

附录 A

(规范性)

验收检测、定期检测的检测项目

防雷装置检测前应先确定各检测项目和检测子项是否存在,如存在,应按照表 A.1 进行检测。

表 A.1 验收检测、定期检测的项目

检测项目	检测子项	验收检测	定期检测
5.5.1 接闪器	5.5.1.1 类型和方式	●	●
	5.5.1.2 敷设和位置	●	●
	5.5.1.3 材料和规格	●	○
	5.5.1.4 安装工艺和现状	●	○
	5.5.1.5 锈蚀	○	○
	5.5.1.6 固定支架的垂直拉力	●	●
	5.5.1.7 固定支架的间距和高度	●	●
	5.5.1.8 网格尺寸	●	●
	5.5.1.9 伸缩缝处的跨接	●	●
	5.5.1.10 等电位连接性能	●	●
	5.5.1.11 附着	●	●
	5.5.1.12 间隔距离	●	●
	5.5.1.13 防侧击措施	●	●
	5.5.1.14 保护范围	●	●
5.5.2 引下线	5.5.2.1 类型	●	●
	5.5.2.2 敷设	●	●
	5.5.2.3 材料和规格	●	○
	5.5.2.4 安装工艺和现状	●	○
	5.5.2.5 锈蚀	○	○
	5.5.2.6 固定支架的垂直拉力	●	●
	5.5.2.7 固定支架的间距	●	●
	5.5.2.8 断接卡设置和保护措施	●	●
	5.5.2.9 防接触电压和旁侧闪络电压措施	●	●
	5.5.2.10 附着	●	●
	5.5.2.11 间隔距离	●	●
	5.5.2.12 电气连接性能	●	●
	5.5.2.13 数量和间距	●	●

表 A.1 验收检测、定期检测的项目(续)

检测项目	检测子项	验收检测	定期检测
5.5.3 接地装置	5.5.3.1 类型	●	●
	5.5.3.2 布置	●	●
	5.5.3.3 材料和规格	●	○
	5.5.3.4 焊接和防腐	●	○
	5.5.3.5 防跨步电压措施	●	●
	5.5.3.6 填土	●	●
	5.5.3.7 间隔距离	●	●
	5.5.3.8 共用接地	●	●
	5.5.3.9 电气贯通性能	+	+
	5.5.3.10 接地电阻	●	●
5.5.4 磁屏蔽	5.5.4.1 位置	○	○
	5.5.4.2 等电位和电气连接性能	○	○
	5.5.4.3 电气贯通性能	+	+
	5.5.4.4 屏蔽效果	○	+
5.5.5 防雷等电位连接	5.5.5.1 位置	●	●
	5.5.5.2 结构	●	○
	5.5.5.3 材料和规格	●	○
	5.5.5.4 连接工艺	●	○
	5.5.5.5 跨接性能	●	●
	5.5.5.6 等电位连接性能	●	●
	5.5.5.7 接地基准点(ERP)接地性能	●	●
5.5.6 电涌保护器(SPD)	5.5.6.1 布置	●	●
	5.5.6.2 主要性能参数	●	●
	5.5.6.3 连接导体的材料和规格	●	●
	5.5.6.4 连接工艺	●	●
	5.5.6.5 外观	●	●
	5.5.6.6 防护级数和级间配合	●	●
	5.5.6.7 外部脱离器(过电流保护)	○	○
	5.5.6.8 电气连接性能	●	●
	5.5.6.9 压敏电压(V_V)	○	○
	5.5.6.10 泄漏电流(I_{le})	○	○
	5.5.6.11 绝缘电阻(R_i)	○	○
注：●表示必检项；○现场具备检测条件的情况下必检；+表示非强制性的，可附加选用。			

附录 B

(资料性)

爆炸危险环境分区和防雷分类

B.1 爆炸危险环境分区的定义和示例

表 B.1 列举了 0 区、1 区、2 区、20 区、21 区和 22 区共 6 种爆炸危险环境分区的定义和示例。

表 B.1 爆炸危险环境分区的定义和示例

0 区	定义	0 区为连续出现或长期出现爆炸性气体混合物的环境
	示例	<p>石油库：储存易燃油品的地上固定顶油罐内未充惰性气体的油品表面以上空间；储存易燃油品的地上卧式油罐内未充惰性气体的液体表面以上的空间；易燃油品灌桶间中油桶内液体表面以上的空间；易燃油品灌桶棚或露天灌桶场所中油桶内液体表面以上的空间；铁路、汽车油罐车灌装易燃油品时油罐车内液体表面以上的空间；铁路、汽车油罐车密闭灌装易燃油品时油罐车内液体表面以上的空间；易燃油品人工洞石油库油罐内液体表面以上的空间；有盖板的易燃油品隔油池内液体表面以上的空间；含易燃油品的污水浮选罐内液体表面以上的空间；易燃油品覆土油罐内液体表面以上的空间</p> <p>汽车加油加气站：埋地卧式汽油储罐内部油品表面以上的空间；地面油罐和油罐车内部的油品表面以上空间</p>
1 区	定义	1 区为正常运行时可能出现爆炸性气体混合物的环境
	示例	<p>氢气站：制氢间、氢气纯化间、氢气压缩机间、氢气灌瓶间等爆炸危险间</p> <p>乙炔站：发生器间、乙炔压缩机间、灌瓶间、电石渣坑、丙酮库、乙炔汇流排间、空瓶间、实瓶间、贮罐间、电石库、中间电石库、电石渣泵间、乙炔瓶库、露天设置的贮罐、电石渣处理间、净化器间</p> <p>加氢站：加氢机内部空间；室外或罩棚内储氢罐或氢气储气瓶组；氢气压缩机间的房间内的空间；撬装式氢气压缩机组的设备内</p>
		<p>石油库：易燃油品设施的爆炸危险区域内地坪以下的坑、沟；储存易燃油品的地上固定顶油罐以通气口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间；储存易燃油品的内浮顶油罐浮盘上部空间及以通气口为中心、半径为 1.5 m 范围内的球形空间；储存易燃油品的浮顶油罐浮盘上部至罐壁顶部空间；储存易燃油品的地上卧式油罐以通气口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间；易燃油品泵房、阀室易燃油品泵房和阀室内部空间；易燃油品灌桶间内空间；易燃油品灌桶棚或露天灌桶场所的以灌桶口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间；铁路、汽车油罐车卸易燃油品时以卸油口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间和以密闭卸油口为中心、半径为 0.5 m 的球形空间；铁路、汽车油罐车灌装易燃油品时以油罐车灌装口为中心、半径为 3 m 的球形并延至地面的空间；铁路、汽车油罐车密闭灌装易燃油品时以油罐车灌装口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间和以通气口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间；易燃油品人工洞石油库中罐室和阀室内部及以通气口为中心、半径为 3 m 的球形空间；通风不良的人工洞石油库的洞内空间；无盖板易燃油品的隔油池内液体表面以上的空间和距隔油池内壁 1.5 m、高出池顶 1.5 m 至地坪范围以内的空间；含易燃油品的污水浮选罐以通气口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间；易燃油品覆土油罐以通气口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间；油罐外壁与护体之间的空间、通道口门（盖板）以内的空间；距阀易燃油品阀门井内壁 1.5 m、高 1.5 m 的柱形空间；有盖板的易燃油品管沟内部空间</p>

表 B.1 爆炸危险环境分区的定义和示例(续)

1 区	示例	<p>汽车加油加气站;汽油、LPG 和 LNG 设施的爆炸危险区域内地坪以下的坑或沟;埋地卧式汽油储罐人孔(阀)井内部空间、以通气管管口为中心,半径为 1.5 m(0.75 m)的球形空间和以密闭卸油口为中心,半径为 0.5 m 的球形空间;汽油的地面油罐、油罐车和密闭卸油口以通气口为中心,半径为 1.5 m 的球形空间和以密闭卸油口为中心,半径为 0.5 m 的球形空间;汽油加油机壳体内部空间;LPG 加气机内部空间;埋地 LPG 储罐人孔(阀)井内部空间和以卸车口为中心,半径为 1 m 的球形空间;地上 LPG 储罐以卸车口为中心,半径为 1 m 的球形空间;LPG 压缩机、泵、法兰、阀门或类似附件的房的内部空间;CNG 压缩机、阀门、法兰或类似附件的房的内部空间;存放 CNG 储气瓶组的房的内部空间;CNG 和 LNG 加气机的内部空间;LNG 卸气柱的以密闭式注送口为中心,半径为 1.5 m 的空间</p>
2 区	<p>定义</p> <p>示例</p>	<p>2 区为正常运行时不太可能出现爆炸性气体混合物的环境,或即使出现也只是短时存在的爆炸性气体混合物的环境</p> <p>石油库:储存易燃油品的地上固定顶油罐距储罐外壁和顶部 3 m 范围内及储罐外壁至防火堤,其高度为堤顶高的范围内;储存易燃油品的地上卧式油罐距储罐外壁和顶部 3 m 范围内及储罐外壁至防火堤,其高度为堤顶高的范围内;易燃油品灌桶间有孔墙或开式墙外 3 m 以内与墙等高,且距释放源 4.5 m 以内的室外空间,和自地面算起 0.6 m 高、距释放源 7.5 m 以内的室外空间;易燃油品灌桶棚或露天灌桶场所的以灌桶口为中心、半径为 4.5 m 的球形并延至地面的空间;易燃油品汽车油罐车库、易燃油品重桶库房的建筑物内空间及有孔或开式墙外 1 m 与建筑物等高的范围内;燃油品汽车油罐车棚、易燃油品重桶堆放棚的内部空间;铁路、汽车油罐车卸易燃油品时以卸油口为中心,半径为 3 m 的球形并延至地面的空间和以密闭卸油口为中心,半径为 1.5 m 的球形并延至地面的空间;铁路、汽车油罐车灌装易燃油品时以灌装口为中心,半径为 7.5 m 的球形空间和以灌装口轴线为中心线、自地面算起高为 7.5 m、半径为 15 m 的圆柱形空间;铁路、汽车油罐车密闭灌装易燃油品时以油罐车灌装口为中心,半径为 4.5 m 的球形并延至地面的空间和以通气口为中心,半径为 3 m 的球形空间;通风良好的易燃油品人工洞石油库的洞内主巷道、支巷道、油泵房、阀室及以通气口为中心、半径为 7.5 m 的球形空间、人工洞口外 3 m 范围内空间;阻隔易燃油品的油池内壁 4.5 m、高出池顶 3 m 至地坪范围以内的空间;距含易燃油品的污水浮选罐外壁和顶部 3 m 以内的范围;以易燃油品覆土油罐的通气口为中心、半径为 4.5 m 的球形空间、以通道口的门(盖板)为中心,半径为 3 m 的球形并延至地面的空间和以油罐通气口为中心,半径为 15 m、高 0.6 m 的圆柱形空间;距易燃油品阀门井内壁 1.5 m、高 1.5 m 的柱形空间;无盖板的易燃油品管沟内部空间</p> <p>汽车加油加气站;埋地卧式汽油储罐距人孔(阀)井外边缘 1.5 m 以内,自地面算起 1 m 高的圆柱形空间、以通气管管口为中心,半径为 3 m(2 m)的球形空间和以密闭卸油口为中心,半径为 1.5 m 的球形并延至地面的空间;汽油的地面油罐、油罐车和密闭卸油口的以通气口为中心,半径为 3 m 的球形并延至地面的空间和以密闭卸油口为中心,半径为 1.5 m 的球形并延至地面的空间;以加油机中心线为中心线,以半径为 4.5 m(3 m)的地面区域为底面和以加油机顶部以上 0.15 m 半径为 3 m(1.5 m)的平面为顶面的圆台形空间</p> <p>汽车加油加气站;LPG 加气机的以加气机中心线为中心线,以半径为 5 m 的地面区域为底面和以加气机顶部以上 0.15 m 半径为 3 m 的平面为顶面的圆台形空间;埋地 LPG 储罐距人孔(阀)井外边缘 3 m 以内,自地面算起 2 m 高的圆柱形空间、以放散管管口为中心,半径为 3 m 的球形并延至地面的空间和以卸车口为中心,半径为 3 m 的球形并延至地面的空间;地上 LPG 储罐以放散管管口为中心,半径为 3 m 的球形空间、距储罐外壁 3 m 范围内并延至地面的空间、防护堤内与防护堤等高的空间和以卸车口为中心,半径为 3 m 的球形并延至地面的空间;露天或棚内设置的 LPG 泵、压缩机、阀门、法兰或类似附件的距释放源壳体外缘半径为 3 m 范围内的空间和距释放源壳体外缘 6 m 范围内,自地面算起 0.6 m 高的空间;LPG 压缩机、泵、法兰、阀门或类似附件的房间有孔、洞或开式外墙,距孔、洞或墙体开口边缘 3 m 范围内与房间等高的空间;室外或棚内 CNG 储气瓶组(包括站内储气瓶组、固定储气井、车载储气瓶)以放散管管口为中心,半径为 3 m 的球形空间和距储气瓶组壳体(储气井) 4.5 m 以内并延至地面的空间;露天(棚)设置的 CNG 压缩机、阀门、法兰或类似附件的距压缩机、阀门、法兰或类似附件壳体 7.5 m 以内并延至地面的空间;距 CNG 和 LNG 加气机的外壁四周 4.5 m、自地面高度为 5.5 m 的范围内空间;LNG 储罐区的防护堤至储罐外壁,高度为堤顶高度的范围内;当露天设置的 LNG 泵设置于防护堤内时,设备或装置外壁至防护堤,高度为堤顶高度的范围内;当露天设置的水浴式 LNG 气化器设置于防护堤内时,设备外壁至防护堤,高度为堤顶高度的范围内;以 LNG 卸气柱的密闭式注送口为中心,半径为 4.5 m 的空间以及至地坪以上的范围内</p>

