



中华人民共和国国家标准

GB 21746—2008

教学仪器设备安全要求 总则

Safety requirements for the educational equipment—
General principles

2008-05-05 发布

2008-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 安全原则	2
5 仪器设备的设计一般要求	4
6 安全标志	10
7 说明书和标志的要求	11
8 安全性评定	12
9 用户要求	14
附录 A (资料性附录) 心理因素与不安全的关系	15
附录 B (资料性附录) 消除危险的安全控制措施	17

前 言

本标准第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章为强制性，其余条文为推荐性。

本标准的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由中华人民共和国教育部提出。

本标准由全国教学仪器标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：教育部教学仪器研究所、浙江省教育装备和勤工俭学管理中心。

本标准主要起草人：王静、任伟德、党建伟、马蕾。

教学仪器设备安全要求 总则

1 范围

本标准规定了教学仪器设备的安全原则、设计的一般要求、安全标志、说明书和标志的要求、安全性评定及用户要求。

本标准适用于一般各类学校用的教学仪器设备,以及儿童用室内运动器材和特殊情况下室外使用,由学校装备的器材。各类职业培训机构和特殊教育学校使用的教学仪器设备可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 2893 安全色(GB 2893—2001, neq ISO 3864:1984)

GB/T 2893.1 图形符号 安全色和安全标志 第1部分:工作场所和公共区域中安全标志的设计原则

GB 2894 安全标志(GB 2894—1996, neq ISO 3864:1984)

GB 4075 密封放射源 一般要求和分级

GB 4208 外壳防护等级(IP 代码)

GB 4706 家用和类似用途电器的安全(有关部分)(eqv IEC 60335:1991)

GB 4943 信息技术设备的安全(GB 4943—2001, eqv IEC 60950:1999)

GB 5083—1999 生产设备安全卫生设计总则

GB 6675—2003 国家玩具安全技术规范(idt ISO 8124-1-2000)

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(idt IEC 60825-1-1993)

GB 8408 游艺机和游乐设施安全

GB 8702 电磁辐射防护规定

GB 8898—2001 音频、视频及其类似电子设备 安全要求(eqv IEC 60965:1998)

GB 11806 放射性物质安全运输规程

GB/T 13433—1992 产品标准中有关儿童安全的要求(neq ISO/IEC 第50号—1987)

GB/T 13861 生产过程危险和有害因素分类与代码

GB/T 14775 操纵器一般人类工效学要求

GB 14778 安全色光通用规则

GB 15219 放射性物质运输包装质量保证

GB 16179 安全标志使用导则

GB 16359—1996 放射性发光涂料的放射卫生防护标准

GB 17498 健身器材的安全 通用要求

GB 18217 激光安全标志

GB 18580 室内装饰装修材料 人造板及其制品中甲醛释放限量

GB 18581 室内装饰装修材料 溶剂型木器涂料中有害物质限量

GB 18583 室内装饰装修材料 胶粘剂中有害物质限量

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

教学仪器设备 teaching instrument and equipment

具有教学特点,体现教学思想,在教学和培训中使用的器具和装置。

注:“教学”可以是学前、学龄和成人培训各阶段。

3.2

危险带电件 hazardous live part

危险带电的零部件。

注:危险带电的术语见 GB 8898—2001 的 2.6.10。

3.3

放射性发光涂料 radioactive luminescent paint

由放射性物质射线激发发光物质的涂料。

3.4

被动运动 passiveness sport

非儿童控制的运动。被动运动分为四种情况:用于跳、滑、摆的设备、爬的构件,但包括小于 10 mm~36 mm 夹缝部件者除外。

4 安全原则

4.1 教学仪器设备的设计和制造总则

4.1.1 设计教学仪器设备,所有教学仪器设备、装置和部件均应符合安全要求。当安全卫生技术措施与设备性能发生矛盾时,应优先考虑安全卫生技术上的要求,并按下列等级顺序选择安全卫生指标:

- a) 直接安全卫生措施。教学仪器设备本身应具备有本质安全卫生性能,保证设备即使在异常情况下,也不会出现任何危险和产生有害作用;
- b) 间接安全卫生措施。若直接安全卫生技术措施不能实现或不能完全实现时,则应在教学仪器设备的设计阶段,设计出效果与主体先进性相当的安全卫生防护装置。安全卫生防护措施的设计、制造任务不应留给用户去承担。
- c) 提示性安全卫生措施。若直接和间接安全卫生措施不能实现或不能完全实现时,则应以说明书并在设备上相应部位设置标志等方式说明安全使用设备的条件和注意事项。

4.1.2 设计教学仪器设备,应通过下列途径保证其安全卫生:

- a) 按照儿童或初学者的特点和使用者为非专业人员的要求考虑安全措施;
- b) 设计教学仪器设备应体现人类工效学原则,最大限度地减轻教学仪器设备对操作者造成的体力、脑力消耗和心理紧张状况;
- c) 选择最佳设计方案并进行安全卫生评价;
- d) 对可能产生的危险因素和有害因素采取有效防护措施;
- e) 在运输、贮存、安装、使用和维修等技术文件中写明安全卫生要求;
- f) 幼儿园教学玩具应便于清洗,保持清洁。

4.1.3 保护和装置的要求

保护和装置应达到以下要求:

- a) 应在一切条件下都是安全的,如它们有故障或者断开,则设备应立即自动停机;
- b) 安全防护装置应能保证万一安全装置内部发生故障时,仍能对人员提供保护;

- c) 在设备运行时保护和安装置应能阻止操作人员进入危险区,或提出警告;
- d) 不应给人强加限制,使操作人员活动不便或困难;
- e) 应是能固定在位或自动移动就位;
- f) 应是专为某种设备、某种工作形式和现有的危险而设计的;
- g) 不应要求在使用时需要精心调整或容易失调;
- h) 安全防护装置应能经得住使用中可能遇到的错误操作,并在设备的整个寿命期间连续有效;
- i) 应是不可能未停用设备时就被操作人员旁路或停用(对要求在设备连续运转情况下的送料、加油(气)或试验设备是例外);
- j) 作为安全防护系统组成的所有部件应便于检查和维护。应尽量只需要较小维修量;
- k) 用手动不应使安全防护装置失去保护作用;
- l) 本身不应构成危险。

4.1.4 教学仪器设备及其零部件应有足够的强度、刚度、稳定性和可靠性,在按规定条件运输、贮存、安装和使用,不应对人造成危险。

4.1.5 控制、调节部件应牢固、可靠,在其工作状态下,不应给使用者带来伤害。

4.1.6 教学仪器设备在规定的整个使用期限内,均应满足安全卫生要求。对可能影响安全操作、控制的零部件、装置等应规定符合产品标准要求的可靠性指标。可能存在危险因素或产品使用后期可能产生安全卫生危害的设备,应规定设备正常使用期限,其安全使用期限应小于其材料在使用条件下的老化或疲劳期限。

4.1.7 发现存在不安全因素以后,应查找产生问题的根本原因,研究解决问题的措施。

注:例如处理下列故障:某低压电源采用了高频信号用旋转开关→某种旋转开关旋转时开关的刀将相邻两掷瞬间短接→电源变压器二次部分绕组瞬间短路→电源变压器一次侧熔断器熔断,不是简单地换一个熔断器,更不允许任意加大熔断器的熔断电流,而应从根本上查找原因,更换为功率型的转换开关。

4.1.8 确定教学仪器设备的安全要求时如果已有同类标准,则应在这些标准中根据教学仪器设备的特点,选择严于公众的要求,当使用对象是未成年人时,还应选用适用于他们的安全要求。

教学仪器设备对于凡是已有同类安全标准的,只要适用(指涉及的设备在工作原理、结构、元器件、材料、功能、性能基本相同,使用者在年龄和知识结构水平上基本相同,但是设备的名称或使用者的社会身份不同),都应尽可能全部或部分采用技术内容相同的部分。

4.1.9 学校用的体育运动器材和健身器材的安全应符合 GB 17498。

4.1.10 幼儿园使用的各种教学玩具应符合 GB 6675 的有关规定,幼儿园用的室外大型游玩设施的安全应符合 GB 8408。

4.1.11 GB 6675 中无年龄规定的条文,也适用于小学、中学用教学仪器设备。

4.1.12 教学用电子类仪器设备在原理和结构适用的情况下,安全要求应采用 GB 8898。

4.1.13 仪器设备的安全应符合 GB/T 13433—1992 第 6 章。

4.1.14 教学仪器设备在使用过程中不应向环境排放超过国家标准规定的有害物质,不应产生超过国家标准规定的噪声、振动、辐射和其他污染。对可能产生的有害因素,应在设计上采取有效措施加以预防。

