

中华人民共和国国家标准

GB/T 42605—2023

移动式压力容器修理导则

Guidelines for repair of transportable pressure equipment

2023-05-23 发布

2023-05-23 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	2
5 修理前处理要求	2
6 修理方法	3
6.1 焊接修理	3
6.2 矫形	3
6.3 更换承压部件	4
6.4 瓶口螺纹切削加工	6
6.5 绝热性能修复	7
6.6 打磨	9
7 文件管理	10
附录 A (资料性) 典型缺陷的推荐修理方法	11
附录 B (资料性) 铁路罐车附件修理	12
B.1 押运间	12
B.2 外扶梯、车顶操作平台、安全护栏	12
B.3 阀盖	12
B.4 人孔盖	12
附录 C (资料性) 汽车罐车、罐式集装箱附件修理	14
C.1 防波板	14
C.2 装卸软管	14
C.3 快装接头	14
C.4 操作箱	14
C.5 自增压汽化器	14
C.6 外壳防爆装置	15
C.7 罐体顶部安全阀的防护装置	15
C.8 支座	15
C.9 罐体侧面防护装置	15
C.10 罐体后下部防护装置	17
C.11 框架	17
C.12 遮阳装置	18

附录 D (资料性) 长管拖车、管束式集装箱附件修理	19
D.1 端塞	19
D.2 框架	19
D.3 捆绑带	19
D.4 易熔合金塞	19
参考文献	20

前 言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)提出并归口。

本文件起草单位：中国特种设备检测研究院、新兴能源装备股份有限公司、中车长江车辆有限公司、常州蓝翼飞机装备制造有限公司、张家港中集圣达因低温装备有限公司、石家庄安瑞科气体机械有限公司、荆门宏图特种飞行器制造有限公司、广东省特种设备检测研究院、广东省特种设备检测研究院中山检测院、中特检验集团有限公司、浙江大学。

本文件主要起草人：薄柯、赵继瑞、李军、崔闻天、管坚、朱建斗、何远新、魏东琦、鹿倩、夏全、李军旺、费锦华、刘素峰、李蔚、卢黎明、黄钧、徐光明、花争立、王红霞、康昊源、郭璟倩。

移动式压力容器修理导则

1 范围

本文件规定了移动式压力容器罐体、气瓶、管路和装卸附件的修理方法、修理后的检测与试验和修理报告等要求。

本文件适用于铁路罐车、汽车罐车、罐式集装箱、长管拖车和管束式集装箱的罐体、气瓶、管路和装卸附件的修理。

本文件不适用于：

- a) 正常运输使用过程中罐体工作压力小于 0.1 MPa(包括在装卸介质中瞬时承受压力大于或等于 0.1 MPa)的移动式压力容器的修理；
- b) 罐体或者气瓶为非金属材料制造的移动式压力容器的修理；
- c) 移动式压力容器走行装置部件的修理；
- d) 移动式压力容器附属车载燃料、车载动力气瓶的修理；
- e) 移动式压力容器的改造。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 1031 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB/T 3375 焊接术语
- GB/T 30583 承压设备焊后热处理规程
- GB/T 42595 承压设备修理基本要求
- GB/T 42606 固定式压力容器修理导则
- NB/T 47013.2—2015 承压设备无损检测 第 2 部分:射线检测
- NB/T 47013.3—2015 承压设备无损检测 第 3 部分:超声检测
- NB/T 47013.4—2015 承压设备无损检测 第 4 部分:磁粉检测
- NB/T 47013.5—2015 承压设备无损检测 第 5 部分:渗透检测
- NB/T 47013.11—2015 承压设备无损检测 第 11 部分:X 射线数字成像检测
- NB/T 47013.14—2016 承压设备无损检测 第 14 部分:X 射线计算机辅助成像检测
- NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
- NB/T 47015 压力容器焊接规程
- NB/T 47018(所有部分) 承压设备用焊接材料订货技术条件

3 术语和定义

GB/T 3375 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

挖补 **flaw excavation and weld repair**

采用机加工或热加工方法去除部件缺陷部位后,将补板焊接于缺口位置的修理方法。

4 一般规定

4.1 移动式压力容器修理除满足本文件规定外,修理过程中的各方职责、人员要求、修理工作流程、文件管理等要求还应满足 GB/T 42595 的规定。

4.2 移动式压力容器修理后,应使其强度、刚度等安全性能符合相应产品标准的规定。

4.3 对于铁路罐车所做的任何修理工作,不影响其行驶性能,主要规定如下:

- a) 不应破坏车辆的动力学性能;
- b) 不应改变车辆与限界之间的关系、车辆重心高度;
- c) 不应影响转向架等受力装置产生破坏。

4.4 对于汽车罐车、罐式集装箱、长管拖车、管束式集装箱所做的任何修理工作,不影响其行驶性能,主要规定如下:

- a) 不应上装对定型底盘或半挂车走行装置造成集中载荷;
- b) 不应改变原来的轴荷分配;
- c) 不应影响原车的侧倾稳定角及驻车稳定角;
- d) 不应影响整车的制动性能。

4.5 对于以下几种情况的铁路罐车,不应进行修理:

- a) 发生大量泄漏、倾覆、爆炸等重大事故的铁路罐车;
- b) 罐体内外表面严重腐蚀、实际壁厚小于计算厚度的铁路罐车;
- c) 因交通事故造成罐体变形、破裂、表面严重损伤或经技术鉴定无修复价值的铁路罐车。

4.6 本文件规定的修理方法包括挖补、补焊、堆焊、矫形、更换承压部件等,针对的缺陷包括罐体腐蚀、焊接裂纹、凹陷变形等,具体见附录 A。

4.7 除正文中规定的修理方法外,移动式压力容器其他组件的修理可参考附录 B~附录 D 进行。铁路罐车附件的修理见附录 B,汽车罐车、罐式集装箱附件的修理见附录 C,长管拖车、管束式集装箱附件的修理见附录 D。

4.8 奥氏体不锈钢和铝及铝合金制移动式压力容器修理时不应发生铁离子污染。

4.9 移动式压力容器内部检查及修理作业时应使用电压不高于 24 V 的防爆安全灯具。

4.10 动火作业及进入罐体内部前应办理相应的动火作业手续,经修理单位安全技术负责人批准后方可进行。

4.11 人员进入罐内或动火作业都应有指定人员进行监护。

4.12 各类焊接工艺应按 NB/T 47014 评定合格,焊接规程应符合 NB/T 47015 的规定,焊材应符合 NB/T 47018(所有部分)的规定。焊后热处理按 GB/T 30583 执行,当使用回火焊道技术时,应经修理单位技术负责人批准。

