

ICS 43.080.10
T 59



中华人民共和国国家标准

GB/T 19905—2017
代替 GB/T 19905—2005

液化气体汽车罐车

Road tanker for liquefied gas

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

GB/T 19905—2017

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 5

6 设计 8

7 安全附件、仪表和装卸附件 19

8 制造..... 22

9 试验方法..... 35

10 检验规则 37

11 标志标识 39

12 出厂文件 39

13 储存运输 40

附录 A（规范性附录） 风险评估报告 41

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 42

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 19905—2005《液化气体运输车》。本标准与 GB/T 19905—2005 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,2005 年版的第 1 章);
- 删除了工作压力、设计压力等 6 个术语,并且增加了液化气体等 4 个术语(见第 3 章,2005 年版的第 3 章);
- 修改了章标题,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 2005 年版第 4 章);
- 修改了罐体用钢板、钢锻件、钢管和管件、堆积绝热材料、焊接材料等要求,并且增加了密封材料的要求(见 5.2、5.3、5.4.6,见 2005 年版 5.2~5.5);
- 修改了整车、载荷、设计温度、设计压力、最大允许充装量等要求,并且增加了分析设计方法、最低设计金属温度、罐体最小厚度、二甲醚介质和泄漏试验等要求(见第 6 章,见 2005 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 2005 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 8.1~8.4,见 2005 年版 8.2、8.3);
- 增加了氨检漏、卤素检漏及氮检漏等试验方法(见 9.2.3);
- 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”“产品质量证明书的格式和内容”(见年 2005 年的附录 B、附录 C);
- “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”,且修改了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 2005 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:荆门宏图特种飞行器制造有限公司、上海市气体工业协会、中国特种设备检测研究院、广东建成机械设备有限公司、上海华谊集团装备工程有限公司、上海华理安全装备有限公司、南通中策能源装备有限公司、石家庄安瑞科气体机械有限公司、航天晨光股份有限公司、上海市特种设备监督检验研究院、武汉中正化工设备有限公司、铁岭黄海专用车制造有限公司。

本标准主要起草人:肖学文、周伟明、余柏建、魏勇彪、孙太平、陈朝晖、寿比南、谢铁军、吴全龙、蒋平安、王芳、王红霞、罗晓明、王家群、赵德祥。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 19905—2005。

GB/T 19905—2017

引 言

标准的符合性声明及修订

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(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
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-T19905@csebpv.org

液化气体汽车罐车

1 范围

1.1 本标准规定了液化气体汽车罐车(以下简称罐车)的材料、设计、制造、试验方法、检验规则、标志标识、出厂文件、储存运输等要求。

1.2 本标准适用于钢制罐体的设计压力不小于 0.1 MPa,容积不小于 1 m³,且与定型底盘或半挂车行走机构永久性连接的罐车。

1.3 本标准不适用于下列范围的罐车:

- 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) 国防军事装备等有特殊要求的。

1.4 本标准适用的罐车范围包括罐体、管路、安全附件、仪表、装卸附件,以及定型底盘或半挂车行走机构、支座、操作箱等。

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 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/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 1589 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值

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 19905—2017

GB/T 3730.2 道路车辆 质量 词汇和代码
GB/T 3730.3 汽车和挂车的术语及其定义 车辆尺寸
GB 4351(所有部分) 手提式灭火器
GB/T 4606 道路车辆 半挂车牵引座 50 号牵引销的基本尺寸和安装、互换性尺寸
GB/T 4607 道路车辆 半挂车牵引座 90 号牵引销的基本尺寸和安装、互换性尺寸
GB 4785 汽车及挂车外部照明和光信号装置的安装规定
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 7258 机动车运行安全技术条件
GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
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 11567.1 汽车和挂车侧面防护要求
GB 11567.2 汽车和挂车后下部防护要求
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 危险货物品名表
GB 12676 商用车辆和挂车制动系统技术要求及试验方法
GB 13365 机动车排气火花熄灭器
GB 13392 道路运输危险货物车辆标志
GB/T 13881 牵引车与挂车之间气制动管连接器
GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
GB 16735 道路车辆 车辆识别代号(VIN)
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 20070 道路车辆 牵引车与半挂车之间 机械连接互换性
GB 20300 道路运输爆炸品和剧毒化学品车辆安全技术条件
GB 21668 危险货物运输车辆结构要求
GB/T 22653 液化气体设备用紧急切断阀
GB/T 23336 半挂车通用技术条件
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/T 230 职业性接触毒物危害程度分级
GSB 05-1426 渗膜颜色标准样卡
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 确认)
JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件
JT/T 230 汽车导静电橡胶拖地带
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、紧固件选用配合规定(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、紧固件选用配合规定(Class 系列)
HG 20660 压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类
QC/T 252 专用汽车定型试验规程
QC/T 310 半挂车支承装置
QC/T 484 汽车油漆涂层
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

3 术语和定义

GB/T 150.1、GB/T 150.4—2011、GB/T 3730.2、GB/T 3730.3 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

液化气体汽车罐车 road tanker for liquefied gas

罐体充装液化气体,且与定型底盘或半挂行走机构采用永久性连接的道路运输罐式车辆。

3.3

单车 tank truck

罐体安装在定型底盘上的道路运输罐式车辆。

GB/T 19905—2017

3.4

半挂车 semi-trailer

罐体安装在半挂行走机构上的道路运输罐式车辆。

3.5

几何容积 geometric volume

按设计的几何尺寸确定(不计制造误差,但扣除内件所占体积)的罐体内部体积。

3.6

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。

3.7

基准钢 reference steel

系指设定的标准抗拉强度下限值(R_m)为 370 MPa,断后伸长率(A)为 27%的基准材料。

4 资质与职责

4.1 资质

4.1.1 罐车的设计、制造、检验及验收除符合本标准的规定外,还应遵守国家颁布的有关法律、规章和安全技术规范。

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。

4.1.3 罐车的制造单位除持有相应特种设备制造许可证书外,还应按国务院汽车行业主管部门的规定取得相应产品制造资质。

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、工作温度范围、工作压力范围、装卸条件及方式、装卸压力、附加载荷及路况等;
- 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、危险特性、有害杂质含量、介质对罐体材料的腐蚀速率及相容性等;
- d) 罐体容积;
- e) 预期使用年限;
- f) 对应波动压力的压力循环次数;
- g) 定型底盘或牵引车的型号和必要的技术参数;
- 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,且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,制造单位对罐车制造质量负责。

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罐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(检验计划)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 每辆罐车检验合格后,制造单位应出具产品合格证。

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 罐车应按型号通过国务院汽车主管部门核准或批准的试验机构的型式试验或相关试验,且取得相应合格证明文件。

4.2.3.8 制造单位对其制造的每辆罐车应在其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) 罐体的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。

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、牢固的出厂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、行业标准的规定。罐体受压元件选材时,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。

GB/T 19905—2017

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℃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材,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) 标准抗拉强度下限不大于 540 MPa 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℃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℃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应不大于 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(KV₂)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 $L_T \geq 0.53$ 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或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%或50%。

5.2.5.5 断后伸长率(A)应符合以下要求:

- a) 罐体用钢板的断后伸长率(A)应不小于 $10\ 000/R_m(\%)$,且应满足下列要求:
 - 当标准抗拉强度下限值(R_m)不小于540 MPa时,断后伸长率(A)不小于17%;
 - 当标准抗拉强度下限值(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(所有部分)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	$R_{mT}(R_{mT})$	
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

GB/T 19905—2017

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:

- a) 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 且不低于按设计图样的规定;
- b) 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 罐体用焊接材料应符合 NB/T 47018(所有部分)的规定,且有清晰、牢固的标志。

5.2.10.2 焊接材料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 制造单位应建立并执行焊接材料验收、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燃功能;
- 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 定型底盘应选用国务院汽车主管部门认可的定型产品,同时有相应技术资料和质量证明文件。当选用进口汽车底盘时应符合国家有关规定,且有相应的技术资料和质量证明文件。

5.4.3 半挂车行走机构应符合 GB/T 23336 的规定,且有相应技术文件和质量证明文件。

5.4.4 手提灭火器应符合 GB 4351(所有部分)的规定,且在有效期内。

5.4.5 紧固件应符合相应国家标准或行业标准的规定。

5.4.6 密封垫片应符合相应标准的规定,且不含有石棉。

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、管路、安全附件、仪表及装卸附件等的布置应满足使用和安全的要求。

6.1.2 罐车的外廓尺寸、轴荷及质量限值应符合 GB 1589 的规定,轴荷分配应合理,且轴荷及总质量应不大于定型底盘或半挂车的允许限值。

6.1.3 罐车在满载、静态状态下,向左侧和右侧倾斜最大侧倾稳定角应符合 GB 7258 的规定。

6.1.4 罐车的制动装置与制动性能应符合 GB 7258、GB 12676 和 GB/T 23336 的规定,且半挂车应采用双管路制动系统。

6.1.5 罐车的后悬应符合 GB 7258 的规定。

6.1.6 罐车应设置侧面防护装置。侧面防护装置应符合 GB 11567.1 的规定,罐体及罐体上的管路、安全附件、仪表及装卸附件不应超出侧面防护装置。

6.1.7 罐车应设置后下部防护装置。后下部防护装置应符合 GB 11567.2 的规定,且具有足够的强度和刚度,在罐车发生意外碰撞时,保护罐体、管路、安全附件、仪表及装卸附件的安全,其内侧与罐体后封头及罐体后部的管路、安全附件、仪表及装卸附件的外端面在长度方向垂直投影的距离应不小于 150 mm。

6.1.8 罐车操作箱应有足够的操作空间,且连接应牢固,其设置应满足车辆使用要求。

6.1.9 罐车的外部照明和信号装置的数量、位置与光色应符合 GB 4785 的规定。

6.1.10 罐车两侧各应至少配备一只不小于 4 kg 的手提灭火器,且安装牢靠、取放方便。

6.1.11 单车和半挂牵引车应安装限速装置、具有行驶记录功能的卫星定位装置、缓速器或其他辅助制动系统。

6.1.12 半挂车的前回转半径及后间隙半径应满足 GB/T 20070 的规定。

6.1.13 半挂车行走机构应符合 GB/T 23336 的规定。

6.1.14 半挂车的牵引销应符合 GB/T 4606 或 GB/T 4607 的规定。

6.1.15 半挂车车轴与悬挂装置应符合 GB/T 23336 的规定。

6.1.16 半挂车支撑装置的布置应不影响牵引车的转向行驶,半挂车支撑装置应符合 QC/T 310 的规定,其行车状态离地间隙应大于或等于 320 mm。

6.1.17 充装易燃、易爆介质的罐车应符合下列规定:

- a) 罐车的排气火花熄灭器应设置在罐体前端面之前,且不高于车辆纵梁上平面的区域内,排气火花熄灭器应符合 GB 13365 的规定;
- b) 非金属衬里的罐体应有防静电措施;
- c) 罐体及其附加设备的结构及安全技术应符合 GB 21668 和 GB 20300 的有关规定。

6.1.18 采用堆积绝热结构的罐体的设计应满足设计文件的要求。

6.1.19 物性受温度影响敏感的介质,其罐体应采用适当的结构以避免温度对介质产生的影响。

6.1.20 罐体的设计使用年限应不小于 10 年。

6.2 设计文件

6.2.1 罐车的设计文件至少包括下列文件:

- 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汽压和密度等)、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、主要外购部件(如定型底盘、行走机构)等的选用作出说明;

