

B.S. 1515:1965

焊制压力容器规范

第一部分 碳钢和低合金钢

化工部第四设计院译
化工部化工设备设计专业技术中心站校

本手册中引用的标准、规范仅作“参考资料”使用，如需采用，必须以现行有效版本的标准、规范为准。

院总工程师办公室 1997.10

化工部化工设备设计专业技术中心站

B.S.1515:1965

焊制压力容器规范

第一部分 碳钢和低合金钢

化工部第四设计院译
化工部化工设备设计专业技术中心站校



化工部化工设备设计专业技术中心站

1968年12月

内 容 提 要

这部英国规范反映了资本主义国家目前在焊制压力容器方面的水平。内容涉及焊制压力容器的材料选用, 结构设计、强度计算以及制造和验收技术条件等方面的规定。在附录中还专门介绍了局部应力的计算、疲劳破裂估算、卸压安全装置和低温容器的设计规定等。

这部英国规范对从事化工, 石油和有关工业用的焊制压力容器设计、制造、检验和维修的工作人员有一定的参考价值。

B. S. 1515: 1965

焊 制 压 力 容 器 规 范

第一部分 碳钢和低合金钢

*

化工部化工设备设计技术中心出版

(上海南京西路 1856 号)

*

内 部 发 行

开本 787×1092 毫米 $\frac{1}{16}$ · 印张 $9\frac{1}{8}$

1968 年 12 月上海

定价 1.80 元

出 版 说 明

无产阶级文化大革命的实践证明，正如毛泽东同志所说的，**这次无产阶级文化大革命，对于巩固无产阶级专政，防止资本主义复辟，建设社会主义，是完全必要的，是非常及时的。**在毛主席的无产阶级革命路线指引下，在以毛主席为首、林副主席为副的无产阶级司令部的领导下，经过两年来的极其复杂、极其尖锐的阶级斗争，空前广泛、深入地发动了亿万人民群众，在中国人民解放军支持下，经历了反覆的阶级较量，终于摧毁了以刘少奇为代表的妄图篡党、篡政、篡军的资产阶级司令部及其在各地的代理人，夺回了被他们篡夺的那一部分权力。在全国除台湾省外，二十九个省、市、自治区都成立了革命委员会。现在，这个波澜壮阔的无产阶级文化大革命，已经取得了伟大的、决定性的胜利。

摘自中国共产党第八届扩大的第十二次中央委员会全会公报

这部规范与英国标准 B.S. 1500-1958 “化学，石油及有关工业用焊制压力容器规范，第一部分碳钢和低合金钢”相比较，采用了较为先进的安全系数，因此相应的在材料选用，结构设计，强度计算、制造验收等方面作了更为详细及明确的规定。在一定程度上反映了资本主义国家的现代工业水平。此外，在这本规范内还介绍了局部应力计算，高温设计应力的确定及低温容器设计的注意等等。这次由化工部第四设计院翻译，供我国从事化工，石油等工业压力容器的设计、制造，维修的工作人员参考使用。

规范是上层建筑，这部规范不可避免地反映了资本主义的腐朽没落的社会制度，反映了资产阶级对无产阶级的专政，特别是在检验方面更有突出反映。因而，在参阅时必须高举毛泽东思想伟大红旗，遵循毛主席的教导，对国外的东西要批判地接受，以达到“洋为中用”的目的。

化工部化工研究所设计室技术中心编

1968年11月

目 录

第一章 通则	1
1.1 范围	1
1.2 应由用户和制造厂提供的资料	1
1.3 定义	2
第二章 材料 and 设计应力	3
2.1 材料	3
2.2 设计应力	5
第三章 设计	6
3.1 通则	6
3.2 腐蚀、侵蚀和保护	7
3.3 焊缝	8
3.4 圆筒形和球形壳体	8
3.5 凸形封头	11
3.6 锥底	15
3.7 平盖	17
3.8 开孔、接管和补强	18
3.9 人孔和检查孔	23
3.10 螺栓法兰连接	25
3.11 支座和内件	30
第四章 制造和工艺	38
4.1 设计和结构详图的审批	38
4.2 公差	39
4.3 焊接接头	40
4.4 焊后热处理	47
第五章 检查和试验	50
5.1 通则	50
5.2 无损检查	50
5.3 产品控制试板	52
5.4 修补	52
5.5 压力试验	53
5.6 标记	56
附录	
A 受压容器中由于局部载荷和热梯度引起应力的设计规范和计算方法	57
B 避免疲劳破裂的暂行建议方法	108
C 低温操作容器暂行建议方法	110
D 卸压安全装置	117
E 推荐的受压容器焊接节点	123
F 近似换算	133
G 未规定高温性能的材料的设计应力值	135
B.S. 1501-1964“受火及非直接受火受压容器用钢规格——板材”简介	137

第一章 通 则

本规范是根据用户希望有一允许使用比 B.S. 1500: 化学、石油及有关工业用焊制压力容器规范, 第一部分“碳钢和低合金钢”中所规定的设计应力更高应力的规范而制订的, 是在化学工业标准委员会授权下编制的。但是, 本规范清楚地表明: 它并非仅仅在同样范围内用提高设计应力等级来简单地替换 B.S.1500 的第一部分。(见第 1 页 1.1 节范围)。