4.13 移动式压力容器不应带压修理。

5 修理前处理要求

5.1 修理前,修理单位应充分评估残余介质对修理作业的影响。残余介质对修理安全有影响的移动式压力容器,应按照原设计文件规定的方法和要求进行置换、中和、消毒或者清洗等处理,处理后取样分析,取样分析的间隔时间和分析结果应符合相关规范、标准的规定。

5.2 充装易燃、易爆、助燃、有毒或者窒息性介质的移动式压力容器,需要进入罐体内部进行修理的,应进行置换、中和等处理。充装易燃、易爆、助燃介质的移动式压力容器,置换一般采用氮气。严禁用空气进行置换处理。

5.3 置换合格指标除应满足原设计文件规定外,还满足以下要求:

- a) 盛装液氧介质的罐体,置换后氧含量应低于 21%;
- b) 盛装易爆介质的罐体,当盛装介质的爆炸下限大于或等于 4%时,置换后易爆介质浓度应小于或等于 0.5%(体积分数);当盛装介质的爆炸下限小于 4%时,置换后易爆介质浓度应小于或等于 0.2%(体积分数)。

5.4 置换应在空旷、通风良好的区域进行,置换的尾气不应聚集或被作业人员吸入。

5.5 进入罐体内部进行修理的移动式压力容器,在人孔或者检查孔打开后,应清除可能滞留的易燃、易爆、有毒、有害的残留气体或者液体,罐体内部的气体含氧量应高于 19.5%;必要时还应配备通风、监控和安全救护等设备设施。

6 修理方法

6.1 焊接修理

6.1.1 总则

焊接修理方法分为挖补、补焊和堆焊。

6.1.2 适用性

6.1.2.1 挖补修理方法适用于真空绝热罐体外壳母材表面裂纹的修理。

6.1.2.2 补焊修理方法适用于罐体焊缝、真空绝热罐体外壳母材表面裂纹、管路和管座焊缝的修理。

6.1.2.3 堆焊修理方法适用于罐体内部耐蚀层(堆焊层或复合板)减薄的修理。

6.1.2.4 补焊和堆焊不适用于罐体母材减薄和气瓶的修理。

6.1.3 技术要求

6.1.3.1 挖补

6.1.3.1.1 对真空绝热罐体外壳母材表面裂纹部位进行挖补时,补板应采用全焊透形式。

6.1.3.1.2 挖补的技术要求应符合 GB/T 42606 的规定。

6.1.3.2 补焊和堆焊

补焊和堆焊的技术要求应符合 GB/T 42606 的规定。

6.1.4 检测与试验

6.1.4.1 焊接修理后,修理部位应进行无损检测,无损检测技术要求应符合原设计文件的相关要求。

6.1.4.2 罐体受压元件、管路补焊深度大于实测厚度的二分之一,应进行耐压试验。

6.2 矫形

6.2.1 适用性

6.2.1.1 本方法适用于以下缺陷的修理:

- a) 由于机械冲击导致的罐体局部凹陷变形;

- b) 罐体不圆度超标；
- c) 由于机械冲击导致的管路变形。

6.2.1.2 本方法不适用于因火焰灼烧导致的承压部件失稳变形的修理。

6.2.1.3 应变强化的罐体、罐体封头直边部位和气瓶瓶体不允许采用矫形方法修理。

6.2.1.4 深度大于 60 mm 或底部直径小于 5 倍罐体母材壁厚的凹陷,不宜采用矫形修理方法。如采用矫形修理方法应通过技术评审,且经修理单位技术负责人批准。

6.2.2 施工要求

6.2.2.1 对于不锈钢和铝及铝合金制罐体,矫形时要采取防护措施,不应与碳钢接触。

6.2.2.2 矫形前应先测量变形处的壁厚,壁厚满足设计标准要求方可进行矫形修理。变形部位宏观检查有怀疑时应进行表面检测,不应存在裂纹等在矫形过程中产生撕裂的隐患。

6.2.2.3 矫形时应将罐体或管路水平放置,变形位置朝上,在罐体内、外表面或管路外表面用顶升装置在变形位置上加压。为防止罐体与顶升装置接触点鼓包,可在罐体与顶升装置接触点之间放置钢板以扩大接触面。变形部位逐渐恢复至原形状,在变形区域反复矫形不应超过 3 次。

6.2.2.4 对于真空绝热罐体外壳,宜在真空释放后进行矫形修理。

6.2.2.5 加热矫形时,应对变形区域均匀加热,并用测温仪器监控加热温度。对于奥氏体不锈钢,加热温度应控制在 300 °C 下。对于碳钢、低合金钢,加热温度应控制在 400 °C 下。

6.2.2.6 火焰加热时,应移动加热火焰,使热矫形部位受热均匀。

6.2.3 检测与试验

6.2.3.1 矫形完成后,用样板检查矫形部位的不圆度。不圆度应符合原设计文件及产品标准要求。

6.2.3.2 矫形修复后的受压元件实测最小厚度应小于或等于原设计计算厚度。

6.2.3.3 对矫形部位的焊接接头进行磁粉检测或渗透检测、射线检测或超声检测,对矫形部位的母材进行磁粉检测或渗透检测。

6.2.3.4 射线检测应按 NB/T 47013.2—2015、NB/T 47013.11—2015 或 NB/T 47013.14—2016 的规定执行,检测技术等级不低于 AB 级,合格级别不低于 II 级。

6.2.3.5 超声检测应按 NB/T 47013.3—2015 的规定执行,检测技术等级不低于 B 级,合格级别为 I 级。

6.2.3.6 当采用射线检测和超声检测时,检测技术等级和合格级别按照各自执行的标准确定,且均应为合格。

6.2.3.7 对矫形部位的焊接接头的表面无损检测应采用磁粉检测或渗透检测。铁磁性材料焊接接头的表面无损检测应优先采用磁粉检测。

6.2.3.8 表面无损检测应按 NB/T 47013.4—2015 或 NB/T 47013.5—2015 的规定执行,磁粉检测或渗透检测合格级别均为 I 级。

