

压 力 容 器

——美国《ASME规范》简介——

(第五版)

(美)罗伯特·邱斯著

金文悌、朱锡雄 译

琚定一 校

中国机械工程学会压力容器学会

压 力 容 器

——美国《ASME规范》简介——

(第五版)

江苏工业学院图书馆

藏 书 章

(美) 罗伯特·邱斯著

金文悌、朱锡雄 译

琚定一 校

中国机械工程学会压力容器学会

一九八六年三月

压 力 容 器
——美国《ASME 规范》简介——
(第五版)

中国机械工程学会压力容器学会	出版
机械部通用机械研究所 (合肥西郊)	
化工部设备设计技术中心站发行组 (上海南京西路 1856 号)	发行
吴江伟业印刷厂 (江苏吴江县莘塔)	印刷

工本费：3.00 元

译者前言

众所周知,美国机械工程师学会(ASME)颁布的《锅炉及压力容器规范》(简称为《ASME 规范》或《规范》),是目前世界上公认的范围最为广泛、内容最为详尽的一部关于锅炉及压力容器规范。从这部规范的第一版本于1914年正式颁布以来,至今已有七十多年的历史。在这七十多年中,经历了许多次的修订和扩充。在近二三十年中,总是每三年修订一次,颁布新的版本。现在,它已扩充成为一部共有十一卷二十二册的大型规范。其内容也已从最初的锅炉规则扩展成为包括动力锅炉、供热锅炉、压力容器、核动力装置设备以及用玻璃纤维增强塑料压力容器等各种类型的锅炉及压力容器的规范。其中,对于材料、焊接、无损检验和运行等技术,也都相应地出了专门的卷或册。

罗伯特·邱斯(R.Chuse)所著的这本书,主要是介绍《ASME 规范》在钢质压力容器方面的基本内容。正如书名所标明的,总的叫《压力容器》,实际的内容是介绍《ASME 规范》的一些基本规则和要求。在现有的关于《ASME 规范》压力容器设计、制造和检验的评介文献中,这是较有权威的一本书。本书的作者是一位美国著名的《ASME 规范》检验师和核动力装置设备的注册专职检验师,现在担任美国《全国锅炉及压力容器检验师总部》的顾问。本书的第一版于1954年在美国出版后,受到了压力容器行业的重视。在此后的七八年中,几乎每年再版或重印一次。进入七十年代后,由于《规范》的内容有很大的改动与增补。为了适应这些新增补的内容,

作者又对本书重新作了改写,于1977年出版了第五版本。

这本书写得很紧凑和实用,能很好地满足压力容器行业中各种技术部门的需要。具体内容包括有《ASME 规范》的历史发展和现状;《规范》第Ⅷ卷第一册“压力容器”的基本内容介绍;安全设计;质量管理和产品检验;焊接和无损检验技术等。并有两章专门介绍近年来越来越得到重视的《ASME 规范》第Ⅷ卷第二册“压力容器的另一规程”和《ASME 规范》第Ⅲ卷“核动力装置设备”。本书后面还附有的在压力容器的设计和制造中经常要用到的一些数据资料。我们相信我国压力容器行业的广大工程技术人员、工人、管理和计划人员、技术检验和检查人员以及各级领导部门的主管人员,都可以用它作为指导查阅《ASME 规范》第Ⅷ卷“压力容器”的一本指南。从中吸取有益的经验 and 知识。

中国机械工程学会压力容器学会正在翻译出版《ASME 规范》1983年SI版的第Ⅷ卷第一册和第二册,并且亦陆续翻译出版了其它有关各卷。为了配合这些《规范》的翻译出版,我们翻译了这本带有简介和指南性质的书籍,希望能对广大读者在参考查阅《ASME 规范》时能起导引作用。在翻译中我们已将本书引用《ASME 规范》的条款按1983年版作了更改,以便使本书与最新版本相一致。

由于《ASME 规范》的计量单位自1983年版开始有SI制和英制,本书的计量单位仍按原著采用英制,为了便于读者换算,在本书后面另增添了一份公英制单位换算表。

金文梯、朱锡雄

一九八四年 于成都

前 言

在所有按照美国机械工程师学会 (ASME)《锅炉及压力容器规范》制造的压力容器中,按照《ASME 规范》第Ⅷ卷第一册“压力容器”生产的容器要比按同一《规范》中所有其它各卷生产的容器多。从《规范》这一卷的第一版本于1925年颁布以来,已经成为美国的大多数州和加拿大的所有省压力容器设计和制造部门以及有关人员的重要依据。

