

中华人民共和国国家标准

GB/T 20663—2026

代替 GB/T 20663—2017

蓄能压力容器

Accumulators

2026-01-28 发布

2026-08-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号	2
4 总则	6
5 材料	7
6 设计	12
7 制造	21
8 技术要求和试验方法	24
9 检验规则	31
10 标志和运输包装	32
11 随行文件	33
附录 A (资料性) 囊式蓄能器的典型结构型式和标记方法	34
附录 B (资料性) 螺纹连接隔膜式蓄能器的典型结构型式和标记方法	37
附录 C (规范性) 焊接隔膜式蓄能器的典型结构型式和标记方法	39
附录 D (资料性) 活塞式蓄能器的典型结构型式和标记方法	41
附录 E (规范性) 胶囊和隔膜技术条件	42
附录 F (规范性) 蓄能器疲劳试验通用要求	49
附录 G (规范性) 设计疲劳曲线	51
附录 H (资料性) 蓄能器排出流量测试装置	54
附录 I (规范性) 蓄能器的安全使用	55

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 20663—2017《蓄能压力容器》，与 GB/T 20663—2017 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了蓄能器通用参数(见表 1,2017 年版的 1.4)；
- b) 增加了蓄能器的界定范围(见 4.1)；
- c) 更新了全部钢管标准，壳体材料增加了双相不锈钢钢管材料(见 5.2、表 3,2017 年版的 5.2、表 2)；
- d) 增加了设计通用要求(见 6.1)；
- e) 增加了疲劳评定(见 6.12)；
- f) 更改了壳体热处理后性能和试验的指标要求(见 8.1.1,2017 年版的 5.2.4)；
- g) 增加了制造中的双相不锈钢金相组织的要求(见 8.4)；
- h) 增加了制造中的不锈钢壳体的无损检测要求(见 8.7.3)；
- i) 增加了功能性验证试验的内容(见 8.19)；
- j) 增加了一体注射成型胶囊的物理性能(见附录 E)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件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。

本文件起草单位：机械工业兰州石油化工设备检测所有限公司、甘肃蓝科石化高新装备股份有限公司、浙江工业大学、成都天人压力容器有限公司、宁波市特种设备检验研究院、成都格瑞特高压容器有限责任公司、巴克立伟(天津)液压设备有限公司、中国石化工程建设有限公司、中国特种设备安全与节能促进会、中国特种设备检测研究院、机械工业上海蓝亚石化设备检测所有限公司、宁波朝日液压有限公司、上海市特种设备监督检验技术研究院有限公司、布柯玛蓄能器(天津)有限公司、嘉邦液压机器制造(上海)有限公司、上海蓝滨石化设备有限责任公司、海南省检验检测研究院、宁波市奉化赛诺欧液压技术有限公司、贺德克液压技术(上海)有限公司、上海蓝海科创检测有限公司、大连锅炉压力容器检验检测研究院有限公司。

本文件主要起草人：党战伟、苏厚德、陈冰冰、覃程、牛亚平、王钊舟、任勇、元少昀、王为国、张尚文、陈志伟、侍吉清、毛维伟、薛小龙、刘志军、李晓澎、贾晓亮、周文学、秦成、丁志和、郭欣浦、陈战杨、陶思伟、范鹏军、马立东。

本文件于 2006 年首次发布，2017 年第一次修订，本次为第二次修订。

蓄能压力容器

1 范围

本文件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、技术性能和试验方法、检验规则、标志、包装和运输要求。

本文件适用于蓄能器的设计、制造与检验。

本文件不适用于非金属材料制蓄能器的设计、制造与检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 150.2 压力容器 第2部分:材料
- GB/T 150.3 压力容器 第3部分:设计
- GB/T 150.4 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 金属材料 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 529 硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定(裤形、直角形和新月形试样)
- 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 1688 硫化橡胶 伸张疲劳的测定
- 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 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验
- GB/T 4732.2 压力容器分析设计 第2部分:材料
- GB/T 4732.3 压力容器分析设计 第3部分:公式法
- GB/T 4732.4 压力容器分析设计 第4部分:应力分类方法
- GB/T 4732.5 压力容器分析设计 第5部分:弹塑性分析方法
- GB/T 4732.6 压力容器分析设计 第6部分:制造、检验和验收

- GB/T 5721 橡胶密封制品标志、包装、运输、贮存的一般规定
- GB/T 5777 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动超声检测
- GB/T 6031 硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度的测定(10 IRHD~100 IRHD)
- GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法
- GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 9251 气瓶水压试验方法
- GB/T 9252 气瓶压力循环试验方法
- GB/T 9948 石化和化工装置用无缝钢管
- GB/T 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
- 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 13305 不锈钢中 α -相含量测定法
- 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 21833.1 奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管 第1部分:热交换器用管
- GB/T 21833.2 奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管 第2部分:流体输送用管
- 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
- GB/T 26929 压力容器术语
- JB/T 7858 液压件清洁度评定方法及液压元件清洁度指标
- NB/T 10558 压力容器涂敷与运输包装
- 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 47013.2 承压设备无损检测 第2部分:射线检测
- NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分:超声检测
- 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 47013.15 承压设备无损检测 第15部分:相控阵超声检测
- 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、定义和符号

3.1 术语和定义

GB/T 26929 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

蓄能器 accumulators

通过隔离内件(胶囊、隔膜、活塞等)将液体和气体分开,并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液压蓄能压力容器。

3.1.2

囊式蓄能器 bladder accumulators

由壳体 and 胶囊组成,液体和气体通过柔性胶囊隔开的蓄能器。

注:壳体是由无缝钢管和其两端经热成形(旋压、锻造)后形成的近似半球形封头构成的一体化部件。

3.1.3

隔膜式蓄能器 diaphragm accumulators

由上壳体(端盖)、下壳体和隔膜组成,液体和气体通过柔性橡胶隔膜隔开的蓄能器。

注:上壳体(端盖)、下壳体的连接方式有:通过焊接、自身螺纹或外置环形锁母连接。

3.1.4

活塞式蓄能器 piston accumulators

由圆形筒体、活塞和端盖组成,液体和气体通过活塞密封组件隔开的蓄能器。

3.1.5

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。

3.1.6

充气压力 charging gas pressure

当液端无压力时,蓄能器中的气体压力。

3.1.7

公称容积 nominal capacity

在充气状态下,蓄能器气腔的容积。

3.1.8

设计压力 design pressure

设定的蓄能器的最高压力。

注: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。

3.1.9

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)。

注:设计温度与设计压力一起作为设计载荷条件。设计温度的上限值称为最高设计温度,设计温度的下限值称为最低设计温度。

3.1.10

排出流量 discharge flow

规定时间内液体的排出量。

3.1.11

批量 batch

采用同一容器类别、同一设计、具有相同公称直径、壁厚、同一炉号材料、同一制造方法、按同一热处理规范进行连续制造的蓄能器壳体的限定数量。

3.1.12

定型产品 standard products

按照本文件规定选材、设计、制造与验收,且经型式试验合格,批量生产的系列产品。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

A ——开孔削弱所需要的补强截面积,单位为平方毫米(mm^2);

- A_1 ——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(mm^2);
- A_2 ——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(mm^2);
- A_3 ——有效补强范围内另加的补强面积,单位为平方毫米(mm^2);
- A_e ——补强面积,单位为平方毫米(mm^2);
- 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);
- 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);
- B ——补强有效宽度,单位为毫米(mm);
- C ——厚度附加量, $C=C_1+C_2$,单位为毫米(mm);
- C_1 ——厚度负偏差,单位为毫米(mm);
- C_2 ——腐蚀裕量,单位为毫米(mm);
- D_i ——圆筒或球壳的内径,单位为毫米(mm);
- D_o ——圆筒或球壳的外径,单位为毫米(mm);
- 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_{go} ——垫片的外径,单位为毫米(mm);
- D_{I_o} ——三件式上壳体凸台外径,单位为毫米(mm);
- D_{I_b} ——三件式上壳体凸台根部直径,单位为毫米(mm);
- D_{II_o} ——两件式下壳体凸台外径,单位为毫米(mm);
- D_{II_u} ——两件式下壳体凸台螺纹退刀槽直径,单位为毫米(mm);
- D_{III_i} ——三件式环形锁母凸缘内径,单位为毫米(mm);
- D_{III_o} ——三件式环形锁母外径,单位为毫米(mm);
- D_{III_u} ——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);
- d_{op} ——开孔直径,单位为毫米(mm);
- d_{max} ——开孔最大直径,单位为毫米(mm);
- d_{op} ——所计算截面的开孔直径,单位为毫米(mm);
- E_c ——设计疲劳曲线的材料弹性模量,单位为兆帕(MPa);
- E_T ——元件材料在循环载荷平均温度下的弹性模量,单位为兆帕(MPa);
- F ——轴向力,单位为牛(N);
- F_o ——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);
- h ——接管补强有效高度,单位为毫米(mm);
- K ——直径比;
- M_e ——内压引起的单位长度上弯矩,单位为牛毫米每毫米($\text{N} \cdot \text{mm}/\text{mm}$);
- M_p ——内压引起的弯矩,单位为牛毫米($\text{N} \cdot \text{mm}$);

- N ——允许的载荷循环次数；
- p ——设计压力,单位为兆帕(MPa)；
- p_b ——壳体爆破试验压力,单位为兆帕(MPa)；
- p_c ——元件的计算压力,可取为蓄能器的设计压力,单位为兆帕(MPa)；
- p_T ——试验压力,单位为兆帕(MPa)；
- p_0 ——充气压力,单位为兆帕(MPa)；
- p_1 ——液压回路的最低工作压力,单位为兆帕(MPa)；
- p_2 ——液压回路的最高工作压力,单位为兆帕(MPa)；
- R ——半球形封头中面半径,单位为毫米(mm)；
- R_i ——圆筒或封头内半径,单位为毫米(mm)；
- R_{eL} ——材料标准室温下屈服强度,单位为兆帕(MPa)；
- R_m ——材料标准抗拉强度下限值,单位为兆帕(MPa)；
- R_o ——圆筒或球壳外半径,单位为毫米(mm)；
- $R_{p0.2}$ ——材料标准室温下规定塑性延伸率为0.2%时的强度,单位为兆帕(MPa)；
- R_{eL}^t ——材料在设计温度下的屈服强度,单位为兆帕(MPa)；
- $R_{p0.2}^t$ ——材料在设计温度下规定塑性延伸率为0.2%时的强度,单位为兆帕(MPa)；
- R'_m ——材料热处理后抗拉强度保证值,单位为兆帕(MPa)；
- R'_{m0} ——壳体材料实测抗拉强度,单位为兆帕(MPa)；
- 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)；
- S_{alt} ——等幅循环中基于总应力范围的当量应力计算得到的交变当量应力幅,单位为兆帕(MPa)；
- S_{ao} ——壳体材料冷弯试样的实测平均厚度,单位为毫米(mm)；
- S'_m ——元件材料在指定温度下的许用应力,单位为兆帕(MPa)；
- S_v ——当量应力,单位为兆帕(MPa)；
- t ——设计温度,单位为摄氏度(°C)；
- V_x ——蓄能器工作容积,单位为升(L)；
- W ——截面系数,单位为三次方毫米(mm³)；
- δ ——筒体或封头的计算厚度,单位为毫米(mm)；
- δ_a ——筒体实测最小厚度,单位为毫米(mm)；
- δ_d ——筒体或封头的设计厚度, $\delta_d = \delta + C_2$,单位为毫米(mm)；
- δ_e ——筒体或封头的有效厚度, $\delta_e = \delta_n - C$,单位为毫米(mm)；
- δ_f ——端盖名义厚度,单位为毫米(mm)；
- δ_n ——筒体或封头的名义厚度,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_t ——接管计算厚度,单位为毫米(mm)；
- δ_p ——端盖计算厚度,单位为毫米(mm)；
- δ_{II} ——二件式下壳体凸台在螺纹退刀槽处最小厚度,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)；
- $[\sigma]$ ——蓄能器元件材料在耐压试验温度下的许用应力,单位为兆帕(MPa)；
- $[\sigma]^t$ ——蓄能器元件材料在设计温度下的许用应力,单位为兆帕(MPa)；
- σ ——计算应力,单位为兆帕(MPa)；

- α ——公式(30)中计算系数,由公式(32)求取;
- β ——公式(32)中计算系数,由公式(33)求取;
- β_y ——计算系数,由公式(25)求取;
- ν ——泊松比。

4 总则

4.1 分类、组成和参数

4.1.1 分类

蓄能器类型分为:

- 囊式蓄能器;
- 隔膜式蓄能器,包含螺纹连接隔膜式蓄能器和焊接隔膜式蓄能器;
- 活塞式蓄能器。

4.1.2 组成

蓄能器由承压壳体、气端组成件、液端组成件、隔离内件组成。其界定范围为蓄能器与外部管道或装置螺纹连接的第一个螺纹接头端面、法兰连接的第一个法兰密封面、焊接连接的第一道环向接头的坡口面,以及专用连接件或者管件连接的第一个密封面。

4.1.3 参数

蓄能器的参数见表 1。

表 1 蓄能器参数

蓄能器类型	公称容积 L	设计压力 MPa	设计温度 ℃
囊式蓄能器	≤350	≤80	-45~150
螺纹连接隔膜式蓄能器	≤10	≤80	
焊接隔膜式蓄能器	≤5	≤35	
活塞式蓄能器	≤350	≤80	
	≤750	≤35	

4.1.4 工作介质

蓄能器的液端工作介质为石油基液压油、抗燃油、乳化液、水、水基溶液,气腔充装介质为氮气或其他惰性气体。

4.2 结构型式及其表示方法

4.2.1 囊式蓄能器主要零部件包括壳体、油阀、支承环、气阀、胶囊等,其典型结构型式分为 A 型、AB 型、B 型,其结构型式、零部件名称和产品表示方法见附录 A,典型结构图见图 A.1。

4.2.2 螺纹连接隔膜式蓄能器主要零部件包括上壳体、下壳体、环形锁母、气端组成件、液端组成件、隔膜等,其典型结构型式分为 A 型、B 型、C 型,其结构型式、零部件名称和产品表示方法见附录 B,典型结

构图见图 B.1。

4.2.3 焊接隔膜式蓄能器主要零部件包括上壳体、下壳体、气端组成件、液端组成件、隔膜等，其典型结构型式分为 A 型和 B 型，其结构型式、零部件名称和产品表示方法见附录 C，典型结构图见图 C.1。

4.2.4 活塞式蓄能器主要零部件包括筒体、端盖、气端组成件、液端组成件、活塞等，其典型结构型式分为 A 型和 B 型，其结构型式、零部件名称和产品表示方法见附录 D，典型结构图见图 D.1。

4.3 容积等级和压力等级划分

4.3.1 蓄能器的公称容积划分为 26 个等级：0.25 L、0.40 L、0.63 L、1.0 L、1.6 L、2.5 L、4.0 L、6.3 L、10 L、16 L、20 L、25 L、32 L、40 L、50 L、63 L、80 L、100 L、125 L、160 L、200 L、250 L、315 L、350 L、500 L 和 750 L。当所需容积介于相邻 2 个容积等级之间时，可遵循取更高等级原则，也可由供需双方协商确定。

