

ICS 45.060.10
S 52



中华人民共和国国家标准

GB/T 10478—2017
代替 GB/T 10478—2006

液化气体铁路罐车

Railway tank car for liquefied gases

2017-10-14 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	3
4 资质与职责	4
5 材料	6
6 设计	9
7 安全附件、仪表及装卸阀门	17
8 制造	19
9 试验方法	32
10 检验规则	34
11 标记、标识	35
12 出厂文件	36
附录 A (规范性附录) 风险评估报告	38
附录 B (规范性附录) 罐体安全泄放量及安全泄放装置排放能力的计算	39

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 10478—2006《液化气体铁道罐车》，与 GB/T 10478—2006 相比，除编辑性修改外其主要技术变化如下：

- 修改了标准范围(见第 1 章,见 2006 年版第 1 章)；
- 删除了压力、工作压力等 7 个术语,并且增加了液化气体等 5 个术语(见第 3 章,见 2006 年版的第 3 章)；
- 修改了章标题名称,并且增加了用户或设计委托方的职责,修改了设计单位和制造单位的资格与职责的要求(见第 4 章,见 2006 年版的第 4 章)；
- 修改了罐体用钢板、钢锻件、钢管与管件、堆积绝热材料、焊接材料等要求,取消了钢铸件的要求(见 5.2、5.3、5.4.4,见 2006 年版的 5.2、5.3)；
- 修改了设计温度、设计压力、最大允许充装量等要求,且增加了分析设计方法、最低设计金属温度、泄漏试验等要求(见第 6 章,见 2006 年版第 6 章)；
- 修改了安全附件、仪表及装卸附件的要求(见第 7 章,见 2006 年版第 7 章)；
- 修改了焊接接头分类、材料复验、冷热加工、组装、焊接、无损检测、热处理等要求,增加了 E 类焊接接头(见第 8 章,见 2006 年版第 8 章、9.1、9.2)；
- 增加了氨检漏、卤素检漏及氮检漏等试验方法(见 9.3.3)；
- 增加了“风险评估报告”的内容(见附录 A)；
- 删除了“产品铭牌的格式和内容”和“产品质量证明书的格式和内容”(见 2006 年版附录 B、附录 C、附录 D)；
- 原“安全泄放装置的设计计算”改为“罐体安全泄放量及安全泄放装置排放能力的计算”,且修改罐体安全泄放量及安全泄放装置排放能力的要求(见附录 B,见 2006 年版附录 A)。

本标准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。

本标准起草单位:中车西安车辆有限公司、上海市气体工业协会、中国特种设备检测研究院、上海华谊集团装备工程有限公司、上海市特种设备监督检验研究院、大连市锅炉压力容器检验研究院、中车青岛四方车辆研究所有限公司、中国石油集团东北炼化工程有限公司吉林机械制造分公司。

本标准主要起草人:李向东、周伟明、范婉玲、魏勇彪、陈朝晖、寿比南、谢铁军、许子平、丁建勋、王丽萍、罗运康、罗永欣、崔明辉。

本标准所代替的历次版本发布情况为:

- GB 10478—1989、GB/T 10478—2006。

引 言

本标准的制定遵循了国家颁布的压力容器安全法规所规定的基本安全技术要求,其设计准则、材料要求、制造检验技术要求和验收标准等符合 TSG R0005 的规定。本标准为协调标准,即按本标准建造的液化气体汽车罐车可满足 TSG R0005 的基本安全要求。

标准的修订采用提案审查制度。任何单位和个人有权对本标准的修订提出建议,修订建议采用“标准提案/问询表”的方式提交全国锅炉压力容器标准化技术委员会(以下简称委员会)。委员会对收到的标准修订提案审查,按审查结果将采纳的技术内容纳入下版标准。

标准提案/问询表

总第 号

<input type="checkbox"/> 标准提案 <input type="checkbox"/> 标准问询		标准名称	
单 位		姓 名	
联系地址		邮 政 编 码	
电话/传真		电 子 邮 箱	
提案/问询内容(可另附页)			
技术依据与相关资料(可另附页)			
附加说明:			
单位公章或提案(问询)人签字:		提交日期:	
		年 月 日	

全国锅炉压力容器标准化技术委员会

地址:北京市朝阳区和平街西苑2号D座三层 邮政编码:100029

电子邮箱:GB-T10478@cscbpv.org

液化气体铁路罐车

1 范围

1.1 本标准规定了液化气体铁路罐车(以下简称罐车)的材料、设计、制造、试验方法、检验规则、涂装与标记标识、出厂文件等要求。

1.2 本标准适用于钢制罐体的设计压力不小于 0.1 MPa,且与走行装置永久性连接的标准轨距罐车。

1.3 本标准不适用于下列罐车:

- a) 罐体材料为有色金属或非金属的;
- b) 罐体为真空绝热结构的;
- c) 罐体为国防军事装备用有特殊要求的。

1.4 本标准适用的罐车范围包括罐体、管路、安全附件、仪表及装卸附件,以及走行装置、走行装置与罐体的连接件等。

1.5 罐体界定范围如下:

- a) 罐体与管路焊接连接的第一道环向接头的坡口面;
- b) 罐体与管路、安全附件螺纹连接的第一个螺纹接头端面、法兰连接的第一个法兰密封面;
- c) 罐体开孔部分的端盖、端塞及其紧固件;
- d) 罐体与非受压元件的连接焊缝。

1.6 罐体主要受压元件包括筒体、封头以及公称直径不小于 50 mm 的接管(承压)、凸缘、法兰、法兰盖板等。

1.7 管路包括所有与罐体相连接的管子与管件。

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 146.1 标准轨距铁路机车车辆限界

GB/T 150.1 压力容器 第 1 部分:通用要求

GB/T 150.2 压力容器 第 2 部分:材料

GB/T 150.3 压力容器 第 3 部分:设计

GB/T 150.4—2011 压力容器 第 4 部分:制造、检验和验收

GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸

GB/T 197 普通螺纹 公差

GB/T 567.1 爆破片安全装置 第 1 部分:基本要求

GB/T 567.2 爆破片安全装置 第 2 部分:应用、选择与安装

GB/T 567.3 爆破片安全装置 第 3 部分:分类及安装尺寸

GB/T 713 锅炉和压力容器用钢板

GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 3531 低温压力容器用钢板

GB/T 4549(所有部分) 铁道车辆词汇

GB/T 10478—2017

- GB/T 5599 铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定规范
- GB/T 5600 铁道货车通用技术条件
- GB/T 5601 铁道货车检查与试验规则
- GB/T 6479 高压化肥设备用无缝钢管
- GB 6944 危险货物分类和品名编号
- GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
- GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分:未涂覆的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 9948 石油裂化用无缝钢管
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 12241 安全阀 一般要求
- GB/T 12243 弹簧直接载荷式安全阀
- GB 12268 危险货物物品名表
- GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- GB/T 17393 覆盖奥氏体不锈钢用绝热材料规范
- GB/T 17600(所有部分) 钢的伸长率换算
- GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验
- GB/T 22653 液化气体设备用紧急切断阀
- GB/T 24511 承压设备用不锈钢钢板及钢带
- GB/T 25198 压力容器封头
- GB/T 26929 压力容器术语
- GB 50126 工业设备及管道绝热工程施工规范
- GBZ 230 职业性接触毒物危害程度分级
- GSB 05-1426 漆膜颜色标准样卡
- NB/T 47008 承压设备用碳素钢和合金钢锻件
- NB/T 47009 低温承压设备用低合金钢锻件
- NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
- NB/T 47013.1 承压设备无损检测 第1部分:通用要求
- NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第2部分:射线检测
- NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分:超声检测
- NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测
- NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分:渗透检测
- NB/T 47013.10 承压设备无损检测 第10部分:衍射时差法超声检测
- NB/T 47013.11 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 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 47016 承压设备产品焊接试件的力学性能检验
- NB/T 47018(所有部分) 承压设备用焊接材料订货技术条件
- JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装
- JB 4732—1995 钢制压力容器——分析设计标准(2005年确认)
- JJG 184 液化气体铁路罐车容积
- HG/T 20592 钢制管法兰(PN系列)
- HG/T 20610 钢制管法兰用缠绕式垫片(PN系列)

HG/T 20614 钢制管法兰、垫片、紧固件选配规定(PN 系列)
 HG/T 20615 钢制管法兰(Class 系列)
 HG/T 20631 钢制管法兰用缠绕式垫片(Class 系列)
 HG/T 20635 钢制管法兰、垫片、紧固件选配规定(Class 系列)
 HG 20660 压力容器中化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类
 TB/T 1335 铁道车辆强度设计及试验鉴定规范
 TB/T 1492 铁道车辆制动机单车试验方法
 TB 1560 货车安全技术的一般规定
 TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程
 TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则
 铁路危险货物运输管理暂行规定(铁总运[2014]57 号)

3 术语和定义

GB/T 150.1、GB/T 150.4—2011、GB/T 4549 及 GB/T 26929 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液化气体 liquefied gas

在温度高于 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下加压时部分是液态的气体,包括临界温度在 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高压液化气体和临界温度高于 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低压液化气体。

3.2

等效压力 equivalent pressure

罐体所承受的在正常运输工况中,因介质惯性力载荷作用而引起的压力。

3.3

自重 dead weight of tank car

空车时,罐车自身具备的质量。

3.4

整备质量 addition mass

罐车的附加质量,主要指设有押运间罐车,在装满备足情况下所考虑的附加质量(包括押运员自身及所携带的生活用品和必备的检修工具等的质量)。

3.5

载重 loading capacity

罐车标记中所注明的允许最大充装介质的质量。

3.6

自重系数 dead weight factor

罐车自重与载重的比值。

3.7

轴重 weight per axle

罐车总重(自重+载重+整备质量)与全车轴数的比值。

3.8

每延米重 load per linear meter

罐车总重(自重+载重+整备质量)与罐车全长的比值。

GB/T 10478—2017**3.9****无中梁罐车 girderless tank car**

在罐体两端用牵引梁取代贯通中梁,将牵引梁与枕梁装置和罐体焊为一体,以罐体自身作为车辆承载结构一部分的罐车。

3.10**走行装置 walk device**

走行装置指转向架、车钩、缓冲器、制动和底架等部件的总成。对有中梁罐车应包括罐体与底架连接的并组焊在底架上的零部件。

3.11**转向架 bogie; truck**

能相对车体回转的一种走行装置。通常包括摇枕、侧架或构架、轮对轴箱装置、弹簧减振装置和转向架基础制动装置等。

3.12**制动装置 brake rigging**

车辆上,起制动作用的零、部件所组成的一整套机构。通常包括车体基础制动装置、转向架基础制动装置等。

3.13**车钩缓冲装置 coupler and draft gear**

具有使车辆与车辆(或机车)相互连接、牵引机缓和列车运行中的冲击力等作用性能的装置。包括车钩、缓冲器、钩尾框、从板和安装吊挂等。

3.14**车钩高 coupler height**

空车时,车钩中心线至轨面的垂直距离。

3.15**车辆长度 length of car**

车辆不受纵向外力影响时,车辆两端钩舌内侧面间的距离。

3.16**车辆定距 distance between supports of tank car**

罐车底架两心盘中心间的水平距离。

3.17**换长 conversion length**

车辆长度(m)除以 11 所得之值(保留一位小数,尾数四舍五入)。

4 资质与职责**4.1 资质**

4.1.1 罐车设计、制造、检验和验收除应符合本标准的规定外,还应遵守国家颁布的有关法律、法规和安全技术规范的规定。

4.1.2 罐车的设计、制造的单位资质应符合 TSG R0005 的有关规定,且持有相应的特种设备设计、制造许可证。设计的罐车产品应按国务院铁路运输主管部门的规定取得机车车辆型号合格证。

4.1.3 罐车的制造单位除持有相应特种设备制造许可证外,还应按国务院铁路运输主管部门的规定取得相应的机车车辆产品生产许可证。

4.2 职责

4.2.1 用户或设计委托方

用户或设计委托方应以正式书面形式向设计单位提出罐车设计条件,其设计条件至少包含下列内容:

- a) 设计和制造应遵循的主要标准和安全技术规范;
- b) 工作条件,包括使用环境温度范围、工作温度范围、工作压力范围、装卸条件及方式、装卸压力和附加载荷等;
- c) 充装介质,包括介质的编号、名称、类别、组分、物理与化学性质、有害杂质含量以及介质对罐体材料的腐蚀速率及相容性等;
- d) 罐体容积;
- e) 预期的使用年限;
- f) 对应波动压力的压力循环次数;
- g) 整体结构形式及几何尺寸参数等要求;
- h) 设计需要的其他必要条件(如罐体材料选择、防腐、表面处理及特殊试验等)。

4.2.2 设计单位

4.2.2.1 设计单位应基于风险评估报告的内容完成整车设计,并对整车设计文件的正确性和完整性负责。

4.2.2.2 设计许可印章的管理和使用应满足 TSG R0005 的要求。

4.2.2.3 设计单位应在罐车设计使用年限内保存全部设计文件。

4.2.3 制造单位

4.2.3.1 罐车为整车制造,制造单位对整车制造质量负责。

4.2.3.2 制造单位应按设计文件的要求进行制造,当原设计文件需修改时,应取得原设计单位同意修改的书面证明文件,且对改动部位作出详细记录。

4.2.3.3 制造单位在制造前应制定质量计划,其内容至少应包括罐车的制造工艺控制点、检验项目及合格要求。

4.2.3.4 制造单位的检查部门在整车制造过程中和完工后,应按本标准、设计图样和技术文件、质量计划的规定进行各项检验和试验,出具相应报告,并对报告的正确性和完整性负责。

4.2.3.5 每辆罐车经制造单位检验合格后,应出具产品合格证。

4.2.3.6 制造单位应接受特种设备检验检测机构对其制造过程的监督检验,并取得监检单位出具的“特种设备制造监督检验证书”。

4.2.3.7 罐车制造单位应按型号进行样车型式试验,由国务院铁路运输主管部门核准的试验机构进行试验,且取得该样车型式试验报告。

4.2.3.8 罐车制造单位对其制造的每辆罐车应在罐车设计使用年限内至少保存下列技术文件备查:

- a) 制造工艺图或制造工艺卡;
- b) 焊接工艺和热处理工艺文件;
- c) 标准规定的检验、试验项目记录;
- d) 制造过程中及完工后的检查、检验、试验记录;
- e) 出厂文件(符合第 12 章的规定);
- f) 原设计图。

GB/T 10478—2017**5 材料****5.1 一般要求**

5.1.1 与充装介质接触的材料应与介质相容。

5.1.2 与受压元件相焊接的非受压元件用材料应具有良好的焊接性。

5.1.3 材料制造单位应在材料的明显部位作出清晰、牢固的钢印标志或采用其他可追溯的标志。

5.1.4 材料制造单位应向罐车制造单位提供材料质量证明书,材料质量证明书的内容应齐全、清晰,且印制可以追溯的信息化标志以及质量检验章。

5.1.5 制造单位从非材料制造单位取得罐体用材料时,应取得材料制造单位提供的材料质量证明书原件或者加盖材料经营单位公章和经办负责人章的复印件。

5.1.6 制造单位应对所取得的材料、外购件的质量证明书的真实性和一致性负责。

5.2 罐体材料**5.2.1 一般要求**

罐体选用的材料应符合相应国家标准或行业标准的规定,且还应考虑罐体的使用条件(如设计温度、设计压力、介质特性和操作特点等)、材料的性能(力学性能、工艺性能、化学性能和物理性能)、罐体的制造工艺以及经济合理性。

5.2.2 境外材料与新材料

境外牌号材料或新材料的使用应符合 TSG R0005 的有关规定。

5.2.3 熔炼方法

5.2.3.1 罐体受压元件用钢应为镇静钢。

5.2.3.2 标准抗拉强度下限值不小于 540 MPa 的低合金钢钢板,用于设计温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温钢板和低温钢锻件,还应采用炉外精炼工艺。

5.2.4 化学成分(熔炼分析)

5.2.4.1 焊接用碳素钢和低合金钢,其碳含量不大于 0.250%、磷含量不大于 0.035%、硫含量不大于 0.035%。

5.2.4.2 压力容器专用钢中的碳素钢和低合金钢钢材(钢板、钢管和钢锻件),其磷、硫含量应符合下列规定:

- a) 标准抗拉强度下限值不大于 540 MPa 的钢材,磷含量不大于 0.030%、硫含量不大于 0.020%;
- b) 标准抗拉强度下限值大于 540 MPa 的钢材,磷含量不大于 0.025%、硫含量不大于 0.015%;
- c) 用于设计温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 且标准抗拉强度下限值不大于 540 MPa 的钢材,磷含量不大于 0.025%、硫含量不大于 0.012%;
- d) 用于设计温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 且标准抗拉强度下限值大于 540 MPa 的钢材,磷含量不大于 0.020%、硫含量不大于 0.010%。

5.2.5 力学性能

5.2.5.1 罐体用碳素钢或低合金钢钢材,常温下的屈服强度标准值应不大于 460 MPa,抗拉强度上限标准值应不大于 725 MPa,且能适应罐车在运输、使用中所遇到的环境条件,并符合设计图样的要求。

5.2.5.2 罐体用碳素钢或低合金钢钢材,材料质量证明书中常温下的屈服强度与抗拉强度之比不大于0.85。

5.2.5.3 罐体用碳素钢或低合金钢钢板、钢管和钢锻件的冲击吸收能量试验应符合下列规定:

- a) 冲击试验温度应按设计文件的要求;
- b) 夏比冲击吸收能量(KV_2)最低值应符合表1的规定;
- c) 当钢材标准中夏比冲击吸收能量指标高于表1规定的,还应符合相应钢材标准的规定;
- d) 厚度小于6 mm的钢板可免除冲击吸收能量试验。

表1 碳素钢或低合金钢钢板、钢管和钢锻件的夏比冲击吸收能量

钢材标准抗拉强度下限值 R_m /MPa	3个标准试样夏比冲击吸收能量平均值 KV_2 /J
≤ 510	≥ 27
$> 510 \sim 570$	≥ 34
$> 570 \sim 630$	≥ 38 (且侧向膨胀量 $L_E \geq 0.53$ mm)
对 R_m 随厚度增大而降低的钢材,按该钢材最小厚度范围的 R_m 确定夏比冲击吸收能量指标。	

