

017366

压力容器

〔日〕野原石松 著

兰州石油机械研究所

压 力 容 器

[日]野原石松 著

*

兰州石油机械研究所出版

重 庆 印 制 第 一 厂 印 刷

开本787×1092毫米1/16·印张23 $\frac{1}{2}$ ·字数592千字

书号：77—2—07 定价：3.00元

前 言

FC73/13

所谓“压力容器”，简单地说，就是从小型的储存器以至化工厂用的高压容器，种类繁多。原子能容器，开发海洋而出现的海中作业基地也是压力容器的一种。随着这些工业的发展，压力容器的应用就越来越广，成为对我们有密切关系，而且不可缺少的一种化工设备。

可是，压力容器的内部存在着压力流体，因而就包含着容器破裂的危险性。这是由于内部流体的压力，部件内温差等而使壳体、封头等产生很大应力的缘故。为了确保容器的安全性，充分发挥其性能，在使用容器时，应该知道各部件会产生怎样的应力，从而进行正确的设计。

有一些设计尽管是很好的，但如在选定材料或工作方法上有错误，也不可能保证必要的强度。特别是，最近发展采用了新材料，并且在高温或低温下使用的容器增加起来，因而必须确立与此相适应的正确工作方法。

压力容器安全性的最终校核是用检查的方法。因而从事于检查工作的人员必须精通压力容器的结构，应该充分理解在哪里并有些什么样应力。此外，还必须对安全装置及其附件具有正确的知识。

压力容器的性能及安全性还取决于容器的使用方法是否正确。尽管容器结构上的重要部件都已具备，但如阀门操作有错误，或附件的处理不当，也会造成内部压力的异常上升，从而导致破裂灾害的危险。

更重要的是由于压力容器在产业工厂起着重要的作用，因而从事于容器的设计、安装、检查和使用的一切人员都应该知道容器在使用过程中各部件会产生怎么样的应力，及为将此应力控制在许用应力以内而进行正确的强度计算、设计等都是必要的。

本书对压力容器在使用过程中其部件所产生的应力加以分析，对其许用界限等基础事项也占有相当的篇幅，不仅对薄膜应力，而且对不连续应力，热应力及二次应力的计算方法等都有所论述。

其次，对于容器的每一种部件都介绍了强度算法，对管板、法兰等难题附加了设计的例子以帮助理解。鉴于最近对厚壁圆筒、多层卷圆筒、膨胀节等的使用与日俱增，并且还由于低温用的压力容器，外压所产生的应力，应力故障等问题的产生，凡是这些各设一章加以详述。

最后，为了把各章所学到的知识加以总结，特举出了二、三个有关压力容器的设计实例。

此外，本书考虑到现场技术人员的使用起见，除基础理论以外，也注重实际方面，在计算时，尽量采用图表以资灵活应用。

使用本书时应注意的事项如下：

(1) 首先应理解1~5章的基础事项。压力容器大都受规范适用的制约，根据危险性程度有不同的适用范围，故应对规范适用方面作充分的理解。

(2) 应理解各部件的强度计算方法，再试用于实际中去。本书强度计算方法是以压力容器构造规范(包括1970年4月的修正事项)为基础的。

(3) 有关工作人员应特别加强对低温用的压力容器、焊接设计、接管的安装等章的理解。

(4) 要作进一步研究的人员，还必须参考注脚所载的文献。

当然，本书可作为从事于压力容器的设计、运行、检验、使用的人员，以及今后向这个领域进军的学生以及其他人员的学习资料，对于如何能充分发挥压力容器的性能而给工业的发展方面起一些促进作用尤寄以厚望。

著 者

1970年5月

目 录

1. 压力容器的种类

1.1 加热器	(1)
1.1.1 热交换器	(2)
1.1.2 蒸煮器 (浸渍器)	(5)
1.1.3 精练器和染色器	(6)
1.1.4 消毒器 (杀菌器)	(7)
1.1.5 加硫器	(7)
1.2 反应器	(8)
1.2.1 高压釜	(9)
1.2.2 半间隙式反应器	(9)
1.2.3 连续式反应器	(10)
1.3 蒸发器	(11)
1.3.1 蒸发器	(11)
1.3.2 萃取器	(11)
1.3.3 蒸馏装置	(12)
1.4 贮存高温压力液体的容器	(12)
1.4.1 蒸汽蓄热器	(12)
1.4.2 闪蒸槽和除气器	(13)
1.4.3 原子能方面的压力容器	(13)
1.5 贮存压力气体的容器	(15)
1.6 贮存压力液体的容器	(15)

2. 压力容器规范的应用分类

2.1 压力容器具有的危险性	(16)
2.2 压力容器规范的应用分类	(18)
2.2.1 压力容器规范的种类	(18)
2.2.2 压力容器应用分类的实例	(19)

