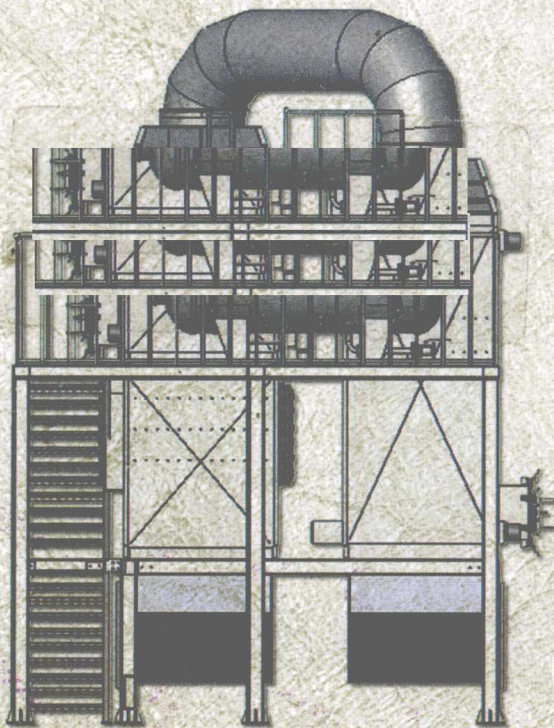




机械零部件设计与实用数据速查丛书

# 压力容器设计 与实用数据速查

洪德晓 丁伯民 戴季煌 朱红松 编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

机械零部件设计与实用数据速查丛书

# 压力容器设计与 实用数据速查

洪德晓 丁伯民 编著  
戴季煌 朱红松

机械工业出版社

本书主要介绍各种压力容器的设计方法以及设计时需要的实用数据速查,旨在针对压力容器设计中的某些问题,为读者快速查找我国压力容器和换热器标准(GB 150—1998, GB 151—1999 和 JB 4732—1995)、美国压力容器建造规范(ASME VIII-1 和 VIII-2)、欧盟非直接火压力容器标准(EN 13445)等对这些问题的具体规定。为便于读者了解这些标准在各个问题上的联系和区别,在介绍主要思路的同时,都以笔者的理解角度列出对各标准的对照和简要评述。

本书可供从事压力容器设计和制造、检验人员快速查找国内外标准的有关规定之用,或对压力容器设计和制造、检验工作有一定实际经验人员拓宽知识层面之用,也可供制定标准的有关人员在决策时参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

压力容器设计与实用数据速查/洪德晓,丁伯民,戴季煌,  
朱红松编著. —北京:机械工业出版社,2010.3  
(机械零部件设计与实用数据速查丛书)  
ISBN 978-7-111-30070-0

I. ①压… II. ①洪…②丁…③戴…④朱… III. ①压力容器-设计 IV. ①TH490.22

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第043027号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:黄丽梅 责任编辑:白刚

版式设计:霍永明 责任校对:任秀丽

封面设计:赵颖喆 责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2010年6月第1版·第1次印刷

169mm×239mm·26.75印张·598千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-30070-0

定价:45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

压力容器伴随着蒸汽作为动力而迅速发展，当前压力容器在生活中已无处不在。由于锅炉、压力容器具有发生爆炸、泄漏、造成人身伤害事故的危险性，世界上各主要工业发达国家一般都制定有专门的法律，建立了完善的法规、规范体系进行监察管理。

当前世界上压力容器建造规范主要有两大体系：

其一为美国机械工程师学会（American Society of Mechanical Engineers，简称 ASME）在 1915 年发布的首版锅炉规范，发展至今成为 ASME 锅炉及压力容器规范（Boiler & Pressure Vessel Code，简称 B & PV Code，在行业内常称为 ASME 规范），是国际上公认的权威规范。

其二为欧盟（EN）压力容器规范 EN 13445 非直接受火压力容器（EN 13445 Unfired Pressure Vessels），是综合欧洲各国的原有规范、结合现代技术的最新规范。

世界各国的压力容器规范或源出其上，或归入其内。

压力容器设计由简单的强度计算，发展到强度、刚度、稳定性、安定性、疲劳、腐蚀疲劳、蠕变、疲劳与蠕变交互作用、脆性断裂等方面综合考虑，是一个渐近的逐步的进展，且仍在不断发展之中。