5.2.5.4 夏比冲击吸收能量试样的取样部位和试样方向应符合相应钢材标准的规定。冲击吸收能量试验每组取3个标准试样(宽度为10 mm),允许1个试样的冲击吸收能量数值低于表1的规定值,但不低于表1规定值的70%。当钢材尺寸无法制备标准试样时,则应依次制备宽度为7.5 mm和5 mm的小尺寸冲击试样,其冲击吸收能量指标分别为标准试样冲击吸收能量指标的75%和50%。

5.2.5.5 断后伸长率(A)应符合以下要求:

- a) 罐体用钢板,其断后伸长率(A)应不小于 $10\,000/R_m$ (%),且应满足下列要求:
 - 当 R_m 不小于540 MPa时,断后伸长率(A)不小于17%;
 - 当 R_m 小于540 MPa时,断后伸长率(A)不小于20%。
- b) 当相应钢板标准规定的断后伸长率(A)高于a)时,还应符合钢板标准的规定。
- c) 其他受压元件用钢板、钢管和钢锻件的断后伸长率(A)应符合相应钢材标准的规定。
- d) 采用不同尺寸试样的断后伸长率指标,应按GB/T 17600进行换算,换算后的指标应符合a)或b)、c)的规定。

5.2.6 钢板超声检测

罐体用碳素钢和低合金钢钢板应逐张进行超声检测,钢板超声检测应按NB/T 47013.3的规定进行,其合格等级不低于Ⅱ级。

5.2.7 钢板

5.2.7.1 罐体常用钢板材料的性能指标见表2。

5.2.7.2 当采用表2以外的钢板时,除应满足本标准要求外,还应符合相应材料标准的规定。

表 2 罐体常用钢板性能指标

钢号	钢板标准	交货状态	厚度 mm	室温强度指标 MPa		断后伸长率 A/%
				R_m	$R_{eL}(R_{p0.2})$	
Q245R	GB/T 713	热轧,控轧或正火	5~16	400~520	≥ 245	≥ 25
			>16~36		≥ 235	
Q345R			5~16	510~640	≥ 345	≥ 21
			>16~36	500~630	≥ 325	
Q370R		正火	10~16	530~630	≥ 370	≥ 20
			>16~36		≥ 360	
16MnDR	GB/T 3531	正火,正火加回火	6~16	490~620	≥ 315	≥ 21
			>16~36	470~600	≥ 295	
S30408	GB/T 24511	固溶处理	4~30	≥ 520	≥ 220	≥ 40
S30403				≥ 490	≥ 210	
S31608				≥ 520	≥ 220	
S31603				≥ 490	≥ 210	

5.2.8 钢锻件

5.2.8.1 罐体用碳素钢和低合金钢钢锻件应符合 NB/T 47008 的规定,低温罐体用低合金钢钢锻件应符合 NB/T 47009 的规定。

5.2.8.2 罐体用不锈钢钢锻件应符合 NB/T 47010 的规定。

5.2.8.3 与罐体内介质接触且公称直径不小于 50 mm 的钢锻件的级别应不低于Ⅲ级,其余钢锻件应不低于Ⅱ级。

5.2.9 钢管和管件

5.2.9.1 钢管应符合 GB/T 150.2 及设计图样的规定,且还满足下列要求:

- 碳素钢、低合金钢钢管应符合 GB/T 6479、GB/T 9948 或 GB/T 8163 的规定。与毒性程度为极度、高度危害的介质接触的钢管,应符合 GB/T 6479 或 GB/T 9948 的规定,且应按相关标准逐根进行压力试验,试验压力不低于 1.6 MPa 或按设计图样的规定。
- 不锈钢钢管应符合 GB/T 14976 的规定。

5.2.9.2 管件应符合相应标准的规定,当管件采用钢锻件时其要求应符合 5.2.8 的规定。

5.2.10 焊接材料

5.2.10.1 罐体受压元件用焊接材料应符合 NB/T 47018 的规定,且有清晰、牢固的标志。

5.2.10.2 焊接材料的选用应考虑焊接接头力学性能与罐体母材的匹配,且焊缝金属的抗拉强度不低于母材标准规定的下限值,冲击吸收能量应符合表 1 的规定,当需要时,其他性能也不应低于母材的相应要求。

5.2.10.3 焊接材料应按 NB/T 47014 的要求进行焊接工艺评定,评定合格后方可使用。

5.2.10.4 制造单位应建立且严格执行焊接材料验收、复验、保管、烘干、发放和回收制度。

5.3 堆积绝热材料

堆积绝热材料应符合下列规定：

- a) 应具有良好的化学稳定性,对设备和管路无腐蚀作用,且在遭受火灾时不大量逸散有毒气体;
- b) 具有良好的绝热性能和阻火功能;
- c) 与奥氏体不锈钢表面接触的,其氯离子含量应符合 GB/T 17393 的规定。

5.4 其他

- 5.4.1 外购件应符合相应国家标准或行业标准的规定。
- 5.4.2 紧固件应符合相应国家标准或行业标准的规定。
- 5.4.3 密封垫片应符合相应标准的规定,且不应含有石棉。
- 5.4.4 罐车用其他材料应符合相应标准和铁路行业的规定。

6 设计

6.1 一般要求

- 6.1.1 罐车设计除应符合本标准的要求外,还应符合相关法规、国家标准和行业标准的规定,罐体及配件等的布置应合理可靠,且满足使用和安全性能要求。
- 6.1.2 罐车强度设计及试验鉴定应符合本标准及 TB/T 1335 和铁路行业的规定。
- 6.1.3 罐车动力学性能应符合 GB/T 5599 的规定。
- 6.1.4 罐车结构安全性应符合 TB 1560 的规定。
- 6.1.5 罐车轮廓应符合 GB 146.1 的规定。
- 6.1.6 罐车最高运行速度应不大于 120 km/h。
- 6.1.7 罐车通过最小曲线半径 145 m。
- 6.1.8 采用堆积绝热结构的罐体的设计应满足设计文件的规定。
- 6.1.9 罐车充装介质为易燃、易爆的,其罐体与走行装置连接处应采取防静电措施,保证其接地性能良好。
- 6.1.10 罐体的设计使用年限应不小于 15 年。

6.2 设计文件

6.2.1 罐车的设计文件至少包括下列内容：

- a) 风险评估报告,包括设计、制造及使用等阶段的主要失效模式和风险控制等,其基本内容应符合附录 A 的规定;
- b) 设计说明书,包括充装介质的主要物理与化学性质(编号、名称、类别及与工作温度相对应的饱和蒸气压和密度等)、危险特性、混合介质的限制组分以及有害杂质的限制含量要求、与罐体材料相容性等作出说明,还应对设计规范与标准的选择、主要设计结构的确定原则、主要设计参数的确定原则、材料的选择、安全附件、仪表及装卸附件的选择、走行装置等的选用说明;
- c) 设计计算书,包括罐体强度计算、刚度、外压稳定性容积计算、安全泄放量和安全泄放装置排放能力等计算、心盘承载能力计算以及罐车静强度、动力学性能、曲线通过能力、制动性能等铁路车辆整车性能计算,需要时还应进行结构强度应力分析计算、罐体传热计算等;
- d) 设计图样,包括设计总图、罐体图、管路系统及流程图等;
- e) 制造技术条件,包括主要制造工艺要求、检验试验方法等;
- f) 使用说明书,包括主要技术性能参数、适用的介质、装卸阀门、安全附件及仪表等的规格和连接

方式、使用说明以及使用注意事项和必要的安全警示性要求等。

6.2.2 罐车设计总图上,至少应注明以下内容:

- a) 产品名称、型号及设计制造应遵循的主要法规、标准;
- b) 工作条件,包括使用环境温度、工作温度、工作压力、介质特性(毒性和爆炸危害程度等)等;
- c) 设计条件,包括设计温度、最低设计金属温度、设计载荷(含压力载荷和其他必要的载荷)、介质(组分)、腐蚀裕量等,介质有应力腐蚀倾向的需注明介质的限定含量;
- d) 主要技术性能参数,包括轨距、最高运行速度、使用温度、载重(最大允许充装量)、自重、自重系数、轴重、每延米重、车辆定距、换长、车辆限界、通过最小曲线半径等;
- e) 设计使用年限;
- f) 技术要求,包括制造要求、防腐蚀处理要求、耐压试验要求、气密性试验或其他泄漏试验要求;
- g) 需绝热的罐体,提出绝热措施;
- h) 特殊要求,包括有夹套的罐体应分别注明罐体和夹套的试验压力、允许的内外压差值,以及试验的步骤和试验要求等;
- i) 特殊制造要求,如氮气或惰性气体置换要求等;
- j) 当运输中需气体保护要求,如氮气或其他不溶性气体的封罐压力限制等要求;
- k) 罐车铭牌的安装位置;
- l) 安全附件、仪表和装卸附件的规格、性能参数及连接方式及性能试验要求;
- m) 装卸管口方位、规格、连接形式等。

6.2.3 罐体设计图上,至少应注明以下内容:

- a) 主要受压元件材料牌号、规格、标准及要求;
- b) 罐体设计参数,包括设计温度、设计压力、最低设计金属温度、充装介质及介质的危害性、工作温度、工作压力、容积、单位容积充装量、最大允许充装量、焊接接头系数、腐蚀裕量等,介质有应力腐蚀倾向的还需注明介质的限定含量;
- c) 筒体、封头的设计厚度和最小成形厚度;
- d) 无损检测要求;
- e) 热处理要求(必要时);
- f) 耐压试验要求;
- g) 设计使用年限(当疲劳罐体时应标明循环次数)。

6.2.4 罐车其他设计文件按相应安全技术规范和铁路行业的相关规定。

6.2.5 设计总图、罐体图、风险评估报告、设计计算书应由设计、校核、审核 3 级签署以及经设计单位技术负责人或其授权人的批准。

6.3 罐车载荷

6.3.1 罐车设计时应考虑以下基本作用载荷,以及这些载荷的组合。当需考虑其他载荷由设计单位按设计条件或试验数据确定:

- a) 纵向力载荷:纵向力载荷是指罐车在各种运行状态时,车钩间所产生的拉伸力和压缩力。纵向力载荷按 TB/T 1335 及铁路行业的相关规定;
- b) 内压载荷:内压载荷不小于罐体设计压力与液柱静压力、等效压力等附加载荷的和;
- c) 垂向静载荷:垂向静载荷不小于罐车自重、载重和整备质量的和;
- d) 垂向动载荷:垂向动载荷按垂向静载荷乘以垂向动载荷系数确定,垂向动载荷系数按 TB/T 1335 的规定;
- e) 顶车载荷:顶车载荷是指用千斤顶或其他工具在一端枕梁两侧或其他顶车位将重车顶起的载荷;

f) 其他载荷。

6.3.2 罐体外压载荷按下列要求确定：

- a) 一般不小于 0.04 MPa 外压；
- b) 在制造、运输、装卸、检验试验、使用或其他工况中，可能承受大于 0.04 MPa 外压的，应按最大可能的外压进行稳定性校核，无法确定时，应按 0.1 MPa 外压进行稳定性校核；
- c) 设有外夹套结构的罐体，按所有可能出现工况中的最大内、外压差进行外压稳定性校核。

6.3.3 罐车基本作用载荷的组合应符合 TB/T 1335 的规定。

6.4 罐车设计方法

6.4.1 罐车(除罐体外)的强度设计应符合 TB/T 1335 的规定。

6.4.2 罐体强度计算和外压稳定性校核时，采用规则设计的应符合 GB/T 150.3 的规定，采用分析设计的应符合 JB 4732—1995 的规定。

6.4.3 罐体强度按 GB/T 150.3 计算时，局部应力分析可按 JB 4732—1995 的规定进行。

6.4.4 罐体应基于可能产生的失效模式进行设计。

6.4.5 当罐体满足下列条件之一的，可免除疲劳分析：

- a) 设计的罐体与已有成功使用经验的罐体有可类比的形状和载荷条件，且根据其经验能证明不需要做疲劳分析者，但对下列情况所产生不利影响应特别注意：
 - 如罐体采用了非整体结构，如开孔采用补强圈补强或角焊缝连接件。
 - 罐体相邻部件之间有显著的厚度变化。
 - 鞍座、加强圈等与罐体连接处等应力集中处。
- b) 采用常温抗拉强度 R_m 不大于 540 MPa 的钢材时，以下各项循环次数的总和不超过 1 000 次：
 - 包括充装与卸液在内的全范围压力循环的预计(设计)循环次数。
 - 奥氏体不锈钢制罐体，压力波动范围超过 50% 设计压力的工作压力环循的预计(设计)循环次数。
 - 包括接管在内的任意相邻两点之间金属温差波动的有效次数。该有效次数的计算方法是金属温差波动的预计次数乘以表 3 所列的相应系数，再将所得次数相加得到总次数。
 - 由热膨胀系数不同的材料组成的部件(包括焊缝)，当 $(\alpha_1 - \alpha_2)\Delta T > 0.000\ 34$ 时的温度波动循环次数， α_1 、 α_2 是两种材料各自的平均热膨胀系数， ΔT 为工作温度波动范围。
- c) JB 4732—1995 中 3.10.2.2 规定的全部条件。

表 3 金属温差波动系数

金属温差波动幅度/℃	系数
≤25	0
26~50	1
51~100	2

6.4.6 罐体承受压力载荷时，采用规则设计的罐体，其材料许用应力按 GB/T 150.2 选取；采用分析设计的罐体，其材料设计应力强度按 JB 4732—1995 选取。

6.4.7 采用规则设计的罐体，当局部采用分析设计时，其材料许用应力按 GB/T 150.2 选取。

6.4.8 当罐体采用材料在 GB/T 24511 中规定了 $R_{pl,0}$ 的值，且在设计文件中提出了钢板附加检验 $R_{pl,0}$ 值时，可使用 $R_{pl,0}$ 来确定材料许用应力。

6.4.9 螺栓材料在不同温度下的许用应力按 GB/T 150.2 和相应标准的规定选取。

6.4.10 罐车其他零部件材料的许用应力按 TB/T 1335 的规定选取。

6.5 介质的分类及危害性

6.5.1 液化气体介质的分类、品名及编号应符合 GB 6944 和 GB 12268 的规定。

6.5.2 液化气体介质的毒性危害程度和爆炸危险程度应符合 HG 20660 的规定。

6.5.3 未列入 HG 20660 的介质由用户或设计单位按照 GBZ 230 确定其毒性危害程度。

6.6 罐体设计参数

6.6.1 设计温度

6.6.1.1 设计温度应考虑环境温度的影响,且不高于液化气体的临界温度。

6.6.1.2 设计温度应不低于元件金属在工作状态可能达到的最高工作温度,对临界温度高于 65 ℃ 的低压液化气体罐体设计温度应不低于 50 ℃,但介质特性不允许除外。

6.6.2 最低设计金属温度

6.6.2.1 根据正常运输、使用、检验及试验中介质最低工作温度以及大气环境低温条件对罐体壳体金属温度的影响,确定罐体最低设计金属温度,且最低设计金属温度不高于 -40 ℃。

6.6.2.2 采用规则设计的罐体,其最低设计金属温度低于 -20 ℃ 时,且应考虑低温低应力工况时,罐体设计应满足 GB/T 150.3 的要求。

6.6.3 设计压力

罐体的设计压力应不小于下列任一工况中工作压力的最大值,且无绝热结构的罐体设计压力不应小于 0.7 MPa:

- a) 充装、卸料工况的工作压力;
- b) 设计温度下介质的饱和蒸气压(表压);
- c) 正常运输使用中,罐体内采用不溶性气体保护时,由介质在设计温度下的饱和蒸气压(表压)与罐体内顶部气相空间不溶性气体(如氮气或其他惰性气体等)分压力之和确定的工作压力。

6.6.4 等效压力

等效压力应符合下列规定:

- a) 确定等效压力时的介质惯性力载荷应符合 TB/T 1335 及铁路行业的规定;
- b) 等效压力按相应方向的惯性力载荷(静态力)除以与该力的作用方向垂直的罐体截面的投影面积所得的商确定;
- c) 等效压力应不小于各方向上按 b) 计算所得值中的最大值,且不小于 0.035 MPa。

6.6.5 计算压力

6.6.5.1 罐体受压元件的计算压力应不小于设计压力与液柱静压力、等效压力的之和。

6.6.5.2 当罐体的液柱静压力小于设计压力的 5% 时可忽略不计。

6.6.6 腐蚀裕量

6.6.6.1 罐体的腐蚀裕量应由用户提供或设计确定。

6.6.6.2 有均匀腐蚀或磨损的罐体元件,应按预期的罐体设计使用年限和介质对材料的腐蚀速率(及磨损速率)确定腐蚀裕量。

6.6.6.3 罐体各元件受到的腐蚀程度不同时,可采用不同的腐蚀裕量。

6.6.6.4 碳素钢或低合金钢制罐体,其腐蚀裕量一般不小于 1 mm。

6.6.7 最大允许充装量

6.6.7.1 充装低压液化气体介质的罐车最大允许充装量应符合下列规定,且还应满足罐车满载总重不超过转向架(轴载荷)允许的承载能力。

a) 最大允许充装量按式(1)计算:

$$W = \Phi_m \times V \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

W ——罐车最大允许充装量,单位为吨(t);

V ——罐体设计总容积,单位为立方米(m^3);

Φ_m ——单位容积充装量,单位为吨每立方米(t/m^3)。

b) 充装低压液化气体介质罐体的单位容积充装量,除按介质在 50 ℃时罐体内至少留有 5%气相空间及该温度下的介质密度、罐车允许承载能力进行确定外,还应保证罐体在 60 ℃时不应充满液体。

6.6.7.2 充装液态高压液化气体介质的罐车最大允许充装量应符合下列规定,且还应满足允许的承载能力。

a) 充装非易燃易爆介质,当介质温度升至其蒸气压达到安全阀的整定压力的温度时,在此温度下液体体积应不大于罐体几何容积的 98%;

b) 充装易燃易爆介质,当介质温度升至其蒸气压达到安全阀的整定压力的温度时,在此温度下液体体积应不大于罐体几何容积的 95%。

6.6.8 焊接接头系数

罐体焊接接头系数取 1.0。

6.6.9 罐体的主要设计参数

6.6.9.1 常见无绝热结构充装液化气体介质罐体的主要设计参数见表 4。

表 4 常见无绝热结构充装液化气体介质的罐体主要设计参数

GB 12268 编号	名称	类别和项别 /次要危险性	设计压力 ^a MPa	腐蚀裕量 mm	单位容积充装量 t/m^3	
1005	无水氨	2.3/8	≥ 1.91	≥ 2	≤ 0.53	
1017	氯	2.3/8	≥ 1.34	≥ 4	≤ 1.25	
1079	二氧化硫	2.3/8	≥ 0.73	≥ 4	≤ 1.23	
1077	丙烯	2.1	≥ 1.95	≥ 1	≤ 0.43	
1978	丙烷	2.1	≥ 1.61	≥ 1	≤ 0.42	
1075	混合 液化 石油气	$P_b^b > 1.6 \text{ MPa}$	2.1	≥ 1.95	≥ 1	≤ 0.43
		$0.58 \text{ MPa} < P_b \leq 1.6 \text{ MPa}$	2.1	≥ 1.61	≥ 1	≤ 0.42
		$P_b \leq 0.58 \text{ MPa}$	2.1	≥ 0.70	≥ 1	≤ 0.49
1011	丁烷	2.1	≥ 0.70	≥ 1	≤ 0.51	
1069	异丁烷	2.1	≥ 0.70	≥ 1	≤ 0.49	

