|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | （暂时没有确定） |
| CCS  |

|  |
| --- |
| D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png （ZPMA） |

（暂时没有确定） |

团体标准

T/ZPMA 001—2024

危化品储罐设计与制备技术规范

Technical Specification for the Design of Hazardous Chemical Storage Tankst

（征求意见稿）

2023 - XX - XX发布

2023 - XX - XX实施

浙江省职业经理人协会  发布

目次

前言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 4

4 设计工艺 5

5 选材工艺 8

6 制造工艺 12

7检查与验收 16

附录A （资料性） 奥氏体不锈钢贮罐 20

附录B （资料性） 本标准未列材料的使用 21

附录C （资料性） 推荐的承包商报告内容 22

1. 前言

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

本文件由浙江南化防腐设备有限公司提出。

本文件由浙江省职业经理人协会归口。

本文件起草单位：浙江南化防腐设备有限公司等

本文件主要起草人：陈晓宇等

危化品储罐设计与制备技术规范

* 1. 范围

1.1范围

1.1.1本标准所指的储罐是指设计压力大于或等于0.1 MPa且不大于4 MPa，金属温度不高于121℃（250℉）的常压立式圆筒形钢制焊接储罐。

1.1.2本标准适用于建造在地面上、储存含硫污水、含硫石脑油、废碱、丙酮、乙醇等化学危险品以及其他类似液体的储罐的设计与制备。

1.2总则

1.2.1本标准所给出的规定不能包括全部的设计和制备细节，对于某些特定的设计本标准未给出的规定，应由承包商据供设计和制备细节，并经业主授权的代表同意，并且这些细节提供的安全性要与本标准提供的相符。

1.2.2与按本标准制备储罐的罐体相连接的内部和外部接管，超出以下范围的不在本标准规定范围内：

1. 螺栓连接法兰的第一个法兰密封面。
2. 罐体外侧螺纹连接的第一个螺纹接头。
3. 焊接连接的第一道环向接头[与外部管线连接的大于 DN50mm（2in）的接管，应伸出罐体外至少200mm （8in），并应限界于栓接法兰]。
	1. 规范性引用文件

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

国内规范性引用文件

GB 150 钢制压力容器

GB/T699 优质碳素结构钢技术条件

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 3077 合金结构钢技术条件

GB 3193 铝及铝合金热轧板

GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板及钢带

GB/T 3375 焊接术语

GB 6654 压力容器用钢板

GB 6479 化肥设备用高压无缝钢管

GB/T 8163 输送流体用无缝钢管

GB/T 9112 钢制管法兰类型与参数

GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范

GB/T 19292.1-2003 金属和合金的腐蚀大气腐蚀性分类

GB/T18570 涂覆涂料前钢材表面处理

GB/T 1766 色漆和清漆涂层老化的评级方法

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理

GB/T 1766 色漆和清漆涂层老化的评级方法

JB/T 4709 钢制压力容器焊接规程

JB4726 压力容器用碳素钢和低合金钢锻件

JB4727 低温压力容器用碳素钢和低合金钢锻件

JB 4728 压力容器用不锈钢锻件

JB 4730 压力容器无损检测

HG 20592 钢制管法兰型式、参数（欧洲体系)

HG 20615 钢制管法兰型式、参数（美洲体系)

SY/T 0407 涂装前钢材表面处理规范

国外规范性引用文件

A131 船用结构钢

A283 低、中强度的碳素钢板

A285 压力容器用低、中强度碳素钢板

A312 奥氏体不锈钢无缝和焊接钢管

A516 中低温压力容器用碳素钢板

A537 压力容器用热处理碳锰硅钢板

A573 改善韧性的碳素结构钢板

A633 正火高强度低合金结构钢

A662 中低温压力容器用碳-锰钢板

A678 结构用调质碳钢板和高强度低合金钢板

A737 压力容器用高强度低合金钢板

A841 用热控制轧制工艺(TMCP)生产的压力容器用钢板

API650 钢制焊接油罐

BS EN14015 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

JIS B8501 钢制焊接油罐结构

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

设计压力 design pressure

操作时储罐顶部气相空间的最大正压力(表压)，它是储罐安全泄放装置压力设定的依据。设计压力与本标准所指储罐的“公称压力”的意义相同。

罐体 tank wall

限定储罐范围的各种回转体表面的全部板壳，使储罐内部与周围大气隔开。圆筒形储罐的平底包括在罐体内。因此，罐体包括罐壁、罐顶和罐底。但是，不包括下列任何位于罐体上或伸出罐体外的部件：

1. 接管、人孔、补强圈或盖板。
2. 隔板、连接板、桁架、结构支柱或其他构件。
3. 从罐体上突出的抗压圈角钢、扁钢或钢梁部分。
4. 其他的附件。

焊接术语 welding term

焊接术语定义见 GB/T 3375。

业主 purchaser

顾客。

承包商 contractor

承担设计或制造并具有相应资质的单位。

复涂 overcoating

在现有涂层表面进行再次涂装。

重涂 recoating

不合格涂层全部清除，重新进行涂装。

* 1. 设计工艺

整体设计

对于Vg≤1000m3的储罐，可采用等厚度设计。此时，最省材料的经济尺寸是：当储罐直径与高度相等时，制造材料最节省。

对于Vg＞1000m3的储罐，应采用不等壁厚设计，此时，最省材料的经济尺寸是：

$$H=\sqrt{\frac{[σ]∅(S\_{1}+S\_{2})}{γ}}$$

式中，H——储罐高度，mm；

[$σ$]——材料许用应力，Mpa；

$∅$——焊缝系数；

$γ$——储液比重，kg/m3；

S1——储顶厚度，mm；

S2——储底厚度，mm；

由上式可知，储罐的高度取决于灌顶和罐底的厚度以及材料的许用压力，与其容量无关。

$$D=\sqrt{\frac{4V}{πH}}$$

式中，D——储罐直径，mm；

V——储罐容量，m3。

由上式即可求出储罐直径。

由上式即可求出储罐直径。在确定储罐的设计容积时，储罐安全高度还应考虑液位的极限波动及消防的要求(储罐的空气泡沫接管到储液面之间应留有一定高度，以保证储液面上泡沫覆盖层能有足够厚度)。固定顶储罐储存系数取值:化工原料罐或成品罐取 0.9。

罐壁设计

对于立式圆筒储罐而言，其设计压力值建议选用常压或者是接近常压。参考罐壁所承受的最大应力可进行罐壁钢板对应厚度的有效计算，通过研究分析可知，根据每层罐壁板下端位置的应力难以最终决定罐壁板的实际厚度，为此可参考所需的静液压值进行计算得出结果，其中，该值是与储罐罐壁板从上到下一定距离能获取的最大应力相对应的，自下而上，上升的距离可确定是三百毫米。

定点法和变点法是两种主要的罐壁厚度的计算手段，其中变点法能够将相邻罐壁间不同厚度所产生的影响充分考虑在内，对每一圈罐壁板采用距罐壁板底面高度不同的设计点计算厚度，进而使得所产生的最大应力能够尽可能与钢板的许用应力较为接近；定点法在确定每圈板的厚度时通常是将高于每圈罐壁板底面位置0.3米位置处的液体压力作为相关指标，该种手段在容积相对较小的储罐罐壁设计中较为常用，若是将其用在拥有较大直径储罐设计中，则会出现应力值跟实际测试所得出的应力值存在有较大偏差的问题，因此设计大型储罐罐壁的时候建议采用变点法。

