

特种设备风险分级管控实施指南

Implementation guidelines of risk gradation management and
control for special equipment

2019-08-15 发布

2019-11-01 实施

上海市市场监督管理局 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 风险分级管控体系 1

5 风险分级管控的程序及内容 2

6 风险告知 6

7 档案管理 7

附录 A（资料性附录） 特种设备清单、作业清单、风险分级管控清单 8

附录 B（资料性附录） 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施 13

附录 C（资料性附录） 风险辨识推荐方法 94

附录 D（资料性附录） 风险评估推荐方法 98

附录 E（资料性附录） 特种设备风险管控应用举例 102

参考文献..... 105

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由上海市市场监督管理局提出并组织实施。

本标准由上海市特种设备管理协会归口。

本标准起草单位：上海市特种设备监督检验技术研究院、上海昱顺检验检测有限公司、上海瀛海燃气有限责任公司、华东理工大学。

本标准主要起草人：刘华、施哲雄、李晒荟、杨蓉遵、梁骁、邱郡、孙黎、肖飏、侯少毅、陈琦、黄文和、童耀庭、许秀东、薛小龙、姚俊、缪正荣、陆军伟、汪敬东、王晓霞、毛华群、黄奕昶、计艺帆、钱耀洲、黄剑锋、柳晓民、吴兴华、陈逵、李华强。

特种设备风险分级管控实施指南

1 范围

本标准规定了特种设备风险分级管控体系、风险分级管控的程序及内容、风险告知和档案管理的要求。

本标准适用于上海市特种设备使用单位实施特种设备风险分级管控工作。

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 30871 化学品生产单位特殊作业安全规范

DB31/T 1185 特种设备双重预防体系要求

DB31/T 1186—2019 特种设备风险分级管控通则

3 术语和定义

DB31/T 1185、DB31/T 1186—2019 界定的术语和定义适用于本文件。

4 风险分级管控体系

4.1 基本要求

4.1.1 使用单位应根据 DB31/T 1186—2019 的要求建立、实施、保持和持续改进特种设备风险分级管控体系,建立相关制度,并形成文件。

4.1.2 使用单位建立的风险分级管控制度应包含以下内容:

- a) 设置风险分级管控体系组织机构;
- b) 明确风险分级管控各层级、人员的职责;
- c) 建立风险分级管控体系实施方案;
- d) 编制特种设备风险评估及控制制度;
- e) 风险分级管控体系奖惩管理制度;
- f) 人员的风险分级管控培训考核制度。

4.2 机构设置及职责要求

4.2.1 使用单位应根据企业的实际情况和工作需要建立特种设备风险分级管控工作的组织机构,明确其职责与任务。

4.2.2 对设有特种设备安全管理机构的使用单位,宜由特种设备安全管理机构组织开展特种设备风险分级管控工作。

4.2.3 对于未设置特种设备安全管理机构的使用单位,应明确相应的责任人员组织开展风险分级管控

工作。

4.2.4 组织机构成员应包括使用单位主要负责人、特种设备安全管理负责人、特种设备安全管理员、相关职能部门负责人及专业技术人员。

4.2.5 使用单位主要负责人为风险分级管控的第一责任人,全面负责特种设备分级管控工作。

4.2.6 特种设备安全管理负责人在主要负责人的授权下负责组织开展本单位特种设备的风险分级管控工作。

4.2.7 特种设备安全管理员、特种设备作业人员、相关部门人员结合岗位职责,按照“谁主管、谁负责”的原则,开展风险分级管控工作。

4.2.8 特种设备单位应以文件形式明确组织机构、责任人员及其职责。

4.3 风险分级管控制度要求

4.3.1 通用要求

4.3.1.1 使用单位制定风险分级管控实施方案,并在方案中明确工作分工、工作目标、实施步骤、工作任务、工作计划等。

4.3.1.2 使用单位应建立特种设备风险分级管控工作程序,编制风险辨识和风险评价作业指导书,确定风险识别、评价方法及风险等级判定标准。

4.3.1.3 编制风险源清单,风险因素分析表、风险评价表、风险分级管控清单等有关记录文件的格式要求,参见附录 A。

4.3.2 人员培训及考核制度

4.3.2.1 使用单位应制定风险分级管控培训计划,并纳入本单位年度安全培训计划,分层次、分阶段组织员工培训学习,使其掌握本单位风险类别、风险辨识和风险评价的方法、风险评价结果、风险管控措施,并保留培训记录。

4.3.2.2 培训内容应涵盖特种设备相关法律、法规、安全技术规范和标准要求。

4.3.2.3 人员培训应进行全员培训,培训结束进行考核,考核结果计入培训档案。

4.3.3 目标责任考核制度

使用单位应建立完善的风险分级管控目标责任考核制度,应按照“全员、全过程、全方位”的原则,明确每一个岗位辨识分析风险、落实风险控制措施的责任,并通过评审、更新,不断完善风险分级管控体系。

5 风险分级管控的程序及内容

5.1 风险分级管控流程

5.1.1 使用单位的风险分级管控宜按照 DB31/T 1186—2019 中 5.1 的要求进行。

5.1.2 使用单位在建立本单位的风险分级管控工作流程时,可根据本单位实际情况增加或调整工作流程。

5.2 风险源确定

5.2.1 特种设备风险源为特种设备(本体、部位、部件)以及特种设备相关作业活动。

5.2.2 使用单位应当以在用的单台(套)特种设备及其作业活动为辨识单元进行风险识别,按照全面排

查、参照目录、分类明确、范围清晰、易于识别、便于管理的原则进行划分。

5.2.3 特种设备相关作业活动包括开停车、检维修、特殊工艺操作过程(热氨融霜、装卸液、气瓶充装等)。

5.2.4 特种设备相关作业活动涉及动火作业、受限空间作业、动土作业、吊装作业、高处作业、临时用电作业、盲板抽堵作业、断路作业、管线打开作业等特殊作业,按 GB 30871 及相关法规执行。

5.2.5 使用单位应建立特种设备风险源清单,包括特种设备清单和作业清单,可参考附录 A。

5.3 风险辨识

5.3.1 风险辨识的内容

5.3.1.1 使用单位应对单位内存在的特种设备风险进行发现,确认和描述,并对辨识的风险进行结构化的表述,应包括四个要素:风险源、事件、原因和后果。

5.3.1.2 风险辨识应覆盖本单位全部的特种设备和相关作业活动,并充分考虑不同状态和不同环境带来的影响,不论风险事件的可能性和后果大小,均应将本单位特种设备可能发生的风险事件(事故)加以识别。

5.3.1.3 根据特种设备事故场景,分析特种设备事故发生的原因、起始事件及后续事件及结果。对于事件,可考虑外部事件,如自然灾害、第三方破坏等;特种设备故障,如特种设备本体失效、控制系统失效等故障;作业人员失误,如操作失误、维护失误等。

5.3.1.4 使用单位开展风险辨识可参考附录 B 中的特种设备常见风险事件分析及典型管控措施进行。

5.3.1.5 使用单位在参考附录 B 进行风险辨识时应考虑本单位特种设备实际情况、使用环境、事故发生情况等因素。

5.3.2 风险辨识的方法

5.3.2.1 特种设备风险辨识可采用安全检查表分析法(SCL)方法,特种设备相关作业活动风险辨识可采用工作安全分析法(JSA)/作业危害分析法(JHA)方法,可参考附录 C;也可以采用事件树、事故树、危险与可操作性分析法(HAZOP)等方法进行风险辨识。

5.3.2.2 对于承压类特种设备,可参考 GB/T 26610.1—2011 中第 8 章开展风险辨识工作。

5.3.2.3 对于机电类特种设备,可参考 GB/T 16856—2015 中 5.3 开展风险辨识。

5.3.2.4 使用单位可根据特种设备种类、状况和辨识的具体对象来选择合适的辨识方法。

5.4 风险评价

5.4.1 风险评价方法

5.4.1.1 使用单位可选择适合本单位的风险评价方法对辨识出的风险进行定性、定量评价并根据评价结果划分风险等级。

5.4.1.2 对已开展风险辨识工作的使用单位,应确认当前使用的评价方法是否适合特种设备的风险评价工作。

5.4.1.3 使用单位需把采用的风险评价方法的说明归入特种设备风险分级管控工作文档中。

5.4.1.4 承压类特种设备的风​​险评价可采用风险矩阵分析法(LS 法)进行,使用单位可参考 GB/T 26610.3—2014、GB/T 26610.4—2014、GB/T 26610.5—2014 中定性或定量方法进行承压类特种设备的风​​险计算及定级。

5.4.1.5 对于机电类特种设备以及承压类特种设备的作业活动,可参考作业条件危险性分析法(LEC)、

风险程度分析法(MES)等进行,可参考附录 D。

5.4.2 风险判定准则

5.4.2.1 使用单位应结合企业可接受风险实际,制定事件(事故)发生的可能性、严重性和风险取值标准,明确风险判定准则,以便准确判定风险等级。风险等级判定应按从严从高原则。

5.4.2.2 可接受风险可采用 ALARP(As Low As Reasonable Practice)原则(见图 1)。ALARP 原则通过两个风险分界线将风险划分为 3 个区域,即:不可接受的风险区、尽可能降低风险区(ALARP)和可接受风险区:

- a) 风险落在不可接受的风险区,除特殊情况外,该风险无论如何不能被接受。
- b) 落在可接受风险区,风险处于很低的水平,该风险是可以被接受的,无需采取安全改进措施。
- c) 落在尽可能降低风险区(ALARP 区域),则需要在可能的情况下尽量降低风险,即对各种风险处理措施方案进行成本效益分析等,以决定是否采取这些措施。

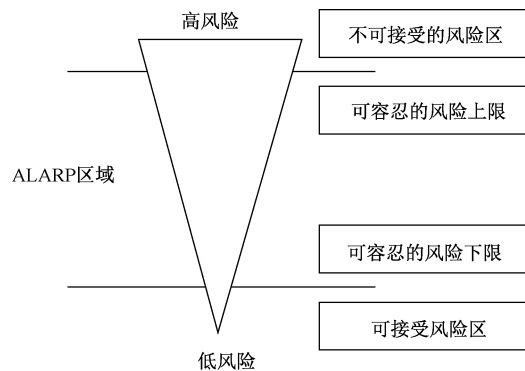


图 1 ALARP 原则

5.4.2.3 风险判定准则的制定应结合特种设备的安全管理要求,并应当充分考虑以下要求:

- a) 有关安全生产的法律、法规、部门规章、安全技术规范、技术标准;
- b) 本单位的安全管理、技术标准;
- c) 本单位的安全生产方针和目标等;
- d) 本单位的经济、技术情况;
- e) 本单位的安全投入情况;
- f) 相关方的诉求等。

5.4.2.4 使用单位可参考 GB 36894—2018 中可接受风险基准值的规定,设定本单位的可接受风险和不可接受风险的限定值。

5.4.3 风险等级的确定

5.4.3.1 风险评价需对识别的每一个风险事件进行风险计算,并确定其风险等级。

5.4.3.2 按风险评价得到的最高风险级别作为该风险源的风险级别。对于特种设备风险,需把特种设备的本体、部位、部件的风险进行排序,取最高风险作为该特种设备风险,并确定其风险级别。对于特种设备作业,同样取作业中风险事件中风险最高值为该作业的风险,并确定其风险级别。

5.4.3.3 当采用的风险评价方法能直接对特种设备或作业进行风险等级确定的,可按该评价方法进行。同时,根据风险判定准则,判定特种设备风险等级,以及相关作业的风险等级。

5.4.3.4 使用单位需将风险等级确定的方法说明归入特种设备风险分级管控工作文档中。

5.5 风险控制措施

5.5.1 风险控制措施类别

5.5.1.1 风险控制措施类别按 DB31/T 1186—2019 要求执行。

5.5.1.2 对于特种设备,工程技术措施可包括设备材料更换、现场检测、增加安全防护设备等,管理措施如制定日常检查和维护保养制定并督促执行,定期自行检查、开展定期检验等。

5.5.2 风险控制措施确定的要求

5.5.2.1 特种设备风险源的控制措施可包括:报警、联锁、安全阀、液位、温度、压力等工艺设备本身带有的控制措施和检查、检验等常规的管理措施。

5.5.2.2 作业类风险源的控制措施可包括:作业制度完备性、管理流程合理性、作业环境可控性、作业对象完好状态及作业人员素质等方面。

5.5.2.3 风险管控措施的确定可参考附录 B 中的特种设备常见风险事件分析及典型管控措施。

5.5.2.4 使用单位在参考附录 B 中的特种设备典型管控措施时,应对每一条管控措施进行确认,是否适合本单位的实际情况,同时需要对该管控措施是否有效、是否需要进一步细化完善、如何保证该管控措施的有效性进行分析确认。

5.5.3 风险控制措施的评估

5.5.3.1 风险控制措施在实施前应组织评估,风险的等级水平不仅取决于风险本身,还与现有风险控制措施的充分性和有效性密切相关。在进行控制措施评估时,应包括以下内容:

- a) 现有的控制措施列表;
- b) 现有控制措施的充分性判定;
- c) 现有控制措施的有效性判定。

5.5.3.2 风险控制措施实施后,应对当前特种设备或作业的风险进行再评估,确定当前的风险等级。当现有控制措施不足以控制此项风险,应提出建议或改进的控制措施。

5.6 风险分级管控

5.6.1 风险分级

5.6.1.1 使用单位选择适用的评价方法进行风险评价分级后,应确定相应原则,将同一级别或不同级别风险按照从高到低的原则划分为重大风险、较大风险、一般风险和低风险,分别用“红橙黄蓝”四种颜色标示。

5.6.1.2 对于风险评价结果采用不同于 5.6.1.1 所述 4 个级别进行描述的,可依据表 1 的风险分级及管控要求内容以及 ALARP 原则进行对应划分。

5.6.2 风险分级管控的要求

5.6.2.1 使用单位应根据风险分级管控的基本原则,结合本单位机构设置情况,合理确定各级风险的管控层级。

5.6.2.2 使用单位是风险分级管控的主体,应将每个风险源的管控责任按照风险等级逐级落实到各级管控层。

5.6.2.3 风险分级管控应遵循风险越高管控层级越高的原则,对于风险等级高的风险源应重点进行管

控,上一级负责管控的风险,下一级应同时负责管控,并逐级落实具体措施。

5.6.2.4 风险分级及管控要求见表 1。

表 1 风险分级及管控要求

风险等级	管控要求
重大风险(1级)	企业级别重点控制管理,特种设备安全管理负责人负责控制管理。 按照法律法规、安全技术规范要求应立即停止使用并采取整改措施,只有当风险已降至可接受或可容许程度后,才能开始或继续工作
较大风险(2级)	企业级别控制管理,特种设备安全管理负责人负责控制管理,各专业职能部门及特种设备安全管理员根据职责分工具体落实。 当风险涉及正在进行中的工作时,应采取应急措施,并根据需求为降低风险制定目标、指标、管理方案或配给资源、限期治理,直至风险降至可接受或可容许程度后才能开始或继续工作
一般风险(3级)	部门级别控制管理。部门级别负责风险源的管理,特种设备安全管理员负责控制管理,所属车间具体落实;应制定管理制度、规定进行控制,努力降低风险,在规定期限内实施降低风险措施。在严重伤害后果相关的场合或公众聚集场所,应进一步进行评价,确定伤害的可能性和是否需要改进的控制措施
低风险(4级)	车间级别控制管理,负责风险源的管理,负责控制管理,特种设备作业人员及所属工段、班组具体落实;不需要另外的控制措施,应考虑投资效果更佳的解决方案或不增加额外成本的改进措施,需要监视来确保控制措施得以维持现状,保留记录

5.6.3 编制风险分级管控清单

使用单位应在每一轮风险辨识和评价后,编制包括全部风险源的各类风险信息汇总表及风险分级管控清单,可参考附录 A。

5.6.4 重大风险确定原则

5.6.4.1 重大风险确定应按 DB31/T 1186—2019 要求执行。

5.6.4.2 使用单位可根据本单位使用情况增加重大风险的确定条件。

6 风险告知

6.1 使用单位应将特种设备的风险等级及风险控制措施告知内部员工和相关方,告知可采用人员培训教育、制作风险告知卡、设置警示牌、编制风险小册子等方式进行。

6.2 使用单位可通过培训方式让本企业员工或相关方了解特种设备存在哪些风险,需采取哪些管控措施等。

6.3 使用单位应当建立风险公告制度,在醒目位置和重点区域分别设置风险公告栏,制作特种设备风险告知卡。

6.4 使用单位至少应针对下述情况下采用风险公告栏或风险告知卡方式进行特种设备风险告知:

- a) 涉及重大危险源的;
- b) 发生过重大以上事故的以及重复发生过事故的;
- c) 风险事件的发生涉及非单位人员或者公共场所公众的行为的。

6.5 风险告知卡形式可由使用单位自行制定,需包括风险源名称、风险等级、主要风险因素概述、主要

风险控制措施、应急处置措施等。

7 档案管理

使用单位的档案管理应符合 DB31/T 1186—2019 中第 7 章的要求。

附 录 A
(资料性附录)
特种设备清单、作业清单、风险分级管控清单

表 A.1 给出了特种设备的风险源清单。

表 A.1 风险源清单-特种设备

单位：

No.:

序号	特种设备名称	种类	类别	品种	位号/所在部位	是否为公众聚集场所	备注
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

填表人：

日期：

审核人：

日期：

填表说明：

- 1. 特种设备名称:参照特种设备台账填写；
- 2. 种类、类别、品种,按《特种设备目录》要求填写；
- 3. 对于本单位同一装置或者单元内的同一型号特种设备,可做合并处理,需在备注栏注明设备数量。

表 A.2 给出了作业过程的风险源清单。

表 A.2 风险源清单-作业过程

单位：

No：

序号	作业名称	作业活动内容	相关特种设备	岗位/地点	活动频率	备注
1				—	每天	—
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

填表人：

日期：

审核人：

日期：

填表说明：

作业名称：

- 1. 可参考特种设备常见风险事件分析中的作业名称填写；
- 2. 对于涉及同一作业的多种同型号特种设备,可做合并处理。

表 A.3 给出了采用作业条件风险程度评价(LEC)的评价方法的风险信息汇总表。

表 A.3 采用作业条件风险程度评价(LEC)方法的风险信息汇总表

特种设备风险分析及等级一览表									
表号：									
编号	风险源	风险事件描述	风险因素	风险管控措施	风险评价(D=L×E×C)				风险等级
					L	E	C	D	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

表 A.4 给出了采用风险矩阵法(LS)的评价方法的风险信息汇总表。

表 A.4 采用风险矩阵法(LS)评价的风险信息汇总表

特种设备风险分析及等级一览表								
表号：								
编号	风险源	风险事件描述	风险因素	风险管控措施	风险评价(R=L×S)			风险等级
					L	S	R	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

表 A.5 给出了风险分级管控清单。

12

表 A.5 风险分级管控清单

风险来源			风险级别	管控层级	责任部门	责任人	备注
编号	类型	名称					
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

填表说明：类型填写作业/设备本体，名称填写作业名称/设备名称，管控措施详见各风险分析表。

附录 B

(资料性附录)

特种设备常见风险事件分析及典型管控措施

表 B.1 给出了气瓶常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.1 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施表(气瓶)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施		适用范围
气瓶本体	充装或充装后在小于等于公称工作压力下的物理性失效爆炸	气瓶本体存在超标缺陷	气瓶充装前应有相应资质的操作人员进行检查,发现问题立即送气瓶检验机构进行提前检验	按照气瓶检验周期和使用年限,送检验机构进行检验	所有气瓶
瓶 阀	瓶阀失效,引起泄漏	瓶阀无法开启,或者瓶阀的金属或非金属零部件损伤,导致瓶阀泄漏	气瓶充装及充装后应有相应资质的操作人员进行检查,发现问题立即送气瓶检验机构进行提前检验,更换新阀		
安全附件	安全附件失效,引起泄漏	爆破片、易熔合金塞、爆破片和易熔合金组合件、安全阀失效,引起泄漏	气瓶充装及充装后应有相应资质的操作人员进行检查,发现问题立即送气瓶检验机构进行提前检验、更换部件		
充装环节	化学性超压爆炸	氧气或其他强氧化性气体的气瓶,其瓶体、瓶阀应沾染油脂或其他可燃物,引起化学性超压爆炸	充装前检验时一旦发现瓶体、瓶阀沾染油脂或其他可燃物,立即送检验机构,去除油脂等可燃物,并进行拆阀检验,确认气瓶内表面不存在油脂等可燃物	1)气瓶应是本充装站自有产权气瓶或其他充装站托管气瓶; 2)禁止用改装气瓶充装	压缩气体
		待充气体/液体中的杂质含量不符合相应气体/液体标准,含有可能与待充气体/液体产生化学反应的物质,引起化学性超压爆炸	分析待充气体中的杂质含量,使其符合相应气体标准的要求,否则禁止充装	要求供气单位提供待充气体/液体的质量证明文件	所有气瓶
		充装可燃性、氧化性气体的气瓶,无剩余压力或首次充装前的抽真空或置换处置不当引起的爆炸	对于无剩余压力、新投入使用或经内部检验后首次充气的可燃性、氧化性气体的气瓶,充装前应按规定进行抽真空或置换处置,并确认合格		

表 B.1（续）

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施		适用范围
充装环节	化学性超压爆炸	实际充装介质与气瓶制造钢印上的气体名称不一致,且两者混充后会起化学反应,引起爆炸	气瓶充装前应有相应资质的操作人员进行检查,发现问题立即送气瓶检验机构进行提前检验	1)压缩气体气瓶充装输气管与瓶阀的链接型式应为螺纹连接,禁止采用夹具连接充装;液化气体用卡子连接代替螺纹连接进行充装时,必须认真检查确认瓶阀出气口螺纹与所装气体所规定的螺纹型式相符; 2)用防错装接头进行充装时,应认真仔细检查瓶阀出气口的螺纹与所装气体所规定的螺纹型式是否相符,防错装接头各零部件是否灵活好用	所有气瓶
		易燃、可燃气体遇火花,引起爆炸	充装时,应使用不产生火花的充装及检修工具	作业人员持证上岗,严格按照操作规程,禁止用扳手等金属器具敲击瓶阀和管道	
		充装时异常升温,引起化学性爆炸	在瓶内气体压力达到 7 MPa 以前应逐只检查气瓶的瓶体温度是否一致,发现异常应及时妥善处理	制定操作规程、应急预案	压缩气体
	物理性超压爆炸	气体充装流量过大,引起物理性爆炸	开启阀门应缓慢操作,注意充装速度和充装压力,并应注意监听瓶内有误异常音响	制定操作规程、应急预案	所有气瓶
			用充气汇流充装气瓶时,禁止在充装过程中插入空瓶进行充装		
		超压充装,导致气瓶爆炸	严格控制气瓶的充装量,不能确保气瓶在基准温度(国内使用的,定为 20℃)下,瓶内气体的压力不超过气瓶水压试验压力的 2/3;氟、二氟化氧、一氧化氮、一氧化碳等特性的气体,实际充装压力大于最高充装压力(基准温度为 20℃时)的限定		压缩气体
			实际充装压力不能大于充装温度下气瓶的最高充装压力		

表 B.1 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
充装环节	物理性超压爆炸	超压充装,导致气瓶爆炸	气-气混合气体的充装量应确保气瓶充气后在基准温度(20 ℃)下,瓶内气体压力不能超过气瓶的公称工作压力	混合气体
			压缩气体和气-气混合气体气瓶集束装置的充装量应确保气瓶在最高使用温度,瓶内气体的压力不超过气瓶的许用压力	气瓶集束
			乙炔充装量不能超过最大乙炔量	溶解乙炔
			气瓶的充装量(气瓶充装后的实重与空瓶重之差值)不能大于气瓶容积与充装系数乘积;或气瓶集合充装,禁止统一称重均分计量,或在一个汇流排中仅用一个衡器计量其中一瓶气体,其他气瓶参照该瓶数值计量;禁止按气瓶充装前后实测的质量差或储罐存液量之差计量,或按气瓶容积装载率计量;充装后的检查应换人换秤进行复称	液化气体、非重复充装气瓶
			气瓶的充装量(气瓶充装后的实重与空瓶重之差值)不能大于气瓶最大充装量	焊接绝热气瓶
			液化混合气体的实际充装量不能大于气瓶容积与气体充装系数的乘积,或大于气瓶产品规定的充装量	混合气体
			液-液混合的气瓶充装量不能大于气瓶总容积与气体充装系数的乘积,或大于气瓶产品规定的充装量	
			制定操作规程、应急预案	
			高压液化气体气瓶集束装置的充装量不能大于气瓶总容积与气体充装系数的乘积,或大于气瓶产品规定的充装量	气瓶集束

表 B.1 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施		适用范围
充装环节	物理性超压爆炸	充装或充装后因绝热层失效,致使气瓶外表面出现异常“结霜”“结露”,引起物理性超压爆炸	送至检验机构进行检验,需要修理的气瓶应送到原制造单位或原制造单位委托的单位进行修理	按照气瓶检验周期和使用年限,送检验机构进行检验	焊接绝热气瓶
		乙炔分子碰撞,导致物理性超压爆炸	多孔填料塌陷	送至检验机构进行检验	乙炔气
			丙酮不足	补加丙酮	
	泄漏引发的事故	低温液体充装时或后,安全附件泄漏或气瓶本体泄漏	有经过专业培训的操作人员,使用专用工具堵漏	制定操作规程、应急预案,低温液体充装站的操作人员应配备可靠的防冻伤的劳保用品	焊接绝热气瓶
		低温液化气体未气化直接充装到气瓶中,致使气瓶本体材料脆性失效,引起泄漏或爆炸	气瓶充装过程中,低温液体汽化器不得有严重结冰现象	1)充装前,应检查低温液体汽化器气体出口温度、压力控制装置是否处于正常状态; 2)低温液体泵开启前,要有冷泵过程; 3)汽化器气体出口至充装管道温度不得低于-30℃; 4)低温液体加压气化充瓶装置中,低温泵排液量与汽化器的换热面积及充装量应匹配,应使每瓶气的充装时间不得小于30min; 5)汽化器的出口温度低于-30℃计超压时应有系统报警及连锁停泵装置	压缩气体、液化气体
		充装或充装后,瓶阀或瓶口连接密封失效,导致泄漏	作业人员持证上岗,严格按照操作规程	1)制定操作规程、应急预案; 2)每个充装地址作业人员(充装人员)每个班次不得少于2人	所有气瓶
气瓶充装站的安全技术条件	充装设备不符合法规标准要求,引起的事故	充装设备、管道、阀件密封元件及其他附件选用与充装介质不相容的材料,引起的泄漏	充装设备、管道、阀件密封元件及其他附件不得选用与所充装介质体系不相容的材料制造	气体充装站、充装接头应符合GB 15383《气瓶阀出气口连接型式和尺寸》中相关规定	