4.3.2 蓄能器的设计压力划分为 10 个等级：6.3 MPa、10 MPa、16 MPa、20 MPa、25 MPa、31.5 MPa、40 MPa、50 MPa、63 MPa 和 80 MPa。当设计压力介于相邻 2 个压力等级之间时，可遵循取更高等级原则，也可由供需双方协商确定。

4.4 失效模式

蓄能器承压壳体和隔离内件(胶囊、隔膜、活塞等)可能涉及的失效模式有：

a) 短期失效模式：脆性断裂、韧性断裂、过量变形；

注：过量变形会导致连接处介质泄漏或丧失其他功能。

b) 长期失效模式：老化破裂、腐蚀；

c) 循环失效模式：疲劳。

5 材料

5.1 一般要求

5.1.1 蓄能器受压元件用钢材应依据蓄能器的使用条件(如设计温度、设计压力、介质特性和操作特点等)、钢材的化学成分、微观组织、性能(力学性能、工艺性能、化学性能和物理性能)、制造工艺以及经济合理性确定。蓄能器主要受压元件见表 2。

表 2 蓄能器主要受压元件

蓄能器类型	主要受压元件
囊式蓄能器	壳体、油阀阀体、支承环、气端盖(B型)、锁环(B型)
螺纹连接隔膜式蓄能器	壳体、气端接头、液端接头、环形锁母
焊接隔膜式蓄能器	壳体、气端接头、液端接头
活塞式蓄能器	筒体、端盖

5.1.2 蓄能器主要受压元件用钢材应附有钢材制造单位的钢材质量证明书，质量证明书的内容(需要时包括钢材交货状态的热处理工艺参数)应齐全、清晰，并且印刷可追溯的信息化标识，加盖材料制造单位质量检验章。可追溯的信息包括钢材制造单位名称、钢材标准号、牌号、规格、炉批号、交货状态、热处理工艺参数(需要时)、质量证明书签发日期等内容。可追溯的信息化标记为二维码或条码等。

5.1.3 蓄能器制造单位如无材料制造单位的钢材质量证明书原件，应在材料质量证明书原件的复印件上加盖材料经营单位公章和经办负责人签字(章)；并应当对所取得的蓄能器用材料及其质量证明书的

真实性和一致性负责。

5.1.4 蓄能器制造单位应对下列材料进行化学成分和力学性能的验证性复验,复验结果符合 5.1.5、8.1.1 和材料标准的要求后方可投料使用。

- a) 不能确定质量证明书真实性或者对力学性能、化学成分有怀疑的主要受压元件用材料。
- b) 设计压力大于 35 MPa 蓄能器的主要受压元件用材料。

5.1.5 材料复验时,应按炉号复验化学成分,按热处理批号复验力学性能,复验结果应符合相应材料标准的规定或设计文件的要求。标准抗拉强度下限值大于 540 MPa 的蓄能器主要受压元件用钢材的磷(P)含量应不大于 0.020%,硫(S)含量应不大于 0.010%。

5.1.6 蓄能器制造单位对受压元件的材料代用应事先取得原设计单位的书面批准,并且在竣工图上做详细记录。

5.1.7 不属于 TSG 21 适用范围内的蓄能器的零部件用的材料可选用有成熟使用经验的材料,并应经对比经验验证试验合格后方能使用。

5.1.8 焊接隔膜式蓄能器壳体用钢材应是焊接性良好的钢材,并应符合 GB/T 150.2 的要求。

5.2 钢管

5.2.1 囊式蓄能器壳体、活塞式蓄能器筒体一般选用无缝钢管制造,并应逐件进行超声检测。其中,无缝钢管按 GB/T 5777 的规定进行全圆周超声自动检测,验收等级应满足 U2 级要求;或按 NB/T 47013.3 进行 100%超声检测,质量等级应不低于 I 级。

5.2.2 非合金钢和合金钢钢管的材料性能、许用应力及允许工作温度下限应符合表 3 的规定。

表 3 非合金钢和合金钢钢管的材料性能、许用应力及允许工作温度下限

牌号	钢管标准	使用状态	壁厚 mm	室温强度指标下限值 MPa		断后伸长率 (A)	冲击吸收能量 (KV ₂) J	侧向膨胀值 mm	硬度 HBW	在下列温度下的许用应力 MPa			允许工作温度下限 °C
				R _m	R _{el}					≤20 °C	100 °C	150 °C	
20	GB/T 9948	正火	≤16	410	245	≥24%	≥40	—	—	152	147	140	0
			>16~40	410	235								
Q355D	GB/T 9948	正火	≤16	490	345	≥21%	≥40	—	—	181	181	181	-20
			>16~40	490	335								
Q355E	GB/T 9948	正火	≤16	490	345	≥21%	≥40	—	—	181	181	181	-40
			>16~40	490	335								
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				
4130X	GB/T 18248	调质	≤16	880	750	≥16%	≥47	≥0.53	229~309	326	326	326	-40
4130X			>16~40	870	740				227~306				

表 3 非合金钢和合金钢钢管的材料性能、许用应力及允许工作温度下限（续）

牌号	钢管标准	使用状态	壁厚 mm	室温强度 指标下限值 MPa		断后 伸长率 (A)	冲击吸 收能量 (KV ₂) J	侧向 膨胀值 mm	硬度 HBW	在下列温度下的 许用应力 MPa			允许 工作 温度 下限 ℃
				R _m	R _{el}					≤20℃	100℃	150℃	
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
34CrMo4			>16~40	900	760				235~ 315	333	333	333	

注：“—”表示无。

5.2.3 高合金钢钢管的材料性能、许用应力及工作温度下限应符合表 4 的规定。

表 4 高合金钢钢管的材料性能、许用应力及允许工作温度下限

统一数字 代号/牌号	钢管标准	使用 状态	壁厚 mm	室温强度 指标下限值 MPa		断后 伸长率 (A)	硬度		在下列温度下的许用应力 MPa			允许工 作温度 下限 ℃
				R _m	R _{p0.2}		HBW	HRC	≤20℃	100℃	150℃	
S30408 06Cr19Ni10	GB/T 13296	固溶	≤28	520	205	≥35%	—	—	137	137	137	-45
	GB/T 14976											
S30403 022Cr19Ni10	GB/T 13296	固溶	≤28	480	175	≥35%	—	—	117	117	117	
	GB/T 14976											
S31608 06Cr17Ni12Mo2	GB/T 13296	固溶	≤28	520	205	≥35%	—	—	137	137	137	
	GB/T 14976											
S31603 022Cr17Ni12Mo2	GB/T 13296	固溶	≤28	480	175	≥35%	—	—	117	117	117	
	GB/T 14976											
S21953 022Cr19Ni5Mo3 Si2N	GB/T 21833.1	固溶	≤28	630	440	≥30%	≤290	≤30	233	233	223	-40
	GB/T 21833.2											
S22053 022Cr23Ni5 Mo3N	GB/T 21833.1 GB/T 21833.2	固溶	≤28	620	450	≥25%	≤290	≤30	230	230	230	

注：“—”表示无。

5.3 钢锻件

5.3.1 钢锻件的类型和级别由设计文件规定,并应在图样上注明(在牌号后附级别符号,如 16MnⅢ)。

5.3.2 蓄能器主要受压元件选用锻件制造时,锻件级别应选用Ⅲ级或Ⅳ级锻件。

5.3.3 钢锻件应逐件按照 NB/T 47013.3 进行 100%超声检测,质量等级为 I 级。

5.3.4 对于外购的属于第Ⅲ类压力容器的蓄能器用Ⅳ级锻件应按照相应的锻件标准进行复验。

5.3.5 主要受压元件用非合金钢和合金钢锻件的材料性能、许用应力及允许工作温度下限应符合表 5 的规定,高合金钢锻件的材料性能、许用应力及允许工作温度下限应符合表 6 的规定。表 5 和表 6 未列材料可选用 GB/T 150.2 中的锻件材料。

表 5 主要受压元件用非合金钢和合金钢锻件的材料性能、许用应力及允许工作温度下限

牌号	钢锻件标准	使用状态	公称厚度 mm	室温强度 指标下限值 MPa		断后 伸长率 (A)	冲击吸 收能量 (KV ₂) J	硬度 HBW	在下列温度下的 许用应力 MPa			允许 工作 温度 下限 ℃
				R _m	R _{eL}				≤20℃	100℃	150℃	
20	NB/T 47008	正火、 正火+ 回火	≤100	410	235	≥24%	≥34%	110~ 160	152	140	133	-20
			>100~ 200	400	225				148	133	127	
			>200~ 300	380	205				137	123	117	
35	NB/T 47008	正火、 正火+ 回火	≤100	510	265	≥18%	≥41%	136~ 192	177	157	150	0
			>100~ 300	490	245				163	150	143	
16Mn	NB/T 47008	正火、 正火+ 回火、 调质	≤100	480	305	≥20%	≥41%	128~ 180	178	178	167	-20
			>100~ 200	470	295				174	174	163	
			>200~ 300	450	275				167	167	157	
35CrMo	NB/T 47008	调质	≤300	620	440	≥15%	≥41%	—	230	230	230	-40
16MnD	NB/T 47009	调质	≤100	480	305	≥20%	≥47%	—	178	178	167	-40
			>100~ 200	470	295				174	174	163	
			>200~ 300	450	275				167	167	157	

注：“—”表示无。

表 6 主要受压元件用高合金钢锻件的材料性能、许用应力及允许工作温度下限

统一数字 代号/牌号	钢锻件 标准	使用 状态	公称厚度 mm	室温强度 指标下限值 MPa		断后伸 长率(A)	硬度 HBW	在下列温度下的 许用应力 MPa			允许 工作 温度 下限 ℃
				R_m	$R_{p0.2}$			≤20℃	100℃	150℃	
S30408 06Cr19Ni10	NB/T 47010	固溶	≤150	520	220	≥35%	139~192	147	147	140	-45
			>150~300	500	220		131~192				
S30403 022Cr19Ni10	NB/T 47010	固溶	≤150	480	210	≥35%	128~187	140	132	118	
			>150~300	460	210		121~187				
S31608 06Cr17Ni12Mo2	NB/T 47010	固溶	≤150	520	220	≥35%	139~187	177	157	150	
			>150~300	500	220		131~187				
S31603 022Cr17Ni12Mo2	NB/T 47010	固溶	≤150	480	210	≥35%	128~187	178	178	167	
			>150~300	460	210		121~187				
S21953 022Cr19Ni5Mo3 Si2N	NB/T 47010	固溶	≤150	590	390	≥25%	—	210	210	200	-40
S22053 022Cr23Ni5Mo3N	NB/T 47010	固溶	≤150	620	450	≥25%	—	230	230	230	

注：“—”表示无。

5.4 非受压元件用钢棒

5.4.1 蓄能器非受压元件材料可选用锻件或钢棒制造。

5.4.2 钢棒根据介质和使用工况可选用非合金钢、合金钢或高合金钢,非合金钢钢棒的化学成分及力学性能应符合 GB/T 699 的规定,低合金钢钢棒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。

5.5 隔离元件用材料

5.5.1 胶囊和隔膜

5.5.1.1 囊式蓄能器用胶囊和隔膜式蓄能器用隔膜的选材宜考虑与工作介质的相容性、与工作温度的适用性,其技术条件应符合附录 E 的要求。

5.5.1.2 胶囊和隔膜的结构、尺寸等应满足图样要求。

5.5.2 活塞

5.5.2.1 活塞式蓄能器活塞本体材料选用应满足使用条件(如温度、压力、介质特性等)的要求,一般选用钢棒或铝合金材料制造。

5.5.2.2 活塞密封件材料应具有良好的耐磨性、持久性及密封性,适合工况条件(如工作温度、介质、运动速度、工作压力等)的要求,以保证蓄能器的工作寿命。

5.5.2.3 活塞用材料应有材料质量证明书,质量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、断后伸长率、硬度等内容。

6 设计

6.1 通则

6.1.1 设计单位及其主要负责人应对蓄能器的设计质量负责。

6.1.2 设计单位(设计人员)应依据用户或设计委托方所提供的设计条件进行蓄能器设计,考虑蓄能器在使用中可能出现的所有失效模式,并提出防止失效的措施。

6.1.3 设计单位应向设计委托方提供设计图样、设计计算书、风险评估报告(需要时)等设计文件。

6.1.4 属于 TSG 21 适用范围内的蓄能器,其设计单位的资质、设计类别、品种和范围应符合有关安全技术规范的规定。

6.1.5 对于有成功使用经验的承受循环载荷的蓄能器,经设计单位技术负责人批准,可按 6.5~6.11 和 GB/T 150.3 进行规则设计,并按 GB/T 4732.4 或 GB/T 4732.5 的附录 C 补充疲劳分析和评定,同时在设计总图上应注明设计使用年限内承受循环载荷波动范围及循环次数。

6.1.6 蓄能器也可按照 GB/T 4732.3~GB/T 4732.5 进行分析设计,材料许用应力按 GB/T 4732.2 的规定,同时满足第 7 章和 GB/T 4732.6 的相关制造要求。

6.1.7 应根据蓄能器使用地的环境低温条件、壳体金属材料的允许工作温度、隔离元件(胶囊、隔膜、活塞等)的适用温度确定最低设计温度。

6.1.8 对于不同工况的蓄能器,应按最苛刻的工况设计,必要时还需考虑不同工况的组合,并在图样或相应技术文件中注明各工况操作条件和设计条件下的压力和温度值。

6.1.9 设计定型产品时,非合金钢和合金钢的腐蚀裕量(C_2)一般取 0.5 mm。

6.2 设计文件

6.2.1 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) 对于不需要按附录 F 进行疲劳试验的,图样中疲劳试验的要求注明“不需要”。

6.2.2 同一设计图号的规定

同时符合以下条件的,可采用同一设计图号进行设计:

- a) 蓄能器类型和结构型式相同;
- 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 $2.0\sqrt{D_0\delta}$,其余尺寸和形状均相同。

6.3 许用应力

材料的许用应力见表 3~表 6,其他材料的许用应力按 GB/T 150.2 确定。

6.4 设计疲劳曲线

材料的设计疲劳曲线应符合附录 G 规定,其他材料的设计疲劳曲线应符合 GB/T 4732.4 规定。

6.5 内压圆筒

6.5.1 当 $p_c \leq 0.4[\sigma]^t$ 时,设计温度下圆筒计算厚度应按公式(1)或公式(2)计算:

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

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

6.5.2 当 $p_c > 0.4[\sigma]^t$ 时,设计温度下圆筒计算厚度应按公式(3)计算:

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

式中:

$$X = p_c / [\sigma]^t$$

6.6 内压球壳

6.6.1 当 $p_c \leq 0.6[\sigma]^t$ 时,设计温度下球壳计算厚度应按公式(4)或公式(5)计算:

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

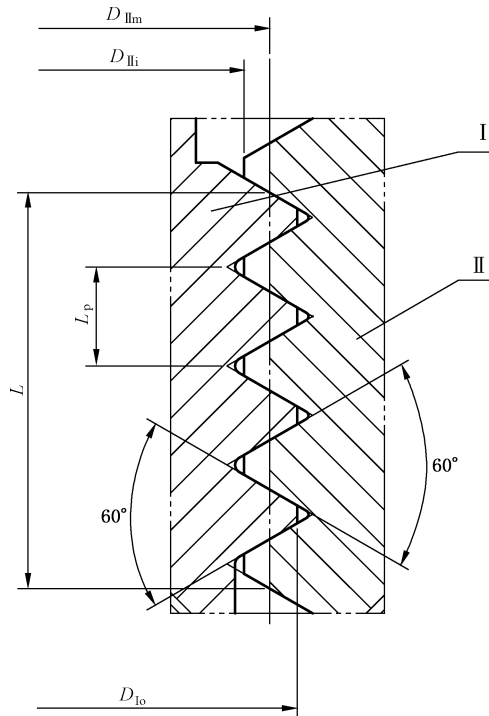
$$\delta = \frac{p_c D_o}{4[\sigma]^t + p_c} \quad \dots\dots\dots(5)$$

6.6.2 当 $p_c > 0.6[\sigma]^t$ 时,设计温度下球壳计算厚度应按公式(6)计算:

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

6.7 螺纹强度计算和疲劳校核

6.7.1 螺纹几何尺寸见图 1,推荐采用螺纹牙型为 60° 的普通螺纹。筒体的螺纹螺距按表 7 的规定选择。



标引符号说明：

I —— 外螺纹；

II —— 内螺纹。

图 1 螺纹的几何尺寸

表 7 筒体的螺纹螺距

单位为毫米

螺纹公称直径(DN)	螺距(\$L_p\$)
DN ≤ 100	1.5 ≤ \$L_p\$ ≤ 4
100 < DN ≤ 200	2 ≤ \$L_p\$ ≤ 4
200 < DN ≤ 400	3 ≤ \$L_p\$ ≤ 6
DN > 400	4 ≤ \$L_p\$ ≤ 6

6.7.2 螺纹啮合长度(\$L\$)应由公式(7)确定：

$$L \geq \max\left(\frac{p_c D_i^2}{1.4 D_{II_m} [\sigma]^t}, \frac{p_c D_i^2 L_p}{(D_{I_o}^2 - D_{II_i}^2) [\sigma]^t}\right) \dots\dots\dots (7)$$

式中：

\$D_{I_o}\$ —— 外螺纹大径最小值,单位为毫米(mm)；

\$D_{II_i}\$ —— 内螺纹小径最大值,单位为毫米(mm)；

\$D_{II_m}\$ —— 内螺纹中径最小值,单位为毫米(mm)；

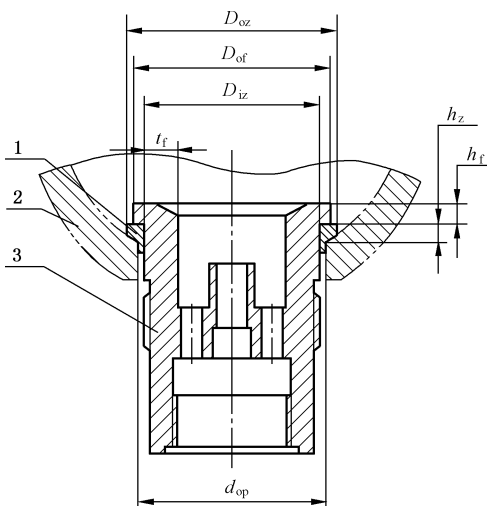
\$L\$ —— 螺纹副中径上的螺纹有效旋合长度,单位为毫米(mm)；

\$L_p\$ —— 螺纹螺距,单位为毫米(mm)。

6.7.3 螺纹的剪应力和疲劳分析评定按 GB/T 4732.4 的相关要求执行。

6.8 囊式蓄能器油阀及支承环结构设计

6.8.1 囊式蓄能器油阀和支承环的结构见图 2。



标引序号说明：

- 1——支承环；
- 2——壳体；
- 3——阀体。

图 2 囊式蓄能器油阀端结构

6.8.2 阀体凸台接触面积应满足公式(8)要求：

$$\frac{D_{of}^2 - D_{iz}^2}{D_{of}^2} > \frac{p_c}{[\sigma]^t} \dots\dots\dots(8)$$

式中：

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)。

6.8.3 阀体凸台厚度应满足公式(9)要求：

$$h_f > h_{f0} = \max \left[\frac{p_c \cdot D_{iz}}{2[\sigma]^t}, d_{iz} \sqrt{\frac{3}{4} \left(\frac{D_{of}}{D_{iz}} - 1 \right) \frac{p_c}{[\sigma]^t}} \right] \dots\dots\dots(9)$$

式中：

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)。

6.8.4 阀体最小厚度应满足公式(10)要求：

$$t_f > \max \left[h_{f0}, \frac{p_c D_{iz}}{2[\sigma]^t + p_c}, \frac{D_{iz}}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.5 \cdot p_c}{[\sigma]^t}} \right] \right] \dots\dots\dots(10)$$

式中：

t_f ——油阀最小厚度，单位为毫米(mm)。

6.8.5 支承环凸台厚度应满足公式(11)要求：

$$h_z > \frac{p_c d_{op}}{2[\sigma]^t} \dots\dots\dots(11)$$

式中：

h_z ——支承环凸台厚度，单位为毫米(mm)。

6.8.6 支承环与壳体所需接触面积应满足公式(12)要求：

$$D_{oz} > d_{op} \sqrt{1 + \frac{p_c}{[\sigma]^t}} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

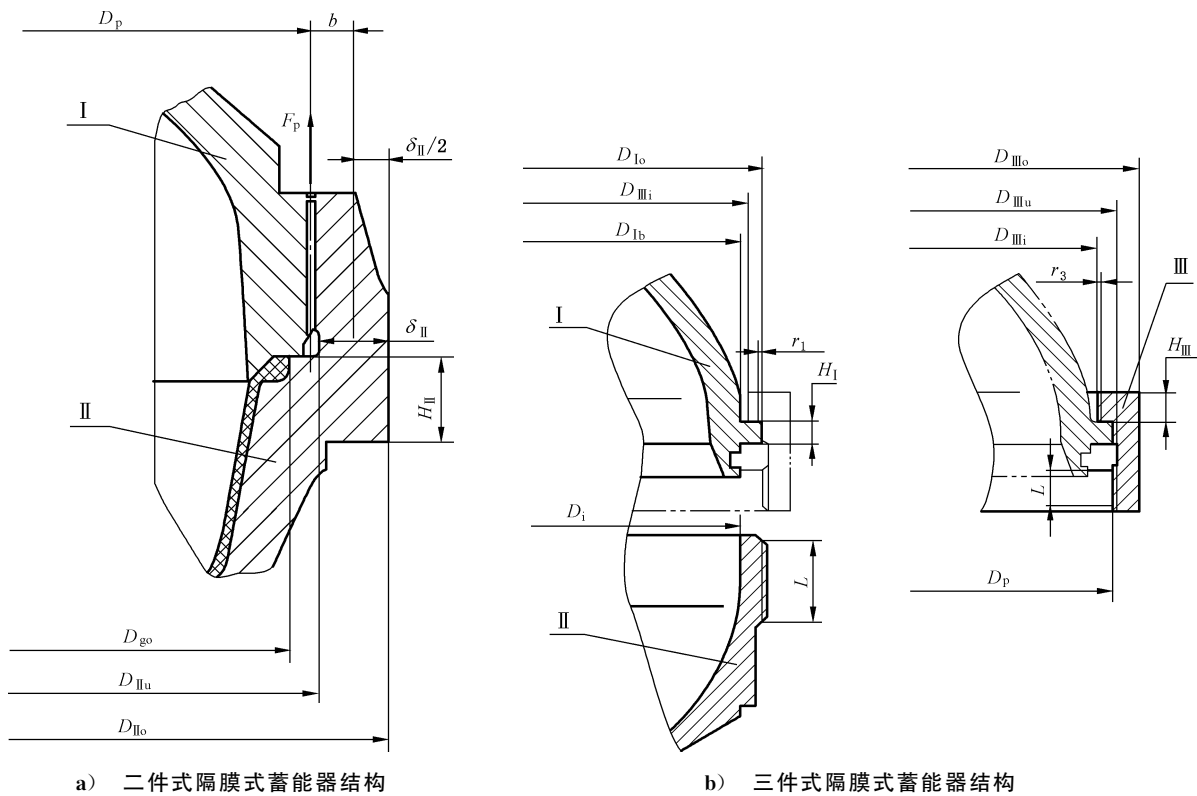
D_{oz} ——支承环凸台外径，单位为毫米(mm)。

6.9 隔膜式蓄能器连接结构设计

6.9.1 几何尺寸

二件式结构隔膜式蓄能器由上壳体和下壳体连接组成，见图 3 a)。

三件式结构隔膜式蓄能器由上壳体、下壳体和环形锁母连接组成，见图 3 b)。



标引符号说明：
 I —— 上壳体；
 II —— 下壳体；
 III —— 环形锁母。

图 3 隔膜式蓄能器结构

6.9.2 螺纹计算

按 6.7 规定计算。

6.9.3 二件式结构下壳体凸台应力校核

按公式(13)~公式(18)校核。

$$\sigma = \frac{M_p}{W} \leq [\sigma]^t \quad \dots\dots\dots(13)$$

式中:

$$M_p = F_p \cdot b \quad \dots\dots\dots(14)$$

$$F_p = \frac{\pi}{4} D_{go}^2 p_c \quad \dots\dots\dots(15)$$

$$b = 0.5(D_{IIo} - D_p) - 0.5\delta_{II} \quad \dots\dots\dots(16)$$

$$\delta_{II} = 0.5(D_{IIo} - D_{IIu}) \quad \dots\dots\dots(17)$$

$$W = \frac{\pi}{4} [(D_{IIo} - d_{go})H_{II}^2 + (D_{IIu} + \delta_{II}) \cdot \delta_{II}^2] \quad \dots\dots\dots(18)$$

6.9.4 三件式结构应力校核

6.9.4.1 环形锁母接触面的压应力按公式(19)~公式(21)校核:

$$\sigma = \frac{F}{A_j} \leq 1.35[\sigma]^t \quad \dots\dots\dots(19)$$

式中:

$$F = \frac{\pi}{4} D_i^2 p_c + F_o \quad \dots\dots\dots(20)$$

$$A_j = \frac{\pi}{4} [(D_{Io} - 2 \cdot r_1)^2 - (D_{IIIi} + 2 \cdot r_3)^2] \quad \dots\dots\dots(21)$$

6.9.4.2 环形锁母退刀槽处横截面应力按公式(22)校核:

$$\sigma = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(D_{IIIo}^2 - D_{IIIu}^2)} \leq [\sigma]^t \quad \dots\dots\dots(22)$$

6.9.4.3 环形锁母的凸缘厚度按公式(23)~公式(26)校核:

$$H_{III} \geq \sqrt{\frac{\beta_y F \cdot h_G}{[\sigma]^t D_{IIIi}}} \quad \dots\dots\dots(23)$$

式中:

$$h_G = 0.5D_p - 0.25(D_{Io} - 2r_1 + D_{IIIi} + 2r_3) \quad \dots\dots\dots(24)$$

$$\beta_y = \frac{1}{K-1} \left[0.66845 + 5.7169 \frac{K^2 \lg(K)}{K^2 - 1} \right] \quad \dots\dots\dots(25)$$

$$K = D_{IIIo} / D_{IIIi} \quad \dots\dots\dots(26)$$

6.9.4.4 上壳体凸台接触面的压应力按公式(19)~公式(21)校核。

6.9.4.5 上壳体凸台厚度应满足公式(27)要求:

$$H_1 \geq 1.38 \sqrt{\frac{F(D_{Io} - 2 \cdot r_1 - D_{IIIi} - 2 \cdot r_3)}{2[\sigma]^t D_{1b}}} \quad \dots\dots\dots(27)$$

6.10 活塞式蓄能器端部结构设计

6.10.1 几何尺寸

端盖与筒体端部的几何尺寸见图4。

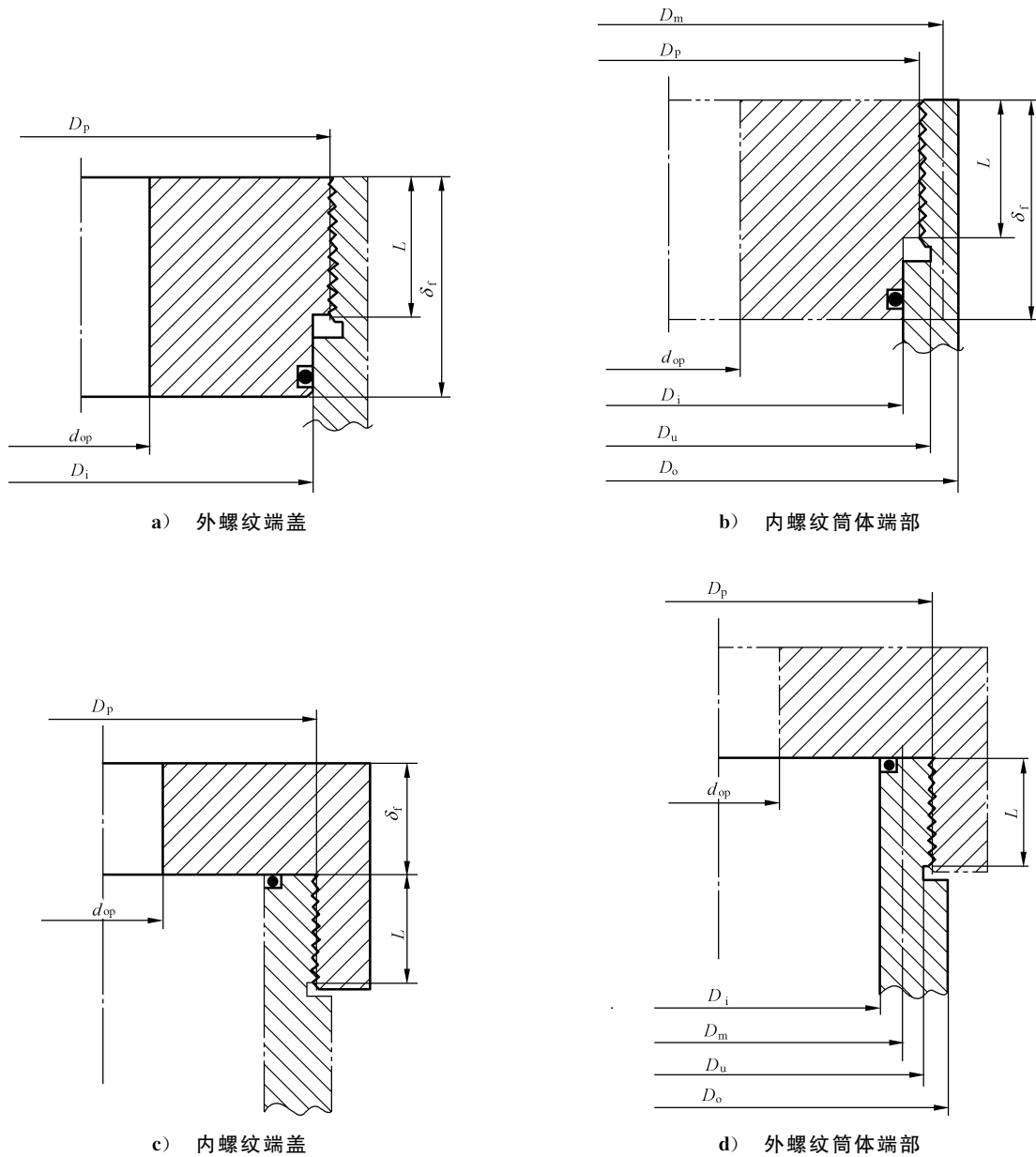


图 4 端盖与筒体端部的几何尺寸

6.10.2 端盖计算

6.10.2.1 端盖的计算厚度(δ_p)按公式(28)计算,名义厚度(δ_f)按公式(29)计算,且名义厚度不小于 20 mm。

$$\delta_p = 0.58D_p(p_c/[\sigma]^t)^{0.5} \dots\dots\dots (28)$$

$$\delta_f \geq \delta_p + C \dots\dots\dots (29)$$

6.10.2.2 对于分体端盖和开沉孔端盖的厚度计算,可采用 GB/T 150.3 或 GB/T 4732.4 进行设计。

6.10.3 带有螺纹的筒体端部强度校核



6.10.3.1 筒体端部拉伸和弯曲应力按公式(30)~公式(33)校核:

$$\sigma = \frac{\pi p_c D_i^2}{4A_u} + \frac{6M_e \alpha}{\delta_u^2} \leq 0.9[\sigma] \quad \dots\dots\dots (30)$$