表 B.1 爆炸危险环境分区的定义和示例 (续)

2 区	示例	发生炉煤气站;煤气发生炉的加煤机与贮煤斗连接,贮煤层为封闭建筑的主厂房;煤气排送机间及煤气净化设备区;煤气管道的排水器室
		乙炔站;气瓶修理间、干渣堆场
		加氢站;以加氢机外轮廓线为界面,以 4.5 m 为半径的地面区域为底面和以加氢机顶部以上 4.5 m 为顶面的圆台形空间;室外或罩棚内储氢罐或氢气储气瓶组的以设备外轮廓线为界面以 4.5 m 为半径的地面区域、顶部空间区域;设备的放空管集中设置时,从氢气放空管管口计算,半径为 4.5 m 的空间和顶部以上 7.5 m 的空间区域;氢气压缩机间的以房间的门窗边沿计算,半径为 4.5 m 的地面、空间区域;氢气压缩机间的从氢气放空管管口计算,半径 4.5 m 的区域和顶部以上 7.5 m 的空间区域;以撬装式氢气压缩机组的外轮廓线为界面,以 4.5 m 为半径的地面区域、顶部空间
		氢气站;从制氢间、氢气纯化间、氢气压缩机间、氢气灌瓶间等爆炸危险间的门窗边沿计算,半径为 4.5 m 的地面、空间区域;从氢气排放口计算,半径为 4.5 m 的空间和顶部距离为 7.5 m 的区域;从室外制氢设备、氢气罐的边沿计算,距离为 4.5 m,顶部距离为 7.5 m 的空间区域;从室外制氢设备、氢气罐的氢气排放口计算,半径为 4.5 m 的空间和顶部距离为 7.5 m 的区域
20 区	定义	20 区为空气中的可燃性粉尘云持续地或长期地或频繁地出现于爆炸性环境中的区域
	示例	粉尘云连续生成的管道、生产和处理设备的内部区域;持续存在爆炸性粉尘环境的粉尘容器外部 贮料槽、筒仓等;旋风集尘器和过滤器;除皮带和链式运输机的某些部分外的粉尘传送系统等;搅拌器、粉碎机、干燥机、装料设备等
21 区	定义	21 区为在正常运行时,空气中的可燃性粉尘云很可能偶尔出现于爆炸性环境中的区域
	示例	含有一级释放源的粉尘处理设备的内部;由一级释放源形成的设备外部场所,在考虑 21 区的范围时,通常按照释放源周围 1 m 的距离确定
		当粉尘容器内部出现爆炸性粉尘/空气混合物时,为了操作而频繁移动或打开最邻近进出门的粉尘容器外部场所;当未采取防止爆炸性粉尘/空气混合物形成的措施时,在最接近装料和卸料点、送料皮带、取样点、卡车卸载站、皮带卸载点等的粉尘容器外部场所;如果粉尘堆积且由于工艺操作,粉尘层可能被扰动而形成爆炸性粉尘/空气混合物时,粉尘容器外部场所;可能出现爆炸性粉尘云(当时既不持续,也不长时间,又不经常)的粉尘容器内部场所,例如自清扫时间间隔较长的筒仓内部(如果仅偶尔装料和/或出料)和过滤器的积淀侧
		发生炉煤气站;焦油泵房和焦油库
22 区	定义	22 区为在正常运行时,空气中的可燃粉尘云一般不可能出现于爆炸性粉尘环境中的区域,即使出现,持续时间也是短暂的
	示例	由二级释放源形成的场所,22 区的范围按超出 21 区 3 m 及二级释放源周围 3 m 的距离确定
		来自集尘袋式过滤器通风孔的排气口,如果一旦出现故障,可能逸散出爆炸性粉尘/空气混合物;很少时间打开的设备附近场所,或根据经验由于高于环境压力粉尘喷出而易形成泄漏的设备附近场所,如气动设备或挠性连接可能会损坏等的附近场所;装有很多粉状产品的储存袋袋,在操作期间,包装袋可能破损,引起粉尘扩散;通常被划分为 21 区的场所,当采取措施时,包括排气通风,防止爆炸性粉尘环境形成时,可降为 22 区场所,这些措施在下列点附近执行;装袋料和倒空点、送料皮带、取样点、卡车卸载站、皮带卸载点等等;形成的可控制(清理)的粉尘层有可能被扰动而产生爆炸性粉尘/空气混合物的场所
		发生炉煤气站;受煤斗室、输碳皮带走廊、破碎筛分间、运煤栈桥
		燃气制气车间;制气车间室内的粉碎机、胶带通廊、转运站、配煤室、煤库和贮焦间
		燃气制气车间;直立炉的室内煤仓、焦仓和操作层
		燃气制气车间;水煤气车间内煤斗室、破碎筛分间和运煤胶带通廊
露天煤场		

B.2 烟花爆竹工厂的危险场所类别和防雷分类

烟花爆竹工厂生产、加工、研制危险品的工作间危险场所类别和防雷分类见表 B.2。

表 B.2 烟花爆竹工厂生产、加工、研制危险品的工作间危险场所类别和防雷分类

序号	危险品名称	工作间名称	危险场所类别	防雷分类
1	黑火药	药物混合(硝酸钾与碳、硫球磨),潮药装模(或潮药包片),压药,拆模(撕片),碎片、造粒、抛光,浆药,干燥,散热,筛选,计量包装	F0	一
		氧化剂(还原剂)粉碎、筛选、干燥、称料、硫、碳二成分混合	F2	二
2	烟火药及效果件	药物混合,造粒,筛选/摊晾,压药,干燥/散热,计量包装	F1	一
		湿法混药,浆药,湿法制开球药、精药柱(药块),湿药调制,烟雾药干燥、散热、计量包装	F1	一
		氧化剂(还原剂)粉碎、筛选、干燥、称料	F2	二
3	笛音/爆音效果件	药混合,装(压)药、驱残药	F1	一
		氧化剂(还原剂)粉碎、筛选、干燥、称料	F2	二
4	引火线	浆药,干法或有机溶剂湿药配制,拉线蘸药,漆引/牵引裁割,浆引,干燥/散热,绕引,定型/捆扎,切引,包装	F1	一
		水溶剂湿法配制、制引	F2	二
5	爆竹类	混药及装药	F1	一
		黑火药混合装药,有机溶剂湿药调制	F1	一
		水溶剂湿药配制、空筒插引(注引),挤引/点胶,干燥(晾干),封口,点药(擦火头),擦炮吹灰,结鞭,封装,产品包装	F1	二
6	吐珠类、组合烟花类、小礼花类(烟花效果,漂浮型)	装(压)药(含裸药效果件)	F1	一
		装(压、筑)黑火药,已装药部件钻孔,装/筑吐珠(花束),外筒封口(机械压制片),装发射药,组装(单筒药量 $\geq 25\text{g}$ 非裸药或雷药 $> 2\text{g}$),半成品干燥	F1	一
		空桶点尾、蘸药、安引,空筒组盆串引,外筒封口(手工压纸片),组装(单筒药量 $< 25\text{g}$ 非裸药件且雷药 $\leq 2\text{g}$),产品包装	F2	二
7	礼花弹、小礼花类(柱/球型)	装球	F1	一
		切/剖引(引线钻孔),包发射药/接引药,组装(含安引、组发射药包、串球),点药,球干燥,散热,礼花弹产品包装(装箱)	F1	一
		空壳安引,敷球,组盆串引,小礼花类产品包装(装箱)	F2	二
8	升空类(含火箭、双响、旋转升空)	装(筑、压)药	F1	一
		黑火药装(筑、压)药/封口,已装药部件钻孔,安引(已装药),组装	F1	一
		小火箭安引/组装,产品包装 双响(二脚踢)安引、过节、拔底、缠头、绑把、包装	F2	二
9	喷花类、架子烟花	装(压)药、封口,已装药部件的钻孔	F1	一
		安引,组盆串引,组装,产品包装	F2	二

