

# 6000L 提取罐设计

学 生：周维月

学 号：10011010430

专 业：过程装备与控制工程

班 级：2010.4

指导教师：

· ·一四年六月

# 毕业设计(论文)任务书

设计(论文)题目: 6000L 提取罐 的设计

学院: 机械工程学院 专业: 过程装备与控制工程 班级: 2010.4 学号: 10011010430

系主任 \_\_\_\_\_ (签名) 院长 \_\_\_\_\_ (签名)

## 1. 毕业设计(论文)的主要内容及基本要求

### (1)原始数据:

设计题目: 6000L 提取罐设计 设备容积: 6000L 加热面积: 13m<sup>2</sup>

内胆设计压力: 常压 夹套设计压力: 0.35MPa

设备主体材料: 0Cr18Ni9 过滤面积: 2.0m<sup>2</sup>

### (2)主要内容:

进行罐体的结构设计、强度校核及其它附件的选型。

### (3)基本要求:

装配图1张(0号图), 零件图3张(图面总量大于1号图), 设计说明书1份。

## 2. 指定查阅的主要参考文献及说明

[1]. 全国压力容器标准化委员会. GB150-2011. 压力容器. 北京: 中国标准化出版社出版, 2011,

[2]. 郑津洋, 董其伍, 桑芝富. 过程设备设计[M]. 化学工业出版社, 2005

[3] 化学工业部第六设计院, 陈偕中, 《化工设备设计全书(化工容器设计)》[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987

[4] 丁伯民, 黄正林. 化工设备设计全书[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003

[5] 化工机械手册编辑委员会. 化工机械手册[M]. 天津: 天津大学出版社, 1991

## 3. 进度安排

	设计(论文)各阶段名称	起止日期
1	资料收集, 阅读文献, 完成开题报告	2014.03.03-2014.03.20
2	完成所有结构设计和设计计算工作	2014.03.21-2014.04.25
3	完成所有图纸绘制	2014.04.26-2014.05.15
4	完成设计说明书及图纸的修改	2014.05.16-2014.05.31
5	答辩的准备和毕业答辩	2014.06.01-2014.06.10

## 摘 要

提取罐是中药提取行业中常用的浸出提取设备，特别适合于天然药物的浸出提取。它可促使中药提取有更高的效率，适用于中药、食品、化工等多种行业。同时提取罐具有操作方便、效率高、产量高等优点。

本设计主要按照GB150—2011《压力容器》进行设计，主要对罐体的结构、工艺尺寸及锥壳进行工艺计算、强度校核、结构设计。还对其他附件如接管、法兰、支座、仪表等进行选择。

**关键词：** 提取罐； 工艺计算； 强度校核； GB150—2011 .

## ABSTRACT

Extracting tank is commonly used in traditional Chinese medicine extraction industry leaching extraction equipment, especially suitable for leaching extraction of natural medicines. Prompted Chinese medicine extraction has the higher efficiency, suitable for Chinese traditional medicine, food, chemical and other industries. And the extracting tank has advantages of convenient operation, high efficiency and high yield.

This design largely based GB150-2011 "pressure vessel" design, main structure, process dimension of tanks and conical shell process calculation, strength check, the structure design. Also for other accessories such as take over, flange, choice of bearing, instrument, etc.

**Keywords:** extraction tank; process calculation; strength check; GB150—2011

# 目录

中文摘要.....	I
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>II</b>
第 1 章 绪论.....	1
1.1 提取罐的研究现状和发展.....	1
1.2 中药提取物发展前景.....	3
1.3 中药提取物的标准和应用.....	4
1.4 提取罐的结构和提取原理.....	4
1.5 总体方案.....	5
第 2 章 罐体的设计.....	6
2.1 罐体结构设计.....	6
2.2 罐体几何尺寸计算.....	7
2.2.1 罐体直径和高度计算.....	7
2.2.2 锥壳部分尺寸计算.....	8
2.3 罐体的强度计算.....	8
2.3.1 材料的选择.....	9
2.3.2 罐体壁厚的计算.....	9
2.3.3 锥壳厚度计算.....	12
2.3.4 罐体封头壁厚的计算.....	15
第 3 章 夹套的设计.....	18
3.1 夹套的直径和高度.....	18
3.2 夹套的厚度计算.....	18
3.3 夹套传热面积及其校核.....	20
3.4 耐压试验.....	20
第 4 章 接管及连接法兰的选择.....	22
4.1 连接筒体和封头的设备法兰的选择.....	22
4.2 开孔补强计算.....	23
第 5 章 支座等附件的选择.....	27

5.1 支座的选择.....	27
5.2 仪表的选择.....	28

5.3 排渣门装置.....	29
第 6 章 结论 .....	32
参考文献 .....	33
致谢 .....	34



## 第 1 章 绪论

### 1.1 提取罐的研究现状和发展趋势

#### 1.1.1 提取罐的研究现状

提取罐是医药化工中常用的浸出提取设备，特别适合于天然药物的浸出提取。直锥型提取罐适用于中药、食品、化工行业的常压、微压、水煎、温浸、热回流、强制循环提取罐的主要系列有直锥型、蘑菇型、直筒型、斜锥型等。直环渗漏作用，芳香油提取及有机溶媒回收等多种工艺操作，具有效率高、操作方便等优点，罐内配备 CIP 清洗操作系统，符合 GMP 标准。配套设备有冷凝器、消沫器、过滤器、冷却器、药液泵、油水分离器等。

