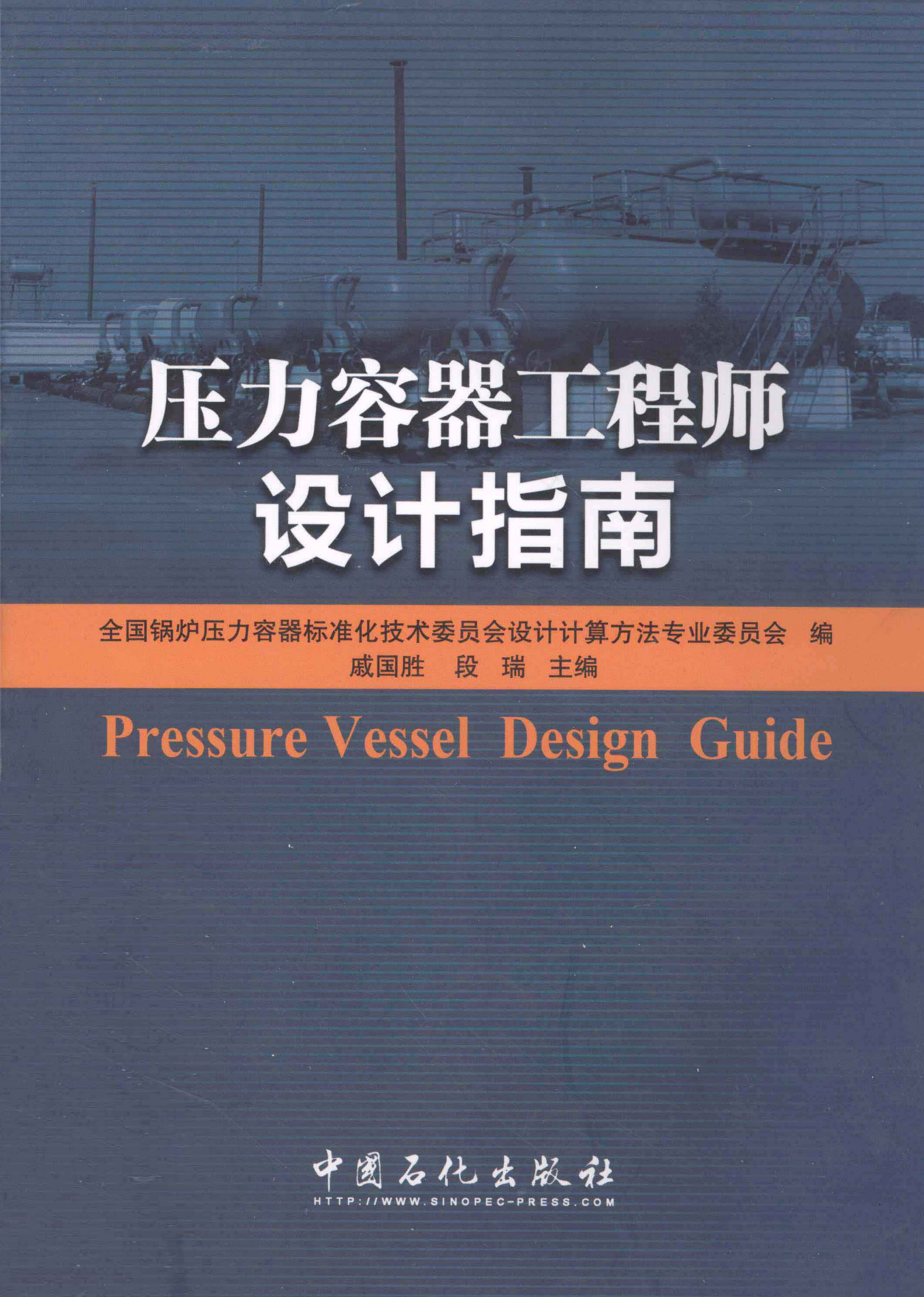




压力容器工程师 设计指南

全国锅炉压力容器标准化技术委员会设计计算方法专业委员会 编
戚国胜 段 瑞 主编

Pressure Vessel Design Guide

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

压力容器工程师设计指南

全国锅炉压力容器标准化技术委员会
设计计算方法专业委员会 编

戚国胜 段 瑞 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书内容包括：设计基础，材料，内压圆筒和内压球壳，外压圆筒、球壳和锥壳，封头，开孔与开孔补强，法兰，卧式容器，塔式容器，立式容器，管壳式换热器管板，球形储罐，非圆形截面容器，波形膨胀节，密封结构，压力容器分析设计等；几乎涵盖了压力容器设计的所有方面，体现了最新版规程、标准、技术的发展，不仅包括各种具体的算例，还包括了新技术、新结构的探讨与分析；理论联系实际，具有系统性、实用性强的特点。

本书对压力容器工程技术人员，特别是压力容器设计人员正确合理使用标准规范具有较大的指导意义，也适合高等院校相关专业师生阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

压力容器工程师设计指南 / 戚国胜，段瑞主编. —北京：
中国石化出版社，2013.6
ISBN 978-7-5114-2191-3

I. ①压… II. ①戚… ②段… III. ①压力容器-设计-指南 IV. ①TH490.22-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 115732 号

未经本社书面授权，本书任何部分不得被复制、抄袭，或者以任何形式或任何方式传播。版权所有，侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址：北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编：100011 电话：(010)84271850

读者服务部电话：(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 33.5 印张 828 千字