GB/T 19905—2017

- c) 设计计算书,包括罐体的强度、刚度、外压稳定性、容积、安全泄放量和安全泄放装置排放能力等计算,支撑结构强度计算,罐体与行走机构或定型底盘连接处的受力校核,罐车轴荷分配、重心和侧倾稳定性的计算,需要时还包括罐车结构强度应力分析计算、罐体传热计算等;
- d) 设计图样,包括总图、罐体及部件图、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、适用介质、安全附件、仪表及装卸附件等的规格和连接方式、操作使用说明、使用注意事项和必要的警示性要求,以及应急措施等。

6.2.2 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。

6.2.3 设计总图应至少注明下列内容:

- a) 产品名称、型号及设计制造依据的主要安全技术规范、产品标准;
- 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) 主要特性参数,包括罐车的总质量、整备质量、罐体几何容积、单位容积充装量、最大允许充装量等;
- e) 设计使用年限;
- f) 需绝热的罐体,提出绝热措施;
- g) 特殊制造要求,如氮气或惰性气体置换要求等;
- h) 泄漏试验要求;
- i) 特殊耐腐蚀要求(必要时);
- j) 安全附件、仪表及装卸附件的规格、性能参数及连接方式;
- k) 装卸管口方位、规格、连接法兰标准等;
- l) 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;
- m) 定型底盘型号、类别,半挂车行走机构型号;
- n) 罐车的前悬/后悬、接近角/离去角、设计限速、外形尺寸、轴距、满载时轴荷分配、最大侧向稳定角等;
- o) 铭牌位置。

6.2.4 罐体的设计图应至少注明下列内容:

- a) 主要受压元件材料牌号与材料标准;
- b) 主要设计参数,包括设计温度、设计压力、最低设计金属温度、腐蚀裕量、单位容积充装量、最大允许充装量、充装介质及介质的危害性、几何容积、焊接接头系数等,介质有应力腐蚀倾向的还需注明介质的限定含量;
- c) 圆筒、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) 罐体设计使用年限(当疲劳罐体时应标明循环次数)。

6.3 罐体与定型底盘的连接

6.3.1 单车设计时,应避免上装部分的布置对定型底盘车架造成集中载荷。

6.3.2 当定型底盘车架需加长时,加长部分用材料应考虑材料的可焊性。

6.3.3 应避免在车架应力集中区内钻孔或焊接。当车架侧平面钻孔时,其孔边缘至少距上、下平面 25 mm 以上。

6.3.4 罐体纵向中心平面与定型底盘纵向中心平面应重合,其允许偏差不大于 6 mm,罐体与定型底盘的连接应合理、牢固。

6.4 罐体与半挂车行走机构的连接

6.4.1 半挂车按罐体受力情况及连接方式可分为半承载式和承载式两种。

6.4.2 半挂车车架应进行强度校核。

6.4.3 承载式半挂车的罐体结构设计应满足 GB/T 23336 的要求,且罐体应进行附加重力载荷下的强度校核。

6.4.4 罐体纵向中心平面与半挂车行走机构的纵向中心平面应重合,其偏差应不大于 6 mm。

6.5 罐体

6.5.1 一般要求

6.5.1.1 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 的规定。

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

6.5.1.3 罐体应基于可能产生的失效模式进行设计。

6.5.2 载荷

6.5.2.1 罐体设计时,应能够承受在正常装卸和运输使用过程中可能出现的各种工况条件下的内压、外压、内外压力差等静载荷、动载荷和热应力载荷等,以及这些载荷的组合。同时还应考虑在设计使用年限内由于反复施加这些载荷而造成的疲劳失效。

6.5.2.2 罐体设计时应考虑下列载荷:

- a) 内压、外压或最大压差;
- b) 装载量达到最大充装质量时的液柱静压力;
- c) 运输时的惯性力;
- d) 支座与罐体连接部位或支承部位的作用力;
- e) 连接管道和其他部件的作用力;
- f) 罐体自重及正常工作条件下或试验条件下充装介质的重力载荷;
- g) 附件及管道、平台等的重力载荷;
- h) 温度梯度或热膨胀量不同引起的作用力;
- i) 压力急剧波动引起的冲击载荷;
- j) 冲击力,如由流体冲击罐体引起的作用力等;
- k) 因压力或温度变化,安装在罐车或罐体上的设备以及机械载荷等产生的周期性动载荷。

6.5.2.3 罐体承受的惯性力载荷按下列要求转换成等效静态力:

- a) 运动方向:最大质量的 2 倍乘以重力加速度;
- b) 与运动方向垂直的水平方向:最大质量乘以重力加速度(当运动方向不明确时,为最大质量的 2 倍乘以重力加速度);
- c) 垂直向上:最大质量乘以重力加速度;

GB/T 19905—2017

d) 垂直向下,最大质量的2倍乘以重力加速度。

注1: 计算罐体在运输工况中所承受的惯性力载荷时,最大质量为介质最大允许充装质量;计算罐体与行走机构或定型汽车底盘等连接处在运输工况中所承受惯性力载荷时,最大质量为介质最大允许充装质量、罐体及附件质量之和。

注2: 上述载荷施加于罐体的形心,且不造成罐体内气相空间压力的升高。

6.5.2.4 罐体外压载荷的确定应符合下列规定:

- 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,可能经受大于0.04 MPa外压时应按最大可能的实际外压进行稳定性校核。当无法确定时,应按0.1 MPa外压进行稳定性校核。

6.5.2.5 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做疲劳分析者,但对下列情况所产生不利影响应特别注意:
 - 非整体结构,如开孔采用补强圈补强或角焊缝连接件;
 - 相邻部件之间有显著的厚度变化;
 - 销座支撑、V型支座、防波板与加强圈或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,下列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。
 - 压力波动范围超过20%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

6.5.3 设计温度

6.5.3.1 设计温度应考虑环境温度的影响,应不高于液化气体的临界温度。

6.5.3.2 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一般应不低于50℃,但介质特性不允许的除外。

6.5.4 最低设计金属温度

6.5.4.1 根据正常运输、使用、检验及试验中介质最低工作温度以及环境温度条件对罐体金属温度的影响,确定罐体最低设计金属温度,且不高于-40℃。

6.5.4.2 当碳素钢和低合金钢制罐体,因环境温度的影响导致使用条件下罐体的金属温度低于-20℃时,罐体设计应满足GB/T 150.3的相关要求。

6.5.5 最大允许充装量

6.5.5.1 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 ——罐车罐体几何容积,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。

6.5.5.2 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,且还应满足罐车允许承载能力:

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%。

6.5.6 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应不小于 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。

6.5.7 计算压力

6.5.7.1 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。

6.5.7.2 等效压力应不小于 6.5.2.3 规定的各方向上的惯性力除以所对应方向的罐体有效横截面的所得值中的最大值,且不小于 0.035 MPa。

6.5.7.3 当罐体的液柱静压力小于设计压力的 5% 时,可忽略不计。

6.5.8 焊接接头系数

罐体焊接接头系数取 1.0。

6.5.9 许用应力

6.5.9.1 当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 选取。

6.5.9.2 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。

GB/T 19905—2017

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

6.5.9.4 当罐体承受运输工况中的惯性力载荷时,车架与罐体连接处材料的许用应力可按下列要求确定:

- a) 具有明确屈服点的材料,其许用应力为材料标准常温下的屈服强度除以 1.5;
- b) 不具有明确屈服点的材料,其许用应力为材料标准常温下的 0.2% 规定塑性延伸强度除以 1.5。

6.5.9.5 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。

6.5.10 腐蚀裕量

6.5.10.1 罐体的腐蚀裕量应由用户提供或设计确定。

6.5.10.2 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。

6.5.10.3 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。

6.5.10.4 碳素钢或低合金钢制罐体,其腐蚀裕量应不小于 1 mm。

6.5.11 罐体的主要设计参数

6.5.11.1 常见无绝热结构充装液化气体介质的罐体主要设计参数见表 4 的规定。

6.5.11.2 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。

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		充装介质名称		类别和项别/ 次要危险性	设计压力 [*] MPa	罐体腐蚀裕量 mm	单位容积充装量 τ/m^3
1005		无水氨		2.3/8	≥ 1.91	≥ 2	≤ 0.53
1017		氨		2.3/8	≥ 1.34	≥ 4	≤ 1.25
1033		二甲醚		2.1	≥ 1.06	≥ 1.5	≤ 0.58
1079		二氧化硫		2.3/8	≥ 0.73	≥ 4	≤ 1.23
1077		丙烯		2.1	≥ 1.95	≥ 1	≤ 0.43
1078		丙烷		2.1	≥ 1.61	≥ 1	≤ 0.42
1075	混合 液化 石油 气	$P_1^b > 1.60 \text{ MPa}$	2.1	≥ 1.95	≥ 1	≤ 0.43	
		$0.58 \text{ MPa} < P_1 \leq 1.60 \text{ MPa}$	2.1	≥ 1.61	≥ 1	≤ 0.42	
		$P_1 \leq 0.58 \text{ MPa}$	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
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
* 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_1 为混合液化石油气 50 ℃时的饱和蒸气压。							

6.5.12 罐体最小厚度

罐体最小厚度(不包括材料厚度负偏差、腐蚀裕量以及加工制造过程中的工艺减薄量)应符合下列规定:

- a) 设定材料为基准钢时:当罐体内直径不大于1 800 mm时,最小厚度 δ_n 应不小于5 mm;当罐体内直径大于1 800 mm时,最小厚度 δ_n 应不小于6 mm;
- b) 罐体最小厚度按式(2)进行计算:

$$\delta_1 = \frac{464\delta_n}{\sqrt{(R_m A_1)^2}} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- δ_1 ——所用钢材的罐体最小厚度,单位为毫米(mm);
- δ_n ——设定材料为基准钢时的罐体最小厚度,单位为毫米(mm);
- R_m ——所用钢材的标准抗拉强度下限值,单位为兆帕(MPa);
- A_1 ——所用钢材的断后伸长率,%。

6.5.13 设计厚度

罐体的设计厚度应不小于下列值的较大值:

- a) 按GB/T 150(所有部分)或JB 4732确定的罐体计算厚度与腐蚀裕量之和;
- b) 按6.5.12确定的罐体最小厚度与腐蚀裕量之和。

6.5.14 最小成形厚度

受压元件成形后保证设计要求的最小厚度。

6.5.15 介质的分类及危害性

- 6.5.15.1 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。
- 6.5.15.2 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。
- 6.5.15.3 未列入HG 20660的介质由用户或设计单位按照GBZ 230确定其毒性程度。

6.5.16 焊接接头

- 6.5.16.1 对接焊接接头应采用全截面焊透的对接接头形式。
- 6.5.16.2 接管、凸缘等与罐体之间的接头应采用不带垫板的全焊透结构。

6.5.17 罐体用管法兰

- 6.5.17.1 罐体用管法兰、垫片、紧固件的设计应符合相应标准的规定。
- 6.5.17.2 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和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。

6.5.18 人孔

罐体上至少应设置一个公称直径不小于450 mm的人孔,且位置、数量和尺寸等应满足进行内部检

GB/T 19905—2017

验的需要。

6.5.19 防波板设置

6.5.19.1 相邻防波板、防波板与相邻封头之间的容积应不大于 7.5 m^3 ，且防波板应能承受防波板之间所有液化气体在各个方向上的载荷。

6.5.19.2 每个防波板的有效面积应不小于其所在位置处罐体横截面积的 70%。

6.5.19.3 防波板的厚度至少为 2 mm。当圆筒壁厚小于 6 mm 且直径大于 1 800 mm 的罐体，或圆筒壁厚小于 5 mm 且直径不大于 1 800 mm 的罐体，防波板的壁厚应与圆筒的壁厚一样。