3. 压力容器的设计

3.1 压力容器所适用的规范	(28)
3.2 压力容器设计的顺序	(34)
3.3 设计压力、设计温度和载荷	(34)
3.3.1 设计压力	(34)
3.3.2 设计温度	(35)
3.3.3 设计时所用的载荷	(35)

3.4 标准尺寸的采用	(36)
3.4.1 封头的标准尺寸	(37)
3.4.2 热交换器的标准尺寸	(38)

4. 压力容器的失效和许用应力

4.1 压力容器的失效	(41)
4.2 许用应力	(43)
4.2.1 普通压力容器的许用应力	(44)
4.2.2 特殊压力容器的许用应力强度	(48)

5. 压力容器中所产生的应力和最高使用压力

5.1 压力容器的构成部件上所产生的应力	(56)
5.2 最高使用压力的规定	(58)
5.2.1 普通压力容器	(58)
5.2.2 特殊压力容器	(58)
5.3 疲劳分析	(63)
5.3.1 平均应力	(64)
5.3.2 疲劳分析的顺序	(67)
5.3.3 对累积损伤和局部不连续性的讨论	(68)
5.3.4 不需疲劳分析的情况	(69)
5.4 特殊的应力限制	(70)
5.4.1 支持荷载	(70)
5.4.2 纯剪切	(71)
5.4.3 在壳体上所产生的热应力阶升	(71)
5.5 应力超过屈服极限时的弹性分析和塑性分析	(71)
5.5.1 应力超过屈服极限时的弹性分析	(71)
5.5.2 塑性分析	(72)

6. 壳 体 和 球 体

6.1 承受内压力的壳体	(73)
6.1.1 薄膜应力	(73)
6.1.2 壳体和封头连接部分因弯曲力矩等作用产生的应力(不连续应力)	(74)
6.1.3 实际应力	(76)
6.1.4 强度计算	(77)
6.2 承受内压力的球体	(79)
6.2.1 普通压力容器	(79)
6.2.2 特殊压力容器	(83)
6.3 承受外压力的壳体	(84)
6.3.1 承受外压力的壳体的强度	(84)

6.3.2 加强圈补强	(97)
6.3.3 强度计算示例	(98)
6.4 承受外压力的球体	(99)

7. 锥 形 壳 体

7.1 承受内压力的锥形壳体	(102)
7.1.1 承受内压力的锥形壳体强度	(102)
7.1.2 锥形壳体的形状	(102)
7.1.3 与平行壳体连接部分的补强	(102)
7.1.4 强度计算示例	(105)
7.2 承受外压力的锥形壳体	(108)

8. 厚 壁 圆 筒

8.1 厚壁圆筒承受内压时产生的应力	(109)
8.1.1 轴向应力	(109)
8.1.2 与轴向成垂直的截面上的径向应力和切向应力	(109)
8.2 受内压的厚壁球壳上所产生的应力	(112)
8.3 受外压的厚壁圆筒和厚壁球壳	(114)
8.3.1 受外压力的厚壁圆筒	(114)
8.3.2 受外压力的厚壁球壳	(114)
8.4 对厚壁容器应力计算公式的讨论	(115)
8.5 根据弹性理论导出的厚壁圆筒的失效计算公式	(115)
8.6 根据塑性理论导出的厚壁圆筒的失效计算公式	(117)
8.6.1 理想塑性体的失效	(117)
8.6.2 韧性材料制压力容器的塑性变形	(118)
8.7 强度计算示例	(120)

9. 多 层 圆 筒

9.1 多层圆筒的种类	(122)
9.2 多层圆筒上的应力	(125)
9.3 多层卷状圆筒的强度计算	(128)
9.3.1 一般的多层卷状圆筒	(128)
9.3.2 在内筒上连续缠绕波形薄板而成的多层卷状圆筒	(131)

10. 膨 胀 节

10.1 是否需要膨胀节的判断	(133)
10.1.1 在温差作用下产生的应力	(133)
10.1.2 在压力差作用下产生的应力	(135)
10.1.3 是否需要膨胀节的判断	(135)

10.2	膨胀节上应力的许用极限	(139)
10.3	膨胀节的强度计算	(140)
10.4	焊接注意事项	(149)

11. 椭圆形封头和碟形封头

11.1	椭圆形封头	(150)
11.1.1	椭圆形封头的应力分布	(150)
11.1.2	椭圆形封头与壳体连接处的应力	(154)
11.1.3	综合应力	(155)
11.1.4	椭圆形封头的强度计算	(155)
11.2	碟形封头	(157)
11.2.1	碟形封头上的应力	(157)
11.2.2	碟形封头的强度计算	(158)
11.2.3	有关碟形封头形状的注意事项	(161)

12. 圆锥形封头

12.1	圆锥形封头的应力	(162)
12.2	头与壳体联接处的应力	(163)
12.3	圆锥形封头的强度计算	(165)

