ICS 13.260
C 66

中华人民共和国国家标准

GB XXXX—
代替 GB 12156-2006，GB13348-2009

防止静电事故通用要求

General Requirements for preventing electrostatic accidents

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（征求意见稿）

2022 年 06 月

××××－××－××发布　　××××－××－××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　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 通则 3
5 静电防护管理措施 4
6 防静电工作区及分级 5
7 固态物料防护措施 7
8 液态物料防护措施 9
9 气态和粉体物料的静电防护 12
10 人体静电防护措施 13
11 静电事故的分析和确定 14
附　录　A （规范性） 液体石油产品火灾危险性分类说明 15
附　录　B （资料性） 静电起电极性序列表 16
附　录　C （资料性） 人体带电电位与静电电击程度关系 17
参考文献 18

前　　言

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

本文件代替GB 12158-2006《防止静电事故通用导则》和GB 13348-2009《液体石油产品静电安全规程》，与GB 12158-2006和GB 13348-2009相比，主要技术变化如下：

——增加了静电消除器、泄漏电阻、接地电阻定义；

——将 GB 12158-2006 第 4 部分“放电与引燃”、和 6.1“基本防护措施”合并为“通则”作为静电防护的知识背景和通用性要求；

——增加气体爆炸场所、粉尘爆炸场的分级，并增加“静电放电点燃界限”和“物体带电安全管理界限”等技术要求，对防静电工作区的危险情况进行通用性介绍；

——静电防护管理措施部分，增加了“通则”、“组织管理”内容，并修订了人员和检查部分要求。

——将 GB 12158-2006“静电防护技术措施”部分分解为“固态物料防护措施”、“液态物料防护措施”、“气态和粉体物料的静电防护”三章，在“液态物料防护措施”中引入 GB 13348-2009 内容，并对“气态和粉体物料的静电防护”部分进行补充；

——将原 GB 12158-2006 标准第 6.5 部分独立为人体静电防护措施，并增加相关内容。

——删除 GB 12158-2006 附录 A 和附录 D。

本文件由应急管理部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——GB 12158，1990年首次发布，2009年第一次修订；

——GB 13348，1992年首次发布，2009年第一次修订；

——本次为第二次修订。

防止静电事故通用要求

1 范围

本文件描述了静电放电与引燃，规定了静电防护措施，静电危害的安全界限及静电事故的分析和确定方法。

本文件适用于存在静电引燃、引爆等静电危害场所的设计和管理，其它静电危害（如静电电击）可以参考本文件的有关条款。

本文件不适用于火炸药、电火工品的静电危害防范。

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/T 3684 输送带 导电性 规范和试验方法

GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB/T 3836.11 爆炸性环境 第11部分：气体和蒸气物质特性分类 试验方法和数据

GB/T 3836.26-2019 爆炸性环境 第26部分：静电危害 指南

GB 6950 轻质油品安全静止电导率

GB 6951 轻质油品装油安全油面电位值

GB/T 9572 橡胶和塑料软管及软管组合件 电阻和导电性的测定

GB 12014 防护服装 防静电服

GB/T 15463 静电安全术语

GB 21148 足部防护 安全鞋

GB/T 22845 防静电手套

GB/T 32304 航天电子产品静电防护要求

GB/T 39587 静电防护管理通用要求

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

3 术语和定义

GB/T 15463界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

静电导体 static conductor

在任何条件下，体电阻率小于等于1×10^{6} Ω·m（即电导率大于等于1×10^{-6} S/m）的物料及表面电阻率小于等于1×10^{7} Ω的固体表面。

3.2

静电亚导体 static sub-conductor

在任何条件下，体电阻率大于等于1×10^{6} Ω·m，小于1×10^{10} Ω·m的物料及表面电阻率大于1×10^{7} Ω，小于1×10^{11} Ω的固体表面。

3.3

静电非导体 static non-conductor

在任何条件下，体电阻率大于或等于1×10^{10} Ω·m（即电导率小于或等于1×10^{-10}S/m)的物料及表面电阻率等于或大于1×10^{11} Ω固体表面。

3.4

最小点燃能量 minimum ignition energy (MIE)

在常温常压条件下，影响物质点燃的各种因素均处于最敏感的条件，点燃该物质所需的最小电气能量。

3.5

间接接地 indirect static earthing

通过具有一定电阻的材料或防静电材料以及防静电制品使物体接地的一种接地方式。

3.6

接地电阻 earthing resistance

静电接地系统的对地电阻，用受控表面与接地连接点之间的电阻表示。

3.7

泄漏电阻 leakage resistance

在一定电压下，防静电物体表面对接地点的电阻。

3.8

静电消除器

采用电荷中和或接地泄放的方式，将人员、装置所携带的静电进行中和或转移至地的装置。

3.9

爆炸危险场所 explosive dangerous place

爆炸性混合物(气体及粉尘)出现的或预期可能出现的数量达到足以要求对电气设备的结构、安装和使用采取预防措施的场所。

3.10

静电危险场所 area of electrostatic hazards

空间存在可由静电引爆的爆炸性混合物，或对其进行直接加工、处理和操作等工艺场所的统称。

[GB/T 15463-2018，定义5.39]

3.11

油面电位

轻质油品在输送过程中，由于与管壁及过滤器等摩擦而产生的静电荷，随油品流入容器内，使油品对地产生电位差，油面对地的电位差称之为油面电位。[GB 6951-1986]