本书旨在针对压力容器设计中的某一问题，为读者快速查找我国压力容器和换热器标准（GB 150—1998，GB 151—1999 和 JB 4732—1995）、美国压力容器建造规范（ASME VIII-1 和 VIII-2）、欧盟非直接火压力容器标准（EN 13445）等对该问题的具体规定。为简明扼要地介绍这些标准的规定，仅对某具体问题的主要思路进行分析，不能、也不必要原原本本详细地列出各标准的具体条文和各有关符号的含义和规定，在需要时读者在理清基本思路的情况下可查找相关标准的规定。希望此举能有助于压力容器设计师更好地了解不同规范之间的差异，从而在以后的设计活动中能够更加全面地考虑问题。

为便于读者了解这些标准在各个问题上的联系和区别，在介绍主要思路的同时，都以笔者的理解角度列出对各标准的对照和简要评述。

为方便读者查找原标准，所列公式或符号都和原标准所用一致，且在必要时列出所引原标准的章节、图号和表号。

本书可供从事压力容器设计和制造、检验人员快速查找国内外标准的有关规定之用，或对压力容器设计和制造、检验工作有一定实际经验人员拓宽知识

层面之用，也可供制定标准的有关人员在决策时参考。

本书由洪德晓、丁伯民、戴季煌、朱红松编著，全书由洪德晓负责统稿。

希望本书对从事压力容器设计、制造、检验、使用、管理的人员，以及高校师生及科研人员有所助益。

编 者

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 各国压力容器标准的体系 .....	1
1.1.1 我国压力容器标准的体系 .....	1
1.1.2 美国压力容器规范的体系 .....	1
1.1.3 欧盟压力容器标准的体系 .....	2
1.2 按规则设计和按分析设计 .....	2
1.2.1 压力容器规范、标准的发展沿革 .....	2
1.2.2 按应力分析设计规范的提出和存在的问题 .....	3
1.2.3 各国压力容器标准的发展趋势和现状 .....	4
1.2.4 对各标准的对照及简要评述 .....	4
1.3 各国容器标准的适用对象和范围 .....	5
1.3.1 GB 150、GB 151 和 JB 4732 .....	5
1.3.2 ASME VIII-1、VIII-2 和 VIII-3 .....	5
1.3.3 EN 13445 .....	6
1.3.4 对各标准的对照及简要评述 .....	6
1.4 各国压力容器分类 .....	6
1.4.1 GB 150 .....	6
1.4.2 ASME VIII-1 .....	10
1.4.3 EN 13445 .....	10
1.4.4 对各标准的对照及简要评述 .....	12
<b>第 2 章 压力容器设计的一般问题</b> .....	13
2.1 压力容器的失效准则 .....	13
2.1.1 失效方式和失效准则 .....	13
2.1.2 各国压力容器标准的考虑 .....	13
2.2 设计参数 .....	14
2.3 确定材料许用应力的安全系数 .....	15
2.4 焊接接头分类 .....	18
2.4.1 GB 150 .....	18
2.4.2 ASME VIII-1 .....	19
2.4.3 EN 13445 .....	20
2.4.4 对各标准的对照及简要评述 .....	20
2.5 各种类容器和接头的选用与无损检测要求 .....	21
2.5.1 GB 150 .....	21