13. 平 板

13.1	圆形平板的强度	(167)
13.1.1	平板弯曲的基本方程式	(167)
13.1.2	周边固定并承受均布荷载的圆形平板	(169)
13.1.3	周边简支并承受均布荷载的圆形平板	(171)
13.1.4	平板的强度计算	(172)
13.2	非圆形平板的强度	(176)
13.3	人孔盖	(177)
13.4	带支柱的平板	(178)

14. 管 板

14.1	管板的种类	(181)
14.2	管子的排列和固定	(183)
14.3	管板的强度	(185)
14.3.1	不带支柱的管板	(185)
14.3.2	带支柱的管板	(188)
14.3.3	有关管板强度的若干问题	(189)
14.4	国外有关管板强度的规定	(189)
14.4.1	T. E. M. A 的规定	(189)

14.4.2 B. S 的规定	(192)
41.5 算例	(195)

15. 开 孔 补 强

15.1 开孔周边的应力集中	(197)
15.1.1 开孔周边的应力集中	(197)
15.1.2 应力集中的限制	(199)
15.2 孔的补强	(200)
15.2.1 补强圈所需的截面积	(201)
15.2.2 补强的有效范围	(203)
15.2.3 壳体, 封头等部分的补强圈折算面积	(204)
15.2.4 开有多孔的补强	(205)
15.2.5 补强圈连接处的作用力	(206)
15.2.6 大开孔补强	(209)
15.2.7 补强计算示例	(209)

16. 盖 板

16.1 盖板的种类	(214)
16.2 与盖板有牵连的灾害	(216)
16.3 盖板的强度	(218)
16.3.1 盖板的强度	(218)
16.3.2 强度计算例	(220)

17. 法 兰

17.1 法兰的种类	(224)
17.2 垫片	(226)
17.2.1 垫片的种类	(226)
17.2.2 垫片的形状	(227)
17.2.3 垫片的压紧力	(227)
17.3 法兰上产生的应力	(232)
17.4 紧固螺栓的设计	(235)
17.5 法兰的计算	(236)
17.5.1 有关不直接接触火焰的压力容器构造的 JIS 方法	(236)
17.5.2 管法兰的 JIS 法	(243)
17.5.3 采用宽垫片的法兰的计算	(246)
17.5.4 强度计算例	(246)

18. 管 子 及 其 安 装

18.1 管子的强度	(253)
18.1.1 受内压力作用的圆形管	(253)

18.1.2 受外压力作用的圆形管	(255)
18.2 管子的安装	(258)
18.2.1 用螺纹拧紧法安装	(258)
18.2.2 用胀管法安装	(258)
18.2.3 用焊接法安装	(259)

19. 由于外力所产生的应力

19.1 由于径向载荷所产生的应力	(260)
19.1.1 在载荷区域周边上的应力	(260)
19.1.2 偏离载荷区域周边各点上的应力	(262)
19.1.3 最大应力	(274)
19.2 作用于壳体的外力矩所产生的应力	(274)
19.3 计算例题	(275)

20. 低温时所使用的压力容器

20.1 低温装置	(278)
20.2 低温时材料的脆性破坏	(279)
20.2.1 脆性破坏的实例	(279)
20.2.2 脆性破坏的机构	(282)
20.3 测定材料的低温脆性所用的方法	(283)
20.4 低温用材料	(285)
20.5 低温用压力容器的设计	(287)
20.6 低温压力容器的制造	(287)

21. 特殊形状的压力容器

21.1 箱形容器	(289)
21.1.1 轴向较长的箱形容器	(289)
21.1.2 轴向长度比较短的箱形容器	(291)
21.2 卵圆形容容器	(292)
21.2.1 通常的卵圆形容容器	(292)
21.2.2 用管子补强的卵圆形容容器	(293)
21.3 椭圆形容容器	(295)
21.4 半圆筒形容容器	(295)
21.5 不易用计算方法求得最高工作压力的容器	(298)

22. 焊 接 设 计

22.1 焊接接头的选择	(299)
22.1.1 焊接接头的位置	(299)
22.1.2 接头的种类	(299)
22.2 焊接接头的强度	(301)

22.2.1	焊接接头的强度	(301)
22.2.2	疲劳强度	(303)
22.3	焊接接头的设计	(304)
22.4	高强度钢的焊接	(306)

23. 附 件

23.1	安全阀	(312)
23.1.1	安全阀的种类	(312)
23.1.2	安全阀的逸出量	(313)
23.1.3	安全阀的代用装置	(314)
23.2	防爆膜	(321)
23.3	泄液阀或泄液管	(322)
23.4	压力表	(323)
23.5	腐蚀测定装置	(324)

24. 应 力 造 成 的 损 坏

24.1	应力腐蚀	(325)
24.2	残余应力和脆性破坏	(326)
24.3	管子连接部位产生的裂缝	(327)