4.2 教学仪器设备的使用

4.2.1 凡使用对人员安全健康可能造成危害和对财产可能造成损失的教学仪器设备,都应制订安全、卫生标准。这些设备一般包括下列危险因素:

- a) 机械(高速、锋利物、破损、切伤、撕裂、擦伤等);
- b) 高温(烧伤或烫伤);
- c) 低温;
- d) 高压(或压强);

- c) 高电压;
- f) 电击;
- g) 强光;
- h) 电离辐射;
- i) 放射性;
- j) 可能接触有毒有害物质(气体、液体或固体);
- k) 可能接触有害微生物;
- l) 易燃易爆物;
- m) 咽(吞)入、吸入;
- n) 部件飞出;
- o) 窒息;
- p) 勒死;
- q) 跌落;
- r) 强噪声和听觉伤害;
- s) 其他。

4.2.2 安全卫生标准中应对下列因素明确规定具体内容:

- a) 使用过程中的危险和有害因素;
- b) 对人员的要求;
- c) 使用过程的组织和实施;
- d) 仪器设备的安装调试;
- e) 使用过程的操作程序;
- f) 防护技术措施;
- g) 管理措施;
- h) 根据危险和有害源的特点,明确规定相应的安全、卫生防护距离或防护带;
- i) 其他。

5 仪器设备的设计一般要求

5.1 适应性

5.1.1 教学仪器设备应充分满足使用性能要求,做到操作简单方便,性能稳定,工作可靠。对仪器设备的使用要求不应超出一般操作人员的能力。

5.1.2 在规定的期限内,仪器设备应满足环境要求,特别是应满足防腐蚀、耐磨损、抗疲劳、抗老化和抵御失效的要求。

5.1.3 教学仪器设备应满足相互配套使用要求,不因配合不当而产生不安全因素。

5.1.4 供儿童使用的仪器设备应充分考虑相应年龄段儿童的心理、生理特点,充分消除不安全因素。这些不安全因素可参照 GB/T 13433。

5.1.5 应避免易造成人为差错设计缺陷:

- a) 未考虑大众行为的习惯;
- b) 要求超出人的生理和心理承受能力极限;

注:例如某项设计也许要求有关人员具有超出人体感官能力的音调或视觉能力。

- c) 设计不应要求使用人员付出比正常水平更大的努力;

注:例如照明不足会造成眼睛疲劳从而使人感到疲乏,工作环境中过高的噪声则会增加疲劳的程度。

- d) 因设施或者信号不足,要求操作人员应在缺乏工具和有关信息或监控设备不完善的情况下凭主观感觉操作设备;

e) 操作程序设计让人不愿去做或过于复杂；

注：例如若产品中的两个调整机构相互关联，则需要精确地反复调整方能得到正确的值，比两个相互独立的调整装置更不易调到所需要的正确值。

f) 使得使用者处在有危险性的操作环境中。

5.2 材料

5.2.1 使用期限

可能存在危险因素的仪器设备及其零部件，其安全使用期限应小于其材料在使用条件下的老化或疲劳期限；易被腐蚀或空蚀的设备及其零部件应选用耐腐蚀或耐空蚀的材料制造，并应采取防护措施，并应规定检查和更换周期。

5.2.2 稳定性

5.2.2.1 制造教学仪器设备的材料，只允许选用在规定期限内应能承受在规定条件下可能出现的各种物理的、化学的和生物的作用的材料。

5.2.2.2 在正常使用环境下，制造仪器设备不宜使用日久老化后会对人体有害的材料。若必须采用，则应采取可靠的安全卫生技术措施。教学仪器设备产品中凡是由于材料老化可能使设备性能降低而影响安全的部位，应选用有足够耐老化能力的材料。

5.2.2.3 不应使用能与工作介质发生反应而造成危害的材料制造仪器设备。

注：例如爆炸或生成有害物质等。

5.2.2.4 处理可燃气体、易燃和可燃液体(或固体)的设备，其基础和本体应使用非燃烧材料制造。

5.2.3 强度

5.2.3.1 材料承受力的部位的强度，安全系数应高于同类工业产品的相应部位。

5.2.3.2 在设计仪器设备时应根据仪器设备的性能要求和使用环境选择材料，采取措施消除或减弱使材料变质的因素，延长仪器设备和零部件的使用寿命，或合理确定仪器设备和零部件的使用寿命及更换周期。

需要考虑的主要因素例如有：

——金属因腐蚀而慢慢不具备设计时所要求的强度；

——摩擦使材料磨损；

注：例如阳光、紫外线和红外线辐射会引起聚合物和其他合成材料分解。

——温度梯度会引起破裂或永久性变形的内应力。高温能永久地或暂时地改变材料的物理性能，加热使电镀层扩散进入晶体界面，金属中会产生应力合金化，改变基体金属的物理特性。金属材料由于蠕变和松弛现象，使材料强度改变；有机材料内部将发生化学变化，如分子重新排列、聚合反应、裂解和高温分解。一些非金属材料长期处在高温下，会出现软化、流动、变得有胶质感或失去其黏附性；

——低温下金属、橡胶和塑料等都会受到机械损坏；

——湿度变化使木材、纸张、纺织品、纤维板和亲水性塑料产生膨胀和收缩。过多的含水量引起材料很快变质，并丧失物理强度；

——干燥使某些材料变得易碎和不耐用或易燃；

——辐射也会使材料变质；

——吸附使黑色金属发生锈蚀，或在不同金属的接触点之间形成电池，导致腐蚀；

——微生物破坏或蚀变；

注：例如包括对混凝土、方木、电器材料、玻璃、光学仪器、摄影制品、脂肪、石油、蜡、矿物质、金属、油漆、石油燃料、油、油脂、沥青、塑料、橡胶、树脂、处理残渣的污水、羊毛、亚麻布、棉织品、人造纺织品、纸浆原料、纸和软木。

——烟雾能加速橡胶制品的变质；

——含盐的空气能加速某些金属材料腐蚀；

空气污染物破坏材料:擦伤(足够大的固体颗粒以高速运动碰撞在物体上时,会引起破坏性的擦伤)、沉积和清理污染造成材料磨损、直接的化学腐蚀作用(某些空气污染是化学活性物质与材料起直接的反应)、间接的化学腐蚀作用(某些材料能够吸收污染物,当污染物经受化学变化时,材料受到破坏)、电化学腐蚀;

——昆虫、啮齿类动物、鸟及其他类型动物对材料的影响。

注:例如由此造成起火、爆炸等严重事故。

5.2.3.3 设备的材料还应符合 GB 5083—1999 中的 5.2。

5.2.4 绝缘用材料

5.2.4.1 教学仪器设备绝缘材料的选择和应用应考虑电气、温度和机械强度、工作电压、频率和工作环境(温度、压力、湿度和污染)的要求。

5.2.4.2 天然橡胶、吸湿性材料和含石棉的材料不应作为绝缘材料使用。

5.2.5 材料中的有害物

5.2.5.1 教学仪器设备产品不应使用易燃、易爆或高能粒子轰击后可能具有放射性的材料,若出于功能原因使用此种材料时,应采取相应的安全防范措施,并应有使用、存放、保管的危险警告标志。

5.2.5.2 以人造板为原材料的教学仪器设备,人造板的甲醛释放量应符合 GB 18580。

5.2.5.3 教学仪器设备用胶黏剂中有害物质限量应符合 GB 18583。

5.2.5.4 教学仪器设备的涂料中重金属限量应符合 GB 18581。

5.2.5.5 供儿童用的器材及教学用的材料,不应采用含有毒材料、颜料、溶剂及胶合剂。禁止使用高过敏反应和潜在致癌物质的材料。儿童及小学生使用的教学器材中可迁移元素的最大限量按 GB 6675—2003 的 4.3.1 和附录 C。

5.2.5.6 选用教学仪器设备的材料,应充分考虑粉末状物质对人体的危害。

5.2.5.7 教学器材中不应混入食品(如用于品尝)。

5.3 机械性安全

5.3.1 机械稳定性

5.3.1.1 非固定设备应考虑以下方面:

- a) 没有机械运动的仪器设备,当以任何方向放置在倾斜 10° 的斜面上时都不应倾倒;
- b) 有机械运动的仪器设备,在最大负荷时以任何方向放置在倾斜 10° 的斜面上,并在顶端以垂直于放置面方向施加二倍可能达到的最大外力,不应倾倒。

