



中华人民共和国国家标准

GB/T 20663—2017
代替 GB/T 20663—2006

蓄能压力容器

Accumulators

2017-10-14 发布

2018-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 结构型式、表示方法和等级划分..... 3

5 材料 4

6 设计 7

7 制造..... 18

8 性能和试验..... 20

9 检验规则..... 23

10 标志、包装、运输 24

11 随机文件 25

12 蓄能器的安全使用 25

附录 A（资料性附录） 囊式蓄能器的结构型式和标记方法 28

附录 B（资料性附录） 螺纹连接隔膜式蓄能器的结构型式和标记方法 30

附录 C（规范性附录） 焊接隔膜式蓄能器技术条件 32

附录 D（资料性附录） 活塞式蓄能器的结构型式和标记方法 38

附录 E（资料性附录） 胶囊和隔膜技术条件 39

附录 F（规范性附录） 蓄能器疲劳试验要求 43

附录 G（规范性附录） 设计疲劳曲线 45

附录 H（资料性附录） 蓄能器排出流量测试装置..... 47



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 20663—2006《囊式蓄能用压力容器》。与 GB/T 20663—2006 相比,主要技术变化如下:

- 增加了隔膜式蓄能器、活塞式蓄能器(见 1.2、1.3、5.4、5.5、6.2.5、6.2.6、6.9、6.10 等);
- 修改了蓄能器通用参数(见 1.3、表 1);
- 壳体增加了 34CrMo4、06Cr19Ni10、022Cr17Ni12Mo2 等材料(见 5.2.1、表 2);
- 修改了材料力学性能指标(见表 2、表 3);
- 增加了材料许用应力和侧向膨胀量指标(见表 2、表 3);
- 修改了设计安全系数(见 6.3);
- 增加了螺纹设计计算(见 6.8、6.9.4、6.10.3);
- 增加了囊式蓄能器油阀、支承环结构的计算(见 6.11);
- 增加了蓄能器的安全使用要求(见第 12 章);
- 增加了螺纹连接隔膜式蓄能器的结构型式和标记方法(见附录 B);
- 增加了焊接隔膜式蓄能器技术条件(见附录 C);
- 增加了活塞式蓄能器的结构型式和标记方法(见附录 D);
- 增加了胶囊和隔膜技术条件(见附录 E);
- 增加了蓄能器疲劳试验要求(见附录 F);
- 增加了设计疲劳曲线(见附录 G);
- 增加了蓄能器排出流量测试装置(见附录 H)。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)提出并归口。

本标准主要起草单位:上海蓝滨石化设备有限责任公司、上海市特种设备监督检验技术研究院、国家石油钻采炼化设备质量监督检验中心、浙江工业大学、成都天人压力容器厂、宁波市特种设备检验研究院、奉化市朝日液压有限公司、天津市奥其蓄能器有限公司、日本蓄能器股份有限公司、中国特种设备检测研究院、大连市锅炉压力容器检验研究院、上海蓝海科创检测有限公司。

本标准主要起草人:侍吉清、陈冰冰、黄光德、牛亚平、薛小龙、陈孝祥、刘瑞川、李晓澎、夏海、陈战杨、周文学、王纪兵、宋文明、陈志伟、戴行涛。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 20663—2006。

蓄能压力容器

1 范围

1.1 本标准规定了蓄能压力容器(除明确专指某类型蓄能器之外,以下均简称“蓄能器”)的材料、设计、制造、性能和试验、检验规则、标志、包装、运输和安全使用等要求。

1.2 本标准规定的蓄能器是指利用气体的可压缩性,由气腔内气体压力给液端液体施压的容器,其产品类型包括:

- 囊式蓄能器;
- 隔膜式蓄能器;
- 活塞式蓄能器。

1.3 本标准规定的蓄能器可能涉及的失效模式有:

- 韧性破坏;
- 脆性断裂;
- 疲劳破坏;
- 泄漏。

1.4 本标准适用于表 1 参数范围内,液端工作介质为石油基液压油或乳化液、气腔充装氮气的蓄能器。

表 1 蓄能器通用参数

蓄能器类型	设计压力 MPa	设计温度 ℃	公称容积 L
囊式蓄能器	≤80	-40~+120	≤350
隔膜式蓄能器			≤10
活塞式蓄能器			≤350

1.5 本标准不适用于非金属材料制蓄能器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 150.1—2011 压力容器 第 1 部分:通用要求
- GB/T 150.2—2011 压力容器 第 2 部分:材料
- GB/T 150.3—2011 压力容器 第 3 部分:设计
- GB/T 150.4—2011 压力容器 第 4 部分:制造、检验和验收
- GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸
- GB/T 197 普通螺纹 公差
- GB/T 223(所有部分) 钢铁及合金化学分析方法
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法
GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法
GB/T 246 金属管 压扁试验方法
GB/T 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定
GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分:邵氏硬度计法(邵尔硬度)
GB/T 699 优质碳素结构钢
GB/T 1220 不锈钢棒
GB/T 1682 硫化橡胶 低温脆性的测定 单试样法
GB/T 1690 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法
GB/T 3077 合金结构钢
GB/T 5777—2008 无缝钢管超声波探伤检验方法
GB/T 6479 高压化肥设备用无缝钢管
GB/T 7755 硫化橡胶或热塑性橡胶 透气性的测定
GB/T 7759.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩永久变形的测定 第1部分:在常温及高温条件下
GB/T 9251—2011 气瓶水压试验方法
GB/T 9252 气瓶疲劳试验方法
GB/T 11211 硫化橡胶或热塑性橡胶 与金属粘合强度的测定 二板法
GB/T 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
GB/T 13934 硫化橡胶或热塑性橡胶 屈挠龟裂和裂口增长的测定(德墨西亚型)
GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
GB/T 15385 气瓶水压爆破试验方法
GB/T 18248 气瓶用无缝钢管
GB/T 22085.1 电子束及激光焊接接头 缺欠质量分级指南 第1部分:钢
JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装
JB 4732—1995 钢制压力容器——分析设计标准(2005年确认)
NB/T 47008 承压设备用碳素钢和合金钢锻件
NB/T 47009 低温承压设备用合金钢锻件
NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
NB/T 47013.1 承压设备无损检测 第1部分:通用要求
NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测
NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分:渗透检测
NB/T 47013.7 承压设备无损检测 第7部分:目视检测
NB/T 47013.8 承压设备无损检测 第8部分:泄漏检测
NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

囊式蓄能器 bladder accumulators

主要由壳体和胶囊组成,液体和气体通过柔性胶囊隔开。

3.2

隔膜式蓄能器 diaphragm accumulators

由上、下壳体通过焊接、自身螺纹或外置环形锁母连接组成,液体和气体通过柔性橡胶隔膜隔开。

3.3

活塞式蓄能器 piston accumulators

由圆柱形筒体、活塞和端盖组成,液体和气体通过活塞密封组件隔开。

3.4

工作压力 operating pressure

在正常工作情况下,蓄能器可能达到的最高压力。

3.5

充气压力 charging gas pressure

当液端无压力时,蓄能器中的气体压力。

3.6

公称容积 nominal capacity

蓄能器在充气状态下气腔的容积。

3.7

设计压力 design pressure

设定的蓄能器的最高压力,与相应的设计温度一起作为设计载荷条件,其值不低于工作压力。

3.8

设计温度 design temperature

蓄能器在正常工作情况下,设定的元件的金属温度(沿元件金属截面的温度平均值)。设计温度与设计压力一起作为设计载荷条件。

3.9

排出容积 discharge volume

加压后的蓄能器,其压力在回路最高动作压力到最低动作压力之间变化时,蓄能器内液压油的容积变化的值。

3.10

排出流量 discharge flow

单位时间内液压油的排出量。

3.11

批量 batch

采用同一容器类别、同一设计条件、具有相同公称直径、壁厚、用同一炉号材料、同一制造方法、按同一热处理规范进行热处理的蓄能器壳体限定的数量。

3.12

定型产品 standard products

按照本标准规定选材、设计、制造与验收,型式试验合格,可形成批量生产的系列化产品。

4 结构型式、表示方法和等级划分

4.1 结构型式、表示方法

4.1.1 囊式蓄能器的结构型式分为 A 型、AB 型、B 型,其结构型式、零部件名称和产品表示方法参见附录 A。

4.1.2 螺纹连接隔膜式蓄能器的结构型式分为 A 型、B 型、C 型,其结构、零部件名称和产品表示方法参见附录 B;焊接隔膜式蓄能器分 A 型和 B 型,其结构、零部件名称和产品表示方法见附录 C。

4.1.3 活塞式蓄能器的结构型式分为 A 型和 B 型,其结构、零部件名称和产品表示方法参见附录 D。

4.2 等级划分

4.2.1 蓄能器的设计压力划分为 10 个等级(单位为 MPa):6.3、10、16、20、25、31.5、40、50、63、80。当设计压力介于相邻两个压力等级之间时,应由供需双方协商确定。

4.2.2 蓄能器的公称容积划分为 24 个等级(单位为 L):0.25、0.40、0.63、1.0、1.6、2.5、4.0、6.3、10、16、20、25、32、40、50、63、80、100、125、160、200、250、315、350。当所需容积介于相邻两个容积等级之间时,应由供需双方协商确定。

5 材料

5.1 总则

5.1.1 蓄能器主要受压元件(壳体、端盖、阀体、支承环、螺纹隔膜式蓄能器环形锁母)用材料应符合本章规定,并应考虑蓄能器的使用条件(如温度、压力、介质特性等)、制造工艺以及经济合理性。

5.1.2 蓄能器主要受压元件用材料应具有质量证明书;蓄能器制造单位从材料制造单位取得材料时,应取得材料制造单位提供的质量证明书原件;蓄能器制造单位从非材料制造单位取得材料时,应取得材料制造单位提供的质量证明书原件或加盖材料供应单位检验公章和经办人章的复印件;蓄能器制造单位应对所获得的材料及质量证明书的真实性和一致性负责。

5.1.3 境外牌号及新材料的使用应符合 TSG 21 的规定。

5.2 壳体

5.2.1 囊式蓄能器壳体、活塞式蓄能器筒体一般应选用无缝钢管制造,内径小于或等于 100 mm 的活塞式蓄能器筒体也可采用热轧圆钢或锻件机加工制造,筒体的轴向长度应近似平行于坯料的金属变形线。选用未逐根进行超声检测的钢管、圆钢或锻件机加工制造筒体,蓄能器制造厂应逐根进行超声检测,检测方法应符合 GB/T 5777—2008 的规定;优质碳素钢管、冷轧(拔)合金钢管的验收等级应满足 L2 级的要求,热轧合金钢管、圆钢或锻件机加工制造筒体的验收等级应由供需双方协商确定。壳体的力学性能及许用应力见表 2(圆钢或锻件机加工制造筒体的力学性能及许用应力应符合表 3 要求)。

表 2 壳体材料性能

钢号	钢管标准	使用状态	壁厚 mm	室温强度 指标 MPa		断后 伸长 率 A %	冲击 功 KV ₂ J	侧向 膨胀 量 mm	硬度 HBW	在下列温度(℃) 下许用应力 MPa			使用温 度下限 ℃
				R _m	R _{eL}					≤20	100	150	
				不小于									
20	GB/T 6479	正火	≤16	410	245	24	40	—	—	152	147	140	0
			>16~ 40	410	235					152	140	133	
Q345D	GB/T 6479	正火	≤16	490	345	21	40	—	—	181	181	180	-20
			>16~ 40	490	335					181	181	173	
Q345E	GB/T 6479	正火	≤16	490	345	21	40	—	—	181	181	180	-40
			>16~ 40	490	335					181	181	173	

表 2 (续)

钢号	钢管标准	使用状态	壁厚 mm	室温强度 指标 MPa		断后 伸长 率 A %	冲击 功 KV ₂ J	侧向 膨胀 量 mm	硬度 HBW	在下列温度(℃) 下许用应力 MPa			使用温 度下限 ℃
				R _m	R _{el}					≤20	100	150	
				不小于									
30CrMo	GB/T 18248	调质	≤16	880	750	16	47	0.53	229~309	326	326	326	—40
			>16~40	870	740				227~306	322	322	322	
35CrMo	GB/T 18248	调质	≤16	910	770	16	47	0.53	237~318	337	337	337	—40
			>16~40	900	760				235~315	333	333	333	
34CrMo4	GB/T 18248	调质	≤16	910	770	16	47	0.53	237~318	337	337	337	—40
			>16~40	900	760				235~315	333	333	333	
06Cr19Ni10 (S30408)	GB/T 14976 GB/T 13296	固溶	≤28	520	205	35	—	—	—	137	137	137	—40
022Cr19Ni10 (S30403)	GB/T 14976 GB/T 13296	固溶	≤28	480	175	35	—	—	—	117	117	117	—40
06Cr17Ni12Mo2 (S31608)	GB/T 14976 GB/T 13296	固溶	≤28	520	205	35	—	—	—	137	137	137	—40
022Cr17Ni12Mo2 (S31603)	GB/T 14976 GB/T 13296	固溶	≤28	480	175	35	—	—	—	117	117	117	—40

5.2.2 螺纹隔膜式蓄能器的上壳体(端盖)、下壳体和环形锁母,活塞式蓄能器的端盖应选用锻件制造。锻件级别应不小于Ⅲ级,其力学性能及许用应力见表 3。

表 3 锻件材料性能

钢号	锻件标准	使用状态	壁厚 mm	室温强度指标 MPa		断后伸长率 A %	冲击功 KV ₂ J	在下列温度(℃) 下许用应力 MPa			使用温度 下限 ℃
				R _m	R _{eL}			≤20	100	150	
				不小于							
20	NB/T 47008	正火或 正火+回火	≤100	410	235	24	31	152	140	133	—20
			>100~200	400	225	24	31	148	133	127	—20
			>200~300	380	205	24	31	137	123	117	—20
35		正火或 正火+回火	≤100	510	265	18	34	177	157	150	0
			>100~300	490	245	18	34	163	150	143	0
16Mn		正火或 正火+回火 或调质	≤100	480	305	20	34	178	178	167	—20
			>100~200	470	295	20	34	174	174	163	—20
			>200~300	450	275	20	34	167	167	157	—20
35CrMo		调质	≤300	620	440	15	41	230	230	230	—40

表 3 (续)