25. 压 力 容 器 设 计 举 例

25.1	立式蒸煮器	(328)
25.2	夹套式高压釜	(331)

附 录

附录 1	各种截面形状的截面惯性矩, 截面模数和截面回转半径	(340)
附录 2	型钢的截面积, 单位重量和截面特性	(342)
附录 3	纵弹性模数	(348)
附录 4	热膨胀系数	(349)
附录 5	钢管的尺寸和重量	(350)
附录 6	螺纹的主要尺寸	(354)
附录 7	压力的换算	(357)
附录 8	温度的换算	(358)

1. 压力容器的种类

所谓压力容器，就是指在内部含有压力流体的容器。广义来说，锅炉也是压力容器的一种，但在一般情况下所说的压力容器是指受到外部来的蒸汽及外部热源的作用，或者由其本身发生蒸汽在其内部加热而进行反应等过程的容器。因此，即使以火焰，燃烧气等加热而产生的蒸汽，不供给别的设备，而自己消耗此蒸汽的容器，也属于压力容器的范畴。

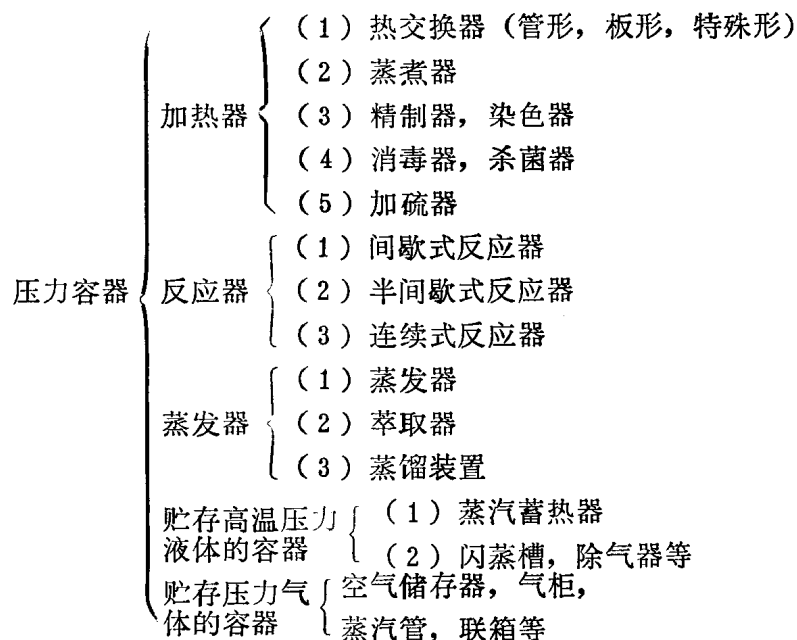
压力容器的种类极多，从蒸煮器，精制器之类到热交换器，反应器甚至原子能用的容器都属于此。工作条件也是各式各样，既有用在 1 公斤/厘米²，120℃ 的容器，最近又有供实用的在 1500 公斤/厘米²，500℃ 条件下高压高温容器。

其使用方法可分为两种：即取出终态物料的间歇方式，和把原料连续不断地送进去的流动方式，但最近在化工厂中，把几个压力容器用管道连结起来，使原料在其间流动而加以处理的所谓流动系统已被广泛地采用。

在这些方式中，压力、温度等反应条件以及原料的配比，催化剂份量等等都通过控制室进行远距离控制，这已成为常例。这就是说，为把压力容器通过管道相互连接起来，就必须把各压力容器的强度与工厂总体的控制机能一起慎重地加以研究。

压力容器在近代工业中是不可缺少的，随着工业的发展，压力容器使用量正明显地增多。而且容量逐渐大型化，结构复杂化。使用材料也不断开发新的品种，制造方法也由铆接发展到焊接，在最近除用电弧焊接外，已经采用电渣焊接等方法。

按其作用，压力容器可作如下分类。



1.1 加 热 器

在加热器中，除热交换器之类的流体加热器外，尚有将蒸汽引入，而使内部的固体加热

处理的蒸煮器，加硫器，精制器，消毒器等等。

1.1.1 热交换器

所谓热交换器，是将具有不同热能的二种流体用固体壁隔开流动，而在两种流体间进行热能交换的设备。根据结构的不同，热交换器可分为下列类型。

- 1. 管形 {
 - (1) 列管圆筒式
 - (2) 单管式
 - (3) 双套管式
 - (4) 列管式
- 2. 板形 {
 - (1) 螺旋式
 - (2) 平板式
 - (3) 夹套式
- 3. 特殊形

A. 列管圆筒式热交换器

列管圆筒式热交换器，是在圆筒内设置很多根传热管，通过管壁使壳体内流体与管内流体之间进行热量的交换。它有立式和卧式之分，一般使用后者较多。列管圆筒式热交换器根据管束的装配状况，又可分为(a)固定管板式，(b)U形管式，(c)浮头式三种。