5.3.1.2 临时固定设备应考虑以下方面

- a) 在设备顶端施加三倍可能达到的最大外力,不应松动;
- b) 在可能产生的最大振动条件下工作于二倍正常一次实验的时间,不应松动。

5.3.2 外表棱、角和锐利尖端

5.3.2.1 教学仪器设备外壳易于接触到的边缘、凸出物、拐角、开孔、挡板等不应有锐角、毛刺、粗糙的表面和飞边。如果不可避免,应加以防护;外露的外表棱应倒钝,角应倒圆(包括金属和木材、塑料等非金属)。

5.3.2.2 使用脆性材料的露在仪器设备外表的受力部位,材料破碎后可能产生快口、尖端而伤人的,应有防护措施,或者不使用脆性材料。

5.3.2.3 体育器材、健身器材和大型玩具上不可避免的凸出物,应使凸出物为圆角或者用软性材料包覆等措施加以防护。不可避免的凸出物,除了倒圆以外,还应在色泽上使视觉明显。

5.3.3 活动部件

5.3.3.1 易造成使用人员伤害的活动部件(如:齿轮、风扇、皮带、支承架或运动中的其他组件),应加以充分防护。如出于功能原因不能做到,应在仪器上有警示标识,在使用说明中标明危险因素。

5.3.3.2 高速旋转零部件应配置具有足够强度、刚度和合适形状、尺寸的防护罩。防护罩的密度应能

使飞甩物不能通过。并在使用说明中说明此类零部件的检查周期和更换标准。如出于功能原因不能做到,应采用其他安全防护措施,并在仪器上有警示标识,在使用说明中标明危险因素。

5.3.4 噪声和振动

5.3.4.1 教学仪器设备产品要防止和尽量避免使用中产生高于 60 dB 噪声和剧烈震动,因产品使用需要而不可避免的,产品上应有明显的安全标志和防护措施。对固有强噪声、强振动设备,应尽量减弱或设置隔离。

5.3.4.2 教学仪器设备在运转过程中的振动不应达到使人产生不舒适感觉的程度。应通过适当的设计避开共振频率。

5.4 高温、低温、高电压

教学仪器的高温、低温、高电压部位应有可靠的安全防护屏蔽,若出于功能原因无法设置时,应在该部位标注明显的危险标志及工作状态指示。

5.5 控制系统

5.5.1 教学仪器设备的操纵器应简单、有效、方便。其控制作用和运动方式的关系应符合 GB/T 14775。

5.5.2 操纵器上的紧急操纵件应设在既能够方便、快速到达,又不与正常操纵件混淆,正常时不会误触紧急操纵件的位置。

5.5.3 关键部位的操纵器,一般应设电气或机械联锁装置。对可能出现误动作或被误操作的操纵器,应采取必要的保护措施。

5.5.4 控制系统应保证当电源发生异常时不致发生危险,或者应自动切换到备用电源。

5.5.5 自动或半自动的控制系统,应有防止控制指令紊乱时的保护装置,并有单独手控的辅助装置。

5.5.6 复杂的仪器设备应有自动监控装置。

5.5.7 控制装置应安装在使操作人员能看到整个设备动作的位置上。在起动机不能看到整个设备时,应配置开车预警信号,预警信号应有足够的报警时间。

5.5.8 控制系统应有足够的可靠性,在设备损坏时控制系统也不致损坏。如果不能做到,则当控制系统失效时,设备应能立即自动停止运行。

5.5.9 调试装置应有自动联锁,当调试设备时,应能切换到手动,并能可靠防止误操作和启动自动调节。

5.5.10 采用电子线路控制有机运动的设备时,应有在电子控制器失效时的非电子辅助控制。

5.5.11 控制系统应采用独立于被控设备的电源。

5.5.12 操纵器上应有相应的状态指示信号。状态指示信号的设置位置不应易被操纵者所遮挡。

5.6 信号和显示

5.6.1 信号和显示器应清晰易辨、准确无误,并应消除眩光和频闪,与操作者的距离和角度适宜。

5.6.2 当多种视觉信号和显示器放在一起时,各信号与背景和相互间的颜色、亮度以及对比度应适当。

5.6.3 易发生故障或危险性较大的区域,应有声、光组合报警。当可能存在一种以上事故时,事故信号应能显示事故种类和位置。危险信号应有与其他信号有明显区别,并应有足够的强度。

5.6.4 面板指示灯应使用安全电压。

5.6.5 当设备主电源断电后,至少还应有指示设备状态和危险信号的显示在起作用。

5.7 工作位置

5.7.1 仪器设备中供人员操作的工作位置应安全可靠。操作位置应保证操作人员的头、手、臂、腿、足在正常的实验操作中有充分的活动余地。

5.7.2 危险操作点应留有足够的退避空间。

5.8 意外事故预防

5.8.1 教学仪器设备的设计要充分考虑防止使用时发生意外事故。

—设备正常时存在的不安全因素引起的事故；

注：例如存在 4.2.1 的某些危险因素，这些因素可以是因为设计缺陷而存在，也可以是因为设备超过使用年限而存在。

——设备有故障时存在的不安全因素引起的事故；

——材料老化变质引起的事故；

——可预见的合理拓展使用功能而引起的事故；

——几台设备联用时引起的事故；

——调试、维修设备时引起的事故；

——设备发生事故时产生次生事故。

注：例如发生燃烧时因损坏供电线路，造成电气火灾和人员触电。

——因信号错误、紊乱和因某种原因看不清信号而造成的事故；

——因标志不正确、缺失而造成的事故；

——控制系统失效、失灵、失步而造成的事故；

——环境不安全因素造成的事故；

注：环境不安全因素例如供电异常、噪声超标对人员的影响，环境温度使设备发生故障、振动对人员和设备的影响、环境光和电磁辐射、电离辐射对设备的影响等。

——人的操作不当或误操作造成的事故。

5.8.2 教学仪器设备的设计应按可能出现的最不利的情况考虑各种危险因素。这些最不利因素可以是：

——由于仪器设备操作者操作不规范；

——仪器设备使用环境偏离设计要求；

——由于扩充实验、自由设计实验，使仪器设备工作在非原设计状态下，甚至超负荷、超时使用；

——使用环境存在危害仪器设备安全运行可能，例如在电气设备周围可能会有水；

——配套设备发生故障带来的影响，例如使仪器设备过载、空载、配接阻抗改变；

——操作者的错误操作，例如人为造成短路、断路、设备冲突。

5.8.3 多种用途或综合性仪器设备在设计时应考虑使用每一种用途时的安全。

——不因综合性而降低安全性和可靠性。共用的部件功能完善，能适用于每一种用途；

——只用于某一用途的部件，应不妨碍整台设备用于其他用途时的使用方便，不能因该部件的存在而降低安全性；

注：这种安全性降低例如因该部件的存在而使进行其他操作时空间狭小，或者因该部件的存在而可能发生各种意外事故。

——综合性仪器设备上暂时不用但不能退出使用现场的部件，应能承受其他方面的使用中可能发生的各种影响，按严酷度最高情况进行试验；

——各种部件联合使用时不会出现不安全因素。

5.8.4 仪器设备在贮存期间不会产生因老化或变质而自发产生危险，如漏电、起火、自燃、自运行等。

5.8.5 机械设备不应因振动或其他可预见的外来负荷作用下倾覆或产生允许范围以外的运动。当振动环境超过规定的极限值时，应给操作人员的座椅加装有阻尼的隔振安装架。

5.8.6 在操作人员密集的场所可能有飞甩物存在的条件下，每个人位置均应有相互间的防护罩。防护罩应符合 5.3.3.2。

5.9 在故障状态下的安全

5.9.1 紧急开关

5.9.1.1 若存在下列可能性之一时，仪器设备应配置紧急开关：

——发生事故或出现设备功能紊乱时，不能迅速通过停车开关来终止危险的运行；

- 不能通过一个开关迅速中断若干个能造成危险的工作单元；
- 只切断某个单元或某台设备会导致其他危险；
- 在操作台处不能看到所控制的全部；
- 实验室中发生危险时。