钢号	锻件标准	使用状态	壁厚 mm	室温强度指标 MPa		断后 伸长 率 A	冲击 功 KV ₂	在下列温度(℃) 下许用应力 MPa			使用 温度 下限 ℃
				R _m	R _{eL}	%	J	≤20	100	150	
				不小于							
16MnD	NB/T 47009	调质	≤100	480	305	20	47	178	178	167	—40
			>100~200	470	295	20	47	174	174	163	—40
			>200~300	450	275	20	47	167	167	157	—40
06Cr19Ni10 (S30408)	NB/T 47010	固溶 (1 010 ℃ ~ 1 150 ℃) 快冷	≤150	520	205	35	—	137	137	137	—40
>150~300			500	205	35	—	137	137	137	—40	
022Cr19Ni10 (S30403)			≤150	480	175	35	—	117	117	117	—40
>150~300			460	175	35	—	117	117	117	—40	
06Cr17Ni12Mo2 (S31608)			≤150	520	205	35	—	137	137	137	—40
>150~300			500	205	35	—	137	137	137	—40	
022Cr17Ni12Mo2 (S31603)			≤150	480	175	35	—	117	117	117	—40
>150~300			460	175	35	—	117	117	117	—40	

5.2.3 壳体材料复验应按 GB/T 150.4—2011 中 5.1 规定进行,其化学成分应当符合相应材料标准的要求,标准抗拉强度下限值大于 540 MPa 的材料,其磷、硫含量应符合 $P \leq 0.020\%$ 、 $S \leq 0.010\%$ 。

5.2.4 壳体材料调质热处理后的实测抗拉强度不应超过表 2 或表 3 所列室温强度指标 $R_m + 130$ MPa, 实测屈服强度与实测抗拉强度的比值不大于 90%。

5.2.5 当蓄能器设计温度不低于 -20 ℃ 时,冲击试验温度为 -20 ℃;当设计温度低于 -20 ℃ 时,冲击试验温度按设计温度确定。

5.2.6 试验温度下 3 个标准试样的冲击吸收功平均值不得低于表 2、表 3 的规定,其中单个试样的冲击功不得小于平均值的 70%。当材料尺寸无法制备标准试样时,可采用宽度为 7.5 mm 或 5 mm 的小尺寸试样,其冲击功指标分别为标准试样冲击功指标的 75% 或 50%。

5.3 囊式蓄能器油阀

5.3.1 油阀的阀体、阀芯、支承环应依据设计温度、工作介质选用低合金钢或高合金钢制造,低合金钢可选用 40Cr、35CrMo 等,高合金钢可选用 0Cr18Ni9 等。其余零件可选用 20、35、45 等优质碳素钢或合金钢制造。优质碳素钢的化学成分及力学性能应符合 GB/T 699 的规定,合金钢的化学成分及力学性能应符合 GB/T 3077 的规定,高合金钢的化学成分及力学性能应符合 GB/T 1220 的规定。

5.3.2 当设计温度低于 -20 ℃、非受压元件与壳体选用同一种材料时,可免做低温冲击性能试验;否则应在材料的使用状态下按蓄能器的设计温度进行低温冲击性能试验,其冲击吸收功 KV_2 不应低于 27 J, 35CrMo 冲击吸收功 KV_2 不应低于 38 J。

5.4 胶囊和隔膜

5.4.1 胶囊、隔膜的结构尺寸应满足图样要求。

5.4.2 胶囊、隔膜的性能参见附录 E 的规定。

5.5 活塞式蓄能器活塞

5.5.1 活塞材料选用应满足使用条件(如温度、压力、介质特性等)的要求,一般选用铝合金材料制造。

5.5.2 活塞所用的密封材料选用应满足使用条件(如工作温度、介质、运动速度、工作压力等)的要求,应具有良好的耐磨性及密封性,以保证蓄能器的工作寿命。

5.5.3 活塞材料应有材料质量证明书,证明书至少应包括材料的化学成分、交货状态下的抗拉强度、伸长率、硬度等内容。

6 设计

6.1 基本符号

- C ——厚度附加量, $C = C_1 + C_2$, mm;
 C_1 ——厚度负偏差, mm;
 C_2 ——腐蚀裕量, mm;
 D_i ——圆筒或球壳的内径, mm;
 D_o ——圆筒或球壳的外径, mm;
 p ——设计压力, MPa;
 p_b ——壳体爆破试验压力, MPa;
 p_c ——计算压力, 取设计压力, MPa;
 p_T ——试验压力, MPa;
 p_0 ——充气压力, MPa;
 p_1 ——液压回路的最低工作压力, MPa;
 p_2 ——液压回路的最高工作压力, MPa;
 R ——半球形封头中面半径, mm;
 R_i ——圆筒或半球形封头内半径, mm;
 $R_{eL}(R_{p0.2})$ ——材料标准室温屈服强度(或 0.2% 非比例延伸强度), MPa;
 $R_{eL}^t(R_{p0.2}^t)$ ——材料在设计温度下的屈服强度(或 0.2% 非比例延伸强度), MPa;
 R_m ——材料标准抗拉强度下限值, MPa;
 R'_m ——材料热处理后抗拉强度保证值, MPa;
 R'_{mo} ——壳体材料实测抗拉强度, MPa;
 R_o ——球壳外半径, mm;
 S_{ao} ——壳体材料冷弯试样的实测平均厚度(见图 7), mm;
 t ——设计温度, °C;
 V_x ——蓄能器工作容积, L;
 δ ——筒体或封头的计算厚度, mm;
 δ_a ——筒体实测最小厚度, mm;
 δ_d ——筒体或封头的设计厚度, $\delta_d = \delta + C_2$, mm;
 δ_e ——筒体或封头的有效厚度, $\delta_e = \delta_n - C$, mm;
 δ_n ——筒体或封头的名义厚度, mm;
 $[\sigma]$ ——室温下材料的许用应力, MPa;
 $[\sigma]^t$ ——设计温度下材料的许用应力, MPa。

6.2 设计一般规定

6.2.1 定型产品的腐蚀裕量

按照本标准设计定型产品时, 介质按石油基液压油或乳化液考虑, 腐蚀裕量(C_2)一般取 0.5 mm。

6.2.2 设计总图的主要内容

设计总图除应符合 TSG 21 的要求外还应包含下列内容：

- a) 设计厚度和名义厚度；
- b) 压力波动范围，即液压回路的最高工作压力 p_2 和液压回路的最低工作压力 p_1 之差；
- c) 疲劳试验规定，对于不需要进行的，应注明“不需要”。

6.2.3 同一设计图号的规定

符合以下条件的，可采用同一设计图号进行设计：

- a) 蓄能器类型相同；
- b) 容器类别相同；
- c) 设计参数相同，材料种类相同；
- d) 仅长度不同，且圆筒部分的长度不小于 $2.0(D_0\delta)^{0.5}$ ，其余尺寸和形状均相同。

6.2.4 囊式蓄能器

6.2.4.1 同时符合下列条件的囊式蓄能器，其疲劳试验按 F.1 第 I 类疲劳试验要求进行；经供需双方协商，也可按 F.2 第 II 类疲劳试验要求进行：

- a) 设计压力不大于 35 MPa；
- b) 容积不大于 250 L；
- c) 外径不大于 426 mm；
- d) 正常操作时，压力波动范围不大于 0.5 倍设计压力。

6.2.4.2 对 6.2.4.1 以外的囊式蓄能器，应符合下列要求之一：

- a) 按 JB 4732—1995 进行疲劳分析，并在设计图样中给出疲劳试验的要求；
- b) 按 F.2 第 II 类疲劳试验的要求进行疲劳试验。

6.2.5 隔膜式蓄能器

6.2.5.1 同时符合下列条件的螺纹连接隔膜式蓄能器，其疲劳试验按 F.1 第 I 类疲劳试验要求进行；经供需双方协商，也可按 F.2 第 II 类疲劳试验要求进行：

- a) 设计压力不大于 35 MPa；
- b) 正常操作时，压力波动范围不大于 0.5 倍设计压力。

6.2.5.2 对 6.2.5.1 以外的螺纹连接隔膜式蓄能器，应符合下列要求之一：

- a) 按 JB 4732—1995 进行疲劳分析，并在设计图样中给出疲劳试验的要求；
- b) 按 F.2 第 II 类疲劳试验的要求进行疲劳试验。

6.2.5.3 焊接隔膜式蓄能器的强度计算和型式试验要求见附录 C。

6.2.6 活塞式蓄能器

6.2.6.1 同时符合下列条件的活塞式蓄能器，其疲劳试验按 F.1 第 I 类疲劳试验要求进行；经供需双方协商，也可按 F.2 第 II 类疲劳试验要求进行：

- a) 设计压力不大于 35 MPa；
- b) 容积不大于 250 L；
- c) 内径不大于 350 mm；
- d) 正常操作时，压力波动范围不大于 0.5 倍设计压力。

6.2.6.2 对 6.2.6.1 以外的活塞式蓄能器，应符合下列要求之一：

- a) 按 JB 4732—1995 进行疲劳分析,并在设计图样中给出疲劳试验的要求;
- b) 按 F.2 第 II 类疲劳试验的要求进行疲劳试验。

6.3 许用应力

本标准所列材料的许用应力见表 2 和表 3,其他材料的许用应力按 GB/T 150.2—2011 确定。

6.4 设计疲劳曲线

本标准所列材料的设计疲劳曲线按附录 G 规定,其他材料的设计疲劳曲线按 JB 4732—1995 规定。

6.5 受内压的圆筒

6.5.1 当 $p_c \leq 0.4[\sigma]^t$ 时,圆筒计算厚度应按式(1)或式(2)计算:

$$\delta = \frac{p_c D_i}{2 [\sigma]^t - p_c} \dots\dots\dots (1)$$

$$\delta = \frac{p_c D_o}{2 [\sigma]^t + p_c} \dots\dots\dots (2)$$

6.5.2 当 $p_c > 0.4[\sigma]^t$ 时,圆筒计算厚度应按式(3)计算:

$$\delta = 0.5 D_i (e^X - 1) \dots\dots\dots (3)$$

其中: $X = p_c / [\sigma]^t$

6.6 受内压的球壳

6.6.1 当 $p_c \leq 0.4[\sigma]^t$ 时,球壳计算厚度应按式(4)或式(5)计算:

$$\delta = \frac{p_c D_i}{4 [\sigma]^t - p_c} \dots\dots\dots (4)$$

$$\delta = \frac{p_c D_o}{4 [\sigma]^t + p_c} \dots\dots\dots (5)$$

6.6.2 当 $p_c > 0.4[\sigma]^t$ 时,球壳计算厚度应按式(6)计算:

$$\delta = R_i (e^{0.5X} - 1) \dots\dots\dots (6)$$

其中: $X = p_c / [\sigma]^t$

6.7 球壳中心开孔及开孔补强

6.7.1 专用符号



- A——开孔削弱所需要的补强截面积,单位为平方毫米(mm²);
- A₁——壳体有效厚度减去计算厚度之外的多余面积,单位为平方毫米(mm²);
- A₂——接管有效厚度减去计算厚度之外的多余面积,单位为平方毫米(mm²);
- A₃——有效补强范围内另加的补强面积,单位为平方毫米(mm²);
- A_e——补强面积,单位为平方毫米(mm²);
- B——补强有效宽度,单位为平方毫米(mm²);
- d_{op}——开孔直径,单位为毫米(mm);
- h——接管有效高度,单位为毫米(mm);
- δ_{et}——接管有效厚度,单位为毫米(mm);
- δ_n——壳体开孔处的名义厚度,单位为毫米(mm);
- δ_{nt}——接管名义厚度,单位为毫米(mm);

δ_i ——接管计算厚度,单位为毫米(mm)。

6.7.2 适用范围及一般要求

6.7.2.1 本标准采用的方法为等面积补强法,适用的范围:

- a) 仅承受压力作用球壳中心开孔;
- b) 球壳上开孔的最大直径 $d_{op} \leq 0.5D_i$;
- c) 为单一圆形孔,且其中心线与轴线一致。

6.7.2.2 超过 6.7.2.1 规定范围的,应按 JB 4732—1995 进行分析设计,材料的许用应力按 6.3 规定。

6.7.3 开孔补强计算

6.7.3.1 开孔补强面积的计算截面选取

球壳上开孔所需的最小补强面积应在下列规定的截面上求取:该截面通过球壳上开孔中心点,沿开孔最大尺寸方向,且垂直于壳体表面。

6.7.3.2 所需补强面积

所需补强面积按式(7)计算:

$$A = d_{op} \delta \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

δ ——开孔处的壳体计算厚度,单位为毫米(mm);

d_{op} ——孔直径,单位为毫米(mm);就图 1a) 开孔形式,取实际的开孔直径;就图 1b) 开孔形式,取接管内直径加 2 倍厚度附加量。

6.7.3.3 有效补强范围及补强面积

6.7.3.3.1 有效补强范围按图 1b) 中矩形 WXYZ 范围确定。

a) 有效宽度 B 按式(8)计算,取二者中较大值:

$$B = \begin{cases} 2d_{op} \\ d_{op} + 2\delta_n + 2\delta_{nt} \end{cases} \quad \dots\dots\dots (8)$$

对于图 1a) 开孔形式, $\delta_{nt} = 0$ 。

b) 有效高度按式(9)进行计算,再与接管实际外伸高度比较,取小值。

$$h = \sqrt{d_{op} \delta_{nt}} \quad \dots\dots\dots (9)$$

对于图 1a) 开孔形式, $h = 0$ 。



图 1 球壳中心开孔

6.7.3.3.2 在有效补强范围内,可作为补强的截面积 A_e 按式(10)计算: A_1 、 A_2 按式(11)、式(12)计算:

$$A_e = A_1 + A_2 \dots\dots\dots (10)$$

A_1 、 A_2 按式(11)、(12)计算:

$$A_1 = (B - d_{op})(\delta_{et} - \delta) \dots\dots\dots (11)$$

$$A_2 = 2h(\delta_{et} - \delta_t) \dots\dots\dots (12)$$

式中: δ_t 按 6.5 求取,圆筒的内径取值为 d_{op} 。
若 $A_e \geq A$,则开孔不需另加补强;
若 $A_e < A$,则开孔需另加补强,其另加补强面积按式(13)计算;

$$A_3 \geq A - A_e \dots\dots\dots (13)$$

6.8 螺纹计算

6.8.1 专用符号如下:

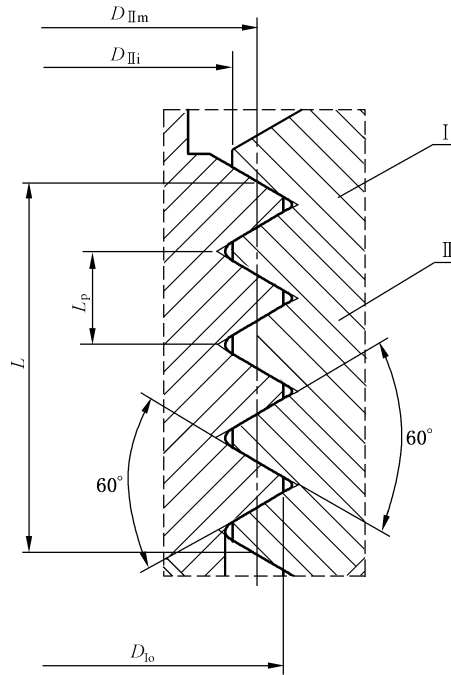
- D_{Io} ——外螺纹大径最小值,单位为毫米(mm);
- D_{Ii} ——内螺纹小径最大值,单位为毫米(mm);
- D_{Im} ——内螺纹中径最小值,单位为毫米(mm);
- L ——螺纹副中径上的螺纹有效旋合长度,单位为毫米(mm);
- L_p ——螺纹螺距,单位为毫米(mm)。

