

压力容器安全工程学

北京经济学院劳动保护系编

TH49

1

3

压力容器安全工程学

一九八〇年十月

内 容 提 要

本书共分三篇。第一篇介绍压力容器的基础知识，包括容器的分类、结构以及在各种载荷下所产生的应力；第二篇是压力容器安全技术，从容器的设计制造到使用管理等各个环节，介绍容器的常见事故及其发生原因以及对防止事故的基本要求；第三篇讨论压力容器事故，包括压力容器的各种破裂型式，事故可能造成的危害以及事故的调查分析等。

本书理论联系实际，全书结合国内外近期发生的大量压力容器事故实例，系统地阐述了压力容器事故的发生及其防止的基本理论。

本书由吴粤桑同志编写。在编写过程中，国家锅炉压力容器安全监察局、北京市劳动局以及其他有关单位曾给予大力支持，并提供了许多宝贵资料。

目 录

绪 论

第一节 容器的应用及其安全问题	(1)
一、容器在工业中的应用	(1)
二、容器的安全问题	(2)
第二节 容器安全工程学的对象和任务	(4)
一、国外有关容器规范及安全监督机构简况	(4)
二、容器安全工程学的对象、任务和方法	(5)

第一篇 容 器 基 础

第一章 容器概论	(6)
第一节 容器	(6)
一、压力	(6)
(一)力和力的单位	(6)
(二)压力	(7)
二、容器及其压力来源	(8)
(一)容器的界限	(8)
(二)容器的压力来源	(9)
第二节 容器的分类	(10)
一、固定式容器	(11)
(一)按压力分类	(11)
(二)按工艺用途分类	(11)
二、移动式容器	(13)
(一)气瓶	(13)
(二)气桶	(13)
(三)槽车	(13)
第三节 容器的结构型式	(15)
一、容器本体	(15)
(一)球形容器	(15)
(二)圆筒形容器	(15)
二、容器主要附件	(19)
(一)法兰联接结构	(19)

(二) 容器的接管、开孔及其补强结构·····	(24)
三、高压容器本体和密封结构·····	(27)
(一) 本体结构型式·····	(27)
(二) 密封结构型式·····	(32)
四、气瓶·····	(39)
(一) 结构特点·····	(39)
(二) 各种气瓶的结构·····	(39)
第二章 压力容器的应力 ·····	(41)
第一节 应力和形变·····	(41)
一、有关应力和形变的基本概念·····	(41)
二、构件受拉伸或压缩时的应力和形变·····	(42)
三、构件受剪切时的应力和形变·····	(45)
四、构件弯曲时的应力和形变·····	(46)
第二节 容器的薄膜应力·····	(48)
一、计算回转壳体薄膜应力的基本公式·····	(48)
二、球形壳体的薄膜应力·····	(51)
三、圆筒形壳体的薄膜应力·····	(52)
四、圆锥形壳体的薄膜应力·····	(53)
五、椭球形壳体的薄膜应力·····	(53)
六、碟形封头的薄膜应力·····	(57)
第三节 平板盖的应力·····	(60)
一、对称载荷圆形薄板的一般方程式·····	(60)
二、周边刚性固定、受均布载荷的圆板的应力·····	(65)
三、周边自由支承、受均布载荷的圆板的应力·····	(67)
四、压力容器平板盖的应力·····	(70)
第四节 壳体的不连续应力·····	(71)
一、弹性基础梁的弯曲关系·····	(72)
二、圆筒形壳体的弯曲·····	(74)
三、圆筒体与封头联接组成的容器的应力·····	(79)
(一) 圆筒体与半球形封头联接·····	(80)
(二) 圆筒体与椭圆形封头联接·····	(84)
(三) 圆筒体与平板封头联接·····	(86)
第五节 厚壁壳体的应力·····	(91)
一、计算厚圆筒体应力的基本公式·····	(91)
(一) 厚圆筒体的周向应力和径向应力·····	(91)
(二) 厚圆筒体的轴向应力·····	(94)
二、仅受内压的厚圆筒体的应力·····	(94)
三、多层圆筒体的冷缩应力·····	(97)