5.9.1.2 紧急开关应安装在所有控制点都能方便操作,又不会容易在无意中碰到的位置。紧急开关的形状应与其他开关不同,颜色一般为鲜明的红色。

5.9.1.3 机械设备上的紧急开关,在由紧急开关停车后,应设有迅速制动和防逆转装置。

5.9.2 检查维修

教学仪器设备的设计,应考虑检查、维修和更换部件的安全性、方便性。必要时,应随设备配备专用检查、维修工具或装置。

5.10 适用于特定使用者的要求

5.10.1 产品设计时应考虑主要使用对象的人体数据,如年龄、性别、体重、力量、身体各部位的高度和可及范围以及可以预料的那个年龄儿童或其他儿童的误用。

5.10.2 教学仪器设备的设计应考虑不同年龄的心理特点和行为、反应方式、智力水平和接受能力,采取各种安全措施或安装各种安全装置。

必要时,产品标准中应规定适用的年龄和使用限制。儿童和小学生用器材及教学仪器设备不应因设计、结构和材料方面的缺陷而使产品变为不安全。

注:例如,开口应设计得不能小得夹住孩子的手指或大得使孩子容易接近物体的可活动部分。由部件装配而成的器材,插入部件,儿童的手不可抠下,牙不可咬到。

5.10.3 供教师使用的演示用仪器设备,应考虑到使用教师并不一定是该技术领域的专业人员,以及使用场所是面向学生,并且学生也可能对其操作等因素,充分考虑仪器设备的安全性。

5.10.4 如果某一仪器设备不适合学生操作,则应明确规定,并给出警告标志。

5.11 电气设备安全

5.11.1 教学仪器设备的电气安全要求应按照一般非专业技术人员(消费者)的情况,选用相关的安全标准。

5.11.2 选用教学仪器设备的电气安全标准时应从最不利的情况出发,采用相应的严酷度等级。

5.11.3 教学仪器设备的电气安全要求,只要适用,可根据产品情况采用 GB 8898 或 GB 4706。教学用信息技术设备的安全要求,可按 GB 4943。

注:“适用”指具备产品类型适用、产品结构和采用的安全措施符合或产品的使用要求符合等条件之一。

5.11.4 借助外壳防护的电气设备,按 GB 4208。

5.11.5 教学仪器设备应防止因漏电、保护装置失效、裸导线未加屏蔽等造成触电。

5.11.6 教学中一般不应采用电网电压的敞开式实验设备(例如实验室不应使用敞开式电炉)。因教学需要必须使用(例如须要测量设备通电时的状态等)时,应使用隔离变压器(单相或三相),并且设备的危险带电件应尽可能屏蔽(例如只保留手指不能伸入的测量孔)。

5.11.7 由学生操作的电学仪器,宜采用不大于 24 V 的安全电压。最高不应超过 36 V。教学仪器设备内部需要经常观察的部位,应有照明装置或符合安全电压要求的电源插座。

5.11.8 供学生操作的可能触及电网电源的设备,应设隔离变压器或安装剩余电流保护装置。

5.12 辐射和放射性防护

5.12.1 电离辐射和电磁辐射

5.12.1.1 产生电离辐射的教学仪器设备按 GB 18871,产生电磁辐射的教学仪器设备 GB 8702 有关规定。

5.12.1.2 可产生危害射线的教学仪器(如 X 射线、紫外线、高亮度可见光和大功率红外线)应有相应屏障保护,出于功能原因不可施加保护时,则应尽可能限制射线强度,并有危害警示标志和说明。

5.12.2 放射性

5.12.2.1 因实验需要,应使用放射源的教学仪器设备,应按 GB 4075、GB 11806 和 GB 15219 的规定。

5.12.2.2 当必须采用放射性涂料时,日最大操作量应在 GB 16359—1996 第 5.1 表 3 的丙级。

5.12.3 激光辐射

5.12.3.1 供学校教学等使用的演示激光产品应满足 GB 7247.1—2001 关于 1 类或 2 类激光产品的所有相应要求。教学仪器设备中使用的激光发射功率,一般应小于 2 mW。

注:上述“一般”指用于物理光学和几何光学实验,以及用激光传输信息等场合。

5.12.3.2 激光器上应有激光安全标志,按 GB 18217。

5.13 有毒或有害气体、液体的防护

5.13.1 实验室应设有毒有害气体的防护措施。通风罩的安装位置不应影响实验操作。实验室内由通风系统产生的噪声不应超过 55dB。有毒或有害液体的排放应经过处理,符合国家规定的排放要求。

5.13.2 化学实验用的实验箱或容器应有相应的耐腐蚀性能,不应有裂缝和渗漏现象。

5.13.3 精密仪器室应远离腐蚀性气体源。

5.14 教学用体育运动器材及游乐设施

5.14.1 教学用体育运动器材应根据使用者的年龄特点和人体数据设计,并应规定适合使用者的年龄段。

5.14.2 儿童运动器材

5.14.2.1 设施建造应避免头、手指等人体部位被夹卡、拉伤或划伤的危险,应能避免运动时挂卡衣服(如:孔、V 型开口、凸出部分,轴销和转动部分)。

5.14.2.2 结构各部分设计应方便成人对儿童实施救援。

5.14.2.3 设施的各部分应有较好的可见性,周围不应有影响视线的物品。

5.14.2.4 幼儿园结构的平台、跳板和高度等于或超过 600 mm 的类似装置,应有防护装置。此防护装置应使人不能攀爬。

5.14.2.5 运动器材不应使儿童产生不安全的被动运动。

5.14.2.6 教学用体育器材的安全应符合 GB 17498。

5.14.2.7 游乐设施的安全应符合 GB 8408。

6 安全标志

6.1 设置原则

6.1.1 采用间接安全措施和提示性安全措施的教学仪器设备,均应设置安全标志。安全标志应设在产品的相应部位。

6.1.2 当存在危险因素而仪器设备并未采取直接或间接的安全卫生措施时,应在每一个危险因素部件附近就相应的提示性安全卫生要求设置警告标志。警告标志应设在有相应的危险因素的部位附近,当不能设在该危险因素部位附近时,也可设在设备的操作位置明显处。

电气设备上的危险带电件周围应使用红色标出区域。当使用警告标志时,如果危险因素集中来自某部位,则应将该部位周围用红色标出区域。

6.1.3 当存在操作仪器设备前防护用品的穿戴应符合操作规程的要求,应在相应设备的合适、明显的位置设置指令标志。

6.1.4 当需要提示安全方面的某种信息(例如标明安全设施或到达安全场所的方向等)时,可以设置提示标志。提示标志应设在明显处。提示标志应有应急照明,在电网停止供电后,能自动开启应急照明,并至少维持所有人员正常安全撤离所需的时间。

6.1.5 安全标记的文字应采用规范中文。应用大号的或不同的印刷体,用特别的符号强调。供儿童用的器材及小学低年级使用的教学仪器产品,安全标志应为不同年龄组的儿童能理解。

6.1.6 安全标志的尺寸应符合 GB 2894, 并采用 GB 2893 的安全色。安全标志应采用耐久性材料制作, 并不易退色。在易被污染的环境中, 安全标志可设透明保护层。安全标记应在仪器设备整个寿命期间, 保持字迹清晰、易于辨认。安全标志应材用永久性结构。

注: 耐久性指满足不同使用环境的要求, 例如用耐用、防水的材料, 避免使用光照后易脱色和易燃的材料。

6.1.7 安全标志应明显醒目。

6.1.8 灯光安全标志应符合 GB 14778。

6.2 教学仪器设备安全标志的编制

6.2.1 教学仪器设备的安全标志应首先采用 GB 2894 中的标志。当按照 GB 2894 不能满足要求时, 可以编制新的安全标志。

6.2.2 新的安全标志应由行业强制性标准编制, 并应严格控制。

6.2.3 编制安全标志要求:

- 图案形象、简单、明了, 不需要经过专业或职业训练就可理解;
- 不应易与已有的安全标志混淆。

6.2.4 编制新的安全标志还应符合 GB/T 2893.1, 并采用符合 GB 2893 的安全色。

6.2.5 安全标志的使用还应符合 GB 16179。

7 说明书和标志的要求

7.1 基本要求

7.1.1 产品使用说明除了应符合国家其他有关标准规定外, 凡是存在危险因素的产品, 说明书中应该有危险因素的种类、产生原因、安全措施以及警告事项、安全使用指南等详细内容。

7.1.2 使用说明应按下列等级和警告用语提醒用户:

- “危险”表示对高度危险要警惕;
- “警告”表示对中度危险要警惕;
- “注意”表示对轻度危险要关注。

7.1.3 安全警告的内容应用较大的字号或不同的字体表示, 或用特殊符号或颜色来强调。

7.2 关于安全方面的必备内容

7.2.1 凡是存在危险因素(不论是已经采取了直接性安全卫生措施或是间接性安全卫生措施, 或是提示性安全卫生措施)的产品, 都应在说明书中详细说明:

- 产生危险因素的原因;
- 可能产生的危险因素;
- 安全使用的条件(或技术指标的极限值)、注意事项、防护措施以及避免危险的操作程序和方法;
- 在对儿童可能产生危险的场合应给出发生后的处理方法。

7.2.2 采用直接安全卫生措施设计的产品, 在说明书中应详细说明产品设计时已采用的, 使产品具备有本质安全卫生性能, 保证设备即使在异常情况下, 也不会出现任何危险和产生有害作用的原理和实施过程, 对此类仪器设备在异常时不会出现危险的时间期限, 以及维修时可能产生危险和如何避免作详细说明。

7.2.3 采用间接安全卫生措施设计的产品, 除了应详细说明 7.2.1 的内容外, 还应详细说明防护装置的原理、结构、性能和正常工作的条件和寿命, 以及防护装置失效的判断和在防护装置失效时的应急措施, 以及维修时的注意事项。

7.2.4 采用提示性安全卫生措施的产品, 除应详细说明 7.2.1 的内容外, 还应详细说明使用时的防护措施和注意事项, 以及维修时的注意事项。

7.2.5 产品说明书上涉及产品存在危险因素的部位应该用图表示, 图示应完整、清晰、准确, 应明确注

明适用型号。

- 7.2.6 当选用易损配件不当可能会产生危险因素时,产品说明书中应详细说明配件规格、应有的性能和判别方法,以及允许代用的配件型号。
- 7.2.7 对部件损坏后可能产生危险的易损件,产品说明书中应说明易损部件的使用期限或更换周期。
- 7.2.8 供儿童使用的仪器设备,应规定适用年龄和使用限制,在说明书中应明确注明。
- 7.2.9 产品说明书应符合产品的情况,产品改型后说明书应及时更换新的版本。
- 7.2.10 对安全限制有要求或存在有效年限的产品应提供产品的生产日期和有效期、储存期。
- 7.2.11 对涉及环境的产品,使用说明应规定必要的保护环境方面的内容。
- 7.2.12 产品使用说明还应包括搬运、贮存、安装、调试、维修、保养该教学仪器设备的专项安全要求内容。

8 安全性评定

8.1 危险因素

- 8.1.1 安全性评定至少应包含 GB/T 13861 和 GB/T 13433 中的危险因素。
- 8.1.2 安全性评定还需根据教学特点,增加虽然上述标准中未涉及,但已发现或已考虑到的危险因素。

8.2 危险鉴别

鉴别和评价危险,至少应考虑下列各项:

a) 危险的组分(因素组成);

注:例如燃料、激光、爆炸物、毒物、危险的结构材料、压力系统和其他能源。

b) 产品总系统各部分之间与安全有关的接口(协调解决保障安全的控制);

注:例如材料兼容性、电磁干扰、无意的启动、着火、爆炸的开始和扩展、软硬件控制。

c) 环境约束(限制)条件,包括使用环境;

注:例如坠落、冲击、振动、极端温度、噪声、接触毒物、健康危险、着火、静电、雷击、电磁环境影响、电离和非电离辐射。

d) 使用、试验、维修与应急程序(预案);

注:例如人机工程、操作者功能、工作和要求的人为差错分析、设备布局、照明要求、接触毒物可能性、噪声或辐射因素对人的行为的影响,生命保障要求及其在载人系统、坠毁安全性、应急出口、营救、求生和抢救中的安全关系。

e) (保障安全的)设施、保障设备;

注:例如可能包含毒物、可燃物、爆炸物、腐蚀性或深冷液体部件的贮存、组装、检验、试验用装置,辐射或噪声、发射器、电源和训练(例如:有关安全使用与维修的训练和考核)。

f) 与安全有关的设备、安全措施和可能的备(用)选(择)方法。

注:例如连锁、系统冗余、软硬件故障安全考虑、分系统防护、灭火系统、人员防护设备、工业通风和噪声或辐射载体。

8.3 危险严重程度和可能性

8.3.1 危险严重程度等级分类及评估

- 8.3.1.1 根据危险可能会对人员、设备、设施及环境造成的伤害和损失,将其严重程度划分为四个等级。

I类:灾难性的。后果是造成人员死亡或严重伤害,或整个系统损失。

II类:危险的。后果是造成人员伤害或严重的设备破坏,需要立即采取措施来控制。

III类:临界的。后果是使系统性能降低,或设备出现故障,但能控制住严重危险的产生,或者说还没有产生有效的破坏。

IV类:无危险的。由于人为差错、设备缺陷、设备故障,不会导致人员伤害和设备损坏。

注:例如使用安全电压,即使接触到也不至于发生危险。

8.3.1.2 按最后可能导致人员伤害、职业病,财产损失或设备、设施损坏的程度,对最坏后果的定性评估。

8.3.2 危险可能性分类

根据教学特点,按照危险特性和使用情况,定性划分为四个等级。

a) A级(频繁的)。仪器设备的在使用中发生危险的概率很高。

注:工作期间单个故障模式的概率大于总体故障的20%。

b) B级(很可能的)。仪器设备存在的很大隐患。虽然危险还未发生,但很可能发生。

注:工作期间单个故障模式的概率在总体故障的10%~20%内。

c) C级(可能的)。仪器设备的设计存在缺陷,因使用或环境原因,可能造成事故。

注:工作期间单个故障模式的概率在总体故障的1%~10%内。

d) D级(极少发生的)。仪器设备的设计存在缺陷,使得在极少的情况下会造成事故。

注:工作期间单个故障模式的概率在总体故障的0.1%~1%内。

e) E级(极不可能发生的)。仪器设备已经采取了严密的安全措施情况下发生的危险。

注:工作期间单个故障模式的概率小于总体故障的0.1%。

8.3.3 危险严重程度和可能性评定见表1。

表1 危险严重程度和可能性评定用表

严重程度等级		可能性等级				
		A级	B级	C级	D级	E级
		必然的	很可能的	可能的	极少发生的	极不可能发生的
I类	灾难性的	×	×	×	×	○
II类	危险的	×	×	×	×	○
III类	临界的	×	×	×	×	○
IV类	安全的	○	○	○	○	○

注:表中符号×表示不能接受,○表示可以接受。

8.4 消除危险和安全控制措施

消除危险的安全控制措施参见附录B(资料性附录)。

8.5 安全性评定的实施

8.5.1 安全性评定的时机

8.5.1.1 在产品的设计定型、制定标准和组织鉴定和批量投产以前,应进行安全性评定。

8.5.1.2 在产品发展的相同阶段,安全性评定可以合并。

注:例如设计定型和设计鉴定的安全型评定可合并;制定产品企业标准和批量投产的安全型评定可合并。

8.5.1.3 用户在购买重要产品以前,可以要求安全性评定。

8.5.2 安全性评定的机构

8.5.2.1 安全性评定可以委托专门机构进行,或者组织有关专家进行。

8.5.2.2 安全性评定也可委托专业标准化技术委员会进行。

8.5.3 组织有关专家进行安全性评定的要求

8.5.3.1 专家人选应具有各专业的代表性:

- 该产品可能涉及的专业;
- 产品设计和工艺、制造;
- 产品使用。

8.5.3.2 参加安全性评定的专家对评定结论负责。

9 用户要求

9.1 安全、卫生防护措施

9.1.1 用户在使用仪器设备前应仔细阅读使用说明书,了解仪器设备的结构、工作原理、工作程序和是否存在不安全因素,及采取了哪些措施(包括直接、间接还是提示性的措施)。熟悉操作规程和有关注意事项。

9.1.2 充分了解仪器设备所需的工作环境、正常运行条件和所需配套设施。在工作环境和配套设施未全部满足时不应使用仪器设备。

9.1.3 充分重视使用仪器设备可能因人为差错造成事故。

注:人为差错指任何与公认的正常行为方式不一致的人员活动,或任何与规定的程序不同的活动,即代表人类本质反应与弱点的差错。人为差错包括:忘了做某项工作,做工作不正确,做了某项不需要做的工作,未按规定的顺序完成一项工作,未在规定的时间内做好一项工作和对意外事件的不适当反应等。

