



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 27476.2—2014

---

## 检测实验室安全 第2部分：电气因素

Safety in testing laboratories—Part 2: Electrical 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 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 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 安全管理要求 .....	3
5 安全技术要求 .....	3
5.1 危险源辨识和风险评价 .....	3
5.2 人员 .....	3
5.3 设施和环境 .....	3
5.4 设备 .....	6
5.5 检测方法 .....	15
5.6 物料要求 .....	15
参考文献 .....	16

## 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。

本部分是GB/T 27476的第2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：广东产品质量监督检验研究院、中国合格评定国家认可中心、中国电器科学研究院有限公司(威凯检测技术有限公司)、上海出入境检验检疫局、浙江出入境检验检疫局检验检疫技术中心、福建省产品质量检验研究院、浙江省质量技术监督检测研究院、东莞市广安电气检测中心有限公司。

本部分主要起草人：周婕、林志力、谢浩江、邓瑾、朱凌、钟成剑、金勇、唐力华、王秀芳、苗本健、罗子丽、袁兴成、毕玉春、刘畅。

## 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 2 部分：电气因素

### 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)与电气因素有关的安全要求,以提高实验室的电气安全,将人员伤害降到最低并防止财产损失。

本部分适用于检测实验室,校准和科研实验室可参照使用。本部分适用于固定场所内的实验室,其它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 1002 家用和类似用途单相插头插座 型式、基本参数和尺寸

GB 2099(所有部分) 家用和类似用途插头插座

GB/T 3805 特低电压(ELV)限值

GB 3836.14 爆炸性气体环境用电气设备 第 14 部分：危险场所分类

GB 3883(所有部分) 手持式电动工具的安全

GB/T 4026 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子和导体终端的标识

GB 4706(所有部分) 家用和类似用途电器的安全

GB 4793(所有部分) 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求

GB 4943.1 信息技术设备 安全 第 1 部分：通用要求

GB/T 5013(所有部分) 额定电压 450/750 V 及以下橡皮绝缘电缆

GB/T 5023(所有部分) 额定电压 450/750 V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆

GB 7947 人机界面标志标识的基本和安全规则 导体颜色或字母数字标识

GB 8898 音频、视频及类似电子设备 安全要求

GB 16895(所有部分) 低压电气装置

GB 16917.1—2003 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器 (RCBO) 第 1 部分：一般规则

GB 19212.5 电源电压为 1 100 V 及以下的变压器、电抗器、电源装置和类似产品的安全 第 5 部分：隔离变压器和内装隔离变压器的电源装置的特殊要求和试验

GB/T 27476.1—2014 检测实验室安全 第 1 部分：总则

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范

### 3 术语和定义

GB/T 27476.1—2014、GB 4706.1—2005 和 GB 16917.1—2003 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 4706.1—2005 和 GB 16917.1—2003 的一些术语和定义。

3.1

**便携式器具 portable appliance**

在工作时预计会发生移动的器具或质量少于 18 kg 的非固定式器具。

[GB 4706.1—2005, 定义 3.5.1]

3.2

**手持式器具 hand held appliance**

在正常使用期间打算用手握持的便携式器具。

[GB 4706.1—2005, 定义 3.5.2]

3.3

**固定式器具 fixed appliance**

紧固在一个支架上或固定在一个特定位置上进行使用的器具。

[GB 4706.1—2005, 定义 3.5.4]

3.4

**驻立式器具 stationary appliance**

固定式器具或非便携式的器具。

[GB 4706.1—2005, 定义 3.5.3]

3.5

**软线 flexible cord**

由有限根数小截面导体组成的软电缆。

3.6

**接地的 earthed**

在系统、装置或设备的给定点与局部地之间进行电连接。

注：与局部地之间的连接可以是：

——有意的；

——也可以是永久性的或临时性；

——连接到一般的接地物体，以便通过保护装置的动作对有故障的装置进行电气隔离。

3.7

**危险区域 hazardous area**

含有或可能会含有一定量爆炸性气体，从而对建筑、设备及可燃物要求特定预防措施的区域。

3.8

**摆脱电流 let-go current**

当一个人握持电极时，其仍能利用直接被电流刺激的肌肉摆脱该电极并能承受的最大电流。

3.9

**带电的 live**

用于表述导电部分正常运行时已充电。

注：带电部分在其未充电时可以暂时为未带电体。中性导体被看做是带电体，但接地导体不作为带电体。

3.10

**剩余电流保护断路器 RCBO Residual current operated circuit-breaker**

在正常运行条件下能接通、承载和分断电流，以及在规定条件下当剩余电流达到规定值时能使触头断开的机械开关电器。

[GB 16917.1—2003, 定义 3.3.5]