6.8.2 螺纹几何尺寸见图 2,推荐采用螺纹牙型为 60°的普通螺纹。

6.8.3 螺纹啮合长度 L 应由式(14)确定:

$$L \geq \max\left(\frac{p_c D_i^2}{1.4 D_{Im} [\sigma]^t}, \frac{p_c D_i^2 L_p}{(D_{Io}^2 - D_{Ii}^2) [\sigma]^t}\right) \dots\dots\dots (14)$$





说明：

I —— 外螺纹；

II —— 内螺纹。

图 2 螺纹的几何尺寸

6.9 活塞式蓄能器端部结构设计

6.9.1 专用符号

A_{ep} ——端盖开孔所需的最小补强面积,单位为平方毫米(mm^2);

A_u ——螺纹退刀槽处的筒体的截面积,单位为平方毫米(mm^2);

D_m ——螺纹退刀槽处的筒体中径,单位为毫米(mm);

D_N ——螺纹公称直径,单位为毫米(mm);

D_p ——螺纹中径,单位为毫米(mm);

D_u ——螺纹退刀槽直径,单位为毫米(mm);

d_{op} ——开孔直径,单位为毫米(mm);

M_e ——内压引起的单位长度上弯矩,单位为牛米($\text{N} \cdot \text{m}$);

α ——式(19)中计算系数,由式(21)求取;

β ——式(21)中计算系数,由式(22)求取;

δ_p ——端盖计算厚度,单位为毫米(mm);

δ_f ——端盖名义厚度,单位为毫米(mm);

δ_u ——螺纹退刀槽处的筒体厚度,单位为毫米(mm);

σ ——计算应力,单位为兆帕(MPa);

ν ——泊松比。

6.9.2 几何尺寸

端盖与筒体端部的几何尺寸见图 3。

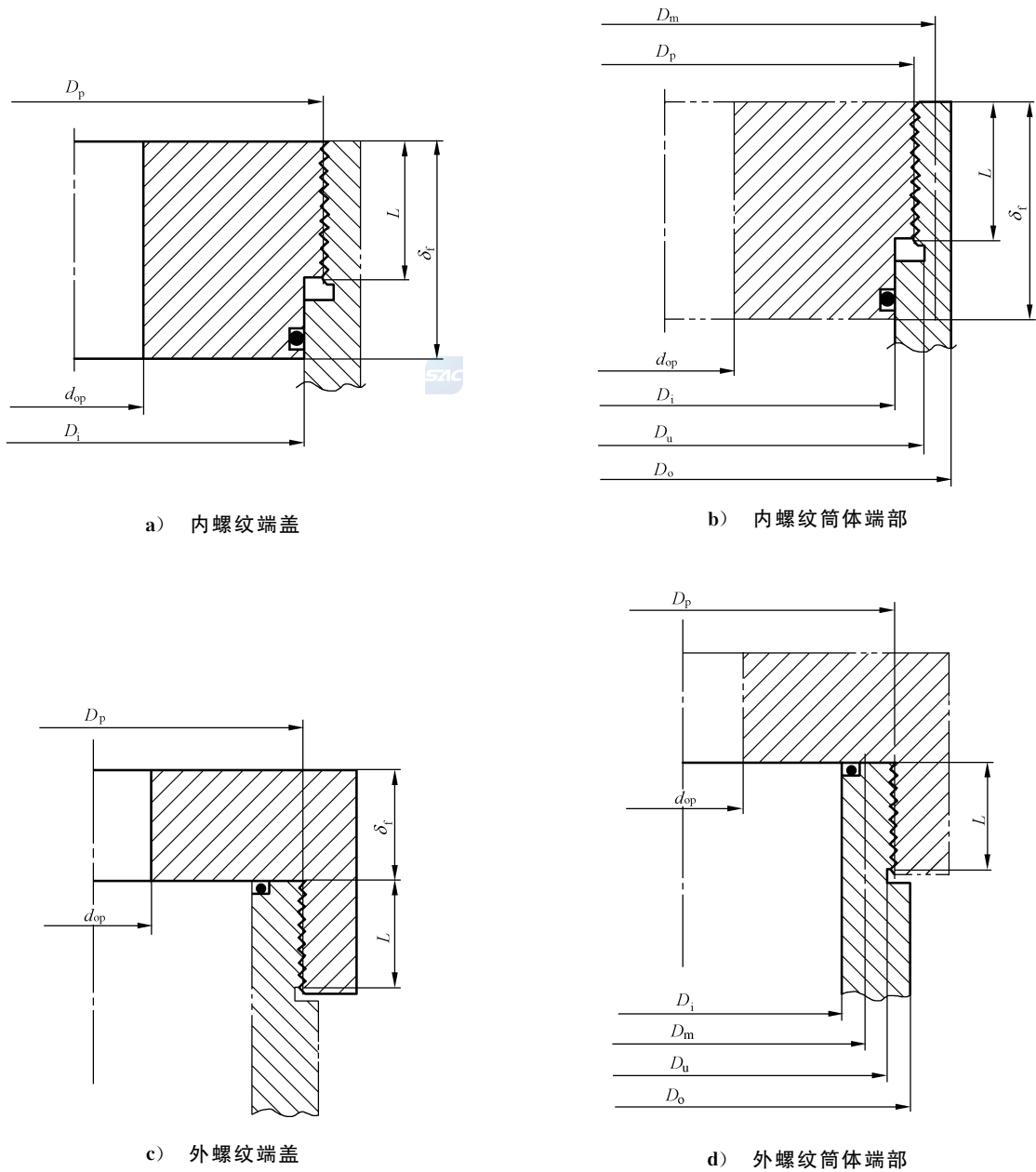


图 3 端盖与筒体端部的几何尺寸

6.9.3 端盖计算

6.9.3.1 端盖的计算厚度和名义厚度按式(15)和式(16)计算,且名义厚度不小于 20 mm。

$$\delta_p = 0.58 D_p (p_c / [\sigma]^t)^{0.5} \dots\dots\dots (15)$$

$$\delta_f \geq \delta_p + C \dots\dots\dots (16)$$

6.9.3.2 端盖单孔的开孔直径 $d_{op} \leq 0.4 D_i$ 时,开孔所需要的补强面积按式(17)计算:

$$A_{ep} = 0.5 d_{op} \delta_p \dots\dots\dots (17)$$

6.9.3.3 采用增加端盖的厚度进行补强时,可按式(18)进行计算,且最小厚度不小于 20 mm。

$$\delta_f \geq \delta_p \cdot (1 - d_{op} / D_p)^{-0.5} + C \dots\dots\dots (18)$$

6.9.3.4 对于多孔的开孔情况,可按 GB/T 150.3—2011 或 JB 4732—1995 的相关规定进行计算。

6.9.4 螺纹啮合长度校核

6.9.4.1 筒体的螺纹螺距按表 4 的规定选择。

表 4 筒体的螺纹螺距

单位为毫米

螺纹公称直径 D_N	螺距 L_p
$D_N \leq 100$	$1.5 \leq L_p \leq 4$
$100 < D_N \leq 200$	$2 \leq L_p \leq 4$
$200 < D_N \leq 400$	$3 \leq L_p \leq 6$
$D_N > 400$	$4 \leq L_p \leq 6$

6.9.4.2 螺纹啮合长度 L 按 6.8 进行计算。

6.9.5 带有螺纹的筒体端部强度校核

6.9.5.1 筒体端部拉伸和弯曲应力按式(19)校核:

$$\sigma = \frac{\pi p_c D_i^2}{4A_u} + \frac{6M_e \alpha}{\delta_u^2} \leq 0.9 [\sigma]^t \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中:

$$M_e = \frac{p_c D_i^2 |D_m - D_p|}{8D_m} \quad \dots\dots\dots (20)$$

$$\alpha = \frac{1}{4 \cdot \beta \cdot L} \{1 + 4 \cdot e^{-\beta \cdot L} \cdot \sin(\beta \cdot L) - e^{-2\beta \cdot L} [\sin(2\beta \cdot L) + \cos(2\beta \cdot L)]\} \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{12(1-\nu^2)}{D_m^2 \delta_u^2}} \quad \dots\dots\dots (22)$$

6.9.5.2 对内螺纹的筒体端部按式(23)~式(25)计算:

$$A_u = 0.25\pi(D_o^2 - D_u^2) \quad \dots\dots\dots (23)$$

$$\delta_u = 0.5(D_o - D_u) \quad \dots\dots\dots (24)$$

$$D_m = 0.5(D_o + D_u) \quad \dots\dots\dots (25)$$

对外螺纹的筒体端部按式(26)~式(28)计算。

$$A_u = 0.25\pi(D_u^2 - D_i^2) \quad \dots\dots\dots (26)$$

$$\delta_u = 0.5(D_u - D_i) \quad \dots\dots\dots (27)$$

$$D_m = 0.5(D_u + D_i) \quad \dots\dots\dots (28)$$

6.10 隔膜式蓄能器连接结构设计

6.10.1 专用符号

 A_j ——接触面积,单位为平方毫米(mm^2); B ——两件式中计算力臂,单位为毫米(mm); D_{go} ——垫片的外径,单位为毫米(mm); D_{lo} ——三件式上壳体凸台外径,单位为毫米(mm); D_{lb} ——三件式上壳体凸台根部直径,单位为毫米(mm); D_{lo} ——两件式下壳体凸台外径,单位为毫米(mm); D_{lu} ——两件式下壳体凸台螺纹退刀槽直径,单位为毫米(mm);

- D_{III} ——三件式环形锁母凸缘内径,单位为毫米(mm);
 D_{IIIo} ——三件式环形锁母外径,单位为毫米(mm);
 D_{IIIu} ——三件式环形锁母螺纹退刀槽直径,单位为毫米(mm);
 D_p ——螺纹中径,单位为毫米(mm);
 F ——轴向力,单位为牛(N);
 F_0 ——轴向预紧力,单位为牛(N);
 F_p ——内压引起的轴向力,单位为牛(N);
 H_{I} ——三件式上壳体凸台厚度,单位为毫米(mm);
 H_{II} ——两件式下壳体凸台高度,见图4,单位为毫米(mm);
 H_{III} ——三件式环形锁母凸缘厚度,单位为毫米(mm);
 h_G ——计算力臂,单位为毫米(mm);
 K ——直径比;
 M_p ——内压引起的弯矩,单位为牛毫米(N·mm);
 r_1 ——三件式上壳体凸台外径处圆角或倒角,单位为毫米(mm);
 r_3 ——三件式环形锁母内径处圆角或倒角,单位为毫米(mm);
 W ——抗弯截面模量,单位为立方毫米(mm³);
 β_y ——计算系数,由式(41)求取;
 δ_{II} ——两件式下壳体凸台在螺纹退刀槽处最小厚度,单位为毫米(mm);
 σ ——计算应力,单位为兆帕(MPa)。

6.10.2 几何尺寸

两件式结构隔膜式蓄能器,由上壳体(Ⅰ)和下壳体(Ⅱ)连接组成,见图4a)。三件式结构隔膜式蓄能器,由上壳体(Ⅰ)、下壳体(Ⅱ)和环型锁母(Ⅲ)连接组成,见图4b)。

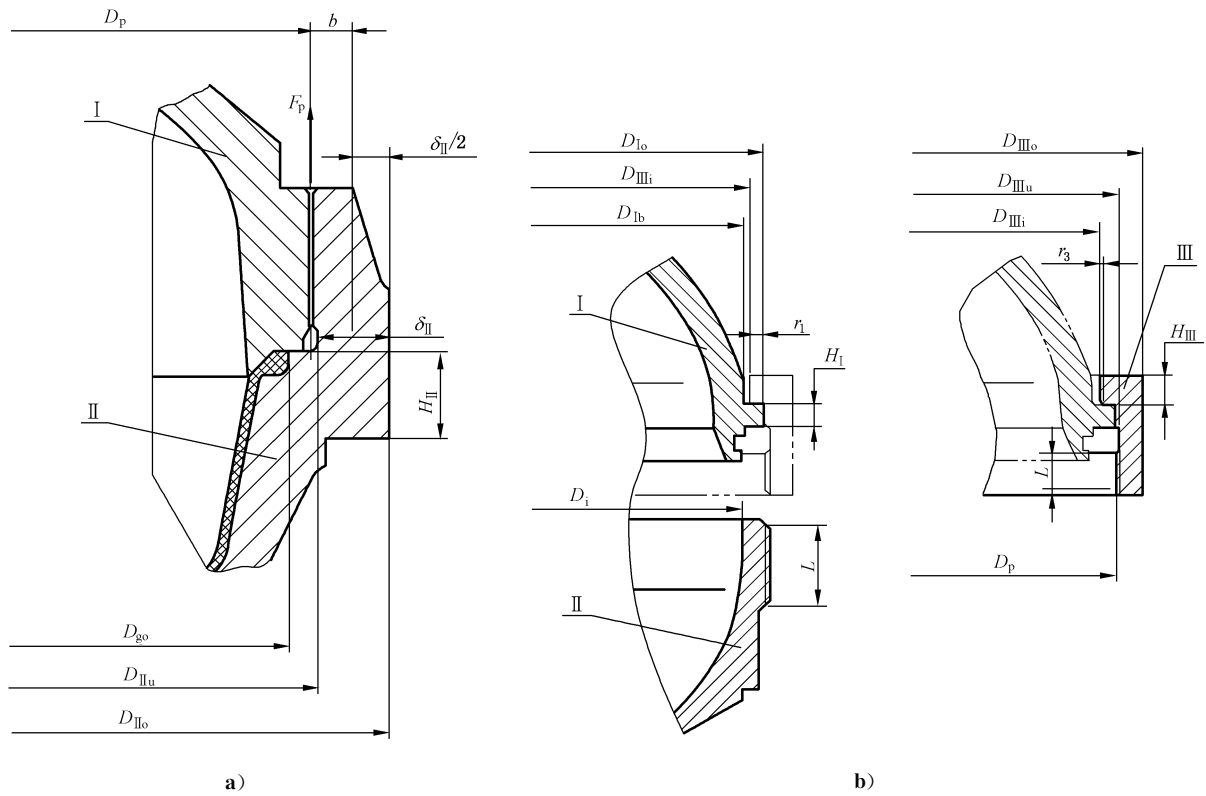


图 4 隔膜式蓄能器结构

6.10.3 螺纹计算

按 6.8 规定计算。

6.10.4 两件式结构下壳体凸台应力校核

按式(29)校核。

$$\sigma = \frac{M_p}{W} \leq [\sigma]^t \quad \dots\dots\dots (29)$$

式中：

$$M_p = F_p \cdot b \quad \dots\dots\dots (30)$$

$$F_p = \frac{\pi}{4} D_{go}^2 p_c \quad \dots\dots\dots (31)$$

$$b = 0.5(D_{IIo} - D_p) - 0.5\delta_{II} \quad \dots\dots\dots (32)$$

$$\delta_{II} = 0.5(D_{IIo} - D_{IIu}) \quad \dots\dots\dots (33)$$

$$W = \frac{\pi}{4} [(D_{IIo} - d_{go}) H_{II}^2 + (D_{IIu} + \delta_{II}) \cdot \delta_{II}^2] \quad \dots\dots\dots (34)$$

