



太原科技大学  
TAIYUAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

# 焊接结构生产 课程设计指导书

题目：压力容器筒体结构设计

一•课程设计的性质和目的.....	2
二 . 课程设计的基本任务.....	2
三 . 课程设计的基本要求.....	2
四•课程设计的基本步骤.....	3
五 . 课程设计说明书要求.....	3
六 . 课程设计参考资料.....	3
七 . 压力容器焊接工艺编写提纲.....	36

## 一、课程设计的性质、目的

《焊接结构生产》课程设计是在完成焊接结构生产理论教学课程后，进行的综合运用所学基本知识和技能的一个非常重要的教学环节。通过课程设计，可以培养学生解决焊接生产实际问题的能力，检验学生对所学基本知识的综合运用能力；使学生进一步了解典型焊接结构（压力容器）的基本知识及相关焊接工艺，掌握焊接结构的整体设计、焊接工艺规程、焊接工艺卡的编制要领；最终使学生具有根据生产实际独立制定焊接结构焊接工艺的能力。

## 二、课程设计的主要内容和基本任务

了解焊接结构（压力容器）、工况环境、制造过程的特点，掌握焊接结构的整体设计、焊接工艺规程、焊接工艺卡的编制要领。最终能根据实际需要独立研究设计相应的焊接结构，制定相关的焊接工艺。

## 三、课程设计的基本要求

熟悉焊接结构（压力容器）的结构特点，了解焊接结构（压力容器）各部分的运行状态、结构特点以及影响制造工艺的因素并能按实际情况具体制定相应的工艺流程卡和工艺卡

### 具体要求：

- 1) 要充分认识课程设计对培养自己的重要性，认真做好设计前的各项准备工作；
- 2) 既要虚心接受老师的指导，又要充分发挥主观能动性。结合课题，独立思考，努力钻研，勤于实践，勇于创新；
- 3) 独立按时完成规定的工作任务，不得弄虚作假，不准抄袭他人内容，否则成绩以不及格计；
- 4) 无论在校外、校内，都要严格遵守学校和所在单位的学习和劳动纪律、规章制度，学生有事离校必须请假。课程设计期间，无故缺席按旷课处理；缺席时间达四分之一以上者，其成绩按不及格处理；
- 5) 在设计过程中，要严格要求自己，树立严肃、严密、严谨的科学态度；
- 6) 认真阅读设计任务书，保质保量地完成任务书规定的工作。
- 7) 焊接结构装配图用 A1 纸绘制或打印，必须符合国家有关标准的规定。
- 8) 小组成员之间，分工明确，但要保持联系畅通，密切合作，培养良好的互相帮助和团队协作精神；
- 9) 每组合作完成一套焊接结构（压力容器）的整体装配图，将压力容器根据结构划分成筒体、封头、接管三部分，每个同学独立完成其中的一部分，并根据自己的课题设计相应的焊接工艺规程和焊接工艺卡；
- 10) 编写课程设计说明书，说明书要求文字通顺，简练。不少于 5000 字。

## 四、课程设计的基本步骤

- 1) **选题与搜集资料：**根据分组，选择课题，在小组内进行分工，进行系统调查，搜集资料；
- 2) **分析设计、画装配图：**根据搜集的资料，进行分析，了解焊接结构（压力容器）的基本构造和工作原理，并绘制压力容器装配图；
- 3) **制定焊接工艺：**制定相关部件的制造工艺流程，并对其中的焊接部件编写相应的焊接工艺规程卡和焊接工艺卡。
- 4) **验收与评分：**指导教师对每个小组选定的课题（焊接结构），及每个成员设计的焊接工艺及工艺流程，结合课程设计说明书，根据课程设计成绩的评定方法，评出成绩。

## 五、课程设计说明书要求

- 1) 写出课程设计的基本步骤及方案；
- 2) 简单说明焊接结构（压力容器）的基本构造和工作原理，并绘制相应的装配图（用 A3 纸单独画出）；
- 3) 设计相关部件的焊接工艺流程，并编写相应的焊接工艺规程和焊接工艺卡；
- 4) 设计者的心得体会。

## 六、课程设计参考资料

## 压力容器设计技术规定

### (一)、压力容器的结构特点与主要参数

#### 1. 压力容器的结构特点

压力容器一般由筒体（又称壳体）、封头（又称端盖）、法兰、密封元件、开孔与接管（人孔、手孔、视镜孔、物料进出口接管、液位计、流量计、测温管、安全阀等）和支座以及其他各种内件等组成。