表 4 (续)

GB 12268 编号	名称	类别和项别 /次要危险性	设计压力 ^a MPa	腐蚀裕量 mm	单位容积充装量 t/m ³
1055	异丁烯	2.1	≥0.70	≥1	≤0.52
1012	丁烯	2.1	≥0.70	≥1	≤0.53
1010	丁二烯,稳定的	2.1	≥0.70	≥1	≤0.55

^a 设计压力的数值是按介质 50 ℃时的饱和蒸气压的 1.00 倍确定的。
^b P_s 为混合液化石油气 50 ℃时的饱和蒸气压。

6.6.9.2 当充装介质超出表 4 时,其罐体主要设计参数应按 TSG R0005 的有关规定进行技术评审。

6.6.10 最小成形厚度

受压元件成形后保证设计要求的最小厚度。

6.6.11 绝热层

罐体当有绝热层时,应满足下列要求:

- 绝热层应由保护完好、有足够厚度的绝热材料组成,并将罐体完全覆盖,绝热层应设置防潮层和防护层以防止在正常运输条件下进入水分或遭受损害,且保证导热率不大于 $0.67 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;
- 当绝热层外壳密闭且不透气时应有保护装置,以防止因罐体或其各个装置的气密性不够,在绝热层内产生任何危险压力;
- 绝热层应不妨碍罐体的附件和装卸装置的操作。

6.7 结构

6.7.1 罐体

6.7.1.1 罐体应采用钢制直圆筒或带斜锥圆筒的焊接结构。

6.7.1.2 封头应符合 GB/T 25198 规定。

6.7.1.3 罐体一般不设防波板。

6.7.1.4 罐体顶部应至少设置一个公称直径不小于 450 mm 的人孔。

6.7.1.5 补强圈和周边连续焊的起加强作用的垫板上应至少设置一个泄漏信号指示孔。

6.7.1.6 罐体焊接接头应符合下列规定:

- 对接焊接接头应采用全截面焊透的形式;
- 接管、凸缘等与罐体之间的接头应采用全焊透结构。

6.7.1.7 罐体用管法兰应满足下列要求:

- 罐体用管法兰、垫片、紧固件的设计应符合相应标准的规定;
- 充装液化石油气、毒性程度为极度和高度危害介质以及强渗透性中度危害介质的罐体,其管法兰和垫片应符合 HG/T 20592、HG/T 20610、HG/T 20614、HG/T 20615、HG/T 20631、HG/T 20635 的规定,法兰应采用高颈对焊法兰,密封结构应采用带加强环的金属缠绕垫片和专用级高强度螺栓组合;无法采用以上管法兰密封组合的,应由设计人员根据介质、压力与温度特性确定法兰连接结构,且应考虑火灾情况下保证该结构不产生失效。

6.7.1.8 罐体液面以下不应开孔。

6.7.1.9 罐体外设有夹套装置时,夹套装置应满足下列要求:

- a) 夹套装置的结构可为整体夹套、半管夹套等,夹套与罐体的连接应采用焊接结构;
- b) 夹套腔的引出管路不应妨碍罐车制动装置的正常操作,引出管路应设置必要的支撑和紧固装置,引出管路与罐车制动装置可动部分之间的间隙不应小于 25 mm;
- c) 充装易燃、易爆类介质的罐车不应设置夹套装置。

6.7.2 装卸装置

6.7.2.1 罐车应采用上装上卸的装卸方式,装卸阀件及仪表等宜集中设置,并设置保护罩。

6.7.2.2 罐体的装卸口(气相口、液相口)应由三道相互独立并且串联在一起的装置组成,第一道是紧急切断装置,第二道是装卸阀门,第三道是在装卸口处设置的盲法兰或等效的装置,且应有能防止意外打开的功能。

6.7.2.3 紧急切断阀应设置在罐体(或人孔盖板)根部,阀体应有妥善防护或在根部设置有局部强度削弱的剪切结构,其结构应能保证在受冲击时阀体不损坏或外部损坏而密封完好,罐体内介质不泄漏。

6.7.2.4 罐车上不应设置卸液泵。

6.7.3 底架

罐车底架可采用有中梁或无中梁的结构形式。

6.7.4 转向架、制动装置、车钩缓冲装置

转向架、制动装置、车钩缓冲装置应与罐车的结构及参数相匹配,应采用铁路行业的定型产品。

6.7.5 罐体与底架的连接

罐体与底架的连接应牢固、安全、可靠。

6.7.6 押运间

设有押运间的罐车,其押运间内的设施应满足押运人员工作、休息的需要,且满足以下要求:

- a) 应具有安全、防火、防盗、保温和通风等基本功能;
- b) 押运间与底架的连接应采用螺栓等可靠连接方式;
- c) 押运间应具有牢固的钢结构;
- d) 押运间内饰层和保温层应采用阻燃材料制成;
- e) 押运间内应配备必要的灭火器具;
- f) 押运间的顶部应设有与大气相通的通气孔;
- g) 押运间应设置必要的吊装结构。

6.7.7 罐车附属设施

6.7.7.1 罐车应设有外扶梯,车顶操作平台及安全护栏,操作平台应有足够的操作空间。罐体内应设有方便检修操作人员进入的内梯。

6.7.7.2 罐车上可拆卸的阀盖、人孔罩盖等附件应设置防止丢失的安全链和防止意外开启或拆卸的防护装置。

6.7.7.3 罐车上人孔罩盖及需引出或穿过人孔保护罩的管路与入孔保护罩之间应设置橡胶垫。

6.7.8 其他

罐车其他结构要求应符合设计图样的规定。

6.8 特殊耐腐蚀要求

有特殊耐腐蚀要求的罐体或受压元件,如存在晶间腐蚀、应力腐蚀、点腐蚀、缝隙腐蚀等腐蚀介质环境时,应在设计图样上提出相应的耐腐蚀试验方法以及必要时的热处理等技术要求。

6.9 耐压试验

6.9.1 罐体制成后应进行液压试验。由于结构或支承原因,不能充满液体的,以及运行条件不允许残留试验液体的罐体,可按设计图样规定采用气压试验。

6.9.2 罐体耐压试验压力按式(2)或式(3)确定:

a) 液压试验:

$$P_T = 1.3P \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t} \dots\dots\dots(2)$$

b) 气压试验:

$$P_T = 1.15P \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

P ——设计压力,单位为兆帕(MPa);

P_T ——试验压力最低值,单位为兆帕(MPa);

$[\sigma]$ ——罐体元件材料在耐压试验温度下的许用应力(或设计应力强度),单位为兆帕(MPa);

$[\sigma]^t$ ——罐体元件材料在设计温度下材料的许用应力(或设计应力强度),单位为兆帕(MPa)。

c) 罐体各主要受压元件所用材料不同时,应取各元件材料的 $[\sigma]/[\sigma]^t$ 比值中的最小值。

d) $[\sigma]^t$ 应不低于材料受抗拉强度和屈服强度控制的许用应力(或设计应力强度)最小值。

6.9.3 当采用大于 6.9.2 规定的耐压试验压力时,应在耐压试验前校核各受压元件在试验条件下的应力水平,罐体元件应按式(4)校核最大总体薄膜应力 σ_T :

$$\sigma_T = \frac{P_T(D_i + \delta_e)}{2\delta_e} \dots\dots\dots(4)$$

式中:

σ_T ——试验压力下圆筒的周向薄膜应力,单位为兆帕(MPa);

P_T ——试验压力,单位为兆帕(MPa);

D_i ——圆筒的内直径,单位为毫米(mm);

δ_e ——圆筒的有效厚度,单位为毫米(mm)。

6.9.4 罐体元件最大总体薄膜应力 σ_T 应满足下列条件:

a) 液压试验按式(5):

$$\sigma_T \leq 0.9 R_{eL}(R_{p0.2}) \dots\dots\dots(5)$$

b) 气压试验按式(6):

$$\sigma_T \leq 0.8 R_{eL}(R_{p0.2}) \dots\dots\dots(6)$$

式中:

$R_{eL}(R_{p0.2})$ ——罐体材料在试验温度下的屈服强度(或 0.2%规定塑性延伸强度),单位为兆帕(MPa)。

6.10 泄漏试验

6.10.1 每辆罐车应进行泄漏试验,其试验方法包括气密性试验、氨检漏试验、卤素检漏试验及氮检漏试验等。

6.10.2 当采用气密性试验时,气密性试验压力为罐体设计压力,其试验压力和试验介质等试验相关要求应在设计文件中注明。

6.10.3 当采用氨检漏试验时,可采用氨-空气法、氨-氮气法或100%氨气法等氨检漏方法,其氨检漏方法、氨的浓度和试验压力等试验相关要求应在设计文件中注明。

6.10.4 当采用卤素检漏试验时,其真空度、卤素气体种类和试验压力等试验相关要求等内容应在设计文件中注明。

6.10.5 当采用氦检漏试验时,其漏气速率指标等试验相关要求应在设计文件中注明。

7 安全附件、仪表及装卸阀门

7.1 一般要求

7.1.1 罐体的安全附件、装卸附件及仪表,其配置要求除符合本标准规定外,还需满足设计文件的要求。

7.1.2 安全附件包括安全泄放装置、紧急切断装置等。

7.1.3 仪表包括压力表、液位计和温度计等。

7.1.4 装卸附件为装卸阀门。

7.1.5 选用的相关附件应与充装介质相适应。

7.1.6 安全附件、仪表及装卸阀门应随产品提供质量证明文件,且在产品的明显部位有永久性标识或装设金属铭牌。

7.1.7 安全阀、压力表与罐体组装前应进行调试和校验,合格后应重新铅封。

7.1.8 安全阀、紧急切断阀应分别按 GB/T 21563 和 GB/T 22653 进行耐振动试验,试验后其密封性能和动作性能应满足设计要求。

7.1.9 罐体在耐压试验合格后方可进行安全附件、仪表及装卸附件的安装,安全附件、装卸阀门与罐体不应采用螺纹连接形式,其他附件与罐体或管路的连接方式可采用法兰、螺纹或焊接结构。

7.1.10 紧急切断装置的操纵装置、压力表、温度计和装卸阀门等附件应集中布置,应设有防护装置,该装置具有防止相关附件被意外开启的功能。

7.1.11 当附件之间存在有相对运动,应设置必要的支撑或采取紧固措施。

7.2 安全泄放装置

7.2.1 罐车应设置一个或多个安全泄放装置,不应单独设置不可复位类安全泄放装置,或不可复位类安全泄放装置与安全阀的并联。

7.2.2 安全泄放装置中应选用全启式弹簧安全阀或全启式弹簧安全阀与爆破片的组合装置。

7.2.3 安全泄放装置在设计上应能防止任何异物的进入和防止液体的渗出,且能承受罐体内的压力、可能出现的危险超压及包括液体流动力在内的动态载荷。

7.2.4 安全阀应符合 GB/T 12241 和 GB/T 12243 的规定,爆破片装置应符合 GB/T 567.1、GB/T 567.2和 GB/T 567.3 的规定。

7.2.5 安全阀与罐体之间不应设置过渡连接阀门。当充装毒性程度为极度、高度危害类介质的罐体,为便于安全阀的清洗与更换,经使用单位主管压力容器安全技术负责人批准,且正常使用期间采取保证全开(加铅封或锁定)的可靠防范措施的,方可在安全泄放装置与罐体之间装设过渡连接阀门,过渡连接阀门的结构和通径不应妨碍安全阀的安全泄放。

7.2.6 充装腐蚀性介质或有硫化氢应力腐蚀倾向介质的罐体,选用的安全阀的弹性元件应与罐体内介质隔离。

7.2.7 充装下列介质的罐车应设置安全阀与爆破片串联组合安全泄放装置:

- a) 毒性程度为极度或高度危害的；
- b) 强腐蚀性的。

7.2.8 安全泄放装置的设置应符合下列规定：

- a) 应安装在罐体的顶部，尽量铅直安装；
- b) 安全泄放装置的入口应设置在罐体液面以上的气相空间；
- c) 气体的排放应畅通无阻，排放口朝向与水平线夹角应大于 0° ，且不应指向罐体和操作位置。

7.2.9 罐体安全泄放装置单独采用安全阀时，安全阀的整定压力应为罐体设计压力的 1.05 倍~1.10 倍，额定排放压力应不大于罐体设计压力的 1.20 倍，回座压力应不小于整定压力的 0.90 倍。

7.2.10 当采用安全阀与爆破片串联组合装置应符合下列要求：

- a) 在非泄放状态下与介质接触的是爆破片；
- b) 组合装置的排放能力应不小于罐体的安全泄放量；
- c) 爆破片的设计爆破压力应高于安全阀的整定压力，且不超过安全阀整定压力的 1.10 倍；
- d) 爆破片最小泄放面积应大于安全阀的流道面积；
- e) 爆破片不应使用脆性材料制作，且爆破片在破裂时不应产生碎片、脱落物和火花；
- f) 安全阀与爆破片之间的腔体应设置排气阀、压力表或其他合适的报警指示器，用以检查爆破片是否渗漏或破裂，并及时排放腔体内蓄积的压力，避免因背压而影响爆破片的爆破压力；
- g) 安全阀的排放能力应按照安全阀单独作用时的排放能力乘以修正系数 0.90。

7.2.11 安全泄放装置的排放能力应符合下列规定：

- a) 当罐车完全处于火灾环境时或接近不能预料的外来热源而酿成危险时，以及压力出现异常情况时均能迅速排放；
- b) 各个安全泄放装置的组合排放能力应能足以将罐体内的压力(包括积累的压力)限制在不超过设计压力的 1.2 倍；
- c) 多个安全泄放装置的排放能力为各安全泄放装置排放能力之和。

7.2.12 安全泄放装置排放能力计算按附录 B 的规定。

7.2.13 通往安全泄放装置的开口处，不应有任何限制或阻碍气体从罐体内通往安全泄放装置的障碍。

7.2.14 当使用泄放管时，应保证安全泄放装置能在最小阻力的条件下将排出的气体排放到空气中。

7.3 紧急切断装置

7.3.1 紧急切断装置由紧急切断阀、远程控制系统、过流控制阀以及易熔合金塞等装置组成。紧急切断阀应符合 GB/T 22653 的规定，且应动作灵活、性能可靠、便于检修。紧急切断阀阀体不应采用铸铁或非金属材料制造。

7.3.2 罐体的装卸口处的紧急切断阀在非装卸时紧急切断阀应处于闭合状态，能防止任何因冲击或意外动作所致的打开。紧急切断阀操纵装置的设计应能防止任何由于冲击或其他疏忽而引起的意外开启，在操纵装置一旦损坏的情况下，紧急切断阀应能继续有效，紧急切断阀及其安装基座应得到保护，以防被外力损坏，或设计成可抵抗这些意外情况的结构(如阀体设计成剪式结构)。

7.3.3 紧急切断阀应内置，其安装凸缘应直接与罐体相焊，紧急切断阀不应兼作他用。

7.3.4 远程控制系统的关闭操作装置应装在人员易于到达的位置。

7.4 仪表

7.4.1 一般要求

7.4.1.1 直接与罐内介质连通的仪表不应采用易碎、易损材料制造。

7.4.1.2 仪表应灵敏、可靠，并有足够的精度和牢固的结构。

7.4.1.3 仪表露出罐体外的部分应设置能防止受到意外撞击的保护装置。

7.4.2 压力表

7.4.2.1 罐体应至少装设一只压力表。

7.4.2.2 应选用符合相应国家标准或行业标准要求抗震压力表。

7.4.2.3 压力表精度不低于 1.6 级。

7.4.2.4 压力表表盘刻度的极限值应为工作压力的 1.5 倍~3.0 倍,表盘直径应不小于 100 mm。

7.4.2.5 压力表的装设位置应便于操作人员观察和清洗,且应避免受到辐射热、冻结或振动等不利因素的影响。

7.4.2.6 压力表和罐体之间应装设切断阀,且切断阀应有开启标记和锁紧装置。

7.4.2.7 充装腐蚀性介质用压力表,应采用隔膜式压力表或在压力表和罐体之间装设能隔离介质的缓冲装置。

7.4.2.8 压力表的校验应符合国家计量部门的有关规定,在刻度盘上划出指示工作压力的红线,注明下次校验日期。压力表校验后应加铅封。

7.4.3 液位计

7.4.3.1 罐车应至少设置一个液位计。

7.4.3.2 液位计应根据充装介质、设计压力和设计温度等设计参数正确选用,可采用磁力浮球式液位计。

7.4.3.3 液位计应灵敏准确、结构牢固、观察使用方便,液位计的精度等级不低于 2.5 级。

7.4.3.4 当毒性程度为中度危害或中度危害介质以上介质,且设有液位计时,液位计应设置防止泄漏的密封式保护装置。

7.4.3.5 液位计应设置在便于观察和操作的位置,其允许的最高安全液位应有明显的标记。

7.4.3.6 液位计应有液面指示刻度与容积的对应关系,且附有不同温度下,介质密度、压力和体积对照表。

7.4.4 温度计

7.4.4.1 罐体应至少设置一个温度计。

7.4.4.2 温度计的测量范围应与介质的工作温度相适应,并在设计温度处涂以红色警戒标记。

7.4.4.3 温度计测温元件应到达介质液相且与介质不直接接触。

7.5 装卸阀门

7.5.1 装卸阀门的公称压力应不小于罐体的设计压力,其阀体的耐压试验压力为阀体公称压力的 1.5 倍,阀门的气密性试验压力为阀体公称压力。

7.5.2 装卸阀门应在全开和全闭工作状态下进行气密性试验合格。

7.5.3 阀体不应选用铸铁或非金属材料制造。

7.5.4 手动阀门应在阀门承受气密性试验压力下全开、全闭操作自如,并且不得感到有异常阻力、空转等。

8 制造

8.1 一般要求

8.1.1 罐车应按经规定程序批准的设计图样、技术条件及本标准的要求进行制造与检验。

8.1.2 罐车转向架、车钩、缓冲器、制动装置等零部件的制造单位,应按铁路行业相关规定取得认可后,方能进行制造、检验及验收。

8.1.3 罐车走行装置中的关键部件、安全附件、仪表、装卸附件、罐体受压元件等为外购、外协件时,罐车制造单位应保证外购、外协件的质量满足设计图样及本标准的要求,且经检验合格后方可使用。