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

定价：128.00 元

编校审人员 (2013)

主 编 戚国胜 段 瑞

第1章	设计基础	段 瑞	戚国胜	李世玉
第2章	材料	段 瑞	董玉群	
第3章	内压圆筒和内压球壳	陈国柱	桑如芭	
第4章	外压圆筒、球壳和锥壳	郭雪华	张康达	
第5章	封头	谢智刚	桑如芭	
第6章	开孔与开孔补强	朱国栋	桑如芭	
第7章	法兰	冯清晓	李啸东	桑如芭
第8章	卧式容器	逢金娥	李胜利	李世玉
第9章	塔式容器	田 英	段新群	王者相
第10章	立式容器	杨良瑾	段 瑞	冯清晓
第11章	管壳式换热器管板	张金彦	丁利伟	李世玉
第12章	球形储罐	夏 莉	武铜柱	刘福录
第13章	非圆形截面容器	曾小军	高 晖	洪锡纲
第14章	波形膨胀节	徐小龙	李建国	
第15章	密封结构	张迎恺	董汪平	仇恩沧
第16章	压力容器分析设计	元少昀	曹占飞	桑如芭 陆明万

编校审人员 (1994)

主 编 李世玉
副主编 桑如芭

第一章	设计基础	王育驥	蓝文清	李世玉
第二章	结构材料	李世玉	蓝文清	
第三章	内压圆筒与内压球壳	郭 勇	蓝文清	桑如芭
第四章	外压圆筒与外压球壳	张康达	桑如芭	
第五章	封头	林上富	刘中孚	桑如芭
第六章	开孔与开孔补强	王曰杰	叶乾惠	桑如芭
第七章	法兰	桑如芭	林上富	李世玉
第八章	卧式容器	刘绍娟	俞存毅	李世玉
第九章	直立容器	王者相	段新群	
第十章	管壳式换热器管板	林上富	李世玉	
		谢桂华	王继友	
		蓝文清	桑如芭	李世玉
第十一章	压力容器设计进展	李建国	李世玉	
附录 D	非圆形截面容器	洪锡纲	张 映	桑如芭
附录 E	U 形膨胀节	李建国	李世玉	
附录 J	密封结构	田丽珊	蓝文清	桑如芭

前 言

《压力容器工程师设计指南》(以下简称原《指南》)是由原全国压力容器标准化技术委员会设计分委员会基于 GB 150—89、GB 151—89 等标准,于 1994 年组织编制出版的一本技术性指导文献,由全国压力容器设计行业老一代专家学者编写。原《指南》在我国压力容器行业、特别是压力容器设计行业中产生了较大的影响,近 20 年的广泛应用表明,原《指南》对 GB 150—89、GB 151—89 等标准设计计算内容的正确理解、合理应用具有较高的参考价值和指导意义。