6.5.19.4 防波板的设置应能满足罐体内部全面检验的要求，其结构应考虑各段之间的通气和排污。

6.5.20 装卸系统及开口的设置及要求

6.5.20.1 充装毒性程度为极度、高度危害介质的罐体装卸口应采用上装下卸的装卸方式，液面以下不允许开口。

6.5.20.2 罐体的装卸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，第二道是外部截止阀或等效装置，第三道是在装卸口处设置的盲法兰或等效的关闭装置，关闭装置应可靠且充装的介质不产生泄漏，在关闭装置完全关闭之前应有将装卸料管道中的压力安全释放的措施，装卸料装置（包括法兰）和保护帽（如有）应能防止任何意外开启。

6.5.20.3 装卸口均应标明其用途。

6.5.20.4 装卸口应设置阀门箱或防撞撞护栏等保护装置，且应设置有密封盖或密封式集漏器。

6.5.20.5 除安全泄放装置开口、人孔、检查孔、仪表孔及排污孔等形成封闭的开孔外，充装易燃易爆介质，或毒性程度为极度、高度、中度危害介质的罐体上所有直径大于 1.5 mm 的开口处均应设置紧急切断装置。

6.5.21 倾覆保护装置

6.5.21.1 当罐体顶部设置有安全附件和装卸附件等时应设置倾覆保护装置，以防止因碰撞、翻车造成损坏，可设置为加强环或保护顶盖、横向或纵向构件等。倾覆保护装置应符合下列规定：

- a) 应具有足够强度，保护装置应能承受车辆总质量 2 倍乘以重力加速度的惯性力；
- b) 罐体顶部的安全附件和装卸附件的最高点应低于保护装置的最高点至少 20 mm；
- c) 可能产生积液的倾覆保护装置应设置排放装置。

6.5.21.2 安全泄放装置设置的保护罩应不影响罐体安全泄放。

6.5.22 结构件的连接

6.5.22.1 导线固定卡片、刹车线固定卡片、铭牌架等重量较轻的结构件应满足下列要求：

- a) 结构件材料强度应不大于与其相连接的罐体材料的强度；
- b) 结构件材料厚度应不大于与其相连接的罐体材料厚度的 0.70 倍。

6.5.22.2 当支座、销座、吊耳等主要受力结构件通过垫板与罐体连接时，垫板材料应与罐体材料牌号相同，或垫板材料屈服强度标准值应为罐体材料屈服强度标准值的 0.8 倍~1.2 倍，同时应符合下列规定：

- a) 垫板厚度不大于筒体或封头厚度的 1.5 倍，且不小于 5 mm；
- b) 垫板与罐体的焊接接头高度应不大于罐体厚度；
- c) 结构件在垫板上的焊脚距离垫板边缘的尺寸应不小于 4 倍的垫板厚度；
- d) 垫板的边缘应为圆角形状，圆角半径应不小于 4 倍的垫板厚度；

- e) 垫板上应设置一个透气孔；
- f) 垫板与罐体应连续焊接；
- g) 垫板宜避开 A、B 类焊缝。

6.5.23 绝热层

罐体当有绝热层时,应满足下列要求:

- a) 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 $0.67 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;
- b) 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;
- c) 绝热层应不妨碍罐体的附件和装卸装置的操作。

6.6 罐体与底盘或行走机构连接

6.6.1 罐体支座形式可采用 V 形支座、鞍式支座等,罐体与定型底盘或行走机构连接可采用螺栓、焊接等方式。

6.6.2 罐体与定型底盘或行走机构连接应牢固可靠,有足够的刚度和强度,满足运输要求,且满足 6.5.2.3 的要求。

6.6.3 罐体与定型底盘或行走机构连接应按 JB 4732 进行局部应力校核,其许用应力应符合 6.5.9 的要求。

6.7 管路

6.7.1 管路的设计结构应避免热胀冷缩、机械振动等所引起的损坏,必要时应考虑设置温度补偿结构和紧固装置。

6.7.2 管路的公称压力应不小于系统工作压力的 2 倍,且所有管路应能承受 4 倍系统工作压力时不破裂。

6.7.3 管路布置时,应尽量减少弯道,缩短总长度,且满足下列规定:

- a) 管路联接应采用法兰或焊接结构,不应采用螺纹联接,焊接接头设计应优先采用全焊透结构;
- b) 管路与安全附件、仪表及装卸附件的连接应满足使用要求;
- c) 管路与汽车传动轴、回转部分、可动部分之间的间隙应不小于 25 mm;
- d) 气相管和液相管与排气管、消音器、排气火花熄灭器的距离不小于 200 mm,当结构上不允许时,气相管和液相管应有可靠的隔热措施。

6.7.4 管路焊接完毕后应根据焊接接头型式及管路材料按 NB/T 47013.2、NB/T 47013.4 和 NB/T 47013.5 的要求进行无损检测,合格后以罐体耐压试验压力进行耐压试验。

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,当存在晶间腐蚀、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 耐压试验要求

6.9.1 罐体耐压试验一般采用液压试验。当结构或支撑、介质等原因,以及运行条件不应残留试验液体的罐车,可按设计图样的要求采用气压试验。

6.9.2 罐体耐压试验压力按式(3)或式(4)确定:

GB/T 19905—2017

a) 液压试验:

$$P_T = 1.3P \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t} \dots\dots\dots (3)$$

b) 气压试验:

$$P_T = 1.15P \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t} \dots\dots\dots (4)$$

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(5)校核最大总体薄膜应力 σ_T :

$$\sigma_T = \frac{P_T(D_i + \delta_s)}{2\delta_s} \dots\dots\dots (5)$$

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_s ——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(6):

$$\sigma_T \leq 0.9 R_{sl}(R_{pl,2}) \dots\dots\dots (6)$$

b) 气压试验按式(7):

$$\sigma_T \leq 0.8 R_{sl}(R_{pl,2}) \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$R_{sl}(R_{pl,2})$ ——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 每辆罐车组装完毕后应进行泄漏试验,其试验方法包括气密性试验、氨检漏试验、卤素检漏试验及氦检漏试验等。

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、仪表和装卸附件

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,还应满足设计文件的要求。

7.1.2 罐体的安全附件包括安全泄放装置、紧急切断装置及导静电装置等。

7.1.3 罐体的仪表包括压力表、液位计及温度计等。

7.1.4 装卸附件包括装卸阀门、快速装卸接头(以下简称快装接头)及装卸软管等。

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、仪表及装卸附件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 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,其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。

7.1.9 紧急切断装置的操纵装置、压力表、温度计、装卸阀门和快装接头等附件宜集中布置,应设有保护装置,该装置具有防止相关附件被意外开启的功能。

7.1.10 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 罐体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 安全泄放装置应选用内置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 567.3 的规定。

7.2.5 充装下列介质的罐体应设置全启式弹簧安全阀与爆破片串联组合安全泄放装置:

- a) 充装毒性程度为极度、高度危害介质;
- b) 充装强腐蚀性的介质。

7.2.6 充装腐蚀性介质或有应力腐蚀倾向介质的罐体,选用的全启式弹簧安全阀的弹性元件应有与介质隔离的措施。

7.2.7 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。

7.2.8 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。

7.2.9 当采用全启式弹簧安全阀与爆破片串联组合装置应符合下列规定:

- a) 在非泄放状态下与介质接触的是爆破片;

GB/T 19905—2017

- 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) 组合装置中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安全阀单独作用时的排放能力乘以修正系数 0.90。

7.2.10 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个安全泄放装置排放能力之和。

7.2.11 安全泄放装置排放能力计算按附录 B 的规定。

7.2.12 罐体与安全泄放装置之间不应装设过渡连接阀门。当充装毒性程度为极度、高度危害介质的罐体，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，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应不妨碍安全阀的安全泄放。

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排放的障碍。

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进行排放。

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，在非装卸状态时应处于闭合状态，在罐车发生意外移动或发生火灾时应自动关闭，且能通过远程控制系统进行关闭。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 导静电装置

7.4.1 充装易燃、易爆介质的罐车应具有行车导静电功能，行车导静电方式至少选择下列一种：

- a) 罐车尾部安装行车导静电橡胶拖地带，拖地带应符合 GB 7258 和 JT/T 230 的规定；
- b) 罐车采用导静电轮胎，轮胎的导静电性能应符合相应标准的规定。

7.4.2 充装易燃、易爆介质的罐车应有装设可靠的驻车导静电装置，且符合下列规定：

- a) 罐体、管路、阀门和车架等连接处的导电性应良好；
- b) 罐体金属与接地导线末端之间的导静电接地装置电阻值不大于 5 Ω 。

7.5 仪表

7.5.1 一般规定

7.5.1.1 直接与罐内介质连通的仪表不应采用易碎、易损材料制造。

7.5.1.2 仪表应灵敏、可靠,并有足够的精度和牢固的结构。

7.5.1.3 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。

7.5.2 压力表

7.5.2.1 罐体应至少装设一只压力表。

7.5.2.2 应选用符合相应国家标准或行业标准要求的压力表。

7.5.2.3 压力表精度不低于 1.6 级。

7.5.2.4 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。

7.5.2.5 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。

7.5.2.6 压力表和罐体之间应装设切断阀,且应有启闭标记和锁紧装置。

7.5.2.7 充装腐蚀性介质的罐体,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。

7.5.2.8 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。

7.5.3 液位计

7.5.3.1 罐体应至少设置一个液位计。

7.5.3.2 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。

7.5.3.3 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。

7.5.3.4 充装毒性程度为中度危害或中度危害以上介质的罐车,其液位计应设置防止泄漏的密封式保护装置。

7.5.3.5 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。

7.5.3.6 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。

7.5.4 温度计

7.5.4.1 罐体应至少设置一个温度计。

7.5.4.2 温度计的测量范围应与充装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。

7.5.4.3 温度计测温元件应在液相,且与介质不直接接触。

7.6 装卸附件

7.6.1 装卸阀门

7.6.1.1 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。

7.6.1.2 装卸阀门在全开和全闭工作状态下的气密性试验应合格。

7.6.1.3 阀体不应选用铸铁或非金属材料制造。

GB/T 19905—2017

7.6.1.4 手动阀门应在阀门承受气密性试验压力下启闭操作自如,且不应有异常阻力、空转等。

7.6.2 装卸软管和快装接头

7.6.2.1 装卸软管和快装接头与充装介质接触部分应有良好的耐腐蚀性能。

7.6.2.2 装卸软管的公称压力应不小于装卸系统工作压力的2倍,最小爆破压力应大于4倍的公称压力,其制造单位应注明软管的设计使用寿命。

7.6.2.3 装卸软管和快装接头组装完成后应逐根进行耐压试验和气密性试验,耐压试验压力为装卸软管公称压力的1.5倍,气密性试验压力为装卸软管公称压力的1.0倍。

7.6.2.4 充装易燃、易爆介质以及毒性程度为中度危害或中度危害以上类介质的罐车,应安装防止充装过程中因意外启动罐车,造成装卸软管拉断或装备损坏的装置。

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文件及本标准的要求进行制造与检验。

8.1.2 定型底盘或行走机构、罐体受压元件(封头、锻件等)以及罐体的安全附件、仪表、装卸附件等为外购、外协件时,制造单位应保证外购、外协件的质量满足设计文件及本标准的要求,且经检验合格后方可使用。