此外，当位于地震烈度相对比较高的位置，由于地震弯矩对其所产生的直接影响使得罐壁易催生局部倾覆情况，为此需在罐壁抗震验算时对其许用临界应力实施合理校核，并认真调整罐壁强度计算结果。

罐底设计

坡度选择

因为基础发生沉降容易导致罐底板形成较大变形情况，若是变形超过相应限度则会使底板焊缝出现拉裂状况，为此需及时采取相应的反变形措施，具体来说应该在基础和底板之间进行坡度的有效设置，呈现出“中间高、周围低”的状态，其中，一般的坡度值可取1.5%，软基础可取3%。

设计排版形式

储罐直径小于等于十二米的时候可选用等厚底板，其直径大于十二米的时候，因为储罐的罐壁与其底部实现连接的周边位置存在有较大的边缘应力，为此需将厚度较大的外圈板设置于中幅板外圈位置，就其排版形式而言，采用整张钢板实施大块板对焊，且大块板相互之间能够使用带垫板对接焊形式，相较于一般的条形排版，该种方式更具优势。

罐壁跟罐底间的连续问题：外部环境温度比较低的时候，可运用全焊透的角焊缝与相应的检查措施力排缺陷问题；针对地震强度较大的地区可运用加强结构。

罐顶设计

锥顶盖与球面拱顶是两种较为常见储罐罐顶形式。具体来说，在立式圆筒储罐中，球面拱顶形式的运用较为广泛，其容积范围通常是100至50000立方米，若是储罐外部所承受的压力相对较大或者其直径较大的时候，一般会将加强肋焊接于拱顶位置上，罐顶板作用在于能够起到较为良好的密封作用。

直径大于四十米的储罐，其罐顶支撑通常选用的是网架形式，网架会承受罐顶上存在的所有外部荷载，待网架将荷载分解后，空间杠杆成为二力杆，其主要作用在于承受轴向上的受拉与受压，具备较好的受力性能，所以说网壳顶拥有较轻质量以及较大承载能力的相关优势特点。自支撑式拱顶储罐跟其罐壁的连接位置处会受到由罐顶位置传递来的外部荷载，其能够被分解成为横向力及纵向力，为避免失稳状况的发生需进行边角钢的合理设置。

抗风圈与锚固设计

若是储罐处于风压力比较大的位置，罐体刚度直接决定储罐的罐壁稳定性能，一般选用外加型钢方式促使罐体刚度得以强化，大型敞口式储罐需进行顶部抗风圈的有效设置，旨在维持储罐罐体的整体形状以及圆度、稳定性；为防止储罐受风荷载、地震或其共同作用，需要设置锚栓。

防腐层设计

4.6.1设计储罐时应考虑防腐蚀的要求；储罐的外防腐施工应做到与主体工程同时设计、同时施工、同时投用。

4.6.2 储存介质温度不超过 60℃、无保温层的地上储罐防腐层的等级与结构，应根据不同的大气腐蚀分类和设计寿命要求，可参照表1的规定选择。其中，大气腐蚀性分类依据《金属和合金的腐蚀大气腐蚀性分类》GB/T 19292.1-2003 的规定执行。

4.6.3储存介质温度低于 100℃、有保温层的储罐的防腐层结构可参照表 2的规定选择。

4.6.4储罐的边缘板可采用弹性防水涂料贴覆无蜡中碱玻璃布或防水胶带的防腐蚀措施；当采用弹性防水涂料贴覆玻璃布时，应符合下列要求：

1. 底漆的黏度应为50~60s (涂-4杯)。
2. 一次弹性胶泥应在罐壁与罐外边缘板之间填注压紧并形成平整的斜面；二次胶泥厚度不得小于3mm，应使面漆的厚度均匀分布。
3. 底板与罐基础接触部分的空隙应采用弹性防水材料填充。
4. 玻璃布的贴覆接缝处重叠不应小于 50mm，且不应有褶痕。
5. 无保温层的防腐层设计

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设计寿命（年） | 防腐层结构 | 大气腐蚀分类 | 防腐层厚度（μm） |
| 底漆 | 中间漆 | 面漆 | 设计总厚度  |
| 2~5 | 氯化橡胶(底+面) | 中等以下腐蚀 | 60 | — | 80 | 140 |
| 较强腐蚀 | 80 | — | 80 | 160 |
| 强腐蚀 | 80 | — | 120 | 200 |
| 氯醚（底+面） | 中等以下腐蚀 | 60 | — | 80 | 140 |
| 较强腐蚀 | 80 | — | 80 | 160 |
| 强腐蚀 | 80 | — | 120 | 200 |
| 高氯化（底+面) | 中等以下腐蚀 | 60 | — | 80 | 140 |
| 较强腐蚀 | 80 | — | 80 | 160 |
| 强腐蚀 | 80 | — | 120 | 200 |
| 环氧+聚氨酯 | 中等以下腐蚀 | 80 | — | 40 | 120 |
| 较强腐蚀 | 100 | — | 60 | 160 |
| 5~15年 | 环氧+聚氨酯  | 较强以下腐蚀 | 120 |  | 80 | 200 |
| 强腐蚀 | 170 |  | 80 | 250 |
| 环氧锌+环氧+聚氨酯；无机锌+环氧+聚氨酯 | 较强腐蚀 | 60 | 60 | 80 | 200 |
| 环氧锌+环氧+氟碳；无机锌+环氧+氟碳 | 强腐蚀 | 80 | 90 | 80 | 250 |
| 环氧锌+环氧+氧化硅；无机锌+环氧+氧化硅 | 强腐蚀 | 80 | 90 | 80 | 250 |
| ≥15 | 环氧锌+环氧+聚氨酯；无机锌+环氧+聚氨酯 | 中等以下腐蚀 | 80 | 90 | 80 | 250 |
| 环氧+环氧+氟碳；环氧锌+环氧+氟碳；无机锌+环氧+氟碳 | 较强腐蚀 | 80 | 140 | 80 | 300 |
| 强腐蚀 | 80 | 140 | 100 | 320 |
| 环氧+环氧+氧化硅；环氧锌+环氧+氧化硅；无机锌+环氧+氧化硅 | 较强腐蚀 | 80 | 140 | 80 | 300 |
| 强腐蚀 | 80 | 140 | 100 | 320 |

注：氯化橡胶=水性氯化橡胶涂料；无机锌=无机富锌涂料；环氧锌=环氧富锌涂料；硅氧烷=聚硅氧烷涂料；氯醚=氯醚橡胶涂料；聚氨酯= 丙烯酸聚氨酯涂料；氟碳=交联型氟碳涂料；环氧=液体环氧(或改性环氧)涂料；高氯化= 高氯化聚乙烯涂料。

1. 保温层下的防腐层结构

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 底漆 | 面漆 | 设计总厚度（μm） |
| 类型 | 道数 | 涂膜厚度（μm） | 类型 | 道数 | 涂膜厚度（μm） |
| 酚醛改性环氧涂料 | 1~2 | 120 | 酚醛改性环氧涂料 | 1~2 | 130 | 250 |
| 无溶剂环氧涂料 | 1 | 100 | 无溶剂环氧涂料 | 1~2 | 200 | 300 |

