

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50128 – 2014

立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范

Code for construction of vertical cylindrical
steel welded storage tanks

2014 – 4 – 15 发布

2015 – 01 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范

Code for construction of vertical cylindrical
steel welded storage tanks

GB 50128-2014

主编部门:中国石油天然气集团公司

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2 0 1 5 年 1 月 1 日

中国计划出版社

2014 北 京

中华人民共和国国家标准
立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范

GB 50128-2014



中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 3.25 印张 82 千字

2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷



统一书号: 1580242·475

定价: 20.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 401 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》的公告

现批准《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》为国家标准，编号为GB 50128—2014，自 2015 年 1 月 1 日起实施。其中，第 3.0.1、5.2.1、6.1.1、6.2.1、7.2.1 条为强制性条文，必须严格执行。原国家标准《立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》GB 50128—2005 同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 4 月 15 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发 2011 年工程建设标准规范制订、修订计划的通知》(建标〔2011〕17 号)的要求,由中国石油天然气第一建设公司会同有关单位在原国家标准《立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》GB 50128—2005 的基础上修订而成,修订后名称更改为《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》。

本规范在修订过程中,规范编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国内标准和国外先进标准,并广泛征求意见,最后经审查定稿。

本规范共分 7 章和 3 个附录,主要技术内容包括总则、术语、材料验收、预制、组装、焊接、检查及验收等。

本规范修订的主要技术内容是:

1. 总则:修订了本规范的适用范围。
2. 术语:系本次修订新增的内容。
3. 材料验收:增加焊接材料的订货技术要求,明确了材料的验收标准,增加对进口材料的验收和材料复验的要求。
4. 预制:修订了罐壁板开孔及补强的相关技术要求,增加了罐壁开孔补强板预制的技术要求。
5. 组装:修订了储罐基础验收的相关规定,修订了采用全熔透的罐壁对接环缝、纵缝坡口形式;增加不对称坡口的相关技术要求,根据大型储罐建造现状,将推荐的坡口形式中适用板厚调整至 45mm,增加了双盘式浮顶组装要求,增加了罐壁板和罐底边缘板组装控制要求。
6. 焊接:修订了焊工资格、焊接工艺评定和焊接工艺规程的有

关规定;增加了异种钢焊接的相关技术要求;修订了定位焊的技术要求;修订了后热消氢处理的技术要求;对焊接线能量控制的方法作了相关要求;增加了单、双盘式浮顶焊接施工的要求;对罐壁板对接焊缝修补增加了回火焊道等要求。

7. 检查及验收:增加了罐壁“T”字焊接缝处拍片的技术要求;对衍射时差法超声检测技术的应用及其技术要求进行了规定;增加了浮顶底板双面连续焊接时的检测方法、检测时机的要求;对浮顶顶板的检测方法进行了修订;增加了内浮顶焊后几何尺寸要求;增加了充水试验中不均匀沉降的最大限值及处理要求;增加了非密封储罐的固定顶的强度试验、严密性试验和稳定性试验的要求。

8. 附录 A:修订了“T”形接头试件规格及试验时裂纹产生角度的记录时机和评定要求。

9. 附录 B:修订了沉降观测的相关技术要求,增加了储罐基础径向沉降差允许值。

10. 附录 C:修订、增加了部分交工验收表格。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理,由中国石油天然气第一建设公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中如有意见或建议,请寄送中国石油天然气第一建设公司技术发展部(地址:河南省洛阳市关林,邮政编码:471023),以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国石油天然气第一建设公司

参 编 单 位:中国石油天然气管道工程有限公司

四川石油天然气建设工程有限公司

中国石化工程建设公司

中国石化南京工程公司

主要起草人:潘乐民 杨亚星 薛金保 王启宇 李清君

主要审查人:李献军 李宏斌 傅伟庆 武铜柱 刘小峰
曾 君 韦振光 向苍义 杨新和 代学彦
高贵胜 董月功 陈中均 陈 红 王华北
张 斌 曲延春 唐厚喜 郑玉刚 李丽君

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	材料验收	(3)
4	预 制	(5)
4.1	一般规定	(5)
4.2	壁板预制	(7)
4.3	底板预制	(10)
4.4	浮顶预制	(11)
4.5	固定顶顶板预制	(12)
4.6	附件预制	(13)
5	组 装	(14)
5.1	一般规定	(14)
5.2	基础检查	(14)
5.3	罐底组装	(16)
5.4	罐壁组装	(17)
5.5	固定顶组装	(20)
5.6	浮顶组装	(20)
5.7	附件安装	(21)
6	焊 接	(23)
6.1	一般规定	(23)
6.2	焊接工艺评定及焊接工艺规程	(23)
6.3	焊接材料	(24)
6.4	焊接施工	(25)
6.5	焊接顺序	(26)

6.6	修补与返修	(28)
7	检查及验收	(31)
7.1	焊缝的外观检查	(31)
7.2	焊缝无损检测及严密性试验	(32)
7.3	罐体几何形状和尺寸检查	(35)
7.4	充水试验	(36)
7.5	工程交工	(38)
附录 A	T 形接头角焊缝试件制备和检验	(40)
附录 B	储罐基础沉降观测方法	(42)
附录 C	交工验收表格	(44)
	本规范用词说明	(56)
	引用标准名录	(57)
附:	条文说明	(59)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Material acceptance	(3)
4	Prefabrication	(5)
4.1	General requirement	(5)
4.2	Shell dlate prefabrication	(7)
4.3	Bottom plate prefabrication	(10)
4.4	Floating roof prefabrication	(11)
4.5	Top plate prefabrication of fixed roof	(12)
4.6	Accessories prefabrication	(13)
5	Assembly	(14)
5.1	General requirement	(14)
5.2	Foundation inspection	(14)
5.3	Tank bottom assembly	(16)
5.4	Shell plate assembly	(17)
5.5	Fixed roof assembly	(20)
5.6	Floating roof assembly	(20)
5.7	Accessories installation	(21)
6	Welding	(23)
6.1	General requirement	(23)
6.2	Welding procedure qualification and welding procedure specification	(23)
6.3	Welding materail	(24)
6.4	Welding construction	(25)

6.5	Welding sequence	(2 6)
6.6	Repair and rework	(2 8)
7	Inspection and acceptance	(3 1)
7.1	Welding seam appearance inspection	(3 1)
7.2	Welding seam NDT test and tightness test	(3 2)
7.3	Tank geometry and dimension inspection	(3 5)
7.4	Hydro-test	(3 6)
7.5	Project completion	(3 8)
Appendix A	fillet welding seam test specimen preparation and inspection for T-shape joint	(4 0)
Appendix B	storage tank foundation settlement observation method	(4 2)
Appendix C	Acceptance forms	(4 4)
	Explanation of wording in this code	(5 6)
	List of quoted standards	(5 7)
	Addition; Explanation of provisions	(5 9)

1 总 则

1.0.1 为规范立式圆筒形钢制焊接储罐施工,保证工程质量,做到技术先进、经济合理、安全适用,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于储存石油、石化产品及其他类似液体的常压和接近常压的立式圆筒形钢制焊接储罐罐体及与储罐相焊接附件的施工,不适用于埋地的、储存极度和高度危害介质、人工制冷液体的储罐。

1.0.3 储罐应按设计文件施工。当需要修改设计时,应取得原设计单位的书面同意。

1.0.4 储罐的预制、安装和检验,应采用同一精度等级的合格计量器具。

1.0.5 立式圆筒形钢制焊接储罐的施工除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 罐底边缘板 annular/sketch bottom plates

位于罐壁板下部的最外侧罐底板,包括环形边缘板和非环形边缘板。

2.0.2 固定顶 fixed roofs

罐顶周边与罐壁顶端固定连接的罐顶,主要包括自支撑式锥顶、支撑式锥顶、自支撑式拱顶等型式。

2.0.3 浮顶 floating roofs

随液面变化而上下升降的罐顶,包括外浮顶和内浮顶,主要有单盘式浮顶、双盘式浮顶、敞口隔舱式浮顶、浮筒式浮顶等型式。

2.0.4 抗风圈 wind girder

设置在罐壁上,以增加罐壁抗风能力的构件。

2.0.5 自动通气阀 auto vent

浮顶浮起或回复支撑状态时,可自行启闭的通气装置。

2.0.6 浮顶排水管 floating roof drains

在正常情况下,将外浮顶上的降水排出罐外的装置。

2.0.7 加强圈 stiffening ring

设置在罐壁上,增强储罐罐壁稳定性,防止罐壁失稳的构件。

3 材料验收

3.0.1 储罐建造选用的材料和附件,必须具有质量合格证明书,并应符合设计文件的规定。钢板和附件上应有清晰的产品标识。

3.0.2 焊条、焊丝、焊剂及保护气体等焊接材料应具有质量合格证明书,除应符合现行行业标准《承压设备用焊接材料订货技术条件》NB/T 47018 的规定外,还应符合下列规定:

1 焊条应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117、《热强钢焊条》GB/T 5118、《不锈钢焊条》GB/T 983 的有关规定;

2 药芯焊丝应符合现行国家标准《碳钢药芯焊丝》GB/T 10045、《低合金钢药芯焊丝》GB/T 17493 和《不锈钢药芯焊丝》GB/T 17853 的有关规定;

3 气体保护焊焊丝应符合现行国家标准《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110 的有关规定;

4 埋弧焊用焊丝和焊剂应符合现行国家标准《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293、《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/T 12470和《埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂》GB/T 17854 的有关规定;

5 保护气体应符合国家现行标准《焊接用二氧化碳》HG/T 2537和《氩》GB/T 4842 的有关规定。

3.0.3 施工前,应对钢板逐张进行外观检查,其质量应符合设计文件和现行国家标准《冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 708 和《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709 的有关规定。

3.0.4 钢板表面局部减薄量、划痕深度与钢板实际厚度负偏差之

和,应符合设计文件要求,且不应大于相应钢板标准的允许负偏差值。

3.0.5 进口钢材及焊接材料应符合国外相应的钢制焊接储罐规范的规定和设计的要求。

3.0.6 材料复验应符合设计文件的要求。

3.0.7 对材料的质量有疑义时,应由材料采购方进行复验。

4 预 制

4.1 一 般 规 定

4.1.1 储罐预制和安装检验用样板,应符合下列规定:

1 当曲率半径小于或等于 12.5m 时,弧形样板的弦长不应小于 1.5m;曲率半径大于 12.5m 时,弧形样板的弦长不应小于 2m。

2 直线样板的长度不应小于 1m。

3 测量焊缝棱角度的弧形样板,其弦长不应小于 1m。

4.1.2 储罐的预制方法不应损伤母材和降低母材性能。

4.1.3 储罐构件的切割及焊缝坡口加工,应符合下列规定:

1 碳素钢及低合金钢宜采用机械加工或自动、半自动火焰切割加工,不锈钢应采用机械或等离子切割加工;

2 当工作环境温度低于下列温度时,钢材不得采用剪切加工:

1)普通碳素钢: -16°C ;

2)低合金钢: -12°C 。

4.1.4 焊缝坡口的加工应平整,不得有夹渣、分层、裂纹等缺陷;应去除火焰及等离子切割坡口产生的表面硬化层。

4.1.5 标准规定的最低屈服强度大于 390MPa 的罐壁板采用火焰切割坡口时,去除硬化层后应对坡口表面进行磁粉或渗透检测,检测方法和合格标准应符合本规范第 7.2.9 条的规定。

4.1.6 焊接接头的坡口型式和尺寸,设计文件无要求时,应按现行国家标准《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》GB/T 985.1 及《埋弧焊的推荐坡口》GB/T 985.2 的规定选用;罐壁纵缝气电立焊及环缝埋弧焊的对接接头型式,还应符合下列规定:

1 纵缝气电立焊的对接接头,罐壁厚度小于或等于 24mm 时宜采用单面坡口,罐壁厚度大于 24mm 时宜采用双面坡口,接头间隙 b 宜为 4mm~6mm,钝边 F 不宜大于 2mm,坡口宽度 W 宜为 16mm~18mm(图 4.1.6-1);双面坡口可采用不对称坡口,两侧深度差宜为 0~4mm。

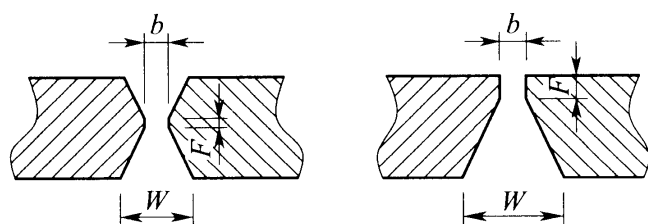
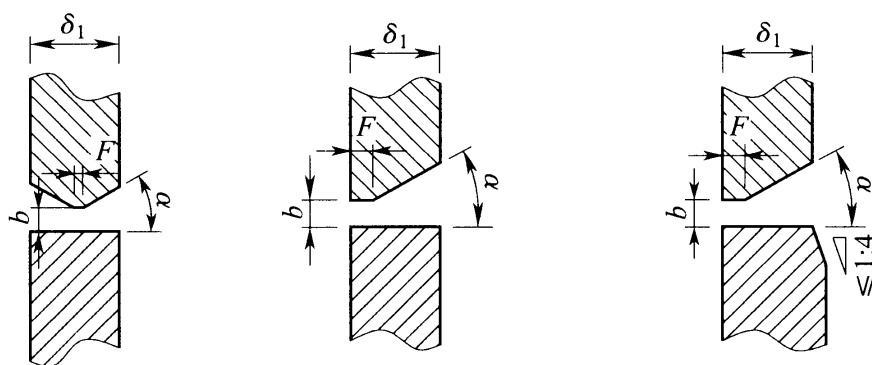


图 4.1.6-1 纵缝气电立焊对接接头

2 环缝埋弧焊的对接接头,罐壁厚度小于或等于 12mm 时宜采用单面坡口;罐壁厚度大于 12mm 时宜采用双面坡口。坡口的角度 α 宜为 $45^\circ \pm 2.5^\circ$,钝边 F 不宜大于 2mm,间隙 b 宜为 0~1mm[图 4.1.6-2(a)、(b)];双面坡口可采用不对称坡口,两侧深度差宜为 0~4mm。

3 不等厚壁板的预制应符合设计要求。设计无要求时,当薄板厚度 δ_1 小于或等于 10mm 且两板厚度差超过 3mm,或当薄板厚度大于 10mm 且两板厚度差大于薄板厚度 30% 或超过 5mm 时,应对厚板边缘进行削边处理[图 4.1.6-2(c)],削边后的端部厚度不应小于薄板厚度,削边坡比不宜大于 1:4。



(a) 环缝双面坡口 (b) 环缝单边坡口 (c) 不等壁厚削边示意

图 4.1.6-2 环缝埋弧焊的对接接头

4.1.7 普通碳素钢在作业环境温度低于 -16°C 或低合金钢在作业环境温度低于 -12°C 时,不得进行冷矫正和冷弯曲。

4.1.8 储罐的构件在保管、运输及现场堆放时,应防止变形、损伤和锈蚀。

4.1.9 不锈钢储罐的预制,还应符合下列规定:

- 1 不锈钢材料不应与碳素钢及存放过氯化物的材料接触;
- 2 不锈钢板不应作硬印标记或刻画标识,宜采用易擦洗的颜料作标记;
- 3 不锈钢板及构件的吊装宜采用吊装带,运输胎具上应采取防护措施;
- 4 不锈钢板及构件不得采用铁锤直接敲击,其表面不应有划痕、撞伤、电弧擦伤、腐蚀,并保持其光滑;
- 5 不锈钢的构件不应采用热煨成型;
- 6 不锈钢打磨时应采用不锈钢专用砂轮片或磨带。

4.1.10 储罐的所有预制构件完成时应有编号,并应用油漆或其他方法作出清晰的标识。

4.2 壁板预制

4.2.1 储罐壁板预制前应绘制排板图,并应符合下列规定:

1 各圈壁板的纵焊缝宜向同一方向逐圈错开,相邻圈板纵缝间距宜为板长的 $1/3$,且不应小于 300mm 。

2 底圈壁板的纵焊缝与罐底边缘板的对接焊缝之间的距离,不应小于 300mm 。

3 开孔与罐壁纵、环焊缝中心及罐壁最下端角焊缝边缘的距离应符合下列规定:

- 1) 罐壁厚度大于 12mm ,且接管与罐壁板焊后不进行消除应力热处理时,开孔接管或补强板外缘与罐壁纵、环焊缝之间的距离,应大于较大焊脚尺寸的 8 倍,且不应小于 250mm 。

2)任意厚度罐壁与接管进行焊后热处理或厚度不大于12mm的罐壁与接管焊后不进行热处理时,开孔接管或补强板外缘与罐壁纵焊缝之间的距离,不应小于150mm;与罐壁环焊缝之间的距离,不应小于壁板厚度的2.5倍,且不应小于75mm。

3)罐壁钢板的最低标准屈服强度大于390MPa时,开孔角焊缝外缘(有补强板时为补强板角焊缝外缘)到罐壁最下端角焊缝边缘的距离,不得小于壁板厚度的2.5倍,且不得小于75mm;罐壁钢板的最低标准屈服强度小于或等于390MPa时,开孔应符合设计文件规定。

4 罐壁上连接件的垫板周边焊缝与罐壁纵焊缝或接管、补强板的边缘角焊缝之间的距离,不应小于150mm;与罐壁环焊缝之间的距离,不应小于75mm;如不可避免与罐壁焊缝交叉时,被覆盖焊缝应磨平并经射线或超声波检测合格,垫板角焊缝在罐壁对接焊缝两侧边缘应至少留20mm不焊。

5 两开孔之间的距离应符合下列规定:

1)两开孔至少有1个补强板时,其最近角焊缝边缘之间的距离,不应小于较大焊脚尺寸的8倍且不小于150mm;

2)两开孔均无补强板时,角焊缝边缘之间的距离不得小于75mm。

6 抗风圈、加强圈与罐壁环焊缝之间的距离,不应小于150mm。

7 包边角钢对接接头与壁板纵向焊缝之间的距离,不应小于300mm。

8 设计文件无要求时,直径小于25m的储罐的壁板宽度不宜小于500mm,长度不宜小于1000mm;直径大于或等于25m的储罐的壁板宽度不宜小于1000mm,长度不宜小于2000mm。

4.2.2 储罐壁板的切割加工应符合下列规定:

1 壁板尺寸允许偏差应符合表4.2.2的规定,测量部位应符合图4.2.2的规定;

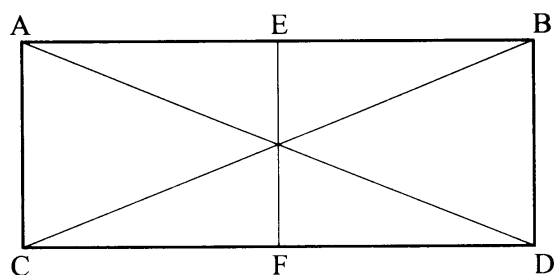


图 4.2.2 壁板尺寸测量部位

2 单面倾斜式基础的底圈壁板应根据实测的基础倾斜度计算尺寸,并在每张底圈壁板上放样,切割后其长度允许偏差应符合表 4.2.2 的规定,宽度各位置偏差不应大于 2mm。

表 4.2.2 壁板尺寸允许偏差(mm)

测量部位		板长 $AB(CD) \geq 10m$	板长 $AB(CD) < 10m$
宽度 AC、BD、EF		± 1.5	± 1
长度 AB、CD		± 2	± 1.5
对角线之差 $ AD - BC $		≤ 3	≤ 2
直线度	AC、BD	≤ 1	≤ 1
	AB、CD	≤ 2	≤ 2

4.2.3 壁板滚制后,应立置在平台上用样板检查,垂直方向上用直线样板检查,其间隙不应大于 2mm;水平方向上用弧形样板检查,其间隙不应大于 4mm。

4.2.4 凡属下列情况,开孔接管与罐壁板、补强板焊接完并经检验合格后,均应进行整体消除应力热处理;热处理应符合现行行业标准《压力容器焊接规程》NB/T 47015 的有关规定。

1 罐壁钢板的最低标准屈服强度小于或等于 390MPa、板厚大于 32mm 且接管公称直径大于 300mm;

2 罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa、板厚大于 12mm 且接管公称直径大于 50mm;

3 齐平型清扫孔。

4.3 底板预制

4.3.1 储罐底板预制前应绘制排板图,并应符合下列规定:

- 1 底板的排板直径,宜按设计直径放大 $0.1\% \sim 0.15\%$ 。
- 2 罐底环形边缘板沿罐底半径方向的最小尺寸不应小于 700mm;边缘板最小直角边尺寸不应小于 700mm(图 4.3.1-1)。

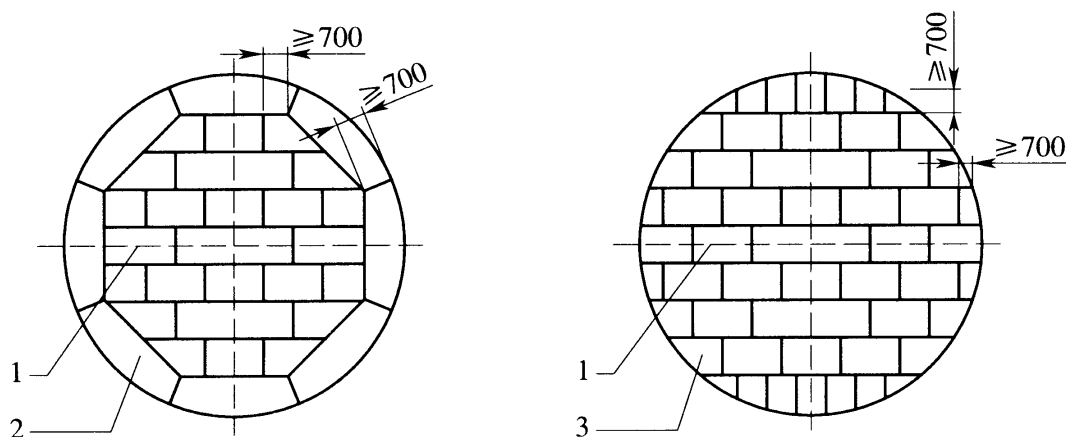


图 4.3.1-1 罐底边缘板最小尺寸

1—中幅板;2—环形边缘板;3—边缘板

3 罐底环形边缘板的对接接头宜采用不等间隙,采用焊条电弧焊时,外侧间隙 e_1 宜为 6mm~7mm,内侧间隙 e_2 宜为 8mm~12mm;采用气体保护焊时,外侧间隙 e_1 宜为 3mm~5mm;内侧间隙 e_2 宜为 6mm~8mm(图 4.3.1-2)。

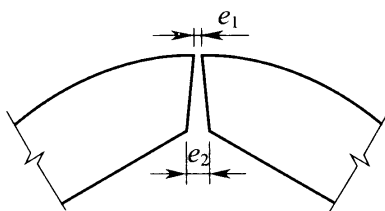


图 4.3.1-2 罐底环形边缘板对接接头

4 罐底中幅板的宽度不应小于 1000mm,长度不应小于 2000mm;与罐底环形边缘板连接的不规则中幅板最小直边尺寸,不应小于 700mm。

5 底板任意相邻焊缝之间的距离,不应小于 300mm。

4.3.2 当罐底中幅板采用对接接头时,中幅板的尺寸允许偏差应符合本规范第 4.2.2 条的规定。

4.3.3 罐底环形边缘板的尺寸(图 4.3.3)允许偏差,应符合表 4.3.3 的规定。

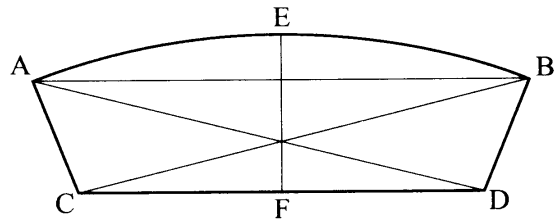


图 4.3.3 罐底环形边缘板尺寸测量部位

表 4.3.3 罐底环形边缘板尺寸允许偏差(mm)

测 量 部 位	允 许 偏 差
长度 AB、CD	± 2
宽度 AC、BD、EF	± 2
对角线之差 $ AD-BC $	≤ 3

4.3.4 厚度大于或等于 12mm 的罐底环形边缘板,应在坡口两侧(图 4.3.3 中 AC、BD、CD)100mm 范围内按现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730(NB/T 47013)的规定进行超声检查,达到Ⅲ级标准为合格;如采用火焰切割坡口,去除氧化层后应对坡口表面进行磁粉或渗透检测,检测结果应符合本规范第 7.2.9 条的规定。

4.4 浮 顶 预 制

4.4.1 浮顶预制前应绘制排板图,并应符合本规范第 4.3.1 条的相关规定。

4.4.2 浮舱外边缘环板、环板、顶板、底板、隔舱板的预制,采用拼接时应采用全熔透对接焊缝,其尺寸允许偏差应符合本规范第 4.2.2 条、第 4.3.3 条的相关规定。浮舱底板及顶板预制后,其平面度应用直线样板检查,间隙不应大于 4mm。

4.4.3 单盘式浮顶的浮舱进行分段预制时,应符合下列规定:

- 1 浮舱底板、顶板的平面度用直线样板检查,间隙不应大于 5mm;
- 2 浮舱内、外边缘板用弧形样板检查,间隙不应大于 10mm;
- 3 分段预制浮舱的几何尺寸(图 4.4.3)允许偏差,应符合表 4.4.3 的规定。

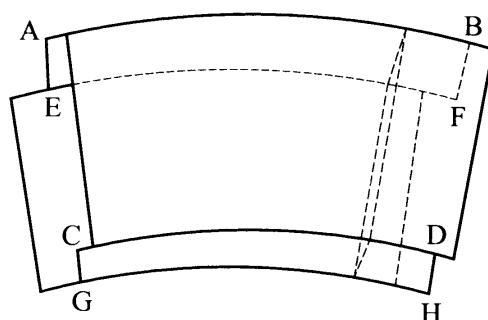


图 4.4.3 分段预制浮舱几何尺寸测量部位

表 4.4.3 分段预制浮舱的几何尺寸允许偏差(mm)

测 量 部 位	允 许 偏 差
高度 AE、BF、CG、DH	± 1
弦长 AB、EF、CD、GH	± 4
对角线之差 $ AD-BC $ 和 $ CH-DG $ 、 $ EH-FG $	≤ 6

4.4.4 双盘式浮顶的桁架、椽子等构件的预制,应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

4.5 固定顶顶板预制

4.5.1 固定顶顶板预制前应绘制排板图,并应符合下列规定:

- 1 顶板任意相邻焊缝的间距,不应小于 200mm;
- 2 单块顶板本身的拼接,宜采用对接。

4.5.2 加强肋加工成型后,应用弧形样板检查,其间隙不应大于 2mm。

4.5.3 每块顶板应在胎具上与加强肋拼装成型,焊接时应采取防变形措施。

4.5.4 顶板拼装成型脱胎后,应用弧形样板检查,其间隙不应大于 10mm。

4.6 附件预制

4.6.1 抗风圈、加强圈、包边角钢、抗拉环、抗压环等弧形构件加工成型后,应用弧形样板检查弧度,其间隙不应大于 2mm;应放在平台上检查其翘曲变形,变形量不应超过构件长度的 0.1%,且不应大于 6mm。

4.6.2 热煨成型的构件,不应有过烧现象。

4.6.3 预制浮顶支柱时,宜预留调整量。

4.6.4 罐壁开孔的补强板预制应符合下列规定:

- 1 补强板的材质应与开孔处罐壁板的材质相同。
- 2 补强板的切割表面应光滑平整并将棱角倒圆;曲率应与该处壁板的曲率一致,允许偏差应符合本规范第 4.2.3 条的规定。
- 3 拼接补强板的对接焊缝应采用全熔透焊缝。
- 4 补强板应有信号孔。整块钢板制造的补强板应有一个信号孔;拼接的补强板,每一拼接段上应有 1 个信号孔。信号孔宜为 M6~M10,位于开孔水平中心线上的螺孔。

4.6.5 网壳结构件的预制,应符合设计文件的要求。

5 组 装

5.1 一 般 规 定

5.1.1 储罐组装前,应将构件的坡口和搭接部位的铁锈、水分及污物清理干净。

5.1.2 拆除组装工卡具时,不得损伤母材。钢板表面的焊疤应打磨平滑;当母材有损伤时,应按本规范第 6.6 节的要求进行修补。

5.1.3 不锈钢罐的组装,还应符合下列规定:

1 罐壁、罐底及附件不得作硬印标记;

2 组装工卡具宜采用不锈钢材质,碳素钢工卡具不应与不锈钢罐接触及焊接;需要接触及焊接时,应在卡具上焊上不锈钢隔离垫板;

3 在组装焊接过程中应防止电弧擦伤等现象。

5.1.4 储罐组装过程中应采取符合组装工艺的安全措施,防止大风等恶劣条件对储罐造成破坏。

5.2 基 础 检 查

5.2.1 储罐安装前,必须有基础施工记录和验收资料,并应对基础进行复验,合格后方可安装。

5.2.2 储罐基础几何尺寸应符合下列规定:

1 基础中心标高允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ 。

2 支承罐壁的基础表面高差应符合下列规定:

1)有环梁时,每 10m 弧长内任意两点的高差不应大于 6mm,且整个圆周长度内任意两点的高差不应大于 12mm;

2) 无环梁时,每 3m 弧长内任意两点的高差不应大于 6mm,且整个圆周长度内任意两点的高差不应大于 12mm。

3 沥青砂层表面应平整密实,无突出的隆起,凹陷及贯穿裂纹。沥青砂表面凹凸度应按下列方法检查:

1) 当储罐直径大于或等于 25m 时,以基础中心为圆心,以不同半径做同心圆,将各圆周分成若干等份,在等份点测量沥青砂层的标高。同一圆周上的测点,其测量标高与计算标高之差不应大于 12mm。同心圆的直径和各圆周上最少测量点数应符合表 5.2.2 的规定。

2) 当储罐直径小于 25m 时,可从基础中心向基础周边拉线测量,基础表面每 100m^2 范围内测点不应少于 10 点,小于 100m^2 的基础应按 100m^2 计算,基础表面凹凸度不应大于 25mm。

表 5.2.2 同心圆的直径和各圆周上最少测量点数

储罐直径 D (m)	同心圆直径(m)					各圆周上最少测量点数				
	I 圈	II 圈	III 圈	IV 圈	V 圈	I 圈	II 圈	III 圈	IV 圈	V 圈
$D \geq 76$	$D/6$	$D/3$	$D/2$	$2D/3$	$5D/6$	8	16	24	32	40
$45 \leq D < 76$	$D/5$	$2D/5$	$3D/5$	$4D/5$	—	8	16	24	32	—
$25 \leq D < 45$	$D/4$	$D/2$	$3D/4$	—	—	8	16	24	—	—

4 单面倾斜式基础表面尺寸(图 5.2.2)应符合下列规定:

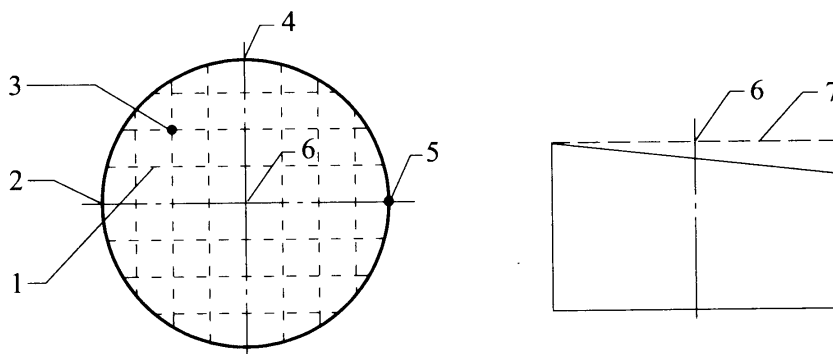


图 5.2.2 单面倾斜式基础表面尺寸测量示意图

1—测量平行线;2—最高点;3—测量点;4—中心线;

5—最低点;6—基础中心;7—测量水平面

- 1)基础中心标高允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$;
- 2)基础表面倾斜允许偏差应为 15mm ;
- 3)支撑罐壁的基础表面高差,整个圆周长度内任意两点的测量标高与设计标高之差的差不应大于 12mm ,且每 10m 弧长范围内任意两点的测量标高与设计标高之差的差不应大于 6mm ;
- 4)基础表面凹凸度可用拉线或水准仪测量,每 100m^2 范围内测点不应少于20点,小于 100m^2 的基础应按 100m^2 计算,凹凸度不应大于 20mm 。

5.3 罐底组 装

5.3.1 罐底采用带垫板的对接接头时,垫板应与对接的两块底板贴紧,并点焊固定,其缝隙不应大于 1mm 。罐底板对接接头间隙,当设计无要求时,可按照表 5.3.1 的规定执行。

表 5.3.1 罐底板对接接头间隙(mm)

焊 接 方 法		钢板厚度 δ	对接接头间隙
焊条电弧焊	不开坡口	≤ 6	5 ± 1
	开坡口	> 6	7 ± 1
埋弧自动焊	不开坡口	≤ 6	3 ± 1
		$6 < \delta \leq 10$	4 ± 1
	开坡口	$10 < \delta \leq 16$	2 ± 1
		> 16	3 ± 1
焊条电弧焊打底, 埋弧自动焊填充	开坡口	> 10	8 ± 2
气体保护焊	不开坡口	≤ 6	3 ± 1
		$6 < \delta \leq 10$	4 ± 1
气体保护焊打底, 埋弧焊填充	开坡口	> 10	4 ± 1

5.3.2 中幅板采用搭接接头时,其搭接宽度不应小于 25mm,搭接接头间隙不应大于 1mm。

5.3.3 中幅板与环形边缘板之间采用搭接接头时,中幅板宜搭在环形边缘板的上面,搭接宽度不应小于 60mm。

5.3.4 搭接接头的三层钢板重叠部分,应将上层底板切角,切角长度应为搭接宽度的 2 倍,切角宽度应为搭接宽度的 $\frac{2}{3}$ (图 5.3.4)。

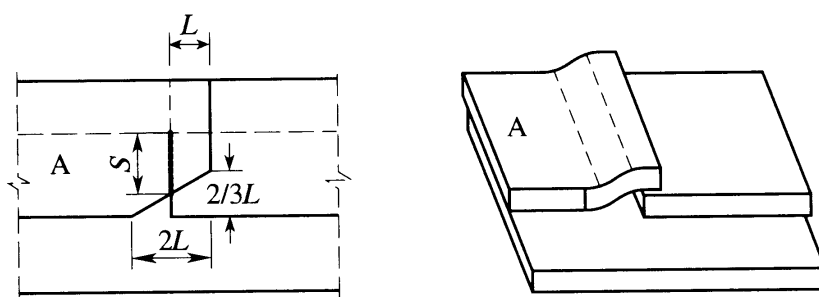


图 5.3.4 搭接接头三层钢板重叠部分的切角尺寸

A—上层底板;S—A 板覆盖的焊缝长度;L—搭接宽度

5.4 罐壁组 装

5.4.1 罐壁组装前,应对预制成型的壁板的几何尺寸进行检查,合格后方可组装;当壁板几何尺寸需要校正时,应防止出现锤痕。

5.4.2 罐壁组装应符合下列规定:

1 底圈壁板或倒装法施工顶圈壁板应符合下列规定:

- 1) 相邻两壁板上口水平的允许偏差不应大于 2mm,在整个圆周上任意两点水平的允许偏差不应大于 6mm;
- 2) 壁板的垂直度不应大于 3mm;
- 3) 罐壁焊接后,壁板内表面任意点的半径允许偏差应符合表 5.4.2-1 的规定。

表 5.4.2-1 壁板内表面任意点半径的允许偏差 (mm)

储罐直径 $D(\text{m})$	半径允许偏差
≤ 12.5	± 13
$12.5 < D \leq 45$	± 19
$45 < D \leq 76$	± 25
> 76	± 32

2 其他各圈壁板的垂直度不应大于该圈壁板高度的 0.3%。

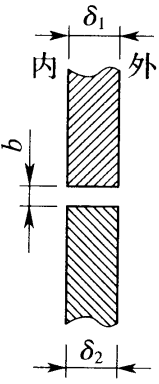
3 壁板对接接头的组装间隙,当图样无要求时,可按照表 5.4.2-2 和表 5.4.2-3 的规定执行。

4 壁板组装时,应保证内表面齐平,错边量应符合下列规定:

1) 纵向焊缝:采用焊条电弧焊,当壁板厚度小于或等于 10mm 时,错边量不应大于 1mm;当壁板厚度大于 10mm 时,错边量不应大于板厚的 0.1 倍,且不应大于 1.5mm;采用自动焊时,错边量均不应大于 1mm。

2) 环向焊缝:采用焊条电弧焊时,当上圈壁板厚度小于或等于 8mm 时,任何一点的错边量均不应大于 1.5mm;当上圈壁板厚度大于 8mm 时,任何一点的错边量均不应大于板厚的 0.2 倍,且不应大于 2mm;采用自动焊时,错边量不应大于 1.5mm。

表 5.4.2-2 罐壁环向对接接头的组装间隙

坡口型式	焊条电弧焊		埋弧焊	
	板厚 (mm)	间隙 (mm)	板厚 (mm)	间隙 (mm)
	$\delta_1 < 6$	$b = 2_0^{+1}$	—	—

续表 5.4.2-2

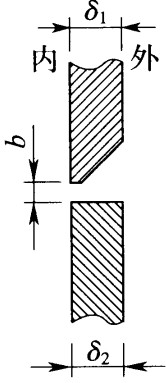
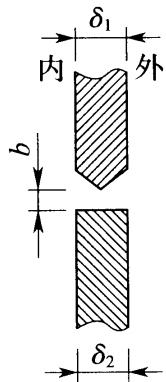
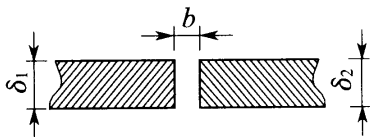
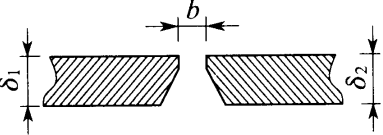
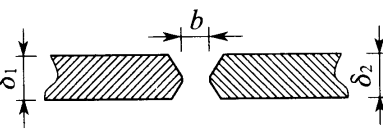
坡口型式	焊条电弧焊		埋弧焊	
	板厚(mm)	间隙(mm)	板厚(mm)	间隙(mm)
	$6 \leq \delta_1 \leq 15$ $15 < \delta_1 \leq 20$	$b = 2_0^{+1}$ $b = 3 \pm 1$	$\delta_1 \leq 12$	$b = 0_0^{+1}$
	$12 \leq \delta_1 \leq 45$	$b = 2_0^{+1}$	$12 < \delta_1 \leq 45$	$b = 0_0^{+1}$

表 5.4.2-3 罐壁纵向对接接头的组装间隙

坡口型式	焊条电弧焊		气电立焊	
	板厚(mm)	间隙(mm)	板厚(mm)	间隙(mm)
	$\delta < 6$	$b = 1_0^{+1}$	—	—
	$6 \leq \delta \leq 9$	$b = 2 \pm 1$	$\delta \leq 24$	$b = 5 \pm 1$
	$9 < \delta \leq 15$	$b = 2_0^{+1}$		
	$12 \leq \delta \leq 45$	$b = 2_0^{+1}$	$\delta > 24$	

5 组装焊接后,纵焊缝的棱角度应用 1m 长的弧形样板检查,环焊缝棱角度应用 1m 直线样板检查,且应符合表 5.4.2-4 的规定。

表 5.4.2-4 焊缝棱角度的允许值(mm)

板厚 δ	棱 角 度
≤ 12	≤ 12
$12 < \delta \leq 25$	≤ 10
> 25	≤ 8

6 组装焊接后,罐壁的局部凹凸变形应平缓,不应有突然起伏,且应符合表 5.4.2-5 的规定,检查用样板应符合本规范第 4.1.1 条的规定。

表 5.4.2-5 罐壁的局部凹凸变形允许值(mm)

板厚 δ	罐壁局部凹凸变形
≤ 12	≤ 15
$12 < \delta \leq 25$	≤ 13
> 25	≤ 10

7 底圈壁板外表面沿径向至边缘板外缘的距离不应小于 50mm,且不宜大于 100mm。

5.5 固定顶组装

5.5.1 固定顶安装前,应按本规范表 5.4.2-1 的规定检查包边角钢或抗拉/压环的半径偏差。

5.5.2 罐顶支撑柱的垂直度不应大于柱高的 0.1%,且不应大于 10mm。

5.5.3 顶板应按画好的等分线对称组装。顶板搭接宽度允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

5.6 浮顶组装

5.6.1 浮顶的组装宜在临时支架上进行。

5.6.2 浮顶板的搭接长度允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

5.6.3 浮顶外边缘环板与底圈罐壁间隙允许偏差应为 $\pm 15\text{mm}$ 。

5.6.4 浮顶环板、外边缘环板的组装,应符合下列规定:

1 浮顶环板、外边缘环板对接接头的错边量不应大于板厚的0.15倍,且不应大于 1.5mm ;

2 浮顶外边缘环板垂直度不应大于 3mm ;

3 用弧形样板检查浮顶环板、外边缘环板的凹凸变形,弧形样板与浮顶环板、外边缘环板的局部间隙不应大于 10mm 。

5.6.5 单盘式浮顶浮舱和单盘组装应分别进行,浮舱和单盘的连接应在浮舱焊接结束后进行。

5.6.6 双盘式浮顶组装时被环板、隔板、桁架及补强板遮盖的焊缝应先行焊接,并应采用真空箱法检查合格后,才能进行环板、隔板、桁架及补强板的组装。焊道应按规定检查合格后进行顶板和附件的安装。

5.6.7 装配式内浮顶组装应按设计要求执行。

5.7 附件安装

5.7.1 罐体的开孔接管,应符合下列规定:

1 开孔接管的中心位置偏差,不应大于 10mm ;接管外伸长度的允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

2 开孔补强板的曲率,应与罐体曲率一致。

3 开孔接管法兰的密封面不应有焊瘤和划痕。设计文件无要求时,法兰的密封面应与接管的轴线垂直,并保证法兰面垂直或水平,倾斜不应大于法兰外径的 1% ,且不应大于 3mm ,法兰的螺栓孔应在跨中安装。

5.7.2 量油管和导向管的垂直度和直线度不得大于管高的 0.1% ,且不应大于 10mm 。

5.7.3 储罐充水试验过程中,应根据实际测量尺寸调整浮顶支柱的高度。

- 5.7.4 采用旋转接头等硬连接的浮顶排水管系统预制完毕后应做动态试验,试验高度以储罐最高充水试验液位为准。
- 5.7.5 密封装置在运输和安装过程中应注意保护,不得损伤橡胶制品;安装时,应注意防火。
- 5.7.6 刮蜡板应紧贴罐壁,局部的最大间隙不应超过 5mm。
- 5.7.7 转动浮梯中心线的水平投影,应与轨道中心线重合,其偏差不应大于 10mm。
- 5.7.8 网壳的安装,应满足设计文件要求。

6 焊 接

6.1 一 般 规 定

6.1.1 从事储罐焊接的焊工,必须按《特种设备焊接操作人员考核细则》TSG Z6002 的规定考核合格,并应取得相应项目的资格后,方可在有效期内担任合格项目范围内的焊接工作。

6.1.2 选用的焊接设备应符合焊接工艺的要求。

6.1.3 当出现下列情况之一时,应采取有效的防护措施后再进行焊接:

1 雨天及雪天;

2 采用气体保护焊时风速超过 2m/s,采用其他方法焊接时风速超过 8m/s;

3 焊接环境温度:碳素钢焊接时低于 -20°C ,低合金钢焊接时低于 -10°C ,不锈钢焊接时低于 -5°C ,罐壁钢板为最低标准屈服强度大于 390MPa 的低合金钢低于 0°C 焊接时;

4 相对湿度在 90%及以上。

6.1.4 异种钢的焊接,设计文件无要求时,焊接材料和焊接工艺的选择应符合下列规定:

1 不同强度等级钢号的碳素钢、低合金钢钢材间的焊接,选用的焊接材料应保证焊缝金属的抗拉强度高于或等于强度较低一侧母材抗拉强度下限值,且不超过强度较高一侧母材标准规定的上限值;焊接工艺应与强度较高侧钢材的焊接工艺相同;

2 奥氏体高合金钢与碳素钢、低合金钢之间相焊,应选用铬、镍含量保证焊缝金属为奥氏体的不锈钢的焊接材料。

6.2 焊接工艺评定及焊接工艺规程

6.2.1 焊接前,施工单位必须有合格的焊接工艺评定报告。焊接工

艺评定应符合现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014的有关规定。当壁板厚度大于 38mm,应采用多道焊,且当单焊道厚度大于 19mm 时,应对每种厚度的对接接头进行评定。

6.2.2 焊接工艺评定应包括 T 形接头角焊缝。T 形接头角焊缝试件的制备和检验,应符合本规范附录 A 的规定。

6.2.3 施工单位应根据合格的焊接工艺评定报告编制焊接工艺规程,并经现场技术负责人批准。

6.3 焊 接 材 料

6.3.1 储罐焊接施工选用的焊接材料应符合设计文件及焊接工艺规程的要求。

6.3.2 焊接材料现场管理应符合下列规定:

1 焊接材料应有专人负责保管、烘干和发放,焊材库房的设置和管理应符合现行行业标准《焊接材料质量管理规程》JB/T 3223的有关规定。

2 焊条和焊剂应按产品说明书的要求烘干;无要求时,应按表 6.3.2 的规定进行烘干和使用。烘干后的焊条应保存在 100℃~150℃的恒温箱中随用随取,焊条表面药皮应无脱落和明显裂纹。

3 焊条电弧焊时,焊条应存放在合格的保温筒内,允许使用时间和重复烘干次数应符合表 6.3.2 的规定。

4 焊丝在使用前应清除铁锈和油污等。

表 6.3.2 焊条和焊剂烘干和使用要求

种 类	烘干温度(℃)	恒温时间(h)	允许使用时间(h)	重复烘干次数
非低氢型药皮焊条 (纤维素型除外)	100~150	0.5~1	8	≤3
低氢型药皮焊条	350~400	1~2	4	≤2
熔炼型焊剂	150~300	1~2	4	—

6.4 焊 接 施 工

6.4.1 焊接施工应按批准的焊接工艺规程进行。

6.4.2 焊接前应检查组装质量,清除坡口表面及坡口两侧 20mm 范围内的铁锈、水分和污物,并应充分干燥。

6.4.3 定位焊及工卡具的焊接,应由合格焊工担任,其焊接工艺应与正式焊接相同,并符合下列规定:

1 需要预热时,应以焊缝为中心,在焊缝两侧各不小于焊件厚度 3 倍且不应小于 100mm 范围内预热。

2 定位焊的质量要求应与正式焊缝相同。

3 不锈钢储罐壁板焊缝的定位焊缝长度不宜小于 30mm;普通碳素钢和低合金钢储罐壁板焊缝的定位焊缝长度不宜小于 25mm;罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa 时,焊缝的定位焊缝长度不宜小于 50mm;定位焊缝的间隔不宜大于 800mm。

4 工卡具等临时焊缝焊接时,不应在非焊接位置引弧和熄弧。

6.4.4 焊接时,始端应采用后退起弧法,终端应将弧坑填满。罐壁对接立缝采用气电立焊时,宜设置引弧板和熄弧板;多层焊的层间接头应错开至少 50mm。

6.4.5 钢板厚度大于或等于 6mm 组成的搭接角焊缝,应至少焊两遍。

6.4.6 罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa 时,清根后应做渗透检测。

6.4.7 采用碳弧气刨清根后应修整刨槽,磨除渗碳层。

6.4.8 焊前预热应按焊接工艺规程进行。预热应均匀,预热范围不应小于焊缝中心线两侧各 3 倍板厚,且不应小于 100mm;预热温度应采用测温仪在距焊缝中心线 50mm 处对称测量。焊前预热的焊缝,其焊接层间温度不应低于预热温度。

6.4.9 焊接线能量的确定和控制应符合下列规定:

1 焊接线能量应根据焊接部位、材质、厚度、焊接方法和预热温度等,由焊接工艺规程确定;

2 采用焊条电弧焊时,可通过测量、控制单根焊条在单位时间内的焊接长度来控制线能量;

3 采用药芯焊丝自动焊和埋弧自动焊,可根据焊接工艺规程选用合适的焊接速度进行线能量控制。

6.4.10 需后热消氢处理的焊缝应在焊接完毕后立即进行,消氢处理的温度宜为 $200^{\circ}\text{C} \sim 350^{\circ}\text{C}$,保温的时间不宜小于 0.5h。

6.4.11 罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa 且板厚大于 25mm 时,采用碳弧气刨清根前应进行预热,预热温度宜为 $100^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 。

6.4.12 不锈钢储罐的焊接应符合下列规定:

1 在保证焊透及熔合良好的条件下,应采用线能量较低的焊接工艺,层间温度不宜超过 150°C ;

2 耐腐蚀性要求较高的双面焊缝、与介质接触面的焊缝应最后施焊;

3 熔化残留物或焊接滴落物应用不锈钢工具清除,清根宜用角向磨光机磨除;

4 采用倒装法施工时,应防止纵缝焊接造成的内圈壁板损伤。

6.4.13 不锈钢储罐焊后表面的酸洗、钝化处理,应按设计文件或国家现行标准执行。

6.5 焊 接 顺 序

6.5.1 罐底的焊接,应采用收缩变形最小的焊接工艺及焊接顺序,且焊接顺序应符合下列规定:

1 中幅板焊接时,先焊短焊缝,后焊长焊缝;初层焊道宜采用分段退焊或跳焊法。

2 罐底环形边缘板的焊接应符合下列规定:

- 1) 宜先完成靠外缘至少 300mm 的焊缝,在罐底与罐壁连接的角焊缝焊完后且边缘板与中幅板之间的收缩缝焊接前,完成剩余边缘板的对接焊缝和中幅板的对接焊缝;
- 2) 环形边缘板对接焊缝的初层焊道宜采用焊工均匀分布、对称施焊的方法进行;
- 3) 边缘板与中幅板之间的收缩缝的初层焊道宜采用分段退焊或跳焊法进行。

3 非环形边缘板的罐底不宜留收缩缝。

4 罐底与罐壁连接的角焊缝,宜在底圈壁板纵缝焊接完毕后,由数对焊工均匀分布,分别从罐内、外沿同一方向分段焊接,宜先焊罐内侧角焊缝,后焊罐外侧角焊缝。初层焊道宜采用分段退焊或跳焊法。

6.5.2 罐壁的焊接顺序宜符合下列规定:

1 宜先焊纵向焊缝,后焊环向焊缝。当焊完相邻两圈壁板的纵向焊缝后,再焊其间的环向焊缝;采用不对称坡口时,应先焊大坡口侧,后焊小坡口侧。

2 纵向焊缝采用气体保护焊时,宜自下向上焊接。环向焊缝采用埋弧自动焊时,焊机宜均匀分布,并沿同一方向施焊;采用焊条电弧焊时,焊工宜均匀分布并沿同一方向施焊。

6.5.3 固定顶顶板的焊接顺序宜符合下列规定:

1 宜先焊内侧焊缝,后焊外侧焊缝。径向的长焊缝宜采用隔缝对称施焊方法,并由中心向外分段退焊。

2 顶板与包边角钢或抗拉环、抗压环焊接时,焊工宜对称均匀分布,并沿同一方向分段退焊。

6.5.4 单盘式浮顶焊接顺序应符合下列规定:

1 浮舱内、外边缘环板,宜先焊立缝,后焊角焊缝。

2 单盘板的焊接,宜先焊底部的间断焊缝或定位焊缝,后焊单盘板上面的焊缝;在支架上组装时,焊接时应先焊底部支撑角钢与单盘板的焊缝,后焊单盘板上面的焊缝,并采用收缩变形最小的

焊接工艺和焊接顺序。

3 浮舱与单盘板连接的焊缝,应在浮舱与单盘板分别焊接后施焊,焊工宜对称均匀分布,并沿同一方向分段退焊。

6.5.5 双盘式浮顶焊接顺序应符合下列规定:

1 浮舱环板、外边缘环板,宜先焊立缝,后焊角焊缝。

2 浮顶底板的焊接,宜先焊底部的间断焊缝或定位焊缝,后焊上面的焊缝;当浮顶底板焊缝设计为双面连续焊缝,应待上面焊缝完成并检查合格后,再进行底部的连续焊,并采用收缩变形最小的焊接工艺和焊接顺序。