6.2.3.9 除了充装冷冻液化气体的汽车罐车、罐式集装箱和铁路罐车的外壳,其他罐体均应按照原设计文件及相应产品标准要求进行了耐压试验。

6.3 更换承压部件

6.3.1 更换筒节、封头、接管

6.3.1.1 适用性

本方法适用于存在全面减薄、焊接接头大面积裂纹、严重变形等的设备承压部件修理。

6.3.1.2 材料要求

6.3.1.2.1 新更换的承压部件材料应与原承压部件材料牌号相同。

6.3.1.2.2 焊材选用应符合焊接工艺要求。

6.3.1.3 设计要求

6.3.1.3.1 应评估材料的相容性、可达到预期修理寿命的操作条件。

6.3.1.3.2 焊接接头、焊接接头系数和质量验收条件等应符合原设计文件的规定,如有变更应取得原设计单位书面同意。

6.3.1.4 施工要求

6.3.1.4.1 切割采用磨切、锯切、热切割等方法。采用热切割时应将影响焊接质量的表面层去掉。

6.3.1.4.2 更换的筒节、接管和承压部件中的焊接坡口可以通过热切割、碳弧气刨或机加工来制备,焊接坡口应满足产品标准要求。

6.3.1.4.3 坡口表面不应有裂纹、分层、夹杂等缺陷。

6.3.1.4.4 施焊前应清除坡口及其两侧母材表面至少 20 mm 范围内(以离坡口边缘的距离计)的氧化物、油污、熔渣等其他有害杂质。

6.3.1.4.5 所更换部件的预设置形状、尺寸应符合设计要求。

6.3.1.4.6 焊接工艺、焊接过程、焊后热处理应符合原设计文件的要求及相应标准的规定。

6.3.1.4.7 焊后热处理应符合 GB/T 30583 的规定。

6.3.1.5 检测与试验

6.3.1.5.1 产品标准有超声检测要求时,施焊前应对原筒体板材边缘和所更换板材剖口预定线进行 100% 超声检测。超声检测应按 NB/T 47013.3—2015 的规定执行,合格级别为 I 级。

6.3.1.5.2 修理部位对接接头应进行射线检测或超声检测。

6.3.1.5.3 所有焊缝完成焊接后应进行磁粉或渗透表面无损检测。

6.3.1.5.4 射线检测应按 NB/T 47013.2—2015 或 NB/T 47013.11—2015、NB/T 47013.14—2016 的规定执行,检测技术等级不低于 AB 级,合格级别不低于 II 级。超声检测应按 NB/T 47013.3—2015 的规定执行,检测技术等级不低于 B 级,合格级别为 I 级。

6.3.1.5.5 对接接头当采用射线检测和超声检测时,检测技术等级和合格级别按照各自执行的标准确定,且均应为合格。

6.3.1.5.6 焊接接头的表面无损检测应采用磁粉检测或渗透检测,铁磁性材料制罐体应优先采用磁粉检测。

6.3.1.5.7 表面无损检测应按 NB/T 47013.4—2015 或 NB/T 47013.5—2015 的规定执行,磁粉检测或渗透检测合格级别为 I 级。

6.3.1.5.8 耐压试验、泄漏试验的相关要求应符合原设计文件及相应产品标准的规定。

6.3.2 更换气瓶

6.3.2.1 适用性

本方法适用于对含有报废气瓶的长管拖车、管束式集装箱的修理。

6.3.2.2 材料要求

更换的气瓶应采用与原设计相同的材料。

6.3.2.3 设计要求

6.3.2.3.1 更换气瓶应符合原设计文件要求,应采用相同设计的合格气瓶,气瓶技术资料至少应包括产品合格证、批量检验质量证明书和特种设备制造监督检验证书。

6.3.2.3.2 气瓶的直线度应符合产品标准要求,气瓶长度终检位置处的最大挠度不应使气瓶相互直接接触。

6.3.2.3.3 更换的气瓶与其他气瓶的长度差应小于或等于 15 mm。

6.3.2.4 施工要求

气瓶组装前应进行静平衡测试,并对静平衡位置标记。气瓶应按静平衡标记进行组装,且重心位于气瓶轴线的正下方。

6.3.2.5 检测与试验

6.3.2.5.1 组装完成后应对整车进行气密性试验,试验压力为气瓶的公称工作压力。无泄漏为合格。

6.3.2.5.2 对气瓶进行充氮(气体置换),瓶内压力应为 0.05 MPa~0.1 MPa。含氧量应小于 3%且符合设计要求。

6.3.2.5.3 充装氢气介质的气瓶,置换后气瓶及管路的含氧量应小于 0.5%,且含水量小于或等于 50×10^{-6} (体积分数)。

6.4 瓶口螺纹切削加工

6.4.1 适用性

本方法适用于以下情况的修理:

- a) 气瓶瓶口外螺纹磨损或腐蚀严重,不能对气瓶进行有效固定;
- b) 气瓶瓶口内外螺纹存在拆卸损伤、裂纹等缺陷,应将缺陷彻底清除。

6.4.2 材料要求

衬环材料化学成分应与气瓶材质相近,其化学成分和力学性能应符合 GB/T 3077 的规定。

6.4.3 设计要求

6.4.3.1 瓶口螺纹应采用符合相关产品标准的螺纹。

6.4.3.2 在水压试验压力下螺纹剪切安全系数至少为 10,并且应至少啮合 6 圈完整螺纹。采用直螺纹时,螺纹剪切应力安全系数可参考原气瓶制造标准进行。

6.4.3.3 螺纹的加工精度应能满足气密性的需要。当采用公制直螺纹时,内/外螺纹精度宜为 6H/6g;采用英制 UN 直螺纹时,内/外螺纹精度宜为 2B/2A。