* 1. 选材工艺

罐体材料

一般规定

1. 材料的技术条件

按本标准制备的储罐所使用的材料，应符合本章的要求（对于特殊材料的要求见附录A)，采用其他标准生产的材料，若满足本章所列材料规范的全部要求，并经业主同意，也可以选用。

1. 不能完全鉴别的材料

对于已有的板材或管材，如果不能确认与本标准所列材料的技术条件完全一致，应按附录B规定进行检验，验证合格后，可用于建造符合本标准规定的储罐。

1. 受压附件

所有受压附件，如管件、阀门、法兰、接管、焊接短管、焊接盖板、人孔构件和盲法兰盖均应使用本标准规定的材料制造，特殊部件可使用ANSI标准认可的材料制造。

1. 小型零部件

小尺寸的铸件、锻件或轧制件。当没有工厂试验报告或合格证书时，只要检验员判定其适用于指定的用途，对焊接件是可焊的材料等级，则这些部件是可以使用的。

钢板

承受薄膜应力的钢板，或对储罐的整体结构起重要作用的钢板(包括平底圆筒形储罐的罐底边缘板)，均应符合所选择材料的规范，罐壁所使用钢板在最低日平均环境温度下，应具有较高的抗低温脆性破坏的能力。

任何情况下，业主应规定设计温度，储罐使用的板材应符合表3、表4中对温度使用范围的要求。

1. 中国钢板标准及最低技术要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 钢号 | 使用范围 | 钢板标准 | 备注 |
| 设计温度℃ | 最大板厚mm |
| 1 | Q235-A.F | >0 | 12 | GB/T 3274 |  |
| 2 | Q235-A | >0 | 20 | GB/T 3274 |  |
| 3 | Q235-B | >0 | 24 | GB/T 3274 |  |
| 4 | Q235-C | >0 | 30 | GB/T 3274 |  |
| 5 | 20R | >-20 | 34 | GB 6654 | a，b，c |
| 6 | 16MnR | >-20 | 34 | GB 6654 | a，b，c |
| 7 | 16MnDR | ＞-40 | 16 | GB 3531 | c |
| 8 | 15MnNbR | >-20 | 34 | GB 6654 | b，c |
| 9 | 12MnNiVR | >-20 | 34 | GB 19189 | b，c |
| 10 | 07MnNiMoVDR | ＞-40 | 16 | GB 19189 | b，c |
| a厚度大于 30mm 的钢板应在正火状态下使用。b厚度大于30mm的16MnR，20R，15MnNbR，应逐张进行超声检测，按JB 4730的规定，III级为合格。调质供货的钢板，应逐张进行超声检测，按 JB 4730 的规定，II级为合格。c应按要求进行夏比 V 型缺口冲击试验。 |

1. ASTM钢板标准及最低技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 钢号 | 使用范围 | 备注 |
| 钢板标准 | 等级 | 设计温度℃ | 公称厚度 |  |
| 1 | ASTM A36 |  | ≥18 | ≤25 |  |
| 2 | ASTM A36 修正 2 |  | ＞-4 | ≤25 |  |
| 3 | ASTM A131 | B | ≥-4 | ≤25 |  |
| ≥-20 | ≤12 |
| CS | ≥-20 | ＞12 |  |
| ≥-37 | ≤25 |
| ≥-37 | ＞25 |  |
| 4 | ASTM A516 | 55，60，65，70 | ≥-20 | ＞12 |  |
| ≥-37 | ≤12 |
| ≥-37 | 14~25 |
| ≥-37 | ＞25 |
| 5 | ASTM A573 | 58，65，70 | ≥-20 | ＞12 |  |
| ≥-37 | ≤12 |
| 58 | ≥-37 | 14~25 |
| ≥-37 | ＞25 |
| 6 | ASTM A537 | 级别1和级别2 | ≥-37 | ≤25 |  |
| ≥-37 | ＞25 |
| 7 | ASTM A662 | B，C | ≥-20 | ＞12 |  |
| ≥-37 | ≤12 |
| ≥-37 | 14~25 |
| ≥-37 | ＞25 |
| 8 | ASTM A633 | C，D | ≥-37 | ≤25 |  |
| ≥-37 | ＞25 |
| 9 | ASTM A678 | A，B | ≥-37 | ≤25 |  |
| ≥-37 | ＞25 |
| 10 | ASTM A737 | B | ≥-20 | ＞12 |  |
| ≥-37 | ≤25 |
| ≥-37 | ＞25 |
| 11 | ASTM A841 | 1 | ≥-37 | ≤25 |  |
| ≥-37 | ＞25 |
| 厚度大于 38mm（1'/2in)的钢板均应为正火板。钢板应是正火或淬火加回火的钢板。 |

5.1.2.1钢板标准

一般要求：钢板标准应按下面所列的各项规定执行。

中国标准：

a) GB/T 700。

b) GB/T 3274。

c) GB 3531。

d) GB 6654。

e) GB 19189。

ASTM 标准：

a) ASTM A20。

b) ASTM A36，并需符合以下 API修正的要求：

1)要求锰含量范围为0.80%~1.20%。

2)供应的材料不应是沸腾钢或半镇静钢。

c) ASTM A131 (仅结构级)。

d) ASTM A283 [仅C级和D级，且最大公称厚度为19mm (3/4in)]。

e) ASTM A285 [仅C级，且最大公称厚度为19mm (3/4in)]。

f) ASTM A516，并需符合以下API修正的要求:

1)修正1要求熔炼分析最大碳含量为0.20%；允许最大锰含量应为1.50%。

2)修正2要求熔炼分析最低锰含量降至 0.70%和最大锰含量增至 1.40%。熔炼分析最大碳含量应限制到0.20%。钢为正火钢。熔炼分析最大硅含量可增至 0.50%。

g) ASTM A537，并需符合以下API修正的要求:

1)熔炼分析最低锰含量应为0.80%。

2)熔炼分析，如最大碳含量为0.20%，其最大锰含量可增至1.60%。

h) ASTM A573。

i) ASTM A633 (仅C级和D级)。

j) ASTM A662 (仅 B级和C 级)。

k) ASTM A678 (仅 A级和B级)。

1) ASTM A737 (仅B级)。

m) ASTM A841 (仅1级)。

5.1.2.2钢板制造

所有钢板均应采用电炉或碱性吹氧法冶炼，不应使用粗轧钢板。受压部件所用的钢板(除按表3与表4的要求确定厚度的钢板)，应按边缘基准厚度订货，以保证钢板厚度负偏差不大于0. 25mm (0. 01in)，这一规定并不禁止使用按重量基准订货的钢板，但沿钢板边缘多点测量所确认的实际厚度，其最小值与设计所需厚度的负偏差不大于0.25mm (0.01in)。

注:使用钢板Q235-A.F、Q235-A、Q235-B、 Q235-C等碳素结构钢板时，钢板的厚度负偏差应按相应的标准，确定板厚时，应考虑厚度负偏差。

经业主同意，控轧钢板或热机控制工艺(TMCP)生产的钢板(为了提高缺口韧性，由指定的热轧工艺生产的材料)可用以取代要求正火处理的钢板。每张轧制钢板均应进行夏比 V 型缺口冲击试验。