随着压力容器技术的发展和设计高参数化、设备大型化,特别是 TSG R0004《固定式压力容器安全技术监察规程》的颁布实施,GB 150—2011 等相应一系列压力容器设计标准的更新改版,原《指南》中部分内容已不适应新的要求,为此,有必要对原《指南》进行全面的修订和改版。

GB 150《压力容器》、GB 151《热交换器》(报批稿)、GB 12337《钢制球形储罐》、JB/T 4710《钢制塔式容器》、JB/T 4731《钢制卧式容器》、JB/T 4732《钢制压力容器——分析设计标准》是我国压力容器设计、制造、检验和验收的基本依据和准则,这些标准以理论、实验研究成果为基础,同时吸取国外同类标准的相关内容,并结合大量的工程实践经验,是理论与实践相结合的成果,是确保压力容器结构强度、稳定和刚度所必须遵循的基本技术法规或规范。

为使压力容器工程师在设计中更好地正确理解、合理应用标准,特修订再版《压力容器工程师设计指南》。本书以工程设计中有代表性的实例,全面、系统地阐述设计人员在压力容器及其元件设计计算中应考虑的问题,指导计算过程,判别计算结果的合理性,指导如何合理地调整结构参数等。

本次修订保留了原《指南》总体框架结构,对所有内容按现行最新规范、标准进行了更新,全书包括:设计基础,材料,内压圆筒和内压球壳,外压圆筒、球壳和锥壳,封头,开孔与开孔补强,法兰,卧式容器,塔式容器,立式容器,管壳式换热器管板,球形储罐,非圆形截面容器,波形膨胀节,密封结构,压力容器分析设计,共 16 章,其中:第 10 章“立式容器”、第 12 章“球形储罐”和第 16 章“压力容器分析设计”,是本次新增加的内容。

本书既为压力容器行业广大工程技术人员正确应用现行有关标准规范进行设计计算提供了实例,同时也对相关重要内容和环节进行了较详细的分析和探讨。

参加本次修订工作的人员，既有仍然耕耘在压力容器技术一线的、参加原《指南》编著的压力容器行业老一代的知名专家学者，更有一大批逐渐成长起来的中青年技术骨干，他们在承担日常繁重设计任务的同时，为完成本书的编制工作，付出了巨大的辛劳和努力，在此向他们表示感谢！

同时我们更要感谢原书的所有作者，书中凝聚了他们几十年丰富而宝贵的设计经验，没有这种深厚的技术底蕴，就不会有《指南》以崭新面貌的再次出版发行，在此向他们的无私奉献表示崇高的敬意！

本书的修订工作，得到全国锅炉压力容器标准化技术委员会的大力支持和帮助，在此也表示诚挚的谢意！

全国锅炉压力容器标准化技术委员会
设计计算方法专业委员会

目 录

第1章 设计基础	(1)	第5章 封头	(94)
1.1 设计	(1)	5.1 概述	(94)
1.2 压力容器法规、标准和规范	(2)	5.2 算例	(95)
1.3 GB 150 的适用范围	(4)	5.3 分析	(105)
1.4 《固容规》的管辖适用范围	(6)	第6章 开孔与开孔补强	(118)
1.5 设计载荷	(8)	6.1 概述	(118)
1.6 使用年限	(8)	6.2 算例	(120)
1.7 压力	(9)	6.3 分析	(133)
1.8 温度	(11)	第7章 法兰	(142)
1.9 厚度及厚度附加量	(12)	7.1 概述	(142)
1.10 许用应力	(15)	7.2 算例	(143)
1.11 焊接接头系数	(16)	7.3 分析	(183)
1.12 无损检测方法及应用	(18)	第8章 卧式容器	(189)
1.13 耐压试验和泄漏试验	(20)	8.1 概述	(189)
1.14 风险评估	(23)	8.2 算例	(190)
第2章 材料	(24)	8.3 分析	(235)
2.1 引言	(24)	第9章 塔式容器	(242)
2.2 钢板	(24)	9.1 概述	(242)
2.3 钢管	(34)	9.2 算例	(244)
2.4 压力容器用锻件	(37)	9.3 分析	(271)
2.5 压力容器用棒材	(43)	第10章 立式容器	(273)
2.6 其他金属材料	(47)	10.1 概述	(273)
2.7 焊接材料	(47)	10.2 算例	(274)
2.8 钢材的质量证明书	(48)	10.3 分析	(294)
2.9 材料代用	(49)	第11章 管壳式换热器管板	(300)
2.10 境外牌号材料的使用	(49)	11.1 概述	(300)
2.11 中外压力容器常用钢板牌号 对照	(50)	11.2 算例	(301)
第3章 内压圆筒和内压球壳	(51)	11.3 分析	(350)
3.1 概述	(51)	第12章 球形储罐	(355)
3.2 算例	(52)	12.1 概述	(355)
3.3 分析	(58)	12.2 算例	(359)
第4章 外压圆筒、球壳和锥壳	(67)	12.3 分析	(393)
4.1 概述	(67)	第13章 非圆形截面容器	(399)
4.2 算例	(67)	13.1 概述	(399)
4.3 分析	(81)	13.2 算例	(400)
		13.3 分析	(436)