根据压力容器的支座型式，其结构可分为卧式容器、立式容器和悬挂式容器。

根据压力容器的封头形状，其结构特征可分为椭圆封头、蝶形封头、锥形封头、球形封头、半球形封头和平板封头。

根据压力容器的几何形状，其结构可分为圆柱形压力容器、球形容器和矩形容器。

#### 2. 容器的主要参数

1) 设计压力是指在相应设计温度下用以确定容器壳壁计算壁厚及其元件尺寸压力。容器的设计压力不得低于最高工作压力，装有安全泄放装置的压力容器，其设计压力不得低于安全阀的开启压力或爆破片的爆破压力。

2) 最高工作压力是指容器顶部在正常工作过程中可能产生的最高表压力。

3) 工作压力是指容器在满足工艺要求的条件下，所产生的表压力。

4) 试验压力是指容器在耐压试验时，容器顶部的压力。

5) 设计温度是指容器在正常工作情况下，设定元件的金属材料温度，标志在铭牌上的设计温度应是壳体设计温度的最高值或最低值。

6) 试验温度是指压力容器在耐压试验时，壳体金属的温度。

7) 计算厚度是指压力容器各部分元件按公式计算出的厚度。

8) 设计厚度是指计算厚度与腐蚀裕量之和。

9) 名义厚度是指设计厚度加钢材负偏差后，向上圆整至钢材标准规格的厚度。

10) 有效厚度是指名义厚度减去钢材负偏差和腐蚀裕量之后的厚度。

11) 实测厚度：是指压力容器在检验时，用测厚仪所测出的实际厚度。

12) 外径是指圆柱、球形压力容器的外侧直径。

13) 内径是指圆柱形、球形压力容器的内侧直径。

### 7.4 局部结构设计

## (二)、设计参数选取

### 1 概述

为安全、经济、合理地选型，压力容器应按其使用要求各自分类，任何一类压力容器使用的范围应考虑：腐蚀性、介质温度和压力、使用目的、工作环境等因素。

### 2 设计技术规定

2.1 在设计中应考虑正常操作时，可能出现的温度和压力的极端情况；对于不同各工况的容器，应按最苛刻的工况设计，必要时还要考虑不同工况的组合，并在图样或相应设计文件中注明各工况操作条件和设计条件下的压力温度值。

#### 2.2 载荷：

2.2.1 设计时应考虑以下载荷：

- a) 内压、外压或最大压差；
- b) 液注静压力，当液注静压力小于设计压力的 5%时，可忽略不计；需要时，还应考虑下列载荷：
- c) 容器的自重（包括内件和填料等），以及正常工作条件下或耐压试验状态下内装介质的重力载荷；
- d) 附属设备及隔热材料、衬里、管道、扶梯、平台等的重力载荷；
- e) 风载荷、地载荷、雪载荷；
- f) 支座、底座圈、支耳及其他型式支撑件的反作用力；
- g) 连接管道和其他部件的作用力；
- h) 温度梯度或热膨胀量不同引起的作用力；
- i) 冲击载荷，包括压力急剧波动引起的冲击载荷、流体冲击引起的反力等；
- j) 运输或吊装时的作用力。

#### 2.3 设计压力或计算压力：

设计压力的确定原则

- a) 设计文件对容器的设计压力有专门规定时应按规定，但不应低于表 1 的规定。
- b) 设计压力必须与设计温度作为设计载荷条件，且应考虑到容器在运行中可能出现的各种工况，并以最苛刻的工作压力与相应温度的组合工况来确定容器的设计压力。
- c) 盛装液化气和液化石油气的容器设计按以下规定确定：

①无安全泄放装置是，设计压力不应低于 1.05 倍的工作压力

②装有安全阀时，设计压力不应低于（等于或稍大于）安全阀开启压力（1.05~1.10 倍的工作压力）

③工作压力是指盛装液化气和液化石油气的容器可能达到的最高工作温度下的饱和蒸汽压。常温储存。

液化气或混合液化石油气压力容器的工作压力（即饱和蒸汽压）见 2.3.2、2.3.3、2.3.4 中的规定。

表 1 确定设计压力的原则

类别		原则
内 压 容 器	无安全泄装置	不低于 0.1~1.1 倍工作压力
	装有安全阀	不低于（等于或稍大于）安全阀开启压力（开启压力取 1.05~1.10 倍工作压力）
	装有爆破片	不低于安全阀爆破片设计爆破压力加制造范围上限
	出口线上装有安全阀	不低于安全阀的开启压力加上流体从容器流至安全阀处的压力降
	容器位于 <u>泵进口侧</u> ，且无安全泄放装置时	不低于 1.0~1.1 倍工作压力，且以-0.1MPa 外压进行校核
	容器位于 <u>泵出口侧</u> ，且无安全泄放装置时	不低于下面三者中的大值 1) 泵的正常入口压力加 1.2 倍的正常工作扬程 2) 泵的最大入口压力加泵的正常扬程 3) 泵的正常入口压力加关闭扬程（即泵出口圈关闭时的扬程）
	容器位于 <u>压缩机进口侧</u> ，且无安全泄放装置时	不低于 1.0~1.1 倍工作压力，且以-0.1MPa 外压进行校核
	容器位于 <u>压缩机出口侧</u> ，且无安全泄放装置时	不低于压缩机出口压力
真	无夹套 -----有安全泄放装置	设计压力取 1-25 倍最大内外压力差或

