间，就会产生严重伤害，并且不能依靠一些厌恶反应（比如眨眼睛或者看向远处）来提供足够的保护。

对于大多数的激光，生理伤害主要由于激光和生理部位相互作用产生的热量引起。紫外辐射除了热伤害之外，还直接与生理器官的分子相作用导致细胞受损。高功率激光，包括平均功率较低、峰值功率较高的脉冲激光，也能产生热效应引起的声音冲击波，冲击波会通过物理错位对与激光束有一定距离的肌体组织造成伤害。

B.6.2.2 间接伤害

除了直接曝露激光引起的伤害，曝露由镜子或者透镜等光滑反射平面引起的镜反射也是危险的，伤害程度取决于反射的电磁能量的大小。当反射的电磁能量足够强的时候，漫反射同样也是有害的。

在可视光范围内不会镜反射的表面在某些其它波长范围内会镜反射。

其它由于使用激光引起的间接伤害的危险源列举如下：

- a) 电；
- b) 次生辐射；
- c) 危险物质；
- d) 浓烟；
- e) 噪声；
- f) 机械危险；
- g) 火灾，爆炸和热伤害；
- h) 热和冷。

B.7 声音

B. 7. 1 概述

声音以纵波通过一系列使介质压缩和稀疏的方式在弹性介质中传播，运动速度取决于每种传播介质的物理性质。

一般来说，实验室比较关注人类能听得到的在空气中传播的声音，也就是，频率范围大约在 20Hz 到 20kHz 之间，一个听力正常的年轻人的听力范围。噪声的非听觉效应发生在很低的频率（次声波）。

在测量法方面，噪声和声音以完全相同的方式处理。噪声被认为是不期望的声音。

耳朵能以一种非常复杂和非线性的方式分辨出不同频率和振幅的声音。因此，声级计利用计权网络（IEC 61672-1: 2002）来测量声音对典型的人耳的反应。对连续噪声最常用的计权方式是“A 计权”，对脉冲噪声则用“C 计权”。

对噪声可分为稳态噪声、非稳态噪声和脉冲噪声。

稳态噪声：在观察时间内，采用声级计“慢挡”动态特性测量时，声级波动 $<3\text{dB(A)}$ 的噪声。

非稳态噪声：在观察时间内，采用声级计“慢挡”动态特性测量时，声级波动 $\geq 3\text{dB(A)}$ 的噪声。

脉冲噪声：噪声突然爆发又很快消失，持续时间 $\leq 0.5\text{s}$ ，间隔时间 $> 1\text{s}$ ，声压有效值变化 $\geq 40\text{dB(A)}$ 的噪声。

声音的振幅以对数的方式用分贝来标定，0dB 时参考声压为 $20\mu\text{Pa}$ ，这是一个听力正常的年轻人在 1kHz 时大约能听到的阈值声压。

B. 7. 2 噪声来源

能被人察觉的由任何装置产生的机械振动是噪声的来源。噪声可以来自许多不同的固定式或移动式的仪器，来自实验室内部或来自通风系统。

B. 7. 3 伤害

B. 7. 3. 1 噪声的影响

噪声对人类的影响很多，可包括：

- a) 暂时或永久性失去听觉锐度；
- b) 干扰语音通信；
- c) 打搅专心工作。

B. 7. 3. 2 听力伤害

过高的声音会引起暂时性失聪，延续一段时间则会导致永久损害。损害程度取决于入射到耳朵的声音能量，它是响度（声音水平）与时间（曝露时间）的乘积的函数。这些噪声伤害会引起听觉机构的损害并能导致听力严重受损。

罕见、单个和极强的声音（脉冲）同样会导致短暂的或永久的听力损害。

由于过多与噪声曝露引起的噪声伤害不要与老年性耳聋混淆，逐渐失去高频听觉锐度与年龄有关。

B. 7. 3. 3 干扰语言通信

背景噪声会导致干扰语音通信和电话使用。

B. 7. 3. 4 打搅专心工作

有证据显示不同等级的背景噪声会干扰各种行为的专心程度。工作越复杂则干扰越大。

B. 7. 3. 5 低频噪声和次声波的非听觉效应

不大于 200Hz 的低频噪声会在人体身上产生非听觉效应。在噪声较低时，会使人体感觉不舒服，包括恶心和头痛。在噪声较高时，会对人体造成物理损害。次声波通常被认为是频率低于 20Hz 的声波，次声波对人体的非听觉效应与低频噪声类似。