表 B.1 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
气瓶充装站的安全技术条件	检测手段不满足法规标准要求,引起的事故	仪器仪表失灵或精度等级等不满足要求,导致过充(如压缩气体气瓶充装气体用的指针式压力表,精度应不低于1.6级,表盘直径应不小于100 mm;充装计量衡器的最大称量值不得大于气瓶实际质量的3倍,也不得小于1.5倍)	1)气瓶充装系统用的指针式压力表,检验周期不应超过6个月; 2)计量衡器应定期校验,液化气体至少在每班使用前校验一次,衡器应设置有气瓶超装报警或自动切断气源的连锁装置;乙炔瓶补加丙酮,每天用四等砝码至少校正一次,衡器的检验周期不超过3个月,充装乙炔的衡器6个月校验一次	所有气瓶
	场地厂房不满足法规标准要求,引起的事故	由于泄压面积不足、泄压设施不到位,引发的泄漏或爆炸事故	1)足够的泄压面积和相应的泄压设施:a.介质密度<空气——顶部;b.介质密度≥空气——靠近地面; 2)设置符合安全技术要求的通风、遮阳、防雷、防静电设施	
	消防设施和消防措施不到位,引发的人伤事故或财产损失	消防器材、安全警示标志、气瓶分区、消防车通道、专用消防栓、消防水源、灭火器材及在紧急情况下处理事故的消防设施和器具、灭火器配量、防雷装置、静电接地不符合相关规定,引发的事故	1)配备相应的消防器材,且经消防检查合格; 2)设置安全警示标志; 3)有符合安全技术要求的气瓶待检区、不合格瓶区、待充装区和充装合格区、并且有明显隔离措施; 4)充装站内应设置消防车通道、专用消防栓、消防水源、灭火器材及在紧急情况下处理事故的消防设施和器具; 5)灭火器配量——应符合 GBJ 140《建筑灭火器配置设计规范》	
	氧充装站不满足法规标准要求,引起的爆炸	未配备抽空装置、化学分析仪器等引发爆炸事故	1)必须配备抽空装置; 2)以电解法制取氧的充装站,有氧纯度化学分析仪器; 3)应有气体危险浓度监测报警装置; 4)应有识别待装气瓶剩余气体及其杂质的检测仪器(有真空设施的除外); 5)以电解法生产的氧气充装站,应在氧气管道上设置分析氧中氢含量的自动分析仪器	氧充装站

表 B.1 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施		适用范围
气瓶充装站的安全技术条件	氢充装站不满足法规标准要求,引起的爆炸	未配备抽空装置、化学分析仪器等引发爆炸事故	1)必须配备抽空装置; 2)氢气充装站的工艺布置、设备与管道的选择设计应符合 GB 50177; 3)以电解法制取氢的充装站,有氢纯度化学分析仪器; 4)以电解法生产的氢气充装站,应在氢气管道上设置分析氢中氧含量的自动分析仪器	电解氢充装站灌瓶台应设置防护墙(有抽真空制造或气泡装有余压保持阀除外)	氢充装站
	CNG 站址和场地不符合法规标准要求,致使事故损失惨重	充装站分区、生产区、消防车道等布置不当,致使事故损失惨重	1)充装站生产区应设置高度不低于 2 m 非燃烧体实体围墙; 2)充装站应分区布置,应分为生产区和辅助区; 3)生产区应布置在充装站全年最小频率风向的上风侧或上侧风侧; 4)生产区应敷设宽敞的回车场地;a.生产区应设有宽度不小于 4 m 的环形消防车道;b.供大型消防车道使用的回车场面积不应小于 18 m×18 m; 5)充装站内场地平整,在山区、丘陵设站也可阶梯布置。生产区严禁设地下、半地下建筑物(地下储罐、水泵结合器除外),地下管沟应干砂填充; 6)充装站生产与辅助区至少各设 1 个对外出口。出入口宽度应不小于 4 m	钢瓶装卸台的设置应符合 GB50028《城镇燃气设计规范》的规定	CNG 站
	液化气体充装站充装不当,引发爆炸	液化气体充装站复称和防超装设施处置不当,引发爆炸	1)保证液化气体(包括液化石油气)充装必须做到称重充装,并且有专用的复秤衡器; 2)对小型液化气体充装站必须安装自动报警装置; 3)液化气体容器应装设有准确、安全、醒目的液位显示装置,并有可靠的防超装设施	计量衡器要求如下: 1)数量——与充装接头相等; 2)复检与充装分开使用; 3)最大称量值不得大于所充气瓶实重(包括自重与充液重量)的 1.5 倍~3 倍; 4)固定式电子计量衡器的精度应符合 GB 7723《固定式电子衡》规定的 3 级秤等级要求	液化气体充装站
	液氯、液氨充装站处置不当,引发爆炸	液氯、液氨充装站充装过量,引发爆炸	充装站应配备具有在超装时自动切断功能的计量衡器		液氯、液氨充装站

表 B.1 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施		适用范围
气瓶充装站的安全技术条件	LPG 充装站充装不当, 引发爆炸	LPG 充装站复称衡器、自动切断装置残液处理不当等引发的爆炸事故	1) 保证液化气体(包括液化石油气)充装必须做到称重充装, 并且有专用的复称衡器; 2) 对流水线作业在大型液化石油气充装站应当安装自动切断气源的灌装秤; 3) 充装站应配备具有在超装时自动切断功能的计量衡器; 4) 应设残液倒空和回收装置; 5) 应当至少具有 2 台(含 2 台) 50 m ³ (含 50 m ³) 以上的液化石油气储罐, 且应有残液处理能力, 其他气瓶充装单位储存气体的能力应与其充装自有产权气瓶数量相适应	1) 充装站生产区应设置高度不低于 2 m 非燃烧体实体围墙; 2) 充装站应分区布置, 应分为生产区和辅助区, 生产区和辅助区之间应设高度不低于 2 m 的非燃烧实体围墙; 3) 生产区应布置在充装站全年最小频率风向的上风侧或上侧风侧; 4) 生产区应敷设宽敞的回车场地; 5) 充装站内场地平整, 在山区、丘陵设站也可分阶梯布置。生产区内严禁设地下、半地下建筑物(地下储罐、水泵结合器除外), 地下管沟应干砂填充; 6) 充装站生产与辅助区至少各设 1 个对外出口。储罐总容积≥1 000 m ³ 的 LPG 站生产区应设 2 个对外出口, 其间距不应小于 50 m。出入口宽度应不小于 4 m; 7) 钢瓶装卸台的设置应符合 GB 50028《城镇燃气设计规范》的规定	LPG

表 B.1 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施		适用范围
气瓶充装站的安全技术条件	乙炔充装站技术条件不符合要求,引发事故	乙炔充装站相应的设备、管道、仪器装置等不符合要求,引发事故	1)溶解乙炔充装必须有测量瓶内余压、剩余丙酮量和补加丙酮的装置,有冷却喷淋和紧急喷淋装置,并且有可靠水源; 2)乙炔接触的设备、管件、仪表,严禁选用含铜量超过 70%的铜合金及银、汞、锌、镉及合金材料装置的零部件; 3)乙炔充装站有爆炸危险性的 1 区内,应采用适用于乙炔的 dⅡ CT2(B4b)级隔爆型电气设备或仪表; 4)乙炔充装间应设置供灭火用紧急喷淋装置; 5)应设回收或处理瓶内气体的设备和装置,不得向大气排放; 6)乙炔系统应用要求专用压力计,每一汇流排至少应设置一只; 7)乙炔站应有气瓶装卸的站台或专用装卸工具。站台上宜保留通道净宽不小于 1.5 m,站台宜高出地面 0.4 m~1 m,平台宽度不宜≥3 m,并应设置有大于平台宽度的雨篷,雨篷及其支撑应为非燃烧体	乙炔充装站的管道还应符合: 1)乙炔管道的敷设和高压乙炔管道的选择应符合 GB 50031 的规定; 2)压力容器、管件、阀门及管道应选用持有国家有关部门颁发制造生产许可证企业的产品; 3)连接方式:a.高压乙炔金属管道——宜采用焊接接头;b.与阀门、附件、设备连接——可法兰或螺纹连接。 4)设计压力——高压乙炔管件、阀门及管道不应小于 25 MPa; 5)当每对法兰或螺纹接头间电阻值超过 0.03 Ω,应有跨接导线; 6)高压乙炔管道应在安装前做 30 MPa 的耐压、安装后管道系统做 3 MPa 气密性试验和 2.5 MPa 泄漏性试验; 7)截止阀:a.乙炔充气汇流排每排的进口管上应设置一只主截止阀;b.在充气汇流排各分配接口处应设置分配截止阀,应一瓶一阀;c.在充气汇流排的末端应设有通向乙炔低压系统的回流管,回流管道上应设截止阀; 8)乙炔高压软管:a.应能抗乙炔、溶剂的腐蚀;b.不得选用导致燃烧、爆炸的材料;c.内径≤6 mm;d.耐压试验压力≥60 MPa; 9)水喷淋冷却装置——设在汇流排上,且能直喷所有钢瓶; 10)乙炔放空管:a.各自单独引至室外;b.引出管管口应高于屋脊,且不得小于 1 m; 11)乙炔设备排污管应接至室外,乙炔气体应回收; 12)站内应配备乙炔瓶抽真空、称重及补加溶剂装置; 13)阻火器要求:a.选用应符合 JB/T 8856—2001《溶解乙炔设备》中 5.7.5.1 的规定;b.设置部位:①高压干燥器出口管路;②各充气汇流排的主截止阀前;③充气汇流排的各分配截止阀后;④高压乙炔放回低压的管路上; 14)乙炔设备、管道系统应设有氧体积分数小于 3%的氮气或二氧化碳置换设施	乙炔气

表 B.1 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施		适用范围
气瓶充装站的安全技术条件	深冷液化气体充装不当,引发爆炸	深冷液化气体快速充装接头、充装速度、汽化装置等处置不当,引发事故	1)深冷液化气体储罐及软管等快速接头应根据气体不同采用不同结构; 2)深冷液体加压气化充瓶装置中,深冷液体泵排量与气化器换热面积及充装量三者应匹配,应使得每瓶气的充装时间不得小于 30 min; 3)深冷液体加压气化充瓶装置中,汽化器出口温度低于—30 ℃ 及超压时应有系统报警及连锁停泵装置	1)有防冻劳防用品; 2)深冷大型液氧、液氮储罐(≥5 100 m³)(堆积珠光砂绝热型)应按 GB 50016《建筑设计防火规范》的要求建造围堰	深冷液化气体
	腐蚀性介质充装不当,引发泄漏	腐蚀性介质干燥处理不当,引发泄漏伤人事故	与水反应易形成强腐蚀性介质的气体,充装站应具备有对设备、管道阀门、气瓶进行干燥的设施	1)压力指示计应采用耐蚀膜片式; 2)有防酸碱灼伤的劳防用具	腐蚀性
	毒性气体充装站充装不当,引发爆炸	通风、回收处理、防护等不当,引发的毒气泄漏或人员伤亡事故	1)厂房内除设置一般机械通风外,还应有事故排风装置。对排出含大量有毒气体的空气应进行净化处理,使其符合 GBZ 1《工业企业设计卫生标准》中有关规定; 2)应设回收或处理瓶内气体的设备和装置,不得向大气排放; 3)应有气体危险浓度监测报警装置; 4)有防毒面具、滤毒罐、急救药品,并应具有可靠的通讯联络手段和抢救运送中毒人员的条件	1)有处理有毒介质残液残气的设施,且记录齐全; 2)盛储剧毒液化气体的容器应配置在室内,并设有可在容器四周形成水幕用以制止突发性事故而造成毒性气浪的给水装置; 3)充装剧毒液化气体的充装站,应配置在充装同时可防止气体溢出的负压操作系统	毒性气体充装站
	可燃性充装不当,引发爆炸	可燃性气体未做好除静电等引发的爆炸事故	1)可燃气体充装站的管道、阀门、储存容器等应设置除静电接地装置,其接地电阻不得大于 10 Ω,管道上法兰见的跨接电阻不应大于 0.03 Ω; 2)应有识别待装气瓶剩余气体及其杂质的检测仪器(有真空设施的除外); 3)应有气体危险浓度监测报警装置; 4)防静电衣服、无钉鞋、不产生火花的检修工具; 5)充装站设计要求应符合相应气体的设计规范	甲类厂房与甲类库房必须符合相关标准要求	可燃性

表 B.1（续）

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施		适用范围
气瓶充装站的安全技术条件	易燃介质充装不当,引发爆炸	易燃介质防爆、防静电处置不当引发爆炸	易燃气体充装场地、设施、电器设备必须防爆、防静电	在易燃气体充装间、压缩房、重瓶库等地点设置气体浓度报警器;有处理易燃介质残液残气的设施,且记录齐全	易燃
	助燃介质充装不当,引发爆炸	静电引发爆炸事故	助燃气体充装站的管道、阀门、储存容器等应设置除静电接地装置,其接地电阻不得大于10 Ω	管道上法兰间的跨接电阻不应大于 0.03 Ω	助燃
	强氧化性介质充装不当,引发爆炸	没有识别待装气瓶剩余气体及其杂质的检测仪器,当瓶内气体超标时,引发爆炸事故	应有识别待装气瓶剩余气体及其杂质的检测仪器	配备真空设施	强氧化性
	易爆介质气瓶充装不当,引发爆炸	易爆介质气瓶充装时,防爆防静电不当,引发爆炸	1)爆炸危险场所的电力装置设计、施工与验收应符合 GB 50028《城镇燃气设计规范》和 GB 50257《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》的要求; 2)易爆气体充装场地、设施、电器设备必须防爆、防静电	在易爆气体充装间、压缩房、重瓶库等地点设置气体浓度报警器	易爆
a 适用所有气瓶(压缩气体、液化气体、溶解乙炔、焊接绝热气瓶、混合气体、气瓶集束等)。					

表 B.2 给出了固定式压力容器常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.2 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施表(固定式压力容器)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
容器(本体)	泄漏	外壁腐蚀减薄穿孔(保温层下)	1)定期测厚; 2)定期检查保温层完好状况; 3)保温层的正确安装	
		腐蚀减薄穿孔(内壁,内衬)	1)定期测厚; 2)定期检查内衬完好状况	
		本体(母材、焊缝、)开裂或穿孔导致介质泄漏	1)日常检查和维护保养,及时消除安全隐患; 2)定期自行检查、开展定期检验; 3)通过介质组分分析,监测有害介质	
		石墨化导致材料性能劣化,最终产生裂纹	1)含约 0.7%的 Cr 即可有效消除石墨化; 2)取样进行金相分析	
		球化导致材料性能劣化,强度下降明显,最终可导致蠕变破坏	1)现场金相或取样进行金相分析; 2)定期进行强度或硬度检测	
		开停车期间因回火脆化导致开裂泄漏	1)开车时,在温度达到最小加压温度前只升压 25%; 2)最小加压温度控制在 38℃~171℃间; 3)进行挂片试验,定期取样进行夏比冲击试验,确定韧脆转变温度	
		不锈钢高温脆化导致开裂	1)限制铁素体合金的使用,限制双相奥氏体(至少含 10%的铁素体)不锈钢在 300℃及以上的温度下使用; 2)限制奥氏体不锈钢中的铁素体含量,其体积含量最多不能超过 10%,尤其是在焊接金属上; 3)硬度检测; 4)取样进行弯曲或冲击试验	
		σ相脆化,即 σ 相的形成会导致材料断裂韧性的降低,开停车期间容易发生开裂	1)取样进行冲击等测试; 2)金相检查; 3)避免使用在脆化温度范围内使用易脆化的材料; 4)300 系列的不锈钢可以在 1 066℃下退火 4 h 后水淬	
		容器发生低应力脆断	1)避免在低温情况下进行水压试验; 2)NDT 缺陷检测	

表 B.2 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
容器(本体)	泄漏	蠕变脆性断裂	1)降低温度或压力； 2)改变材料； 3)UT、RT、EC 和尺寸度量等组合监测； 4)金相检查	
		热疲劳,由于温度波动产生循环应力,在相对运动或局部膨胀受约束的结构处易产生断裂破坏	1)在设计 and 操作中减小热应力和热循环； 2)采用柔性设计来适应局部膨胀； 3)采用衬里； 4)断裂通常从连接面开始,可以采用 MT、PT 和宏观检查	
		热冲击,热疲劳开裂的一种,表面产生裂纹开裂	1)防止高温流的中断； 2)设计时减少苛刻的约束,加装防护套等； 3)避免雨水或消防水喷洒； 4)检查热或冷的喷射点处可能存在的热冲击； 5)表面探伤检测	
		冲刷腐蚀,造成结构的破坏,降低材料的性能,导致腐蚀穿孔或开裂	1)改进结构； 2)使用硬度更高的材料以增强其耐磨性； 3)使用耐腐蚀的合金或者采取减小腐蚀的其他方法； 4)对于换热器的管束,安装保护性的垫板或垫圈； 5)壁厚检测	
		在交变应力的作用下,疲劳可能会导致材料的断裂	1)改进设计,减小周期载荷条件下部件的应力集中； 2)用热处理来减少应力； 3)尽量减小焊接的焊缝； 4)减少结构的热循环来限制应力的增长； 5)在应力集中的区域,无损检测手段(例如 PT、MT 和 SWUT)可以用来探测疲劳破坏； 6)对旋转设备(如搅拌设备)进行振动监测	
		再热裂纹是由于焊后热处理或在高温下服役期间产生应力松弛而发生的一种金属破坏。在厚壁截面上更容易发生	1)设计合理的焊接工艺； 2)用 UT、MT 检测碳钢和低合金钢的表面裂纹； 3)用 UT 检测内部裂纹	

表 B.2 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
容器(本体)	泄漏	电化学腐蚀导致腐蚀穿孔泄漏	1)涂上防腐涂层; 2)用牺牲阳极来保护碳钢; 3)进行外观检查; 4)使用 UT 检测	
		大气腐蚀,在沿海潮湿的环境下,大气腐蚀更严重,导致腐蚀穿孔泄漏	1)容器表面的防腐涂层修理; 2)定期外观检查; 3)定期壁厚检测	
		冷却水腐蚀,由溶解的盐、气体、有机化合物造成的碳钢和其他金属的均匀或局部的腐蚀	1)进行正确的设计、操作和对冷却水进行化学处理; 2)设备的入口温度应低于 57 °C; 3)应使冷却水的速率维持在一定范围内; 4)冷却水设计在换热器管程,以降低水的停滞; 5)对热交换效率进行测量,可以用来确立腐蚀结垢的情况	
		二氧化碳腐蚀,当二氧化碳溶于冷凝水或者水蒸气中形成碳酸,才会发生二氧化碳腐蚀。大量的碳酸会导致碳钢形成腐蚀凹坑	1)使用腐蚀抑止剂; 2)使冷凝物的 pH 值超过 6,以减小蒸气冷凝装置的腐蚀; 3)测量壁厚的局部减薄; 4)对水进行测试(例如 pH,Fe 等)	
		微生物诱发腐蚀	1)适当地利用杀菌剂可以控制微生物但不能完全予以消灭; 2)降低流速,并减小停滞的区域; 3)设计中不包含水的装置应该保持干燥和干净; 4)尽快排空进行液压试验的水,吹干设备以防止湿气的侵扰; 5)对地下结构进行阴极保护; 6)向储藏罐中的水加入杀菌剂; 7)维护储藏罐的内表面的涂层	
		土壤腐蚀,紧贴地面的容器的底部容易发生土壤腐蚀	1)使用涂层; 2)利用电化学的原理,使用阴极保护; 3)外观检查	
		碳钢和其他合金在高温下同氧气反应,生成氧化的铁垢,造成壁厚减薄	选择合适的材料: a)对易发生氧化的设备,监测工艺条件,以确定氧化的趋势; b)使用热成像仪或热电偶计,对温度进行监控; c)用 UT 测量氧化引起的壁厚减薄	

表 B.2 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
容器(本体)	泄漏	碳钢和其他合金在高温下同硫发生反应而导致的腐蚀	1)监控温度和硫的含量; 2)使用热成像仪或热电偶计,对温度进行监控; 3)用 UT 测量壁厚	
		氯化物的应力腐蚀,产生应力腐蚀裂纹	1)使用抵抗性更好的材料; 2)进行液压试验时,控制氯离子的含量,试验后应对容器彻底而迅速地吹干; 3)避免停滞的或缓慢流动的状态。 4)定期进行外观检查和无损探伤	
		氢氧化钠应力腐蚀破坏	1)焊后热处理; 2)操作温度超过 70 ℃ 的时候,用镍合金代替碳钢; 3)在进入高温加热装置前,确保氢氧化钠浓度均匀; 4)定期进行外观检查和无损探伤	
		氨的应力腐蚀破坏	1)进行焊后热处理,或者向氨中加入少量的水,可以降低氨的应力腐蚀破坏; 2)焊接处的硬度不应该超过 225HB; 3)对于贮存设备,应该阻止氧气的进入	
		氢脆,就是氢融进了钢中,造成了钢的变脆。在高压的氢气存在条件下,容易发生氢脆	1)通过使用低合金钢或者对材料进行回火处理,改善材料的韧性,降低残余应力和硬度; 2)选用适合的材料,例如奥氏体不锈钢或蒙乃尔铜-镍合金; 3)限定氢的浓度; 4)使用 UT 进行裂纹检测	
		排空管或排液管阀门被意外打开或失效	1)采用后备隔断方式; 2)更换阀门类型; 3)加强巡查	
		换热器增加壳程流体流速时,引起管束诱导振动,导致管子破坏,易发生在挠度大的部位	1)降低壳程流体流速; 2)制定合理的开停工程序; 3)加强在线监测,严格控制运行条件; 4)在流体入口前设置缓冲板,减少脉冲	换热器
		换热器开停车频繁或温差大,导致管板与管子胀焊口泄漏	严格执行操作规程,控制系统温度不要波动大	换热器
		换热器管束严重腐蚀泄漏	1)定期清洗; 2)流体中加入腐蚀抑制剂; 3)控制管内流速; 4)必要时堵漏	换热器

表 B.2 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
容器(本体)	泄漏	换热器长期不进行排污,易燃易爆物质积聚过多,加上操作温度过高导致爆炸	对易结垢的流体定期清洗,除去结垢	
		换热器气密试验时,采用氧气补压或可燃性精炼气体试漏,导致爆炸	采用干燥的氮气或其他惰性气体进行气密试验	
		反应容器由于填装介质过量,致使容器内的物质发生聚合、分解等剧烈化学反应,引起容器内部压力温度过高而发生爆炸	1)熟悉介质特性、反应过程基本原理/特点; 2)运行中严格控制工艺参数(温度/压力/流量/液位/流速/物料配比)	
		反应容器由于系统混料等原因使容器内形成爆炸性混合气体导致爆炸	1)严格执行操作规程; 2)杜绝危险杂质的混入; 3)确保自动控制及操纵系统的正常工作	
		操作违章或失误,阀门关闭,引起超压爆炸	严格执行操作规程,严禁违章操作	
		因内部泄漏、导致热传导流体与工艺介质接触发生化学反应	1)严格执行操作规程; 2)对工艺介质成分监测; 3)建立严格的维护和检查程序	
		罐车向储罐内卸料时,储罐接地或接地金属连接不良等导致	1)定期检查和测试静电接地装置; 2)严格执行操作规程; 3)使用软管连接时也要定期检查	
		相互连接系统的高压系统泄漏(高压到低压)	1)严格执行操作规程; 2)保证联锁装置的正确运作; 3)切断阀和止回阀的合理布置	
		真空层失效	1)加强日常巡查,检查有无异常结冰、结霜、结露现象; 2)定期检查真空度	低温绝热容器
		热过压(环境温度、物料温度)	1)检查绝热层的有效性; 2)增加物料温度的监测	
		材质劣化导致承载能力下降	1)定期对材质性能进行检测(硬度、金相、光谱分析); 2)合理设置开停车作业步骤	

表 B.2 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
容器(本体)	泄漏	因腐蚀导致壁厚减薄,承载能力下降	1)加强壁厚的定期定点检测; 2)对腐蚀状况进行评价; 3)加强日常巡检	
		不合理的结构设计,导致承载能力下降	1)变更容器结构,合理设计; 2)降低载荷监控使用; 3)加强日常巡检	
接管法兰 (容器部位)	泄漏	操作温度升高,螺栓伸长,紧固部位松动,引起法兰泄漏	升温后及时重新紧固螺栓	
		法兰面被腐蚀	1)更换法兰; 2)定期巡查	
		容器发生沉降,支撑腐蚀变形等,导致接管法兰处泄漏	1)定期检查容器支撑; 2)定期检查法兰连接	
		接管法兰密封失效	1)检查密封件; 2)定期更换密封件; 3)加强巡查	
		螺栓长度不足、数量不足、紧固方式错误	1)检查螺栓; 2)采用正确紧固方式; 3)加强巡查	
		螺栓断裂,导致法兰泄漏	1)检查螺栓; 2)定期更换螺栓; 3)加强巡查	
容器	燃烧	可燃介质泄漏后遇到火源	1)容器装置区内使用防爆电器; 2)介质泄漏后设定隔离区; 3)配备符合要求的灭火设备; 4)评估并管理区域内的点火源	
	中毒	毒性为极度、高度、中度介质泄漏	1)作业区配备应急处理器材、防护用品及专用工具; 2)装置区须配备符合要求的喷淋装置; 3)作业区应配置自给式空气呼吸器; 4)定期开展中毒应急专项预案演练	
	爆炸	可燃介质泄漏后遇到火源	1)容器装置区内使用防爆电器; 2)介质泄漏后设定隔离区; 3)配备符合要求的灭火设备; 4)加强日常巡检; 5)评估并管理区域内的点火源	

表 B.3 给出了移动式压力容器常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.3 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施(移动式压力容器)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
本体(罐体或气瓶及安全附件)	泄漏	本体(母材、焊缝、瓶体)开裂导致介质泄漏	1)加强罐体日常巡检和维护保养,及时消除安全隐患; 2)定期自行检查,主要检查材料老化情况,外腐蚀情况; 3)低温罐车检查材料冷脆情况; 4)通过介质组分分析,监测有害介质情况	汽车罐车、长管拖车、罐式集装箱、管束式集装箱
		密封失效	1)检查密封垫片、紧固件; 2)定期更换密封件; 3)加强日常巡查	
		瓶体转动	1)加强日常巡查,检查瓶体外贴标志、字样位置有无变化; 2)检查钢瓶间的限位装置是否完好; 3)钢瓶紧固法兰、螺栓是否松动; 4)卸气量是否异常; 5)对钢瓶抱箍,法兰紧固螺栓进行检查有无松动情况	长管拖车、管束式集装箱
	燃烧	可燃介质泄漏后遇到火源	1)立即停止作业,切断泄漏源; 2)充装区内使用防爆等级符合要求的防爆电器; 3)介质泄漏后设定隔离区(等级)场地要求和特种设备无关; 4)检查静电跨接是否良好; 5)定期开展应急演练	装运可燃介质的移动式压力容器
	中毒	毒性为极度、高度介质泄漏	1)随车配备应急处理器材、防护用品及专用工具; 2)随车配备个人防护设备; 3)装卸场地须配备符合要求的喷淋装置; 4)充装场地应配置自给式空气呼吸器; 5)卸载场地应具有卸载前置换介质的,处理措施及其卸载后密闭回收介质的设施; 6)开展中毒事件应急专项预案演练	装运有毒介质的移动式压力容器
	爆炸	超压、错装(低压车装高压介质)	1)按照核准的介质充装; 2)加强充装前检查	汽车罐车、长管拖车、罐式集装箱、管束式集装箱
		可燃介质泄漏后遇到火源	1)按照核准的介质充装; 2)加强充装前检查; 3)介质泄漏后设定隔离区; 4)规范操作流程,作业现场无明火	装运可燃介质的移动式压力容器
		真空层失效	1)加强日常巡查,检查有无异常结冰、结霜、结露现象; 2)定期检查绝热罐体真空度	低温绝热罐车