当前, 提出各种结构材料在高温下的确切不变的设计应力数据尚不可能。但是, 在附录 G 中推荐的数值可用作指导, 并有待于今后从钢铁工业取得进一步的资料。

1.1 范 围

本规范包括碳钢和铁素体合金钢焊制的非直接受火压力容器的设计、制造、检查和验收, 所采用的设计应力比 B.S.1500: 化工、石油和有关工业的焊制压力容器规范, 第一部分“碳钢和低合金钢”中所允许的值要高一些。本规范中所说的“受压容器”包括了用螺栓、螺纹或焊接方法和连接管道相连接的算到连接点接管为止的容器。

本规范仅适用于有主管工程检查机关监督下的非直接受火的焊制压力容器的制造。如果由容器的用户指定所属的独立的工程检查部门的专职人员进行检查, 可以认为已满足这条要求。除掉制造厂自用的并且不再转卖的容器外, 由制造厂指定的检查部门是不符合这条要求的。

容器竣工后, 负责设计、制造和检查的单位应联合证明: 设计能满足本规范的要求而且容器是按照本规范的要求制造和试验的。

本规范所包括的各种容器只能由那些被检查机关认为是有能力的, 并且有适当的装置能满足本规范全部要求的制造厂承制。本规范不适用于真空或承受外压的容器及成排开孔以至在计算壳体设计厚度时涉及孔带减弱系数的容器(见 B.S.1500 第一部分第 30 节)和带夹套的或受外载荷的容器。本规范也不适用于壁厚小于 $\frac{1}{4}$ in 或大于 $\frac{1}{4}$ in 内径的容器。

运输液体和气体以及在原子能方面应用的容器要遵照专门规范。

本规范不包括搪瓷容器的设计, 其设计要特别考虑。

本文中出现的“用户”和“制造厂”一词, 应包括用户和制造厂的代表以及他们指定的检查机关的代表。

当容器承受的压力或温度有频繁的波动时, 则要考虑疲劳的影响(见 3.1.4.2 节和附录 B)。

1.2 应由用户和制造厂提供的资料

1.2.1 应由用户提供的资料

用户应根据制造厂要求提供下列资料:

注 1 在附录 F 中提出了英制或公制单位近似换算。当要求更准确的换算值时, 建议采用 B.S.350: 换算系数及换算表, 也可参照 B.S.2856: 工程图中英制和公制尺寸的准确换算。

2 本标准已采用磅力(lbf)作为力的单位, 以代替习惯上用磅(lb)作为力的单位的不正确用法。磅力(lbf), 即作用在一磅质量的物体上, 使其产生一个标准重力加速度的力。吨力(tonf)这一单位, 其意义类同。

1. 设计压力、温度和载荷。
2. 代表用户的检查机关名称。
3. 全部主要焊缝应进行的射线检查或其他的无损探伤检查。
注：当这个要求能满足时，允许设计采用较高的焊缝系数。见 3.1.3 节和 5.2 节。
4. 要求在制造中控制的试验(见 5.3 节)。
5. 容器操作场所的任何不利条件。
6. 除本规范之外有无要增加的条款。
7. 容器需要遵照的其他的規定。

1.2.2 应由制造厂提供的资料

制造厂应根据要求供给用户和/或检查机关的资料有：

1. 能清楚地表示出容器结构和尺寸的完整的剖面图。
2. 如果在本规范中规定能采用各种不同工艺方法，则施工前制造厂应将所选择的工艺方法详细提出，以供审定。

1.3 定 义

在本规范中采用下列定义

受压容器 承受内压的容器如图 1 所示。

设计压力 在相应的设计温度下容器或容器部件的最大安全工作压力。除非另有说明，将该压力代入设计公式中就决定了容器的各个有关部件的大小。

设计温度 在设计中所采用的温度，应该是操作条件下各有关部件金属的实际温度。

设计应力 第三章的公式中所采用的应力按照 2.2 节来决定。

注：应注意，按本规范设计和制造的容器其某些部位的局部应力和附加应力会明显地高于本规范表中所列的值。实际上按照经验使这些应力保持在安全水平的详细的设计规则已经列出。