钢管、法兰、锻件

储罐部件承受内压所用的钢管、法兰、锻件，应符合有关要求。

5.1.3.1 钢管

钢管应遵循下列标准之一，金属设计温度低于-20℃时，钢管材料应符合表3或表4的要求。

1. GB 6479。
2. GB/T 8163。

钢管标准的使用范围见表5。

1. 无缝钢管使用范围

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 钢号 | 使用范围 | 钢管标准 | 使用状态 |
| 设计温度℃ | 壁厚mm |  |  |
| 1 | 10 | ＞-20 | ≤16 | GB/T 8163 | 热轧或正火 |
| ＞-30 | ≤16 | GB 6479 | 正火 |
| 2 | 20 | ＞-20 | ≤10 | GB/T 8163 | 热轧 |
| 3 | 20 | ＞-20 | ≤16 | GB 6479 | 正火 |
| 4 | 16Mn | ＞-20 | ≤16 | GB/T 8163 | 热轧 |
| ＞-40 | ≤20 | GB 6479 | 正火 |

5.1.3.2组焊管件

组焊管件，如弯头、三通和U型弯头，按本标准有关章节规定，可采用熔焊的焊接方法制造。

5.1.3.3 法兰

法兰应遵循下列标准：

a) GB/T 9112。

b) HG 20592。

c) HG 20615。

d) ANSI/ASME B16.5。

e) ANSI/ASME B16.47 (B系列)。

用于板制接管法兰的钢板材料的物理机械性能应优于或等于上述标准的要求。

5.1.3.4 锻件

锻件应遵循下列标准：

a) JB 4726。

b) JB 4727。

c) JB 4728。

公称厚度大于300mm 或设计金属温度不大于-20℃的低合金钢锻件应选用Ⅲ级或 IV 级锻件。

5.1.3.5 韧性的要求

当设计温度低于-20℃时，承受内压的钢管、法兰、锻件应进行夏比 V 型缺口低温冲击试验，冲击试验要求应符合GB 150中的规定。

螺栓材料

螺栓可采用合金钢或低合金钢制造，并应符合或优于以下标准要求:

a) GB/T 699。

b) GB/T 700。

c) GB/T 3077。

螺栓、螺母材料的使用范围见表6。

表6 螺栓、螺母材料使用范围

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 钢号 | 钢材标准 | 使用状态 | 使用温度℃ | 备注 |
| 1 | Q235-A | GB/T700 | 热轧 | ＞-20 |  |
| 2 | 20，25，35 | GB/T699 | 正火 | ＞-20 | a |
| 3 | 30CrMoA | GB/T3077 | 调质 | ＞-100 | b |
| 4 | 35CrMoA | GB/T3077 | 调质 | ＞-100 | b |
| a20号、25 号钢只用于螺母。b当使用温度不大于-20℃时，应进行使用温度下的低温冲击试验。 |

结构型钢

所有承受压力载荷或对罐的整体结构起重要作用的结构型钢，所用材料应采用电炉或碱性吹氧法冶炼，并应符合以下标准：

a) GB/T 699。

b) GB/T 700。

c) GB/T 1591。

5.2焊接材料

5.2.1一般规定

焊接材料主要根据罐体母材进行选用。由于在罐内静水压的作用下，位于不同高度的壁板所受荷载不同，在储罐设计时，靠下部的壁板材料是根据强度条件确定的，上部几圈壁板则是按照刚性条件确定的，相应地储罐的上部与下部壁板的选材要求是不同的。随着罐容量的增大，对罐体材料的机械性能要求也越来越高，母材材质由普通碳素钢向优质碳素钢和优质合金钢转变。为了达到与母材强度相匹配，保证焊接接头强度，焊接材料也由酸性焊条转为碱性焊条。焊接材料的选取可参考下表：

表7 焊接材料的选用

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 母材钢号 | 手工焊 | 焊接材料牌号埋弧自动焊 | CO2气电焊 |
| 1 | Q-235 | E4303 | HO8，HO8A，HJ431 | DWS-43G |
| 2 | 20R、20g | E4315 | HO8A，HO8MnA，HJ431 | DWS-43G |
| 3 | 16Mn、 16MnR | E5015 | HIOMn2，HJ431 | DWS-43G |
| 4 | SS41 | E4303 | HO8，HO8A，HJ431 |
| 5 | SPV355 | E5015 | HIOMn2， HI431 |
| 6 | SPV490 | E7015、LB-62 | YE，NF-11H | EG-60 |
| 7 | Q235+16MnR | E4315 | HO8MnA，HJ431 | DWS-43G，EG-1 |
| 8 | SPV490+SS41 | E7015，LB-62 | Y-E，NF-11H | EG-60 |

5.2.2焊接材料的保管

一般焊接材料都易于受潮，而受潮后的焊接材料由于保护物质的变质，将大大降低其保护性，使水分内的有害物质——氢进人焊接接头，造成析氢现象而出现气孔或使焊缝变脆。为此，要将焊接材料存放在防潮库房内，并要求库房内的湿度不大于 60%。

5.2.3焊接材料的烘干

焊接材料在制造和运输过程中，虽然经过了必要的去湿、防潮处理，但还不能直接用于工程焊接，尤其是碱性焊条中含氢时将会导致焊接接头的脆断等失效现象，焊条的烘干条件如下表所列：

表8 焊接材料的烘干条件

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 焊材牌号 | 烘干温度/℃ | 烘干时间/h | 用前保温温度/℃ |
| E4303 | 150 | 1 | 100 |
| E4315 | 350-400 | 1.5~2 | 150 |
| E5015 | 350-400 | 1.5~2 | 150 |
| HJ431 | 250 | 1.5~2 | 100 |

5.2.4焊接材料的使用

1. 雨天、雪天，相对湿度90%以上，禁止焊接作业，但是，当采取了相应的措施，可避免不利因素的影响后，也可施焊。
2. 风速、手工焊不超过10m/s，气体保护焊不超过2m/s。
3. 气温0℃以下时不得焊接，0-15℃时进行50℃以下的预热不在此限，但-15℃及其以下时严禁施焊。
4. 低氢型焊条、焊剂、使用时必需使用保温焊条(剂)桶。

5.3化学防腐材料

防腐层材料包装应标明产品名称、型号、生产单位、生产批号、生产日期、有效期等，并应附有出厂合格证及产品说明书，产品说明书内容应包括材料的技术性能指标、施工方法、参考用量、贮存条件、贮存期及使用温度等。

防腐层材料应具有资质的检验机构出具的检验报告等产品质量证明文件，质量应符合本规范的规定，工程项目首批使用时应进行材料性能检验，使用过程中宜进行材料性能复验。

配套使用的防腐材料应由同一供方提供，相互匹配。防腐层底漆、中间漆、面漆颜色宜有所区别。

* 1. 制造工艺

6.1基本要求

本章包括的制造作法细则，是建造按本标准设计的常压立式圆筒形钢制焊接储罐的基本要求。

6.2制造工艺

6.2.1 按本标准设计的储罐，应按本标准的要求进行制造，同时应符合业主或订货单所规定的要求。

6.2.2当材料需要矫正时，应在划线或成型前进行，并应采用加压或其他不伤害材料的方法完成。在材料的矫正过程中，不应采用加热或锤击的方法，除非材料加热到锻造温度。

6.3罐体制造

6.3.1钢板下料

钢板、封头边缘以及其他零部件，应采用机械加工、剪切、磨削或用自动、半自动火焰切割方法加工成一定的形状和尺寸。采用火焰切割后，应用机械的方法去除材料在切割熔化过程中形成的熔渣和氧化皮等有害斑渍。