2.5.2	ASME VIII-1 .....	22
2.5.3	EN 13445 .....	22
2.5.4	对各标准的对照及简要评述 .....	29
2.6	焊接接头系数 .....	29
2.6.1	GB 150 .....	29
2.6.2	ASME VIII-1 .....	30
2.6.3	EN 13445 .....	33
2.6.4	对各标准的对照及简要评述 .....	33
2.7	试验压力系数及其相应的限制条件 .....	33
2.7.1	GB 150 .....	34
2.7.2	ASME VIII-1 .....	34
2.7.3	EN 13445 .....	36
2.7.4	对各标准的对照及简要评述 .....	37
<b>第3章</b>	<b>内压元件设计 .....</b>	<b>39</b>
3.1	圆筒、球壳、锥壳设计 .....	39
3.2	碟形、椭圆形封头设计 .....	40
3.2.1	GB 150 .....	40
3.2.2	ASME VIII-1 .....	40
3.2.3	EN 13445 .....	42
3.2.4	对各标准的对照及简要评述 .....	44
3.3	锥壳和圆筒连接处的加强及斜锥壳设计 .....	44
3.3.1	GB 150 .....	44
3.3.2	ASME VIII-1 .....	48
3.3.3	EN 13445 .....	50
3.3.4	对各标准的对照及分析与评述 .....	52
3.4	圆形和非圆形平封头及其开孔设计 .....	52
3.4.1	GB 150 .....	52
3.4.2	ASME VIII-1 .....	56
3.4.3	EN 13445 .....	56
3.4.4	对各标准的对照及简要评述 .....	61
3.5	内压元件设计中允许的局部减薄、圆度允差以及超出形状允差后的重新评定 .....	61
3.5.1	GB 150 .....	61
3.5.2	ASME VIII-1 .....	62
3.5.3	EN 13445 .....	63
3.5.4	对各标准的对照及简要评述 .....	64
<b>第4章</b>	<b>外压元件设计 .....</b>	<b>65</b>
4.1	外压圆筒、球壳、锥壳、椭圆形、碟形封头设计 .....	65
4.1.1	GB 150 .....	65
4.1.2	ASME VIII-1 .....	71

4.1.3	EN 13445 .....	72
4.1.4	对各标准的对照及简要评述 .....	76
4.2	锥壳和圆筒连接处的加强设计和斜锥壳设计 .....	77
4.2.1	GB 150 .....	77
4.2.2	ASME VIII-1 .....	79
4.2.3	EN 13445 .....	80
4.2.4	对各标准的对照及简要评述 .....	80
4.3	外压圆筒及锥壳的加强圈设计 .....	80
4.3.1	GB 150 .....	80
4.3.2	ASME VIII-1 .....	81
4.3.3	EN 13445 .....	82
4.3.4	对各标准的分析及简要评述 .....	84
4.4	在横向外压、轴向压缩、横向剪力、轴向弯矩单独或组合作用下的设计 .....	85
4.5	外压元件的形状允差 .....	85
4.5.1	GB 150 .....	85
4.5.2	ASME VIII-1 .....	87
4.5.3	EN 13445 .....	87
4.5.4	对各标准的对照及简要评述 .....	88
4.6	超出形状允差后的重新评定 .....	89
4.6.1	GB 150 .....	89
4.6.2	ASME VIII-1 .....	89
4.6.3	EN 13445 .....	89
4.7	半管式夹套容器设计 .....	90
4.7.1	GB 150 .....	90
4.7.2	ASME VIII-1 .....	90
4.7.3	EN 13445 .....	92
4.7.4	对各标准的对照及简要评述 .....	93
<b>第5章</b>	<b>开孔接管及其补强设计 .....</b>	<b>94</b>
5.1	开孔补强设计准则 .....	94
5.1.1	GB 150 .....	94
5.1.2	ASME VIII-1 .....	94
5.1.3	EN 13445 .....	94
5.1.4	ASME VIII-2 .....	95
5.1.5	对各标准的分析及简要评述 .....	95
5.2	最大开孔尺寸的限制, 不需补强和不另行补强的最大开孔尺寸 .....	96
5.2.1	GB 150 .....	96
5.2.2	ASME VIII-1 .....	97
5.2.3	EN 13445 .....	97
5.2.4	对各标准的对照及简要评述 .....	99