8.1.3 罐体施焊人员应按TSG Z6002的规定考核合格,且取得相应项目的《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。

8.1.4 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。

8.1.5 罐车的外廓尺寸应符合设计图样规定。

8.1.6 罐车的最大总质量和轴载质量应符合设计图样规定。

8.1.7 罐车的行驶性能和制动性能应符合GB 7258及定型底盘的要求。

8.1.8 罐车各连接管路、附件与罐体连接面、阀门和液位计等其工作状态应安全、灵活和可靠。

8.1.9 罐车的车架焊接件应符合JB/T 5943的规定。

8.1.10 罐车上的零部件,安装应牢固可靠,外表面应平整美观,无压伤、裂纹、焊渣或漆层脱落等缺陷。

8.1.11 车辆识别代码应符合GB 16735的规定。

8.1.12 车架油漆涂层应符合QC/T 484的规定。

8.2 单车

定型底盘应进行检验,且至少包括下列内容:

- a) 外观检查:表面应无缺损变形,油漆无脱落,电器设备及各种指示灯应完好可靠;
- b) 行驶检查:汽车正常直道、转向行驶的平稳性,各机构(如离合器、变速器、取力器等)操作应灵活,各仪器、仪表等指示应正常,各连接管路无泄漏等;
- c) 制动性能检查:空车的紧急制动距离应不超过原车改装手册规定的参数;
- d) 随车文件及工具附件检查:合格证、使用说明书等文件应齐全,随车工具附件应齐备,车辆识别代码编号、发动机编号与合格证相一致。

8.3 半挂车

8.3.1 半挂车车轴对车架纵向中心平面,在水平方向的垂直度偏差不大于6 mm。

8.3.2 半挂车储气罐的额定气压为 637 kPa~735 kPa。

8.3.3 半挂车制动系按额定气压通入压缩空气,检查管路接头,各阀总成、储气罐等不应有漏气现象,停止供气后处于非制动状态,应在 3 min 内气压降不大于 10 kPa;处于全制动状态,待气压稳定后观察,在 3 min 内气压降不大于 20 kPa。

8.3.4 半挂车气制动管与牵引车气制动管连接的连接器的型式、尺寸及安装位置应符合 GB/T 13881 的规定。

8.3.5 半挂车的最小离地间隙应不小于牵引车的最小离地间隙。

8.3.6 半挂车用行走机构应进行检验,且至少包括下列内容:

- a) 外观检查,包括表面无缺损变形,油漆无脱落,电器设备线路装卡应可靠,驻车装置、备胎升降器、制动装置等零部件应齐备且组装完好,轮胎型号应符合设计要求等;
- b) 外形与几何尺寸检查,包括车架纵梁上平面与地面的垂直距离及高度差、相邻车轴轴距等几何尺寸,应满足设计文件的要求;行走机构车架对角线的偏差、车架纵梁上平面的平面度公差、多轴行走机构相邻两轴之间的距离差、轴端平面度等应符合 GB/T 23336 的规定。

8.4 罐体

8.4.1 焊接接头分类

8.4.1.1 罐体受压元件之间的焊接接头分为 A、B、C、D 四类(如图 1 所示),且符合以下规定:

- a) 圆筒部分(包括接管)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罐体对接连接的接头,均属 A 类焊接接头;
- b) 罐体部分的环向接头、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、补强圈等与圆筒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。

8.4.1.2 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)。

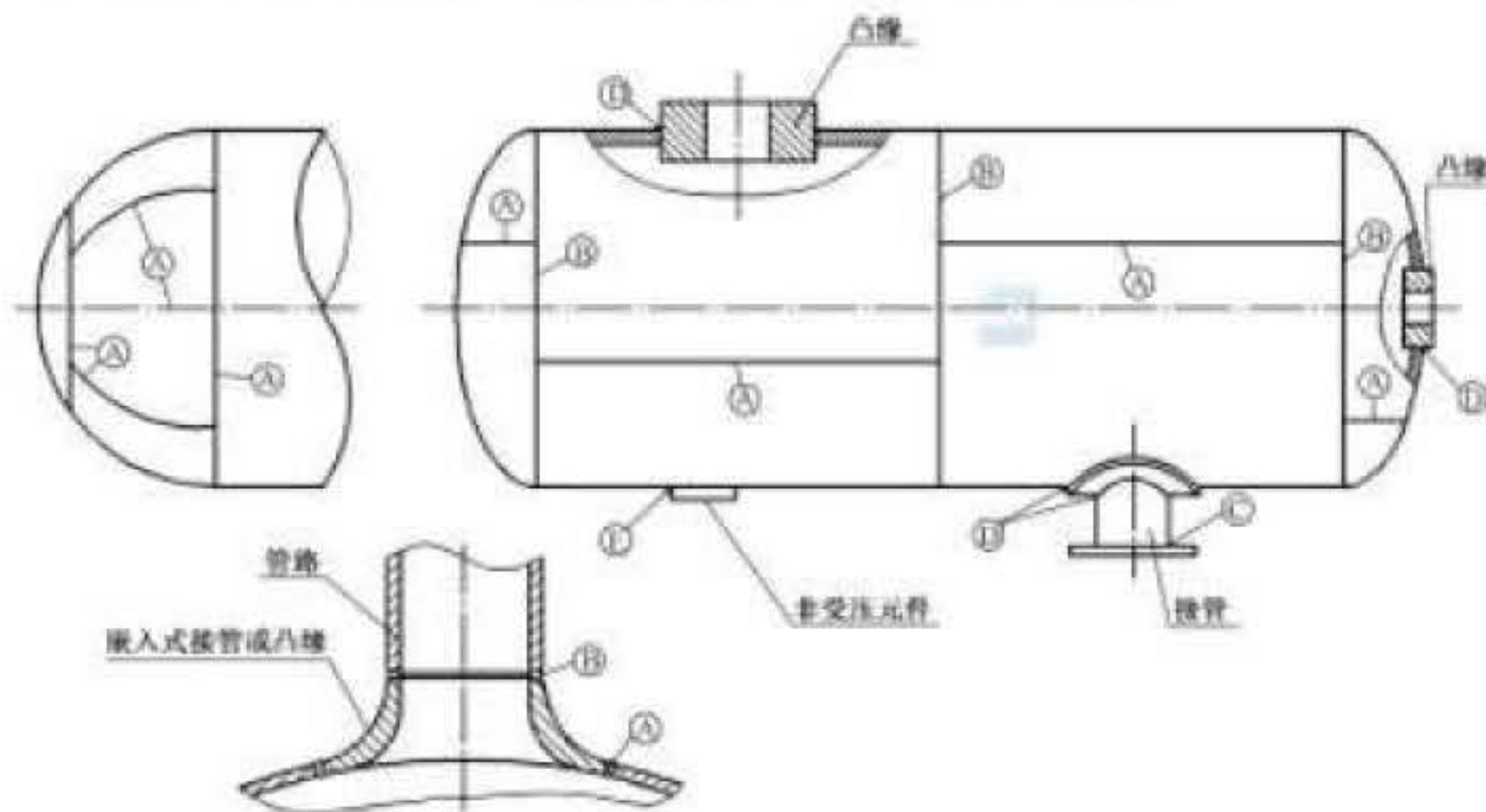


图 1 焊接接头分类

GB/T 19905—2017

8.4.2 材料复验、分割与标志移植

8.4.2.1 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材料;
- d) 设计文件要求进行复验的材料。

8.4.2.2 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。

8.4.2.3 低温罐体用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。

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

8.4.2.5 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。

8.4.2.6 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。

8.4.3 冷热加工成形

8.4.3.1 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应不小于设计图样标注的最小成形厚度。

8.4.3.2 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,应避开钢材的回火脆性温度区。

8.4.3.3 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。

8.4.3.4 坡口表面质量应符合下列规定:

- 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。

8.4.3.5 封头应符合GB/T 25198和设计图样的规定。

8.4.3.6 封头应尽量整体成形。先拼板后成形的封头应符合以下规定:

- 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。

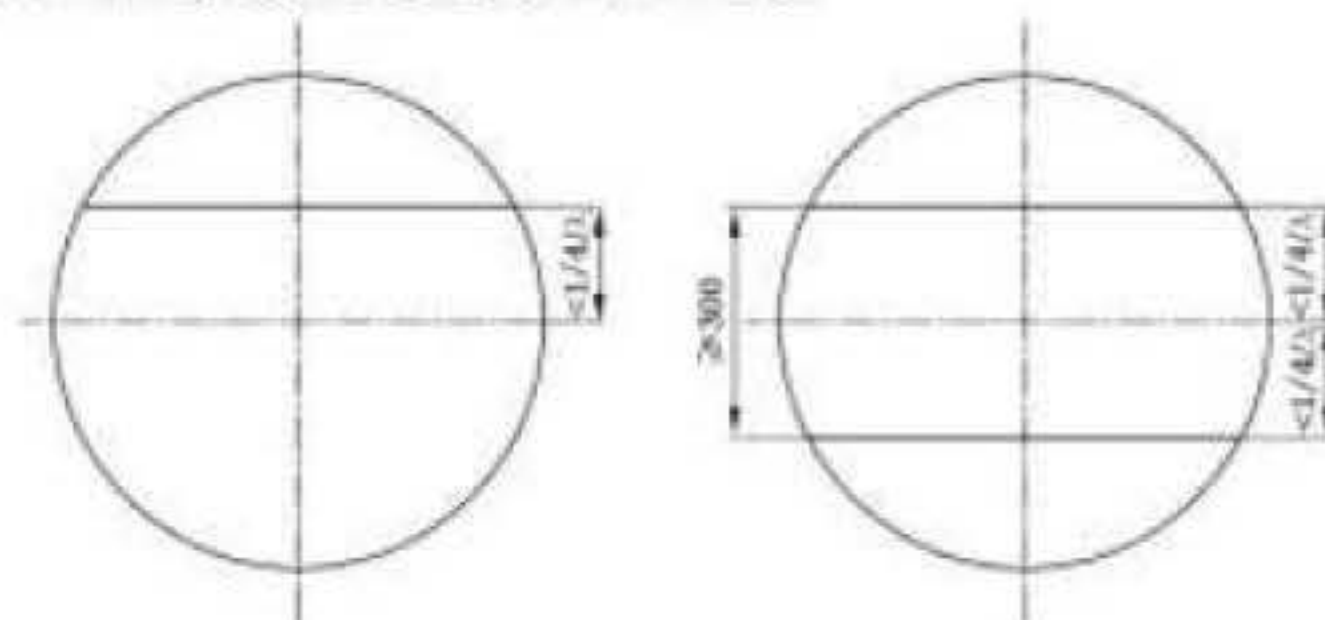


图 2 封头拼接焊缝布置图

8.4.3.7 当封头由成形瓣片和顶圆板拼接制成时,瓣片间的焊缝方向宜是径向和环向的(见图 3)。

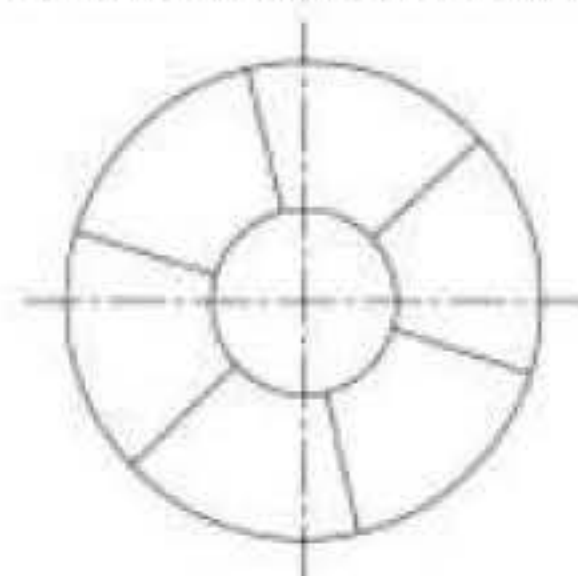


图 3 分瓣成形封头的焊缝布置

8.4.3.8 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 4),缩进尺寸为 $3\%D_1 \sim 5\%D_1$,其最大形状偏差外凸应不大于 $1.25\%D_1$,内凹应不大于 $0.625\%D_1$ 。检查时应使样板垂直于待测表面。对图 3 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。