罐壁上的所有开孔不应采用电弧切割法，宜采用刀具切割。如果开孔采用手工火焰切割，则余留的非焊接边缘应进行机械加工或打磨光滑。

6.3.2罐壁、罐顶和罐底的成型

罐壁、罐顶和罐底的成型所有罐壁板应进行成型，并应遵循表8的规定，以满足储罐弯曲度及施工安装的要求。罐壁和罐顶的弯曲成型，应采用不影响材料机械性能的工艺。

表9 罐壁板成型数据表

|  |
| --- |
| 钢板及不锈钢板 |
| 钢板的公称厚度$δ$ | 钢板的公称直径 |
| mm | in | m | ft |
| ≥16 | ≥5/8 | 所有 | 所有 |
| 13≤$δ$＜16 | 1/2≤$δ$＜5/8 | ＜36 | ＜120 |
| 10≤$δ$＜13 | 3/8≤$δ$＜1/2 | ＜18 | ＜60 |
| 5≤$δ$＜10 | 3/16≤$δ$＜3/8 | ＜12 | ＜40 |
| 铝板 |
| 钢板的公称厚度$δ$ | 钢板的公称直径 |
| ≥16 | ≥5/8 | 所有 | 所有 |
| 13≤$δ$＜16 | 1/2≤$δ$＜5/8 | ＜27 | ＜90 |
| 10≤$δ$＜13 | 3/8≤$δ$＜1/2 | ＜15 | ＜50 |
| 5≤$δ$＜10 | 3/16≤$δ$＜3/8 | ＜9 | ＜30 |

6.4焊接

储罐焊接工程比较常见，在此简述常压立式圆筒形钢制焊接储罐的操作过程及焊接技巧。

立式圆筒形储罐是由中心轴垂直于地面的圆形罐壁、平的圆盘形罐底和不同形式罐顶组成立式罐体，由立式罐体、附件(如梯子、平台等)及配件(如液面测量、消防设施等）构成的储罐。

6.4.1焊接工艺评定

对于首次使用的钢种，应根据钢号、板厚、焊接方法及焊接材料等，按国家现行的标准规定进行工艺评定，以确定合适的焊接工艺。焊接工艺评定采用对接焊缝试件及T形角焊缝试件，其中对接焊缝试件做拉伸试验和横向弯曲试验。

6.4.2焊工要求

对于从事焊条电弧焊、埋弧焊以及气电立焊的普通焊工，通常应按GB50236-1998进行考核；对于按“特种设备焊接操作人员考核细则”考试合格并取得质量技术监督部门颁发的钢材类别、组别和试件分类代号合格证的焊工，可以从事储罐部位的焊接，不需要再考试。

6.4.3焊前准备

为了保证焊接质量，焊接设备应满足储罐焊接施工的要求，对于抗拉强度$σ$b≥430MPa、板厚≥13mm的罐壁对接焊缝应采用低氢型焊条施焊。焊材焊前应按表10的规定进行烘干和使用，烘干后的低氢型焊条应保存在100℃～150℃的保温筒内，随用随取。值得一提的是密封的药芯焊丝和密封盒装的药芯焊丝原则上不再烘干，药芯焊丝烘干后应冷却至室温才能使用。

表10 焊材的烘干与使用

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 种类 | 烘干温度℃ | 恒温时间h | 允许使用时间h | 重复烘干次数 |
| 非低氢型焊条(纤维素型除外) | 100~150 | 0.5~1 | 8 | ≤3 |
| 低氢型焊条 | 300~400 | 1~2 | 4 | ≤2 |
| 焊剂 | 熔炼型 | 150~300 | 1~2 | 4 | ... |
| 烧结型 | 200~400 | 1~2 |
| 药芯焊丝 | 200~350 | 1~2 | ... | ... |

6.4.4焊接施工

将合格的钢板清理干净，按图要求制作好坡口，进行定位焊接需夹具的一定要固定牢靠。每段定位焊缝的长度，普通碳素钢和低合金钢不宜小于50mm；屈服强度大于390MPa的低合金钢不宜小于80mm。在焊接前应检查组装质量，清除坡口面及坡口两侧20mm范围内的泥沙、锈蚀、水份、和油污、垢等，并应从分干燥。

焊接中因保证焊道始端和终端的质量，始端应在坡口内采用后退起弧法，必要时可采用引护板；终端熄弧时应将弧坑填满；多层焊的层间接头应错开。注意：引弧与熄弧都应在坡口内或焊道上。双面焊的对接接头在背面在焊接前应清根，当采用碳弧气刨时，清根后应用砂轮修磨；当σs≥390MPa时，清根后应进行渗透探伤。板厚大于6mm的搭接角焊缝至少焊两遍。

特殊天气不得进行焊接，如：雨天、雪天；手工焊时风速≥8m/s；气电立焊或气体保护焊时风速≥2m/s；普通碳素钢＜-20℃；低合金钢＜-10℃；σs≥390MPa的低合金钢＜0℃；大气相对湿度≥90%。预热温度应根据钢板的材质、厚度、接头拘束度、焊接材料及气候条件等因素，经焊接性试验及焊接工艺评定确定，预热时应均匀加热，预热的范围不得小于焊缝中心线两侧各3倍板厚，且不小于100mm。预热温度应用测温笔、表面温度计、红外测温仪等测量。对于焊前预热的焊缝，焊接层间温度不得低于预热温度。常见钢材预热温度见表11。

表11 钢材预热温度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 钢种 | 钢板厚度mm | 焊接环境温度℃ | 预热温度℃ |
| 普通碳素钢 | 20≤t≤30 | -20~0 | 50~100 |
| 30≤t≤38 | -20~0 | 75~125 |
| 低合金钢 | σ≤390MPa | 25＜t≤32 | -10~0 | 75~125 |
| 32＜t≤38 | -10~常温 | 100~125 |
| 390MPa≤σs＜440MPa | 20＜t≤25 | 0~常温 | 75~125 |
| 25＜t≤32 | 100~150 |
| 32＜t≤38 | 125~175 |
| 440MPa≤σs＜490MPa | t≤20 | 0~常温 | 75~125 |
| 20＜t≤25 | 100~125 |
| 25＜t≤32 | 125~175 |
| 32＜t≤38 | 150~200 |

需要后热进行消氢处理的焊缝，应在焊接完毕立即进行销氢处理，加热温度一般为200～350℃，保温时间不少于0.5h（参考标准：JB/T4709-2000）。对于焊接强度不同的钢材时，宜选用与强度较低的钢材相匹配的焊接材料，选用与强度较高的钢材相应的焊接工艺。

焊接不锈钢储罐时，焊前应将坡口两侧20mm范围内的水、油、污垢清除干净，在100mm范围内涂白垩粉或防飞溅涂料；奥氏体不锈钢在保证焊透及熔合良好的条件下，应选用小线能量、短电弧和多层多道焊工艺，层间温度不宜高；耐蚀性要求高的双面焊缝或表面与介质接触焊缝应最后施焊；不锈钢储罐在进行酸洗、钝化处理时，要注意保护环境。

