

壓力容器制造質量 控制手冊

主 编 张建荣
副主编 吕隆锦
张 声

中国建材工业出版社

压力容器制造质量控制手册

主 编 张建荣

副主编 吕隆锦
张 声

中国建材工业出版社

(京)新登字 177 号

责任编辑:李书田

内容提要

本书叙述保证压力容器制造质量的各个方面,采用问答形式,全书共计 11 章 625 题。详述有关安全监察条例、法规和保证质量的各种标准以及质保体系的有关各方面问题:从许可证发放、人员资格规定、产品研制开发、设计计算、使用材料、制造工艺制订、冷热加工成形、焊接、工艺评定、焊工考试、热处理、无损检测、试压试漏以及检验与验收,各种安全附件,直到法兰、螺栓、螺母以及产品铭牌、出厂证明文件、油漆、包装、运输等凡是涉及有关安全的各种问题,无不详加分析与阐述,说理透彻。如能切实按本书介绍的内容去执行,即可保证各类压力容器的制造质量。

本书可供压力容器制造单位各生产环节各类质保人员及压力容器安全监察部门各级人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

压力容器制造质量控制手册/张建荣.-北京:中国建材工业出版社,1997.1.

ISBN 7-80090-491-1

I. 压… II. 张… III. 压力容器-质量控制-手册 IV. T
H49-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 21865 号

压力容器制造质量控制手册

张建荣 吕隆锦 张声 编著

*

中国建材工业出版社出版

(北京海淀区三里河路 11 号 邮编:100831)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国环境科学研究院印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:21.0 字数:511.1 千字

1997 年 2 月第 1 版 1997 年 2 月第 1 次印刷

印数:1~4 000 册 定价:32.00 元

ISBN 7-80090-491-1/TH·15

主 编:	张建荣				
副 主 编:	吕隆锦	张 声			
编写人员:	李东升	周大鹏	崔巍山	邓建德	陈 力
	强天鹏	袁 彪	罗鸿娟	冯宜敏	谢亚东
	田 锋	徐晓丹	谢燕扬	赵梦青	潘景禧
	汤新广	沈金华	汪树荣	江洪元	
主 审:	吴 燕	吴宗述	吴文候		
主 审 定:	宋鸿铭	高继轩	侯明烈	曾广雄	周国庆
	张健行	潘解季	邵树伟	孙腾良	姜燕阳
	陈弘德				

序

压力容器制造资格认可工作已开展十几年了,这项工作在有关部门的大力支持和密切配合下取得了很大成绩,对提高我国压力容器制造单位的管理水平和压力容器产品质量,起到重要作用。1995年劳动部颁布的《压力容器制造单位资格认可与管理规则》,使资格认可工作进一步规范。本书将压力容器制造有关规范标准以问答形式汇编成册,是一本比较系统、全面地介绍压力容器设计、制造及质量管理知识的工具书,对从事压力容器制造质量管理及有关工作的人员具有一定指导意义。希望通过大家不懈努力,使我国压力容器产品质量更上一个新的台阶。

馬昌華 1996.12.13.

目 录

第一章 《条例》和法规总则	(1)
第一节 《条例》部分.....	(1)
第二节 《容规》、GB150、GB151 部分.....	(2)
第三节 压力容器制造单位资格认可与管理规则	(19)
第二章 质量管理和质量保证	(31)
第一节 质量管理和质量保证术语	(31)
第二节 ISO9000 在压力容器制造质量体系中的应用	(32)
第三节 质量体系文件	(40)
第三章 压力容器设计	(49)
第一节 压力容器设计基础	(49)
第二节 内压圆筒	(60)
第三节 内压封头	(61)
第四节 开孔补强	(64)
第五节 法兰	(66)
第六节 支座	(68)
第七节 塔设备	(69)
第八节 低温容器	(72)
第九节 换热器	(74)
第十节 膨胀节和爆破片	(76)
第十一节 球形容器	(77)
第十二节 设计标准	(79)
第四章 压力容器用材料	(86)
第一节 金属材料基础知识	(86)
第二节 法规和标准对材料使用的规定.....	(114)
第五章 压力容器的焊接、工艺评定、焊接试板与焊工考试	(154)
第一节 焊接的基本知识.....	(154)
第二节 法规与标准中有关压力容器焊接方面的规定.....	(175)
第六章 无损探伤	(198)
第一节 无损探伤方法及其特点与选用.....	(198)
第二节 标准和法规有关压力容器无损检测的规定.....	(204)