9.1.4 充分了解造成人为差错的原因。

注:造成人为差错的原因有:设计缺陷、设备、操作人员或维护人员选择不当、操作和维护人员缺乏足够的培训、疏忽、心理因素、缺乏管理或管理不当、检查或监督不够充分等。

9.1.5 操作仪器设备时应根据可能存在的不安全因素,穿戴(或不穿戴)相应的个人防护用品。例如:

——进行可能产生固体或液体飞溅、强光或激光实验时,实验操作者应戴相应的防护眼镜或面罩;
——操作电网电源时操作人员应穿绝缘鞋;

——进行化学、生物实验时实验者应根据情况戴防护镜或防护面罩、防毒面罩,穿防护服、防护鞋等;

——操作机床时操作者不应戴手套。

9.2 安全、卫生管理措施

9.2.1 管理制度

9.2.1.1 需要在一定条件下保存才能保证安全贮存的仪器设备(或化学药品),应制定严格的管理制度并落实责任到专人,定期检查维护。

9.2.1.2 用户需要落实专人,对各仪器设备定期进行检查,确保设备正常使用。发现可能存在安全隐患的问题时应先停用,再进行维修,禁止设备带病运行。

9.2.1.3 维修有危险因素并采取了直接或间接安全措施的设备,应由生产单位技术人员进行,生产单位对维修的设备的安全、卫生承担全部责任。

9.2.1.4 维修有危险因素并采取了提示性安全措施的设备,应由有相应资质的人员进行。

9.2.1.5 维修不带危险因素的设备,可由学校内能胜任的人员进行。

9.2.2 用户应制定安全、卫生制度:

9.2.3 人员

9.2.3.1 专业操作人员应经过培训考核,方能进行操作。

9.2.3.2 实验室操作人员应经过操作仪器设备的培训考核,方能进行操作。

9.2.3.3 学生在操作有危险因素的仪器设备以前,应接受相关的教育。

9.2.3.4 危险范围内人员应严格按照操作规程和工作指导书去进行工作,以免出现违章现象和工作失误。

9.2.3.5 管理人员应努力提高危险范围内人员对操作规程和工作指导书的理解能力,不断提高操作人员的技能水平,培养和促使工作人员养成一个健康的心理状态和建立一个良好的工作环境等。

9.3 对影响使用过程安全、卫生各因素的要求

要充分重视影响使用过程安全、卫生的人的各种因素。影响使用过程安全、卫生各因素参见附录 A(资料性附录)。

附 录 A
(资料性附录)
心理因素与不安全的关系

A. 1 应重视心理因素与不安全的关系。

A. 1.1 几种不安全行动

- a) 有意违反安全规程；
- b) 无意违反安全规程；
- c) 破坏或错误地调整安全设备；
- d) 放纵的喧闹、玩笑，分散了他人的注意力；
- e) 安全操作能力低，工作缺乏技巧；
- f) 与人争吵，心境下降；
- g) 匆忙的行动、行动草率过速或行动缓慢；
- h) 无人道感，不警告别人；
- i) 超负荷的工作、力不胜任；
- j) 承担超心理能力的工作。

A. 1.2 可能成为直接的人为事故原因

- a) 没有经验，不能察知事故危险；
- b) 缓慢的心理反应和生理上的缺陷；
- c) 各器官缺乏协调；
- d) 疲倦、身体不适；
- e) 找工作窍门，导致不安全的方法；
- f) 注意力不集中，心不在焉；
- g) 职业、工种选择不利；
- h) 夸耀心，贪大求全。

A. 1.3 心理上的原因

- a) 激情、冲动、喜冒险；
- b) 训练、教育不够，无上上进心；
- c) 智能低，无耐心，缺乏自卫心，无安全感；
- d) 涉及家庭原因，心境不好；
- e) 恐惧、顽固、报复或身心有缺陷；
- f) 工作单调，或单调的业余生活；
- g) 轻率、嫉妒；
- h) 未受重用、身受挫折，情绪不佳；
- i) 自卑感，或冒险逞能，渴望超群。

A. 1.4 重视生理-心理因素与不安全的关系

A. 1.4.1 行动时因视力不佳而发生事故。

A. 1.4.2 因对某些对象物的形状、尺寸及质的错误感觉而导致错误的判断，从而发生事故。

注：例如运动的错觉、定位的错觉、用积累的经验来判断客观存在的危险事实。

A. 1.4.3 因意识上的问题而发生事故，包括：

A. 1. 4. 3. 1 意识方向

- a) 意识领域;
- b) 意识深度;
- c) 意识的持续程度。

A. 1. 4. 3. 2 精神溜号,使动作的目的逐渐模糊

注视点移动频繁,或者意识从面对的视野中溜号,就导致意识的不连续,往往容易发生事故。

因课题指定方向而有目的,意识也就有了方向,为完成这一目的,对作业程序和工作方法等是精神贯注的,而对目的外的事物自然不加理会。此时纵然作业条件出现了危险,却引不起精神上的关注,促成事故的发生。

对经常反复操作有经验的行动,认为几乎下意识地干也超不出范围。当发生某一突然变化(外来某种刺激时),意识突然集中不起来,导致事故的发生。

A. 1. 4. 3. 3 注意力的分配与事故的关系

意识过分集中,注意力的分配过剩也蕴藏着危险。

A. 1. 4. 3. 4 疲劳时行动存在的危险

- a) 精神上的疲劳

往往当出现上下级之间、同志之间的人事关系以及家庭纠纷等情况时,最易引起精神疲劳,这都会促使产生不安全行动。

- b) 体力疲劳,主要表现为动作紊乱而不稳定

当发现熟练工做出像不熟练工人那样的动作时,就应协助其找出疲劳原因,特别应在劳动环境上及时加以改善,以防止不安全动作导致事故的发生。

附录 B

(资料性附录)

消除危险的安全控制措施

B.1 安全状态

B.1.1 可以接受的安全主要状态

- 设计应在至少发生两个独立的故障、两个独立的差错或相互独立的一个故障和一个差错才可能导致事故。应通过分析确保是独立的。对于可能导致重大灾难性事故的极为安全关键的项目,还要求发生多于两个的独立故障或差错才可能导致事故的发生。
- 安全关键点是解决分析已指出的差错。需要通过设计防止组装、安装、连接或操作中的任何差错(例如采用非对称配件避免不正确组装)。
- 设计确实防止了一个元件或组件的一种故障导致可能产生伤害或损伤的其他故障,这样的设计可认为是安全的(例如熔断器在发生可能导致设备故障的过载时,它会发生熔断)。
- 设计会限制或控制可能导致事故的系统中未经验证的功能的使用、相互作用或操作顺序的功能或活动(例如若在“A”操作前作了“B”操作,这时可能导致人员伤亡或设备损伤,则防止“B”首先操作的联锁可安全地限制这种操作)。
- 设计能安全地承受大于正常要求的意外释放的能量(例如气瓶内的全部压力都将加在通常是低压的管路上,只有在该低压管路能够承受不正常的高压时才是可以接受的,或者管路自身的强度能够承受,或者已在管路中设了减压装置)。
- 设计可确实防止能量积聚到可能导致事故的程度(例如,可用安全阀、安全隔膜、易熔连接来防止能量的积聚)。

B.1.2 不可接受的不安全状态

除非其导致事故的概率极低,否则任何产品中的下列状态都应认为是不安全的:

- 除非某种危险特性(例如放射性)是功能要求或产品特性所必须的,而且已采取了有效的防护措施和规程上的安全措施,材料不具有能通过良好的设计而消除或控制其危险的特性。
- 单个人为差错或元件故障的出现可能导致人员伤亡和设备或设施的严重损伤。

B.2 内在安全

B.2.1 常用方法:

- 没有粗糙的毛边、锐角、尖角和形成缺口、破裂表面的可能性,以防止皮肤割破、擦伤或刺破。
- 在垫料、液压油、溶剂和电绝缘体等这些类型的产品中使用不易燃的材料,以防止火灾。
- 可能情况下采用气动或液压系统替代电系统,以避免电气失火或过热。
- 采用液压系统替代气动系统,以避免可能产生冲击波的压力容器剧烈破裂。
- 用连续的整体管线取代有多个接头的管线,以消除漏电。
- 消除凸出部分,以避免人员的伤害。

B.2.2 完全消除危险可能并不总是可能的或实际的。但是可以限制潜在危险的等级,使得不至于导致伤害或损伤。

注:例如,电钻采用低压蓄电池作为动力避免可能的触电,但这样的系统在某些方面可能不是完全安全的,例如电池可能爆炸。也许本来并没有发生触电。

B.2.3 限制危险等级的设计:

- 可能存在哪些危险。

- 每种危险的危险等级。
- 应规定的最终限制。
- 自动保持这些限制的方法。

注：降低危险等级例：

- 在一种材料上采用镀层或喷涂其他导电的物质，以限制可能积累的静电荷量。
- 在电容器或电容性电路中应用旁路电阻，以在电源切断后将电荷减少到可接受水平。这种旁路电阻应保证在再次启用电容器之前，将电荷减少到可接受水平。另一种方法是，在拆除电容电路的外罩时，就接通电容接地的继电器。
- 应用防止液体水平过高或溢出的溢流装置。
- 在可能存在易燃易爆气体的地方采用固态电子装置，由于工作转换时不需要机械装置，故可消除电气开关因机械部件的切换而出现跳火花的问题。

由于机械系统通常包含有可能使人员受到伤害和设备、器材受到损坏的运动部件，内在的安全性较难达到，所以内在安全性原理的大部分应用是在电气系统。

B.3 隔离

采用物理分离，用隔挡板和栅栏等将已确定的危险同人员和设备隔离，以防止危险或将危险降低到最低水平，并控制危险的影响。

注：这些方法和装置是最常用的安全措施。

B.4 闭锁、锁定和联锁

特别是在电气设备上，它们将确保事故不会在下列情况下发生：

- 意外；
- 存在危险状况时；
- 在预定的操作步骤前。

注：联锁是最希望用的安全性装置之一。

B.5 故障——安全设计

B.5.1 确保一个故障不会影响系统或使系统处于可能导致伤害或损伤的工作模式。

B.5.2 在大多数应用中，故障-安全设计的基本原则依次是：

- 保护人员；
- 保护环境避免灾难事件，如爆炸或火灾；
- 防止设备损伤；
- 防止降低等级使用或功能丧失。

B.5.3 故障-安全设计的类型

B.5.3.1 故障-安全消极设计(或“故障-消极设计”)。使系统停止工作且将其降低到最低的能量等级；系统在采取纠正措施前不会运行，且不会由于导致不工作的危险产生更大的损伤。例如保护电路和设备的电路断路器或保险就是“故障-消极”装置。

B.5.3.2 故障-安全积极设计(或“故障-积极设计”)。在采取纠正或补偿措施前或起动备用系统前，使系统保护在带有能量而又安全的工作状态，以消除事故发生的可能性。采用储备设备的冗余设计通常是故障-积极设计的组成部分。

B.5.3.3 故障-安全可工作设计(或“故障-可工作设计”)。使系统在采取纠正措施前继续安全的工作，它是故障-安全设计中最可取的类型。例如，锅炉的缺水补水设计。

B.6 故障最小化

B.6.1 在故障-安全设计不可行的情况下,故障最少化可作为设计的目标。

B.6.2 尽量减少导致事故的设备故障或人为差错的主要方法

B.6.2.1 降低故障率。例如用高可靠的元件和设计降低使用中的故障概率,降低等级、各种类型的冗余和各种筛选方法,有计划地更换零部件,这样它们的使用时间将总是短于估计的故障前工作时间。

B.6.2.2 监控。对关键参数,例如温度、噪声、有毒气体的浓度、振动、压力或辐射进行持续的监控,以确保其保持在规定的限度内。如果表现出不正常的特征,则可立即采取纠正措施。

B.6.2.3 报废和修复,这种技术是针对意外事故的。在一个故障、错误或其他不利的状况已发展成危险的状态,但还未导致伤害或损伤时,就采取纠正措施,以限制状态的恶化。

B.6.2.4 安全系数和余量。某个元件的强度设计得大于正常所要求的强度,以考虑到强度和压力的偏差、不可预料的瞬态、材料的退化及其他偶然因素。

B.6.2.5 告警。向有关人员报告危险、设备的问题或其他值得注意的状态。

B.7 安全系数

B.7.1 使结构或材料的强度远大于可能承受的应力计算值。

B.7.2 不同安全系数值的选用根据对安全、重量、费用以及质量、载荷、工作条件和其他因素上的不确定性的综合权衡。

B.8 告警装置

B.8.1 向危险范围内人员通告危险、设备问题和其他值得注意的状态,以使有关人员采取纠正措施,避免事故的发生。

说明书、细则、手册、表中的告警或注意事项应与设备上的告警或注意事项的标志相一致,并且要求有标志的任何危险都应在说明书中说明。

B.8.2 告警方式

B.8.2.1 视觉告警

a) 发光。使存在危险的地点周围比无危险的区域更为明亮,以使人们把注意力集中在该地点。

b) 辨别。在建筑物、移动的设备或可能被车辆碰撞的固定物体上涂成鲜明的、易辨别的颜色,或者是亮、暗交替的颜色。

注:例如在螺旋桨上涂上交替颜色带;有毒,易燃,腐蚀性气体、液体的管路和容器上应有相应的颜色的标识,以表示所含的危险。在含铅汽油中掺有红色染料。由于在汽油挥发后染料仍将遗留下来,所以在燃油系统管道的连接处,积有红色染料时,说明在该片部位存在着泄漏问题。

c) 信号灯。有色的信号灯可以是固定的或移动的,连续发光的或闪光的。

另一种有效的非闪光信号器是用在障碍物上使用反光板,当受到光照时有明显的反光,指示障碍物的存在。

注:例如道路标志指示用的反光板。

d) 旗子和飘带。旗子常用作告警装置,飘带用于提醒注意。

注:例如仪表插上小旗时表示该仪表已有故障,不能使用。红色的旗子或飘带标志出在车子外部货物的尾端,旗子也可安装在导线、钢索和缆索上,以引起人员和车辆的注意。

标签安在元件上以表示它们需要修理,不采取特殊措施就不应使用,或者它们已有错误功能。

但是标签不能应用在指示系统已停止工作且不应使用等情况下。

e) 标志。标志可以连接在或涂在含有危险的设备上。

注:例如可以指出电子设备的高电压、相位和电源要求,给出载荷、速度、温度的限制。

D) 符号。最常用的符号为固定符号。

注：例如指出弯道、交叉路口、陡坡、狭窄桥或其他危险的路标，指示特定危险的符号为统一的，有特殊形状和颜色，使不熟悉当地语言的人们也能理解。

g) 规程的注释。注释包括操作和维修规程，说明书、细则和检查表中的告警和注意事项。

B.8.2.2 听觉告警

B.8.2.2.1 当危险范围内人员不能注意到即使是在视觉范围内的视觉信号，或也可能常常看不见视觉告警的位置时，听觉信号在其作用距离内可能更为有效。

注：例如警报器。

B.8.2.2.2 在下面的情况下宜采用听觉信号：

- a) 需传递的信息是简短的、简单的、瞬时的，并要求马上响应。
- b) 由于操作人员还有其他目视要求、光线易变或受到限制、操作人员要走动、其他环境考虑或预期操作人员可能的疏忽等因素而使常用的视觉告警受限制的场合。
- c) 因响应的关键性而最好有作补充的或冗余的告警信号。
- d) 最好要告警、提醒或提示操作人员注意后续的附加信息或作后续的附加响应。
- e) 习惯或惯例采用听觉信号。
- f) 声音通讯是必要的或希望有的。

B.8.2.3 嗅觉告警

在某些场合，气味可成功地用作下列场合的告警：

a) 本身无味的易燃和易爆气体中可能加有有气味的气体。

注：例如在除去了硫化物的无味天然气中是加入微量气味很强的气体，使得任何泄漏都可被迅速地发觉。

b) 设备过热通常会产生产告警性的气味。其气味可向维护人员定位问题的所在。

c) 利用塑料和橡胶这类材料燃烧时的特殊的气味可探测失火。

B.8.2.4 触觉告警

感知振动是触觉告警的主要方法，温度感知是另一种通过触觉提供告警的方法。维修人员可以通过手的感觉确定设备是否工作正常。温度的上升可以警告设备已有故障，需要维修。

B.8.2.5 味觉告警

味觉作为一种告警的手段。

注：例如在对于孩子可能是危险的药品中可添加些苦味，那么无意吃了这种药品的孩子就会做出反应。

B.9 标记和告警词语

B.9.1 标记

B.9.1.1 标记是一种很特殊的目视告警和指示手段。标记的正确设计应考虑许多因素，最重要的是标记所要告警、指示危险范围内人员的类型，不能提供“充分的”告警是一种设计缺陷。