表 B.2 烟花爆竹工厂生产、加工、研制危险品的车间危险场所类别和防雷分类 (续)

序号	危险品名称	工作间名称	危险场所类别	防雷分类
10	旋转类	装(筑、压)药	F1	一
		装(筑、压)黑火药,已装药部件钻孔,压塑	F1	一
		安引,组装(含引线、配件、旋转轴、架),包装	F2	二
11	线香类	装药	F1	二
		产品点药,裹药线香产品晾干	F1	二
		蘸药线香产品干燥、散热、取钎,水溶剂蘸药线香产品调湿药、蘸药,产品包装	F2	二
12	摩擦型	雷酸银药物配制	F0	一
		拌药砂,药物调湿,机械蘸药(点药),产品干燥	F1	一
		包药砂,手工蘸药,封装,产品包装	F2	二
13	烟雾型	烟球制作,装(压)药	F1	一
		烟球干燥/散热,裹烟球,钻孔,安引,组装,包装	F2	二

B.3 民用爆破器材工厂的电气危险场所类别和防雷分类

民用爆破器材工厂危险工作间(或建筑物)的电气危险场所类别及防雷分类见表 B.3。民用爆破器材工厂危险品库房和仓库的电气危险场所类别及防雷分类见表 B.4。

表 B.3 民用爆破器材工厂危险工作间(或建筑物)的电气危险场所类别及防雷分类

序号	危险品名称	危险工作间(或建筑物)内生产工序的名称	电气危险场所类别	防雷分类
工业炸药及其制品				
1	铵梯(油)类炸药	梯恩梯粉碎、梯恩梯称量、梯恩梯熔化、混药、筛药、凉药、装药、包装	F1	一
		硝酸铵粉碎、干燥、废水处理	F2	二
2	粉状铵油类炸药(含膨化硝酸铵炸药、改性铵油炸药、粉状铵油炸药、铵松蜡炸药、铵沥青炸药)	膨化(改性)、混药、筛药、凉药、装药、包装	F1	一
		硝酸铵粉碎、干燥、溶解,硝酸铵水溶液储存	F2	二
3	多孔粒状铵油炸药	混药、包装	F1	一
4	黏性粒状炸药	混药、包装	F1	一
		硝酸铵粉碎、干燥	F2	二
5	水胶炸药	硝酸铵制造、浓缩和储存、混药、凉药、装药、包装	F1	一
		硝酸铵粉碎、溶解,硝酸铵水溶液储存	F2	二
6	浆状炸药	梯恩梯粉碎、炸药熔药、混药、凉药、包装	F1	一
		硝酸铵粉碎	F2	二

表 B.3 民用爆破器材工厂危险工作间(或建筑物)的电气危险场所类别及防雷分类(续)

序号	危险品名称		危险工作间(或建筑物)内生产工序的名称	电气危险场所类别	防雷分类
7	乳化炸药	粉状	制粉、装药、包装	F1	—
			乳化	F2	—
			硝酸铵粉碎、溶解,硝酸钠粉碎、溶解,硝酸铵水溶液储存,油相制备	F2	—
		胶状	乳化、乳化基质冷却、敏化、敏化后的保温(凉药)、装药、药卷冷却、包装	F2	—
			硝酸铵粉碎、溶解,硝酸钠粉碎、溶解,硝酸铵水溶液储存,油相制备	F2	二
8	药柱(注装)、起爆具	熔药、混药、装药、凉药、退模、检验、包装、暂存	F1	—	
9	药柱(压制)	压制、退模、炸药和药性暂存	F1	—	
		检验、包装	F1	—	
10	震源药柱	炸药准备、熔混药、装药、压药、凉药、钻孔、装配、检验、装箱	F1	—	
工业雷管					
11	工业雷管(含电雷管、数码电子雷管、磁电雷管、导爆管雷管、地震勘探电雷管等)、基础雷管、继爆管	黑索今或太安的造粒、干燥、筛选、包装	F1	—	
		继爆管的装配、包装	F1	—	
		二硝基重氮酚制造(中和、还原、重氮、过滤)、暂存、分盘	F1	—	
		二硝基重氮酚的干燥、凉药、筛选、暂存	F1	—	
		其他起爆药的化合、分盘、干燥、凉药、筛选、暂存	F1	—	
		基础雷管装药、压药、暂存	F1	—	
		雷管装配、雷管编码	F1	—	
		雷管检验、包装、装箱	F1	—	
		雷管试验站	F1	—	
		引火药头用和延期药用的引火药剂制造	F1	—	
		引火元件制造	F1	—	
		延期药混合、造粒、干燥、凉药、筛选、暂存、装药、延期元件制造	F1	—	
		起爆药废水处理	F2	二	
12	导爆索	炸药的筛选、混合、干燥、暂存	F1	—	
		导爆索制索、涂塑、烘索、盘索、普检、组批、包装	F1	—	
		导爆索性能测试	F2	二	
13	塑料导爆管	炸药的粉碎、干燥、凉药、筛选、混合	F1	—	
		导爆药暂存	F1	二	
		塑料导爆管制造、检验、组批、包装	F2	二	
14	爆裂管	爆裂管的切索、包装	F1	—	
		爆裂管炸药	F1	—	

表 B.3 民用爆破器材工厂危险工作间(或建筑物)的电气危险场所类别及防雷分类(续)

序号	危险品名称	危险工作间(或建筑物)内生产工序的名称	电气危险场所类别	防雷分类
油气井用起爆器材				
15	射孔弹、穿孔弹	炸药准备(筛选、烘干、称量、保温、暂存)	F1	—
		压药、装配、包装	F1	—
		成品试验	F1	—
安全气囊用点火具				
16	点火具	混药、装药、压药	F1	—
		装配(含焊封、注塑等,且装药斗及点火药暂存在防护装置内)、检验、包装	F2	二
海上救生烟火信号				
17	海上救生烟火信号	烟火药的配药、混药和压药	F1	—
		装配、产品试验、成品检验	F1	—
增雨防雹火箭弹				
18	增雨防雹火箭弹	点火药制造、点火器装药装配、功能药剂的混药、功能药剂播撒装置的装药、装配、推进剂药柱包覆、整形、固化、成品装配、喷漆	F1	—
		引火药配制、引火药头制造	F1	—
火药、炸药及其制品				
19	危险品	理化分析	F2	二
<p>注 1: 危险品中转站台的电气危险场所为 F1 类, 防雷类别为一类。</p> <p>注 2: 危险品性能试验塔(罐)试验准备间的电气危险场所为 F1 类, 防雷分类为三类。</p>				

表 B.4 民用爆破器材工厂危险品库房和仓库的电气危险场所类别及防雷分类

序号	危险品库房、仓库名称	电气危险场所类别	防雷分类
1	黑索今、太安、奥克托金、梯恩梯、苦味酸、药柱(注装、压制)、起爆具、震源药柱 工业炸药[铵梯(油)类炸药、粉状铵油类炸药(含膨化硝酸铵炸药、改性铵油炸药、铵油炸药、铵松蜡炸药、铵沥青炸药)、多孔粒状铵油炸药、黏性粒状炸药、水胶炸药、浆状炸药、粉状乳化炸药等]、含火药含水工业炸药	F0	—
2	胶状乳化炸药	F1	—
3	硝酸铵(含硝酸铵水溶液)、硝酸钠	F2	二
4	小粒发射药(2/1 樟等、水含量不小于 12%)、单基发射药(水含量不小于 12%)、双基发射药(水含量不小于 12%)	F1	—
5	工业雷管(含电雷管、数码电子雷管、磁电雷管、导爆管雷管、地震勘探电雷管等)、基础雷管、继爆管	F1	—
6	爆裂管	F1	—

表 B.4 民用爆破器材工厂危险品库房和仓库的电气危险场所类别及防雷分类（续）

序号	危险品库房、仓库名称	电气危险场所类别	防雷分类
7	导爆索、射孔弹、穿孔弹	F1	一
8	起爆药、点火药、引火药、导爆药	F0	一
9	延期药、延期元件	F1	一
10	点火具	F2	二
11	海上救生烟火信号	F1	一
12	黑火药	F0	一
13	硝化纤维素(水及醇类含量不小于 25%)	F2	二
14	增雨防雹火箭弹	F1	一
15	推进剂及其制品	F0	一
注：覆土库门斗内的电气危险场所为 F1 类，防雷类别为一类。			

附录 C

(资料性)

常用检测仪器的主要性能和参数指标

C.1 接地电阻测试仪

C.1.1 工频接地电阻测试仪

测试电流： ≥ 20 mA。
量程： $\geq (0 \sim 2\,000)\Omega$ 。
分辨力(d)： $\leq 0.01\Omega$ 。
最大允许误差： $\pm(5\% \text{rdg} + 2d)$ 。
注：rdg 指显示值。

C.1.2 大电流接地电阻测试仪

测量大型接地地网时，选用大电流接地电阻测试仪。
测试电流： ≥ 3 A(异频 40 Hz~60 Hz)、 ≥ 50 A(工频 50 Hz)。
量程： $\geq (0 \sim 100)\Omega$ 。
分辨力(d)： $\leq 0.001\Omega$ 。
最大允许误差： $\pm(1\% \text{rdg} + 2d)$ 。

C.2 土壤电阻率测试仪

测试电流： ≥ 20 mA。
量程： $\geq (0 \sim 20)\text{k}\Omega \cdot \text{m}$ 。
分辨力(d)： $\leq 0.01\Omega \cdot \text{m}$ 。
最大允许误差： $\pm(5\% \text{rdg} + 2d)$ 。

C.3 过渡电阻测试仪(毫欧表)或等电位测试仪

空载电压： $(4 \sim 24)\text{V}$ 。
测试电流： ≥ 0.2 A。
量程： $\geq (0 \sim 100)\Omega$ 。
分辨力(d)： $\leq 0.001\Omega$ 。
最大允许误差： $\leq \pm(2\% \text{rdg} + 2d)$ 。

C.4 兆欧表或绝缘电阻测试仪

测试电压： ≥ 500 V。
量程： $\geq (0 \sim 1\,000)\text{M}\Omega$ 。
分辨力(d)： $\leq 0.1\text{M}\Omega$ 。
最大允许误差： $\pm(5\% \text{rdg} + 2d)$ 。

C.5 防雷元件测试仪(压敏电压测试仪/泄漏电流测试仪)

量程： $\geq (0 \sim 1\,800)\text{V}$ 。

压敏电压分辨力(d_U): ≤ 0.1 V。

泄漏电流分辨力(d_I): ≤ 0.1 μ A。

压敏电压最大允许误差: $\pm(5\% \text{rdg} + 1 d_U)$ 。

泄漏电流最大允许误差: $\pm(2\% \text{rdg} + 1 d_I)$ 。

C.6 SSD 最小瞬时动作电流动作特性测试仪(SSD 测试仪)