第七章 热处理	(209)
第一节 热处理的基础知识.....	(209)
第二节 法规和标准对压力容器进行热处理的规定.....	(229)
第八章 压力容器法兰	(233)
第九章 封头、补强圈与冷热加工成形	(241)
第一节 封头.....	(241)
第二节 补强圈.....	(248)
第三节 冷、热加工成形	(250)
第十章 压力容器的耐压试验与致密性试验	(257)
第十一章 换热器的制造、检验与验收	(264)
附件	(280)
内容索引	(309)

第一章 《条例》和法规总则

第一节 《条例》部分

1-1 《锅炉压力容器安全监察暂行条例》(以下简称《条例》)是何时由何部门发布的?何时起施行?

答:是国务院在1982年2月6日发布。自1982年7月1日起施行。

1-2 《条例》制定的目的是什么?

答:其目的是:为了确保锅炉、压力容器安全运行,保障人民生命和国家财产的安全特制定本条例。

1-3 《条例》的适用范围是什么?

答:《条例》适用于所有的承压锅炉和压力为一个表压(0.1MPa)以上的各种压力容器。这些设备的设计、制造、安装、使用、检验、修理改造的单位,都必须执行本条例。

1-4 《条例》不适用于何种锅炉与压力容器?

答:《条例》不适用于船舶,机车上的锅炉压力容器。

1-5 《条例》在实施过程中由哪个部门进行监督和检验?

答:《条例》规定:各级劳动部门的锅炉压力容器安全监察机构,对锅炉、压力容器实行监督检查。劳动部门领导的锅炉压力容器检验所,是专门从事锅炉、压力容器检验工作的事业单位。

1-6 《条例》对压力容器设计单位的资格和责任有何规定?

答:《条例》规定,压力容器的设计单位,须经主管部门批准,并报同级锅炉压力容器安全监察机构备案。

压力容器的设计单位应对所设计的压力容器的安全技术性能负责。

1-7 《条例》对压力容器制造单位提出的必备条件是什么?

答:《条例》规定压力容器制造单位,必须具备保证产品质量所必须的加工设备,技术力量和检测手段。必须取得压力容器制造许可证。

1-8 《条例》对从事锅炉、压力容器的焊接工人有什么规定?

答:《条例》规定:从事锅炉、压力容器的焊接工人必须经过考试,取得当地锅炉压力容器安全监察机构颁发的合格证,才准焊接受压元件。

1-9 《条例》对新研制的压力容器产品及其安全附件在批量生产前应做哪些工作?

答:《条例》规定压力容器的新产品及其安全附件的新产品,必须经过试制和鉴定才准批量生产。新产品的鉴定,必须有当地锅炉压力容器安全监察机构的代表参加。

1-10 《条例》对压力容器发生事故的经济赔偿和责任有何规定?

答:因设计、制造、安装、修理、改造的原因发生压力容器事故而造成重大损失时,事故主要责任单位应向使用单位赔偿经济损失。

对严重违反压力容器安全法规,造成重大损失的责任人员,锅炉压力容器安全监察机构有权提请有关部门追究行政责任、经济责任直到刑事责任。

1-11 《压力容器安全技术监察规程》(以下简称《容规》)的性质是什么?

答:《容规》属于贯彻《条例》的具体法规之一,是带有强制性的。它对压力容器的设计、材料、制造、安装、使用和检验等环节及安全附件的主要问题作出了基本的规定,并从安全技术方面提出了最基本的要求,作为劳动部门和主管部门对企业、事业等单位进行安全技术监督和检查的依据。

1-12 《容规》与其它有关压力容器的规范、标准及技术条件的关系如何?

答:《容规》是对压力容器进行安全技术监督的基本法规。各企业及其主管部门制定的有关压力容器的规范标准及技术条件等,其安全技术要求,不得低于《容规》的要求,如高于《容规》的要求,则应按高的执行。

第二节 《容规》、GB150、GB151 部分

1-13 GB150《钢制压力容器》是什么性质的标准?

答:GB150《钢制压力容器》是钢制压力容器设计、制造、检验与验收的标准。本标准管辖范围内的压力容器的设计、制造、检验和验收除符合本标准规定外,还应遵循国家颁布的有关压力容器的法令、法规和规定。

1-14 GB151《管壳式换热器》是什么性质的标准?