3.11

**电器 appliance**

以电作为能源的器具。

## 4 安全管理要求

GB/T 27476.1—2014 中第 4 章的内容适用。

## 5 安全技术要求

### 5.1 危险源辨识和风险评估

GB/T 27476.1—2014 中 5.1 的内容适用。

### 5.2 人员

#### 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：

实验室应确保所有的员工得到操作电器和应对电气火灾事故方面的培训。必要时，应有足够员工接受触电伤害治疗的培训。

实验室应指定人员负责保证所有在用或可用的电动工具及器具的电气安全，实验室应保存一份包含所有器具清单及在通用插座和器具上试验电流等的记录。

应对专业人员进行培训以掌握电器的结构与操作，或特殊的工作方法，并使其能识别与避免与该电器或工作方法相关的电气危险。

专业人员应熟悉特殊预防措施、人员保护设备（包括防电弧、绝缘和屏蔽材料）、绝缘工具和测试设备的正确运用。一名人员可能对于某种设备和试验方法而言是有资格的，但对于其他设备和试验方法则不一定是有资格的。

一名受培训的人员在培训过程中，若在专业人员的直接监督下有能力安全完成其培训等级的任务，则该名人员可视为执行上述任务的专业人员。

工作在电压为电压限值（见 GB/T 3805）或以上的裸露带电部件限制接近范围内的工作人员至少应接受下列内容的培训：

- a) 区别裸露的带电部件与电气设备的其他部件所必需的技能与技术；
- b) 确定裸露的带电部件的标称电压所需的技能与技术；
- c) 接近距离和专业人员可能接触到的相应的电压；
- d) 确定危害程度和范围的判定过程，以及安全执行任务所需的专用保护设施和计划。

非专业人员应接受培训，熟悉必要电气安全要求。

实验室工作人员在存在可能会意外接触裸露带电体的地方工作时，应指定一位电气安全监督员。电气安全监督员负责警告接近带电装置的个人，必要时断开电源。

### 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 职业接触限值

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.2 的内容适用。

### 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

#### 5.3.6.1 插头和插座

电器插头和连接用插头应符合 GB 1002 和 GB 2099。不同电压系统插座、插头应不能互换。家用和类似用途的三极插座正面看,插座的布线规定是地线( $\oplus$ )、相线(L)、中线(N)以顺时针方向排列。工业插头的接地触头或小键槽的符号应与配套使用的器具输入插座的符号一致。插座和连接器的插套位置,从正面看,应按顺时针排列。

注:应由持证的电工安装或维修实验室的插座,以确保:

- a) 插座正确接线;
- b) 开关控制相线;以及
- c) 插座有效接地(如适用)。

#### 5.3.6.2 软线

连接电器及其附件的软线颜色应符合 5.4 的要求。所有新的软线应符合 GB/T 5013(所有部分)或 GB/T 5023(所有部分)要求。最小规格的软线应符合表 1 的要求。

表 1 软线的规格

项目	电线标称截面积 mm <sup>2</sup>	额定电流 A	最大长度(插头至器具) m
规格	0.75	7.5	5
	1.5	15	35

当使用新的电器时,应考虑软线的适用性。手持式和便携式器具应使用带护套的适合的软线。在可能遇到油性污染物的地方,应使用耐油的橡胶护套软线。损坏的软线应立即拆除。

注:已有器具上的软线与已有延长线装置不必更换来符合以上的要求,除非它们是不安全的。

连接到器具软线的标准长度是大约 2 m。在长期需要更长软线的地方,应该优先使用延长线。然而,软线的最大长度不应超过表 1 的规定值,因为过长可能带来安全危害。软线不应接合或用胶带粘合,也不应在电线与电器上进行软线临时性的修理。

#### 5.3.6.3 延长线

延长线应仅用于便携式器具,以及在不能立即安装插座的地方作为固定式器具的临时性装备。在



不可避免要使用延长线的地方,相对于电线加长组件,应优先使用装有安全开关与过载保护的移动式插座和转换器。延长线不应使用双芯线。电线应有足够的容量承载其负荷。使用时,延长线的放置不应影响通道、出入口、楼梯以及工作场所,并确保延长线不受到机械损伤。在有可能发生机械损伤的地方,延长线应进行机械保护。

卷线器上的延长线,当电负载接近额定安全负载时,不允许保持在卷绕状态。在卷绕状态下使用的线易于过热,导致绝缘损坏会造成潜在的触电与火灾危害。经核准的卷线器最大负载应清晰地以标牌形式标明。

推荐使用长度稍长于插座与器具之间距离的延长线,若无法实现(如地板清洗机和抛光机等器具)应确保电源线放置在远离可能产生机械损伤的地方。

#### 5.3.6.4 电器的结构原则

在正常使用中,当绝缘失效或绝缘短路时(如液体或外部物体进入),设备的可触及导电部件应有附加保护以免带电。

保护可以通过以下方法之一或其组合来实现:

- a) 在可触及的导电性部件与带电部件之间,用基本绝缘的保护,并把可触及的导电部件接地;
- b) 在可触及的导电性部件与带电部件之间,用双重绝缘或加强绝缘的保护。