3 浮顶顶板的焊接,宜先焊底部的间断焊缝,后焊上面的焊缝,并采用收缩变形最小的焊接工艺和焊接顺序。

4 底板上被构件遮蔽的焊道应先焊接,且长度不小于500mm,检查合格后方可隐蔽。

6.5.6 浮顶支柱和其他刚性较大的构件周围300mm范围内,搭接焊缝内外侧均应采用连续满角焊。

6.6 修补与返修

6.6.1 在施工过程中产生的各种表面缺陷的修补,应符合下列规定:

1 深度超过0.5mm的划伤、电弧擦伤、焊疤等缺陷,应打磨平滑。打磨后的钢板厚度不应小于钢板名义厚度扣除负偏差值。

2 缺陷深度或打磨深度超过1mm时,应进行补焊,并打磨平滑。

6.6.2 焊缝表面缺陷的修补,应符合下列规定:

1 焊缝表面缺陷超过本规范第7.1.2条规定时,应进行打磨或补焊;

2 焊缝表面缺陷应采用角向磨光机磨除,缺陷磨除后的焊缝表面若低于母材,则应进行焊接修补;

3 焊缝两侧的咬边和焊趾裂纹的磨除深度不应大于

0.5mm,当不符合要求时应进行焊接修补;

4 罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa 或厚度大于 25mm 的低合金钢的底圈壁板纵缝的咬边,应修补、打磨至与母材圆滑过渡。

6.6.3 焊缝内部缺陷的返修,应符合下列规定:

1 根据产生缺陷的原因,选用适用的焊接方法,并应制订返修工艺。

2 焊缝内部的超标缺陷在焊接修补前,应探测缺陷的埋置深度,确定缺陷的清除面,清除长度不应小于 50mm,清除的深度不宜大于板厚的 2/3;当采用碳弧气刨时,缺陷清除后应修磨刨槽。

3 返修后的焊缝,应按原规定的方法进行无损检测,并应达到合格标准。

4 焊接返修的部位、次数和检测结果应做记录。

6.6.4 罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa 的焊接应返修,还应符合下列规定:

1 缺陷清除后,应进行渗透检测,确认无缺陷后方可进行补焊。修补后应打磨平滑,并做渗透或磁粉检测。

2 焊接修补时应在修补焊道上增加一道凸起的回火焊道(图 6.6.4),焊后应再修整与原焊道圆滑过渡。

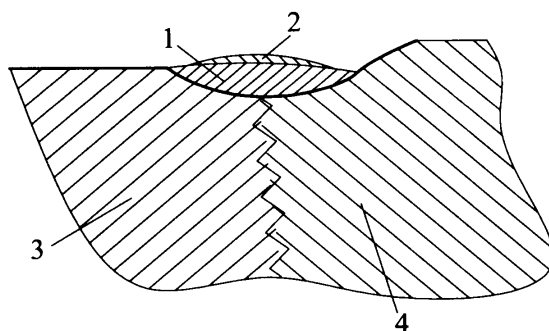


图 6.6.4 修补焊道上回火焊道

1—修补焊道;2—回火焊道;3—母材;4—焊缝金属

3 罐壁焊接修补深度超过 3mm 时,修补部位应按本规范第 7.2.9 条的要求进行射线检测。

6.6.5 不锈钢储罐焊缝的返修,应符合下列规定:

1 缺陷的清除宜采用角向磨光机磨除。当采用碳弧气刨清除缺陷时,应将渗碳层清除干净。

2 返修焊接时,层间温度不宜超过 150℃。

3 设计文件有抗晶间腐蚀要求的,焊缝返修后仍应保证原有要求。

6.6.6 同一部位的返修次数,不宜超过二次;当超过二次时,应查明原因并重新制订返修工艺,并应经施工单位现场技术总负责人批准后实施。

6.6.7 罐体充水试验中发现的罐壁焊缝缺陷,应放水使水面低于该缺陷部位 300mm 左右,并应将修补处充分干燥后再进行修补。

7 检查及验收

7.1 焊缝的外观检查

7.1.1 焊缝应进行外观检查,检查前应将熔渣、飞溅清理干净。

7.1.2 焊缝表面质量应符合下列规定:

1 焊缝表面及热影响区,不得有裂纹、气孔、夹渣、弧坑和未焊满等缺陷。

2 对接焊缝的咬边深度,不应大于 0.5mm;咬边的连续长度,不应大于 100mm;焊缝两侧咬边的总长度,不应超过该焊缝长度的 10%;罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa 或厚度大于 25mm 的低合金钢的底圈壁板纵缝不应存在咬边。

3 边缘板的厚度大于或等于 10mm 时,底圈壁板与边缘板的 T 形接头罐内角焊缝靠罐底一侧的边缘,应平缓过渡,且不应有咬边;T 形接头焊脚尺寸应符合设计文件规定。

4 罐壁纵向对接焊缝不得有低于母材表面的凹陷;罐壁环向对接焊缝和罐底对接焊缝低于母材表面的凹陷深度,不得大于 0.5mm;凹陷的连续长度,不得大于 100mm;凹陷的总长度,不得大于该焊缝长度的 10%。

5 浮顶及内浮顶储罐罐壁内侧焊缝的余高,不应大于 1mm;其他对接焊缝的余高,应符合表 7.1.2 的规定。

表 7.1.2 对接焊缝的余高(mm)

板厚 δ	罐壁焊缝的余高		罐底焊缝的余高
	纵向	环向	
≤ 12	≤ 1.5	≤ 2	≤ 2.0
$12 < \delta \leq 25$	≤ 2.5	≤ 3	≤ 3.0
> 25	≤ 3	≤ 3.5	—

6 对接接头的错边量应符合本规范第 5.4.2 条第 4 款的规定。

7 罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa 时,其表面的焊疤应在磨平后进行渗透检测或磁粉检测,无裂纹、夹渣和气孔为合格。

7.2 焊缝无损检测及严密性试验

7.2.1 从事储罐无损检测的人员,应按《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》进行考核,并取得国家质量监督检验检疫总局统一颁发的证件,方能从事相应的无损检测工作。

7.2.2 罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa 时,焊接完毕后应至少经过 24h 后再进行无损检测。

7.2.3 罐底的焊缝检查应符合下列规定:

1 所有焊缝应采用真空箱法进行严密性试验,试验负压值不得低于 53kPa,无渗漏为合格。

2 最低标准屈服强度大于 390MPa 的罐底边缘板的对接焊缝,在根部焊道焊接完毕后,应进行渗透检测;在最后一层焊接完毕后,应再次进行渗透检测或磁粉检测。

3 厚度大于或等于 10mm 的罐底边缘板,每条对接焊缝的外端 300mm 应进行射线检测;厚度小于 10mm 的罐底边缘板,每个焊工施焊的焊缝应按上述方法至少抽查一条。

4 底板三层钢板重叠部分的搭接接头焊缝和对接罐底板的“T”字焊缝的根部焊道焊完后,在沿三个方向各 200mm 范围内,应进行渗透检测;全部焊完后,应进行渗透检测或磁粉检测。

7.2.4 罐壁焊缝的无损检测应符合设计文件要求;设计无要求时,应按下列规定进行检测:

1 纵向焊缝应按下列方法进行检查:

1)底圈壁板厚度小于或等于 10mm 时,应从每条纵向焊缝中任取 300mm 进行射线检测;板厚大于 10mm 且小于 25mm 时,应从每条纵向焊缝中任取 2 个 300mm 进行射线检测,其中一个位置应靠近底板;板厚度大于或等于 25mm 时,每条焊缝应进行 100%射线检测。

2)其他各圈壁板,当板厚小于 25mm 时,每一焊工焊接的每种板厚(板厚差不大于 1mm 时可视为同等厚度),在最初焊接的 3m 焊缝的任意部位取 300mm 进行射线检测;以后不考虑焊工人数,对每种板厚在每 30m 焊缝及其尾数内的任意部位取 300mm 进行射线检测;当板厚大于或等于 25mm 时,每条纵向焊缝应进行 100%射线检测。

3)当板厚(以“T”字焊缝较薄板厚为准)小于或等于 10mm 时,底圈壁板除本款第 1)项规定外,25%的“T”字缝应进行射线检测;其他各圈壁板,按本款第 2)项中射线检测部位的 25%应位于“T”字缝处;当板厚度大于 10mm 时,全部“T”字缝应进行射线检测。

2 环向对接焊缝应在每种板厚(以较薄的板厚为准)最初焊接的 3m 焊缝的任意部位取 300mm 进行射线检测;以后对于每种板厚(以较薄的板厚为准)应在每 60m 焊缝及其尾数内的任意部位取 300mm 进行射线检测。

3 罐壁“T”字焊缝检测位置应包括纵向和环向焊缝各 300mm 的区域。

4 齐平型清扫孔组合件所在罐壁板与相邻罐壁板的对接焊缝,应 100%进行射线检测。

5 上述焊缝的无损检测位置,应由质量检验员在现场确定。

6 射线检测或超声检测不合格时,缺陷的位置距离底片端部或超声检测端部不足 75mm 时,应在该端延伸 300mm 做补充检测,延伸部位的检测结果仍不合格则应继续延伸检查。

7 当板厚大于 12mm 时,可采用衍射时差法超声检测,检测部位和比例应符合本条前述规定。

7.2.5 底圈罐壁与罐底的 T 形接头的罐内角焊缝检查应符合下列规定:

1 当罐底边缘板的厚度大于或等于 8mm,且底圈壁板的厚度大于或等于 16mm,或标准规定的最低标准屈服强度大于

390MPa 的任意厚度的壁板和底板,在罐内及罐外角焊缝焊完后,应对罐内角焊缝进行磁粉检测或渗透检测;在储罐充水试验后,应用同样方法进行复验。

2 底圈罐壁和罐底采用最低标准屈服强度大于 390MPa 的钢板时,罐内角焊缝的初层焊道焊完后,还应进行渗透检测。

7.2.6 浮顶检验应符合下列规定:

1 当浮顶底板、单盘板采用单面连续焊缝时,应采用真空箱法进行密封性试验,试验负压值不得低于 53kPa,保持时间不应少于 5s,以无渗漏为合格。

2 当浮顶底板采用双面连续焊缝时,应在上部焊缝焊完按本条第 1 款的要求检查合格后再焊接下部的连续焊缝;全部焊完后可采用煤油试漏法进行检测,以无渗漏为合格。

3 浮舱的环板及隔舱板的焊缝,应用煤油试漏法进行严密性试验。浮舱顶板的焊缝,应采用真空箱法进行密封性试验或逐舱鼓入压力为 785Pa(80mm 水柱)的压缩空气进行严密性试验,稳压时间不应小于 5min,均以无渗漏为合格。

4 单盘式浮顶的所有浮舱和双盘式浮顶具有密封结构的浮舱,应逐舱鼓入压力为 785Pa(80mm 水柱)的压缩空气进行严密性试验,稳压时间不应少于 5min,以无渗漏为合格。

5 当受结构限制不能采用真空箱法进行密封性试验时,可采用煤油试漏法代替。

7.2.7 罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa,或厚度大于 25mm 的碳素钢及低合金钢罐壁上的接管角焊缝和补强板角焊缝,应在焊完后(需消除应力热处理的应在热处理后)和充水试验后进行渗透检测或磁粉检测。

7.2.8 开孔的补强板焊完后,应由信号孔通入 100kPa~200kPa 压缩空气,检查焊缝严密性,无渗漏为合格。

7.2.9 焊缝无损检测的方法和合格标准,应符合下列规定:

1 射线检测应按现行行业标准《承压设备无损检测 第 2 部

分:射线检测》JB/T 4730.2(NB/T 47013)的规定执行,检测技术等级不应低于 AB 级;采用钢板标准屈服强度下限值大于 390MPa 的壁板,以及厚度不小于 25mm 的碳素钢和厚度不小于 16mm 的低合金钢壁板,焊缝质量不应低于该标准规定的 II 级;其他材质及厚度的焊缝质量不应低于该标准规定的 III 级。

2 超声检测应按现行行业标准《承压设备无损检测 第 3 部分:超声检测》JB/T 4730.3(NB/T 47013)的规定执行,焊缝质量应不低于标准规定的 II 级。

3 磁粉检测和渗透检测部位不得存在任何裂纹和白点,并按现行行业标准《承压设备无损检测 第 4 部分:磁粉检测》JB/T 4730.4(NB/T 47013)和《承压设备无损检测 第 5 部分:渗透检测》JB/T 4730.5(NB/T 47013)的规定进行缺陷等级评定,焊接接头质量应不低于标准规定的 II 级。

4 衍射时差法超声检测(TOFD)应按现行行业标准《承压设备无损检测 第 10 部分:衍射时差法超声检测》NB/T 47013.10 相关规定进行,焊缝质量应不低于标准规定的 II 级。

7.3 罐体几何形状和尺寸检查

7.3.1 罐体组装焊接后,其几何尺寸和形状应符合下列规定:

1 罐体高度允许偏差,不应大于设计高度的 0.5%,且不应大于 50mm;

2 罐壁垂直度不应大于罐壁高度的 0.4%,且不应大于 50mm;

3 罐壁焊缝棱角度和罐壁的局部凹凸变形,应符合本规范第 5.4.2 条的规定;

4 底圈壁板内表面半径的允许偏差,应在底圈壁板 1m 高处测量,并应符合本规范第 5.4.2 条的规定;

5 底圈壁板外表面沿径向至边缘板外缘的距离不应小于 50mm,且不宜大于 100mm。

7.3.2 罐底焊接后,其局部凹凸变形的深度不应大于变形长度的

2%,且不应大于 50mm,单面倾斜式罐底不应大于 40mm。

7.3.3 浮顶局部凹凸变形,应符合下列规定:

1 浮舱顶板的局部凹凸变形,应用直线样板测量,不应大于 15mm;

2 单盘板的局部凹凸变形,不应明显影响外观及浮顶排水;

3 浮顶内外边缘环板应符合本规范第 5.6.4 条的要求。

7.3.4 外浮顶的外边缘环板与底圈壁板之间的间隙在安装位置允许偏差应为 $\pm 15\text{mm}$;在充水试验过程中,浮顶在任何其他高度的允许偏差应为 $\pm 50\text{mm}$ 。

7.3.5 内浮顶组装、焊接后的几何尺寸应符合下列规定:

1 内浮顶外边缘环板的半径允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ 。

2 内浮顶外边缘环板焊接完毕后,其垂直偏差应为 $\pm 3\text{mm}$;用弧形样板测量其内弧,间隙不应大于 8mm。

3 内浮顶外边缘环板与底圈壁板之间的间隙在安装位置允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ 。

7.3.6 固定顶焊后几何尺寸应符合下列规定:

1 固定顶成型应美观,其局部凹凸变形应采用样板检查,间隙不应大于 15mm;

2 支撑柱的垂直度不应大于 1%,且不应大于 10mm。

7.3.7 单层球面网壳罐顶组焊后的几何尺寸应符合设计文件要求,且在外压设计荷载作用下网壳许用挠度为油罐内径的 0.0025 倍。

7.4 充水试验

7.4.1 储罐建造完毕后,应进行充水试验,并应检查下列内容:

1 罐底严密性;

2 罐壁强度及严密性;

3 固定顶的强度、稳定性及严密性;

4 浮顶及内浮顶的升降试验及严密性;

5 浮顶排水管的严密性;

6 基础的沉降观测。

7.4.2 储罐充水试验应符合设计文件要求,并应符合下列规定:

1 充水试验前,所有附件及其他与罐体焊接的构件应全部完工,并检验合格。

2 充水试验前,所有与严密性试验有关的焊缝均不得涂刷油漆。

3 充水试验宜采用洁净淡水,试验水温不应低于 5℃;特殊情况下,采用其他液体为充水试验介质时,应经有关部门批准。对于不锈钢罐,试验用水中氯离子含量不得超过 25mg/L。

4 充水试验过程中应进行基础沉降观测。在充水试验中,当沉降观测值在圆周任何 10m 范围内不均匀沉降超过 13mm 或整体均匀沉降超过 50mm 时,应立即停止充水进行评估,在采取有效处理措施后方可继续进行试验。

5 充水和放水过程中,应打开透光孔,且不得使基础浸水。

7.4.3 罐底的严密性应以罐底无渗漏为合格。若发现渗漏,应将水放净,对罐底进行试漏,找出渗漏部位后,应按本规范第 6.6 节的规定补焊。

7.4.4 罐壁的强度及严密性试验,充水到设计最高液位并保持至少 48h,以罐壁无渗漏、无异常变形为合格。发现渗漏后应放水,使液面比渗漏处低 300mm 左右后按本规范第 6.6 节的规定进行焊接修补。

7.4.5 固定顶的强度及严密性试验,应在罐内水位设计最高液位下 1m 时进行缓慢充水升压;当升至试验压力时,应以罐顶无异常变形,焊缝无渗漏可判为合格。试验后,应立即使储罐内部与大气相通,恢复到常压。温度剧烈变化的天气,不应做固定顶的强度及严密性试验。非密闭储罐的固定顶,应对焊缝外观进行目视检查,设计文件无要求时,可不做强度及严密性试验。

7.4.6 固定顶的稳定性试验,应充水到设计最高液位用放水方法进行。试验时应缓慢降压,达到试验负压时,以罐顶无异常变形为合格。试验后,应立即使储罐内部与大气相通,恢复到常压。温度

剧烈变化的天气,不应做固定顶的稳定性试验。非密闭储罐的固定顶,设计文件无要求时,可不做稳定性试验。

7.4.7 浮顶及内浮顶在升降试验中应升降平稳,导向机构、密封装置及自动通气阀支柱应无卡涩现象,扶梯转动应灵活,浮顶及其附件与罐体上的其他附件应无干扰,浮顶与液面接触部分应无渗漏。