(一) 热套式筒体的冷缩应力	(97)
(二) 包扎焊接式筒体的冷缩应力	(100)

第二篇 压力容器安全技术

第三章 对容器设计的安全要求 (101)

第一节 许用应力及壁厚的确定 (101)

一、容器的载荷及由此而产生的应力 (101)

(一) 由压力而产生的应力 (101)

(二) 由温度而引起的应力 (102)

(三) 由重量而产生的应力 (104)

(四) 其它载荷引起的应力 (105)

二、不同类型的应力对容器安全的影响以及对它的限制 (106)

(一) 不同类型的应力对容器安全的影响 (106)

(二) 关于应力的限制问题 (106)

三、容器壁厚的确定 (109)

(一) 计算壁厚的有关参数 (109)

(二) 薄壁容器壁厚的计算 (112)

(三) 厚壁容器壁厚的计算 (115)

第二节 材料选用 (118)

一、对材料性能的基本要求 (118)

(一) 机械性能 (118)

(二) 工艺性能 (119)

(三) 耐蚀性 (120)

二、一般中低压容器常用的材料及其使用范围 (120)

(一) 碳钢 (120)

(二) 普通低合金钢 (121)

三、特殊条件下使用的容器用钢 (121)

(一) 低温容器用钢 (121)

(二) 高温容器用钢 (121)

(三) 抗氢腐蚀钢 (122)

(四) 高强度钢 (122)

第三节 对结构的要求 (123)

一、对容器结构的基本要求 (123)

(一) 结构不良引起的容器破裂事故 (123)

(二) 原则要求 (124)

二、对封头结构的要求 (125)

(一) 形状及尺寸 (125)

(二) 拼接与联接焊接 (125)

三、对容器开孔及开孔结构的要求	(126)
(一) 关于开设检查孔的要求	(126)
(二) 开孔位置与尺寸的限制	(126)
(三) 开孔补强	(126)
第四章 对容器制造的要求	(128)
第一节 容器的制造缺陷及其影响	(128)
一、容器在制造过程中可能产生的缺陷	(128)
(一) 焊接缺陷	(128)
(二) 加工成形和组装的缺陷	(130)
二、制造缺陷对容器安全的影响	(132)
(一) 缺口的影响	(132)
(二) 几何形状不连续的影响	(132)
(三) 残余应力的影响	(133)
第二节 工艺要求与允许偏差	(134)
一、加工成形与组装	(134)
(一) 一般要求	(134)
(二) 焊缝布置	(134)
(三) 允许偏差	(135)
二、焊接	(136)
(一) 焊工	(136)
(二) 焊接工艺	(136)
(三) 焊缝表面质量要求	(136)
(四) 焊缝返修	(136)
三、焊后热处理	(137)
(一) 目的	(137)
(二) 必需进行热处理的容器	(137)
(三) 热处理方法	(137)
(四) 机械法消除残余应力	(138)
第三节 检查与验收	(138)
一、焊接试板试验	(138)
(一) 焊接试板的制备	(139)
(二) 试验项目及评定标准	(139)
二、焊缝无损探伤检查	(139)
(一) 无损探伤检查方法的选用	(139)
(二) 无损探伤检查程度的确定	(140)
(三) 焊缝的局部探伤检查	(140)
三、耐压试验和气密试验	(141)
(一) 耐压试验	(141)

