

防爆场所使用的机电类特种设备风险评估 规则

Rules for risk assessment of special mechanical and electrical equipment
used in explosion-proof places

2024 - 03 - 21 发布

2024 - 04 - 21 实施

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 一般要求	2
5 评估程序	2
6 评估项目及内容	3
6.1 使用管理	3
6.2 使用环境	4
6.3 设备本体（防爆叉车）	4
6.4 设备本体（防爆电梯）	10
6.5 设备本体（防爆起重机）	15
7 风险评估	20
7.1 确定风险	20
7.2 伤害的严重程度	20
7.3 伤害发生的概率等级	20
8 风险等级评定	21
9 降低风险措施	21
10 结论判定	22
11 评估报告	23
附录 A（资料性） 防爆叉车风险评估报告	25
附录 B（资料性） 防爆电梯风险评估报告	30
附录 C（资料性） 防爆起重机风险评估报告	35
参考文献	40

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。

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。

本文件由安庆市特种设备监督检验中心提出。

本文件由安徽省市场监督管理局归口。

本文件起草单位：安庆市特种设备监督检验中心、安徽省市场监督管理局特种设备安全监察处、中国石油化工股份有限公司安庆分公司设备工程部。

本文件主要起草人：吴闯、夏艳光、伍智伟、陶超、于滢、张森、叶玉龙、汪海、唐熊武、陈征宇、董凯、王英、涂鹏飞、韩强、刘道秀、邢应凯。

防爆场所使用的机电类特种设备风险评估规则

1 范围

本文规定了防爆场所使用的机电类特种设备（含防爆叉车、防爆电梯、防爆起重机）评估的一般要求、评估程序、评估项目及内容、风险评估、风险等级评定、降低风险措施、结论判定和评估报告等内容。

本文适用于在爆炸性气体环境、可燃性以及爆炸性粉尘环境使用的机电类特种设备的风险评估。

本文不适用在煤矿井下和炸药粉尘环境用的机电类特种设备的风险评估。

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 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB/T 6067.1—2010 起重机械安全规程 第1部分：总则
- GB/T 6104 机动工业车辆 术语
- GB/T 6104.1—2018 工业车辆 术语和分类 第1部分：工业车辆类型
- GB 9656 机动车玻璃安全技术规范
- GB/T 10058—2023 电梯技术条件
- GB/T 10827.1—2014 工业车辆 安全要求和验证 第1部分：自行式工业车辆（除无人驾驶车辆、伸缩臂式叉车和载运车）
- GB/T 13306 标牌
- GB 15084 机动车辆 间接视野装置 性能和安装要求
- GB 15322.1 可燃气体探测器 第1部分：工业及商业用途点型可燃气体探测器
- GB 15322.2 可燃气体探测器 第2部分：家用可燃气体探测器
- GB/T 16178 场（厂）内机动车辆安全检验技术要求
- GB/T 16855.1—2018 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分：设计通则
- GB/T 18849 机动工业车辆 制动器性能和零件强度
- GB 20800.1 爆炸性环境用往复式内燃机防爆技术通则 第1部分：可燃性气体和蒸汽环境用 II 类内燃机
- GB 20800.2 爆炸性环境用往复式内燃机防爆技术通则 第2部分：可燃性粉尘环境用 II 类内燃机
- GB/T 26950.1—2011 防爆工业车辆 第1部分：蓄电池工业车辆
- GB/T 27544—2011 工业车辆 电气要求
- GB 31094 防爆电梯制造与安装安全规范
- JB/T 5897 防爆桥式起重机
- TSG 81 场（厂）内专用机动车辆安全技术规程

3 术语和定义

GB/T 6104、GB/T 16178、JB/T 5897、GB/T 3811、TSG 81、GB/T 7588 和 GB 31094 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

风险评估 risk assessment

确定风险要素的等级并由此确定风险等级的过程。

3.2

危险状态 hazardous situation

人员、财产或环境暴露于一种或多种危险中的情形。

3.3

风险 risk

伤害发生的概率和伤害严重程度的综合。

3.4

风险评定 risk evaluation

根据风险分析结果，确定是否需要降低风险的过程。

3.5

情节 plot

危险状态、原因和后果组成的先后顺序。

3.6

严重程度 severity

潜在伤害的程度。

4 一般要求

4.1 防爆机电类特种设备有下列情形之一的，使用单位一般应申请风险评估：

- a) 接近、达到、超过设备使用寿命时；
- b) 安全监督管理部门认为有必要时；
- c) 发现有重要结构件损伤时；
- d) 发生影响设备安全的事故后；
- e) 受极端环境影响，如暴风、重大地震等，设备存在安全隐患时；
- f) 影响特种设备安全的故障频发时；
- g) 其它有必要进行防爆特种设备风险评估的情形。

4.2 评估机构应具有特种设备安全监督管理部门核准的防爆机电类特种设备检验资质。

4.3 评估小组至少由 2 名风险评估人员组成。评估人员应满足以下条件：

- a) 具有中级及以上职称并持有特种设备安全监督管理部门颁发的相应种类特种设备检验资格证；
- b) 熟悉电梯、起重机械、叉车相关技术标准和安全技术规范；
- c) 熟悉防爆相关技术标准和安全技术规范；
- d) 从事所评估种类的特种设备专业技术工作 5 年及以上。

4.4 评估机构应当配备能够满足评估需要的防爆仪器设备和工具，且仪器应当经计量检定（校准）合格，并且在有效期内。

4.5 评估机构应当按照相关法律、法规和本标准的要求，制定包括风险评估程序、流程和评估实施在内的作业指导文件，并在本机构内正式发布。评估机构应当对风险评估质量实施控制。

5 评估程序

5.1 评估流程如图 1 所示。

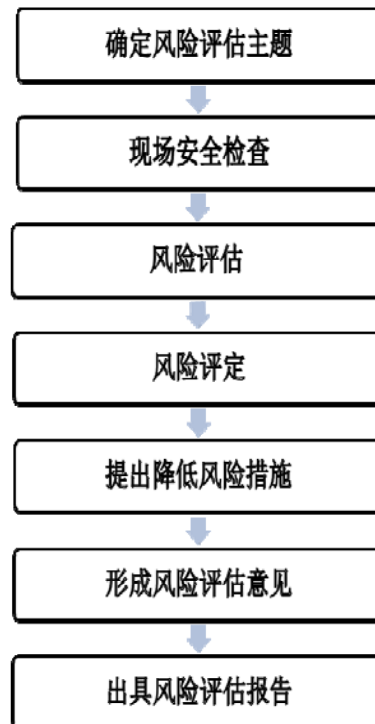


图1 评估流程

5.2 确定风险评估主题。评估主题包括使用管理、使用环境和设备本体。

5.3 现场安全检查。对设备使用管理、使用环境、设备本体进行必要的检查和测试、查阅相关资料和与相关人员座谈等方式确定评估对象存在的各种危险因素，并如实详细记录。风险评估小组可根据评估主题和相关因素，选择相关的评估项目内容。

5.4 风险评估。对现场安全检查发现的各类危险因素进行分析和识别，评估伤害后果的严重程度和伤害发生的概率等级。

5.5 风险评定。根据伤害发生的概率等级和严重程度评定出每个危险因素的风险等级和风险类别。

5.6 提出降低风险措施。根据风险评定的结果，提出降低或消除风险的措施。

5.7 形成风险评估意见。指出被评估对象存在的主要风险，对使用管理、使用环境、设备本体提出相应的安全措施，与使用单位沟通交流，形成风险评估意见。

5.8 出具风险评估报告。根据评估的情况，及时向使用单位出具风险评估报告。

6 评估项目及内容

6.1 使用管理

6.1.1 所评估设备已经办理使用登记，且使用登记资料与实物相符。

6.1.2 使用 10 台以上（含 10 台）为公众提供运营服务非公路用旅游观光车辆或者使用各类特种设备（不含气瓶）总量大于 50 台（含 50 台）的使用单位，应设置安全管理机构，并逐台落实安全责任人。

6.1.3 管理人员和作业人员的设置：

- a) 使用单位应当配备安全管理负责人；

- b) 使用各类特种设备（不含气瓶）总量 20 台以上（含 20 台）的使用单位，应配备专职安全管理人员，其他的可设置兼职安全管理人员，专职安全员需具有特种设备管理人员证；
- c) 使用单位应当根据本单位防爆机电类特种设备数量配备相应持证的作业人员并保证在设备使用时至少有一名安全管理人员在岗。

6.1.4 使用单位应当按照特种设备相关法律、法规和安全技术规范的要求建立健全防爆机电类特种设备使用安全管理制度。安全管理制度至少包括以下几个方面：

- a) 安全管理机构（需要设置时）和相关人员岗位职责；
- b) 经常性维护保养、定期自行检查和有关记录制度；
- c) 使用登记、定期检验申请实施管理制度；
- d) 隐患排查治理制度；
- e) 安全管理人员与作业人员管理和培训制度；
- f) 采购、安装、改造、修理、报废等管理制度；
- g) 应急预案管理制度；
- h) 事故报告和处理制度。

6.1.5 防爆机电类特种设备安全技术档案：

- a) 近 2 年的设备修理和维护保养资料；
- b) 近 2 年的设备故障情况记录；
- c) 设备的改造、修理相关资料；
- d) 随机资料（包括总图，金属受力结构件图、电气原理图、液压原理图、整机及部件防爆合格证和维护保养说明书等）；
- e) 设备定期检验报告；
- f) 应急救援演习记录；
- g) 防爆区域划分图；
- h) 其他需要的安全技术档案。

