

附 录 A
(资料性)
特种设备风险分级管控记录格式

A.1 风险点登记台账

风险点登记台账（特种设备）记录格式见表A.1，风险点登记台账（作业过程）记录格式见表A.2。

表 A.1 风险点登记台账——特种设备

| 序号 | 风险点（特种设备） 名称 | 种类 | 类别 | 品种 | 型号 | 使用地点 | 是否为公众 聚集场所 | 备注 |
|-----|-----------------|------|-------------|-------------|----|------|---------------|----|
| 1 | 加氢反应器 | 压力容器 | 固定式压 力容器 | 第三类压力容 器 | | | 否 | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | |

注：风险点（特种设备）名称：参照特种设备台账填写；种类、类别、品种，按《特种设备目录》要求填写；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。

填表人：

日期：

审核人：

日期：

表 A.2 风险点登记台账——作业过程

| 序号 | 风险点（作业过程） 名称 | 作业活动内容 | 岗位/地点 | 活动频率 | 备注 |
|-----|-----------------|--------|-------|------|----|
| 1 | 液化石油气气瓶充装 | 充装前检查 | | 每瓶 | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| ... | | | | | |

注：作业过程名称可参考特种设备常见风险中的作业名称填写；对于涉及同一作业的多种同型号特种设备，可做合并处理。对于充装作业采用充装介质类别+气瓶/移动式压力容器品种的形式填写，如液化石油气气瓶充装、压缩天然气长管拖车充装等。

填表人：

日期：

审核人：

日期：

A.2 特种设备危险源辨识清单

特种设备危险源辨识清单记录格式见表A.3。

表 A.3 特种设备危险源辨识清单

| 风险点 | 危险源 | 事件描述 | 危险后果 | 原因分析 |
|-----|-----|------|------|------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

注：危险源填写特种设备的本体、部位、部件，以及作业活动不同阶段。事件描述填写危险源风险识别的风险情况的表述。原因分析填写风险事件可能的产生原因。危险后果填写风险事件可能导致的后果。

填表人： 日期： 审核人： 日期： 单位负责人： 日期：

A.3 特种设备风险分级管控清单

特种设备风险分级管控清单记录格式见表A.4。

表 A.4 特种设备风险分级管控清单

| 风险点 | | | 检查项目 (危险源) | | 事件 描述 | 危险 后果 | 原因 分析 | 管控措施 | | | | | 评 价 级 别 | 管 控 层 级 | 责 任 单 位 | 责 任 人 | 备 注 | |
|--------|----------|--------|---------------|--------|----------|----------|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|--------|--|
| | | | | | | | | 工 程 技 术 | 管 理 措 施 | 培 训 教 育 | 个 体 防 护 | 应 急 处 置 | | | | | | |
| 编 号 | 类 型 | 名 称 | 序 号 | 名 称 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 设备 设施 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | ... | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 作业 过程 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注：管控措施指按一定程序确定的所有管控措施，包括“现有安全控制措施”和“建议改进措施”，内容必须详细和具体。

填表人： 日期： 审核人： 日期： 单位负责人： 日期：

附录 B

(资料性)

特种设备危险源辨识、风险评价推荐方法和示例

B.1 安全检查表法 (SCL)

B.1.1 安全检查表编制依据

安全检查表编制依据包括但不限于：

- 特种设备有关法律、法规、安全技术规范、标准及规定；
- 国内外事故案例和使用单位以往事故情况；
- 系统分析确定的危险部位及防范措施；
- 分析人员的经验和可靠的参考资料；
- 有关研究成果，同行业或类似行业检查表等。

B.1.2 编制安全检查表

安全检查表编制工作包括但不限于：

- 确定编制人员。包括特种设备安全管理员、作业人员等各方面人员；
- 熟悉设备及其相关工艺系统和作业活动。包括设备及相关工艺系统的结构、功能、工艺流程、操作条件、布置和已有的安全卫生设施；
- 收集有关特种设备安全法律、法规、安全技术规范、规程、标准、制度、事故事件资料，作为编制安全检查表的依据；
- 编制表格。确定检查项目、事件描述、危险后果、现有控制措施、建议改正/控制措施等要素。

B.1.3 安全检查表格式

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。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，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。安全检查表基本格式如表B.1。