(二) 气密试验.....	(141)
四、容器铭牌和技术资料.....	(141)
(一) 金属铭牌.....	(141)
(二) 技术资料.....	(142)
第五章 压力容器的使用管理.....	(143)
第一节 管理.....	(143)
一、容器技术档案.....	(143)
(一) 容器原始技术资料.....	(143)
(二) 容器使用记录.....	(143)
二、技术管理制度.....	(143)
(一) 容器的专责管理.....	(143)
(二) 安全操作规程.....	(144)
第二节 使用.....	(144)
一、容器的操作.....	(144)
二、容器的维护.....	(146)
三、检验和修理.....	(147)
第六章 压力容器安全泄压装置.....	(149)
第一节 安全泄压装置与安全泄放量.....	(149)
一、安全泄压装置的作用及其设置原则.....	(149)
(一) 压力容器超压的可能性.....	(149)
(二) 安全泄压装置的作用.....	(149)
(三) 安全泄压装置的设置原则.....	(150)
二、安全泄压装置的类型及其特点.....	(150)
(一) 阀型安全泄压装置.....	(150)
(二) 断裂型安全泄压装置.....	(150)
(三) 熔化型安全泄压装置.....	(150)
(四) 组合型安全泄压装置.....	(150)
三、压力容器的安全泄放量.....	(151)
(一) 压缩气体或水蒸汽容器的安全泄放量.....	(151)
(二) 液化气体容器的安全泄放量.....	(152)
(三) 器内化学反应使气体体积增大的压力容器的安全泄放量.....	(154)
第二节 安全阀.....	(154)
一、安全阀的工作特性.....	(154)
(一) 工作原理与基本要求.....	(154)
(二) 动作过程.....	(154)
二、安全阀的分类及其结构.....	(156)
(一) 安全阀的种类.....	(156)

(二) 安全阀的封闭机构	(157)
三、安全阀的排量	(159)
(一) 气体由喷口流出时的流速和流量	(159)
(二) 安全阀排量的计算	(162)
四、安全阀的使用管理	(168)
(一) 安全阀的选用	(168)
(二) 安全阀的安装、试验和调整	(169)
(三) 安全阀的维护	(170)
第三节 防爆片	(171)
一、防爆片在压力容器中的应用	(171)
(一) 装设防爆片的压力容器	(171)
(二) 防爆片设计爆破压力的选定	(171)
二、防爆片设计	(172)
(一) 结构型式	(172)
(二) 排泄面积	(174)
(三) 膜片厚度计算	(174)
三、膜片制造	(179)
(一) 一般要求	(179)
(二) 爆破压力试验	(180)
四、防爆帽	(180)
(一) 结构特点	(180)
(二) 防爆帽壁厚计算	(181)
(三) 防爆帽制造	(182)
第七章 压力容器的定期检验	(183)
第一节 基本要求	(183)
一、压力容器的定期检验及其目的	(183)
二、定期检验的分类及其项目和期限	(184)
(一) 外部检查	(185)
(二) 内外部检查	(186)
(三) 全面检验	(187)
第二节 常见的缺陷及其检查	(187)
一、腐蚀	(187)
(一) 产生的原因与重点检查部位	(187)
(二) 检查与处理	(189)
二、裂纹	(190)
(一) 压力容器中的裂纹	(191)
(二) 裂纹的检查	(192)
(三) 缺陷处理	(193)

三、变形	(194)
(一) 容器的变形及其产生的原因	(194)
(二) 检查与处理	(195)
四、检验方法	(195)
(一) 直观检查	(195)
(二) 量具检查	(196)
(三) 无损探伤	(196)
第三节 耐压试验	(199)
一、试验目的	(199)
二、试验用加压介质	(200)
三、试验温度与试验压力	(202)
(一) 试验温度	(202)
(二) 试验压力	(203)
四、试验程序与方法	(204)
(一) 试验准备工作	(204)
(二) 试压和检查	(204)
五、残余变形的测定	(205)
(一) 直径变形测量	(205)
(二) 电阻应变测量	(206)
(三) 容积变形测定	(207)
六、试验结果的评定	(208)
第八章 对气瓶的安全要求	(209)
第一节 设计压力与气体充装量	(209)
一、气瓶的最高使用温度	(209)
二、压缩气体气瓶的设计压力与充装量	(210)
(一) 设计压力	(210)
(二) 充装量 (充装压力)	(210)
三、高压液化气体气瓶的设计压力与充装量	(211)
(一) 设计压力	(211)
(二) 充装量 (充装系数)	(211)
四、低压液化气体气瓶的设计压力与充装量	(214)
(一) 设计压力	(214)
(二) 充装量 (充装系数)	(216)
五、充满液体的气瓶温度升高时瓶内压力的变化	(218)
第二节 使用管理	(220)
一、安全装置	(220)
(一) 安全泄压装置	(220)
(二) 其他安全装置	(222)