3.12

缓和时间 relaxation time of charge

带电体上的电荷（或电位）消散至其初始值的1/e(约37%)时所需的时间。

3.13

静置时间 timie of response, timie of rest

在有静电危险的场所进行生产时，由设备停止操作到物料（通常为液体）所带静电消散至安全值以下，允许进行下一步操作所需要的间隔时间。

3.14

静电放电 Electrostatic Discharge

两个具有不同静电电位的物体，由于直接接触或静电场感应引起的两物体间的静电荷的快速转移。

[GB/T 32304-2015，定义3.1.1]

4 通则

4.1 放电与引燃

4.1.1 不同放电形式具有不同的引燃能力，典型静电放电的特点及其引燃能力见表1，作业场所应避免高引燃能力静电放电类型的产生。

表1 静电放电类型及其引燃能力

放电种类	发生条件	特点及引燃性
电晕放电	当电极相距较远，在物体表面的尖端或突出部位电场较强处较易发生	有时有声光，气体介质在物体尖端附近局部电离，不形成放电通道。感应电晕单次脉冲放电能量小于20 μJ，有源电晕单次脉冲放电能显则较此大若干倍，引燃、引爆能力小
刷形放电	在带电电位较高的静电非导体与导体间较易发生	有声光，放电通道在静电非导体表面附近形成许多分叉，在单位空间内释放的能量较小，一般每次放电能量不超过4 mJ，引燃、引爆能力中等
火花放电	主要发生在相距较近的带电金属导体间或静电导体间	有声光，放电通道一般不形成分叉，电极上有明显放电集中点，释放能量比较集中，放电能量可达1 J，引燃、引爆能力很强。
传播型刷形放电	仅发生在具有高速起电的场合，当静电非导体的厚度小于8 mm，其表面电荷密度大于或等于0.27 mC/m^2时较易发生	放电时有声光，将静电非导体上一定范围内所带的大量电荷释放，引燃、引爆能力强。

4.1.2 应注意在相同带电电位条件下，液体或固体表面带负电荷时发生的放电比带正电荷时发生的放电，对可燃气体的引燃能力可大一个数量级。

4.1.3 在下列环境下，更易发生引燃、引爆等静电危害：

——可燃物的温度比常温高；

——局部环境氧含量（或其他助燃气含量）比正常空气中高；

——爆炸性气体的压力比常压高；

——相对湿度较低。

4.2 基本防护措施

4.2.1　减少静电荷产生

对接触起电的物料，应尽量选用在带电序列中位置较邻近的，或对产生正负电荷的物料加以适当组合，使最终达到起电最小。静电起电极性序列表见附录B。

在生产工艺的设计上，应尽量避免冲击、摩擦与分离过程，对有关物料应尽量做到接触面积和压力较小，接触次数较少，运动和分离速度较慢。

4.2.2　加快静电耗散

4.2.2.1　在静电危险场所，所有孤立的静电导体的物体应接地。对金属物体应采用金属导体与大地做导通性连接，必要时应设多点接地。对金属以外的静电导体及亚导体则应作间接接地。

4.2.2.2　静电导体与大地间的总泄漏电阻值不应大于 1.0×10^{6} Ω，专设的静电接地体的接地电阻值不应大于 100 Ω，在山区等土壤电阻率较高的地区，专设静电接地体的接地电阻值不应大于 1000 Ω。

4.2.2.3　须使用泄漏电阻限制静电导体对地的放电电流的情况，泄漏电阻值最大不应超过 1.0×10^{9} Ω，一般场所应控制在 1.0×10^{4} Ω~1.0×10^{6} Ω，

4.2.2.4　工艺允许情况下，局部环境的相对湿度应增加至 50 %以上，但增湿不得用在气体爆炸危险场所 0 区。

4.2.2.5　生产工艺设备应采用静电导体或静电亚导体，未经试验或规范性文件确认其安全性，避免采用静电非导体。试验记录或确认材料应成为单位内部管理规范文件的一部分。

4.2.2.6　对于高带电的物料，应通过在接近排放口前的适当位置装设静电缓和器，或在某些物料中添加适量的防静电添加剂，以降低其电阻率的方式降低静电风险。

4.2.2.7　在生产现场使用静电导体制作的操作工具应接地。

4.2.3　带电体应进行局部或全部静电屏蔽，或利用各种形式的金属网以减少静电的积聚。同时屏蔽体或金属网应可靠接地。

4.2.4　在设计和制作工艺装置或装备时，应避免存在静电放电的条件，如在容器内避免出现细长的导电性突出物和避免物料的高速剥离等。

4.2.5　控制环境中可燃物的浓度，保持在爆炸下限以下。

4.2.6　限制静电非导体材料制品的暴露面积及暴露面的宽度。

4.2.7　在遇到分层或套叠的结构时应避免使用静电非导体材料。

4.2.8　在静电危险场所使用的软管及绳索的单位长度电阻值应介于 1.0×10^{3} Ω/m~1.0×10^{6} Ω/m，阻值测试时应使软管、绳索的抻拉受力与工作状态尽可能一致。

4.2.9　在气体爆炸危险场所禁止使用金属链。

4.2.10　使用静电消除器迅速中和静电：

——静电危险场所要使用防爆型静电消除器。

——消除属于静电非导体物料的静电，应根据现场情况采用不同类型的静电消除器。

——静电消除器应安装在带电体接近最高电位的部位。

5　静电防护管理措施

5.1　通则

静电危险场所相关单位应采用必要的管理手段，对静电防护的各流程、环节及其中的静电防护技术方法、设备、器具、人员行为进行规范和约束，可参照GB/T 39587建立适合其条件的静电防护管理体系。