式中:

$$M_e = \frac{p_c D_i^2 |D_m - D_p|}{8D_m} \quad \dots\dots\dots (31)$$

$$\alpha = \frac{1}{4 \cdot \beta \cdot L} \{1 + 4 \cdot e^{-\beta \cdot L} \cdot \sin(\beta \cdot L) - e^{-2\beta \cdot L} [\sin(2\beta \cdot L) + \cos(2\beta \cdot L)]\} \quad \dots\dots (32)$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{12(1-\nu^2)}{D_m^2 \delta_u^2}} \quad \dots\dots\dots (33)$$

6.10.3.2 对内螺纹的筒体端部按公式(34)~公式(36)计算:

$$A_u = 0.25\pi(D_o^2 - D_u^2) \quad \dots\dots\dots (34)$$

$$\delta_u = 0.5(D_o - D_u) \quad \dots\dots\dots (35)$$

$$D_m = 0.5(D_o + D_u) \quad \dots\dots\dots (36)$$

6.10.3.3 对外螺纹的筒体端部按公式(37)~公式(39)计算:

$$A_u = 0.25\pi(D_u^2 - D_i^2) \quad \dots\dots\dots (37)$$

$$\delta_u = 0.5(D_u - D_i) \quad \dots\dots\dots (38)$$

$$D_m = 0.5(D_u + D_i) \quad \dots\dots\dots (39)$$

6.11 开孔及开孔补强

6.11.1 通则

6.11.1.1 补强方法适用于:

- 仅承受压力作用的球壳中心开孔;
- 球壳上的最大开孔直径(d_{\max})不大于 $0.5D_i$;
- 为单一圆形孔,且其中心线与轴线一致。

6.11.1.2 超过 6.11.1.1 规定范围的,应按 GB/T 4732.4 进行局部结构应力分析,材料的许用应力按 6.3 规定。

6.11.2 开孔补强计算

6.11.2.1 开孔补强的计算截面选取

球壳上开孔所需的最小补强面积应在规定的截面上求取,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。

6.11.2.2 所需补强面积

所需补强面积(A)按公式(40)计算:

$$A = d_{op} \delta \quad \dots\dots\dots (40)$$

式中:

δ ——开孔处的壳体计算厚度,单位为毫米(mm);

d_{op} ——最大开孔直径,单位为毫米(mm);图 5 a)开孔形式取实际的开孔直径;图 5 b)开孔形式取接管内直径加 2 倍厚度附加量。

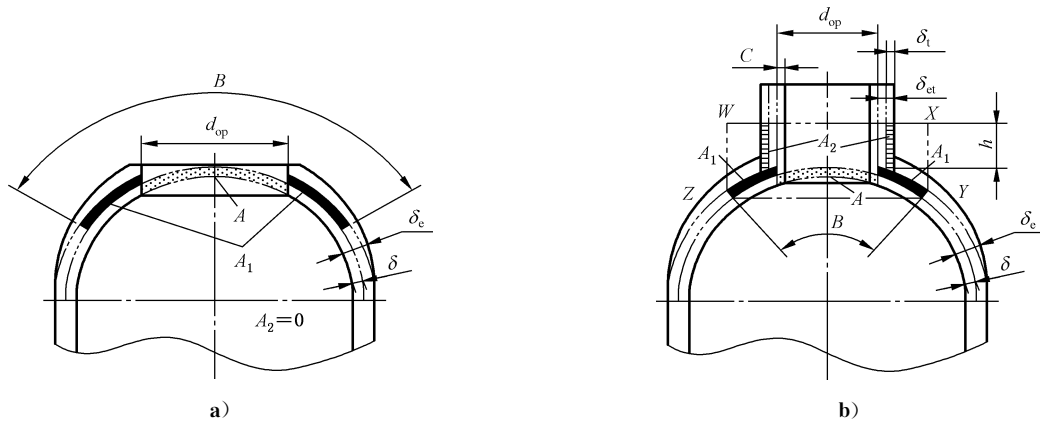


图 5 球壳中心开孔

6.11.2.3 有效补强范围及补强面积

6.11.2.3.1 有效补强范围按图 5 b) 中矩形 WXYZ 范围确定。

a) 补强有效宽度(B)按公式(41)计算,取二者中较大值:

$$B = \begin{cases} 2 d_{op} & \dots\dots\dots (41) \\ d_{op} + 2 \delta_n + 2 \delta_{nt} \end{cases}$$

对于图 1 a) 开孔形式, $\delta_{nt} = 0$ 。

b) 有效高度按公式(42)进行计算,再与接管实际外伸高度比较,取小值。

$$h = \sqrt{d_{op} \delta_{nt}} \dots\dots\dots (42)$$

对于图 1 a) 开孔形式, $h = 0$ 。

6.11.2.3.2 在有效补强范围内,可作为补强的截面积(A_e)按公式(43)计算:

$$A_e = A_1 + A_2 \dots\dots\dots (43)$$

A_1 、 A_2 分别按公式(44)、公式(45)计算:

$$A_1 = (B - d_{op})(\delta_e - \delta) \dots\dots\dots (44)$$

$$A_2 = 2h(\delta_{et} - \delta_i) \dots\dots\dots (45)$$

式中: δ_i 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(A_3)按公式(46)计算;

$$A_3 \geq A - A_e \dots\dots\dots (46)$$

6.11.2.4 端盖开孔补强

端盖单孔的开孔直径(d_{op})不大于 $0.4D_i$ 时,开孔所需要的补强面积按公式(47)计算:

$$A_{ep} = 0.5d_{op}\delta_p \dots\dots\dots (47)$$

6.11.2.5 端盖补强厚度

采用增加端盖的厚度进行补强时,可按公式(48)进行计算,且最小厚度不小于 20 mm。

$$\delta_i \geq \delta_p \cdot (1d_{op}/D_p)^{-0.5} + C \dots\dots\dots (48)$$

6.11.2.6 多个开孔补强计算

多个开孔的情况补强可按 GB/T 150.3 或 GB/T 4732.4 的相关规定计算。

6.12 疲劳评定

6.12.1 对于不满足 GB/T 4732.4 规定的疲劳评定免除准则的蓄能器,应按照 GB/T 4732.4 和附录 G 进行疲劳分析设计,或按 8.12 的要求进行疲劳试验。

6.12.2 对于有成功使用经验的蓄能器,按设计总图的技术要求,可不需要进行疲劳试验。

6.12.3 对于新设计或首次制造的蓄能器,如未按 GB/T 4732.4 进行疲劳分析和评定,应按 8.12 的要求进行疲劳试验。

7 制造

7.1 一般要求

蓄能器制造除应满足 TSG 21、GB/T 150.4 及本章的规定外,还应符合图样要求。

7.2 组批

7.2.1 蓄能器的制造应按批组织生产和管理。

7.2.2 公称容积小于 30 L 的蓄能器,每 501 只为一批,不足或超出数目另组成一批;公称容积大于或等于 30 L 的蓄能器,每 201 只为一批,不足或超出数目另组成一批;同一生产批次的生产周期不应超出 6 个月。

7.3 材料的复验和标记移植

7.3.1 蓄能器主要受压元件在制造前,应按 5.1 中的要求进行材料复验。

7.3.2 蓄能器主要受压元件在制造过程中应保留可追溯性标识,标识的具体形式由制造单位自行规定或依据设计图纸的要求执行,标志的设置应符合 10.1 的要求。

7.4 端部成形

囊式蓄能器壳体端部封头采用热成形(旋压、锻造)工艺进行制造;除焊接隔膜式蓄能器外,其他类型的蓄能器不应采用任何形式的焊接作业及焊补修复。

7.5 焊接工艺评定

焊接隔膜式蓄能器的焊接工艺评定应符合 NB/T 47014 的要求,焊接工艺评定报告(PQR)和焊接工艺规程应当由制造单位焊接责任工程师审核,技术负责人批准,经过监督检验人员签字确认后存入技术档案。

7.6 焊接

7.6.1 焊接隔膜式蓄能器的上壳体、下壳体的连接焊缝内侧应有垫环或环形的永久衬板(如图 6)或者上下壳体采用止口装配(如图 7),防止上下壳体焊接过程中熔化金属对内部隔膜的损伤。



标引序号说明：

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

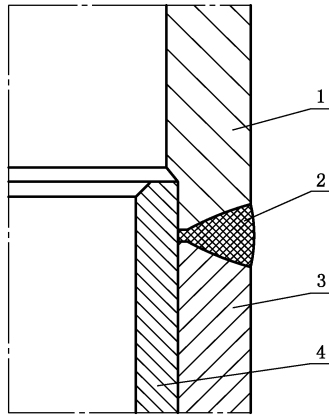
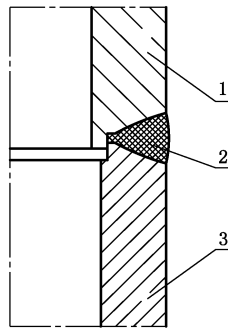


图 6 垫环或永久衬板式



标引序号说明：

- 1——带凸缘的上壳体；
- 2——焊缝；
- 3——下壳体。

图 7 止口式

7.6.2 焊接隔膜式蓄能器的充气端和液端接头的典型焊接接头形式如图 8 所示。

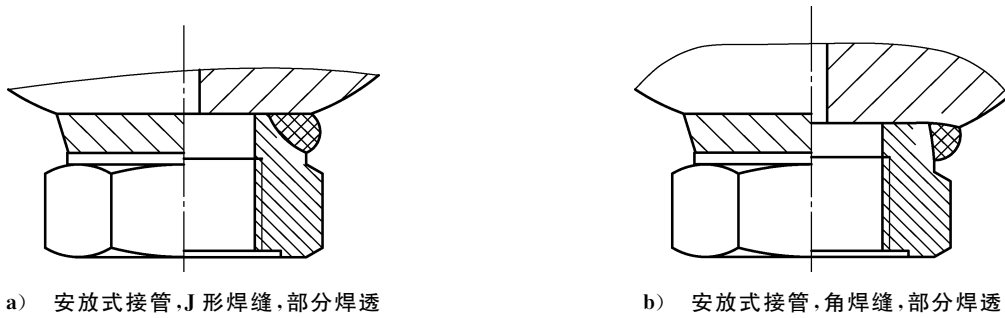


图 8 充气端和液端接头的典型焊接接头形式

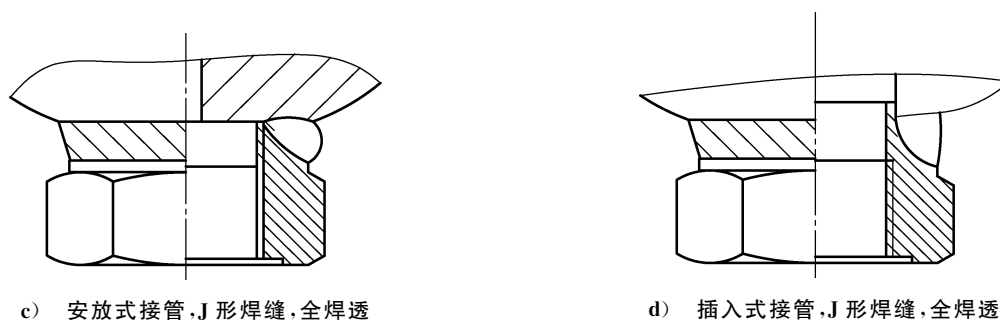


图 8 充气端和液端接头的典型焊接接头形式 (续)

7.6.3 焊接隔膜式蓄能器焊接完成后,宜消除焊接残余应力。

7.7 热处理

7.7.1 制造厂应进行热处理工艺评定,建立并完善合格的热处理制度,确保受压元件材料满足第 5 章的规定。

7.7.2 热处理时,应按评定合格的热处理工艺进行。

7.7.3 热处理设备应能自动记录热处理时间与温度的关系曲线。

7.8 组装

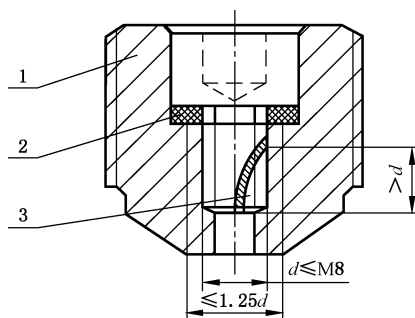
7.8.1 蓄能器应按照图样要求进行装配,装配场地应清洁干净。

7.8.2 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纸规定。

7.8.3 装配合格的进油阀阀芯在阀体内运动应灵活,可靠,不应有卡死现象。阀芯的斜面与阀体斜面配合应良好,不应有偏斜现象。

7.8.4 焊接隔膜式蓄能器的充气螺钉的组装要求如下。

- 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%。
- 充气螺钉性能等级不应低于 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 9 所示。



标引序号说明:

- 蓄能器充气口;
- 密封件;
- 充气螺钉。

图 9 充气螺钉组装方式

7.8.5 囊式、隔膜式蓄能器组装试验合格后,应在胶囊、隔膜内充填 0.05 MPa~0.15 MPa 氮气或其他惰性气体,以及采用其他方法保证胶囊、隔膜处于自然状态。