测试电流: ≥ 1 A。

量程: $\geq (0.01 \sim 1)$ S。

分辨力(d): ≤ 0.01 S。

最大允许误差: $\pm(5\% \text{rdg} + 2d)$ 。



附录 D
(规范性)
过渡电阻的测量

D.1 基本要求

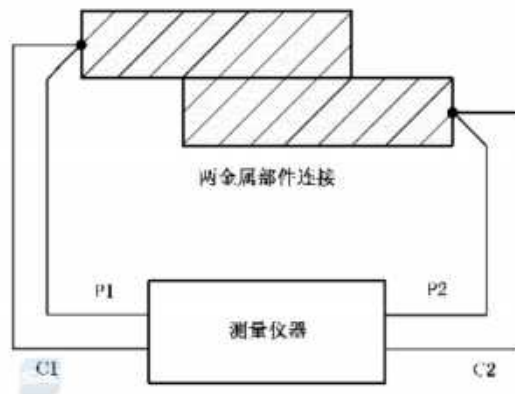
D.1.1 过渡电阻用于表征建筑物金属部件或构件电气连接、等电位连接、跨接连接的性能以及两相邻接地装置间电气贯通性的参数。为减小或消除测试线直流电阻引入的测量数据叠加,宜选用具有四线法测试功能或可直接消除测试线直流电阻的设备仪器。

D.1.2 测量中宜尽量减小测试线与被测部位接触点之间接触电阻的影响。

D.2 电气连接性能的过渡电阻测量

D.2.1 电气连接性能的过渡电阻测量适用于将同类功能或不同类功能的金属部件直接连接在一起的情形,连接方式如焊接、夹接、压接或螺栓连接等。

D.2.2 电气连接性能过渡电阻测量示意图见图 D.1。



标引符号说明:

C1、C2——电流测试板;

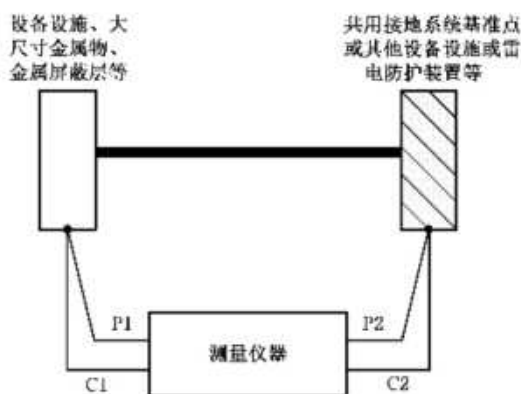
P1、P2——电压测试板。

图 D.1 电气连接性能的过渡电阻测量示意图

D.3 等电位连接性能的过渡电阻测量

D.3.1 等电位连接性能的过渡电阻测量适用于通过等电位连接导体将分开的设备、设施连接到等电位连接带、等电位端子板或接地端子等,进而连接到防雷装置或接地系统的情形,连接方式如焊接、夹接、压接、螺栓连接等。

D.3.2 等电位连接性能过渡电阻测量示意图见图 D.2。



标引符号说明：

C1、C2——电流测试极；

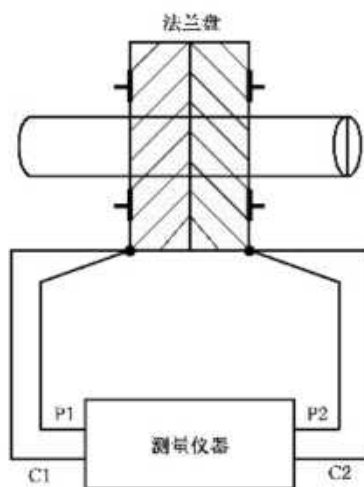
P1、P2——电压测试极。

图 D.2 等电位连接性能的过渡电阻测量示意图

D.4 跨接连接性能的过渡电阻测量

D.4.1 跨接连接性能的过渡电阻测量适用于将电气绝缘的导电部件之间用导体相互连接的情形。

D.4.2 跨接连接性能的过渡电阻测量示意图见图 D.3、图 D.4。

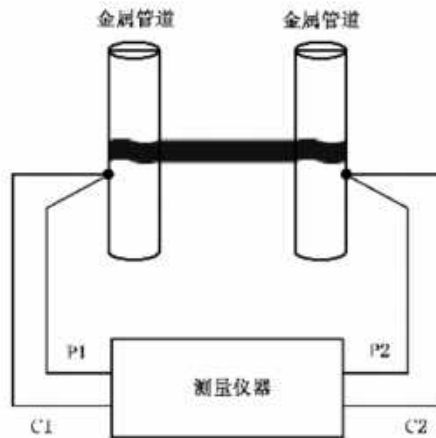


标引符号说明：

C1、C2——电流测试极；

P1、P2——电压测试极。

图 D.3 法兰盘之间跨接连接性能的过渡电阻测量示意图



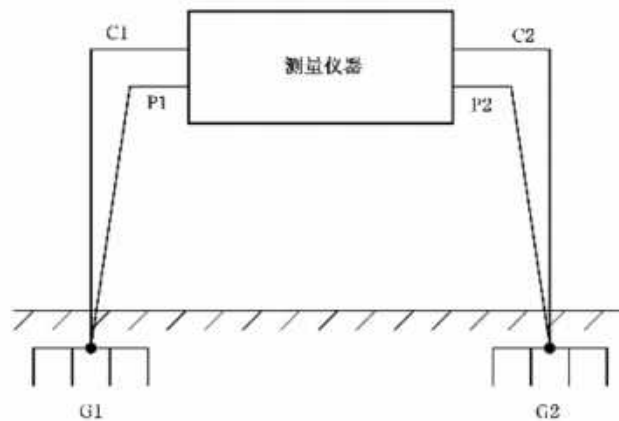
标引符号说明：
C1、C2——电流测试极；
P1、P2——电压测试极。

图 D.4 金属管道之间跨接连接性能的过渡电阻测量示意图

D.5 电气贯通性能的过渡电阻测量

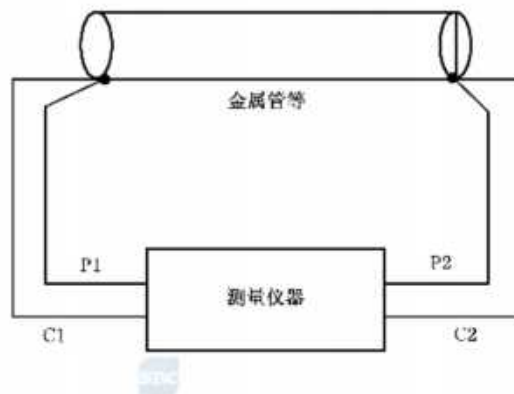
D.5.1 电气贯通性能的过渡电阻测量适用于判断相邻建筑物的接地装置之间的连接情形或金属管、金属格栅或钢筋成格栅形的混凝土管道两端的电气贯通情形。

D.5.2 电气贯通性能的过渡电阻测量示意图见图 D.5、图 D.6。



标引符号说明：
C1、C2——电流测试极；
P1、P2——电压测试极；
G1、G2——两处相邻的接地装置。

图 D.5 两相邻接地装置之间电气贯通性能的过渡电阻测量示意图



标引符号说明：

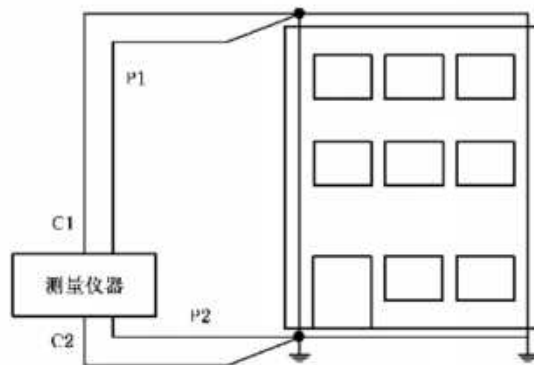
C1、C2——电流测试极；

P1、P2——电压测试极。

图 D.6 金属管等两端电气贯通性能测量示意图

D.6 引下线电气连接性能的过渡电阻测量

引下线电气连接性能的过渡电阻测量示意图见图 D.7。



标引符号说明：

C1、C2——电流测试极；

P1、P2——电压测试极。

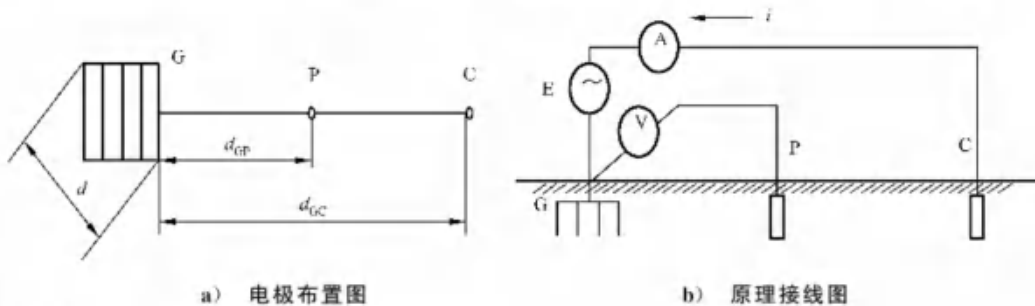
图 D.7 引下线电气连接性能的过渡电阻测量示意图

D.7 高层建筑物接地基准点(ERP)接地性能的过渡电阻检测

可通过逐级测量过渡电阻方式进行。首先测量第一基准点与接地装置的过渡电阻，确认该基准点符合接地要求，而后依次测量后一基准点与前一基准点的过渡电阻，以保证它们符合接地要求。

附录 E
(规范性)
接地电阻的测量

E.1 三极法宜采用直线法进行电极布置,即被测接地装置 G,测量用的电压极 P 和电流极 C 布置在一条直线上且垂直于地网,接线原理图见图 E.1。测量用电流极 C 和电压极 P 离被测接地装置 G 边缘的距离为 $d_{GC}=(4\sim 5)d$ 和 $d_{GP}=(0.5\sim 0.6)d_{GC}$,点 P 可认为是处在实际的零电位区内。为了较准确地找到实际零电位区时,可把电压极沿测量用电流极与被测接地装置之间连接线方向移动三次,每次移动的距离约为 d_{GC} 的 5%,测量电压极 P 与接地装置 G 之间的电压。如果电压表的三次指示值之间的相对误差不超过 5%,则可把中间位置作为测量用电压极的位置。被测接地装置的工频接地电阻 R_G 按公式 (E.1) 进行计算。使用接地阻表(仪)进行接地电阻值测量时,宜按选用仪器的要求进行操作。



- 标引符号说明:
- G —— 被测接地装置;
 - P —— 测量用电压极;
 - C —— 测量用电流极;
 - E —— 测量用的工频电源;
 - A —— 交流电流表;
 - V —— 交流电压表;
 - d_{GP} —— 被测接地装置至电压极的长度;
 - d_{GC} —— 被测接地装置至电流级的长度;
 - d —— 被测接地装置的最大对角线长度;
 - i —— 测试电流。