7.4.8 浮顶排水管的严密性试验应符合设计文件的规定,设计无要求时,应符合下列规定:

1 储罐充水前,以 390kPa 压力进行水压试验,持压 30min 应无渗漏;

2 在浮顶的升降过程中,浮顶排水管的出口应保持开启状态,以无泄漏为合格。采用旋转接头的浮顶排水管在储罐充水试验后,应重新按第 1 款要求进行水压试验。

7.4.9 基础的沉降观测应符合下列规定:

1 在罐壁下部圆周每隔 10m 左右设一个观测点,点数宜为 4 的整倍数,且不得少于 4 点;

2 充水试验时,应按设计文件的要求对基础进行沉降观测;无规定时,可按本规范附录 B 的规定进行。

7.4.10 充水试验后的放水速度应符合设计要求,当设计无要求时,放水速度不宜大于 3m/d。

7.5 工程交工

7.5.1 储罐完工后,建设单位应组织相关单位进行交工验收。

7.5.2 交工验收表格宜符合本规范附录 C 的规定。承包单位提交的过程施工技术文件应至少包括下列文件:

- 1 储罐交工验收证明书;
- 2 竣工图及排板图;
- 3 设计修改文件;
- 4 材料和附件出厂质量合格证书或检验报告;
- 5 隐蔽工程检查记录;

- 6 焊缝射线检测报告；
- 7 焊缝超声波检测报告；
- 8 焊缝磁粉检测报告；
- 9 焊缝渗透检测报告；
- 10 衍射时差法超声检测报告；
- 11 储罐罐体几何尺寸检查记录；
- 12 强度及严密性试验报告；
- 13 焊缝返修记录(附标注缺陷位置及长度的排版图)；
- 14 热处理报告；
- 15 储罐基础检查验收记录；
- 16 基础沉降观测记录。

7.5.3 按本规范建造的储罐,宜在便于观察的位置装设铭牌(图 7.5.3)。铭牌应使用耐腐蚀金属板制作,用铆接或粘接的方法固定在辅助板上。辅助板支架与罐壁焊接,当罐壁有绝热层时,应使辅助板高度超过绝热层高度。

The diagram shows a rectangular nameplate with a width of 250mm and a height of 180mm. A 8mm margin is indicated on the left side. The layout includes the following fields:

执行标准: _____	
结构形式	储罐编号
公称容积	储存介质
公称直径×高度	设计温度
罐壁材质	设计压力
	竣工年月
设计单位	
监理单位	
施工单位	

图 7.5.3 铭牌

- 注:1 铭牌上的文字,宜采用长仿宋体。
- 2 铭牌的底应为黑色,文字、铭牌边缘及矩形方块处应为银白色,表面应光亮。

附录 A T 形接头角焊缝试件制备和检验

A. 0. 1 试件应采用与储罐底圈壁板及罐底边缘板同材质、同厚度的钢板制成(图 A. 0. 1)。当罐底边缘板厚度小于 16mm 时,试板边缘至焊趾的最小长度 L 不应小于 150mm;当罐底边缘板厚度不小于 16mm 时,试板边缘至焊趾的最小长度 L 不应小于 200mm。

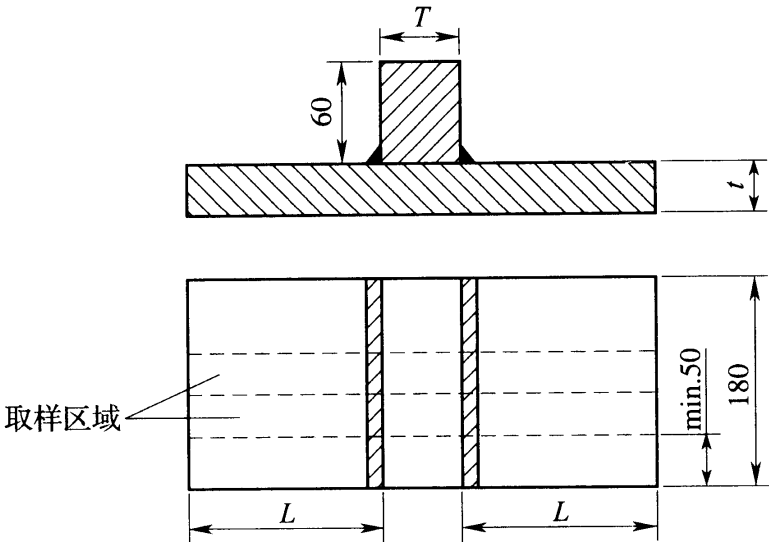


图 A. 0. 1 T 形接头角焊缝试件的形状和尺寸(单位:mm)

T —底圈罐壁板厚度; t —罐底边缘板厚度;

L —试板边缘至焊趾的最小长度

A. 0. 2 试件的焊接工艺及焊脚尺寸应与储罐设计文件相同。角焊缝焊完一侧后,应自然冷却至室温,再焊接另一侧。

A. 0. 3 试样的制备应采用机械方法,试样宽度应为 32mm,试样数量应为 2 件。

A. 0. 4 弯曲试验应在万能试验机上进行,弯模尺寸应按图 A. 0. 4 制备。

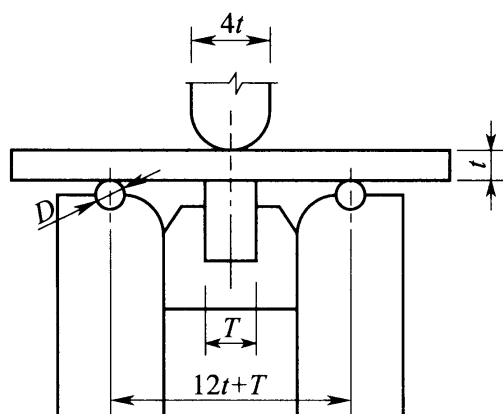


图 A. 0. 4 弯曲试验的弯模尺寸

注：当 $t=6\text{mm}$ 时， $D=25\text{mm}$ ；当 $t=12\text{mm}$ 时， $D=50\text{mm}$ ；

当 $t=19\text{mm}$ 时， $D=75\text{mm}$ ；当 $t=22\text{mm}$ 时， $D=85\text{mm}$ ；

当 $t=25\text{mm}$ 时， $D=100\text{mm}$ ；

其他厚度的 t 值可用内插法计算 D 值并圆整为 5 的倍数。

A. 0. 5 试样的板厚 T 应夹紧于导向滑块，缓慢加载，压头下降速度宜为 $1\text{mm/s} \pm 0.2\text{mm/s}$ 。试验过程及结果应符合下列规定：

- 1 变形角度 α 不小于 15° 时无裂纹应判定为合格；
- 2 当变形角度 α 小于 15° 时出现裂纹应判定为不合格，调整焊接工艺或接头形状后重新评定；
- 3 当加载到变形角度 α 为 15° 无裂纹时应继续加载，直至变形角度 α 达到 60° ，在此过程中出现裂纹时应停止加载，并记录开始产生裂纹的角度；
- 4 变形角测量位置如图 A. 0. 5 所示。

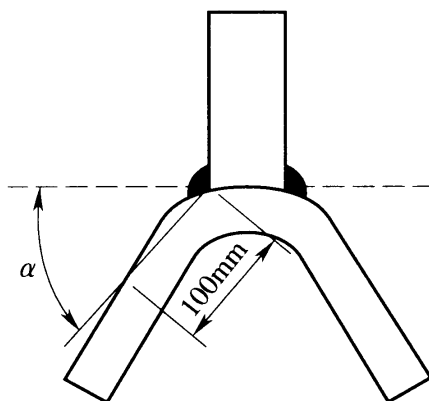


图 A. 0. 5 变形角及测量位置

附录 B 储罐基础沉降观测方法

B. 0. 1 新建罐区的每台罐充水前,均应进行一次观测并做好原始数据记录。

B. 0. 2 储罐基础沉降应安排专人定期观测,自充水开始后每天测量不应少于 1 次,并应做好记录。沉降观测应包括充水前、充水过程中、充满水后、放水后的全过程。

B. 0. 3 沉降观测应采用环形闭合方法或往返闭合方法进行检查,测量精度宜采用 II 级水准测量,视线长度宜为 20m~30m,视线高度不宜低于 0.3m。

B. 0. 4 坚实地基基础,设计无要求时,第一台罐可快速充水到 1/2 罐高进行沉降观测,并应与充水前观测到的数据进行对照,计算出实际的不均匀沉降量。当不均匀沉降量不大于 5mm/d 时,可继续充水到 3/4 罐高进行观测。当不均匀沉降量仍不大于 5mm/d 时,可继续充水到最高操作液位,分别在充水后和保持 48h 后进行观测,沉降量无明显变化,即可放水;当沉降量有明显变化,则应保持最高操作液位,进行每天的定期观测,直至沉降稳定为止。

当第一台罐基础沉降量符合要求,且其他储罐基础构造和施工方法和第一台罐完全相同,对其他储罐的充水试验,可取消充水到罐高的 1/2 和 3/4 时的两次观测。

B. 0. 5 软地基基础,预计沉降量超过 300mm 或可能发生滑移失效时,应以 0.6m/d 的速度向罐内充水。当水位高度达到 3m 时,应停止充水,每天定期进行沉降观测并绘制时间/沉降量的曲线图,当沉降量减少时,可继续充水,但应减少日充水高度。当罐内水位接近最高操作液位时,应在每天清晨做一次观测后再充水,并

在当天傍晚再做一次观测,当发现沉降量增加,应立即把当天充入的水放掉,并以较小的日充水量重复上述的沉降观测,直到沉降量无明显变化,沉降稳定为止。

B. 0. 6 储罐的不均匀沉降值不应超过设计文件的要求。当设计文件无要求时,储罐基础直径方向的沉降差不得超过表 B. 0. 6 的规定,支撑罐壁的基础部分不应发生沉降突变;沿罐壁圆周方向任意 10m 弧长内的沉降差不应大于 25mm。

表 B. 0. 6 储罐基础径向沉降差允许值

外浮顶罐与内浮顶罐		固 定 顶 罐	
罐内径 $D(\text{m})$	任意直径方向最终沉降差允许值(m)	罐内径 $D(\text{m})$	任意直径方向最终沉降差允许值(m)
≤ 22	$0.007D$	≤ 22	$0.015D$
$22 < D \leq 30$	$0.006D$	$22 < D \leq 30$	$0.010D$
$30 < D \leq 40$	$0.005D$	$30 < D \leq 40$	$0.009D$
$40 < D \leq 60$	$0.004D$	$40 < D \leq 60$	$0.008D$
$60 < D \leq 80$	$0.003D$	$60 < D \leq 80$	$0.007D$
> 80	$< 0.0025D$	> 80	$< 0.007D$

附录 C 交工验收表格

C.0.1 储罐交工验收证书应按表 C.0.1 填写。

表 C.0.1 储罐交工验收证书

(项目名称)	储罐交工验收证书		单项工程名称：
			单项工程编号：
单位工程名称		单位工程编号	
储罐公称容积		储罐编号	
结构形式		罐体材料	
设计单位		盛装物料	
开工日期		竣工日期	
验收意见：			
建设单位	监理单位	质量监督单位	承包单位
代表：	总监理工程师：	现场代表：	质量检查员： 技术负责人：
(公章)	(公章)	(公章)	(公章)
年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日

C.0.2 储罐基础复测记录应按表 C.0.2 填写。

表 C.0.2 储罐基础复测记录

(项目名称)		储罐基础复测记录										单项工程名称:		
												单项工程编号:		
单位工程名称										单位工程编号				
储罐编号										复测日期				
储罐公称容积		m ³								储罐直径		m		
检查项目		允许值 (mm)	实测值 (mm)	检查项目								允许值 (mm)	实测值 (mm)	
基础中心标高差				环墙周向	10m 内任意两点									
基础中心轴线偏差				标高差	全圆周内任意两点									
基础单面倾斜度偏差				沥青砂	倾斜基础平行线									
基础直径偏差				表面平	周向									
基础环梁宽度偏差				整度	径向									
同心圆 或平行 线编号	计算标高 (mm)	实测点标高差										任意两 点最大 高差 (mm)	相邻两 点最大 高差 (mm)	
复测结果确认:														
附:储罐基础同心圆及测点编号布置图														
监理单位				接收单位				交出单位						
监理工程师:				技术负责人:				技术负责人:						
年 月 日				年 月 日				年 月 日						

C.0.3 储罐壁板组装检查记录应按表 C.0.3 填写。

表 C.0.3 储罐壁板组装检查记录

(项目名称)		储罐壁板组装检查记录								单项工程名称:			
										单项工程编号:			
单位工程名称						单位工程编号							
储罐名称				储罐规格						储罐位号			
第一圈壁板上口水平度(mm)						允许值							
						实测最大值							
罐壁圈板 编号	纵缝错边量 (mm)		环缝错边量 (mm)		周长 (mm)		水平半径 (mm)		垂直度 (mm)		凸凹度 (mm)		
	允差	实测 最大值	允差	实测 最大值	允差	实测 值	允差	实测 最大值	允差	实测 值	允差	实测 最大值	
说明:													
结论:													
监理单位				总承包单位				施工单位					
监理工程师:				专业工程师:				质量检查员: 技术负责人:					
年 月 日				年 月 日				年 月 日					

C.0.4 储罐几何尺寸检查记录应按表 C.0.4 填写。

表 C.0.4 储罐几何尺寸检查记录

(项目名称)		储罐几何尺寸检查记录		单项工程名称:	
				单项工程编号:	
单位工程名称			单位工程编号		
储罐名称			位号		
规格尺寸			公称容积		
序号	项 目	允许值 (mm)	实测最大值 (mm)	其他测量 位置/数值	
	罐体高度偏差				
	罐壁垂直度偏差				
	罐底圈水平半径偏差				
	罐底局部凹凸度偏差				
	罐壁内表面局部凹凸度偏差				
	浮顶单盘板局部凹凸度偏差				
	内浮顶内浮盘板 局部凹凸度偏差				
	拱顶局部凹凸度偏差				
	浮顶导向支柱垂直度				
	内浮顶环形边缘侧板垂直度				
结论:					
监理单位		总承包单位		施工单位	
监理工程师:		专业工程师:		质量检查员:	
年 月 日		年 月 日		技术负责人:	
				年 月 日	

C.0.5 焊缝射线检测报告应按表 C.0.5 填写。

表 C.0.5 焊缝射线检测报告

(项目名称)	焊缝射线检测报告				单项工程名称:	
					单项工程编号:	
单位工程名称			单位工程编号			
储罐公称容积	m ³		罐壁材质			
储罐编号			罐壁厚度			
检件名称		设备型号		照相质量等级		
检测比例		管电压		冲洗条件		
坡口形式		管电流		胶片牌号		
焊接方法		焦距 F		胶片规格		
表面状态		曝光时间		有效长度		
检测时间		像质计型号		底片黑度		
检测长度: m 射线照相共 张,其中纵缝: 张,环缝: 张 其他部位: 张。 Ⅰ级片 张,占总片数 %; Ⅱ级片 张,占总片数 %; Ⅲ级片 张,占总片数 %。						
说明: 						
报告附件: 1. 布片位置图; 2. 射线检测评片记录。						
检测单位: (公章) 年 月 日	技术负责人: 资格: 级 年 月 日		审核人: 资格: 级 年 月 日		报告人: 资格: 级 年 月 日	

C.0.6 焊缝超声检测报告应按表 C.0.6 填写。

表 C.0.6 焊缝超声检测报告

(项目名称)	焊缝超声检测报告					单项工程名称:		
						单项工程编号:		
单位工程名称					单位工程编号			
储罐编号					检测标准/合格等级			
检件名称		材质			规格/板厚			
检测比例		仪器型号			探头型号			
坡口形式		设备编号			对比试块			
焊接方法		检测面			评定灵敏度			
表面状态		耦合剂			灵敏度补偿			
检测时间		检测方法			扫描调节			
检测工艺编号		检测区域			扫查方式			
焊缝总长度(m)		要求抽查比例(%)			要求检测长度(m)			
实际检测数量(m)			实际抽查比例(%)					
检 测 情 况								
检测部位编号	焊工 代号	缺陷 类型	指示 长度 (mm)	累计 长度 (mm)	返修 部位数 (处)	返修 次数	评定 级别	检测 结论
检测单位:	技术负责人:		审核人:		报告人:			
	资格: 级		资格: 级		资格: 级			
(公章)								
年 月 日	年 月 日		年 月 日		年 月 日			

C.0.7 焊缝磁粉检测报告应按表 C.0.7 填写。

表 C.0.7 焊缝磁粉检测报告

(项目名称)	焊缝磁粉检测报告		单项工程名称:		
			单项工程编号:		
单位工程名称		单位工程编号			
储罐编号		检测标准/合格等级			
检件名称		仪器型号			
检验数量		提升力			
要求检测比例		磁化方法			
实际检测比例		磁化电流			
表面状态		磁化时间			
检测时间		通电次数			
材质		触头(磁轭)间距			
规格/板厚		灵敏度试片型号			
磁粉种类		磁悬液浓度			
检测工艺编号		磁粉施加方法			
检 测 情 况					
检测部位编号	缺陷类型	缺陷定量	返修次数	最终评级	检测结论
检测单位:	技术负责人:	审核人:	报告人:		
(公章)	资格: 级	资格: 级	资格: 级		
年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日		