#### 1.1.2 提取罐的发展趋势

据有关文献报道，中药提取仍然是国内中药现代化的瓶颈之一。目前世界天然植物药市场已达300 亿美元，且以每年20%的速度增长，很有可能在近几年内快速增长到1000亿美元以上；2003植物提取物占中药类产品的出口份额增加到30.16%，成为我国中药出口的第二大类商品。植物提取领域发展潜力巨大，天然药物的开发、提取在日常生活中越来越多，前景看好。投资少、生产成本低、安全程度高的提取方法、经济效益愈发显著越来越为人们所重视。未来的几年，植物提取品种和数量将大大增加，十年内甚至更短的时间内将有数量级的飞跃，探讨采用连续提取工艺，提高加工能力和得率，减低生产成本，有着不同寻常的意义。

传统的中药提取设备都不能满足现代提取要求，传统提取罐提取效率低，提取中药成分不纯，现代中药提取罐在提取中药成分效率上提高了很多，因此发展更先进的提取设备是迫不及待的，发展提取罐是中药行业的必经之路，提取罐设计更向着智能化、自动化、一体化发展。

##### 1.1.2.1 提取罐自动化系统的发展

多功能提取罐系统其整个提取过程是在密闭的循环系统内完成，能够实现对常压水提、醇提，等多种提取工艺和多种物料的提取，无论是水提、醇提，等方面的工艺要求，均由制药厂根据制药工艺要求、准则自行拟定，多功能提取系统由多功能提取罐和回流，

冷凝，强制循环等组成，配套设备包括消沫器，过滤器，冷凝器，油水分离器，药液泵 等组成，提取罐的加热方式通常采用夹套蒸汽传热，罐内保持常压，提取运行温度的设

定和是否需要强制循环方式是根据提取工艺要求来确定，为了实现多种物料不同提取工

艺的计算自动检测和控制，经过调研和论证以及实践，确定了多功能提取能的计算机监控系统设计必须要满足以下要求：

(1) 根据天然药物提取工艺的共性，特点和实际需求出发，既要满足现实工艺条件，又要适应今后技术发展的需要，因此，控制系统的设计必须充分考虑控制系统结构和控制方案的灵活性，可变性，适应性，可操作性。

(2) 实现多种提取工艺的选择性控制，根据不同的提取工艺分别调整配方加料数量，夹套间接加热保温时间，强制循环的次数，回流提取方式，控制顺序等，对提取工艺的控制要求是在有限和固定的设备各管线的条件下，方便而灵活地实现不同提取模式各全自动控制。

(3) 充分采用计算机在线监测和实时控制的方法，对天然药物提取工艺进行全过程自动控制或局部自动控制，实现生产过程画面的动态监视以及参数的实时显示，对一些重要的工艺参数实现在线设定和修改生产过程参数，对已记录下的数据进行管理，并能实现历史曲线的显示和报表的生成及打印。

(4) 充分考虑控制系统设计的可靠性和实用性以及经济性，无论传感器，变送器，执行器的选型还是控制系统结构和控制方案的设计，都必须充分考虑到其可靠性，实用性，防爆安全性，应用的方便性，灵活性和技术经济的合理性，实现自动报警及联锁保护，为系统的安全，高效，稳定生产提供保证。

多功能提取罐的应用，多功能提取罐目前已成为中成药制剂厂的一种重要设备，广泛应用于重要醇提，水煎，芳香性成分提取等工艺操作，如何充分发挥多功能提取罐的“多能”作用，我们从生产实际出发，对多功能提取罐的应用做了一些探索及研究。

多功能提取罐在进行中药材醇提取操作时，由于醇度较高，醇提取结束后放出含醇药汁后，留存在多功能提取罐中的药材吸附有大量高浓度乙醇，过去，下一步操作往往是直接进行水煎，这样留存在中药材中的乙醇就在水煎时与水蒸气一起挥发到大气中，白白浪费，考虑到溶剂价格较贵，可以进行回收重复利用，即在水煎开始时，先用回收冷却装置回收乙醇，待回收乙醇浓度达30%左右时停止回收，进行水煎，这样能回收部分乙醇，但存在回收时间较长，回收乙醇浓度不高等问题，在实际操作中，还常常因加水量不一，冷却器循环水控制等引起具体困难，改正后的操作方法如先下：在热回流结束放出回流药汁后，不立即放水水煎，而是开启多功能提取罐底部的蒸汽冲管阀，应用

水蒸气蒸馏原理。蒸汽压力控制在0.04~0.06MPa, 这样将留存在中药材内的高浓度乙醇一起带出来, 用回收冷却装置回收, 待回收乙醇浓度下降到30%左右时, 再放水进行水