6.2 使用环境

6.2.1 温度、腐蚀、潮湿、气体、粉尘等环境，应符合设计和使用要求。

6.2.2 使用单位应根据本单位作业环境中防爆区域、防爆类别、防爆等级、防爆温度组别的特殊要求，选用相应的防爆特种设备并规范本单位防爆特种设备的作业环境。

6.2.3 对于防爆叉车和防爆起重机，使用单位应当根据特种设备的设备防爆等级，规定其工作区域，对于防爆叉车，应当根据其工作区域路况，制定行驶路线，规范本单位防爆叉车作业环境。

6.2.4 防爆叉车行驶路面应当平坦硬实；行驶路线中存在陡坡、长坡、急弯、窄道、深沟等特殊路况时，应当设置保护设施、警示标志和限速提示等。

6.3 设备本体（防爆叉车）

6.3.1 车辆认定

6.3.1.1 车辆易见部位，应有产品商标或厂标。产品标牌上应有产品名称、型号、制造日期或者产品编号、制造商名称。

6.3.1.2 发动机（或行走电机）、车架编号应字迹清晰，位置明显，并与合格证一致。

6.3.1.3 车辆的主要参数应符合合格证和说明书要求。

6.3.2 整车

- 6.3.2.1 车辆金属结构及主要受力结构件的连接焊缝无明显可见的裂纹，必要时可进行无损检测。
- 6.3.2.2 蓄电池、燃油箱托架的安装应牢固，无严重腐蚀、变形现象。
- 6.3.2.3 防爆叉车根据相关标准设置的气压、机油压力、水温、燃油量、电压等防爆仪表应醒目、灵敏、有效。
- 6.3.2.4 配置后视镜的车辆，其后视镜的性能和安装要求应符合 GB 15084 的规定，能使驾驶员看清车身左右外侧、车后 50m 以内的环境情况。配置挡风玻璃的车辆，挡风玻璃应采用符合 GB 9656 规定的安全玻璃，挡风玻璃的刮水器应完好，确保驾驶员有良好的前方视野。
- 6.3.2.5 车辆驾驶室应保持视线良好，座椅应保持舒适，前后可调整；配有封闭式驾驶室的车辆，驾驶室应符合 GB/T 16178 的规定。坐驾式车辆的驾驶人员位置上应当配备安全带等防护约束装置。
- 6.3.2.6 在车辆标牌的明显而又不易碰坏处固定产品标牌，标牌的尺寸及内容应符合 GB/T 13306 的规定。同时标牌还应包含以下内容：

- 特种设备制造许可证编号；
- 防爆标志。

注：防爆标志的标示方法：

爆炸性气体环境用车辆:Ex+车辆级别+气体组别+温度组别(或实际最高表面温度)

爆炸性粉尘环境用车辆:DIP+车辆级别+温度组别(或实际最高表面温度)

- 6.3.2.7 车辆明显部位上应有使用说明牌，应包含以下内容：
- a) 非本职人员不得在爆炸危险场所驾驶车辆作业；
 - b) 车辆在爆炸危险场所中运行作业时严禁碰撞、冲击；
 - c) 车辆在爆炸危险场所中运行作业时发生失控，应立即切断动力源；
 - d) 蓄电池组的充电应在安全场所进行；充电后，应用清水将蓄电池组冲洗干净，逐个检查连接导线的连接状态；
 - e) 蓄电池组（内燃机）在爆炸危险场所不得作为他电源（动力源）；
 - f) 严禁在爆炸危险场所中打开电气装置的盖子；
 - g) 严禁在爆炸危险场所中进行维修作业；
 - h) 应定期检查带电部件与车体之间的绝缘情况，测得的绝缘电阻不得小于 0.5MΩ；
 - i) 擦拭塑料部分危险区域应使用湿布。
- 6.3.2.8 防爆叉车明显位置应设置作业安全警示标志及防爆安全警示标志，防爆安全警示标志应标明“危险场所，严禁打开！”、“严禁带电开盖”或制造商规定的其他图形字样。

6.3.3 动力系统检查

- 6.3.3.1 内燃防爆叉车的内燃机应符合 GB 20800.1、GB 20800.2 要求。
- 6.3.3.2 防暴发动机的安装应牢固可靠，连接部位无松动、脱落、损坏。
- 6.3.3.3 防暴发动机动力性能良好，运转平稳，无异响，能正常启动、熄火。
- 6.3.3.4 防暴发动机点火系、燃料系、润滑系、冷却系应机件齐全、性能良好，安装牢固，线路无漏电，管路无漏水、漏油、漏气现象；冷却风扇应符合防爆要求，运转正常、与其他部件无干涉。
- 6.3.3.5 进气管道、排气管道应无裂纹；Gb、Gc 防爆叉车，内燃机进气系统应设置进气截止阀，进气截止阀应能手动操作，手动操作时，发动机应能可靠停机；Db、Dc 防爆叉车，内燃机进气系统应安装两级空气滤清器，滤芯表面应无破损；Db 防爆叉车上的空气滤清器和内燃机之间的进气管道应密封完好；当使用旋风式空气滤清器时，进气管道、排气管道进出口应不在同一纵向直线上。
- 6.3.3.6 防暴电动机型式应符合车辆使用环境的防爆要求，防暴电动机与车架、减速箱、支座的连接应牢固可靠。
- 6.3.3.7 最高表面温度不应超过车辆使用场所内出现的爆炸性物质的最低引燃温度。

6.3.4 传动系统检查

- 6.3.4.1 内燃防爆叉车液压离合器、变矩器、静压传动的油冷式离合器应符合相应防爆级别要求,表面温度应不超过车辆使用场所内爆炸性物质的最低引燃温度;摩擦离合器应采用油浸保护或隔爆外壳保护,应符合相应防爆级别要求。
- 6.3.4.2 离合器应分离彻底、接合平稳,工作时无异响、抖动和不正常打滑等现象。
- 6.3.4.3 防爆叉车变速器运行应无异常声响,变速箱应无自动跳挡、串挡现象,运行正常,倒挡可靠。
- 6.3.4.4 防爆叉车传动系统其他零部件的连接合适、运转平稳,运行中无振抖、无异响。
- 6.3.4.5 静压传动防爆叉车,只有处于制动状态时才能启动发动机。
- 6.3.4.6 机械传动和液力传动内燃防爆叉车,应当配备在传动装置处于接合状态时,能防止发动机启动的装置。

6.3.5 行驶系统检查

- 6.3.5.1 防爆叉车车架(车身)应无变形、裂纹和锈蚀,与前后桥的连接应紧固。
- 6.3.5.2 防爆叉车同一轴上的轮胎规格和花纹应相同,轮胎规格应符合设计要求,轮胎外表面应有导电标记。
- 6.3.5.3 防爆叉车轮胎应满足使用场地条件,充气轮胎胎面和胎壁应无长度超过 25mm、深度足以暴露出轮胎帘布层的破裂和割伤;轮胎花纹间及胎面应无铁质杂物。
- 6.3.5.4 防爆叉车轮辋应完整无损,螺栓、螺母应齐全紧固。
- 6.3.5.5 防爆叉车减震器应齐全有效,减震器应无明显的渗漏油现象;减震器在运行中可能产生撞击的部位应设置无火花防护。

6.3.6 转向与操纵系统检查

- 6.3.6.1 防爆叉车转向系统应转动灵活、操纵方便、无卡滞,在任意转向操作时不得与其他部件有干涉。
- 6.3.6.2 防爆叉车向前运行时,顺时针转动方向盘或舵把转向,应使防爆叉车右转。
- 6.3.6.3 方向控制装置操纵的车辆,控制装置的动作应和叉车的运动方向保持一致,并且限制在防爆叉车的轮廓内。
- 6.3.6.4 转向装置中的转向节及臂,转向横、直拉杆及球销应无裂纹、损伤;横、直拉杆不允许拼焊,并且球销应不松旷。
- 6.3.6.5 防爆叉车应具有良好的直线行驶性能,以最大速度直线行驶时,不得有明显的蛇行现象。
- 6.3.6.6 采用动力转向的防爆叉车,转向时作用在方向盘上的手操作力应为 6N~20N,左右转向作用力相差应不大于 5N。

6.3.7 液压系统检查

- 6.3.7.1 防爆叉车液压管路布置与其他运动机件应不相互干涉。
- 6.3.7.2 系统应有良好的密封性能,作业时,固定接口应无渗油,运动接口应无漏油,各部位应无渗漏现象。
- 6.3.7.3 在空载和满载等情况下,液压系统元件应能正常工作,工作部件在额定速度范围内应无爬行、停滞和明显的冲动现象。
- 6.3.7.4 防爆叉车应设置能防止系统内压力超过预定值的装置,此装置的设计和安装应能够避免意外的松动或者调节,调节压力需要用工具或者钥匙。
- 6.3.7.5 液压系统应符合相应防爆级别要求,表面温度应不超过车辆使用场所内爆炸性物质的最低引燃温度。