答:GB151《管壳式换热器》是非直接受火的钢制管壳式换热器(以下简称“换热器”)的设计、制造、检验与验收必须遵循的规定。

1-15 《压力容器安全技术监察规程》是什么性质的法规?

答:《压力容器安全技术监察规程》(以下简称《容规》)是压力容器安全技术监督的基本要求,压力容器的设计、制造、安装、使用、检验、修理和改造等单位,必须遵守《锅炉压力容器

安全监察暂行条例》的有关规定,并满足本规程的要求。

各级主管部门对本规程负责贯彻执行,各级劳动部门锅炉压力容器安全监察机构负责监督检查。

1-16 压力容器的划定范围是如何规定的?

答:压力容器的划定范围见图 1-1(所有压力容器的安全附件也均属 GB150 和《容规》的管辖范围)。

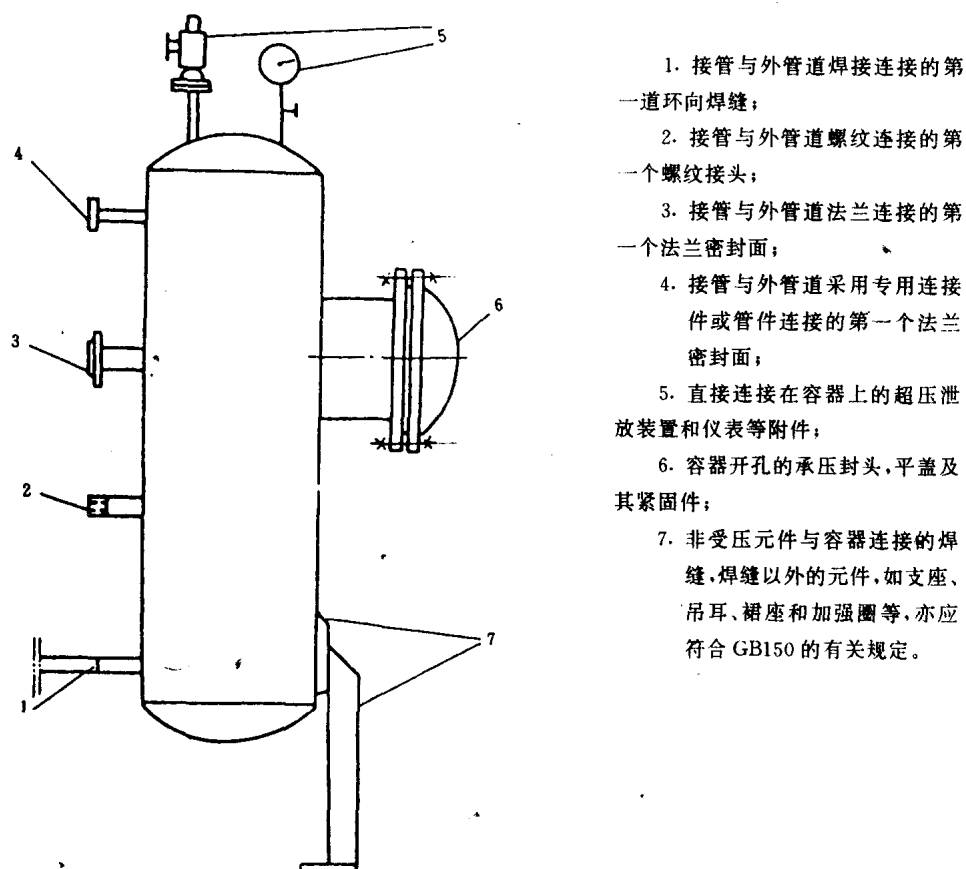


图 1-1 压力容器的划定范围

1-17 GB150《钢制压力容器》的适用范围有哪些?

答:(1)设计压力不大于 35MPa 的钢制压力容器的设计、制造、检验与验收;

(2)设计温度范围根据钢材允许的使用温度确定;

(3)管辖范围为容器及与其连为整体的连通受压零部件(见第 1-19 条)。

GB150 的范围不适用于下列九种容器:

- (1) 直接火焰加热的容器;
- (2) 受辐射作用的容器;
- (3) 经常搬运的容器;
- (4) 诸如泵、压缩机、涡轮机或液压缸等旋转或往复机械设备中,自成整体或作为组成部件的受压器室;
- (5) 设计压力低于 0.1MPa 的容器;
- (6) 真空度低于 0.02MPa 的容器;
- (7) 公称容积小于 450L 的容器;
- (8) 要求作疲劳分析的容器;
- (9) 已有其它行业标准管辖的压力容器。

1-18 GB151《管壳式换热器》的适用范围有哪些?