二、气体充装	(222)
(一) 由于充装不当而引起的气瓶事故	(222)
(二) 事故预防措施	(223)
三、使用和维护	(224)
(一) 气瓶使用不当可能引起的事故	(224)
(二) 事故预防措施	(224)
四、气瓶运输	(225)
第三节 高压气瓶的耐压试验	(226)
一、容积变形的测定及合格标准	(226)
(一) 内测法	(227)
(二) 外测法	(233)
(三) 容积残变-全变比率合格标准的确定 依据	(234)
二、以容积弹性变形作为主要评定指标的探讨	(236)
(一) 以弹性变形作为评定指标的必要性	(236)
(二) 气瓶耐压试验时容积弹性变形允许值的确定	(236)

第三篇 压力容器事故

第九章 压力容器的破裂型式及其原因	(239)
第一节 韧性破裂	(239)
一、金属材料的变形过程	(239)
(一) 弹性变形	(239)
(二) 塑性变形	(240)
(三) 断裂	(240)
(四) 拉伸图	(241)
二、压力容器的变形和韧性破裂	(242)
三、韧性破裂的特征	(243)
四、韧性破裂事故的预防	(245)
(一) 韧性破裂的基本条件	(245)
(二) 常见的容器韧性破裂事故	(245)
(三) 韧性破裂事故的预防	(246)
第二节 脆性破裂	(246)
一、容器脆性破裂事例	(246)
(一) 英国大型合成氨塔的脆性破裂	(246)
(二) 日本大型球形容器的脆性破裂	(247)
(三) 国内某化肥厂水洗塔的爆炸	(248)
(四) 国内某锅炉厂试制高压容器的脆性破裂	(248)
二、钢的冷脆性及其转变温度	(249)
(一) 钢的冷脆性	(249)

(二) 冷脆转变温度及其评定	(249)
三、断裂力学关于金属断裂的判据	(250)
(一) 断裂力学对断裂现象的解释	(250)
(二) 基于线弹性断裂力学的判据	(251)
(三) 基于弹塑性断裂力学的判据	(252)
四、脆性破裂的特征	(253)
五、脆性破裂事故的预防	(255)
第三节 疲劳破裂	(256)
一、金属疲劳现象	(256)
(一) 疲劳曲线与疲劳极限	(257)
(二) 金属疲劳断裂过程	(257)
(三) 金属疲劳断口	(258)
二、压力容器的疲劳破裂问题	(259)
(一) 低周疲劳	(259)
(二) 压力容器的疲劳破裂	(261)
三、疲劳破裂的特征	(261)
四、关于防止疲劳破裂的设计问题	(263)
(一) 要作疲劳分析的容器	(263)
(二) 疲劳设计的基本方法	(263)
第四节 腐蚀破裂	(263)
一、钢的腐蚀破坏形式	(263)
(一) 均匀腐蚀	(264)
(二) 点腐蚀	(264)
(三) 晶间腐蚀	(265)
(四) 应力腐蚀	(265)
(五) 疲劳腐蚀	(267)
二、压力容器的腐蚀破裂及其特征	(267)
(一) 钢制容器的氢脆	(267)
(二) 锅炉和容器的碱脆	(269)
(三) 一氧化碳等引起的气瓶腐蚀破裂	(272)
(四) 高温硫化氢引起的应力腐蚀	(273)
(五) 氯离子引起的不锈钢容器的应力腐蚀	(274)
三、防止压力容器腐蚀破裂的措施	(275)
第五节 蠕变破裂	(275)
一、金属的蠕变	(275)
二、压力容器的蠕变问题	(277)
第十章 容器破裂爆炸及其危害	(279)
第一节 气体的爆炸能量	(279)