7.8.6 囊式、隔膜式蓄能器进液端及活塞式蓄能器端盖开孔应采取防尘措施。

7.8.7 组装后的蓄能器应进行密封性能试验和动作性能试验,应无漏气、渗油和卡阻现象。

8 技术要求和试验方法

8.1 壳体热处理后的力学性能

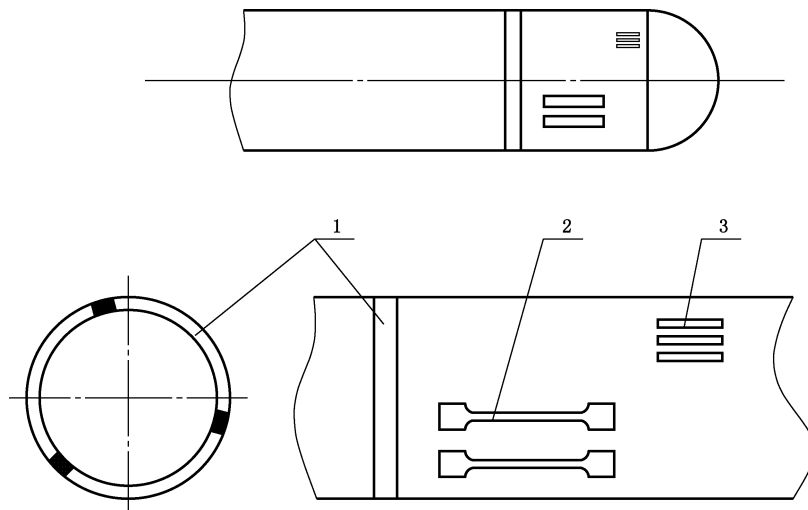
8.1.1 壳体热处理后,材料力学性能要求如下。

- a) 壳体热处理后的力学性能应符合表 2~表 6 的规定。
- b) 壳体材料调质热处理后实测抗拉强度不应超过表 3、表 5 规定的标准抗拉强度下限值 $R_m + 130$ MPa,实测屈服强度与抗拉强度的比值不大于 0.92。
- c) 当蓄能器设计温度不低于 -20 °C 时,冲击试验温度为 -20 °C;当设计温度低于 -20 °C 时,冲击试验温度按设计温度确定;试验温度下 3 个标准试样的平均冲击吸收能量不应低于表 3、表 5 的规定,允许其中一个试样的冲击吸收能量不应低于平均冲击吸收能量的 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,其冲击吸收能量指标分别为标准试样冲击吸收能量指标的 75%或 50%。

8.1.2 壳体热处理后的力学性能试样应从同批热处理中的相同规格的一个壳体上截取(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蓄能器公称容积大于 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。

8.1.3 拉伸试样形状尺寸和试验方法按 GB/T 228.1 的规定执行,冲击试样的形状尺寸及试验应按 GB/T 229 的规定执行。

8.1.4 试样取样位置按图 10 要求;当壳体外径大于 200 mm 时,冲击试样应横向取样。



标引序号说明:

- 1——冷弯试样或压扁试样环;
- 2——拉伸试样;
- 3——冲击试样。

图 10 试样截取示意图

8.2 压扁试验

8.2.1 壳体材料压扁试验后,试样的内、外侧表面或两端面均应无裂纹或破裂。

8.2.2 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;外径大于 355 mm,或 $D_o/\delta_n \leq 10$ 时,可做压扁试验或冷弯试验。

8.2.3 对于调质热处理后蓄能器壳体,将试样一直压到 2 平板间的距离小于 $0.8D_o$ 。

8.2.4 对于其他热处理状态的蓄能器壳体,将试样一直压到 2 平板间的距离小于按照公式(49)计算出的 H 。

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

式中:

H ——压板之间的距离,单位为毫米(mm);

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);

α ——单位长度的变形系数,不锈钢为 0.09,其他牌号为 0.08。

8.2.5 压扁试验方法按 GB/T 246 的规定执行,试样宽度应不小于 65 mm 且不大于 100 mm;试验时室温应在 $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的范围内,压板的移动速率不应超过 25 mm/min。

8.3 冷弯性能

8.3.1 壳体材料冷弯性能试验后,试样表面应无裂纹。

8.3.2 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,试样形状尺寸和试验方法按 GB/T 232 的规定执行。

8.3.3 任取其中一个进行加工,加工后试样的侧表面粗糙度应不低于 $12.5\text{ }\mu\text{m}$,圆角半径应不大于 2 mm。

8.3.4 冷弯试样应按图 11 所示进行弯曲试验,弯心直径应符合表 8 的规定,冷弯性能试验的其他要求应符合 GB/T 232 的规定。

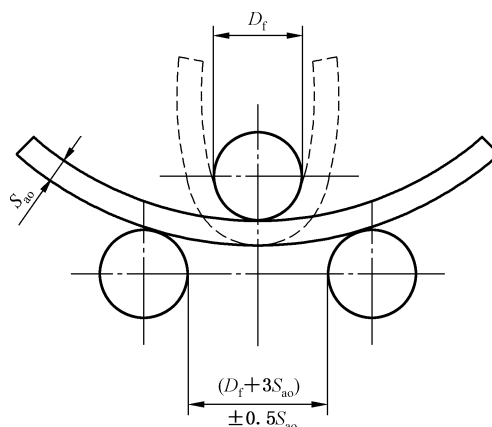


图 11 冷弯试验示意图

表 8 冷弯试验的弯心直径

壳体实测抗拉强度(R_{m0}) MPa	≤ 580	$> 580 \sim 685$	$> 685 \sim 784$	$> 784 \sim 880$	$> 880 \sim 950$	$> 950 \sim 1\ 040$
弯芯直径(D_f) mm	$3\delta_n$	$4\delta_n$	$5\delta_n$	$6\delta_n$	$7\delta_n$	$8\delta_n$

8.3.5 做压扁试验的蓄能器壳体无需做冷弯试验。

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(双相不锈钢除外)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。双相不锈钢热处理后的金相组织检查按 GB/T 13305—2024 的附录 B 评定, α -相面积百分比含量约 40%~60%。

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 晶粒度检验按 GB/T 6394 的规定执行,金属平均晶粒度应不小于 6 级。

8.5 硬度试验

8.5.1 经调质热处理的壳体材料布氏硬度应满足以下要求:

- a) 每个测试面的布氏硬度(HBW)平均值符合表 2 的规定;
- b) 同一测试面上 4 个点的硬度差、不同测试面的平均硬度值之差不大于 40 HBW。

8.5.2 布氏硬度试验方法应按照 GB/T 231.1 的要求,选取壳体两端及中部不少于 3 个不同的测试面,每个测试面的测试点不应少于 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,测试点应取在壳体两端测试面上,每个测试面的测试点不应少于 2 个,这 4 个硬度值应按取自一个测试面对待。

8.6 壁厚和制造公差

8.6.1 壳体、封头及端盖的最小厚度应不小于图纸规定的设计厚度。厚度应按 NB/T 47013.3 超声检测方法测厚。

8.6.2 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,在同一截面上测量的最大与最小外径之差,不超过该截面平均外径的 2%;
- b) 壳体的直线度偏差不超过其长度的 2‰。

8.6.3 经热成形(旋压、锻造)后形成的蓄能器端部的形状偏差、厚度分布应符合图样要求,并按批进行检测。

8.6.4 螺纹尺寸应符合 GB/T 196 及其他螺纹相应标准要求,螺纹公差应符合 GB/T 197 及其他螺纹相应标准要求;螺纹公差等级不应大于 6 级及相关螺纹标准要求。

8.6.5 壳体制造公差用标准量具或专用量具、样板进行检验。

8.7 无损检测

8.7.1 经调质热处理的壳体在热处理后应按照 NB/T 47013.4 进行外表面磁粉检测,质量等级不低于 I 级;必要时可采用与磁粉检测、超声检测等方法的组合检测,并按照 NB/T 47013 的要求,质量等级不低于 I 级。

8.7.2 焊接隔膜式蓄能器气端接头、液端接头的所有焊接接头表面应按 NB/T 47013.5 进行渗透检测,质量等级不低于 I 级。

8.7.3 活塞式蓄能器壳体螺纹、端盖螺纹应在组装前按照 NB/T 47013.5 进行渗透检测,质量等级不低于 I 级。

8.7.4 不锈钢蓄能器壳体在固溶热处理后,封头及其与筒体过渡区和机加工部位应按照 NB/T 47013.5 进行渗透检测,质量等级不低于 I 级。

8.7.5 焊接隔膜式蓄能器壳体的焊接接头应按 NB/T 47013.2 进行 100% 射线检测,检测技术等级不低于 AB 级,质量等级不低于 II 级;或者不低于 GB/T 22085.1 中 B 级要求;或者按照 NB/T 47013.15 进行 100% 相控阵超声检测,检测技术等级不低于 B 级,质量等级不低于 I 级。

8.8 耐压性能

8.8.1 壳体耐压试验应无明显变形和泄漏等异常现象、无异常响声。

8.8.2 壳体的耐压试验按 GB/T 9251 中不需测定容积变形的方法进行水压试验,水压试验装置应能实时自动记录产品编号、时间及试验结果。对奥氏体不锈钢制造的壳体进行耐压试验时,应控制水中氯离子含量不超过 25 mg/L。

8.8.3 耐压试验时,试验压力应取设计压力的 1.25 倍,试验压力下保压时间不应少于 1 min,压力表指针不回降。

8.9 外观质量

8.9.1 囊式蓄能器壳体内、外表面应作处理,表面清洁度应达到 GB/T 8923.1 中的 Sa2.5,筒体与封头应圆滑过渡,内外表面应光滑,不应有斜肩、棱角、裂纹、折叠、皱褶、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。对于隔膜式蓄能器、活塞式蓄能器,其表面粗糙度应满足使用要求。

8.9.2 蓄能器壳体的表面不完整性可通过磨削或机加工修复,被修理区域与相邻区域应光滑、小坡度连接。对于蓄能器壳体的任何不完整的表面,如果深度大于最小壁厚的 5%,或长度大于 25 mm,就应该修复。修复后,应重新做壁厚测定。

8.9.3 不锈钢蓄能器壳体内外表面的处理应选用合适的工艺和材料,经表面处理后的壳体应采取相应措施进行保护,防止铁或其他材料污染。

8.9.4 蓄能器外露零件表面应采用涂覆或其他方法进行防腐蚀处理。除不锈钢材料外,防腐材料应符合 NB/T 10558 的规定外,还应满足设计文件要求。

8.9.5 蓄能器的外观质量按照 NB/T 47013.7 的目视检测方法。

8.10 清洁度

8.10.1 蓄能器内腔清洁度指标应符合 JB/T 7858 的要求。

8.10.2 测量蓄能器的内腔清洁度应按 JB/T 7858 规定的方法;或按订货资料中双方约定的测定方法、验收方式和验收标准进行清洁度测试。

8.11 爆破试验

8.11.1 对于壳体材料标准抗拉强度下限值大于 540 MPa 的蓄能器壳体,爆破试验压力应满足。

- a) 主破口在筒体部位,破口断面为塑性破口,断口边缘应有明显的剪切唇,爆破后应无碎片产生,断口上不应有明显的金属缺陷,爆破压力应满足公式(50)的要求。

$$p_b \geq \frac{2\delta_a \cdot R'_m}{D_o - \delta_a} \dots\dots\dots (50)$$

- b) 主破口未出现在筒体部位,最高试验压力不低于(室温下的抗拉强度安全系数+1)×设计压力,可视为爆破试验合格。蓄能器采用规则设计方法时,安全系数大于或等于 2.7;蓄能器采用分析设计方法时,安全系数大于或等于 2.4。

8.11.2 对于活塞式蓄能器及材料标准抗拉强度下限值小于 540 MPa 的蓄能器壳体,最高试验压力不低于安全系数乘以设计压力,视为爆破试验合格。

8.11.3 对于焊接隔膜式蓄能器爆破压力应满足公式(51):

$$p_b \geq 4p_1 \dots\dots\dots(51)$$

8.11.4 蓄能器壳体的爆破试验方法按 GB/T 15385 的规定。

8.12 疲劳试验

8.12.1 技术要求

8.12.1.1 蓄能器在规定的循环次数下的疲劳试验过程中,密封部位应无介质渗漏现象,主要受压元件应无裂纹、无异常变形或无破坏。

8.12.1.2 对于焊接隔膜式蓄能器的疲劳试验,除满足 8.12.2.1 之外,还不应出现以下情况之一:

- a) 每 20 000 次循环试验后测定一次预充气压力,压力下降大于 $0.1P_0$;
- b) 总热循环周期完成后,解剖蓄能器样机,其主体结构与设计规定不符。

8.12.2 试验方法

8.12.2.1 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 的规定。

8.12.2.2 蓄能器整机进行疲劳试验时,宜去除内部隔离元件(胶囊、隔膜、活塞等)。

8.12.2.3 疲劳试验的抽样数量按附录 F 要求。

8.12.3 囊式蓄能器的疲劳试验

8.12.3.1 同时符合下列条件的囊式蓄能器按 F.1 的要求进行第 I 类疲劳试验:

- a) 设计压力 $p \leq 35$ MPa;
- b) 公称容积 $V \leq 250$ L;
- c) 外径 $DN \leq 426$ mm;
- d) 正常操作时,压力波动范围不大于 0.5 倍设计压力。

8.12.3.2 对 8.12.3.1 以外的囊式蓄能器按 F.2 的要求进行第 II 类疲劳试验。

8.12.4 螺纹连接隔膜式蓄能器的疲劳试验

8.12.4.1 同时符合下列条件的隔膜式蓄能器按 F.1 的要求进行第 I 类疲劳试验:

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

8.12.4.2 对 8.12.4.1 以外的螺纹连接隔膜式蓄能器按 F.2 的要求进行第 II 类疲劳试验。

8.12.5 焊接隔膜式蓄能器的疲劳试验

8.12.5.1 焊接隔膜式蓄能器的疲劳试验试验压力、温度及疲劳循环频率应按表 9 的要求。

表 9 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	$p_0 \pm 5\%$	$1.1p_i \pm 2\%$	$p_i \pm 2\%$	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： p_i 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。

8.12.5.2 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。

8.12.6 活塞式蓄能器的疲劳试验

8.12.6.1 同时符合下列条件的活塞式蓄能器按 F.1 的要求进行第 I 类疲劳试验：

- 设计压力 $p \leq 35$ MPa；
- 公称容积 $V \leq 250$ L；
- 内径 $DN \leq 350$ mm；
- 正常操作时，压力波动范围不大于 0.5 倍设计压力。

8.12.6.2 对 8.12.6.1 以外的活塞式蓄能器按 F.2 的要求进行第 II 类疲劳试验。

8.13 密封性能试验

组装后的蓄能器应按表 10 规定的充气压力和试验压力进行密封性能试验，保压时间不应少于 1 min，各密封处不应有漏气或渗油现象。

表 10 密封性能试验条件

蓄能器类型	囊式	隔膜式	活塞式
气侧充气压力	$0.35p$	$0.35p$	$0.15p$
液端液压试验压力	$1.10p$	$1.10p$	$1.10p$

8.14 动作性能试验

组装后的蓄能器应按表 11 的规定进行动作性能试验，试验过程中不应有漏气或渗油现象。

表 11 动作性能试验条件

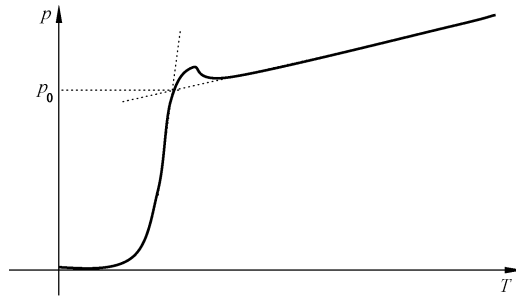
动作次数	充气压力		气压偏差	液端压力 变化范围
	囊式、隔膜式	活塞式		
不少于 10 次	$0.35p$	$0.15p$	$0\% \sim 5\%$	$0.35p \sim 0.70p$