(a) 固定管板式 两端的管板用焊接或其他方法固定于壳体内，传热管则分布于管板上，并用焊接等方法加以固定。在此种形式的热交换器中，如果两侧的温度差值很大的话，由于壳体与传热管有热膨胀差值，壳体和管子就会产生很大的热应力。因而，在壳体上要设置膨胀节，或在管子单侧用伸缩接头安装于管板上。图 1.1 即表示固定管板式热交换器之实例。

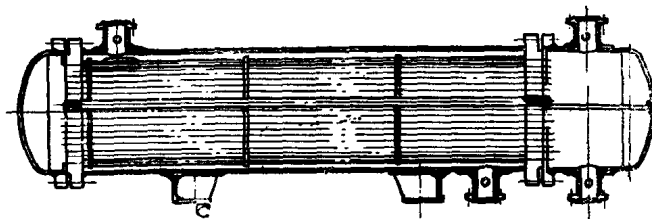


图1.1 固定管板式热交换器

(b) U形管式 如图1.2所示，传热管弯成U字形，它的两端固定于管板上，而管板固定于壳体上。由于管子与壳体是分开的，因而不必要设置膨胀节。对同一壳径来说，U形管式较其他形式的热交换器有配置较多传热管的优点，但是除了管内清洗困难外，还有管内流体通过的数量受到限制的缺点。

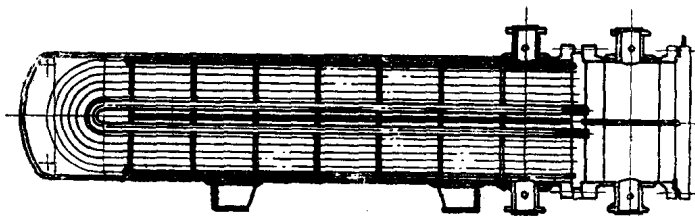


图1.2 U形管式热交换器

c. 浮头式 管板的一端用螺栓固定于隔板室侧，而另一端管板作为浮动头，受热后可以自由膨胀。壳体和管子上都不发生热应力，而且必要时可以将管束自壳体中抽出，对管内、外和壳体内部进行清洗，检查。与(a)，(b)相比，除结构复杂外，重量也增加了，制造费用也较贵，但它能适当地选择流体的流量，而可望有较高的效率。图 1.3 是浮头式的例示。

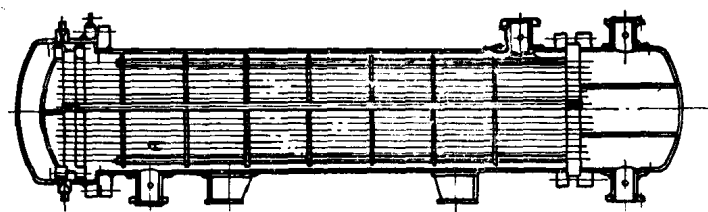


图 1.3 浮头式热交换器

B. 单管式热交换器

传热管可用直管或盘曲形单管，流过传热管内的经常为富有腐蚀性的高温、高压等流体。要防止泄漏，只要留意传热管的连接方法就行。

(1) 长管式冷却器 在水平方向排列的管子中，流过被冷却的流体，在其上方将水淋下。水成薄膜状沿着传热管外表面散播开来，管内流体即受到冷却。

(2) 油槽加热器 用于油加热等，在注入被加热液的油槽的底部装置着水平传热管，其中通入热介质将液体加热。

(3) 箱式热交换器 用U形弯头将水平传热管连接而成的蛇管，按需要的数量纵向和横向地装接在支架上。将此传热管放入箱形容器内，在容器内流入冷却水，被冷却流体通过传热管的内部而进行热交换。