焊接不锈复合钢板储罐时，应严防基层和过渡层焊条熔敷在覆层上；焊接过渡层时为减少合金元素的稀释，宜选用小电流、窄焊道、短电弧焊接；焊接覆层时应将落在覆层坡口表面的飞溅仔细清理干净，最后覆层施焊。

6.4.5储罐的焊接顺

在储罐制造过程中，为了减少焊接变形，保证储罐尺寸以及减少焊接应力，除了必要的夹具，焊接顺序非常重要。

中幅板，焊接时应先焊短焊缝后焊长焊缝；焊长焊缝时，焊工应均匀对称布置，由中心向外施焊，第一层焊缝采用分段退焊或跳焊。

边缘板，首先焊接边缘板外侧位于罐壁下方的300mm对接焊缝；然后焊接罐壁与罐底连接的角焊缝，角焊缝焊完后，焊接边缘板剩余的对接焊缝，焊工应对称布置，由外向里施焊；后焊接底板、边缘板与中幅板之间的搭接焊缝，这条环焊缝有较多的搭接量以补偿收缩变形，常被称作收缩缝。焊接收缩缝时，焊工应对称布置，沿同方向施焊，首层用分段退焊或跳焊。

罐底与罐壁环形角焊缝时应由数对焊工分别对称布置在罐内和罐外，罐内焊工约在罐外焊工前方500mm处，然后沿同一方向分段施焊，首层焊道采用分段退焊或跳焊。

罐壁，应先焊纵向焊缝，再焊环向焊缝底圈纵向焊缝焊完后再焊底圈罐壁与罐底的角焊缝；其它相邻两圈壁板的纵缝焊完后，再焊其间的环向焊缝，焊接时焊工对称布置，沿同一方向施焊；

固定顶顶板，先焊顶板内侧的断续焊缝，再焊外侧长焊缝，连续焊缝应先焊环向短焊缝，再焊径向长焊缝，由中心向外分段退焊。

包边角钢，它与壁板对接时应先焊角钢连接的对接焊缝后焊角钢与罐壁的对接焊缝；包边角钢与壁板搭接时，在焊完角钢的对接焊缝后，再焊角钢与壁板的搭接焊缝。

浮顶，对于船舱内、外侧边缘板，应先焊纵焊缝，后焊角焊缝；单盘板、船舱底板、船舱顶板的焊接顺序与中幅板的焊接顺序相同；对于船舱与单盘板的连接应待船舱和单盘板全部焊缝焊完后再进行焊接，焊接时焊工均匀对称分布，分段退焊；浮顶如直接在罐底铺设组装时，其下表面所有焊缝应待浮顶升起并落到支柱上后再进行焊接。

对于不锈钢储罐的罐底与罐壁连接的角焊缝，为了防止过热，不应罐内、罐外同时施焊，应先焊罐内侧角焊缝，再焊罐外侧角焊缝。

6.4.6焊接返修

在制造、运输和施工过程中免不了产生各种表面缺陷（如划伤、电弧擦伤、焊疤等），只须打磨修整即可，但修整后的钢板厚度应大于或等于钢板公称厚度减去允许负偏差值。当打磨深度超过1mm时，应进行焊补。

焊缝内部超标缺陷返修前，应探测缺陷的位置及深度，确定确陷的清除范围，清除的深度不宜超过板厚的2/3，大于板厚2/3的缺陷应从两面清除。返修后的焊缝应按规定的方法进行探伤，并要达到合格标准。返修焊接时焊道长度不应小于50mm。同一部位的返修次数不宜超过2次，否则须施工单位技术总负责人同意。

对于σs≥390MPa的低合金钢，缺陷清除后应进行渗透探伤确认缺陷清除后方可返修焊接，焊接时宜采用回火焊道，焊后应打磨及修磨，使其表面平滑并进行渗透探伤或磁粉探伤；当焊接缺陷深度超过3mm时，应对返修部位进行射线探伤。

6.5防腐层施工

6.5.1表面处理

基材表面如有凹凸不平、焊缝及非圆弧拐角时，应先进行处理。

基材表面存在毛刺、焊渣、积尘及疏松的氧化皮时，应清除干净。

基材表面存在油污和积垢时，应按照现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》 SY/T 0407规定的方法进行清除。

基材表面被酸、碱、盐污染时，宜用高压水或热水冲洗；基材表面可溶性氯化物残留量，储罐内壁不应高于30mg/m2，储罐外壁不应高于50mg/m2。

应按照现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407规定的方法对基材表面进行磨料喷射处理。除锈等级应达到现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》 GB/T 8923.1规定的Sa2.5级或Sa3级，喷射处理无法到达的区域可采用动力或手工工具进行处理，除锈等级应达到 Sa3 级。表面锚纹深度宜为 40μm～80μm

喷射处理后，应采用干燥、洁净、无油污的压缩空气将表面吹扫干净，灰尘数量等级和灰尘尺寸等级应达到现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 3部分：涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定（压敏粘带法）》GB/T18570.3 规定的 2 级及以上质量等级。

使用低表面处理环氧涂料时，应彻底清除待涂表面附着不牢固的锈层、氧化皮和油脂类污染物。

6.5.2涂装作业

在涂装作业前应按涂料使用说明书要求配制少量涂料，进行试喷涂，并应测试湿膜和干膜厚度、干燥时间等参数。

在涂装作业前应按涂料使用说明书要求配制少量涂料，进行试喷涂，并应测试湿膜和干膜厚度、干燥时间等参数。

涂装作业宜在表面处理完成后4h内进行；涂装前出现锈蚀，应对锈蚀部位重新进行表面处理。

涂装时宜采用高压无气喷涂，不便于喷涂的局部区域可采用刷涂、辊涂。

整体涂装前，宜对边角、焊缝及受限空间处进行预涂。

初期每喷涂10m2面积应检测一次湿膜厚度，确定涂料黏度、喷涂压力、喷嘴规格、喷涂速度等喷涂工艺参数。

防腐层宜采用多道涂敷，每道涂敷应均匀、无漏涂、无流挂、无气泡、无起皱、无咬底。

涂装间隔时间应符合涂料使用说明书的要求；超出涂装间隔，应按照要求对上道涂层表面进行合适的表面处理。

上道涂层受到污染时，应在污染面清理干净后进行下道施工。

涂装作业环境宜符合下列要求:

1. 涂装表面的温度应高于露点温度3℃以上。
2. 环境温度宜为 5℃~45℃，水性涂料施工时，环境温度不宜低于 10℃。
3. 除低表面处理环氧涂料施工外，环境相对湿度不应高于80%。
4. 施工场所应保证良好的通风。
5. 在雨、雾、雪和风沙条件下，不应在开放环境下施工。
6. 防腐层施工完毕后，应避免防腐层受到机械损伤。

6.5.3罐底板边缘防护

罐底板边缘防护层施工应在储罐充水试验合格后进行。

罐底板边缘防护层的施工应符合下列规定：

1. 待防护表面施工范围内应干燥、清洁。
2. 基础表层疏松或受到污染时，应进行处理。
3. 边缘板与基础之间的缝隙应进行填充处理。
4. 防护层表面应平整、无气泡。
5. 防护层层间应黏合紧密，防护层与罐壁板间、防护层与基础间应黏结牢固、无缝隙、无翘边。