最初撰写《压力容器——美国ASME规范简介》一书,是想为采用《ASME 规范》第Ⅷ卷第一册“压力容器”的各方面人员提供一本比较实用而又能引起普遍兴趣的参考读物,以便能从《规范》中查到大多数所需要的内容。

美国机械工程师学会的《规范》是多年的经验和发展的总结,其中收纳了极为广博的资料。如果经常使用这部《规范》,是不难找到人们想要查找的资料。但是,设计、制造或检验人员要想偶尔地查阅它,就可能感到很麻烦。本书将对这些人员通常所遇到的各类问题作出说明,并告诉他们如何去寻找答案。本书指出了设计和材料中必须要注意的一些问题,所以,也会有助于理解和运用《规范》的各项规则。经验证明,在压力容器的设计、制造和检验中,有许多重要的因素往往被忽视了。

本书将列举许多被忽视的问题,以引起读者的注意。本书还提出一些更好地进行设计、制造和检验管理的方法,从而有助于更有效地进行工作和建立更好的质量管理体系。

为了便于读者运用《规范》的各项规定，本书提供了许多有关《规范》容器设计、制造和检验的图表。例如，计划人员、工程师和检验师们可以从中找到有关圆筒形壳体、碟形封头以及平封头厚度的图表。使用这些图表，就可以在很短的时间内查出所需要的厚度。

为了和本书中其它的图、表以及附录相区别，所有涉及到《规范》的特定部分——册、部分、条款、图、表及附录，都用《规范》这个术语作为开头，例如《规范》图 UA-4 等。

从本书的上一版本发行以来，《ASME 规范》第Ⅷ卷“压力容器”（现在编为第Ⅷ卷第一册）虽然也收纳了某些新的材料和规定性及非规定性附录，但基本上保持原样。增加了另外一册，即第Ⅷ卷第二册“压力容器的另一规程”，提出了更为严格的要求。第Ⅱ卷“焊接和钎焊的评定”，已经作了全面的修订。

本书的这一（第五）版本也包括了一些新的章节，以便对《规范》的一些最新变动和增补作些说明。其中新加了关于核容器一章，主要概述了《ASME 规范》第Ⅲ卷“核动力装置设备”的各项严格要求。

作者希望，这本书能有助于读者更清楚地理解《ASME 规范》第Ⅷ卷第一册“压力容器”的内容，并促进工业界中从事《规范》容器的管理、设计、制造和检验的人员掌握所有必须引起注意的事项。本书选用了一些数据资料，以便能够回答压力容器制造厂最经常提出的一些问题。这些资料仅供参考。将它们列到书中，并不意味着对其中的任何一部分有推荐采用的意图。还应记住，不能把它们当作代替阅读和理解《ASME 规范》的内容。

我要向勃鲁姆贝尔格(H. Blumberg)先生表示感谢，本

书引用了他的关于铁素体和奥氏体材料在不同温度下发生金相组织变化的图表。我也要感谢惠勒(C. Willer)先生,他向作者提供了经营《规范》产品中有关管理方面的资料。我也感谢许多在压力容器制造行业中的朋友,他们提出了许多建议,并协助选定了本书的许多内容。

谨以本书献给美国机械工程师学会的《锅炉及压力容器委员会》的各位委员。由于他们的工作,才使得《规范》能够始终保持有先进的水平和旺盛的生命力。

罗伯特·邱斯

目 录

前 言	iv
第一章 《规范》的起源、发展和管辖范围	1
第二章 《规范》内容导引	25
第三章 安全设计	117
第四章 《规范》容器质量管理体系导引	126
第五章 检验和质量 管理	145
第六章 焊接	169
第七章 无损检验	205
第八章 《规范》第Ⅷ卷第二册“压力容器的另一规程”	215
第九章 核容器	220
附录 A 公英制单位换算表	242
附录 B 圆筒体和封头体积的计算图表	244
附录 C 圆筒体的周长和截面积	249
附录 D 钢板的十进当量数和理论重量	260
附录 E 管道的壁厚	261
附录 F 乾饱和蒸汽温度	262
附录 G 耐腐蚀性能数据	266
参考书目	281
索 引	282