8.1.4 罐体施焊人员,应按 TSG Z6002 的规定考核合格,取得相应项目的《特种设备作业人员证》后,方可在有效期内担任合格项目范围内的焊接工作。

8.1.5 罐体的无损检测应由持有相应项目的《特种设备检验检测人员证(无损检测人员)》,且在有效期内的人员担任。

8.2 罐体

8.2.1 焊接接头分类

8.2.1.1 罐体受压元件之间的焊接接头分为 A、B、C、D 四类(见图 1),且符合下列规定:

- a) 圆筒部分(包括接管)和锥壳部分的纵向接头、球形封头与圆筒连接的环向接头、各类凸形封头中所有拼焊接头以及嵌入式接管或凸缘与壳体对接连接的接头,均属 A 类焊接接头;
- b) 壳体部分的环向接头、长颈法兰与接管连接的接头,以及接管间的对接环向接头,均属 B 类焊接接头,但已规定为 A 类的焊接接头除外;
- c) 法兰与接管非对接连接的接头均属 C 类焊接接头,但已规定为 A、B 类的焊接接头除外;
- d) 接管、人孔、凸缘、补强圈等与筒体和封头连接的接头均属于 D 类焊接接头,但已规定为 A、B、C 类的焊接接头除外。

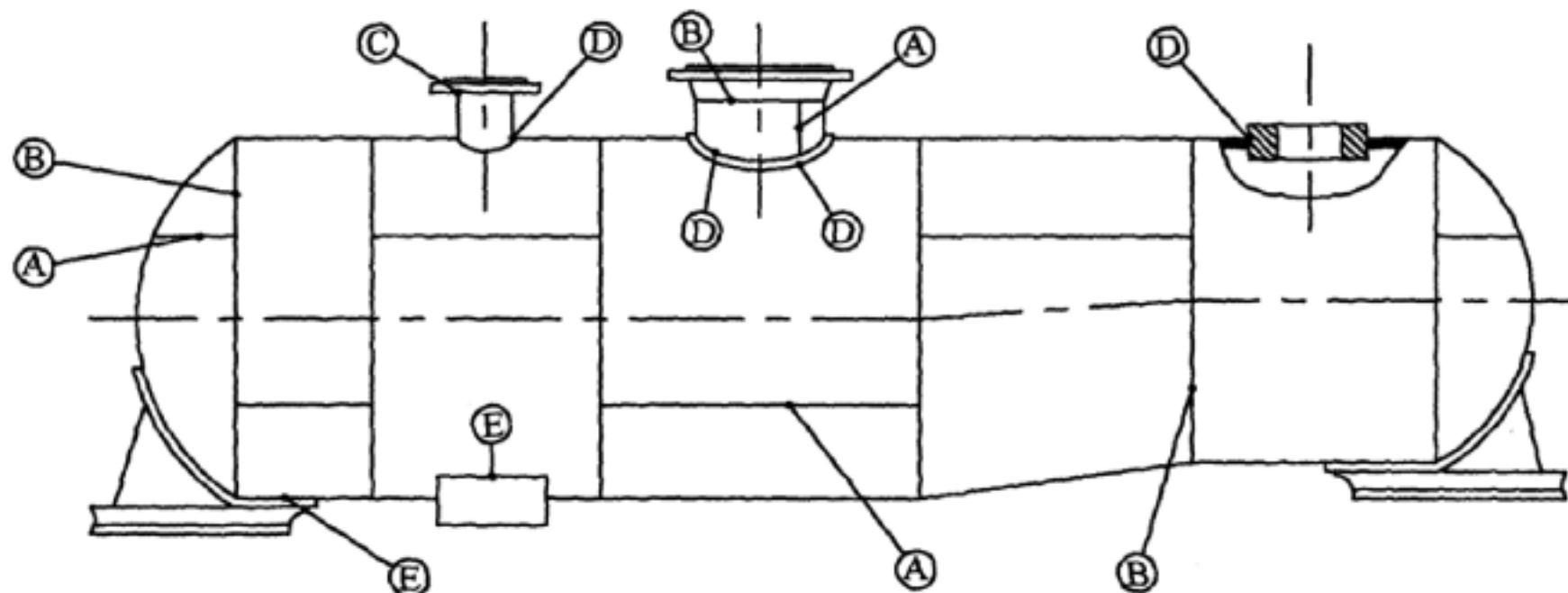


图 1 焊接接头分类

8.2.1.2 非受压元件与受压元件的连接接头为 E 类焊接接头(如图 1 所示)。

8.2.2 材料复验、分割与标志移植

8.2.2.1 符合下列条件之一的材料按炉号复验其化学成分,按批号复验力学性能,且符合相应材料标准或设计文件的要求:

- a) 罐体用 IV 级锻件;
- b) 不能确定质量证明书真实性或对性能和化学成分有怀疑的主要受压元件材料;
- c) 主要受压元件用境外牌号材料;
- d) 设计文件要求进行复验的材料。

8.2.2.2 主要受压元件用奥氏体型不锈钢开平板复验力学性能时应符合下列规定:

- a) 整卷使用的,应在开平操作后,分别在板卷的头部、中部和尾部所对应的开平板上各截取一组复验试样;
- b) 非整卷使用的,应在开平板的端部截取一组复验试样。

8.2.2.3 低温罐体焊条应按批进行药皮含水量或熔敷金属扩散氢含量的复验,其检验方法按相应的焊条标准或设计文件。

8.2.2.4 材料分割可采用冷切割或热切割方法。当采用热切割方法分割材料时,应清除表面熔渣和影响制造质量的表面层。

8.2.2.5 凡制造受压元件的材料应有可追溯的标记。在制造过程中,如原有的确认标记被裁掉或材料分割,应于材料切割前完成标记的移植。

8.2.2.6 符合下列条件的,不应采用硬印进行材料标记的移植:

- a) 有耐腐蚀要求的不锈钢钢板的耐腐蚀面;
- b) 低温罐体受压元件。

8.2.3 冷热加工成形

8.2.3.1 制造单位应根据制造工艺确定加工余量,受压元件成形后的厚度不小于设计图样标注的最小成形厚度。

8.2.3.2 采用经正火、正火加回火或调质处理的钢材制造的受压元件,宜采用冷成形或温成形。当采用温成形时,应避免钢材的回火脆性温度区。

8.2.3.3 制造中应避免钢板表面的机械损伤。对尖锐伤痕以及不锈钢罐体防腐表面的局部伤痕、刻槽等缺陷应予修磨,修磨范围的斜度至少为 1:3。修磨的深度应不大于该部位钢材厚度的 5%,且不大于 2 mm,否则应予焊补。

8.2.3.4 坡口表面质量应符合以下要求:

- a) 坡口表面不应有裂纹、分层、夹杂等缺陷;
- b) 标准抗拉强度下限值 R_m 不小于 540 MPa 的低合金钢材经火焰切割的坡口表面,应按 NB/T 47013.4 进行磁粉检测, I 级合格;
- c) 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、熔渣及其他有害杂质。

8.2.3.5 封头应符合 GB/T 25198 和设计图样的规定。

8.2.3.6 封头应整体成形。先拼板后成形的封头应符合下列规定:

- a) 拼接焊缝一般不应超过 2 条,拼接焊缝的内表面以及影响封头成形质量的拼接焊缝外表面,在成形前应打磨至与母材齐平;
- b) 封头拼接焊缝应按图 2 布置,其焊缝距封头中心线应小于封头内径 D_i 的 1/4,中间板的宽度应不小于 300 mm,拼板的总块数应不多于 3 块。

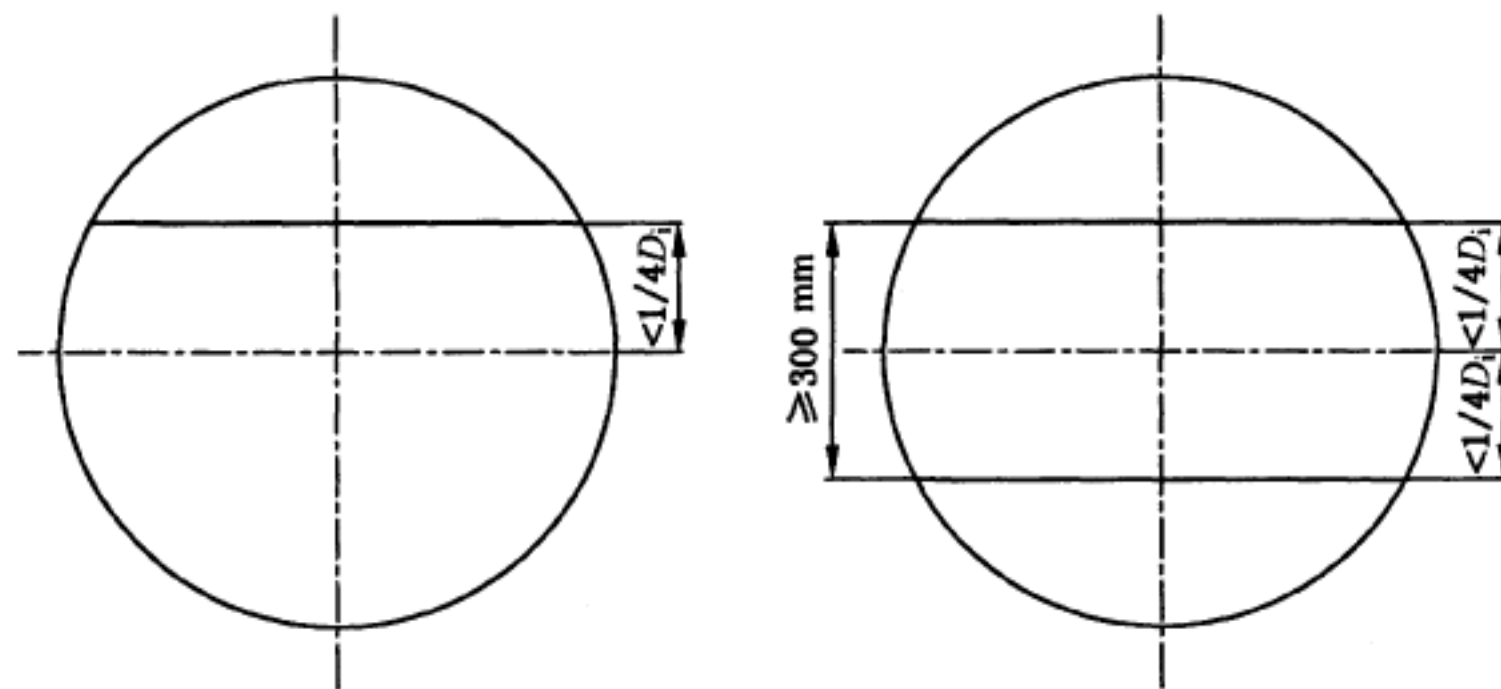


图 2 封头拼接焊缝布置图

8.2.3.7 用带间隙的全尺寸的内样板检查椭圆形、碟形、球形封头内表面的形状偏差(见图 3), 缩进尺寸为 $3\% D_i \sim 5\% D_i$, 其最大形状偏差外凸不得大于 $1.25\% D_i$, 内凹不得大于 $0.625\% D_i$ 。检查时应使样板垂直于待测表面。对图 2 所示的先成形后拼接制成的封头, 允许样板避开焊缝进行测量。

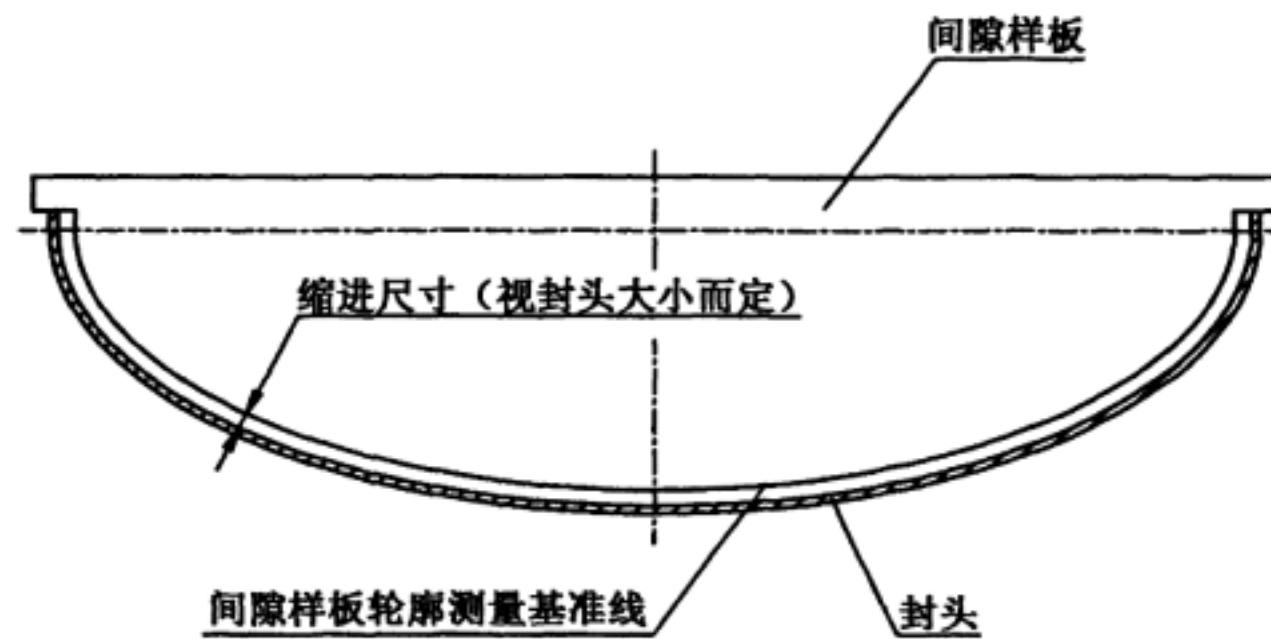


图 3 凸形封头的形状偏差检查

8.2.3.8 碟形及折边锥形封头, 其过渡区转角半径不应小于图样的规定值。

8.2.3.9 封头直边部分不应存在纵向皱折。

8.2.4 圆筒与罐体

8.2.4.1 A、B 类焊接接头对口错边量 b (见图 4) 应符合表 5 的规定。

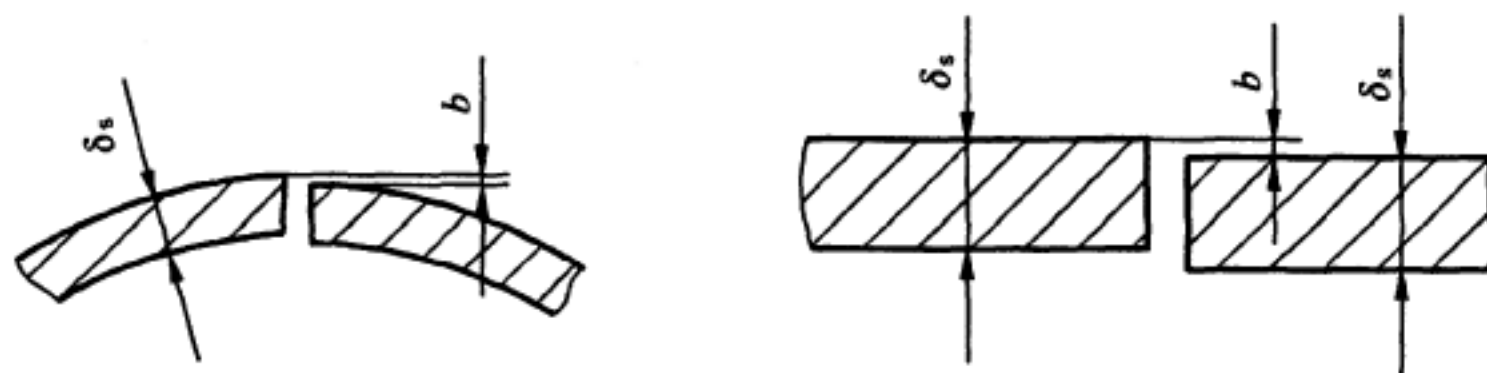


图 4 A、B 类焊接接头对口错边量 b

表 5 A、B 类焊接接头对口错边量

单位为毫米

对口处钢材厚度 δ_s	按焊接接头类别划分对口错边量 b	
	A 类	B 类
≤ 12	$\leq 1/4\delta_s$	$\leq 1/4\delta_s$
$> 12 \sim 20$	≤ 3	$\leq 1/4\delta_s$
$> 20 \sim 40$	≤ 3	≤ 5

8.2.4.2 在焊接接头环向形成的棱角 E , 用弦长等于 $1/6$ 内径 D_i , 且不小于 300 mm 的内样板(或外样板)检查(见图 5), 轴向形成的棱角 E 用直尺检查(见图 6), 其 E 值不应大于 $(\delta_s/10 + 2) \text{ mm}$, 且不大于 5.0 mm 。

