



中华人民共和国安全生产行业标准

AQ 4115—2025

代替 AQ 4115—2011

烟花爆竹防止静电危害技术规范

Technical specifications for preventing electrostatic hazards of fireworks

2025-04-17 发布

2025-10-18 实施

中华人民共和国应急管理部 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 静电敏感场所分级 1

5 防止静电危害的基本方法 2

6 防止静电危害的技术措施 2

7 防止静电危害的管理措施 3

附录 A(规范性) 工作地(台)面间接静电接地电阻值测定方法 5

附录 B(规范性) 导静电工器具电阻值测定方法 6

附录 C(资料性) 静电起电极性序列列表 7

附录 D(规范性) 自流平地(台)面铺设方法 9

参考文献 10

前 言

本文件全部技术内容为强制性。

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 AQ 4115—2011《烟花爆竹防止静电通用导则》，与 AQ 4115—2011 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了静电敏感场所分级(见 4.2)；
- b) 更改了防止静电危害的基本方法，增加了释放和减少人体静电法，增加了选用导静电工器具法(见第 5 章，2011 年版的第 5 章)；
- c) 更改了防止静电危害的技术措施(见第 6 章，2011 年版的第 6 章)；
- d) 更改了防止静电危害的管理措施(见第 7 章，2011 年版的第 7 章)；
- e) 增加了导静电工器具电阻值测定方法(见附录 B)；
- f) 增加了静电起电极性序列列表(见附录 C)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出，危险化学品安全监督管理二司业务管理、政策法规司统筹管理。

本文件由全国安全生产标准化技术委员会烟花爆竹安全分技术委员会(SAC/TC 288/SC 4)技术归口。

本文件起草单位：株洲醴陵烟花爆竹发展研究中心、北京市熊猫烟花有限公司、湖南科富烟花集团有限公司、中国烟花爆竹协会、醴陵市恒峰化工科技有限公司、江西省猎鹰烟花制造有限公司、湖南省烟花爆竹产品安全质量检验中心。

本文件主要起草人：唐炳祥、梁杰、李增义、李平、潘江平、潘笛、张纪来、邹海峰、黄茶香、张晓成、朱伏茂、杨林、钟长虎、廖建文、杨为。

本文件历次版本发布情况为：

——2011 年首次发布为 AQ 4115—2011；

——本次为首次修订。

烟花爆竹防止静电危害技术规范

1 范围

本文件规定了烟花爆竹企业静电敏感场所分级,以及防止静电危害的基本方法、技术措施、管理措施,描述了间接静电接地电阻值、导静电工器具电阻值的测定方法,规定了自流平地(台)面铺设方法等内容,同时给出了静电起电极性序列表便于选用极性相近的物质。

本文件适用于烟花爆竹企业的生产和储存场所静电危害的预防。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 12014 防护服装 防静电服
GB 21148 足部防护 安全鞋
GB 50161 烟花爆竹工程设计安全标准
GB 50515 导(防)静电地面设计规范
AQ 4106 烟花爆竹作业场所接地电阻测量方法

3 术语和定义

GB 50161、GB 50515 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

接地电阻 earthing-termination resistance

作为接地体的金属导体本身电阻与接地体和大地之间的电阻之和。

3.2

防静电地(台)面 anti-static floor/workbench surface

由静电亚导体材料构成的能较好地提供静电泄漏途径的地(台)面。

3.3

导静电地(台)面 conductive-static floor/workbench surface

利用导静电材料铺设,对地电阻值在一定范围内的地(台)面。

3.4

最小点燃能量 minimum ignition energy; MIE

在常温常压条件下,点燃该物质所需的最小电气能量。

4 静电敏感场所分级

4.1 在烟花爆竹生产、搬运、装卸等作业过程中,药物、设备或人体都可能产生静电电荷的聚积。当聚积的电荷快速释放产生电火花,其能量大于药物最小点燃能量时,可能引起药物燃烧或爆炸。