第一章 《规范》的起源、发展和管辖范围

§1.1 《ASME规范》的历史

在 1905 年 3 月 20 日, 美国马萨诸塞州布罗克顿城的制鞋工厂发生了不幸的锅炉爆炸事故, 死了 58 人, 不同程度的受伤者有 117 人, 财产损失达 25 万美元。在 1905 年以前的年代中, 人们都把锅炉的爆炸, 或则看成是不可避免的灾难, 或则认为是“上帝的意志”。但这次灾难性事故的发生, 促使马萨诸塞州的人民认识到, 为了确保他们的最大安全, 蒸汽锅炉的建造必须并且渴望要有法定的规则和法规。经过了许多次辩论和讨论之后, 该州在 1907 年制定了第一个关于建造蒸汽锅炉规则的法定规范。在 1908 年, 俄亥俄州也通过了类似的法律。俄亥俄州的锅炉规则管理局采用了马萨诸塞州锅炉管理局的规则, 但作了少量的修改。

此后, 其它发生过爆炸事故的州和城市也开始认识到, 这些事故是可以通过对锅炉及压力容器采取正确的设计、建造和检验来防止的, 并为此目的而开始制定各有关的规则和法规。但各州的法规各不相同, 并且相互之间常常有矛盾。制造厂开始发现, 为这个州使用而建造的容器, 却难于为另一个州所接受。由于有这种不统一的缺点, 制造厂和使用单位双方于 1911 年向美国机械工程师学会的理事会提出呼吁, 要求改变这种状况。理事会接受了这一请求, 并建立了一个称为“制订蒸汽锅炉和其它压力容器建造标准规定及其在使用中

的管理规则”的委员会。

第一个委员会有七个成员，都是有关方面的专家：一位锅炉保险工程师、一位材料生产厂的代表、两位锅炉制造厂的代表、两位工程方面的教授以及一位顾问工程师。委员会还得到一个由代表锅炉的设计、建造、安装和运行各方面的十八位工程师组成的咨询委员会的协助。

在全面地研究了马萨诸塞州和俄亥俄州的规则以及其它有用的资料之后，委员会在 1913 年制订了一个初步报告，并复印了 2000 份，分发给机械工程的教授、锅炉保险公司的工程部门、州和市锅炉检查部门的首席检验师、蒸汽锅炉制造厂、工程杂志的主编以及其它与蒸汽锅炉的建造和运行有关的各方面人员，要求他们对所建议的规则提出修改或补充意见。

经历了三年时间，召开了无数次的讨论会和公开意见听取会，现在称为 1914 年版本的第一份《ASME 规范》“固定式锅炉的建造和许用工作压力规则”的最终文本问世了，于 1915 春年季开始贯彻执行。

《规范》的增补

从 1914 年以来，《规范》已经作了许多次修改，并且根据需要增补了许多新的卷、册，1983 年版的《规范》各卷，按次序列表如下：

第 I 卷 “动力锅炉”

第 II 卷 “材料技术条件”

A 篇 “钢铁材料”

B 篇 “有色金属材料”

C 篇 “焊条、焊丝及填充金属”

第 III 卷 “核动力装置设备”

NCA 分卷 “总要求”(包括第一册和第二册)

第一册

NB 分卷 “一级设备”

NC 分卷 “二级设备”

ND 分卷 “三级设备”

NE 分卷 “MC 级设备”

NF 分卷 “设备支承结构”

NG 分卷 “堆芯支承结构”

附录

第二册 “混凝土反应堆容器及安全壳”

第 IV 卷 “采暖锅炉”

第 V 卷 “无损检验”

第 VI 卷 “采暖锅炉维护和运行的推荐规程”

第 VII 卷 “动力锅炉维护的推荐规程”

第 VIII 卷

第一册 “压力容器”

第二册 “压力容器——另一规程”

第 IX 卷 “焊接和钎焊的评定”

第 X 卷 “玻璃纤维增强塑料压力容器”

第 XI 卷 “核动力装置设备在役检查规程”

规范范围的扩大,反映了美国工业的发展。为了适应这些自然的生长,要求对《规范》作经常的修订。例如,在 1914 年时,锅炉运行的最大压力为 275 磅/英寸²,温度为 600°F。而今天,锅炉的设计压力已高达 5000 磅/英寸²,温度为 1100°F;压力容器的压力已高达、甚至超过 30000 磅/英寸²,而温度范围则从 -350°F 一直到超过 1000°F。