表 B.3 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
管路	泄漏	外力撞击	1)严禁在操作箱存放软管、工具等杂物； 2)装卸完毕、运输状态下关闭紧急切断阀	汽车罐车、长管拖车、罐式集装箱、管束式集装箱
		连接失效	1)定期自行检查、日常检查和维护保养； 2)及时消除管路连接安全隐患； 3)非装卸状态下关闭紧急切断阀	
		装卸软管折弯、重物压伤导致装卸管爆裂	1)充装前加强检查； 2)防止管路折弯,扭曲,外物占压； 3)定期开展水压试验； 4)连接接口、螺纹、密封件检查	
		安全泄放装置异常动作	1)定期校验安全阀； 2)定期更换爆破片； 3)定期检查紧急切断阀,确保紧急切断功能有效(属于安全附件)	长管拖车、管束集装箱
部件、部位动力气源	泄漏	安全泄放装置排放(超装导致)	1)严格进行充装过程控制,升压不能过快； 2)严格进行充装后检查； 3)检查结论是不合格的移动式压力容器不得离开充装单位	
	泄漏	装卸管路紧急切断阀、装卸阀、盲法兰的密封失效	1)在卸液管末端加装盲法兰装置； 2)维修、更换主阀； 3)每次装卸完毕后定期检查； 4)定期对紧急切断阀、装卸阀门检查	
	氮封失效	气瓶内压力不足	1)定期检查气瓶内压力,按相关规程规定检查； 2)如果使用过,需立即更换压力符合要求的钢瓶； 3)钢瓶具有定期检验报告	需配备气瓶作为气动压力源的罐车
装卸作业	泄漏	装卸用管失效	1)按照规程要求定期对软管进行耐压试验； 2)对软管正确选型； 3)定期更新装卸管； 4)操作人员必须处于规定的工作岗位,有紧急切断阀的须位于紧急切断阀的远程控制系统位置(写在安全附件里)	汽车罐车、长管拖车、罐式集装箱、管束式集装箱

表 B.3 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
装卸作业	泄漏	装卸管密封圈失效	1)目视检查； 2)确认密封垫片有无变形、老化、磨损； 3)定期更换密封件； 4)严禁带压紧固	汽车罐车、长管拖车、罐式集装箱、管束式集装箱
	泄漏	装卸用管拉断	1)车辆熄火、拉手刹车,加强充装前检查； 2)加防溜车措施； 3)保证具备车辆启动连锁装置功能有效； 4)充装完毕必须检查装卸用管是否分离	
		装卸用管脱钩	1)加装适合长度的防脱钩链； 2)装卸前检查快装接口连接是否连接紧固； 3)选用相匹配的装卸附件； 4)可靠连接装卸用管； 5)连接前检查装卸附件	
		接口连接失效	1)充装前检查快装接口连接是否连接紧固； 2)定期更换密封件	
	燃烧	可燃介质泄漏后遇到火源	1)装卸场所禁止火源； 2)连接导静电接地线； 3)操作人员必须穿戴阻燃工作服和防静电鞋； 4)配备符合要求的灭火设备	装运可燃介质的移动式压力容器
	闪爆	静电接地线断裂或接触不良导致	1)装静电接地报警装置； 2)选择符合要求的静电接地线； 3)定期检查静电接地报警装置、静电接地线功能是否完好	
		错装导致介质不相容、超装等	1)严格进行充装前检查； 2)采用防错装接头,按介质配置装卸附件； 3)严格进行充装后检查； 4)检查不合格的移动式压力容器不得离开充装单位； 5)充装前检查充装介质和随车资料是否一致	汽车罐车、长管拖车、罐式集装箱、管束式集装箱

表 B.3 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
装卸作业	燃烧	介质混装不相容	1)加强充装前检查; 2)严禁混装介质; 3)充装前检查首次充装、含水量、含氧量相应的报告	汽车罐车、长管拖车、罐式集装箱、管束式集装箱
	超装	影响运输过程安全和罐体本体安全	1)严格进行充装过程控制; 2)严格进行充装后检查; 3)检查不合格的移动式压力容器不得离开充装单位; 4)充装后,液体检查充装量,气体检查压力	
	泄漏	手动阀门被冰封住,无法操作关闭	1)控制卸液流速; 2)防止主阀结冰,发现结冰,立即采取融冰措施; 3)卸液完成后不能仅靠紧急切断阀切断管路; 4)在运输时,紧急切断阀切断按钮一定要处于关闭状态	真空绝热罐车
	爆炸	充装前压力低于 0.2 MPa,充装无法确认罐体是否混入空气或其他介质	1)充装前检查罐内残余压力; 2)罐内压力低于 0.2 MPa 时,充装前应进行置换; 3)气体成分分析; 4)卸液时应注意压力控制,压力禁止泄到 0.2 MPa 以下	装运易燃易爆介质的移动式压力容器
	冲击受伤	泄液软管带压操作,残余的气液没有排净	1)严格按照操作规程进行装卸作业; 2)严禁带压操作; 3)充装前,检查装卸管连接是否紧固可靠; 4)加强人员培训	低温罐车
	燃烧	氧气放空	1)充装场地内杜绝明火,油脂等可能引起氧气燃烧的因素; 2)事故发生后,第一时间离开富氧环境; 3)加强人员培训; 4)加强专项预案应急演练	装运氧气、液氧、氧化性介质的移动式压力容器
		氧气泄漏		
	泄漏	充装完毕,装卸管未脱钩,发动汽车导致管路拉断,介质泄漏	1)加强充装完毕检查 2)充装管路上安装防拉断装置 3)加强人员培训装卸作业	汽车罐车、长管拖车、罐式集装箱、管束式集装箱
	冻伤	防护不当导致冻伤	1)严格按照操作规程进行装卸作业; 2)个人防护用品佩戴齐全; 3)加强人员培训	低温罐车、真空绝热罐车

表 B.3 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
运输	管路泄漏	运输过程中被追尾,导致管路泄漏	1)运输过程全程关闭紧急切断阀; 2)提高驾驶被动安全性; 3)设置醒目的安全标识	汽车罐车、长管拖车、罐式集装箱、管束式集装箱
	安全阀破裂	外力碰撞	1)通过涵洞、桥梁等地段时,注意限高; 2)开展专项预案应急演练	汽车罐车
	燃烧	刹车引起轮胎燃烧,危及罐体安全	1)检查刹车气动阀门是否正常; 2)气动刹车失灵,导致刹车片、轮毂摩擦升温; 3)配置清水灭火器,或条件允许时配水箱	汽车罐车、长管拖车、罐式集装箱、管束式集装箱
	轮胎冷脆	冷冻液体飞溅到轮胎,造成橡胶冷脆	立即更换轮胎,排除隐患	真空绝热罐车、真空绝热罐箱
停放	塌垛	堆码超过限重要求	严格按照产品框架承重要求进行吊装和堆放	管束式集装箱、罐式集装箱

表 B.4 给出了氧舱常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.4 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施(氧舱)

风险来源		风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
本体	舱体	燃烧	舱内物料变化	1)材料的难燃或阻燃性能及抗静电性能需符合要求； 2)定期检查灭火器和喷淋装置,保证应急处置时功能有效； 3)定期开展消防演练； 4)建议配备清水灭火器	空气加压舱
		快速降压	观察窗有机玻璃破损,舱门密封圈老化、损坏	检查观察窗有机玻璃是否有银纹和明显划伤,舱门密封圈是否老化、损坏	
		静电、触电伤害	接地线断开	定期检查并测试接地电阻	
		无法应急排气	应急排气阀门锈蚀致无法正常开启	定期检查排气阀功能是否正常	
部件、部位	供、排氧系统	燃烧	供、排氧气管路泄漏	1)定期检查供、排氧气管路密封性； 2)进氧管临时接口密封性检查； 3)测氧仪定期校准； 4)氧电极定期更换； 5)定期检查灭火器和喷淋装置,保证应急处置时功能有效	
	电气系统	漏电、断电时无法应急供电	电气元件和电线改变,电线老化,应急电源装置失效	1)定期检查线路,定期测试应急电源装置是否正常； 2)检查电气元件和电线改变是否符合原设计要求	
	安全附件及安全保护装置	超压、安全连锁装置失效伤人	安全阀异常、快开门安全连锁装置失效	1)安全阀定期校验； 2)递物筒门锁紧装置检查； 3)快开门安全连锁装置定期检查安全连锁功能是否完好	
	空调系统	燃烧	氧舱空调系统是经过改造的,发生问题与一般空调维修不同	1)空调系统发生问题需专业厂家维修； 2)检查空调电路接线是否符合要求； 3)建议使用磁耦合式空调	
治疗过程	—	燃烧	氧气遇油脂、静电自燃	1)做好病人安全告知； 2)严禁火种、油脂、易燃物品入舱； 3)必须穿着医院治疗服才可入舱； 4)严禁将通信器材、手表、钢笔带入舱内； 5)入舱前教会病人掌握面罩吸氧及耳咽管调压动作； 6)氧舱运行时,人员不得随意出入,不得使用电器医疗器械； 7)多人空气舱内氧含量应低于 23%,当氧含量高于 23%时,必须进行置换	

表 B.5 给出了锅炉常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.5 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施表(锅炉)

风险来源		风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
部件、部位	汽包	材料失效引起的 泄漏、爆炸	1)未按规定启动锅炉,使汽包寿命缩短,材料疲劳,引起泄漏、爆炸; 2)焊接质量差,缺陷发展引起泄漏爆炸; 3)管孔冲刷减薄,不能满足强度要求,引起泄漏爆炸; 4)腐蚀减薄,不能满足强度要求,引起泄漏爆炸; 5)积垢造成材料过热,引起泄漏爆炸	1)严格执行操作规程,加强定期自行检查; 2)加强水处理工作; 3)加强水处理工作,及时清垢	
		材料失效引起的 泄漏、爆炸	有机热载体没有每年取样检验,变质物增多,导热系数降低,使受热面烧坏,引起泄漏、爆炸	1)有机热载体至少每年取样检验一次; 2)加强定期自行检查	有机热载体 锅炉
		超压引起爆炸	锅炉超压,安全阀拒动,超压报警、连锁保护失效,引起汽包超压爆炸	1)安全阀应定期校验、检修,定期试验; 2)超压报警、连锁保护应定期检查、试验	
		缺水引起爆炸	缺水后材料失效或突然进水,引起爆炸	1)严格执行操作规程; 2)低水位报警、连锁保护装置应定期检查、试验	
	外置式分离器、汽水(启动)分离器和贮水罐(箱)	材料失效引起的 泄漏、爆炸	1)材料疲劳,引起泄漏爆炸; 2)焊接质量差,缺陷发展引起泄漏、爆炸; 3)管孔冲刷减薄,不能满足强度要求,引起泄漏爆炸; 4)腐蚀减薄,不能满足强度要求,引起泄漏爆炸	加强水处理工作和定期自行检查	蒸汽锅炉
		超压引起爆炸	锅炉超压,安全阀拒动,超压报警、连锁保护失效,引起分离器超压爆炸	1)安全阀应定期校验、检修,定期试验; 2)超压报警、连锁保护应定期检查、试验	
	炉胆、炉胆顶、回燃室、下脚圈、炉门圈、喉管	材料失效引起的 泄漏、爆炸	1)焊接质量差,缺陷发展引起泄漏、爆炸; 2)腐蚀减薄,不能满足强度要求,引起泄漏爆炸; 3)磨损减薄,不能满足强度要求,引起泄漏爆炸; 4)积垢造成材料过热,引起泄漏爆炸	加强水处理工作,及时清垢,定期自行检查	
		超压引起爆炸	锅炉超压,安全阀拒动,超压报警连锁保护失效,引起炉胆、炉胆顶、回燃室、下脚圈、炉门圈、喉管超压爆炸	1)安全阀应定期校验、检修,定期试验; 2)超压报警、连锁保护应定期检查、试验	
		缺水引起爆炸	缺水后材料失效或突然进水,引起爆炸	1)严格执行操作规程; 2)低水位报警、连锁保护装置应定期检查、试验	

表 B.5 (续)

风险来源		风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
部件、部位	受热面(省煤器、水冷壁、对流、烟(火)、过热器、再热器管)	材料失效引起泄漏、爆炸	1)焊接质量差,缺陷发展引起泄漏、爆炸; 2)超温、氧化,使材料失效,引起泄漏、爆炸; 3)腐蚀减薄,不能满足强度要求,引起泄漏爆炸; 4)积垢造成材料过热,引起泄漏爆炸; 5)磨损减薄,不能满足强度要求,引起泄漏、爆炸	1)严格执行操作规程,加强定期自行检查及金属监督; 2)加强水处理工作,控制排烟温度不低于露点温度,加强定期自行检查	
		超压引起爆炸	锅炉超压,安全阀拒动,超压报警、连锁保护失效,引起受热面超压爆炸	1)安全阀应定期校验、检修,定期试验; 2)超压报警、连锁保护应定期检查、试验	
		缺水引起爆炸	缺水后材料失效或突然进水,引起爆炸	严格执行操作规程; 低水位报警、连锁保护装置应定期检查、试验	
	受热面(水冷壁管)	机械损伤引起爆炸	水冷壁表面积焦严重,焦块掉落砸破斜炉底水冷壁管,引起爆炸	1)调整燃烧; 2)及时清焦	电站锅炉
	受热面	材料失效引起泄漏、爆炸	有机热载体没有每年取样检验,变质物增多,导热系数降低,使受热面烧坏,引起泄漏、爆炸	1)有机热载体至少每年取样检验一次; 2)加强定期自行检查	有机热载体锅炉
	受热面(过热器、省煤器管)	燃烧、爆炸	锅炉燃烧不良,使炉膛内没有完全燃烧的油粒或磨粉被烟气带到尾部烟道上发生二次燃烧事故,使尾部烟道和受热面烧坏,引起爆炸	严格按照操作规程,及时调整燃烧,在燃料压力严重下降时,应当立即停止继续向炉内送入燃料	室燃锅炉
	受热面(再热器)	材料失效引起泄漏、爆炸	再热器蒸汽中断(制造单位有规定者除外)时,没有立即停炉,使管子烧坏,引起爆管	严格执行操作规程	电站锅炉
	集箱	材料失效引起泄漏、爆炸	1)未按规定启动锅炉,使集箱寿命缩短,材料疲劳,引起泄漏、爆炸; 2)焊接质量差,缺陷发展引起泄漏爆炸; 3)超温、氧化,使材料失效,引起泄漏、爆炸; 4)管孔冲刷减薄,不能满足强度要求,引起泄漏爆炸; 5)腐蚀减薄,不能满足强度要求,引起泄漏爆炸; 6)积垢造成材料过热,引起泄漏爆炸	1)严格执行操作规程,加强定期自行检查; 2)严格执行操作规程,加强定期自行检查及金属监督; 3)检查防腐措施,及时清垢	
		超压引起爆炸	锅炉超压,安全阀拒动,超压报警、连锁保护失效,引起集箱超压爆炸	1)安全阀应定期校验、检修,定期试验; 2)超压报警、连锁保护应定期检查、试验	
		缺水引起爆炸	缺水后材料失效或突然进水,引起爆炸	1)严格执行操作规程; 2)低水位报警、连锁保护装置应定期检查、试验	

表 B.5 (续)

风险来源		风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
部件、部位	减温器	材料失效引起泄漏、爆炸	1)未按规定启动锅炉,使减温器集箱寿命缩短,材料疲劳,引起泄漏、爆炸; 2)焊接质量差,缺陷发展引起泄漏爆炸; 3)超温、氧化,使材料失效,引起泄漏、爆炸; 4)腐蚀减薄,不能满足强度要求,引起泄漏爆炸; 5)喷水部位热疲劳使材料失效,引起泄漏、爆炸	1)严格执行操作规程,加强定期自行检查; 2)检查防腐措施及金属监督	蒸汽锅炉
		超压引起爆炸	锅炉超压,安全阀拒动,超压报警、连锁保护失效,引起减温器超压爆炸	1)安全阀应定期校验、检修,定期试验; 2)超压报警、连锁保护应定期检查、试验	
	下降管	材料失效引起泄漏、爆炸	1)焊接质量差,缺陷发展引起泄漏爆炸; 2)腐蚀减薄,不能满足强度要求,引起泄漏爆炸	1)加强定期自行检查; 2)加强水处理工作; 3)检查防腐措施	
		超压引起爆炸	锅炉超压,安全阀拒动,超压报警、连锁保护失效,引起下降管超压爆炸	1)安全阀应定期校验、检修,定期试验; 2)超压报警、连锁保护应定期检查、试验	
	闭式低位储罐	超压引起爆炸	闭式低位储罐内压力升高,安全泄压装置失效,引起爆炸	安全泄压装置应定期检查、检修	有机热载体锅炉
	锅炉范围内管道及连接管道	材料失效引起泄漏、爆炸	1)未按规定启动锅炉,使管道造成水冲击,引起泄漏、爆炸; 2)焊接质量差,缺陷发展引起泄漏爆炸; 3)超温、氧化,使材料失效,引起泄漏、爆炸; 4)腐蚀减薄,不能满足强度要求,引起泄漏爆炸; 5)支吊架失效,引起管道泄漏爆炸	1)严格执行操作规程,加强定期自行检查; 2)检查防腐措施及金属监督	
	锅炉范围内管道及连接管道	超压引起爆炸	锅炉超压,安全阀拒动,超压报警、连锁保护失效,引起管道超压爆炸	1)安全阀应定期校验,定期试验; 2)超压报警、连锁保护应定期检查、试验	
		超压引起爆炸	较高压力管道蒸汽穿到较低压力的管道,使低压侧的管道超压,引起爆炸	1)较高压力的蒸汽管道上应当有自动减压装置,较低压力的蒸汽管道应当有防止超压的止回阀; 2)阀门应定期检查、检修	蒸汽锅炉
		泄漏,破裂	阀门腐蚀穿孔,使水、汽泄漏	1)加强定期自行检查、检修; 2)检查防腐措施	
		泄漏	法兰垫片失效,使水、汽泄漏	1)加强定期自行检查; 2)及时更换垫片	

表 B.5 (续)

风险来源		风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
部件 部位	锅炉范围内管道及连接管道	水冲击引起泄漏、爆炸	1)锅炉启动前蒸汽管道未进行暖管、疏水； 2)锅炉送汽时，主汽阀开启过快或过大； 3)锅炉负荷增加太快，造成蒸汽流速过快而蒸汽带水； 4)锅水水质低劣而发生汽水共腾，造成蒸汽带水； 5)锅炉发生满水现象，锅水进入蒸汽管道； 6)蒸汽与较冷的水相遇，就会发生水冲击，使法兰松动泄漏、焊口拉裂，引起管道泄漏、爆炸	1)严格执行操作规程； 2)送汽前应对蒸汽管道进行暖管、疏水工作； 3)加强与用汽单位的联系，避免锅炉负荷增加过快； 4)防止高水位运行和发生满水现象； 5)加强水处理工作	蒸汽锅炉
	余热水箱	超压引起爆炸	透气管口径太小或堵塞，产生的压力无法泄放，引起余热水箱承压爆炸	1)透气管口径大小应符合要求； 2)定期检查透气管是否畅通	蒸汽锅炉
	分汽(水)缸	材料失效引起泄漏、爆炸	1)焊接质量差，缺陷发展引起泄漏爆炸； 2)腐蚀减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸	1)加强定期自行检查； 2)检查防腐措施	
		超压引起爆炸	锅炉超压，锅炉安全阀拒动，超压报警、连锁保护失效，并且分汽(水)缸上的安全阀也拒动，引起分汽(水)缸超压爆炸	1)安全阀应定期校验、检修，定期试验； 2)超压报警、连锁保护应定期检查、试验	
	炉膛	点火引起爆炸	1)未装设点火程序控制与熄火保护装置； 2)点火程序控制与熄火保护装置失效； 3)防爆门失效；引起炉膛爆炸	1)装设点火程序控制与熄火保护装置； 2)定期检查、试验； 3)应定期检查防爆门	室燃锅炉
			1)未装设点火程序控制与熄火保护装置； 2)点火程序控制与熄火保护装置失效； 3)未装设炉膛高低压力连锁保护装置或失效； 4)防爆门失效；引起炉膛爆炸	1)装设点火程序控制、熄火保护装置和炉膛高低压力连锁保护装置； 2)定期检查、试验； 3)应定期检查防爆门	室燃锅炉，A级高压及以上锅炉
		炉膛超压引起爆炸	几台锅炉共用一个总烟道时，烟道挡板限位装置失效，挡板关闭，使炉膛内压力升高，发生炉膛爆炸	1)应定期检查烟道挡板限位装置； 2)严格执行操作过程； 3)应定期检查防爆门	
	炉膛	炉膛爆炸	1)全部引风机跳闸时，未自动切断全部送风和燃料供应； 2)全部送风机跳闸时，未自动切断全部燃料供应； 3)直吹式制粉系统一次风机全部跳闸时，未自动切断全部燃料供应； 4)燃油及其雾化工质的压力、燃气压力低于规定值时，未自动切断燃油或者燃气供应；引起炉膛爆炸	1)连锁保护装置要确保投用并定期检查、试验； 2)严格执行操作规程； 3)应定期检查防爆门	室燃锅炉
		炉膛爆炸	直接受火加热锅炉的炉膛中发生有机热载体泄漏，引发炉膛火灾，甚至导致炉膛爆炸	在炉膛内设置一个惰性气体灭火装置并配置一个适当的惰性气(汽)体供应系统，定期检查该系统	有机热载体锅炉

表 B.5 (续)

风险来源		风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
部件 部位	水位表	爆炸、伤人	防护罩损坏,水位表玻璃管爆裂	1)运行前检查; 2)定期检查防护罩,及时更换; 3)严格执行操作规程	
			水位表云母片损坏失效	1)运行前检查;定期检查云母片,及时更换; 2)严格执行操作规程	
	铜立柱、梁	倾覆	1)焊接质量差,缺陷发展,使立柱、梁承载能力下降,发生变形,引起锅炉倾覆; 2)立柱、梁表面腐蚀,使立柱、梁承载能力下降,引起锅炉倾覆	1)加强定期自行检查; 2)定期防腐效果	
启动作业		材料失效引起爆炸	启动初期,大部分的过热器、再热器处于无蒸汽流量状态,得不到冷却,升温太快,使过热器、再热器管烧坏,引起爆炸	严格执行操作规程,按照启动曲线要求操作	蒸汽锅炉
		汽化引起爆炸	1)锅炉投入运行时,没有先开动循环泵,没有待供热系统水循环正常后,才提高炉温,使锅水汽化、爆炸; 2)如果锅炉发生汽化需要重新启动时,启动前没有先放汽补水,然后再启动循环水泵,使锅水汽化、超压爆炸		热水锅炉
锅炉作业		超压、缺水引起爆炸	压火后没有保证锅水温度、压力不回升和锅炉不缺	严格执行操作规程	
		材料失效引起爆管	停炉过程快速冷却,使合金钢受压元件损坏,引起爆管		电站锅炉
		汽化引起爆炸	停炉时立即停泵,没有待锅炉出口水温降到 50℃ 以下时,才停泵,使锅水汽化、超压爆炸		热水锅炉
维修		材料失效引起泄漏、爆炸	不属于重大修理的更换受压部件,选材料不适用,施工质量差,导致材料失效,引起受压部件泄漏、爆炸	1)选择合适的材料; 2)采购经过监督检验的产品; 3)应由取得许可证的安装、改造和修理单位施工	
水压试验		泄漏至人员伤亡	受压部件有缺陷至承压能力下降	1)做好劳动防护; 2)远离泄漏点; 3)做好安全警示隔离措施	

表 B.6 给出了公用(热力)管道常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.6 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施(公用(热力)管道)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
管道本体	超压爆炸	管道选材不符合国家相关规范要求,与实际操作工况(操作温度、操作压力)不匹配	进行设计审查或设计交底	
		强度试验不符合国家相关规范要求	1)制定强度试验实施方案; 2)设置相应的安全保护措施; 3)设定试压区域,做好警示隔离措施	
	介质泄漏	直埋管道本体腐蚀开裂、穿孔、焊缝开裂等	1)定期进行管道周边环境调查,发现异常情况应及时上报,并查明原因; 2)定期巡检	
		直埋管外护套管外防腐层失效,造成直埋管密封失效,致使保温层处于浸水状态,引起工作管腐蚀穿孔	1)定期进行直埋管外护套管的外防腐检测; 2)定期巡检	
		由于城镇建设造成直埋管道安全保护距离发生变化,管道埋深发生变化引起管道本体破坏及外防腐层破损	1)将该区域纳入重点监测范围; 2)加强巡检,加强对管道周边环境调查; 3)建立隐患上报制度; 4)加强对周边单位、个人的宣传	
		第三方作业造成直埋管道、管沟敷设管道的本体破坏及外防腐层破损	1)对管线周围施工区域加强巡视巡检; 2)落实管线交底管理制度; 3)加强现场施工监护; 4)加强对周边施工单位的宣传力度	
		直埋管道排潮管失效,致使保温层处于浸水状态,引起工作管腐蚀穿孔	1)建立直埋管日常巡检操作规程; 2)对排潮管排汽状况定期检查	
		因地质变化或自然灾害造成直埋管道变形破裂	1)将该区域纳入重点监测范围; 2)加强巡检、管道周边环境调查; 3)建立隐患上报制度	
		架空管道、管沟敷设的管道本体腐蚀开裂、穿孔、焊缝开裂等	1)定期巡检; 2)对管道支承件定期检查、维护和保养; 3)对外保温层(保护层)进行定期检查、维护和保养	
		架空管道因热变形造成管道变形破裂		
		架空管道因保温层损坏造成管道局部腐蚀穿孔		
		管沟敷设的管道因积水等原因造成管道本体腐蚀穿孔	1)定期巡检; 2)定期检查地沟的温度及气体	

表 B.6 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
阀门	管道破裂	架空管道阀门因环境温度降低造成冻堵损坏	1)定期巡检; 2)制定检维修计划,及时维修	
	介质泄漏	架空管道阀门失效	1)定期巡检; 2)设置阀门保护范围; 3)定期维护保养	
		管沟敷设或直埋管道阀门的密封件老化、损坏,引起阀门密封失效	1)应制定进入阀井或管沟等有限空间的相关规定; 2)制定检维修计划和工艺规程	
		管沟敷设或直埋管道的重要位置阀门失灵,引起介质泄漏	1)定期检查阀门操作有效性; 2)制定及落实阀门保养制度; 3)应对阀门开闭状态进行挂牌; 4)制定相应有效可行的应急抢修方案	
		非相关管道维护保养人员擅自开启、关闭管道阀门	1)加强日常巡视巡检; 2)加强周边安全教育; 3)及时上报相关主管管道保护工作的部门	
补偿器	介质泄漏	补偿器失稳开裂,造成蒸汽泄漏	1)检查补偿器是否完好,是否有无异常变形; 2)补偿器周围设置合理的安全保护距离	
	超压爆炸	补偿器卡死,无法进行正常补偿	检查补偿器各活动部位是否正常动作	
疏水装置	超压爆炸	疏水装置堵塞或损坏,管内无法排冷凝水,引起管道水击(水锤),造成管道局部压力升高,引起爆管	1)检查疏水装置冷凝水排放是否正常; 2)检查疏水装置排汽时噪音是否正常	
支吊架	介质泄漏	架空管道支吊架损坏,引起管道异常振动,造成管道开裂泄漏	1)检查支吊架是否牢固完整,是否有异常振动; 2)检查支吊架有无断裂、锈蚀等状况	
		架空管道管托与支架脱离,引起管道异常振动,造成管道开裂泄漏	检查管托与支架焊接情况,检查有无脱开	
		架空管道滑动支架卡死,无法正常滑动	检查支架活动部位是否正常动作	
保温层(保护层)	介质泄漏	保温层(保护层)破损,致使保温层处于浸水状态,引起管道腐蚀	检查保温层(保护层)是否完好	
管道标识及警示装置	介质泄漏	管道上方标识及警示装置(限高、防撞等)被移动、毁损、涂改,造成管道本体及外防腐层被第三方破坏	1)加强日常巡视巡检; 2)加强周边安全教育; 3)及时上报相关主管管道保护工作的部门	