(4) 盘曲式热交换器 如图 1.4 所示，将传热管按需要的层数卷成盘状，安放于圆筒形容器内，容器内的流体和传热管内的流体间进行热交换。

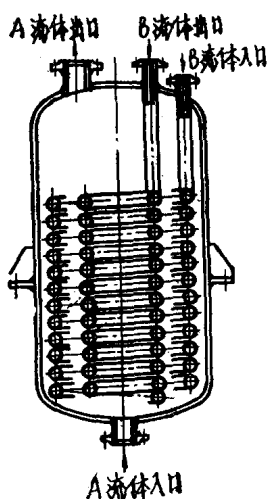


图 1.4 盘曲式热交换器

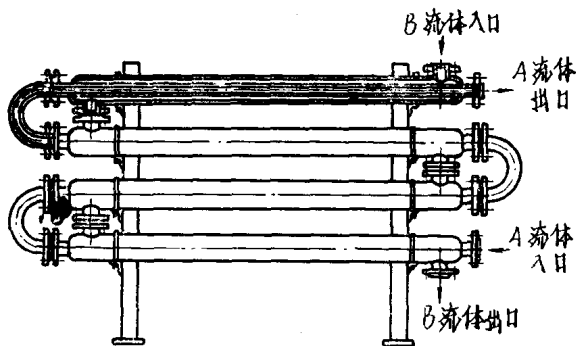


图 1.5 双套管固定式热交换器

C. 双套管式热交换器

把管子制作双套圆管，使管内流动的流体和在内管与外管间的间隙中流动的流体进行热交换。由于制造费用低廉，结构简单，所以对传热面积要求不大，及在内管中便于通过含固体物流体等情况是有利的。根据结构的不同，双套管式热交换器可分为下列三种。

(1) 双套管固定式如图 1.5 所示，把外管的两端焊接于内管上而使之固定。

(2) 双套U形管式由U形的传热管和管状壳体及盖组成, 由于传热管可以抽出, 可用于壳侧易遭流体积污的情况。

(3) 双套管括板式 在传热管内设置回转的括板, 不断地将传热面的薄膜阻力部分括掉, 可以发挥搅拌的效果。

D. 列管式热交换器

将许多根传热管用胀管法或焊接法固定为管束, 将此管束与隔板室连接而成。也有在隔板室内装置隔板, 使传热管内的流体往复流动的结构。这类热交换器有下列三种。

(1) 排管式 由若干段通过隔板室的管束连接而成, 与单管式相比, 可用于传热管内的流量较多的情况。

(2) 空气冷却式 由管束和风扇组成, 在传热管外面输送空气而使内部流体冷却。

E. 螺旋式热交换器

将两片金属板保持一定的间隔而弯曲螺旋状, 再将其两端焊接于壳体和其中部的壁上。由于流体流动的方向无急速的变化, 流速也是定值, 故压力损失少。用在液-液热交换器上比较多。图 1.6 为螺旋式热交换器的示例。

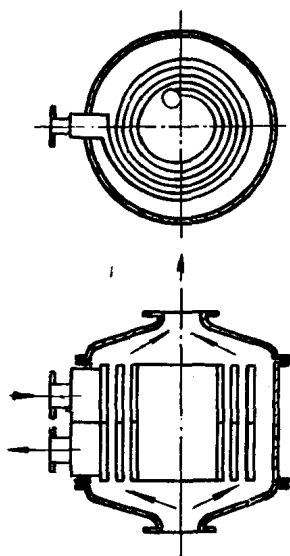
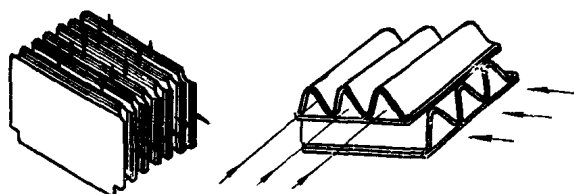


图1.6 螺旋式热交换器



(a) 平板式 (b) 变形平板式

图1.7 平板式热交换器

F. 平板式热交换器

将许多块平板按一定间隔并列, 其每一通道, 通过不同的流体。流动的方向可以设计成错流也可以是并流。平板式换热器具有压力损失很小的特点。近来, 制成了将波形板与平板相组合而成传热效果更好的错流变形平板式热交换器。图 1.7 是平板式热交换器的示例。

G. 夹套式热交换器

将间歇操作或连续操作的反应器壳体部分制成夹套, 热介质送入此夹套内以促进容器内的反应, 同时给以保温。为了补充传热面的不足, 有时再加上盘管。它不仅具有单独的热交换器的特性, 而且更具有反应器或贮藏容器的特性。

H. 特殊形热交换器

a. 插入连接式热交换器 是在容器或者配管中直接插入而使用的热交换器, 如图 1.8 所示, 由顶端闭合的外管和内管组成。管侧的流体在外管和内管的间隙中流动时, 就和壳侧流体进行热交换。插入连接式热交换器具有装卸简单优点, 但其结构上不宜用于大容量的热交换器。用于储槽出口处的加热以及对已有装置的热量不足的补充。图 1.8 表示插入连接式热交换器。

b. 紧凑式热交换器 系利用散热片进行热传导的热交换器。适用于污染少的气体与气

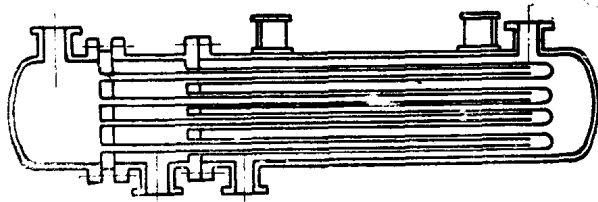


图1.8 插入连接式热交换器

体间的热交换，但在化工设备上几乎不用。可作为气轮机上附属的热交换器和移动式热交换器等来使用。

c. 组件式热交换器 在组件上每隔一段开着许多直角交叉的孔穴，穴内通过不同的流体而进行热交换。组件的材料是使用不易浸透的石墨，适用于硫酸，盐酸之类的流体。组件的形式有方形和圆筒形两种。