8.4.3.9 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。

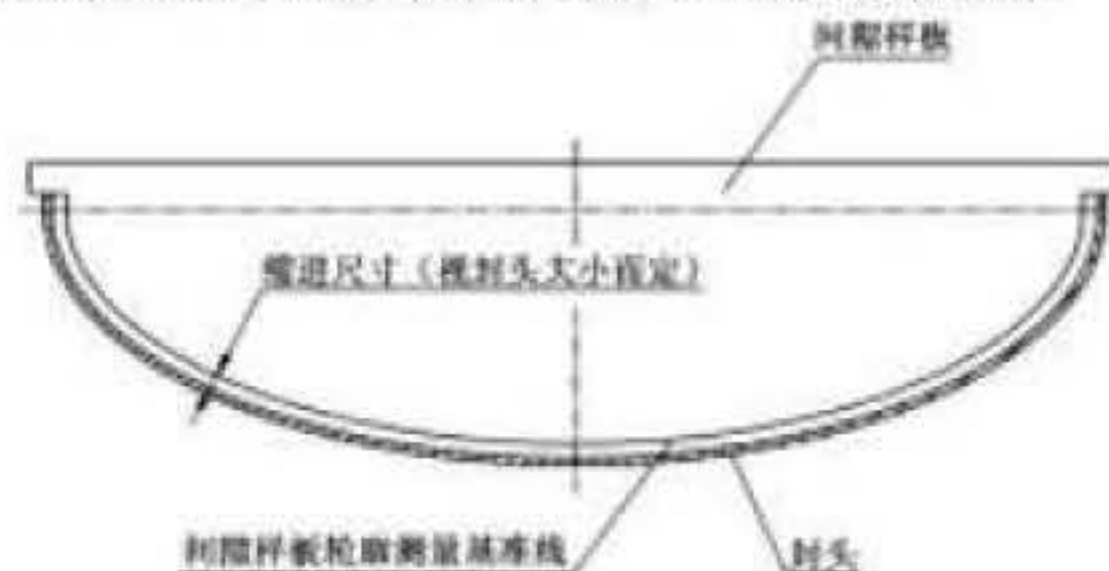


图 4 凸形封头的形状偏差检查

8.4.3.10 封头直边部分不应存在纵向皱褶。

8.4.4 圆筒与罐体

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

GB/T 19905—2017

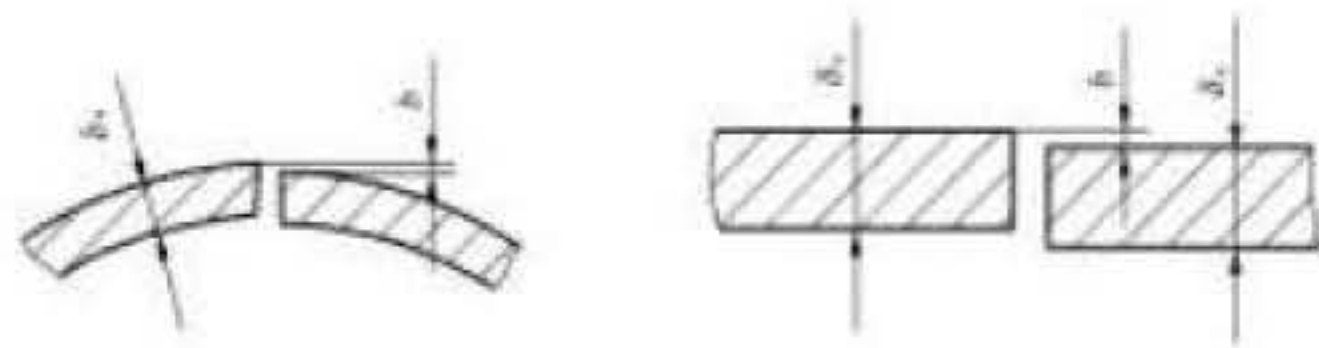


图 5 A、B类焊接接头对口错边量 b

8.4.4.2 在焊接接头环向、轴向形成的棱角 E ，宜分别用弦长等于 $D_1/6$ ，且不小于 300 mm 的内样板（或外样板）和直尺检查（见图 6、图 7），其 E 值应不大于 $(\delta_s/10+2)$ mm，且不大于 5 mm。

8.4.4.3 B 类焊接接头以及圆筒与球形封头相连的 A 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 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 mm 时，均应按图 8 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 区域内任意处都不得小于设计厚度），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 8.4.4.1 的要求，且对口错边量 b 以薄板厚度为基准确定。在测量对口错边量 b 时，不应计入两板厚度差值。

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

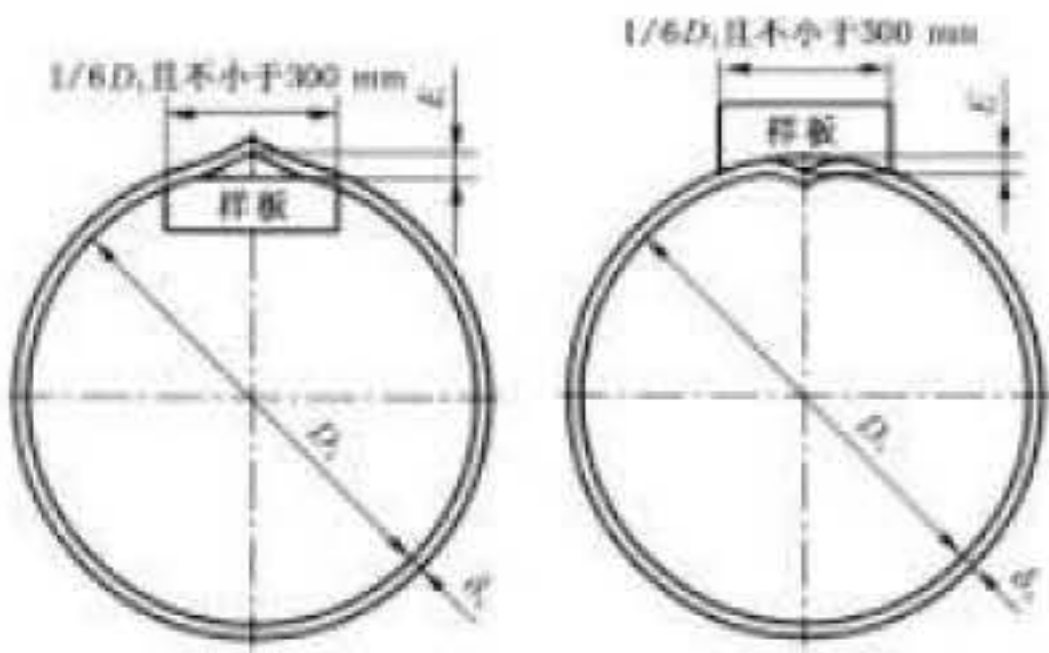


图 6 内样板或外样板检查棱角

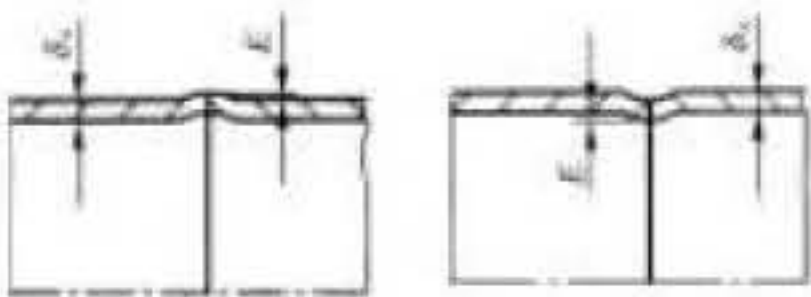


图 7 直尺检查棱角

8.4.4.4 除设计图样另有规定外,罐体直线度允差应不大于罐体长度的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°、90°、180°、270°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。

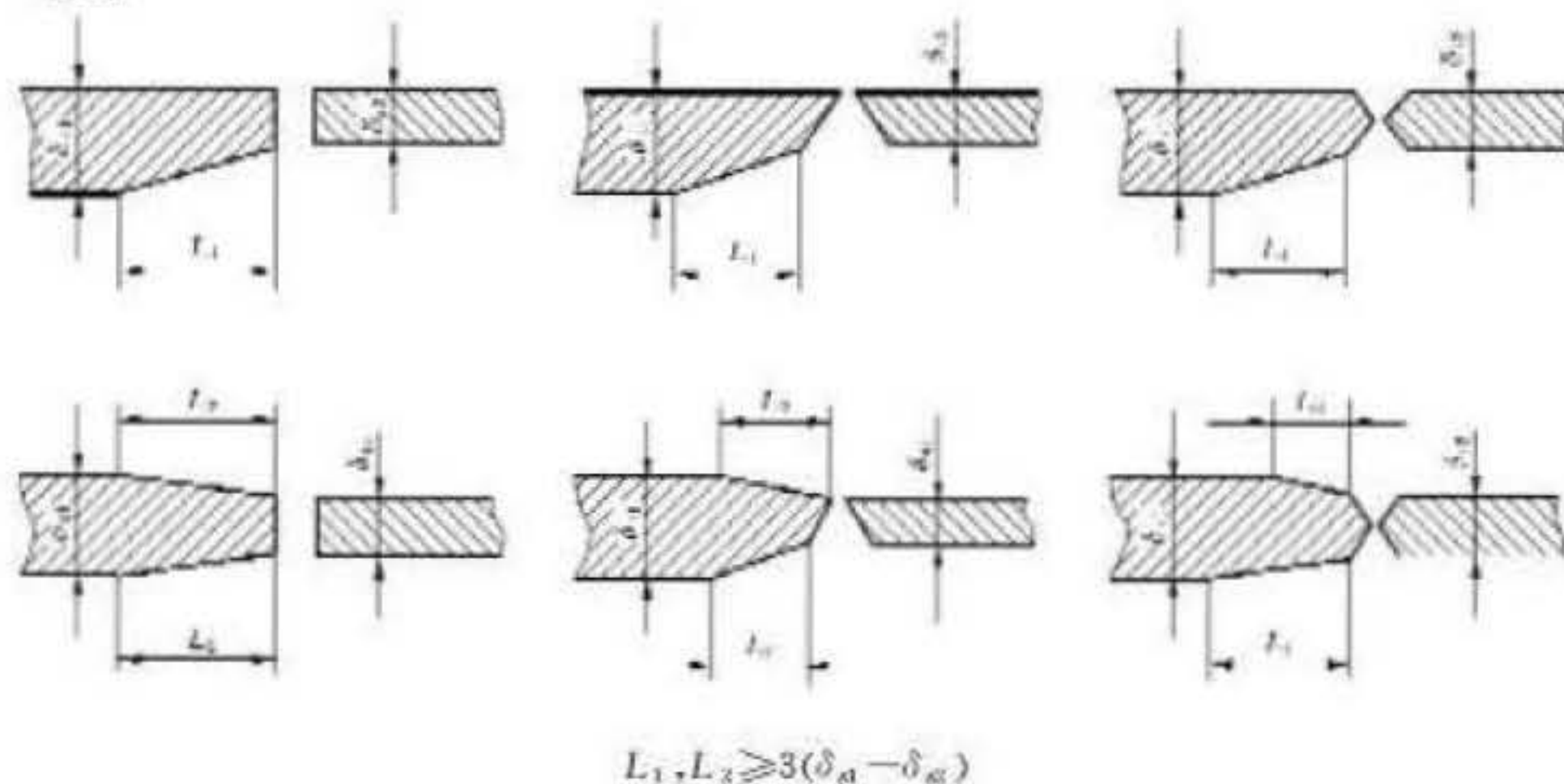


图8 单面或双面削薄厚板边缘

8.4.4.5 任何单个筒节长度应不小于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。

8.4.4.6 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、凸缘的螺孔应与罐体主轴或铅垂线跨中布置(见图9)。有特殊要求时,应在设计图样上注明。