如 a) 中描述的设备,属于 I 类设备,它主要使用基本绝缘,部分或全部可触及的导电性部件要求接地保护。设备的保护接地端子标以符号“⊕”。b) 中所描述的、使用双重绝缘或加强绝缘设备,属于 II 类设备,其可触及导电性部件没有接地保护。设备应标示符号“回”或“双重绝缘”的文字。

#### 5.3.6.5 接地保护

在 I 类装置中,接地保护的部件到本身接地端子之间的电阻足够小,以允许足够的故障电流流到大地,从而确保万一绝缘失效时,在最后支路(例如固定布线)中的过流保护装置能快速断开。

在 I 类装置中接地保护导体应确保来自带电部件的任何泄漏电流通过一个低电阻回路流到大地。

所有的 I 类装置应保持完整,并在其使用期限内定期测量接地导体的电阻值,以确保连接没有松动、移位或腐蚀。

#### 5.3.6.6 附加保护

在器具线路中没有安装保护装置的地方,以下的便携式装置可提供附加保护:

- a) 剩余电流保护断路器;
- b) 符合 GB 19212.5 的安全隔离变压器。

特别是当常规的接地系统由于损坏或老化而失效时,这些设备应为器具及其连接软线提供附加的保护。

#### 5.3.6.7 临时安装和电气系统的保护

临时线路应按照固定布线的要求来安装。

实验室的电气系统应提供充分的保护,包括:防触电保护、漏电保护、接地保护、防短路保护、防电弧保护等。所有的没有永久连接到固定布线的电气设备都应被保护,可通过工作在特低电压下的降压变压器、剩余电流保护断路器、接地监视器或工作在低压下的隔离变压器来实现。

应考虑实验室内对所有最后的次级线路的保护。

#### 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。

增加下述内容：

电气标识应符合 GB/T 4026 和 GB 7947 的规定，并且清晰、耐久。

导线绝缘的颜色标识如表 2。

表 2 导线绝缘的颜色

导线类型	GB 50303 规定
相线	三相：黄、绿、红 单相：棕色
中线	淡蓝
地线	绿/黄双色线

开关指示灯绿色表示“断开”状态，红色表示“接通”状态；数字“0”表示“断开”状态，数字“1”表示“接通”状态。

#### 5.3.9.2 安全告示牌

GB/T 27476.1—2014 中 5.3.9.2 的内容适用。

### 5.3.10 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 新电器的检查

在新电器投入使用之前，实验室都应检查并贴一个外部的标识，显示该装置已经被持证电工或经过

类似培训的人按 GB 16895(所有部分)和 GB 4793(所有部分)检查过。所有国外制造的电器应检查以确保在接线习惯和接地连续性方面符合国家标准;如不符合,则应重新接线以符合 GB 16895(所有部分)和 GB 4793。

#### 5.4.5 传导性材料与覆盖层

包括液体和气体在内的所有材料均应被当做导电材料,除非已知不是。直接施加于高压输电线及装置的胶带、橡胶或布料,不应视为充分的绝缘。具有类似绝缘的低压和中压干线与装置不应视为充分的绝缘,除非它已经通过相应的测试,证明绝缘是有效的。以下几点应特别注意:

- a) 金属或金属覆层的物体如果被带电体触及,就会带电,诸如手表带、尺子、胶带、金属手电筒、便携式收音机及带有可伸缩天线的电话。在带电体附近工作时,诸如金属带、纽扣、带金属线的衣物,也是危险的。在接近带电体工作前,个人的所有饰物,包括表带、耳环、手镯及戒指,都应脱下;
- b) 火焰能导电,因此,应特别注意,不要在接近带电电器的地方使用会产生火焰的设备;
- c) 地面、混凝土、石头以及湿的或受潮的木材都应被视为导电的表面。在供水系统附近使用电器时,应特别当心;
- d) 某些灭火器的液体,例如碳酸与水是导电的。

#### 5.4.6 电气装置

##### 5.4.6.1 永久性装置

所有永久性电气装置,如适用,应符合 GB 16895(所有部分)。所有装置都应由持证电工进行安装。

##### 5.4.6.2 临时性装置

临时性装置应符合 GB 16895(所有部分)。临时性装置的所有部件都应被充分保护,防止由于工作人员无意中乱动、露天、水或过度潮湿、腐蚀性气体、蒸汽、油、高温、污物的沉积或任何其他在使用中环境所带来的损伤。

所有临时性的电源开关板都应安装一个有分断能力的隔离开关,并应隔离它所控制装置的所有带电导线(包括中性线)。

每条终端支路或通用插座都应安装一个独立的隔离开关。

所有的隔离开关都应具有锁定装置,并应位于操作者单独控制的位置上。

#### 5.4.7 危险区域的装置

在可燃性蒸汽、气体或污物可能聚集的地方,应特别考虑电气装置摆放的设计及装置与设备的选择。

GB 50016 和 GB 3836.14 定义了各种类别的危险区域,并规定了设施与装置的要求。实验室危险区域的例子有使用可燃性溶剂的地方、烟橱、研磨物料的房间以及准备动物饲料的区间。