答:(1) 适用的换热器型式:固定管板式、浮头式、U 型管式和填函式。

(2) 适用的换热器参数

公称直径 $D_N < 2000\text{mm}$;

公称压力 $P_N < 35\text{MPa}$ 。

(3) 换热器分 I、II 两级

I 级换热器:采用较高级冷拔换热管,适用于无相变传热和易产生振动的场合。

II 级换热器:采用普通级冷拔换热管,适用于重沸、冷凝传热和无振动的一般场合。

1-19 《容规》的适用范围有哪些?

答:《容规》适用于同时具备下列条件的压力容器

(1) 最高工作压力 P_w [定义见第 1-20 条(1)] 大于等于 0.1MPa (不含液体静压力,下同);

(2) 内直径(非圆形截面指断面最大尺寸)大于或等于 0.15m,且容积 V [定义见第 1-20 条(6)] 大于等于 0.025m³;

(3) 介质为气体、液化气体或最高工作温度高于等于标准沸点的液体。

《容规》不适用于下列九种压力容器

(1) 核能装置中的压力容器、交通工具上的附属压力容器、军事装备用的压力容器、消防用的压力容器、科学研究试验装置用的压力容器、真空下工作的压力容器(不含夹套压力容器);

(2) 各类气体槽(罐)车和气瓶;

(3) 非金属材料制压力容器;

(4) 无壳体的套管换热器、冷却排管等;

(5) 烟道式余热锅炉和砌(装)在设备内的管式水冷却件;

(6) 正常运行最高工作压力小于 0.1MPa,但在使用中短时(如进、出物料时)承压的压力容器(如常压发酵罐、硫酸、硝酸、盐酸储罐、水泥罐车及类似的设备等);

(7) 机器上非独立的承压部件(如压缩机、发电机、泵、柴油机的承压壳或气缸,但不含造纸、纺织机械的烘缸、压缩机的辅助压力容器和移动式空气压缩机的储罐等);

(8) 电力行业专用的封闭式电气设备的电容压力容器(封闭电器);

(9) 超高压容器。

1-20 简述压力容器常用的定义和名词解释。

(1) 最高工作压力 系指在正常操作情况下,容器(或换热器的壳程、管程或外压容器的夹套)顶部可能出现的最高压力。

(2) 设计压力 系指在相应的设计温度下用以确定容器壳体(或换热器壳体及其它受压元件)厚度的压力,其值不得小于最高工作压力(设计压力的选取见 GB150、GB151)。

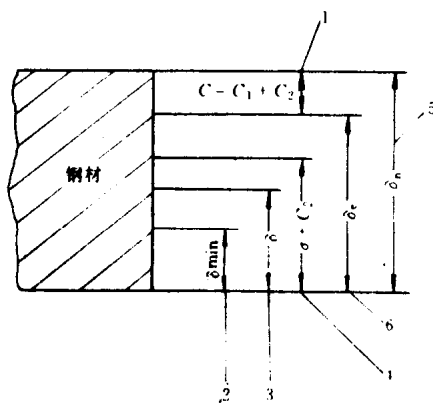
(3) 金属温度 系指容器(或换热器)各受压元件沿截面厚度的平均温度(在任何情况下,元件金属的表面温度不得超过钢材的允许使用温度)。

(4) 设计温度 系指容器(或换热器)在正常操作情况,在相应设计压力下,设定的受压元件的金属温度(换热器应按管程、壳程的具体工况分别确定),其值不得低于元件金属可能达到的最高金属温度。对 0°C 以下的金属温度,则设计温度不得高于元件金属可能达到的最低金属温度。

(5) 试验温度 系指压力试验时容器(或换热器)壳体的金属温度。

(6) 容积 指压力容器的几何容积,即由设计图样标注的尺寸计算(不考虑制造公差)并予圆整,且不排除内部附件体积的容积。

(7) 厚度 厚度附加量 C ($C=C_1+C_2$)、最小厚度 $\delta_{\min}$ 、计算厚度 δ 、设计厚度 $\delta+C$ 、名义厚度 δ_n 、有效厚度 δ_e 的定义及其相互之间的关系见图 1-2(制造单位应根据制造工艺条件,并考虑钢材的实际厚度自行增加加工裕量,以确保产品各部位的实际厚度不小于该部位的名义厚度减去厚度附加量)。