4.2 根据静电危害程度,将烟花爆竹生产、储存场所划分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级静电敏感场所。

- a) Ⅰ级:GB 50161 规定的危险等级为 1.1^{-1} 级工库房和 1.1^{-2} 级涉裸药的工库房。
- b) Ⅱ级:GB 50161 规定的危险等级为 1.1^{-2} 级无裸药的工库房。
- c) Ⅲ级:GB 50161 规定的危险等级为 1.3 级工库房。

5 防止静电危害的基本方法

5.1 静电接地

金属设备、金属管道、金属支架等非带电金属体通过金属导体进行直接接地,非金属物品采用导静电材料进行间接接地[如在工作地(台)面上铺设导静电材料]。

5.2 环境增湿

直接接触烟火药的工序采取向空气中喷洒水雾、向地面洒水等增加湿度的措施,以减少静电积累。

5.3 释放和减少人体静电

通过洗手或触摸静电释放装置、铺设导静电地(台)面等措施释放人体产生的静电;通过穿防静电服或纯棉工作服等措施减少人体产生静电。

5.4 选用导静电工器具

接触裸露药物的工器具(如药勺、药桶、药物周转箱等)应选用导静电制品,其电阻值应不大于 $1 \times 10^8 \Omega$,导静电工器具的电阻值测定方法应符合附录 B 的规定,导静电工器具参见附录 C 表 C.1 选用极性相近的物质。

6 防止静电危害的技术措施

6.1 接地技术措施

6.1.1 Ⅰ级静电敏感场所涉药金属设备(如涉药自动化生产线、混药机、球磨机、筛药机、滚筒造粒机等)、金属管道、金属支架及金属导体应进行直接静电接地,直接静电接地电阻值应不大于 100Ω ,接地点应不少于 2 个,机械设备的所有部分应进行跨接。

6.1.2 Ⅰ级、Ⅱ级静电敏感场所工房应采用导静电工作地(台)面,静电接地电阻值应控制在 $5 \times 10^4 \Omega \sim 1 \times 10^6 \Omega$ 之间;Ⅰ级、Ⅱ级静电敏感场所库房应采用防静电地(台)面,静电接地电阻值应控制在 $5 \times 10^4 \Omega \sim 1 \times 10^{10} \Omega$ 之间。

6.1.3 静电敏感场所采用铺设导(防)静电橡胶板方式时,橡胶板应整体平整、无破损,覆盖整个工作地(台)面;导(防)静电橡胶板与接地线之间应采取固定螺栓等方式紧密连接,紧密连接面积应不小于 20 cm^2 ;橡胶板与墙之间、橡胶板与橡胶板之间应无缝密接。

6.1.4 静电敏感场所工作地(台)面采用自流平地(台)面应符合下列规定:

- a) 自流平地(台)面应整体平整,涂层厚度在不小于 4 mm ,地(台)面与墙面之间应紧密连接、无缝隙;
- b) 自流平地(台)面下方应设静电接地网(带),静电接地网(带)应采用不小于 $10 \text{ mm} \times 0.05 \text{ mm}$ 的自粘铜箔带,组成纵横间距不大于 1.5 m 的网格,且与接地干线的连接应牢固;
- c) 自流平地(台)面的静电接地网(带)与接地干线连接应牢固,面积小于或等于 100 m^2 的地(台)面的静电接地网(带)与接地干线的连接点应不少于 2 个,面积大于 100 m^2 的地(台)面的静电

接地网(带)与接地干线的连接点应不少于 3 个；

d) 自流平静电接地电阻值应控制在 $5 \times 10^4 \Omega \sim 1 \times 10^6 \Omega$ 之间；

e) 自流平地(台)面铺设方法应符合附录 D 的规定。

6.1.5 静电接地系统应连接牢固,接地线应采用铜线,并采取焊接或固定螺栓等方式连接,接地线的横截面积不小于 2.5 mm^2 (其中用电设备接地线的横截面积还应不小于工作零线的横截面积),移动设备的接地线应采用软铜线,软铜线的横截面积应不小于 4 mm^2 。