8.15 预充气压力试验

8.15.1 焊接隔膜式蓄能器的预充气压力试验应达到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。

8.15.2 焊接隔膜式蓄能器进行预充气压力试验前,应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。

8.15.3 试验时,介质填充流量 15 mL/min~20 mL/min,液端压力不小于 $p_0 + 2$ MPa,见图 12。



标引符号说明:

p ——压力;

p_0 ——充气压力;

T ——时间。

图 12 预充气压力试验

8.16 存储过程中的气密性

焊接隔膜式蓄能器在室温下储存 70 d,按 8.15 重复其预充气压力试验,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。

8.17 冷热冲击试验

焊接隔膜式蓄能器按表 12 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 8.15 检查预充气压力并应符合其规定的数值。

表 12 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	0%~5%	≥1	≤20	300

8.18 排出流量试验

当需方要求提供实际排出流量时,一般采用称重法测试,也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;测试装置见附录 H。

注:排出容积是指加压后的蓄能器,其压力在回路最高动作压力到最低动作压力之间变化时,蓄能器内液体的容积变化的值。

8.19 功能性验证试验

根据需方要求,蓄能器整机装配完成后,经供需双方协议并在合同中注明,可进行使用条件下的功能性验证试验,其可靠性动作试验测试次数不少于 50 次。

9 检验规则

9.1 出厂检验

9.1.1 蓄能器在出厂前应按表 13 规定的项目进行检验。

9.1.2 抽样及复验规则如下。

- 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。
- c) 复验结果合格,则该批检验合格。复验结果如果不合格,允许对该批壳体进行重新热处理,如果热处理温度在钢材共析温度以上时,则重新热处理次数不应超过 2 次;经重新热处理的该批壳体,应按新批对待并重新进行检验。

9.2 型式试验

9.2.1 凡属下列情况之一者,应按表 13 规定进行型式试验:

- a) 新设计(因改变开孔位置、尺寸、补强计算而进行的设计除外)的蓄能器定型产品;
- b) 定型产品的材料牌号、成形工艺、焊接、热处理工艺之一发生变化时;
- c) 定型产品内外径变化超过 5%或长度变化超过 60%时;
- 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;
- h) 设计文件要求进行型式试验时。

9.2.2 型式试验时,应从同一批次生产的壳体或蓄能器中随机抽取 2 件,其中 1 件做爆破试验,另 1 件做力学性能试验。

表 13 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	化学成分分析	GB/T 223 GB/T 11170	—	√	√	5.1.5
	2	拉伸试验	GB/T 228	—	√	√	8.1.1 a)、b)
	3	冲击试验	GB/T 229	—	√	√	8.1.1 a)、c)
	4	压扁试验	GB/T 246	—	√	√	8.2.2、8.2.3
	5	冷弯试验	GB/T 232	—	√	√	8.3.1
	6	金相组织及晶粒度	8.4	—	√	—	8.4
	7	硬度试验	GB/T 231.1	√	—	√	8.5.1 a)、b)
	8	壁厚	NB/T 47013.3	√	—	√	8.6

表 13 检验项目一览表（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		
壳体	9	制造公差	长度量具测量	√	—	√	8.6
	10	壳体环缝检测	GB/T 22085.1 NB/T 47013	√	—	√	8.7
	11	接头焊缝检测	GB/T 22085.1 NB/T 47013	—	√	√	8.7
	12	无损检测	NB/T 47013	√	—	√	8.7
	13	耐压试验	GB/T 9251	√	—	√	8.8.2
	14	内、外表面质量	NB/T 47013.7	√	—	√	8.9
	15	爆破试验	GB/T 15385	—	—	√	8.11
蓄能器整机	16	疲劳试验	8.12,附录 F	—	—	√	附录 F
	17	密封性能试验	8.13	√	—	√	8.13
	18	动作性能试验	8.14	√	—	√	8.14
	19	预充气压力试验	8.15	—	√	√	8.15
	20	存储过程中的气密性	8.16	—	√	√	8.16
	21	冷热冲击试验	8.17	—	√	√	8.17
注：“√”表示必检项，“—”表示非检项。							
^a 活塞式蓄能器端盖只进行序号 2、3、7、8、9、12、14 检验项目；焊接隔膜式蓄能器附加进行序号 10、11、19、20、21 检验项目。							

10 标志和运输包装

10.1 标志

10.1.1 标志应设置在蓄能器的明显位置，其留痕方法不应影响蓄能器本身的强度，如使用钢印方式留永久性标记，设计单位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。

10.1.2 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) 本文件编号；
- d) 介质名称；
- e) 设计压力和设计温度；
- f) 公称容积；
- g) 产品编号或者产品批号；
- h) 制造日期；
- i) 设计使用年限；

- j) 压力容器分类(适用于 TSG 21 适用范围内的蓄能器)；
- k) 蓄能器设计类型(疲劳试验类别)；
- l) 蓄能器图形符号。

10.1.3 蓄能器主要受压元件应有可追溯性的永久标记,至少应包括以下内容:

- a) 制造单位名称或代号；
- b) 产品编号；
- c) 设计压力；
- d) 监检标记(适用于 TSG 21 适用范围内的蓄能器或客户有要求时)。

10.1.4 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或其他惰性气体”等。

10.2 涂敷与运输包装

蓄能器的涂敷与运输包装应符合 NB/T 10558 的规定。

11 随行文件

11.1 随行文件至少应包括蓄能器竣工图样(复印件)、产品合格证、质量证明文件、安装及使用维护保养说明等;必要时,还应提供特种设备制造监督检验证书与型式试验证书(适用于 TSG 21 适用范围内的蓄能器)。

11.2 质量证明文件包括材料清单、主要受压元件材料质量证明书、质量计划、外观及几何尺寸检验报告、组装(焊接)记录、无损检测报告、热处理报告及自动记录曲线、耐压试验报告及泄漏试验报告、产品铭牌的拓印件或者复印件等。

11.3 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:

- 蓄能器设计文件；
- 型式试验证书与报告；
- 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；
- 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。

11.4 安装及使用维护保养说明书应包括设计压力、试验压力、允许工作温度范围、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、维护保养等方面的内容,蓄能器的安全使用要求按附录 I。

附录 A

(资料性)

囊式蓄能器的典型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,更换胶囊时无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。

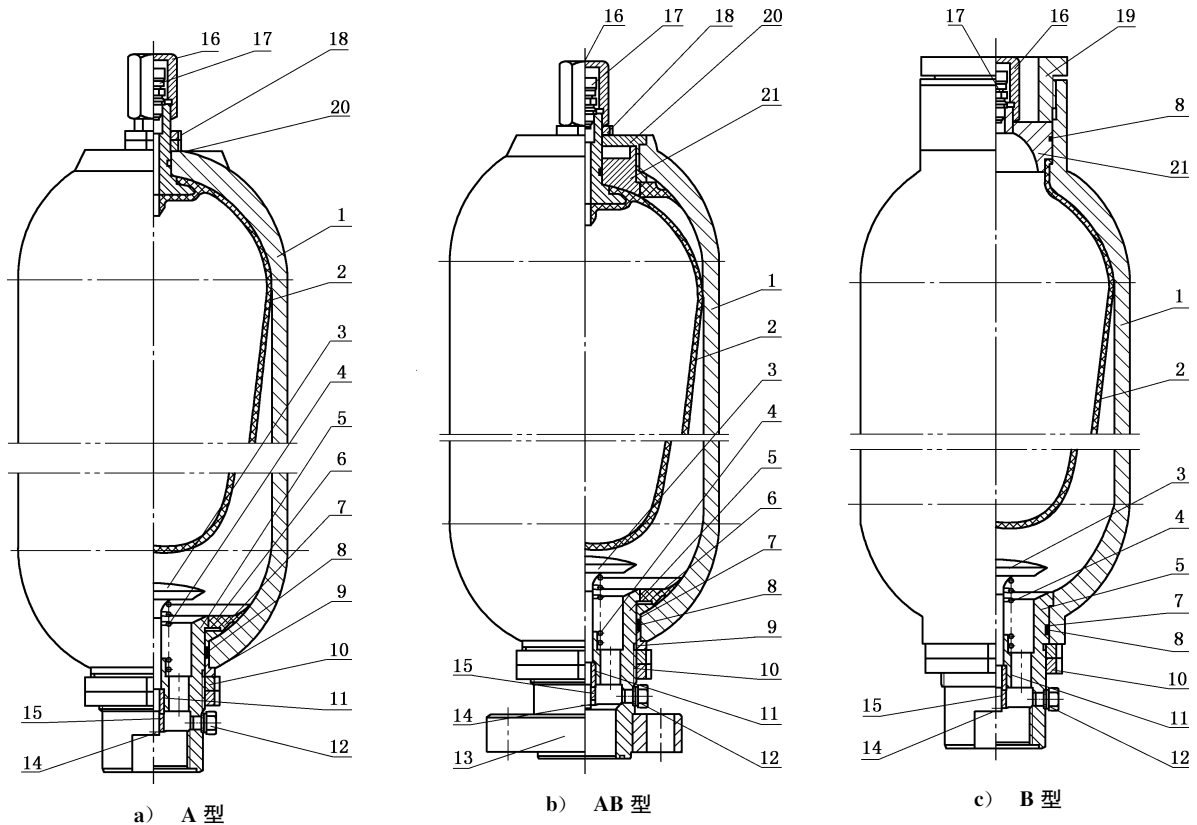
A.1.2 按与液压系统的管道连接方式,分为螺纹连接(L)和法兰连接(F)2 种。

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

A.2 典型结构图和零件名称

囊式蓄能器的典型整体结构图及零件名称见图 A.1。



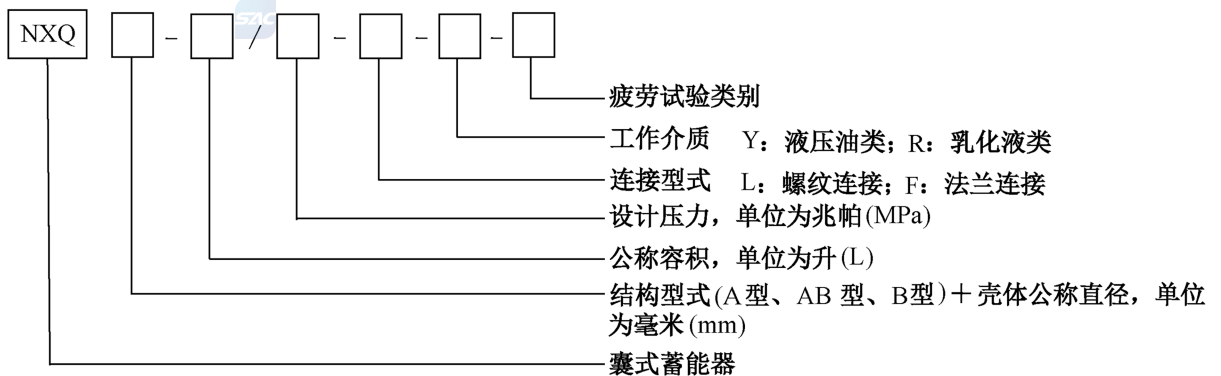


标引序号说明：

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

图 A.1 囊式蓄能器的整体结构图

A.3 定型产品表示方法



GB/T 20663—2026

示例：囊式蓄能器、A型、壳体公称直径 219 mm、公称容积为 50 L、设计压力为 31.5 MPa、螺纹连接、工作介质为液压油类、第 I 类疲劳试验要求，表示为：

NXQ A219-50/31.5-L-Y- I



附录 B

(资料性)

螺纹连接隔膜式蓄能器的典型结构型式和标记方法

B.1 结构型式

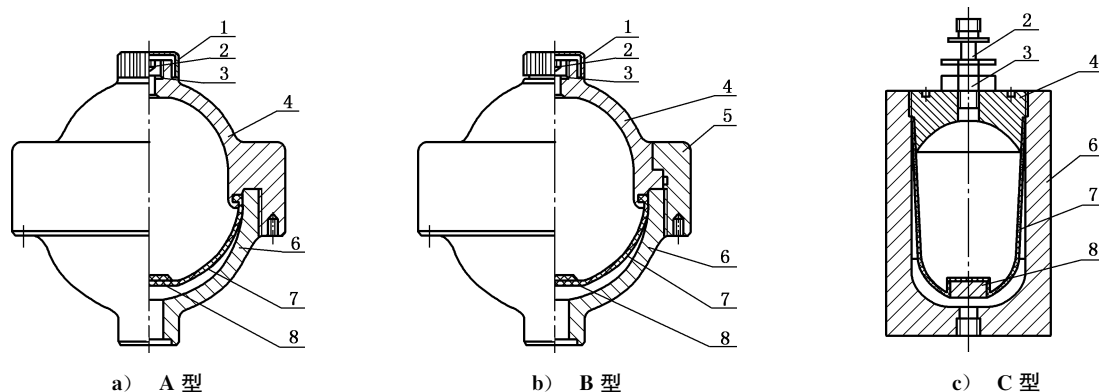
B.1.1 按壳体连接方式,螺纹连接隔膜式蓄能器分为 A 型、B 型、C 型 3 种结构型式:

- a) A 型蓄能器壳体分上、下 2 部分,上壳体为内螺纹,下壳体为外螺纹,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 典型结构图和零件名称

螺纹连接隔膜式蓄能器的典型整体结构图及零件名称见图 B.1。

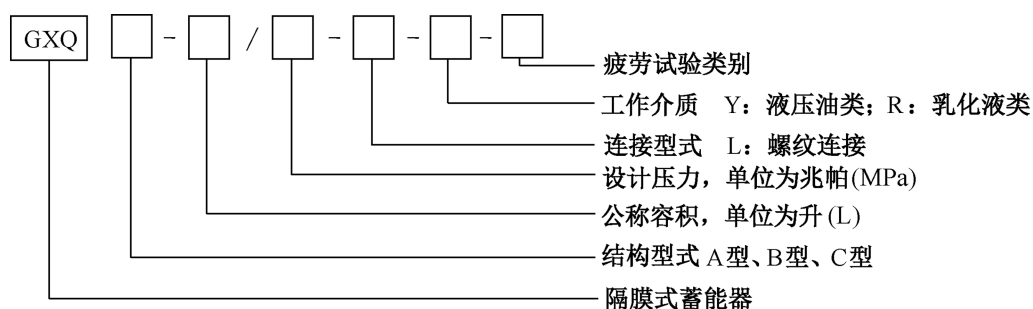


标引序号说明:

- | | |
|-------------|----------|
| 1——气阀护帽; | 5——环形锁母; |
| 2——充气阀; | 6——下壳体; |
| 3——组合密封垫圈; | 7——隔膜; |
| 4——上壳体(端盖); | 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：隔膜式蓄能器、A型、公称容积为1.6 L、设计压力为10 MPa、螺纹连接、工作介质为液压油类、第Ⅰ类疲劳试验要求，表示为：