焊缝系数 焊缝的许用应力同焊接母材的许用应力之比值，用小数表示。

焊后热处理(应力消除) 容器的热处理按照 4.4 节的要求进行。

熔焊 见 B.S.499* 中焊接方法和接头形式的定义。

焊缝 容器壳体中的纵向和环向主要接缝。

焊接接头 除焊缝以外的全部焊接连接。

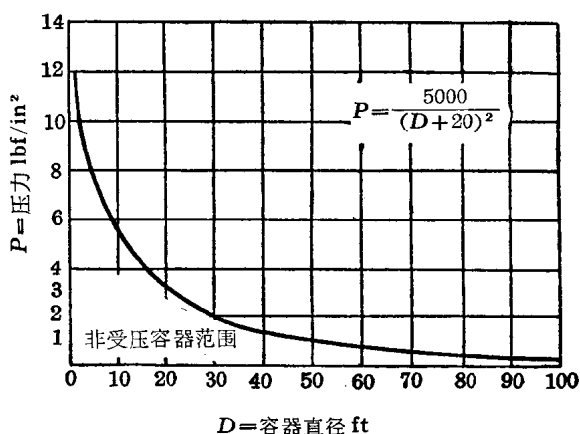


图 1 本规范所包括的压力容器范围

* B.S.499:“关于金属的焊接和切割术语(带符号)小辞典”。

第二章 材料和设计应力

2.1 材 料

2.1.1 通则

2.1.1.1 a. 受压容器的受压部件在制造中所采用的全部材料, 除下列规定外, 都应符合表 1 中所列的有关规定。

b. 前文规定不应排斥用户、制造厂和检查机关经协商同意采用其他合适的材料。在这种情况下, 建议要特别注意所提出的材料的可焊性和塑性。

材料的 $5.65\sqrt{S_0}$ 表长的延伸率: 板材应不小于 16%, 铸件应不小于 15%, 管子和锻件应不小于 14%, 试样的选取, 制造和试验应按通常实践进行。

2.1.1.2 罐耳、裙式支座、垫板和类似的焊在容器上的非受压部件所采用的材料应具有良好的可焊性并适合其规定的用途, 且应有相应的文件证明。

2.1.2 低温使用材料

操作温度低于 0℃ 的容器, 其材料的选择和热处理要求见附录 C。

表 1 许 用 材 料

类 型	材 料	规 格	备 注	类 型	材 料	规 格	备 注
板	碳钢	B.S.1501-101	1	铸 件	碳钢	B.S.1504-101	1, 2
	碳钢(半镇静)	B.S.1501-151	2		碳钢	B.S.1504-161	2
	碳钢(硅镇静)	B.S.1501-161	2		碳钼钢	B.S.1504-240	
	碳锰钢(半镇静)	B.S.1501-211	2		3.5% 镍钢	B.S.1504-503	
	碳锰钢(半镇静、铝处理的)	B.S.1501-213	2		1.25% 铬 0.5% 钼钢	B.S.1504-621	
	碳锰钢(硅镇静)	B.S.1501-221	2		3% 铬 0.5% 钼钢	B.S.1504-623	
	碳锰钢(硅镇静, 铝处理的)	B.S.1501-224	2		5% 铬 0.5% 钼钢	B.S.1504-625	
	碳钼钢	B.S.1501-240		元 钢	碳钢(28吨热轧)	B.S.1506-111	4
	3.5% 镍钢	B.S.1501-503			碳钢(45吨热轧)	B.S.1506-162	4
	0.5% 铬 0.5% 钼钢	B.S.1501-620A			碳钼钢	B.S.1506-240	2, 4
材	0.75% 铬 0.5% 钼钢	B.S.1501-620B			1% 铬钼钢	B.S.1506-621	2, 4
	1.25% 铬 0.5% 钼钢	B.S.1501-621	3		5% 铬 0.5% 钼钢	B.S.1506-625	2, 4
	5% 铬 0.5% 钼钢	B.S.1501-625			1% 铬钼钒钢	B.S.1506-661	4
锻 件	碳钢(硅镇静)	B.S.1503-161	2	钢 管	碳钢(热轧)	B.S.3602-HFS	5
	碳锰钢(硅镇静)	B.S.1503-221			碳钢(冷拔)	B.S.3602-CDS	5
	碳钼钢	B.S.1501-240	2		碳钢(电阻焊)	B.S.3602-ERW	5
	3.5% 镍钢	B.S.1503-503			碳钢(电熔焊)	B.S.3602-EFW	2
	1% 铬 0.5% 钼钢	B.S.1503-620			碳钢(低温用、热轧)	B.S.3603-HFS	2
	2.25% 铬 1% 钼钢	B.S.1503-622			碳钢(低温用、冷拔)	B.S.3603-CDS	2
	3% 铬 0.5% 钼钢	B.S.1503-623			3.5% 镍钢(热轧)	B.S.3603-HFS 503LT100	
	5% 铬 0.5% 钼钢	B.S.1503-625			3.5% 镍钢(冷拔)	B.S.3603-CDS 503LT100	

(续表 1)