表 B.1 安全检查表基本格式

| ××××设备 SCL 记录表 | | | | | | |
|----------------|------|------|------|--------|-----------|----|
| 设备名称 | | | | 使用地点 | | |
| 分析人员 | | | | 日期 | | |
| 序号 | 检查项目 | 事件描述 | 危险后果 | 现有控制措施 | 建议改正/控制措施 | 备注 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

B.2 工作安全分析法 (JSA)

B.2.1 方法概述

B.2.1.1 工作安全分析(Job Safety Analysis, 简称JSA)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。

B.2.1.2 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。

B.2.2 工作安全分析记录表格式

工作安全分析记录表参考格式见表B.2。

表 B.2 JSA 记录表参考格式

| ××××作业 JSA 记录表 | | | | | | |
|---|--------|------|------|---------|-----------|----|
| 作业活动 | ××××作业 | | | 区域/工艺过程 | | |
| 分析人员 | | | | 日期 | | |
| 序号 | 作业步骤 | 事件描述 | 危险后果 | 现有控制措施 | 建议改正/控制措施 | 备注 |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| ... | | | | | | |
| 注 1: 表 B.2 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。 | | | | | | |
| 注 2: 作业信息中包括作业活动、作业区域、主要工艺过程、JSA 人员信息以及作业日期等内容。 | | | | | | |
| 注 3: 作业安全分析中则主要包括作业步骤、各步骤存在危险因素描述、现有控制措施描述、补充控制措施制定等。 | | | | | | |

B.3 风险矩阵评价法 (LS)

风险矩阵评价法(简称LS)表达式为 $R=L \times S$,其中:**R**是危险性(也称风险度),指事件发生的可能性与事件后果的结合;**L**是事件发生的可能性;**S**是事件后果严重性;**R**值越大,说明该风险点危险性大、风险大。表B.3给出了事件发生的可能性(L)判断准则,表B.4给出了事件后果严重性(S)判别准则,表B.5给出了安全风险等级判定准则(R值)及控制措施,表B.6给出了风险矩阵表,表B.7给出了采用风险矩阵法(LS)评价的风险信息汇总表。

表 B.3 事件发生的可能性 (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被发现,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,或员工安全卫生意识相当高,严格执行操作规程。极不可能发生事故或事件 |

表 B.4 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 | 使用单位形象 | 其他 |
|----|------------------------|----------------|----------|----------|--|
| 5 | 违反法律、法规和标准 | 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 |
| 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 | 不符合使用单位的安全操作程序、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 B.5 安全风险等级判定准则 (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 | 实施期限 |
|------|----|-----------|--------------------------------|------------|
| 1 级 | 重大 | 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 | 立刻 |
| 2 级 | 较大 | 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 | 立即或近期整改 |
| 3 级 | 一般 | 9~12 | 可考虑建立目标、建立操作规程，加强培训及沟通 | 2 年内治理 |
| 4 级 | 低 | ≤8 | 可考虑建立操作规程、作业指导书但需定期检查 | 有条件、有经费时治理 |

表 B.6 风险矩阵表

| | | | | | | |
|-------|---|-----|------|------|------|------|
| 严重性等级 | 5 | 低风险 | 一般风险 | 较大风险 | 重大风险 | 重大风险 |
| | 4 | 低风险 | 低风险 | 一般风险 | 较大风险 | 重大风险 |
| | 3 | 低风险 | 低风险 | 一般风险 | 一般风险 | 较大风险 |
| | 2 | 低风险 | 低风险 | 低风险 | 低风险 | 一般风险 |
| | 1 | 低风险 | 低风险 | 低风险 | 低风险 | 低风险 |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 可能性等级 | | | | | | |

表 B. 7 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 | | | | | | | | |
|----------------|-----|------|------|--------|--------------|---|---|------|
| 风险点 | 危险源 | 事件描述 | 原因分析 | 风险管控措施 | 风险评价 (R=L×S) | | | 风险等级 |
| | | | | | L | S | R | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