C.0.8 焊缝渗透检测报告应按表 C.0.8 填写。

表 C.0.8 焊缝渗透检测报告

(项目名称)	焊缝渗透检测报告		单项工程名称：		
			单项工程编号：		
单位工程名称		单位工程编号			
储罐编号		检测标准/合格等级			
检件名称		渗透剂型号			
检验数量		清洗剂型号			
要求检测比例		显像剂型号			
实际检测比例		对比试块/灵敏度			
表面状态		检测方法			
检测时间		渗透时间			
材质		显像时间			
规格/板厚		清洗方法			
检测工艺编号		显像方法			
检 测 情 况					
检测部位编号	缺陷类型	缺陷尺寸	返修次数	最终评级	检测结论
检测单位：	技术负责人：	审核人：	报告人：		
(公章)	资格： 级	资格： 级	资格： 级		
年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日		

C.0.9 衍射时差法超声检测报告应按表 C.0.9 填写。

表 C.0.9 衍射时差法超声检测报告

(项目名称)		衍射时差法超声检测报告						单项工程名称：		
								单项工程编号：		
单位工程名称				单位工程编号						
储罐编号				储罐直径/容积		m/		m ³		
罐体材质				坡口形式						
焊接方法				焊后热处理类型						
检测部位				检测比例						
检测仪器型号				检测仪器编号						
耦合剂类型				扫查装置				试块类型		
执行标准				表面状况				耦合补偿		
检测工艺编号				信号处理方式				环境温度		
探头及设置		频率	晶片尺寸	楔块角度	探头延迟	探头中心距	时间窗口设置比	灵敏度设置	扫查增量	扫查方式
	通道 1									
	通道 2									
	通道 3									
	通道 4									
	通道 5									
数据文件										
检测结论： 附：检测部位及缺陷分布简图										
检测单位：		技术负责人：		审核人：		报告人：				
(公章)		资格： 级		资格： 级		资格： 级				
年 月 日		年 月 日		年 月 日		年 月 日				

C.0.10 焊缝返修记录应按表 C.0.10 填写。

表 C.0.10 焊缝返修记录

(项目名称)			焊缝返修记录				单项工程名称:	
							单项工程编号:	
单位工程名称			单位工程编号					
储罐名称			位号					
储罐公称容积、内直径			m ³ , ϕ mm		壁板厚度		mm	
序号	返修 片位号	返修 部位	缺陷 性质	返修 次数	返修焊接尺寸 长×宽×深(mm)	返修 日期	焊工 钢印号	返修 结果
监理单位					施工单位			
监理工程师:					质量检查员:			
					技术负责人:			
年 月 日					年 月 日			

C.0.11 储罐总体试验记录应按表 C.0.11 填写。

表 C.0.11 储罐总体试验记录

(项目名称)		储罐总体试验记录		单项工程名称:	
				单项工程编号:	
单位工程名称			单位工程编号		
储罐名称			位号		
储罐规格			内件安装说明		
序号	项 目		试验方法		结 论
1	罐底	严密性试验			
2	罐壁	严密性试验 和强度试验			
3	固定顶	严密性试验 和强度试验			
		稳定性试验			
4	浮顶或 内浮顶	单盘板、内浮盘板 严密性试验			
		船舱焊缝煤油 试漏检查			
		船舱严密性试验			
		升降试验			
		中央排水管试压试漏			
说明:					
建设单位		监理单位		总承包单位	
现场代表:		监理工程师:		专业工程师:	
质量检查员:		技术负责人:			
年 月 日		年 月 日		年 月 日	

C.0.12 基础沉降观测记录应按表 C.0.12 填写。

表 C.0.12 基础沉降观测记录

(项目名称)		基础沉降观测记录										单项工程名称:			
												单项工程编号:			
单位工程名称						单位工程编号									
储罐直径/容积		m/ m ³				储罐编号									
水准点编号						水准点高程									
观测仪器		精度				观测日期				自 至					
观测阶段	观测时间	观测点沉降值(mm)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
基础观测点平面示意图:															
观测结果分析及结论:															
监 理 单 位								施 工 单 位							
监理工程师:								测量人: 复核人: 技术负责人:							
年 月 日								年 月 日							

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 《钢结构工程施工规范》GB 50755
- 《冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 708
- 《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709
- 《不锈钢焊条》GB/T 983
- 《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》GB/T 985.1
- 《埋弧焊的推荐坡口》GB/T 985.2
- 《氩》GB/T 4842
- 《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117
- 《热强钢焊条》GB/T 5118
- 《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293
- 《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110
- 《碳钢药芯焊丝》GB/T 10045
- 《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/T 12470
- 《低合金钢药芯焊丝》GB/T 17493
- 《不锈钢药芯焊丝》GB/T 17853
- 《埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂》GB/T 17854
- 《焊接用二氧化碳》HG/T 2537
- 《焊接材料质量管理规程》JB/T 3223
- 《承压设备无损检测 第2部分：射线检测》JB/T 4730.2
- 《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》JB/T 4730.3
- 《承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测》JB/T 4730.4
- 《承压设备无损检测 第5部分：渗透检测》JB/T 4730.5

《承压设备无损检测 第 10 部分:衍射时差法超声检测》
NB/T 47013.10

《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014

《压力容器焊接规程》NB/T 47015

《承压设备用焊接材料订货技术条件》NB/T 47018

《特种设备焊接操作人员考核细则》TSG Z6002

《特种设备无损检测人员考核细则》TSG Z8001

中华人民共和国国家标准

立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范

GB 50128-2014

条 文 说 明

修 订 说 明

《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB 50128—2014 经住房城乡建设部 2014 年 4 月 15 日以第 401 号公告批准发布。

本规范是在《立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》GB 50128—2005 的基础上修订而成。本次修订遵循以下几个原则：

1. 2005 版《立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》中行之有效的条款保持不变；
2. 本规范与立式圆筒形钢制焊接储罐施工技术的发展相适应，使其能更好地指导储罐施工，保证施工质量；
3. 同一性质问题，与现行法规及国家、行业规范保持一致。

本规范上一版的主编单位是中国石油天然气第一建设公司，主要起草人员是张家晖、王启宇、李景诚、薛金保、刘朝志、王春生、纪伯伟。

本规范修订过程中，规范编制组进行了广泛、深入的调查研究，总结了我国储罐施工专业的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。但是，随着储罐大型化的发展，采用网壳结构或铝制拱顶的设计将会成为发展趋势，内浮顶的型式和材料也将逐步满足大型化、轻型化、组装便捷化的发展要求，上述发展和需求将会进一步趋于设计规范化，制造标准化，我们将进一步关注、研究上述领域的发展动向，继而对本规范不足之处进行补充和完善。

为便于广大制造、施工、监督检验和使用储罐的单位和有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，规范编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的

目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(6 5)
2	术 语	(6 6)
3	材料验收	(6 8)
4	预 制	(6 9)
4.1	一般规定	(6 9)
4.2	壁板预制	(7 0)
4.3	底板预制	(7 1)
4.4	浮顶预制	(7 2)
4.5	固定顶顶板预制	(7 2)
4.6	附件预制	(7 3)
5	组 装	(7 4)
5.1	一般规定	(7 4)
5.2	基础检查	(7 4)
5.3	罐底组装	(7 5)
5.4	罐壁组装	(7 6)
5.5	固定顶组装	(7 7)
5.6	浮顶组装	(7 7)
5.7	附件安装	(7 8)
6	焊 接	(7 9)
6.1	一般规定	(7 9)
6.2	焊接工艺评定及焊接工艺规程	(7 9)
6.3	焊接材料	(8 0)
6.4	焊接施工	(8 1)
6.5	焊接顺序	(8 3)

6.6	修补与返修	(84)
7	检查及验收	(85)
7.1	焊缝的外观检查	(85)
7.2	焊缝无损检测及严密性试验	(85)
7.3	罐体几何形状和尺寸检查	(89)
7.4	充水试验	(90)
7.5	工程交工	(91)
附录 A	T 形接头角焊缝试件制备和检验	(92)

1 总 则

1.0.1 本条阐明了制定本规范的目的。

1.0.2 本条规定了本规范的适用范围。条文中的常压,如对于固定顶储罐,一般指负压不大于 0.25kPa ,正压不大于罐顶单位面积的自重。接近常压包括微内压和外压罐,微内压指稍大于罐顶单位面积的自重,但不大于 18kPa ;外压罐指设计真空外压不小于 0.25kPa ,不大于 6.9kPa 的固定顶储罐。

本规范的适用范围与《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 保持一致。地下洞库储罐不属于特殊结构的,均适用于本规范;但埋地的、储存极度和高度危害介质、人工制冷液体的储罐,储存 LPG(液化石油气)、LNG(液化天然气)的储罐,不适用于本规范。

1.0.4 为了保证储罐的施工质量,本规范要求储罐预制、安装和质量检验的过程中,使用同一精度等级的计量器具和检测仪器。这里的精度等级是指由计量部门统一规定的、在有效期内的级别。

2 术 语

2.0.1 罐底边缘板

为便于区分环形边缘板和非环形边缘板,本次修订时增加了本术语,参见图 1。

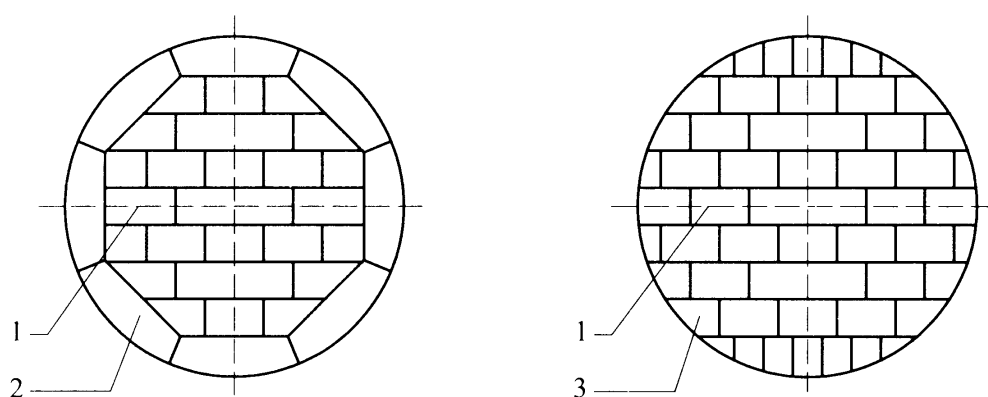


图 1 罐底边缘板示意图

1—中幅板;2—环形边缘板;3—边缘板

2.0.2 固定顶

固定顶主要包括自支撑式锥顶、支撑式锥顶、自支撑式拱顶等型式。

1 自支撑式锥顶:罐顶形状为正圆锥形,荷载仅靠罐壁周边支撑;

2 支撑式锥顶:罐顶形状为正圆锥形,荷载主要靠梁柱、桁架或其他结构支撑;

3 自支撑式拱顶:罐顶形状为球面形,荷载仅靠罐壁周边支撑。

2.0.3 浮顶

目前我国建造的储罐的浮顶主要有单盘式浮顶、双盘式浮顶、敞口隔舱式浮顶、浮筒式浮顶等型式。

- 1 单盘式浮顶:浮顶周圈设环形密封舱,中间仅为单层盘板;
- 2 双盘式浮顶:整个浮顶均由隔舱构成;
- 3 敞口隔舱式浮顶:浮顶周圈设环形敞口隔舱,中间仅为单层盘板;
- 4 浮筒式浮顶:盘板与液面不接触,由浮筒提供浮力。

在敞口油罐内的浮顶称外浮顶,在固定顶油罐内的浮顶称内浮顶。敞口隔舱式浮顶和浮筒式浮顶通常只作为内浮顶。不特别指出时,浮顶均指外浮顶。

3 材料验收

3.0.1 本条为强制性条文,必须严格执行。原材料的质量直接影响储罐的使用安全性,本条对建造储罐的材料和附件从标准、合格证书及标识几方面作了规定,这些规定也是材料及附件采购的必要的技术条件。

3.0.2 本条对焊接材料(焊条、焊丝、焊剂及保护气体等)的订货和验收作出了详细的规定。合同文件 and 设计文件无要求时,焊接材料的订货和验收应符合国家现行标准《承压设备用焊接材料订货技术条件》NB/T 47018 的规定,详细技术参数还应参照焊接材料的制造标准验收。

3.0.3 对钢板的外观检查,设计有要求时,按照设计要求;无要求时,应按照现行国家标准《冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 708 和《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709 的规定执行。

3.0.5 国内大型储罐($10 \times 10^4 \text{ m}^3$ 以上的储罐)及不锈钢储罐所用钢材及焊接材料多采用进口或按国外标准制造,执行标准的差异使材料质量验收产生争议,并将导致施工质量失衡。本条的规定明确了进口材料的验收应与国外相应钢制焊接储罐规范的规定及设计要求保持一致。

3.0.6 原规范在执行过程中对材料复验的争议较多,且给施工单位增加较大工作量,实际执行中材料复验要求均取决于设计文件的规定,故此次修订时为避免标准执行中的争议,对材料的复验明确按照设计文件执行。

3.0.7 材料检验和复验时发现的质量问题或疑义,本着“谁采购、谁负责”的原则处理。

4 预 制

4.1 一 般 规 定

4.1.3、4.1.7 储罐施工一般采用现场预制,工作条件差,气温对钢材剪切、冷矫正和冷弯曲的影响较大。考虑到钢材在较低温度下进行冷加工容易出现裂纹,本规范参照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205,对预制工作环境最低温度提出了要求。

4.1.4 坡口表面的加工平整度、硬化层及夹渣、分层、裂纹等缺陷将直接影响到焊接接头的质量和性能,本条对坡口表面的质量要求作出了相应的规定。

4.1.5 高强钢经过热加工的坡口表面易产生裂纹,本规范参照现行国家标准《压力容器》GB 150 的相关规定,明确了高强钢采用火焰切割时进行坡口表面检测的要求。

4.1.6 本条明确了设计文件无要求时,应按现行国家标准《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》GB/T 985.1 和《埋弧焊的推荐坡口》GB/T 985.2 的要求制备坡口,包括所采用的各种焊接方法。本次修订明确了当采用气电立焊和埋弧自动焊时应符合的规定:

1 结合长期施工实践,采用单面气电立焊的最大板厚为24mm时,其接头的力学性能可满足设计要求。本次修订增加双面坡口可采用不对称坡口,并规定了不对称坡口的深度差。全熔透焊缝背部清根时,清根深度约为2mm~6mm,故两侧坡口深差定为0~4mm较为适中。

3 当壁板不等厚时,结合现行国家标准《压力容器》GB 150相关条款规定,明确了接头的削边坡度的要求。

《立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》GB 50128—2005 中沿用了原相关规范中将“气电立焊”归于“熔化极气体保护焊”的方法之一的规定。本规范修订时,现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014—2011 已明确了“气电立焊”的评定要求,结合工程实际,本次修订时使用了“气电立焊”这一焊接方法。

4.1.9 美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 规定,不锈钢储存时不得与碳钢接触。存放过氯化物的材料,包括装过食品、饮料、油和脂类的材料不得与不锈钢接触。本条的修订与美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 保持一致。

原规范中“样冲打眼”一词过于口语化,修订时改为硬印标记或刻画标识。

不锈钢储罐在制造过程中打磨时应采用未用于其他金属的专用于不锈钢的砂轮片或磨带,清除焊接熔融物或飞溅物应用不锈钢工具而不能用铁制或钢制工具,以避免不锈钢的抗腐蚀能力受损。

4.1.10 预制完成的构件应有编号和标识,避免安装时错用、混用。

4.2 壁板预制

4.2.1 本条根据储罐设计和施工技术发展现状,结合现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 等规范,修订了储罐预制排板的相关要求。

3 对开孔至罐壁纵、环焊缝及底圈罐壁板与罐底边缘板间的T形接头的角焊缝(以下简称“大角缝”)的距离作了修订,与设计规范保持一致。

4 罐壁上连接件的垫板周边焊缝与罐壁纵焊缝或接管、补强圈的边缘角焊缝之间的距离,在排板时应予以充分考虑,保证不小于本款的规定。不可避免的交叉时,应按要求检测合格后方可成为隐蔽部位。

5 排板和预制应充分考虑两开孔间的距离,与设计规范保持一致。

8 现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341对罐壁钢板的宽度未作规定,实际施工中,不锈钢钢板的板幅较小,以及较大的拱顶储罐罐壁板经常出现板幅小于1000mm的情形,为便于减少焊接变形导致的罐壁几何尺寸偏差,修订时增加了设计文件无要求时的最小壁板宽度。

4.2.4 密集区域,尤其是人孔、清扫孔、开口接管等附件的焊缝往往产生较高的残余应力,对储罐的安全使用不利,因此参照现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 和美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 的规定,明确了开孔板需整体消除应力热处理的条件。

1 本次修订取消了公称直径等于 300mm 的开孔热处理,与现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 保持一致;

2 原规范为“罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa,且板厚大于 12mm 的罐壁上有补强板的开孔接管”,本次修订与现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 中“开孔接管公称直径大于 50mm 时应进行补强”的规定保持一致;

3 齐平型清扫孔结构型式特殊,现场热处理制约因素过多,且易造成壁板、底板变形过大,对整体几何尺寸影响较大。设计文件应充分考虑上述不利因素,以整体热处理完成后作为成品件供货为宜。

4.3 底板预制

4.3.1 底板的排板直径的放大比例应根据所采用的焊接工艺和变形控制方法确定。

2 国家现行标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341、美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 等国内外规

范对罐底“环形边缘板”的定义和原国家标准《立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》GB 50128—2005 中“弓形边缘板”一致,本次修订时,为与相关规范保持一致,将“弓形边缘板”统一明确为“环形边缘板”。非环形边缘板直边尺寸的测量和验证在施工中无法界定和测量,不便于控制。本次修订时,对此修订为“边缘板最小直角边尺寸不应小于 700mm”。