6.3.8 制动系统检查

- 6.3.8.1 防爆叉车应具有可靠的行车、驻车制动系统,并且设置相应的制动装置。
- 6.3.8.2 行车制动与驻车制动的控制装置应相互独立。
- 6.3.8.3 用踏板操纵运行和制动控制装置的叉车应符合 GB/T 26562 要求。
- 6.3.8.4 制动器的表面温度应不超过车辆使用场所内爆炸性物质的最低引燃温度;Gb、Db 车辆,制动器应采用油浸保护或隔爆外壳保护或附件安全措施。
- 6.3.8.5 防爆叉车行车制动器的性能应符合 GB/T 18849 的要求,制动距离应达到表 1 规定的制动效能;
- 6.3.8.6 防爆叉车驻车制动器应能将车辆停放在表 2 或制造商规定的坡度(取两种坡度的较大值,但最大不超过 15°)的上、下坡道上。

6.3.9 电气和控制系统检查

- 6.3.9.1 防爆叉车的启动应设置开关装置,需要用钥匙、密码或者磁卡等才能启动。
- 6.3.9.2 蓄电池防爆叉车的控制系统应具有欠电压、过电流、过热和过电压保护功能。
- 6.3.9.3 蓄电池防爆叉车的电气系统应采用双线制,保证良好的绝缘,控制部分应可靠。
- 6.3.9.4 平衡重式防爆叉车应设置前照灯、制动灯、转向灯等照明和信号装置,其他叉车应根据使用工况设置照明和信号装置:
 - 防爆灯具应符合相应防爆级别的要求;灯具的光源应有透明保护罩保护,对于可燃性粉尘环境中,透明罩应用网孔面积不大于 50 mm² 保护网保护;
 - 保护灯座和其他灯具内部部件的盖子应带有联锁装置,当盖子打开时,灯座的所有电极均自动切断电源;或设置“严禁带电打开”的警告牌,本质安全型灯具除外;
 - 防爆灯具安装应牢固,外罩、紧固件齐全,应不因车辆震动而松脱、损坏、失去作用或改变光照方向;所有灯光开关安装牢固,开启、关闭自如,应不因车辆震动而自行开启或关闭。
- 6.3.9.5 蓄电池防爆叉车应设置非自动复位且能切断总控制电源的紧急断电开关,并且符合 GB/T 27544—2011 中 5.1.5 和 GB 3836.1 的要求。

6.3.10 工作装置检查

- 6.3.10.1 防爆叉车(除装有伸缩门架和货叉的前移式叉车)上使用一组单一功能的操纵杆时,离操作者最近的操纵杆控制起升和下降,第二近的操纵杆控制倾斜功能,第三近的操纵杆控制侧移功能,第四近的操纵杆控制辅助功能;当在装有伸缩门架或者货叉的前移式叉车上使用一组单一功能的操纵杆时,离操作者最近的操纵杆控制起升和下降,第二近的操纵杆控制门架或者货叉的移动,第三近的操纵杆控制倾斜功能,第四近的操纵杆控制侧移功能,第五近的操纵杆控制辅助功能;操纵手柄(杆)无变形,轻便灵活,工作可靠。
- 6.3.10.2 防爆叉车应设置防止货叉意外侧向滑移和脱落的装置。
- 6.3.10.3 防爆叉车的货叉两叉尖高度差应不超过水平段长度的 3%。
- 6.3.10.4 具有防爆功能的叉车,工作装置应具有机械防爆的功能,接触、可能接触地面或载荷的工作装置的所有表面都应不产生火花,所用材料应使用铜、铜锌合金、不锈钢等,或用非金属材料(例如橡胶或塑料)包覆;包覆层磨损达到极限时,应修复或更换。

6.3.11 防爆电气部件检查

- 6.3.11.1 防爆叉车电气、部件均应采用防爆型,且其防爆性能不低于整车防爆性能;防爆电气、部件的铭牌上至少标明型号、出厂日期、防爆标志、防爆合格证号、制造厂名称、商标和相关技术参数;防爆电气、部件的防爆类型、级别、组别应符合现场相应防爆等级要求。

6.3.11.2 防爆电气部件外壳表面最高温度应低于整机防爆标志中温度组别要求；车辆温度组别划分或者实际最高表面温度应符合表 3 要求。

6.3.11.3 防爆电气、部件外壳应光滑无损伤，透明件无裂纹；接合面应紧固严密，相对运动的间隙防尘密封严密；紧固件应无锈蚀、缺损，密封垫圈完好；隔爆型电气、部件外壳上应有“严禁带电开盖”警告标志；隔爆型电气、部件的隔爆面不得有锈蚀层、机械伤痕，严禁刷漆。

6.3.11.4 电气系统的电缆连接应牢固、可靠，防爆电气设备上的电缆引入装置与电缆线径相符；当电源电极与车架绝缘（IT 系统）时，电气安装应为双极式布线，但绝缘监控装置和本质安全电路除外；电气系统的正极接线和负极接线应与车架和内燃机气缸绝缘，内燃机启动辅助装置除外。

6.3.11.5 蓄电池防爆叉车蓄电池箱体上应设置清晰的永久性标志“Ex”铭牌和“危险场所，严禁打开！”字样的警告牌；蓄电池盖应制成液体和粉尘不易积聚的结构，蓄电池盖上极柱的绝缘凸台高度应不小于 10 mm；蓄电池若为双极柱，则每个极柱应能单独承受规定的回路；蓄电池的封口应严密可靠；蓄电池的正极板应采用耐酸绝缘材料的封底和上护套；如果采用铅封底，则应加套由耐酸绝缘材料制成的护套；金属结构的蓄电池箱体和箱盖层应牢固可靠，应不脱落、损坏；箱体应设置通风孔、排液设施，并应有防止电解液腐蚀箱底外表面的措施；蓄电池箱外壳防护等级不低于 IP23；箱体和箱盖应设置用专用工具才能打开的锁紧机构；电源装置应设置接线盒（或插接装置），接线盒应为隔爆型或增安型，插接装置应为隔爆型；接线盒（或插接装置）应牢固地固定在蓄电池箱上；从蓄电池箱内引出到接线盒（或插接装置）的导线应有可靠的防止被损坏的保护措施；蓄电池组应只能由几个单体电池串联而成；蓄电池的单体电池应具有同样电化学系统、结构和额定容量，并且由同一制造商制造，应仅适用国家标准中规定了已知特性的单体电池类型；所有单体电池应能防止电解液渗漏；蓄电池连接导线应是阻燃的耐酸绝缘铜芯软电缆，电缆芯线与铅锡合金接头采用铸接方法连接，连接处应进行压合处理和密封处理；电源连接导线与蓄电池极柱应采用焊接等方法可靠连接；电源装置中蓄电池的安装应牢固可靠，蓄电池之及蓄电池与蓄电池箱之间应采用耐酸绝缘材料制成的隔离物隔开并塞紧。

6.3.11.6 电气设备应符合 GB 3836 的要求，导电性粉尘的防护等级至少应为 IP6X。

6.3.11.7 旋转部件和其他部件之间的间距应至少为运动部件最大直径的 1%，但间距应不大于 5 mm；如果配合部件的加工能保证尺寸的精度和稳定性，则此间距允许减小到 1mm，但应不小于 1 mm；Gb、Db 防爆叉车，裸露的旋转部件的防护等级至少应为 IP20。

6.3.11.8 防爆叉车上所有大于 100 cm² 的金属部件都应连接到车架上，如这些部件固定牢固，并与车架有良好的金属接触，则不必用单独的导体把这些部件连接到车架上；防爆叉车上所有金属部件对地应有良好的导电性，且所有的金属部件对地电阻不大于 1M Ω ；蓄电池叉车的蓄电池金属盖板与蓄电池带电部分之间应有 30mm 以上的空间，当盖板和带电部分之间具有绝缘层时，其间隙至少为 10 mm。

6.3.12 安全保护与防护装置

6.3.12.1 防爆叉车应设置能够发出清晰声响的警示装置和后视镜，警示装置应灵敏有效，应符合相应防爆级别的要求。

6.3.12.2 坐驾式车辆的驾驶人员位置上应配备安全带等防护约束装置。

6.3.12.3 对于起升高度大于 1800 mm 的乘驾式防爆叉车，必须设置护顶架；护顶架应连接紧固，结构件及其配件应不出现裂纹、构件分离，顶棚应无明显永久变形。

6.3.12.4 应设置下降限速装置、门架前倾自锁装置，如果下降限速阀与升降油缸采用软管连接，还应有防止爆管装置。

6.3.12.5 起升装置应设置防止越程装置和限位器，避免货叉架和门架上的运动部件从门架上端意外脱落；限位装置应无火花缓冲材料保护。

6.3.12.6 挡货架、车轮防护罩应符合 GB/T 10827.1—2014 中 4.7.5、4.9.2 的要求；

6.3.12.7 电气系统的正极接线盒负极接线应与车架和内燃机汽缸绝缘；但如果内燃机使用了启动辅助装置，在启动辅助线路运行阶段，预热塞的电气回路或其他电气启动辅助装置用内燃机汽缸作为接地回路，则为例外；蓄电池防爆叉车，蓄电池绝缘电阻不小于 $50\ \Omega$ 乘以蓄电池组额定电压数值，其他电气设备的绝缘电阻不小于 $1\text{k}\ \Omega$ 乘以蓄电池组额定电压数值；电源装置中蓄电池组对蓄电池箱体的绝缘电阻，额定电压 50V 及以下时，应不小于 $10\text{k}\ \Omega$ ；额定电压为 $60\text{V}\sim 100\text{V}$ 时，应不小于 $15\text{k}\ \Omega$ 。