1. 厚度附加量 C : 指钢板或钢管的厚度负偏差 C_1 与腐蚀裕量 C_2 之和;

2. 最小厚度 $\delta_{\min}$: 指为满足制造工艺要求以及运输和安装过程中的刚度要求,根据工程实践经验确定的壳体元体的不包括腐蚀裕量的最小厚度;

3. 计算厚度 δ : 指按公式计算得到的厚度,不包括厚度附加量;

4. 设计厚度: 指计算厚度与腐蚀裕量之和;

5. 名义厚度 δ_n : 指将设计厚度加上钢材厚度负偏差后向上圆整至钢材标准规格的厚度,即为图样注明的厚度(对容器壳体,任何情况下, $\delta_n \leq \delta_{\min} + C$);

6. 有效厚度 δ_e : 指名义厚度减去厚度附加量。

图 1-2 各种厚度定义及相互之间关系

(8)主要受压元件 指压力容器受压元件中的筒体、封头(端盖)、球壳板、换热器管板和换热管、膨胀节、开孔补强板、设备法兰、M36 以上的设备主螺栓、人孔盖、人孔法兰、人孔接管以及直径大于 250mm 的接管(见图 1-3)。

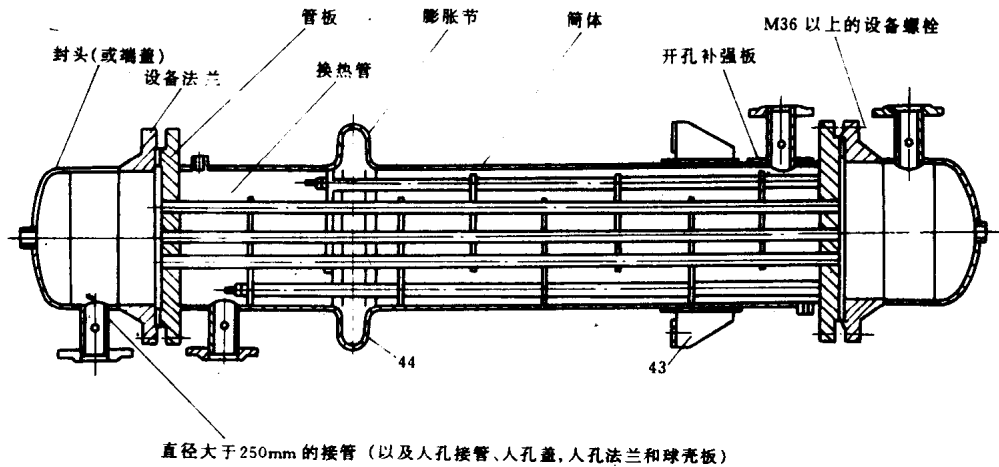


图 1-3 主要受压元件图解

(9)易燃介质 指与空气混合的爆炸下限小于 10%或爆炸上限和下限之差值大于或等于 20%的气体。如一甲胺、乙烷、乙烯、氯甲烷、环氧乙烷、环丙烷、氢、丁烷、三甲胺、丁二烯、丁烯、丙烷、丙烯、甲烷等。当介质为混合物时,应以介质的组成并按上述划分原则,由设计单位的工艺设计或使用单位的生产技术部门,决定是否属于易燃介质。

(10)介质的毒性程度 参照 GB5044《职业性接触毒物危害程度分级》附录 11 的规定,将介质的毒性程度分为四级,见表 1-1。当介质为混合物时,应以介质的组成并按表中所述的划分原则由设计单位的工艺设计或使用单位的生产技术部门决定介质的毒性程度。

介质的毒性程度 表 1-1

介质毒性程度	级 别	最高容许浓度 (mg/m ³)	举 例
极度危害	I	<0.1	氟、氢氟酸、光气、氟化氢、碳酸 氟氯等
高度危害	II	0.1~1.0	
中度危害	III	1.0~10	二氧化硫、氨、一氧化碳、氯乙烯、甲 醇、氧化乙烯、硫化乙烯、二硫化碳、乙 炔、硫化氢等
轻度危害	IV	>10	氢氧化钠、四氟乙烯、丙酮等