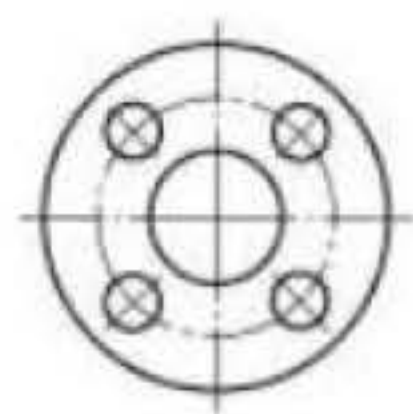


图9 法兰、凸缘的螺栓孔与罐体主轴或铅垂线跨中布置

8.4.4.7 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。

8.4.4.8 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。

8.4.4.9 罐体组装完成后,按下列要求检查罐体的圆度:

- a) 圆筒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10);
- b) 当被检断面位于开孔中心的距离小于开孔直径时,则该断面最大内径与最小内径之差,应不大

GB/T 19905—2017

于该断面内径 D_i 的 1% 与开孔内径 2% 之和, 且不大于 25 mm。

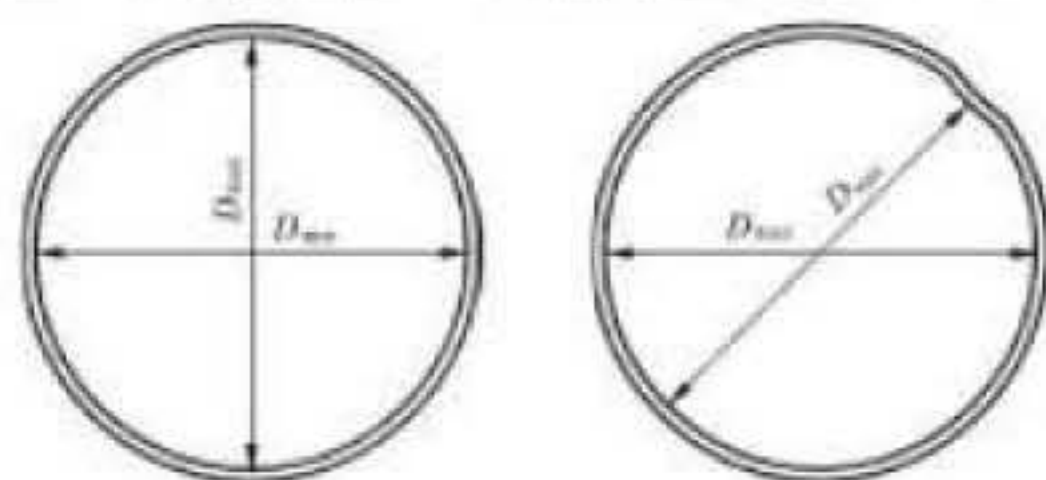


图 10 圆筒同一断面上最大内径与最小内径之差 e

8.4.4.10 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。

8.4.4.11 机械加工表面和非机械加工表面的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。

8.4.4.12 紧固件应符合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, 其性能等级应不低于 8.8 级。

8.4.4.13 罐体的主要几何尺寸、管口方位应符合设计图样的要求。

8.4.5 焊接

8.4.5.1 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%。

8.4.5.2 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 °C。

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

8.4.5.4 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。

8.4.5.5 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。

8.4.5.6 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设计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应符合 GB/T 150.2 或设计图样的要求。接头的拉伸和弯曲性能按两侧母材中的较低要求。

8.4.5.7 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

督检验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。

8.4.5.8 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。

8.4.5.9 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。

8.4.5.10 A、B 类焊接接头的焊缝余高 e_1 、 e_2 按表 6 和图 11 的规定。

表 6 A、B 类焊接接头的焊缝余高 单位为毫米

标准抗拉强度值 $R_m > 540$ 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
$0 \sim 10\% \delta_1$ $H \leq 3$	$0 \sim 1.5$	$0 \sim 10\% \delta_1$ $H \leq 3$	$0 \sim 10\% \delta_2$ $H \leq 3$	$0 \sim 15\% \delta_1$ $H \leq 4$	$0 \sim 1.5$	$0 \sim 15\% \delta_1$ $H \leq 4$	$0 \sim 15\% \delta_2$ $H \leq 4$
表中百分数计算值小于 1.5 时按 1.5 计。							

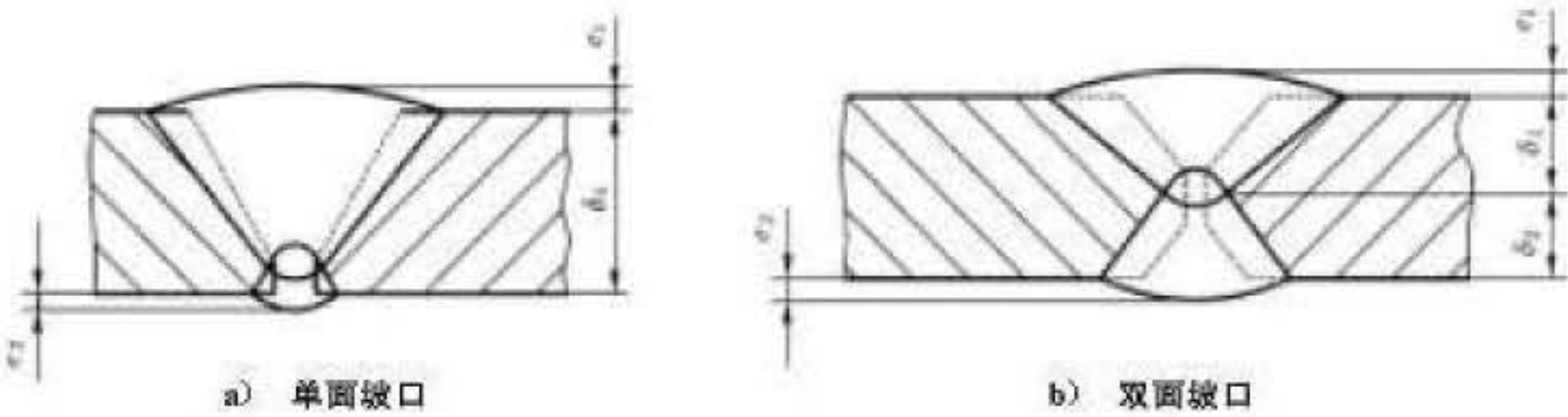


图 11 A、B 类焊接接头的余高 e_1 、 e_2

8.4.5.11 罐体 C、D 类接头的焊角尺寸,当图样无规定时,取焊件中较薄者的厚度。当补强圈的厚度不小于 8 mm 时,其焊角等于补强圈厚度的 70%,且不小于 8 mm。

8.4.5.12 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、咬边、表面气孔、弧坑、未填满、夹渣(杂)和飞溅物。焊缝与母材应圆滑过渡,角焊缝的外形应凹形圆滑过渡。

8.4.5.13 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。

8.4.5.14 罐体不应强力组装。

8.4.5.15 罐体不应采用十字焊缝。

8.4.5.16 罐体上开孔位置宜避开焊接接头。

8.4.5.17 当焊缝需返修时,其焊接返修工艺符合 8.4.5.4~8.4.5.8 的规定。

8.4.5.18 焊缝同一部位的返修次数不宜超过 2 次。当超过 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。

8.4.5.19 当下列碳钢和低合金钢制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:

GB/T 19905—2017

- 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。

8.4.5.20 除 8.4.5.19 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应大于 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。

8.4.5.21 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。

8.4.6 产品试件和试样

8.4.6.1 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) 需经过热处理改善或恢复材料性能的钢制罐体；
- 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。

8.4.6.2 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。

8.4.6.3 产品焊接试件与试样的检验与评定应符合下列规定：

- a) 试样的检验与评定按 NB/T 47016 和设计文件要求进行；
- b) 当需进行耐腐蚀性能检验时，应按相关标准和设计文件规定制备试样进行试验；
- 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。当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。

8.4.6.4 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) 制造中需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。

8.4.6.5 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。

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

8.4.6.7 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。

8.4.7 无损检测

8.4.7.1 无损检测方法

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

8.4.7.1.2 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。

8.4.7.2 无损检测方法的选择

8.4.7.2.1 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。

8.4.7.2.2 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。

8.4.7.2.3 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。

8.4.7.3 无损检测比例

8.4.7.3.1 罐体对接接头的无损检测比例为 100%。

8.4.7.3.2 符合下列情况之一的罐体对接接头,按 8.4.7.2.1 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 8.4.7.2.1 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%),该局部检测应包括所有的焊缝交叉部位。

8.4.7.3.3 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℃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。

8.4.7.4 无损检测的实施时机

8.4.7.4.1 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。

8.4.7.4.2 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。

8.4.7.4.3 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

GB/T 19905—2017

行表面无损检测。

8.4.7.5 无损检测技术要求

8.4.7.5.1 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。

8.4.7.5.2 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应符合下列规定:

- 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。

8.4.7.5.3 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。

8.4.7.6 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。

8.4.7.7 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使用年限。

8.4.8 热处理

8.4.8.1 成形受压元件的恢复性能热处理

8.4.8.1.1 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:

- a) 充装毒性程度为极度或高度危害介质的罐体;
- b) 图样注明有应力腐蚀的罐体;
- c) 碳钢、低合金钢,成形前厚度大于 16 mm 的;
- d) 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(如圆筒成形,见图 12): $\text{变形率}(\%)=50\delta[1-(R_1/R_0)]/R_1$ 双向拉伸(如封头成形,见图 12): $\text{变形率}(\%)=75\delta[1-(R_1/R_0)]/R_1$ 式中: δ —— 板材厚度,单位为毫米(mm); R_1 —— 成形后中面半径,单位为毫米(mm); R_0 —— 成形前中面半径(对平板为 ∞),单位为毫米(mm)。		