煎, 采用这种方法, 操作易掌握, 回收时间短, 回收溶剂浓度高, 溶剂损耗降低。一般

中成药厂采用渗滤法生产中成药酒剂，渗滤后药渣，一般采用压榨法回收白酒。由于这种操作方法劳动强度大，操作环境恶劣，白酒损耗大，现在工厂已很少采用，为了减少白酒的消耗，降低产品成本，一般利用多功能提取罐回收酒剂药渣中的白酒，具体操作方法如下将渗透完毕后的药渣倒入多功能提取罐中，以罐容量1/2—2/3投料量为宜，先开启夹套蒸汽加热，控制压力0.04—0.06，待回收白酒适量浓度时一般掌握回收白酒含醇量下降到25%左右，停止回收，采用这种操作方法，可以利用现有设备而不增添新的回收装置，降低劳动程度，减少白酒损耗。

## 1.2 中药提取物的发展前景

要对提取罐深入了解就必须通过对中药提取物的认知。中药提取物产业是从中药产业分离出来的，根据国际国内市场需求发展起来的一个产业，一方面可以认为中药提取物产业是中药现代化的基础，是当前中药国际化的现实途径之一，大力发展中药提取物产业具有战略意义。另一方面要把这个产业当成一个独立产业，一个具有巨大市场需求的新兴产业，不能过多地把它与中药现代化和国际化联系在一起。中药是中华民族的瑰宝，我国已有数千年使用天然药物的历史，同时也具备丰富的自然资源，但我国中药提取物产业远远落后于欧洲，面对全球迅速发展起来的天然药物产业，天然健康品及天然日用化妆品市场，应尽快制定明确的竞争战略，便于适应国际国内市场需求。

### 一、中药提取物的现代化发展：

提取物是国际天然医药保健品市场上的一种新的产品形态，是现代植物药先进技术的载体，该产品在符合GAP、GMP要求下进行生产，同时采用先进的工艺和质量检测技术，如大孔吸附树脂分离技术在国内提取物生产企业中得到普及，而在中成药生产中应用甚少，HPLC、HPTLC、GC、GC-MS、HPLC-MS等分析仪器和技术在中药提取物中得到应用，它体现了中药产业的技术进步，体现了中药现代化的要求。

### 二、中药提取物的产业化趋势：

中药提取物是对中药材的深度加工，具有开发投入较少、技术含量高、产品附加值

大、国际市场广泛等优势和特点，是目前中药进入国际市场的一种理想方式；

中药提取物经数年的发展，已具备一定的产业规模，出口比例已超过中药，并呈现上升趋势。另一方面，提取物研制、生产、流通等各个环节，从宏观到微观尚缺乏必要

的管理规范，产品品种多、规格杂、生产企业多而小、经营渠道杂、经营秩序混乱、产品质量良莠不齐，损害中药出口产品的形象，致使中药提取物平均出口价格大幅下降，1999年中药提取物平均出口价格较上年度降低27.2%，恶性降价造成了企业效益下降和资源的严重浪费，中药提取物需要产业化的调控和规范。<sup>[2]</sup>

### 1.3 中药提取物的标准和应用

绝大多数的植物提取物主要以外销为主，这可能与中国中医药界对中药提取物的看法仍然有很多分歧有关，很多人认为中药提取物与中药饮片有很大的分别甚至不能称之为现代药理学研究、中药新剂型研制、提高中药产品生产效率均有重要意义。随着现代中药提取技术的应用，中药生产必将向过程可控、产物明确、质量严格的方向发展，从根本上提高中药产品的科技含量，使得传统中药领域向现代化、科学化、产业化、精细化、标准化的方向迈进总的来说，目前中药提取物的发展势头是好的，由逐渐替代中药饮片的可能。但是由于历史较短，发展过快，水平不一，利润逐步调低，取法国际统一标准，中药提取物已经发展到了一个瓶颈阶段，必须要大力投入在中药标准方面的研究，掌握了标准的主动权也就掌握了中药销售的主动权。在不断的经营过程中借鉴的国外天然药物的发展模式和方法，即可强化中药产业的持续创新能力，又能为中药产业实现跨越式发展提供技术保障。<sup>[3]</sup>

### 1.4 提取罐的结构和提取原理

提取罐是中药制取装置机组中的核心设备。提取罐是通过在罐体内对中药材等组分在适宜温度和压力下进行加热、搅拌等操作，并通过过滤最终得到所需成品或半成品（主要是汤药制剂）的中药提取设备。提取罐提取原理：（1）水提：水和中药装入提取罐内，开始给夹层热源（如蒸汽），罐内沸腾后减少供给热源，保持罐内沸腾即可，维持时间根据提取药理工艺而定，如密闭提取需给冷却水，使蒸汽气体冷却后回到提取罐内，保持循环和温度。<sup>[4]</sup>（2）醇提：先将药和酒精加入罐内必须密闭，给夹层热源蒸汽，打开冷却水使罐内达到需要温度时（根据提取药理工艺而定）减少供给热源，使上升汽态酒精经过冷凝器后成液态酒精回流即可，为了提高效率，可用泵强制循环，使药液从罐下部

通过泵吸出，再从上部进口回流至罐内，解除局部沟流。(3)提油：先把含有挥发油的中 药和水加入提取罐内，打开油分离器的循环阀门，调整旁通回流阀门，开供给热源阀门达到