B. 8 超声辐射

B. 8. 1 概述

超声辐射或超声波是指频率高于人类听觉范围的机械振动。虽然被引述的人类听觉上限为 20kHz，

但是平均年龄为 25 岁到 30 岁的人无法听到高于 16kHz 的声音。对于本部分, 超声波的频率范围为 16kHz 到 50MHz。

B. 8. 2 辐射源

一些广为大家接受的超声波用途包括医疗诊断和治疗、无损检测、声学全息摄影术和超声清洗。在检测实验室, 存在超声辐射因素。有部分仪器设备利用超声原理工作, 如无损检测设备、超声清洗设备等; 检测样品也有使用超声原理工作的。

B. 8. 3 伤害

超声辐射的伤害可以发生于空气和液体两者的耦合源。肌体组织的超声波交互作用是非常复杂的, 并且许多涉及到局部热量的产生。细胞破坏与肌体组织成洞现象有关, 另外, 被怀疑细胞过程中的细胞膜也受到影响。超声振动能通过细胞壁影响化学药品的扩散。

附录 C
(资料性附录)
光纤系统

C.1 范围

该附录提供了用于激光的光纤的信息，但是，在采用相似预防措施下，光纤也可以用于非激光源。

C.2 概述

光纤系统通常有两种类型的应用。它们可以用来传输信号，为数据通信服务，此时光信号一般被限制在封闭的系统中，处于代表性的低功率水平。它们也可以用来将激光功率分送到远离激光的试验上，此时激光功率没有被限制，处于高功率水平，并且激光不一定处于有效的本地控制。虽然两者在建议措施中有一些相似的地方，但是后者在应用中存在重大的安全危害。

GB 7247.1 被作为所有情况下预防激光危害的基础，IEC 60825-2 被作为在通讯应用中安全使用光纤系统的要求和指南。

光纤链路的安装会引起其它伤害，包括来自细小的光纤颗粒的伤害危险，以及使用溶剂与化学药品来清洗或粘接光纤产生的伤害。后者在 C7.2 中给出解决方法。

C.3 伤害

光纤通常只用于可见和近红外波长。除非有特殊的光学对准装置，从光纤输出的激光为发散锥体，并且激光的辐照度与光纤末端的距离平方成反比。这在很大程度上保护了人员避免过多的辐射暴露。

C.4 最大允许暴露限值

最大允许暴露限值在 GB 7247.1 中给出。

C.5 激光和纤维系统的分类

激光设备由制造商根据 GB 7247.1 进行分类。当建立起光纤链路使激光从一个地方传送到另一地方时，光纤输出端由安装人员或者规定安装程序的设计者来分类。光纤链路上使用的激光的特性是进行分类的基础。如果光纤链路上永久性地嵌入了能衰减光功率的光学部件，那么在决定光纤输出端分类时可能应将衰减常数考虑进来。

如果光纤链路被修改或者连接到另外的激光上时，则重新分类是必须的。

C.6 注意事项

此注意事项适用于用光纤传导激光能量的安装，也适用于普通激光。

所有实验室人员都要被告知不能直视光纤的末端或者光纤连接器。

全体员工必须有足够的相关激光的指导手册和光纤安全条例。

如果需要察看光纤末端的端面，就必须需断开光纤的另一端，同时必须使用显微镜等辅助观察工具。如果必须观察处于激励状态的光纤末端或者光纤另一端无法与激光断开，则显微镜必须加装合适的过滤器以阻挡激光辐射。

严禁使用放大镜或其它自备观察工具。

如果可能，在进行光纤链路上任何工作前，激光功率应设定为最小值。设备的临时状态必须加以标

志以避免因可能的疏忽而导致的功率恢复。

C.7 伤害

C.7.1 玻璃颗粒的危害

所有参与光纤安装的人员都应被告知,在切割光纤时产生的光纤颗粒会对人体造成直接的物理伤害。在使用某些类型的切割工具时,光纤颗粒会以很高的速度喷射出来,造成眼睛损害。另外,留在工作台上的光纤颗粒也会刺入人的皮肤。