6.4.3.4 钢瓶瓶颈的厚度,自螺纹的根径计算,不应小于瓶体的设计厚度。

6.4.3.5 瓶口螺纹去除后的瓶颈厚度小于原设计瓶颈厚度时,应安装衬环。衬环的结构见图 1。

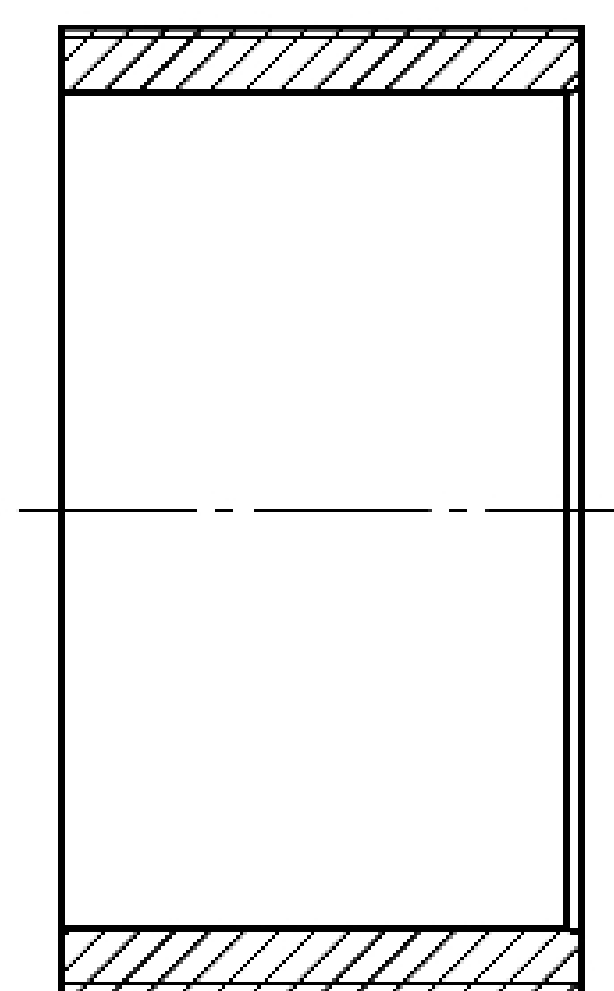


图 1 衬环结构

6.4.3.6 衬环内孔与气瓶瓶口应采用过盈配合。

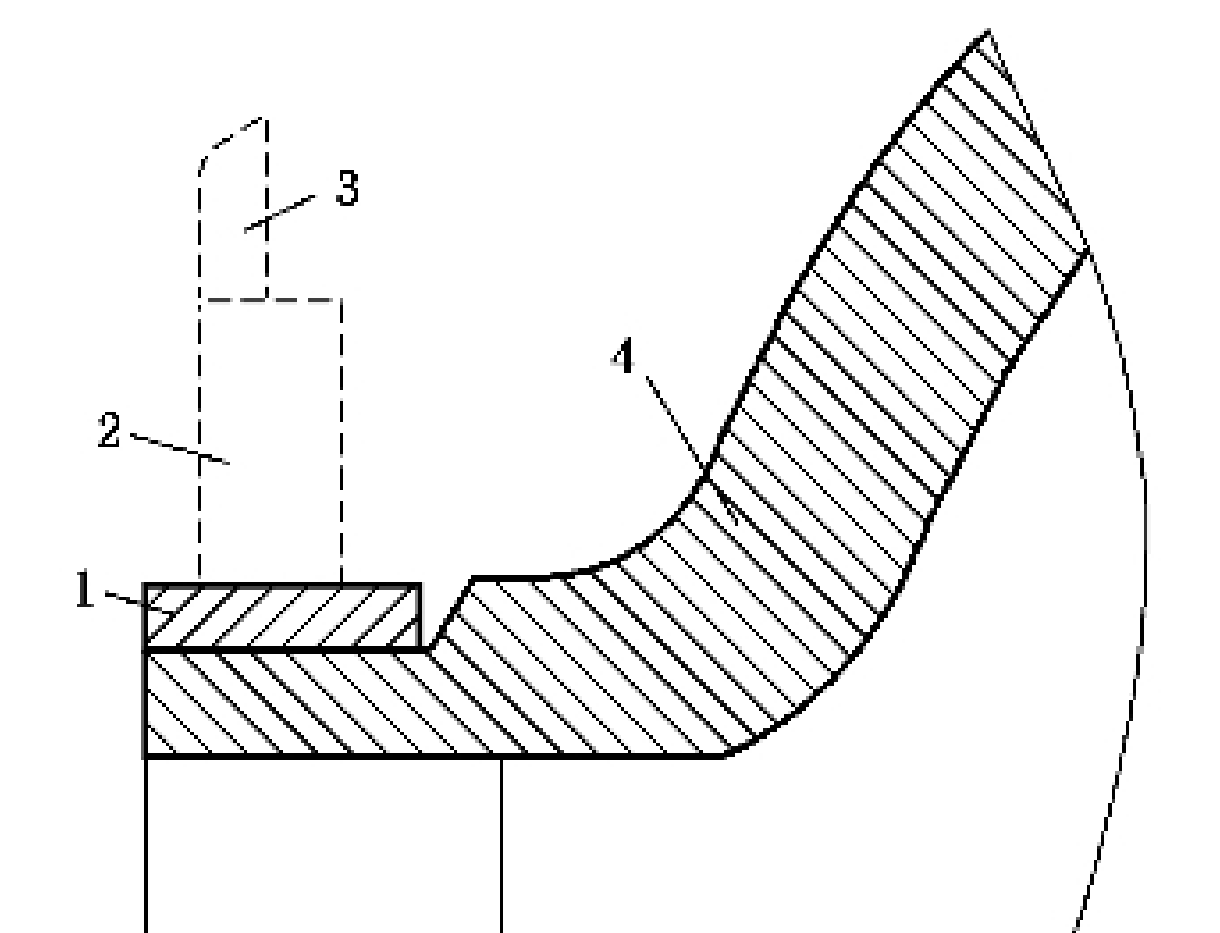
6.4.3.7 应采用有限元分析法对安装衬环的修理方案进行安全性评价。

6.4.4 施工要求

6.4.4.1 瓶口螺纹加工前,应将原有螺纹完全去除,确认加工表面无缺陷。瓶口外表面的表面粗糙度 Ra 不应大于 $6.3 \mu\text{m}$ 。表面粗糙度应采用中线制(轮廓法)评定,应符合 GB/T 1031 的规定。

6.4.4.2 衬环最终加热温度不应高于 $450 \text{ }^\circ\text{C}$ 。加热时应防止局部过热。

6.4.4.3 安装衬环时,衬环端面应与瓶口端面平齐,见图 2。



标引序号说明:

1——衬环;

2——法兰;

3——支撑端板;

4——气瓶。

图 2 衬环安装

6.4.5 试验与检测

6.4.5.1 瓶口外螺纹去除后,应对去除部位按 NB/T 47013.4—2015 的规定进行磁粉检测,合格级别为 I 级。

6.4.5.2 瓶口螺纹加工完后,瓶口螺纹采用相应的螺纹量规对螺纹进行尺寸及公差检查。

6.5 绝热性能修复

6.5.1 更换绝热材料

6.5.1.1 适用性

本方法适用于修理绝热层损坏后不满足真空绝热性能指标的真空绝热罐体。

6.5.1.2 材料要求

盛装介质为液氧、液氮、液氩时,应采用全阻燃材料。如原罐体采用非阻燃材料,更换时应改为全阻燃材料。

绝热材料应密封保存,使用前烘烤除气,烘烤温度不高于 150 °C。

6.5.1.3 设计要求

6.5.1.3.1 出现大面积跑冷情况时,应整体更换绝热材料。

6.5.1.3.2 出现局部跑冷时,可局部更换绝热材料。

6.5.1.3.3 局部缺陷返修导致绝热材料局部损坏时,缺陷修复完成后应对损坏的绝热层进行更换。

6.5.1.3.4 更换绝热材料后,罐体真空绝热性能不应低于原设计要求。

6.5.1.4 施工要求

6.5.1.4.1 整体更换绝热材料前,应将真空绝热罐体内外容器脱开,用干净的无纺布擦拭容器外壁及夹层管线,擦拭后的无纺布上不应含油迹和明显的黑迹。局部修复时,检查待修理区的破损情况,制定修理方案。