6.10.5 三件式结构应力校核

6.10.5.1 环形锁母接触面的压应力按式(35)校核：

$$\sigma = \frac{F}{A_j} \leq 1.35[\sigma]^t \quad \dots\dots\dots(35)$$

式中：

$$F = \frac{\pi}{4} D_i^2 p_c + F_0 \quad \dots\dots\dots(36)$$

$$A_j = \frac{\pi}{4} [(D_{1o} - 2 \cdot r_1)^2 - (D_{III} + 2 \cdot r_3)^2] \quad \dots\dots\dots(37)$$

6.10.5.2 环形锁母退刀槽处横截面应力按式(38)校核：

$$\sigma = \frac{F}{\frac{\pi}{4} (D_{IIIo}^2 - D_{IIIu}^2)} \leq [\sigma]^t \quad \dots\dots\dots(38)$$

6.10.5.3 环形锁母的凸缘厚度按式(39)校核：

$$H_{III} \geq \sqrt{\frac{\beta_y F \cdot h_G}{[\sigma]^t D_{III}}} \quad \dots\dots\dots(39)$$

式中：

$$h_G = 0.5D_p - 0.25(D_{1o} - 2r_1 + D_{III} + 2r_3) \quad \dots\dots\dots(40)$$

$$\beta_y = \frac{1}{K-1} \left[0.668\ 45 + 5.716\ 9 \frac{K^2 \log(K)}{K^2 - 1} \right] \quad \dots\dots\dots(41)$$

$$K = D_{IIIo} / D_{III} \quad \dots\dots\dots(42)$$

6.10.5.4 上壳体凸台接触面的压应力按式(35)校核。

6.10.5.5 上壳体凸台厚度应满足式(43)要求：

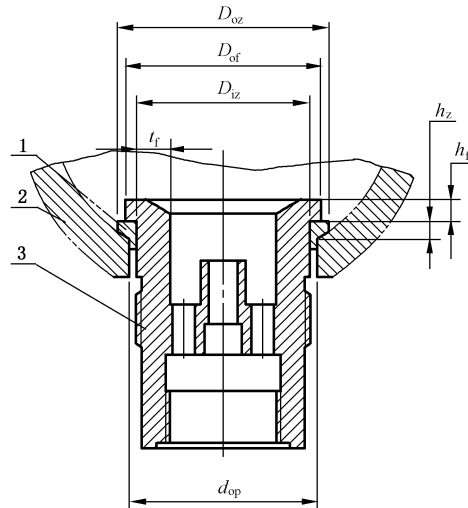
$$H_1 \geq 1.38 \sqrt{\frac{F(D_{1o} - 2 \cdot r_1 - D_{III} - 2 \cdot r_3)}{2[\sigma]^t D_{1b}}} \quad \dots\dots\dots(43)$$

6.11 囊式蓄能器油阀及支承环结构设计

6.11.1 专用符号：

- D_{iz} ——支承环凸台内径,取与油阀凸台小径相等,单位为毫米(mm)；
- D_{of} ——油阀凸台外径,单位为毫米(mm)；
- D_{oz} ——支承环凸台外径,单位为毫米(mm)；
- h_f ——油阀凸台厚度,单位为毫米(mm)；
- h_{f0} ——油阀凸台所需的厚度,单位为毫米(mm)；
- h_z ——支承环凸台厚度,单位为毫米(mm)；
- t_f ——油阀最小厚度,单位为毫米(mm)。

6.11.2 囊式蓄能器的支承环(1)和油阀(3)结构见图 5。



说明:

- 1——壳体;
2——支撑环;
3——阀体。

图 5 囊式蓄能器油阀端结构

6.11.3 阀体凸台接触面积应满足式(44)要求:

$$\frac{D_{of}^2 - D_{iz}^2}{D_{of}^2} > \frac{p_c}{1.5[\sigma]^t} \quad \dots\dots\dots (44)$$

6.11.4 阀凸台厚度应满足式(45)要求:

$$h_f > h_{f0} = \max \left[\frac{p_c \cdot D_{iz}}{2[\sigma]^t}, d_{iz} \sqrt{\frac{3}{4} \left(\frac{D_{of}}{D_{iz}} - 1 \right) \frac{p_c}{[\sigma]^t}} \right] \quad \dots\dots\dots (45)$$

6.11.5 阀体最小厚度应满足式(46)要求:

$$t_f > \max \left[h_{f0}, \frac{p_c D_{iz}}{2[\sigma]^t + p_c}, \frac{D_{iz}}{2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.5 \cdot p_c}{[\sigma]^t}} \right) \right] \quad \dots\dots\dots (46)$$

6.11.6 支撑环凸台厚度应满足式(47)要求:

$$h_z > \frac{p_c d_{op}}{2[\sigma]^t} \quad \dots\dots\dots (47)$$

6.11.7 阀支撑环与壳体所需接触面积应满足式(48)要求:

$$D_{oz} > d_{op} \sqrt{1 + \frac{p_c}{[\sigma]^t}} \quad \dots\dots\dots (48)$$

7 制造

7.1 一般规定

7.1.1 蓄能器制造除应满足 GB/T 150 和本章规定外,还应符合图样要求。

7.1.2 公称容积小于 30 L 的蓄能器以 501 只为一批;公称容积大于或等于 30 L 的蓄能器以 201 只为一批,余数仍按一批对待;同一批次的生产周期不得超过 3 个月。

7.1.3 除焊接隔膜式蓄能器外,其他结构蓄能器不得进行任何形式的焊接和焊补。焊接隔膜式蓄能器

壳体制造规定应满足附录 C 要求。

7.1.4 蓄能器壳体(含筒体、端盖)材料在制造过程中应保留可追溯性标志,标志的表达方式由制造单位规定或按图纸要求。

7.2 外观质量

7.2.1 囊式蓄能器壳体内、外表面应作处理,质量应达到 Sa2.5,筒体与封头应圆滑过渡,不应有裂纹、折叠、皱折、重皮、夹杂、沟痕和机械损伤及其他影响强度与耐腐蚀性的缺陷。活塞式、隔膜式蓄能器表面粗糙度应满足蓄能器的使用要求。

7.2.2 蓄能器外露零件表面应采用涂敷或用其他方法进行防腐蚀处理。除不锈钢材料外,防腐材料除应符合 JB/T 4711 的规定外,还应符合设计文件要求。

7.3 制造公差

7.3.1 壳体外径、圆度、直线度应在图样上注明。对于圆筒壳体,其制造公差应符合下列要求:

- a) 壳体圆度,在同一截面上测量其最大与最小外径之差,不应超过该截面平均外径的 2%;
- b) 壳体的直线度偏差不得超过其长度的 2‰。

7.3.2 壳体、封头及端盖的最小厚度应不小于图样规定的设计厚度。

7.3.3 螺纹尺寸应符合 GB/T 196 规定,螺纹公差应符合 GB/T 197 规定;螺纹公差等级不应大于 6 级。

7.4 热处理

7.4.1 蓄能器制造单位应确保完工壳体、端盖等受压元件满足第 5 章规定的材料性能要求。

7.4.2 当蓄能器制造单位使用外购壳体及其他受压元件进行组装生产时,应确保外购的壳体及其他受压元件满足第 5 章规定的材料性能要求。

7.4.3 制造厂应进行热处理工艺评定,建立健全合格的热处理制度,确保受压元件材料满足第 5 章的规定。

7.4.4 热处理时,应严格按评定合格的热处理工艺进行。

7.4.5 热处理装置应能自动记录热处理时间与温度关系曲线。

7.5 硬度

经调质热处理的壳体应按 GB/T 231.1 进行布氏硬度试验,测试部位应取壳体的两端及中部不少于 3 个不同的测试面,每个测试面测试点不得少于 4 个,并应均匀分布。对于长度小于 1 500 mm、公称厚度不大于 13 mm 的壳体,测点应取在壳体的两端测试面上,每个测试面测试点不得少于 2 个,这 4 个硬度值应按取自一个测试面对待。布氏硬度应满足以下要求:

- a) 每个测试面的布氏硬度(HBW)平均值应满足表 2 规定;
- b) 不同测试面的平均硬度值之差不得大于 40 HB。

7.6 无损检测

7.6.1 经调质热处理的壳体在热处理后应按 NB/T 47013.4 进行外表面磁粉检测, I 级合格。

7.6.2 活塞式蓄能器壳体螺纹应在组装前按 NB/T 47013.5 进行渗透检测, I 级合格。

7.7 组装

7.7.1 蓄能器应按图样要求装配。

7.7.2 组装前,应对各零部件进行清洗和检查。壳体内表面应清洁,无任何杂物;隔离件质量应符合相

应标准及图样规定。

7.7.3 组装后的蓄能器应进行动作试验,应无漏气、渗油和卡阻现象。

7.7.4 组装试验合格后,应在胶囊、隔膜内充填 0.05 MPa~0.15 MPa 气体压力或采用其他方法保证胶囊、隔膜处于自然状态。

7.7.5 囊式、隔膜式蓄能器进液口及活塞式蓄能器端盖开孔应采用防尘措施。

7.8 清洁度

当要求清洁度时,应在订货资料中指定双方同意的测定方法(液压试验回路、循环压力数值、循环次数等)、验收方式和验收标准。

8 性能和试验

8.1 壳体热处理后的力学性能

8.1.1 壳体热处理后的力学性能试样应从同批热处理中的一个壳体上截取(见图 6),拉伸试验试样数不少于 2 个,冲击试验试样数不少于 3 个,由于壳体尺寸限制无法加工力学性能试样或大于 30 L 的壳体可用与壳体同等结构的同一炉号材料代替,试样材料应与壳体同时热处理。

8.1.2 拉伸试样形状尺寸和试验方法按 GB/T 228.1 的规定,冲击试件的形状尺寸及试验方法应符合 GB/T 229 的规定。

8.1.3 取样位置按照图 6 要求;壳体热处理后的力学性能应符合表 2、表 3 的规定。

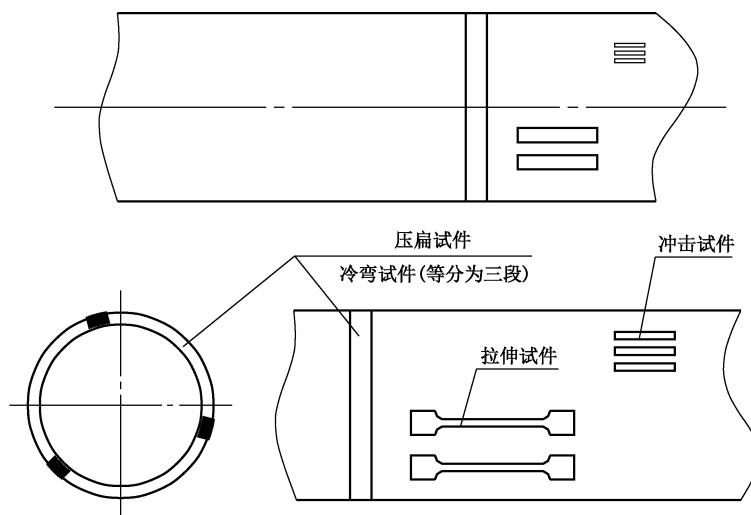


图 6 试样截取示意图

8.2 压扁试验

8.2.1 当蓄能器壳体外径 $D_o \leq 355$ mm,且 $D_o/\delta_n > 10$ 时,应进行压扁试验,压扁试样应和力学性能试验试样取自同一壳体;外径 > 355 mm, $D_o/\delta_n \leq 10$ 时可做压扁试验或冷弯试验。

8.2.2 试样宽度应不小于 65 mm、不大于 100 mm。

8.2.3 试验时室温一般应在 10 °C~35 °C 的范围内,压板的移动速率不应超过 25 mm/min。

8.2.4 对于调质热处理后蓄能器壳体,将试样一直压到两平板间的距离小于 $0.8D_o$,无裂纹为合格。

8.2.5 对于其他热处理状态的蓄能器壳体,将试样一直压到两平板间的距离小于按式(49)计算出的 H

值时,试样的内、外侧表面或两端面均无裂纹或破裂发生为合格。

$$H = (1 + \alpha) S_{ao} / (\alpha + t / D_o) \dots\dots\dots (49)$$

- 式中:
- H ——压板之间的距离,单位为毫米(mm);
 - α ——单位长度的变形系数,对于给定类别的钢是一定值,35、45 锻件为 0.07,铬钼低合金钢为 0.08,奥氏体不锈钢、其他碳素钢和低合金钢为 0.09;
 - S_{ao} ——试样实测平均厚度,单位为毫米(mm);
 - D_o ——试样外径,单位为毫米(mm)。

8.2.6 压扁试验方法按照 GB/T 246 执行。

8.2.7 做压扁试验的蓄能器壳体免做冷弯试验。

8.3 冷弯性能

8.3.1 冷弯性能试验的试样应在按 8.1.1 规定的同一壳体(或试样)上截取(见图 7),试样形状尺寸和试验方法按 GB/T 232 的规定。

8.3.2 任取其中一个进行加工,加工后试样的侧表面粗糙度不低于 12.5 μm ,圆角半径应不大于 2 mm。

8.3.3 冷弯试样应按图 7 所示进行弯曲试验,弯心直径应符合表 5 的规定,冷弯性能试验的其他要求应符合 GB/T 232 的规定。

8.3.4 试验结果的评定以试样表面无裂纹为合格。

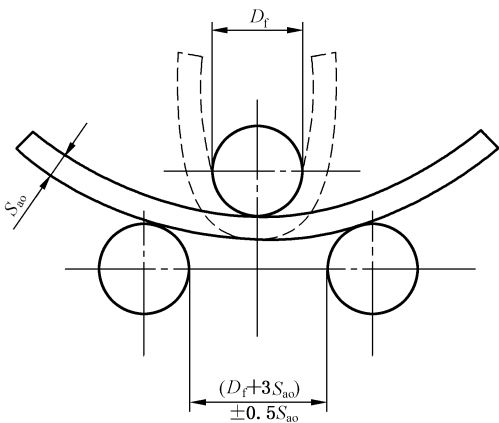


图 7 冷弯试验示意图



表 5 冷弯试验的弯心直径

壳体实测抗拉强度 R_{mo} MPa	≤ 580	$> 580 \sim 685$	$> 685 \sim 784$	$> 784 \sim 880$	$> 880 \sim 950$	$> 950 \sim 1\,040$
弯心直径 D_f Mm	$3\delta_n$	$4\delta_n$	$5\delta_n$	$6\delta_n$	$7\delta_n$	$8\delta_n$