图 E.1 三极法的接线原理图

$$R_G = U_G / I \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

- 式中:
- R_G —— 被测接地装置的工频接地电阻,单位为欧姆(Ω);
 - U_G —— 电压表指示值,单位为伏特(V);
 - I —— 电流表指示值,单位为安培(A)。

E.2 当被测接地装置的面积较大而土壤电阻率不均匀时,为了得到较可信的测试结果,宜将电流极离被测接地装置的距离增大,同时电压极离被测接地装置的距离也相应地增大。

E.3 测量工频接地电阻时,如 d_{GC} 取 $4d\sim 5d$ 值有困难,当接地装置周围的土壤电阻率较均匀时, d_{GC} 可取 $2d$ 值;当接地装置周围的土壤电阻率不均匀时, d_{GC} 可取 $3d$ 值。

E.4 测量大型接地地网时,应选用大电流接地电阻测试仪。使用接地电阻表(仪)进行接地电阻值测量时,宜按选用仪器的要求进行操作。

附录 F
(规范性)
土壤电阻率的测量

F.1 通则

F.1.1 土壤电阻率是土壤的一种基本物理特性,是土壤在单位体积内的正方体相对两面间在一定电场作用下,对电流的导电性能。一般取每边长为 10 mm 的正方体的电阻值为该土壤电阻率 ρ ,单位为欧姆·米($\Omega \cdot m$)。

F.1.2 土壤电阻率的影响因子有:土壤类型、含水量、含盐量、温度、土壤的紧密程度等化学和物理性质,同时土壤电阻率随深度变化较横向变化要大很多。因此,对测量数据的分析应进行相关的校正。本文件只对接地装置所在的上层(几米以内)土壤层进行测量,不考虑土壤电阻率的深层变化。

F.1.3 在进行土壤电阻率测量之前,宜先了解土壤的地质期和地质构造(见表 F.1),对所在地土壤电阻率进行估算。

表 F.1 地质期和地质构造与土壤电阻率

土壤电阻率/($\Omega \cdot m$)	第四纪	白垩纪 第三纪 第四纪	石炭纪 三叠纪	寒武纪 奥陶纪 泥盆纪	寒武纪前 和寒武纪
1(海水)		砂质黏土 黏土			
10(特低)					
30(甚低)		白垩 暗色岩 辉绿岩 页岩 石灰石 砂岩		页岩 石灰石 砂岩 大理石	砂岩 石英岩 板石岩 花岗岩 片麻岩
100(低)					
300(中)					
1 000(高)					
3 000(甚高)					
10 000(特高)					

F.1.4 土壤电阻率的测量方法有:土壤试样法、三极法(深度变化法)、两极法(西坡 Shepard 土壤电阻率测定法)、四极法等,本文件主要介绍四极法。

F.1.5 在采用四极法测量土壤电阻率时,注意如下事项:

- a) 试验电极应选用钢接地棒,且不应使用螺纹杆。在多岩石的土壤地带,宜将接地棒按与铅垂方向成一定角度斜行打入,倾斜的接地棒应避开石头的顶部。
- b) 试验引线应选用挠性引线,以适用多次卷绕。在确定引线的长度时,要考虑到现场的温度。引

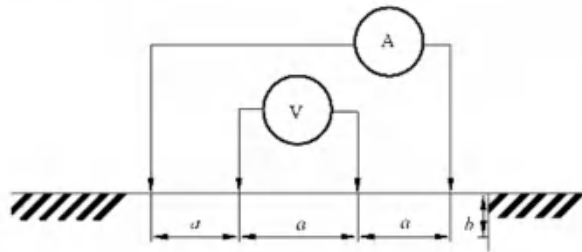
线的绝缘不应因低温而冻硬或破裂。引线的阻抗应较低。

- c) 对于一般的土壤, 因需把钢接地棒打入较深的土壤, 宜选用质量为 2 kg~4 kg 的手锤。
- d) 为避免地下埋设的金属物对测量造成的干扰, 在了解地下金属物位置的情况下, 可将接地棒排列方向与地下金属物(管道)走向呈垂直状态。
- e) 在测量变电站和避雷器接地极的时候, 应使用绝缘鞋、绝缘手套、绝缘垫及其他防护手段, 要采取措施使避雷器放电电流减至最小时, 才可测试其接地极。
- f) 不应在雨后土壤较湿时进行测量。

F.2 测量方法(四极法)

F.2.1 等距法[温纳(Wenner)法]

将测试电极插入被测土壤呈一字排列, 电极均匀布置时示意图如图 F.1 所示。土壤电阻率 ρ 按公式(F.1)进行计算:



标引符号说明:

- A —— 交流电流表, 指示值 I ;
- V —— 交流电压表, 指示值 U ;
- a —— 两相邻电极间距;
- b —— 电极深度。

图 F.1 电极均匀布置时示意图

$$\rho = 4\pi aR / \left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) \dots\dots\dots (F.1)$$

式中:

- ρ —— 土壤电阻率, 单位为欧姆米($\Omega \cdot m$);
- R —— 所测电阻(U/I), 单位为欧姆(Ω);
- a —— 两相邻电极间距, 单位为米(m);
- b —— 电极深度, 单位为米(m)。

当测试电极入地深度 b 不超过 $0.1a$, 可设定 $b=0$, 则计算公式可简化为公式(F.2):

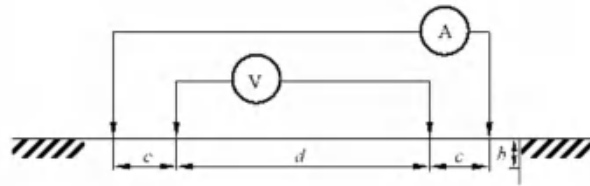
$$\rho = 2\pi aR \dots\dots\dots (F.2)$$

- ρ —— 土壤电阻率, 单位为欧姆米($\Omega \cdot m$);
- R —— 所测电阻(U/I), 单位为欧姆(Ω);
- a —— 电极间距, 单位为米(m)。

F.2.2 非等距法[施伦贝格—巴莫(Schlumberger—Palmer)法]

对于土壤结构不均匀的场地, 当电极间距增大到 40 m 以上, 采用非等距法。为方便测量, 跨度较小的场地其布置方式可采用图 F.2 所示对称非等距法。对称非等距土壤电阻率测量方法中建议两个电

压极的距离要求大于电流极与邻近电压极的两倍。此时电压极布置在相应的电流极附近,可升高所测的电位差值。



标引符号说明:

- A —— 交流电流表,指示值 I ;
- V —— 交流电压表,指示值 U ;
- c —— 电流极与电压极的间距;
- b —— 电极深度;
- d —— 两电压极的间距。

图 F.2 电极非均匀布置时采用对称非等距法示意图

这种布置,当电极的埋地深度 b 与其距离 d 和 c 相比较甚小时,则所测得电阻率可按公式(F.3)计算:

$$\rho = \pi c(c + d)R/d \quad \dots\dots\dots(F.3)$$

式中:

- ρ —— 土壤电阻率,单位为欧姆米($\Omega \cdot m$);
- R —— 所测电阻(U/I),单位为欧姆(Ω);
- c —— 电流极与电压极的间距,单位为米(m);
- b —— 电极深度,单位为米(m);
- d —— 两电压极的间距,单位为米(m)。

F.3 测量数据处理

F.3.1 为了了解土壤的分层情况,在用等距法测量时,可取不同的 a 值进行测量,如 $a = 2\text{ m}$ 、 4 m 、 5 m 、 10 m 、 15 m 、 20 m 、 25 m 、 30 m 等。

F.3.2 根据需要采用非等距法测量,测量电极间距可选择 40 m 、 50 m 、 60 m 。按公式(F.3)计算相应的土壤电阻率。根据实测值绘制土壤电阻率 ρ 与电极间距的二维曲线图。采用兰开斯特—琼斯(The Laneaste-Jones)法判断在出现曲率转折点时,即是下一层土壤,其深度为所对应电极间距的 $2/3$ 处。

F.3.3 土壤电阻率应在干燥季节或天气晴朗多日后进行,因此土壤电阻率应是所测的土壤电阻率数据中最大的值,为此应按公式(F.4)进行季节修正:

$$\rho = \psi\rho_0 \quad \dots\dots\dots(F.4)$$

式中:

- ρ —— 土壤电阻率,单位为欧姆米($\Omega \cdot m$)
- ρ_0 —— 所测土壤电阻率,单位为欧姆米($\Omega \cdot m$);
- ψ —— 季节修正系数,见表 F.2。

表 F.2 根据土壤性质决定的季节修正系数表

土壤性质	深度/m	ψ_1^a	ψ_2^b	ψ_3^c
黏土	0.5~0.8	3	2	1.5
黏土	0.8~3	2	1.5	1.4

表 F.2 根据土壤性质决定的季节修正系数表(续)

土壤性质	深度/m	ψ_1^a	ψ_2^b	ψ_3^c
陶土	0~2	2.4	1.36	1.2
砂砾盖以陶土	0~2	1.8	1.2	1.1
园地	0~3	1.7	1.32	1.2
黄沙	0~2	2.4	1.56	1.2
杂以黄沙的砂砾	0~2	1.5	1.3	1.2
泥炭	0~2	1.4	1.1	1.0
石灰石	0~2	2.5	1.51	1.2
<p>^a 在测量前数天下过较长时间的雨时选用。</p> <p>^b 在测量时土壤具有中等含水量时选用。</p> <p>^c 在测量时,可能为全年最高电阻,即土壤干燥或测量前降雨不大时选用。</p>				

附录 G

(规范性)

接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算

G.1 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算应按公式(G.1)确定：

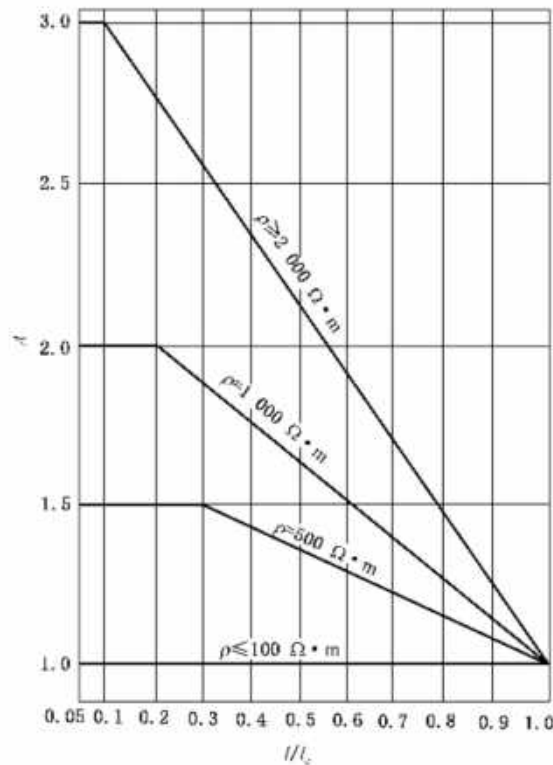
$$R_{\text{击}} = AR_{\text{工}} \quad \dots\dots\dots (G.1)$$