表 B.6 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
运行 (送汽)	爆炸	升温过程不符合相关规定要求,引起管道水击(水锤),造成管道局部压力升高,引起爆管	1)应确保安装工程验收合格; 2)应确保热源具备供热条件; 3)应制定运行(送汽、暖管)方案; 4)应制定管道升温环节的操作规程; 5)升温过程中应重点检查管道连接处有无异常振动、有无泄漏,支吊架、补偿器、疏水装置是否完好; 6)应有完善可靠的通信系统及安全保障措施; 7)现场应有专人值守	
	介质泄漏	未按国家相关要求对法兰、阀门、补偿器及仪表等处的螺栓进行热紧,造成介质泄漏	1)应制定运行方案; 2)应按要求进行螺栓热紧	
停运(停汽)	爆炸	降温过程不符合相关规定要求,引起管道水击(水锤),造成管道局部压力升高,引起爆管	1)应制定停汽方案; 2)应制定管道降温环节的操作规程; 3)降温过程中应重点检查管道连接处有无异常振动、有无泄漏,支吊架、补偿器、疏水装置是否完好; 4)应有完善可靠的通信系统及安全保障措施; 5)现场应有专人值守; 6)加强对管道沿线收缩情况的检查,检查管道组成件和支承件是否存在收缩引起的缺陷(如重点检查补偿器、支墩、支架、焊缝等)	
检维修	中毒	阀井或管沟存在有毒、有害气体(如:沼气)	1)应制定进入阀井或管沟等有限空间的相关规定; 2)应设置巡护人员; 3)进行有害气体检测; 4)进行井内温度检测	
注:热力站的风险分析及典型管控措施可参考表 B.2 及表 B.16。				

表 B.7 给出了长输油、气管道(含站场)常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.7 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施(长输油、气管道(含站场))

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
管道本体	超压爆炸	管道选材不符合国家相关规范要求,与实际操作工况(操作温度、操作压力)不匹配	组织设计审查或设计交底	
	介质泄漏	安装施工(如:施工交接、管道装卸、运输、布管、焊接、覆土等环节)过程中造成管道外防腐层破损或本体损伤,导致钢管本体腐蚀	加强施工环节的质量检查	
	超压爆炸	强度试验不符合国家相关规范要求	1)制定强度试验实施方案; 2)设置相应的安全保护措施; 3)设定试压区域,做好警示隔离措施	
	可燃气体介质泄漏	管道本体腐蚀开裂、穿孔、焊缝开裂	1)定期巡检; 2)定期对管道周边一定范围内进行环境调查	
	可燃液体介质泄漏			
	可燃气体介质泄漏	外防腐层失效,造成管体腐蚀穿孔	1)定期进行外防腐检测; 2)定期进行保护电位检测; 3)定期检查管线周围是否存在根深植物	
	可燃液体介质泄漏		1)定期进行管道周边一定范围内的环境调查; 2)定期进行外防腐层检测; 3)定期进行保护电位检测; 4)定期检查管线周围是否存在根深植物	
	可燃气体介质泄漏	由于城镇建设(如高填土等)造成管道安全保护距离或埋深发生变化,引起管道本体破坏及外防腐层破损	1)将该区域纳入重点监测范围; 2)加强巡检、泄漏检测; 3)建立隐患上报制度; 4)加强对周边单位、个人的宣传	
	可燃液体介质泄漏		1)将该区域纳入重点监测范围; 2)加强巡检、周边环境调查; 3)建立隐患上报制度; 4)加强对周边单位、个人的宣传	
	可燃气体介质泄漏	自然灾害(如:地震、台风、山体滑坡、沉降等)造成管道本体变形破坏及外防腐层破损	1)设置警戒区域,将该区域纳入重点监测范围; 2)加强巡检力度。发生自然灾害后,应对该区域的管道进行相应的检查、检测; 3)开展宣传与警示工作; 4)制定检修计划和方案; 5)应设置监控设施(如监控探头、远程报警等)	

表 B.7 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
管道本体	可燃液体介质泄漏	自然灾害(如:地震、台风、山体滑坡、沉降等)造成管道本体变形破坏及外防腐层破损	1)设置警戒区域,将该区域纳入重点监测范围; 2)加强巡检力度。发生自然灾害后,应对该区域的管道进行相应的检查、检测; 3)开展宣传与警示工作; 4)制定检修计划和方案; 5)应设置监控设施(如监控探头、远程报警、观测井等); 6)启动环境保护与治理工作	
	可燃气体介质泄漏		1)对管线周围施工区域加强巡视巡检; 2)落实管线交底管理制度; 3)加强现场施工监护; 4)加强对周边施工单位的宣传力度	
	可燃液体介质泄漏	第三方作业造成管道本体破坏及外防腐层破损	1)对管线周围施工区域加强巡视巡检; 2)落实管线交底管理制度; 3)加强现场施工监护; 4)加强对周边施工单位的宣传力度; 5)启动环境保护与治理工作	
	可燃气体介质泄漏		1)定期进行阴极保护有效性测试,根据测试结果确定是否需要更换牺牲阳极; 2)根据相关国家规范定期对强制电流系统进行维护保养	
	可燃液体介质泄漏	阴极保护失效,引起管道本体腐蚀穿孔	1)定期进行阴极保护有效性测试,根据测试结果确定是否需要更换牺牲阳极; 2)根据相关国家规范定期对强制电流系统进行维护保养; 3)定期环境检查	
	可燃气体介质泄漏	杂散电流(如特高压、有轨电车、地铁)引起管道本体腐蚀穿孔	1)定期进行管道敷设环境调查; 2)定期进行管道杂散电流检测; 3)建立隐患上报制度	
	可燃液体介质泄漏			
	可燃气体介质泄漏		定期进行排流系统检测	
	可燃液体介质泄漏	排流系统失效,造成管体腐蚀穿孔	1)定期进行排流系统检测; 2)定期进行管道敷设环境调查	
阀室	可燃气体介质泄漏	管道元件之间的连接接头、管道与设备的连接接头的密封失效	1)定期进行阀门泄漏检查; 2)定期检维修,检修时应使用防爆工具; 3)制定检维修工艺规程; 4)定期进行防爆检测; 5)应设置监控设施(如监控探头、远程报警等)	

表 B.7 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
阀室	可燃气体介质泄漏	重要位置阀门失灵(如:远程控制失灵),引起介质泄漏	1)定期检查阀门操作有效性; 2)制定及落实阀门保养制度; 3)应对阀门开闭状态进行挂牌; 4)制定相应有效可行的应急抢修方案; 5)定期进行防爆检测	
		非相关管道维护保养人员擅自开启、关闭管道阀门	1)加强日常巡视巡检; 2)加强周边安全教育; 3)制定阀室出入管理相关制度; 4)及时上报相关主管管道保护工作的部门; 5)定期进行防爆检测; 6)应设置监控设施(如监控探头、远程报警等)	
	可燃液体介质泄漏	管道元件之间的连接接头、管道与设备的连接接头的密封失效	1)定期进行日常检查; 2)定期检维修,检修时可燃介质应使用防爆工具; 3)制定检维修方案; 4)定期进行防爆检测	
		重要位置阀门失灵,引起介质泄漏(远程控制失灵)	1)定期检查阀门操作有效性; 2)制定及落实阀门保养制度; 3)应对阀门开闭状态进行挂牌; 4)制定相应有效可行的应急抢修方案; 5)定期进行防爆检测	
		非相关管道维护保养人员擅自开启、关闭管道阀门	1)加强日常巡视巡检; 2)加强周边安全教育; 3)制定阀室出入管理相关制度; 4)及时上报相关主管管道保护工作的部门; 5)定期进行防爆检测	
	爆炸	静电跨接装置失效,引起静电聚集,遇到可燃介质产生爆炸	1)定期检查静电跨接装置有效性; 2)定期检维修,检修时应使用防爆工具	
	燃烧			
管道标识及警示装置	可燃气体介质泄漏	管道上方标识及警示装置被移动、毁损、涂改,造成管道本体及外防腐层被第三方破坏	1)加强日常巡视巡检; 2)加强周边安全教育; 3)及时上报相关主管管道保护工作的部门	
	可燃液体介质泄漏			

表 B.7 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
管道附属保护设施	可燃气体介质泄漏	管道附属保护设施(如:水工保护设施、防风设施、防雷设施、抗震设施、通信设施、安全监控设施以及管道专用涵洞、隧道等穿跨越设施、)损坏,造成管道本体及外防腐层损坏	1)加强日常巡视巡检; 2)发现隐患及时上报; 3)定期维护保养	
	可燃液体介质泄漏			
穿跨越管道	可燃液体介质泄漏	检漏装置损坏,无法及时发现介质泄漏	1)加强日常巡视巡检; 2)加强制造环节的质量管理; 3)发现隐患及时上报; 4)应设置监控设施(如监控探头、远程报警、观测井等)	
	可燃气体介质燃烧、爆炸	检漏装置损坏,无法及时发现介质泄漏,造成可燃介质聚集,遇明火(静电)发生爆炸		
	可燃气体介质泄漏	穿跨越两侧阴极保护设施失效,引起管道本体腐蚀、泄漏	1)加强日常巡视巡检; 2)加强两侧阴极保护检测密度	
	可燃液体介质泄漏			
站场 ^a	可燃介质泄漏	管道、阀门、减压装置以及其他设备损坏,引起泄漏	1)加强日常检查; 2)定期保养; 3)定期检维修; 4)应设置监控设施(如监控探头、报警仪器等)	
	可燃介质燃烧、爆炸	介质流量超过规定范围,管道内流速过快形成湍流引起异常振动,造成管道本体开裂	1)介质流量在规定范围内; 2)日常检查设备振动情况; 3)流量计检查	
清管作业	介质泄漏	清管发球作业不符合相关国家规范,造成清管器卡堵,引起管道本体损坏	1)应编制清管施工方案; 2)制定安全措施及应急方案	
	可燃介质燃烧、爆炸	发球筒未进行放空处理,导致筒内存在可燃介质遇到空气引起燃烧或爆炸 盲板操作不符合相关规定要求	1)应编制清管施工方案; 2)制定安全措施及应急方案; 3)配备必要的交通工具、通信及医疗救护设备; 4)各方应在作业前进行充分交底; 5)现场配备安全监护人; 6)清管作业前应进行可燃介质测定; 7)作业人员应佩戴个人防护用品	
放散与置换	可燃气体介质遇空气,达到爆炸极限引起爆炸	可燃气体介质置换不完全	1)置换过程中按相关规定监测气体浓度; 2)制定放散、置换操作工艺或方案; 3)模拟放散、置换方案,验证其可靠性; 4)作业人员持相关证件上岗; 5)进行放散置换作业交底; 6)作业人员应佩戴个人防护用品; 7)告知相关政府部门和周边企业	

表 B.7 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
放散与置换	可燃气体介质遇空气,达到爆炸极限引起爆炸	可燃气体放散时空气回流达到爆炸极限或遇明火,回流燃烧	1)放散管应设置控制阀门,防回火装置; 2)设置安全区域和专人监护; 3)制定放散工艺; 4)作业人员进行作业培训; 5)告知相关政府部门和周边企业	
镶接、动火	可燃介质遇明火引起燃烧、爆炸	动火区域内存在可燃介质或可燃介质泄漏	1)设置动火区域; 2)制定镶接、动火安全管理规定; 3)作业人员应持证上岗并经安全培训; 4)进行动火作业交底; 5)现场配备消防器具; 6)现场需有专人监护及相应的保护措施	
带压开孔与封堵	可燃介质泄漏遇明火引起燃烧、爆炸	工作区域内存在可燃介质或可燃介质泄漏	1)设置工作区域; 2)施工单位应具有相应资质; 3)带压开孔与封堵方案(至少包括安全措施、应急预案等)经会审并批准	
抢修	可燃介质遇空气达到爆炸极限引起爆炸	管道内可燃介质置换不完全	1)启动应急预案; 2)置换后现场进行气体浓度监测; 3)设置抢修区域; 4)制定抢修安全管理规定; 5)作业人员应持证上岗并经安全培训;	
	可燃介质遇明火引起燃烧、爆炸	抢修区域内存在可燃介质或可燃介质泄漏	6)应急管理部门到现场作出判断,制定抢修方案; 7)关键作业点设置专门人员监护; 8)现场配备消防器具; 9)佩戴个人防护用品	
a 站场内的压力容器风险管控方法可参考表 B.2。				

表 B.8 给出了公用燃气管道(含站场)常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.8 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施〔公用燃气管道(含站场)〕

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
管道本体	管道超压爆炸	管道用材不符合国家相关规范要求形成管体破裂	组织设计审查或设计交底	
		强度试验不符合国家相关规范要求	1)制定强度试验实施方案; 2)设置相应的安全保护措施; 3)设定试压区域,做好警示隔离措施	
	可燃介质泄漏	管线定位(物探)不符合国家相关规范要求,造成外防腐层破损形成局部腐蚀泄漏	明确物探的质量要求	
		管道装卸和落管不符合国家相关规范要求,造成外防腐层破损形成局部腐蚀泄漏	1)制定管道施工各环节的控制及验收标准和记录要求; 2)加强管材验收工作	
		开槽施工不符合国家相关规范要求,造成外防腐层破损形成局部腐蚀泄漏	加强施工过程管理;在管线定位、管道装卸、开槽、管道材料控制、焊接、防腐、强度试验、覆土等环节,做好检查和记录等工作	
		焊接施工不符合国家相关规范要求,造成焊接接头缺陷扩展造成泄漏		
		覆土施工不符合国家相关规范要求,造成外防腐层破损形成局部腐蚀泄漏		
		管道本体腐蚀开裂、穿孔、焊缝开裂	加强巡视巡检,定期进行泄漏检查	
		外防腐层失效,造成管体腐蚀穿孔	1)定期进行阴极保护电位检测; 2)定期进行外防腐层检测	
		阴极保护失效,造成管体腐蚀穿孔	1)定期进行阴极保护电位检测; 2)定期更换参比电极及牺牲阳极	
		杂散电流的干扰、排流系统失效,造成管体腐蚀	1)定期检测排流系统; 2)定期进行环境调查	
		材质劣化造成管体破裂	适时进行管道材料氧化诱导检测	
		管道占压造成管体破裂	1)加强巡视巡检; 2)加强管道安全宣传; 3)建立隐患上报制度	
		由于市政建设,造成管道敷设条件与原设计不一致,引起管道外部载荷增加	加强管道泄漏检测	
		第三方作业造成管道损坏	1)加强巡视巡检,第三方施工单位需办理相关监护手续; 2)设置沿线警示; 3)设立热线电话,落实管线交底制度; 4)加强现场施工监护; 5)对社会进行安全教育	

表 B.8 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
管道本体	可燃介质泄漏	自然灾害等造成管线处地面沉降	1)发生自然灾害后,应加强灾害区域的巡视巡检; 2)设置警戒区域; 3)设立热线电话; 4)加强现场施工监护	
		沿管沟敷设的管道,因积水等原因腐蚀泄漏	1)定期清理管沟; 2)巡线检查,发现异常情况应及时上报并采取预防措施	
阀门(井)	可燃介质泄漏	密封件老化、损坏,引起阀门密封失效	1)定期检查阀门(井); 2)泄漏检查; 3)定期检维修,检修时应使用防爆工具; 4)维修人员个人防护	
		阀门失灵,引起介质泄漏	1)定期检查阀门(井); 2)泄漏检查; 3)阀门定期保养与密封检查; 4)阀门应挂牌显示所处状态; 5)定期检维修,检修时应使用防爆工具; 6)维修人员个人防护	
		由于阀门井积水严重,造成阀门腐蚀穿孔	1)加强日常巡视巡检; 2)阀门外观检查; 3)制定阀门(井)维护保养规定; 4)对阀门井定期维护保养	
		塑料阀门材质老化,引起阀体破裂	1)泄漏检查; 2)氧化诱导检测; 3)更换阀门	
	可燃介质遇静电引起爆炸	绝缘接头失效引起绝缘失败	1)加强日常巡视巡检; 2)定期进行绝缘有效性检测	
		导静电(跨接)装置失效引起导静电失败	1)加强日常巡视巡检; 2)定期进行导静电检测	
穿越管	泄漏	外防腐破坏引起管体腐蚀穿孔或制造缺陷扩展引起泄漏	1)定期检测穿越管两端保护电位; 2)定期进行外防腐层检测; 3)加强制造环节的质量检验	
桥管(含补偿器)	可燃介质泄漏	管体变形引起焊缝开裂造成可燃介质泄漏	1)加强日常巡视巡检; 2)支吊架检查; 3)定期进行防腐层保养	

表 B.8 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
桥管(含补偿器)	可燃介质泄漏	由于补偿器受力情况变化,引起失稳开裂	1)加强日常巡视巡检; 2)支吊架检查; 3)补偿器外观检查; 4)泄漏检测; 5)定期检维修; 6)设立热线电话	
		由于补偿器发生应力腐蚀,引起开裂		
		补偿器密封失效引起可燃介质泄漏		
		锚固地腐蚀支墩受损引起管道应力变化导致可燃介质泄漏	1)加强日常巡视巡检; 2)锚固地检查; 3)定期维护保养锚固地	
钢塑转换接头	可燃介质泄漏	钢塑转换接头损坏引起可燃介质泄漏	1)加强日常巡视巡检; 2)泄漏检查	
调压器(站)	可燃介质泄漏	管路泄漏	1)加强日常巡检;	
		密封面泄漏(含过滤器密封面泄漏)	2)泄漏检查;	
		阀门泄漏、操作失灵,引起介质泄漏	3)阀门定期保养; 4)定期检维修; 5)检维修人员个人防护	
	设备振动开裂引起介质泄漏遇明火燃烧(爆炸)	燃气用气量超过规定范围,管道内流速过快形成湍流引起振动	1)控制燃气用气量在规定范围内; 2)日常检查设备振动情况; 3)泄漏检查	
	由于超过设备规定压力引起泄漏、爆炸	因减压装置(阀)失效引起高压介质穿入低压设备	1)加强日常巡检; 2)安全保护装置检查与定期校验; 3)定期检维修; 4)减压装置定期校验	
输配站(只适用于还配置输配站的燃气管道)	可燃介质泄漏遇明火引起燃烧(爆炸)	静电跨接失效	1)日常检查; 2)定期进行跨接电阻检测; 3)定期检维修	
		管路泄漏	1)日常检查;	
		密封面泄漏(含补偿器密封面泄漏)	2)各连接点泄漏检查;	
		阀门泄漏、操作失灵,引起介质泄漏	3)定期检维修;	
	由于超过设备规定压力引起爆炸	附属仪表或装置泄漏(如流量监测仪表)	4)阀门等设备部件定期保养	
		因减压装置(阀)失效引起高压介质穿入低压设备	1)日常检查; 2)安全保护装置检查; 3)减压装置(阀)检查; 4)安全保护装置检查与定期校验	

表 B.8 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
输配站(只适用于还配置输配站的燃气管道)	可燃介质泄漏遇明火引起燃烧(爆炸) 超压、绝缘、静电等现象见调压装置部分	出入土端因腐蚀开裂引起可燃介质泄漏	1)日常检查; 2)防腐保养	
放散与置换	可燃介质遇空气达到爆炸极限引起爆炸	燃气置换不完全	1)置换过程中按相关规定监测气体浓度; 2)制定放散、置换操作工艺或方案; 3)模拟演练放散、置换; 4)作业人员持相关证件上岗; 5)进行放散置换作业交底; 6)作业人员应佩戴个人防护用品	
	可燃介质遇空气达到爆炸极限引起爆炸	可燃气体放散时空气回流达到爆炸极限或遇明火,回流燃烧	1)放散管应设置控制阀门,防回火装置; 2)设置安全区域和专人监护; 3)制定放散工艺; 4)作业人员进行作业培训	
镶接、动火	可燃介质遇明火引起燃烧、爆炸	动火区域内存在可燃介质或可燃介质泄漏	1)设置动火区域; 2)制定镶接、动火安全管理规定; 3)作业人员应持证上岗并经安全培训; 4)进行动火作业交底; 5)现场配备消防器具	
带压开孔与封堵	可燃介质泄漏遇明火引起燃烧、爆炸	工作区域内存在可燃介质或可燃介质泄漏	1)设置工作区域; 2)制定带压开孔与封堵安全管理规程; 3)施工单位应具有相应资质; 4)制定带压开孔与封堵方案,必要时经会审并批准	
停气与抢修	可燃介质遇空气达到爆炸极限引起爆炸	管道内可燃介质置换不完全	1)置换和现场进行气体浓度监测; 2)制定停气操作方案; 3)启动应急预案; 4)设置抢修区域; 5)制定抢修安全管理规定; 6)作业人员应持证上岗并经安全培训; 7)应急管理部门到现场作出判断,制定抢修方案; 8)关键作业点设置专门人员监护; 9)现场配备消防器具; 10)佩戴个人防护用品; 11)启动 110 应急联动	
注: 门站中的压力容器风险管控方法可参考表 B.2。				

表 B.9 给出了起重机械常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.9 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施(起重机械)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
设备本体	倾覆、坍塌	结构承载能力不足或下降	1)对起重机钢结构表面加强保养维护,防止腐蚀; 2)定期对起重机主要受力结构、主要零部件进行检查; 3)定期对钢结构连接螺栓、拉杆连接处等重要连接部位等进行检查; 4)严格执行安全规程和起重机操作使用规程; 5)加强对纠偏装置的维护检查	
		配重不足、脱落	1)根据载荷情况合理配置配重; 2)加强对配重及其固定措施的检查	
		脱轨	1)定期对偏斜限制和纠正装置、终端止挡、大车行程限位、缓冲器、轨道清扫器等保护装置检查; 2)定期检查轨道接头、轨道沉降等情况; 3)加强检查,保证两侧大车驱动装置的同步性符合要求	
		环境因素	1)加强大风预警,在大风期间停止使用设备,并采取防风抗滑措施,如回转机构制动器松开、防风拉索、铁鞋等; 2)设备不用时及时采取适当的防风抗滑措施; 3)加强人员培训以防汛应急演练,保证相关作业人员能正确使用防风抗滑装置,合理应对大风等突发应急情况; 4)定期对防风抗滑装置、风速报警装置进行检查,保证其功能的有效性	
			5)平整地面,地面承载能力不足时应采取措施,如碎石块填实、铺设钢板,对码头的承载能力进行确认等	流动式起重机
			6)合理布置广告牌	塔机
		制动失效	1)加强对制动器零部件的维护、保养,保证各部件正常工作; 2)制动器调整适当; 3)每次吊运前当重物离地时停止制动一次,测试制动可靠性	
		机械传动部件失效	1)加强对联轴器、传动轴、电动机、齿轮箱、卷筒、变幅钢丝绳、滑轮等传动部件的日常检查维保 2)设备运行平稳,减少对零部件的冲击载荷	臂架类起重机
		液压系统故障	1)加强液压系统的检查,保证液压软管无老化、液压系统功能正常、管路接头无泄漏、各阀控制正常、液压系统内泄正常、各液压系统保护装置工作正常	流动式起重机
			2)吊运作业前先进行试吊,确认液压系统工作正常	
		电气系统故障	1)对于 PLC 变频控制的起重机应有降温措施; 2)不私自改变原有控制线路; 3)加强控制系统的维护检查; 4)电气装置的防护防水防尘措施符合要求; 5)加强对防止设备超速运行的电气保护装置的检查,如超速开关、失磁保护装置等	

表 B.9 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
设备本体	吊具(物)坠落	设备选型配置不符合要求	采购部门采购前应对设备需求进行充分调研,保证选用型号、配置符合使用要求	
		钢丝绳断裂、脱落	1)加强钢丝绳及其固定端的检查; 2)钢丝绳的型号符合要求; 3)及时更换不符合安全技术规范的钢丝绳; 4)加强检查卷筒、滑轮是否有损害钢丝绳的缺陷; 5)加强对起升下降限位装置检查; 6)作业时不得以限位装置作为停止信号; 7)其他防止过卷扬的措施,如错相保护、加强现场监护	
		制动失效	1)设备润滑时加强管理,防止润滑油洒溅到制动轮上; 2)加强制动轮、制动器零部件的日常维护检查; 3)制动器调整适当; 4)当发生制动器卡阻不能正常放下吊物时,应加强管理	
		电气控制系统故障	1)对于 PLC/变频控制的起重机应有降温措施; 2)不私自改变原有控制线路; 3)加强控制系统的维护检查; 4)电气装置的防护防水防尘措施符合要求; 5)加强对防止设备超速运行的电气保护装置的检查,如超速开关、失磁保护装置等	
		机械传动部件失效	1)加强对联轴器、传动轴、电动机、齿轮箱、卷筒等传动部件的日常检查维保; 2)设备运行平稳,减少对零部件的冲击载荷	
		液压系统失效	1)加强液压系统的检查,保证液压软管无老化、液压系统功能正常、管路接头无泄漏、各阀控制正常、液压系统内泄正常、各液压系统保护装置工作正常; 2)吊运作业前先进行试吊,确认液压系统工作正常	
		吊具失效(失控)	1)加强对吊具本体的检查和维护保养,吊具不应存在影响安全使用的缺陷; 2)加强吊具控制系统的检查,应保证吊具控制、相应连锁保护有效	
	整机坠落	脱轨	1)定期检查偏斜限制和纠正装置、终端止挡、大车行程限位、缓冲器等保护装置; 2)定期检查轨道接头、轨道沉降等情况; 3)加强检查,保证两侧大车驱动装置的同步性符合要求; 4)加强对电气装置的日常维护保养,防止出现一侧运转,另一侧不运转现象; 5)更换或修理驱动装置后,应确保大车驱动电机接线正确,防止两侧运行方向不一致	