5.3 在开孔补强设计中某些结构的规定或限制 .....	99
5.3.1 GB 150 .....	100
5.3.2 ASME VIII-1 .....	100
5.3.3 EN 13445 .....	100
5.3.4 对各标准的对照及简要评述 .....	101
5.4 内压壳体上设有径向或非径向圆形接管的补强设计 .....	101
5.4.1 GB 150 .....	101
5.4.2 ASME VIII-1 .....	103
5.4.3 EN 13445 .....	106
5.4.4 对各标准的对照及简要评述 .....	108
5.5 接管对壳体连接焊缝的强度 .....	108
5.5.1 GB 150 .....	108
5.5.2 ASME VIII-1 .....	108
5.5.3 EN 13445 .....	110
5.5.4 对各标准的对照及简要评述 .....	110
5.6 平板和外压壳体上的开孔补强设计 .....	110
5.6.1 GB 150 .....	111
5.6.2 ASME VIII-1 .....	111
5.6.3 EN 13445 .....	111
5.7 壳体和平板上的大开孔设计 .....	111
5.7.1 GB 150 .....	112
5.7.2 ASME VIII-1 .....	114
5.7.3 EN 13445 .....	119
5.7.4 对各标准的对照及简要评述 .....	119
5.8 多个开孔补强设计 .....	119
5.8.1 GB 150 .....	120
5.8.2 ASME VIII-1 .....	120
5.8.3 EN 13445 .....	121
5.8.4 对各标准的对照及简要评述 .....	123
5.9 接管上作用有除压力以外载荷时的补强设计 .....	123
5.10 ASME VIII-2 的开孔补强设计(压力面积应力法) .....	124
<b>第6章 法兰及其相关元件设计 .....</b>	<b>125</b>
6.1 对标准法兰设计的免除 .....	125
6.1.1 GB 150 .....	125
6.1.2 ASME VIII-1 .....	125
6.1.3 EN 13445 .....	125
6.1.4 对各标准的对照及简要评述 .....	125
6.2 密封设计, 内压和外压法兰的力矩计算 .....	125
6.2.1 GB 150 .....	126

6.2.2	ASME VIII-1	128
6.2.3	EN 13445	128
6.3	法兰应力计算和校核	128
6.3.1	GB 150	128
6.3.2	ASME VIII-1	130
6.3.3	EN 13445	130
6.4	法兰刚度计算和校核	130
6.4.1	GB 150	130
6.4.2	ASME VIII-1	130
6.4.3	EN 13445	131
6.4.4	对各标准的对照及简要评述	131
6.5	全密封面法兰设计	131
6.5.1	GB 150	131
6.5.2	ASME VIII-1	133
6.5.3	EN 13445	133
6.6	密封焊法兰设计	133
6.7	在螺栓圆内外金属对金属相接触的平面法兰设计	134
6.7.1	GB 150	134
6.7.2	ASME VIII-1	134
6.7.3	EN 13445	135
6.8	反向法兰设计	136
6.8.1	GB 150	136
6.8.2	ASME VIII-1	136
6.8.3	EN 13445	136
6.9	平板上的大开孔设计	137
6.10	带有法兰的凸形封头设计	137
6.10.1	GB 150	137
6.10.2	ASME VIII-1	140
6.10.3	EN 13445	140
6.10.4	对各标准的对照及简要评述	140
6.11	卡箍连接件设计	141
6.11.1	载荷分析	141
6.11.2	高颈法兰的应力分析	144
6.11.3	卡箍的应力分析	144
6.11.4	高颈和卡箍的应力校核条件	145
6.12	作用有附加载荷时的法兰设计	145
<b>第7章 卧式容器及鞍座设计</b>		<b>147</b>
7.1	双鞍座卧式容器及鞍座设计	147
7.1.1	GB 150 和 JB/T 4731	147

7.1.2	ASME VIII-1 .....	157
7.1.3	EN 13445 .....	157
7.1.4	对各标准的对照及简要评述 .....	157
7.2	多鞍座和不对称布置双鞍座卧式容器设计 .....	158
<b>第8章</b>	<b>管壳式换热器和膨胀节设计 .....</b>	<b>159</b>
8.1	换热器结构类型和管板结构型式 .....	159
8.1.1	U形管式换热器及其管板的结构型式 .....	159
8.1.2	固定管板式换热器及其管板的结构型式 .....	163
8.1.3	浮动管板式(浮头式)换热器及其管板的结构型式 .....	165
8.1.4	对各标准换热器结构类型和管板结构型式的对照及简要评述 .....	171
8.2	对管板因开孔引起削弱的考虑 .....	171
8.2.1	GB 151 .....	171
8.2.2	ASME VIII-1 .....	172
8.2.3	EN 13445 .....	172
8.2.4	对各标准的对照及简要评述 .....	172
8.3	管板结构和最小厚度要求 .....	173
8.3.1	GB 151 .....	173
8.3.2	ASME VIII-1 .....	173
8.3.3	EN 13445 .....	174
8.3.4	对各标准的对照及简要评述 .....	175
8.4	管子对管板的连接结构型式和强度要求 .....	175
8.4.1	GB 151 .....	175
8.4.2	ASME VIII-1 .....	178
8.4.3	EN 13445 .....	180
8.4.4	对各标准的对照及简要评述 .....	181
8.5	U形管式换热器设计 .....	181
8.5.1	GB 151 .....	181
8.5.2	ASME VIII-1 .....	184
8.5.3	EN 13445 .....	187
8.5.4	对各标准的对照及简要评述 .....	188
8.6	固定管板式换热器设计 .....	189
8.6.1	GB 151 .....	189
8.6.2	ASME VIII-1 .....	190
8.6.3	EN 13445 .....	195
8.6.4	对各标准的对照及简要评述 .....	197
8.7	浮动管板式换热器设计 .....	198
8.7.1	GB 151 .....	198
8.7.2	ASME VIII-1 .....	199
8.7.3	EN 13445 .....	202