电气着火可以通过使用特别的装置来防止,以下是一些例子:

- a) 阻燃装置——能够承受特定的可燃性蒸汽或气体的爆炸,并将爆炸限制在内部,使得外部气体或蒸汽不会被点燃的装置;
- b) 净化系统——通过阻止可燃性气体或可燃性蒸汽来进入装置的系统,保持装置内的均为非可燃性气体;
- c) 内在安全装置——将任何火花或放电的能量限制在低于可燃性蒸汽或气体点燃所必需能量的装置;

- d) 排尘阻燃装置——排尘,并不许由内部产生的电弧、火花或热来引起装置上或其附近沉积或悬浮的污物产生燃烧的装置。

通过将大多数特殊装置放置在较少危险或无危险的区域,以尽可能减少此类设备在安装电气装置的危险区域内或其附近的数量。

通过充足的通风以及使用防止通风失效的安全罩减少危险,限制或消除危险区域。

#### 5.4.8 电源调节装置

在安装了复杂装置(例如微处理器控制)的工作场所,可以要求使用电源调节装置。调节装置的操作通常能避免复杂装置直接连接到供电电源上。它能消除或减少供电电压的波动,以及抑制瞬态电压。在电气装置中剩余电流保护断路器可能在功率调节器插口后端的线路中无效,因此强烈推荐在所有功率调节器的插口上使用剩余电流保护断路器。

电源调节装置制造商所使用“独立的”与“隔离的”并不意味着变压器的次级是“浮地的”或不连接到输电线。某些次级绕组连接到大地与装置的机架。所谓“隔离”是指阻止电气噪声或高压瞬态信号通过装置传导的一种屏蔽形式。

任何电源调节器、滤波装置的安装应由持证的电工检查,确保安装在该区域的保护器不会失效。

#### 5.4.9 保护装置

##### 5.4.9.1 隔离与紧急开关

隔离是指将电能从电器、线路或电器中的部件上消除。它通常是一种空载操作,即通过一种已认可的方法隔离线路或装置中电线上的能量。这种方法确保操作者安全地在隔离部件上工作。技术人员应在空载条件下使用隔离开关,隔离开关应安装在加锁的柜里。隔离开关不应用于接通或分断正常负载或紧急状态接通或分断负载。

紧急开关用于快速地切断任何意外的电能,消除任何对人身或财产的危害。因此,它是一个带载操作,要求用合适的操作方法来保护,不让操作者处于危险中或引起进一步的危害。除非有正当理由,否则实验室的每个房间都应装有一个紧急开关,并清楚地标示。紧急开关装置应能轻易地触及,应优先安装于实验室安全门的附近或任何其他相似的地方。

一般地,紧急开关应接入动力电路,但不应接入照明电路和烟橱通风系统,以及如果供电中断,可能引发灾难性后果试验的电路。对这些电路,提供一个“授权控制”的方式来切断电源可能更合适,同时联接一个在发生问题时可听见与可视的警告系统来更早地发出警告。但是,这样的开关不能视作紧急开关。

紧急开关应整齐有序安装,以便灵活操作。

##### 5.4.9.2 剩余电流保护断路器

人可能通过与电气装置的带电部件(包括任何中性导线或端子)直接接触或与在故障条件下带电的装置(裸露的导电部件)的部位的间接接触而触电。避免直接接触的保护可以通过给带电部件提供绝缘或将它们置于壳体内来实现。避免间接接触可以通过使工作地点不导电或使用电气隔离技术来实现。

在这些方法都不能使用时,最常用的保护方法是将裸露的导电部件与主体联接并接地,并连接一个自动电流切断装置。自动切断可以通过操作一个安装在正常线路中的过流保护装置或 GB 16917.1—2003 中规定的 RCBO(即剩余电流不大于 30 mA)来实现有效断开。正确维护接地设施,可将触电风险降到最低。

剩余电流保护断路器应在所有实验室中使用。在大量使用带插头设备的地方,或当装置结构频繁改变的时候,优先使用于通用插座。RCBO 应安装在容易操作地方,方便对它的测试。便携式的 RCBO

应定期测试。其他 RCBO 应由有资格的人员定期测试。在任何情况下,失灵的 RCBO 应及时更换。

实验室的照明不应与实验室的动力用电(如插座、电器等)共用一个保护线路。

#### 5.4.9.3 特低电压运行的安全隔离变压器

对于特低电压装置,不要求接地导线。然而,特低电压装置并不是在所有用途中都是有效的。如灯与可移式工具提供特低电压(交流 32 V)的安全隔离变压器应符合 GB 19212.5。由于特低电压输出端上不带接地导线,使得绝缘失效不会产生对地的电流通路,因此不会发生触电,然而特低电压仅适用于某些用途。

#### 5.4.9.4 隔离变压器

隔离变压器在其使用的地方应固定安装。然而,便携式隔离变压器在满足以下要求时使用:

- a) 变压器应满足负载的要求及 GB 19212.5;
- b) 变压器输入端电源线最长的长度为 1.8 m;
- c) 固定安装的隔离变压器应配上通用插座,便携式隔离变压器应有一个标志或铭牌,并在上面清楚地标明最大允许的负载;
- d) 变压器的副边不应接地;
- e) 隔离变压器的任何单独输出口连接电器不应多于一台;
- f) 每台隔离变压器应安装一个隔离开关。

#### 5.4.10 试验装置

##### 5.4.10.1 一般试验装置

试验装置的设计与建造者,在可行的情况下,应保证装置按预期目的使用时是安全的。带电部件应包封或保护,避免意外接触。由于操作目的而要求反复接触的地方,装置应使用 5.3.6.6 中的附加保护且加警告标识。

在试验装置改造的地方,应对安全项目进行特别的检查,因为在改造的过程中,安全可能被忽略。

当设计与建造试验装置时,应遵守以下原则:

- a) 使用 RCBO 或隔离变压器以提供防触电保护;
- b) 保证所有的布线和元件满足预期的电流、电压、温度及湿度;
- c) 联结所有的裸露金属保证电气连续性,且连接到一个标志的接地端子;
- d) 通过操作一个控制所有带电导线的开关来对装置通电,将使用非常规带线插头的影响减到最小;
- e) 用灯光来显示装置是否通电;
- f) 为每台装置安装保险丝。伴随着装置故障而释放的低电流应足以熔断供电电路的保险丝或使电路的断路器动作;
- g) 标示装置的额定电压、电流或功率;
- h) 始终保存装置最新的电路图;
- i) 当多个单相电源被连接到试验装置或设备时,应防止电源被连接到不同的相,电压升到 380 V。

##### 5.4.10.2 无人照看装置

如果试验装置在无人照看下长期运行,应标示“请远离”的标签。该标签应详细给出可能采取的任何紧急行动,并包含至少两个紧急电话号码,以及试验负责人的签名。同时采取以下附加的安全措施:



- a) 通过一个清楚标示的开关或按钮操作的过流脱扣断路器来隔离所有电源；
- b) 监测关键参数,如电压、电流、压力、液位及温度。如果任何一个参数超出限值,应有一个控制电路来自动断电,并且只能手动复位；
- c) 将装置安装在实验室消防系统监控的区间内。应注意,烟橱内部通常不包含在消防系统内。在实验室内,当烟橱内的火被传感器检测出时或洒水器动作时,可能已过去了相当长的时间。

#### 5.4.11 电泳装置

##### 5.4.11.1 一般要求

电泳装置要使用高至 5 000 V 的高压电源,其可能产生致命的电流。要求小心使用电泳装置,操作人员应有十分丰富的电气安全知识。

##### 5.4.11.2 供电单元

电泳装置的供电单元应提供以下措施:

- a) 如果供电单元检测到超过对地剩余电流限值,应能自动切断；
- b) 应有过载保护以保护供电单元；
- c) 安全互锁以切断电源,如果:
  - 1) 电泳电池被断开；
  - 2) 装置插头被拔掉;或
  - 3) 电池冷却系统失效；
- d) 电源应接地；
- e) 冷却空气的入口与出口不应阻塞；
- f) 尘埃过滤器应定期清洁或更换；
- g) 供电单元应在制造商规定的温湿度范围内使用。当单元从一个较低温度的地方移到一个较高温度的地方时,应有足够的时间允许电源热平衡。

##### 5.4.11.3 连接电缆

连接电源至电泳电池用的电缆、连接器及装备应能承受电源可能提供的最高电压。应由有资格且对所用电压和负荷清楚的人来进行置换。应定期检查连接电源至电泳槽的电缆绝缘损伤及连接器故障情况。

##### 5.4.11.4 电泳槽

电泳槽应设计成,当电池断开时高压电源应切断。标示“高压危险”的警告,贴在电池或盖子上。

为了对地漏电检测系统工作,冷却系统与电池间应有高等级绝缘,不应使用损坏的电池或电池罩盖。

##### 5.4.11.5 电解作用

在使用中,通过电解非常可能产生氢气和氧气。由于电流强度、电流的持续时间以及电池的密封性,电池内部可以产生爆炸性气体。因为混合气体可以被火花点燃,所以应确保在电泳槽被断开前切断电源。如果析出的气体是有毒的,这将引起危害。

#### 5.4.12 电化学分析装置

电极沉积装置,如使用于电量分析法、循环伏安法、极谱法以及控制阴极电解法,在低于直流 15 V

的电压下,会产生一个从极小至 15 A 的输出电流。这种反应或电解电池通常是小容量的,并且可以被完全包封。因此,主要的风险在于电源附近反应溶液的溢出。

#### 5.4.13 便携式器具

##### 5.4.13.1 一般要求

便携式器具比固定式器具更容易滥用与粗心操作,在便携式器具设计中要考虑由于粗心的操作或缺乏有效的保养而失效的因素,因此对这些器具的使用与状态保持高度关注是很重要的。除爆炸性的引燃风险或起火风险外,便携式器具设计使用特低电压更安全,推荐这些器具使用闭环的控制系统。给这些设备供电的变压器应满足 GB 19212.5 的要求。然而,越来越多采用电池式器具(常为可充电式)。