6.3.12.8 采用对开轮辋并且装有充气轮胎时，结构上应保证车轮从车上拆下后，方能松动轮辋螺栓。

6.3.12.9 防爆叉车最高表面温度和排气温度应不超过车辆使用场所内存在爆炸性气体或可燃性粉尘的最低点燃温度；车辆温度组别划分或者实际最高表面温度符合表 1 规定要求；防爆叉车应配置符合产品安全标准要求的监控系统，对正在运行的车辆进行监控，当车体的表面温度或排气管温度接近使用场所存在的爆炸物质的最低点燃温度和防爆叉车整机的温度组别之前，使车辆停止运行；设计车体最高表面温度不超过使用场所内存在的爆炸性气体的最低点燃温度的 G_c 、 G_b 蓄电池防爆叉车除外；应不采用隔热措施来降低表面温度；

6.3.12.10 气体探测器应符合 GB 15322.1 或 GB 15322.2 的规定；气体探测器应设置低报和高报，当可燃气体浓度达到 10LEL 时，气体探测器显示低报；当可燃气体浓度达到 25LEL 时，气体探测器显示高报，并能自动控制车辆停止运行；气体探测器应安装在车辆的适当位置，并用一种措施加以保护，防止发生机械损伤。

6.3.12.11 G_b 、 D_b 防爆叉车制动器附加安全措施：

- 行车制动器摩擦衬垫应采用非金属基复合材料非金属基复合材料不应含有金属成分；制动鼓或制动盘应采用铸铁及与铸铁具有同样摩擦特性的材料，应不使用轻金属合金；
- 在制动器摩擦片严重磨损或制动器有轴向窜动的情况下，系统应避免制动器摩擦片底板与相关金属部件发生接触、摩擦；
- 车辆应配置表面温度监控系统，其温度探测系统应符合 GB/T 16855.1—2018 中表 10 中对 3 类的规定；试验周期中证实制动器的表面温度不可能达到 GB/T 26950.1—2011 第 4.2.1.1 规定的最高表面温度的车辆除外；
- 如果使用热敏元件，新换摩擦片，该元件应置于距内摩擦面下不超过 $3\ \text{mm}$ 处；
- 制动器摩擦片的温度上升至车辆允许的最高表面温度时车辆应能自动地有控制地停止。

6.3.12.12 货叉架下降速度在任何情况下，应不超过 $600\ \text{mm/s}$ 。

6.3.12.13 步驾式车辆的舵柄应配备一种装置，当其头部在操作位置与固体物（如操作者的身体）接触时，能促使车辆朝远离操作者的方向运行，直到该装置上的压力被解除或实施制动使车辆停下。

表1 制动距离要求

组别	车辆形式	制动距离 s_o (m)		
		$v \leq 5$	$5 < v \leq 13.4$	$v > 13.4$
A1	除 A2、B 和 C 组外的所有车辆，额定超重量 $< 16000\text{kg}$ 或满载质量 $< 35000\text{kg}$ ，两者取较大值	$s_o < 0.15v + \frac{v^2}{23.6}$	$s_o < 0.15v + \frac{v}{4.7}$	$s_o < 0.15v + \frac{v^2}{63.6}$
		$s_o < 0.15v + \frac{v^2}{19.1}$	$s_o < 0.15v + \frac{v}{3.8}$	$s_o < 0.15v + \frac{v^2}{50.9}$

表1 制动距离要求（续）

组别	车辆形式	制动距离 s_0 (m)		
		$v \leq 4$	$4 < v \leq 13.4$	$v > 13.4$
b) 车辆速度 v (km/h)		$v \leq 4$	$4 < v \leq 13.4$	$v > 13.4$
B	操作台可升至 1200mm 以上的车辆和专门设计的带起升载荷运行的车辆	$s_0 < 0.15v + \frac{v^2}{11.4}$	$s_0 < 0.15v + \frac{v}{2.8}$	$s_0 < 0.15v + \frac{v^2}{38.1}$
c) 车辆速度 v (km/h)		所有速度		
C	越野车辆	$s_0 < 0.15v + \frac{v^2}{63.5}$		

表2 驻车制动坡度要求

车辆形式	坡度 (%)
操作台可升至1200mm 以上的车辆和专门设计的带起升载荷运行的车辆(搬运集装箱的车辆除外)	5
托盘堆垛车、插腿式叉车、前移式叉车、双向起升车辆、多向起升车辆、步驾式车辆	10
其他坐驾式或站驾式车辆	15

表3 车辆温度组别划分或实际最高表面温度

温度组别	车辆最高允许表面温度 (°C)	易燃物燃点温度 (°C)
T1	450	>450
T2	300	>300~450
T3	200	>200~300
T4	135	>135~200
T5	100	>100~135
T6	85	>85~100

6.4 设备本体（防爆电梯）

6.4.1 防爆电梯认定

电梯轿厢或控制柜易见部位，应有产品商标或厂标。产品标牌上应有产品名称、型号、制造日期以及产品编号、制造商名称。曳引机、制动器编号应清晰，位置明显，并与合格证一致。防爆电梯的主要参数应符合合格证和说明书要求。

6.4.2 防爆技术要求

6.4.2.1 防爆等级

防爆电梯电气部件上防爆标志清晰；防爆类型、级别、温度组别符合现场相应防爆等级要求。

6.4.2.2 外壳要求

防爆电气部件外壳光滑无损伤，透明件无裂纹。接合面应当紧固严密，相对运动的间隙防尘密封严密。紧固件无锈蚀、缺损。密封垫圈完好。防爆电气部件外壳表面最高温度应当低于整机防爆标识中温度组别要求。

6.4.2.3 本安型电气部件

本安型电气部件(控制柜、操纵箱、召唤箱、轿顶检修箱、接线箱盒、旋转编码器等)应当设有本安标志的铭牌。

6.4.2.4 隔爆型电气部件

隔爆型电气部件应满足防爆等级及外壳要求且其电气联锁装置应可靠;隔爆面不得有锈蚀层、机械伤痕,严禁刷漆。

6.4.2.5 增安型电气部件

增安型电气部件应满足防爆等级及外壳要求。

6.4.2.6 浇封型电气部件

浇封型电气部件应满足防爆等级及外壳要求且浇封表面不得有裂缝、剥落,被浇封部分不得外漏。

6.4.2.7 油浸型电气部件

油浸型电气部件应:

- a) 满足防爆等级及外壳相应防爆要求;
- b) 密封良好,不允许渗漏油,油位高度在规定范围内;
- c) 外壳、电气和机械连接所用的螺栓、螺母以及注油、排油的螺栓塞等应当具有防松措施。

6.4.2.8 正压机房

进风口位置应当符合设计要求;机房通风充气系统的联锁装置有效;通风电气部件如安装在非正压型机房内,则应当符合防爆等级及外壳相应防爆要求;正压型机房微差压继电器应当装设在风压、气压最低点的出口处;运行中的机房内气压低于设计要求。

6.4.2.9 防爆接线盒

敷设在防爆区域内非本安电路的电缆连接或者分路是否设置防爆接线盒;防爆接线盒应当符合防爆等级及外壳相应防爆要求。

6.4.2.10 电缆配线

电缆配线应满足:

- a) 防爆区域内应当采用橡胶电缆或者铠装电缆配线;
- b) 敷设电缆时,电力电缆与通讯、信号电缆应当分开,高压与低压或者控制电缆也应当分开;
- c) 电缆上易发生机械损伤的部位,应当采取防止机械损伤的保护措施。

6.4.2.11 本安配线

本安电路的电缆或者电线以及防护套管应当至少在进出端部设有浅蓝色标识。本安电路与非本安电路应当分开敷设。本安电路与非本安电路在同一个接线箱内连接时,应当有绝缘板分隔或者间距大于 50 mm。

6.4.2.12 电缆引入

非本安型防爆电气部件应当采用电缆引入装置(密封方法为弹性密封圈或填料),该装置应当能够夹紧电缆,夹紧组件可以通过夹紧措施、密封圈或者填料来实现。

6.4.2.13 防爆封堵

非本安型防爆电气部件外壳上多余的电缆引入孔应当采用符合出厂要求的封堵件封堵。

6.4.3 轿厢与对重

6.4.3.1 紧急照明和报警装置

曳引式防爆电梯及液压防爆电梯的轿厢内应当装设符合以下要求并且符合防爆技术要求的紧急报警装置和紧急照明:

- a) 正常照明电源中断时,能够自动接通紧急照明电源;
- b) 紧急报警装置采用对讲系统以便与救援服务持续联系,当防爆电梯行程大于 30m 时,在轿厢和机房(或者紧急操作地点)之间也设置对讲系统,紧急报警装置的供电来自 6.4.3.1 a)所述的紧急照明电源或者等效电源;在启动对讲系统后,被困乘客不必再做其他操作。

6.4.3.2 超载保护装置

电梯应当设置轿厢超载保护装置,该装置应符合防爆技术要求,且该装置动作时轿厢内应有音响或发光信号提示。

6.4.3.3 轿厢

轿厢地板、轿厢架不应有明显倾斜和变形,轿厢架未出现影响安全的脱焊、材料开裂、严重锈蚀;轿壁、轿顶不应出现影响安全的锈蚀、穿孔、变形、破损等,玻璃轿壁不应出现裂纹。