6.5.1.4.2 缠绕前,用干燥、无油的热空气或热氮气对内容器外壁及外管道等待修理区吹扫除气,吹扫完毕后方可缠绕新绝热材料。

6.5.1.4.3 缠绕的工作地和环境应清洁,相对湿度小于 40%。使用的工具都应经去除油脂及清洗处理,并吹干。

6.5.1.4.4 缠绕工艺应符合相关制造标准的要求,绝热层应包裹完整不遗漏。每个组合轴向、环向层间搭接处的距离应大于或等于 100 mm,不应在搭接处堆积。

6.5.1.4.5 内外容器套合过程中,不应擦伤、碰伤绝热层。局部更换绝热材料时,采用适当的方法将新、老绝热材料固定牢固,使后续使用时不脱落。新老绝热材料搭接长度不小于 30 mm。

6.5.1.4.6 套合完成后,按原设计结构完成外容器及配套附件的组装焊接工作。

6.5.1.5 检测与试验

6.5.1.5.1 焊接完成后,焊接接头的无损检测与原设计文件一致。

6.5.1.5.2 绝热层修理完成后,进行抽真空和氦质谱检漏。漏气速率、漏放气速率、封结真空度应符合原设计文件要求。

6.5.1.5.3 产品返修完工后,当合同双方技术协议中有规定时,可进行低温介质加注测试(进液测试),测试时外部壳体应无结露、结霜的现象。

6.5.2 更换吸附剂

6.5.2.1 适用性

本方法适用于吸附剂吸附量饱和、罐体真空绝热性能不符合要求的真空绝热罐体的修理。

6.5.2.2 材料要求

6.5.2.2.1 应选择与介质相容的吸附剂。液氧罐车和液氧罐式集装箱不应采用氧化钡、活性炭作为吸附剂。

6.5.2.2.2 吸附剂应密封保存,防止受潮失效;光敏性吸附剂材料应避光保存。

6.5.2.2.3 吸附剂使用前应充分活化处理。

6.5.2.3 设计要求

6.5.2.3.1 对于检漏无漏点且真空度不能保持的情况,应更换吸附剂。

6.5.2.3.2 吸附剂设计用量应满足 5 年真空设计使用年限。

6.5.2.4 施工要求

6.5.2.4.1 更换吸附剂前,罐内介质应彻底排净,用干燥氮气进行置换并进行复温处理,确认罐体的壁温高于露点温度。置换按第 5 章的规定执行。

6.5.2.4.2 夹层放空后,应从抽真空口缓慢通入干燥氮气,对夹层完全置换。置换过程控制流速,采取防超压措施,防止出现内胆失稳。

6.5.2.4.3 打开吸附剂填充口,按设计要求精确称量吸附剂,在更换过程中操作应佩戴清洁手套,尽量短时间完成充填操作。

6.5.2.4.4 应全部更换原有吸附剂。实际充填量不应少于设计要求。

6.5.2.5 检测

吸附剂更换完成后,应对夹层重新进行抽真空,夹层漏放气速率应符合产品标准要求。

6.5.3 重新抽真空

6.5.3.1 适用性

本方法适用于吸附剂吸附量饱和、罐体真空绝热性能不符合要求的真空绝热罐体的修理。

6.5.3.2 施工要求

6.5.3.2.1 泵组系统真空度应小于 0.005 Pa。

6.5.3.2.2 重新抽真空宜与 6.5.2 同步进行。

6.5.3.2.3 盛装介质时不宜补抽真空,且应采取安全保护措施,经修理单位安全技术负责人批准后方可进行。

6.5.3.3 检测

真空度达到出厂时指标,夹层漏放气速率应合格。

6.6 打磨

6.6.1 施工要求

6.6.1.1 打磨前准备工作要求:

- a) 设备内部介质为易燃、易爆,极度和高度毒性危害的,应在打磨前进行介质置换;
- b) 应彻底清理缺陷区域的污渍和有害物质;
- c) 应测量缺陷的纵向长度和缺陷处的剩余壁厚。

6.6.1.2 打磨宜使用角向磨光机和翼片砂轮,砂轮片目数不宜过低。

6.6.1.3 打磨时应控制力度,防止形成表面氧化。砂轮不应过载,以免砂轮失效带来安全隐患。

6.6.1.4 打磨时应防止砂轮过载导致打磨部分的母材局部温度过高,防止形成脆性未回火马氏体或致密的浅表裂纹。

6.6.1.5 奥氏体不锈钢表面应采用专用砂轮机以防止碳钢或低合金钢残余物污染导致表面腐蚀或点蚀。

6.6.2 检测

6.6.2.1 打磨后应对打磨区域进行 100%磁粉或渗透检测,按 NB/T 47013.4—2015 或 NB/T 47013.5—2015 的规定执行,合格级别均为 I 级。

6.6.2.2 应对打磨合格的区域进行壁厚测量,壁厚不应低于原设计要求。

6.6.2.3 应对打磨合格的区域进行外观、形状尺寸检查,外观、形状尺寸应符合原设计要求。

6.6.2.4 打磨区域与相邻区域应圆滑过渡。

7 文件管理

修理方案、修理记录、修理报告的内容应符合 GB/T 42595 的规定。

附 录 A
(资料性)
典型缺陷的推荐修理方法

典型缺陷修理方法选择见表 A.1。

表 A.1 典型缺陷修理方法选择

缺陷类型	挖补	补焊	堆焊	矫形	更换筒节、封头、接管	更换气瓶	瓶口螺纹切削加工	更换绝热材料	更换吸附剂	重新抽真空	打磨
1. 真空绝热罐体外壳母材表面裂纹	√	√	×	×	√	×	×	×	×	×	√
2. 罐体局部凹陷	×	×	×	√	√	×	×	×	×	×	×
3. 罐体不圆度超标	×	×	×	√	√	×	×	×	×	×	×
4. 罐体和管路焊接接头裂纹、焊缝表面损伤	×	√	×	×	√	×	×	×	×	×	√
5. 罐体支座母材变形、裂纹	×	√	×	×	×	×	×	×	×	×	√
6. 真空绝热罐体真空性能丧失	×	×	×	×	√	×	×	√	√	√	×
7. 罐体全面减薄	×	×	×	×	√	×	×	×	×	×	×
8. 罐体内部耐蚀层(堆焊层或复合板)减薄	×	×	√	×	×	×	×	×	×	×	×
9. 罐体焊缝局部减薄	×	×	×	×	√	×	×	×	×	×	×
10. 气瓶表面裂纹、皱折、机械损伤	×	×	×	×	×	√	×	×	×	×	√
11. 气瓶火焰损伤	×	×	×	×	×	√	×	×	×	×	×
12. 气瓶瓶口螺纹磨损	×	×	×	×	×	√	√	×	×	×	×
13. 管路、安全附件、装卸附件母材裂纹和机械损伤	×	×	×	×	√	×	×	×	×	×	√
注 1：“√”表示推荐的修理方法。 注 2：“×”表示不推荐的修理方法。											