在切割光纤时应戴上保护眼镜。应提供收集和处理光纤颗粒的安全方法。

C.7.2 化学药品的危害

当使用化学药品来去除光纤护套材料、清洗光纤、将光纤粘接到连接器上或类似操作时,安全使用这些化学药品的注意事项要附上。如果有一系列的化学药品可供选择,必须选择危险性最小的化学药品。

附 录 D
(资料性附录)
使用距离作为保护措施

D.1 范围

本附录提供了使用隔离距离作为防止非电离辐射的保护措施的背景信息。

D.2 概述

当使用距离作为一种防止非电离辐射的措施时，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) 当距离远大于光源直径时，辐照度与到光源距离的平方成反比（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。）

示例 1 和示例 2 阐明了这个观点。

示例 1：

对于一个衍射受限制的激光，其光束的直径为 0.8mm、工作波长为 633nm，那么平方反比定律大约适用于距离输出端 2m 以上的地方。使用透镜可以大大改变这种情况。如果使用 10 倍的扩束望远镜，输出光束直径将变成 8mm，相应的远区场距离就变成了 200m，也就是说光束在这个距离内不会明显分散（扩束望远镜经常应用于观测）。如果激光束被透镜聚焦到一个直径 $50 \mu\text{m}$ 的焦点上，大约在距离焦点超过 1mm 处就能适用平方反比定律。应当注意的是（天线）“有效”口径尺寸可能与实际口径尺寸不一致。

示例 2：

对于微波辐射天线，平方反比定律在相当一段距离内可能都不适用（尤其是使用的是高增益、高频率天线的时候）。工作在 9400MHz 的直径 1 米的碟形雷达天线的远区场距离大概是 60 米。

参 考 文 献

AS/NZS 2243.5-2004 safety in laboratories part 5: Non-ionizing radiations -
Electromagnetic, sound and ultrasound

附件 2:

《检测实验室安全 第 4 部分: 非电离辐射》(征求意见稿)

编制说明

1 任务来源

根据国家质检总局《检测实验室安全运行认可评价技术与示范》科技计划项目(计划编号 2008IK112)任务书规定的研究内容的要求,项目工作组开展了实验室安全系列标准的研究工作,并起草 GB/T 27XXX.4《检测实验室安全 第 4 部分:非电离辐射》标准。项目工作组已经通过全国认证认可标准化技术委员会(SAC/TC261)向国家标准化管理委员会申请标准制修订项目计划。

2 工作简况

2.1 标准研究工作

标准研究工作主要围绕国内标准适用性研究、国外实验室安全标准研究、危险源识别和风险评价研究和实验室安全运行示范等四方面进行:

- 国内安全法规和标准在实验室适用性研究:对实验室安全非电离辐射专题开展研究,解决实验室如何正确理解和应用相关的法规标准,为标准起草提供法规标准依据。
- 国外实验室安全法规标准研究:检索、收集国外实验室安全法规和标准,重点研究分析了澳大利亚/新西兰“AS/NZS2243.5-实验室安全 非电离辐射—电磁波、噪声和超声波”标准,并于 2010 年 1 月邀请澳大利亚专家来华研讨实验室安全和实验室安全标准。
- 检测实验室危险源识别和风险评价研究:根据检测实验室活动特点,采用人、设备、样品和材料、检测方法、环境和设施原理,识别产品、场所、公共设施等的危险源。在危险源识别的基础上,应用安全技术、安全管理、安全教育原则开展安全对策研究。危险源识别和风险评价研究作为标准制订提供技术基础。
- 实验室安全运行示范建设:针对高风险危险源开展安全运行示范,为标准制订提供必要的验证或案例。

2.2 标准起草过程

项目工作组根据总局计划要求,成立标准起草工作组,明确负责单位和工作计划。在标准研究基础上,于 2009 年提出标准初稿。

2010 年 1 月,在项目组工作会议期间,对标准初稿进行讨论,并提出修改意见。会后,起草小组对标准初稿进行修改,于 3 月初完成标准征求意见稿。

2010 年 5 月,将标准征求意见稿发出征求意见。

本部分起草单位:

本部分主要起草人:

3 标准编制原则和说明

3.1 检测实验室安全系列标准框架

检测实验室安全系列标准将纳入国家合格评定标准体系范畴。第一批计划起草 5 个标准,分别为:

- GB/T27XXX.1 检测实验室安全 第 1 部分:总则
- GB/T27XXX.2 检测实验室安全 第 2 部分:电气因素
- GB/T27XXX.3 检测实验室安全 第 3 部分:机械因素
- GB/T27XXX.4 检测实验室安全 第 4 部分:非电离辐射
- GB/T27XXX.5 检测实验室安全 第 5 部分:化学因素

本部分是系列标准的第 4 部分,应与第 1 部分一起使用。

3.2 标准适用范围的界定

本部分规定了发生在检测实验室的非电离辐射安全要求。给出了非电离辐射相关的伤害信息,以及提出了详细的要求和建议,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它伤害。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、超声等。

本部分不包括非电离辐射全面的使用处理和安全要求，还应参考其它适当的文件。

本部分明确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接触和对实验室人员进行医疗检查时可能接触的非电离辐射的要求。

3.3 与其他安全标准的关系

3.3.1 与环境保护相关的法规标准的关系

与环境保护相关的非电离辐射标准主要有原国家环保局发布的《电磁辐射环境保护管理办法》和《电磁辐射防护规定》标准，管理对象是电磁辐射源，包括信息传递中的电磁波发射，工业、科学、医疗应用中的电磁辐射及高压送变电中产生的电磁辐射。规定了对电磁辐射建设项目和设备的管理要求。适用范围和特点如下：

- GB 8702-1988《电磁辐射防护规定》：该标准规定防护限值的适用频率范围为100kHz~300GHz，适用于中华人民共和国境内产生电磁辐射污染的一切单位或个人、一切设施或设备，但不适用于为病人安排的医疗或诊断照射。
- GB 9175-1988《环境电磁波卫生标准》：该标准规定为控制电磁波对环境的污染、保护人民健康、促进电磁技术发展。适用于一切人群经常居住和活动场所的环境电磁辐射，不包括职业辐射和射频、微波治疗需要的辐射。

由于制定的安全标准仅适用于发生在检测实验室的非电离辐射及相关的伤害信息，而GB 8702-1988标准所规定的范围更大不仅仅只适用于检测实验室内，因此两者属于包含关系。GB 9175-1988标准所规定的范围不包括职业辐射，因此与本部分的制定属不同范围。

3.3.2 与相关非电离辐射安全标准的关系

在非电离辐射方面，与职业健康安全相关的标准包括工作场所有害因素职业接触限值标准和测量方法标准。GBZ 2.2-2007《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分 物理因素》标准包含了主要的非电离辐射危险源。

作业场所卫生标准涉及非电离辐射要求的标准及其范围如下：

- GB 10435-1989《作业场所激光辐射卫生标准》：该标准规定了作业场所激光辐射卫生标准及其测试方法，适用于生产研制和使用激光器的单位和企业。
- GB 10436-1989《作业场所微波辐射卫生标准》：该标准规定了作业场所微波辐射卫生标准及测试方法，适用于接触微波辐射的各类作业，不包括居民所受环境辐射及接受微波诊断或治疗的辐射。
- GB 10437-1989《作业场所超高频辐射卫生标准》：该标准规定了作业场所超高频辐射的容许限值及测试方法，适用于接触超频辐射的所有作业。
- GB 16203-1996《作业场所工频电场卫生标准》：该标准规定了作业场所工频电场的最高容许量及其测试方法，适用于交流输电系统中接触电场的电力作业人员及带电作业人员。
- GB 18528-2001《作业场所紫外辐射职业接触限值》：该标准规定了作业场所紫外辐射的容许限值及测试方法，适用于接触人工紫外辐射源的各类作业。
- GB 18555-2001《作业场所高频电磁场职业接触限值》：该标准规定了作业场所高频电磁场的电场和磁场强度限值，即卫生标准及其测试方法，适用于进行高频电磁场辐射的各类作业，但不适用于环境辐射及作为治疗/诊断为目的的辐射。

以上标准包括了职业接触限值和测量方法内容，其职业接触限值已在GBZ 2.2中体现，且基本一致。非电离辐射因素的测量方法在GBZ/T 189-2007系列标准中包含，与非电离辐射相关的标准如下：