GXQ A-1.6/10-L-Y-Ⅰ

附录 C

(规范性)

焊接隔膜式蓄能器的典型结构型式和标记方法

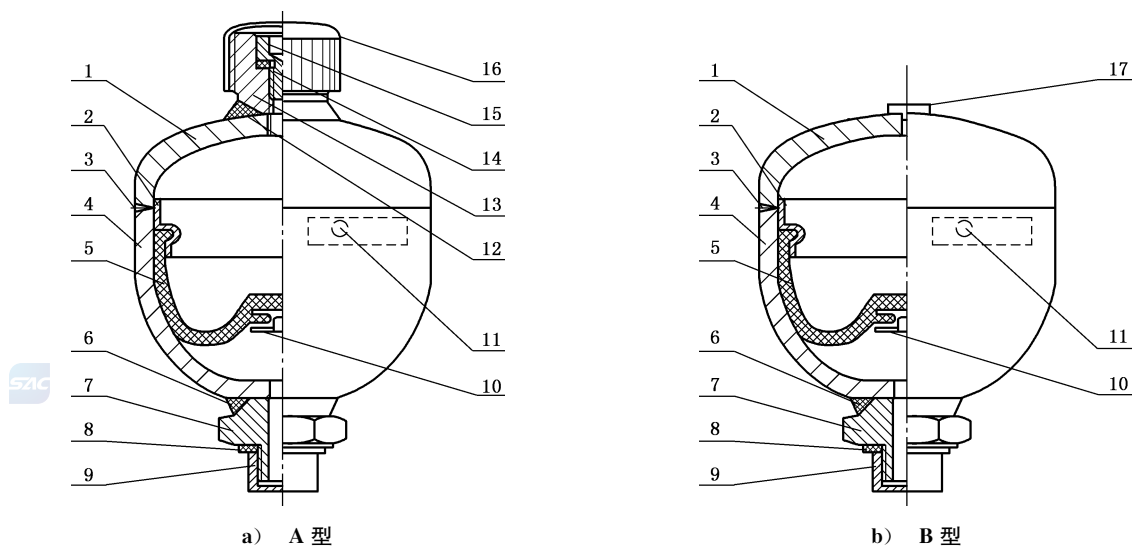
C.1 结构型式

焊接隔膜式蓄能器按照结构型式分为 A 型和 B 型 2 种结构型式：

- a) A 型为可重复充气的蓄能器；
- b) B 型为不可重复充气蓄能器，出厂充气并密封。

C.2 典型结构图和零件名称

焊接隔膜式蓄能器的典型整体结构图及其零部件名称见图 C.1。

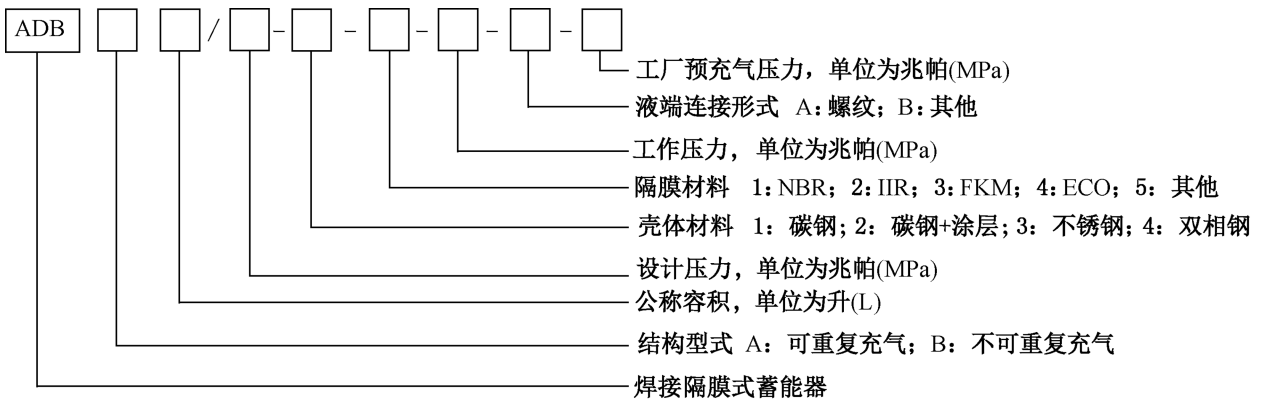


标引序号说明：

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

图 C.1 焊接隔膜式蓄能器结构图

C.3 焊接隔膜蓄能器型号表示方法



示例:

焊接隔膜式蓄能器、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、工作压力 20 MPa、螺纹连接、预充气压力 6 MPa, 表示为:

ADB A 0.75/21-1-4-20-A-6



附录 D

(资料性)

活塞式蓄能器的典型结构型式和标记方法

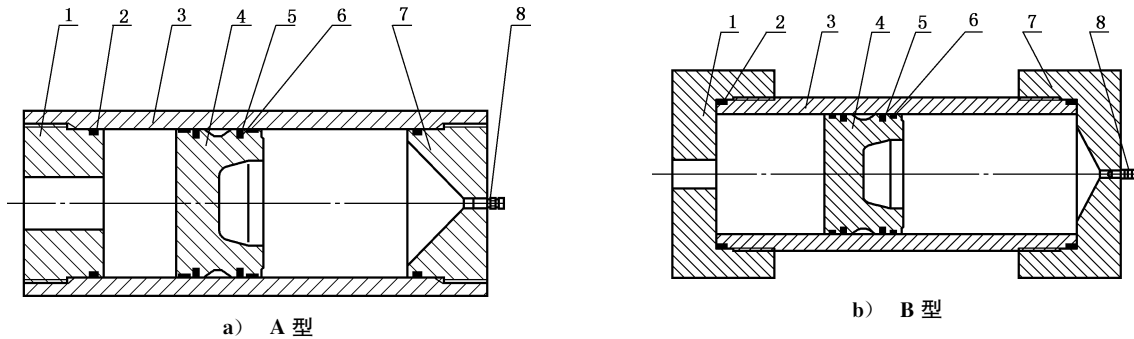
D.1 结构型式

活塞式蓄能器按螺纹连接方式分为 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 典型结构图和零件名称

活塞式蓄能器的整体结构图及零件名称见图 D.1。

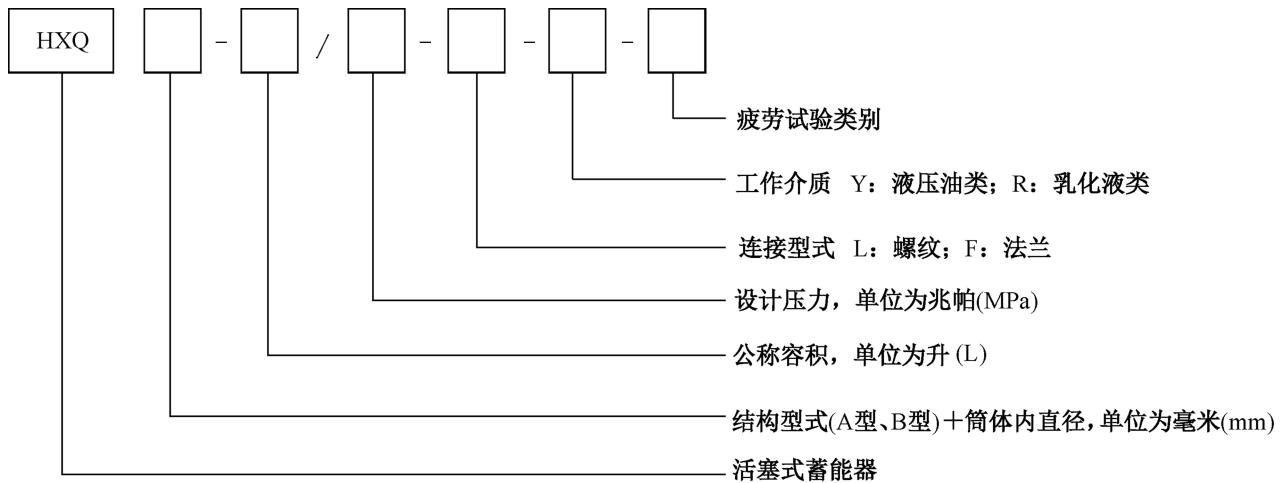


标引序号说明：

- | | |
|-----------|-----------|
| 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：

活塞式蓄能器、A 型、筒体直径 180 mm、公称容积为 40 L、设计压力为 31.5 MPa、螺纹连接、工作介质为液压油类、第 I 类疲劳试验要求，表示为：

HXQ A180-40/31.5-L-Y- I

附 录 E
(规范性)
胶囊和隔膜技术条件

E.1 概述

本附录技术条件适用于工作介质为石油基液压油、乳化液、水、水基溶液、抗燃油，气腔充装氮气或其他惰性气体的，使用温度为-45℃~+150℃的囊式蓄能器用胶囊和隔膜式蓄能器用隔膜。不同橡胶材料的胶囊和隔膜使用温度范围及介质类型见表 E.1。

表 E.1 不同橡胶材料的胶囊和隔膜使用温度范围及介质类型

橡胶材料名称(代号)	使用温度范围	介质类型
低温丁腈(LT-NBR)	-45℃~80℃	石油基液压油、抗燃油 乳化液、水、水基溶液
丁腈(NBR)	-30℃~100℃	
氯醚(ECO)	-30℃~120℃	
氟橡胶(FKM)	-10℃~150℃	
氢化丁腈(HNBR)	-30℃~120℃	
丁基(IIR)	-40℃~120℃	乳化液

E.2 组批

胶囊和隔膜胶料以同班、同机台生产的，开炼不超过 10 辊、密炼不超过 20 辊且不多于 1 000 kg 的混炼胶为一批。

胶囊和隔膜成品以相同胶料、相同工艺、同一规格且数量不超过 1 000 件为一批。

E.3 物理性能

E.3.1 胶囊材料的物理性能

E.3.1.1 一体注射成型胶囊所用橡胶材料采用丁腈橡胶(NBR)、丁基橡胶(IIR)、低温丁腈(L-NBR)或氢化丁腈(HNBR)，其物理性能应符合表 E.2 的规定。

表 E.2 一体注射成型胶囊材料的物理性能要求

性能	单位	试验方法	各种橡胶材料的性能要求			
			LT-NBR	NBR	IIR	HNBR
硬度	Shore A 或 IRHD	GB/T 531.1 或 GB/T 6031	50±5	60±5	60±5	60±5
拉伸强度	MPa	GB/T 528	≥16	≥18	≥11	≥18
拉断伸长率	—	GB/T 528	≥550%	≥450%	≥500%	≥450%
撕裂强度(直角型)	kN/m	GB/T 529	≥35	≥40	≥40	≥40

表 E.2 一体注射成型胶囊材料的物理性能要求 (续)

性能	单位	试验方法	各种橡胶材料的性能要求			
			LT-NBR	NBR	IIR	HNBR
低温脆性	℃	GB/T 1682	-45 ℃ 无破坏	-30 ℃ 无破坏	-45 ℃ 无破坏	-35 ℃ 无破坏
热空气老化,80 ℃,70 h, 拉断伸长率变化率	—	GB/T 3512, 方法 A	≤-35%	—	—	—
热空气老化,100 ℃,70 h, 拉断伸长率变化率	—	GB/T 3512, 方法 A	—	≤-35%	—	—
热空气老化,120 ℃,70 h, 拉断伸长率变化率	—	GB/T 3512, 方法 A	—	—	≤-35%	—
热空气老化,120 ℃,70 h, 拉断伸长率变化率	—	GB/T 3512, 方法 A	—	—	—	≤-35%
耐 15 号液压油,80 ℃,70 h, 体积变化率	—	GB/T 1690	-5%~ 12%	—	—	—
耐 15 号液压油,100 ℃, 70 h,体积变化率	—	GB/T 1690	—	-5%~ 10%	—	—
耐 15 号液压油,120 ℃,70 h, 体积变化率	—	GB/T 1690	—	—	—	-5%~ 10%
耐 M-10 乳化液,120 ℃, 70 h,体积变化率	—	GB/T 1690	—	—	-5%~ 10%	—
伸张疲劳寿命,拉伸 100%, 频率 5 Hz	万次	GB/T 1688	≥50	≥50	≥50	≥50
屈挠龟裂,频率 5 Hz	万次	GB/T 13934	≥10	≥10	≥10	≥10
注 1: 耐其他介质性能指标,依据双方协商而定。 注 2: “—”表示无。						

E.3.1.2 粘接胶囊所用橡胶材料采用丁腈橡胶(NBR)、丁基橡胶(IIR)、氯醚橡胶(ECO)或氟橡胶(FKM),其物理性能应符合表 E.3 的规定。

表 E.3 粘接胶囊材料的物理性能要求

性能	单位	试验方法	各种橡胶材料的性能要求			
			NBR	IIR	ECO	FKM
硬度	Shore A 或 IRHD	GB/T 531.1 或 GB/T 6031	60±5	60±5	60±5	60±5
拉伸强度	MPa	GB/T 528	≥13	≥11	≥14	≥10
拉断伸长率	—	GB/T 528	≥450%	≥500%	≥450%	≥200%
撕裂强度(直角型)	kN/m	GB/T 529	≥40	≥40	≥40	≥30
低温脆性	℃	GB/T 1682	-30 无破坏	-45 无破坏	-35 无破坏	-15 无破坏

表 E.3 粘接胶囊材料的物理性能要求 (续)

性能	单位	试验方法	各种橡胶材料的性能要求			
			NBR	IIR	ECO	FKM
热空气老化,100℃,70 h, 拉断伸长率变化率	—	GB/T 3512, 方法 A	≤-35%	—	—	—
热空气老化,120℃,70 h, 拉断伸长率变化率	—	GB/T 3512, 方法 A	—	≤-35%	≤-35%	—
热空气老化,150℃,70 h, 拉断伸长率变化率	—	GB/T 3512, 方法 A	—	—	—	≤-35%
耐 15 号液压油,100℃,70 h, 体积变化率	—	GB/T 1690	-5%~10%	—	—	—
耐 15 号液压油,120℃,70 h, 体积变化率	—	GB/T 1690	—	—	-5%~10%	—
耐 15 号液压油,150℃,70 h, 体积变化率	—	GB/T 1690	—	—	—	-5%~10%
耐 M-10 乳化液,120℃,70 h, 体积变化率	—	GB/T 1690	—	-5%~10%	—	—
伸张疲劳寿命,拉伸 100%, 频率 5 Hz	万次	GB/T 1688	≥50	≥50	≥50	≥50
屈挠龟裂,频率 5 Hz	万次	GB/T 13934	≥10	≥10	≥10	≥10
橡胶与 45 号钢粘合强度	MPa	GB/T 11211	≥3	≥3	≥3	≥3
注 1: 耐其他介质性能指标,依据双方协商而定。						
注 2: “—”表示无。						