附 录 B
(资料性)
铁路罐车附件修理

B.1 押运间

B.1.1 押运间的钢结构部分与底架螺栓连接部位一般分解检修。

B.1.2 各梁、柱、侧板、端板、顶板、地板、侧门板存在裂纹时进行焊接修理,腐蚀深度大于 30% 时进行挖补或更换,雨檐腐蚀、破损时进行更换,切式通风器进行分解检修。

B.1.3 修理后,侧墙、端墙、地板面对角线差小于或等于 6 mm,侧门框对角线差小于或等于 4 mm;侧板、端板平面度为 8 mm/m²,顶板平面度为 12 mm/m²。

B.1.4 防寒材料破损时一般进行更换,安装时分层、分段使用。

B.1.5 内衬板腐朽、脱胶或破损时一般进行更换,塑料贴面板破损时一般进行更换。

B.1.6 地板布更换时应满足以下要求:

- a) 组装木地板前,在防寒材表面铺一层油毡纸;
- b) 铺、钉地板布前涂防潮涂料。

B.1.7 车门、车窗分解检修时一般更换胶条,其他附件修理要求如下:

- a) 锁、折页、插销失效时一般进行修理或更换;
- b) 窗框木撑腐朽时一般进行更换,窗框压条、车窗防护栏杆腐蚀严重时一般进行更换;
- c) 修理后,侧门组成对角线差、横向或纵向弯曲度小于或等于 3 mm;侧门与门挡边下部间隙小于或等于 15 mm,其他部位小于或等于 5 mm;侧门与门框防风胶条接触严密;车窗与车窗边间隙上下及左右之和为 2 mm~4 mm;车门、车窗组装后配件齐全,开闭灵活。

B.1.8 押运间内设备损坏时修理或更换,丢失时补装。

B.2 外扶梯、车顶操作平台、安全护栏

B.2.1 扶梯等钢质配件弯曲、腐蚀严重、丢失、裂纹、破损时,进行矫形、焊接修理或更换。

B.2.2 扶梯修理后无松动,结构强度满足人员的正常操作和防护。

B.3 阀盖

阀盖出现裂纹、破损或存在其他缺陷无法修理时一般进行更换。

B.4 人孔盖

B.4.1 人孔盖局部腐蚀深度大于 30% 或密封不严时进行更换,球墨铸铁人孔盖存在裂纹时进行更换。

B.4.2 人孔盖橡胶密封垫更换时,密封垫材质符合设计文件要求。铅封装置齐全良好。

B.4.3 人孔盖折页轴采用 M(20~22)×(205~210)的螺栓组装,助开式人孔铰链板销符合原设计图样要求,组装后进行点焊固定。

B.4.4 修理后的人孔螺栓符合原设计文件要求。

B.4.5 装有密闭加排装置的铁路罐车进行水压试验前,原车人孔盖已安装完好。

B.4.6 人孔盖盖板、盖圈、下托板腐蚀、磨耗深度大于 30% 时进行更换。上盖圈腐蚀大于 1 mm 时更换,盖板及折页变形时采用矫形的方法进行修理,折页与盖板焊接接头开裂时参见 6.1 进行焊接修理。

B.4.7 人孔盖盖板、盖圈、盖板折页、人孔座存在裂纹时进行焊接修理,焊接形式采用双面焊。

B.4.8 人孔座各配件变形时采用矫形的方法进行修理。锁销支板、人孔盖支板及关盖定位杆腐蚀大于 3 mm 时更换。锁销磨耗大于 2 mm 时堆焊后磨平,键销断裂时更换。矫形后在不装用转轴时,人孔盖及人孔座中心线重合,同时两转轴中心线重合,锁销在不借助敲击的情况下安插到位。人孔盖开闭灵活,关闭严密。

附录 C

(资料性)

汽车罐车、罐式集装箱附件修理

C.1 防波板

C.1.1 螺栓连接处出现松动脱落,可通过更换螺栓、螺母重新紧固。更换螺栓、螺母时选用原材质及规格的螺栓、螺母。

C.1.2 防波板与罐体连接部位焊接接头存在裂纹等缺陷、打磨消除后且罐体打磨部位实测壁厚小于罐体设计厚度时采用补焊修理。

C.1.3 防波板出现裂纹且经打磨无法消除时更换防波板。

C.1.4 防波板固定用紧固件点焊固定出现松脱时重新点焊固定。

C.1.5 更换防波板时满足原设计文件要求。

C.2 装卸软管

C.2.1 装卸软管发生损坏时直接更换。

C.2.2 更换后装卸软管检验与试验项目见表 C.1。

表 C.1 装卸软管检验与试验

序号	检验与试验项目	检验与试验内容
1	外观检查	软管与介质接触部件无变形、破损、老化,软管无堵塞
2	结构检查	软管与两端接头的连接应牢固可靠,螺纹、快装接头应完好,快装接头手柄无缺失
3	耐压试验	试验压力为软管公称压力的 1.5 倍,保压时间不少于 5 min,降至工作压力时检查,无破裂、鼓包、永久变形和泄漏
4	气密性试验	试验压力为软管公称压力或工作压力,保压时间不少于 5 min,无泄漏。其中,装卸液化气体、冷冻液化气体和液体装卸软管的公称压力大于或等于装卸系统工作压力的 2 倍;装卸压缩气体装卸软管的公称压力大于或等于装卸系统工作压力的 1.3 倍

C.3 快装接头

发生开裂或滑口等较大缺陷时,更换相同材质和规格的快装接头。

C.4 操作箱

C.4.1 操作箱发生轻微变形的可通过矫形使之能开合自如。

C.4.2 出现严重变形且无法修理时进行更换。出现局部开裂可在不影响外观情况下在内侧补焊或焊接加强筋条。

C.5 自增压汽化器

C.5.1 连接处密封失效时可更换密封垫。

C.5.2 汽化器翅片局部破损泄漏,可通过补焊修理。修理完成后进行耐压试验,耐压试验压力为设计压力的 1.5 倍,出现较大面积破损泄漏时,更换相同材质、规格的汽化器。