一、压缩气体与水蒸汽的爆炸能量·····	(279)
二、液化气体与高温饱和水的爆炸能量·····	(281)
三、可燃气体器外二次爆炸及其爆炸能量·····	(283)
第三节 气体爆炸产生的冲击波·····	(283)
一、冲击波及其破坏作用·····	(283)
二、冲击波的超压·····	(285)
第三节 容器破裂爆炸引起的其它危害·····	(289)
一、碎片的破坏作用·····	(289)
二、有毒液化气体容器破裂时的毒害区·····	(290)
三、可燃液化气体容器破裂时的燃烧区·····	(292)
第十一章 事故调查分析 ·····	(294)
第一节 事故情况调查·····	(294)
一、事故现场的检查·····	(294)
二、事故过程的调查·····	(295)
三、容器既往情况的调查·····	(296)
第二节 技术检验与鉴定·····	(296)
一、材料成分和性能的检查·····	(296)
(一) 化学成分检查·····	(296)
(二) 机械性能测定·····	(297)
(三) 金相检查·····	(297)
(四) 工艺性能检查·····	(297)
二、断口分析·····	(297)
(一) 断口的保护与处理·····	(297)
(二) 断口的宏观分析·····	(298)
(三) 断口的微观分析·····	(298)
三、破坏能量的推算·····	(299)
(一) 抛出容器或其碎片需要的能量·····	(299)
(二) 破坏周围建筑物需要的能量·····	(300)
第三节 综合分析·····	(301)
一、爆炸性质及过程的判断·····	(301)
(一) 容器在工作压力下破裂·····	(301)
(二) 容器超压破裂·····	(302)
(三) 器内化学反应爆炸·····	(302)
(四) 在工作压力下破裂后二次爆炸·····	(302)
(五) 超压破裂后二次爆炸·····	(302)
二、破裂型式的鉴别·····	(303)
(一) 韧性破裂的鉴别·····	(303)
(二) 脆性破裂的鉴别·····	(303)

(三) 疲劳破裂的鉴别.....	(303)
(四) 腐蚀破裂的鉴别.....	(303)
(五) 蠕变破裂的鉴别.....	(304)
三、事故原因分析.....	(304)

绪 论

工业是国民经济建设的重要组成部分。进行工业生产必须要有设备。要高速度发展国民经济，不但要为工业生产提供更多的优质高效新设备，同时还必须保证设备的安全运行。

本书的内容就是要讨论工业生产中的一种重要设备——压力容器的安全问题。

第一节 压力容器的应用及其安全问题

一、压力容器在工业生产中的应用

压力容器是工业生产中的常用设备，它在各个工业领域中都得到广泛的应用。

压缩空气是一种使用得最为普遍的动力源。它可以带动气锤、风铲、风镐、风动砂轮、铆钉枪等风动机械和风动工具进行金属加工、矿山开采、挖掘隧道、铆接桥梁等。还可以用来喷砂、喷漆、搅拌、输送物料以及控制仪表及自动化装置等。因此在机械制造、交通运输、建筑、采矿、化工、冶金及国防工业等许多部门中都大量使用着压缩空气。特别是煤矿，由于风动机械在使用中不会产生火花，可以防止瓦斯爆炸，因而压缩空气的使用就更为普遍。压缩空气主要来源于空气压缩机，压气机的一套辅助设备，如气体冷却器、油水分离器、储气罐等都是压力容器。有些对于干燥度和清洁度要求比较高的压缩空气，还要有干燥和过滤装置，这些装置也是压力容器。

除了使用压缩空气以外，在工业生产中还经常使用各式各样的气体，作为原料或辅助材料。如制造农药要用氯气，金属的焊接和气割需要氧气、氢气等。这些气体从气体制造厂到使用单位，除了相距较近可用管道输送外，大部分都用盛装容器。而为了提高运输效率和设备利用率，这些气体往往都经过加压使其成为压缩气体（如氧气、氮气等）或液化气体（如液氯、液氨等）。这样，盛装这些压缩气体或液化气体的容器，即气瓶、气桶、液化气体贮罐及槽车等都是压力容器。