(11)换热器的公称直径 D_N 对卷制圆筒,以圆筒内直径(mm)作为换热器的公称直径;对钢管制圆筒,以钢管外径(mm)作为换热器的公称直径。

(12)换热器的公称长度 L_N 以换热管的长度(m)作为换热器的公称长度。换热管为直管时,取直管长度;换热管为U形管时,取U形管直管段的长度。

(13)换热面积 A 计算换热面积是以换热管外径为基准,扣除伸入管板内的换热管长度后,计算得到的管束外表面积(m^2);公称换热面积是经圆整后的计算换热面积。

(14)管程与壳程 管程指介质流经换热管内的通道及与其相贯通的部分;壳程指介质流经换热管外的通道及与其相贯通的部分。

管程数 N_1 指介质沿换热管长度方向往、返的次数;壳程数 N_2 指介质在壳程内沿壳体轴向往返的次数。

(15)管壳式换热器的零、部件名称 见表 1-2 和图 1-4 至图 1-9。

管壳式换热器的零部件名称

表 1-2

序号	名 称	序号	名 称	序号	名 称
1	平盖	21	吊耳	41	封头管箱(部件)
2	平盖管箱(部件)	22	放气口	42	分程隔板
3	接管法兰	23	凸形封头	43	悬挂式支座(部件)
4	管箱法兰	24	浮头法兰	44	膨胀节(部件)
5	固定管板	25	浮头垫片	45	中间挡板
6	壳体法兰	26	无折边球面封头	46	U形换热管
7	防冲板	27	浮头管板	47	内导流筒
8	仪表接口	28	浮头盖(部件)	48	纵向隔板
9	补强圈	29	外头盖(部件)	49	填料
10	圆筒	30	排液口	50	填料函
11	折流板	31	钩圈	51	填料压盖
12	旁路挡板	32	接管	52	浮动管板裙
13	拉杆	33	活动鞍座(部件)	53	部分剪切环
14	定距管	34	换热管	54	活套法兰
15	支持板	35	挡管	55	偏心锥壳
16	双头螺柱或螺栓	36	管束(部件)	56	堰板
17	螺母	37	固定鞍座(部件)	57	液面计接口
18	外头盖垫片	38	滑道	58	套环
19	外头盖侧法兰	39	管箱垫片		
20	外头盖法兰	40	管箱短节		