挥发温度时打开冷却水进行冷却，经冷却的药液应在分离器内保持一定高度使之分离，再



过油水分离器轮换使用。(4)回收油精：将酒精加入缸内，给蒸汽打开冷却水，再打开回收阀门即可。主要由搅拌容器、搅拌装置、传动装置轴封装置、支座、人孔、工艺接管和一些附件组成。作为中药提取设备之一，提取罐技术参数的选择和结构设计是否合理，将直接影响到整个中药生产工艺、生产效率和产品质量。从而影响到生产能力的大小和技术经济指标的好坏。中药药液提取罐属浸出设备，其结构形式与反应釜相类似，设计时参考化学反应釜相关标准进行计算。[5]

## 1.5 总体方案

1. 熟悉毕业设计任务书的内容和要求
2. 查阅文献资料，了解提取罐的现状与发展情况
3. 确定设计计划，调查研究及方案分析比较
4. 总体结构设计：根据工艺要求并考虑制造、安装和维护检修的方便，确定各部分结构型式，如封头形式、传热面、筒体和夹套的结构型式。
5. 选材：主要考虑压力温度、腐蚀因素但也不要忽略容器的材料对产品质量的影响。
6. 强度和稳定性校核计算：主要指罐体封头、夹套、等的强度计算及受外压零件的稳定性核算。
7. 罐体附件：(如支座、接管、仪表)选型。
8. 专题讨论：讨论设计的合理性、安全性、经济性和适用性。
9. 绘图：包括装配图和零件图
10. 编制技术要求：提出制造、装配、检验和试车等方面的要求。
11. 整理设计说明书。