第 14 章 波形膨胀节.....	(441)	15.2 算例	(466)
14.1 概述	(441)	15.3 分析	(485)
14.2 算例	(443)	第 16 章 压力容器分析设计.....	(487)
14.3 分析	(451)	16.1 概述	(487)
14.4 Ω 形膨胀节的计算	(460)	16.2 算例	(490)
第 15 章 密封结构.....	(465)	16.3 分析	(505)
15.1 概述	(465)	参考文献	(526)

第1章 设计基础

1.1 设计

1.1.1 设计的涵义

把物质资源转变为一种新的产品或是形成一种有效的服务能力，要取决于多方面因素的有机结合，如科研成果、技术发明、材料、人力和资金等。广义地说，设计过程就是这种有机结合的媒介。

一般地讲，研究与发展(R&D，即 Research and Development)是社会技术进步的一个整体。通常来说，研究侧重于科研性工作，发展则需要解决诸多工程方面的问题，只有通过设计工作才可能实现新技术的转化进而实现产业化。设计人员决不应该只停留在技术引进或照搬照抄上，而应该力求在技术创新和实现新技术产业化上不断进取。

设计是一种具有创造性的劳动，是最能反应工程师的综合水平、体现工程师价值的实践活动。工程师应根据设计任务的特定要求，收集相关的信息资料，通常形成几个可比选的设计方案，最后经过综合评价和选择确定出“最佳”的设计。

在寻求“最佳”设计时，要受到诸多因素的制约，这些约束因素来自多个方面，有些因素是硬性的，其中有的甚至是不可改变的，如特定材料的性能等自然规律；为保证安全生产的政府法令、法规；技术部门的强制性标准规范等等，这些不能由设计者变通的制约因素可以称之为外部约束条件。另外还有一些影响设计的因素则不是一成不变的，设计者根据具体情况可以去调控，正是设计者的这些自由才可能使其在寻求“最佳”设计的努力中去发挥其创造性才能，这些由设计者能在一定程度上调控的设计约束条件可以称为内部约束条件，如设计方法、材料选择、结构方案、成本、时间安排等，如图 1.1-1。