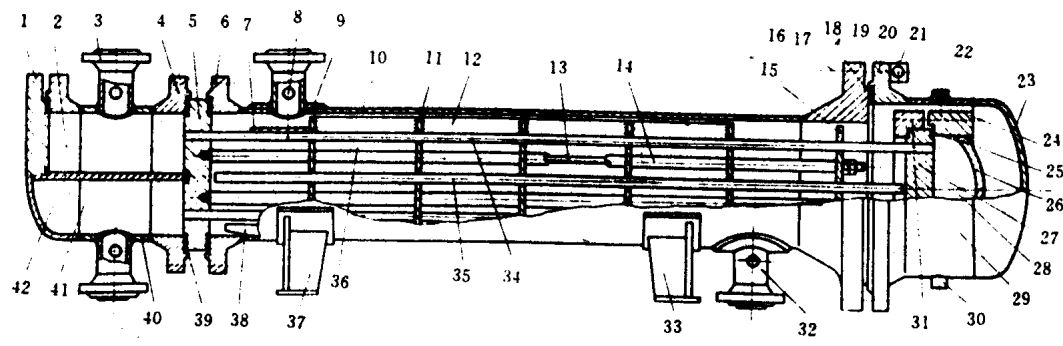


图 1-4 AES, BES 浮头式换热器

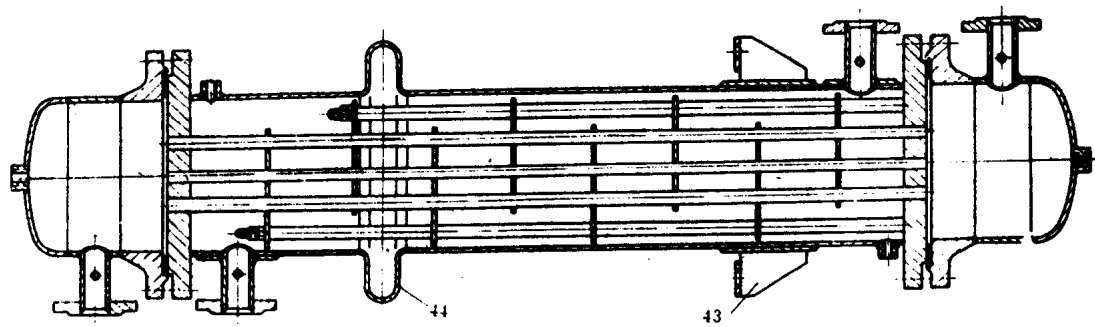


图 1-5 BEM 立式固定管式换热器

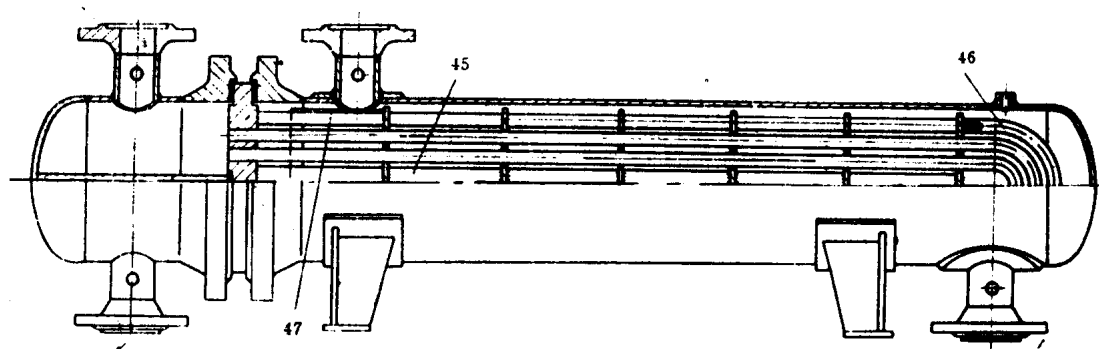


图 1-6 BIUU 形管式换热器

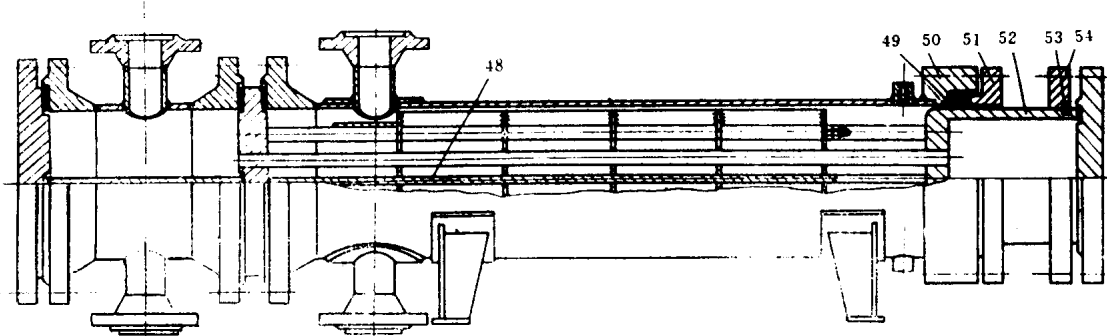


图 1-7 AFP 填料函双壳程换热器

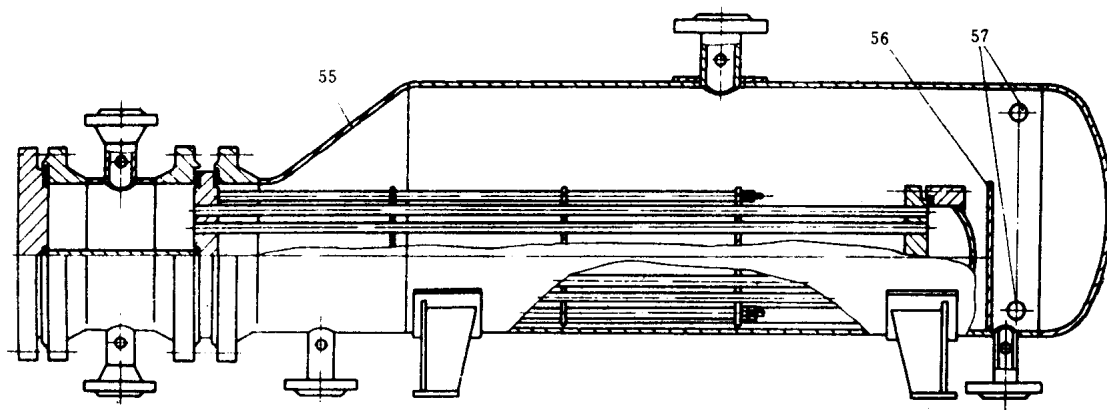


图 1-8 AKT 釜式重沸器

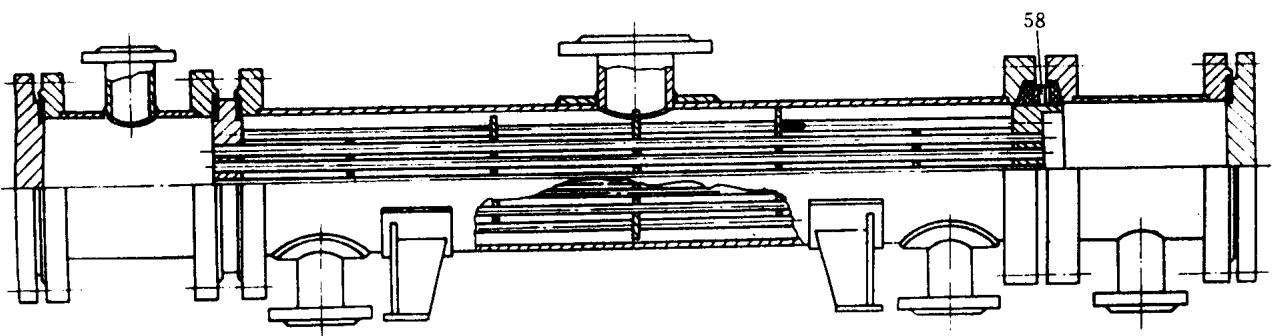