为了保护操作者避免触电,所有可触及的金属部件与载流部件之间应使用适当的绝缘。单重绝缘工具及其所有裸露金属部件应有效接地。所有便携式电器应满足 GB 4706(所有部分)、GB 3883(所有部分)、GB 4943.1、GB 8898 相关标准。

##### 5.4.13.2 便携式电动工具的操作

所有使用电动工具的人员应接受正确使用与保养的培训,包括:

- a) 在插入插座时,应关断电动工具;
- b) 当工具不使用时,应拔掉插头;
- c) 使用护罩(如适用)并定期检查其可用性;
- d) 在目视水平上使用时,或材料飞溅可能引起眼睛伤害时,应佩戴眼护具;
- e) 在操作前,特别是在可能铺设电线的地方钻孔时,应评估可能的危害并当心;
- f) 应立即向相应的负责人报告所有故障。

##### 5.4.13.3 移动式插座和转换器的使用

随着计算机及数据界面等器具在实验室应用的增长,许多实验室发现不能提供足够的供电插座。尽量减少带延长线的移动式插座和转换器的使用,并在有需要的地方安装更多的固定插座。软线应卷绕并置于装置的后面以减少危险。要确保插座的使用不能超过额定电流,且引线不会过热。所有的移动式插座和转换器应装有开关,并有显示其带电的可视标识。

#### 5.4.14 驻立式与固定式器具

驻立式与固定式器具通常有维护中要特别注意的自耦变压器、电容器或电池。

##### 5.4.15 自耦变压器

错误连接的自耦变压器,整个装置可能升高到线电压(相对于地),所以会发生特别的危险。应与绕组同边的供电电源线中性线作为中线,不能来自地线。自耦变压器的连接应由经过培训与授权的人员进行。

##### 5.4.16 电容器

电容器可能在一段时间内保持有电荷,因此它们在被握持前应短路。由于一次短时的短路后电压仍会存在,只要可能,电容器应连接放电电阻,以保证在断电后 1 min 内线路完全放电。实验室员工应意识到以下危险:

- a) 即使电源隔离时,充电电容器也可能导致强力的触电。在使用前,电容器的端子应始终用一个电阻短路;

b) 10 J 的放电能量对生命是危险的。电容器充电到峰值电压时,贮存的峰值电压见表 3:

表 3 10 J 能量的对应电容和电压

电容/ $\mu\text{F}$	0.002	0.2	20	80	320
电压/kV	100	10	1	0.5	0.25

c) 所有大容量的电容器,特别是那些使用在脉冲电容器组合中的电容器,如果放电后保持开路,将恢复到适当比例的最大贮存容量。这就是“电介质磁滞现象”,且在几个月后可能达到最初电压的 10% 或更多。如果没有放电线路,一个最初放过电的电容器可能因此而恢复至不安全的贮存能量。所有不在使用的高等级电容器应分别用一个可靠的连接进行短路。在使用大容量电容器的地方,相应装置的外壳上应加标签,以显示使用了该类电容器,并可能存在电气危险。

#### 5.4.17 电池

铅酸电池充电时发出氢气。散发的气体能引起爆炸,炸裂电池的外壳且溅射出硫酸。不正确使用铅酸电池(特别是密封性电池)充电设备可能导致爆炸。当与铅酸电池一起工作时,应遵守以下预防措施:

- 保证电池的充电空间有足够的通风,以排放产生的氢气;
- 在连接或断开电池端子上的线路时,线路应在其他地方断开,以避免在端子处打火;
- 不准许吸烟,并在邻近的工作区间放置“禁止吸烟”的标示;
- 当稀释硫酸时,酸应该在受控方式下,被慢慢加到水中以有效的混合,避免强烈的反应;
- 穿戴护目镜和防护服。

#### 5.4.18 电气装置与器具的检查、维修和保养的一般步骤

##### 5.4.18.1 电气装置和器具的安全使用要求

为了确保实验室中电气装置和器具的安全使用,应遵守以下要求:

- 安全操作与保养程序,例如,例行保养前一定要拔掉电源插头;
- 按照 GB 50303 定期检查和测试。

##### 5.4.18.2 设备使用前的检查

为了确保仪器在低电压运行时的电气安全以及正常状态,对器具及其所有的软线、延长线与连接都应按照 GB 50303 规定做例行检查与测试,每次检查时间相隔不应超过 12 个月。检查的结果应该被记录在电器档案中。

在运行条件有规定的地方,应进行更频繁的检查与维修。例如,当绝缘持续或频繁地接触液体(如发热元件),在装置有被溅到导电液体危险的地方(如用于气柜并带清洗功能的装置)及可能暴露于冷凝气的装置(如在冷室中使用的装置)。为了防止绝缘损坏或过热,应定期使用无油压缩空气给电动机吹风或采用其他方法清洁。这个方法特别适用于在多尘环境下使用的装置。