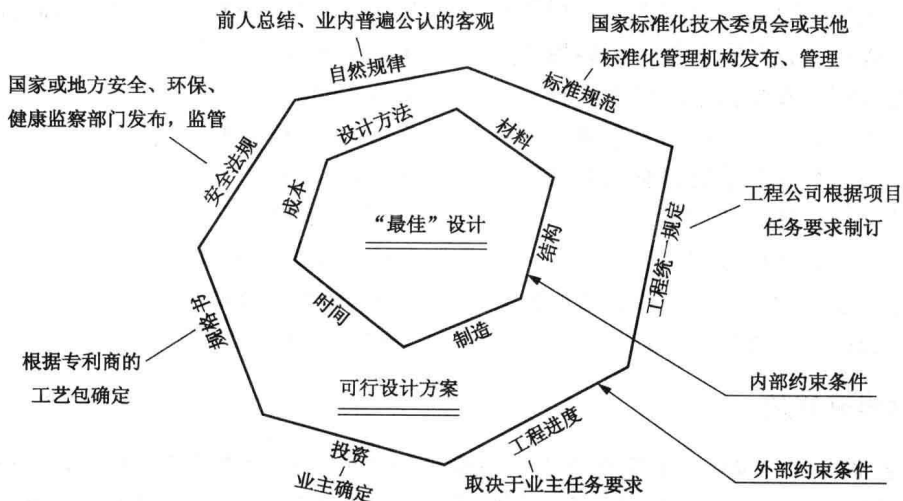


图 1.1-1 设计的约束条件

设计过程中的创造性部分就是在满足目标要求的前提下提出几个可行的设计方案，以便对其进行分析、评价和比选。这其中，设计工程师主要应依靠自己的努力，同时也应善于借鉴他人、特别是前人的成功设计经验。一个设计不大可能是全新的，通常有先例可以参考。一个有经验的工程师应能够得心应手地选择经过实践考验的方案，而不大可能也没有必要试图去做出未经试验的、一鸣惊人的全新设计。所谓“最佳”设计也只是在一定条件下，相对其他方案能更好满足工艺要求且较经济和易实现的设计方案。

压力容器设计专业性很强，设计工程师既要有扎实的压力容器专业基础知识，又要有丰富的设计、制造、使用和维护工程实践经验，还要通晓相关的国家法令、标准、规范等。

1.1.2 设计工具使用

设计和分析所用的工具和方法是随着技术进步而变化的，设计人员在应用这些工具时应作出可靠的判断。设计师的责任是遵守规范的规则，当规范公式是强制性时，应按照规范公式进行计算。规范既不要求，也不禁止设计人员使用计算机程序实现压力容器的分析或设计。但是，采用计算机程序进行设计和分析的设计人员要对所采用程序中的技术假定的合理性、设计内容的适用性、输入参数及输出结果的正确性负责。

1.2 压力容器法规、标准和规范

压力容器的建造必须遵守国家的强制性法规、标准和规范等。

建造包括如下一系列工作的整个过程：材料选择、设计、制造、检验、试验、验收、表面清理和涂敷、超压泄放装置的选用以及合格证等。

1.2.1 法规

我国压力容器方面的强制性法规主要有：

《特种设备安全监察条例》	2009.5.1 实施
《固定式压力容器安全技术监察规程》	TSG R0004—2009(以下称为《固容规》)
《非金属压力容器安全技术监察规程》	TSG R0001—2004
《超高压容器安全技术监察规程》	TSG R0002—2007
《简单压力容器安全技术监察规程》	TSG R0003—2007
《锅炉压力容器制造监督管理办法》	2003.1 实施
《锅炉压力容器制造许可条件》	2003.1 实施
《压力容器定期检验规则》	TSG R7001—2004
《压力容器压力管道设计许可规则》	TSG R1001—2008
《压力容器安装改造维修许可规则》	TSG R3001—2006

1.2.2 标准和规范

压力容器作为涉及生命和财产安全、危险性较大的一类特种设备产品，各工业发达国家都有相应的统一技术标准。我国压力容器标准是在早年各版本技术规定实施的基础上，通过理论研究和实验验证，同时吸取了国际同类先进标准的相关内容，结合成功的使用经验，经

过不断充实、完善编制修订而逐渐形成的。

我国压力容器标准主要可分为国家标准和行业标准。

1.2.2.1 国家标准

国家标准是需要在全国范围内统一的产品基本技术要求,由国家标准化管理委员会发布,是其他各类标准必须遵守的共同准则和最低要求,并在结构和设计方面给出通用导则。

压力容器常用主要国家标准如下:

- GB 150.1—2011 压力容器 第1部分:通用要求
- GB 150.2—2011 压力容器 第2部分:材料
- GB 150.3—2011 压力容器 第3部分:设计
- GB 150.4—2011 压力容器 第4部分:制造、检验和验收
- GB 151—2012 热交换器(报批稿)
- GB 713—2008 锅炉和压力容器用钢板
- GB 3531—2008 低温压力容器用低合金钢板
- GB/T 9019—2001 压力容器公称直径
- GB 12337—1998 钢制球形储罐
- GB 16409—1996 板式换热器
- GB 16749—1997 压力容器波形膨胀节
- GB/T 17261—2011 钢制球形储罐型式与基本参数
- GB19189—2011 压力容器用调质高强度钢板
- GB 24511—2009 承压设备用不锈钢钢板及钢带
- GB/T 25198—2010 压力容器封头
- GB/T 26929—2011 压力容器术语
- GB 50094—2010 球形储罐施工规范