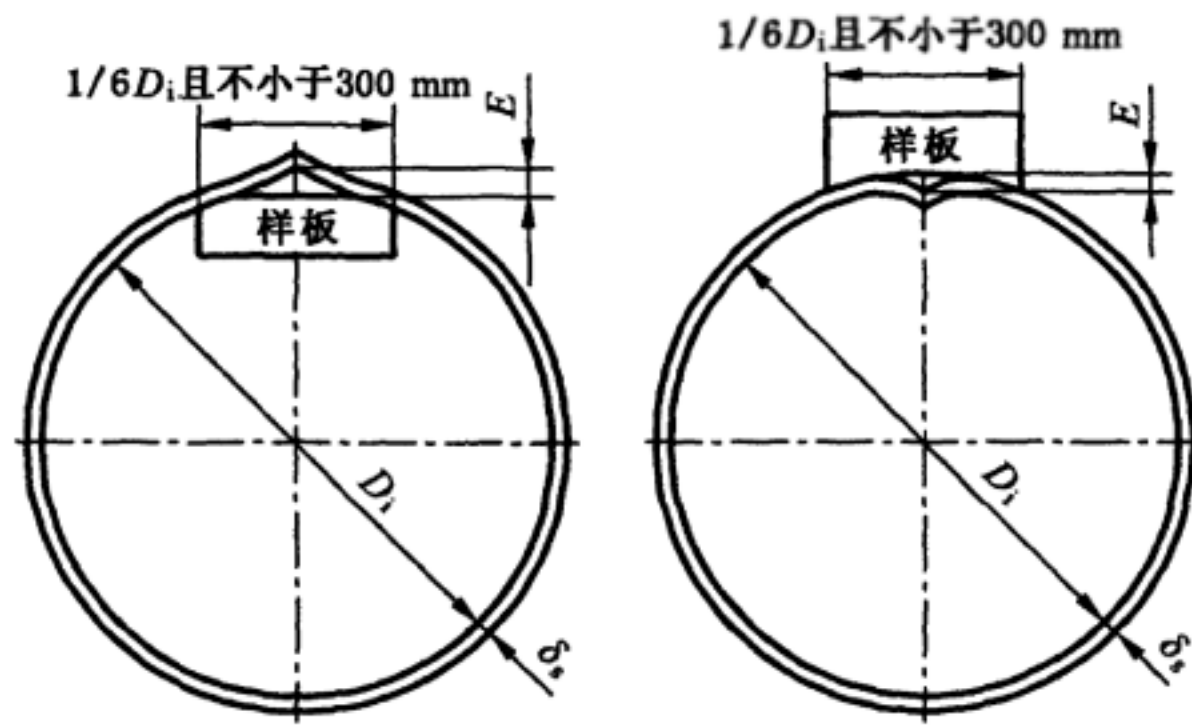


图 5 内样板或外样板检查环向棱角

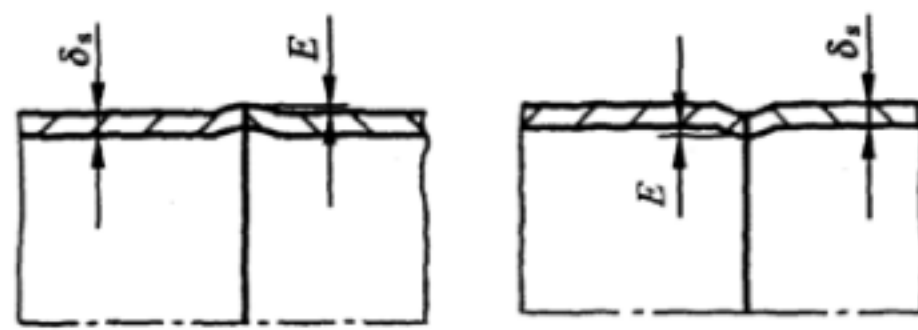
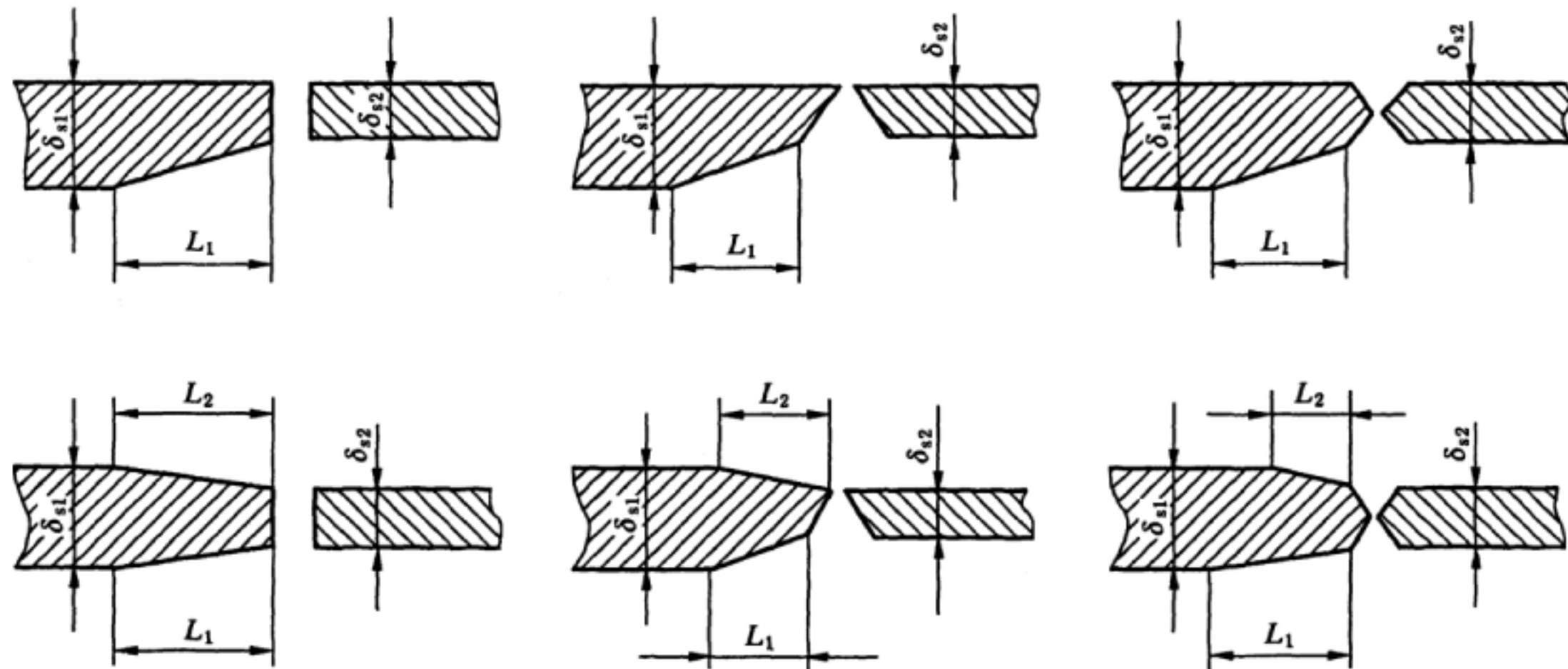


图 6 直尺检查轴向棱角

8.2.4.3 B类焊接接头,当两侧钢材厚度不等时,若薄板厚度不大于 10 mm,两板厚度差超过 3.0 mm;若薄板厚度大于 10 mm,两板厚度差大于薄板厚度的 30%,或超过 5.0 mm 时,均应按图 7 的要求单面或双面削薄厚板边缘(但被削薄后的板厚,在 L_1 区域内任意处都不应小于设计厚度),或按同样要求采用堆焊方法将薄板边缘焊成斜面。

当两板厚度差小于上列数值时,则对口错边量 b 按 8.2.4.1 的要求,且对口错边量 b 以较薄板厚度为基准确定。在测量对口错边量 b 时,不应计入两板厚度的差值。



$$L_1, L_2 \geq 3(\delta_{s1} - \delta_{s2})$$

图 7 单面或双面削薄厚板边缘

8.2.4.4 除设计图样另有规定外,罐体直线度公差应为罐体长度的 1‰。

注:罐体直线度检查是通过中心线的水平和垂直面,即沿圆周 $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ 四个部位拉 $\phi 0.5$ mm 的细钢丝测量。测量位置离 A 类接头焊缝中心线的距离不小于 100 mm。当罐体厚度不同时,计算直线度时应减去厚度差。

8.2.4.5 任何单个筒节的长度应不小于 300 mm。环向拼板长度应不小于 500 mm。组装时不应采用十字焊缝,相邻筒节 A 类接头焊缝中心线间外圆弧长以及封头 A 类接头焊缝中心线、封头上嵌入式接管(或凸缘)焊缝中心线与相邻筒节 A 类接头焊缝中心线间外圆弧长应大于钢材厚度 δ_s 的 3 倍,且不小于 200 mm。

8.2.4.6 法兰面应垂直于接管或罐体的主轴中心线。接管法兰应保证法兰面的水平或垂直(有特殊要求的应按设计图样规定),其偏差均不应超过法兰外径的 1%(法兰外径小于 100 mm 时,按 100 mm 计算),且不大于 3.0 mm。

法兰、凸缘的螺孔应与壳体主轴线或铅垂线跨中布置(见图 8)。有特殊要求时,应在设计图样上注明。

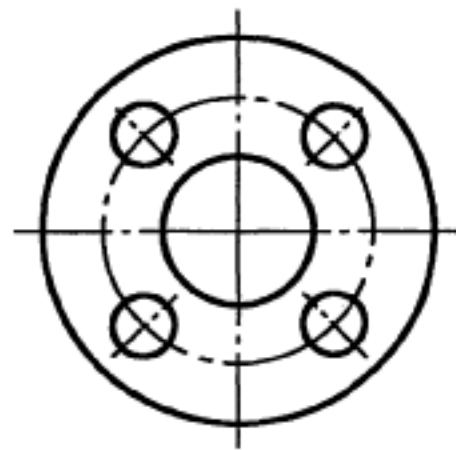


图 8 法兰、凸缘的螺孔与罐体主轴线或铅垂线跨中布置

8.2.4.7 筒体纵焊缝不应布置在筒体横截面中心与最低点连接半径的左右两侧各 40° 范围内。

8.2.4.8 罐体内件和罐体间的焊接应尽量避免开罐体上的 A、B 类焊接接头,且距离环焊缝边缘不小于 100 mm;当与纵缝交叉时,应开槽避让。

8.2.4.9 罐体上凡被补强圈、支座、垫板等覆盖的焊缝,均应打磨至与母材齐平。

8.2.4.10 罐体组装完成后,按下列要求检查罐体的圆度:

- a) 罐体同一断面上最大内径与最小内径之差 e 应不大于该断面内径 D_i 的 1%,且不大于 25 mm (见图 9);
- b) 当被检测断面位于开孔中心一倍开孔内径范围内时,则该断面最大内径与最小内径之差 e 应不大于该断面内径 D_i 的 1%与开孔内径的 2%之和,且不大于 25 mm。

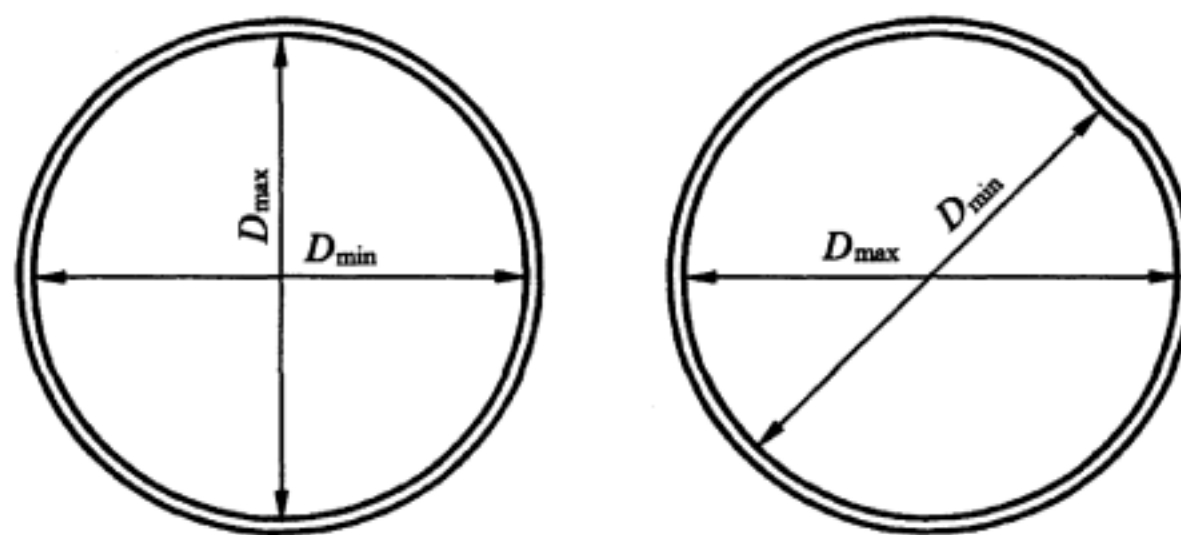


图 9 罐体同一断面最大内径与最小内径之差 e

8.2.4.11 法兰、平盖与凸缘按相应标准或设计图样要求进行制造、检验及验收,并应满足下列要求:

- a) 螺柱孔或通孔的中心圆直径以及相邻两孔弦长极限偏差为 ± 0.6 mm,任意两孔弦长极限偏差为 ± 1.0 mm;

- b) 螺孔中心线与端面的垂直度公差应为螺孔直径的 0.25%；
- c) 螺纹基本尺寸与公差分别按 GB/T 196、GB/T 197 的规定；
- d) 螺孔的螺纹精度按相应国家标准选取，一般为中等精度。

8.2.4.12 机械加工表面和非机械加工表面的未注线性尺寸的极限偏差，分别按 GB/T 1804—2000 中的 m 级和 c 级的规定。

8.2.4.13 紧固件应满足相应国家标准或行业标准的规定，承受拉伸或剪切力载荷的螺栓，其性能等级不得低于 8.8 级。

8.2.5 焊接

8.2.5.1 焊条、焊剂及其他焊接材料的贮存库应保持干燥，相对湿度应不大于 60%。

8.2.5.2 当施焊环境出现以下任一情况，且无有效防护措施时，禁止施焊：

- a) 焊条电弧焊时风速大于 10 m/s；
- b) 气体保护焊时风速大于 2 m/s；
- c) 相对湿度大于 90%；
- d) 雨、雪环境；
- e) 焊件温度低于 -20 ℃。

8.2.5.3 当焊件温度低于 0 ℃ 但不低于 -20 ℃ 时，应在施焊处 100 mm 范围内预热到 15 ℃ 以上。

8.2.5.4 罐体施焊前，受压元件焊缝、与受压元件相焊的焊缝、熔入永久焊缝内的定位焊缝、受压元件母材表面堆焊与补焊，以及上述焊缝的返修焊缝都应按 NB/T 47014 进行焊接工艺评定或具有经过评定合格的焊接工艺规程支持。

8.2.5.5 当焊接结构受压元件用境外材料(含填充材料)时，制造单位在首次使用前应按 NB/T 47014 进行焊接工艺评定。

8.2.5.6 低温罐体的焊接工艺评定，包括焊缝和热影响区的低温夏比冲击吸收能量试验。冲击吸收能量试验的取样方法，按 NB/T 47014 要求确定。冲击吸收能量试验温度应不高于图样要求的试验温度。当焊缝两侧母材具有不同冲击试验要求时，低温冲击吸收能量按两侧母材抗拉强度的较低值符合 GB/T 150.2 或图样的要求。接头的拉伸和弯曲性能按两侧母材中的较低要求。

8.2.5.7 焊接工艺评定报告和预焊接工艺规程应经制造单位焊接责任人审核，技术总负责人批准，经监督检查人员签字确认后存入技术档案。焊接工艺评定技术档案应保存至该工艺评定失效为止，焊接工艺评定试样至少保存 5 年。

8.2.5.8 低温罐体的焊接应严格控制线能量。在焊接工艺评定所确认的范围内，选用较小的焊接线能量，以多道施焊为宜。

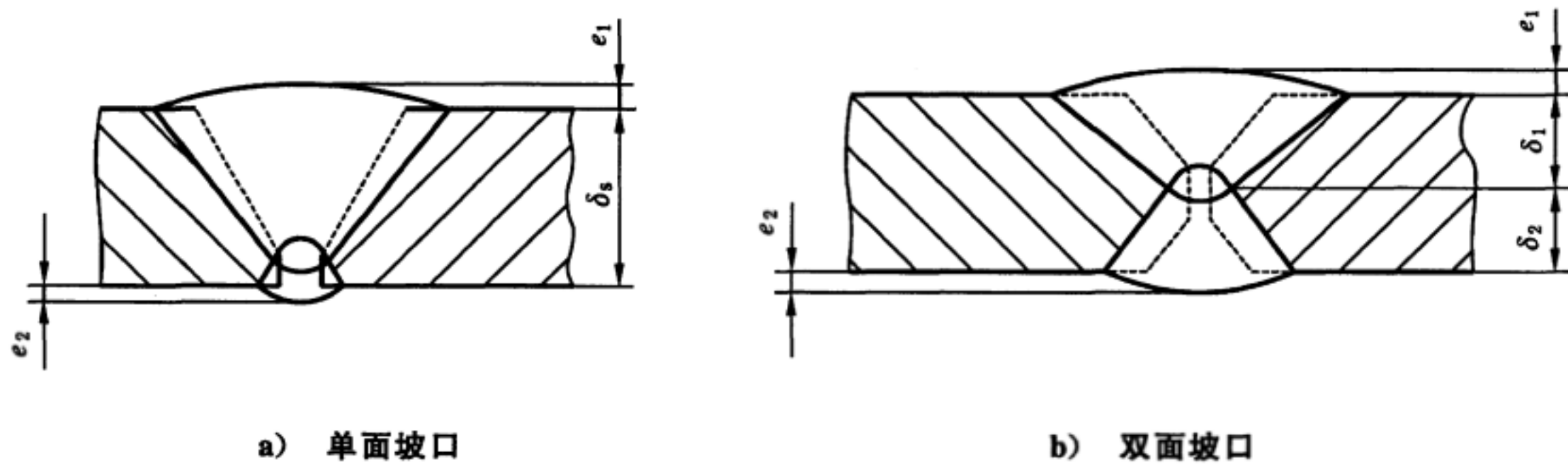
8.2.5.9 应在受压元件焊接接头附近的指定部位打上焊工代号钢印，或在含焊缝布置图的焊接记录中记录焊工代号，对低温罐体和不锈钢罐体的耐腐蚀表面应不采用硬印标记。

8.2.5.10 A、B 类焊接接头的焊缝余高 e_1 、 e_2 按表 6 和图 10 的规定。

表 6 A、B 类接头焊缝余高

单位为毫米

标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540$ MPa 的钢材				其他钢材			
单面坡口		双面坡口		单面坡口		双面坡口	
e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2
0%~10% δ_s 且 ≤ 3	0~1.5	0%~10% δ_1 且 ≤ 3	0%~10% δ_2 且 ≤ 3	0%~15% δ_s 且 ≤ 4	0~1.5	0%~15% δ_1 且 ≤ 4	0%~15% δ_2 且 ≤ 4
表中百分数计算值小于 1.5 时按 1.5 计。							

图 10 A、B 类接头焊缝余高 e_1 、 e_2

8.2.5.11 C、D类接头的焊脚尺寸,在图样无规定时,取焊件中较薄者之厚度。补强圈的焊脚,当补强圈的厚度不小于 8 mm 时,其焊脚尺寸等于补强圈厚度的 70%,且不小于 8 mm。

8.2.5.12 焊接接头表面应按相关标准进行外观检查,不应有表面裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、弧坑、未填满、夹渣和飞溅物。焊缝与母材应圆滑过渡,角焊缝的外观凹形圆滑过渡。