C.6 外壳防爆装置

外壳防爆装置丧失功能时进行更换。新更换的外壳防爆装置与原外壳防爆装置型号、规格和功能相同。

C.7 罐体顶部安全阀的防护装置

C.7.1 防护装置存在变形时,宜拆卸后校正处理,使其不妨碍安全阀的拆装。

C.7.2 防护装置与主体焊接接头存在裂纹等缺陷时,参见 6.1 进行焊接接头返修。

C.7.3 紧固件存在裂纹等缺陷且无法修理时,更换紧固件。

C.7.4 连接板与主体的焊接接头发生失效且仅连接板无法重新焊接时,更换连接板;如仅防护装置严重损伤无法校正时,更换防护装置。

C.7.5 防护装置与主体焊接接头发生失效且与主体连接部位无法重新焊接时,更换防护装置。

C.8 支座

C.8.1 支座与垫板的焊接接头存在裂纹等缺陷时参见 6.1 进行焊接修理;如垫板母材已受损,对垫板母材受损部位去除缺陷后可参见 6.1 进行堆焊修理。支座与垫板的焊接接头发生失效且与垫板连接部位无法重新焊接时,更换支座。

C.8.2 垫板发生弯曲变形无法矫形时更换垫板,并参见 6.1 重新焊接。

C.9 罐体侧面防护装置

C.9.1 罐体侧面防护装置存在裂纹或断裂时可进行焊接修理。

C.9.2 尺寸不符合要求时更换。

C.9.3 罐体侧面防护装置修理后的检验与试验内容见表 C.2。

表 C.2 罐体侧面防护装置的检验与试验

序号	检验与试验项目	检验与试验内容
1	外表面的位置	侧面防护装置不增加车辆的总宽,外表面的主要部分位于距车辆最外沿以内小于或等于 150 mm 的位置,侧面防护装置沿车身方向的最后一段至少有 250 mm 不应位于距后轮胎最外侧向内大于 30 mm 的位置
2	外表面的形状	侧面防护装置的外表面应光滑,宜前后连续;相邻部件允许搭接,搭接的外露边沿应向后或向下;相邻部件沿纵向可留出小于或等于 25 mm 的间隙,后部不超出前部的外侧。圆头螺栓和铆钉以及光滑并倒圆的其他零件允许凸出外表面小于或等于 10 mm。凸出小于 5 mm 的部件,其朝外表面边缘应钝化
3	侧面防护装置结构	侧面防护装置可以是一个连续平面,或由一根或多根横杆构成,或是平面与横杆的组合物。平面和横杆的组合结构应形成一个实际连续的侧面防护装置。当采用横杆结构时,横杆间距小于或等于 300 mm,且截面高度为: a) 对 3.5 t 以上、12 t 以下的单车和 10 t 以下半挂车车辆大于或等于 50 mm; b) 对大于 12 t 的单车和大于 10 t 的半挂车车辆大于或等于 100 mm

表 C.2 罐体侧面防护装置的检验与试验（续）

序号	检验与试验项目	检验与试验内容
4	前缘结构	<p>前缘形状尺寸满足以下要求。</p> <p>a) 3.5 t 以上单车类:前缘处在最靠近其轮胎周向铅垂切面之后 300 mm 的范围内;若上述 300 mm 尺寸落在驾驶室区域内,则前缘与驾驶室围板的间隙小于或等于 100 mm。</p> <p>b) 牵引半挂车:前缘处在最靠近其轮胎周向铅垂切面之后 500 mm 的范围内。</p> <p>c) 半挂车:若安装有支撑装置,则前缘位于支撑装置的中心横截面后小于或等于 250 mm 处。前缘到牵引主销位于最后位置时的中心横截面的距离不超过 2 700 mm。</p> <p>d) 中置轴挂车:前缘位于第一轴中心横截面前面区域,但不超过车身的前端。</p> <p>e) 若前缘位于超过 25 mm 的开阔空间,则由一个连续的、贯穿其整个高度的垂直构件组成;对 3.5 t 以上、12 t 以下的单车和 10 t 以下半挂车辆,垂直构件的外侧面和前端面至少向后 50 mm、向内弯曲 100 mm,或侧面防护装置沿车身方向最前端应向内弯曲 100 mm 以上或有至少 50 mm 半径且四分之一以上圆弧状;对大于 12 t 的单车和大于 10 t 的半挂车辆,垂直构件的外侧面和前端面至少向后 100 mm、向内弯曲 100 mm,或最小半径是 100 mm,至少四分之一圆弧。</p> <p>f) 若前缘与驾驶室围板的间隙小于或等于 100 mm,则该条不适用。此时,前缘可向内弯成一个小于或等于 45° 的角度</p>
5	后缘结构	后缘处在最靠近其轮胎周向铅垂切面之前 300 mm 的范围内
6	前、后外伸长度	改变侧面防护装置材料的,侧面防护装置前、后外伸出长度不超过按表 C.2 中序号 9 进行试验时的圆形平压头中心与(纵横)连接件交叉点之间的距离;当存在多个以上距离时,不超过其中的最大者。未改变侧面防护装置材料的,前、后外伸长度符合原产品标准要求
7	下缘离地	侧面防护装置的下缘任何一点的离地高度不大于 550 mm
8	上缘距车辆上部构件的距离	<p>当切于轮胎外侧表面的铅垂平面与侧防护装置上部的车辆构件交割或接触,则上缘到该平面所交割或接触的车辆构件的距离小于或等于 350 mm;否则上缘的离地高度不小于 950 mm。</p> <p>当上述平面没有与车辆构件相交,则装置的上缘与载货台平台的平面持平或距离地面高度至少 950 mm,取两者较小者</p>
9	刚度	<p>侧面防护装置的刚度满足:</p> <p>a) 侧面防护装置应具有一定的刚度,固定牢靠(不因振动而松动);</p> <p>b) 用直径 220 mm±10 mm 圆形平压头施加 1 kN 静压力垂直作用于该装置外表面的各部分,产生的变形满足:最后 250 mm 一段内变形量小于或等于 30 mm 且其余部分变形量小于或等于 150 mm</p>
10	安装要求	在侧面防护装置上不应安装及固定制动元件、气体或液体的管路
11	安装位置	侧面防护装置在车辆侧面允许被设计成具有不同的安装位置。此时,具有可靠的方法以使其安装后在安装位置上不会随意移动,当调整其安装位置时施加的力不超过 400 N
12	危险货物运输车特殊要求	罐式危险货物运输车辆罐体上的管路和管路附件不超出车辆的侧面装置