8.7.4 对各标准的对照及简要评述 .....	203
8.8 膨胀节设计 .....	204
8.8.1 强度、刚度和疲劳寿命设计 .....	204
8.8.2 膨胀节的轴向刚度和轴向伸缩量 .....	208
<b>第9章 附加载荷和局部载荷 .....</b>	<b>210</b>
9.1 内压球壳承受附加总体载荷 .....	211
9.1.1 GB 150 .....	211
9.1.2 ASME VIII-1 .....	211
9.1.3 EN 13445 .....	211
9.1.4 ASME VIII-2 .....	211
9.1.5 各标准设计方法的比较 .....	212
9.2 内压圆柱壳承受附加总体载荷 .....	212
9.2.1 GB 150 .....	212
9.2.2 ASME VIII-1 .....	213
9.2.3 EN 13445 .....	213
9.2.4 ASME VIII-2 .....	213
9.2.5 各标准设计方法的比较 .....	214
9.3 内压锥壳承受附加总体载荷 .....	214
9.3.1 GB 150 .....	215
9.3.2 ASME VIII-1 .....	215
9.3.3 EN 13445 .....	215
9.3.4 ASME VIII-2 .....	215
9.3.5 各标准设计方法的比较 .....	216
9.4 内压作用下的圆柱壳与锥壳过渡连接处承受附加总体载荷 .....	216
9.4.1 GB 150 .....	216
9.4.2 ASME VIII-1 .....	216
9.4.3 EN 13445 .....	217
9.4.4 ASME VIII-2 .....	217
9.4.5 各标准设计方法的比较 .....	219
9.5 球壳承受局部载荷 .....	219
9.5.1 WRC 107 .....	219
9.5.2 PD 5500 .....	224
9.5.3 EN 13445 .....	228
9.5.4 综合比较 .....	229
9.6 圆柱壳承受局部载荷 .....	231
9.6.1 WRC 107 .....	231
9.6.2 WRC 297 .....	234
9.6.3 PD 5500 .....	237
9.6.4 EN 13445 .....	242

9.6.5	TEMA—2007 .....	247
9.6.6	综合比较 .....	247
<b>第10章</b>	<b>低温容器设计（压力容器的防脆性断裂） .....</b>	<b>249</b>
10.1	对低温容器或低温操作的界定 .....	249
10.1.1	GB 150 .....	249
10.1.2	ASME VIII-1 .....	250
10.1.3	EN 13445 .....	252
10.1.4	对各标准的对照及简要评述 .....	255
10.2	对低温容器界定或判断是否进行冲击试验的调整 .....	256
10.2.1	GB 150 .....	256
10.2.2	ASME VIII-1 .....	256
10.2.3	EN 13445 .....	257
10.2.4	对各标准的对照及简要评述 .....	257
10.3	冲击试验温度及其调整 .....	258
10.3.1	GB 150 .....	258
10.3.2	ASME VIII-1 .....	258
10.3.3	EN 13445 .....	260
10.3.4	对各标准的对照及简要评述 .....	261
10.4	各种结构类型元件的控制厚度 .....	261
10.4.1	GB 150 .....	261
10.4.2	ASME VIII-1 .....	261
10.4.3	EN 13445 .....	263
10.4.4	ASME VIII-1 和 EN 13445 对控制厚度规定的对照及简要评述 .....	266
10.5	冲击吸收功、侧向膨胀的合格值 .....	267
10.5.1	GB 150 .....	267
10.5.2	ASME VIII-1 .....	267
10.5.3	EN 13445 .....	269
10.5.4	对各标准的对照及简要评述 .....	269
10.6	冲击试样的取样方向、取样部位及试样缺口方向 .....	271
10.6.1	GB 150 .....	271
10.6.2	ASME VIII-1 .....	272
10.6.3	EN 13445 .....	272
10.6.4	对各标准的对照及简要评述 .....	273
10.7	结构和有关制造、试验要求 .....	274
10.7.1	GB 150 .....	274
10.7.2	ASME VIII-1 .....	275
10.7.3	EN 13445 .....	276
10.7.4	对各标准的对照及简要评述 .....	277
10.8	ASME VIII-2: 2007 的防脆断要求简介 .....	278