式中：

$R_{\text{工}}$ —— 接地装置各支线的长度取值小于或等于接地体的有效长度 l_e 。或者有支线大于 l_e 。而取其等于 l_e 时的工频接地电阻，单位为欧姆(Ω)；

A —— 换算系数，其数值宜按图 G.1 确定；

$R_{\text{击}}$ —— 接地装置冲击接地电阻，单位为欧姆(Ω)。



注： l 为接地体最长支线的实际长度，其计量与 l_e 类同。当 $l > l_e$ 时，取其等于 l_e 。

图 G.1 换算系数 A

G.2 接地体的有效长度应按公式(G.2)确定：

$$l_e = 2\sqrt{\rho} \quad \dots\dots\dots (G.2)$$

式中：

l_e —— 接地体的有效长度，应按图 G.2 计量，单位为米(m)；

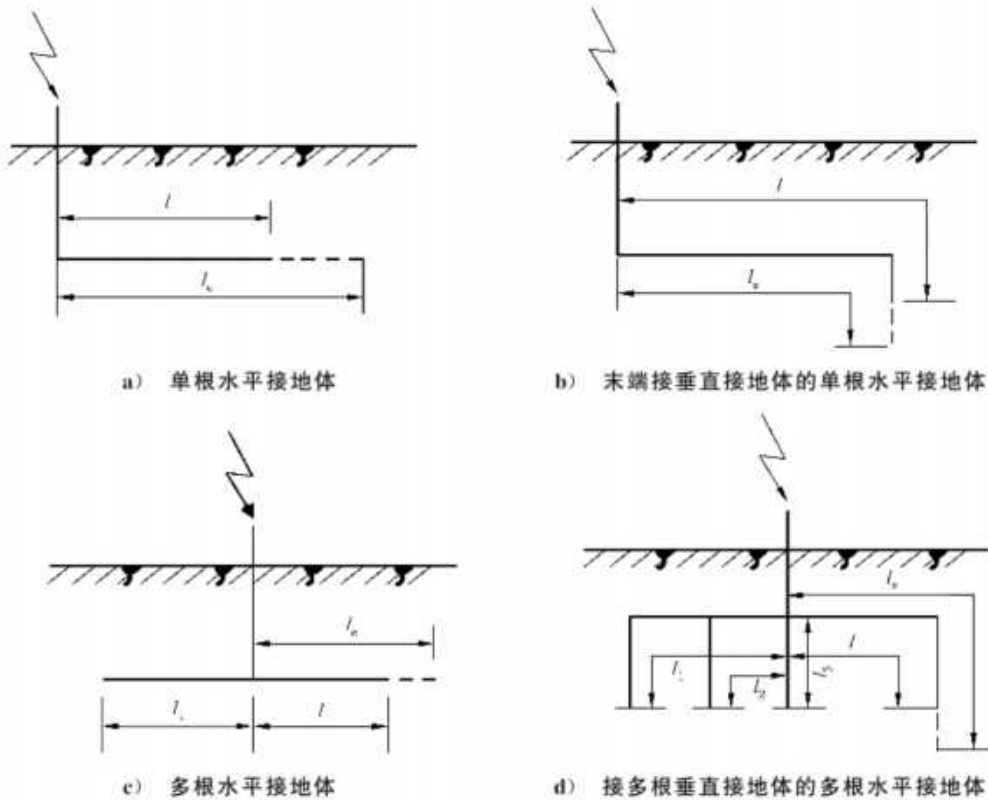
ρ —— 敷设接地体处的土壤电阻率，单位为欧姆米($\Omega \cdot m$)。

G.3 环绕建筑物的环形接地体应按以下方法确定冲击接地电阻：

- a) 当环形接地体周长的 1/2 大于或等于接地体的有效长度 l_e 时，引下线的冲击接地电阻应为从与该引下线的连接点起沿两侧接地体各取 l_e 长度算出的工频接地电阻(换算系数 A 等于 1)；
- b) 当环形接地体周长的 1/2 小于 l_e 时，引下线的冲击接地电阻应为以接地体的实际长度算出工

频接地电阻再除以 A 值。

G.4 与引下线连接的基础接地体，当其钢筋从与引下线的连接点量起大于 20 m 时，其冲击接地电阻应为以换算系数 A 等于 1 和以该连接点为圆心、20 m 为半径的半球体范围内的钢筋体的工频接地电阻。



标引序号说明：

l ——接地体最长支线的实际长度；

l_e ——接地体的有效长度；

l_1, l_2, l_3 ——多根接地体的实际长度， $l_1 \leq l, l_2 \leq l, l_3 \leq l$ 。

l_e 应按图 G.2 计量。

图 G.2 接地体有效长度的计量

附录 H
(规范性)
雷电电磁脉冲磁场的测量

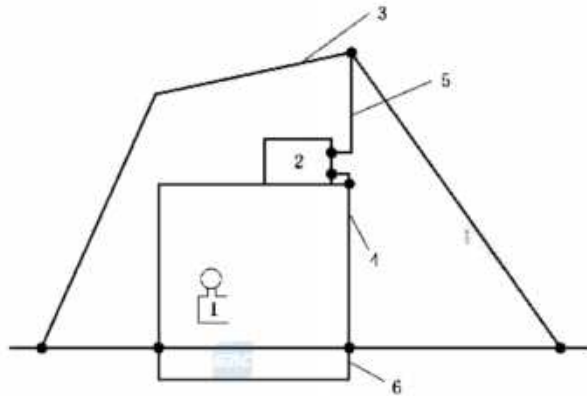
H.1 雷电电磁脉冲磁场强度指标

由于雷电电磁脉冲的干扰,对计算机而言,在无屏蔽状态下,当环境磁场感应强度大于 5.57 A/m ($0.07G_S$)时,计算机误动作;当环境磁场感应强度大于 191 A/m ($2.4G_S$)时,设备会发生永久性损坏。

H.2 雷电电磁脉冲磁场的测量方法

H.2.1 雷电流注入法

H.2.1.1 雷电流注入法用来表征雷击直接建筑物的 LPS 后建筑物内部的脉冲磁场大小。雷电流注入法的原理见图 H.1 所示。

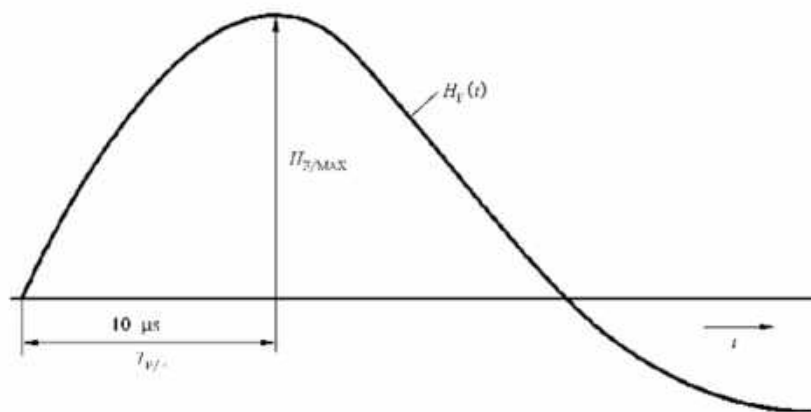


标引序号说明:

- 1——磁场测试仪;
- 2——雷电流发生器;
- 3——(发生器)多支回路锁线;
- 4——建筑物屏蔽;
- 5——模拟雷电流通道邻近建筑物的部分(10 m 范围内);
- 6——与屏蔽多处连接的接地极。

图 H.1 雷电流注入法原理图

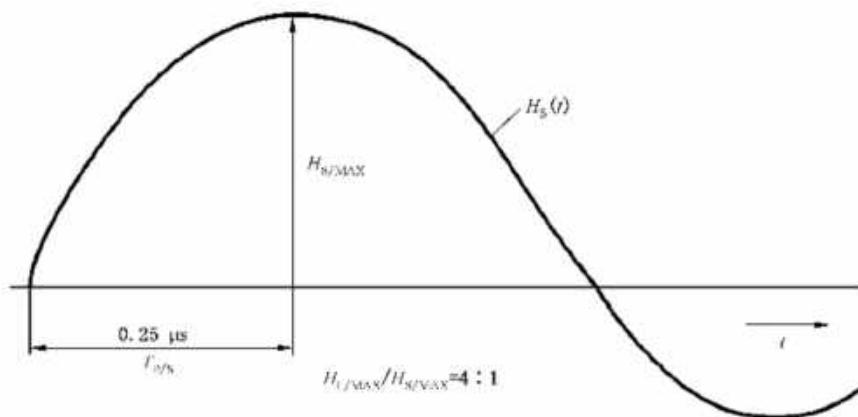
H.2.1.2 根据 GB/T 21714.1—2015 规定,雷击可能出现短时首次雷击电流 i_1 ($10/350 \mu\text{s}$) 和后续雷击电流 i_n ($0.25/100 \mu\text{s}$)。首次雷击产生磁场强度 H_T , 后续雷击产生磁场强度 H_n , 见图 H.2 和图 H.3:



标引符号说明：

- $H_{F/MAX}$ ——首次雷击磁场强度峰值；
- $T_{P/F}$ —— $H_{F/MAX}$ 达到最大值的上升时间；
- H_F ——首次雷击磁场强度；
- t ——时间。

图 H.2 模拟首次正雷击(10/350 μ s)的磁场上升沿



标引符号说明：

- $H_{S/MAX}$ ——后续雷击磁场强度峰值；
- $H_{F/MAX}$ ——首次雷击磁场强度峰值；
- $T_{P/S}$ —— $H_{S/MAX}$ 达到最大值的上升时间；
- H_S ——后续雷击磁场强度；
- t ——时间。