6.5.4修补、复涂及重涂

6.5.4.1存在以下情况时应对防腐层进行修补、复涂及重涂：

防腐层外观存在缺陷或机械损伤时，应根据缺陷状况进行修补、复涂或重涂：防腐层不平整时应进行复涂，防腐层未固化、分层起皮时应进行重涂。

防腐层厚度不满足规定要求时，应进行局部复涂或整体复涂；不合格点数不超过该部分总检测点数的5%时，应进行局部复涂直至合格；不合格点数超过5%时，应在相同部分内再次进行检测，检测点数量应与上次检测数量相同，检测位置应与上次检测位置不同，再次检测出的不合格点数仍超过5%时，检测部分的防腐层厚度应为不合格，应进行整体复涂。

每一部分防腐层漏点数每平方米不超过1个时，应对漏点处进行修补；该部分防腐层漏点数每平方米超过1个时，应先对漏点修补后再进行全面复涂。

因附着力检测损坏的防腐层应进行修补，附着力检测不合格的防腐层应进行重涂。

6.5.4.2防腐层的修补宜符合下列规定：

修补使用的涂料宜与原防腐层相同。

修补时应将损坏的防腐层清理干净，已露基材时，应将基材除锈至 St3 级。

修补处附近的防腐层应进行打毛后修补涂敷，修补层和原防腐层的搭接宽度应不小于50mm。

修补防腐层固化后，应进行防腐层厚度和漏点检查，检验结果应满足规定要求。

6.5.4.3防腐层的复涂应符合下列规定：

应将防腐层打毛至表面粗糙、平整，并清理干净。

应按本规范的规定涂敷至防腐层达到规定厚度。

局部复涂时，应与复涂区域外的防腐层搭接，搭接宽度应不小于50mm。

复涂防腐层固化后，应进行质量检验，检验结果应满足规定要求。

6.5.4.4防腐层的重涂应符合下列规定:

应清除原防腐层。

应按本规范的规定进行表面处理和防腐层涂敷。

应按本规范的规定进行质量检验，检验结果应满足规定要求。

7检查与验收

7.1检验员的资质以及职权

7.1.1检验员的资质

检验按本标准规定建造储罐的检验员，至少应有五年设计、建造、维护和(或)修理方面工作的经验，或者负责监督建造、维护和(或)修理各种非直接受火焰加热的压力容器和(或)储罐，其中包括至少有一年从事过建造或监督建造熔焊容器和储罐的经验。如果在由业主或其代理人认可的短期训练班结业且成绩良好者，具有五年的经验可改为三年，但需要在熔融焊接建造方面有六个月以上的实践经验。

检验员是业主委任的代表。可来自检验机构、监理机构或直接委派。

承包商也应提供自己的检验情况，以协助检验员确认本标准的所有要求均已满足。

7.1.2检验员的职权

检验员应确认按本标准建造的储罐所使用的所有材料在各个方面均符合本标准的要求。检验员应亲自见证钢厂的试验，或者检查承包商提供的鉴定过的钢厂试验报告。

按本标准规定建造的储罐，应按下面章节进行检验和试验。检验员应监督储罐的制作和试验，并确认所有细节全部符合本标准关于设计、制造和试验的要求。

7.2验收项目

7.2.1承包商提供竣工储罐所需要的资料

如果订货单中有规定，则承包商应提供有标记的布置图副本(或单独的草图)，标识出所有钢板的位置并标出炉号，检验员应核对这些标记。此副本应附在承包商的报告中。

7.2.2材料检查

受压部件所用的板材和其他材料应在建罐以前检验。应注意所有的切割边缘，以保证材料没有严重的夹层和其他缺陷。

所有材料均应测量，以确定其厚度是否符合要求。

7.2.3钢板标记

在使用钢厂打钢印的钢板前，检验员应检查钢印。在展开和切割的板中，应保留至少一套原始材料认别标记，在储罐竣工时，应在清晰可见的地方至少保留一组原材料的识别标记。识别标记如果要求去掉，应由储罐承包商把一组标记正确地转移到竣工罐可见的地方，或用一种编码标记，以保证在罐的制造过程中对每一块钢板的识别以及其后对竣工罐上标记的识别。这种后加编码标记，应易于与钢厂的标记区别。检验员不必见证标记的转移，但是应证实此项工作已正确地进行。应注意，表面标记不应打得太深，以免损坏钢板。为防止在厚度小于6mm的钢板上出现裂纹，钢厂标记应改用压花以外的其他方法。

7.2.4零部件的检查

零部件的表面检查除车间检验员出具证明外，装配前所有罐壁板或其分片、罐顶板和罐底板都应测量厚度，检查是否有划痕、所有焊接接头是否可靠。

零部件的尺寸检查所有成形钢板和曲面部件均应检查，查明是否符合图纸尺寸和横截面形状。对于不正常的修整，检验员应将建罐期间所取得的测量记录保存下来，以建立一个完整的记录。

7.2.5化学成分和物理性能数据的核对

检验员应对照钢厂的钢板清单核对装配材料，核对钢厂报告中提供的材料炉号、化学成分和力学性能，而且应查看在承包商报告中是否附有这些资料副本，资料清单见附录C。

7.2.6焊缝的检查

7.2.6.1一般规定

本节概括了焊缝检测方法及要求，并提供了检测标准和工艺要求。

对接焊缝壁板之间的焊接接头要求全焊透、全熔合(依据所采用的检测方法的强制性验收标准来确定)，应根据射线检测方法或者经业主和承包商同意，使用超声检测方法来检测焊缝质量。除进行射线检测或超声检测的焊缝以外，可以进行目视检查。业主的检验员应目视检查所有的焊缝是否存在裂纹、弧坑、过大咬边、表面气孔、未熔合、未焊透及其他缺陷。

目视检查的焊接接头的表面质量应符合以下要求:

1. 焊接接头无焊口裂纹和其他表面裂纹。
2. 咬边量不应超过文章中对环焊缝、纵焊缝以及纬向焊缝、经向焊缝适用的限制；连接的接管、人孔、清扫孔等的焊缝，最大咬边允许值为 0.4mm。
3. 任意100mm长的焊缝上表面气孔数量不应超过一组（一个或多个气孔)，每组气孔的最大直径不应超过 2. 4mm。
4. 焊接金属与母材之间的连接应完全熔合、焊透。

7.2.6.2焊接永久附件和临时附件形成的焊缝

永久附件是指焊接在罐壁上，在储罐使用期内不拆除的附件，不包括接管、人孔和齐平型清扫孔等开孔。但包括抗风圈、踏步、人行通道、内部附件如加热盘管或其他管线的支撑、梯子、焊接在罐壁上的浮顶支撑、电线导管和附属装置等。安装在储罐最高液位以上的附件不属永久附件。在储罐表面焊接永久附件形成的焊缝应采用目视方法检查和局部磁粉检测方法(或应业主要求，采用液体渗透检测方法）。