表 B.9 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
设备本体	零部件坠落	零部件松动脱落	1)加强对起重机上零部件的紧固情况进行定期检查； 2)螺栓连接采取防松措施	
电气系统	坠落	控制系统故障	1)对于 PLC/变频控制的起重机应有降温措施； 2)不私自改变原有控制线路； 3)加强控制系统的维护检查； 4)电气装置的防护防水防尘措施符合要求； 5)加强对防止设备超速运行的电气保护装置的检查,如超速开关、失磁保护装置等	
	触电	电气装置漏电	1)定期对电气线路、电气元件的绝缘保护检查,检查绝缘层有无破损、老化； 2)定期对线路的绝缘进行检测； 3)定期对电气元件的防水防尘措施进行检查,并清洁电气元件； 4)定期检查接地故障保护措施的有效性； 5)增加漏电保护开关； 6)驾驶室、电气房地面放置绝缘垫； 7)作业人员穿戴绝缘防护用品	
	触电	中性点电压升高	1)同一低压配电系统采用统一的接地系统； 2)严禁将金属结构当作载流线； 3)定期检查接地措施的有效性	
		雷击	1)定期进行防雷接地检查； 2)定期检查各构件(部件)连接处的跨接线； 3)增设浪涌保护器； 4)线路屏蔽处理	露天使用的起重机
	火灾	电气设备过载、线路短路	1)加强对过载、短路等电气保护装置的检查； 2)定期检查线路有无破损、绝缘老化现象； 3)不在电气房、控制室、电气装置等附近堆放可(易)燃物； 4)不私自自在起重机驾驶室、机房使用大功率取暖设备	
起重作业	触电	设备触碰电力线	1)起重机操作规范,防止吊物(吊钩)、钢丝绳碰触滑触线； 2)定期检查滑线防护板是否有效	桥门式起重机
			3)起重作业与电力线保持足够距离； 4)吊车增设临时接地保护装置。当在电力线路下作业时,车身必须实施接地技术保护措施后,方可伸臂起吊作业； 5)起重机作业时加强现场监护； 6)当发现碰触电力线后,附近人员应远离起重机,起重机操作人员避免上下起重机	流动式起重机

表 B.9 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
起重作业	起重机械挤压(剪切)	安全距离(高度)不足	1)加强对防护装置的日常检查,如联锁保护、零位保护、失压保护、登机应答信号、声光警示信号、门连锁装置、各部位的紧急停车等; 2)加强对起重机作业周边的环境检查,如起重机运动部位与现场堆物、墙壁、立柱等的安全距离,起重机运动部分与通道的净空高度;安全距离不足的应采取补救措施,如隔离、警示标识; 3)地面划出物料堆放标线、人行通道线或设置隔离装置; 4)对由于环境限制安全距离不足的部位增加警示标志	
		人员在起重机作业范围内作业、逗留、活动	1)检修(人行)通道与起重机运行轨道隔离或地面用线划出专门的人行通道; 2)条件具备时安装视频监视系统; 3)对作业人员和设备都要采取必要的防护措施; 4)加强对现场作业(使用、检维修)的管理,现场交叉作业时安排专人统一协调; 5)起重机运行过程中,禁止上下车,必须上下车时首先用对讲机通知行车工,取得联系待车停稳后方可上下车; 6)在起重机械检维修、吊运作业中,作业人员与操作人员及指挥人员紧密联系,必要时配备通信器材;保持现场作业人员之间的沟通顺畅	
	倾覆、坍塌	超负荷	1)吊运前反复确认所吊物品的重量,重量不明不吊运,重量超过起重机额定起重量不吊; 2)合理设置吊点,保证上小车两侧吊钩载荷偏差不得超过规定值; 3)定期对超载保护装置进行维保调校; 4)加强对小车防倾覆保护装置进行检查	
			5)按照使用要求合理配置配重	履带吊、塔吊
			6)加强人员技术培训,熟练查阅载荷曲线表	臂架类
		操作不当	1)加强现场监督管理,防止起重机械相互碰撞; 2)吊运大型构件、细长构件时加强监护,防止吊物碰撞起重机支腿造成失稳倾覆; 3)加强对防碰撞装置、防后倾装置、臂架上下限位装置等安全防护装置的检查; 4)臂架类起重机在变幅、回转时控制速度,减少冲击; 5)对于岸边集装箱起重机、装卸桥等起重机船舶靠岸时应将前大梁仰起,防止与船舶上层建筑碰撞倾覆; 6)严格按照操作规程操作,不歪拉斜吊; 7)吊运物品时起升高度不宜太高,满足需要即可; 8)加强作业人员操作技能培训	
			9)流动式起重机在作业时需要支腿支撑时,支腿应支撑到位,并使整个起重机保持水平; 10)支腿锁定,防止支腿回缩造成倾覆	流动式起重机

表 B.9 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
起重作业	倾覆、坍塌	突然卸载	1)合理绑扎,防止重物突然坠落;对于重大件应合理编制吊装方案; 2)加强起重机构、吊具、索具等日常保养检查,防止吊物(具)突然坠落; 3)加强作业人员的操作技能培训,保证操作人员在作业时操作平稳,冲击小	
	吊物(具)挤压碰撞	吊物(具)在起重机械运行过程中摆动挤压撞人(物)	1)起重机作业人员规范操作,运行中保持机构匀速,慢吊慢放; 2)由专人指挥,合理站位正确使用指挥手势; 3)合理安排吊运线路; 4)吊运时不歪拉斜吊; 5)对作业人员加强安全教育,增强安全意识; 6)作业现场加强管理,保持指挥人员和操作人员的沟通顺畅; 7)区域封闭	
		吊物(具)失稳	1)合理捆绑吊挂吊物,防止起吊时吊物突然旋转; 2)吊运重大吊物时制订吊装方案,采取必要的安全防护措施并充分交底; 3)对于容易失稳的吊(物)具摆放时应有固定措施; 4)对作业人员加强安全教育,增强安全意识,在作业中不站在安全下风口	
		运行机构制动器失效	1)设备润滑时加强管理,防止润滑油洒溅到制动轮上; 2)加强制动轮、制动器零部件的日常维护检查; 3)制动器调整适当; 4)加强操作人员应急处置能力	
	吊物坠落	索具从吊钩中逃出	1)设置防脱钩装置; 2)索具端部套(环)应放置到位; 3)选用合适的索具; 4)正确捆绑吊物; 5)加强司索人员培训	
		吊(索)具失效	1)选用符合要求的索具; 2)加强对吊(索)具的检查,管理; 3)正确捆绑,如合适的夹角、锐边加垫保护; 4)加强司索人员培训	
		绑扎不牢	1)正确捆绑,防止吊物散落; 2)合理设置吊点; 3)吊装大型构件时编制吊装方案; 4)加强司索人员的培训	

表 B.9 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
检维修、巡检	触电	人员能力不足	1)加强人员培训,包括技能和安全培训; 2)坚持电气专业人员持证上岗,非电气专业人员不准进行任何电气部件的更换或维修,特别是高压电气部件维修更换	
		违章作业	1)制定电工安全操作规程; 2)不带电进行维保作业,若必须要带电作业时,应制定相应的操作规程,并严格执行; 3)作业时加强对电源开关管理,如采取挂牌、上锁等措施	
		防护措施不当	1)作业人员穿戴绝缘防护用品; 2)使用符合安全要求的工具; 3)驾驶室、电气房地地板放置绝缘垫; 4)增加漏电保护开关	
	人员坠落	防护栏杆缺失、失效	1)加强检查,及时查补栏杆缺失漏洞; 2)加强对栏杆的日常检查,防止因开裂、腐蚀导致栏杆失效; 3)对于栏杆需要开口处增设阻拦杆(绳); 4)增加警示标识	
		通道,平台腐蚀	1)在起重机通道、平台积水部位打排水孔; 2)加强对通道、平台的腐蚀部位检查; 3)加强通道、平台的防腐处理	
		无登高设施进行作业	1)有条件设置固定的登高维修平台; 2)利用液压升降平台对起重机进行维修; 3)高空作业时佩戴安全带、安全绳等保护措施	
		作业人员麻痹大意	1)司机上下扶梯时要逐级上下,不得手持物品上下扶梯; 2)作业人员采取必要的安全措施(如系安全带、挂安全绳、架安全网等); 3)加强作业人员安全教育	
	物品坠落	起重机上放置物品	1)维修时工具应放在工具箱(包)内,防止坠落; 2)维修后及时将工具收好,垃圾清理干净	
	绞(卷)入	卷筒、滑轮、联轴器、电机主轴等部件的旋转	1)设备检修时停止操作使用设备; 2)在机房设置视频监控装置; 3)定期检查旋转部件的防护罩; 4)检修人员应穿戴合适的衣帽; 5)加强检维修的现场管理,如加强人员间沟通的信息的顺畅,现场安排专人统一指挥	

表 B.9 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
检维修、巡检	碾压	开式齿轮、滑轮、车轮部件的运转	1)设备检修时停止操作使用设备; 2)在机房设置视频监控装置; 3)定期检查旋转部件的防护罩; 4)加强现场相关人员的管理,如加强人员间沟通的信息的顺畅,现场安排专人指挥、监护	
	碰撞	检修通道的高度不够	1)对于工作(检修)通道高度不足、存在棱角的部位采取防护措施、张贴警示标识; 2)作业人员佩戴安全帽	
	滑倒	作业环境不良	1)保持作业区域的光照度符合要求; 2)定期清理地面油污; 3)佩戴安全帽、上下台阶手抓扶手	
塔机顶升作业	倾覆、坍塌	液压系统故障	1)若顶升过程中液压系统出现异常,应立即停止顶升,收回油缸,将上支座落在塔身顶部,并将下支座与塔身连接固定后,再排除液压系统故障。 2)顶升前检查顶升液压机组工作情况,液压管路必须充分排气,油液保持足够,接头连接可靠。进油口和出油口不能接反。溢流阀的设定压力要符合使用说明书的要求,太小则无法顶升,太大可能发生意外事故损害液压系统。 3)顶升时,液压系统的油压过高,顶升阻力比设计值增大很多,不仅容易损坏液压系统,而且可能造成重大事故。发现油压升高异常时,立即停机检查,排除危险因素后再继续顶升。 4)下降时,回油必须通过平衡阀或液控单向阀来控制下降速度,以防止产生过大的震动,冲击以及管路爆裂而自由下落	塔机
		受力部件强度、稳定性	1)加强受力部件的检查,例如踏步、横梁爬爪的焊缝开裂等; 2)当塔身超出独立自由高度前,应对塔身垂直度进行校准后塔身应附墙	塔机
		未按照技术要求进行顶升作业	1)严格按照要求和实际情况配平,保证塔机上部的中心落在顶升油缸梁的位置上。 2)如果塔身还没有与回转支座连接就提前拆卸套架的连接销和螺栓,上部构件就会立即坠落;同样顶起套架后,未与塔身支承连接牢固就缩回油缸,也会造成同样事故。塔身没有与回转支座连接,不允许臂架回转及开动变幅小车行走。 3)标准节必须按规定将塔身与回转下支座连接好,不能依靠顶升套架承受载荷,以免套架屈曲失稳;顶升横梁、套架与塔身必须牢靠,套架顶起后,塔顶与塔身只靠较脆弱的套架连接,不能中途停止安装,以免遇强风发生屈曲失稳和折断。 4)顶升过程由专人负责指挥,专人操作液压机组,专人紧固连接件。不得在夜间进行顶升。要注意电缆放松长度是否满足需要,注意检查电缆移动有无卡阻。风速超过5级,不论风向如何,一律禁止顶升。顶升操作人员在顶升过程中必须精力集中,注意观察,如遇到卡阻或者其他故障,必须停止检查,直到故障排除。 5)顶升结束后,检查和紧固塔身标准节的螺栓连接或销连接;重新调整顶升套架导轨间隙,使导轮与塔架主弦杆完全脱离接触;检查液压机组操作柄是否拨回零位;切断液压顶升机组的电源并改好防雨罩	塔机

表 B.10 给出了垂直升降电梯常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.10 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施(垂直升降电梯)

风险来源	风险事件描述	风险因素		管控措施	适用范围
设备本体	挤压、剪切	曳引系统故障	曳引机齿轮磨损	1)加强对维保单位日常维护保养作业质量的监督,确保维保单位有效履行保障电梯安全性能的主体责任; 2)加强对电梯相关管理人员的安全教育培训,提升相关管理人员的责任意识,履行法律法规赋予的相应责任和义务。 3)督促维保单位加强对曳引机齿轮的日常维护保养和隐患排查。 检查要点: a)保持曳引机表面的清洁; b)保持经常性的检查,检查箱盖、窥视孔、轴承盖等与箱体连接应紧密、不漏油,油色显示是正常,必要时对油质进行检查。当减速器使用年久后,齿的磨损逐渐增大,当齿间侧隙超过 1 mm 以上,并在工作中产生猛烈的撞击时,应考虑调换蜗轮与蜗杆	
			曳引力不足	督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任。 检查要点: a)保持曳引机表面的清洁; b)保持经常性的检查,检查箱盖、窥视孔、轴承盖等与箱体连接应紧密、不漏油,油色显示是正常,必要时对油质进行检查。当减速器使用年久后,齿的磨损逐渐增大,当齿间侧隙超过 1 mm 以上,并在工作中产生猛烈的撞击时,应考虑调换蜗轮与蜗杆	
			传动啮合失效	督促维保单位定期检查蜗杆的轴向窜动量和蜗轮副的啮合情况。 检查要点:在检查减速器蜗轮和蜗杆的啮合和轴承的情况时,如必须将减速器拆开时,应先将轿厢安置在井道顶部并必须用钢丝绳吊住,再将对重在底坑内撑住,摘去曳引轮上的曳引钢丝绳然后排去减速器内润滑油,用煤油洗净	
		重量平衡系统故障	补偿链过长或过短	督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任。 检查要点: a)检查补偿链链环是否有开裂、两端固定处可靠、螺母锁紧、销钉齐全; b)检查是否与井道件碰撞或摩擦,有无反力	
			补偿链悬挂装置损坏	督促维保单位定期检查对补偿链悬挂装置及二次保护装置的牢固性。 检查要点:在电梯底坑观察轿底补偿链悬挂装置的固定部位,有无松动,如有应紧固	
			轿厢过度装饰	电梯轿厢装修应当符合电梯安全技术规范及相关标准的要求,不得影响电梯安全性能。 检查要点: a)重新核算曳引能力; b)如改造轿厢质量增加过多,需要考虑更换安全钳,同时应考虑安全钳制动时,制动力的增大对导轨及井道固定的连接件和井道墙的影响; c)考虑底坑缓冲器是否需要相应的更换	

表 B.10（续）

风险来源	风险事件描述	风险因素		管控措施	适用范围
设备本体	挤压、剪切	门系统故障	层门门锁继电器延时断开或不断开	督促维保单位加强对层门门锁继电器功能完好性的验证。检查要点:检查电磁开关触头的状态、接触情况、线圈外表的绝缘,以及机械联锁动作的可靠性	
			层门门锁的电气触头积垢和烧蚀	督促维保单位加强对层门门锁电气触头功能完好性的验证。 检查要点:检查门触头在锁销的作用下接触的可靠性和裕度,检查触头和导线的连接情况,清除触头的积垢和烧蚀。应绝对消除门锁在和锁销脱离的情况下触头保持接通的可能性	
			层门门锁电气安全装置被人为短接	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任; 2)加强对作业人员的安全警示教育,提升作业人员安全责任意识	
		制动器制动功能失效	制动闸瓦严重磨损	督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任。 检查要点: a)制动器动作应灵活可靠;电磁衔铁在铜套内应滑动灵活无阻滞;保持机械闸瓦制动衬工作表面清洁,如有油污溅入,及时擦干净; b)检查机械闸瓦应当紧密地贴合在制动轮的工作表面上,当松闸时,机械闸瓦应当同时离开制动轮的工作表面,不得有局部摩擦	
			制动器构件失效(机械卡阻)		
			制动器控制回路故障		
	坠落	人员坠落	门系统故障	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任。 2)加强对作业人员的安全警示教育,提升作业人员安全责任意识。 检查要点: a)层、轿门正常关闭后,应能接通门锁网络;锁紧元件的最小啮合长度为 7 mm,此时外厅门不应能用手扒开; b)安全触板、光电装置功能可靠; c)层门、轿门、转动部位及滑道:转动部件清洁,转动自如,填加润滑油,上、下滑道杂物清除,上滑道加油,吊门轮、门滑块磨损的及时更换; d)开关门机构:开关门总程清洁,活动及转动部位清洁加油,皮带松紧度适当,不打滑,开门机清除积碳、保洁	
			层门门锁啮合失效		
			强迫关门装置故障		
			层门滑块过度磨损或啮合深度不足		
			门导向系统(门挂轮、门靴等)失效		
			层门门锁继电器延时断开或不断开		
			层门门锁电气安全装置被人为短接		
		轿顶护栏	未按相关要求设置轿顶护栏	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任; 2)按要求设置轿顶护栏; 3)定期检查轿顶护栏的牢固性	
			轿顶护栏失效		

表 B.10 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素		管控措施	适用范围
设备本体	坠落	轿厢坠落	曳引钢丝绳及绳头组合故障	曳引钢丝绳断裂及其从绳头组合中脱落 督促维保单位加强对曳引钢丝绳磨损、变形、锈蚀和断丝的检查。 检查要点:检查主钢丝绳、限速器、钢丝绳的磨损情况,有无断丝、松股、锈蚀、钢丝绳绳头开裂及生锈情况	
			重量平衡系统故障	对重脱落 督促维保单位加强对对重块紧固情况的检查。检查要点:定期检查对重块装配紧固情况,复绕轮的固定及轴承的加油情况	
				平衡系数不在标准范围内 督促维保单位在轿厢质量改变的情况下对平衡系数进行重新核算。 检查要点: 核查平衡系数的符合性	
	困人	电源故障		停电跳闸 1)制定因停电引发困人的应急救援方案,落实具体人员,配备相应的救援工具,适时开展应急救援演练; 2)维保单位协助使用管理单位制定应急救援预案,配合开展应急救援演练	
		电气部件故障		电气部件短路故障(进水、鼠咬、受潮、绝缘不良等)	
		井道隔磁板故障		隔磁板弯曲变形或锈蚀 督促维保单位加强对电气部件及相关电气安全装置的检查。 检查要点:定期用软刷或吹风清除柜内各部件上的积灰,检查电磁开关触头的状态、接触情况、线圈外表的绝缘,以及机械联锁动作的可靠性;检查柜内接线、插子原件有无松动,如有应紧固	
		电气控制回路故障		安全回路或门锁回路异常断开	
		环境因素		机房环境温度过高,电气控制系统自动保护 电梯机房内的温度应保持在 5℃~40℃之间,保证机房内必要的通风,必要时机房内应设置空调	
	撞击	机房开口部位		机房开口部位未有效防护 督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业。	
		贯通井道		多梯井道间的隔障未按要求设置 检查要点: 按相关要求对机房开口区域、对重运行区域采取必要的防护措施。在底坑作业时应注意对重侧、补偿链、随行电缆、轿厢顶部可能带来的危险,不能在井道内的中间梁上站立,或利用支支架登上爬下	
		对重装置		对重运行区域隔障未按要求设置	
	夹人	旋转部件		曳引轮、导向轮等旋转部件未按要求设置旋转保护 督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全主体责任。 检查要点:按要求设置曳引轮、导向轮等旋转部件所需的旋转保护装置	

表 B.10 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素		管控措施	适用范围
电 气 系 统	触电	电气装置漏电	机房内电线老化、破皮未处理,电器设备缺陷	督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任。	
			设置在轿厢内的广告设施绝缘破损、老化	检查要点:定期对电气线路、电气元件的绝缘保护检查,检查绝缘层有无破损、老化;对线路的绝缘进行检测;对电气元件的防水防尘措施进行检查,并清洁电气元件;检查接地故障保护措施的有效性	
	火灾	环境因素	机房堆积可燃物、易燃物	督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任。	
			轿厢装修采用可燃物、易燃物	检查要点:不得在电气房、控制室、电气装置等附近堆放可(易)燃物	
		电气设备过载、线路短路	电气设备、线路过载	督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任。	
			电气设备、线路老化	检查要点:加强对过载、短路等电气保护装置的检查;定期检查线路有无破损、绝缘老化现象;不私自	
			电气线路短路	在机房使用大功率取暖设备	
维 修 作 业	挤压、剪切	违章作业	检修时未在相应层站设置警示护栏	督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业。检查要点:在电梯检修前认真检查采取的安全措施是否正确完备	
			检修时骑跨在层门、轿门之间	1)督促维保单位现场作业人员按公司制定的操作规程安全作业; 2)维保单位应加强现场作业人员安全警示教育培育培训,提升作业人员的自我安全保护意识	
			维修时人为短接层门门锁电气安全装置		
			检修时未将电梯置于检修运行状态		
	人员坠落	违章作业	未放置足够的防护栏于开口部位	1)督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业; 2)在电梯检修前认真检查采取的安全措施是否正确完备	
			利用三角钥匙开启层门方式不当(如踩在消防箱上开启层门)	1)督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业; 2)维保单位加强对现场作业人员的安全警示教育培训,提升作业人员的自我安全保护意识	
			三角钥匙使用不当		
			维修时人为短接层门门锁电气安全装置		
			轿厢顶部作业时劳动保护措施缺失		1)督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业; 2)在轿顶上作业时,应使用安全带,根据需要采取用钢丝绳将轿厢吊住等做好防止坠落的措施
			维修时横跨位于同一井道的多部电梯轿厢顶部	1)督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业; 2)作业人员不能从电梯轿顶上攀越到相邻的轿顶上去	

表 B.10 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素		管控措施	适用范围
维修作业	困人	违章作业	检修时未在相应层站设置警示护栏	督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业。 检查要点： 在电梯检修前认真检查采取的安全措施是否正确完备	
	触电	人员能力不足	作业人员无证上岗	督促维保单位加强对作业人员持证情况的检查,定期对持证的作业人员开展技能培训。 检查要点： 电气专业人员应持证上岗,非电气专业人员不准进行任何电气部件的更换或维修,特别是高压电气部件维修更换	
			接线不正确,操作失误		
		违章作业	工作中不遵守安全、技术规范,盲目作业	督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业。 检查要点： 进行与电有关的操作时应执行断电操作,并采取安全的断电方式:断电+上锁+验电+挂牌(不要正面断电)	
		防护措施不当	未按规定穿戴劳动防护用品	督促维保单位加强对作业人员的安全宣传教育,劳动防护用品配备齐全。 检查要点： 加强对作业人员穿戴绝缘防护用品的检查,使用符合安全要求的检修工具	
			穿戴的劳动防护用品绝缘靴老化、耐压低		
			检修工具绝缘性能降低		
	夹入	违章作业	作业过程中触摸曳引轮、导向轮等运转部件	督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业。 检查要点： 作业过程中不得触摸运转部件;运转部件的清洁等作业应断电操作,且要上锁挂牌	
			对曳引轮、导向轮等运转部件清洁时未断电		
			用手轮盘车(轿厢)上(下)时未切断电源	督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业。 检查要点： 用手轮盘车(轿厢)上(下)时,按照作业负责人指示必须关闭配电柜、控制柜的开关,指示确认第三者安全后再进行	
	撞击	防护措施不当	轿顶作业时未穿戴劳动防护用品	督促维保单位加强对作业人员的安全宣传教育,劳动防护用品配备齐全。 检查要点： 作业人员在轿顶上操纵电梯时,要防止与头顶上的建筑物及井道内的机器、配管、接线盒等冲撞,同时也要平稳的站立在安全的位置上,以防轿厢边的各种装置夹着手、脚或刮着工作服等	

表 B.11 给出了自动扶梯常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.11 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施(自动扶梯)

风险来源	风险事件描述	风险因素		管控措施	适用范围
设备本体	逆转、倒溜	驱动主机系统故障	传动啮合失效	督促维保单位定期检查蜗杆的轴向窜动量和蜗轮副的啮合情况。在检查减速器蜗轮和蜗杆的啮合和轴承的情况时,如必须将减速器拆开时,应排去减速器内润滑油,用煤油洗净	
			驱动主机输出轴与链轮连接失效	1)加强对维保单位日常维护保养作业质量的监督,确保维保单位有效履行保障电梯安全性能的主体责任; 2)加强对电梯相关管理人员的安全教育培训,提升相关管理人员的责任意识,履行法律法规赋予的相应责任和义务; 3)督促维保单位加强对曳引机齿轮的日常维护保养和隐患排查; 4)日常维护保养时加强检查轴与链轮连接情况,发现松动或窜动时及时更换连接销轴或紧固件,保证轴与链轮连接可靠。重点排查驱动主机与链轮等部件连接固定可靠性	
			驱动主机与桁架固定支撑失效、主机位移	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任; 2)加强对驱动主机与桁架各连接部位固定可靠性的检查,对于老旧的紧固件,如有安全隐患,应及时更换	
			主驱动链断裂	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任; 2)定期检查驱动链松弛和张紧情况,及时调整; 3)定期检查驱动链断链保护装置,保证装置有效; 4)定期检查主驱动链疲劳性、安全性以及断链电气开关	
		梯路	梯级链断裂	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任; 2)定期检查驱动链断链保护装置,保证装置有效。定期检查梯级链疲劳性、安全性以及断链电气开关	
		工作制动器制动功能失效	制动(片)闸瓦严重磨损	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全。 2)主要检查制动器制动性能,制停距离和异常声响:	
			制动器构件失效(机械卡阻)	a.制动器动作应灵活可靠;电磁衔铁在铜套内应滑动灵活无滞阻;保持机械闸瓦制动衬工作表面清洁,如有油污溅入,及时擦干净;	
			制动器控制回路故障	b.检查机械闸瓦应当紧密地贴合在制动轮的工作表面上,当松闸时,机械闸瓦应当同时离开制动轮的工作表面,不得有局部摩擦	
		非操纵逆转保护装置故障	非操纵逆转保护装置未能有效触发并停止扶梯	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任。 2)应按照制造单位提供的方法定期对非操纵逆转保护装置进行模拟动作试验,必要时对其进行调整或更换	

表 B.11 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素		管控措施	适用范围
设备本体	逆转、倒溜	附加制动器故障	附加制动器功能失效,未能有效动作	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯安全性能。制定检查试验方法,配置检查试验工具,定期检查附加制动器的动作情况和动作响应情况; 2)应按照制造单位提供的方法定期对附加制动器进行模拟动作试验,必要时对其进行调整或更换	
	夹人	梳齿板	梳齿板啮合深度不够、间隙过大或出现断齿现象	督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯安全性能。调整间隙,缺齿及时更换	
			梳齿板电气保护装置失效	督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任。制定检查试验方法,配置检查试验工具	
		扶手装置	扶手带外缘距离	督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任	
			扶手带老化变形,带路不共面		
			扶手带入口保护电气安全装置老化失效		
		防夹装置	防夹装置 未按要求设置或尺寸数据不符合要求		
		梯级踏板与围裙板间隙	梯级踏板与围裙板间隙超标	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全; 2)制定检查试验方法,定期检查试验验证装置有效性:如围裙板设置在梯级、踏板两侧,则任何一侧的水平间隙应当不大于 4 mm,并且两侧对称位置处的间隙总和不大 于 7 mm。如围裙板设置在踏板之上,则踏板表面与围裙板下端所测得的垂直间隙应当不大于 4 mm,踏板产生横向移动时,不允许踏板的侧边与围裙板垂直投影间产生间隙	
	跌落(倒)	出入口	出入口畅通区	督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任。使用单位按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常检查,确保出入口畅通。在紧急情况时应有应急预案和疏导工具,保证乘用安全;出入口应当有充分畅通的区域,尺寸应符合相关规范要求以保障扶梯在满载运行时人员能及时疏散	
			出入口扶手带外缘危险区域阻挡装置、固定护栏尺寸数据不符合相关规范要求	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任; 2)使用单位按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常检查,确保使用过程安全,定期检查安全保护装置持续有效,标识清晰,确保乘客安全乘用;扶手带外缘危险区域应当采取适当的预防措施。设置固定的阻挡装置以阻止乘客进入该空间。在危险区域内,由建筑结构形成的固定护栏至少增加到高出扶手带 100 mm,并且位于扶手带外缘 80 mm~120 mm 之间	