在浸入液体后,或在怀疑有损坏的地方,应立即对器具进行检测。当检测结果不合格时,应进行全面的线路检查并由持证电工进行必要的修理。当发现故障时,检查员应将器具贴上标签,收回工作的器具,并安排必要的修理。当修理完成时,在重新使用前,器具应进行测试。

在接触任何使用时处于低、中或高电压的端子或部件前,即使全部或部分线路被隔离开关隔离,也应该使用合适的带电显示器对端子进行测试。



### 5.4.18.3 维修

在清洁或维修运行的电气装置之前,应遵守以下的程序:

- a) 关断装置开关;
- b) 关断插座上的开关;
- c) 拔出插头,作为防止开关失效的预防措施。

在运行清洁后的装置之前,应确保装置内部所有可燃性溶剂和蒸汽已被清除。

### 5.4.19 在带电的装置上工作

只有当别无选择时,才可以在带电装置上工作。

在带电装置上工作时,最重要是要有危险意识,诸如暴露在外的带电端子,没有警告但可能带电的高压部分。只要是可行的,应采取以下预防措施:

- a) 始终不要单独在带电装置上工作;
- b) 仅仅使用带绝缘手柄的工具与测试探针;
- c) 用一只手工作,将另一只手放在口袋里;
- d) 使用对地剩余电流保护断路器;
- e) 避免接触装置附近的接地金属;
- f) 站在绝缘垫上并戴绝缘手套;
- g) 如果装置有外露的带电端子,使用显著的警告标志与护栏;
- h) 如果必须接触部件,例如,当电机进行过热检查时,要用手背以便当肌肉无意地收缩时,手能立即撤回。

### 5.4.20 已断电装置的维护和修理

有时维护工程师在对一些不能移动的设备进行修理与维护时,不得不在没有提供保护的工作区内工作,以及与一些未经培训的电工一起工作,这样可能会对维护工程师带来了严重的安全问题。下面推荐一些可以显著减少危险的方法。

首先,维护工程师应该在一个电气专业水平适合工作任务的人陪同下开展工作。在接触电压不超过交流 125 V 或直流 250 V 的情况下,可以从一个没有技术但负责任的人(可能是使用装置的人)那里获得帮助。在可能有更高电压的地方,同伴(可能是使用这个设备的成员中的一位)应具有更高的技术能力。

其次,应在修理装置周围的区域贴上严禁进入的标示,并通知人们相应的危险。

可能的话,应使用便携式隔离变压器或 RCBO 以提高防护水平。

### 5.4.21 电气安全系统

#### 5.4.21.1 一般要求

应建立一个电气安全系统,设计用于避免所有人员触电,并防止给设备或装置施加危险的电压。

电器中所包含的电气保护源于它们的设计、制造及安装。

有些时候,如当员工正在电器中工作或靠近电器时,员工可能被电器在不恰当的时候施加的电压所伤害,为了避免器具在不恰当的时候被施加电压,需要建立一个警示系统以规范员工的行动。

有各种形式的警示系统及它们的混合形式,这都取决于特定设备的种类与尺寸。通常使用以下三种系统:

- a) 标签系统;
- b) 锁定系统;