- GBZ/T 189.1-2007《工作场所物理因素测量 第1部分：超高频辐射》：该标准规定了作业场所超高频辐射的测试方法，适用于工作场所超高频辐射强度的测量。
- GBZ/T 189.2-2007《工作场所物理因素测量 第2部分：高频电磁场》：该标准规定了作业场所高频电磁场的测试方法，适用于工作场所高频电磁场的测量，但不适用于环境辐射及作为医疗和诊断为目的的辐射。
- GBZ/T 189.3-2007《工作场所物理因素测量 第3部分：工频电场》：该标准规定了作业场所工

频电场的测试方法，适用于交流输电系统工作及操作地点工频电场的测量。

- GBZ/T 189.4-2007《工作场所物理因素测量 第4部分：激光辐射》：该标准规定了作业场所激光辐射的测试方法，适用于工作场所激光辐射的测量。
- GBZ/T 189.5-2007《工作场所物理因素测量 第5部分：微波辐射》：该标准规定了作业场所微波辐射的测试方法，适用于工作场所微波辐射的测量，不适用于居民所受环境辐射及接受微波诊断或治疗辐射的测量。
- GBZ/T 189.6-2007《工作场所物理因素测量 第6部分：紫外辐射》：该标准规定了作业场所紫外辐射的测试方法，适用于工作场所紫外线人工光源辐照度的测定。
- GBZ/T 189.8-2007《工作场所物理因素测量 第8部分：噪声》：该标准规定了作业场所生产性噪声的测试方法，适用于工作场所生产性噪声的测量。

所以本部分的测量方法参考 GBZ/T 189-2007 系列标准。此外，对产生激光和微波的设备标准 GB 7274.1 和 GB 4706.21 也给予关注。对国家标准中未包容的非电离辐射因素超声辐射、红外辐射等参考澳大利亚/新西兰 AS/NZS2243.5 标准。研究的这部分标准直接为实验室安全评价和风险控制提供法规标准符合性依据。

课题进行的实验室危险源识别和风险评价研究工作，为标准的制订提供了技术基础。本部分的目标，就是针对实验室活动的非电离辐射风险特性，给出适用于实验室领域的特定安全要求。现制订中的实验室安全标准已注意与适用的其他国家标准协调一致，直接引用。

3.3.3 与职业健康安全管理体系标准的关系

GB/T 28001-2001《职业健康安全管理体系 规范》提出对职业健康安全管理体系的要求，是通用的管理标准，没有包含特定领域安全运行的技术能力要求。实验室安全非电离辐射标准考虑的是特定的危险源，但是两者有联系的关系，同样适用安全管理体系的思想，从实验室安全运行的人员、设备、样品和材料、方法和设施等各方面考虑，提高非电离辐射安全管理，改进实验室的安全绩效。

3.4 引用标准原则

涉及职业场所非电离辐射要求，凡是我国有相应标准的，直接引用国家标准。对已有国家标准规定的非电离辐射职业接触限值直接采用，以表格形式列出。同时，对标准的使用，不超越现有适用标准边界。

对我国尚没有对应标准要求的，而其内容是确实需要的，将考虑间接引用国际标准，优先引用ISO和IEC标准。对没有适用的国家标准限值的非电离因素，即可见光、红外辐射和超声辐射，引用国外标准。

3.5 标准的主要结构和内容说明

3.5.1 主要结构和内容

本部分按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草，采用与 GB/T27XXX.1 检测实验室安全 第1部分：总则相同的框架，各章节用“适用、不适用、增加、删除、修改”等形式采用总则内容。主要结构为：第4章是安全管理要求，第5章是危险源辨识和风险评价，第6章是人员，第7章是设施和环境，第8章是设备要求，第9章是方法要求，第10章是物料要求。主要内容包括各种辐射危险源的推荐的职业接触限值、保护措施和测量方法等。

3.5.2 适用范围

本部分规定了发生在检测实验室的非电离辐射安全要求。

本部分应与 GB/T 27XXX.1 的有关章条一起使用。

本部分给出了非电离辐射相关的伤害信息，以及提出了详细的要求和建议，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它伤害。