制冷装置是食品工业、化学工业和其他一些工业用以制造“人造冷”的一种通用设备。因为食品的冷藏运输、某些化工产品的制备等需要在较低的温度下进行，而要获得持续的低温就得采用制冷装置。制冷装置是利用制冷压缩机将气态的冷冻剂（最常用的是氨和氟里昂）进行压缩，然后在冷凝器中用水将其冷凝为液体，再把这些液化了的冷冻剂通过调节阀节流降压进入蒸发器。由于液化冷冻剂的压力降低，因而在蒸发器内不断地蒸发并吸取大量的热，使其周围的介质温度降低。蒸发后的冷冻剂再回到压缩机。如此继续循环，在蒸发器中便可以连续获得“人造冷”。制冷装置中的多数设备，如冷凝器、蒸发器、液体冷冻剂贮罐等都是压力容器。

与上述的情况相反，有些工业产品的制备需要在较高的温度下进行。因此在生产工艺过程中常常需要将物料加热，而加热又往往使用水蒸汽，因为它是一种较易于获得的热源。水蒸汽是有压力的气体，所以用它来对物料进行加热的设备，无论是间接式，如蒸

汽夹套、蒸汽列管加热器等；或是直接加热式，如蒸煮锅、消毒器等都是一种压力容器。

化工生产中所使用的反应设备大部分也是压力容器。因为有许多化学反应需要在加压的条件下进行，或者需要在比较高的压力下加速反应、提高设备效率。例如，用乙烯和水（高压过热蒸汽）制造乙醇（酒精），就需要在70大气压下进行；用氮和氢来合成氨则要在100~1000大气压下才能较好地反应。这样，不但是反应器本身需要用压力容器，而且由于这些参与反应的有压力的介质往往先要经过精制、加热或冷却等，这些工艺过程所有的设备也都是压力容器。

随着石油化学工业的迅速发展，高分子聚合物的生产不断扩大。高分子聚合物是由单体分子经过聚合反应而得到的，而大部分聚合反应都需要在较高的压力下进行。例如用乙烯气体聚合成固体的聚乙烯，低压法也要在35~100大气压下进行，高压法则需要1000~2500大气压。因此制取高分子聚合物的设备往往不仅是聚合釜（进行聚合的设备）是压力容器，而且这些单体分子在聚合以前的一系列工艺处置过程（储存、精制、加热等）也需要压力容器。

由此可见，压力容器在工业生产中的应用是极为普遍的，尤其是在化学工业中，几乎每一个工艺过程都离不开压力容器，而且它还常常是生产中的主要设备。

压力容器除了用于工业生产外，还用于基本建设、医疗卫生、地质勘探、文教体育等国民经济各部门。所以要发展国民经济，就需要大量地制造和使用各种压力容器。

二、压力容器的安全问题

压力容器使用广泛，又比较容易发生事故，而且事故的破坏性往往又很严重。因此它的安全问题就特别值得注意，许多工业国家都把锅炉和压力容器作为一种特殊设备，需要由专门机构进行监督，并按规定的规范进行制造和使用。

压力容器虽然不象一般转动机械那样容易磨损，也不象高速发动机那样承受着高周反复载荷，但是它的破坏率还是相当高的。英国原子能局及联合部技术委员会为了摸清压力容器的安全可靠性能，曾组织一小组，对使用年限在30年以内且符合英国标准的12700台压力容器进行一次事故情况的调查。据记载，这12700台容器有10次破坏事故是在使用前亦即在制造过程及水压试验时发生的（制成后按规定进行无损探伤发现缺陷而加以修补的不包括在内）。在100300台·运行年（即容器台数与运行的年数的乘积累计）的压力容器中，就记载有132次事故，他们根据容器破坏的严重程度把事故分为灾难性事故（即重大事故，是指容器被破坏后返修工作量很大或需要报废，或者造成灾难性的破坏）和损坏事故（即一般事故）。其具体情况如表1。