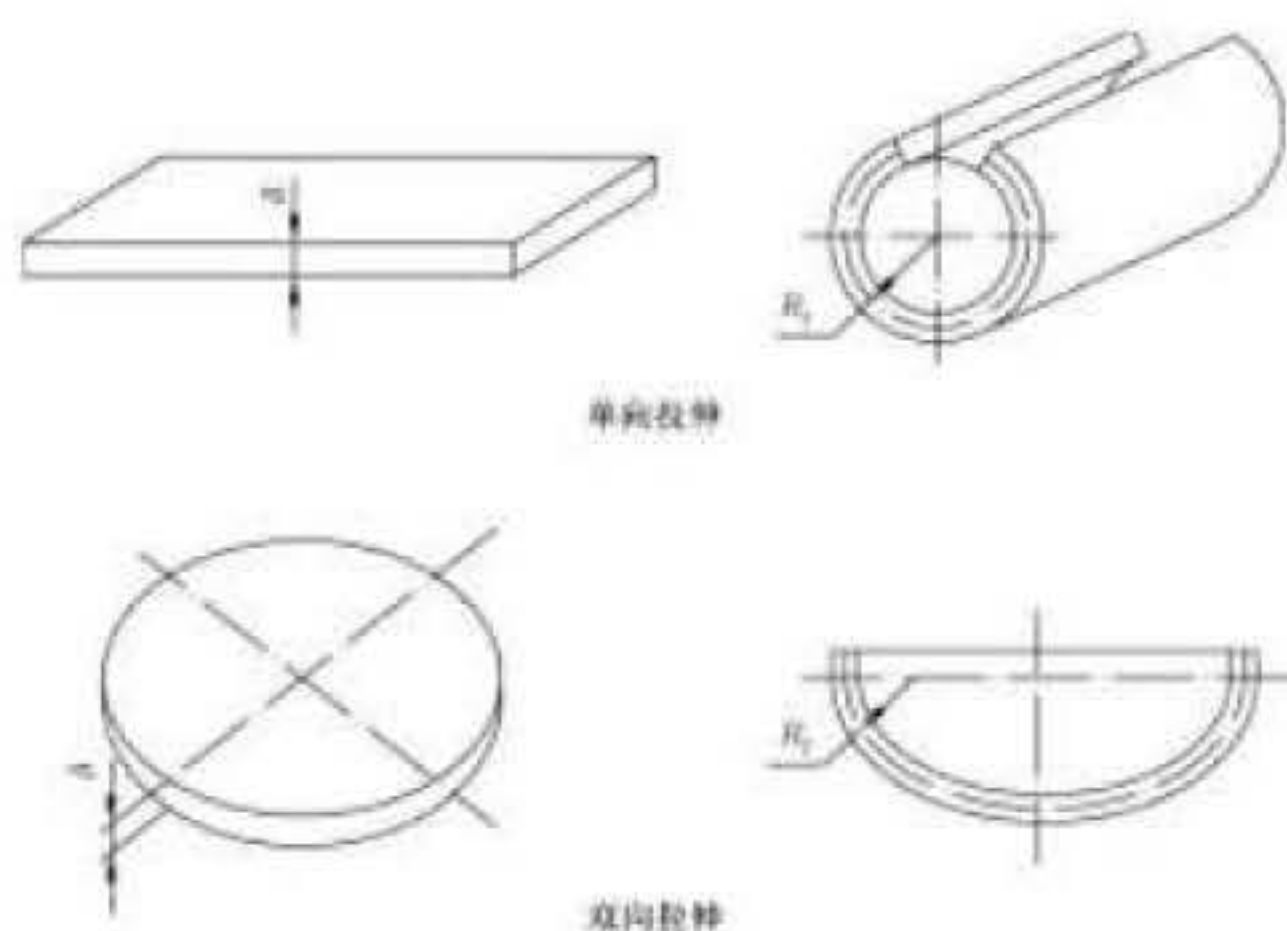


图 12 单向拉伸和双向拉伸成形

8.4.8.1.2 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。

8.4.8.1.3 需消除温成形工件的变形残余应力,可参照 8.4.8.1.1 对冷成形工件的热处理条件和要求进行。

8.4.8.1.4 当热成形或温成形改变了材料供货热处理状态时应重新热处理,恢复材料供货热处理状态。

8.4.8.1.5 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。

8.4.8.2 焊后热处理(PWHT)

8.4.8.2.1 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。

8.4.8.2.2 焊接接头厚度应按下列规定确定:

- 等厚全焊透对接接头为钢材厚度;
- 对接焊缝和角焊缝为焊缝厚度;
- 组合焊缝为对接焊缝与角焊缝厚度中较大者;
- 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;
 - 罐体与平封头、盖板及其他类似元件的 B 类焊接接头,取罐体厚度;
 - 接管与罐体焊接时,取罐体厚度、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 13 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;
 - 凸缘与罐体的焊接结构取坡口深度与角焊缝厚度中较大者。

GB/T 19905—2017

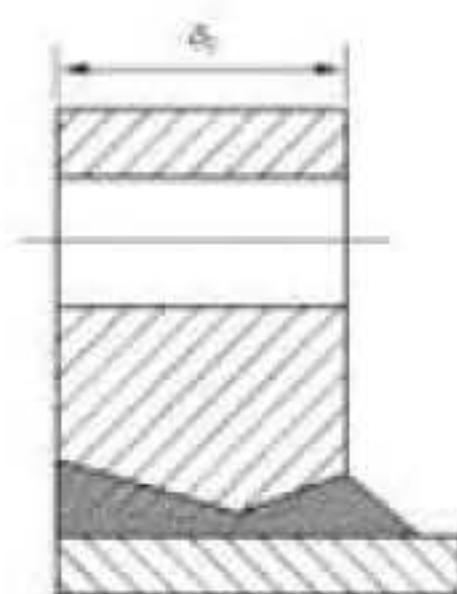


图 13 接管与法兰焊接结构

8.4.8.2.3 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,除满足下列规定外,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;
- b) 图样注明有应力腐蚀的罐体;
- c) 充装易燃、易爆或毒性为极度、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。

8.4.8.2.4 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。

8.4.8.2.5 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。

8.4.8.2.6 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。

8.4.8.3 焊后热处理要求

8.4.8.3.1 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。

8.4.8.3.2 不应使用燃煤炉进行焊后热处理。

8.4.8.3.3 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。

8.4.8.3.4 应采用整体炉内消除应力热处理。

8.4.8.3.5 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_{PWT} 或 50 mm,取两者较小值;
- b) 返修焊缝端部方向上加 δ_{PWT} 或 50 mm,取两者较小值;
- c) 接管与罐体相焊时,应环绕包括接管在内的圆筒全圆周加热,且在垂直于焊缝方向上自焊缝边缘加 δ_{PWT} 或 50 mm,取两者较小值。

8.4.8.3.6 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。

8.4.8.4 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下列规定:

- a) 焊件进炉时炉内温度不应高于 400 ℃;
- b) 焊件升温至 400 ℃后,加热区升温速度不超过 $5\ 500/\delta_{\text{PWT}}$ ℃/h,且不应超过 220 ℃/h,一般情况下不低于 55 ℃/h;
- c) 升温时,加热区内任意 4 600 mm 长度内的温差不大于 140 ℃;

- d) 保温时,加热区内最高与最低温度之差不宜超过 80 ℃;
- 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 ℃时,加热区降温速度不超过 $7\,000/\delta_{\text{FWHT}}$ ℃/h,且不应超过 280 ℃/h,一般情况下低于 55 ℃/h;
- g) 焊件出炉时,炉温不高于 400 ℃,出炉后应在静止空气中继续冷却。

8.5 堆积绝热结构

8.5.1 堆积绝热材料及其制品经检验或验收合格后方可使用。

8.5.2 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、捆扎不牢等缺陷。

8.5.3 堆积绝热结构应保证其严密和牢固性。

8.5.4 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、防潮层的施工和保护层的施工等)应符合 GB 50126 的规定。

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 罐体涂覆

罐体的涂覆应符合 JB/T 4711 的规定,罐体漆膜颜色宜采用浅色。

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 1.5 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地安全防护措施,并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,或返修深度大于 1/2 厚度的罐体,应

GB/T 19905—2017

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试验液体,但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,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,罐内无积液、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 泄漏试验

9.2.1 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。

9.2.2 罐体气密性试验应符合下列规定:

- 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) 如有泄漏,应在修补后重新进行试验。

9.2.3 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。

9.3 其他检查

9.3.1 罐车总装完成后的检验项目至少包括下列内容,其合格要求应满足本标准和设计图样的规定:

a) 罐车的几何尺寸;

b) 罐体纵向中心平面与定型底盘或者行走机构纵向中心平面的偏差;

c) 罐体与支撑装置连接的可靠性;

d) 罐体装卸系统、紧急切断装置的完整及可靠性;

e) 容积测定;

f) 罐车的表面涂装、标志、铭牌以及必要的警示性标志等,其中标志至少包括介质名称(限一种介质),下次全面检验日期等。

9.3.2 罐车应进行导静电装置电阻测量。

9.3.3 罐车的外部照明和信号装置的数量、位置和光色按 GB 4785 的规定进行检查。

9.4 道路行驶和制动性能检查

罐车进行道路行驶和制动性能检查,检查罐体以及连接件有无变形、松动,附件固定是否牢固,所有设施应安全可靠。行驶中的故障经检修能行驶,则道路行驶检查可继续进行,否则应回厂检修并重新进行检查。

9.5 定型试验

罐车定型试验应按 QC/T 252 的规定进行。罐车强制性检验项目应按国务院汽车主管部门规定的强制性检验项目执行。

10 检验规则

10.1 出厂检验

罐车制造完毕后,制造单位应按照设计图样和本标准逐辆检验合格后方可出厂,出厂检验项目按表 8 的规定。

10.2 定型试验

罐车应按照型号,由国务院汽车主管部门认可的试验机构进行定型试验,且取得试验合格证明文件。

10.3 强制性检测

10.3.1 罐车定型试验合格后,进行车辆强制性项目的检测。

10.3.2 强制性检测由国家汽车主管部门认可的检测机构进行检测。

GB/T 19905—2017

表 8 出厂检验项目

序号	检验项目	检 验 内 容	技 术 要 求
1	相关技术文件 检查	产品名称、型号、标准	6.2.3
		设计压力、设计温度、介质	6.5.6、6.5.3、6.5.15
		总质量、整备质量、罐体容积、最大允许充装量	6.2.3、6.5.5
		罐体材料	6.2.4
		设计使用年限	6.2.3
2	外观检查	铭牌	11.4
		标志、标识	11
		车辆识别代号(VIN)	8.1.11
		涂装	8.1.12、8.7
		焊接接头及母材外表面缺陷	6.5.16、8.4.5.12
		罐体与行走机构或定型底盘连接	6.6
		结构件的连接	6.5.22
		制动装置	6.1.4
		人孔	6.5.18
		罐体焊缝布置	8.4.3.6、8.4.4.5
		装卸系统的设置及要求	6.5.20
		倾覆保护装置	6.5.21
		侧面防护装置	6.1.6
		后防护装置	6.1.7
		罐体外形尺寸	6.2.4
3	几何尺寸检验	罐体直线度	8.4.4.4
		单个筒节的最小长度	8.4.4.5
		法兰	8.4.4.6
		安全泄放装置	7.2
4	附件检验	紧急切断装置	7.3
		导静电装置	7.4
		仪表	7.5
		装卸附件	7.6
		外部照明和信号装置	6.1.9
		其他附件(灭火器、火花熄灭器等)	6.1.10、6.1.17
5	道路行驶和制 动性能检查	道路行驶和制动性能满足要求	9.4
6	出厂文件	出厂文件应齐全	12