1.2.2.2 行业标准

行业标准通常是在尚没有国家标准而又需要在全国某一行业范围内对其产品进行统一规定的技术要求。在某些情况下,虽然已经有国家标准,但行业针对本身的特点也编制了相应标准,但它不应低于相应产品的国家标准。压力容器产品的行业标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会归口负责编制、修订,由政府相关主管部门批准发布。

压力容器常用主要行业标准如下:

(1) JB(NB)标准

- NB/T 47002—2009(JB 4733) 压力容器用爆炸焊接复合板
- NB/T 47003.1—2009(JB/T 4735) 钢制焊接常压容器
- NB/T 47008—2010(JB/T 4726) 承压设备用碳素钢和合金钢锻件
- NB/T 47009—2010(JB/T 4727) 低温承压设备用低合金钢锻件
- NB/T 47010—2010(JB/T 4728) 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
- NB/T 47011—2010 锆制压力容器
- NB/T 47013.10—2010 承压设备无损检测 第10部分:衍射时差法超声检测
- NB/T 47014—2011(JB/T 4708) 承压设备焊接工艺评定
- NB/T 47015—2011(JB/T 4709) 压力容器焊接规程

NB/T 47016—2011 (JB 4744) 承压设备产品焊接试件的力学性能检验

NB/T 47018—2011 (JB/T 4747) 承压设备用焊接材料定货技术条件

JB/T 4710—2005 钢制塔式容器

JB/T 4712.1 ~ 4712.4—2007 容器支座

JB/T 4730.1 ~ 4730.6—2005 承压设备无损检测

JB/T 4731—2005 钢制卧式容器

JB 4732—1995 钢制压力容器—分析设计标准(2005 年确认)

JB/T 4734—2002 铝制焊接容器

JB/T 4736—2002 补强圈

JB/T 4745—2002 钛制焊接容器

JB/T 4755—2006 铜制压力容器

JB/T 4756—2006 镍及镍合金制压力容器

(2) HG 标准

HG 20580—2011 钢制化工容器设计基础规定

HG 20581—2011 钢制化工容器材料选用规定

HG 20582—2011 钢制化工容器强度计算规定

HG 20583—2011 钢制化工容器结构设计规定

HG 20584—2011 钢制化工容器制造技术规定

HG 20585—2011 钢制低温压力容器技术规定

HG/T 20592 ~ 20635—2009 钢制管法兰、垫片、紧固件

(3) SH 标准

SH 3074—2007 石油化工钢制压力容器

SH 3075—2009 石油化工钢制压力容器材料选用规范

SH/T 3088—2012 石油化工塔盘技术规范

SH/T 3098—2011 石油化工塔器设计规范

1.3 GB 150 的适用范围

1.3.1 GB 150 范围

GB 150 明确规定了压力容器的几何划定范围是指壳体及其连为整体的零部件以及超压泄放装置, 具体为:

① 容器与外部管道连接时:

- a. 焊接连接的第一道环向接头坡口端面;
- b. 法兰连接的第一个法兰面密封面;
- c. 螺纹连接的第一个螺纹接头端面;
- d. 专用连接件或管件连接的第一个密封面。

② 接管、人孔、手孔等承压封头、平盖及其紧固件;

③ 非受压元件与受压元件的连接焊缝(不包括非受压元件)。

除上述所指压力容器外, GB 150 的适用范围还包括:

① 与受压元件焊接成为整体的其他元件(如不承受外压作用的加强圈、支座、裙座等), 这些元件应符合 GB 150 或相关标准的规定;

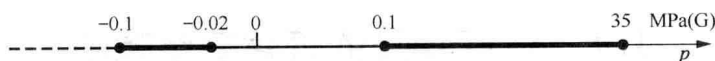
② 直接连接在容器上的超压泄放装置(安全阀、爆破片安全装置、安全阀与爆破片安全装置的组合装置)。