本部分所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。

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。

本部分不包括非电离辐射全面的使用处理和um安全要求，还应参考其它适当的文件。

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暴露。

本部分不包括对实验室人员进行医疗检查时可能暴露的非电离辐射的要求。这样的医疗检查可能在专业规范、其它标准或监管当局的要求中规定。

3.5.3 正文内容

本部分首先规定了危险源辨识和风险评价的一般原则，从危险源辨识、风险评价、控制措施等方面进行的规定，同时指出事件的报告要求。然后提出了对人员、设施和环境、设备等的要求，最后指明了危险源测试方法要求和物料要求。

第7章设施和环境，规定了不同的非电离辐射源的推荐职业接触限制，主要分为以下几种：

- 1) 紫外辐射：本部分所指的紫外辐射是指波长从100nm~400nm的非电离辐射。如UV老化设备、焊接设备、杀菌器具等，规定了实验室中皮肤和眼睛对紫外辐射的8h职业接触限值。
- 2) 可见光：本部分所指的可见光是指波长从380nm~760nm的非电离辐射。如高强度光源等，但对于曝露限值目前暂在考虑中。
- 3) 红外辐射：本部分所指的红外辐射是指波长从700nm~1mm的非电离辐射。如加热设备、电器器具等，为了避免眼睛晶状体可能的迟滞影响，红外辐射强度应该被限制在 $100\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 以下。
- 4) 射频辐射：本部分所指的射频（RF）辐射是指频率在3kHz~300GHz的电磁辐射。如射频辐射抗扰度设备、射频注入电流抗扰度设备、射频注入电流抗扰度设备、高频开关电源、电磁炉等样品。按三类分别规定了微波曝露限值、甚高频辐射曝露限值、高频电场和磁场曝露限值。频率范围在3kHz~100kHz的电磁辐射曝露限值正在考虑中。
- 5) 极低频辐射：本部分所指的极低频辐射是指频率在0Hz（直流或静态）~3kHz的电磁辐射。如大功率设备、分析仪器，本部分规定了工频电场的曝露限值为5kV/m，对其他极低频电磁场限值在考虑中。
- 6) 激光：200nm~1mm波长，如检测设备设施中使用的激光，如定位仪、AV设备、灯具类样品等，规定了眼直视激光束的曝露限值和激光照射皮肤的曝露限值。
- 7) 声音：本部分所指的声音的频率在20Hz~20kHz。如振动台、冲击试验设备、运输设备、高速电机、电动工具等，规定了工作场所噪声职业接触限值和在工作场所脉冲噪声职业接触限值。
- 8) 超声波：本部分所指的超声波的频率在16kHz~50MHz。如超声清洗设备，规定了空气传播的超声在职业场所连续接触的限值。

第8章设备要求中，规定了不同的非电离辐射源的防护措施要求，主要分为以下几种：

- 1) 紫外辐射：可以通过实施安全工作控制紫外辐射的曝露，通过使用外壳、防护罩、防护服、手套、护目镜、防护面罩、护肤霜等物品增加安全措施。对于高强度无防护的紫外辐射源，诸如紫外透射光源，高压放电灯，高压弧，碳弧和电焊弧光，操作者必须戴上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。
- 2) 可见光：实验室使用的每一个强光源都应该尽可能使用防护罩，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，曝露到强光源的工作人员必须戴上合适的护目镜或者完全罩住眼睛的太阳镜。
- 3) 红外辐射：应在尽可能靠近红外辐射源或者热源的地方采取良好的防护措施。可以方便地使用护目镜来保护眼睛，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。
- 4) 射频辐射：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，必须采取良好的屏蔽措施，使得该设备周围任何一个可触及的点的射频辐射电平都不会超过允许限值。如果需要进入到射频辐射超标的区域，那么必须提供并穿戴好合适的个人防护衣和防护设备。
- 5) 极低频辐射：极低频电场可以很容易地通过将导电外壳正确接地而被屏蔽掉。极低频磁场并不容易屏蔽，因此在设计阶段就应该考虑设备可能发出的磁场的曝露电平。如果没有做到这一点，那么减小人员曝露电平的最简单且最经济的方法就是增加人员到辐射源的距离。带电作业人员应该处在“全封闭式”的屏蔽装置中操作，或应穿包括面部的屏蔽服。
- 6) 激光：提供的安全信息以获取足够的信息，使用指南和安全预警。
- 7) 声音：使用听力保护器来消除来自工作场地的伤害。
- 8) 超声波：通过屏蔽超声波信号源，将噪声降到建议的最大限值以下。