10.8.1	是否采取防脆断措施的判断曲线	278
10.8.2	对低应力状态免除冲击试验温度的调低	278
10.8.3	冲击吸收功、侧向膨胀的合格值	279
10.8.4	断裂力学评定	280
<b>第 11 章</b>	<b>压力容器的疲劳分析</b>	<b>281</b>
11.1	是否进行疲劳分析的判断	281
11.1.1	JB 4732	281
11.1.2	ASME VIII-2	283
11.1.3	EN 13445	285
11.1.4	对各标准的对照及简要评述	286
11.2	疲劳设计曲线	286
11.2.1	JB 4732	286
11.2.2	ASME VIII-2	288
11.2.3	EN 13445	288
11.2.4	对各标准的对照及简要评述	288
11.3	交变应力计算, 应力集中系数或疲劳强度减弱系数	290
11.3.1	JB 4732	290
11.3.2	ASME VIII-2	291
11.3.3	EN 13445	292
11.3.4	对各标准的对照及简要评述	293
11.4	非恒定应力幅的疲劳积累损伤	294
11.5	螺栓的疲劳分析	294
11.5.1	JB 4732	294
11.5.2	ASME VIII-2	294
11.5.3	EN 13445	294
11.6	防止棘轮现象的设计	296
11.6.1	JB 4732	296
11.6.2	ASME VIII-2	297
11.6.3	EN 13445	297
11.7	按疲劳分析容器的有关制造和检测要求	297
11.7.1	JB 4732	297
11.7.2	ASME VIII-1 和 VIII-2	297
11.7.3	EN 13445	298
<b>第 12 章</b>	<b>实用数据速查</b>	<b>299</b>
12.1	我国主要地区的基本风压值、雪压值	299
12.2	压力容器常用标准	315
12.3	金属材料适用的场合或相应介质	320
12.3.1	介质的性能	320
12.3.2	温度	320

---

12.3.3 流体的速度.....	320
12.3.4 黑色金属.....	321
12.3.5 有色金属及其合金.....	321
12.4 碳钢、不锈钢耐腐蚀数据.....	326
<b>参考文献</b> .....	<b>410</b>

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 各国压力容器标准的体系

### 1.1.1 我国压力容器标准的体系

我国的压力容器标准 GB 150—1998、GB 151—1999 和 JB 4732—1995 等总体上是在《压力容器安全技术监察规程》(简称《容规》)框架下的具体执行标准。随着《容规》修订为《固定式压力容器安全技术监察规程》和《简单压力容器安全技术监察规程》,相应的具体执行标准也必将同步修订。

我国容器标准 GB 150—1998《钢制压力容器》仅包括钢制容器,未涉及非铁金属制容器,所以相应地还有与之配套的铝制焊接容器、钛制焊接容器、铜制压力容器、镍及镍合金制压力容器等标准;GB 150—1998(以下简称 GB 150,本书为方便起见皆用简称)实际上也仅涉及压力容器的各有关元件,未涉及换热器、膨胀节和各具体的压力容器,所以相应地还有与之配套的管壳式换热器、压力容器波形膨胀节、钢制焊接常压容器、钢制球形储罐、钢制塔式容器、钢制卧式容器等。虽然在 GB 150 中也列有制造、检验与验收的有关规定,但实际上还需要钢制压力容器焊接工艺评定、钢制压力容器焊接规程、承压设备无损检测等配套标准才具有可操作性。至于在材料方面,更需要和有关的板材、管材、棒材、锻件、铸件等,以及优质碳素结构钢、碳素结构钢、合金结构钢等标准配合。