8.2.5.13 在罐体上焊接的临时吊耳和拉筋的垫板等,应采用力学性能和焊接性能与罐体相近的材料,并用相适应的焊材及焊接工艺进行焊接。临时吊耳和拉筋的垫板割除后,留下的焊疤应打磨光滑,并按图样或技术条件规定进行渗透检测或磁粉检测,确保表面无裂纹等缺陷。打磨后的厚度应不小于该部位的设计厚度。

8.2.5.14 罐体不应强力组装。

8.2.5.15 罐体不应采用十字焊缝。

8.2.5.16 罐体上开孔位置宜避开焊接接头。

8.2.5.17 当焊缝需返修时,其焊接返修工艺符合 8.2.5.4~8.2.5.9 的规定。

8.2.5.18 焊缝同一部位的返修次数不宜超过 2 次。如超过 2 次,返修前均应经制造单位技术负责人批准,返修次数、部位和返修情况应记入产品质量证明书。

8.2.5.19 当下列罐体在焊后热处理后进行任何焊接返修的,应对返修部位重新进行热处理:

- a) 充装毒性程度为极度、高度危害介质的罐体;
- b) 低温罐体;
- c) 设计图样注明有应力腐蚀的罐体。

8.2.5.20 除 8.2.5.19 外要求焊后热处理的罐体,如在热处理后进行返修,当返修深度小于钢材厚度 δ 的 1/3,且不大于 13 mm 时,可不再进行焊后热处理。返修焊接时,应先预热并控制每一焊层厚度不得大于 3 mm,且应采用回火焊道。在同一截面两面返修时,返修深度为两面返修的深度之和。

8.2.5.21 特殊耐蚀要求的罐体或受压元件,返修部位仍需保证不低于原有耐腐蚀性能。

8.2.6 产品试件和试样

8.2.6.1 需制备产品焊接试件的条件:

- a) 碳钢、低合金钢制低温罐体;
- b) 材料标准抗拉强度下限值不小于 540 MPa 的低合金钢制罐体;
- c) 需要经过热处理改善或恢复材料力学性能的钢制罐体;
- d) 设计图样注明充装毒性程度为极度、高度危害介质的罐体;
- e) 设计图样要求制备产品焊接试件的罐体。

8.2.6.2 制备产品焊接试件与试样的要求应符合下列规定:

- a) 产品焊接试件应在罐体筒节 A 类纵向焊接接头的延长部位与筒节同时施焊;
- b) 试件应取合格的原材料,且与罐体用材具有相同标准、相同牌号、相同厚度和相同热处理状态;

- c) 试件由施焊罐体的焊工,且采用与施焊罐体相同的条件与焊接工艺施焊,有热处理要求的罐体,试件一般随罐体一起热处理,否则需采取措施保证试件按照与罐体相同的工艺进行热处理;
- d) 每台罐体需制备产品焊接试件的数量,由制造单位根据罐体的材料、厚度、结构与焊接工艺,按设计图样要求确定;
- e) 试件的尺寸和试样的截取按 NB/T 47016 规定。当有冲击试验要求,应在试件上同时截取冲击试样,进行冲击试验。

8.2.6.3 产品焊接试件与试样的检验与评定:

- a) 试样的检验与评定按 NB/T 47016 和设计文件要求进行;
- b) 当需要进行耐腐蚀性能检验时,应按照相关标准和设计文件规定制备试样进行试验,并满足要求;
- c) 低温罐体,除另有规定外,冲击试验应包括焊缝金属和热影响区,并按 NB/T 47016 和设计文件规定的试验温度和合格指标进行检验和评定;
- d) 当试样评定结果不满足要求时,允许按 NB/T 47016 的要求取样进行复验。如复验结果仍达不到要求时,则该试件所代表的产品应判为不合格。

8.2.6.4 符合下列条件之一者,应制备母材热处理试件:

- a) 当要求材料的使用热处理状态与供货热处理状态一致,在制造中若发生改变供货的热处理状态,需重新进行热处理的;
- b) 制造中须采用热处理改善材料力学性能的;
- c) 冷成形或温成形的受压元件,成形后需热处理恢复材料性能的。

8.2.6.5 制备母材热处理试件与试样的要求应符合下列规定:

- a) 母材热处理试件应与母材同炉热处理。当无法同炉时应模拟与母材相同的热处理状态;
- b) 母材热处理试件的尺寸参照 NB/T 47016 规定,其试件应切取拉伸试样 1 件,冷弯试样 1 件,冲击试样 3 个。

8.2.6.6 母材热处理试样的检验与评定应符合 GB/T 150.4—2011 的规定。

8.2.6.7 要求做耐腐蚀性能检验的罐体或受压元件,应按设计文件的要求制备耐腐蚀性能检验试件,且进行试验与评定。

8.2.7 无损检测

8.2.7.1 无损检测方法

8.2.7.1.1 罐体的无损检测方法包括射线检测、超声检测、磁粉检测、渗透检测等。

8.2.7.1.2 制造单位或无损检测机构应按设计图样要求和 NB/T 47013.1 的规定制定罐体的无损检测工艺。

8.2.7.2 无损检测方法的选择

8.2.7.2.1 罐体对接接头应采用射线检测或超声检测,超声检测包括衍射时差法超声检测(TOFD)、可记录的脉冲反射法超声检测和不可记录的脉冲反射法超声检测。当采用不可记录的脉冲反射法超声检测时,应采用射线检测或衍射时差法超声检测作为附加局部检测。

8.2.7.2.2 罐体焊接接头的表面无损检测应采用磁粉检测或渗透检测。

8.2.7.2.3 铁磁性材料制罐体焊接接头的表面无损检测应优先采用磁粉检测。

8.2.7.3 无损检测比例

8.2.7.3.1 罐体对接接头的无损检测比例为 100%。

8.2.7.3.2 符合下列情况之一的罐体对接接头,按 8.2.7.2.1 的规定的全部射线检测或超声检测:

- a) 罐体的 A、B 类对接接头;
- b) 与罐体连接的承压管路的对接接头;
- c) 材料标准抗拉强度下限值不小于 540 MPa 的罐体,当厚度大于 20 mm 时,其对接接头还应采用 8.2.7.2.1 的规定的与原无损检测方法不同的检测方法进行局部检测(不少于 20%),该局部检测应当包括所有的焊缝交叉部位。

8.2.7.3.3 符合下列条件之一的罐体焊接接头,应对其表面进行磁粉或渗透检测。

- a) 罐体的 C、D、E 类焊接接头;
- b) 充装毒性程度为极度、高度危害介质的罐体;
- c) 设计温度低于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低合金钢制罐体;
- d) 先拼板后成形的凸形封头上所有拼接接头;
- e) 标准抗拉强度下限值大于 540 MPa 的低合金钢制罐体的 A、B 类焊接接头;
- f) 异种钢焊接接头、具有再热裂纹倾向或延迟裂纹倾向的焊接接头;
- g) 罐体垫板与支座或鞍座的焊接接头;
- h) 设计文件要求时。

8.2.7.4 无损检测的实施时机

8.2.7.4.1 罐体的焊接接头应经形状、尺寸及外观检查,合格后再进行无损检测。

8.2.7.4.2 拼接封头应在成形后进行无损检测,当成形前已无损检测的,则成形后还应对圆弧过渡区到直边段再进行无损检测。

8.2.7.4.3 标准抗拉强度下限值不小于 540 MPa 的低合金钢制罐体,在耐压试验后,还应对焊接接头进行表面无损检测。

8.2.7.5 无损检测技术要求

8.2.7.5.1 射线检测应按 NB/T 47013.2 或 NB/T 47013.11、NB/T 47013.14 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。

8.2.7.5.2 超声检测应按 NB/T 47013.3 或 NB/T 47013.10 的规定执行,检测技术等级和合格级别如下:

- a) 脉冲反射法超声检测技术等级不低于 B 级,合格级别为 I 级;
- b) 采用衍射时差法超声检测的焊接接头,合格级别不低于 II 级。

8.2.7.5.3 罐体所有焊接接头的表面无损检测均应按 NB/T 47013.4 或 NB/T 47013.5 的规定执行,磁粉或渗透检测合格级别均为 I 级。

8.2.7.6 组合检测技术要求

当组合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。

8.2.7.7 无损检测记录、资料和报告

制造单位应如实填写无损检测记录,正确签发无损检测报告,妥善保管射线底片和超声检测数据等检测资料(含缺陷返修前记录),建立无损检测档案,其保存期限不少于罐车的设计年限。

8.2.8 热处理

8.2.8.1 成形受压元件的恢复性能热处理

8.2.8.1.1 钢板冷成形受压元件,当符合下列任意条件之一,且变形率超过表 7 的范围,应成形后进行相应热处理恢复材料的性能:

- 充装毒性程度为极度或高度危害介质的罐体;
- 图样注明有应力腐蚀的罐体;
- 碳钢、低合金钢,成形前厚度大于 16 mm 的;
- 碳钢、低合金钢,成形后减薄量大于 10% 的。

表 7 冷成形件变形率控制指标

材料	碳钢、低合金钢及其他材料	奥氏体型不锈钢
变形率/%	5	15
变形率计算: 单向拉伸(如筒体成形,见图 11):变形率(%)=50δ[1-(R _f /R ₀)]/R _f 双向拉伸(如封头成形,见图 11):变形率(%)=75δ[1-(R _f /R ₀)]/R _f 式中: δ —— 板材厚度,单位为毫米(mm); R _f —— 成形后中面半径,单位为毫米(mm); R ₀ —— 成形前中面半径(对于平板为∞),单位为毫米(mm)。		

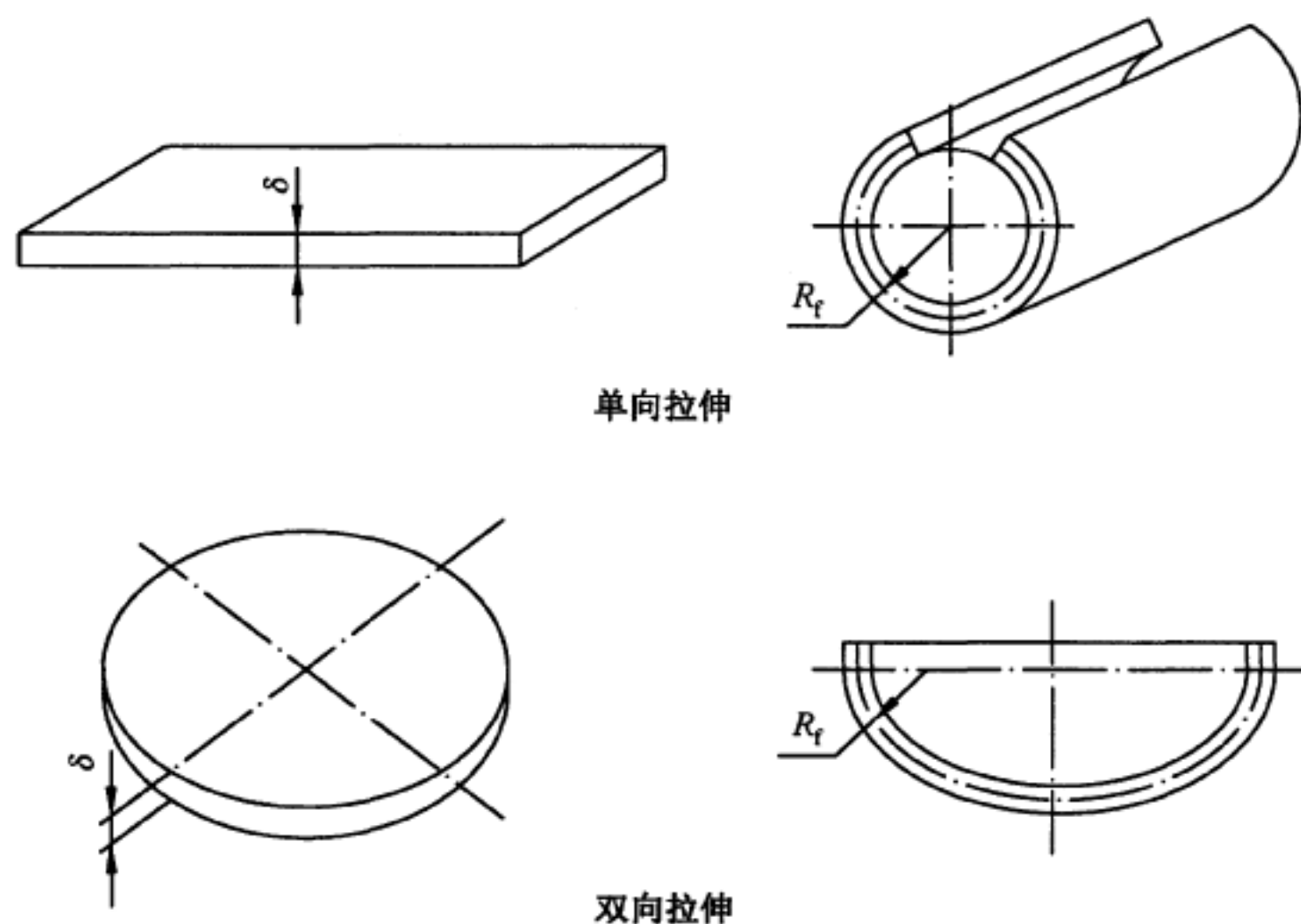


图 11 单向拉伸和双向拉伸成形

8.2.8.1.2 分步冷成形时,若不进行中间热处理,则成形件的变形率为各分步成形变形率之和。当进行中间热处理,则分别计算成形件在中间热处理前、后的变形率之和。

8.2.8.1.3 需消除温成形工件的变形残余应力,可按照 8.2.8.1.1 对冷成形工件的热处理条件和要求进行。

8.2.8.1.4 当热成形或温成形改变了材料供货热处理状态,应重新进行热处理,恢复材料供货热处理状态。

8.2.8.1.5 当对成形温度、恢复材料供货热处理状态的热处理有特殊要求时,应符合相关标准、规范或设计文件的规定。

8.2.8.2 焊后热处理(PWHT)

8.2.8.2.1 罐体及其受压元件按材料、焊接接头厚度(即焊后热处理厚度, δ_{PWHT})和设计要求确定是否进行焊后热处理。

8.2.8.2.2 焊接接头厚度应按下列规定确定:

- a) 等厚全焊透对接接头为钢材厚度;
- b) 对接焊缝和角焊缝为焊缝厚度;
- c) 组合焊缝为对接焊缝与角焊缝厚度中较大者;
- d) 当不同厚度元件焊接时:
 - 不等厚对接接头取较薄元件的钢材厚度;
 - 壳体与平封头、盖板及其他类似元件的 B 类焊接接头,取壳体厚度;
 - 接管与壳体焊接时,取接管颈厚度、壳体厚度、补强圈厚度和连接角焊缝厚度中较大者;
 - 接管与法兰焊接时,取接头处接管颈厚度,对图 12 所示结构取法兰厚度 δ_f ;
 - 非受压元件与受压元件焊接时,取焊缝厚度;
 - 凸缘与筒壳的焊接结构取坡口深度与角焊缝厚度中较大者。

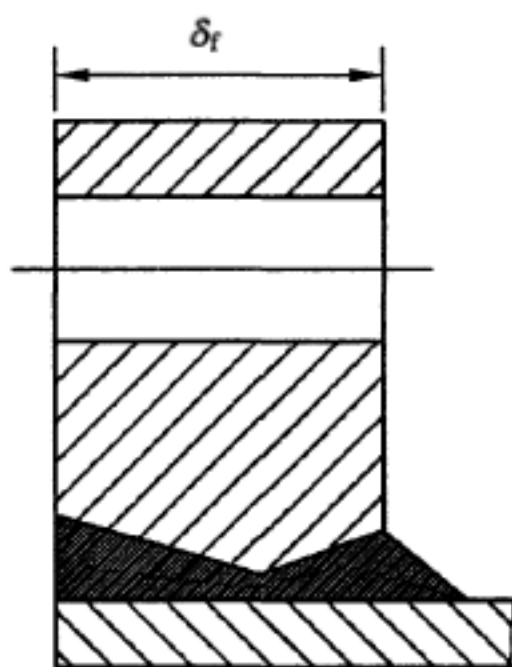


图 12 接管与法兰焊接结构

8.2.8.2.3 罐体及其受压元件符合下列条件之一者,应进行焊后热处理,焊后热处理应包括受压元件间及其与非受压元件的连接焊缝。当制定热处理技术要求时,除满足以下规定外,还应采取必要的措施,避免由于焊后热处理导致的再热裂纹:

- a) 焊接接头厚度符合 GB/T 150.4—2011 中表 5 的规定者;
- b) 图样注明有应力腐蚀的罐体;
- c) 充装易燃、易爆或毒性程度为极度、高度危害介质的碳素钢、低合金钢制罐体;
- d) 当相关标准或图样另有规定时。

8.2.8.2.4 对于异种钢材之间的焊接接头,按热处理要求高者确定是否进行焊后热处理。

8.2.8.2.5 当需对奥氏体型不锈钢进行焊后热处理时,按设计文件规定。

8.2.8.2.6 除设计文件另有规定,奥氏体型不锈钢的焊接接头可不进行热处理。

8.2.8.3 焊后热处理要求

8.2.8.3.1 制造单位应按设计文件和标准的要求在热处理前编制热处理工艺。

8.2.8.3.2 不应使用燃煤炉进行焊后热处理。

8.2.8.3.3 热处理装置(炉)应配有自动记录温度曲线的测温仪表,并能自动绘制热处理的时间与工件壁温关系曲线。

8.2.8.3.4 应采用整体炉内消除应力热处理。

8.2.8.3.5 缺陷焊补部位,允许采用局部热处理。局部热处理有效加热范围应符合以下规定:

- a) 焊缝最大宽度两侧各加 δ_{PWHT} 或 50 mm,取两者较小值;
- b) 返修焊缝端部方向上加 δ_{PWHT} 或 50 mm,取两者较小值;
- c) 接管与壳体相焊时,应环绕包括接管在内的筒体全圆周加热,且在垂直于焊缝方向上自焊缝边缘加 δ_{PWHT} 或 50 mm,取两者较小值。

局部热处理的有效加热范围应确保不产生有害变形,当无法有效控制变形时,应扩大加热范围,例如对圆筒全周长范围进行加热时;同时,靠近加热区的部位应采取保温措施,使温度梯度不致影响材料的组织和性能。