5.2 组织管理

静电危险场所相关单位应明确静电防护工作的最高管理者、静电防护管理实施部门。

5.3 文件

在静电危险场所应制定静电危害控制方案，并成为单位内部管理规范文件的一部分。其内容应至少包括：

——可能产生的静电危害；

——静电危害的表现形式；

——静电危害的产生原因；

——静电危害的控制措施；

——人员的培训计划；

——防静电措施的验证；

——静电防护行为相关记录。

5.4 人员

在静电危险场所工作的人员，应定期的防静电危害培训。培训应同本单位的实际工作结合，培训的内容应包括法规的培训、防静电措施的执行方法、必要的演习及知识的补充。

对进入静电危险场所的非操作人员，包括但不限于短期来访的外来人员、维修人员、保洁人员等，应配备公用的个体防静电装备。进入静电危险场所前，应由有经验的工作人员以适合的方式告知有关规定。

5.5 识别

静电危险场所相关单位应识别作业范围内的静电敏感物具体信息，识别静电危险场所范围、静电危险环节、静电防护人员/用品/设备设施。

5.6 检查

在工作中应按照静电危害控制方案对关键数据进行实时监测并记录，并由具有资质的第三方机构对监测装置进行定期的计量。检查和检测与计量频率取决于控制对象的用途、耐久性及失效的风险。

应建立静电防护管理工作的检查机制，对检查发现的问题项、不符合项及时采取纠正措施。

5.7 标志与记录

所有静电危险场所应设立明显的危险标志。标志应标明防静电工作区等级，并标明静电危险场所的入口与边界。静电危险场所必须有接地点、应使用的防静电物品、必备的衣物、静电危险区及活动方面的限制等标志。

静电敏感物、盛装静电敏感物的防静电包装/器材设备应张贴清晰明确的风险等级标识。

所有的工作都应被记录在案并保存。

6 防静电工作区及分级

6.1 通则

按照作业场所静电引起爆炸事故的概率的高低，将防静电工作区分为0区，1区，2区（气体爆炸场所）和20区，21区，22区（粉尘爆炸场所），数字越小，对应静电产生爆炸的危险性越高，对应静电防护需求越高。

6.2 气体爆炸场所分级

按气体爆炸危险可能发生的大小对气体爆炸危险场所的分级，包括：

——0 区：在正常情况下，爆炸性气体（含蒸气和薄雾)混合物连续地、短时间频繁地出现或长时间存在的场所。

——1 区：在正常情况下，爆炸性气体（含蒸气和薄雾)混合物有可能出现的场所。

——2 区：在正常情况下，爆炸性气体混合物不能出现，仅在不正常情况下，偶尔短时间出现的场所。

注：正常情况是指设备的正常启动、停止、正常运行和维修情况。爆炸性气体分类见GB/T 3836.11。

6.3 粉尘爆炸场所分级

按粉尘爆炸危险性可能发生的大小对粉尘爆炸危险场所进行分级，包括：

——20 区：在正常运行过程中可燃性粉尘连续出现或经常出现，其数量足以形成可燃性粉尘与空气混合物和/或可能形成无法控制和极厚的粉尘层的场所及容器内部。

——21 区：在正常运行过程中，可能出现粉尘数量足以形成可燃性粉尘与空气混合物但未划入 20 区的场所，该区域包括与充入或排放粉尘点直接相邻的场所。

——22 区：在异常情况下，可燃性粉尘云偶尔出现并且只是短时间存在或可燃性粉尘偶尔出现堆积或可能存在粉尘层并且产生可燃性粉尘空气混合物的场所。

注：如果不能保证排除可燃性粉尘堆积或粉尘时，则应划分为21区，爆炸性及可燃性粉尘分类见GB 50058。

6.4 静电放电点燃界限

6.4.1 导体间的静电放电能量按式（1）计算：

$$W=1/2（C\times V^2） \quad (1)$$

式中

W——放电能量，单位为焦耳（J）；

C——导体间的等效电容，单位为法（F）；

V——导体间的电位差，单位为伏特（V）；

根据式（1）计算，当放电能量（W）大于可燃物的最小点燃能量（MIE）时，就有引燃危险。

6.4.2 当两导体电极间的电位低于 1.5 kV 时，不会因静电放电使最小点燃能量大于或等于 0.25 mJ 的烷烃类石油蒸气引燃。

6.4.3 在接地针尖等局部空间发生的感应电晕放电不会引燃最小点燃能量大于 0.2 mJ 的可燃气。

6.5 物体带电安全管理界限

6.5.1 当固体器件的表面电阻率或体电阻率分别在 1×10^8 Ω 及 1×10^6 Ω·m 以下时，除了与火炸药有关情况外，一般在生产中不会因静电积累面引起危害。对某些爆炸危险程度较低的场所（如环境湿度较高、可燃物最小点燃能量较高等情况）在正常情况下，表面电阻率或体电阻率分别低于 1×10^{11} Ω 和 1×10^{10} Ω·m 时，也不会因静电积累引起静电引燃危险。

6.5.2　非金属材料的液体贮存罐、输送管道用于爆炸危险场所时，表面电阻率和体电阻率应分别低于 $1\times10^{10}\ \Omega$ 及 $1\times10^{8}\ \Omega\cdot m$，或采取其它静电防护措施。

注：其它静电防护措施包括使用静电消除器，使用惰性气体保护等。

6.5.3　在气体爆炸危险场所外露静电非导体部件的最大宽度及表面积，参见表 2。

表 2　爆炸危险场所外露静电非导体最大宽度及表面积

环境条件		最大宽度 / cm	最大表面积 / cm^2
0 区	I 类	3.0	100
	IIA 类	0.3	50
	IIB 类	0.3	25
	IIC 类	0.1	4
1 区	I 类	3.0	100
	IIA 类	3.0	100
	IIB 类	3.0	100
	IIC 类	2.0	20
2 区	I 类	3.0	100
注：爆炸性气体类别见GB/T 3836.11			