### 1.1.2 美国压力容器规范的体系

ASME 规范是由美国机械工程师学会颁布的行业标准,只有在地方政府的安全监督部门以法律形式认可的情况下才能成为法定的控制产品质量的技术法规。

ASME 锅炉及压力容器规范在各卷、册的前言中都明确提及:由 ASME 锅炉及压力容器标准委员会(ASME/BPVSC)所制订的是压力容器建造过程中控制压力整体安全的规则;建造一词是包括材料、设计、制造、检验、试验、认证和泄压在内的一个含义广泛的名词。

显然,它所包括的内容,已涵盖了涉及压力容器建造的几乎所有方面,是偏向于所谓封闭式的规范。例如,ASME II 卷包括了锅炉压力容器所用的板、管、锻、铸的钢材和非铁金属、焊接材料,ASME V 卷包括了锅炉压力容器的无损检测,ASME VIII 卷包括了各类压力容器、管壳式换热器的建造,ASME IX 卷包括了锅炉压力容器的焊接和钎焊评定等。涉及到各类压力容器、管壳式换热器建造、整体安全性的几乎所有方面,基本



上都可以由 ASME 各有关卷解决。

ASME VIII-1 规范已包括了各类管壳式换热器和膨胀节的内容,而对卧式容器、塔式容器和球形容器等不再另订标准,因为这些容器的有关元件都可以由规范所列内容、并配以某些建议内容(如卧式容器和局部应力计算等的建议文件)解决。它适用于碳钢、低合金钢和奥氏体不锈钢(包括焊制、锻制和铸造),也包括各种非铁材料容器。

虽然 ASME VIII 分为三册,但主要是指在材料选用、安全系数、强度理论、设计方法、检测要求、某些结构限制和压力高低等的不同,所以分为 VIII-1、VIII-2、VIII-3,即压力容器建造规则、压力容器建造另一规则、高压容器建造规则。

### 1.1.3 欧盟压力容器标准的体系

EN 13445 非直接火压力容器是为贯彻 97/23/EC 《承压设备指令》(PED) 而制订的协调标准,和我国的压力容器安全技术监察规程相似, PED 也是由欧盟政府机构制订的强制性法规。由于欧盟指令中另有和无缝及焊接气瓶、简单压力容器指令等相配套的各种气瓶、简单压力容器标准,所以 EN 13445 就不包括各种气瓶和简单压力容器。其总体思想和设计理念与英国指导性文件 PD 5500 (即原英国标准 BS 5500) 及原法国标准 CODAP 基本相同,它适用于碳钢、低合金钢和奥氏体不锈钢,在第 6 篇中包括了球墨铸铁压力容器及其元件的补充要求,在第 8 篇中包括了 Al 及 Al 合金压力容器及其元件的补充要求。和上述两标准不同的是,它不包括多层容器。

和 ASME 规范相似, EN 13445 也已包括了各类管壳式换热器和膨胀节以及卧式容器、塔式容器的内容,所以对 these 和球形容器等不再另订标准。

在贯彻 EN 13445 时,除应和相关的产品协调标准(例如 EN 286 简单非直接火压力容器)相协调,以避免相脱节或重叠外,还需要由某些基础协调标准和材料协调标准相结合,例如 EN 287 焊工资格考试、EN 288 金属材料焊接工艺评定规程、EN 10028 受压元件用钢板技术要求等才能完成容器的设计、制造和检验等全套工作。

## 1.2 按规则设计和按分析设计

### 1.2.1 压力容器规范、标准的发展沿革

压力容器规范所涉及范围和内容的发展,都是和科学技术的进步,对压力容器材料、结构、设计、制造、检验等技术的不断完善、提高,对失效模式的逐步认识、深化,应力计算方法的进步等分不开的。

以规范所包括的内容和所采用的设计准则而言, ASME 规范 1915 年的首版仅是防止锅炉及压力容器不致因最大应力超过材料的拉伸强度而引起爆破,即强度失效准则;在 1934 年版时才出现了外压元件的设计规定,即引入了稳定性失效准则;至 1952 年版才引入弹性失效准则。虽然早在 20 世纪 40 年代提出的法兰设计中,已经理解到法兰颈部大端或小端的轴向应力由于存在地区的局部性,对法兰环旋转变形的影响较小,所以