B. 4 作业条件风险程度评价法 (LEC)

B. 4. 1 作业条件风险程度评价法 (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。

B. 4. 2 定量计算每一种危险源所带来的风险可采用如下方法:

$$D = L \times E \times C \dots\dots\dots (B. 1)$$

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, 介于两者之间的各种情况规定若干个中间值。

B. 4. 3 表B.8给出了事故或危险事件发生可能性分值。

B. 4. 4 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 B. 8 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 |

B. 4. 5 表B.9给出了暴露于潜在危险环境的分值。

表 B.9 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 |

B.4.6 关于发生事件产生的后果（C），由于事件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值规定为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1~100之间。

表 B.10 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 |

B.4.7 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B.11可作为确定风险级别界限值的参考。

表 B.11 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 |

表 B.12 采用作业条件风险程度评价法(LEC)评价的风险信息汇总表

| 特种设备风险分析及等级一览表 | | | | | | | | | |
|----------------|-----|------|------|--------|---------------|---|---|---|------|
| 风险点 | 危险源 | 事件描述 | 原因分析 | 风险管控措施 | 风险评价(D=L×E×C) | | | | 风险等级 |
| | | | | | L | E | C | D | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

B.5 应用示例

表B.13给出了安全检查表分析评价（SCL+LS）的参考示例。

表 B.13 安全检查表分析评价（SCL+LS）记录参考示例

（受控记录号）

№:

区域/工艺过程：装置

风险点装置/设备/设施：加热炉

分析人员：_____

日期：_____

| 序号 | 检查项目 (危险源) | 事件描述 | 危险后果 | 原因分析 | 现有控制 措施 | 风险评价 (R=L×S) | | | 风险 等级 | 管控 级别 | 建议改正/控 制措施 |
|----|----------------|--|-------------------|-----------------|------------|-----------------|---|----|----------|----------|-----------------------|
| | | | | | | L | S | R | | | |
| 1 | 加热炉平台 护栏 | 护栏损坏腐蚀； 固定松动； 外漆脱落 | 造成人员 高空坠落 | 检查不到位； 维护不及时 | 三级定期 检查 | 2 | 5 | 10 | 一般 | 部门级 | 定期检查,发 现问题及时 处理 |
| 2 | 加热炉平台 板 | 平台板开裂、无腐蚀 减薄； 固定松动； 外漆脱落 | 造成人员 高空坠落 | 检查不到位； 维护不及时 | 三级定期 检查 | 2 | 5 | 10 | 一般 | 部门级 | 定期检查,发 现问题及时 处理 |
| 3 | 加热炉平台 接地线 | 接地线脱落； 连接不规范 | 着火爆炸 | 检查不到位； 维护不及时 | 三级定期 检查 | 2 | 3 | 6 | 低 | 车间级 | 定期检查,发 现问题及时 处理 |
| 4 | 加热炉平台 卫生 | 杂物和废旧物品堆积 | 造成人员 碰伤 | 检查不到位； 维护不及时 | 三级定期 检查 | 2 | 2 | 4 | 低 | 车间级 | 定期检查,发 现问题及时 处理 |
| 5 | 加热炉平台 支撑和支座 | 支撑或支座固定松 动；有严重裂纹； 基础有不均匀下沉； 紧固螺栓松动或缺失 | 人员受 伤，着火 爆炸 | 检查不到位； 维护不及时 | 三级定期 检查 | 2 | 3 | 6 | 低 | 车间级 | 定期检查,发 现问题及时 处理 |
| 6 | 炉体保温 | 保温破损 | 热量损 失，能耗 增加 | 检查不到位； 维护不及时 | 三级定期 检查 | 2 | 3 | 6 | 低 | 车间级 | 定期检查,发 现问题及时 处理 |

分析人：

日期：

审核人：

日期：

审定人：

日期：

注1：依据特种设备台账，按照危险源分类标准划分为若干危险源，对照安全检查表每个危险源分析潜在的危害。

注2：既要分析设备设施表面看得见的危害，又要分析设备设施内部隐藏的内部构件和工艺的危害。

注3：对设备设施进行危害识别时，应遵循一定的顺序。对于一个具体的设备设施，可以按照系统一个一个的检查，或按照部位顺序，从上到下、从左到右或从前到后均可。

注4：检查项目列出后，按照标准要求，进行危险事件描述。事件可考虑可能或已经存在的特种设备故障、作业人员失误以及外部的破坏等。标准可以是法律法规的规定，也可以是行业规范、标准、本单位的有关操作规程、工艺规程或工艺卡片的规定。