6.5.4　固体静电非导体（背面 15 cm 内无接地导体）的不引燃放电安全电位对于最小点燃能量大于 0.2 mJ 的可燃气是 15 kV。

7　固态物料防护措施

7.1　非金属静电导体或静电亚导体与金属导体相互联接时，其紧密接触的面积应大于 20 cm^2。

7.2　架空配管系统各组成部分，应保持可靠的电气连接。室外的系统同时要满足国家有关防雷规程 的要求。

7.3　防静电接地线不得利用电源零线，不得与防直击雷地线共用。

7.4　在进行间接接地时，应在金属导体与非金属静电导体或静电亚导体之间，加设金属箔，或涂导电性涂料或导电剂以减少接触电阻。

7.5　在振动和频繁移动的器件上用的接地导体禁止用单股线及金属链，应采用 6 m 而 以上的裸绞线或编织线。

7.6　使用耗散性涂覆材料对非防静电材料进行包覆处理时，应注意涂覆材料的性质

a)　应保证耗散性涂覆不能被洗掉、擦掉也不能随时间推移而失效，否则，此类涂覆仅适用于作为减少静电电荷积累的临时措施。

b)　通过添加材料使表面吸收湿气以提高表面导电性的，应注意如环境湿度过低（低于 30 %）时，材料可能成为绝缘性材料并积累静电电荷。

c)　防静电包装材料用的耗散性添加剂应与所包装产品相匹配，如产品吸收其接触的耗散性添加剂，则可能导致产品污染和/或使包装耗散性能丧失。

7.7　用于传动或运输固体材料的输送带，通过输送带端部运至料头或斜槽的材料能够携带大量电荷，应注意静电引燃的风险，不同场所所用传送带及其转速要求见表 3。应注意导电性或耗散性输送带不能移除绝缘传送物携带的电荷。

表 3　传送带要求

<table>
<tr><td rowspan="2">带速度</td><td rowspan="2">0区</td><td colspan="2">I区</td><td rowspan="2">2区</td><td colspan="2">20区</td><td rowspan="2">21区</td><td rowspan="2">22区</td></tr>
<tr><td>IIC</td><td>IIA和IIB</td><td>MIE≤10 mJ</td><td>MIE＞10 mJ</td></tr>
<tr><td>≤0.5 m/s</td><td colspan="2">可使用耗散性传送带及导电性滑轮，不得使用传送带连接装置</td><td>可使用耗散性传送带及导电性滑轮，可以使用传送带连接装置</td><td rowspan="3">除经验表引燃放电情况频繁发生，无要求</td><td colspan="3">可使用耗散性传送带及导电性滑轮，可以使用传送带连接装置</td><td rowspan="3">除经验表明引燃放电情况频繁发生，无要求</td></tr>
<tr><td>0.5 m/s~5 m/s</td><td colspan="2" rowspan="2">不允许</td><td rowspan="2">耗散性传送带及导电性滑轮，不使用传送带连接装置</td><td colspan="2" rowspan="2">不允许</td><td colspan="2" rowspan="2">可使用耗散性传送带及导电性滑轮，不使用传送带连接装置</td></tr>
<tr><td>5 m/s~30 m/s</td></tr>
<tr><td colspan="9">注1：暂无速度＞30m/s的传送带的相关信息。
注2：1区的要求（IIA、IIB）同样适用于I类设备，然而，绝缘性煤尘传送带很难点燃的导电性煤尘，因此如果风险评估标明点燃风险很低则可采用类似的传送带。
注3：对通过电晕放电方式耗散电荷的传送带，本表格不适用，应由专家测试，如测量其在最易起电条件下的起电能力。</td></tr>
</table>

7.8　耗散性传送带应符合如下要求之一：

a)　按照 GB/T 3684 规定的方法测试，传送带两面的表面电阻均小于 300MΩ；

b)　按照 GB/T 3836.26-2019 标准中 3.21 规定的电极布局测量传送带两面的表面电阻，均小于 75MΩ；

c)　多层不同材料制成的传送带，两相对外表面之间的电阻（在 23℃±2℃，50%RH±5%RH 条件下测量）小于 1GΩ。

注：传送带上覆盖的蜡层或污物层可能增加其荷电率及电阻，从而增加充电危害。修理工作应保证不会增加这些数值。最基本的是保证用于连接传送带的绝缘性粘合剂不会中断导电通路。