## 第2章 罐体设计

### 2.1 罐体结构设计

根据设计题目内容，初步确定提取罐结构形式，该提取罐主要由筒体，封头，夹套，气动排渣装置及相应附件组成。

筒体，封头材料：0Cr18Ni9，夹套材料：Q235B<sup>1</sup> 4

容器夹套有如图2-1所示的常用结构形式。由于需从罐体下不排渣，所以本设计选择图2-1(a)圆筒型夹套。

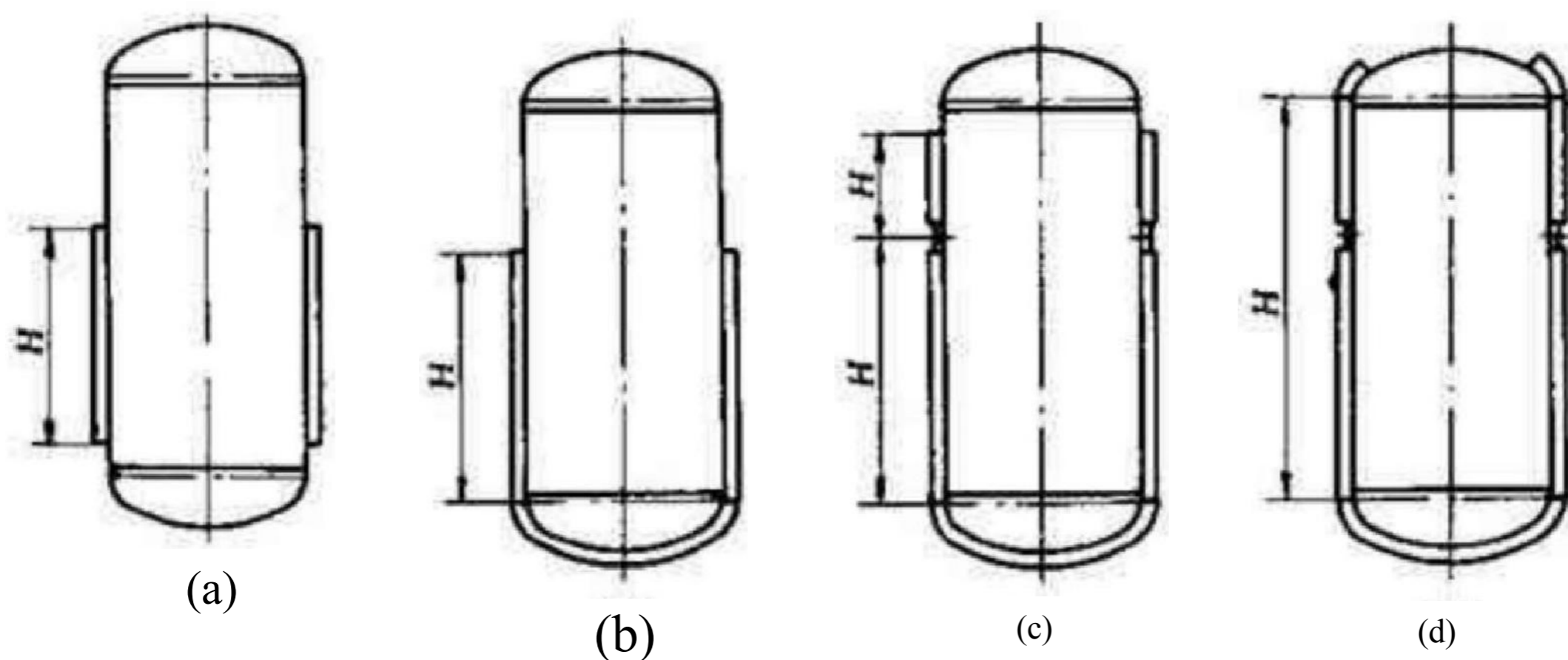


图2-1 容器夹套的常用结构

提取罐主体结构形式如图2-2所示。为方便除渣，筒体下部设计为圆锥形<sup>4]</sup>。然后逐步确定各结构计算数据。

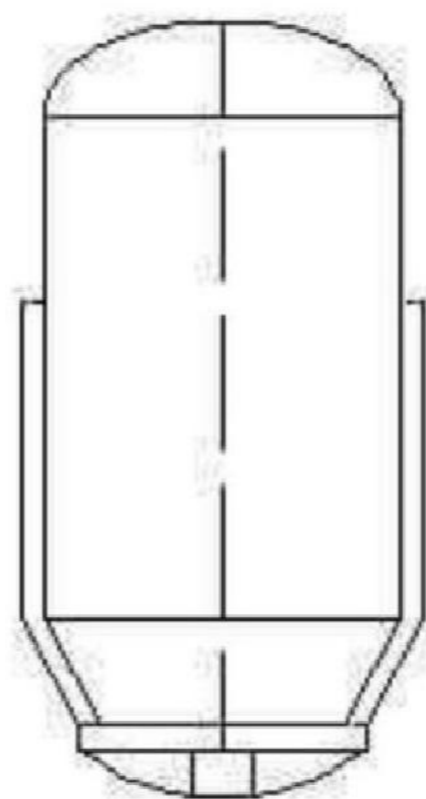


图2-2 提取罐主体结构形式

## 2.2 罐体几何尺寸计算

### 2.2.1 罐体直径和高度的计算

根据设计题目要求，设计容器主体为圆形筒体。在知道提气罐操作时盛装物料的容积首先要选择适宜的长径比(H/Di)和装料量，确定筒体的直径和高度。由于本设计提气罐结构与反应釜类似，所以可参考釜体的长径比选择方法4。

#### (一) 釜体的长径比

工艺设计给定的容积，对直立式搅拌容器通常是指筒体和封头两部分容积之和；对卧式搅拌容器则指筒体和左右封头容积之和。根据使用经验，搅拌容器中筒体的高径比可按表2-1 选取。设计时，根据搅拌容器的容积、所选用的筒体高径比，就可确定筒体直径和高度。[6]

根据实践经验，几种反应釜的长径比大致如表2-1 所示3]：

表2-1几种搅拌设备的H/Di值

种类	设备内物料类型	H/Di
一般搅拌罐	液-固或液-液相物料	1~1.3
	气-液相物料	1~2
发酵罐类		1.7~2.5

根据2-1, 其高径比取为:  $K=1.2$ , 即:  $H/D_i=1.2$ 。已知设备容积 $V=6\text{m}^3$ , 根据公式:

$$V \approx \frac{\pi}{4} D_i^2 H_i \quad (2-1)$$

式中:  $V$ — 设备容积,  $\text{m}^3$ ;

$D_i$ ——筒体内径,  $\sqrt{\frac{4V}{\pi H_i}}$   
 $H_i$ ——筒体高度,  $\sqrt[3]{\frac{4V}{\pi D_i^2}}$

则



以选定的 $H_1/D_1$ 值及 $V$ 值代入上式,即初步算出筒体内径 $D_1 \approx 1853\text{mm}$

将 $D_1$ 的估算值圆整到公称直径系列[5]故取 $D_1=1900\text{mm}$ 。

封头内径采用筒体的内径值,封头型式采用椭圆型封头,由化工机械手册可以查出公称直径为 $1900\text{mm}$ 时,直边高度 $h_0$ 初选 $h_0=40\text{mm}$ 。

(二) 确定筒体的高度 
$$H = \frac{4V}{\pi D_1^2} = 2116\text{mm}$$

(2—3)