表 B.11 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素		管控措施	适用范围
设备本体	跌落(倒)	扶手防爬、阻挡、防滑行装置	某些情况下须安装但是未安装或者安装尺寸不符合相关规范要求	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保相关装置安装到位并有效; 2)制定检查试验方法,定期检查试验验证扶手带与梯级同步性;按照相关规范要求严格测量尺寸数据,必要时进行调整	
		扶手带速度偏离	扶手带与梯级速度不同步	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任; 2)制定检查试验方法,定期检查试验验证扶手带与梯级同步性;调整驱动装置压紧力适当张紧,如打滑严重加防滑剂,修光、清理带路	
		垂直净高度	梯级或踏板上方垂直净高度不符合相关规范要求	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任; 2)使用单位按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常检查,确保乘用区域安全,对一些特殊场合应设置醒目标识做提醒;垂直净高度应不小于 2.30 m,该净高度应该当延续到扶手转向端端部	
	剪切	防护挡板	扶手带外缘剪刀口未按要求设置或者设置不规范	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任; 2)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保自动扶梯和自动人行道安全性能。按照规定设置防护挡板,在材料和尺寸上应当满足安全要求,不应产生二次风险;在与楼板交叉处以及各交叉设置的自动扶梯或者自动人行道之间,应当设置一个高度不小于 0.3 m、无锐利边缘的垂直固定封闭防护挡板,位于扶手带上方,并且延伸至扶手带外缘下至少 25 mm(扶手带外缘与任何障碍物之间距离大于或等于 400 mm 的除外)	
	异常停梯	电源故障	停电跳闸	制定因停电引发的应急措施,落实具体人员,适时开展应急救援演练;维保单位协助使用管理单位制定应急救援预案,配合开展应急救援演练	
		电 气 部 件 故障	电气部件短路故障(进水、鼠咬、受潮、绝缘不良等)	1)督促维保单位加强对电气部件及相关电气安全装置的检查,并做好维保记录; 2)定期用软刷或吹风清除柜内各部件上的积灰,检查电磁开关触头的状态、接触情况、线圈外表的绝缘,以及机械联锁动作的可靠性;检查柜内接线、插子原件有无松动,如有应紧固	
		电 气 控 制 回 路 故障	安全回路异常断开		
电气系统	触电	电 气 装 置 漏电	机房内电线老化、破皮未处理,电器设备缺陷	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任; 2)定期对电气线路、电气元件的绝缘保护检查,检查绝缘层有无破损、老化;对线路的绝缘进行检测;对电气元件的防水防尘措施进行检查,并清洁电气元件;检查接地故障保护措施的有效性	
	火灾	环境因素	机房堆积可燃物、易燃物	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任; 2)不得在电气房、控制室、电气装置等附近堆放可(易)燃物	

表 B.11 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素		管控措施	适用范围
电气系统	火灾	电气设备过载、线路短路	电气设备、线路过载	1)督促维保单位严格按照安全技术规范和国家标准的要求开展日常维护保养,确保电梯性能安全的主体责任; 2)定期对电气设备进行检查和测试,对安全保护装置应保持持续有效; 3)制定检查试验方法,配置检查试验工具验证电气设备完好性。加强对过载、短路等电气保护装置的检查;定期检查线路有无破损、绝缘老化现象	
			电气设备、线路老化		
			电气线路短路		
			电气装置、机房散热条件不良		
维修作业	人员跌落	违章作业	检修时未在上下出入口设置警示护栏	1)督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业; 2)在电梯检修前认真检查采取的安全措施是否正确完备	
			维修完成后未将检修盖板安装复位	1)督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业,老旧自动扶梯和自动人行道加装检修盖板监测装置; 2)维保单位应加强现场作业人员安全警示教育培育培训,提升作业人员的自我安全保护意识	
	挤压、剪切	违章作业	维修完成后未将梯级、踏板安装复位	1)督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业,建立作业工作程序和检查方法; 2)对于梯级、踏板缺失监测装置,定期检验,确保有效; 3)维保单位应加强现场作业人员安全警示教育培育培训,提升作业人员的自我安全保护意识	
	触电	人员能力不足	作业人员无证上岗	1)督促维保单位加强对作业人员持证情况的检查,杜绝无证维保、借证维保和挂靠维保违法现象; 2)定期对持证的作业人员开展技能培训,安排作业人员进行等级工职业技能教育; 3)电气专业人员应持证上岗,非电气专业人员不准进行任何电气部件的更换或维修,特别是高压电气部件维修更换。分期分批安排作业人员进行等级工培训,提升单位员工技能	
			接线不正确,操作失误		
		违章作业	工作中不遵守安全、技术规定,盲目作业	1)督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业; 2)进行与电有关的操作时应执行断电操作,并采取安全的断电方式:断电+上锁+验电+挂牌(不要正面断电)	
		防护措施不当	未按规定穿戴劳动防护用品	1)督促维保单位加强对作业人员的安全宣传教育,劳动防护用品配备齐全; 2)加强对作业人员穿戴绝缘防护用品的检查,使用符合安全要求的检修工具	
			穿戴的劳动防护用品绝缘靴老化、耐压低		
			工具绝缘性能降低		
	夹人	违章作业	作业过程中触摸梯级、踏板等运转部件	1)督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业; 2)作业过程中不得触摸运转部件;运转部件的清洁等作业应断电操作,且要上锁挂牌	
			对梯级、踏板等运转部件清洁时未断电		
			用手轮盘车(轿厢)上(下)时未切断电源	1)督促维保单位作业人员严格按照公司制定的现场操作规程安全作业; 2)用手轮盘车(轿厢)上(下)时,按照作业负责人指示必须关闭配电柜、控制柜的开关,指示确认第三者安全后再进行	

表 B.12 给出了厂(场)内专用机动车辆常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.12 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施[厂(场)内专用机动车辆]

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
启动	碰撞(车辆启动后冲出,碰撞致人死亡)	车辆启动保护装置失效	1)定期进行安全部件的检查和试验; 2)遵守安全操作规程(作业前检查设备的安全部件是否良好;作业后所有操作部件恢复中位); 3)持证上岗; 4)是否佩戴安全带检测,有条件的可增加不佩戴安全带禁止车辆启动的保护装置	
		司机作业前,疏于观察,或未进行鸣号等操作	1)遵守安全操作规程(操作前打方向灯,并鸣号警示); 2)驾驶员的安全教育培训; 3)持证上岗	
行驶	碰撞(车辆行驶中,碰撞致人死亡)	堆放物较高,导致司机视线被挡,无法看清车前情况	1)遵守安全操作规程(倒车行驶或在专人指挥下做作业); 2)安全教育培训; 3)划定作业行驶区域和指挥区域	叉车
		指挥失误或者指挥失位	1)遵守安全操作规程(听从指挥); 2)划定作业行驶区域和指挥区域; 3)安全教育培训; 4)持证上岗	叉车
		制动系统发生故障	1)定期进行设备检查; 2)遵守安全操作规程; 3)持证上岗	
		超速行驶	1)遵守安全操作规程(限速规定,安全距离); 2)设置厂区限速; 3)加强安全教育培训	
		进出库房等视线不适应	1)遵守安全操作规程(进出减速并鸣号警示); 2)设置减速措施或者反光镜等措施; 3)加强安全教育培训; 4)有条件的设置光线过渡区	叉车
		作业环境因素(地面湿滑、路面不平、连续转弯灯)	1)遵守安全操作规程(进出减速并鸣号警示); 2)设置减速措施或者反光镜等措施; 3)加强安全教育培训	
	挤压(将人员挤压在车辆与其他物件之间)	制动系统故障	1)定期进行设备检查; 2)遵守安全操作规程; 3)持证上岗	
		疏于观察或错误判断	1)遵守安全操作规程; 2)安全教育培训; 3)持证上岗; 4)加强巡逻和检查	

表 B.12 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
行驶	坠落(车辆、人员或者堆垛物从高处掉落)	行驶于边缘危险区域	1)遵守安全操作规程; 2)边缘区域设置障碍物等措施; 3)设置警示标示或划定警示区域; 4)加强安全教育培训; 5)减速行驶; 6)设置人员的安全防护,如反光背心等	
		堆垛物失稳	1)遵守安全操作规程; 2)安全教育培训、熟悉车辆性能; 3)持证上岗; 4)安全巡视或采用监控措施	叉车
		载人行驶	1)遵守安全操作规程; 2)安全教育培训; 3)持证上岗	叉车
		连续转弯、高速行驶	1)遵守安全操作规程; 2)设置减速带等安全措施; 3)设置限速等警示标志; 4)设置监控措施	
转向	倾翻(车辆在转向时,发生向一侧倾翻)	高速紧急转向	1)遵守安全操作规程; 2)设置限速措施; 3)设置减速等警示标志; 4)安全教育培训	叉车
		单货叉挑运物件或堆垛物偏载	1)遵守安全操作规程; 2)安全教育培训; 3)加强作业区域的巡视; 4)选用专用属具进行作业; 5)制定专用作业方案	叉车
		坡道转向	1)遵守安全操作规程; 2)安全教育培训; 3)加强作业区域的巡视	叉车
	碰撞(车辆转向时,碰撞人员致死)	视线盲区	1)遵守安全操作规程; 2)设置反光镜等措施,以增加视野范围; 3)设置减速警示标志或其他减速措施; 4)加强安全教育培训; 5)加强作业区域的巡视或增加现场指挥	

表 B.12（续）

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
制动	碰撞（车辆制动时，碰撞致人死亡）	制动系统故障	1)定期检验设备； 2)遵守安全操作规程； 3)安全教育培训	
作业（拆垛/堆垛）	挤压（将人员挤压在车辆门架与护顶架之间）	堆垛物堆放不齐，司机不下车穿过门架整理堆垛物	1)遵守安全操作规程； 2)安全教育培训； 3)持证上岗	叉车
	挤压（将人员挤压在车辆与堆垛物或立柱之间）	疏于观察、不进行劝阻和制止	1)划定作业区域，人车分离； 2)遵守安全操作规程； 3)安全教育培训； 4)持证上岗	叉车
	挤压（将司机挤压在叉车和堆垛物之间）	不拉驻车制动、不关闭叉车的情况下，下车进行作业	1)遵守安全操作规程； 2)安全教育培训； 3)持证上岗	叉车
	坠落（人员或者堆垛物从高处掉落）	操作人员站在货叉上整理堆垛物	3)持证上岗	叉车
		无关人员在作业范围内行走或作业	1)划定作业区域，人车分离； 2)遵守安全操作规程； 3)安全教育培训； 4)持证上岗	叉车
		使用人体作为配重，增加装载能力	1)遵守安全操作规程； 2)安全教育培训； 3)持证上岗	叉车
		堆垛物未堆垛整齐或捆绑牢固	1)遵守安全操作规程； 2)安全教育培训； 3)持证上岗	
		叉取堆垛物时，叉齿未完全插入或单齿插入	1)遵守安全操作规程； 2)安全教育培训； 3)持证上岗； 4)高位作业设备，安装监控设备	
		超载	1)遵守安全操作规程（按载荷曲线进行作业）； 2)安全教育培训、熟悉车辆性能和载荷曲线； 3)持证上岗	

表 B.12 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
停车	摔伤(被货叉绊倒)	货叉未放置到地面	1)遵守安全操作规程; 2)设置专用的停车区域; 3)安全教育培训	
修理	坠落(货叉从高处坠落)	安全措施不到位	1)遵守安全操作规程; 2)安全教育培训; 3)持证上岗	叉车
	坠落(轮胎高处坠落,砸死人员)	充气时轮胎没有固定	1)设置专用充气区域或设备; 2)安全教育培训; 3)遵守安全操作规程	
充电	燃烧	电解液缺失、短路、充电环境等	1)定期进行检查; 2)安全教育培训; 3)遵守安全操作规程; 4)充电房通风; 5)车体清理(油污)	

表 B.13 给出了大型游乐设施常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.13 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施(大型游乐设施)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
设备本体	结构坍塌;座舱甩出/分离/脱落;乘客甩出伤害	结构承载能力下降;车辆脱轨;乘客束缚装置失效等	1)加强钢结构表面的日常检查和维护保养,防止腐蚀; 2)加强对乘客束缚装置的日常检查和维护保养; 3)定期对重要的螺栓连接、销轴防松等进行检查; 4)经常对主要受力结构、重要轴、重要焊缝进行检查,定期进行无损检测	
	机械伤害	挤压、碰撞、剪切、缠绕等	1)加强设备日常检查和维护保养; 2)采取相应的防护措施; 3)增设相应的安全标志和提示	
	火灾	乘客携带火种	1)日常清洁场地,避免杂物堆积; 2)设备配备消防器材; 3)火灾发生时应立即停机、切断电源,及时合理疏散游客,隔离现场并采取常规的灭火措施,同时视火险情况及时通知消防部门	
		电气过载、短路	1)加强设备日常检查和维护保养; 2)设备配备消防器材; 3)火灾发生时应立即停机、切断电源,及时合理疏散游客,隔离现场并采取常规的灭火措施,同时视火险情况及时通知消防部门	
	高空、高速坠物	机械连接失效	1)加强日常设备检查和维护保养; 2)按下急停按钮,疏导乘客,并及时联系医疗救助,进行设备检查	
		乘客携带物品飞出	1)做好安全乘坐提醒; 2)帮助乘客寄放携带的物品; 3)设备停机,救助伤员	
	设备突然停止运行,乘客被困在高处	操作人员疏忽	1)要注意观察设备运行情况; 2)最短时间内将乘客疏导下来,如需要,进行医疗救助; 3)下班前要检查确认每个座舱已没有乘客	观览车类
		动力源突然中断	1)配备备用电源; 2)操作人员熟悉和掌握应急处置方法; 3)加强设备日常检查和维护保养	
		机械故障	1)迅速排除故障,重新启动设备; 2)如短时间无法恢复,根据座舱的不同位置,开展应急救援; 3)加强设备日常检查和维护保养	

表 B.13 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
设备本体	设备突然停止运行,乘客被困在高处	动力源突然中断、传动链断裂或车辆故障	1)操作人员熟悉和掌握应急处置方法; 2)如设备采用双路供电或有备用电源,应急救援人员在判断安全的前提下迅速切换电源,并按应急预案进行操作; 3)加强设备日常检查和维护保养; 4)按下急停按钮,切断电源,当车辆停在提升段时,应急救援人员沿提升走道上至车体位置,固定车体后逐个为乘客打开安全压杠,乘客在应急救援人员帮助下,有序沿安全通道回到地面; 5)当车辆停在轨道上时,应急救援人员应立即用梯子或者登高设备将乘客及时疏导到地面	滑行车类
		机械故障,车辆停在高处	1)按下急停按钮,切断电源,应急救援人员根据座舱所处的位置,固定座舱,手动打开安全压杠,乘客在应急救援人员帮助下,有序沿安全通道回到地面; 2)加强设备日常检查和维护保养	
		动力源突然中断	1)如设备采用双路供电或有备用电源,操作人员在判断安全的前提下,迅速切换电源,并按操作规程手动控制大臂下降,使座舱平稳回到地面; 2)操作人员按操作规程,手动操作油缸(或气缸)泄压使大臂下降,此时应控制下降速度,使座舱缓慢下降; 3)配备备用电源; 4)操作人员熟悉和掌握应急处置方法	陀螺类、自控飞机类
		阀体等处油路堵塞,造成油缸回油不畅	操作人员按操作规程,手动控制油缸回油使大臂下降,此时应控制下降速度,使行程末端缓慢下降	
		机械故障	1)加强日常检查和维护保养,注意设备运行有无异常声响; 2)根据设备情况,固定可动部分或故障部分; 3)配备专用登高设备; 4)按照应急预案,进行高处应急救援	
	触电	漏电	1)按下急停按钮,切断电源,疏导乘客,进行设备检查; 2)现场进行救护,并及时联系医疗救助; 3)加强设备日常检查和维护保养	
	各种误动作	信号干扰	1)每天开机前进行试运行; 2)加强设备日常检查和维护保养; 3)按下急停按钮,疏导乘客,进行设备检查	
		检测信号失灵	1)每天开机前进行试运行; 2)加强设备日常检查和维护保养; 3)按下急停按钮,疏导乘客,进行设备检查	

表 B.13 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
设备本体	设备整体倾翻、坍塌	结构性损伤	1)加强钢结构表面的日常检查和维护保养,防止腐蚀; 2)定期对重要的螺栓、销轴连接和防松措施进行检查; 3)经常对主要受力结构、重要轴、重要焊缝进行检查,定期进行无损检测; 4)自救,需要时,请求外部支援	
	人员/座舱坠落	安全保护装置失效	1)按下急停按钮,疏导乘客,设备停机; 2)加强设备日常检查和维护保养; 3)检查安全保护装置是否到位,并进行确认	观览车类
		吊挂轴等结构失效	1)按下急停按钮,设备停机,疏导乘客; 2)加强设备日常检查和维护保养	
	乘人部分超速	电气控制系统错误	1)加强设备日常检查和维护保养; 2)按下急停按钮,切断电源,疏导乘客,进行设备检查	
		液压或气动系统问题	1)加强设备日常检查和维护保养; 2)按下急停按钮,疏导乘客,进行设备检查	
	压力管道、软管及泵等失效	油(气)管突然爆裂	1)加强设备日常检查和维护保养; 2)按下急停按钮,疏导乘客,进行设备检查	观览车类、自控飞机类
	乘人部分剧烈摇摆、非正常翻滚	机械故障导致座舱不正常摇摆或翻滚	1)加强设备日常检查和维护保养; 2)按下急停按钮,迅速固定座舱,按危险程度有序疏散乘客	观览车类
	乘客上下时跌倒	座舱转速过快	1)调整设备运行速度; 2)对乘客加强安全提示,身体条件不合适的谢绝乘坐; 3)设备停机,救助伤员,必要时疏导乘客	
	乘人部分长时间摆动,短时间无法停止	动力源中断	1)操作人员熟悉和掌握应急处置方法; 2)利用备用电源或者手动的方式制动,尽快将设备停下,如需要,进行医疗救助	观览车类
		程序错误或检测信号失灵	1)加强设备日常检查和维护保养,并进行试运行; 2)按下急停按钮,切断电源	
	设备或者座舱振动过大,造成人员伤害	轮胎磨损严重	1)加强日常检查和维护保养; 2)停车检查,更换轮胎	滑行车类、观览车类
		部分连接失效	1)加强日常检查和维护保养; 2)停车检查,紧固连接件	

表 B.13 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
设备本体	车辆碰撞的危险	防碰撞装置失效	设备停机,将伤者、乘客疏散到安全地带,进行医疗救助	
	乘人部分剧烈摇摆、非正常翻滚	设备故障	按下急停按钮,疏导乘客,查找故障原因	陀螺类、观览车类、飞行塔类
自然、环境和场地因素	恶劣天气(雷电、大风、大雪等)	天气原因	根据天气情况,按规定采取应对措施	
	被挤伤	脚踝卡入站台间隙	1)增设相应的安全标志和提示; 2)采取相应的防护措施	座舱与站台之间的间隙较大的游乐项目
	滑倒	地面湿滑	1)增设相应的安全标志和提示; 2)采取有效的防滑措施	水上游乐设施
	溺水	人员落水	1)帮助落水者尽快脱离水面; 2)进行现场救护; 3)及时联系医疗救助	
	跌落	高处平台	1)增设相应的安全标志和提示; 2)加强现场安全管理	站台距地面较高,且站台安全栅栏受游乐设施结构特点限制无法完全封闭的游乐项目
操作人员行为	各种误操作	操作人员工作时间过长、精神负担过重、身体状况不好等	1)设备停机,操作人员休息或者更换操作人员; 2)注意操作人员身体状况; 3)合理安排操作人员作业时间	
		未持证上岗,培训不够	要持证上岗,操作人员应熟练掌握设备实际操作技能	
		操作人员与服务人员配合出错	1)按下急停按钮,疏导乘客,如需要,进行医疗救助; 2)明确操作人员与服务人员的责任和配合方式	
	上下乘客时人员跌伤	操作人员与服务人员配合出错	1)设备停机,救助伤员,必要时疏导乘客; 2)明确操作人员与服务人员的责任和配合方式	
乘客行为	乘客突发疾病	乘客个人原因	1)对乘客加强安全提示,身体条件不合适者谢绝乘坐; 2)最短时间内将该乘客疏导下来,及时进行医疗救助	
	乘客感到身体不适		1)按下急停按钮,疏导乘客,并及时联系医疗救助; 2)做好安全乘坐宣传和提醒	

表 B.13 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
乘客行为	乘客身高、年龄不符合要求		1)对乘客加强安全提示,身高、年龄不符合要求的要谢绝乘坐; 2)家长要做好对儿童的监护	
乘客行为	被撞击、被挤压	四肢和/或头伸出舱外	1)做好安全乘坐宣传和提醒; 2)设备停机,救助伤员; 3)加强现场安全管理	运行过程中与固定设施间有安全距离要求、采用非封闭座舱的游乐项目
		脚、腿的姿态不正确		运行时游客采取坐姿且双脚呈悬空状态、有多节座舱编组、运行速度和/或加速度特别大的游乐项目
		擅自离开座席		在地面运行、由游客自行操作的游乐项目
	被砸伤	高处坠物	1)做好安全乘坐宣传和提醒; 2)设备停机,救助伤员; 3)加强现场安全管理	运行中会翻滚,或者速度较快且运行时有起伏颠簸、左右甩摆的游乐项目
	头颈受伤	长发、围巾等缠绕		有高速回转部件、座舱非封闭,且座舱无法与高速回转部件完全隔离的游乐项目

表 B.14 给出了升降机常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.14 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施(升降机)

风险来源	风险事件描述		风险因素	管控措施	适用范围
本体	吊笼坠落	吊笼由于冲顶坠落	司机操作失误或疏忽大意连续上升,使吊笼冲出导轨坠落	1)加强操作人员技能培训和安全教育; 2)工作时间内司机不应与其他人员闲谈,人员不应过度疲劳;不应有妨碍施工升降机运行的行为; 3)加强行程限位装置有效性(上限位、上极限限位)、安全距离的检查,确保能有效起到运行行程限位的保护作用; 4)加强安全钩的检查,若发现有裂纹等缺陷应及时更换,确保其有效防止吊笼出轨坠落; 5)加强对越程距离的检查; 6)对于出厂不带对重的 SC 型人货两用升降机,建议卸掉导轨架顶端一节标准节齿条; 7)操作手动开关的施工升降机时,不得利用各种机电联锁或行程限位,开动或停止施工升降机	
			司机误听吊笼顶上维修或拆装人员的指令,使吊笼冲出导轨坠落	1)加强安装、维保人员和司机之间的沟通,必要时使用对讲机; 2)加强行程限位装置(上限位、上极限)、安全尺的检查,确保能有效起到高度行程的保护作用; 3)加强人员的安全教育,提高安全意识	
			控制系统失灵或出现故障或上行方向接触器粘联,无法停止运行	1)加强对电气系统检查,防止控制系统失灵,发生坠落事故; 2)加强对行程限位、极限限位等保护装置的检查	
			安全保护装置失效	加强行程限位装置有效性(上限位、上极限限位)、安全距离的检查,确保能有效起到运行行程限位的保护作用	
	吊笼坠落	吊笼沿导轨坠落	吊笼悬挂钢丝绳断裂或绳端固定脱开	1)加强钢丝绳及其固定端的检查,及时更换不符合安全技术规范的钢丝绳; 2)钢丝绳的型号、滑轮的匹配性、防钢丝绳脱槽装置等符合要求; 3)吊笼运行时,钢丝绳不得与遮护物发生摩擦或碰撞	
			驱动装置损坏	1)加强驱动装置性能、主要零部件的磨损,腐蚀情况以及联接固定状况的检查; 2)按规定时间进行安全防坠器校验,监控安全防坠器使用情况; 3)加强对防坠安全器背轮和齿条挡块的检查; 4)加强对防坠安全器的定位板检查	

表 B.14 (续)

风险来源	风险事件描述		风险因素	管控措施	适用范围
本体	吊笼坠落	吊 笼 沿 导 轨 坠 落	制动功能失效	1)加强对制动器的检查和维保。施工升降机每 3 个月应进行 1 次 1.25 倍额定载荷量的超载试验； 2)加强对防坠安全器背轮、防坠安全器定位板的检查； 3)施工升降机每天第一次使用时,司机应将吊笼升高地面 1 m~2 m,停车试验制动可靠性； 4)按规定时间进行安全防坠器校验,监控安全防坠器使用情况	
			吊笼严重超载	1)设置超载保护装置,并加强检查； 2)加强司机安全教育,防止设备超载运行； 3)按规定时间进行安全防坠器校验,监控安全防坠器使用情况； 4)加强对防坠安全器背轮和齿条挡块的检查； 5)在升降机显著位置设置额定载荷标志	
			盲目拆除防坠器,对制动器失效未停机维修	1)加强作业人员的技能培训、安全意识培训； 2)按照说明书要求进行维修保养； 3)特种作业人员持证上岗	
			手动下降吊笼操作失误	1)操作手动开关的施工升降机时,不得利用机电联锁开动或停止施工升降机； 2)吊笼手动下降速度不得超过额定运行速度,运行一段时间待摩擦片冷却后继续下降； 3)加强作业人员的技能、安全意识培训,特种作业人员持证上岗	
	吊笼困人		运行中突然停电	1)施工升降机必须单独供电,其配电箱必须是专用配电箱,应配锁,不得接无关设备； 2)加强对配电装置的检查、维保,保证电压浮动在允许范围内； 3)吊笼顶部应有紧急出口,并应配有专用扶梯,出口门应装向外开启的活板门,并应设有电气安全联锁开关,并应灵敏、有效； 4)当遇大雨、大雪或导轨架、电缆表面结有冰层时,不得使用施工升降机； 5)应依据操作规程安排专业人员及时将乘客疏导到地面安全地带	
			导轨架或导轨上有其他物件阻碍吊笼升降	1)吊笼运行时,严禁开门或将手及物品伸出笼外；地面防护围栏应按标准要求设置,结构应有足够的强度和刚度,保证其与吊笼之间有足够的运行间隙； 2)升降机司机在吊笼运行前应检查吊笼运行的通道上无任何障碍物,不得利用施工升降机的导轨架、横竖支撑、层站等牵拉或悬挂脚手架、施工管道、绳缆标语、旗帜等； 3)各停层处应设置层门,层门不应突出到吊笼的升降通道上； 4)吊笼顶部应有紧急出口,并应配有专用扶梯,出口门应装向外开启的活板门,并应设有电气安全联锁开关,并应灵敏、有效； 5)加强对导轨、导轨架、导轨接头的检查,确保升降机导轨无影响其运行的缺陷； 6)升降机使用过程中,运送物料尺寸不得超过吊笼界限	