空 容 器	的 真空容 器		-0.1MPa 两者 中的最小值
		无安全泄放装置	设计外压取-0.1MPa
	带夹套 的 真空容 器	容器（真空）	设计外压按无夹套真空容器选：其计算外压 按本规 定 2.3.6 条的规定
		夹套（真空）	设计内压按内压容器选取
由两个或两个以上压力室组成的			根据各自的工作压力确定各组腔的设计压力

## 2.4 设计温度

2.4.1 本条按照 GB150.1~GB150.4-2011 的第 4.3.4 条规定执行；

2.4.2 设计温度的确定原则

- a) 设计文件对容器的设计温度有专门规定时，其设计温度按规定执行。
- b) 安装在室外无保温的容器，最低设计温度受地区环境温度所控制时，可按以下规定选取：
  - ①对盛装气体的储存压力容器，最低设计温度取环境温度或减 3℃。
  - ②对盛装液化气体体积占 1/4 以上的储存压力容器最低设计温度取环境温度。

注：环境温度——大气环境低温条件系指历年来月平均最低气温（指当月的最低气温值之和除以当天数）的最低值。（下同）

- b) 设计温度不得低于元件金属在工作状态下可能达到的最高温度。
- c) 对 0℃ 以下的金属温度，设计温度不得高于元件金属所能达到的最低温度。
- d) 当容器各部分在工作情况下的金属温度不同时，可分别设定各部分的设计温度。
- e) 对有不同工况的容器，应按最苛刻的工况设计，必要时还需考虑不同工况的组合，并在图样或相应技术文件中注明各工况操作条件和设计条件下的压力和温度值。

2.4.3 当金属温度无法用传热计算或实测结果确定时，设计温度应按以下规定：

- a) 容器内壁与介质直接接触，且有外保温（或保冷）时，其容器的设计温度按照表 2 的规定选取。

- b) 容器内的介质是用蒸汽直接加热或被内置加热元件（如加热盘管、电热元件等）间接加热时，设计温度可取介质的最高工作温度。
- c) 容器的受压元件两侧与不同介质直接接触时，应以苛刻一侧的工作温度（如高温或低温）为基准确定该元件的设计温度。

表 2 容器设计温度的选取

最高或最低温度 $t_0$	容器的设计温度 $t$
$t_0W-20$	介质正常温度减 $\sim 10$ 或取最低工作温度
$-20Vt_0W15$	介质正常温度减 $5\sim 10$ 或取最低工作温度
$15Vt_0W350$	介质正常温度减 $15\sim 130$ 或取最低工作温度
$>350$	$t = t_0 + (15\sim 5)$

注：当最高（或最低）工作温度接近所选材料的允许温度界限时（或材料跳档时），应慎重选取设计温度的裕量，以免材料浪费或降低安全性。

## 2.5 厚度附加量

### 2.5.1 腐蚀裕量考虑的原则

为防止与工作介质接触的受压元件（筒体、封头、接管、人（手）孔及内部元件）由于腐蚀、机械磨损而导致厚度削弱减薄，应考虑腐蚀裕量，具体规定如下：

- 对容器的腐蚀裕量有专门规定或已有实际使用经验时，其腐蚀裕量按规定或经验选取。
- 对有均匀腐蚀或磨损的元件，应根据预期的容器设计使用年限和介质对金属材料的腐蚀速率（及磨损速率）确定腐蚀裕量；
- 两侧同时与介质接触元件，应根据两侧不同的操作介质选取不同的腐蚀裕量，两者叠加后作为该元件的总腐蚀裕量；容器各元件受到的腐蚀程度不同时，可采用不同的腐蚀裕量。
- 介质为压缩空气、水蒸汽或水的碳素钢或低合金钢制容器，腐蚀裕量不小于 1mm。

### 2.5.2 下列情况一般不考虑腐蚀裕量：

- 介质对不锈钢无腐蚀作用时（不锈钢、不锈复合钢堆焊层的元件）；
- 由可靠地耐腐蚀衬里的基体材料；
- 可经常更换的非受压元件；
- 法兰的密封表面；
- 管壳式换热器的换热管、拉杆、定距管、折流板等非受压元件；