类 型	材 料	规 格	备 注	类 型	材 料	规 格	备 注
钢	1% 铬0.5% 钼钢 (热轧)	B.S.3604- HF620		钢	碳钢——高负荷 (热轧)	B.S.3059Pt2 HFS27H	8,16
	1% 铬0.5% 钼钢 (冷拔)	B.S.3604- CD620				B.S.3059Pt2 HFS28H	8,18
	1.25% 铬0.5% 钼钢 (热轧)	B.S.3604- HF621			碳钢——高负荷 (冷拔)	B.S.3059Pt2 CDS27P	7,8,12
	1.25% 铬0.5% 钼钢 (冷拔)	B.S.3604- CD621				B.S.3059Pt2 CDS28P	7,8,18
	2.25% 铬0.5% 钼钢 (热轧)	B.S.3604- HF622	2			B.S.3059Pt2 CDS27H	8,17
	2.25% 铬0.5% 钼钢 (冷拔)	B.S.3604- CD622	2			B.S.3059Pt2 CDS28H	8,18
	5% 铬0.5% 钼钢 (热轧)	B.S.3604- HF625			碳钢——高负荷 (电阻焊)	B.S.3059Pt2 ERW27P	7,8,14
	5% 铬0.5% 钼钢 (冷拔)	B.S.3604- CD625				B.S.3059Pt2 ERW27H	8,18
	0.5% 铬0.5% 钼 0.25% 钒钢(热轧)	B.S.3604- HF660			碳钢——高负荷 (冷拔, 电阻焊)	B.S.3059Pt2 CEW27P	7, 8
	0.5% 铬0.5% 钼 0.25% 钒钢(冷拔)	B.S.3604- CD660				B.S.3059Pt2 CEW28P	7,8,18
	碳钢(热轧)	B.S.3059Pt1- HFS20	6,8,9			B.S.3059Pt2 CEW27H	8,18
		B.S.3059Pt1- HFS27	6,8,10			B.S.3059Pt2 CEW28H	8,18
	碳钢(冷拔)	B.S.3059Pt1 CDS20	6,8,11		碳钼钢(热轧)	B.S.3059Pt2 HFS240	8,19
		B.S.3059Pt1 CDS27	6,8,12		碳钼钢(冷拔)	B.S.3059Pt2 CDS240	8,20
	碳钢(电阻焊)	B.S.3059Pt1 ERW20	6,8,13		1% 铬钼钢(热轧)	B.S.3059Pt2 HFS620	8,21
		B.S.3059Pt1 ERW27	6,8,14		1% 铬钼钢(冷拔)	B.S.3059Pt2 CDS620	8,22
	碳钢(冷拔, 电阻焊)	B.S.3059Pt1 CEW20	6,8,15		1% 铬钼钢(电阻焊)	B.S.3059Pt2 ERW620	8,18
		B.S.3059Pt1 CEW27	6, 8		1% 铬钼钢 (冷拔, 电阻焊)	B.S.3059Pt2 CEW620	8,18
	碳钢——高负荷 (热轧)	B.S.3059Pt2 HFS27P	7,8,10		2.25% 铬1% 钼钢 (热轧)	B.S.3059Pt2 HFS622	2,8,23
		B.S.3059Pt2 HFS28P	7,8,18		2.25% 铬1% 钼钢 (冷拔)	B.S.3059Pt2 CDS622	2,8,24
管				管			

注 1 仅用于非受压部件。

注 2 所有等级。

注 3 在编制中。

注 4 这种材料适合制造机械零件,例如螺栓,螺母,锁紧环和其他类似的零件。用来制造须焊接的支撑和部件的棒料应按照 B.S.1501, 1502* 和 1503。

注 5 设计温度超过 427℃ 时只许用钢 23 和 27。

* 在编制中。

- 注 6 温度和压力不超过 400℃而且板厚不超过 ½ 吋。
 注 7 温度不超过 400℃。
 注 8 参照对 B.S.3059 提出的修订。见下面注 9 到注 24。
 注 9 参照以前的 B.S.3059/1。
 注 10 参照以前的 B.S.3059/5。
 注 11 参照以前的 B.S.3059/2。
 注 12 参照以前的 B.S.3059/6。
 注 13 参照以前的 B.S.3059/3。
 注 14 参照以前的 B.S.3059/13。
 注 15 参照以前的 B.S.3059/4。
 注 16 参照以前的 B.S.3059/5。规定完全镇静，适用于设计的金属温度超过 427℃(800°F)。
 注 17 参照以前的 B.S.3059/6。规定完全镇静，适用于设计的金属温度超过 427℃(800°F)。
 注 18 新钢种，在 B.S.3059:1958 中没有相当的牌号。
 注 19 参照以前的 B.S.3059/7。
 注 20 参照以前的 B.S.3059/8。
 注 21 参照以前的 B.S.3059/9。
 注 22 参照以前的 B.S.3059/10。
 注 23 参照以前的 B.S.3059/11。
 注 24 参照以前的 B.S.3059/12。

2.2 设计应力

2.2.1 应力的求取

本规范内有关公式中所采用的设计应力，其求取方法是将材料的有关强度被表 2 中的系数除得。按每项性质分别计算各值，采用其中的最小值。

表 2 设计应力系数

材 料	在设计温度下保证的最低屈服应力或相应于变形 0.2% 的试验应力	在室温下保证的最低拉伸应力	在设计温度下经 100,000 小时产生破裂的平均应力	在设计温度下经 100,000 小时产生 1% 蠕变的平均应力
碳钢和碳锰钢				
a. 未作热试验或不保证高温性能				
(i) 设计温度 ≤ 50℃	1.5 (注 2)	2.35	—	—
(ii) 设计温度 > 50℃	(见附录 G, 表 27)		注 1	注 1
b. 经过热试验或保证高温性能	1.5 (注 2)	2.35	1.5 (注 1)	1.0 (注 1)
低合金钢				
a. 未作热试验或不保证高温性能				
(i) 设计温度 ≤ 50℃	1.5 (注 2)	2.35	—	—
(ii) 设计温度 > 50℃	注 3	注 3	注 1	注 1
b. 经过热试验或保证高温性能	1.5 (注 2)	2.35	1.5 (注 1)	1.0 (注 1)