4.3.4 从国内外储罐事故调查发现,罐底边缘板对接焊缝附近是最容易发生事故的部位。因此,除对罐壁与罐底之间的焊缝加以特别注意之外,对罐底边缘板的对接接头也必须特别予以注意。为此,对厚度在 12mm 以上的罐底边缘板,在两端对接接头的坡口及其周边表面作出了无损检测的规定。大型储罐罐底板多设计为对接接头,环形边缘板与中幅板间的接头也多采用对接,故增加了环形边缘板 CD 边的无损检测要求(图 4.3.3 中 CD)。

4.4 浮顶预制

4.4.2 原规范是对单盘式浮顶浮舱构件预制的要求,双盘式浮顶、敞口式内浮顶等的浮舱需要预制的环板、边缘板、顶板、底板、隔舱板等的预制也应遵照本条的规定执行。

4.4.3 只有单盘式浮顶的浮舱可分段预制,本条修订为单盘式浮顶的浮舱分段预制的要求。

4.4.4 本条增加了对双盘式浮顶的桁架、椽子等结构件预制的施工及质量要求。《钢结构工程施工及质量验收规范》GB 50205 经修订后,分为《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205,储罐结构件预制应分别遵照执行。

4.5 固定顶顶板预制

4.5.1 本条规定了固定顶顶板预制的內容。

单块顶板的拼接如采用搭接,会导致两块顶板的搭接焊接质量差和顶板凹凸度偏差过大,因此提出宜采用对接。

4.6 附件预制

4.6.3 预制浮顶支柱应预留一定的调整量,在充水试验后放水至浮顶高度以上 100mm~200mm 时根据实际情况调整。

4.6.4 本条为新增内容。与《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 保持一致,明确了补强板可采用拼接的型式,以及相关的技术要求。

4.6.5 本条为新增内容。因网壳的结构各异,各专利商的要求不尽统一,故在此条明确了网壳结构的验收应执行设计文件的规定。

5 组 装

5.1 一 般 规 定

5.1.2 根据以往现场施工情况,组装用工卡具在拆除时有伤及母材而没有及时处理,影响罐体的强度;特别是高强度钢罐壁表面的伤痕往往会扩展成裂纹,危害储罐的安全和缩短储罐的使用寿命,因此提出了修补要求。

5.1.4 我国大型储罐的建造,大部分在沿海地带或空旷地带,基本风压值差别很大,并且随着季节及地形的变化,风速的大小也相差甚大。根据国内外建造储罐的经验,在风季、沿海地区及风力较大地区建造储罐时,如果不采取加设刚性加固圈、锚固钢丝绳等有效措施,储罐在施工过程中容易产生失稳破坏。为了保证人员、设备的安全和施工质量,本规范对此提出了要求。

5.2 基 础 检 查

5.2.1 本条为强制性条文,必须严格执行。储罐基础质量的好坏直接关系到储罐的安装质量和使用安全,因此对基础的施工记录、验收资料及复验提出明确要求。

5.2.2 本条规定了储罐基础的几何尺寸基本要求。

1 基础中心标高允许偏差沿用了原规范的要求。

2 对于支撑罐壁的基础表面高差,本版规范讨论时,参会专家提出国外标准及我国现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 对壁板置于环梁上及环梁内侧时环梁半径的偏差均无相应规定,为保证与相关规范的一致性,对原规范中本款第三项予以取消。

有环梁和无环梁时,支撑罐壁的基础表面的允许高差,美国石

油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 和我国现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 的允许偏差值过大,不便于安装单位控制第一圈壁板上口水平度及整体几何尺寸,且过大的允许偏差值使安装单位在边缘板与基础之间用增加垫铁的方式调整壁板上口水平度,导致边缘板与基础的出现规范不允许的缝隙(此缝隙应由基础施工单位处理)。为解决这一矛盾,本次修订时充分采纳了参编单位的意见,将此允许偏差值进行了调整。

4 单面倾斜式基础表面尺寸偏差的规定目前尚无理论依据,测量方法及偏差均根据实践经验规定,单面倾斜式基础储罐储存介质如为化工产品,更换时需清洗干净罐底的存液,因此,本规范对单面倾斜式基础表面尺寸提出了严格要求。

5.3 罐底组装

5.3.1 根据储罐施工的具体情况,当采用带垫板的对接接头时,若对接接头的间隙过小,则不易焊透;若间隙过大,则变形较大。

对于焊条电弧焊,通常焊条应能以适当的角度伸入接头间隙进行根部焊道的焊接。根据现场经验,板厚小于或等于 6mm 时,一般用“I”形坡口和小直径焊条,接头间隙以 $5\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 为宜;板厚大于 6mm 时,一般用“V”形坡口和较大直径焊条,接头间隙以 $7\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 为宜。

对于埋弧自动焊,对接接头间隙参照现行国家标准《埋弧焊焊缝坡口的基本型式与尺寸》GB 985.2 的规定。

对于焊条电弧焊打底、埋弧自动焊填充时,对接接头间隙系根据多台 $10 \times 10^4 \text{m}^3$ 储罐的现场施工经验作出规定。

对于气体保护焊及气体保护焊打底、埋弧焊填充的接头间隙系根据施工经验作出补充规定。

5.3.2 罐底采用搭接接头时,如搭接宽度过小,将影响搭接接头正面抗弯性能;如过大,则浪费钢材。日本工业标准《钢制焊接油罐结构》JIS B8501 规定不小于 25mm,我国现行国家标准《立式圆

筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 和美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 规定不小于 5 倍板厚,且不小于 30mm。本条与《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 和《钢制焊接油罐》API 650 一致。

5.3.3 日本工业标准《钢制焊接油罐结构》JIS B8501、我国现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 和美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 均规定中幅板搭接在环形边缘板上,搭接宽度不小于 60mm,本条与上述标准保持一致。

5.4 罐壁组装

5.4.1 罐壁板预制完毕后,在运输过程中往往发生变形,因此规定在组装前要进行复验和必要的校圆工作,以保证安装质量。

5.4.2 本条对罐壁组装作出了规定,增加了倒装法施工的控制要求。

1 正装法的底圈壁板和倒装法的顶圈壁板均为罐壁组装的基准,其组装质量直接影响其他壁板的组装质量,因此提出了同等的要求。只有在大角缝和收缩缝焊接完毕后,底圈壁板 1m 以下产生径向收缩,才能以底圈壁板 1m 高处作为基准量半径,因此将原规范要求“在底圈壁板 1m 高处测量储罐直径”的要求调整至第 7 章“检查及验收”的第 7.3.1 条第 4 款。另外对底圈壁板的内半径偏差,本规范与美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 一致。

3 表 5.4.2-2、表 5.4.2-3 将壁板的最大厚度由 38mm 调整到 45mm,与现阶段储罐设计、施工现状相符。

4 壁板错边量系参照美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 制订。壁板焊缝错边量的大小直接影响焊接质量和焊后的棱角度,以及密封装置、刮蜡装置的正常运行。因此,本规范作出了严格要求,并详细分清焊条电弧焊和自动焊的错边量。

5 表 5.4.2-4 罐壁焊缝的棱角度参照美国石油学会标准《钢

制焊接油罐》API 650 的规定,对环焊缝棱角度提出了同等要求,允许误差接近《钢制焊接油罐》API 650。

7 边缘板焊接后会收缩,同时由于放样的中心位置变化,可能导致底圈壁板外表面沿径向至边缘板外缘的距离不均,检查和验收产生歧义。根据工程实践,结合日本工业标准《钢制焊接油罐结构》JIS B8501、我国现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 和美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 均规定“底圈壁板外表面沿径向至边缘板外缘的距离不小于 50mm,且不大于 100mm”,增加此款内容。

5.5 固定顶组装

5.5.1 此条与现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 的规定保持一致。原规范要求检查包边角钢的半径偏差。

5.5.3 拱顶形状近似球面,若保证搭接误差,板片周边均应为弧形边,实际施工时均在保证最小搭接量的前提下采用直边,故本条不适于拱顶式固定顶。

5.6 浮顶组装

5.6.1 浮顶的组装有两种方法,一是在底板上组装,二是在临时支架上组装。一般大型储罐宜用后者,以保证浮顶的组装质量。

5.6.3 为能更直观地测量浮顶与底圈壁板的同心度,考虑密封预留空间的要求,规定浮顶外缘板与底圈罐壁间隙的允许偏差为 $\pm 15\text{mm}$ 。

5.6.6 大型储罐的浮顶采用双盘式浮顶成为趋势,故增加双盘式浮顶组装要求。

5.6.7 内浮顶多为铝制浮顶和不锈钢浮顶,且多为半成品到货,制造厂及设计文件均有具体安装规定。本规范明确要求按设计文件执行。

5.7 附件 安 装

5.7.1 对罐体的开孔接管要求是参照现行国家标准《球形储罐施工规范》GB 50094 和相关标准的规定制订的。由于储罐罐体的开孔接管与其他设备连接的情况不多,且中心位置偏差对配管的影响较小,其中开孔接管中心位置偏差由 5mm 调整为 10mm。

5.7.2 量油管和导向管起到测量罐内油面液位和导向浮顶升降、防止浮顶偏移和转向的作用。本规范对其垂直度和直线度除按常规 0.1%管高要求外,还作了最大不得大于 10mm 的规定,此要求比美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 要求严。

5.7.3 浮顶储罐充水试验过程中,浮顶漂浮于水面,处于较好的平坦状态,而罐底由于水的静压作用也处于较稳定的受力状态,因此本规范规定在浮顶下降接近支撑高度(高出 100mm~200mm)时,应根据实际尺寸调整浮顶支柱高度,使浮顶较平坦,罐底受力较好。

5.7.4 采用旋转接头等硬连接的浮顶排水管安装后,即使水压试验合格,在罐体充水过程中,由于安装时产生的应力和浮顶在升降过程中的转动,可能会使旋转接头发生泄漏,国内也有先例。因此,本条规定采用旋转接头等硬连接的浮顶排水管安装前应做动态试验。同理,本规范 7.4.8 条提出要求,规定采用旋转接头等硬连接的浮顶排水管安装后分别在储罐充水试验前和充水试验后以 390kPa 压力进行水压试验。

5.7.5 密封装置现在多数采用橡胶制品的软密封装置,由于用火不慎已有过火灾事故的教训,因此本规范提出防火要求。

5.7.7 转动浮梯应保证转动灵活和踏步板水平。为此本规范提出浮梯中心线的水平投影应与轨道中心线重合,允许偏差不应大于 10mm。

5.7.8 本条为新增条款。因网壳结构设计不同的结构和专利商,故而对安装的结合尺寸要求执行设计文件的要求。

6 焊 接

6.1 一 般 规 定

6.1.1 本条为强制性条文,规定了焊工资格考试及持证上岗的要求,必须严格执行。焊工技能直接影响到储罐的焊接质量,进而影响储罐的使用安全性。根据《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004 的要求,焊工应按《特种设备焊接操作人员考试细则》TSG Z6002 考试合格,并取得“特种设备作业人员资格证”后,在资格证有效期内从事合格项目范围内的焊接作业。

焊工是否需要入场考试,应按建造合同、建设方相关要求执行,本规范不作要求。

本条的修订基础是原规范的 5.2 节“焊工考试”,并结合了现行《特种设备焊接操作人员考试细则》TSG Z6002 的相关要求。

6.1.3 沿海地区或多雨、雾地区环境相对湿度多大于 90%,若采取搭设防风棚、加热等措施,焊接部位附近的作业环境相对湿度能满足要求。参考现行国家标准《球形储罐施工规范》GB 50094 等要求,焊接环境相对湿度的测量位置应在焊接位置 0.5m~1m 处。

6.1.4 结合现行行业标准《压力容器焊接规程》NB/T 47015 的规定,本条对异种钢的焊接材料和焊接工艺作了规定,但首先应按照设计文件的要求执行。

6.2 焊接工艺评定及焊接工艺规程

6.2.1 本条为强制性条文,对焊接工艺评定和焊接工艺评定报告作了规定,必须严格执行。焊接质量决定了储罐的整体质量和使用安全性,而焊接施工所遵循的焊接工艺规程必须有合格的焊接工艺评定作支撑,对保证施工质量至关重要。

本条是根据《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004—2009 编写的。该规程第 4.2.1 条规定：压力容器产品施焊前，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当经焊接工艺评定合格或者具有经过评定合格的焊接工艺规程(WPS)支持。

当建设单位(业主)对焊接工艺评定另有要求时，应根据合同或技术文件的要求执行。

美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650—2007 的 7.2.3.4 规定：“当壁板厚度大于 38mm 时，应采用多道焊，焊道的厚度不得超过 19mm”。而目前大型储罐的底圈壁板厚度达到或超过 43mm，采用气电立焊双面焊时，焊道厚度超过了上述限制。为满足焊接接头的各项力学性能指标，特别是冲击韧性，本次修订时结合国内外相关规范，明确要求当罐壁板厚度大于 38mm 时，应采用多道焊，且单道焊厚度超过 19mm 时，应对每种厚度的接头进行评定。

现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014—2011 中，“焊接工艺指导书”变更为“预焊接工艺规程”，增加了“焊接作业指导书”等术语。根据“焊接工艺规程”和“焊接作业指导书”的定义和内容区别，本次修订明确了储罐焊接施工需要“焊接工艺规程”的支持。

6.2.2 为保证“T”形角焊缝(俗称“大角缝”)的施工质量，保留了其工艺评定的技术要求。

6.2.3 本条是根据国家现行标准《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R00049 和《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014 的规定编写的。

6.3 焊 接 材 料

原规范中 5.4.10 条规定了焊接标准屈服强度大于 390MPa

的低合金钢的焊条要求熔敷金属中扩散氢含量不大于 5mL/100g。本次修订时,参会专家认为焊条熔敷金属中扩散氢含量应符合现行焊条制造标准、订货技术条件和设计文件要求,本标准不再另行规定。

与会专家认为,焊接用二氧化碳气体应符合国家现行标准《焊接用二氧化碳》HG/T 2537 的规定,本标准不应作过多要求,故原规范中 5.3.4 条不再保留。

6.3.1 本条规定了焊接材料选用的依据。

6.3.2 本条规定了焊接材料管理的执行标准和依据,即国家现行行业标准《焊接材料质量管理规程》JB/T 3223 的要求。

6.4 焊 接 施 工

6.4.1 本条规定了焊接施工应遵循的依据,即批准的焊接工艺规程。

6.4.2 本条规定了施焊前应具备的条件。焊接前清除坡口表面及其两侧 20mm 范围内的污物是很重要的,否则直接影响焊缝质量,甚至诱发裂纹而使储罐失效,特别是高强钢或较厚(如大于 32mm)的低合金钢板的坡口清理更为重要。根据施工现场情况,可采用火焰加热的方式对坡口进行干燥。

6.4.3 本条规定了定位焊及工卡具的焊接要求及焊工要求。本条中的“合格焊工”系指持证的、合格项目和有效期均满足施工要求的、特殊情况下经现场考试合格的焊工。

本规定中定位焊和工卡具的焊接方法为焊条电弧焊或气体保护焊。

3 原规范规定的定位焊长度过大而不便于操作,容易引起检查验收的异议,根据施工经验,参照日本工业标准《钢制焊接油罐结构》JIS B8501 进行了修订,并增加了定位焊间隔要求。

6.4.5 板厚大于或等于 6mm 的搭接焊缝至少应焊两遍,主要是考虑既能满足焊角尺寸又能保证焊缝强度和韧性。

6.4.6 罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa 时,清根部位

易出现裂纹,故而规定了需进行渗透检测的要求。原标准执行过程中,施工单位因对标准的理解不同,在采用角向磨光机清根时不进行渗透检测,导致未检出的潜在裂纹等缺陷,影响接头质量。本次修订时对此争议进行了明确规定。

6.4.7 采用碳弧气刨清根可有效提高焊接质量,但清根后的坡口表面渗碳层影响焊接质量,坡口形状不规则,需用角向磨光机修整刨槽并磨除渗碳层。

6.4.8 壁板的焊前预热一般由评定合格的焊接工艺评定确定。明确预热最小范围要求有利于保证全厚度的预热温度。规定层间温度不小于预热温度,对防治冷裂纹有明显的效果。

6.4.9 焊接线能量直接影响焊缝金属的金相组织和力学性能,特别是大壁厚高强钢的低温冲击韧性,因此明确提出严格控制焊接线能量。

试验表明,32mm及以上厚度的高强钢焊接时,如线能量过大,热影响区过热,晶粒粗大,使机械性能下降,对低温冲击韧性影响显著;线能量过小,近缝区产生淬硬组织,冲击性能同样变低并容易诱发裂纹。线能量应由焊接工艺评定试验来验证,一般情况可采用有关资料介绍的数据。屈服点小于或等于440MPa的钢材线能量上限为60kJ/cm,下限为15kJ/cm;屈服点大于440MPa的钢材,线能量上限为45kJ/cm,下限为15kJ/cm。大型储罐采用的填充短丝埋弧焊和由水冷滑块强迫成型的气体保护焊的焊接线能量,应通过焊接工艺评定试验加以确认。据日本JFE钢铁株式会社的相关资料,SPV490Q钢的气体保护焊最大线能量可超过100kJ/cm,且随钢板厚度的增加,通过改善操作条件和参数,可以在更高的线能量条件下得到性能优良的焊接接头。试验数据表明,厚度为43mm的SPV490Q钢板采用不对称X形坡口、气电立焊时,单道焊厚度最大可达24mm,焊接线能量峰值为107kJ/cm,仍获得性能优良的焊接接头。

本条对采用不同的焊接方法施工的线能量控制作了规定。

6.4.10 本条规定只对设计文件和评定合格的焊接工艺有要求时进行后热消氢处理。根据现行行业标准《承压设备焊接规程》NB/T 47015的相关规定,确定后热温度为 $200^{\circ}\text{C} \sim 350^{\circ}\text{C}$,保温时间视后热温度和焊缝金属厚度不同,规定一般不小于 0.5h。