7.9　用于驱动旋转部件或机器的传动带，由于接触表面的连续分离会生成的电荷，应根据危险场所的不同选择不同的传动带，不同场所设备所用传动带应符合表 4 的要求。

表 4　传动带要求

<table>
<tr><td rowspan="2">带速度</td><td rowspan="2">0区</td><td colspan="2">I区</td><td rowspan="2">2区</td><td colspan="2">20区</td><td rowspan="2">21区</td><td rowspan="2">22区</td></tr>
<tr><td>IIC</td><td>IIA和IIB</td><td>MIE≤10 mJ</td><td>MIE＞10 mJ</td></tr>
<tr><td>≤0.5m/s</td><td colspan="2">使用耗散性动带及导电性滑轮，不得使用传送带连接装置</td><td>使用耗散性传送带及导电性滑轮，可使用传送带连接装置</td><td rowspan="3">除经验表明引燃放电情况频繁发生，无要求</td><td colspan="3">使用耗散性传动带及导电性滑轮，可使用传送带连接装置</td><td rowspan="3">除经验表明引燃放电情况频繁发生，无要求</td></tr>
<tr><td>0.5 m/s~5 m/s</td><td colspan="2" rowspan="2">不允许</td><td rowspan="2">耗散性传送带及导电性滑轮，不得使用传送带连接装置</td><td colspan="2" rowspan="2">不允许</td><td colspan="2" rowspan="2">使用耗散性传送带及导电性滑轮，不得使用传送带连接装置</td></tr>
<tr><td>5 m/s~30 m/s</td></tr>
<tr><td colspan="9">注1：暂无速度＞30 m/s的传动带的相关信息。
注2：对通过电晕放电方式耗散电荷的传动带，本表格不适用，应由专家测试，如测量其在最易起电条件下的起电能力。</td></tr>
</table>

7.10　耗散性传动带应符合如下要求之一：

a) 满足式2要求

$$R \times B/L \leqslant 600\ k\Omega \quad (2)$$

式中：

L——传动带上两个导电性电极间的距离；

B——平带的宽度或V型带侧面宽度的两倍；

R——温度（23±2）℃，无湿气凝聚时测得电极间电阻。

b) 由多层不同材料制成的传送带，两相对外表面之间的电阻（在23℃±2℃，50 %RH±5 %RH条件下测量）小于1 GΩ。

注：传动带上覆盖的蜡层或污物可能增大其荷电性和电阻，从而增加充电危害。应注意保证修理工作不会增加这些数值。最基本的应保证用于连接传动带的绝缘性粘合剂不会中断导电通路。

8 液态物料防护措施

8.1 灌装和采样

8.1.1 在生产工艺的操作上，应控制液体处于安全流速范围内。

8.1.2 装油鹤管、管道、罐车应跨接和接地。采用顶部装油时，装油鹤管口应深入到距槽罐的底部不大于200 mm。

8.1.3 灌装铁路罐车时，液体在鹤管内的容许流速按式(2)计算：

$$V \times D \leqslant 0.8 \quad (3)$$

式中：

V——烃类液体流速的数值，单位为米每秒（m/s）；

D——鹤管内径的数值，单位为米（m）。

如使用大鹤管装车时，出口流速可超过按式（1）所得的计算值，但不得大于5 m/s。

8.1.4 灌装汽车罐车时，液体在鹤管内的容许流速按式（3）计算：

$$V \times D \leqslant 0.5 \quad (4)$$

式中：

V——烃类液体流速的数值，单位为米每秒（m/s）；

D——鹤管内径的数值，单位为米（m）。

8.1.5 烃类液体中应避免混入其他不相容的第二物相杂质，如水等。并应尽量减少和排除槽底和管道中的积水。当管道内明显存在不相容的第二物相时，其流速应限制在 1 m/s 以内。

8.1.6 当液体带电很高时，例如在精细过滤器的出口，可先通过缓和器后再输出进行灌装。带电液体 在缓和器内停留时间，按缓和时间的3倍来设计，缓和时间按式（4）规定的方法计算。对于电导率大于50 pS/m的液体，可不受缓和时间的限制。

$$T=(\varepsilon_r \times \varepsilon_0)/\sigma \quad (5)$$

式中：

T——缓和时间，单位为秒（s）；

ε_r——液体相对介电常数；

ε_0——真空介电常数，单位为皮法每米（pF/m）；

σ——液体的电导率，单位为皮西门子每米（pS/m），测试应依据GB 6950规定的方法进行。

8.1.7　在输送和灌装过程中，应防止液体的飞散喷溅，从底部或上部入罐的注油管末端应设计成不易使液体飞散的倒 T 形等形状或另加导流板；或在上部灌装时，使液体沿侧壁缓慢下流。

8.1.8　对罐车等大型容器灌装类烃液体时，应首选底部进油方式。若不得已采用顶部进油时，注油管应伸入罐内距罐底不大于 200 mm。顶部进油过程中，在注油管未浸入液面前，其流速应限制在 1 m/s 以内，当注入口浸没 200 mm 后，可逐步提高流速，但最大流速不应大于 7 m/s。如采用其他有效防静电措施（如防静电添加剂、静电消除器等），可不受上述限制。

8.1.9　油罐汽车在装卸过程中应采用专用的接地导线（可卷式）、夹子和接地端子将罐车与装卸设备相互联接起来。接地线的联接应在油罐开盖以前进行；接地线的拆除应在装卸完毕，封闭罐盖以后进行。有条件时可尽量采用接地设备与启动装卸用泵相互间能联锁的装置。

8.1.10　不应使用无挡板汽车罐车运输轻质油品。

8.1.11　汽车罐车未经清洗不得换装油品。

8.1.12　在贮存罐、罐车等大型容器内，可燃性液体的表面，不允许存在不接地的漂浮物。

8.1.13　轻质油品的进出口管口应接近油罐底部，轻质油品的分类方法见附录 A。

8.1.14　当设备在灌装、循环或搅拌等工作过程中，禁止进行取样、检尺或测温等现场操作。在设备停止工作后，应静置一段时间才允许进行上述操作。所需静置时间见表 5,对油槽车的静置时间应不小于 2 min。

表 5　不同电导率烃类液体静置时间表

单位：分钟（min）

液体电导率（S/m）	液体容积（m^3）			
	＜10	10~50	50~5000	＞5000
＞10^{-8}	1	1	1	2
10^{-12}~10^{-8}	2	3	20	30
10^{-14}~10^{-12}	3	5	60	120
＜10^{-14}	10	15	120	240
注：若容器内设有专用量槽时，按量槽内液体容积＜10 m^3取值				