注 1 在 B.S.1501, 1503, 1504 和 1506 中法定的蠕变破坏应力值和蠕变应变应力值尚未订定之前，附录 G 表 28 中的有关应力值可作设计用。

注 2 规定的最低屈服应力(在室温下)可适用于 50℃ 以下的一切温度。

注 3 在探讨之中。

注 4 对于铸件来讲，上列系数应除以质量系数 0.75；但如按 B.S.1504 所述进行附加检查，又如果符合下列条件，则可除以 0.9。

- 每个铸件的所有危险部位都要经过射线检查，以证明无有害缺陷；或将铸件用机械充分加工，直至所有的危险部分的整个厚度都显露出来，例如对管板采用间距不大于铸件厚度的钻孔。
- 一切铸件的危险部位都要经过磁力探伤、着色法、或用研磨或机械加工和蚀刻等等方法检查。
- 如铸件发现缺陷应报废或者进行修补，直到能使检查机关满意。如铸件用焊接方法进行修补，焊后应按照钢厂和检查机关协商一致的办法进行应力消除或热处理。铸件的修补处应按照上述 a) 条要求重新检查并要表明有害缺陷已被除去。
- 质量系数为 0.90 的铸件，在按上述要求检查之后，如认为质量满意时，则应该用适当的识别符号注上清楚的和永久的标记。

第三章 设计

3.1 通 则

本规范所包括的容器，其设计应考虑在正常操作情况下其有关部分要同时经受最不利的
设计压力和设计温度。

对于设计在低于 0℃ 下操作的各种容器应作特殊考虑。(见附录 C)。

对于交替地承受加热和冷却的容器，为避免过份的热应力，在设计中应采取措施允许膨
胀或收缩(见附录 A)。

3.1.1 设计厚度

在下面的条款中，提供了计算压力容器各个部件所需厚度的方法。

3.1.2 设计压力

正常的操作压力是由工艺流程的技术要求来决定的。为了避免安全装置不必要地开启，
设计压力通常是大于正常操作压力的(见附录 D)。

当用卸压装置来限定最大压力时，为避免安全装置经常开启，推荐在设计压力和正常操
作压力之间留有一个足够的余量。对于标准的弹簧安全阀，这个余量通常取操作压力的 10%。

防爆膜在使用过程中是高度受力的，因此为了避免由于蠕变和疲劳的影响引起防爆膜过
早地爆破，在容器的正常操作压力和防爆膜的设计爆破压力之间要有一个相当大的余量，约
为操作压力的 50% 左右，但是要根据实际情况来确定。应注意到：温度对防爆膜的破坏压力
有显著地影响。

3.1.3 焊缝系数

设计上采用的焊缝系数如下(见 5.2 节)：

100% 射线检查	部分射线检查
1.00	0.85

3.1.4 载荷

3.1.4.1 在容器的设计中应包括下列有关载荷(并参见 3.4.2.4 节)。

1. 内压。
2. 在正常操作条件下，内装液体的最大静压头。
3. a. 容器本身和内装物料的重量，或者
b. 容器本身和水压试验时水的重量。
4. 和其他载荷共同存在的风载荷(见 3.4.2.4 节)。

3.1.4.2 对下列的影响需作特殊考虑：

1. 由于支座、支承环、鞍座、内件或接管引起的局部应力(见附录 A)。
2. 由于水锤或容器内装介质的波动引起的冲击载荷。

3. 由于工作压力的中心与容器轴线偏心引起的弯矩。
4. 由于温差和不同膨胀系数的影响引起的力。
5. 当容器在运输或安装时由夹持引起的力。
6. 压力和温度的波动(见附录 B)。

只有在无法采用模拟方法,例如和对照容器作比较来证明所提出的设计为可靠的情况下,才需要对上述各种影响的效果作正式的分析研究。

3.1.5 不等厚板的对焊

不同厚度的板如果采用对焊连接时,要削成如图 2 或图 10 所示的斜面过渡部分。焊缝可以部分地或全部地处在斜面段中或经过一段短的等厚段而和斜面段相隔开。

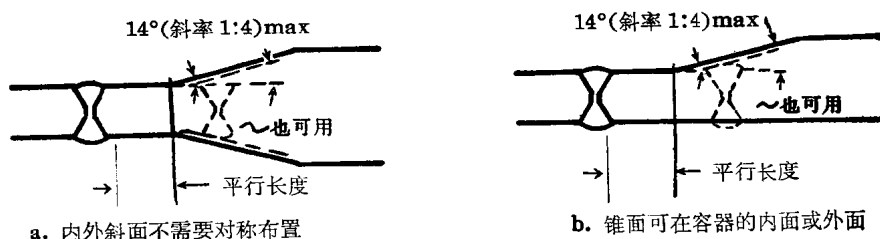


图 2 不等厚板的对焊(焊缝坡口见图 3 和 4)