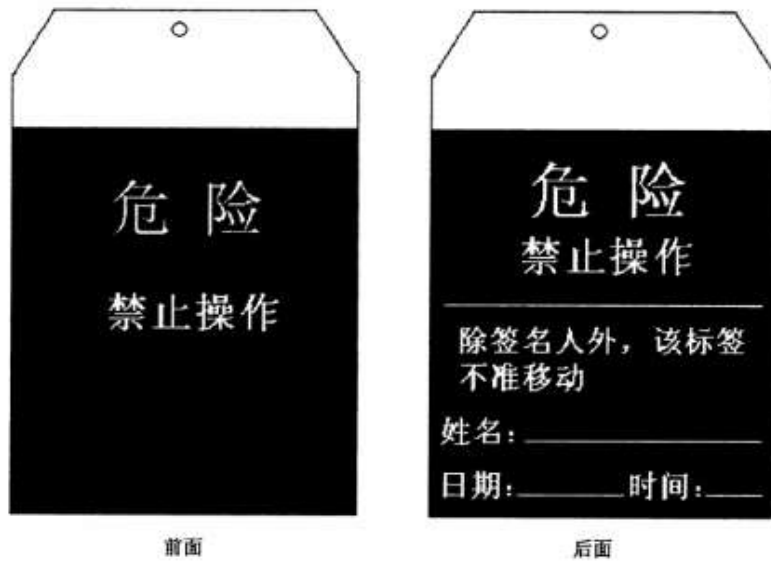
c) 许可系统。

### 5.4.21.2 标签系统

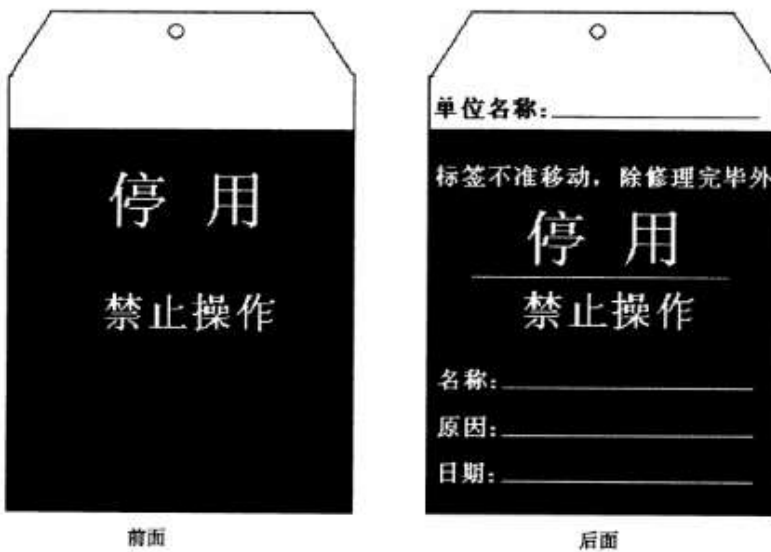
标签系统用于通知来警告所有人员不要使用带有标签的装置,诸如主开关,按钮或其他电气设备,除非安全运行事项已明确,并且所贴标签已移除。标签只能由张贴的人或由经程序批准的负责人移除,其他员工不得移除。负责人负责发布标签使用的程序。典型的标签显示在图1中。

警告标签通常如下使用:

- a) 危险标签。危险标签应限制于授权的员工发布。装置上的危险标签是一种装置处于不安全状态的警告,非授权人员不应接触。
- b) 停用标签。停用标签是一种识别由于维修、更换、安装或不确定度不符合规定等原因而不能使用的电器的标签。当贴有停用标签时,器具或装置不应被操作。



a) 危险标签



b) 停用标签

图1 标签

### 5.4.21.3 锁定系统

锁定系统比标签系统提供更高的安全等级,但通常要求装置设计或修改直至允许该系统使用。锁定设备安装在被控制装置的主控制装置里,为了维护而要求接触该装置的员工或小组,要用单独的锁与钥匙。

当要求接触该装置时,控制装置应首先置于“OFF”位置,然后由要求接触的小组加锁。其他要求保持装置安全的每个小组应加多另外的锁。当每个小组完成它的任务时,锁应被移走。负责移走最后的锁的小组应确保装置的安全操作。

### 5.4.21.4 许可系统

一般地,许可系统用于监督在危险的或受限制区域(通过控制员工接触这样的区域)的工作,并且确保遵守严格的安全程序。在用的许可系统有各种不同的形式,但它们的原理基本是相同的。

许可通常要求一些细节,诸如发布的授权,许可周期(发布与取消的时间及日期),作业细节,遵守的预防措施,取消的授权等。被许可的员工工作应注明进入及离开工作场所的时间。只有当所有相关人员已注明离开工作场所,许可才能被取消。

### 5.4.22 电器的登记

应有在用的或可用电器的档案,并包括以下信息,但不限于:

- a) 器具的详细资料 器具型号、制造商、购买日期、放置地点及安全检查周期,铭牌上含有机身号(如有)、额定电压、电流和功率等技术参数;
- b) 安全检查、测试及修理的项目,安全检查、测试及维修的记录应包括进行这些工作的周期,执行人的姓名及测试的结果。

### 5.4.23 电气文件

室内器具的电路图及已有器具电路图的修改都应文件化,并应建档保存和注明修改的日期,并进行定期的安全审核,以确保累积的修改没有引进新的危险或使预先提供的保护失效。电气安全审核应包含新工作的开展,装置的操作及运行紧急程序。

实验室安全文件应清楚表述紧急情况下实验室撤退的程序。实验室安全文件中涉及电气的部分应详细表述电气设备使用程序及设备的使用限制。安全文件应包括万一发生火灾时应采取的程序,必要时,应包括触电治疗的信息。

## 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 大功率试验在不影响试验结果准确性的前提下,建议实验室积极研究使用合成试验的方法代替直接大功率试验方法。如:剩余电流动作断路器的带载剩余电流特性试验分别用两个独立的隔离电源提供电压和电流的合成试验方法代替直接使用高电压和大电流的大功率试验方法。

5.5.5 带电测量在不影响试验结果准确性的前提下,建议电机绕组温升试验采用直接带电测量试验方法代替断电测量绕组电阻的试验方法。使用热电偶测量带电部件温升时,建议试验样品、测试设备分别使用隔离电源供电。

## 5.6 物料要求

GB/T 27476.1—2014 中 5.6 的内容适用。

参 考 文 献

- [1] AS/NZS 2243.7:1991 Safety in laboratories—Part 7:Electrical aspects
-