6.4.3.4 对重

对重架不应出现严重变形,对重块不应出现断裂,外包金属不应出现破损且内部材质外露,压紧装置有效。

6.4.4 曳引系统

6.4.4.1 驱动主机

曳引式防爆电梯及曳引式杂物防爆电梯曳引轮、导向轮绳槽无严重磨损,曳引机减速器工作应无异常,运转中联轴器无振动、冲击和异响,电动机、发电机运转时,应平稳轻快,工作应无异常、无异味。驱动主机工作时应无异常噪声和振动;电动机符合防爆技术要求;电动机及减速机散热良好,外壳表面最高温度低于整机防爆标志中的温度组别要求。

6.4.4.2 液压泵站

液压泵站符合防爆技术要求。液压泵站外壳表面温度低于整机防爆标志中温度组别要求。

6.4.4.3 制动器

制动器评估内容包括但不限于以下:

- a) 制动器各组成部分应完好、有效;
- b) 制动器所有参与向制动轮(制动盘)施加制动力的制动器机械部件分两组装设;

- c) 制动器正常运行时，切断制动器电流至少用两个独立的符合防爆技术要求的电气装置来实现；当防爆电梯停止时如果其中一个接触器的主触点未打开，最迟到下一次运行方向改变时，能够防止防爆电梯再运行；
- d) 制动部件外壳表面最高温度低于整机防爆标志中温度组别要求；
- e) 制动器动作灵活，制动时制动闸瓦(制动钳)紧密、均匀地贴合在制动轮(制动盘)上，电梯运行时制动闸瓦(制动钳)与制动轮(制动盘)不发生摩擦，制动闸瓦(制动钳)以及制动轮(制动盘)工作面上没有油污。

6.4.4.4 紧急操作

要求如下：

- a) 紧急操作装置齐全，能观察到轿厢是否在开锁区；
- b) 应当设有清晰的应急救援程序；
- c) 模拟紧急救援，确保操作装置有效。

6.4.4.5 悬挂装置

要求如下：

- a) 曳引绳不应有过度磨损断股等缺陷；
- b) 断丝数不应超过报废标准；
- c) 钢丝绳公称直径减少 10%时应报废；
- d) 弹簧、螺母、开口销等部件无缺损；
- e) 其他悬挂装置应参照制造厂家相关要求；
- f) 端接装置无裂纹、开焊、螺纹损坏等缺陷。

6.4.5 安全装置

6.4.5.1 限速器

应符合：

- a) 限速器应有标明限速器及电气装置工作速度、动作速度、制造单位、型号等内容的铭牌；
- b) 限速器安装方向应与安全钳动作方向一致并标有相应旋转方向；
- c) 限速器运转应平稳，动作速度整定封记应完好无拆动痕迹；
- d) 限速器相关电气安全装置应动作可靠且应符合防爆技术要求。

6.4.5.2 安全钳

应符合：

- a) 安全钳动作应灵活可靠；
- b) 安全钳部件及封记应完好，电气安全装置应当动作可靠且应符合防爆技术要求；
- c) 安全钳工作面采用无火花材质或者采取无火花措施。

6.4.5.3 缓冲器

应符合：

- a) 缓冲器应固定可靠；
- b) 缓冲器应无严重锈蚀、破损及老化；
- c) 达到标定使用年限的缓冲器应更换；

- d) 液位正确，验证液位的缓冲器电气安全装置应有效且符合防爆技术要求；
- e) 缓冲器与轿厢和对重碰撞面应采用无火花措施。

6.4.5.4 上行超速保护装置

曳引式防爆电梯应设置上行超速保护装置且动作灵活可靠。

6.4.5.5 电气安全装置

应符合：

- a) 极限位置保护装置应可靠有效且应符合防爆技术要求；
- b) 各急停装置应可靠有效且应符合防爆技术要求；
- c) 安全门、安全窗、检修门电气安全装置应可靠有效且应符合防爆技术要求；
- d) 可拆卸盘车手轮设置的电气安全装置应可靠有效且应符合防爆技术要求；
- e) 断错相保护装置应可靠有效且应符合防爆技术要求。

6.4.6 门系统

6.4.6.1 防夹人保护、自动关闭层门装置

当人员通过层门入口被正在关闭的门扇撞击时该装置应当自动使门重新开启且该装置应符合防爆技术要求；轿门自动驱动层门的情况下，当轿门在开锁区域外时，每个层门都应有自动关闭层门装置，且工作有效，当自动关闭装置采用重块时有防止重块坠落并且不产生火花的措施。

6.4.6.2 紧急开锁装置

每个层门都应有紧急开锁装置、并能用钥匙打开层门、开锁后能自动复位。

6.4.6.3 门的锁紧、闭合

应符合：

- a) 每个层门都应当设置门锁装置，其锁紧动作应当由重力、永久磁铁或者弹簧来产生和保持，即使永久磁铁或者弹簧失效，重力亦不能导致开锁；
- b) 门的锁紧应由一个电气安全装置验证；
- c) 轿厢应当在锁紧元件啮合不小于 7mm 时才能启动；
- d) 如果轿门采用了门锁装置，该装置也应当符合上述要求；
- e) 在正常运行和轿厢未停止在开锁区域内，层门应不能打开；
- f) 每个层门和轿门的闭合都应当由符合防爆要求的电气安全装置来验证，如果滑动门是由数个间接机械连接的门扇组成，则被锁住的门扇上也应当设置符合防爆要求的电气安全装置以验证其闭合状态；
- g) 上述门锁电气安全装置应符合防爆技术要求。

6.4.6.4 运行状态

各部件运行良好，无严重锈蚀、老化、变形，无卡阻、脱轨、错位等状况。

6.4.7 电气系统

控制柜及井道元件：控制柜及井道元件内电气元件无破损及老化，功能应正常，接线应规范。电缆电线：无严重变形、扭曲、老化、破损，接线应规范。

6.4.8 导轨

导轨无影响正常运行的变形、严重磨损、锈蚀等情况；导轨支架应固定可靠，无开焊等现象；连接板应连接可靠无松动。

6.4.9 照明、插座、通风、降温系统

6.4.9.1 照明

机房、轿厢、井道、底坑及检修照明应完好可靠且应符合防爆技术要求；上述照明的开关应采用符合要求的防爆型开关。

6.4.9.2 插座

防爆电梯及其相关部件所采用的插座应符合防爆技术要求。

6.4.9.3 通风系统

通风系统应完好可靠且应符合防爆技术要求；通风系统的开关应采用符合要求的防爆型开关。

6.4.9.4 降温系统

降温系统应完好可靠且应符合防爆技术要求；降温系统的开关应采用符合要求的防爆型开关。

6.4.10 整体性能

6.4.10.1 空载曳引能力试验

当对重完全压在缓冲器上时，轿厢应不能继续上升。

6.4.10.2 限速器-安全钳联动试验

限速器、安全钳安装和调整正确，各联动机构、电气开关动作协调可靠，有关结构连接紧固；试验后轿厢或对重的倾斜度不超过5%。

6.4.10.3 上行制动试验

曳引式防爆电梯及曳引式杂物防爆电梯轿厢以正常运行速度（空载）上行时，切断主电源，电梯应可靠制停且无明显变形和损坏。

6.4.10.4 平衡系数试验

曳引电梯的平衡系数应当在 0.40~0.50 之间，或者符合制造（改造）单位的设计值。

6.4.10.5 噪声试验

曳引式防爆电梯机房、运行及开关门噪声，应符合 GB/T 10058—2023 中3.3.6的要求。

6.4.10.6 下行制动试验

在评估人员认为必要时，轿厢装载 1.25 倍额定载荷，以正常运行速度下行至行程下部，切断电动机与制动器供电，曳引机应当停止运转，轿厢应当完全停止，并且无明显变形和损坏。

6.5 设备本体（防爆起重机）

6.5.1 防爆起重机认定

6.5.1.1 起重机桥架或司机室易见部位，应有产品标牌或厂标。产品标牌上应有产品名称、型号、吨位、生产日期和产品编号、制造商名称。

6.5.1.2 电动机、减速机、制动器编号应清晰，位置明显，并与合格证一致。

6.5.1.3 防爆起重机的主要参数应与产品合格证和说明书相符合。

6.5.2 防爆电气设备与控制功能

6.5.2.1 防爆等级

防爆起重机电气部件上防爆标志清晰；防爆类型、级别、温度组别符合现场相应防爆等级要求；电气设备的外壳应有“Ex”标记。

6.5.2.2 防爆电气设备及机械设备的外壳温度

防爆电气设备外壳及有热源的机械设备，其表面的最高温度应低于所防的爆炸性混合物的引燃温度。

6.5.2.3 防爆电气设备及电器构件状况

防爆电气构件应齐全完整；机械固定应牢固，无松动；传动部分应灵活，无卡阻；绝缘材料应良好，无破损或变质；螺栓、触头等连接部位，电气连接应可靠，无接触不良。

6.5.2.4 防爆电气设备外壳缺损和固定

防爆电气设备的外壳应无裂纹、损伤，外壳防腐措施要达到要求。隔爆接合面的紧固螺栓应齐全，弹簧垫圈防松设施应齐全完好，弹簧垫圈应压平。

6.5.2.5 隔爆型电气设备的隔爆面状况

隔爆型电气设备的隔爆面不得有沙眼、锈蚀层、机械伤痕。无电镀或磷化层的隔爆面，经清洗后应涂磷化膏、电力复合脂或 204-1 号防锈油，严禁刷漆。

6.5.2.6 隔爆型电气设备的电缆密封和余孔封堵

隔爆型电气设备的电缆密封圈、金属垫圈应齐全完好，并符合产品技术要求。隔爆箱盒上的多余孔，应堵塞严密，如孔内采用弹性密封圈时则外侧应设钢质厚度不小于 2 mm 堵板。