取 $H_1=2.2\text{m}$ ,于是 $H_1/D_1=2200/1900=1.16$ 。

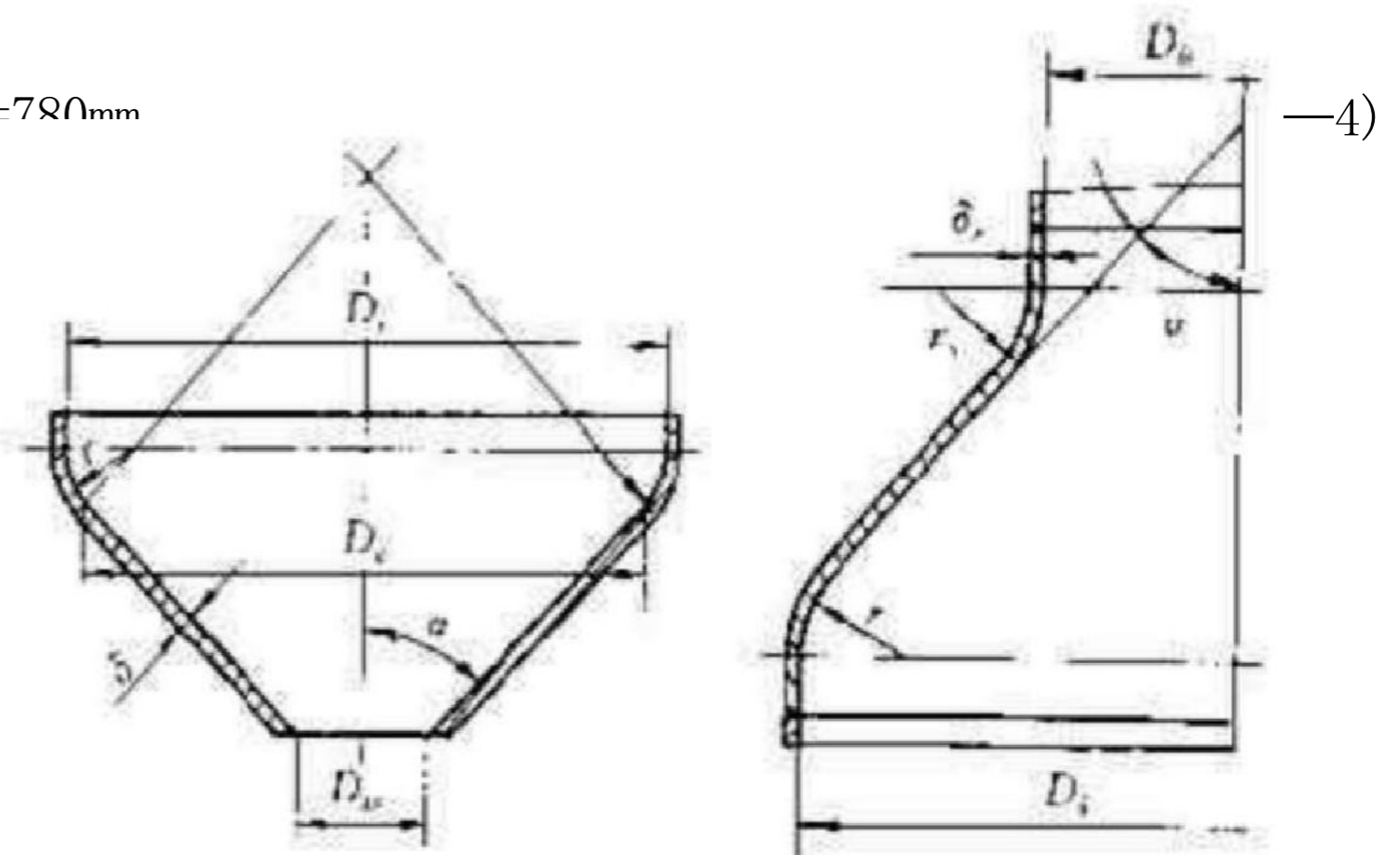
因为 $H_1/D_1=1.16$ 在 $1.0 \sim 1.3$ 之间,满足题目条件。

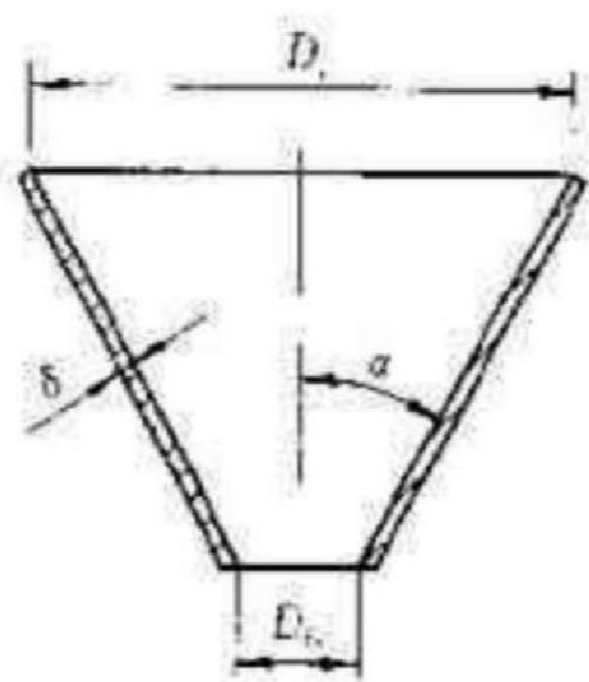
### 2.2.2 锥壳部分尺寸计算

本设计中,为满足工艺需求,将筒体下部取 $v$ ,体积制成平截正锥形筒体。令小端直径为 $1000\text{mm}$ ,锥顶半角为 $30^\circ$ 。

则有: 
$$h = (D-d) \times \cot 30^\circ = 780\text{mm}$$

- h: 锥壳的高度,  
D: 锥壳大端直径,  
d: 锥壳小端直径。





(a)

(5)

(c)

图2-3 轴对称锥壳

根据上述数据可知道：罐体直圆筒部分高 $H_1=2200\text{mm}$  内径 $D_1=1900\text{mm}$

锥壳部分筒体高 $h=780\text{mm}$  小端内径  $d=1000\text{mm}$

筒体总高 $H=H_1+h=2980\text{mm}$

锥壳内滤板尺寸计算：过滤面积为 $2\text{m}^2$ ，滤板紧贴锥壳内表面，其a边按锥壳斜边长度计算，其长度 $L=780/\sin 30^\circ =1560\text{mm}$ ，所以滤板b边长度 $L'=2000000/1560=1282\text{mm}$ 。