图 H.3 模拟后续雷击(0.25/100 μ s)的磁场上升沿

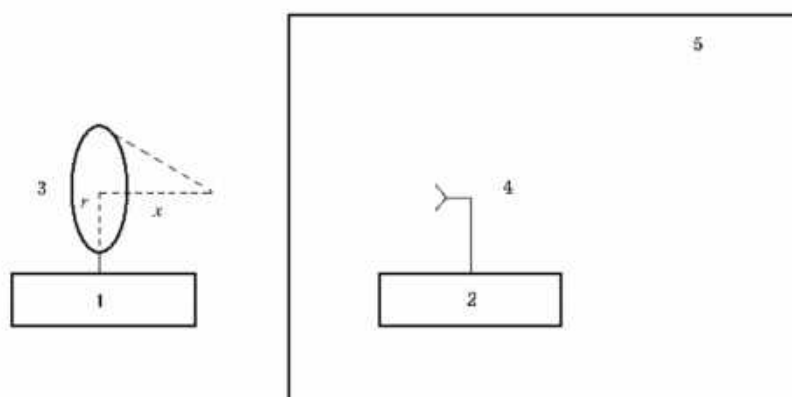
H.2.1.3 磁感应效应主要是由磁场强度升至其最大值的上升时间规定的,首次雷击磁场强度 H_F 可用最大值 $H_{F/MAX}$ (25 kHz)的阻尼振荡场和升至其最大值的上升时间 $T_{P/F}$ (10 μ s)来表征。同样后续雷击磁场强度 H_S 可用 $H_{S/MAX}$ (1 MHz)和 $T_{P/S}$ (0.25 μ s)来表征。

H.2.1.4 雷电流注入法在实际测量过程中应充分考虑可能由电涌电流产生的人身伤害和物理损害,并做好相应的安全措施。

H.2.2 空间辐射法

H.2.2.1 空间辐射法用来测量建筑物结构(如墙体,格栅形屏蔽网等)对雷电电磁脉冲磁场的衰减作

用,其原理如图 H.4 所示。



标引序号说明:

- 1 —— 脉冲磁场发生器;
- 2 —— 脉冲磁场测量终端;
- 3 —— 环形发射天线;
- 4 —— 接收天线;
- 5 —— 建筑物内屏蔽空间;
- r —— 环形发射天线的半径;
- x —— 环形发射天线中心到测量点的距离。

图 H.4 空间辐射法原理图

H.2.2.2 脉冲磁场发生器和测量终端分别放置在被测屏蔽空间的外、内两侧。脉冲磁场发生器可输出脉冲电流注入环形发射天线,形成脉冲磁场。根据 GB/T 21714.4 规定,10/350 μs 波形的直击雷电流形成的空间磁场波形为 8/20 μs ,对于环形发射天线,其中轴线上测量点的磁场强度 H_1 按公式(H.1)计算。

$$H_1 = \frac{I}{\left(\frac{x^2}{r} - x\right)} \quad \dots\dots\dots(\text{H.1})$$

式中:

- H_1 —— 发生器中轴线上测量点的磁场强度,单位为安培每米(A/m);
- I —— 发生器输出电流峰值,单位为安培(A);
- r —— 环形发射天线的半径,单位为米(m);
- x —— 环形发射天线中心到测量点的距离,单位为米(m)。

H.2.2.3 使用接收天线测量环形发射天线产生的脉冲磁场穿透屏蔽空间后的脉冲磁场 H_2 ,屏蔽空间的屏蔽系数 SF 按公式(H.2)计算。

$$SF = 20\lg\left(\frac{H_1}{H_2}\right) \quad \dots\dots\dots(\text{H.2})$$

式中:

- SF —— 屏蔽系数,单位为分贝(dB);
- H_1 —— 无屏蔽处磁场强度,单位为安培每米(A/m);
- H_2 —— 有屏蔽处磁场强度,单位为安培每米(A/m)。

H.2.2.4 以距离被测屏蔽空间最近的建筑物为雷击点,按公式(H.3)计算该雷击点到屏蔽空间所在位置的磁场强度 H_0 。测量点在雷击邻近建筑最大电流下空间辐射磁场强度 H_m 按公式(H.4)计算。

$$H_0 = I_0 / (2 \cdot \pi \cdot s_0) \quad \dots\dots\dots(\text{H.3})$$

式中：

H_0 ——雷击点到屏蔽空间内测量点的磁场强度，单位为安培每米(A/m)；

I_0 ——雷击邻近建筑的最大电流(按 GB 50057—2010 表 6.3.2-2 选取)，单位为安培(A)；

s_0 ——与邻近建筑雷击点的距离，单位为米(m)。

$$H_m = \frac{H_0}{10^{\frac{SF}{20}}} \dots\dots\dots (H.4)$$

式中：

H_m ——测量点在雷击邻近建筑最大电流下的空间辐射磁场强度，单位为安培每米(A/m)；

H_0 ——雷击点到建筑物所在位置的磁场强度，单位为安培每米(A/m)；

SF ——屏蔽系数，单位为分贝(dB)。

H.2.2.5 当 H_m 大于 5.57 A/m(0.07G_s)时，测量点不宜放置敏感电子设备；当 H_m 大于 191 A/m(2.4G_s)时，测量点不应放置敏感电子设备。



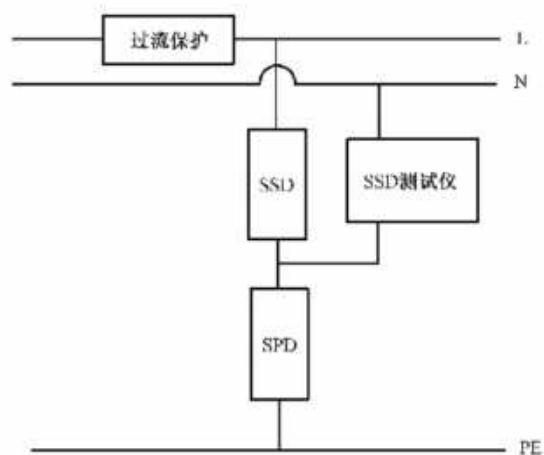
附录 I
(规范性)

SSD 最小瞬时动作电流分断时间(t_0)的测量

I.1 将 SSD 测试仪或其他适用的仪器接至 SSD 和 SPD 的串联回路,此时 SSD 应处于闭合状态。图 I.1 展示了一种可能的连接方式。

I.2 调节 SSD 测试仪,使得流过 SSD 样品的电流为其声称的最小瞬时动作电流(I_1),从电流注入时刻开始测量 SSD 的分断时间,即为 SSD 最小瞬时动作电流分断时间(t_0)。

I.3 测量完毕后应将 SSD 复位至闭合状态。



标引符号说明:

L —— 相线;

N —— 中性线;

PE —— 保护线。

图 I.1 SSD 最小瞬时电流动作特性验证试验示意图

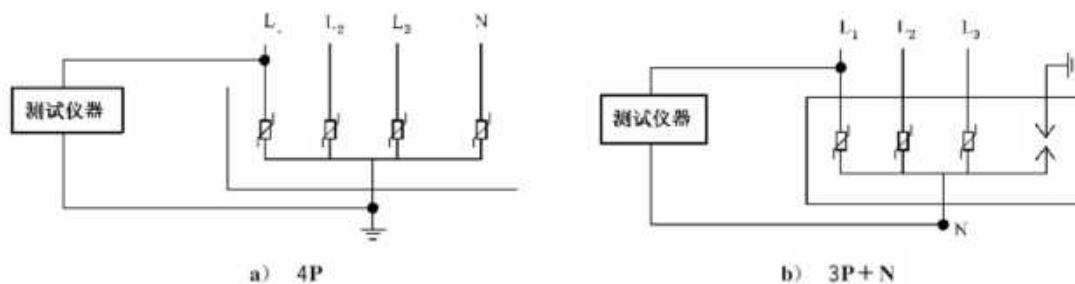
附录 J

(规范性)

电涌保护器(SPD)压敏电压(V_V)、泄漏电流(I_{le})和绝缘电阻(R_i)的测量

J.1 压敏电压(V_V)的测量和泄漏电流(I_{le})的测量

断开外部脱离器,确认电源切断后,用防雷元件测试仪或其他适用的仪表按图 J.1 所示逐一连接对应的 SPD 模块(或取下 SPD 模块),当 SPD 模块流过的直流电流为 1mA 时,测量其两端的电压即为 V_V 。然后将测试电压调整为 75% 的 V_V ,即可测得 I_{le} 。



标引符号说明:
 L₁、L₂、L₃——相线;
 N ——中性线;
 PE ——保护线。

图 J.1 SPD 测量示意图

J.2 绝缘电阻(R_i)的测量

SPD 的绝缘电阻测量仅对 SPD 所有带电接线端与 SPD 壳体间进行测量。先将 SPD 与所连接线路断开,再用不小于 500 V 绝缘电阻测试仪正负极性各测试一次, R_i 的测量数据应在稳定之后或施加电压 1 min 后读取。

附录 K

(规范性)

检测数值修约规则、极限数值表示和判定方法

K.1 检测数值修约规则

K.1.1 修约间隔

修约间隔确定应符合以下规定：

- a) 指定修约间隔为 10^{-n} (n 为正整数), 或指明将数值修约到 n 位小数；
- b) 指定修约间隔为 1, 或指明将数值修约到个位数；
- c) 指定修约间隔为 10^n (n 为正整数), 或指明将数值修约到 10^n 数位, 或指明将数值修约到“十”“百”“千”位数。

K.1.2 进舍规则

K.1.2.1 拟舍弃数字的最左一位数字小于 5, 则舍去, 保留其余各位数字不变。

示例: 将 12.149 8 修约到个位数, 得 12; 将 12.149 8 修约到一位小数, 得 12.1。

K.1.2.2 拟舍弃数字的最左一位数字大于 5, 则进 1, 即保留数字的末位数字加 1。

示例: 将 1 369 修约到“百”数位, 得 14×100 (特定场合可写为 1 400)。

K.1.2.3 拟舍弃数字的最左一位数字是 5, 且其后有非零数字时进 1, 即保留数字的末位数字加 1。

示例: 将 12.506 修约到个位数, 得 13。

K.1.2.4 拟舍弃数字的最左一位数字是 5, 且其后无数字或皆为 0 时, 若所保留的末位数字为奇数 (1, 3, 5, 7, 9) 则进 1, 即保留数字的末位数字加 1; 若所保留的末位数字为偶数 (0, 2, 4, 6, 8), 则舍去。

示例 1: 将 12.50 修约到个位数, 得 12。

示例 2: 将 11.50 修约到个位数, 得 12。

示例 3: 将 10.5 修约到个位数, 得 10。

K.1.3 不准许连续修约

拟修约数字应在确定修约间隔或指定修约数位后一次修约获得结果, 不应多次按 K.1.2 规则连续修约。

K.2 极限数值表示

K.2.1 通则

K.2.1.1 标准中规定考核的以数量形式给出的指标或参数, 应规定极限数值。

K.2.1.2 极限数值表示符合防雷标准要求的数值范围的界限值, 通过给出最小极限值、最大极限值, 或给出基本数值与极限偏差值方式表达。

K.2.1.3 极限数值的表示形式及书写位数应适当, 其有效数字应全部写出。书写位数表示的精确程度, 应能保证防雷装置应有的性能和质量。

K.2.2 表示用语

表达极限数值的基本用语及符号见表 K.1。

表 K.1 表达极限数值的基本用语及符号

基本用语	符号	特定情形下的基本用语			备注
大于 M	$>M$		多于 M	高于 M	测试值或计算值恰好为 M 值时不符合要求
小于 M	$<M$		小于 M	低于 M	测试值或计算值恰好为 M 值时不符合要求
大于或等于 M	$\geq M$	不小于 M	不少于 M	不低于 M	测试值或计算值恰好为 M 值时符合要求
小于或等于 M	$\leq M$	不大于 M	不多于 M	不高于 M	测试值或计算值恰好为 M 值时符合要求
注： M 为极限数值。					