8.2.8.4 焊后热处理操作

碳素钢、低合金钢的焊后热处理操作应符合如下规定:

- a) 焊件进炉时炉内温度不应高于 400 °C;
- b) 焊件升温至 400 °C 后,加热区升温速度不超过 $5\ 500/\delta_{PWHT}$ °C/h,且不应超过 220 °C/h,一般情况下不低于 55 °C/h;
- c) 升温时,加热区内任意 4 600 mm 长度内的温差不大于 140 °C;
- d) 保温时,加热区内最高与最低温度之差不宜超过 80 °C;
- e) 升温及保温时应控制加热区气氛,防止焊件表面过度氧化;
- f) 炉温高于 400 °C 时,加热区降温速度不超过 $7\ 000/\delta_{PWHT}$ °C/h,且不应超过 280 °C/h,一般情况下不低于 55 °C/h;
- g) 焊件出炉时,炉温不高于 400 °C,出炉后应在静止空气中继续冷却。

8.2.9 堆积绝热结构

8.2.9.1 堆积绝热材料及其制品经检验或验收合格后方可使用。

8.2.9.2 堆积绝热结构应按设计图样和工艺施工,且不存在接缝不严、充填不均、膨胀缝处理不当、防腐处理不善和捆扎不牢等缺陷。

8.2.9.3 堆积绝热结构应保证其严密和牢固性。

8.2.9.4 堆积绝热结构其他要求(材料、施工的准备和要求、绝热层的施工、防潮层的施工、保护层的施工等)应符合 GB 50126 的规定。

8.3 罐车其他零部件

罐车底架、转向架、制动装置及车钩缓冲装置等零部件的制造应符合 GB/T 5600、GB/T 5601、TB/T 1492 等国家标准、行业标准和设计图样、技术文件的规定。

8.4 落成要求

8.4.1 结构检查应在空车状态下进行。

8.4.2 车体尺寸的测定应在平直轨道上、制动装置缓解状态下,按 GB/T 5600 的规定进行各项检查。

8.4.3 车钩中心线距轨面高度为 880 mm \pm 10 mm,同一辆车两车钩高度差应不大于 10 mm。

8.4.4 车辆同一位端梁上平面距轨面高度差应不大于 12 mm。

8.4.5 上旁承组成下平面与滚子顶面间隙应符合设计图样及相关技术文件的规定。

8.4.6 罐体纵向中心线与车辆定距中心线的偏移量应不大于 15 mm(对设计需要偏置罐体的罐车,偏移量为减去设计偏移量后的值),罐体中心线与牵枕中心线的横向偏移不大于 3 mm。

8.4.7 押运间端墙与罐体端部的间隙应不小于 20 mm。

8.4.8 罐车落成后需施焊时,带电导体与底架以下部位不应连接。

8.5 安全附件、仪表及装卸阀门的安装

8.5.1 罐体耐压试验合格后,方可进行安全附件、仪表和装卸阀门的安装。

8.5.2 安全附件、仪表和装卸阀门安装前应进行必要的验收和调试,其要求如下:

- a) 安全阀应进行整定压力和回座压力的调试,且合格后应重新铅封;
- b) 压力表应校准并加铅封,且在刻度盘上划出指示工作压力的红线,注明下次校验日期;
- c) 装卸阀门应进行密封压力的验收和调试。

8.6 置换处理

充装易燃、易爆介质的罐车出厂前,罐体应按下列要求进行置换,合格后方可出厂:

- a) 采用氮气置换处理时,处理后的含氧量小于 3%,并保留 0.05 MPa~0.1 MPa 的余压;
- b) 采用抽真空处理时,处理后的真空度不低于 0.086 MPa;
- c) 设计文件有特殊规定时,按设计文件执行。

8.7 涂装

8.7.1 罐车涂装前所有零部件表面应清除油污、锈垢,电焊飞溅等杂物,其碳素钢和低合金钢结构表面应按 GB/T 8923.1 的规定进行除锈处理。

8.7.2 罐体的除锈处理应在罐车未落成前进行,罐车落成后不应进行罐体的喷射或抛射除锈处理,表面除锈处理合格后一般应在 12 h 内,且未返锈或被污染前涂装底漆。

8.7.3 罐体的涂装应符合 JB/T 4711 的规定,罐体及押运间的外表面涂防锈底漆及银灰色面漆。

8.7.4 涂料及检验应符合相应国家标准或行业标准的规定。除磨擦面外,铸钢件、轮对涂醇酸清漆,其余部件均涂防锈底漆及黑色(或按规定的其他颜色)的面漆。

9 试验方法

9.1 耐压试验

9.1.1 耐压试验前准备工作

9.1.1.1 罐体制成后,应进行耐压试验,耐压试验包括液压试验和气压试验。

9.1.1.2 进行热处理的罐体,在热处理合格后进行耐压试验。

9.1.1.3 堆积绝热结构的罐体,应在堆积绝热结构施工前进行罐体的耐压试验。

9.1.1.4 耐压试验前,罐体各连接部位的紧固螺栓,应当配置齐全,紧固妥当。

9.1.1.5 试验应用两个量程相同,精度不低于 1.6 级并经过校验合格的压力表。压力表的刻盘极限值为试验压力的 1.5 倍~3 倍。压力表应安装在被试验罐体顶部便于观察的位置。

9.1.1.6 耐压试验场地应有可靠的安全防护措施,且经过单位技术负责人和安全管理部门检查认可。

9.1.2 耐压试验基本要求

9.1.2.1 保压期间不应采用连续加压来维持试验压力不变,耐压试验过程中不得带压紧固螺栓或者向受压元件施加外力。

9.1.2.2 耐压试验过程中,不应进行与试验无关的工作,无关人员不应在试验现场停留。

9.1.2.3 罐体开孔补强圈应在耐压试验前通入 0.4 MPa~0.5 MPa 的压缩空气检查焊接接头质量。

9.1.2.4 耐压试验后,由于焊接接头或者接管泄漏而进行返修的,或者返修深度大于 1/2 厚度的罐体,应重新进行耐压试验。

9.1.3 液压试验

9.1.3.1 试验液体一般采用水,需要时也可采用不会导致发生危险的其他介质,试验时液体的温度应低于其沸点或闪点,并有可靠的安全措施。

9.1.3.2 Q345R、Q370R 钢板制罐体液压试验时,液体温度不应低于 5 ℃,其他碳钢和低合金钢制罐体,液体温度不应低于 15 ℃。低温罐体液压试验的液体温度应不低于罐体材料和焊接接头的冲击试验温度(取其高者)加 20 ℃,如果由于板厚等因素造成材料无塑性转变温度升高,则需相应提高试验温度。当有试验数据支持时,可使用较低温度液体进行试验,但试验时应保证试验温度(罐体罐壁金属温度)比罐体罐壁金属无塑性转变温度至少高 30 ℃。

9.1.3.3 罐体中应充满液体,滞留在罐体内的气体应排除干净,罐体外表面应当保持干燥。

9.1.3.4 试验合格后应立即将水排净吹干。当无法完全排净吹干时,奥氏体不锈钢罐体用水,应控制水中的氯离子不超过 25 mg/L。

9.1.3.5 液压试验步骤如下:

- a) 试验时罐体顶部应设排气口,充液时应将罐内的空气排净。试验过程中,应保持罐体表面干燥。
- b) 当罐体壁温与液体温度接近时,才能缓慢升压至设计压力,确认无泄漏后继续升压到规定的试验压力,保压时间一般不少于 30 min。然后将压力降至设计压力,保压足够长的时间以对所有焊接接头和连接部位进行检查。
- c) 液压试验完毕后,应及时进行罐体内部的干燥处理。

9.1.3.6 液压试验过程中,液压试验后的罐体无渗漏、无可见的变形和异常的响声为合格。

9.1.3.7 试验合格后,应排尽罐内液体,检查罐内有无积液、杂物,如有应及时清除。

9.1.4 气压试验

9.1.4.1 试验所用气体应为干燥洁净的空气、氮气或其他惰性气体。

9.1.4.2 碳素钢和低合金钢制罐体的试验用气体温度应不低于 15 ℃。其他材料制罐体,其试验用气体温度应符合设计图样规定。

9.1.4.3 气压试验应有安全防护措施,试验单位的安全部门应派人进行现场监督。

9.1.4.4 试验时应先缓慢升压至规定试验压力的 10%,保压 5 min~10 min,并对所有焊接接头和连接部位进行初次检查;确认无泄漏后,再继续升压到规定试验压力的 50%;如无异常现象,然后按规定试验压力的 10%逐级升压,直到试验压力,保压 10 min;然后降到设计压力,保压足够时间进行检查,检查期间压力应保持不变。

9.1.4.5 气压试验过程中,罐体无异常响声,经肥皂液或其他可靠的检漏方法检查无漏气,无可见的变形为合格。

9.2 罐体容积检定

罐体耐压试验合格后应逐台按 JJG 184 的规定进行容积检定。

9.3 泄漏试验

9.3.1 罐体耐压试验合格,所有安全附件、管路安装齐全后进行罐体泄漏试验。

9.3.2 罐体气密性试验应符合以下规定:

- a) 试验用气体应为干燥、洁净的空气、氮气或其他惰性气体;
- b) 试验用气体温度按 9.1.4.2 的规定;
- c) 试验时,压力应缓慢上升,达到规定的试验压力后保压足够长时间,同时检查罐体焊接接头和各阀件及连接面,无泄漏为合格;
- d) 当有泄漏,应在修补后重新进行试验。

9.3.3 氨检漏、卤素检漏及氦检漏等试验方法应符合设计文件的规定。

9.4 紧急切断装置性能试验

9.4.1 紧急切断装置和装卸阀门与罐体组装完成后,紧急切断装置及管路应进行性能试验与气密性检验,试验可与罐体气密性试验同时进行。

9.4.2 罐体压力达到 0.4 MPa~0.6 MPa 时,进行紧急切断装置开启、远程控制、闭止及泄漏等性能试验。

9.4.3 罐体气密性试验压力下应再次进行紧急切断装置性能试验。气密性检验在关闭进气阀的情况下应同时按下列要求进行检查:

- a) 与罐体的连接面无泄漏;
- b) 拧紧气、液相阀门外部连接管的法兰盖,打开紧急切断阀,检查外部接管焊缝及连接面无泄漏。

9.4.4 油压管路系统的强度试验:关闭远程控制直通截止阀及手压泵回流手柄,用手压泵升压至 1.5 倍的手压泵公称压力,保压 10 min,油压管路系统和元件不应泄漏、变形和脱落。

9.4.5 安全附件试验合格后,检查手压泵油杯油位高度,当油位不足油杯的 75%时应补足。

9.4.6 油压管路系统中的油品应符合相应国家标准的液压油,且满足使用的要求。

9.5 型式试验

罐车的型式试验应按 GB/T 5601 的规定。

10 检验规则

10.1 罐车检验分为型式试验和出厂检验(例行试验)。

10.2 型式试验:对车辆的基本参数、结构、性能等是否符合设计要求所做的全面考核,试验项目一般在 1 辆到 2 辆罐车上进行,且符合 GB/T 5601 的规定。

10.3 出厂检验:对批量生产的每辆出厂罐车,对其外观、结构、性能而做的常规性检查与试验。

10.4 检验项目:车辆除应按 GB/T 5601 的规定进行外观检查、结构检查、装置的性能检查、整车综合性能检查及运用考核试验等检验外,还应按表 8 规定的项目进行检验。

表 8 检验项目

序号	检验项目	检验类别		试验方法及要求
		出厂检验	型式试验	
1	罐体焊接检验	S	T	8.2.5
2	无损检测	S	T	8.2.7
3	热处理检验	S	T	8.2.8
4	安全附件及装卸附件检验	S	T	8.5
5	罐体容积检定	S	T	9.2
6	置换处理	S	T	8.6
7	耐压试验	S	T	9.1
8	泄漏试验	S	T	9.3
9	紧急切断装置性能试验	S	T	9.4

注：S 为出厂检验项目，T 为型式试验项目。

11 标记、标识

11.1 罐体的介质色带和图形标识应符合《铁路危险货物运输管理暂行规定》等规定，与其他标记重叠处的色带可断开，带押运间的罐车，押运间外墙涂打与罐体相同规格的环形色带，窗户处断开。

11.2 在罐车性能标记的下方应有“罐体下次全面检验日期××年××月”的标记，字色为黑色，字高不小于 100 mm。

11.3 罐体的漆膜颜色宜采用浅色。

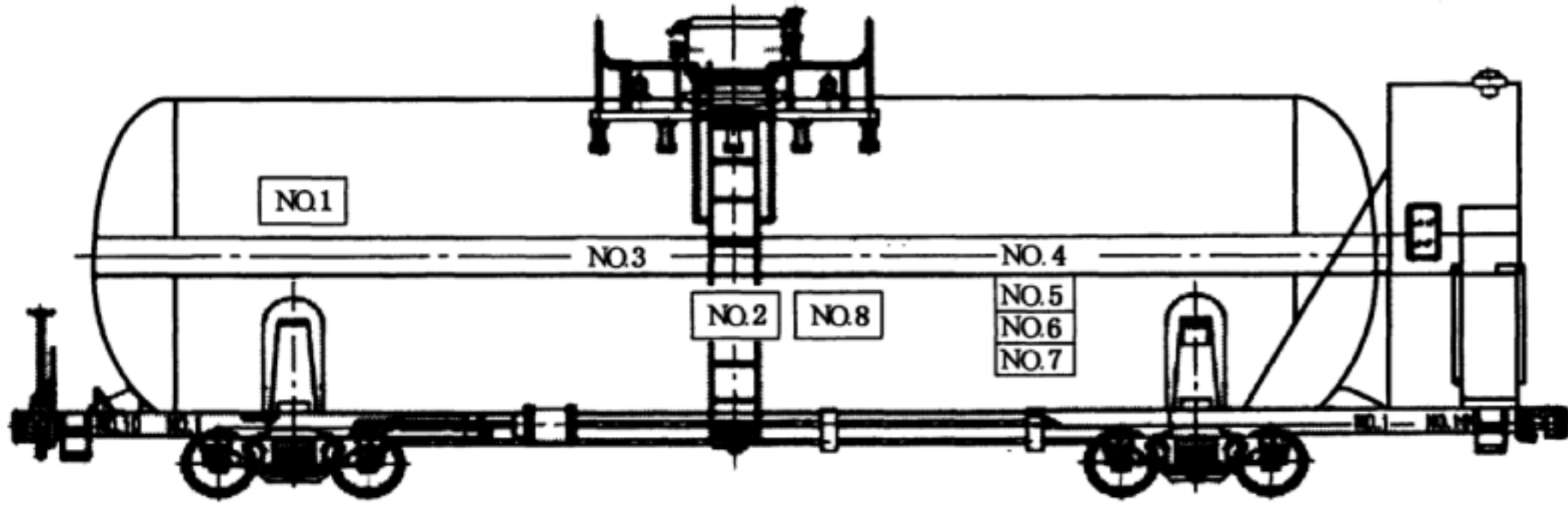
11.4 罐车罐体中的液相、气相阀门及紧急切断系统中的泄压阀门附近应有能反映阀门用途的提示性标记，其尺寸、内容及方式按设计图样规定。

11.5 罐体上各阀门按以下要求涂色，且漆膜颜色按 GSB 05-1426 漆膜颜色标准样卡进行比对：

- a) 液相阀——淡黄色(Y06)；
- b) 气相阀——大红色(R03)；
- c) 安全阀——大红色(R03)；
- d) 其他阀——不限。

11.6 罐车其他标记要求应符合铁路行业相关规定和设计图样的规定。标记的位置见图 13。

11.7 应在罐体的明显部位装设罐车产品铭牌，铭牌尺寸不小于 300 mm×200 mm。铭牌内容和格式应符合 TSG R0005 的规定。



说明：

- NO.1——罐车产权单位；
- NO.2——制造厂名称；
- NO.3——车辆警示性标记或介质特征标记；
- NO.4——介质名称；
- NO.5——罐车技术性能；
- NO.6——禁止上驼峰标记；
- NO.7——罐体下次全面检验日期；
- NO.8——图形标志。

图 13 罐车标记位置图

12 出厂文件

12.1 罐车出厂时，罐车的制造单位至少应向用户提供下列技术文件和资料：

- a) 竣工图样(总图、罐体图)，竣工图样上应有设计单位许可印章(复印章无效)，且加盖竣工图章(竣工图章上标注制造单位名称、制造许可证编号、审核人的签字和“竣工图”字样)，当制造中发生材料代用、无损检测方法改变、加工尺寸变更等，制造单位应按设计单位书面批准文件的要求在竣工图样上作出清晰标注，标注处有修改人的签字及修改日期；
- b) 产品合格证(含产品数据表)；
- c) 产品质量证明文件；
- d) 产品铭牌的拓印件或复印件；
- e) 特种设备制造监督检验证书；
- f) 强度计算书；
- g) 应力分析报告(需要时)；
- h) 罐体安全泄放量、安全阀排量和爆破片泄放面积的计算书；
- i) 产品使用说明书；
- j) 风险评估报告；
- k) 罐体容积检定证书；
- l) 新造货车验收记录。

12.2 罐车产品使用说明书除应符合 GB/T 9969 的规定外，还应至少包含下列内容：

- a) 罐车主要技术性能参数；
- b) 罐车结构简介，其中装卸与安全附件应有平面布置示意图、紧急切断装置示意图、阀件和仪表的型号和简介；

- c) 使用说明,其中应有操作规程、最大允许充装量的控制等;
- d) 使用注意事项;
- e) 罐车的维护和保养;
- f) 常见故障的排除。

12.3 产品质量证明文件至少应包括:

- a) 主要受压元件材料质量证明书和材料清单;
- b) 质量计划;
- c) 外购外协的受压元件(封头、锻件等)产品质量证明文件;
- d) 罐体外观及结构尺寸检查报告;
- e) 罐体焊接记录;
- f) 罐体无损检测报告;
- g) 罐体热处理报告及自动记录曲线;
- h) 罐体耐压试验;
- i) 气密性试验报告或其他泄漏试验;
- j) 罐体气体置换检测报告;
- k) 产品制造变更报告;
- l) 钢板、锻件超声检测报告(需要时);
- m) 安全附件、仪表及装卸附件的质量证明文件。