## 2.3 罐体的强度计算

### 2.3.1 材料的选择

提取罐设计压力：夹套 $0.35\text{MPa}$ 、容器 $0.1\text{MPa}$ ；设计温度 $100^\circ\text{C}$ ；。根据工艺条件选用 $0\text{Cr}18\text{Ni}9$  不锈钢板作为罐体和封头的材料，选用 $\text{Q}235\text{B}$  为夹套的材料。

### 2.3.2 罐体壁厚的计算

#### 2.3.2.1 按承受 $0.1\text{MPa}$ 内压容器设计

筒体的设计温度 $100^\circ\text{C}$ ，由 $\text{GB}150-2011$  表4-5查得其许用应力为 $[\sigma]' =137\text{MPa}$ ，设计压力  $P_1=0.1\text{MPa}$ ，液柱静压力 $P_{1H}$ 为

$$P_{1H} = \rho gh \quad (2-5)$$

$$=1000 \times 9.8 \times 2.980 = 28000\text{Pa} = 0.028\text{MPa}$$

式中  $\rho$ ——水溶液的密度， $\rho=1000\text{kg}/\text{m}^3$ ；

$H$ ——筒体高度， $h=2980\text{mm}$ ；

$g$ ——重力加速度， $g=9.8\text{m}/\text{s}^2$

因为液柱静压力大于设计压力的5%，故应计入计算压力中。

筒体的计算压力 $P_{1c}$ 为：

$$P_{1c} = P_1 + P_{1H}$$

$$=0.1 + 0.028 = 0.128\text{MPa}$$

式中  $P_1$ ——筒体内的设计压力， $P_1=0.1\text{MPa}$ ；

$P_i=0.028\text{MPa};$

直圆筒部分筒体的计算厚度按下式计算

$$\begin{aligned}\delta_{\text{筒}} &= \frac{P_i D_i}{2[\sigma]'\phi - P_i} \\ &= \frac{0.128 \times 1900}{2 \times 137 \times 0.85 - 0.128}\end{aligned}$$

(2—6)

(2—7)



=1mm

式中  $P_{1c}$ ——筒体的计算压力,  $P_{1c}=0.128\text{MPa}$ ;

$D_j$ ——筒体的公称直径,  $D_i=1900\text{mm}$ ;

$[g]'$ ——材料在 $100^\circ\text{C}$ 时的许用应力,  $[g]'=137\text{MPa}$

$\phi$ ——钢制压力容器的焊接接头系数,  $\phi=0.85$ [6];

设计厚度按下式计算

$$\begin{aligned} \delta &= \delta + C_2 \\ &= 1+0=1 \quad \text{mm} \end{aligned} \quad (2-8)$$

式中  $\delta$ ——筒体的计算厚度,  $\delta=1\text{mm}$ ;

$c_2$ ——材料腐蚀裕量,  $c_2=0\text{mm}$ ;

因为不锈钢容器不包括腐蚀裕量的最小厚度 $s=2\text{mm}$ , 所以 $s$ 取为: 6

名义厚度按下式计算

=2mm。

$$\delta_{\text{筒}} = \delta_{\text{a筒}} + C_1$$

(2-9)

$$= 2+0.18=2.18\text{mm}$$

式中  $\delta$ ——筒体设计厚度,  $\delta=2\text{mm}$ ;

$c_1$ ——材料的厚度负偏差,  $c_1=0.18\text{mm}$ ];

取  $\delta = 3\text{mm} \leq 28$ ,  $[g]'$  没有变化, 满足条件, 故名义厚度取为 $3\text{mm}$ 。

有效厚度按下式计算:

$$\sigma' = \frac{P_{1c}(D_i + \delta_e)}{2\delta_e}$$

$$\delta_e = \delta - (C_1 + C_2)$$

$$= 3 - 0.18 = 2.82\text{mm}$$

(2-10)

强度校核, 强度校核按下式进行:

(2-11)

$$= 40.5\text{MPa} \leq [g]' \phi = 116.5\text{MPa}$$

式中  $p_c$  ——筒体的计算压力;

所以则有:  $\sigma' < [\sigma] \varphi$

满足条件, 故  $\delta$  取 3mm。

### 2.3.2.2 按承受0.35MPa 外压容器设计

圆筒部分的厚度计算, 根据此圆筒体来进行承受外压时的强度计算。筒体的设计

温度为100c, 设计压力为  $P_2=0.35\text{MPa}$ 。按 GB150 的规定采用图算法计算圆筒的厚度, 临界压力与圆筒的尺寸  $L/D_0$ 、 $D_0/s$ 。有关。

1、假设  $\delta_s=3\text{mm}$ ,  $L/D_0=2200/1906=1.15$

$$D_0/\delta_s=1906/2.78=686$$

式中  $L$ ——筒体计算长度,  $L=2200\text{mm}$ ;

$D_0$ ——筒体外径,  $D_0=D+6=1900+6=1906\text{mm}$ ;