注5：检查项目应该全面，检查内容应该细致，达不到标准就是一种潜在危害。

注6：识别设备设施的现有安全控制措施是否有效可行。可以从工程控制、管理措施和个体防护各方面考虑。如果这些控制措施不足以控制此项风险，应提出建议的控制措施。

注7：风险点名称按照《风险点登记台账》（见表A.1、表A.2）进行填写；检查项目（危险源）名称参照附录C填写；分析人为实际填表人，审核人为特种设备安全管理员，审定人为特种设备安全管理负责人。

附录 C

(资料性)

特种设备常见风险分析指南

表 C.1 锅炉常见风险分析表

| 危险源 | 事件描述 | 原因分析 | |
|---------------|-------------------------------|--|--|
| 部件、部位 | 汽包 | 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 | |
| | | 焊接质量差，缺陷发展引起泄漏爆炸 | |
| | | 管孔冲刷减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸 | |
| | | 腐蚀减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸 | |
| | | 积垢造成材料过热，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 | |
| | | 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 |
| | 缺水引起爆炸 | 缺水后材料失效或突然进水，引起爆炸 | |
| | 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 | 材料疲劳，引起泄漏爆炸 |
| | | | 焊接质量差，缺陷发展引起泄漏、爆炸 |
| | | | 管孔冲刷减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸 |
| | | 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 |
| | 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 | 焊接质量差，缺陷发展引起泄漏、爆炸 |
| | | | 腐蚀减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸 |
| | | | 磨损减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸 |
| | | 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 |
| | 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 | 积垢造成材料过热，引起泄漏爆炸 |
| | | | 焊接质量差，缺陷发展引起泄漏、爆炸 |
| | | | 超温、氧化，使材料失效，引起泄漏、爆炸 |
| | | | 腐蚀减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸 |
| 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 | |
| 缺水引起爆炸 | 缺水后材料失效或突然进水，引起爆炸 | | |
| 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 | |
| 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 | |
| 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 | |
| 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 | |

表 C.1 (续)

| 危险源 | 事件描述 | 原因分析 | 危险源 |
|--|-------------------|--|----------------------------------|
| 部件、部位 | 集箱 | 材料失效引起 泄 漏、爆炸 | 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 |
| | | | 焊接质量差，缺陷发展引起泄漏爆炸 |
| | | | 超温、氧化，使材料失效，引起泄漏、爆炸 |
| | | | 管孔冲刷减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸 |
| | | | 腐蚀减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸 |
| | | | 积垢造成材料过热，引起泄漏爆炸 |
| | | 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 |
| | 缺水引起爆炸 | 缺水后材料失效或突然进水，引起爆炸 | |
| | 减温器 | 材料失效引起 泄 漏、爆炸 | 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 |
| | | | 焊接质量差，缺陷发展引起泄漏爆炸 |
| | | | 超温、氧化，使材料失效，引起泄漏、爆炸 |
| | | | 腐蚀减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸 |
| | | 喷水管部位热疲劳使材料失效，引起泄漏、爆炸 | |
| | 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 | |
| | 下降管 | 材料失效引起 泄 漏、爆炸 | 焊接质量差，缺陷发展引起泄漏爆炸 |
| | | | 腐蚀减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸 |
| | | 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 |
| | 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 |
| | 锅炉范围内管 道及连接管道 | 材料失效引起 泄 漏、爆炸 | 未按规定启动锅炉，使管道造成水冲击，引起泄漏、爆炸 |
| | | | 焊接质量差，缺陷发展引起泄漏爆炸 |
| | | | 超温、氧化，使材料失效，引起泄漏、爆炸 |
| | | | 腐蚀减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸 |
| | | | 支吊架失效，引起管道泄漏爆炸 |
| | | 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 |
| | | | 较高压力管道蒸汽窜到较低压力的管道，使低压侧的管道超压，引起爆炸 |
| | | 泄 漏 | 阀门腐蚀穿孔，使水、汽泄漏 |
| | | | 法兰垫片失效，使水、汽泄漏 |
| | | 水冲击引起泄 漏、爆炸 | 锅炉启动前蒸汽管道未进行暖管、疏水 |
| | | | 锅炉送汽时，主汽阀开启过快或过大 |
| | | | 锅炉负荷增加太快，造成蒸汽流速过快而蒸汽带水 |
| | | | 锅水水质低劣而发生汽水共腾，造成蒸汽带水 |
| | 锅炉发生满水现象，锅水进入蒸汽管道 | | |
| 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 | | | |
| 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 | |
| 分汽（水）缸 | 材料失效引起 泄 漏、爆炸 | 焊接质量差，缺陷发展引起泄漏爆炸 | |
| | | 腐蚀减薄，不能满足强度要求，引起泄漏爆炸 | |
| | 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 | |
| 炉膛 | 点火引起爆炸 | 未装设点火程序控制与熄火保护装置 | |
| | | 点火程序控制与熄火保护装置失效 | |
| | | 未装设炉膛高低压力连锁保护装置或失效 | |
| | | 防爆门失效；引起炉膛爆炸 | |