7.2.6.3应力消除后的焊缝检查

储罐在应力消除后、水压试验前连接的接管、人孔和清扫孔的焊缝应采用目视方法检查和局部磁粉检测(或应业主要求，采用液体渗透检测)。

7.2.7防腐层质量检查

7.2.7.1 防腐层检查评价

储罐外防腐层检查评价应包括防腐层厚度、起泡、开裂、粉化、剥落等项目，储罐内防腐层检查评价应包括防腐层厚度、起泡、开裂、剥落等项目。

防腐层损坏或失效原因的分析应考虑正常老化、防腐层结构选择、服役环境、施工等因素。

防腐层状况宜按照现行国家标准《色漆和清漆涂层老化的评级方法》GB/T 1766进行评级，并应根据评级结果确定修复方案。

1. 储罐内防腐层综合老化性能等级评定为 4 级以下时，宜进行局部修补或部分重涂。
2. 储罐内防腐层综合老化性能等级评定为4级及以上时，应进行整体重涂。
3. 储罐外防腐层无起泡、无开裂、无剥落、无生锈，粉化为3级及以上时，宜去除粉化防腐层，重新涂装。
4. 储罐外防腐层综合老化性能等级评定为4级以下时，宜进行局部修补或部分重涂。
5. 储罐外防腐层综合老化性能等级评定为4级及以上时，应进行整体重涂。

7.2.8罐体几何形状和尺寸检查

7.2.8.1本条规定了罐体焊后几何尺寸偏差

罐壁铅垂偏差，美国石油学会标准《钢制焊接油罐》API650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。

《钢制焊接油罐》API 650和《钢制焊接油罐结构》JIS B8501 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”。

7.2.8.2 本条规定了浮顶的局部凸凹度要求

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。

7.2.8.3 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。

7.2.8.4 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。

7.2.8.5规定了固定顶的焊后几何尺寸要求。

7.2.8.6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。

7.2.9工程验收

7.2.9.1 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。若合同有规定，应按合同规定执行。

7.2.9.2 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。

1. （资料性）
奥氏体不锈钢贮罐

A.1 范围

A.1.1 本附录对奥氏体不锈钢地上贮罐的材料、制作、安装和试验提出了基本要求。贮罐材料限于304, 304L, 316, 316L, 317, 317L以及与其相对应的0Cr18Ni9, 00Cr19Ni10, 0Cr17Ni12Mo2,L00Cr17Ni14Mo2， 0Cr19Ni13Mo3， 00Cr19Ni13Mo3，但不包括衬里复合材料。

A.1.2 本附录仅适用于贮存非冷冻介质的贮罐。

A.1.4 本附录提供的最小厚度不包括任何腐蚀裕量。

A.1.5 本附录提及的要求，仅为针对奥氏体不锈钢的特殊要求。未述及部分，仍应遵照本标准的基本规定。

A.2 材料

A.2. 1 选择和订购

A.2.1.1 材料应按表 A.1 选取。

A.2.1.2 选择材质时须考虑其服务环境以及加工制作过程对材料性能的影响。所用材质也可由业主指定。

表A.1不锈钢材料表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 板材 | 无缝钢管或焊接管 | 锻件 | 螺栓或棒材 |
| ASTM材料 |
| A 240M，Type304 | A 213M， Grade TP 304 | A 182M，Grade F 304 | A 193M，Class1，Grades |
| A 240M，Type304L | A 213M， Grade TP 304L | A 182M，Grade F 304L | B8，B8A，and B8M |
| A 240M， Type316 | A 213M，Grade TP 316 | A 182M，Grade F 316 | A 194M，Grades B8 |
| A 240M，Type316L | A 213M， Grade TP 316L | A 182M，Grade F 316L | B8A， B8M，and B8MA |
| A 240M，Type317 | A 213M， Grade TP 317 | A 182M，Grade F 317 | A 320M，Grades B8 |
| A 240M，Type317L | A 213M，Grade TP 317L | A 182M，Grade F 317L | B8A，B8M，and B8MA |
|  | A 312M， Grade TP 304 |  | A 479M，Type304 |
|  | A 312M，Grade TP 304L |  | A 479M，Type304L |
|  | A 312M，Grade TP 316 |  | A 479M，Typ316 |
|  | A 312M， Grade TP 316L |  | A 479M， Type316L |
|  | A 312M，Grade TP 317 |  | A 479M， Type317 |
|  | A 312M， Grade TP 317L |  |  |
|  | A 358M，Grade 304 |  |  |

1. （资料性）
本标准未列材料的使用

B.1总则

与本标准所列钢号不完全等同的板材和管材，如果符合 B.2～B.7 的规定，可以用于按本标准建造的储罐。当术语“表列钢号”在本附录中出现时,表示该牌号的钢材已为本标准开列和认可。

B.2 试验记录

真实可信的材料如果所提供材料的每一炉号或每一热处理批号的试验记录是真实可信的，证明该材料的化学成分和力学性能符合本标准列出的某钢号的要求,则该材料可以使用。如果表列钢号的要求更严格时,则应按照表列钢号标准的要求进行更严格的试验,当达到要求,经业主认可后,方可使用。

B.3 无真实试验记录的材料

如果没有可靠的试验记录,或者所提供的材料不能通过其标识进行准确判断时,则应按B.3.1和 B. 3. 2 的规定进行试验。

B.3.1 钢板

每张钢板都应按相对应的表列钢号的要求,对化学成分和力学性能进行复验,并满足以下要求:确定碳和锰的含量。当指定采用的钢号没有规定碳和锰的含量范围时,由业主决定其含量是否可以接受。当钢板的轧制方向不确定时,应从每张钢板的某一个角上沿边取互成直角的两个拉伸试样,两个拉伸试样均应符合指定钢号的要求。

B.3.2 钢管

应对每根钢管进行化学成分和力学性能复验，并对每一炉号或每一热处理批号的材料进行适当标识。当所用管在建造过程中需经焊接、冷弯、盘绕等处理时，应逐根对其相应性能进行必要的试验。

B.4 已鉴定材料的标记

按照上述规定进行试验鉴定,确认材料在各方面均符合要求时,试验机构应在业主在场的情况下,按照材料规范允许的方法进行有效标记。

B.5 已鉴定材料的试验报告

储罐承包商或试验机构应提供试验报告,清晰正确地标明被鉴定材料的试验内容和结果,由试验机构签署，经业主认可。

B.6 认可或拒绝

业主有权接受或拒绝试验机构及其提供的试验结果。

B.7 制造要求

经鉴定认为可以使用的材料，其许用应力的取值和在建造中应遵循的各种规定,应和所代替的“表列钢号”一致。

1. （资料性）
推荐的承包商报告内容

C.1 总则

本附录不对制造商编制报告作硬性规定。对报告内容,包括所附的图表、试验数据以及订货者要求的特殊条款，不可能在此全部列举。

C.2 工厂应力

消除结构部件在工厂组装，按要求已进行应力消除时，在总说明中应注明此项内容。

C.3 现场修补和变更无论何种原因，在现场对结构作了较大的修补或变更时，建议将这些修补或变更的内容，附在制造商的报告中，供业主和制造商存档备查。

对合格证书的格式建议如下：

我们证明，本储罐的设计、材料、制备和检验均符合SY/T 0608-2006《大型焊接低压储罐的设计与建造》（需要重新写）的要求。

日期 （签名） （注明制造单位）

我已按 制造商的报告资料于 年 月 日，检验了该罐，并且声明，制造商系按照SY/T 0608-2006（需要重新写）的规定建造的本储罐。本储罐已经通过检验和(压力值)的压力试验。

日期 检验员或监理公司的代表（签名）