$\delta_e$ ——筒体有效壁厚,  $\delta_e=3-0.22=2.78\text{mm}$

由 GB150-2011 图6-2查得  $A=0.000065$ , 所得  $A$  值落在设计温度下材料线的左方如 GB150-2011 图6-7所示。按下式计算许用外压力  $[P]$  [4]

$$[P]=\frac{2AE}{3(D_0/\delta_e)} \quad (2-12)$$

$$= \frac{2 \times 0.000065 \times 180000}{3 \times 686}$$

$$=0.011\text{MPa}$$

式中  $E$ ——材料弹性模量,  $E=18000017$ :

比较计算外压力  $p$ 。与许用外压力  $[P]$ ,  $p_0=0.35\text{MPa} > [P]$

2、假设  $\delta_s=9\text{mm}$ ,  $L/D_0=2200/1918=1.15$

。故假设名义厚度不合理。

$$D_0/\delta_s=1918/8.2=234$$

式中  $L$ ——筒体计算长度,  $L=2200\text{mm}$ ;

$D_0$ ——筒体外径,  $D_0=D+5=1918\text{mm}$

$\delta_e$ ——筒体有效壁厚,  $\delta_e=9-0.8=8.2\text{mm}$

由 GB150-2011 图6-2查得  $A=0.00035$ , 由 GB150-2011 图6-7所示。可知  $A$  在设计温度线的右方, 则可查得  $B=48\text{MPa}$ , 按下式计算许用外压力  $[P]$  [4]

$$[P]=\frac{B}{D_0/\delta_e} = \frac{48}{234} = 0.205\text{MPa} \quad (2-13)$$

比较计算外压力 $p_0$ 。与许用外压力 $[P]$ ,  $p_0 = 0.35\text{MPa} > [P]$ 。故假设名义厚度不合理。

3. 假设  $\delta_s = 12\text{mm}$ ,  $L/D_0 = 2200/1924 = 1.14$

$$D_0/\delta_s = 1924/11.2 = 172$$

式中  $L$ ——筒体计算长度,  $L = 2200\text{mm}$ ;

$D_0$ ——筒体外径,  $D_0 = D + 25 = 1924\text{mm}$ ;

$\delta_0$  ——筒体有效壁厚,  $\delta_0 = 12 - 0.8 = 11.2 \text{ mm}$

由 GB150-2011 图6-2查得  $A = 0.00048$ , 由 GB150-2011 图6-7所示。由内插法计算得  $B = 71.5 \text{ MPa}$ , 按下式计算许用外压力  $[P]$  [4]

$$[P] = \frac{P_c}{[\sigma]' \phi} = \frac{71.5}{172} = 0.358 \text{ MPa}$$

(2-14)

比较计算外压力  $p_0$  与许用外压力  $[P]$ ,  $p_0 = 0.35 \text{ MPa} < [P]$  且较接近。故假设名义厚度合理。比较内外压情况, 取  $\delta_s = 12 \text{ mm}$  作为筒体的厚度

$$2.3.3 \text{ 锥壳厚度计算} \quad \delta_s = \frac{P_c D_c}{[\sigma]' \phi - P_c \cos \alpha} \frac{1}{g}$$

锥壳部分筒体的计算厚度按下式计算

(2-15)

$$= \frac{0.128 \times 1900}{2 \times 137 \times 0.85 - 0.128} \frac{1}{\cos 30^\circ}$$

$$= 1.24 \text{ mm}$$

式中  $P_c$  ——锥壳的计算压力,  $P_c = 0.128 \text{ MPa}$ ;

$D_c$  ——锥壳的计算内直径,  $D_c = 1900 \text{ mm}$ ;

$[\sigma]'$  ——材料在  $100^\circ\text{C}$  时的许用应力,  $[\sigma]' = 137 \text{ MPa}$ ;

$\phi$  ——钢制压力容器的焊接接头系数,  $\phi = 0.85$  [4]

$g$  ——锥壳半顶角,  $\alpha = 30^\circ$  ;

设计厚度按下式计算

$$\delta = \delta_s + C_2 \quad (2-16)$$

$$= 1.24 + 0 = 1.24 \text{ mm}$$

式中  $\delta_s$  ——锥壳的计算厚度,  $\delta_s = 1.24 \text{ mm}$ ;

$C_2$  ——材料腐蚀裕量,  $C_2 = 0 \text{ mm}$  [9];

因为不锈钢容器不包括腐蚀裕量的最小厚度  $\delta = 2 \text{ mm}$  [9], 所以  $s$  取为:  $\delta = 2 \text{ mm}$ 。

名义厚度按下式计算

$$\delta = \delta + C_1 \quad (2-17)$$

$$= 2 + 0.18 = 2.18 \text{mm}$$

式中  $\delta$  —— 锥壳设计厚度,  $\delta = 2 \text{mm}$ ;

$c_1$  —— 材料的厚度负偏差,  $c_1 = 0.18 \text{mm}$ );

取  $\delta = 3 \text{mm}$ ,  $[\sigma]'$  没有变化, 故名义厚度取为  $3 \text{mm}$ 。

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/225342340321011140>