表 C.1 (续)

| 危险源 | 事件描述 | 原因分析 | 危险源 |
|-------|-------------|--|---|
| 部件、部位 | 炉膛 | 炉膛超压引起爆炸 | 几台锅炉共用一个总烟道时，烟道挡限位装置失效，挡板关闭，使炉膛内压力升高，发生炉膛爆炸 |
| | | 炉膛爆炸 | 全部引风机跳闸时，未自动切断全部送风和燃料供应 |
| | | | 全部送风机跳闸时，未自动切断全部燃料供应 |
| | | | 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 |
| | | | 燃油及其雾化工质的压力、燃气压力低于规定值时，未自动切断燃油或燃气供应 |
| | | 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，导致炉膛爆炸 | |
| | 水位表 | 爆炸、伤人 | 防护罩损坏，水位表玻璃管爆裂；水位表云母片损坏失效 |
| | 钢立柱、梁 | 倾覆 | 焊接质量差，缺陷发展，使立柱、梁承载能力下降，引起锅炉倾覆 |
| | | | 立柱、梁表面腐蚀，使立柱、梁承载能力下降，引起锅炉倾覆 |
| 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 | |
| | 汽化引起爆炸 | 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 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 | |
| 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水，使锅炉缺水或超压 | |
| | 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 | |
| | 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 | |
| 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 | |
| 水压试验 | 泄漏至人伤亡 | 受压部件有缺陷至承压能力下降 | |

表 C.2 固定式压力容器常见风险分析

| 危险源 | 事件描述 | 原因分析 |
|------------------------------------|------|---|
| 设备本体 | 泄漏 | 外壁腐蚀减薄穿孔（保温层下） |
| | | 腐蚀减薄穿孔（内壁，内衬） |
| | | 本体（母材、焊缝）开裂或穿孔导致介质泄漏 |
| | | 石墨化导致材料性能劣化，最终产生裂纹 |
| | | 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 |
| | | 开停车期间因回火脆化导致开裂泄漏 |
| | | 不锈钢高温脆化导致开裂 |
| | | 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 |
| | | 容器发生低应力脆断 |
| | | 蠕变脆性断裂 |
| | | 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 |
| | | 热冲击，热疲劳开裂的一种，表面产生裂纹开裂 |
| | | 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 |
| | | 在交变应力的作用下，疲劳可能会导致材料的断裂 |
| | | 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 |
| | | 电化学腐蚀导致腐蚀穿孔泄漏 |
| | | 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 |
| | | 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 |
| | | 二氧化碳腐蚀，大量的碳酸会导致碳钢形成腐蚀凹坑 |
| | | 微生物诱发腐蚀 |
| | | 土壤腐蚀，紧贴地面的容器的底部容易发生土壤腐蚀 |
| | | 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 |
| | | 碳钢和其他合金在高温下同硫发生反应而导致的腐蚀 |
| | | 氯化物的应力腐蚀，产生应力腐蚀裂纹 |
| | | 氢氧化钠应力腐蚀破坏 |
| | | 氨的应力腐蚀破坏 |
| | | 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 |
| | | 排空管或排液管阀门被意外打开或失效 |
| | | 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 |
| | | 换热器开停车频繁或温差大，导致管板与管子胀焊口泄漏 |
| 换热器管束严重腐蚀泄漏 | | |
| 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 | | |
| 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 | | |
| 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 |
| | | 法兰面被腐蚀 |
| | | 容器发生沉降，支撑腐蚀变形等，导致接管法兰处泄漏 |
| | | 接管法兰密封失效 |