8.4 金相组织及晶粒度

8.4.1 标准抗拉强度下限值大于 540 MPa 的材料热处理后金相组织应为回火索氏体,在需方要求晶粒度范围时,应在订货资料中指定,由供需双方协商测定方法。

8.4.2 测定晶粒度的试件应从拉伸试样位置上制取。

8.4.3 晶粒度应为 6 级或更高。

8.5 耐压试验

- 8.5.1 壳体的耐压试验应符合 GB/T 9251—2011 中第 7 章的规定,试验压力应取设计压力的 1.25 倍。
- 8.5.2 耐压试验时,试验压力下保压时间不得少于 1 min,压力表指针不得回降,壳体应无明显变形和泄漏等异常现象、无异常响声。

8.6 疲劳试验

- 8.6.1 蓄能器的疲劳试验装置、测试仪表、试验介质、试验温度应符合 GB/T 9252 规定。
- 8.6.2 蓄能器的疲劳试验要求按照 6.2.4~6.2.6 及附录 F 的规定执行。
- 8.6.3 疲劳试验应对去除隔离元件后的整机进行。
- 8.6.4 疲劳试验过程中,密封部位应无泄漏,主要受压元件应无破坏和异常变形。

8.7 爆破试验

- 8.7.1 壳体的爆破试验应符合 GB/T 15385 的规定,且应符合以下规定:
- a) 试验管路中不得有气体存在;
 - b) 升压速度不得超过 0.5 MPa/s。
- 8.7.2 壳体材料标准抗拉强度下限值大于 540 MPa 的蓄能器壳体爆破后的主破口应在筒体部位且为塑性破口,断口边缘应有明显的剪切唇,爆破后应无碎片产生,断口上不得有明显的金属缺陷;
- 注:可采用必要的方式保证完成爆破试验,以便判断破口是否满足要求。
- 8.7.3 材料标准抗拉强度下限值小于或等于 540 MPa 的蓄能器壳体,最高试验压力不低于 8.7.4,即可视为爆破试验合格。
- 8.7.4 爆破压力应满足式(50)的要求:

$$p_b \geq \frac{2\delta_a \cdot R'_m}{D_o - \delta_a}$$

.....(50)

8.8 密封性能试验

组装后的蓄能器应按表 6 规定的充气压力和试验压力进行密封性能试验,保压时间不得少于 1 min,各密封处不得有漏气或渗油现象。

表 6 密封性能试验条件

蓄能器类型	囊式	隔膜式	活塞式
充气压力	0.35 <i>p</i>	0.35 <i>p</i>	0.15 <i>p</i>
试验压力	1.10 <i>p</i>	1.10 <i>p</i>	1.10 <i>p</i>

8.9 动作性能试验

组装后的蓄能器应按表 7 的规定进行动作性能试验,试验过程中不得有漏气或渗油现象。

表 7 动作性能试验条件

动作次数	充气压力		气压偏差/%	液压油的压力 变化范围
	囊式、隔膜式	活塞式		
不少于 10 次	0.35 <i>p</i>	0.15 <i>p</i>	0~5	0.35 <i>p</i> ~0.70 <i>p</i>

8.10 排出流量试验

当需方要求提供实际排出流量时,可按照设计条件规定的充气压力及动作压力(油压)的变化,测定排出时间以及排出容积,计算实际排出流量;测试装置参见附录 H。

9 检验规则

9.1 出厂检验

9.1.1 蓄能器在出厂前应按表 8 规定的项目进行检验。

9.1.2 抽样及复验规则:

- a) 壳体的检验应在热处理后进行,应按批随机抽出 1 只进行检验;
- b) 检验结果不合格时,应对不合格项目进行加倍数量的复验。若复验结果合格,则该批检验合格;若复验仍不合格,允许对该批壳体进行重新热处理;
- c) 经重新热处理的该批壳体,应按新批对待并应重新进行检验;
- d) 热处理温度在钢材共析温度以上时,则重新热处理次数不得多于 2 次。

9.2 型式试验

9.2.1 凡属下列情况之一者,应按表 8 规定重新进行型式试验:

- a) 新设计制造的蓄能器定型产品;
- b) 定型产品转厂生产,工艺条件发生变化;
- c) 在原设计基础上,新设计的蓄能器定型产品内径变化超过 5%、长度变化超过 60%;
- d) 使用境外牌号材料制造的蓄能器定型产品;
- e) 生产间断一年以上恢复生产时;
- f) 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时;
- g) 特种设备安全监督管理部门提出进行型式试验时。

表 8 检验项目一览表

品名	序号	检验项目 ^a	检验方法	出厂检验		型式试验	判定依据
				逐只检验	批量检验		
壳体	1	壁厚	超声测厚	√		√	7.3.2
	2	制造公差	长度量具	√		√	7.3.1、7.3.3
	3	内、外表面质量	目视检查	√		√	7.2.1
	4	拉伸试验	GB/T 228.1		√	√	8.1.3
	5	冲击试验	GB/T 229		√	√	5.2.6
	6	压扁试验	GB/T 246		√	√	8.2.4、8.2.5
	7	冷弯试验	GB/T 232		√	√	8.3.4
	8	硬度测定	GB/T 231.1	√		√	7.5
	9	无损检测	NB/T 47013	√		√	7.6
	10	耐压试验 ^b	GB/T 9251—2011	√		√	8.5.2
	11	爆破试验	GB/T 15385			√	8.7.2
	12	化学成分分析 ^c	GB/T 223		√	√	5.2.3

表 8 (续)

品名	序号	检验项目 ^a	检验方法	出厂检验		型式试验	判定依据
				逐只检验	批量检验		
蓄能器	13	疲劳试验 ^d	8.6,附录 F			√	8.6.2
	14	密封性能	8.8	√		√	8.8
	15	动作性能	8.9	√		√	8.9
^a 活塞式蓄能器端盖进行 1~5、8、9 项检验。 ^b 焊接隔膜式蓄能器壳体耐压试验按照附录 C 规定执行。 ^c 按 5.2.3 需要进行材料化学成分复验时。 ^d 按 6.2.4~6.2.6,分类进行。							

9.2.2 型式试验时,应从同一批次生产的壳体中随机抽取 2 只,其中 1 只做爆破试验,另 1 只做力学性能试验;疲劳试验试样数量按附录 F 要求。

10 标志、包装、运输



10.1 标志

10.1.1 标记应设置在蓄能器的明显位置,以便使用者识别、使用。其位置和工艺不应影响蓄能器本身的强度。

10.1.2 每只蓄能器均应设置铭牌,铭牌与蓄能器的连接可以是永久固定的,也可以是非固定的。铭牌至少应包括以下内容:

- a) 产品名称及型号;
- b) 制造单位名称及制造许可证编号;
- c) 产品出厂编号;
- d) 制造日期;
- e) 设计压力和设计温度;
- f) 公称容积;
- g) 推荐使用寿命;
- h) 蓄能器设计类型(疲劳试验类别);
- i) 蓄能器图形符号。

10.1.3 蓄能器主要受压元件(壳体、端盖、螺纹隔膜式蓄能器环形锁母)应打上永久性标示,标示至少应包括以下内容:

- a) 制造单位代号;
- b) 产品出厂编号;
- c) 产品型号;
- d) 设计温度;
- e) 监检标记(规范或客户有要求时)。

10.1.4 如使用钢印打永久性标示,设计方需考虑钢印对壳体疲劳寿命的影响,在设计总图中注明钢印的位置、深度等要求。

10.1.5 每只蓄能器上应设置警示标签,警示内容包括:

- “本产品为压力容器,卸压后方可拆除”;
- “本产品仅可充装氮气”等。

10.2 运输包装

蓄能器的涂敷、包装和运输应符合 JB/T 4711 的规定。

11 随机文件

11.1 随机文件至少应包括产品合格证、使用说明书和质量证明书、竣工图(复印件)和特种设备制造监督检验证书(监检产品提供)。

11.2 使用说明书应包括设计压力、试验压力、允许使用温度范围、允许工作压力波动范围及循环次数要求、工作介质、安装连接形式、使用和维护保养等方面内容。

11.3 质量证明书应包括本标准规定的批量检验项目和逐只检验项目数据。

11.4 文件保存:蓄能器产品有关的技术文件和记录应归档保存,保存年限不少于蓄能器产品的设计使用年限。至少应按批号保存下列技术文件备查:

- 质量计划;
- 制造工艺图或制造工艺卡;
- 质量证明文件;
- 焊接工艺和热处理工艺文件;
- 标准中要求的检验、试验项目记录;
- 制造过程中及完工后的检查、检验、试验记录;
- 蓄能器原设计图。



12 蓄能器的安全使用

12.1 概述

12.1.1 使用单位应配备具有压力容器专业知识、熟悉国家相关法律、法规、安全技术规范和标准的安

全管理人员,负责蓄能器的日常管理工作。

12.1.2 蓄能器应严格按照本标准和产品使用说明书规定充装介质。

12.2 安全装置

12.2.1 安全阀、爆破片

为避免蓄能器内压超过最高允许工作压力,在装有蓄能器的液压系统中应设安全装置。常用的安全装置是安全阀,但对于特殊场合(主要在气体侧),也可使用爆破片。囊式、隔膜式、活塞式蓄能器安全阀可装设在进油口,但在蓄能器与安全阀之间不应设截止阀,确需安装截止阀的应确保该阀门在蓄能器工作状态时为常开。

安全装置的动作压力按 GB/T 150.1—2011 中附录 B 的规定执行,不应将安全阀用于限制正常的工作压力或其他控制功能。

12.2.2 压力表

压力表应校验合格且在有效期内,其量程为最高允许工作压力的 1.5 倍到 3 倍,精度不低于 1.6 级。最高允许压力要用红色警示标记指示。压力表可安装在:

- a) 与蓄能器相连的接头上；
- b) 通往一个或多个蓄能器的压力源管道上，压力源管道上的压力表不应被截止阀与蓄能器隔离开。

12.2.3 关闭装置

为了便于对蓄能器进行维修、充气操作或在长时间停机时关闭蓄能器，在液压源与蓄能器之间应设截止阀；为防止液体回流，在液压源与蓄能器之间可设单向阀，此时则不必再设置关闭装置。设置的关闭装置应操作简便。

12.2.4 液体侧的卸压装置

当装有蓄能器的液压系统关闭或当回路断开时，该系统应自动排除液体侧的压力。在特殊的情况下，机器关闭后还需要压力的地方（例如，当使用蓄能器保持液压夹紧装置的压力），可主动使蓄能器隔离开。

压力释放装置可以是卸压阀、球形旋塞、中心位置开口或有端部位置开口的定向控制阀。在操作释放装置时，相关压力表应可见。

12.2.5 气体侧的卸压装置

按照制造厂的产品使用说明书，使用专用的充气装置安全地打开充气螺钉或充气阀，以进行部分释放或完全释放充气压力。

12.3 使用前的检查和测试

12.3.1 所有蓄能器使用前应检查下列项目：

- a) 出厂资料是否符合本标准规定；
- b) 外观是否完好，有无影响安全性能的损伤；
- c) 铭牌、钢印是否与出厂资料一致。

12.3.2 蓄能器安装及检查：

- a) 蓄能器宜充气阀朝上竖直安装，为便于维护和检查，充气阀端应留有一定的空间。
- b) 蓄能器应牢固地安装在固定支架或壁面上，其安装部位要考虑由于冲击或振动引起机械损伤的潜在因素及外部腐蚀的可能性。当蓄能器被用于缓冲和吸收脉冲时，其安装位置宜接近振动源。
- c) 不得对蓄能器采用焊接的方法进行固定。
- d) 使用前对蓄能器安装及固定进行安全检查，以免对使用者或周围的人带来危险。应始终保持铭牌和警示标识等易于识别。

12.3.3 安全装置的检查：

- a) 安全阀和/或爆破片应校验合格且在有效期内，其整定压力应满足 12.2.1 的要求；
- b) 回流管路是否正确安装；
- c) 压力表是否正确安装，量程和精度是否满足要求；
- d) 12.2 中规定的其他安全装置是否正确安装；
- e) 所有连接管道是否正确安装，连接管道应保证液压油正常循环并满足工作压力的要求，且不影响其他安全装置的工作；
- f) 警示标识是否便于识别；
- g) 若用户不具备安全装置检查的能力，应委托具有相应专业知识的技术人员进行。

12.4 充气过程中的限制

12.4.1 蓄能器应使用专用的充气装置连接到充气口或充气阀,充装无氧的干燥氮气。当气源压力高于蓄能器最大允许工作压力时,应当在气源出口和充气工具之间连接减压装置,减压装置应配备两块压力表[一个高压表(进气)和一个低压表(出气)]、低压调节旋钮、关闭装置和整体减压装置。

12.4.2 蓄能器严禁充装氧气、压缩空气或其他可燃、氧化性气体,否则极易引发爆炸。

12.5 检查和维护

12.5.1 蓄能器在投用后,应定期对充气压力进行检查。新投入使用蓄能器宜每周进行检查,以便及时发现渗漏。

12.5.2 装置长期停用应关闭进油口与液压源之间的截止阀,以保持蓄能器油压在充气压力以上。

12.5.3 拆卸蓄能器需在专业技术人员的指导下进行,在拆卸蓄能器之前应卸去油压,并使用充气工具卸掉气体压力。

12.6 报废

12.6.1 使用中发现蓄能器壳体存在明显机械损伤或部件等腐蚀严重的应及时更换,予以报废。

12.6.2 使用时间超过设计使用寿命的蓄能器报废后应做破坏处理。



附 录 A
(资料性附录)

囊式蓄能器的结构型式和标记方法

A.1 结构型式

A.1.1 囊式蓄能器按拆装方式,分为 A 型、AB 型、B 型 3 种结构型式:

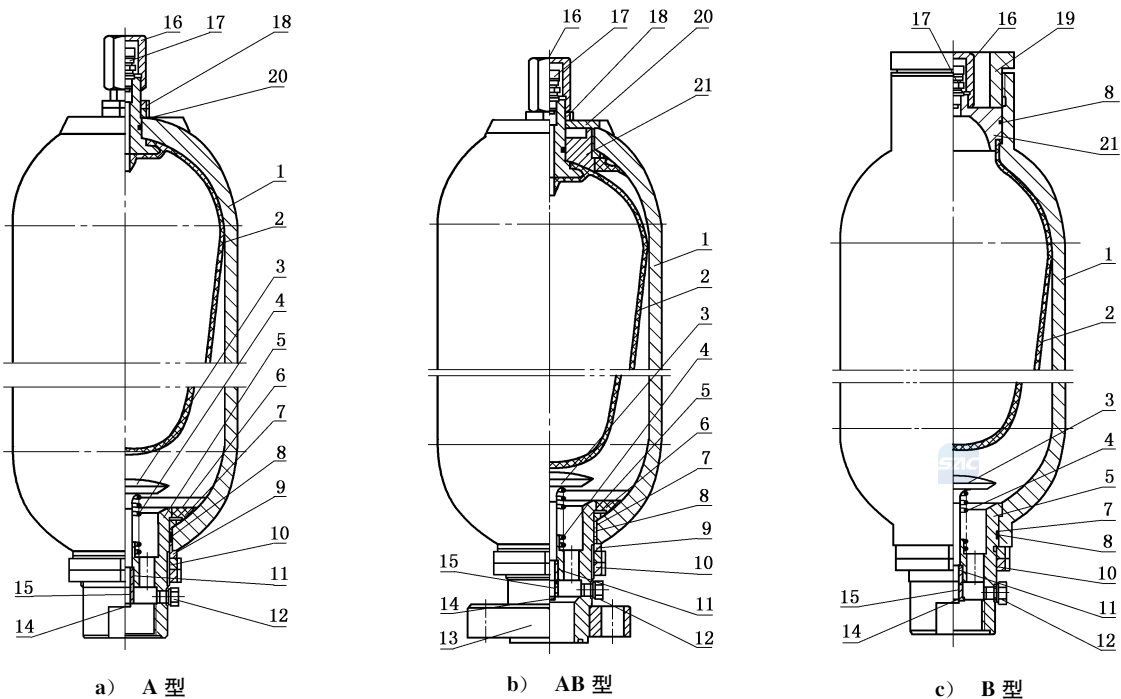
- a) A 型蓄能器壳体一端开大孔,一端开小孔,蓄能器拆装或更换胶囊时需将蓄能器从液压系统中卸下进行。
- b) AB 型蓄能器壳体两端开大孔,蓄能器拆装需将蓄能器从液压系统中卸下进行,更换胶囊时不需将蓄能器从液压系统中卸下。
- c) B 型蓄能器壳体两端开大孔,其拆装和胶囊更换时同 AB 型蓄能器。

A.1.2 按与液压系统的管道连接方式,分为螺纹连接(L)和法兰连接(F)两种。

A.1.3 A 型、AB 型蓄能器型采用 A 型结构胶囊,B 型蓄能器采用 B 型结构胶囊。

A.2 结构图和零件名称

囊式蓄能器的整体结构图及零件名称见图 A.1。

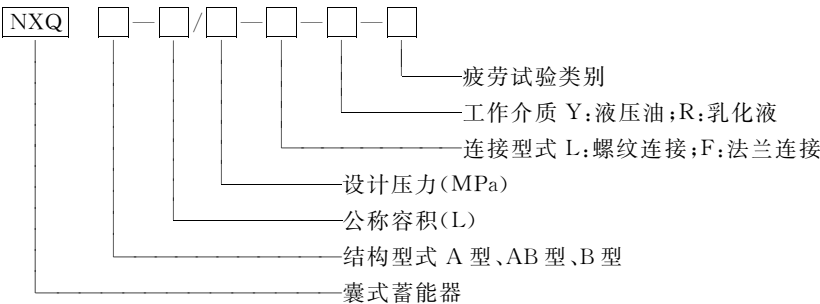


说明:

- | | | | | | | | |
|---|-------|----------|------------|----|---------|----|--------|
| 1 | ——壳体; | 6 | ——橡胶支承环; | 11 | ——活塞; | 16 | ——保护帽; |
| 2 | ——胶囊; | 7 | ——挡圈; | 12 | ——螺塞; | 17 | ——充气阀; |
| 3 | ——阀芯; | 8 | ——橡胶 O 型圈; | 13 | ——法兰; | 19 | ——压环; |
| 4 | ——弹簧; | 9 | ——压环; | 14 | ——销; | 21 | ——堵头。 |
| 5 | ——阀体; | 10、18、20 | ——螺母; | 15 | ——防松螺母; | | |

图 A.1 囊式蓄能器的整体结构图

A.3 定型产品表示方法



示例：
A 型、公称容积为 1.6 L、设计压力为 10 MPa、螺纹连接、工作介质为液压油、第 I 类疲劳试验要求的囊式蓄能器，则表示为：NXQA-1.6/10-L-Y-I。

附 录 B
(资料性附录)

螺纹连接隔膜式蓄能器的结构型式和标记方法

B.1 结构型式

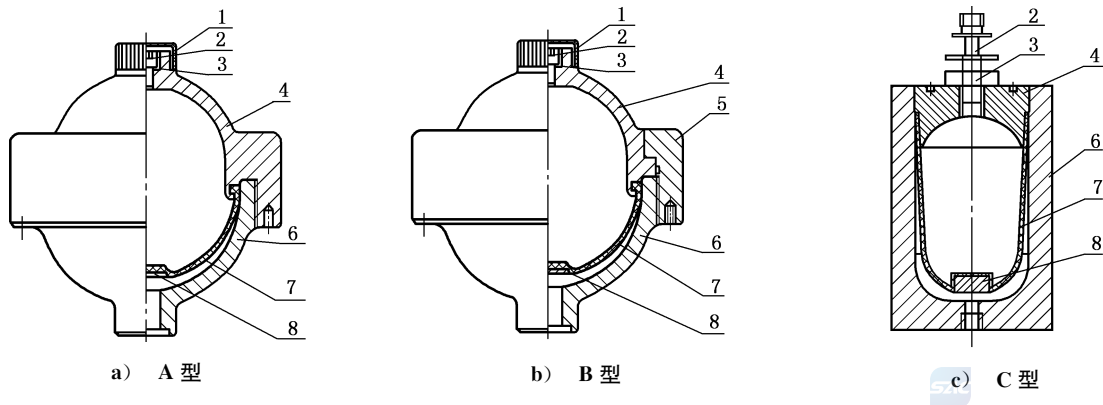
B.1.1 按壳体连接方式,隔膜式蓄能器分为 A 型、B 型、C 型 3 种结构型式:

- a) A 型蓄能器壳体分上下两部分,上壳体为外螺纹,下壳体为内螺纹,上下壳体由螺纹旋合连接;
- b) B 型蓄能器壳体由环形锁母将上下壳体连接组成;
- c) C 型蓄能器壳体由圆筒形壳体和端盖连接组成。

B.1.2 A 型、B 型、C 型蓄能器分别采用 A 型、B 型、C 型结构隔膜。

B.2 结构图和零件名称

整体结构图及零件名称见图 B.1。

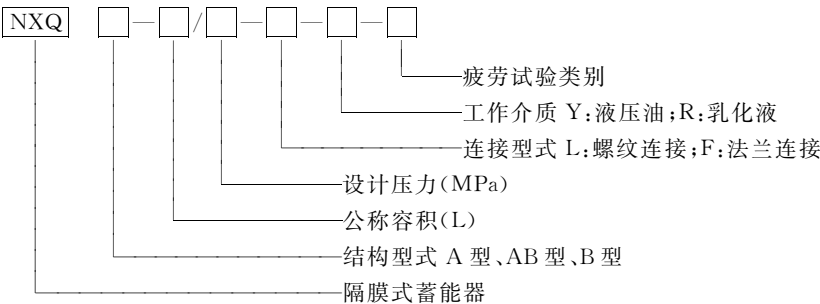


说明:

- 1——气阀护帽;
- 2——充气阀;
- 3——组合密封垫圈;
- 4——上壳体(端盖);
- 5——锁母;
- 6——下壳体;
- 7——隔膜;
- 8——加强盘。

图 B.1 螺纹连接隔膜式蓄能器的整体结构图

B.3 定型产品表示方法



示例：A 型、公称容积为 1.6 L、设计压力为 10 MPa、螺纹连接、工作介质为液压油、第 I 类疲劳试验要求的隔膜式蓄能器，则表示为：GXQ A-1.6/10-L-Y-I。

附 录 C
(规范性附录)
焊接隔膜式蓄能器技术条件

C.1 范围

C.1.1 本附录规定了钢制焊接隔膜式蓄能器的材料、设计、制造、性能 and 试验、检验规则；包装、运输和安全使用等要求应满足本标准正文规定。

C.1.2 本附录蓄能器通用参数为：

- 设计压力： $P \leq 33 \text{ MPa}$ ；
- 设计温度： $-40 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim +120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 公称容积： $0.025 \text{ L} \sim 5.0 \text{ L}$ 。

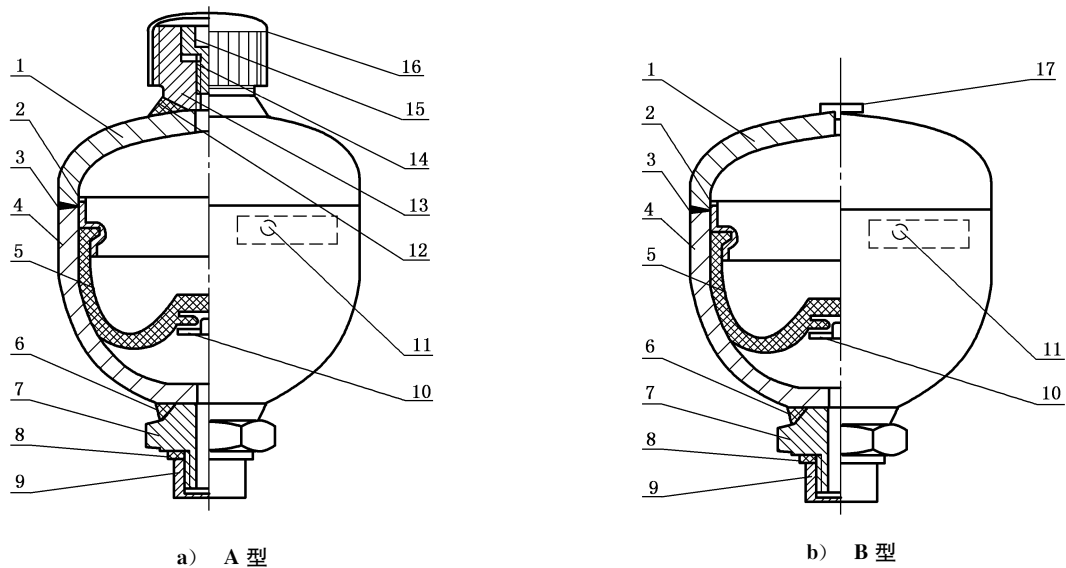
C.1.3 对于超出本附录规定的焊接隔膜式蓄能器，其设计和制造应通过全国锅炉压力容器标准化技术委员会组织的技术评审。

C.2 分类

C.2.1 焊接隔膜式蓄能器按照结构型式分为 A 型和 B 型。

C.2.2 A 型为可重复充气的蓄能器，其结构型式见图 C.1a)。

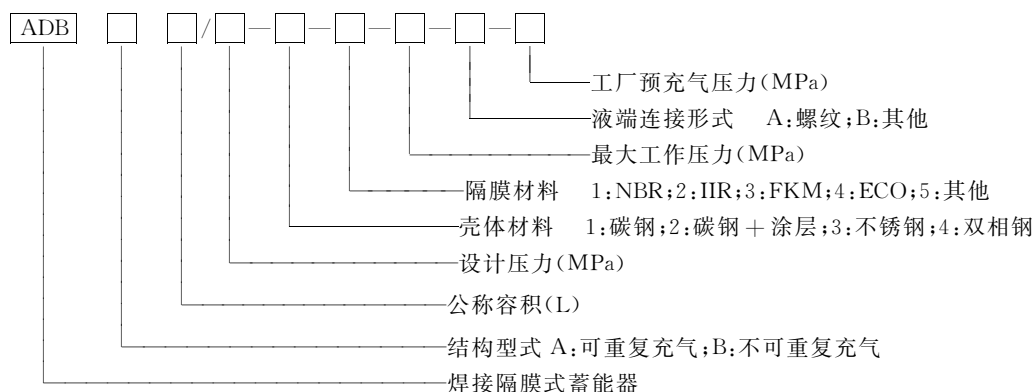
C.2.3 B 型为不可重复充气蓄能器，出厂充气并密封，其结构型式见图 C.1b)。



- 说明：
- | | | | | |
|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| 1 —— 上壳体； | 5 —— 橡胶隔膜； | 9 —— 护帽； | 12 —— 气端焊缝； | 15 —— 充气螺钉； |
| 2 —— 支撑环； | 6 —— 液端焊缝； | 10 —— 阀片； | 13 —— 气端接头； | 16 —— 气端护帽； |
| 3 —— 壳体焊缝； | 7 —— 液端接头； | 11 —— 钢印； | 14 —— 密封垫； | 17 —— 焊钉。 |
| 4 —— 下壳体； | 8 —— 密封圈； | | | |

图 C.1 焊接隔膜式蓄能器结构图

C.2.4 焊接隔膜蓄能器型号表示方法:



示例：

可重复充气、公称容积为 0.75 L、设计压力为 21 MPa、壳体材料碳钢、隔膜材料 ECO、最大工作压力 20MPa、螺纹连接、预充气压力 6 MPa 的焊接隔膜式蓄能器,表示为:ADB A 0.75/21-1-4-20-A-6。

C.3 材料

C.3.1 焊接隔膜式蓄能器壳体材料根据成形方式选择,且应符合压力容器用材料技术要求。

C.3.2 境外牌号及新材料的使用应符合 TSG 21 的规定。

C.4 设计

C.4.1 蓄能器可采用标准正文的设计公式进行设计,疲劳试验按照 C.6.5 进行。

C.4.2 采用其他方法设计的蓄能器,疲劳试验按 C.6.5 进行。

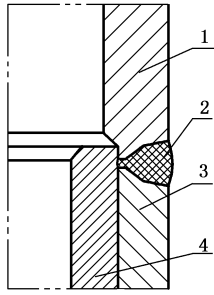
C.4.3 对于能确定压力波动范围和循环次数等技术参数的蓄能器,可按 JB 4732—1995 进行疲劳分析,并在设计图样中给出疲劳试验的要求。