### 2.5.3 壳体加工成形后不包括腐蚀余量的最小厚度：

- 碳素钢、低合金钢制容器，不小于 3mm；

b) 高合金钢制容器，一般应不小于 2mm。

#### 2.5.4 复合钢板复层的最小厚度确定

a) 为保证工作介质干净（不被铁离子污染）而采用的复合板，其复层厚度不应小于 2mm；

b) 为了防止工作介质的腐蚀而采用的复合钢板，其复层厚度不应小于 3mm。

2.5.6 对有防腐衬里要求的碳钢或低合金钢制容器，其壳体的最小厚度为 5mm。

## 2.6 许用应力

2.6.1 按照 GB150.1~4-2011 的第 4.4.1 条规定选取；

2.6.2 设计温度低于 20℃时，取 20℃的许用应力；

2.6.3 复合钢板的许用应力：对于覆层和基层结合率达到 NB/T47002 标准 B2 级以上的复合钢板，在设计计算中如需，如需计入覆层材料的强度时，其设计温度下的许用应力按照下式确定：

2.6.4 当地震载荷或风载荷与本规定 2.2.1 条中其他载荷相组合时，允许元件的设计应力不超过许用应力的 1.2 倍，其组合要求按相应标准规定。

2.6.5 圆筒许用应力轴向压缩应力按照 GB150.1~4-2011 的第 4.4.5 条规定执行。

## 2.7 焊接接头结构

2.7.1 在保证焊接质量的前提下，焊接接头设计应遵循以下原则：

a) 焊缝填充金属尽量少；

b) 焊接工作量尽量少，且操作方便；

c) 合理选择剖口角度，钝边高，根部间隙等结构尺寸，使之有利于剖口加工及焊透，减少各种缺陷产生的可能；

d) 有利于焊接防护；

e) 合理选择焊材，至少应保证对接焊接接头的抗拉强度不低于母材标准规定的下限值；

f) 焊缝外形应尽量连续、圆滑，减少应力集中。

2.7.2 容器筒体的焊接接头全部为全焊透的对接接头形式，主要包括以下接头

a) 纵向接头；

b) 环向接头（筒与筒、筒与封头）；

c) 封头拼缝;

2.7.3 接管与壳(筒体)之间焊接接头:根据容器的使用特性、状态 和类别情况,

符合下列情况之一的采用全焊透接头形式:

a) 介质为易爆或者毒性为极度危害和高度危害的压力容器;

b) 要求气压试验或者气液组合压力试验的压力容器;

c) 低温压力容器;

d) 进行疲劳分析的压力容器;

e) 直接受火焰加热的压力容器;

f) 设计图样规定的压力容器。

### (三)、压力容器用材料要求

#### 1 受压元件用钢材的使用要求

1.1 选材的合理性是保证压力容器设计质量的关键环节,压力容器选择受压元件用钢材时, 必须选用 GB150. 2-2011 中规范性引用文件的标准内的钢材。当选用 GB150. 2-2011 未 列入的钢材时,除奥氏体型钢材外均应符合 GB150.2 附录 A 的规定。允许采用已列入 国家标准中的奥氏体型钢材,但其技术要求(如磷、硫含量,强度指标)不应低于 GB150. 2-2011 所列入相应钢材标准中化学成分相近钢号的规定。

1.2 选择压力容器用钢应考虑的因素有: 压力容器的使用条件(如设计压力、设计温度、介 质特性和操作特点)、材料性能(力学性能、工艺性能、化学性能和物理性能)、容器的 制造工艺以及经济合理性。

1.3 压力容器用材料的化学成分要符合 TSG R0004-2009 《固定式压力容器安全技术监察规 程》材料

1.4 所需钢板厚度小于 8mm 时,在碳素钢和低合金之间尽量采用碳素钢钢板(多层容器材料 除外),一般在以强度控制的情况下当壳体壁厚超过 8mm 时,应优先选用低合金钢。

1.5 当设计压力较小时,壳体壁厚较小的压力容器时,应根据压力、温度、介质等使用限制, 按照 GB150.2 附录 D 选用 Q235 系列。

1.6 所需不锈钢厚度大于 12mm 时,应尽量采用衬里、复合、堆焊等结构形式。

1.7 与受压元件相焊接的非受压元件用钢应是可焊性良好的钢材。

1.8 压力容器专用钢板执行以下 4 个标准:

GB/T713-2008

GB3531-2008

GB19189-2003

GB24511-2009

**1.9** 材料代用，必须经过三级签名（即设计、校核、审核人签名），材料代用原则：

1.9.1 由于设计以外的原因产生的材料代用，事先应征得原设计单位的同意。

1.9.2 材料代用应考虑的主要因素：

a. 无标准的钢材不得作为受压元件的代用材料；

b. 代用材料的强度、塑性、韧性、化学成分、耐蚀性对原设计条件（温度、压力、介质、结构）的适应性；

c. 代用材料对制造加工工艺的适应性（焊接工艺、焊接材料、焊后热处理等）；

d. 代用材料与原设计材料钢材的标准差异（化学成分、检验项目、检验率）；

e. 两种不同组织（铁素体、奥氏体）钢材代用引起的热应力，异种钢焊接问题。

f. 代用钢材的经济性。

**1.10** 钢板的常用厚度规格：2、3、4、4.5、5、6、8、10、12、14、16、18、20、22、25、26、28、30、32、34、36、38、40、42、45、48、50、52、55、60、65、70mm

**1.11** 其他未尽事宜参见 GB150.2 及其附录。

## **2 钢板材料使用规定**

**2.1** Q235 系列钢板：按照 GB150.2 附录 D 的规定。

**2.2** 碳素钢和碳锰钢在高于 425℃ 下常期使用时，应考虑钢中碳化物相石墨化倾向，其结果会使材料的强度及塑性均下降，冲击值下降尤其严重，钢材明显变脆。

**2.3** 压力容器用碳素钢和低合金钢的使用状态及许用应力规定见 GB150.2 中表 2 的规定；

**2.4** 下列碳素钢和低合金钢钢板，应在正火状态下使用：

a) 用于多层容器内筒的 Q245R 和 Q345R；

b) 用于壳体的厚度大于 36mm 的 Q245R 和 Q345R；

c) 用于其他受压元件（法兰、管板、平盖等）的厚度大于 50mm 的 Q245R 和 Q345R。

**2.5** 奥氏体钢的使用温度高于 525℃ 时，钢中含碳量应不小于 0.04%，因在此温度下会造成材料的强度急剧下降。

**2.6** 高合金钢板的标准、厚度范围及许用应力按《固容规》（2010 修正版）附件 1 中表 4 的规定。

**2.7** 用于设计温度高于 200℃ 的 Q370R 钢板，以及用于设计温度高于 300℃ 的 18MnMoNbR、13MnNiMoR 和 12Cr2Mo1VR 钢板，应在设计文件中要求钢板按批进行设计温度下的高温拉伸试验，其屈服强度值参见 GB150.2 附录 B。

**2.8** 受压元件用钢板，其使用温度下限按 GB150.2 中表 4 的规定，表 4 中 Q245R 和 Q345R 钢板的使用状态还应符合 GB150.2 中第 4.1.4 的规定。对厚度大于 100mm 的壳体用钢板及其焊接接头，按照 GB150.2

中第 4.1.11 的规定。

1.1 高合金钢钢板的标准、厚度范围及许用应力按 GB150.2 中表 5 的规定。

1.2 受压元件用钢板的标准，使用温度下限按下列规定：

a) 铁素体型钢板为 0℃；

b) 奥氏体-铁素体型钢板为-20℃；

c) 奥氏体型钢板按 GB150.2 中第 3.7.2 条的规定。

1.3 复合钢板应符合 TSG R0004-2009 第 2 章材料部分“2.8 复合钢板”的规定；压力容器用复合钢板应当按照 NB/T 47002.1~4-2009《压力容器用爆炸焊接复合板》的规定选用，并且符合以下要求：

(1) 复合钢板复合界面的结合剪切强度，不锈钢-钢复合板不小于 210MPa，银-钢复合板不小于 210 MPa，钛-钢复合板不小于 140 MPa，铜-钢复合板不小于 100 MPa。

(2) 复合钢板基层材料的使用状态符合有关引用标准的规定。

(3) 碳素钢和低合金钢基层材料（包括钢板和钢锻件）按照基层材料标准的规定进行冲击试验，冲击功合格指标符合基层材料标准或者订货合同的规定。

(4) 复合钢板执行标准：NB/T 47002.1~4-2009《压力容器用爆炸焊接复合板》；其材料的冲击值指标应符合标准要求。

(5) 其他未尽事宜参见 GB150.2。

### 3 焊接材料

#### 3.1 焊接材料选用执行标准

压力容器焊接材料选用是根据母材的化学成分、力学性能、焊接性能，并结合压力容器的结构特点及焊接方法综合考虑选用焊接材料，必要时通过试验确定。焊接材料的采购和技术条件按照 NB/T 47018.1~47018.7-2011《承压设备用焊接材料订货技术条件》的规定。