附 录 A
(规范性附录)
风险评估报告

A.1 总则

A.1.1 本附录规定了风险评估报告的基本要求。

A.1.2 设计单位应根据相关法规或设计委托方要求编制针对罐车建造阶段和使用阶段预期的风险编制风险评估报告。风险评估报告是编制其他设计文件的重要依据。

A.1.3 设计单位应按照罐车型号,充分考虑罐车在各种工况条件下可能产生的失效模式,在材料选择、结构设计、制造检验、运输使用、充装卸载等方面提出安全防护措施,防止可能发生的失效。

A.2 制定原则和程序

A.2.1 设计阶段风险评估主要针对设计者需考虑的对设计阶段、制造阶段和使用阶段预期的危害识别和风险控制,且说明应采取的安全防护措施和依据。

A.2.2 设计阶段风险评估按以下程序进行:

- a) 根据用户设计条件和其他设计输入信息(如设计任务书等),确定罐车的运输方式及各种使用工况;
- b) 根据罐车的充装介质、环境因素、运输方式及条件、装卸方式及条件等进行危害识别,确定可能发生的危害及其后果;
- c) 形成完整的风险评估报告。

A.3 风险评估报告内容

风险评估报告至少应包括如下内容:

- a) 罐车的基本设计参数:运输方式、工作条件(如工作压力、工作温度、腐蚀环境等)、装卸条件(如装卸方式、装卸压力等)、充装介质(如编号、名称、危害特性等)、基本结构(如裸罐、堆积绝热罐)、材料等;
- b) 所有可能工况条件的描述;
- c) 设计阶段时,应考虑所有工况条件下可能发生的失效模式,如爆炸、泄漏、破损、变形,以及倾覆等交通事故;
- d) 对标准、安全技术规范或规范性文件已有规定的失效模式,说明采用的条款;
- e) 对标准、安全技术规范或规范性文件没有规定的失效模式,说明设计中载荷、安全系数和相应设计计算方法的选取依据;
- f) 规定针对介质少量泄漏、大量涌出、爆炸状况以及交通事故情况下如何处置的措施;
- g) 根据可能发生事故情况,规定合适的随车人员、操作人员及其他相关人员的防护装备和措施;
- h) 风险评估报告应具有与罐车设计图样总图一致的签署。

附录 B
(规范性附录)

罐体安全泄放量及安全泄放装置排放能力的计算

B.1 总则

B.1.1 本附录规定了罐体充装介质为液化气体在通风条件良好、敞开空间着火的火灾工况(与外部油池火灾类似)罐体安全泄放量的计算方法。当超出本附录工况(如罐体遭受喷射火、部分密闭或全部密闭空间内火灾等严重火灾工况)的罐体安全泄放量计算由设计者另行考虑。

B.1.2 本附录公式仅适用于临界温度远高于额定排放压力下饱和气体温度的液化气体。临界温度接近或低于额定排放压力下饱和气的液化气体,罐体安全泄放量的计算还应考虑气体的热力学特性。

B.1.3 根据安全泄放装置铭牌上的标示值,罐体安全泄放量及安全阀排放能力的计算应按 B.2 或 B.3 的规定,爆破片排放面积的应按 B.4 的规定。

B.2 介质质量计算罐体安全泄放量及安全阀排放能力

B.2.1 一般要求

当安全阀铭牌上标示安全阀的最小流道直径(或流道面积)及安全阀的额定泄放系数时,按 B.2.2~B.2.4 的规定计算罐体安全泄放量及安全阀排放能力。

B.2.2 罐体安全泄放量的计算

B.2.2.1 无绝热层的罐体的安全泄放量按式(B.1)计算:

$$W_s = \frac{2.55 \times 10^5 A_r^{0.82}}{q} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

B.2.2.2 当完整的绝热层符合 B.2.2.3 的规定时,罐体的安全泄放量按式(B.2)计算:

$$W_s = \frac{2.61(650 - t)\lambda A_r^{0.82}}{\delta q} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

W_s ——罐体的安全泄放量,单位为千克每小时(kg/h);

q ——在泄放压力下液化气体的汽化潜热,单位为千焦耳每千克(kJ/kg);

λ ——常温下绝热材料的导热系数,单位为千焦耳每米小时摄氏度[kJ/(m·h·℃)];

δ ——绝热层厚度,单位为米(m);

t ——泄放压力下介质的饱和温度,单位为摄氏度(℃);

A_r ——罐体的受热面积,单位为平方米(m²);

椭圆形封头的卧式罐体 $A_r = 3.14D_o(L + 0.3D_o)$;

半球形封头的卧式罐体 $A_r = 3.14D_oL$ 。

L ——罐体的总长,单位为米(m);

D_o ——罐体的外直径,单位为米(m)。

B.2.2.3 在任何情况下,当用于减少罐体安全泄放量的绝热层应在不超过 650℃下始终保持完好有效,其外保护层应采用熔点不低于 700℃的材料。

B.2.3 单个安全阀的排放能力(额定泄放量)的计算

单个安全阀的安全阀的排放能力(额定泄放量)的计算应符合下列规定:

a) 临界条件 $\frac{p_o}{p_d} \leq \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ 时,按式(B.3)计算:

$$W = 7.6 \times 10^{-2} CK p_d A \sqrt{\frac{M}{ZT}} \dots\dots\dots (B.3)$$

b) 亚临界条件 $\frac{p_o}{p_d} > \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ 时,按式(B.4)计算:

$$W = 55.84 K p_d A \sqrt{\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{p_o}{p_d}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_o}{p_d}\right)^{\frac{k+1}{k}} \right]} \sqrt{\frac{M}{ZT}} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

W ——安全阀的排放能力(额定泄放量),单位为千克每小时(kg/h);

K ——安全阀的额定泄放系数,与安全阀结构有关,应根据实验数据确定。无参考数据时,可按下述规定选取:

全启式安全阀 $K = 0.60 \sim 0.70$;

当采用安全阀与爆破片串联组合装置时,安全阀的额定泄放系数 *K* 应乘以修正系数 0.9。

A ——安全阀最小排气截面积,单位为平方毫米(mm²);

对于全启式安全阀,即 $h \geq \frac{1}{4} d_1$ 时: $A = 0.785 d_1^2$;

h ——阀瓣开启高度,单位为毫米(mm);

*d*₁ ——安全阀的最小流道直径(阀座喉部直径),单位为毫米(mm)。

C ——气体特性系数,可查表 B.1 或按式(B.5)、(B.6)求取;

当 $k > 1$ 时:

$$C = 520 \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}} \dots\dots\dots (B.5)$$

当 $k = 1$ 或未知时:

$$C = \frac{520}{\sqrt{e}} = 315 \dots\dots\dots (B.6)$$

k ——气体绝热指数, $k = C_p / C_v$;

*C*_p ——标准状态下气体定压比热;

*C*_v ——标准状态下气体定容比热;

数学常数 $e = 2.718 3$ 。

M ——气体的摩尔质量,单位为千克每千摩尔(kg/kmol);

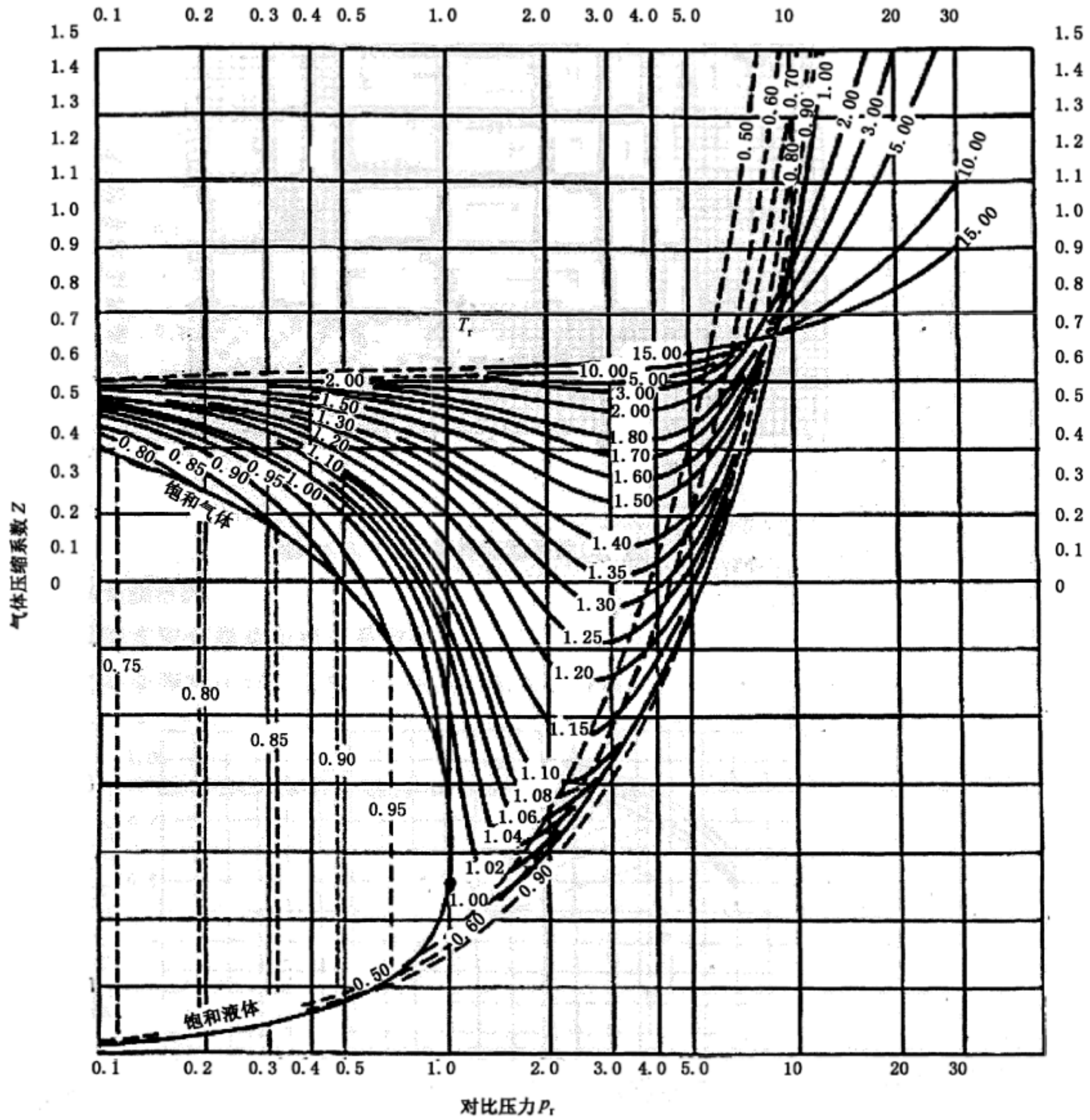
T ——额定排放压力下饱和气体绝对温度,单位为开尔文(K);

Z ——额定排放压力下饱和气体的压缩系数,见图 B.1 无法确定时取 1;

*p*_d ——安全阀的排放压力(绝压), $p_d = 1.2 p_s + 0.1$,单位为兆帕(MPa);

*p*_s ——罐体设计压力,单位为兆帕(MPa);

*p*_o ——安全阀出口侧压力(绝压),单位为兆帕(MPa)。



对比温度(T_r)为介质的泄放温度(K)与临界温度(K)的比值。
对比压力(P_r)为介质的泄放压力(MPa)与介质的临界压力(MPa)。

图 B.1 气体压缩系数

B.2.4 安全阀总排放能力

选用的安全阀排放能力(额定泄放量) W 应该大于罐体所需的安全泄放量 W_s , 各个安全阀额定泄放量 W 按 B.2.2 及其铭牌标示值进行计算。

表 B.1 气体特性系数

<i>k</i>	<i>C</i>	<i>k</i>	<i>C</i>	<i>k</i>	<i>C</i>	<i>k</i>	<i>C</i>
1.00	315	1.20	337	1.40	356	1.60	372
1.02	318	1.22	339	1.42	358	1.62	374
1.04	320	1.24	341	1.44	359	1.64	376
1.06	322	1.26	343	1.46	361	1.66	377
1.08	324	1.28	345	1.48	363	1.68	379
1.10	327	1.30	347	1.50	365	1.70	380
1.12	329	1.32	349	1.52	366	2.00	400
1.14	331	1.34	351	1.54	368	2.20	412
1.16	333	1.36	352	1.56	369		
1.18	335	1.38	354	1.58	371		

B.3 按空气体积计算罐体安全泄放量及安全阀排放能力

B.3.1 当安全阀铭牌标示为标准条件(0.1 MPa, 0 °C)下的排放能力(以每秒标准空气的最小排放量)时,应按 B.3.2~B.3.4 计算罐体安全泄放量及确定安全阀排放能力。

B.3.2 罐体充装临界温度远高于额定排放压力下饱和气体温度的液化气体时,罐体需要的安全泄放量用式(B.7)确定:

$$Q_s = 6\,448 \frac{FA_r^{0.82}}{qC} \sqrt{\frac{ZT}{M}} \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

Q_s ——在标准条件(0.1 MPa, 0 °C)下,罐体所需安全泄放装置总的排放能力(以每秒空气的最小排放量表示),单位为立方米每秒(m³/s);

F ——系数,按下述规定选取:

- a) 无绝热层时, *F* = 1.0;
- b) 具有能减小罐体安全泄放量的绝热层时, *F* = *U*(650 - *t*₁)/13.6,但在任何情况下均不应小于 0.25,绝热层应符合 B.2.2.3 的规定。

U ——绝热层在 38 °C 时的导热率,单位为千瓦每平方米开尔文[kW/(m² · K)];

*t*₁ ——液化气体在装料过程中的实际温度(°C),这一温度未知时,取 *t* = 15 °C。

B.3.3 各个安全阀排放能力 *Q* 应为其铭牌上标示的排放能力。

B.3.4 选用的各个安全阀排放能力 *Q* 的总和应大于罐体的安全泄放量 *Q_s*。

B.4 爆破片装置排放面积的计算

B.4.1 爆破片的排放面积的计算应符合下列规定:

- a) 临界条件 $\frac{p_o}{p_b} \leq \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ 时,按式(B.8)计算:

$$A \geq \frac{W_s}{7.6 \times 10^{-2} CK' p_b \sqrt{\frac{M}{ZT}}} \dots\dots\dots (B.8)$$

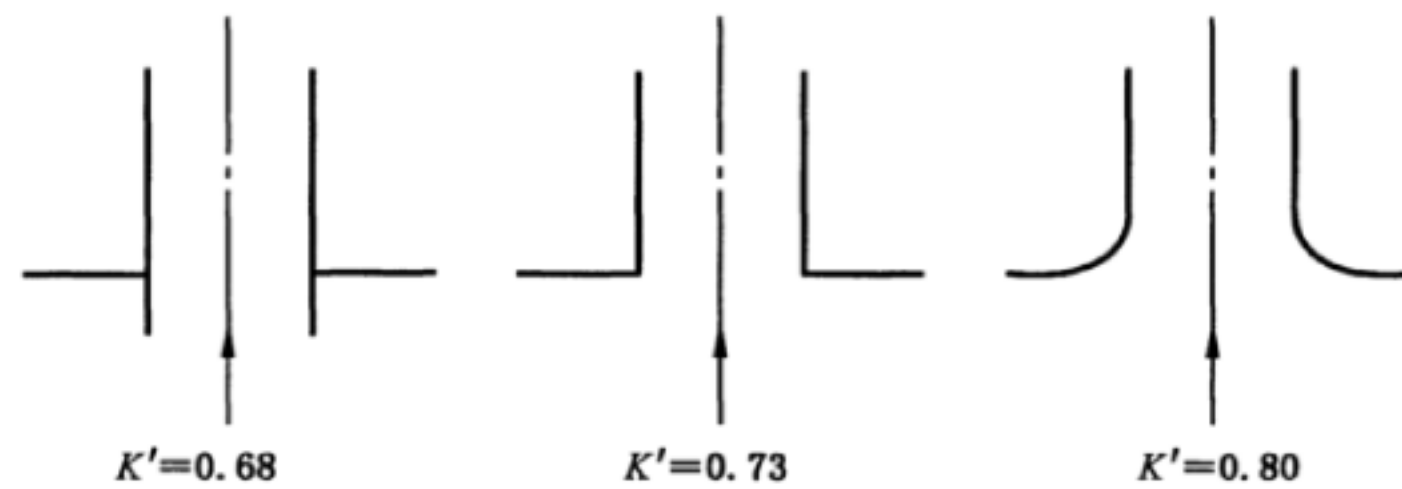
b) 亚临界条件 $\frac{p_o}{p_b} > \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ 时,按式(B.9)计算:

$$A \geq \frac{W_s}{55.84 K' p_b \sqrt{\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{p_o}{p_b}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_o}{p_b}\right)^{\frac{k+1}{k}} \right]} \sqrt{\frac{M}{ZT}}} \dots\dots\dots (B.9)$$

式中:

A ——爆破片的排放面积,单位为平方毫米(mm²);

K' ——爆破片的额定泄放系数,与爆破片装置入口管道形状有关;



W_s ——罐车的安全泄放量,单位为千克每小时(kg/h);

p_b ——爆破片的设计爆破压力(绝压),单位为兆帕(MPa);

P_o ——泄放侧压力(绝压),单位为兆帕(MPa)。

B.4.2 选用的爆破片最小泄放面积的总和应大于罐体所需的爆破片排放面积 A_s,各个爆破片最小泄放面积根据其铭牌标示值进行选取或计算。

中华人民共和国
国家标准
液化气体铁路罐车
GB/T 10478—2017

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

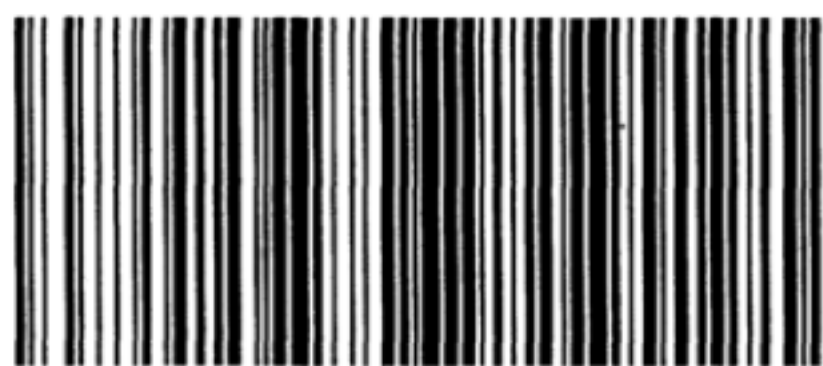
*

开本 880×1230 1/16 印张 3 字数 86 千字
2017年9月第一版 2017年9月第一次印刷

*

书号: 155066·1-57656 定价 42.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究



GB/T 10478-2017