11 标志标识

11.1 罐车的标志应符合 GB 13392、GB 20300 及国家主管部门相关要求的规定。

11.2 在罐体两侧后部色带的上方书写充装介质的名称,字色为大红(R03),字高不小于 300 mm,字样宜为仿宋体。

11.3 在罐体两侧后部色带的下方书写“罐体下次全面检验日期:××××年××月”,字色为黑色,字高不小于 100 mm。

11.4 管路、安全附件及装卸阀门漆膜颜色应符合下列规定,且漆膜颜色按 GSB05-1426 漆膜颜色标准样卡进行比对:

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

11.5 罐车的产品铭牌应安装在罐体一侧的易见部位,产品铭牌的格式与内容按 TSG R0005 的规定。

12 出厂文件

12.1 罐车的制造厂至少向使用单位提供下列技术文件和资料:

- a) 竣工图样(总图和罐体图),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) 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) 其他必要的产品质量证明文件;
- l) 定型底盘使用说明书和合格证;
- m) 备件、附件清单和相应的质量合格证明;
- n) 随车工具及附件清单。

12.2 罐车产品质量证明文件至少包含下列内容:

- 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) 受压元件(封头、锻件等)为外购或外协件时的产品质量证明文件;
- d) 罐体外观及几何尺寸检验报告;

GB/T 19905—2017

- e) 罐体焊接记录;
- f) 罐体无损检测报告;
- g) 罐体焊后热处理报告及自动记录曲线;
- h) 罐体耐压试验报告;
- i) 气密性试验报告或其他泄漏试验;
- j) 整车车体检验报告;
- k) 罐体置换检验报告;
- l) 产品制造变更报告;
- m) 钢板、锻件超声检测报告(需要时);
- n) 安全附件、仪表及装卸附件的质量证明文件。

12.3 罐车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) 罐车主要技术参数;
- b) 罐体结构与管路图,至少应包括安全附件、阀件和仪表的型号和连接方式;
- c) 操作使用说明,至少应有操作规程、最大允许充装量的控制要求;
- d) 使用注意事项,至少应包括装卸过程和储运过程中的注意事项;
- e) 维护和保养要求;
- f) 常见故障的排除方法;
- g) 备品和备件清单。

13 储存运输

13.1 罐车如长期存放时,应停放在防潮、通风和具有消防设施的专用场地。停放前应对整车进行仔细检查,包括各阀门仪表应正常、装卸阀门应闭止、导静电装置应有效等。

13.2 停放期间,罐车应按照其产品使用说明书进行正常的维护与保养。

13.3 罐车若采用铁路运输、水路运输,可自驶或拖曳方式上下车或船,当用吊装方式装卸时,应使用专用吊具,且应卸掉燃料和冷却水,在运输中,应将车轮固定。

13.4 罐车以自驶方式由公路运输至用户时,应在空载情况下行驶。

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,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 设计单位应按罐车型号,且充分考虑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失效模式进行的危害识别和风险控制,说明应采取的技术措施和依据。

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(如单层罐、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,以及追尾、倾覆等交通事故;
- d) 对标准、安全技术规范或规范性文件已经有规定的失效模式,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。

GB/T 19905—2017

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体温度的液化气体,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,爆破片排放面积的计算应按 B.4 的规定。

B.2 采用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:

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

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

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

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,单位为千焦每千克(kJ/kg);

λ ——常温下绝热材料的导热系数,单位为千焦每米小时摄氏度[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 ——罐体外表面积,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)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:

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

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:

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

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 ——安全阀流道面积,单位为平方毫米(mm^2);

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)、式(B.6)求取:

当 $K > 1$ 时:

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

当 $K = 1$ 或未知时:

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

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 $e = 2.718\ 3$ 。

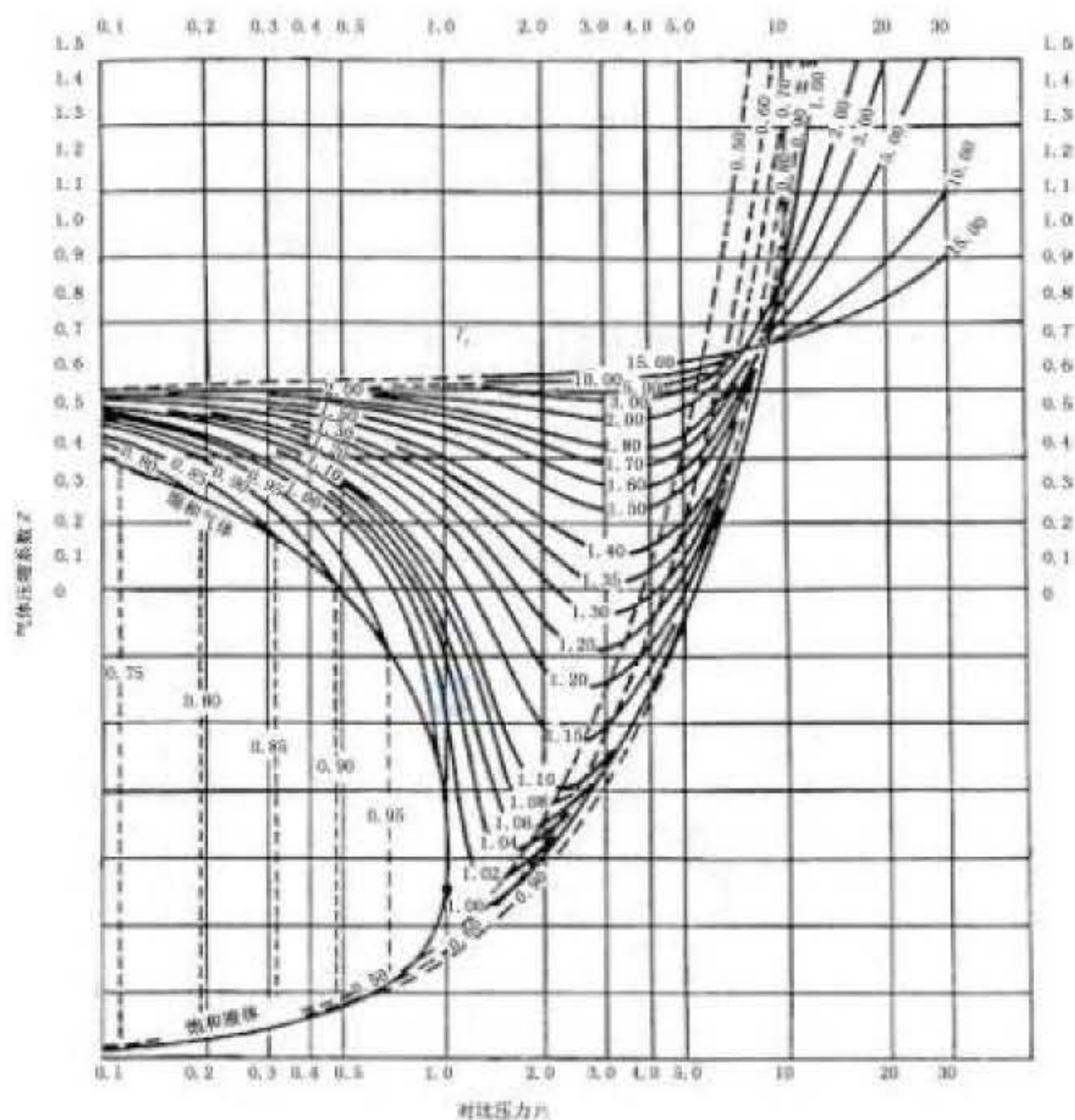
M ——气体的摩尔质量,单位为千克每 4 摩尔(kg/kmol);

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;

GB/T 19905—2017

- p_i ——安全阀的排放压力(绝压), $p_i = 1.2p_s + 0.1$, 单位为兆帕(MPa);
 p_s ——罐体设计压力, 单位为兆帕(MPa);
 p_v ——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

选用的各个安全阀排放能力(额定泄放量) W 的总和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

k	C	k	C	k	C	k	C
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	328	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℃)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,罐体所需安全泄放量用式(B.7)确定:

$$Q_s=644.8\frac{FA_r^{0.88}}{vC}\sqrt{\frac{ZT}{M}}\dots\dots\dots(B.7)$$

- 式中:
- Q_s ——在标准条件(0.1 MPa,0℃)下,罐体所需安全泄放装置总的排放能力(以每秒标准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, $F=U(850-t_1)/13.6$,但在任何情况下均不应小于0.25,绝热层应符合 C.2.2.3 的规定。
 - U ——绝热层在38℃时的导热率,单位为千瓦每平方米开尔文[kW/(m²·K)];
 - t_1 ——液化气体在充装过程中的实际温度,℃。当这一温度未知时,取 $t_1=15℃$ 。

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 爆破片排放面积的计算应符合下列规定:

a) 临界条件 $\frac{p_2}{p_1}\leq\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ 时,按式(B.8)计算:

$$A_s\geq\frac{W_s}{7.6\times10^{-8}CK'\rho_1\sqrt{\frac{M}{ZT}}}\dots\dots\dots(B.8)$$

GB/T 19905—2017

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

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

式中:

A_s ——爆破片排放面积,单位为平方毫米(mm^2);

K' ——爆破片的额定泄放系数,与爆破片装置入口管道形状(见图B.2)有关;

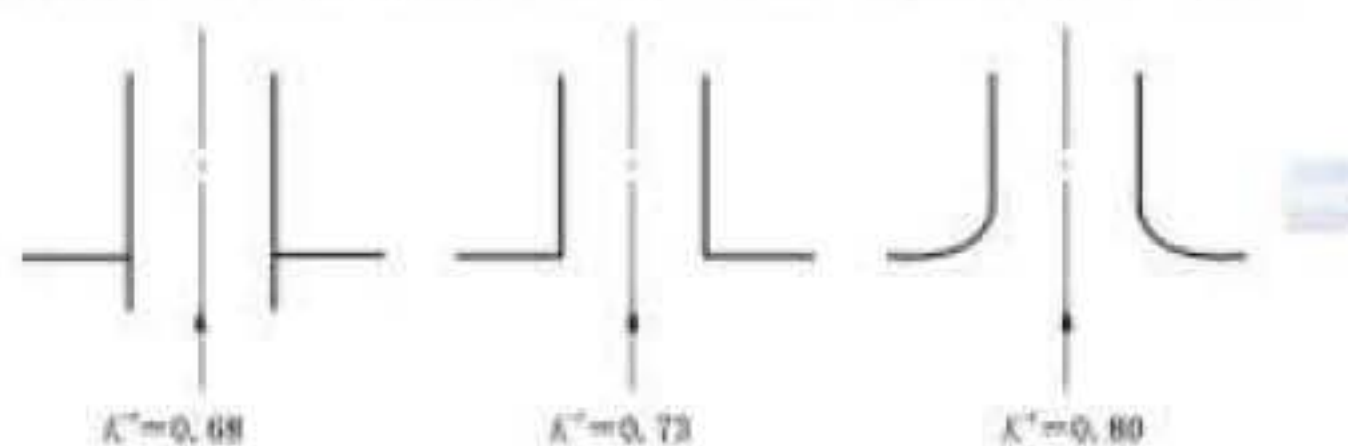


图 B.2 爆破片装置入口管道形状

W_s ——罐体的安全泄放量,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_a ——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。