#### 4 .2 各类钢材的焊接材料选用原则

##### 3.2.1 碳素钢相同钢号相焊

选用焊接材料应保证焊缝金属的力学性能高于或等于母材规定的限值，或符合设计文件规定的技术条件。

3.2.2 强度型低合金钢钢号相焊选用材料应保证焊缝金属的力学性能高于或等于母材规定的限值，或符合设计文件规定的技术条件。

##### 3.2.3 耐热型低合金钢相同钢号相焊

a) 选用焊接材料应保证焊缝金属的力学性能高于或母材规定的限值，或符合设计文件规定的技术条件；

b) 焊缝金属中的 Cr、Mn 含量与母材规定相当, 或符合设计文件规定的技术条件; 3.2.4 低温型低合金钢相同号相焊

选用焊接材料应保证焊缝金属的力学性能高于或等于母材规定的限值, 或符合设计文件的技术条件。

### 3.2.5 高合金钢相同钢号相焊

选用焊接材料应保证焊缝金属的力学性能高于或等于母材规定的限值。当需要时, 其耐腐蚀性能不应低于母材相应要求, 或力学性能和耐腐蚀性能符合设计文件规定的技术条件。

3.2.6 用生成奥氏体焊缝金属的焊接材料焊接非奥氏体母材时, 应慎重考虑母材与焊接金属膨胀系数不同而产生的应力作用。

### 3.2.7 不同钢号钢材相焊

a) 不同强度等级钢号的碳素钢、低合金钢钢材之间相焊, 选用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;

b) 奥氏体高合金钢与碳素钢、低合金钢之间相焊, 选用焊接材料应保证焊缝金属的抗裂性能和力学性能。当设计温度不超过 370℃ 时, 采用铬、镍含量可保证焊缝金属为奥氏体的不锈钢焊接材料; 当设计温度高于 370℃ 时, 宜采用镍基焊接材料。

### 3.2.8 不锈钢复合钢基层相焊,

选用焊接材料应保证焊缝金属的力学性能高于或等于母材规定的限值; 覆层钢材选用焊接材料应保证焊缝金属的耐腐蚀性能, 当有力学性能要求时, 还应保证力学性能。

## (四)、结构设计

### 1 筒体

**1.1** 筒体或夹套通常采用钢板卷焊制成, 公称直径以内径为准, 公称直径应符合 GB/T 9019 《压力容器公称直径》标准规定。对小直径容器一般亦可采用无缝钢管作壳体 (直径小于 DN400), 其公称直径以外径为准, 无缝钢管制作筒体的公称直径有: 6159、6219、6273、6325、6377、6426。

**1.2** 设计温度下圆筒的计算厚度按照下式计算

$$t = \frac{p \cdot D_i}{2[\sigma] - p} \quad (\text{按内径算})$$

$$t = \frac{p \cdot D_o}{2[\sigma] + p} \quad (\text{按外径算})$$

注: 本公式适用范围为  $0.4 \leq p \leq 4$

### 2 封头

- 2.1 压力容器封头型式应优先采用椭圆形封头，按 GB/T25198-2010《压力容器用封头》选用。
- 2.2 无折边球形封头只可用作两独立受压空间的中间封头或压力  $W0.6\text{MPa}$  的压力容器封头， 并按 GB150 设计。
- 2.3 受压容器为满足生产工艺要求采用锥形封头时，无折边锥形封头应按 GB150 设计，仅适用于锥体半锥角  $\alpha$  小于或等于  $30^\circ$  的状态。当  $\alpha > 30^\circ$  时，大端必须用过渡折边；当  $45^\circ < \alpha < 60^\circ$  时，小端必须采用过渡段的折边结构。
- 2.4 封头上接管较多时，可采用整体补强。

### 3 封头的连接

#### 3.1 基本原则

- 3.1.1 球冠形封头、无折边锥形封头与筒体或法兰的连接角焊缝应采用全焊透结构；
- 3.1.2 以外径为基准的标准椭圆形封头、蝶形封头与标准法兰管连接时，宜采用带颈对焊型 管法兰，封头厚度应与法兰颈端部壁厚相适宜；
- 3.1.3 以内径为基准的标准椭圆形封头、折边锥形封头、平底形封头与碟形封头与标准管法 兰连接时，封头的直边高度应符合法兰连接的要求，不能满足时应增设筒体短节。

#### 3.2 连接结构

- 3.2.1 封头与筒体的连接结构按照 GB150.3 附录 D 的 D.2.2 条执行；
- 3.2.2 平封头与受压元件的连接结构按照 GB150.3 附录 D 的 D.4 条执行；
- 3.2.3 凸型封头与筒体的搭架连接结构按照 GB150.3 附录 D 的 D.5 条执行；
- 3.2.4 封头与裙座的连接按照 GB150.3 附录 D 的 D.7 条执行；