6.5.2.7 隔爆型电气设备的联锁装置及警告牌

隔爆型电气设备其电气联锁装置必须可靠，当电源接通时壳盖不应打开，而壳打开后电源不应接通。如无联锁装置则外壳上应有“断电后开盖”警告牌，并应完好。

6.5.2.8 本安电气设备的防爆安全栅

本安电气设备与非本安电气设备连接应有防爆安全栅关联设备。关联电气设备的型号必须与本安型电气设备铭牌中的关联电气设备型号相同。

6.5.2.9 粉尘防爆电气设备的防爆标志和合格证号

粉尘防爆电气设备铭牌除标明“Ex”外，还须标明外壳保护等级、粉尘防爆代号DIP、区域代号、温度组别和防爆合格证号。

6.5.2.10 粉尘防爆电气设备的外壳防护

粉尘防爆电气设备除可燃性非导电粉尘位于22区可选用外壳防护等级为 IP5X 外,其余均应选用外壳防护等级为 IP6X 的设备。

6.5.2.11 粉尘防爆电气设备的防尘密封

粉尘防爆电气设备外壳接合面应紧固严密,密封垫圈完好,相对运动的间隙防尘密封应严密,透明件应无裂纹。

6.5.3 防爆电气线路系统电气设备的安装

6.5.3.1 供电及馈电装置

供电电源应采用TN系统。起重机大、小车馈电应采用电缆导电,并设牵引绳。大车电缆应采用一芯接地芯线的五芯或四芯电缆,电缆滑车(各限位开关)上的小滚轮应采用铜材制造;IIC级时,牵引线应采用不锈钢丝绳。

6.5.3.2 电缆配线及保护

起重机配线应采用铜芯多股的橡套圆电缆,中间不得有接头,必要时可设防爆分线盒。易机械碰伤部位的电缆应设防护管。

6.5.3.3 电缆引入装置的密封

6.5.3.3.1 装置内的弹性密封圈的一个孔,应密封一根电缆。

6.5.3.3.2 弹性密封圈及金属垫圈,应与电缆外径相匹配,密封圈内径与电缆外径允许差值为 $\pm 1\text{mm}$ 。

6.5.3.3.3 弹性密封圈压紧后,应能将电缆沿圆均匀地被挤紧。

6.5.3.4 电缆浇铸固化填料密封

浇铸固化填料密封装置,电缆进入后应浇灌固化密封填料,填塞深度不得小于引入口径的1.5倍,且不得小于40mm。

6.5.3.5 本安电路与关联电路的敷设

本安电路与关联电路不得共用同一电缆或钢管;本安电路与关联电路,严禁与其它电路共用同一电缆或钢管。

6.5.3.6 两个及以上的本安电路的敷设

两个及以上的本安电路,除电缆芯线分别屏蔽或采用屏蔽导线者外,不应共用同一电缆或钢管。

6.5.3.7 本安电路及关联电路配线色标

本安电路及关联电路配线中的电缆、钢管、端子板,均应有蓝色标志。

6.5.3.8 接地线的规格

爆炸性危险环境内应接地的部件与接地干线相连的接地线宜使用多股软绞线,其截面积应不小于相线截面积的三分之一。

6.5.4 金属结构

应符合：

- a) 主要受力结构件的连接焊缝无明显可见的裂纹；
- b) 主要受力结构件断面有效厚度不低于设计厚度的 90%；
- c) 螺栓和销轴等连接无明显松动、缺件、损坏等缺陷。

6.5.5 主要零部件

6.5.5.1 一般要求

6.5.5.1.1 对防爆起重机的主要零部件（包括吊具、钢丝绳、滑轮、开式齿轮、车轮、卷筒、环链等），按照有关安全技术规范及其相关标准磨损、变形、缺损情况，并且判断是否可以继续使用。

6.5.5.1.2 小车轨道是否无明显松动和影响其安全运行的明显缺陷。

6.5.5.1.3 大车运行轨道是否无明显松动和影响其安全运行的明显缺陷。

6.5.5.1.4 防爆起重机上的零部件、安全保护装置和电动葫芦等需要采用符合防爆要求的，是否不低于整机防爆级别和温度组别。

6.5.5.1.5 防爆起重机上装设的防止钢丝绳脱槽装置是否采用无火花材料制造。

6.5.5.2 吊具

6.5.5.2.1 吊钩、电磁吸盘、抓斗、横梁等吊具悬挂牢固可靠。

6.5.5.2.2 吊钩防脱钩装置可靠有效。

6.5.5.2.3 吊钩焊补、铸造起重机钩口防磨保护鞍座符合要求。

6.5.5.3 钢丝绳

6.5.5.3.1 钢丝绳绳端固定牢固、可靠；压板固定时压板不少于 2 个（电动葫芦不少于 3 个），除固定钢丝绳的圈数外，卷筒上至少保留 2 圈钢丝绳作为安全圈。

6.5.5.3.2 卷筒上的绳端固定装置有防松或者自紧的性能；用金属压制接头固定时，接头无裂纹；用楔块固定时，楔套无裂纹，楔块无松动；用绳夹固定时，绳夹安装正确，绳夹数满足 GB/T 6067.1—2010 中表 1 的要求。

6.5.5.3.3 起重机钢丝绳不应有断丝。

6.5.5.4 导绳器

配备有导绳装置的卷筒在整个工作范围内是否有效排绳，无卡阻现象。防爆级别为 IIC 级时，是否采用无火花材料制造。

6.5.6 安全保护和防护装置

应符合：

a) 制动器

- 1) 制动器的零件无裂纹、过度磨损（摩擦片磨损达原厚度的 50%或者露出铆钉）塑性变形、缺件等缺陷，液压制动器无漏油现象；
- 2) 制动轮与摩擦片打开时无摩擦现象，闭合时接触均匀，无影响制动性能的缺陷和油污；
- 3) 制动器的推动器无漏油现象。

b) 起升高度（下降深度）限位器可靠有效且符合防爆技术要求。

c) 运行行程限位器可靠、有效且符合防爆技术要求。

d) 起重量限制器可靠、有效且符合防爆技术要求。

- e) 防碰撞装置可靠、有效且符合防爆技术要求。
- f) 缓冲器和端部止挡
 - 1) 缓冲器固定可靠；无严重锈蚀、破损及老化；
 - 2) 端部止挡：牢固可靠。
- g) 紧(应)急停止开关可靠、有效且符合防爆技术要求；
- h) 当物料有可能积存在轨道上成为运行的障碍时，在轨道上行驶的起重机和起重小车，在台车架（或者端梁）下面和小车架下面是否装设轨道清扫器，扫轨板底面与轨道顶面之间的间隙是否不大于 10mm；
- i) 连锁保护装置可靠、有效且符合防爆技术要求；
- j) 防护罩、防护栏可靠、有效。

6.5.7 液压系统

应符合：

- a) 平衡阀和液压锁与执行机构的连接：应为刚性连接；
- b) 液压回路：无漏油现象；
- c) 液压缸安全限位装置、防爆阀（截止阀）：无损坏。

6.5.8 司机室

6.5.8.1 司机室的固定连接牢固，无明显缺陷，在露天工作设置防风、防雨、防晒等防护装置。

6.5.8.2 司机室配有灭火器和司机室地板应用防滑的非金属隔热材料覆盖，各操作装置标志完好、醒目。

6.5.9 电气系统

应符合：

- a) 电动机的保护可靠、有效且符合防爆技术要求；
- b) 线路保护可靠、有效且符合防爆技术要求；
- c) 错相和缺相保护可靠、有效且符合防爆技术要求；
- d) 零位保护(机构运行采用自动复位按钮控制的除外)，开始运转和失压后恢复供电时，必须先将控制器手柄置于零位后，该机构或所有机构的电动机才能启动；
- e) 失压保护，防爆起重机上总电源应有失压保护。当供电电源中断时，凡涉及安全或者不宜自动开启的用电设备，均应当处于断电状态，以避免恢复供电后用电设备自动运行；
- f) 起重机接地
 - 1) 电气设备正常情况下不带电的外露可导电部分直接与供电电源保护接地线连接；
 - 2) 起重机上所有电气设备外壳：金属导线管、金属支架及金属线槽均根据配电网情况进行可靠接地(保护接地或者保护接零)；
 - 3) 金属结构应设置专用接地线，金属结构的连接处有非焊接处应采用另装设接地干线或者跨接线的处理；
 - 4) 禁用金属结构和接地作为载流零线（电气系统电压为安全电压除外）；
 - 5) 金属结构的接地型式和接地电阻符合要求。
- g) 防爆起重机电气线路对地绝缘电阻不低于 $1.5M\Omega$ 。