表 C.2 (续)

| 危险源 | 事件描述 | 原因分析 |
|----------------|------|--------------------|
| 接管法兰 (容器部位) | 泄漏 | 螺栓长度不足、数量不足、紧固方式错误 |
| | | 螺栓断裂, 导致法兰泄漏 |
| 介质 | 燃烧 | 可燃介质泄漏后遇到火源 |
| | 中毒 | 毒性为极度、高度、中度介质泄漏 |
| | 爆炸 | 可燃介质泄漏后遇到火源 |

表 C.3 移动式压力容器常见风险分析

| 危险源 | 事件描述 | 原因分析 |
|-------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 设备本体 | 泄漏 | 本体（母材、焊缝、瓶体）开裂导致介质泄漏 |
| | | 密封失效 |
| | | 瓶体转动 |
| | 燃烧 | 可燃介质泄漏后遇到火源 |
| | 中毒 | 毒性为极度、高度介质泄漏 |
| | 爆炸 | 超压、错装（低压车装高压介质） |
| 可燃介质泄漏后遇到火源 | | |
| 真空层失效 | | |
| 管路 | 泄漏 | 外力撞击 |
| | | 连接失效 |
| | | 装卸软管折弯、重物压伤导致装卸管爆裂 |
| | | 安全泄放装置异常动作 |
| 部件、部位动力气源 | 泄漏 | 安全泄放装置排放超装导致 |
| | | 装卸管路紧急切断阀、装卸阀、盲法兰的密封失效 |
| | 氮封失效 | 气瓶内压力不足 |
| 装卸作业 | 泄漏 | 装卸用管失效 |
| | | 装卸管密封圈失效 |
| | | 装卸用管拉断 |
| | | 装卸用管脱钩 |
| | | 接口连接失效 |
| | | 手动阀门被冰封住，无法操作关闭 |
| | | 充装完毕，装卸管未脱钩，发动汽车导致管路拉断，介质泄漏 |
| | 燃烧 | 可燃介质泄漏后遇到火源 |
| | | 介质混装不相容 |
| | | 氧气放空或泄漏 |
| | 闪爆 | 静电接地线断裂或接触不良导致 |
| | | 错装导致介质不相容、超装等 |
| 超装 | 影响运输过程安全和罐体本体安全 | |
| 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 | |
| 冲击受伤 | 泄液软管带压操作，残余的气液没有排净 | |
| 冻伤 | 防护不当导致冻伤 | |
| 运输 | 管路泄漏 | 运输过程中被追尾，导致管路泄漏 |
| | 安全阀破裂 | 外力碰撞 |
| | 燃烧 | 刹车引起轮胎燃烧，危及罐体安全 |
| | 轮胎冷脆 | 冷冻液体飞溅到轮胎，造成橡胶冷脆 |
| 停放 | 塌垛 | 堆码超过限重要求 |

表 C.4 气瓶常见风险分析

| 危险源 | 事件描述 | 原因分析 |
|-------|-----------------------------|--|
| 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 |
| 瓶阀 | 瓶阀失效，引起泄漏 | 瓶阀无法开启，或者瓶阀零部件损伤，导致瓶阀泄漏 |
| 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 |
| 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、瓶阀沾染油脂或其他可燃物，引起化学性超压爆炸 |
| | | 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 |
| | | 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 |
| | | 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 |
| | | 易燃、可燃气体遇火花，引起爆炸 |
| | | 充装时异常升温，引起化学性爆炸 |
| | 物理性超压爆炸 | 气体充装流量过大，引起物理性爆炸 |
| | | 超压充装，导致气瓶爆炸 |
| | | 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 |
| | | 乙炔分子碰撞，导致物理性超压爆炸 |
| | 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 |
| | | 低温液化气体未气化直接充到气瓶中，致使气瓶本体材料脆性失效，引起泄漏 |
| | | 充装或充装后，瓶阀或瓶口连接密封失效，导致泄漏 |
| 气瓶充装站 | 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 |
| | 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） |
| | 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 |
| | 消防设施和消防措施不到位，引发的伤人事故或财产损失 | 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 |
| | 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 |
| | 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 |
| | 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 |