6.1.6 静电释放设备应采用多股铜绞线接入静电接地系统,并且接地点应不少于 2 个,定期检查连接螺丝防止松动,接地点应融于接地环境。

6.1.7 静电接地系统除与电气设备的保护接地共用一接地装置外,不应与独立避雷针的接地线相连,接地线间隔应不小于 3 m。

6.2 环境增湿技术措施

6.2.1 当 I 级静电敏感场所的空气相对湿度低于 60%,黑火药生产工房的空气相对湿度低于 65%时,应采取环境增湿措施。

6.2.2 环境增湿应采用以下措施：

a) 设置环境增湿器；

b) 向空气中喷洒水雾；

c) 向地面洒水或挂湿帘；

d) 采用水冲洗法清洁粉尘。

6.3 释放和减少人体静电技术措施

6.3.1 I 级静电敏感场所入口处外墙外侧、涉裸药自动化生产线的出入口处应设置人体静电释放装置,人体静电释放装置应方便人员触摸。

6.3.2 人体静电释放装置可与建(构)筑物接地装置连接在一起,接地线之间应采取焊接或固定螺栓等方式牢固连接,接地电阻应不大于 100Ω ,静电接地线不应与独立避雷针的接地线和雨棚等易引雷设施相连,且与接地线间隔应不小于 3 m。

6.3.3 I 级静电敏感场所的作业人员应经常洗手或触摸静电释放装置,消除人体静电。

6.3.4 进入静电敏感场所的作业人员应穿符合 GB 12014 规定的导静电工作服或纯棉工作服和符合 GB 21148 规定的导静电鞋,不应穿化纤、丝绸、毛料等材质的服装,不应戴绝缘手套。

6.4 选用导静电工器具技术措施

6.4.1 I 级静电敏感场所工器具应采用导静电制品,烟火药干法混合、装药、筑药工具应使用铜质、铝质、木质、纸质、导电橡胶等不产生火花材料。

6.4.2 静电敏感场所用于晾晒或盛放烟火药等的器具,应使用导静电塑料树脂等材质,不应使用不导静电的化纤、塑料等材质;静电敏感场所盛装酒精、防潮剂等易燃液体的器具,应选用导静电器具。

6.4.3 搬运烟火药的车辆(电瓶车、手推车)应有 1 个及以上的静电释放接地点,手推车支承柱底面应选用不锈钢、铜、铝、橡胶、塑料等材料,不应使用普通碳素钢等撞击易产生火花材料。

7 防止静电危害的管理措施

7.1 企业制定的安全管理制度和安全操作规程中应包含防静电危害措施。

7.2 应定期对人体静电释放装置、机械设备、金属管道等设备设施的直接静电接地电阻和工作地(台)面的间接静电接地电阻进行检测并记录,检测周期应不大于 6 个月。直接静电接地电阻值测定方法应

采用“三点法”且符合 AQ 4106 的规定,间接静电接地电阻值测定方法应符合附录 A 的规定。

7.3 企业复工复产前(如高温假期后的复工等)应对人体静电释放装置、机械设备、金属管道、工作地(台)面的接地装置进行检查维护,并有检查维护记录。

7.4 静电敏感场所的导静电工器具应有包含电阻值的检验合格报告。

7.5 静电敏感场所的作业人员应定期进行防静电危害知识培训教育。



附录 A

(规范性)

工作地(台)面间接静电接地电阻值测定方法

A.1 测定原理和测定设备

A.1.1 测定原理:将兆欧表的正极接在测量电极上,负极接地,测定测量电极对地之间的电阻值。

A.1.2 测定设备为绝缘电阻测试仪,要求如下:

- a) 测量范围: $10^2 \Omega \sim 10^{12} \Omega$;
- b) 测量精度: $\pm 5\%$;
- c) 测试电极:两个直径为 (65 ± 5) mm 的金属圆柱体;电极材料为不锈钢或铜;电极接触端材料为导电橡胶,其硬度为 (60 ± 10) (邵氏 A 级),厚度为 (6 ± 1) mm,体积电阻小于 500Ω ;电极单重为 (2.5 ± 0.25) kg。

A.2 测定要求

- A.2.1 不应在雷雨天气测定。
- A.2.2 不应在有易燃易爆气体粉尘场所测定。
- A.2.3 测定前应停止生产并清理危险品。
- A.2.4 测定时地面或工作台面应处于干燥洁净状态。
- A.2.5 测定时仪器下应放置绝缘板。
- A.2.6 测定时线路连接应安全可靠,防止测量过程中产生火花。
- A.2.7 测定人员应穿符合 GB 12014 要求的防静电工作服和符合 GB 21148 要求的防静电鞋。
- A.2.8 对生产工房每 10 m^2 测定点应不少于 5 个,不足 10 m^2 的测定点为 5 个。

A.3 测定步骤

- A.3.1 测定前,如地面或台面有污渍,应用水或中性洗涤剂予以清除。
- A.3.2 剥去电极测量面上的保护膜,将裸露出导电膜的电极放置在防静电地(台)面上。
- A.3.3 将“线路”端接至电极上,“接地”端接至接地网上,然后测定出电阻值,此值即作为该测定点的对地电阻值。

A.4 测定结果

- A.4.1 读取的数据应保留到小数点后一位。
- A.4.2 在同一处测定若干点电阻值时,以最高值为该测定范围内地面、台面的电阻值。

附 录 B

(规范性)

导静电工器具电阻值测定方法

B.1 测定原理和测定设备

B.1.1 测定原理:将静电电阻测试仪钳形电极夹在被测样品的两端,测定电阻值。

B.1.2 测定设备为钳形静电电阻测试仪,要求如下:

- a) 测量范围: $10^3 \Omega \sim 10^{12} \Omega$;
- b) 测量精度: $\pm 5\%$ 。

B.2 测定要求

B.2.1 应在停止生产并清理危险品后进行测定。

B.2.2 测定时,线路连接应安全可靠,防止测量过程中产生火花。

B.2.3 不应在有易燃易爆气体粉尘场所测定。

B.2.4 测定时,仪器下应放置绝缘板。

B.2.5 不应在雷雨天测定。

B.2.6 测定人员应穿符合 GB 12014 要求的导静电工作服和符合 GB 21148 要求的导静电鞋。

B.2.7 对不规则的物品测定点应不少于 3 个。

B.3 测定步骤

B.3.1 测定前,如地面或台面有污渍,应用水或中性洗涤剂予以清除,测定时地面或工作台面应处于干燥洁净状态。

B.3.2 将被检测样品放置在绝缘垫上。

B.3.3 将连接线插头插入检测仪的两个插孔,把钳形电极夹在被测物体的最远两端,然后测定出电阻值,此值即作为该测定点的对地电阻值。

B.4 测定结果

B.4.1 读取的数据应保留到小数点后一位。

B.4.2 在同一处测定若干点电阻值时,以最高值为该物体的电阻值。

附 录 C
(资料性)
静电起电极性序列表

静电起电极性序列表见表 C.1。

表 C.1 静电起电极性序列表

金属	纤维	天然物质	合成树脂
(+)	(+)	(+)	(+)
—	—	石棉	—
—	—	人毛、毛皮	—
—	—	玻璃	—
—	—	云母	—
—	羊毛	—	—
—	尼龙	—	—
—	人造纤维	—	—
铅	—	—	—
—	绢	—	—
—	木棉	棉	—
—	麻	—	—
—	—	木材	—
—	—	人的皮肤	—
—	玻璃纤维	—	—
锌	乙酸酯	—	—
铝	—	—	—
—	—	纸	—
铬	—	—	—
—	—	—	硬橡胶
铁	—	—	—
铜	—	—	—
镍	—	—	—
金	—	橡胶	聚苯乙烯
—	维尼纶	—	—
铂	—	—	聚丙烯
—	聚酯	—	—
—	丙纶	—	—
—	—	—	聚乙烯