1.1.2 蒸煮器（浸渍器）

使用从锅炉等热源来的热量，对预先封入内部的物品进行加热处理的容器。它包括从简单的蒸汽锅炉直至将药液送入而进行蒸解浸渍之类的容器是多种多样的。其内部压力多数在10公斤/厘米²以下。一般采用间歇式操作。

在纸浆制造工厂中，所使用的浸渍器多半采用圆筒形和直立固定式，也采用球形或圆筒形回转式。除间歇式外，近来也使用连续式。加热的方法有直接式和间接式。前者是用把加热蒸汽直接往容器内吹进去的方法，后者在容器外设置药液加热装置（热交换器），先在此用蒸汽将药液加热，再将高温药液导入容器内。在后者的情况下，由于药液是循环的，因而具有蒸煮效果均一的优点。

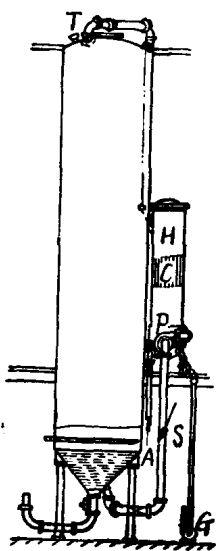


图1.9 浸渍器

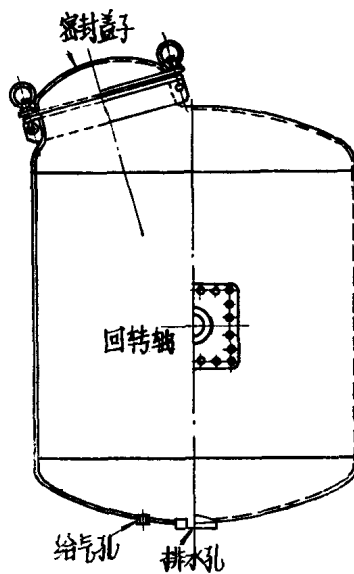


图1.10 大豆蒸煮器

图1.9所示的是在用碱法制造纸浆工艺上所用的浸渍器（直立固定间接加热式）的一例。蒸煮液通过管S用泵P从浸渍器中抽出，通过药液加热装置H，经T返回浸渍器。当液体通过加热装置时，与蒸汽通管C的外表面相接触而得到热量，管A是蒸汽送入管。先装进木片，

再送入蒸煮液。当蒸煮液送入量约达一半时，泵开始运转，装完即盖上盖子，从 A 通入的蒸汽的冷凝水使泵 G 运转。液体每10~20分钟回流一次。当达到最高温度时，停止向加热装置输送蒸汽，向浸渍器内直接送入蒸汽，回流泵再运转20分钟后即停止。当蒸煮终了时，进行送风，使普通浸渍器内的压力下降至5公斤/厘米²。

图1.10是酱油制造工厂用的大豆蒸煮器的例子。打开上方的进料盖，投入破碎的大豆，通入饱和蒸汽（压力在1公斤/厘米²以下）。以每分钟20转的速度缓慢地转动回转轴，一边搅拌一边进行蒸煮。进料孔之所以设在偏心处，是为了方便地取出内容物料。

1.1.3 精练器和染色器

A. 精练器

在染色等工厂里，进行纤维加工时，纤维中如有粘附矿物质、油脂等的话，对染料的浸透是有妨碍的，而不利加工。除去这些不纯物的操作就叫做精练，所用的容器就叫做精练器。其法将棉布等装进精练器中，加入精练液，用蒸汽间接加热，并使精练液进行循环而除去纤维中的不纯物。图1.11是用于棉布精练的立式精练器。

棉布由精练器上部的入口处进入。如 A 所示把棉布堆积好之后，盖好入口盖，精练液由下部的离心泵 P 经 E 送入容器。

开始时，空气阀 V_1 呈开放状态，用泵将精练液循环。 H 是列管式加热器，将蒸汽从 S_1 送入，精练液就受到间接加热。精练器内空气排出后，如果精练液从 V_1 溢出时，应将它关闭，使液体继续循环。精练器内的压力在2公斤/厘米²以上，精制的时间为4~7小时。当精练终结时，关闭 S_1 阀门，开启阀门 V_2 放出精练液。如容器内压力下降为0.3公斤/厘米²时，进一步开启 V_1 使压力下降，再由 E 送入新鲜的水将容器内棉布洗净。