C.10 罐体后下部防护装置

C.10.1 罐体后下部防护装置存在可矫形的变形、可补焊的局部开裂可参见 6.1 和 6.2 进行修理。

C.10.2 罐体后下部防护装置出现不能矫形的变形、贯穿截面的断裂时进行更换。

C.10.3 罐体后下部防护装置修理后的检验与试验内容见表 C.3。

表 C.3 罐体后下部防护装置检验与试验

序号	检验与试验项目	检验与试验内容
1	横向构件形状	后下部防护装置横向构件两端不应弯向车辆后方且无尖锐的外侧边缘。横向构件的外侧端应倒圆,其圆角半径大于或等于 2.5 mm。横向构件的截面高度满足以下要求: a) 对于 3.5 t 以上、12 t 以下的单车和 10 t 以下半挂车辆不小于 100 mm; b) 对于大于 12 t 的单车和大于 10 t 的半挂车辆不小于 120 mm
2	安装位置以及调节	后下部防护装置尽可能位于靠近车辆后部的位置。道路运输液体危险货物罐式车辆的后下部防护位于车辆最后端。若后下部防护装置具有不同的安装位置,则确认具有可靠的方法以使其安装后在安装位置上不会随意移动;当调整其安装位置时需要施加的力不超过 400 N
3	离地高度	在车辆空载状态下,后下部防护的下边缘离地高度小于或等于 500 mm
4	宽度	后下部防护的宽度不可大于车辆后轴两侧车轮最外点之间的距离,且任一端最外边缘与这一侧车辆后轴车轮最外端的水平横向距离小于或等于 100 mm
5	阻挡能力	后下部防护装置的后部与车辆最后端的纵向水平距离与静态加载试验的最大水平变形量之和不超过 400 mm; 对于安装在道路运输液体危险货物罐式车辆上的后下部防护装置的最大水平变形量小于或等于 150 mm
6	危险货物运输车特殊要求	罐体后封头及罐体后封头上的管路和管路附件外端面与后下部防护装置内侧在车辆长度方向垂直投影的距离大于或等于 150 mm

C.11 框架

C.11.1 横梁和立柱

C.11.1.1 横梁和立柱发生弯曲变形、直线度大于构件长度的 0.15% 且未导致其他相连部件受损时可矫形修理。矫形过程中要防止过烧或产生裂纹。

C.11.1.2 角件与横梁和立柱的连接焊缝失效裂开时,且角件母材未受损,参见 6.1 进行焊接修理。

C.11.1.3 角件与横梁和立柱的连接焊缝失效且与角件连接部位无法重新焊接时,参见 6.1 和 6.6 对角件连接部位进行表面打磨再行装配焊接。

C.11.1.4 横梁和立柱受损、直线度小于或等于构件长度的 0.15% 且无法矫形时,更换横梁和立柱。

C.11.1.5 横梁和立柱发生弯曲变形,直线度大于构件长度的 0.15%,并导致其他相连部件变形或受损时,不进行局部修理,参见 6.3.1 更换横梁、立柱和其他受损部件。

C.11.1.6 横梁、立柱及其他框架部件受到火灾烧损变形的,更换框架。

C.11.1.7 横梁、立柱、百叶窗锈蚀减薄程度超出框架尺寸偏差要求的,更换发生锈蚀的横梁、立柱、百叶窗。

C.11.2 角件

C.11.2.1 角件母材受损程度未超出角件偏差要求时,参见 6.6 对角件母材受损部位作打磨修理。

C.11.2.2 角件母材受损程度超出角件偏差要求时,更换角件。

C.11.3 检验与试验

C.11.3.1 更换的罐式集装箱框架立柱和角件焊接完成后进行角立柱拉力试验,试验结果符合原设计要求。

C.11.3.2 框架修理或更换完成后检验焊接质量和外形尺寸,检查结果符合原设计要求。

C.11.3.3 框架修理或更换完成后,对外壳(罐体)与框架连接部位的新焊接接头进行 100%磁粉检测或渗透检测,合格级别不低于 I 级。

C.12 遮阳装置

C.12.1 支架焊缝未撕裂、仅遮阳装置发生弯曲变形时,进行矫形修理。

C.12.2 支架焊缝撕裂且遮阳装置发生弯曲变形时,进行焊接修理和遮阳装置矫形修理。

C.12.3 仅连接螺栓断裂时,更换螺栓。

附录 D

(资料性)

长管拖车、管束式集装箱附件修理

D.1 端塞

D.1.1 端塞不通过补焊的方法进行修理。

D.1.2 当端塞出现以下损伤时,更换新端塞:

- a) 端塞存在裂纹或裂纹性缺陷,存在严重腐蚀,端塞变形或存在其他机械损伤;
- b) 对于锥形螺纹端塞,旋入有效螺纹长度小于规定的最小有效螺纹长度;
- c) 对于直螺纹端塞,有效啮合螺纹数小于规定的最小有效螺纹长度。

D.2 框架

D.2.1 气瓶支撑端板发生严重弯曲变形,更换气瓶支撑端板。

D.2.2 前后仓门发生严重弯曲变形或锈蚀严重,更换仓门。

D.2.3 长管拖车、管束式集装箱框架的修理参见 C.11。

D.3 捆绑带

D.3.1 捆绑带存在以下情况可进行修理:

- a) 焊缝存在裂纹;
- b) 捆绑带螺栓松动;
- c) 垫皮脱落;
- d) 捆绑带螺栓螺纹损伤严重。

D.3.2 对于存在裂纹的焊接接头,对裂纹进行清除,无裂纹后进行补焊处理。

D.3.3 对于存在螺栓松动的捆绑带,对松动的螺栓进行紧固。

D.3.4 对于存在垫皮脱落的捆绑带,拆卸捆绑带后重新安装垫皮,再进行捆绑带安装。

D.3.5 对于螺栓螺纹损伤严重的捆绑带,更换螺栓。对螺纹损伤严重的螺栓,采用碳弧气刨或气割进行去除,重新更换螺栓后进行焊接。

D.3.6 捆绑带存在以下情况进行更换:

- a) 捆绑带断裂;
- b) 螺纹生锈严重无法拆卸;
- c) 捆绑带受火焰损伤严重。

D.4 易熔合金塞

易熔合金塞存在以下情况进行更换:

- a) 压帽开裂;
- b) 易熔合金塞存在裂纹;
- c) 易熔合金塞熔化。

参 考 文 献

- [1] TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程
-