8.1.15　对金属材质制作的取样器，测温器及检尺等在操作中应接地。有条件时应采用具有防静电功能的工具。

8.1.16　取样器、测温器及检尺等装备上所用合成材料的绳索及油尺等，应使用静电亚导体材料，其单位长度电阻值应为1×10^5 Ω/m~1×10^7 Ω/m,或表面电阻和体电阻率分别低于 1×10^{10} Ω及1×10^8 Ω ¶m。

8.1.17　在设计和制作取样器、测温器及检尺装备时，应优先采用红外、超声等原理的装备，以减少静电危害产生的可能。

8.1.18　进行油品采样、计量和测温时，不得猛拉快提，上提速度不得大于 0.5 m/s，下落速度不得大于 1 m/s。

8.1.19　油罐的接地点应设两处以上，沿油罐外围均匀布置，其间距应不大于 30 m。

8.1.20　当油罐内壁采用导静电型防腐蚀涂料时,应采用本征型导静电防腐蚀涂料或非碳系的浅色添加型导静电防腐蚀涂料，涂层的表面电阻率应为（10^8~10^{11}）Ω。

8.1.21　烃类液体中可加入微量的防静电添加剂，使电导率提高至 250 pS/m 以上。

8.1.22　当在烃类液体中加入防静电添加剂来消除静电时，其容器应是静电导体并可靠接地，且需定期检测其电导率，以便使其数值保持在规定要求以上。

8.1.23　当不能以控制流速等方法来减少静电积聚时，可以在管道的末端装设液体静电消除器。

8.1.24　当用软管输送易燃液体时，应使用导电软管或内附金属丝、网的橡胶管，且在相接时注意静电的导通性。

8.1.25　在使用小型便携式容器灌装易燃绝缘性液体时，应用金属或导静电容器，不得使用静电非导体容器，对金属容器及金属漏斗应跨接并接地。

8.1.26　轻质油品装油时，油面电位应低于 12 kV。

8.1.27　轻质油品安全静止电导率应大于 50 pS/m。

8.1.28　对于采取了基本防护措施的，内表面涂有静电非导体的导电容器，若其涂层厚度不大于 2 mm，并避免快速重复灌装液体，则此涂层不会增加危险。

8.2　搅拌、混合和调合

8.2.1　搅拌、混合、调合设备的所有金属零部件均应进行电气连接并接地。如果设备有绝缘内衬，可采取内部电荷泄放措施。

8.2.2　不应用压缩空气进行汽油、煤油、轻柴油的调合。重柴油等用压缩空气调合时，应控制风压不大于 343 kPa，并使油品调合温度至少低于该油品闪点 20 ℃。

8.3　吹扫和清洗

8.3.1　采用蒸汽进行吹扫和清洗时，受蒸汽喷击的管线、导电物体应与油罐或设备进行接地连接。

8.3.2　不应使用压缩空气对汽油、煤油、苯、轻柴油等产品的管线进行清扫。

8.3.3　不应使用汽油、苯类等易燃溶剂对设备、器具吹扫和清洗。

8.3.4　使用液体喷洗容器时，压力不得大于 980 kPa。

8.3.5　容器的清洗过程应该避免可燃的环境条件，并且在清洗后静置一定时间才可使用。

8.4　在可燃的环境条件下灌装、检尺、测温、清洗等操作时，应避开可能发生雷暴等危害安全的恶劣天气，同样强烈的阳光照射可使低能量的静电放电造成引燃或引爆。

8.5　在易燃易爆液体和空气的混合物接近爆炸浓度极限范围的情况下，应采取作业场所通风措施，必要时可配置惰性气体系统。

8.6　油轮和船舶

8.6.1　作业前应用绝缘护套导线通过防爆开关将码头与船体跨接，作业后拆除跨接连线。输油臂或软管上如装有 25 kΩ~2500 kΩ的绝缘法兰或防静电软管，不宜设跨接线。使用软管输送轻质油品前，应做电气连续性检查。

8.6.2　禁止采用外部软管从舱口直接灌装轻质油品。不应使用空气或惰性气体将管中剩油驱入油舱内。

8.6.3　装油初速度不大于 1 m/s，当入口管浸没后，可提高流速，但不应大于 7 m/s。

8.6.4　油舱内不应存在任何未接地的浮动物。

8.6.5　装油完毕应静置至少 10 min，再进行采样、测温、检尺等操作。若油舱容积大于 5000 m^3时，应静置 30 min 后作业。

8.6.6　当油舱装有闪点小于 60 ℃的油品时，油舱系统宜配备惰性气体装置。

8.7　飞机

8.7.1　飞机加油前，应将机体和加油设备同时接地。

8.7.2　压力加油时，机体和加油接头应直接连接。翼上加油时，机体与加油枪应保持良好接触。

8.7.3　飞机加油宜采用导电性软管。

8.7.4　当油品电导率大于 250 pS/m 时，其加油速度可达至 7 m/s。

8.8　油桶

8.8.1　当采用金属管嘴或金属漏斗向金属油桶装油时，各部分应保持良好的电气连接，并可靠接地。

8.8.2　不应使用绝缘性容器加注汽油、煤油等。

8.8.3　防静电容器加注油品时，容器上的任何金属部件应与装油管线跨接。若使用金属漏斗加注，金属漏斗也应接地。

8.9　管路

8.9.1　管路系统的所有金属件，包括护套的金属包覆层应接地。管路两端和每隔 200 m~300 m 处，应有一处接地。当平行管路相距 10 cm 以内时，每隔 20m 应加连接。当管路交叉间距小于 10 cm 时，应相连接地。