表 B.14 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
本体	吊笼困人	机械制动装置损坏	1)加强对制动器的检查、维保; 2)设置手动松闸装置; 3)手动松闸下行时速度应不超过额定速度,运行一段时间时应停止一段时间,防止制动片过热失效	
		吊笼门、导轨架严重倾斜或导轨变形阻碍吊笼门启闭和吊笼升降	1)当使用搬运机械向升降机吊笼内搬运物料时,搬运机械不得碰撞升降机及其吊笼门。卸料时,物料速度应缓慢; 2)安装吊杆上有悬挂物时,不开动吊笼; 3)加强对导轨、导轨架、导轨接头的检查,确保升降机导轨无影响其运行的缺陷	
	吊笼撞人	修理人员违犯操作规程,吊笼边运行边修理或边安装调整	1)检修作业时应切断电源,当必须带电作业时,应做好防护措施; 2)加强安装、维保人员和司机之间的沟通,必要时使用对讲机; 3)加强人员的安全教育,提高安全意识	
		司机违章操作或操作失误	1)操作人员不酒后作业,持证上岗; 2)工作时间内司机不应与其他人员闲谈,不应有妨碍施工升降机运行的行为	
		施工人员违章在层门口探头观望时,躲闪不及被吊笼撞伤	1)加强对人员安全教育和培训,提高其安全意识; 2)层门口设置警示标志; 3)层门门栓宜设置在靠施工升降机一侧,且层门应处于常闭状态。未经施工升降机司机许可,不得启闭层门。人货两用施工升降机层门开关过程可由吊笼内乘员操作,楼层内人员无法开启	
		人员误入吊笼运行区域内	1)地面防护围栏及其关闭的门,其间隙、通孔和开口尺寸应符合规范的要求; 2)加强地面围栏层面的机械锁止装置和电气连锁的检查,确保有效	
	人员坠落	施工人员从层门处坠入井架内	1)层门门栓宜设置在靠施工升降机一侧,且层门应处于常闭状态。未经施工升降机司机许可,不得启闭层门。人货两用施工升降机层门的开关过程可由吊笼内乘员操作,楼层内人员无法开启; 2)夜间施工照明符合规范要求; 3)及时安装楼层防护门,并设置楼层牌,及时关闭层门; 4)楼层平台侧面防护装置与吊笼或层门之间任何开口的间距不应大于 150 mm,吊笼门框外缘与登机平台边缘之间的水平距离不应大于 50 mm; 5)升降机层门的开、关过程应由吊笼内乘员操作,不得受升降机吊笼的运动的直接控制; 6)层门口设置警示标志	
		层门与吊笼间距过大	1)楼层平台侧面防护装置与吊笼或层门之间任何开口的间距不应大于 150 mm,吊笼门框外缘与登机平台边缘之间的水平距离不应大于 50 mm; 2)层门设置符合规范要求	
		层门强度、刚度不足	1)层门应该用型钢做框架,封上钢丝网,并设有牢固可靠的锁紧装置; 2)加强对层门结构完整性、各连接部位强度的检查	

表 B.14 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
本体	人员坠落	施工人员违章乘坐吊笼	1)对于仅载货用的升降机,加强管理,禁止人员乘用; 2)加强人员安全教育,提高安全意识; 3)设置警示标志,禁止乘载车辆; 4)加强检查、维保,确保停层(站)保护装置、吊笼防断绳等安全装置有效	
	触电事故	升降机导线绝缘老化	1)加强对电气线路、电气元件的绝缘检查; 2)设置过载、短路、漏电等保护装置; 3)加强对接地装置的检查	
		电器元件无罩盖或损坏	1)对于裸露的带电体设置隔离措施,如隔离栏杆、防护网、防护罩等; 2)电气装置的罩壳防护应符合标准要求,加强对电气装置的外壳检查; 3)加强对接地装置的检查; 4)设置漏电保护装置	
		雨雪天气	室外使用的升降机电气元件设置防雨罩	
		人员疏忽,碰触在带电体	1)对于裸露的带电体设置隔离措施,如隔离栏杆、防护网、防护罩等; 2)加强对防护装置的检查; 3)施工升降机不得使用脱皮、裸露的电线、电缆; 4)加强对接地装置的检查; 5)升降机最外侧边缘与室外架空线路的应保持安全操作距离	
	整体倒塌、倾覆	基础下陷或不符合要求	1)施工升降机基础应符合使用说明书要求,非标基础应通过计算能承受升降机所有载荷; 2)施工升降机在安装前对基础进行验收,合格后方可进行安装	
		缆风绳松动或脱落或设置不当	1)根据使用说明书和安装方案设置合理的缆风绳; 2)加强对缆风绳及其连接部位的检查,防止缆风绳松动或脱落	
		附墙未固定好或脱落	1)附墙架应采用标准配套产品,不随意变更,安装前安排人员对附墙架产品进行验收; 2)附墙架与建筑的连接方式、角度应符合说明书要求; 3)附墙架间距、最高附着点以上导轨架的自由高度不应超过说明书要求; 4)加强对附墙架固定情况的检查,发现未使用配套标准附墙架,停止运行,由专业人员进行更换。发现异常停止运行,专业人员进行维修	
		导轨和导轨架严重倾斜	1)基础按照说明书要求施工,并经过验收; 2)按照说明书要求设置缆风绳,并加强检查; 3)加强附墙架检查,防止附墙架松动脱落; 4)安装后对垂直度进行检测,确保安全垂直度符合要求	
		吊笼严重超载	1)设置超载保护装置,并加强检查; 2)加强管理,防止设备超载运行; 3)在设备显眼位置张贴额定载荷标志	

表 B.14 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
本体	整体倒塌、倾覆	标准节连接螺栓未紧固	1)加强连接螺栓的检查,用力矩扳手检查导轨架联结螺栓的松动情况,防止整体倒塌; 2)必须使用专用螺栓,不得随意代用; 3)地面必须有专人看管,对当日不能完成安装或拆卸工作的,下班后必须切断电源、吊笼门上锁; 4)对当日不能完成的安装或拆卸工作,必须做好阶段性完工“无后遗症”后,方可下班	
		导轨安装垂直度严重超差	施工升降机导轨架安装垂直度偏差应符合使用说明书和规范的要求。每次安装完毕后组织相关人员验收、第三方检测	
		建筑物坍塌危及升降机	严格按照施工方案施工	
安装	人员坠落	操作人员违章操作或操作失误	1)操作人员不酒后作业,持证上岗; 2)安装作业时必须将按钮盒或操作盒移至吊笼顶部操作; 3)当吊笼顶用作安装、拆卸、维修的平台时,应设有检修或拆装时的顶部控制装置,控制装置应安装非自行复位的急停开关,任何时候均可切断电路停止吊笼运行; 4)当导轨架或附墙架上有人员作业时,严禁开动施工升降机; 5)安装作业中应统一指挥,明确分工。危险部位安装时应采取可靠的防护措施。当指挥信号传递困难时,应使用对讲机等通信工具进行指挥; 6)发现故障或危及安全情况时,应立即停止作业,采取必要的安全防护措施,应设置警示标志,并报告技术负责人。在故障或危险情况未排除前,不得继续作业; 7)在吊笼顶部作业前确保吊笼顶部栏杆齐全完好; 8)作业人员在安装、维保作业时应系安全带、穿防滑鞋	
		钢丝绳绳失效	1)定期加强对钢丝绳的检查及其连接部位的检查; 2)加强对停层(站)保护装置、断绳、松绳保护装置检查; 3)加强防脱绳装置检查,防止钢丝绳出槽被挤压或拉断	
		接高小吊杆变形或折断	1)加强对小吊杆的检查,确保结构强度刚度符合要求; 2)不超载使用小吊杆; 3)当安装吊杆有悬挂物时,严禁开动施工升降机	
		吊笼超载或站人过多拥挤	1)作业时现场加强管理,安装作业过程中安装作业人员和安装工具的总重量不得超过升降机的额定安装载重量; 2)制定明确的作业方案,并进行交底	
		天气因素	当遇大雨、大雪、大雾或风速大雨 13 m/s 等恶劣天气时,应停止安装作业	
	触电事故	升降机导线绝缘老化	1)加强对电气线路、电气元件的绝缘检查; 2)设置漏电保护装置; 3)加强对接地装置的检查	

表 B.14 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
安装	触电事故	电器元件无罩盖或损坏	1)对于裸露的带电体设置隔离措施,如隔离栏杆、防护网、防护罩等; 2)电气装置的罩壳防护应符合标准要求,加强对电气装置的外壳检查; 3)加强对接地装置的检查; 4)设置漏电保护装置	
		雨雪天气	室外使用的升降机电气元件设置防雨罩	
		人员疏忽,碰触在裸露带电导体上	1)对裸露带电体设置隔离措施,如隔离栏杆、防护网、防护罩等; 2)加强对防护装置的检查; 3)加强对接地装置的检查	
		带电检修或未按操作规程进行修理	1)检修作业时切断电源,当必须带电作业时,应做好防护措施; 2)升降机出现任何非正常情况,务必及时通知有关维修人员,禁止非专业人员维修作业; 3)加强对特种作业人员技能、安全意识培训,持证上岗	
	剪切	控制系统故障	1)加强对层门、轿厢门电气连锁的检查,确保正常工作; 2)加强检查,防止控制系统失灵、出现故障或接触器粘联	
		制动失效	1)加强对制动装置的检查、维保; 2)按照说明书要求,进行配重的拆装工作,必要时对吊笼采取固定措施	
		机械传动部件失效	1)加强对齿轮齿条、钢丝绳、联轴器等主要零部件的检查; 2)对锈蚀、磨损、变形、开裂等缺陷的部件应立即更换	
		人员误操作	1)当吊笼顶用作安装、拆卸、维修的平台时,应设有检修或拆装时的顶部控制装置,控制装置应安装非自行复位的急停开关,任何时候均可切断电路停止吊笼运行; 2)工作时间内司机不应与其他人员闲谈,不应有妨碍施工升降机运行的行为; 3)加强对人员安全意识、操作技能培训	
		违章乘坐	1)吊笼严禁超载运行; 2)仅载货用升降机在显著部位设置禁止载人运行标志; 3)对于仅载货用升降机加强管理,不得载人运行	
		违章作业	1)检修吊笼门、轿门,层门时站位错误或违章短接层门,轿门连锁开关,开门运行; 2)未经升降机司机许可,不得启闭层门; 3)当导轨架或附墙架上有人员作业时,严禁开动施工升降机; 4)发现故障或危及安全情况时,应立即停止作业,采取必要的安全防护措施,应设置警示标志,并报告技术负责人。在故障或危险情况未排除前,不得继续作业	

表 B.14 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
检 维 修、 巡 检	触电	线路老化,金属导线外露	1)加强检查,发现绝缘层老化的线缆及时更换; 2)定期检查漏电保护装置的可靠性; 3)定期对接地保护装置和接地电阻进行检查(测),发现接地问题及时排除	
		违章作业	1)制定设备维修安全操作规程; 2)不带电进行维保作业,若必须要带电作业时,应制定相应的操作规程,并严格执行; 3)作业时加强对电源开关管理,如采取挂牌、上锁等措施	
		防护措施不当	1)作业人员穿戴绝缘防护用品; 2)使用符合安全要求的工具; 3)电气房地面放置绝缘垫; 4)增加漏电保护开关	
		人员能力不足	1)加强人员培训,包括技能和安全培训; 2)坚持电气专业人员持证上岗,非电气专业人员不准进行任何电气部件的更换或维修,特别是高压电气部件维修更换	
	人员坠落	防护栏杆缺失、失效	1)加强检查,及时查补栏杆缺失漏洞; 2)加强对栏杆的日常检查,防止因开裂、腐蚀导致栏杆失效; 3)对于栏杆需要开口处增设阻拦杆(绳); 4)增加警示标识	
		通道,平台腐蚀	1)在起重机通道、平台积水部位打排水孔; 2)加强对通道、平台的腐蚀部位检查; 3)加强通道、平台的防腐处理	
		无登高设施进行作业	1)有条件设置固定的登高维修平台; 2)高空作业时佩戴安全带、安全绳等保护措施	
		作业人员麻痹大意	1)司机上下扶梯时要逐级上下,不得手持物品上下扶梯; 2)作业人员采取必要的安全措施(如系安全带、挂安全绳、架安全网等); 3)加强作业人员安全教育	
	物品坠落	登高作业平台上随意放置物品	1)维修时工具应放在工具箱(包)内,防止坠落; 2)维修后及时将工具、垃圾清理	
	绞(卷)入	卷筒、滑轮、联轴器、电机主轴等部件的旋转	1)设备检修时停止操作使用设备; 2)在机房设置视频监控装置; 3)定期检查旋转部件的防护罩; 4)检修人员应穿戴个人防护用品; 5)加强检维修的现场管理,如加强人员间沟通的信息的顺畅,现场安排专人统一指挥	

表 B.14（续）

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
检 维 修、 巡 检	碾压	开式齿轮、滑轮、车轮部件的运转	1)设备检修时停止操作使用设备； 2)在机房设置视频监控装置； 3)定期检查旋转部件的防护罩； 4)加强现场相关人员的管理,如加强人员间沟通的信息的顺畅,现场安排专人指挥、监护	
	碰撞	检修通道的高度不够	1)对于工作(检修)通道高度不足、存在棱角的部位采取防护措施、张贴警示标识； 2)作业人员佩戴安全帽	
	滑倒	作业环境不良	1)保持作业区域的光照度符合要求； 2)定期清理地面油污； 3)佩戴安全帽、上下台阶手抓扶手	
注：简易升降机的风险分析和管控措施可参考表 B.10。				

表 B.15 给出了机械式立体停车库常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.15 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施(机械式立体停车库)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
设备本体	倾覆、坍塌	设计、制造因素	1)选用具有生产资质企业的产品； 2)设备经过监督检验合格后投入使用,有在合格有效周期内检验报告	
		钢结构框架承载能力下降	1)疲劳损伤:改进钢结构设计和改善钢结构受力。应重点检验停车设备钢结构拐角等应力集中部位、安装电机和减速器,传动轴等震动较大部位、链轮轴和张紧轮轴附近、托架和车辆载荷集中部位等。 2)焊缝开裂:焊缝强度不够、焊接缺陷、焊接结构不合理、焊接工艺不当等。应重点对钢结构存在应力集中的焊缝进行载荷试验 和磁粉或渗透检测。 3)钢结构的腐蚀:观察是否做了防腐处理和防腐层状况,目视观察腐蚀状况,加强保养维护;地下车库应防止积水,加强通风。 4)钢结构的变形:利用仪器测量钢结构的变形量,进行修复或者加固作业。 5)加强对连接螺栓的检查,是否有防松装置,螺母是否紧固	
	载车板(车)坠落	传动提升系统的失效	1)磨损失效:加强对钢丝绳、链条的安全检查； 2)断裂失效:重点检查观察链条、轴和销轴,螺栓联接是否有裂纹,检查是否有挤压变形。必要时进行磁粉检测和超声波检测	
		控制系统失效	1)电气控制系统的失效:对整个停车设备的控制系 统进行整体的试验和检测,观察是否安全可靠。试验接触器、断路器、行程开关、按钮、光电开关等各个电器元件的有效性,是否按照设计图纸的要求进行安装,在切断总电源的条件下,查安装的空气断路器和熔断器的规格是否与设备设计容量相符合,线路的安装是否正确。 2)液压控制系统的失效:检查使用过程中系统是否 有漏油现象,安全阀在设定载荷的作用下是否起作用	
		制动失效	1)设备润滑时加强管理,防止润滑油洒溅到制动轮上； 2)加强制动轮、制动器零部件的日常维护检查； 3)制动器调整适当； 4)发生制动器卡阻不能正常放下载车板时,应立即停止设备运行,等待专业维修保养人员到达检修	
		安全防护装置的失效	根据不同设备功能的特点要求,进行对出场资料的确认和安全防护装置的配置检查,重点通过对安装的安全装置进行现场试验性功能检验,对安全装置电气控制系统进行线路和车体运行试验测试	
		脱轨	1)定期检查横梁有无水平外弯、变形导致轨扭曲,规矩超标,搬运器车轮脱轨； 2)定期检查轨道接头、轨道沉降等情况； 3)使用带轮缘车轮,调整定位轮限制车轮逃离轨道	
		零部件松动脱落	1)对机械式停车设备上零部件的紧固情况进行定期检查； 2)螺栓连接采取防松措施	
停放车作业	人员伤害	驾驶员的不安全行为	加强对驾驶员的安全警示教育培训,提升自我安全保护意识和应急处置能力	
		作业人员无证操作或者违章操作	1)使用单位应按照国家法律法规的相关要求,加强对作业人员的技能培训和安全教育培训,提升作业人员的安全意识水平； 2)使用单位应加强对设备现场作业行为的检查力度,及时发现部分人员的不安全操作行为	

表 B.15 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
停取车作业	人员伤亡	人车误入	1)加强对安全防护装置的日常维护保养和检验; 2)检查设备是否具有外来人车误入的报警和停止设备运行的装置; 3)现场加强管理、设置警示标志; 4)检查具有出入口门或移动栅栏的停车设备,是否设置联锁保护,并有效。避免门未关运行或运行未到位门开启或关闭,造成人员进出挤压;a.检查当搬运器没有停放到准确位置时,车位出入口的门或者围栏等不能开启;b.当门或者围栏处于开启状态时,搬运器不能运行	
		层门因素	1)进入搬运器的井道开口处装设无孔的动力驱动层门,门关闭后,门扇之间及门扇与立柱、门楣和地坎之间的间隙不大于 8 mm,由于磨损,间隙值允许达到 10 mm,如果有凹进部分,其间隙从凹底处测量; 2)动力驱动的自动滑动门设置防止门夹人(或者车辆)的保护装置,当人或者车辆通过层门入口被正在关闭的门扇撞击或者将被撞击时,该装置自动使门重新开启,同一层站有两个出入口时,两个出入口的门不同时开启; 3)正常操作中,若搬运器没有运行指令,则根据升降机运行实际状况所确定的必要的一段时间后,动力驱动的自动层门关闭,当搬运器在开锁区域之外时,如果层门开启(无论何种原因),有一种装置能够确保该层门自动关闭,自动关闭装置采用重块时,有防止重块坠落的措施; 4)每个层门均能够被一把符合要求的钥匙从外面开启,紧急开锁后,在层门闭合时门锁装置不保持开锁位置; 5)每个层门均设置门锁装置,其锁紧动作由重力、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,重力也不导致开锁; 6)门的锁紧由一个电气安全装置来验证,该装置由锁紧元件强制操作而没有任何中间机构,并且能够防止误动作; 7)搬运器在锁紧元件啮合不小于 7 mm 时才能启动; 8)正常运行时不能打开层门,除非搬运器在该层门的开锁区域内停止或者停站(开锁区域应当不大于层站地平面上下 0.2 m),如果一个层门(或者多扇门中的任何一扇门)处于开启状态,在正常操作情况下,不能启动升降机或者不能保持继续运行; 9)每个层门的闭合均由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,则未被锁住的门扇上也设置电气安全装置以验证其闭合状态	
		紧(应)应急救援装置失效	1)检查在停电或者电气系统发生故障时,有紧(应)应急救援的措施,如果两个正规出入口楼板之间的高度间隔超过 11 m 时,则在这个间隔内设置紧急出入口; 2)如设置在正规出入口的楼层上时,设置宽度为 0.6 m,高度为 1.2 m 的紧急出入口; 3)具有顶板的升降搬运器,在其顶板处设置 0.35 m×0.50 m 以上从外部开启的应急出口窗,且应急出口窗处于开启状态时,搬运器不能运行; 4)搬运器内应设置与外部联络的通讯装置(人车共乘式),并保持有效; 5)停电时应有使升降机(人车共乘式)慢速移动到安全位置的装置; 6)封闭式搬运器内应设置通风装置(人车共乘式)	
		安全钳和限速器失效	对有安全钳和限速器的装置定期检查,防止失效使车辆坠落	

表 B.15 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
停放车作业	车辆损害	车辆坠落	1)定期检查防坠落装置,确保同车板吊钩性能有效,动作同步; 2)加强对现场的管理,确保车辆停放到位; 3)加强对载车板提升装置的检查,确保各吊点同步	
		车辆遭碰刮,受挤压	1)定期检查防坠落装置,确保同车板吊钩性能有效,动作同步; 2)定期检查车辆限高、限长、限宽装置的完好性,防止超限运行车辆受到钢结构剪切、挤压; 3)加强管理防止超限车辆驶入停车设备; 4)加强对车长检测装置的维保,确保其功能有效	
检维修、巡检	触电	线路老化,金属导线外露	1)加强检查,发现绝缘层老化的线缆及时更换; 2)检查车板导轨与干结构用扁钢相连接,并与保护性接地相连; 3)定期对接地电阻进行检测,发现接地电阻超标及时排除故障	
		违章作业	1)制定设备维修安全操作规程; 2)不带电进行维保作业,若必须要带电作业时,应制定相应的操作规程,并严格执行; 3)作业时加强对电源开关管理,如采取挂牌、上锁等措施	
		防护措施不当	1)作业人员穿戴绝缘防护用品; 2)使用符合安全要求的工具; 3)电气房内地板放置绝缘垫; 4)增加漏电保护开关	
		人员能力不足	1)加强人员培训,包括技能和安全培训; 2)坚持电气专业人员持证上岗,非电气专业人员不准进行任何电气部件的更换或维修,特别是高压电气部件维修更换	
	人员坠落	防护栏杆缺失、失效	1)加强检查,及时查补栏杆缺失漏洞; 2)加强对栏杆的日常检查,防止因开裂、腐蚀导致栏杆失效; 3)对于栏杆需要开口处增设阻拦杆(绳); 4)增加警示标识	
		通道,平台腐蚀	1)在起重机通道、平台积水部位打排水孔; 2)加强对通道、平台的腐蚀部位检查; 3)加强通道、平台的防腐处理	
		无登高设施进行作业	1)有条件设置固定的登高维修平台; 2)利用液压升降平台对停车设备维修; 3)高空作业时佩戴安全带、安全绳等保护措施	
		作业人员麻痹大意	1)司机上下扶梯时要逐级上下,不得手持物品上下扶梯; 2)作业人员采取必要的安全措施(如系安全带、挂安全绳等); 3)加强作业人员安全教育	

表 B.15 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
检维修、 巡检	物品坠落	登高作业平台上随意放置物品	1)维修时工具应放在工具箱(包)内,防止坠落; 2)维修后及时将工具、垃圾清理	
	绞(卷)入	卷筒、滑轮、联轴器、电机主轴等部件的旋转	1)设备检修时停止操作使用设备; 2)在机房设置视频监控装置; 3)定期检查旋转部件的防护罩; 4)检修人员应穿戴合适的衣帽; 5)加强检维修的现场管理,如加强人员间沟通的信息的顺畅,现场安排专人统一指挥	
	碾压	开式齿轮、滑轮、车轮部件的运转	1)设备检修时停止操作使用设备; 2)在机房设置视频监控装置; 3)定期检查旋转部件的防护罩; 4)加强现场相关人员的管理,如加强人员间沟通的信息的顺畅,现场安排专人指挥、监护	
	碰撞	检修通道的高度不够	1)对于工作(检修)通道高度不足、存在棱角的部位采取防护措施、张贴警示标识; 2)作业人员佩戴安全帽	
	滑倒	作业环境不良	1)保持作业区域的光照度符合要求; 2)定期清理地面油污; 3)佩戴安全帽、上下台阶手抓扶手	

表 B.16 给出了工业管道常见风险事件分析及典型管控措施。

表 B.16 特种设备常见风险事件分析及典型管控措施(工业管道)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
本体	泄漏	防腐层破损,外表面腐蚀穿孔,异常结霜、结露等	1)按操作规程要求做好日常巡检,查找隐患并及时治理; 2)做好年度检查和定期检验工作; 3)对重点部位定期监控管道壁厚情况,并做好记录; 4)用焊接方法更换管道元件时,严控焊接质量; 5)加强密封点监控; 6)制定操作规程,定期对紧固件进行检查与更换; 7)启动应急预案	
		保温层破损,表面腐蚀穿孔		
		介质冲蚀或腐蚀,壁厚减薄穿孔		
		焊接质量差,承受交变载荷后,产生疲劳裂纹后开裂		
		管道密封失效		
		支架选型错误,滑动支架变成固定支架等造成应力过大,开裂	1)管道应按设计、安装标准进行设计及选用; 2)加强日常巡检,检查支吊架是否有异常情况	
		支架设计不合理,积水等造成该处管道腐蚀严重		
		管道选材错误,腐蚀速度过快	1)必须由有资质的设计单位设计,正确选材; 2)管道元件必须符合 TSG 规范; 3)定期监控管道壁厚,并做好记录	
		高温高压下运行的管道,长时间使用后珠光体球化或石墨化	定期做硬度检查和金相分析	高温高压管道
		蠕变超标	1)有蠕胀测量要求的管道,定期检查管道胀测点或者蠕胀测量带是否完好; 2)定期测量蠕变值,并做好记录; 3)定期进行金相和硬度抽查,表面无损检测抽查	高温管道
	(超压、设计)异常振动、撞击	1)工艺参数(压力、流量等)超出允许范围; 2)管道堵塞; 3)管道与相邻构件之间相互碰撞、摩擦; 4)管道和机器产生共振,导致管道异常振动	1)严格按操作工艺规程的要求控制运行参数; 2)定期检查安全附件,确保安全阀等泄放装置正常工作; 3)加强日常巡视巡检,检查管道与相邻构件之间有无相互碰撞、摩擦或异常振动等情况并及时调整	
	(超压)爆炸	1)工艺参数(压力、流量等)超出允许范围; 2)管道堵塞	1)严格按操作工艺规程的要求控制运行参数; 2)定期检查安全附件,确保安全阀等泄放装置正常工作	
	(刚度不足)管道变形	支吊架布置不合理,间距过大	1)管道应按设计、安装标准进行设计及选用; 2)加强日常巡检,检查支吊架是否有异常情况	
	管道拉脱,翘曲,结构损坏	支吊架破损、脱落(如恒力弹簧支吊架转体位移过大;变力弹簧支吊架异常变形、偏斜超载等)		
法兰	泄漏	垫片老化、变形、锈蚀	1)氯化管道及其阀门的连接垫片应选用石棉板、石棉橡胶板、氟塑料、浸石墨的石棉绳等高强度耐氯垫料,严禁使用橡胶垫; 2)加强巡检,检查法兰是否偏口以及异常翘曲、变形、泄漏,紧固件是否齐全、有无松动、有无腐蚀等情	
		螺栓等紧固件松动、腐蚀或脱落		
		法兰刚度不足产生翘曲		