第9章方法要求中,非电离辐射测量方法采用GBZ/T 189系列标准规定的方法进行。

另外,四个附录提供了非电离辐射安全相关的必要信息,内容有:附录A 非电离电磁频谱、附录B 非电离辐射危害产生机理及伤害、附录C 光纤系统、附录D 使用距离作为保护措施。

4 征求意见处理

4.1 标准框架

根据项目组要求,采用与通标总则相同的框架,各章节用“适用、不适用、增加、删除、修改”等形式采用总则内容。由于总则框架重新修改,按新的总则标准重新调整框架。

4.2 标准内容

2011-10-18完成的本部分工作组讨论稿提交北京会议讨论,按照会议讨论议题,本部分进行了如下修改:

1) 原第6章非电离辐射危险概述、源以及伤害进行分解,危险源限值以八类辐射源表格形式增加到环境与设施章节,对照GBZ 2.2确定限值。

2) 原第6章的危险源识别和伤害归纳性描述增加到危险源评估和控制章节。

3) 原第6章的有关危害产生机理及伤害的详细说明性内容放入附录B(原附录B改为附录C,附录C改为附录D)。

4) 限值、频谱图、射频辐射频段划分、辐射量单位统一到国家标准。

5) 原标准第7章防护措施,保留并落实到新总则第8章设备要求。

6) 原标准第8章测量方法,保留并放入新总则第9章方法。

7) 本部分将紫外辐射分为UVA/UVB/UVC,但限值没有UVA,因此引用GB/T 20145-2006灯和灯系统的光生物安全性的近紫外危害曝辐限值。

另外,2012-1-2完成的本部分工作组讨论稿征求项目组成员意见,经讨论做了如下修改:

1) 按照我国语法习惯对全文进行了文字修改,以满足阅读和理解要求。

2) 对全文标点符号进行了统一。

3) 对全文用词进行了统一,如“辨识”、“识别”,“评估”、“评价”,“标志”、“标记”,“曝露”、“接触”等。

4) 第9章方法中规定的非电离辐射危险源测量方法直接引用GB/Z 189系列标准,写明标准号,未进行具体摘录。

5) 3kHz~100kHz频率范围的非电离辐射在目前现行的国家标准中没有相应的曝露限值,因此在本部分也未进行规定,作了说明。

6) 第7.2章职业曝露限值中,对每种非电离辐射规定了适用频率或波长,以防止与附录A中的频谱划分相混淆。特别是第7.2.4条射频辐射,规定了“本部分所指的射频(RF)辐射是指频率在3kHz~300GHz的电磁辐射。包括微波辐射、甚高频辐射、高频辐射和甚低频辐射。GHz范围的频率通常被认为是微波辐射,本部分所指的高频辐射包括了附录A中所指的频率从100kHz~30MHz的低频、中频和 高频辐射。”和7.2.5条极低频辐射,规定了“本部分所指的极低频辐射是指频率在0Hz(直流或静态)~3kHz的电磁辐射。包括了附录A中所指的极低频、超低频和特低频辐射。”

7) 第7.2.4.2条引用了GB 10437-1989作业场所超高频辐射卫生标准,为与附录A中的频谱划分一致,本条内“超高频”改为“甚高频”。

5 其他说明

标准的性质建议为推荐性标准。

附件 3:

《检测实验室安全 第 4 部分: 非电离辐射》意见反馈表

序 号	国家标准章、条编号	意见内容	提出意见的单位或个人
a	b	c	d
e	f	g	h
i	j	k	l
m	n	o	p
q	r	s	t
u	v	w	x
y	z	aa	bb
cc	dd	ee	ff
gg	hh	ii	jj

主题词: 国家标准 实验室 安全 非电离辐射△ 函

抄送: 国家认监委科标部, 存档(2)。

全国认证认可标准化技术委员会

2012年3月15日印出

录入: 朱 珍

校对: 王亚宁