1.3.2 GB 150 容器

在 GB 150 适用范围内的压力容器习惯地称为“GB 150 容器”, 其压力、温度、和截面尺寸的限定参数规定如下。

(1) 设计压力

设计压力 p 适用范围以数轴表示如下:



注: $p < -0.1 \text{ MPa}$ 的外压容器仍属于 GB 150 的适用范围。

(2) 设计温度

GB 150 适用的设计温度范围取决于材料允许的使用温度范围。材料允许使用温度范围见表 1.3-1。

表 1.3-1 材料允许使用温度范围

钢制容器	使用温度上限	GB 150.2 材料部分中许用应力表内各钢号材料所对应的上限温度
		对于承受外压的容器, 其上限为 GB 150 外压计算图表中给出的上限温度
		其他: 按相应标准的规定
	使用温度下限	碳素结构钢 Q235B: 20°C Q235C: 0°C
		奥氏体不锈钢: -196°C (如增加冲击试验等附加要求时, 则可用低至 -253°C 。)
		奥氏体、铁素体双相不锈钢: -20°C
		铁素体不锈钢: 0°C
		其他: 按相应标准的规定
铝制容器	使用温度上限	200°C
	使用温度下限	-269°C
钛制容器	使用温度上限	300°C
	使用温度下限	-269°C
镍及镍合金制容器	使用温度上限	900°C
	使用温度下限	-198°C (如增加冲击试验等附加要求时, 则可用低至 -268°C)
锆制容器	使用温度上限	375°C
	使用温度下限	-60°C (如增加冲击试验等附加要求时, 则可用低至 -269°C)

(3) 容器截面尺寸大于等于 150mm

对于圆形截面：直径；

对于矩形截面：对角线；

对于椭圆形截面：长轴。

1.3.3 GB 150 不适用的各类容器

- ① 直接火焰加热的容器；
- ② 《移动式压力容器安全监察规程》管辖的容器；
- ③ 在动设备中自成整体或作为部件的容器；
- ④ 核能装置中存在中子辐射损伤失效风险的容器；
- ⑤ 搪玻璃容器和制冷空调行业中另有国家标准或行业标准的容器；
- ⑥ 设计压力低于 0.1MPa 且真空度低于 0.02MPa 的容器。

1.4 《固容规》的管辖适用范围

1.4.1 容规容器

在《固定式压力容器安全技术监察规程》(以下简称《固容规》)管辖范围内的压力容器习惯地称为“容规容器”。

“容规容器”是同时具备下述压力、压力与容积的乘积和介质三方面条件的容器。

(1) 工作压力 p_w

工作压力范围以数轴表示如下：



(2) 工作压力与容积的乘积

大于或者等于 $2.5 \text{ MPa} \cdot \text{L}$ 。

(3) 盛装介质

- ① 气体；
- ② 液化气体；
- ③ 最高工作温度高于或者等于其标准沸点的液体。

1.4.2 《固容规》的管辖适用范围

- ① 1.4.1 条划定范围内的“容规容器”；
- ② 直接连接在上述容器上的安全阀、爆破片装置、紧急切断装置、安全联锁装置、压力表、液位计、测温仪表等安全附件；
- ③ 压力容器的设计、制造(组焊)、安装、改造及维修、使用管理、定期检验。

1.4.3 《固容规》不适用的各类容器

- ① 移动式压力容器、气瓶、氧舱；

- ② 锅炉安全技术监察规程适用范围内的余热锅炉；
- ③ 正常运行工作压力小于 0.1MPa 的压力容器(包括在进料或者出料过程中需要瞬时承受压力大于或者等于 0.1MPa 的压力容器)；
- ④ 旋转或往复运动的机械设备中自成整体或作为部件的受压器室(如泵壳、压缩机外壳、涡轮机外壳、液压缸等)；
- ⑤ 可拆卸垫片式板式热交换器(包括半焊式板式热交换器)、空冷式热交换器、冷却排管。