3.2 腐蚀、浸蚀和保护

3.2.1 通则

3.2.1.1 本规范中采用的腐蚀一词,是指腐蚀、氧化、剥鳞、磨蚀、浸蚀和其他形式的耗损。应力腐蚀裂纹可以在一定的温度和介质的条件下产生,并且不能用增加厚度来解决。在产生应力腐蚀的情况下,必须要考虑所采用的材料和容器在制造中产生的残余应力。

由于腐蚀本身的性质复杂,要规定明确的防腐预防规则是不可能的。有如下的几种腐蚀形式:

1. 化学浸蚀是金属被介质所溶解,发生在整个金属表面上或局部地方(引起凹坑)或两者都有。
2. 由于湿气和空气联合作用引起的生锈。
3. 虽属无腐蚀性的介质,但当它在金属表面上的流速大于某个临界值时也能引起磨蚀。
4. 高温氧化(剥鳞)。

设计人员应仔细考虑腐蚀对容器使用寿命的影响。当无把握时,应进行腐蚀试验;要把采用的金属(包括焊缝)或多种金属的组合件暴露在生产上的化学介质中。若对一种化学混合物假定其主要成份作为有效的介质,在很多情况下是很危险的。因为微量的杂质能起加速或制止腐蚀的作用,其影响远远超过所含杂质的数量比。流体的温度和流速应相当于操作的温度和流速。腐蚀试验应连续地进行一个足够长的时间,以便测定腐蚀率随时间而变化的倾向。

容器壁可能两面都受腐蚀,这情况尤其见于用燃烧的热气来加热的容器。

3.2.1.2 受压容器按照腐蚀可分成下列几组:

1. 腐蚀率可预计的:根据容器内所装的某种物质的化学特性的准确资料,可以明确地确定腐蚀率的容器。

2. 腐蚀率不可预计的: 整个容器的腐蚀率是变化不定的, 或者腐蚀量不能确定的容器。

3. 腐蚀率可以忽略不计的: 腐蚀率已知可以忽略不计的容器。

3.2.2 腐蚀裕度

所采用的腐蚀裕度应足以抵补容器一面或两面的腐蚀总量。

在可能产生腐蚀的情况下, 应在设计厚度上再加上腐蚀裕量, 增厚值至少应等于容器达到预期使用年限时的腐蚀损耗。除非采用保护性衬里, 建议在所有这种情况下, 最小腐蚀裕度应规定为 $1/16$ in。当腐蚀影响可忽略不计时, 则无需增加厚度。

3.2.3 衬里

容器可以全部或局部地用耐腐蚀材料衬里。这样的衬里可以是贴上的, 间断地固定在容器的母材上或牢固地与母材连成一体(如复合钢板)。本规范不包括搪瓷衬里。

当衬里能隔绝腐蚀介质和容器母材的接触时, 不需要考虑容器内部的腐蚀裕度。

耐腐蚀衬里应不包括在计算所要求的壁厚内, 如系采用复合钢板时则经用户和制造厂协商同意可不受此限。

衬里的设计应考虑到不同热膨胀的影响。

3.2.4 耐磨板

在出现严重浸蚀和磨蚀的地方, 应在受质点撞击部分直接装上易于更换的局部保护板或“耐磨”板。

3.3 焊 缝

本规范所包括的容器采用的典型焊缝坡口示于图 3 和图 4。但是, 所示的坡口型式并不是绝对的, 倘若其他型式坡口用第 4 章的工艺能得出满意的结果也可采用。按照图 3a, 3b 和 3c 的焊缝坡口可以安排成从容器的内边或从容器的外边进行第一道焊缝的焊接。

3.4 圆筒形和球形壳体

3.4.1 通则

3.4.1.1 厚度应不低于按下列公式计算所得的值, 如果碰到 3.1 和 3.2 节的情况, 则应按照国家需要增加厚度。

3.4.1.2 本章中的公式适用于 D_o/D_i 不超过 1.5 的容器。

3.4.1.3 支承和加强见 3.11 节。

3.4.2 承受内压的壳体

3.4.2.1 符号。设计承受内压的圆筒形和球形容器采用下列符号和数据:

t = 壳体钢板不算腐蚀裕度的最小计算厚度(见 3.2.2 节), in。

P = 设计压力, lbf/in²。

D_i = 未加内面腐蚀裕度的壳体内径, in。

D_o = 未加外面腐蚀裕度的壳体外径, in。

f = 设计应力, lbf/in², (见 2.2 节)。

J = 焊缝系数, 如 3.1.3 节所示。

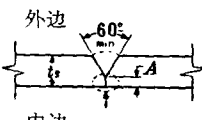
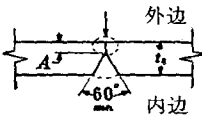
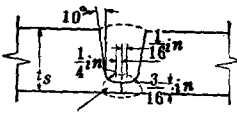
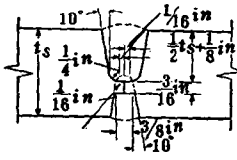
图	接 头	名 称	用 途
a	(i)  外边 内边 另一面在焊接之前要割到坚实的金属处。 (ii) 适用于小直径容器。  外边 内边	单“V”型坡口 双面对焊接头。	板厚不大于 $\frac{3}{8}$in 的对接环缝和纵缝。 对小直径容器V型坡口应在容器的内边如(ii)所示。 在 t_s 等于或大于 $\frac{3}{8}$in 时, $A = \frac{1}{8}$in。 当板是不等厚时, 其等厚部分和斜面部分的详图见图 2。
b	 另一面在焊接之前要割到坚实的金属处。 焊接尺寸是最小值。	单“U”型坡口 双面对焊接头。	板厚大于 $\frac{3}{8}$in 的对接环缝和纵缝。 当板是不等厚时, 其等厚部分和斜面部分的详图见图 2。
c	 另一面在焊接之前要割到坚实的金属处。 焊接尺寸是最小值。	双“U”型坡口 双面对焊接头。	板厚大于 $\frac{3}{8}$in 的对接环缝和纵缝。 当板是不等厚时, 其等厚部分和斜面部分的详图见图 2。

图 3 典型的对焊坡口

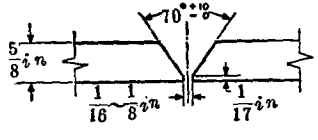
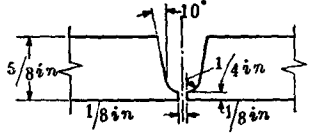
图	接 头	名 称	用 途
a		“V”型无衬条 单面对焊接头。	板厚不大于 $\frac{5}{8}$ in 的对焊。
b		“U”型无衬条 单面对焊接头。	板厚大于 $\frac{5}{8}$ in 的对焊。

图 4 另一面不能施焊时的典型环缝坡口

E = 弹性模数, lbf/in², 在操作温度下材料的弹性模数见表 3。

3.4.2.2 圆筒形壳体的厚度按公式(1)或(2)确定。

$$t = \frac{PD_i}{2fJ - P} \quad (1)$$

$$t = \frac{PD_0}{2fJ + P} \quad (2)$$

3.4.2.3 球形壳体的厚度按公式(3)或(4)确定。

$$t = \frac{PD_i}{4fJ - P} \quad (3)$$

$$t = \frac{PD_0}{4fJ + P} \quad (4)$$

3.4.2.4 联合载荷下的圆筒形容器的壳体厚度(未加腐蚀裕度)决不应小于按公式(1)或(2)算出的值。

当壳体承受载荷再加上由内压引起的载荷时,其设计的原则应该是:使产生相当于“薄膜应力”的应力应不超过设计应力。(关于附加载荷作用点附近的局部应力的处理见附录 A)。

下面提出的公式适用于由载荷而产生纵向应力(例如立式容器本身重量所引起)、纵向弯矩(例如承受风载荷或管线载荷产生的,或者卧式容器本身及其附件的重量引起的)和对于纵轴产生扭矩(例如由管线偏置或风载荷引起的)的圆筒。

采用下列符号:

f = 设计应力, lbf/in²。

f_s = 在 20°C 的设计应力, lbf/in²。

P = 内压(设计的或试验的压力), lbf/in²。

t = 壳体厚度(未加腐蚀裕度), in。

D_i, D_0 = 壳体的内径和外径, in。

E, E_s = 在设计温度下和在 20°C 时的弹性模数, lbf/in²。

M = 纵向弯矩, lbf/in。

T = 对于容器轴线的扭矩, lbf/in。

W = (仅适用于立式容器), lb。

(i) 对支承面以上的点:

所考虑点以上的容器、附件、附着物和液体的重量,其总和在公式(5)中为负值。

(ii) 在支承面以下的点:

所考虑点以下的容器、附件和附着物的重量加上所装液体的重量,其总和在公式(5)中为正值。

σ_s = 当量应力(按剪切应变能理论), lbf/in²。

σ_z = 纵向应力, lbf/in²。

σ_θ = 环向应力, lbf/in²。

τ = 剪切应力, lbf/in²。

于是:

$$\sigma_s = \frac{\frac{\pi}{4} PD_i^2 + W \pm 4 \frac{M}{D_i}}{\pi t (D_i + t)} \quad (5)$$

$$\sigma_{\theta} = \frac{P(D_i + t)}{2t} \quad (6)$$

$$\tau = \frac{2T}{\pi t D_i (D_i + t)} \quad (7)$$

当量应力, 即相当于剪切应变能理论的薄膜应力可由公式(8)求得。

$$\sigma_{\theta} = (\sigma_{\theta}^2 - \sigma_{\theta}\sigma_z + \sigma_z^2 + 3\tau^2)^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