表 C.4 (续)

| 危险源 | 事件描述 | 原因分析 |
|-----------------|------------------------|---------------------------------------|
| 气瓶充装站 | 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 |
| | 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 |
| | 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 |
| | 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、位器装置等不符合要求，引发事故 |
| | 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 |
| | 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 |
| | 毒性气体充装不当，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 |
| | 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 |
| | 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 |
| | 助燃介质充装不当，引发爆炸 | 静电引发爆炸事故 |
| | 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 |
| 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 | |

表 C.5 氧舱常见风险分析

| 危险源 | | 事件描述 | 原因分析 |
|-------|-------------|------------------|----------------------------|
| 设备本体 | 舱体 | 燃烧 | 舱内物料变化 |
| | | 快速降压 | 观察窗有机玻璃破损，舱门密封圈老化、损坏 |
| | | 静电、触电伤害 | 接地线断开 |
| | | 无法应急排气 | 应急排气阀门锈蚀致无法正常开启 |
| 部件、部位 | 供、排氧系统 | 燃烧 | 供、排氧气管路泄漏 |
| | 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 |
| | 安全附件及安全保护装置 | 超压、安全联锁装置失效伤人 | 安全阀异常、快开门安全联锁装置失效 |
| | 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 |
| 治疗过程 | —— | 燃烧 | 氧气遇油脂、静电自燃 |

表 C.6 工业管道常见风险分析

| 危险源 | 事件描述 | 原因分析 |
|--------------|-----------------------|------------------------------------|
| 设备本体 | 泄漏 | 防腐层破损，外表面腐蚀穿孔，异常结霜、结露等 |
| | | 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 |
| | | 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 |
| | | 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 |
| | | 蠕变超标 |
| | (超压、设计) 异常振动、 撞击 | 工艺参数（压力、流量等）超出允许范围 |
| | | 管道堵塞 |
| | | 管道与相邻构件之间相互碰撞、摩擦 |
| | | 管道和机器产生共振，导致管道异常振动 |
| | (超压) 爆炸 | 工艺参数（压力、流量等）超出允许范围 |
| 管道堵塞 | | |
| (刚度不足) 管道变形 | 支吊架布置不合理，间距过大 | |
| 管道拉脱，翘曲，结构损坏 | 支吊架破损、脱落 | |
| 法兰 | 泄漏 | 垫片老化、变形、锈蚀 |
| | | 螺栓等紧固件松动、腐蚀或脱落 |
| 法兰刚度不足产生翘曲 | | |
| (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 | |
| 阀门 | 泄漏 | 阀门表面腐蚀、表面裂纹、螺栓松动或脱落 |
| | | 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 |
| | | 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 |
| | | 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 |
| 阻火器 | 爆燃 | 方向错误、未及时校验、锈蚀、破损、失效等导致无法及时启动 |
| 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 |
| | | 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 |
| | | 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 |
| | | 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 |

表 C.6 (续)

| 危险源 | 事件描述 | 原因分析 |
|---|----------------------|---|
| 紧急切断阀 | 泄漏 | 紧急切断阀泄漏 |
| | 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 |
| 仪表（压力表、温度计） | 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 |
| 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 |
| 管道标识或标志 | 标识、标志缺失，混乱 | 无标识，流向标志等 |
| | | 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 |
| 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 |
| | 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 管道路面标识标示丢失、破损、错漏 |
| | 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 |
| 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 |
| | 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 |
| 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 |
| | 中毒 | 有毒介质管道现场无泄漏探测装置 |
| | 爆炸 | 氢气管道及其阀门和水封装置冻结时，采用明火烘烤 |
| | 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 |
| | 管道变形泄漏 | 在埋地管道上方和巡查便道上行驶重型车辆 |
| | | 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 |
| 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 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 | | |
| 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 |
| | | 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 |
| | 坠落、触电伤害 | 检维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 |
| | 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 |
| 电焊时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，带压运行 | | |
| 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 |
| 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 |

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/275121324030012011>