表 B.16 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
法兰	(静电积累)燃烧爆炸	易燃易爆管道未设置法兰跨接线,或跨接线断开	对输送易燃、易爆介质的管道,采取抽查的方式进行防静电接地电阻值和法兰间接触电阻值测定。防静电接地电阻值不大于 100 Ω ,法兰间接触电阻值小于 0.03 Ω	
阀门	泄漏	阀门表面腐蚀、表面裂纹、螺栓松动或脱落	1)加强日常巡检,检查阀门表面有无腐蚀,阀体表面裂纹、严重缩孔、连接螺栓是否松动等情况; 2)检查放空(气)阀和排污(水)阀设置位置是否合理,有无异常集气、积液等情	
		密封件老化、损坏,引起密封失效		
		阀杆锈蚀,操作失灵,导致阀门卡死或介质泄漏		
		因减压装置(阀)失效引起高压介质窜入低压设备		
补偿器或膨胀节	泄漏	补偿失效,管道因应力集中产生裂纹表面腐蚀、表面裂纹	检查波纹管膨胀节表面有无划痕、凹痕、腐蚀穿孔、开裂以及波纹管波间距是否符合要求,有无失稳现象,铰链型膨胀节的铰链、销轴有无变形、脱落、损坏现象,拉杆式膨胀节的拉杆、螺栓、连接支座是否符合要求等情况	
		设计不合理,未加装或该装置损坏导致管道变形无法有效补偿,管道结构破坏		
		补偿器或膨胀节变形、脱落、螺栓松动或脱落、拉杆损坏		
防静电接地装置	(静电积累)燃烧爆炸	防静电接地装置脱落、断裂、失效	加强日常巡检	
		可燃气体、液化烃、可燃液体管道未按规定安装静电接地设施	可燃气体、液化烃、可燃液体管道应在下列部位安装静电接地设施: a)进出装置或设施处; b)爆炸危险场所的边界; c)管道泵及泵入口永久过滤器、缓冲器等	
阻火器	爆燃	方向错误、未及时校验、锈蚀、破损、失效等引起无法及时启动	1)加强日常巡检; 2)定期校验	
超压泄放装置	开启压力不准确或失效	擅自调整开启压力;过高无法安全保护;过低频繁起跳	1)加强日常巡检; 2)安全阀应定期校验,整定压力应符合管道运行要求; 3)爆破片应定期更换; 4)超压泄放装置和管道之间设置截止阀的,应处于全开位置并加铅封	
		放空管不畅通,防雨帽破损等		
		超压泄放装置和管道之间设置截止阀被关闭		
	泄漏	安全阀腐蚀,密封面泄漏	有可能被物料堵塞或腐蚀的安全阀,在安全阀前应设置爆破片或在其他出入口管道上采取吹扫、加热或保温等措施	有毒介质管道 可燃介质管道
		爆破片未定期更换,破损		
		有毒介质管道的安全阀出口未连接到适宜的设施或系统,直接排放	有毒介质管道的安全阀出口应连接至适宜的设施或系统,安全泄放	
		可燃介质管道的安全阀出口未连接到适宜的设施或系统,直接排放	可燃介质管道的安全阀出口应连接至适宜的设施或系统,安全泄放	

表 B.16 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
紧急切断阀	泄漏	紧急切断阀泄漏	1)加强日常巡检; 2)定期校验	
	动作异常	无法及时动作切断管道介质		
	应设未设	一旦发生泄漏事故,无法紧急切断,使得事故后果进一步扩大	氯气、碳酰氯输入、输出管线应设置紧急切断装置	
仪表(压力表、温度计等)	超参数范围运行	压力表、温度计失效后,超参数运行造成事故	1)定期检查; 2)定期检定或校准	
阴极保护装置	泄漏	阴极保护装置失效后导致管道产生电化学腐蚀,泄漏失效	加强定期巡检,检查其保护装置是否完好	
管道标识或标志	标识、标志缺失,混乱	无标识,流向标志等	1)管道标识应符合 GB 7231—2003《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》规定要求; 2)加强定期巡查,发现标识损毁使用单位应及时予以修复或更新	
		标识混乱,未采用规范的标识		
		标志损毁		
隔热层	脱落、破损	能耗增加、人员烫伤、真空隔热管会导致压力迅速攀升引起爆炸	1)定期检查管道隔热层有无破损、脱落、跑冷等,必要时可以采用红外热成像检测、热流密度检测等技术手段进行监测和节能评价; 2)有破损情况及时消除	
管道位置及后期管理	有毒危险管道穿跨越人员密集或重点设备区域	发生泄漏易产生重大伤亡或财产损失	1)光气、氯气等剧毒介质及硫化氢气体管道严禁穿越除厂区外的公共区域; 2)有毒危险管道严禁穿跨越生活场所,高度作业场所和其他作业场所隔离	有毒有害介质管道
	撞击损坏、变形、泄漏	架空管道临近车辆通道或行车轨道未做防护	1)应配置醒目的安全色,安全标志,必要时设置声、光或声光组合报警装置; 2)必要时加装防撞桩	
		管道路面标识标示丢失、破损、错漏	加强定期巡检	
	磨损、变形、泄漏	管道与管道、管道与无关设备碰撞		
	地面侵占挤压变形、开挖损坏、泄漏	埋地管道地面标识不明或缺失	1)加强定期巡检; 2)设置沿线警示	埋地管道
工艺检查	材质劣化或超压损坏	操作压力、温度、流量、液位超出规定范围	1)工艺操作稳定; 2)采用自动控制系统,并有可靠的安全联锁保护; 3)加强人员培训; 4)做好日常巡查工作	

表 B.16 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
工艺检查	介质的化学成分、杂质含量不符合要求	介质的化学成分、杂质含量不符合要求(如无水氨管道掺入一定量的水、不锈钢管道水处理不够导致氯离子超标),腐蚀速度加快	1)做好介质成分分析; 2)加强日常巡视巡检; 3)定期监控管道壁厚情况,并做好记录	
运行环境	爆炸	易燃易爆介质管道场所电气设施非防爆电气、现场无防雷防静电设施无泄漏探测装置	可燃气体报警器要求: 1)有测点布置图; 2)按规定周期进行校准和检定,一般不超过一年	可燃气体管道
	中毒	有毒介质管道现场无泄漏探测装置	有毒有害气体报警器要求: 1)有测点布置图; 2)按规定周期进行校准和检定,一般不超过一年	
	爆炸	氢气管道及其阀门和水封装置冻结时,采用明火烘烤	氢气管道及其阀门和水封装置冻结时,只能采取热水或水蒸气加热解冻	氢气管道
	外表面腐蚀泄漏	埋地管道地表环境及土壤环境变换、其他管线或建筑物的增加、其他管道或建筑物对管道可能产生的破坏	1)加强定期巡检; 2)设置沿线警示	
	管道变形泄漏	1)在埋地管道上方和巡查便道上行驶重型车辆 2)对埋地、地面管道进行占压,在架空管道线路和管桥上行走或放置重物 3)利用地面管道、架空管道、管架桥等固定设施缆绳悬挂广告牌、搭建构筑物 4)在危险化学品管道附属设施的上方架设电力线路、通信线路	1)加强定期巡检; 2)设置沿线警示	
管道检修作业	物料介质泄漏、人员中毒、引起燃烧爆炸	剩余物料未正确处置	1)置换过程中进行气体浓度监测; 2)制定停气操作工艺; 3)作业人员进行作业培训; 4)启动应急预案	
		置换清洗不到位		
		检维修无安全施工方案、停机未执行操作牌、停电牌制度	1)检维修和清理工作应制定安全施工方案,进行安全交底,严格执行工作票值,安全确认制度、挂牌制度; 2)检修前应有人对电、天然气、氧气、蒸汽管道等要害部位及安全设施进行确认,预先切断与设备相连的所有电路、氧气管道、天然气管道、蒸汽管道及其他介质管道,并办理有关检修、动火审批手续; 3)加强检修人员培训,提高安全意识	
	坠落、触电伤害(安全生产)	检修用脚手架等未设置安全护栏等防护装置 未切断相关电源,检修用电缆有破损		

表 B.16 (续)

风险来源	风险事件描述	风险因素	管控措施	适用范围
管道检修作业	燃烧爆炸	由于检修操作不当,造成易燃易爆介质管道事故,如用铁器敲击易燃易爆介质的管道或阀门,引起火花,导致燃烧爆炸	1) 严禁用铁器敲击易燃易爆介质的管道或阀门,以免引起火花;	易燃易爆介质管道(如苯胺)
		电焊时用易燃易爆介质管道做电焊接地线	2) 严禁利用易燃易爆介质管道做电焊接地线	
		氢气、天然气管道敲击、带压修理和紧固,负压运行	氢气、天然气管道运行时,不准敲击、不准带压修理和紧固,不得超压,严禁负压	氢气、天然气管道
热氨融霜作业	泄漏中毒	热氨融霜作业操作有误,高压窜低压	1) 制定相关热氨融霜操作规程; 2) 控制热氨融霜时进入蒸发器的压力不超过 0.8 MPa; 3) 制定超压泄漏后的预防措施; 4) 定期进行应急预案的演练	液氨管道
带压开孔与封堵	介质泄漏遇明火引起燃烧、爆炸或中毒	工作区域内存在可燃介质、可燃介质泄漏、有毒有害介质泄漏	1) 设置工作区域; 2) 制定带压开孔与封堵安全管理规程; 3) 施工单位应具有相应资质; 4) 带压开孔与封堵方案经会审并批准; 5) 启动应急预案	

附 录 C
(资料性附录)
风险辨识推荐方法

C.1 SCL 安全检查表

安全检查表应列举需查明的所有能导致事故的不安全状态或行为。为了使检查表在内容上能结合实际、突出重点、简明易行、符合安全要求,应依据以下四个方面进行编制:

- a) 有关标准、规程、规范及规定;
- b) 事故案例和行业经验;
- c) 通过系统分析,确定危险部位及防范措施,都是安全检查表的内容;
- d) 研究成果。

安全检查表的格式没有统一的规定,可以依据不同的要求,设计不同需要的安全检查表。原则上应条目清晰、内容全面,要求详细、具体,如表 C.1。

表 C.1 安全检查表基本格式

序号	检查项目	检查内容	依据标准	结 论	备 注

另外,可以根据不同的职责范围、岗位、工作性质,制定不同类型的安全检查表,设计不同的表格。
编制安全检查表的程序如下:

- a) 系统功能的分解。一般工程系统都比较复杂,难以直接编制总的安全检查表。可按系统工程观点将系统进行功能分解,建立功能结构图。这样既可以显示各构成要素、部件、组件、子系统与总系统之间的关系,又可以通过各构成要素的不安全状态的有机组合求得总系统的检查表。
- b) 人、机、物、管理和环境因素。车间中的人、机、物、管理和环境都是生产系统的子系统。从安全的观点出发,不只是考虑“人-机系统”,应该是“人-机-物-管理-环境系统”。
- c) 潜在危险因素的探求。一个复杂的或新的系统,人们一时难以认识其潜在的危险因素和不安全状态,对于这类系统可以采用类似“黑箱法”原理探求,即首先设想系统可能存在那些危险及其潜在部分,并推论其事故发生过程和概率,然后逐步将危险因素具体化,最后寻求处理危险的方法。通过分析不仅可以发现其潜在的危险因素,而且可以掌握事故发生的机理和规律。

编制安全检查表应注意的问题如下:

- a) 编制安全检查表的过程,应组织技术人员、管理人员、操作人员和安全人员深入现场共同编制。
- b) 按查隐患要求列出的检查项目应齐全、具体、明确,突出重点,抓住要害。为了避免重复,尽可能将同类性质的问题列在一起,系统的列出问题或状态。另外应规定检查方法,并有合格标准。防止检查表笼统化,行政化。
- c) 各类检查表都有其适用对象,各有侧重,不宜通用。
- d) 危险性部位应详细检查,确保一切隐患在可能发生事故之前就被发现。
- e) 编制安全检查表应将安全系统工程中的事故树分析、事件树分析、预先危险性分析和可操作性研究等方法进行综合。

表 C.2 给出了安全检查表的参考样张。

表 C.2 安全检查表参考样张

区域/工艺过程:装置

装置/设备/设施:加热炉检查

分析人员:_____

日期:_____

序号	检查项目	依据标准	产生偏差的主要后果	现有安全控制措施	L	S	风险度 (R)	建议改正/控制措施
1	加热炉平台护栏	护栏无损坏腐蚀,要求牢固,外漆整洁	造成人员高空坠落	三级定期检查	2	5	中	定期检查,发现问题及时处理
2	加热炉平台板	平台板无开裂,无腐蚀减薄,要求牢固,外漆整洁	造成人员高空坠落	三级定期检查	2	5	中	定期检查,发现问题及时处理
3	加热炉平台接地线	在规定范围内	着火爆炸	三级定期检查	2	3	低	定期检查,发现问题及时处理
4	加热炉平台卫生	无杂物和废旧物品	造成人员碰伤	三级定期检查	2	2	低	定期检查,发现问题及时处理
5	加热炉平台支撑和支座	牢固、齐全、基础完整、无严重裂纹,无不均匀下沉,紧固螺栓完好	人员受伤,着火爆炸	三级定期检查	2	3	低	定期检查,发现问题及时处理
6	炉体保温	保温完好,无破损	热量损失,能耗增加	三级定期检查	2	3	低	定期检查,发现问题及时处理

C.2 JSA/JHA 方法

工作安全分析(Job Safety Analysis,简称 JSA)或作业危害分析(Job Hazard Analysis,简称 JHA)是事先或定期对某项工作任务进行潜在的危害识别和风险评价,并根据评价结果制定和实施相应的控制措施,达到最大限度消除或控制风险目的的方法。其目的是规范作业风险识别、分析和控制,确保作业人员健康和安全。

JSA 分析法主要用于生产和施工作业场所现场作业活动的安全分析,包括新的作业、非常规性(临时)的作业、承包商作业、改变现有的作业和评估现有的作业。

JSA 记录表见表 C.3。

表 C.3 JSA 记录表参考格式

表 1 ××××作业 JSA 记录表					
编号：					
作业活动：	××××作业		区域/工艺过程：		
分析人员：				日期：	
序号	作业步骤	危害描述	现有控制措施	补充控制措施	备注
1					
2					
3					
...					

表 C.3 为某作业 JSA 记录表模板。该表主要包括两部分内容:作业信息和作业安全分析。

作业信息中包括作业活动名称、作业区域、主要工艺过程、JSA 人员信息以及作业日期等内容。

作业安全分析中则主要包括作业步骤划分、各步骤存在危害因素描述、现有控制措施描述、补充控制措施制定等内容。

附 录 D
(资料性附录)
风险评估推荐方法

D.1 风险矩阵法(LS)

风险矩阵评价法(简称 LS), $R=L \times S$, 其中 R 是风险值, 事故发生的可能性与事件后果的结合, L 是事故发生的可能性; S 是事故后果严重性; R 值越大, 说明该风险源风险越大。事故发生的可能性(L)判断准则见表 D.1, 事件后果严重性(S)判别准则见表 D.2, 风险等级判定准则(R 值)及控制措施见表 D.3。

表 D.1 事故发生的可能性(L)判断准则

等级	标 准
5	违反法律、法规、安全技术规范, 或在现场没有采取防范、监测、保护、控制措施, 或危害的发生不能被发现(没有监测系统), 或经常发生此类事故或事件
4	危害的发生不容易被发现, 现场没有监测系统, 也未发生过任何监测, 或在现场有控制措施, 但未有效执行或控制措施不当, 或危害发生或预期情况下发生
3	没有保护措施(如没有保护装置、没有个人防护用品等), 或未严格按操作程序执行, 或危害的发生容易被发现(现场有监测系统), 或曾经作过监测, 或过去曾经发生类似事故或事件
2	危害一旦发生能及时发现, 并定期进行监测, 或现场有防范控制措施, 并能有效执行, 或过去偶尔发生事故或事件
1	有充分、有效的防范、控制、监测、保护措施, 或员工安全意识相当高, 严格执行操作规程, 极不可能发生事故或事件

表 D.2 事件后果严重性(S)判别准则

等级	法律、法规及其他要求	人员	直接经济损失	企业形象	其他
5	违反法律、法规 and 标准	死亡	100 万元以上	重大国际影响	锅炉、压力容器、压力管道爆炸的; 压力容器、压力管道有毒介质泄漏, 造成 1 万人以上 5 万人以下转移的; 起重机械整体倾覆的; 客运索道、大型游乐设施高空滞留人员 12 小时以上的。
4	潜在违反法规和标准	丧失劳动能力	50 万元以上	行业内、省内影响	压力容器、压力管道有毒介质泄漏, 造成 500 人以上 1 万人以下转移的; 电梯轿厢滞留人员 2 小时以上的; 起重机械主要受力结构件折断或者起升机构坠落的; 客运索道高空滞留人员 3.5 小时以上 12 小时以下的; 大型游乐设施高空滞留人员 1 小时以上 12 小时以下的

表 D.2 (续)

等级	法律、法规及其他要求	人员	直接经济损失	企业形象	其他
3	不符合上级公司或行业的安全方针、制度、规定等	截肢、骨折、听力丧失、慢性病	1 万元以上	地区影响	压力容器、压力管道有毒介质泄漏,造成 500 人以下转移的; 电梯轿厢滞留人员 2 小时以下的; 客运索道高空滞留人员 3.5 小时以下的; 大型游乐设施高空滞留人员 1 小时以下的
2	不符合企业的安全操作程序、规定	轻微受伤、间歇不舒服	1 万元以下	公司及周边范围	造成设备严重故障
1	完全符合	无伤亡	无损失	形象没有受损	造成设备一般故障

表 D.3 风险等级判定准则(R 值)及控制措施

风险等级		风险值(R 值)	应采取的行动/控制措施
1 级	极其危险	20—25	在采取措施降低危害前,不能继续作业,对改进措施进行评估
2 级	高度危险	15—16	采取紧急措施降低风险,建立运行控制程序,定期检查、测量及评估
3 级	显著危险	9—12	可考虑建立目标、建立操作规程,加强培训及沟通
4 级	轻度危险	4—8	可考虑建立操作规程、作业指导书但需定期检查
5 级	稍有危险	1—3	无需采用控制措施

D.2 作业条件风险程度评价(LEC)

作业条件风险程度评价(LEC)基本原理是根据风险点辨识确定的危害及影响程度与危害及影响事件发生的可能性乘积确定风险的大小。

定量计算每一种危险源所带来的风险可采用如下方法:

$$D=L \times E \times C$$

式中:

D——风险值;

L——发生事故的可能性大小;

E——暴露于危险环境的频繁程度;

C——发生事故产生的后果。

当用概率来表示事故发生的可能性大小(L)时,绝对不可能发生的事故概率为 0;而必然发生的事故概率为 1。从系统安全角度考虑,绝对不发生事故是不可能的,所以人为地将发生事故可能性极小的分数定为 0.1,而必然要发生的事故的分数定为 10,介于这两种情况之间的情况指定为若干中间值。

表 D.4 给出了事故或危险事件发生可能性分值。

表 D.4 事故或危险事件发生可能性分值

分数值	事故发生的可能性
10	完全可能预料
6	相当可能
3	可能,但不经常
1	可能性小,完全意外
0.5	很不可能,可能设想
0.2	极不可能
0.1	实际不可能

当确定暴露于危险环境的频繁程度(E)时,人员出现在危险环境中的时间越多,则危险性越大,规定连续出现在危险环境的情况定为 10,而非常罕见地出现在危险环境中定为 0.5,介于两者之间的各种情况规定若干个中间值。

表 D.5 给出了暴露于潜在危险环境的分值。

表 D.5 暴露于潜在危险环境的分值

分数值	频繁程度
10	连续暴露
6	每天工作时间内暴露
3	每周一次,或偶然暴露
2	每月一次暴露
1	每年几次暴露
0.5	非常罕见地暴露

关于发生事故产生的后果(C),由于事故造成的人身伤害与财产损失变化范围很大,规定其分数值为 1—100,把需要救护的轻微损伤或较小财产损失的分数规定为 1,把造成多人死亡或重大财产损失的可能性分数规定为 100,其他情况的数值均为 1 与 100 之间。

表 D.6 给出了发生事故或危险事件可能结果的分值。

表 D.6 发生事故或危险事件可能结果的分值

分数值	后 果
100	大灾难,许多人死亡(10 人以上)
40	灾难,数人死亡(不超过 10 人)
15	非常严重,一人死亡
7	重伤
3	轻伤
1	引人关注,不利于基本的安全卫生要求

风险值(D)求出之后,企业应根据实际情况确定风险级别的界限值,以符合持续改进的思想。表

D.7可作为确定风险级别界限值的参考。

表 D.7 确定风险等级

D 值	危险程度	风险等级
>320	极其危险,不能继续作业	1
160—320	高度危险,要立即整改	2
70—160	显著危险,需要整改	3
20—70	一般危险,需要注意	4
<20	稍有危险,可以接受	5

附 录 E

(资料性附录)

特种设备风险管控应用举例

此处以起重机械为例,采用作业条件危险性分析法对起重机械进行分析。

首先列出相应风险评价表如表 E.1 所示。

表 E.1 起重机械危险源辨识/风险评价表

序号	风险因素	可能导致的后果	L	E	C	D=L×E×C		是否为重大风险
			分数	分数	分数	总分数	风险级别	
1	液压系统故障	设备倾覆、坍塌、坠落						
2	电气控制系统故障	设备倾覆、坍塌;吊具(物)坠落						
3	结构承载能力不足或降低	设备倾覆、坍塌						
4	配重不足或脱落	设备倾覆、坍塌						
5	设备脱轨	设备倾覆、坍塌、坠落						
6	台风、雷暴等恶劣天气	设备倾覆、坍塌						
7	设备制动失效	设备倾覆、坍塌;吊具(物)坠落						
8	设备传动部件失效	设备倾覆、坍塌;吊具(物)坠落						
9	设备型号或配置与要求不符	吊具(物)坠落						
10	设备索具失效	吊具(物)坠落						
11	设备吊具失效	吊具(物)坠落						
12	零部件松动脱落	零部件坠落						
13	电气装置漏电	触电						
14	电气装置过载	火灾						
15	设备触碰电力线	触电						
16	安全距离不足	设备挤压、剪切						
17	人员在设备作业范围内活动	设备挤压、剪切						
18	设备超载	设备倾覆、坍塌						
19	操作人员操作不当	设备倾覆、坍塌						
20	设备使用时突然卸载	设备倾覆、坍塌						
21	吊具运作时挤压碰撞人员或物体	吊具挤压、剪切						
22	吊具失稳	吊具挤压、剪切						
23	锁具从吊钩中脱出	吊物坠落						
24	绑扎不牢	吊物坠落						
25	防护栏杆缺失或失效	人员坠落						
26	通道或平台被腐蚀	人员坠落						

表 E.1 (续)

序号	风险因素	可能导致的后果	L	E	C	D=L×E×C		是否为重大风险
			分数	分数	分数	总分数	风险级别	
27	无登高设备进行作业	人员坠落						
28	作业人员麻痹大意	人员坠落						
29	在起重机械上放置物品	物体坠落						
30	旋转部件无防护	人员绞(卷)入						
31	作业环境不良	人员碰撞、滑倒						

例如,某企业在其仓库原有的基础上在旁边建设新的高架仓库,采用了一台固定回转式起重机辅助进行打桩作业,预计工期为6月至7月,作业期间,施工区域内约有工作人员20名,设备进场时已通过第三方检测机构相关检验。

考虑到采用的起重机械为固定回转式起重机,且设备进场时已通过第三方检测机构相关检验,因此表E.1中第9项“设备型号或配置与要求不符”、第25项“防护栏杆缺失或失效”、第26项“通道或平台被腐蚀”、第27项“无登高设备进行作业”、第28项“作业人员麻痹大意”及第29项“在起重机械上放置物品”可以略去。最终得到的起重机械危险源辨识/风险评价表如表E.2所示。

表 E.2 起重机械危险源辨识/风险评价表

序号	风险因素	可能导致的后果	L	E	C	D=L×E×C		是否为重大风险
			分数	分数	分数	总分数	风险级别	
1	电气控制系统故障	设备倾覆、坍塌;吊具(物)坠落	0.5	6	15	45	2	
2	结构承载能力不足或降低	设备倾覆、坍塌	0.5	6	15	45	2	
3	配重不足或脱落	设备倾覆、坍塌	0.5	6	15	45	2	
4	台风、雷暴等恶劣天气	设备倾覆、坍塌	6	6	15	540	5	
5	设备制动失效	设备倾覆、坍塌;吊具(物)坠落	3	6	15	270	4	
6	设备传动部件失效	设备倾覆、坍塌;吊具(物)坠落	1	6	15	90	3	
7	设备索具失效	吊具(物)坠落	1	6	15	90	3	
8	设备吊具失效	吊具(物)坠落	1	6	15	90	3	
9	零部件松动脱落	零部件坠落	3	6	4	72	3	
10	电气装置漏电	触电	1	6	4	24	2	
11	电气装置过载	火灾	3	6	7	72	3	
12	安全距离不足	设备挤压、剪切	3	6	7	126	3	
13	人员在设备作业范围内活动	设备挤压、剪切	6	6	4	144	3	
14	设备超载	设备倾覆、坍塌	3	6	15	270	4	
15	操作人员操作不当	设备倾覆、坍塌	3	6	15	270	4	
16	设备使用时突然卸载	设备倾覆、坍塌	1	6	15	90	3	

表 E.2 (续)

序号	风险因素	可能导致的后果	L	E	C	D=L×E×C		是否为重大风险
			分数	分数	分数	总分数	风险级别	
17	吊具运作时挤压碰撞人员或物体	吊具挤压、剪切	3	6	7	126	3	
18	吊具失稳	吊具挤压、剪切	3	6	7	126	3	
19	索具从吊钩中脱出	吊物坠落	3	6	7	126	3	
20	绑扎不牢	吊物坠落	3	6	7	126	3	
21	旋转部件无防护	人员绞(卷)入	1	6	4	24	2	
22	作业环境不良	人员碰撞、滑倒	3	6	1	18	1	

从中不难发现,对于该起重机械而言,风险等级最高的是台风、雷暴等恶劣天气;设备制动失效;设备超载;操作人员操作不当。较为重大的风险从四个方面制定相应的风险控制措施,具体内容如表 E.3 所示。

表 E.3 起重机械的风险控制措施

风险	措施类型	详细措施
台风、雷暴等恶劣天气	工程技术措施	放松回转制动器、增加防风拉索等
	管理措施	定期对防风抗滑装置、风速报警装置进行检查,保证其功能的有效性
	培训教育措施	加强人员培训以防台防汛应急演练,保证相关作业人员能正确使用防风抗滑装置,合理应对大风等突发应急情况
	现场处置措施	在大风期间停止使用设备,并采取防风抗滑措施,如回转机构制动器松开、防风拉索、铁鞋等
设备制动失效	工程技术措施	加强对制动器零部件的维护、保养,保证各部件正常工作;制动器调整适当
	管理措施	设备润滑时加强管理
	培训教育措施	加强人员教育培训,防止润滑油洒溅到制动轮上
	现场处置措施	每次吊运前当重物离地时停止制动一次,测试制动可靠性
设备超载	工程技术措施	设置监控系统,超载保护装置
	管理措施	定期对超载保护装置进行维护保养
	培训教育措施	加强人员技术培训,熟练查阅载荷曲线表
	现场处置措施	吊运前反复确认所吊物品的重量,重量不明不吊运,重量超过起重机额定起重量不吊
操作人员操作不当	工程技术措施	加强对防碰撞装置、防后倾装置、臂架上下限位装置等安全防护装置的检查
	管理措施	加强现场监督管理,防止相互碰撞
	培训教育措施	加强相关人员技术培训
	现场处置措施	吊运大型构件、细长构件时加强监护,不利用起重机拉拔地桩,加强现场监护,不歪拉斜吊

参 考 文 献

- [1] GB/T 16856—2015 机械安全 风险评估 实施指南和方法举例
 - [2] GB/T 26610.1—2011 承压设备系统基于风险的检验实施导则 第 1 部分:基本要求和实施程序
 - [3] GB/T 26610.3—2014 承压设备系统基于风险的检验实施导则 第 3 部分:风险的定性分析方法
 - [4] GB/T 26610.4—2014 承压设备系统基于风险的检验实施导则 第 4 部分:失效可能性定量计算
 - [5] GB/T 26610.5—2014 承压设备系统基于风险的检验实施导则 第 5 部分:失效后果定量分析方法
 - [6] GB 36894—2018 危险化学品生产装置和储存设施风险基准
 - [7] 危险化学品重大危险源监督管理暂行规定 国家安全生产监督管理总局令 第 40 号
-