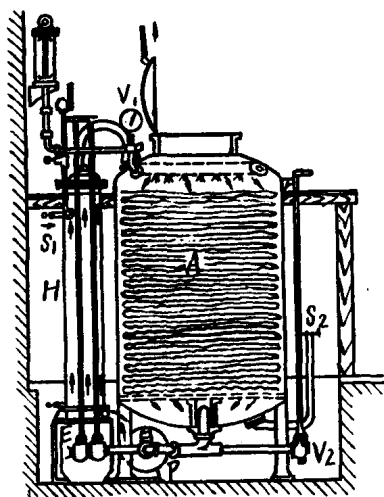


图1.11 立式精练器（棉布精练用）

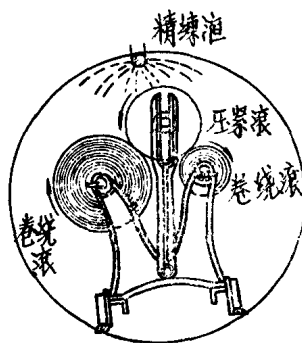


图1.12 杰克逊调制器

图1.12是杰克逊调制器。这是一种与浸染机联合用在精练上的扩布式机器。从上部喷下精练液进行精练。如此往复2~3次，经5~6小时完成精练。

B. 染色器

是一种用于使纤维进行染色的容器，在容器内预先放入染液，再将丝织品或棉布等浸入。以水作媒介，加热至适当的温度就显出染色之效果。普通是用蒸汽加热。

布类的染色器可利用前述的浸染机等，丝类的染色，可采用将绞丝在染色器中固定起来，使染色液进行循环的方式。图1.13是将丝卷成一定坚实程度进行染色的筒子纱染色器。即，将丝筒子插入染色器A中的多孔性管中，压紧后盖好。首先，用温液（有时加一些合成洗涤剂或氨水）精制30分钟。接着将酸性染料用水充分溶解，注入A内，启动泵使之循环。然后将助剂（硫酸和硼酸）同样地注入。染料从染液容器B通过A内的多孔性管将筒子染色，再将染液向外部流出经由导管入A内。送入蒸汽，将染液煮沸30分钟，在此温度下再染45分钟。当染色终止时即停止蒸汽，加入冷水使其慢慢冷却并进行水洗。从管中取出水洗后的筒子，脱水，干燥即可。

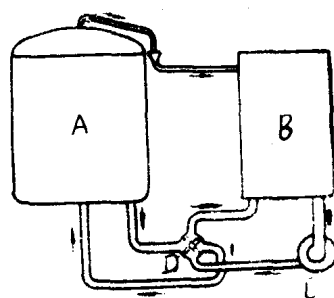


图1.13 筒子纱染色器

A: 染筒子纱容器 B: 染液容器
C: 泵 D: 逆转泵

1.1.4 消毒器（杀菌器）

用于食品，餐具及医疗器具等消毒（杀菌）方面的容器。把食品、医疗器具等放进容器中，加盖后，通蒸汽数分钟进行加热灭菌。盖子的开闭，也有用螺栓拧紧的，但近来，离合盖式以及星式那样的呈放射状伸缩型式控制臂的盖子也已广泛使用。其形状除圆筒形外也有角形的。输入蒸汽的压力通常为 $1 \sim 2$ 公斤/厘米²。作为材料来说，也有用铜合金的。图1.14是角形消毒器的例示。

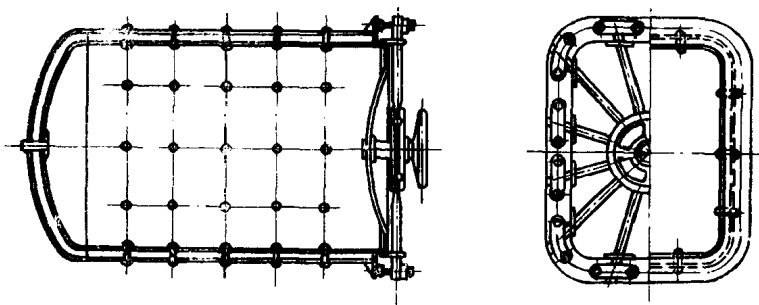


图1.14 角形消毒器

1.1.5 加硫器

在橡胶中混合硫磺，经加热，就有一些硫化氢发生，橡胶的物理性质即可得到改善。此过程称为橡胶的加硫，进行加硫的容器叫加硫器。加硫器大都使用间歇式，但电线或电缆的加硫是使用连续式。

加硫有直接蒸汽加硫，热空气加硫，压力加硫三种方法。前两者，用圆筒形或角形加硫器。而压力加硫，则用特殊形状的热板来进行。

A. 直接用蒸汽加热的加硫器（图1.15）

将橡胶制器列放于器内，旋紧盖板后，直接吹入水蒸汽，利用蒸汽的热来进行加硫，与热空气法相比，加硫时间比较短，且容器内各处的温度差也较小。而且由于用排气管将器内空气排除，有利于减少橡胶的老化。