每一种新材料、新设计、新的制造方法以及新的保护装置,都会给《锅炉规范委员会》带来新的问题。为了加速对《规范》作出适当的补充和修订,要有许多分委员会的专家提出技术性意见。正是由于这些委员会所进行的富有成效的工作,ASME《锅炉及压力容器规范》才得到不断的发展。《规范》采用了一系列的标准。正是这些标准,在其适用的范围内,保证了每个州对所有的锅炉及压力容器进行安全设计和建造。

§1.2 取得《规范》标记和授权证书的手续

压力容器的使用单位往往优先订购按照《ASME 规范》建造的容器,因为他们知道,这些容器都是根据安全的标准,按照经过审定的质量管理体系*进行设计、建造和检验的。

压力容器的制造厂都想获得《规范》的标记和授权证书。这样,他们就可以承包《规范》容器的建造工程,从而扩大他们的业务范围。他们也认为,被批准制造《规范》容器,将会提高他们工厂的信誉。

如果有一家制造公司想要按照《ASME 规范》第 VIII 卷第一册“压力容器”来制造《规范》容器,他就应该熟悉《规范》第 U-2 条的规定,即要求制造厂与质量检查机构雇用的授权检验师签订一个合同或协议。后者在制造工厂内将根据州当局的授权进行按《规范》的检验,并且是准许制造厂按照州的立法《规范》进行制造的法定代表。

制造厂想要按照《规范》第 VIII 卷第一册的范围建造《规范》容器,他们就得承担保证质量和提供文件的责任(见《规

* “质量管理体系” (Quality Control System) 也有译为“质量管理系统”、“质量控制系统”或“质量控制体系”——译者注。

范》的附录 10“质量管理制度”)。在初次颁发 ASME 的授权证书以及以后的每一次重新颁发时,都需要作出审定。审定时,应有授权检验部门和决定是否接纳的管辖当局参加,并要有行政管理部门和制定锅炉和压力容器法律的代表。如果管辖当局不能作审查,或是管辖当局就是检验部门,则还要邀请《全国锅炉及压力容器检验师总部》参加审查工作。

经联合审定确认,工厂已经制定出能在实际中应用的质量管理制度后,《全国检验师总部》的代表(如有的话)和管辖当局将与生产厂讨论他们所发现的问题。如果制造厂的质量管理制度不符合《规范》的要求,就应要求制造公司采取必要的改进措施。审查小组然后将向 ASME 提出他们的报告,建议对制造厂颁发授权证书。而如果有不符合现有标准的情况,则就不能颁发授权证书。

所有的《规范》容器制造厂,都必须按上述手续取得《规范》的标记。如果你们的工厂想要得到《规范》的授权证书,你就应该向 345E, 47th St, New York, NY 10017 《锅炉及压力容器规范委员会》的秘书(或称干事)提出申请,写明你们想要制造这一类容器。还要协助秘书和《规范标记和硬印分委员会》来评定你们的工厂,申请中应说明工厂有能力制造的容器类型和大小,你们工厂的设备,尤其是制造设备的类型和大小。如果可能,你们的工厂还应和某个州、市授权的检验部门或保险公司商定,在你们工厂得到 ASME 的证书之后,由他们来进行检验服务工作。这样,申请的工厂就可向 ASME 提交已经作了专门的检验安排的报告。

秘书将把你们的申请报告呈送《规范标记和硬印分委员会》。同样,还应将申请报告送给你们州、市或其它主管你们公司的检验部门的首席检验师和/或《全国锅炉及压力容器检

验师总部》，由他们来审查确定你们公司是否具有能够按照《ASME 规范》的规则进行设计和制造压力容器的质量管理体系。

秘书接到他们的审查报告后，再将报告呈送《规范标记和硬印分委员会》。如果他们认为合适，就可以给你们公司颁发一个《规范》的标记和授权证书。一个有技术力量、有完整的装备和有质量管理体系能够设计和制造出优质压力容器的制造厂，是不难取得《规范》的授权证书的。