C.5 制造

C.5.1 蓄能器制造除应满足本附录要求外,还应符合图样要求。

C.5.2 蓄能器壳体以 501 只为一批,余数仍按一批对待。

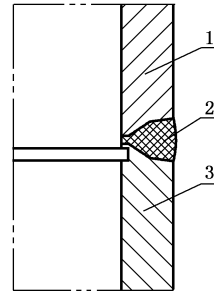
C.5.3 为防止上下壳体焊接过程中熔化金属对内部隔膜的损伤,焊缝内侧应有环形的永久衬板(如图 C.2)或者上下壳体采用止口装配(如图 C.3)。



说明：

- 1——上壳体；
- 2——焊缝；
- 3——下壳体；
- 4——支撑环/衬板。

图 C.2 支撑环或永久衬板式



说明：

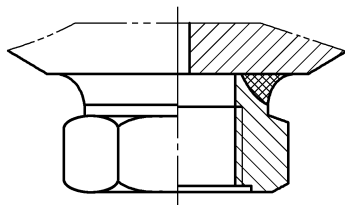
- 1——带凸缘的上壳体；
- 2——焊缝；
- 3——下壳体。

图 C.3 止口式

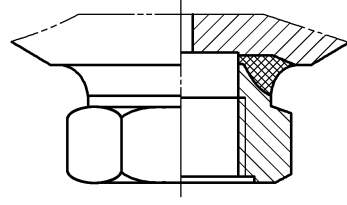
C.5.4 无损检测应符合以下要求：

- a) 壳体焊缝需 100% 射线检测，质量等级不低于 GB/T 22085.1 标准 B 级要求。
- b) 接头焊缝需按 NB/T 47013.5 进行渗透检测，I 级合格。

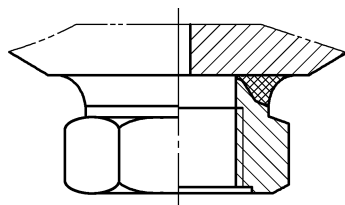
C.5.5 充气端和液端接头的典型焊接形式如图 C.4 所示。



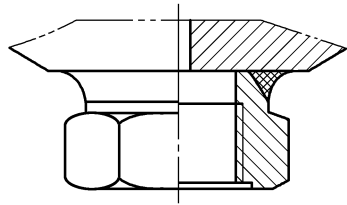
a) 放置式 J 形焊缝部分焊透



b) 插入式 J 形焊缝全焊透



c) 放置式 J 形焊缝全焊透



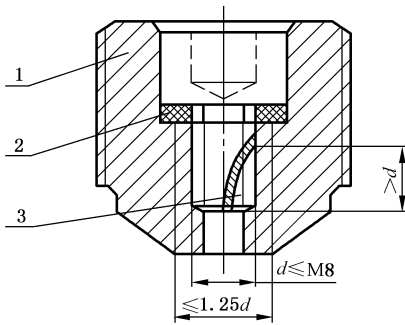
d) 放置式 角焊缝部分焊透

图 C.4 充气端和液端接头的典型焊接形式

C.5.6 蓄能器总成焊接完成后应采用适当的方式消除焊接残余应力。

C.5.7 充气螺钉的技术要求：

- a) 充气螺钉的螺纹直径应限制在 M8 以下；密封垫的内径不应超过螺纹直径的 25%。
- b) 充气螺钉性能等级不低于 8.8 级且应具有排气口等安全结构，排气口的形状可以是长槽、钻孔等形式。当排气口向外排气时，保留的螺纹长度不应小于螺钉的直径；如图 C.5 所示：



说明：
1——蓄能器充气口；
2——密封件；
3——充气螺钉。

图 C.5 充气螺钉组装方式

C.6 性能与试验

C.6.1 焊接工艺评定

焊接试件的制备及取样、力学性能等要求按照 NB/T 47014 执行。

C.6.2 功能性试验

C.6.2.1 预充气压力试验：开始试验前，将蓄能器放置在设计文件要求的充气温度下 1 h 以上；在设计文件要求的充气温度下进行预充气压力试验。试验时，介质填充流量 15 mL/min~20 mL/min，液端压力 $\geq P_0 + 2$ MPa，测定的充气压力与设计文件要求的充气压力之间的误差应小于 0.1 MPa。见图 C.6。

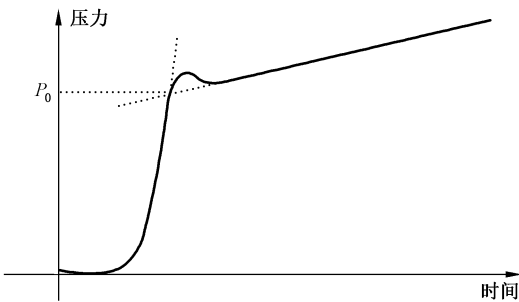


图 C.6 预充气压力试验

C.6.2.2 存储过程中的气密性：蓄能器在室温下储存 70 天，按 C.6.2.1 重复其功能性试验，记录预充气压力，其压力值与最初测定值之间的偏差应小于 0.1 MPa。

C.6.3 冷热冲击试验

蓄能器按表 C.1 规定进行冷热冲击试验。在试验结束后应无变形、破裂或其他缺陷出现，按 C.6.2.1 检查预充气压力并应符合其规定的数值。

表 C.1 冷热冲击试验参数

试验温度 ℃	温度误差 ℃	保温时间 h	转移时间 s	冲击次数
设计文件规定的试验温度	设计文件规定的试验温度的 0%~5%	≥1	≤20	300

C.6.4 耐压试验

壳体的耐压试验按 8.5 规定执行。

C.6.5 疲劳试验

C.6.5.1 蓄能器的疲劳试验装置、测试仪表、试验条件与规程应符合 GB/T 9252 规定。

C.6.5.2 蓄能器的疲劳试验要求按照表 C.2 规定。

表 C.2 试验压力、温度及疲劳循环频率

级数	温度 ℃	充气压力 MPa	试验压力下限 MPa	试验压力上限 MPa	单周期内 动作次数	总热循环周期要求 万次	频率 次/min
1	—40	$P_0 \pm 5\%$	$1.1P_t \pm 2\%$	$P_c \pm 2\%$	50	军工行业: ≥ 80 汽车行业: ≥ 60 风电行业: ≥ 40 工程机械: ≥ 30	≥ 8
2	—20				300		
3	80				5 000		
4	90				3 000		
5	100				1 000		
6	110				600		
7	120				50		
注 1: P_t 为 P_0 在不同试验温度下的对应值, 可由气体状态方程求得。							
注 2: 其他液压系统用焊接隔膜式蓄能器疲劳试验规则可按客户实际要求由供需双方协商。							

C.6.5.3 试验应使用非腐蚀性、不可燃、与试验蓄能器中各种非金属零件匹配的液体介质;并且在试验温度下其动黏度应不大于 60 mm²/s。

C.6.5.4 出现以下情况之一时,疲劳试验判定为不合格:

- a) 每 20 000 次循环试验后测定一次预充气压力,压力下降>10% P_0 ;
- b) 受试蓄能器出现永久变形、裂纹和介质外泄等现象;
- c) 总热循环周期完成后,解剖蓄能器,蓄能器主体结构与设计规定不符,气腔有渗油现象。

C.6.6 爆破试验

C.6.6.1 壳体的爆破试验应符合 GB/T 15385 的规定。

C.6.6.2 爆破压力应满足式(C.1):

$$p_b \geq 4p_c \dots\dots\dots (C.1)$$

C.7 检验规则

C.7.1 出厂检验

C.7.1.1 蓄能器在出厂前应按表 C.3 规定的项目进行检验。

C.7.1.2 抽样及复验规则：

- a) 蓄能器应按批随机抽出 1 只进行检验；
- b) 检验结果不合格时，应对不合格项目进行加倍数量的复验；
- c) 若复验结果合格，则该批检验合格；若复验仍不合格，应按新批对待并应重新进行检验。

C.7.2 型式试验

凡属下列情况之一者，应按表 C.3 规定重新进行型式试验：

- a) 新设计制造的蓄能器；
- b) 产品转厂生产，工艺条件发生变化；
- c) 使用境外牌号材料制造的蓄能器；
- d) 生产间断一年以上恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时。

表 C.3 检验项目一览表

序号	检验项目	检验方法	出厂检验		型式试验	判定依据
			逐只检验	批量检验		
1	壁厚	超声测厚	√		√	7.3.2
2	外观质量	目视检查	√		√	7.2.1
3	预充气压力试验	C.6.2.1		√	√	C.6.2.1
4	存储过程中的气密性	C.6.2.2		√	√	C.6.2.2
5	冷热冲击试验	C.6.3		√	√	C.6.3
6	壳体环缝检测	GB/T 22085.1	√		√	C.5.4
7	接头焊缝检测	NB/T 47013.5		√	√	C.5.4
8	耐压试验	GB/T 9251—2011	√		√	8.5.2
9	疲劳试验	C.6.5			√	C.6.5
10	爆破试验	GB/T 15385			√	C.6.6.2



附 录 D
(资料性附录)
活塞式蓄能器的结构型式和标记方法

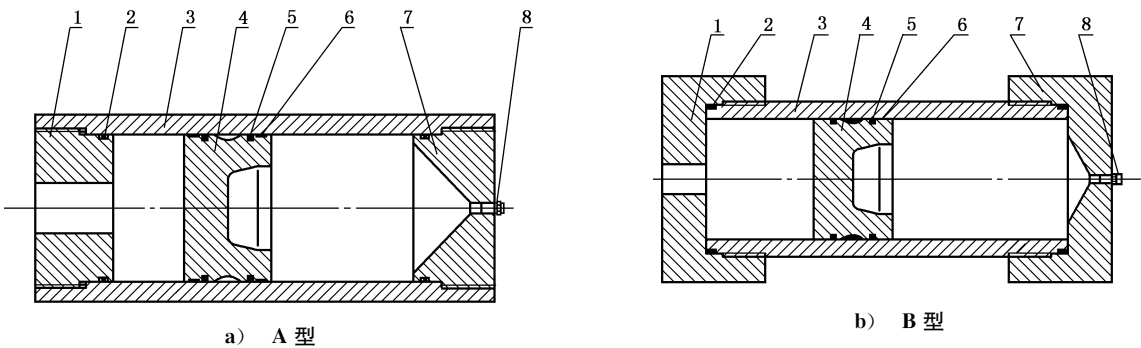
D.1 结构型式

按螺纹连接方式活塞式蓄能器分为 A 型和 B 型 2 种结构型式：

- a) A 型蓄能器筒体为内螺纹，端盖为外螺纹；
- b) B 型蓄能器筒体为外螺纹，端盖为内螺纹。

D.2 结构图和零件名称

整体结构图及零件名称见图 D.1。

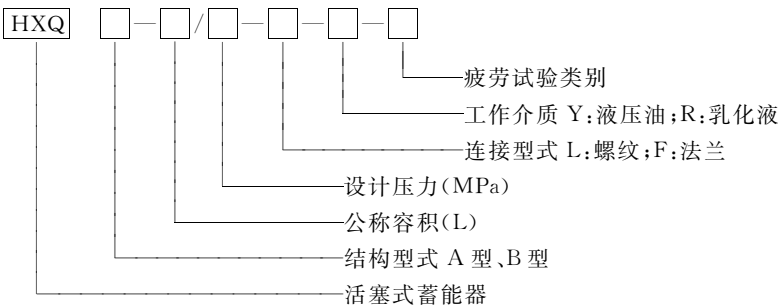


说明：

- | | |
|-----------|-----------|
| 1——油端端盖； | 5——活塞密封件； |
| 2——端盖密封件； | 6——导向环； |
| 3——筒体； | 7——气端端盖； |
| 4——活塞； | 8——充气阀。 |

图 D.1 活塞式蓄能器的整体结构图

D.3 定型产品表示方法



示例：

A 型、公称容积为 1.6 L、设计压力为 10 MPa、螺纹连接、工作介质为液压油、第 I 类疲劳试验要求的活塞式蓄能器，则表示为：HXQA-1.6/10-L-Y-I。

附 录 E
(资料性附录)
胶囊和隔膜技术条件

E.1 范围

本附录技术条件适用于工作介质为石油基液压油或乳化液,使用温度为-40℃~+120℃的囊式蓄能器用胶囊和隔膜式蓄能器用隔膜。

E.2 组批

胶囊和隔膜的制造按公称容积组批,以1000只为一批,余数仍按一批对待。

E.3 物理性能

E.3.1 胶囊所用胶料的物理性能,应符合表 E.1 的规定。

表 E.1 胶囊所用胶料的物理性能

检测项目	橡胶类型及物性指标			
	NBR(丁腈橡胶)	IIR(丁基橡胶)	ECO(氯醚橡胶)	FKM(氟橡胶)
硬度(邵尔 A)	60±5	60±5	50±5	60±5
拉伸强度/MPa ≥	11	9	12	8
拉断伸长率/% ≥	450	500	550	300
粘接强度/MPa ≥	3	3	3	3
低温脆性/℃ ≤	-20	-35	-40	-20
压缩永久变形/(23℃±2℃,72 h,25%) ≤	35	35	35	30
氮气透过量/[cm ³ /(m ² ·24 h·0.1 MPa)] ≤	30	30	30	30

E.3.2 隔膜所用胶料的物理性能,应符合表 E.2 的规定。

表 E.2 隔膜所用胶料的物理性能

检测项目	橡胶类型及物性指标			
	NBR(丁腈橡胶)	IIR(丁基橡胶)	ECO(氯醚橡胶)	FKM(氟橡胶)
硬度(邵尔 A)	60±5	60±5	60±5	65±5
拉伸强度/MPa ≥	8	8	10	8
拉断伸长率/% ≥	400	450	500	250
曲挠龟裂试验/万次 ≥	15	20	10	2
低温脆性/℃ ≤	-20	-45	-40	-20
压缩永久变形/(23℃±2℃,72 h,25%) ≤	30	25	25	35
氮气透过量/[cm ³ /(m ² ·24 h·0.1 MPa)] ≤	30	30	30	70

E.4 耐油性

胶囊和隔膜的耐油性应符合表 E.3 的规定。测定其体积,拉伸强度,伸长率的变化时,应将试片在 $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 试验用 1 号标准油中浸泡 70 h 后进行。

表 E.3 胶囊、隔膜的耐油性能

检测项目		橡胶类型及指标		
		NBR(丁腈橡胶)	ECO(氯醚橡胶)	FKM(氟橡胶)
体积变化率/%	<	10	10	10
拉伸强度变化率/%	<	-10	-15	-20
伸长率变化率/%	<	-35	-45	-40