表 C.1 (续)

金属	纤维	天然物质	合成树脂
—	聚偏二氯乙烯	硝化纤维、象牙	—
—	—	玻璃纸	—
—	—	—	聚氯乙烯
—	—	—	聚四氟乙烯
(—)	(—)	(—)	(—)
注：本表来自 GB 12158，表中列出的两种物质相互摩擦时，处在表中上面位置的物质带正电，下面位置的带负电（属于不同种类的物质相互摩擦时，也是如此），且其带电量数值与该两种物质在表中所处上下位置的间隔有关，即在同样条件下，两种物质所处的上下位置间隔越远，其摩擦带电量越大。			

附录 D

(规范性)

自流平地(台)面铺设方法

D.1 导静电面层材料选择

导静电面层应采用树脂类涂层,树脂涂层可选用环氧树脂、聚氨酯涂料、丙烯酸改性聚氨酯涂料或树脂涂料拌水泥砂浆,各种导静电面层材料的导电系数应为 $5 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm} \sim 1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$,其中有受摩擦不产生火花、耐磨、耐油、防滑、耐酸碱地面,应选用环氧树脂自流平涂料面层。

D.2 地(台)面构造要求

D.2.1 地(台)面自上而下的构造层次为:导静电面层(树脂涂料层)、静电接地网层(铜箔层)、坚实的细石混凝土找平层、隔离层(如需要)、地基。

D.2.2 各构造层应符合下列规定:

- 导静电面层应根据设计要求的地(台)面使用功能和面层材料的导静电性能选定;环氧树脂自流平、聚氨酯自流平涂层厚度应不小于 4 mm;
- 静电接地网层的静电接地网应紧贴导静电面层材料敷设,静电接地网应采用不小于 $10 \text{ mm} \times 0.05 \text{ mm}$ 的自粘铜箔带,且组成纵横间距不大于 1.5 m 的网格;
- 接地网以下的各构造层均可不要求材料的导电性能;
- 找平层应符合下列规定:地(台)面面层下的找平层应采用强度等级 C25(配比:强度等级 42.5 MPa 的水泥 0.46 t,中砂 0.362 m^3 ,粒径小于 16 mm 的石子 0.879 m^3 ,水 0.22 m^3)的细石混凝土,厚度应不小于 40 mm;静电接地网(铜箔层)材料应铺设(或粘贴)在找平层上;
- 设计地(台)面时,应保证地(台)面面层材料与该场所产品和原辅材料的相容性。

D.3 静电接地网

D.3.1 铜箔网可用接地引出线时,应与接地干线(或其接地端子)焊连或压接。压接的接触面积应不小于 25 mm^2 。

D.3.2 静电接地网(带)与接地干线连接应牢固,面积小于或等于 100 m^2 的地(台)面的静电接地网(带)与接地干线的连接点应不少于 2 个,面积大于 100 m^2 的地(台)面的静电接地网(带)与接地干线的连接点应不少于 3 个。

D.3.3 铜箔网与接地干线之间,应采用宽 30 mm、厚 1 mm、长 70 mm 的铜质过渡板连接,铜板的上端应与接地干线焊连或压接,铜板的下端应埋入地(台)面面层之下,并与铜箔网紧密连接;过渡连接板应固定在墙角或墙面。

D.3.4 裸露出地面直接接地的预埋金属套管、地脚螺栓等,均应采用防静电材料对金属裸露部分进行缠绕或涂敷。

D.3.5 接地网(带)的引出端应避开人流、物流集中的区域。

参 考 文 献

- [1] GB 12158—2024 防止静电事故通用要求
-