§1.3 《全国锅炉及压力容器检验师总部》

《全国锅炉及压力容器检验师总部》是一个独立的非盈利的组织。它的成员都是负责执行和管理 ASME《锅炉及压力容器规范》的管辖官员。这个总部最初在 1919 年建立。从那以后，它就为统一管理和执行 ASME《锅炉及压力容器规范》的规则服务。在起草第一个《规范》时，《锅炉规范委员会》就已认识到，它没有权力去编写管理部门的规则，而只能由得到州和市的立法机构委托的主管机构来承担。

虽然有些当局曾经认为，按规范的统一规则可以实现统一的管理，但是事实证明他们的想法是不正确的。各州和市采用《ASME 规范》都是有附加条件的，即锅炉在建造时的检验是由经过他们自己州和市的法规考核的检验师进行的，所以锅炉也只能打印各地区的硬印，以表明已符合他们的法规。这种要求造成了极不方便的情况，因为锅炉是严格按照《ASME 规范》建造的，但只能打印地区的硬印，并因此在容器交货时，会引起不必要的耽搁和耗费。

显然，为了克服这些困难，应当作出某种统一的安排。因

此,各锅炉制造厂约见了已经采纳《ASME 规范》的各州和市的首席检验师,并组成了《全国锅炉及压力容器检验师总部》,以便代表《ASME 规范》去管理所有各州和市的管理机构。他们的目标,不仅是要加强锅炉及压力容器在制造、安装和检验中的安全性和统一性,而且也在美国各行政区域之间组织交流。这些想法最好是由一个全国的机构来实现。在它的主持下,由首席检验师或其它负责贯彻执行检验法规的官员们通过开会来讨论他们的问题。在这一最初建立的管理机构的努力下,已顺利地使加拿大的所有省和美国的大部分州和市都发展成为《全国检验师总部》的成员。现在,只要经过由《全国检验师总部》委任的检验师检验以后,得到授权的工厂所制造的锅炉及压力容器,就可以在美国或加拿大的任何地方得到验收。

《全国检验师总部》对工厂的审定

ASME《锅炉及压力容器委员会》在1972年6月23日的会议中,对颁发制造《规范》容器的授权证书提出了新的有关要求。这就是要求工厂应具有质量管理制度,并要作出论证。这一制度应包括制造工艺过程质量管理的文字说明或带有详细内容的检验表格。

在颁发或重新颁发授权证书之前,制造厂的设备和组织机构要接受检验部门和有关的立法管辖当局的联合审定。对那些没有管辖当局的地区,或是管辖当局不能审定制造厂的设备及/或管辖当局就是检验部门,则这项工作可以由《全国锅炉及压力容器检验师总部》的代表来执行。当制造厂的设备和组织机构经检验部门和立法管辖当局或《全国锅炉及压力容器检验师总部》的代表共同进行了审定,就应向美国机械工

程师学会呈送一份书面报告。《全国锅炉及压力容器检验师总部》也参加所有核设备的审查工作。

《全国检验师总部》也同样颁发使用《全国检验师总部》“R”硬印的授权证书,以便对按《ASME 规范》和《全国检验师总部》的要求进行修补的锅炉和/或压力容器敲盖硬印。详细情况,可以参见本章的“焊接修补规程”一节。

《全国检验师总部》的另一个重要服务项目是对安全阀和安全泄放阀执行审批工作。对于安装在敲有《规范》标记的容器上的安全阀的设计和容量的鉴定,ASME《锅炉及压力容器规范》规定了专门的要求。鉴定试验应在得到ASME《锅炉及压力容器委员会》批准的试验室中进行。

除了安全阀的鉴定以外,《全国检验师总部》有它自己的试验室,以便进行自己的实验工作和鉴定ASME的安全阀和泄放阀。制造厂和其它的机构在研究、发展或其它的试验工作中也可以利用这个实验室的设备。

《全国检验师总部》的要求

加拿大的所有省和美国的大部分州,都要求锅炉及压力容器在制造时由《全国检验师总部》委任的检验师进行检验,然后再敲盖《全国检验师总部》标准号的硬印。经过审定并得到授权的锅炉及压力容器制造厂,应在《全国锅炉及压力容器检验师总部》注册。此外,对每一台容器还必须填写两份《全国检验师总部》的数据表格。一份保留在《全国检验师总部》,另一份送交使用容器的州、市或省的管理当局(参见《规范》第UG-120条)。

由于《全国锅炉及压力容器检验师总部》坚持不懈的工作,将使人民的生命和财产得到更大的安全保障。它促进和保