6.4.11 本条规定了高强钢采用碳弧气刨清根时的预热要求,以防止碳弧气刨时急剧受热出现冷裂纹。

6.4.12 不锈钢储罐的施工,其焊接质量尤其重要,故本条提出了不锈钢储罐的焊接要求。

6.4.13 不锈钢储罐焊缝表面的酸洗、钝化方法较为复杂,因此提出应严格按照设计文件或国家现行标准执行。

6.5 焊 接 顺 序

6.5.1 施工中,施工单位应采取合适的焊接工艺和防止变形的措施,以保证罐底板焊接的收缩量和变形最小。

3 在以往的施工经验中,不设环形边缘板的罐底边缘不留收缩缝,因收缩缝沿圆周无法均匀布置,罐底变形反而变大,因此提出了非环形边缘板不宜留收缩缝。

4 结合原规范要求 and 施工实际,对大角缝的焊接顺序作了补充和调整。

6.5.2 罐壁的焊接顺序,各施工单位的做法基本上一致,本条规定了推荐的焊接顺序。

6.5.5 原规范的规定适用于单盘式浮顶焊接,本次修订时,根据施工需要和经验,对双盘式浮顶焊接顺序作了要求。

2 针对浮顶船舱渗漏质量问题,施工标准和设计标准的编制单位、国内设计和施工企业专家就浮顶底板焊缝的设计、焊接顺序、检测方法、检测时机等问题进行多次研讨。本款是根据研讨会精神及多家施工企业的施工经验,对浮顶底板的焊接顺序进行了规定。

6.5.6 本条为新增内容。由于支柱或其他较大刚性构件周围焊缝受力较大,为确保安全,参照美国石油学会标准《钢制焊接油罐》

API 650 和现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 的规定,要求其周围 300mm 范围内的底板焊缝应双面连续焊。

6.6 修补与返修

6.6.1 本条只适用于储罐制造、运输和施工过程中产生的各种表面缺陷。钢材在轧制过程中出现的表面质量问题,应按相应的钢材技术条件或产品标准加以处理。

打磨平滑是指打磨后与母材表面的过渡坡度应小于 $1/4$ 。

6.6.2 本条为新增条款,规定了焊缝表面缺陷的修补要求,表面质量不符合本规范第 7.1.2 条的要求时需进行修补。

6.6.3 本条明确了焊缝内部缺陷的修补要求。焊缝缺陷返修前,应用超声波探测缺陷的埋置深度,然后用角向磨光机或碳弧气刨从离缺陷较近的表面起清除缺陷。清除长度不应小于 50mm,深度不宜大于板厚的 $2/3$ 。

6.6.4 本条焊接的修补,宜采用回火焊道,系指最低标准屈服强度大于 390MPa 的低合金钢。但回火焊道对于板厚较大的碳锰钢焊缝修补也是有好处的,可消除或减少焊趾的氢集聚,改善热影响区的组织结构,防止焊趾裂纹。实际操作时,回火焊道是指在成型的焊道表面再焊一道比原焊道窄的凸起焊道(见图 6.6.4 所示),其作用是对盖面道焊的焊缝金属进行的一次加热(或叫热循环),此加热作用相当于对前道焊缝金属进行回火,故而称为“回火焊道”。一般情况下,回火焊道应打磨掉,修整至要求的余高并与母材圆滑过渡。

6.6.5 本条为新增条款。明确了不锈钢储罐焊缝的返修技术要求。

6.6.6 本条为新增条款。在原规范的基础上,明确了同一部位的返修次数和返修工艺的要求。

6.6.7 本条将原规范中 6.4.4 中关于修补的内容作了调整,与本节内容相适应。

7 检查及验收

7.1 焊缝的外观检查

7.1.2 本条以现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683 中对接接头焊缝的表面质量标准Ⅱ级为基础,并考虑了储罐本身的特殊性,参照国内标准,对储罐焊缝的表面质量作了有针对性的规定。

2 我国现行规范对焊缝咬边深度的限制不分纵缝或环缝。国外储罐标准均按纵缝和环缝对咬边深度分别提出不同要求。应该说,分别提出要求是适宜的。但考虑到应用方便以及保持和国内标准一致,咬边深度按现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683 中Ⅱ级标准进行检查。

3 大角缝的内角焊缝是容易产生事故的部位,因此从大型储罐安全性和可靠性角度对其进行全面的研究,从接头结构、焊缝形状和尺寸、静载能力、低周疲劳强度、应力腐蚀及地震反应等多方面获取控制角焊缝质量的有效措施。一般来说,焊缝表面应能满足平缓过渡要求,否则应由打磨来完成,且要求内角焊缝罐底一侧不应有咬边。

5 浮顶和内浮顶储罐罐壁内侧焊缝的余高,由于浮顶升降的需要,应用打磨的方法使其不大于 1mm。其他对接焊缝的余高,由于考虑射线检查的需要,可在表 7.1.2 规定的基础上适当的减小。

7.2 焊缝无损检测及严密性试验

7.2.1 本条是强制性条文,必须严格执行。《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004 和《特种设备无损检测人员考核与

监督管理规则》(国质检锅〔2003〕248号)规定了对无损检测人员考核及持证的要求。储罐无损检测工作的专业性强,责任重大,直接涉及储罐的质量以及储罐的安全生产、人民生命财产的安全,而无损检测的质量在很大程度上是由负责和执行无损检测人员的专业能力所决定的,因此对无损检测人员的资格必须严格管理。

7.2.3 罐底焊缝的检查,美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 及原规范均有具体要求。本条规定的真空试验负压值不低于 53kPa 系引自日本标准。原规范中本条为强制性条文,本次修订时,综合参编单位、各施工单位和设计单位的意见,调整为一般条款。

7.2.4 本条规定了罐壁焊缝的无损检测在设计文件无要求时,按本条相关规定执行。本次修订参照了美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 和现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341,综合考虑储罐射线检测施工的现状,对罐壁的无损检测要求进行了调整。

1 修订了底圈壁板和其他各圈壁板 100%检测的厚度,即统一规定为壁板厚度大于或等于 25mm 的纵向焊缝进行 100%射线检测。

2 环向焊缝的检测沿用原规范的要求,条文叙述未涉及焊工人数。

3 根据美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650—2007 第 8.1.2.2 规定,“T”字焊缝部位检测的有效覆盖长度以“每张照片在纵向交点每一侧应清晰显示不小于 75mm 的纵向焊缝和 50mm 的焊缝长度”、“每张照片在交点每侧应清晰显示不小于 75mm 的纵向焊缝和 50mm 的焊缝长度”为要求。为避免规范执行中的争议,本次修订时对“T”字焊缝的检测作了明确的规定,即“T”字焊缝处在环缝方向和纵缝方向各检测 300mm,环缝方向的底片中心应位于“T”形接头中心交点,同时满足美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 和现行国家标准《立式圆筒形钢制焊

接油罐设计规范》GB 50341 的要求。

4 本款为新增内容,与现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 保持一致。

7 本款为新增内容。随着衍射时差法超声波检测技术(TOFD)的发展,尤其是和计算机的结合,使得对焊缝探测部位的记录成为可能。TOFD 技术的优点是缺陷检出能力强,缺陷定位精度高,检测过程安全,对人体和环境无伤害,检测速度快,检测数据可以用数字形式永久保存;TOFD 的优点适应了当前工程建设快速、高效、对安全要求越来越高的特点。《承压设备无损检测 第 10 部分:衍射时差法超声检测》NB/T 47013.10—2010 已颁布实施,可以有效提高检测效率,实施过程中,其检测部位和比例应与射线检测要求相同。

7.2.5 研究报告显示,储罐底圈壁板和罐底边缘板的“T”形接头的罐内角焊缝的起裂点常发生在罐底边缘板一侧的焊趾部位,因而本规范规定对边缘板的厚度大于或等于 8mm,且底圈壁板的厚度大于或等于 16mm,或标准屈服强度下限值大于 390MPa 钢板的该部位焊缝进行严格的检查。

7.2.6 针对浮顶船舱渗漏质量问题,施工规范和设计规范的编制单位、国内设计和施工企业专家就浮顶底板焊缝的设计、焊接顺序、检测方法、检测时机等问题进行了多次研讨。本条款是根据研讨会精神及多家施工企业的施工经验,参照美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 和日本工业标准《钢制焊接油罐结构》JIS B8501 标准,对浮顶的检测方法、检测时机等分 5 方面作了详细规定:

1 增加了对单盘板焊缝的检测要求,明确了真空箱法试漏的负压保持时间。

2 近年来建造的储罐,因存储介质的不同,部分设计文件对浮顶底板有双面连续焊的要求。为及时发现焊接缺陷,保证浮顶底板焊缝的质量,本次修订明确规定了应在浮顶底板上部焊缝焊

完并采用真空箱法进行检查合格后再进行下部焊缝焊接,上、下部的连续焊缝全部完成后再进行一次煤油渗漏试验。

3 浮舱顶板焊缝的检测方法,是结合了施工经验及美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 的要求进行修订的,即“应采用真空箱法进行密封性试验或逐舱鼓入压力为 785Pa(80mm 水柱)的压缩空气进行严密性试验,稳压时间不小于 5min,均以无渗漏为合格”。

4 现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341—2003规定“单盘式浮顶的所有浮舱,应分别满足气密性要求。双盘式浮顶最外圈浮舱,应分别满足气密性要求,其余各浮舱,除环板与顶板以及隔板与顶板的焊缝外,均有一面为连续焊”,即双盘式浮顶除最外圈浮舱外,不一定具有密封结构。本次修订与该规范协调一致,对有密封结构的浮舱规定做气密性试验,密封结构浮舱由设计图样给出规定。

5 补充规定了受结构限制不能进行密封性试验时的检测方法。

7.2.7 除罐体上开孔周围在运行中受较大的应力集中引起的二次应力外,罐体上的人孔和接管及其补强板的焊接由于焊根拘束度大,往往导致焊接区残余应力过大或焊接冷裂纹。特别在罐壁下部,由于使用高强钢(本规范指最低标准屈服强度大于 390MPa 的钢种)和厚板,使问题更加突出。本条的意图是防止焊接冷裂纹及可能诱发裂纹的其他焊接缺陷残留在焊件上,以使储罐能长期安全运行。为此,对下部的罐体开孔的角焊缝表面进行渗透或磁粉检测是完全有必要的。

7.2.9 射线检测、超声检测、磁粉检测和渗透检测均按现行行业标准《压力容器无损检测》JB 4730(NB/T 47013)的规定执行,使之更能准确地体现储罐的焊接质量。

射线检测和超声检测的技术等级和合格级别仍执行原规范的规定;原规范中焊缝的磁粉检测和渗透检测合格级别不低于现行

行业标准《承压设备无损检测》JB 4730(NB/T 47013)规定的Ⅲ级,为加强质量控制,综合各参编单位的意见,本次修订时将合格级别提升为Ⅱ级。

衍射时差法超声检测(TOFD)技术应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第10部分:衍射时差法超声检测》NB/T 47013.10—2010的规定。

7.3 罐体几何形状和尺寸检查

7.3.1 本条规定了罐体焊后几何尺寸偏差。

2 罐壁铅垂偏差美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 规定为 $H/200$,英国标准《在室温和高于室温条件下液体储存所用现场建造的立式、圆柱形、平底地上用钢制焊接储罐的设计和制造规范》BS EN14015 规定为 $H/200$,最大不大于 50mm。根据国内长期施工经验,此款仍沿用原规范的要求。

5 原规范第 5 款不属于罐体几何形状及尺寸范畴故删除,边缘板焊接后会收缩,同时由于放样的中心位置变化,可能导致底圈壁板外表面沿径向至边缘板外缘的距离不均,检查和验收出现歧义,《钢制焊接油罐》API 650、《钢制焊接油罐结构》JIS B8501 和《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341—2003 均规定“底圈壁板外表面沿径向至边缘板外缘的距离不应小于 50mm,且不宜大于 100mm”,故增加此条。

7.3.3 本条规定了浮顶的局部凸凹度要求。

2 由于单盘板及内浮顶板厚度小,面积大,在使用中呈薄膜状,不能形成固定的表面形状,其局部凹凸变形测量不准确。若焊后在有依托的情况下对其测量,并不能反映出它在工作状态下的表面平整度。各国标准对单盘板及内浮顶板局部凹凸变形均不作规定。本规范对此也不作具体的规定。

7.3.4 本条为新增条款。规定了外浮顶的外边缘板与底圈壁板之间的间隙允许偏差,以保证浮顶的升降平稳和一、二次密封的

效果。

7.3.5 本条为新增条款。目前国内采用的内浮顶有钢制、不锈钢、铝制等多种材料,钢制内浮顶多采用焊接,其他材质的均为现场铆接或栓接,本条规定了内浮顶组装、焊接后的几何尺寸要求。

7.3.6 本条为新增条款。规定了固定顶的焊后几何尺寸要求。

7.3.7 本条为新增条款。工程中常见的网壳为单层网壳,且直径都不大于 80m,故而在此规定了单层球面网壳组焊后对外压设计载荷下网壳允许挠度的要求。

7.4 充水试验

7.4.1 本条沿用原规范的规定。

7.4.2 近年来,大型储罐的建造大多位于沿海地带,淡水资源缺乏,充水试验有的采用河水或海水,本条第 3 款对储罐充水试验用水放宽了要求,修订为“充水试验宜采用洁净淡水,试验水温不低于 5℃;特殊情况下,采用其他液体为充水试验介质时,应经有关部门批准”,但对于不锈钢罐充水试验的水质提出了严格要求。对水温的要求是根据材料的脆性转变温度提出的,对水温的要求为不应低于 5℃。

原规范中对充水试验中的“不允许的沉降”的概念较为模糊,本次修订时明确了这一概念,即“当沉降观测值在圆周任何 10m 范围内不均匀沉降超过 13mm 或整体均匀沉降超过 50mm 时”。当超过这一允许范围时,应引起重视,并进行评估和采取有效措施后方能继续试验,以避免事故发生。

7.4.4 设计最高液位是指储罐高限液位报警孔位置的液面高度。无报警孔的按设计规定的最高液位。

7.4.5 固定顶强度及严密性试验,一般也称为罐顶正压试验。试验过程中,对压力计应设专人监视,严防超压,试验终止必须打开透光孔。

对于设有环形通气孔等不具有密封结构的固定顶罐,按照现

行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 相关条款规定可不作固定顶的强度及严密性试验。

7.4.6 固定顶稳定性试验又称罐顶负压试验。试验时必须充水至设计最高液位,以防把罐壁抽瘪。在试验负压下,如罐顶产生局部弹性凹陷,恢复常压时局部凹陷消失,罐顶稳定性仍为合格。

对于设有环形通气孔等不具有密封结构的固定顶罐,按照现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341 相关条款规定可不作固定顶的稳定性试验。

7.4.8 本条规定了浮顶排水管在油罐充水试验前后分别进行水压试验,其原因详见第 5.7.4 条条文说明。

7.4.9 基础的沉降观测,长期以来由储罐安装单位承担,而安装施工图中均未表示基础的不均匀沉降量,不利于按规范进行沉降观测,如出现问题责任难以分清,本规范未明确规定由安装单位或基础施工单位进行基础沉降观测,可由业主或监理单位共同商定基础沉降观测的施工单位。

7.5 工 程 交 工

7.5.2 本规范列出的竣工资料名录仅是竣工资料的基本内容,根据实际情况可增加竣工资料内容,所列内容条款中属于通用部分的附录 C 中未制订表格。若合同有规定,应按合同规定执行。

7.5.3 推行储罐装设铭牌的规定,有利于加强施工单位、设计单位的责任心,提高储罐质量,促进储罐建造的标准化。本规范参照美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API 650 的有关内容,并结合我国情况对储罐铭牌作了详细规定。

附录 A T 形接头角焊缝试件制备和检验

A. 0. 1 随着储罐建造的大型化发展趋势,目前所知的罐底环形边缘板的厚度达 25mm,底圈壁板接近 45mm,原规范图 A. 0. 1 中的尺寸不能满足 A. 0. 4 及试验要求。此时,试样在长度满足图 A. 0. 1 中 $12t+T$ 的同时,还需满足弯曲角度为 60° 的要求。根据试验设备的参数和本附录规定,对图 A. 0. 1 的尺寸进行了调整。

A. 0. 4 本次修订时,增加了 $t=25\text{mm}$ 时 D 的尺寸。

A. 0. 5 本次修订综合考虑了试验的合格状态、记录状态和测量位置等因素,修订了原规范实施过程中易出现争议的相关规定。

S/N:1580242·475



9 158024 247503 >



统一书号: 1580242·475

定 价: 20.00元

《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》勘误

由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版的《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB 50128-2014 勘误如下：

一、正文 5.3.3 由“搭接宽度不应小于\60mm”改为“搭接宽度不应小于 60mm”；

二、正文 5.4.1 由“应对预制成型的壁板的几何尺寸进行检查”改为“应对预制壁板的成型尺寸进行检查”；

三、正文 5.6.6 由“焊道应按规定检查合格后进行顶板和附件的安装”改为“焊道应按规定检查合格后再进行顶板和附件的安装”；

四、正文 5.7.1 条第 3 款由“法兰的螺栓孔应在跨中安装”改为“法兰的螺栓孔应跨中安装”；

五、正文 6.6.4 由“罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa 的焊接应返修”改为“罐壁钢板的最低标准屈服强度大于 390MPa 的焊接返修”，去掉“应”字；

六、正文 7.4.5 由“应在罐内水位设计最高液位下 1m 时进行缓慢充水升压”改为“应在罐内水位低于设计最高液位 1m 时进行缓慢充水升压”。