### 4 容器法兰

- 4.1 压力容器法兰应按照 JB4700~4703《压力容器法兰》标准选用。DN426 及以下采用 HG/T20592~20635-2009 标准的管法兰。
- 4.2 采用凹凸面或榫槽面法兰时，立式容器法兰的槽面或凹面应位于筒体上，安装时以免垫片掉落。
- 4.3 真空容器选用标准的容器法兰或管法兰时（不含按真空法兰标准选用），真空容器的真空 度小于  $600\text{mmHg}$  时，法兰的公称压力应不低于  $1\text{MPa}$ 。
- 4.4 公称压力的确定  
选用容器法兰的压力等级，应不低于法兰材料在工作温度下的允许工作压力。

### 5 检查孔

#### 5.1 设置原则

- a. 压力容器应当根据需要设置人孔、手孔等检查孔，检查孔的开设位置、数量和尺寸应当 满足进行内部

检验的需要。

b. 容器公称直径 21000mm 且筒体与封头为不可拆卸时，容器应设置人孔。

c. 容器公称直径 V1000mm 且筒体与封头为不可拆卸时，容器应设置人孔、手孔或检查孔。

## 5.2 设置数量

5.2.1 容器的每个分隔的受压段，如不能利用工艺管口或设备法兰对容器内部进行检查或清洗时，一般应按表 9 规定的数量设置人、手孔或检查孔。

表 9 人孔、手孔、检查孔设置数量

容器公称直径	有设备内部构件时	无设备内部构件时
300VDNV500	设置设备法兰	设置 2 个手孔 或检查孔
500WDNV1000	设置设备法兰	设置 1 个人孔 或 2 个手孔
1000WDNV2600	设置 1 个人孔	设置 1 个人孔
2600WDN	设置 1 个人孔	设置 2 个人孔

5.2.2 卧式容器筒体长度 26000mm 时，应考虑设置 2 个人孔。

5.3 可以不开设检查孔的条件，符合下列条件之一，可以不开设检查孔：

5.3.1 筒体内径小于等于 300mm 的压力容器；

5.3.2 压力容器上没有可以拆卸的封头、盖板等其他能够开关的盖子，其封头、盖板或盖子的尺寸不小于所规定检查孔的尺寸；

5.3.3 无腐蚀或轻微腐蚀，无需做内部检查和清理的压力容器；

5.3.4 制冷装置用压力容器；

5.3.5 换热器。

## 5.4 检查孔的设置部位

5.4.1 人孔、手孔、检查孔的设置应便于进出和检查方便。

5.4.2 小直径立式容器的人孔、手孔或检查孔宜设置于顶盖上。大直径立式容器人孔、手孔 允许设置在筒体上。容器设置 2 各或 2 各以上人孔时，建议分别设置在顶盖和筒体上。卧式容器设备 2 个人孔时，宜分别设置于筒体的两端。

5.4.3 人孔、手孔用作容器装卸填料或触媒时，其轴线允许不垂直于筒体和封头经线。

5.4.4 盛装液体介质的压力容器不推荐将人孔、手孔或检查孔设置于底封头上或长期被液体浸泡的位置。

5.4.5 长圆形人孔或椭圆形人孔的长轴布置应垂直于圆筒壳的轴线。

## 6 管口结构型式、尺寸

6.1 容器的工艺管口，其连接方式、连接法兰标准、密封面型式、公称尺寸、数量、方位等一般应“压力容器设计条件表”确定。如有不妥，双方可协商解决。

6.2 温度、压力和液位计等检测器管口的结构型式和尺寸，应按其他专业要求确定。钢制管法兰、垫片、紧固件的选用一般优先采用 HG20592~206148.2 温度、压力和液位计等检测器管口的结构型式和尺寸，应按其他专业要求确定。

6.3 钢制管法兰、垫片、紧固件的选用一般优先采用 HG20592~20614（欧洲体系）和 HG20615~20635（美洲体系）标准，必要时也可采用其他适用标准。

6.4 采用凹凸或榫槽面连接型式时，容器顶部和侧面的管口应配置凹面或槽面法兰，容器底部的管口应配置凸面或榫面法兰（如与阀门等标准件连接时，须视该标准的密封面型式而定）。