8.9.2　对金属管路中间的非导体管路段，除需做屏蔽保护外，两端的金属管应分别与接地干线相接。非导体管路段的金属件应跨接、接地。

8.9.3　管道泵及过滤器、缓冲器等应可靠接地。

8.9.4　用管路输送油品，应避免混入空气、水、灰尘等物质。

8.9.5　应尽量采用金属导体制作管道或部件。当采用静电非导体时，应具体测量并评价其起电程度。必要时应采取相应措施，评价过程和所采取的措施应形成文件并成为单位内部管理规范文件的一部分。

9　气态和粉体物料的静电防护

9.1　作业过程应注意所处区域类型，并进行必要的静电防护措施，应采取如下一项或全部措施：

a)　增加散装物料的电导率，例如通过涂层；
b)　用接地导电设备代替绝缘设备；
c)　粉末加湿；
d)　电离；
e)　减少散状物料中的细颗粒，例如，避免磨损或摩擦产生细颗粒；
f)　避免分散，例如，用致密相运输代替稀释相运输；
g)　减少输送速度、流量和空气流速；
h)　采用惰化技术避免静电引燃、引爆风险
i)　避免大量散状物料；
j)　采用重力运输代替气动运输；
k)　气动运输中使用导电性或防静电的管道，依据 GB/T 9572 规定的方法测试，管道内壁任意位置电阻应不大于 100 MΩ。

9.2　在工艺设备的设计及结构上应避免粉体的不正常滞留、堆积和飞扬；同时还应配置必要的密闭、清扫和排放装置。

9.3　粉体的粒径越细，越易起电和点燃。在整个工艺过程中，应尽显避免利用或形成粒径在 75 μm 或更小的细微粉尘。

9.4　应按工艺分片（分区域）设置相对独立的除尘系统，不同类别的可燃性粉尘不应合用同一除尘系统。

9.5　除尘系统的导电部件应进行等电位连接，并可靠接地，接地电阻应小于 100 Ω，管道连接法兰应进行防静电跨接。

9.6　绝缘性粉尘过滤织物不应隔断导电性或耗散性材料构成的部件的接地连接，当散状物料的 MIE 小于 3 mJ 时，应确保所有金属部件如夹具等接地，且电容大于 10 pF。如物料中存在可燃性蒸气或处理 MIE 小于 30 mJ 的非金属导电性粉末时，应使用由导电且接地的材料制成的过滤织物，接地电阻应小于 100 MΩ。

注：如相关规程无明确禁止使用干燥介质型集尘器，导电且接地材料制成的过滤织物也可用于MIE小于30 mJ的可燃性金属粉尘。

9.7　气流物料输送系统内，应防止偶然性外来金属导体混入，成为对地绝缘的导体。

9.8　应采用金属导体制作管道或部件，当采用静电非导体时，应具体测量并评估其起电程度，必要时采取相应措施，测量和评估过程及所采取措施应形成文件并成为单位内部管理规范文件的一部分。

9.9　所有金属设备、装置外壳、金属管道、支架、构件、部件等，应采用防静电直接接地措施，不便或工艺不准许直接接地的，应通过导静电材料或制品间接接地。

9.10　直接用于盛装起电粉料的器具、输送粉料的管道（带）等，应采用金属或防静电材料制成。

9.11　金属管道连接处（如法兰），应进行防静电跨接。

9.12　必要时，可在气流输送系统的管道中央，顺其走向加设两端接地的金属线，以降低管内静电电位。也可采取专用的管道静电消除器。

9.13　对于强烈带电的粉料，宜先输入小体积的金属接地容器，待静电消除后再装入大型料仓。

9.14　大型料仓内部不应有突出的接地导体。在顶部进料时，进料口不得伸出，应与仓顶取平。

9.15　当筒仓的直径在 1.5 m 以上时，且工艺中粉尘粒径多数在 30 μm 以下时，要用惰性气体置换、密封筒仓。

9.16　在填装和清空筒仓过程中，筒仓和容器应接地。

9.17　容积大于 100 m^3，含有可燃性气体的罐，不应用蒸汽清洗。容积不大于 100 m^3 的罐可用蒸汽清洗，但蒸汽喷嘴和系统的其他金属部件应可靠接地，且被清洁的罐和容器也应接地。

9.18　工艺中需将静电非导体粉粒投入可燃性液体或混合搅拌时，应采取相应的综合防护措施。

9.19　收集和过滤粉料的设备，应采用导静电的容器及滤料并予以接地。

9.20　对输送可燃气体的管道或容器等，应防止不正常的泄漏，并应装设气体泄漏自动检测报警器。

9.21　采用惰化技术避免静电引燃、引爆风险时，应对采用惰化防爆的工艺设备进行氧浓度监测。

9.22　使用惰性气体对含有可燃性气体混合物或粉尘悬浮物的罐体进行惰化灌注时，应使用不含颗粒物的气体或在高压释放过程不凝结产生液态或固态相的气体。灌注过程应缓和以避免带动粉尘。

9.23　高压可燃气体的对空排放，应选择适宜的流向和处所。对于压力高、容量大的气体如液氢排放时，应在排放口装设专用的感应式静电消除器。同时要避开可能发生雷暴等危害安全的恶劣天气。

10　人体静电防护措施

10.1　当气体爆炸危险场所的等级属 0 区和 1 区，且可燃物的最小点燃能量在 0.25 mJ 以下时，工作人员需穿着防静电鞋、防静电服。防静电服应符合 GB 12014 标准的要求，防静电鞋应符合 GB 21148 的相关要求。如需使用手套，手套的防静电性能应符合 GB/T 22845 的要求。