表1 英国调查的压力容器破坏率

容 器 数	一 般 事 故		重 大 事 故		总 计	
	次 数	破 坏 率	次 数	破 坏 率	次 数	破 坏 率
12700台 (使用前)	7	5.5×10^{-4}	3	2.3×10^{-4}	10	7.8×10^{-4}
100300台·运行年 (使用后)	125	12.5×10^{-4}	7	0.7×10^{-4}	132	13.2×10^{-4}

这个统计数字表明，在使用的每 10000 台压力容器中，每年发生事故达 13.2 次，其中重大事故 0.7 次。另外，据调查，英国的原子能容器的破坏率比这还要高得多。

上述英国有关部门所调查的都是一些合乎技术标准的压力容器，如果有粗制滥造的情况，那破坏率将高到什么程度是很难想象的。

当然，影响设备事故的因素是多方面的，它与技术水平、社会制度等都有比较密切的关系，所以各国的情况也不尽相同。但从总的情况来看，在同样的条件下，压力容器的破坏率一般都比较高的，从技术的角度来分析，其原因主要是：（1）一般压力容器的结构虽然比较简单，但其部件的受力情况还是比较复杂的，特别是在开孔附近以及其他结构不连续处；（2）压力容器的使用条件比较苛刻，它不但承受着大小不同的压力载荷（在许多情况下还是脉动载荷）而且有些还在高温或深冷的条件下运行。现代的压力容器又大都是焊接结构，制造时（特别是焊接时）留下的微小缺陷在使用中遇到合适的条件（如使用温度等）就会迅速扩展而突然发生破坏（3）与其他设备比较起来，压力容器比较容易发生超载，而且一旦超载会迅速造成破坏事故。

压力容器之所以作为特殊设备，除了因为它比较容易发生事故以外，更主要的是事故的破坏性严重。压力容器发生爆炸事故，不但是整个设备遭到毁坏，而且还常常要破坏周围的设备及建筑物，并造成人身伤亡事故。因为压力容器内的介质都是有压力的气体或饱和液体，当容器爆破时，内部的介质即卸压膨胀，瞬时释放出较大的能量，这些能量除了可以将整个容器或其碎块以很高的速度飞散外，还会产生冲击波在大气中传播，从而造成更大的破坏。例如一个容积为 10 立方米、压力为 10 大气压的空气贮罐发生爆炸，它所产生的冲击波可以毁损距离在 30 米以外的门窗玻璃。不但如此，在石油、化学工业的压力容器中，工作介质有很多是可燃或有毒的气体，这些容器一旦在运行中损坏，除了由于容器本身爆炸所造成的破坏以外，还会由于它内部介质的向外扩散而引起化学爆炸、着火燃烧和恶性中毒等严重事故。

历年来，世界各国由于压力容器爆炸所造成的灾害性事故为数不少。例如：1944 年 10 月，在美国的东俄亥俄州发生了一次液化天然气贮罐爆炸并引起火灾的事故。这个液化天然气贮藏基地共有贮罐四台，其中的一台直径为 21.3 米、高为 12.8 米的圆筒形贮罐（其余三台为直径 17.4 米的球形贮罐）在使用中突然发生脆性破裂，于是大量的可燃气体夹着液体从贮罐内喷出，接着变成火炬，然后是整个贮罐爆炸，造成一片火海。20 分钟后，又引起另一台球形贮罐倒塌和爆炸，灾情进一步扩大，损失惨重。这次贮罐爆炸事故共死亡 128 人。在其他工业国家，压力容器爆炸事故也经常发生。如 1964 年 6 月日本川崎市化工厂发生一次环氧丙烷贮罐爆炸事故。伤亡 135 人。图 1 是爆炸后的环氧丙烷贮罐。该容器直径为 1.98 米，容积 14 立方米，由于贮罐内的环氧丙烷发生聚合，产生大量的热，致使罐内



图 1 爆炸后的环氧丙烷贮罐