### 6.5 管法兰公称压力的确定

a. 与阀门等标准连接的管法兰，其公称压力可按连接件标准选取。

b. 与工艺管口连接的管法兰，其公称压力应结合容器设计压力及工程设计规定选取。

c. 对易爆或毒性为中毒危害的介质，管法兰的公称压力不低于 1MPa, 对毒性为高度和极度或强渗透性介质，连接法兰的公称压力应不低于 1.6MPa；

d. 高度、极度毒性介质和三类容器应尽量采用带颈对焊法兰。

6.6 容器上的备用管口应配置法兰盖。

6.7 压力表、温度计接口一般采用管法兰连接型式，并配置法兰盖。

6.8 管口法兰接法兰盖时，应配置螺栓、螺母及密封垫片。

6.9 不是与阀门等标准件连接的非标准法兰，特殊材料制作的法兰应成对配置。

### 6.10 接管

6.10.1 容器接管一般应采用无缝钢管，当接管的公称直径大于 300 时可以采用板卷管。

6.10.2 如使用 GB/T8163 中 10、20 钢和 Q345D 钢管作接管的，其规定如下：

a. 设计压力不大于 4.0MPa；

b. 10、20 和 Q345D 钢管的使用温度下限相应为 $-10^{\circ}\text{C}$ 、 $0^{\circ}\text{C}$ 、 $-20^{\circ}\text{C}$

c. 钢管壁厚不大于 10mm；

d. 不得用于毒性程度为极度或高度危害的介质。

6.10.3 接管的伸出长度

- a. 对于轴线垂直于容器壳壁的接管，其接管的法兰密封面伸出容器外壁的长度  $L$ ，一般不 小于 100mm，保温层厚度增加或接管直径较大的外伸长度随之增大。
- b. 用于排气和排液的排净口以及接管插入容器内壁影响内部构件的布置或装卸时，应采用 内壁平齐式结构，将接管端部设计成与容器内部齐平。

### 6.10.5 接管的加固

a. 对于 DN $\leq$ 25mm, 伸出长度  $L\leq$ 150mm 以及 DN=32~50mm, 伸出长度  $L\leq$ 200mm 的任意方向接 管，均应设置筋板予以支撑，其位置按图 2 要求。

b. 筋板断面尺寸可根据长度一般可按表 10 选取。筋板数量一般为 2 个。

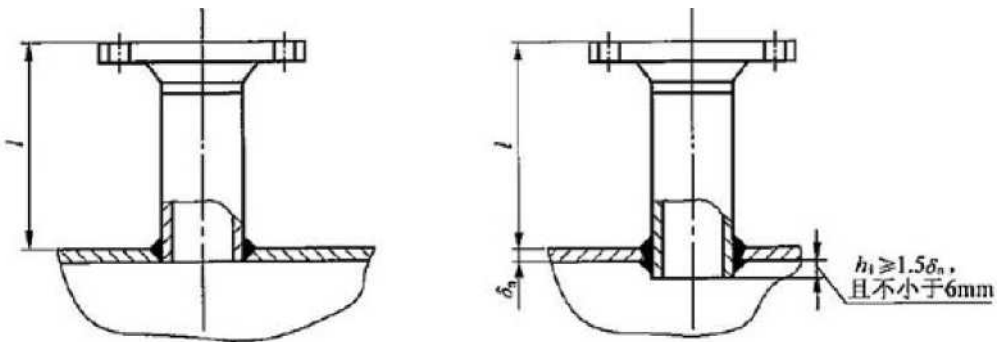


图 2 接管与壳体连接内部结构

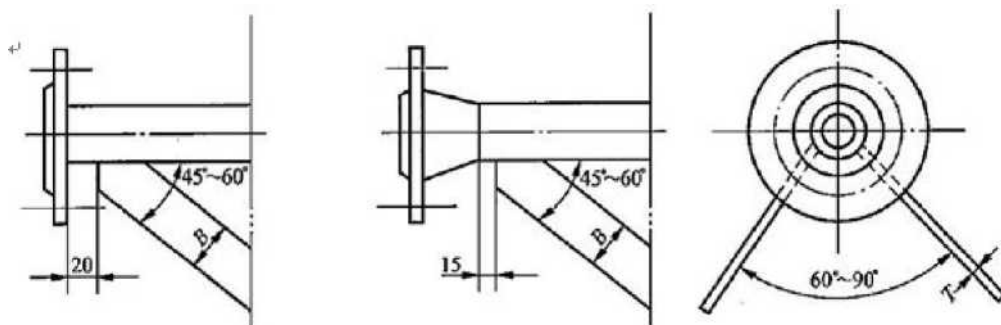


图 3 筋板支撑图

筋板长度	200~300	301~400
筋板宽 B× 筋板厚 T	30×3	40×5

注：水平管筋板一般为 2 个，垂直接管可采用 3 个均布。

## 7 开孔和开孔补强

### 7.1 开孔补强

7.1.1 等面积法的适用范围 压力容器圆筒、圆锥上开设长圆或椭圆孔时，孔的短轴应平行于园筒或圆锥的轴线。凸形封 头上开设长圆孔时，开孔补强应按长圆形开孔长轴计算；当在壳体上开椭圆形或长圆形孔时，孔的长径与短径之比应不大于 2.0。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/258024123062006053>

7.1.2