在设计条件下的要求:

$$\sigma_{\theta} \leq f \quad (9a)$$

$$\sigma_z \leq 0.125 E \left(\frac{t}{D_0} \right) \quad (9b)$$

在试验条件下要求:

$$\sigma_{\theta} \leq 1.3 f_a \quad (9c)$$

$$\sigma_z \leq 0.125 E_a \left(\frac{t}{D_0} \right) \quad (9d)$$

在任何情况下, 都应该考虑公式(5)中 $4M/D_i$ 项前的正负号。并须注意符号说明中关于 W 正负号的说明。

上列各公式对 t 值的计算不能简化成更简明的公式, 需要采用试算法来解决。

表3 钢铁材料的 E 值

温 度 $^{\circ}\text{C}$	E		温 度 $^{\circ}\text{C}$	E	
	lbf/in ² $\times 10^6$	kgf/cm ² $\times 10^4$		lbf/in ² $\times 10^6$	kgf/cm ² $\times 10^4$
0	30	211	300	26	183
20	29.7	208	450	24	169
150	28	197	600	22	155

中间值可用内插法求得。

上列 E 值是建立在大量实验数据上的, 适用于设计。

3.5 凸形封头

3.5.1 通则

球形椭圆形或碟形封头应按下述公式设计。如果遇到 3.1 和 3.2 节的情况, 则应根据需要增加厚度。

3.5.2 形状的限制

凸形封头应符合下列形状中的一种(见 B.S.1966*)。

球形(见图 8a)。

椭圆形(见图 8b 长短轴比值应不大于 2.6:1)。

带折边碟形封头(见图 8c)。

1. 碟形内半径 R_i 应不大于外直径 D_0 。
2. 转角内半径 r_i 不应小于内径的 10%, 也不应小于 $3t$ 。
3. 外形高度 h_0 应不小于 $0.18 D_0$ 。

* B.S.1966, 贮槽和压力容器用凸形封头。

3.5.3 凸形封头上开孔

3.5.3.1 凸形封头上开孔应该是圆的,椭圆形的或长圆形的。直径超过 $0.5D_0$ 的开孔应作特殊考虑。向内翻边开孔的翻边半径 r 应不小于 1 in (见图 7)。

3.5.3.2 不加强孔。向内翻边或其他开孔应使其孔边距封头边缘的距离不小于图 5 中所示。在任何情况下,任意两相邻孔间连接的投影宽度至少应等于较小的孔的直径,如图 6 所示。

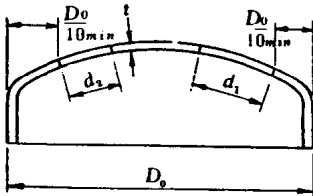


图 5

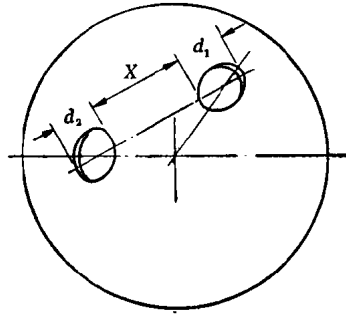


图 6 $X \leftarrow d_1$ 或 d_2 取其中较小的一个
典型的不加强开孔

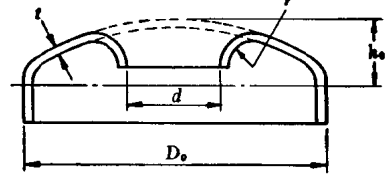
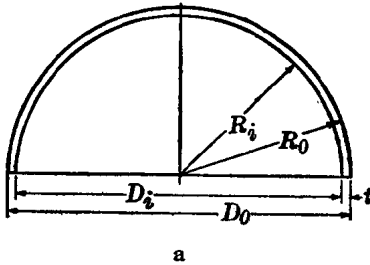
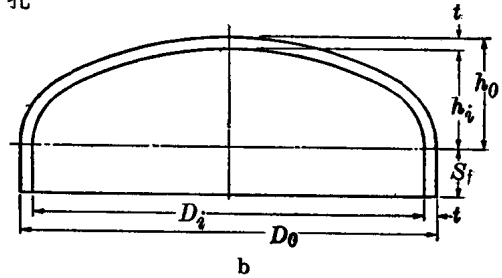


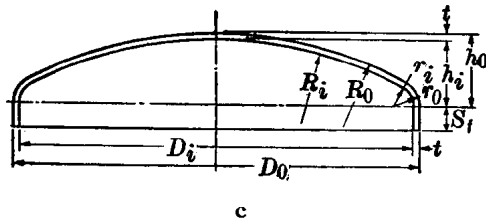
图 7



a



b



c

图 8 凸形封头

3.5.3.3 加强孔。除了用增加封头总厚度(超过不开孔封头所要求的厚度)的办法来加强开孔外,开孔加强应符合 3.8 节的要求。在使用图 9 时,对于按照 3.8 节加强开孔的封头应看成是一般简单的封头。

3.5.4 符号

公式中采用下列符号和数据:

t = 未加腐蚀裕度的封头最小计算厚度, in (见 3.2.2 节)。

P = 设计压力, lbf/in²。

D_i = 未加内面腐蚀裕度的封头内径, in。

D_0 = 未加外面腐蚀裕度的封头外径, in。

h_E = 未加外面腐蚀裕度的封头有效外高, in,

$$h_E = h_0 \text{ 或 } D_0^2/4R_0 \text{ 或 } \sqrt{D_0 r_0/2} \text{ 取其中最小值。}$$