6.5.10 照明和信号指示

6.5.10.1 检查起重机的司机室、通道、电气室、机房等，应有合适的隔爆型照明，其可移动式照明是否是安全电压。

6.5.10.2 检查是否按规定禁用金属结构做照明线路的回路。

6.5.10.3 总电源开关状态的信号指示：在司机室内设置，并有效。

6.5.10.4 起重机(跟随式操作控制的除外)有警示音响信号，并且在起重机械工作场地范围内能够清楚地听到；该装置应符合防爆技术要求。

6.5.11 性能试验

6.5.11.1 各机构运转正常，制动可靠；

6.5.11.2 操纵系统、电气控制系统工作正常；

6.5.11.3 起重机械沿轨道全长运行无啃轨现象；

6.5.11.4 各种安全保护和防护装置工作可靠有效。

7 风险评估

7.1 确定风险

根据现场安全检查结果，确定风险发生的概率。

7.2 伤害的严重程度

7.2.1 通过考虑对人身、财产或环境造成的后果，在一个情节中可能发生伤害的严重程度应为下列之一：

- a) 1- 高——死亡、系统损失或严重的环境影响；
- b) 2- 中——严重损伤、严重职业病、主要的系统或环境损害；
- c) 3- 低——较小损伤、较轻职业病、次要的系统或环境损害；
- d) 4- 可忽略——不会引起伤害、职业病及系统或环境的损害。

7.2.2 当评估伤害程度时，应考虑下列所有因素：

- a) 所影响对象的性质，包括：人员、财产、环境和其他因素；
- b) 在防爆机电类特种设备上可能发生伤害的范围，包括：一个人和多个人。

7.3 伤害发生的概率等级

7.3.1 通过考虑风险要素，可以评估伤害发生的概率。伤害发生的概率等级应为下列之一：

- a) A- 频繁——在使用寿命内很可能经常发生；
- b) B- 很可能——在使用寿命内很可能会发生数次；
- c) C- 偶尔——在使用寿命内很可能至少发生一次；
- d) D- 极少——未必发生，但在使用寿命内可能发生；
- e) E- 不大可能——在使用寿命内不可能发生；
- f) F- 几乎不可能——概率几乎为零。

7.3.2 评估伤害发生的概率时，应考虑下列因素：

- a) 考虑在防爆机电类特种设备上工作或者使用设备的所有人员暴露于特定的设备状况或事件相关的危险中；
- b) 暴露和持续的时间可能是连续性的；

- c) 危险状态继续存在，但是可能不是经常暴露于危险中，并且持续时间短，此时概率等级比较低；
- d) 虽然暴露的频次可能较少，但持续的时间可能不同；
- e) 通常在评估暴露的频次和持续时间时，应尽可能考虑所有相关的因素。

8 风险等级评定

8.1 评估机构应根据伤害发生的严重程度和概率等级，确定风险等级和类别。

8.2 通过综合严重程度和概率等级，组合形成风险等级。如表 4 所示：

表4 风险等级

概率等级	严重程度			
	1-高	2-中	3-低	4-可忽略
A- 频繁	1A	2A	3A	4A
B- 很可能	1B	2B	3B	4B
C- 偶尔	1C	2C	3C	4C
D- 极少	1D	2D	3D	4D
E- 不大可能	1E	2E	3E	4E
F- 几乎不可能	1F	2F	3F	4F

8.3 通过对风险等级的评估，通过确定对应的“风险类别”来评定风险，风险类别分为 I、II、III 三类。

- a) I ——需采取防护措施以降低风险；
- b) II ——需要复查，在考虑解决方案和社会价值的实用性后，确定是否需要进一步的防护措施来降低风险；
- c) III ——不需要采取任何行动。

8.4 风险等级按照表 5 进行分类

表5 风险类别评定表

风险类别	风险等级	所采取的措施
I	1A, 1B, 1C, 1D, 2A, 2B, 2C, 3A, 3B	需采取防护措施以降低风险
II	1E, 2D, 2E, 3C, 3D, 4A, 4B	需要复查，在考虑解决方案和社会价值的实用性后，确定是否需要进一步的防护措施来降低风险
III	1F, 2F, 3E, 3F, 4C, 4D, 4E, 4F	不需要采取任何行动

9 降低风险措施

9.1 根据单个项目的风险等级评定结果，结合设备使用管理、使用环境和设备本体中存在的问题和安全隐患，提出为降低风险而采取的措施。

9.2 降低风险的措施应按照下列方法进行：

- 改善使用环境、维护程序，加强使用管理，增加防护装置等措施；
- 修理（含更换，下同）相关零部件；
- 更换或改造设备整机。

10 结论判定

10.1 综合安全状况等级判定

在确定每一种风险情节的风险类别后，可将三种风险类别分别按照表 6 所示规则赋值，确定安全状况等级。

表6 风险系数对照表

风险类别	I	II	III
风险值	0	1	2

10.2 计算综合安全状况得分

$$D = \begin{cases} 0, & \text{if } \prod_{i=1}^n v_i = 0 \\ \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{2 \times n} \times 100, & \text{if } \prod_{i=1}^n v_i \neq 0 \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $i = (1, 2, \dots, n)$ ，表示第 i 个风险情节；
- $v_i (i=1, \dots, n)$ 为对应于第 i 个风险情节的风险类别的取值；
- n 为所有进行评估的风险情节的个数；
- D 为综合安全状况分值。

10.3 判断综合安全状况等级

在用防爆场所使用的机电类特种设备的综合安全状况等级，可采用 ALARP 原则 (As Low As Reasonably Practicable) 进行判定。ALARP 原则可用图 2 表示：

- a) 如果所评估出来的风险指标在不可容忍线以上，落入不可容忍区，此时，若无特殊情况，该风险是绝对不能被接受的；
- b) 如果所评估出来的风险指标在可忽略线以下，落入可忽略区，此时，该风险是可以被接受的，不需要采取安全改进措施；
- c) 如果所评估出来的风险指标在可忽略线和不可容忍线之间，落入 ALARP 区域，此时，则需要进行安全措施的投资成本—风险分析 (Cost-Risk Analysis)，若分析成果能证明进一步采取安全措施，对系统的风险水平降低意义不大，则该风险被认为是可以被接受的，为节省一定的成本，允许该风险在系统中存在。

注：ALARP 原则的含义是：任何系统都存在着风险，不可能通过预防措施来彻底消除风险；并且当系统的风险水平越低，要进一步降低就越困难，其成本往往成指数曲线上升。也就是说，安全改进措施投资的边际效应递减，最终趋于零，甚至为负值。因此，必须在系统的风险水平和成本之间做出一个折中。

根据建立的系统风险 ALARP 评估原则图，将风险等级划分为三个大区域，风险由高到低分别为不可容忍区、ALARP 区、可忽略区，对应的风险等级为四级、三级、二级、一级。

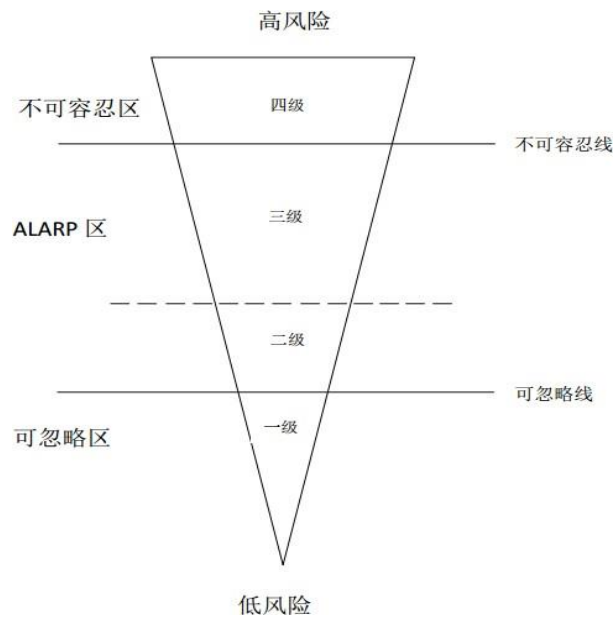


图2 ALARP 原则

根据综合状况得分情况，按照表 7 判断综合安全状况等级。

表7 安全状况等级评定

综合安全状况等级	一级	二级	三级	四级
综合安全状况得分D	$D > 95$	$95 \geq D > 85$	$85 \geq D > 0$	0

10.4 风险评估结论

根据综合安全状况等级判定，综合存在的风险和降低风险保护措施的成本，风险评估机构可以按照表 8 给出相应的风险评估结论。

表8 综合风险评估结论

安全状况等级	情况描述	评估结论
一级	该设备无不可接受的风险，可继续使用。	良好
二级	应当采取适当的防护措施，以减轻风险	较好
三级	应当尽快采取安全措施消除风险。考虑使用年限以及采取防护措施的成本，建议更换相应部件，若维修价值高于同类整机价值的50%，宜提出对设备进行更换	一般
四级	应当建议停止使用，采取安全措施消除风险后方可使用	差

11 评估报告

11.1 报告内容一般包括防爆机电类特种设备风险评估情况简介、评估人员组成、防爆机电类特种设备概况、评估过程及现场检验情况、防爆机电类特种设备风险评估技术分析、防爆机电类特种设备风险评估综合结论等。风险评估报告可根据委托方的委托项目作相应调整。