1.4.4 《固容规》与 GB 150 范围比较

《固容规》的管辖适用范围与 GB 150 适用范围的比较见表 1.4-1。

表 1.4-1 《固容规》与 GB 150 范围的比较

		GB 150 适用范围	《固容规》管辖适用范围
性质		强制性容器建造标准	安全技术规范
批准发布机构		国家质量监督检验检疫总局 国家标准化管理委员会	国家质量监督检验检疫总局
同时具备条件	压力/MPa	设计压力 p ： $0.1 \leq p \leq 35$ $p \leq -0.02$	工作压力 p_w ： $0.1 \leq p_w \leq \text{对应 } p=100 \text{ 时的 } p_w$
	截面尺寸、容积	$\geq 150\text{mm}$	$p_w \cdot V \geq 2.5\text{MPa} \cdot \text{L}$
	盛装介质		气体、液化气体、最高工作温度高于或等于其标准沸点的液体
压力容器划定范围		(1) 容器与外部管道连接时： a. 焊接连接的第一道环向接头坡口端面； b. 法兰连接的第一个法兰面密封面； c. 螺纹连接的第一个螺纹接头端面； d. 专用连接件或管件连接的第一个密封面； (2) 接管、人孔、手孔等承压封头、平盖及其紧固件； (3) 非受压元件与受压元件的焊缝(不包括非受压元件)	
非受压元件		与受压元件焊接成为整体的非受压元件	
直接连接在容器上的安全附件		安全阀、爆破片装置	安全阀、爆破片装置紧急切断装置、安全联锁装置、压力表、液面计、测温仪表等
建造、使用阶段		设计、制造、检验和验收	设计、制造(组焊)安装、改造、维修、使用、检验检测
容器类型		固定式 GB 150 压力容器	固定式压力容器，包括已有其他行业标准的压力容器 直接火焰加热的容器(用途属压力容器且主要按压力容器标准、法规设计和制造)
容器材料		钢、铝、铜、钛、锆、镍及镍合金	钢、铸铁、有色金属及其合金
设计方法		作“规则设计”的容器 有成功使用经验的部分需要疲劳分析的容器	作“规则设计”的容器 作“分析设计”(含疲劳分析)的容器

1.5 设计载荷

1.5.1 应考虑载荷

载荷条件是压力容器设计的重要因素,按载荷的特点,标准把载荷区分为基本载荷和选择性载荷,在设计时根据具体情况确定设计载荷条件。

(1) 基本载荷

- ① 内压、外压或最大压差;
- ② 液体静压力,当液柱静压力小于设计压力的5%时,可忽略不计。

(2) 选择性载荷

- ① 容器的自重(包括内件和填料等),以及正常工作条件下或压力试验状态下内装物料的重力载荷;
- ② 附属设备及隔热材料、衬里、管道、扶梯、平台等的重力载荷;
- ③ 风载荷、地震力、雪载荷;
- ④ 支座、底座圈、支耳及其他型式支承件的反作用力;
- ⑤ 连接管道和其他部件的作用力;
- ⑥ 温度梯度或热膨胀量不同引起的作用力;
- ⑦ 包括压力急剧波动的冲击载荷;
- ⑧ 冲击反力,如由流体冲击引起的反力等;
- ⑨ 运输或吊装时的作用力。

1.5.2 载荷的组合

按可能存在的最苛刻的工况进行载荷的组合,以确定设计载荷条件。但是在任何情况下,都不应将不同工况下的设计载荷条件参数(如工况一下的压力、工况二下的温度)进行实际操作中不存在的“苛刻组合”。

1.6 使用年限

1.6.1 相关法规标准中的规定

(1) 《固容规》的相关规定

《固容规》规定:压力容器的设计总图上,至少应当注明压力容器设计使用年限(疲劳容器标明循环次数)。

压力容器设计使用年限并不等于实际使用年限,它仅仅是设计者根据容器预期的使用条件而给出的估计。

(2) GB 150 的相关规定

GB 150.1—2011 中 4.3.6.2 条规定:“应根据预期的容器设计使用年限和介质对金属材料的腐蚀速率确定腐蚀裕量”。在腐蚀速率中不仅包括介质对材料的腐蚀,也包括介质流动时对容器材料的冲蚀和磨蚀。腐蚀裕量等于年腐蚀速率乘以容器设计使用年限。