10.2　静电危险场所的工作人员，外层服装应使用符合 GB 12014 规定的防静电服产品、并搭配符合 GB 21148 规定的防静电鞋或导电鞋，且各部分穿着物应存在电气连续性，地面应配用导电地面。如需使用手套，手套的防静电性能应符合 GB/T 22845 的要求。

10.3　如场地地面，鞋靴等无法为人员提供充分的接地，应使用采用安全有效的局部静电防护措施（如腕带），以防止静电危害的发生。

10.4　禁止在静电危险场所穿脱衣物、帽子及类似物，并避免剧烈的身体运动。

10.5　在进入静电危险场所前应对进入防静电工作区的人员的静电防护措施进行确认，确认合格后方可进入。

10.6　泵房的门外、油罐的上罐扶梯入口与采样口处、装卸作业区内操作平台的扶梯入口及悬梯口处、装置区采样口处、码头入口处等作业场所应设人体静电消除器。

11　静电事故的分析和确定

11.1　凡疑为静电引燃的事故，除按常规进行事故调查分析外，还应按照本部分的规定进行分析及确认。

11.2　检查分析是否存在发生静电放电引燃的必要条件：

——充分收集事故现场视频记录、人员描述等信息，明确事故发生具体位置、时间、环节及相关人员、设备、物料情况。

——通过对有关的运转设备、物料性能、人员操作以及环境情况的分析，推测可能带有静电的设备、物体和带电程度，以及放电的物件、条件和类型。

——收集和测取必要的有关技术参数，并估算可能的放电能量。

——参考本文件提出的有关界限，对是否属于静电放电火源做出倾向性意见，或对较为简单明显的情况做出相应的结论。

11.3　对于较复杂的情况，则应根据实际的需要和可能，选取以下部分或全部内容，作进一步的测试，并通过综合分析后，做出相应的结论。

11.3.1　充分收集或测取有关技术参数，主要包括环境温度湿度和通风情况、可燃物种类、释放源位置及可能的爆炸性气体浓度分布情况，已有的防火防爆措施及其实际作用，与静电有关的物料的流量流速和人员动作及操作情况，非静电的其他火源的可能性等。

11.3.2　遗留残骸件的分析检验，其方法是选出可能带有静电并发生放电的物件（主要是金属件）通过电子显微镜作微观形貌观察，查明是否存在类似“火山口”特征的高温熔融微坑。以确定静电放电的具体部位，肯定事故的原因。

11.3.3　物件的起电程度和放电能量难以用分析的方法予以定量或半定量确定时，需参考事故发生时的具体条件，进行实物模拟试验，加以验证。模拟试验可在现场或在其他适宜场所进行。

11.3.4　对有关情况数据作进一步综合分析，观察各种情况数据间的相互关系是否符合客观规律和是否存在矛盾，必要时还须对其他情况或数据（包括非静电技术方面的）作补充收集或测试，以便做出最终结论。

附　录　A
（规范性）
液体石油产品火灾危险性分类说明

A.1　液体石油产品分类

液体石油产品火灾危险性按闪点高低可分为三类（见表A.1），轻质油品为表A.1中甲、乙类液体石油产品。

表 A.1　液体石油产品火灾危险性分级

类别		闪点/℃	举例
甲		＜28	石脑油、苯类、轻质溶剂油、汽油类油品等
乙		28~60	喷气燃料、灯用煤油、轻柴油等油品
丙	A	60~120	重柴油、重油类油品
	B	＞120	100号、115号重油、润滑油等油品

附　录　B
（资料性）
静电起电极性序列表

静电起电极性序列表见表B.1。

表 B.1　常用材料静电序列

金属	纤维	天然物质	合成树脂
（+）	（+）	（+）	（+）
		石棉	
		毛发、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		
铅			聚丙烯
	聚酯		
	丙纶		
			聚乙烯
	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：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芷电，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），且其带电蜇数值与该两种物质在表中所处上下位置的间癌距离有关，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　C
（资料性）
人体带电电位与静电电击程度关系

人体带电电位与静电电击程度的关系见表C.1。

表 C.1　人体带电电位与静电电击程度关系

人体电位/kV	电击程度	备注
1.0	完全无感觉	发出微弱的放电声
2.0	手指外侧有感觉，但不疼	
3.0	有针触的感觉，有哆嗦感，但不疼	
4.0	有被针刺的感觉，微疼	见到放电的微光
5.0	有被针深刺的感觉，手指微疼	指尖延伸出微光
6.0	从手掌到前腕感到疼	
7.0	手指感到剧疼，后腕感到沉重	
8.0	手指和手掌感到剧疼，稍有麻木感觉	
9.0	从手掌到前腕有麻木的感觉	
10.0	手腕子感到剧疼，手感到麻木沉重	
11.0	整个手感到疼，有电流过的感觉	
12.0	手指剧麻，整个手感到被强烈电击整个手感到被强烈打击	

参 考 文 献

[1] GB/T 3836.26-2019 爆炸性环境 第26部分：静电危害 指南

[2] IEC TS 60079-32-1: 2017 Explosive atmospheres Part 32-1: Electrostatic hazards, guidance

[3] NFPA 77: 2019 Recommended Practice on Static Electricity

[4] 日本静电安全指南-2007

[5] 静电放电及危害防护 刘尚合，武占成等，北京邮电大学出版社，2004

[6] API RP2003-2015 Protection against ignitions arising out of static, lighting, and stray currents