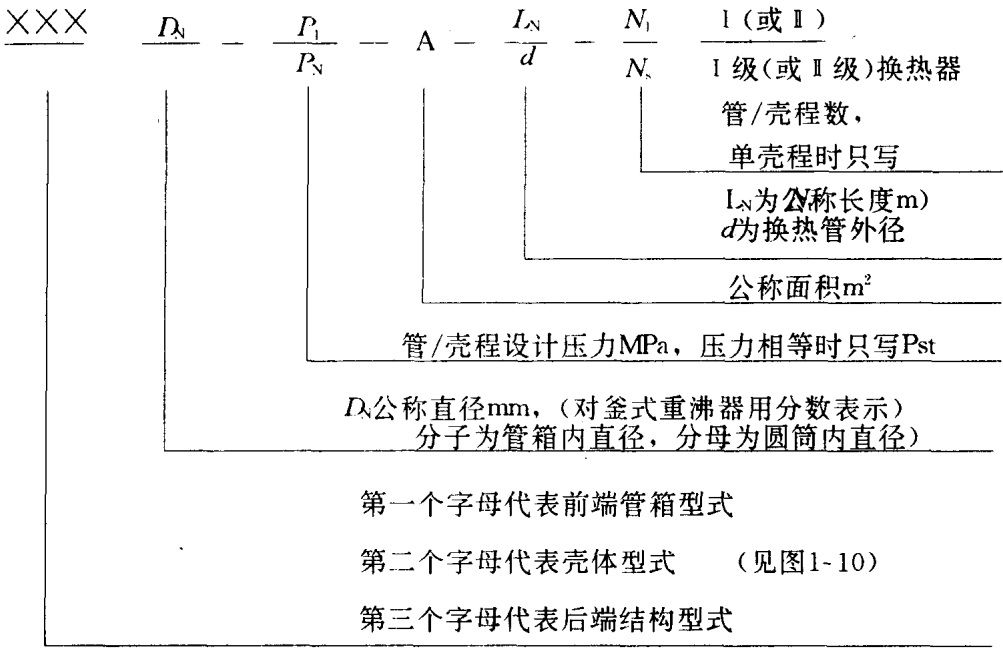


图 1-9 AJW 填料函分流式换热器

(16)换热器型号 换热器的型号表示方法如下：



(17)管壳式换热器的主要组合部件 有前端管箱、壳体和后端结构(包括管束)三部分, 详细分类及代号见图 1-10。

1-21 压力容器的压力等级如何划分?

答:按压力容器的设计压力(P)划分成四个压力等级,见表 1-3。

压力等级的划分		表 1-3
压力等级	压力等级代号	设计压力范围(MPa)
低压	L	$0.1 \leq P < 1.6$
中压	M	$1.6 \leq P < 10$
高压	H	$10 \leq P < 100$
超高压	U	$P \geq 100$