E.5 外观质量

胶囊和隔膜的外观质量,应符合表 E.4 的规定。

表 E.4 胶囊和隔膜的外观质量

序号	项目	指 标
1	橡胶与金属脱粘	不允许
2	海绵状	
3	橡胶分层	
4	裂纹	
5	杂质	不允许大于 0.2 mm。小于 10 L 的胶囊,不多于 3 处;等于或大于 10 L 的胶囊,不多于 5 处
6	合模错位	不大于 0.3 mm
7	模具痕迹	允许有轻微痕迹
8	气泡	胶囊后部三分之一长度的表面上,不允许有气泡;其他表面上,允许有不大于 $\phi 3\text{ mm}$ 的气泡,其深度不允许超过 0.4 mm,数量不允许超过 3 个
9	凹凸	允许存在,其下限不允许超过 0.4 mm,在 25 cm^2 的表面上,不允许超过 3 处,全部表面不允许超过 5 处
10	胶囊气密	不允许漏气

E.6 泄漏试验

将胶囊内充入压力不大于 0.05 MPa 的氮气或空气,浸入水槽内检查,或者在胶囊整个表面涂抹肥皂水进行检查,不允许有泄漏。

E.7 耐久性试验

耐久性试验按表 E.5 规定进行,经过三个试验阶段后胶囊应无裂纹、不发黏;蓄能器充气压力下降率不得超过 9%。

表 E.5 胶囊的耐久性试验

试验阶段	公称压力 MPa	充气压力 MPa		动作压力 MPa	充放频率 次/min	油温 ℃	动作次数
1	P_c	$0.35P_c$	$0 \sim +5\%$	$0.5P_c \sim 1P_c$	$6 \sim 10$	$60 \sim 70$	1 000
2		$0.17P_c$		$0.1P_c \sim 1P_c$		$5 \sim 70$	500
3		$0.35P_c$		$0.5P_c \sim 1P_c$			100 000

E.8 检验规则

E.8.1 胶囊和隔膜按表 E.6 的规定项目进行出厂检验及性能试验。

E.8.2 凡属下列情况之一者,应按表 E.6 规定重新进行性能检验。

- a) 新组分、新配方、新工艺的胶囊或隔膜;
- b) 胶囊或隔膜的结构形式有较大变化;
- c) 生产间断一年以上恢复生产时;
- d) 出厂检验结果与上次性能试验有较大差异时。

表 E.6 检验项目一览表

序号	检验项目	检验方法	出厂检验		性能试验	判定依据
			逐只检验	批量检验		
1	外观质量	目视	√			表 E.4
2	硬度	GB/T 531.1		√	√	表 E.1、表 E.2
3	拉伸强度	GB/T 528		√	√	
4	拉断伸长率	GB/T 528		√	√	
5	低温脆性	GB/T 1682		√	√	
6	压缩永久变形	GB/T 7759.1		√	√	
7	曲挠龟裂试验	GB/T 13934			√	
8	氮气透过量	GB/T 7755			√	
9	粘接强度	GB/T 11211		√	√	
10	耐油性	GB/T 1690		√	√	表 E.3
11	气密性	E.6	√		√	E.6
12	耐久性	E.7			√	E.7



E.9 储存

胶囊、隔膜应储存在密封的不透光的塑料袋中,储存温度 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+45\text{ }^{\circ}\text{C}$;在上述储存条件下,胶囊、隔膜最多保存 3 年,超过储存期的胶囊、隔膜不允许使用。



附录 F
(规范性附录)
蓄能器疲劳试验要求

F.1 第Ⅰ类疲劳试验要求

F.1.1 试验压力

压力波动按图 F.1,其中疲劳试验压力 P_u 为 1.3 倍的设计压力,每次的时间间隙按式(F.1)~式(F.3)规定。

$$T = T_R + T_1 + T_F + T_2 \geq 4 \text{ s} \quad \cdots \cdots \cdots (\text{F.1})$$
$$0.4T \leq T_R + T_1 \leq 0.6T \quad \cdots \cdots \cdots (\text{F.2})$$
$$0.9T_1 \leq T_2 \leq 1.1T_1 \quad \cdots \cdots \cdots (\text{F.3})$$

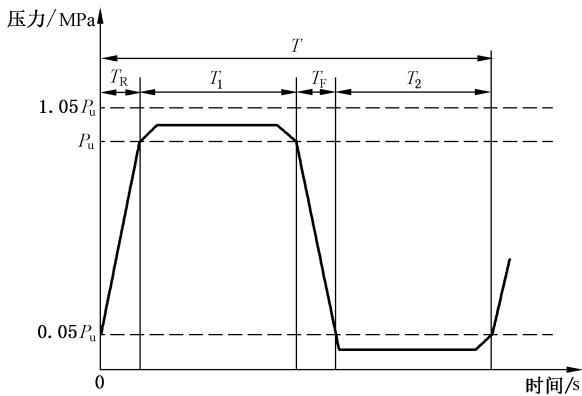


图 F.1 疲劳试验循环曲线

F.1.2 循环次数

按 F.1.1 的压力波动要求,进行 33 000 次疲劳试验。

F.1.3 试样数量

应从 20 只以上的完工的蓄能器整机中随机抽取 2 只,进行疲劳试验。

F.2 第Ⅱ类疲劳试验要求

F.2.1 试验压力

按照表 F.1(确信度 90%,非破坏度 90%)、图 F.1 及式(F.5)规定的条件下进行疲劳试验。每次的时间间隙按式(F.4)、式(F.2)和式(F.3)的规定。

$$T = T_R + T_1 + T_F + T_2 \geq 0.3 \text{ s} \quad \cdots \cdots \cdots (\text{F.4})$$
$$P_u = K_v \cdot K_N \cdot \Delta p \quad \cdots \cdots \cdots (\text{F.5})$$

式中：

- P_u ——疲劳试验压力,单位为兆帕(MPa)；
- K_v ——差异系数(承压构成零件中,使用差异系数最大的值),见表 F.1；
- K_N ——加速系数, K_N 取 1.15(相当于 10^7 次的系数为 1.15)；
- Δp ——最高工作压力 P_2 与最低工作压力 P_1 之差,单位为兆帕(MPa)。

表 F.1 差异系数 K_v

材料	试验个数				
	1	2	3	4	5
碳素钢	1.23	1.16	1.12	1.10	1.08
不锈钢	1.26	1.18	1.14	1.12	1.10
低合金钢	1.44	1.30	1.23	1.19	1.16
注：试样从 20 只以上的完工的蓄能器整机中随机抽取。					

F.2.2 循环次数

按 F.2.1 的压力波动要求,进行 1×10^6 次疲劳试验。

附 录 G
(规范性附录)
设计疲劳曲线

G.1 光滑圆棒的疲劳强度设计曲线计算见式(G.1),式(G.1)中系数 X 按式(G.2)计算,式(G.2)中系数 Y 按式(G.3)计算。

$$N = 10^X \quad \dots\dots\dots (G.1)$$
$$X = \frac{C_1 + C_3 Y + C_5 Y^2 + C_7 Y^3 + C_9 Y^4 + C_{11} Y^5}{1 + C_2 Y + C_4 Y^2 + C_6 Y^3 + C_8 Y^4 + C_{10} Y^5} \quad \dots\dots\dots (G.2)$$
$$Y = \left(\frac{S_a}{6\,894\,757} \right) \left(\frac{E_{FC}}{E_T} \right) \quad \dots\dots\dots (G.3)$$

式中：
 N ——循环次数，次；
 S_a ——许用交变应力幅，单位为兆帕(MPa)；
 E_{FC} ——设计曲线参考的杨氏弹性模量， $E_{FC} = 195\,000\text{ MPa}$ (当 $S_a > 195\text{ MPa}$ 时， $E_{FC} = 206\,000\text{ MPa}$)；
 E_T ——设计温度下的杨氏弹性模量，单位为兆帕(MPa)。

- G.2 式(G.2)中系数 C_i 规定如下：
- a) 抗拉强度 $R_m \leq 552\text{ MPa}$ 时碳钢和低合金钢的系数 C_i 见表 G.1；
 - b) 表 2 和表 3 中的 Cr-Mo 钢及抗拉强度 R_m 在 $793\text{ MPa} \sim 892\text{ MPa}$ 时碳钢和低合金钢的系数 C_i 见表 G.2；
 - c) 交变应力幅 $S_a \leq 195\text{ MPa}$ 时奥氏体不锈钢的系数 C_i 见表 G.3；
 - d) 交变应力幅 $S_a > 195\text{ MPa}$ 时奥氏体不锈钢的系数 C_i 见表 G.4。

表 G.1 $R_m \leq 552\text{ MPa}$ 时碳钢和低合金钢的系数 C_i

i	系数 C_i	
	$48\text{ MPa} \leq S_a < 214\text{ MPa}$	$214\text{ MPa} \leq S_a < 3\,999\text{ MPa}$
1	2.254 510E+00	7.999 502E+00
2	−4.642 236E−01	5.832 491E−02
3	−8.312 745E−01	1.500 851E−01
4	8.634 660E−02	1.273 659E−04
5	2.020 834E−01	−5.263 661E−05
6	−6.940 535E−03	0.0
7	−2.079 726E−02	0.0
8	2.010 235E−04	0.0
9	7.137 717E−04	0.0
10~11	0.0	0.0

表 G.2 Cr-Mo 钢及 R_m 在 793 MPa~892 MPa 时碳钢和低合金的系数 C_i

i	系数 C_i	
	$77.2 \text{ MPa} \leq S_a < 296 \text{ MPa}$	$296 \text{ MPa} \leq S_a < 2\ 896 \text{ MPa}$
1	1.608 291E+01	8.628 486E+00
2	-4.113 828E-02	-1.264 052E-03
3	-1.023 740E+00	-1.605 097E-04
4	3.544 068E-05	-2.548 491E-03
5	2.896 256E-02	-1.409 031E-02
6	1.826 072E-04	8.557 033E-05
7	3.863 423E-04	5.059 948E-04
8	0.0	6.913 396E-07
9	0.0	-2.354 834E-07
10~11	0.0	0.0

表 G.3 $S_a \leq 195 \text{ MPa}$ 时奥氏体不锈钢的系数 C_i

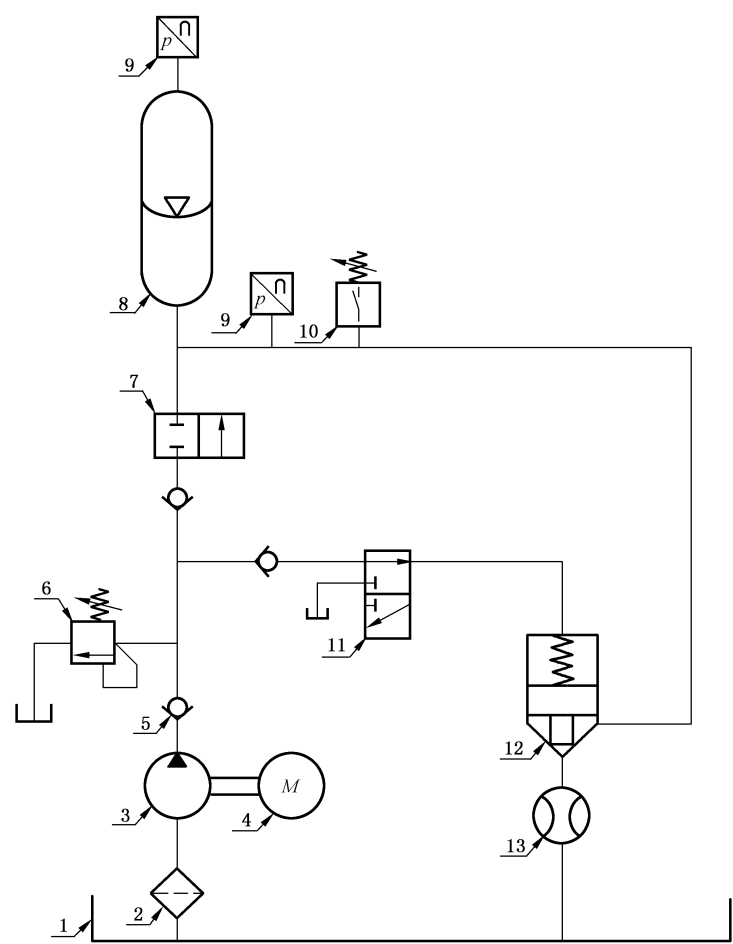
i	Cueve A 的 C_i $163 \text{ MPa} \leq S_a < 194 \text{ MPa}$	Cueve B 的 C_i $114 \text{ MPa} \leq S_a < 194 \text{ MPa}$	Cueve C 的 C_i $94 \text{ MPa} \leq S_a < 194 \text{ MPa}$
1	1.785 872E+01	5.856 886E+00	1.891 543E+01
2	-4.973 162E-02	-1.774 051E-01	1.478 023E-01
3	-2.264 248E+00	-1.070 324E+00	-2.436 005E+00
4	-4.356 560E-03	1.033 285E-02	-6.369 796E-02
5	9.567 759E-02	6.513 423E-02	-6.908 655E-02
6	3.327 393E-04	-1.879 553E-04	5.379 540E-03
7	-1.347 445E-03	-1.320 281E-03	1.957 898E-02
8	-5.717 269E-06	-5.633 339E-07	-1.391 592E-04
9	0.0	0.0	-6.506 543E-04
10~11	0.0	0.0	0.0
应用范围	弹性分析,非弹性分析 (PL+Pb+Q) $\leq 188 \text{ MPa}$	弹性分析 (PL+Pb+Q) $> 188 \text{ MPa}$ 且需 修正所用平均应力的影响	弹性分析 (PL+Pb+Q) $> 188 \text{ MPa}$
注 1: 由于轴向和径向温度梯度所引起的热弯曲应力不计入 Q。			
注 2: 曲线 C 中包含了平均应力的最大影响。			

表 G.4 $S_a > 195 \text{ MPa}$ 时奥氏体不锈钢的系数 C_i

i	1	2	3	4	5	6~11
$C_i (195 \text{ MPa} \leq S_a < 4\ 881 \text{ MPa})$	2.114 025E+01	1.536 993E-01	4.487 599E-01	3.651 302E-04	-8.981 314E-05	0.0

附录 H
(资料性附录)
蓄能器排出流量测试装置

见图 H.1。



- 说明：
- | | |
|-------------|--------------|
| 1 —— 油箱； | 8 —— 蓄能器； |
| 2 —— 空吸过滤器； | 9 —— 压力传感器； |
| 3 —— 泵； | 10 —— 压力开关； |
| 4 —— 电机； | 11 —— 电磁阀 2； |
| 5 —— 单向阀； | 12 —— 逻辑阀； |
| 6 —— 减压阀； | 13 —— 油量表。 |
| 7 —— 电磁阀 1； | |

图 H.1 蓄能器排出流量测试装置