11.2 风险评估报告格式及主要内容参见附录 A、附录 B 及附录 C。风险评估报告的结论页应当有编制、审核、批准人员的签字和风险评估机构风险评估专用章或者公章。

附录 A
(资料性)
防爆叉车风险评估报告

防爆叉车风险评估报告

报告编号:

防爆叉车风险评估报告

设备名称

使用单位

评估主题

评估日期

(风险评估机构名称)

注意事项

1. 本报告应由计算机打印输出，或者用钢笔、签字笔填写，字迹应工整，修改无效
2. 本报告必须有评估、编制、审核、批准人员签字和风险评估机构的公章或评估专用章。
3. 本报告一式二份，由风险评估机构和使用单位分别保存。
4. 本报告仅对本次防爆叉车的风险评估有效。
5. 使用单位对评估结论如有异议，请在收到评估报告之日起**15**日内，向评估机构提出书面意见。

风险评估机构地址：

邮政编码：

联系电话：

一、评估情况简介

（内容包括使用单位、评估对象、评估依据、评估用仪器设备、现场评估情况等）

二、风险评估小组组成

成员	姓名	单位	职称
组长			
组员			
组员			
组员			

三、防爆叉车概况

使用区域		使用登记证编号	
设备品种（名称）		产品型号	
动力方式		防爆标志	
产品编号		使用区域爆炸性介质	
额定载重量		最高时速	
底盘编号		发动机编号	
制造单位		制造日期	
改造（修理）单位		改造（修理）日期	
使用单位			
维护保养单位			

四、现场检验情况

序号	项类	项目编号	评估项目	风险类别	分值
1.使用管理					
1	1.1	使用登记资料、车辆牌照			
2	1.2	安全管理机构			
3	1.3	管理人员和作业人员的设置			
4	1.4	安全管理制度			
5	1.5	安全操作规程			
6	1.6	安全技术档案			
7	1.7	日常维护保养和检查			
8	1.8	事故应急预案			
2.使用作业环境					
9	2.1	使用环境			
10	2.2	作业环境			
11	2.3	使用路况和标志			
3.车辆评估					
12	3.1	车辆认定			
13	3.2	整车性能			
14	3.3	动力系统			
15	3.4	传动系统			
16	3.5	行驶系统			
17	3.6	转向与操纵系统			
18	3.7	液压系统			
19	3.8	制动系统			
20	3.9	电气和控制系统			
21	3.10	专用工作装置			
22	3.11	防爆电气部件			
23	3.12	安全保护与防护装置			
24	综合安全状况得分				
备注：					

五、评估意见

1、主要风险因素

（使用管理、使用环境、设备本体等方面存在的主要风险因素）

2、降低风险措施

六、评估结论及建议

<p>经评估小组对防爆叉车安全状况进行风险评估，I 类风险____项、II 类风险__项,III 类风险__项，该设备安全状况等级为：</p> <p>一级 <input type="checkbox"/> 二级 <input type="checkbox"/> 三级 <input type="checkbox"/> 四级 <input type="checkbox"/></p> <p>风险评估结论：</p>		
编制人员（签字）	日期：	风险评估机构： （公章或评估专用章）
评估人员（签字）	日期：	
审核人员（签字）	日期：	
批准人员（签字）	日期：	

附录 B
(资料性)
防爆电梯风险评估报告

防爆电梯风险评估报告

报告编号:

防爆电梯风险评估报告

设备名称

使用单位

评估主题

评估日期

(风险评估机构名称)

注意事项

1. 本报告应由计算机打印输出，或者用钢笔、签字笔填写，字迹应工整，修改无效
2. 本报告必须有评估、编制、审核、批准人员签字和风险评估机构的公章或评估专用章。
3. 本报告一式二份，由风险评估机构和使用单位分别保存。
4. 本报告仅对本次防爆电梯的风险评估有效。
5. 使用单位对评估结论如有异议，请在收到评估报告之日起15日内，向评估机构提出书面意见。

风险评估机构地址：

邮政编码：

联系电话：

一、评估情况简介

(内容包括使用单位、评估对象、评估依据、评估用仪器设备、现场评估情况等)

二、风险评估小组组成

成员	姓名	单位	职称
组长			
组员			
组员			
组员			

三、防爆电梯概况

使用地点		使用登记证编号	
设备品种(名称)		产品型号	
安全管理人员		防爆标志	
产品编号		使用区域爆炸性 介质	
额定载重量		额定速度	
层站数	层 站 门	控制方式	
制造单位		制造日期	
改造(修理)单位		改造(修理)日 期	
使用单位			
维护保养单位			

四、现场检验情况

序号	项类	项目编号	评估项目	风险类别	分值
1. 使用管理					
1	1.1		使用登记资料		
2	1.2		安全管理机构		
3	1.3		管理人员和作业人员的设置		
4	1.4		安全管理制度		
5	1.5		安全操作规程		
6	1.6		安全技术档案		
7	1.7		日常维护保养和检查		
8	1.8		事故应急预案		
2. 使用作业环境					
9	2.1		使用环境		
10	2.2		作业环境		
3. 设备评估					
11	3.1		防爆电梯认定		
12	3.2		防爆技术要求		
13	3.3		轿厢与对重使用情况		
14	3.4		曳引系统		
15	3.5		安全装置		
16	3.6		门系统		
17	3.7		电气系统		
18	3.8		导轨情况		
19	3.9		照明、插座、通风、降温系统		
20	3.10		整体性能		
21			综合安全状况得分		
备注:					

五、评估意见

1、主要风险因素

（使用管理、使用环境、设备本体等方面存在的主要风险因素）

2、降低风险措施

六、评估结论及建议

<p>经评估小组对防爆电梯安全状况进行风险评估，I 类风险____项、II 类风险__项,III 类风险__项，该设备安全状况等级为：</p> <p>一级 <input type="checkbox"/> 二级 <input type="checkbox"/> 三级 <input type="checkbox"/> 四级 <input type="checkbox"/></p> <p>风险评估结论：</p>		
编制人员（签字）	日期：	风险评估机构： （公章或评估专用章）
评估人员（签字）	日期：	
审核人员（签字）	日期：	
批准人员（签字）	日期：	

附录 C
(资料性)
防爆起重机风险评估报告

防爆起重机风险评估报告

报告编号:

防爆起重机风险评估报告

设备名称

使用单位

评估主题

评估日期

(风险评估机构名称)

注意事项

1. 本报告应由计算机打印输出，或者用钢笔、签字笔填写，字迹应工整，修改无效
2. 本报告必须有评估、编制、审核、批准人员签字和风险评估机构的公章或评估专用章。
3. 本报告一式二份，由风险评估机构和使用单位分别保存。
4. 本报告仅对本次防爆起重机的风险评估有效。
5. 使用单位对评估结论如有异议，请在收到评估报告之日起**15**日内，向评估机构提出书面意见。

风险评估机构地址：

邮政编码：

联系电话：

一、评估情况简介

（内容包括使用单位、评估对象、评估依据、评估用仪器设备、现场评估情况等）

二、风险评估小组组成

成员	姓名	单位	职称
组长			
组员			
组员			
组员			

三、防爆起重机概况

使用地点		使用登记证编号	
设备品种（名称）		产品型号	
起升高度		防爆标志	
产品编号		使用区域爆炸性 介质	
额定载重量		大车运行速度	
小车运行速度		起升速度	
制造单位		制造日期	
改造（修理）单位		改造（修理）日 期	
使用单位			
维护保养单位			

四、现场检验情况

序号	项类	项目编号	评估项目	风险类别	分值
1.使用管理					
1	1.1	使用登记资料、车辆牌照			
2	1.2	安全管理机构			
3	1.3	管理人员和作业人员的设置			
4	1.4	安全管理制度			
5	1.5	安全操作规程			
6	1.6	安全技术档案			
7	1.7	日常维护保养和检查			
8	1.8	事故应急预案			
2.使用作业环境					
9	2.1	使用环境			
10	2.2	作业环境			
3.设备评估					
11	3.1	防爆起重机认定			
12	3.2	防爆电气设备与控制功能			
13	3.3	防爆电气线路系统电气设备的安装			
14	3.4	金属结构			
15	3.5	主要零部件使用情况			
16	3.6	主要零部件			
17	3.7	液压系统			
18	3.8	司机室使用情况			
19	3.9	电气系统			
20	3.10	照明和信号指示系统			
21	3.11	性能试验			
22		综合安全状况得分			
备注:					

五、评估意见

1、主要风险因素

（使用管理、使用环境、设备本体等方面存在的主要风险因素）

2、降低风险措施

六、评估结论及建议

<p>经评估小组对防爆起重机安全状况进行风险评估，I 类风险__项、II 类风险__项,III 类风险__项，该设备安全状况等级为：</p> <p>一级 <input type="checkbox"/> 二级 <input type="checkbox"/> 三级 <input type="checkbox"/> 四级 <input type="checkbox"/></p> <p>风险评估结论：</p>		
编制人员（签字）	日期：	<p>风险评估机构： （公章或评估专用章）</p>
评估人员（签字）	日期：	
审核人员（签字）	日期：	
批准人员（签字）	日期：	

参 考 文 献

- [1] GB 7258-2017 机动车辆运行安全技术条件
 - [2] GB/T 7024 电梯、自动扶梯、自动人行道术语
 - [3] GB/T 5972 起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废
 - [4] TSG Q7015-2016 起重机定期检验规则
-