注：例如操作人员、维修人员或过路人员。

B.9.1.2 标记设计要求提供的信息如下：

- a) 能引起可能处于特定危险及其风险中的操作人员、维修人员或其他人员注意的关键词。
- b) 对所防护的危险的说明。
- c) 对为避免伤害或损伤所需采取措施的说明。
- d) 对不采取指定措施的后果的简要说明。
- e) 在某些情况下，也要说明对忽视告警造成损伤后的补救或纠正措施。

注：例如电击事件中的急救说明。

B.9.2 告警词语

B.9.2.1 需要用通俗易懂、醒目，容易引起的注意手段提醒人们注意时，可用告警词语。

B.9.2.2 告警词不能滥用,否则将导致人们轻视所有的信号。极为重要的是仔细地分析危险,以确保所选择的告警等级适应于可能出现的后果。

注:例如“警告”不应作为对可能的后果是严重伤害或死亡的告警词,“危险”不应用于可能的后果只是轻伤的情况。

B.9.2.3 当标准或规范没有作规定时,可采用如下的告警词:

a) **注意**。“注意”用于需要正确的操作或维修程序、做法,以防止设备损坏或人员轻伤的告警。

注:例如告警在设备起动前应先起动冷却系统,以避免设备过热或损坏的标记。

b) **警告**。“警告”用于需要正确的操作或维修程序、做法,以防止可能的(但非临近的)危险造成人员伤害或死亡的告警。

注:例如标在可能使人员触电的电气设备口盖上的标记。

c) **危险**。“危险”用于对可能导致人员伤害或死亡的立即危险的告警。

注:例如标在可能使人触电的电气设备附近的标记。

d) **色条码**。在有效的标记系统中适当地采用色条码很重要。红色宜用于“危险”,橘黄色用于“警告”,黄色用于“注意”。

e) **其他信息**。包括关键告警词,危险的性质,要采取的措施、忽视告警的后果,以及对在忽视告警时所造成的伤害的救护措施等。

注:例如在有电磁辐射的场所,应把下列告警信息传递给危险范围内人员:“电源接通时请勿站在天线的直接通路上!”,“电源接通时请勿在波导管上工作!”,“高频电磁辐射会造成毁灭性的身体内部烧伤,它会烧伤内部器官和肌肉。如果您在靠近该设备时感到哪怕是最轻微的热效应,请迅速离开。”等。

f) **位置**。告警标记应设置在对于被警告的人来说是明显的和易于读到的地方,并尽可能靠近危险的部位或设置在挡板上。设置标高时也应考虑防止油污和机械擦伤的问题。

g) **设备和细则**。设备上的标记应与使用和维修细则中的告警相一致。包括所有的一般预防措施,告警和注意事项。

h) **标志语和符号**。标志语和符号(或图案)对于告警人员危险和提醒人们想到要使用的设备以及要采取或避免什么行动,是非常有效的。

i) **易懂性**。标记应该简明、易懂、不会产生误解,并尽可能用最少的词组成。为了易懂,其措词应与被告警人员的教育水平相适应。

B.10 尽量减少和遏制伤害和损伤

B.10.1 实物隔离

——**距离**。这是一种常用的实物隔离方法,将可能事故的地点设置得远离人员、建筑物和设备。

——**偏向装置**。

注:例如用偏向装置作为炸药与需防护建筑物之间的隔离墙,可吸收部分爆炸能量,并将其余的能量导向上方,因而不会造成伤害。

——**遏制**。遏制技术是用于控制损伤的另一种常用的隔离方法。

注:例如遏制由于事故而造成的更多的危险。

B.10.2 人员防护设备

注:例如用耳塞把人员与噪声隔离。

B.10.2.1 人员防护设备有三种情况:

a) 用于计划的危险性操作。操作可能要在某种环境下进行,并在这种环境中,由于危险不能被消除。但是不能用人员防护设备来代替良好的设计、消除或控制危险和安全操作规程;

b) 用于调查和纠正。当危险状态不确定时,人员防护设备应能提供对多种潜在危险的防护;

注:例如需要有人进入怀疑有危险的区域、确定污染源或其他的危险状态源,并采取纠正措施。

c) 用于应急情况。

注:例如当意外事故即将发生或已发生时必须进行的排除或抢修。

B. 10.2.2 排除或控制危险和尽量减少伤害和损伤的反应时间是极为重要的。这时,应急防护设备应具备:

- 简单且穿戴迅速。
- 对多种危险的可靠性和有效性高。
- 不会过多地降低使用人员的灵活性和能见度。
- 自身不会产生危险。
- 在贮存中或在应该防护的危险环境中不会迅速的退化。
- 不会由于在正常移动、极限温度、阳光或其他辐射,或其他有害环境下的弯曲而变脆、开裂。
- 易于清洗和净化。
- 为防护有毒或腐蚀性气体或液体而设计的服装应是密封的。
- 可能遇到火的外套应是不可燃的或可自动熄灭的。
- 贮存应急防护设备的设施应尽可能地靠近可能需要用到该设备的地方,但又不能靠近到在导致应急情况的条件下,会影响该设备或使人不能去拿设备的程度。贮存区应易于达到并标注有能迅速辨识的标记,其位置应在操作规程中明显地标明。
- 应有简练、清晰的说明书,说明装配、测试和维修人员防护设备的正确方法。

B. 10.2.3 应急设备只是作为一种备用的方案,即仅在无更好的事故预防措施或控制方法时才采用的一种冗余方案。

B. 10.3 能量缓冲装置

用于保护人员、材料和灵敏设备免受冲击的影响。

注:例如座椅安全带、缓冲器和车内衬垫可降低事故中车内人员的伤害。

B. 10.4 薄弱环节

利用有些元件或器材比其他元件或器材更易于出故障。这些薄弱环节的元器件出故障后可以限制设备发生故障、紧急情况或事故时的损伤,避免造成严重得多的设备损伤和人员伤害。

注:例如电器的熔断器、蒸汽清洗器的蒸发器的易熔塞、压力灭火器中的安全隔膜等。

B. 10.5 逃逸和营救

当意外事件影响人的生命安全时使人员能迅速脱离所在区域和放弃设备或设施。

注:例如飞机、车辆的紧急出口、安全门,公共场所的安全门等。

B. 11 安全试验

B. 11.1 为了验证仪器设备的安全性和已采取措施的有效性、或者是试验发生故障的条件、或者是为了确定某个环境因素的不利影响时,往往需要做安全试验。

B. 11.2 安全试验的要素

B. 11.2.1 在样机试验时要考虑的与危险有关的不定因素:

- 在样机试验期间可能出现的危险是否已在产品的设计或分析时考虑了。
- 是否考虑了可能丧失危险控制的方法。
- 设备或试验设施中包括的危险或损伤控制措施是否充分。
- 事故或试验故障的后果是否会比预计的更严重,以至于对损伤或伤害的防护手段不够有效。
- 第一次故障是否会比预期发生的快或故障频率是否比预期的大。

B. 11.2.2 试验的安全要素

- 在试验开始前,应准备好所有可预见的防护设备和方案(例如在许多情况下,设备和设施装有充足的仪表,以便在进行试验时可立即检测到所计划的状态或事件,并在形成意外事故前中断试验)。
- 如果样品要试验到发生故障,则该试验应在最小的事故可能性和事故后损伤最小的情况下进行,并进行规程和意外事故分析。试验中每逢可能丧失对危险或损伤的控制时,都应使用最优的事故预防和降低损失的措施。

B.12 安全管理

B.12.1 安全管理应以防止人为的差错和消除设备、设施或环境的危险中心。应有一整套有效的规章制度和实施细则。

B.12.2 产生事故的根源是管理上的缺陷。例如：

- 技术上的缺陷；
- 组织不合理；
- 人们的安全技术知识培训不够或规章制度不健全造成的漏洞。

安全的好坏受各种因素的制约：

- 来自设备的；
 - 来自工艺条件和人员操作水平的；
 - 来自各职能部门或基层管理方面的。
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
教 学 仪 器 设 备 安 全 要 求 总 则
GB 21746—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

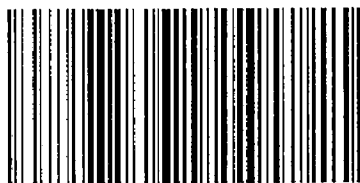
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 45 千字
2008年7月第一版 2008年7月第一次印刷

*

书号: 155066·1-32125 定价 22.00 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)68533533



GB 21746-2008