K.3 极限数值判定方法

K.3.1 全数值比较法

将测试所得的测定值或计算值不经修约处理(或虽经修约处理,但应标明它是经舍、进或未进未舍而得),用该数值与规定的极限数值作比较,只要超出极限数值规定的范围(不论超出程度大小),都判定为不符合要求。

K.3.2 修约值比较法

将测定值或其计算值进行修约,修约数位应比规定的极限数值数位多一位。当测试或计算精度允许时,应先将获得的数值按指定的修约数位多一位或几位报出,然后按 K.1 的程序修约至规定的数位。当修约后的数值与极限数值进行比较,只要超出极限数值规定的范围(不论超出程度大小),都判定为不符合要求。示例见表 K.2。

表 K.2 全数值比较法和修约值比较法的示例和评定

检测项目	极限数值	测试值	全数值比较法 评定	数值修约 取值	数值修约比较法 评定
过渡电阻/ Ω	≤ 0.03	0.034 5	不符合	0.034	不符合
		0.025 0	符合	0.025	符合
		0.035 0	不符合	0.035	不符合
接地电阻/ Ω	≤ 10	10.50	不符合	10.5	不符合
		10.51	不符合	10.5	不符合
过渡电阻/ Ω	≤ 0.2	0.250 0	不符合	0.25	不符合
		0.255 1	不符合	0.26	不符合
接地电阻/ Ω	≤ 5	4.98	符合	5.0	符合
		5.01	不符合	5.0	符合
绝缘电阻/ $M\Omega$	≥ 50	50.16	符合	50.2	符合
		49.95	不符合	50.0	符合
泄漏电流/ μA	≤ 20	19.26	符合	19.3	符合
		20.05	不符合	20.0	符合

K.3.3 两种判定方法的比较

对测定值或其计算值与规定的极限数值在不同情形用全数值比较法和修约值比较法的比较结果的示例见表 K.2。对同样的极限数值,若它本身符合要求,则全数值比较法比修约值比较法相对严格。

附录 L
(资料性)
雷电防护装置检测报告式样

雷电防护装置检测报告-基本信息见表 L.1。

表 L.1 雷电防护装置检测报告-基本信息

受检单位名称			
委托单位名称			
受检单位地址			
爆炸危险环境场所		行政区域	
依据标准			
检测仪器设备			
环境情况			
备注			
检测人 (签字)		现场检测日期	
校核人 (签字)		校核日期	
批准人 (签字)		批准、发布日期	
检测机构地址：	联系电话：		

第 页 共 页

雷电防护装置检测报告-检测项目情况汇总表见表 L.2。

表 L.2 雷电防护装置检测报告-检测项目情况汇总表

检测项目情况汇总表			
编号	建筑物	检测项目	检测结论
		接闪器	
		引下线	
		接地装置	
		磁屏蔽	
		防雷等电位连接	
		电涌保护器 (SPD)	
.....	接闪器
	引下线		
	接地装置		
	磁屏蔽		
	防雷等电位连接		
	电涌保护器 (SPD)		



雷电防护装置检测报告-建筑物基本情况见表 L.3。

表 L.3 雷电防护装置检测报告-建筑物基本情况

建筑物基本情况	
编号	
名称	
长度/m	
宽度/m	
高度/m	
爆炸危险环境场所	
使用性质	
防雷分类	
电子信息系统雷电防护等级	
防雷区：	
存在问题：	
备注：	

雷电防护装置检测报告-雷电防护装置的检测见表 L.4。

表 L.4 雷电防护装置检测报告-雷电防护装置的检测

序号	检测子项/检测点位置	判定标准及要点	检测方式	检查结果/ 测量数据	判定 结论	备注
接闪器						
001	类型和方式					
002	敷设和位置	检测点 1				
003		.....			
004	材料和规格	检测点 1				
005		.....			
006	安 装 工 艺 和 现状	检测点 1				
007		.....			
008	锈蚀	检测点 1				
009		.....			
010	固定支架的垂 直拉力	检测点 1				
011		.....			
012	固定支架的间 距和高度	检测点 1				
013		.....			
014	网格尺寸	检测点 1				
015		.....			
016	伸 缩 缝 处 的 跨接	检测点 1				
017		.....			
018	等 电 位 连 接 性能	检测点 1				
019		.....			
020	附着	检测点 1				
021		.....			
022	间隔距离	检测点 1				
023		.....			
024	防侧击措施	检测点 1				
025		.....			
026	保护范围	检测点 1				
027		.....			
引下线						
028	类型					
029	敷设	检测点 1				
030		.....			

表 L.4 雷电防护装置检测报告-雷电防护装置的检测（续）

序号	检测子项/检测点位置	判定标准及要点	检测方式	检查结果/ 测量数据	判定 结论	备注
031	材料和规格	检测点 1				
032		.....			
033	安 装 工 艺 和 现状	检测点 1				
034		.....			
035	锈蚀	检测点 1				
036		.....			
037	固定支架的垂 直拉力	检测点 1				
038		.....			
039	固定支架的 间距	检测点 1				
040		.....			
041	断接卡设置和 保护措施	检测点 1				
042		.....			
043	防接触电压和旁 侧闪络电压措施	检测点 1				
044		.....			
045	附着	检测点 1				
046		.....			
047	间隔距离	检测点 1				
048		.....			
049	电气连接性能	检测点 1				
050		.....			
051	数量、间距					
接地装置						
052	类型					
053	布置	检测点 1				
054		.....			
055	材料和规格	检测点 1				
056		.....			
057	焊接和防腐	检测点 1				
058		.....			
059	防跨步电压 措施	检测点 1				
060		.....			
061	填土	检测点 1				
062		.....			

表 L.4 雷电防护装置检测报告-雷电防护装置的检测(续)

序号	检测子项/检测点位置	判定标准及要点	检测方式	检查结果/ 测量数据	判定 结论	备注
063	间隔距离	检测点 1				
064		.....			
065	共用接地	检测点 1				
066		.....			
067	电气贯通性能	检测点 1				
068		.....			
069	接地电阻	检测点 1				
070		.....			
磁屏蔽						
071	位置					
072	等电位、电气连接性能	检测点 1				
073		.....			
074	电气贯通性能	检测点 1				
075		.....			
076	屏蔽效果	检测点 1				
077		.....			
防雷等电位连接						
078	位置					
079	结构					
080	材料和规格	检测点 1				
081		.....			
082	连接工艺	检测点 1				
083		.....			
084	跨接性能	检测点 1				
085		.....			
086	等电位连接性能	检测点 1				
087		.....			
088	接地基准点(ERP)接地性能	检测点 1				
089		.....			
电涌保护器(SPD)						
090	布置					
091	主要性能参数					

表 L.4 雷电防护装置检测报告-雷电防护装置的检测 (续)

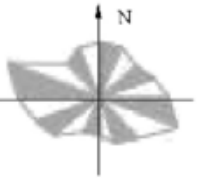
序号	检测子项/检测点位置	判定标准及要点	检测方式	检查结果/ 测量数据		判定 结论	备注
092	连接导体的材料和规格						
093	连接工艺						
094	外观						
095	防护级数和级间配合						
096	外部脱离器(过电流保护)						
097	电气连接性能						
098	压敏电压(V_V) 泄漏电流(I_{le}) 绝缘电阻(R_i)			L1	V_V		
099					I_{le}		
100					R_i		
101				L2	V_V		
102					I_{le}		
103					R_i		
104				L3	V_V		
105					I_{le}		
106					R_i		
107				N	V_V		
108					I_{le}		
109					R_i		

第 页 共 页

雷电防护装置检测报告-雷电防护装置平面示意图见表 L.5。

表 L.5 雷电防护装置检测报告-雷电防护装置平面示意图

雷电防护装置平面示意图

雷电防护装置检测报告-检测点现场图示见表 L.6。

表 L.6 雷电防护装置检测报告-检测点现场图示

检测点 序号	检测点现场图示	检测点 序号	检测点现场图示



参 考 文 献

- [1] GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- [2] GB/T 16895.3 低压电气装置 第 5-54 部分:电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体
- [3] GB/T 16895.9 建筑物电气装置 第 7 部分:特殊装置或场所的要求 第 707 节:数据处理设备用电气装置的接地要求
- [4] GB/T 16895.10 低压电气装置 第 4-44 部分:安全防护 电压骚扰和电磁骚扰防护
- [5] GB/T 16895.22 建筑物电气装置 第 5-53 部分:电气设备的选择和安装 隔离、通断、控制和监测的电器
- [6] GB/T 17949.1 接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 第 1 部分 常规测量
- [7] GB/T 18802.11—2020 低压电涌保护器(SPD) 第 11 部分:低压电源系统的电涌保护器性能要求和试验方法
- [8] GB/T 18802.12—2014 低压电涌保护器(SPD) 第 12 部分:低压配电系统的电涌保护器选择和使用导则
- [9] GB/T 18802.21 低压电涌保护器 第 21 部分:电信和信号网络的电涌保护器(SPD) 性能要求和试验方法
- [10] GB/T 18802.22 低压电涌保护器 第 22 部分:电信和信号网络的电涌保护器 选择和使用导则
- [11] GB/T 19663—2022 信息系统雷电防护术语
- [12] GB/T 21714.1—2015 雷电防护 第 1 部分:总则
- [13] GB/T 21714.2 雷电防护 第 2 部分:风险管理
- [14] GB/T 21714.3 雷电防护 第 3 部分:建筑物的物理损坏和生命危险
- [15] GB/T 21714.4 雷电防护 第 4 部分:建筑物内电气和电子系统
- [16] GB/T 27746 低压电器用金属氧化物压敏电阻器(MOV)技术规范
- [17] GB/T 3836.35 爆炸性环境 第 35 部分:爆炸性粉尘环境场所分类
- [18] GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- [19] GB 50074 石油库设计规范
- [20] GB 50089 民用爆炸物品工程设计安全标准
- [21] GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准
- [22] GB 50174 数据中心设计规范
- [23] GB 50177 氢气站设计规范
- [24] GB 50195 发生炉煤气站设计规范
- [25] GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范
- [26] GB 50312 综合布线系统工程验收规范

- [27] GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范
 - [28] GB 50516 加氢站技术规范
 - [29] NB/T 42150—2021 低压电涌保护器专用保护装置
 - [30] IEC 61643-331:2020 Components for low-voltage surge protection—Part 331:Performance requirements and test methods for metal oxide varistors (MOV)
-