E.3.2 隔膜材料的物理性能

隔膜所用橡胶材料采用丁腈橡胶(NBR)、丁基橡胶(IIR)、氯醚橡胶(ECO)或氟橡胶(FKM),其物理性能应符合表 E.4 的规定。

表 E.4 隔膜材料的物理性能要求

性能	单位	试验方法	各种橡胶材料的性能要求			
			NBR	IIR	ECO	FKM
硬度	Shore A 或 IRHD	GB/T 531.1 或 GB/T 6031	60±5	60±5	60±5	60±5
拉伸强度	MPa	GB/T 528	≥8	≥8	≥10	≥8
拉断伸长率	—	GB/T 528	≥400%	≥450%	≥500%	≥250%
屈挠龟裂,频率 5 Hz	万次	GB/T 13934	≥15	≥20	≥10	≥2
低温脆性	℃	GB/T 1682	-20 无破坏	-45 无破坏	-35 无破坏	-15 无破坏
耐 15 号液压油,100℃,70 h, 体积变化率	—	GB/T 1690	-5%~10%	—	—	—

表 E.4 隔膜材料的物理性能要求 (续)

性能	单位	试验方法	各种橡胶材料的性能要求			
			NBR	IIR	ECO	FKM
耐 15 号液压油, 120 °C, 70 h, 体积变化率	—	GB/T 1690	—	—	-5%~10%	—
耐 15 号液压油, 150 °C, 70 h, 体积变化率	—	GB/T 1690	—	—	—	-5%~10%
耐 M-10 乳化液, 120 °C, 70 h, 体积变化率	—	GB/T 1690	—	-5%~10%	—	—
注: “—”表示无。						

E.3.3 胶囊的物理性能

一体注射成型胶囊与粘接胶囊的物理性能应分别符合表 E.5 和表 E.6 的规定, 但对于基本容量不大于 2.5 L 的胶囊, 只做硬度和耐液体体积变化试验。

表 E.5 一体注射成型胶囊的物理性能要求

性能	单位	试验方法	橡胶类型及指标			
			LT-NBR	NBR	IIR	HNBR
硬度	Shore A 或 IRHD	GB/T 531.1 或 GB/T 6031	50±5	60±5	60±5	60±5
拉伸强度	MPa	GB/T 528	≥14	≥16	≥9	≥16
拉断伸长率	—	GB/T 528	≥500%	≥400%	≥450%	≥400%
耐 15 号液压油, 80 °C, 70 h 体积变化率	—	GB/T 1690	-5%~10%	—	—	—
耐 15 号液压油, 100 °C, 70 h 体积变化率	—	GB/T 1690	—	-5%~10%	—	—
耐 15 号液压油, 120 °C, 70 h 体积变化率	—	GB/T 1690	—	—	—	-5%~10%
耐 M-10 乳化液, 120 °C, 70 h 体积变化率	—	GB/T 1690	—	—	-5%~10%	—
注 1: 耐其他介质性能指标, 依据双方协商而定。						
注 2: “—”表示无。						

表 E.6 粘接胶囊的物理性能要求

性能	单位	试验方法	橡胶类型及指标			
			NBR	IIR	ECO	FKM
硬度	Shore A 或 IRHD	GB/T 531.1 或 GB/T 6031	60±5	60±5	50±5	60±5

表 E.6 粘接胶囊的物理性能要求 (续)

性能	单位	试验方法	橡胶类型及指标			
			NBR	IIR	ECO	FKM
拉伸强度	MPa	GB/T 528	11	9	12	8
拉断伸长率	—	GB/T 528	≥400%	≥450%	≥400%	≥200%
耐 15 号液压油, 100 °C, 70 h 体积变化率	—	GB/T 1690	-5%~10%	—	—	—
耐 15 号液压油, 120 °C, 70 h 体积变化率	—	GB/T 1690	—	—	-5%~10%	—
耐 15 号液压油, 150 °C, 70 h 体积变化率	—	GB/T 1690	—	—	—	-5%~10%
耐 M-10 乳化液, 120 °C, 70 h 体积变化率	—	GB/T 1690	—	-5%~10%	—	—

注 1: 耐其他介质性能指标, 依据双方协商而定。
注 2: “—”表示无。

E.4 胶囊和隔膜的外观

胶囊和隔膜的外表面应平滑, 螺纹不准许有损伤、锈蚀, 其外观缺陷应符合表 E.7 的规定。

表 E.7 胶囊和隔膜的外观缺陷要求

序号	外观缺陷	一体注射成型胶囊	粘接胶囊和隔膜
1	橡胶与金属脱粘	—	不应有
2	海绵状	不应有	
3	分层		
4	裂纹		
5	杂质	不应大于 0.2 mm ² , 且不多于 3 处	不应大于 0.2 mm ² , 小于 10 L 的胶囊, 应不多于 3 处; 等于或大于 10 L 的胶囊, 应不多于 5 处
6	合模错位	不应大于 0.1 mm	不应大于 0.3 mm
7	模型痕迹	允许轻微痕迹	允许轻微痕迹
8	气泡	胶囊尾端三分之一长度的表面上, 不应有气泡; 胶囊另外三分之二长度的表面上, 允许有不大于 1.5 mm 的气泡, 其深度不许超过壁厚的公差, 气泡数不许超过 3 个	胶囊尾端三分之一长度的表面上, 不应有气泡; 胶囊另外三分之二长度的表面上, 允许有不大于 1.5 mm 的气泡, 其深度不许超过壁厚的公差, 气泡数不许超过 3 个
9	凹凸	允许存在, 其下限不准许超过壁厚的公差, 在 25 cm ² 的表面上, 不应超过 2 处, 整件胶囊不应超过 5 处	允许存在, 其下限不准许超过壁厚的公差, 在 25 cm ² 的表面上, 不应超过 2 处, 整件胶囊不应超过 5 处

注: “—”表示无。

E.5 胶囊的气密性

常温下,将胶囊内充入压力等于或小于 0.05 MPa 的氮气或空气,浸入水槽内检查是否漏气,或者在胶囊整个表面涂抹肥皂水进行检查,胶囊不应有漏气现象。

E.6 胶囊的耐久性

E.6.1 性能要求

在专用的试验台上进行,经 3 个试验阶段,往复动作试验每 1 万次,检查原充气压力下降率,连续 10 个循环,累计 10 万次,试验条件按表 E.8 执行。往复动作试验每 1 万次,检查原充气压力下降率,连续 10 次~100 次循环,累计 10 万次~100 万次,试验条件按表 E.9 执行。

注:按照客户要求,选择试验条件 1 或 2 进行耐久性试验。

表 E.8 蓄能器胶囊的耐久性试验条件 1

试验阶段	公称压力 MPa	充气压力 MPa		动作压力 MPa	充、放频率 min^{-1}	液压油或乳 化液温度 $^{\circ}\text{C}$	往复次数
1	p	0.35 p	+5% 0%	0.5~1 p	6~10	60~70	1 000
2		0.17 p		0.1~1 p		5~70	500
3		0.35 p		0.5~1 p			100 000

表 E.9 蓄能器胶囊的耐久性试验条件 2

公称压力 MPa	充气压力 MPa	动作压力 MPa	充、放频率 min^{-1}	15 号液压油或 乳化液温度 $^{\circ}\text{C}$	往复次数 ^a
p	5.0	11.0	5~30	室温~70	100 000~1 000 000

^a 实际试验次数根据胶囊工况或由双方协商。

E.6.2 试验条件

在规定的试验条件下,往复动作 1 万次,胶囊无裂纹、不发粘、蓄能器充气压力下降率不应超过 1%;往复动作 10 万次后,胶囊无裂纹、不发粘、蓄能器充气压力下降率不应超过 9%;往复动作超过 10 万次~100 万次的耐久性试验,胶囊无裂纹、不发粘、蓄能器充气压力下降率指标依据双方协商确定。

E.7 检验规则

E.7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

E.7.2 出厂检验

E.7.2.1 胶囊和隔膜材料的物理性能每批按照表 E.2、表 E.3 或表 E.4 中硬度、拉伸强度、拉伸伸长率、撕裂强度、低温脆性、热空气老化、耐液体性(15 号液压油或 M-10 乳化液任做一项)、伸张疲劳寿命、屈

挠龟裂进行检验,其中,硬度、拉伸强度、拉断伸长率、撕裂强度逐辊进行检验,低温脆性、热空气老化、耐液体性(15号液压油或M-10乳化液任做一项)、伸张疲劳、屈挠龟裂每批抽取一辊进行检验;橡胶与45号钢的粘合强度每半年检验一次。

E.7.2.2 胶囊成品物理性能的检验每批抽取1件按照表E.5或表E.6中进行全项性能检验。

E.7.2.3 胶囊和隔膜的外观逐件进行检验。

E.7.2.4 胶囊的气密性逐件进行检验。

E.7.3 型式检验

当有下列情况之一时,应对E.3~E.6规定的所有要求进行型式检验:

- 新主原材料、新配方、新工艺的胶囊;
- 产品停产6个月以上,恢复生产;
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异;
- 客户有要求。

附录 F
(规范性)
蓄能器疲劳试验通用要求

F.1 第 I 类疲劳试验

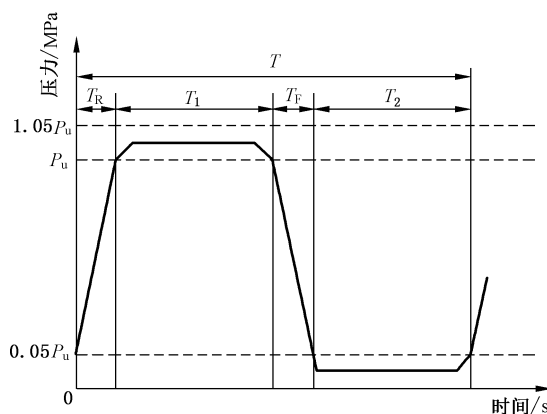
F.1.1 试验压力

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,每次的时间间隔按公式(F.1)~公式(F.3)的规定。

$$T = T_R + T_1 + T_F + T_2 \geq 4 \text{ s} \quad \dots\dots\dots (\text{F.1})$$

$$0.4T \leq T_R + T_1 \leq 0.6T \quad \dots\dots\dots (\text{F.2})$$

$$0.9T_1 \leq T_2 \leq 1.1T_1 \quad \dots\dots\dots (\text{F.3})$$



标引符号说明：

P ——压力,单位为兆帕(MPa);

T ——时间,单位为秒(s)。

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

F.1.3.1 囊式蓄能器、隔膜式蓄能器应从 20 只以上的完工蓄能器整机中随机抽取 2 只进行疲劳试验。

F.1.3.2 活塞式蓄能器应从完工批次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

F.2.1 试验压力

在表 F.1(确信度 90%,非破坏度 90%)、图 F.1 及公式(F.5)规定的条件下进行疲劳试验。每次的时间间隔按公式(F.2)、公式(F.3)和公式(F.4)规定。

$$T = T_R + T_1 + T_F + T_2 \geq 0.3 \text{ s} \quad \dots\dots\dots (\text{F.4})$$



$$\Delta P_T = K_V \cdot K_N \cdot \Delta p \quad \dots\dots\dots (F.5)$$

式中：

ΔP_T ——疲劳试验循环交变压力，单位为兆帕(MPa)；

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)；

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，取 1.15(相当于 10^7 次的系数为 1.15)。

表 F.1 差异系数 K_V

材料	试验个数				
	1	2	3	4	5
非合金钢	1.23	1.16	1.12	1.10	1.08
低合金钢	1.44	1.30	1.23	1.19	1.16
高合金钢	1.26	1.18	1.14	1.12	1.10

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)
设计疲劳曲线

G.1 通则

G.1.1 本附录适用于表 3~表 6 中所列的非合金钢、低合金钢、300 系列的高合金钢、奥氏体-铁素体双相钢。

G.1.2 本附录给出的设计疲劳曲线和计算公式系基于光滑试件的疲劳试验数据得到的。

G.1.3 本附录的设计疲劳曲线中,纵坐标为在一定的应力循环次数下许用的交变当量应力幅,横坐标为在一定的交变当量应力幅作用下允许的循环次数。当根据计算的交变当量应力幅(S_{alt})通过直接查取本附录的设计疲劳曲线确定允许的载荷循环次数时,计算的交变当量应力幅(S_{alt})应已采用给定曲线的弹性模量与元件的实际弹性模量之比值进行了温度修正,交变当量应力幅(S_{alt})按 GB/T 4732.4—2024 中公式(22)计算。

G.2 设计疲劳曲线

G.2.1 温度不超过 150 °C 的非合金钢、低合金钢的设计疲劳曲线。

- a) $R_m \leq 540 \text{ MPa}$ 且 $48 \text{ MPa} \leq S_{alt} \leq 3\,999 \text{ MPa}$ 的非合金钢、低合金钢的设计疲劳曲线按图 G.1 确定。

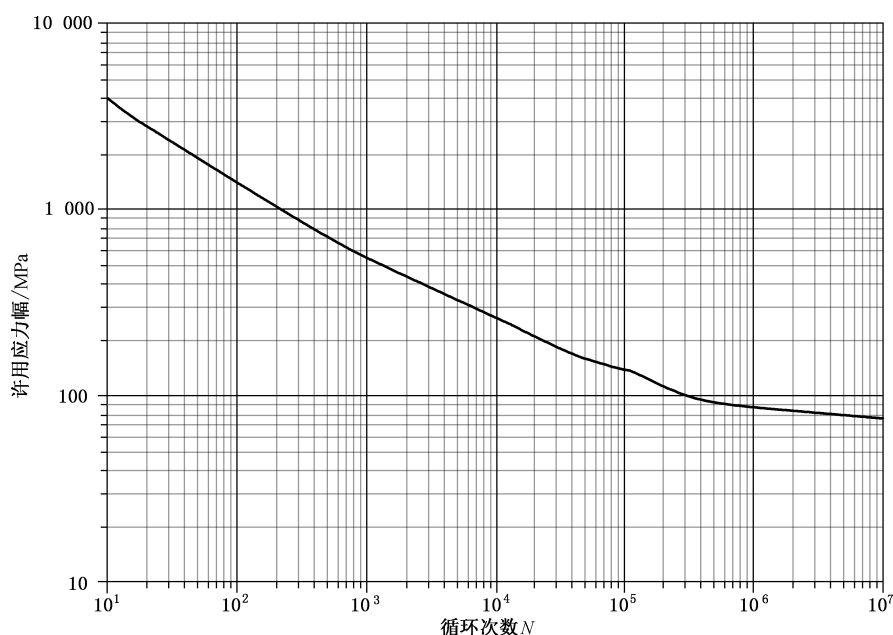


图 G.1 温度不超过 150 °C 的非合金钢、低合金钢设计疲劳曲线($E_c = 195 \times 10^3 \text{ MPa}$)
($R_m \leq 540 \text{ MPa}$ 且 $48 \text{ MPa} \leq S_{alt} \leq 3\,999 \text{ MPa}$)

图 G.1 的设计疲劳曲线也可按公式(G.1)和公式(G.2)计算确定。

$$S = \lg \left(\frac{S_{alt}}{6.895} \right) \dots\dots\dots (G.1)$$

$$\begin{cases} N = 10^{-4} \frac{706.5245 + 1813.6228S + \frac{6785.5644}{S} - 368.12404S^2 - \frac{5133.7345}{S^2} + 30.708204S^3 + \frac{1596.1916}{S^3}}{S^2}, & \text{当 } 10^5 \geq 20 \dots\dots (G.2) \\ N = 10^{\frac{38.1309 - 60.1705S^2 + 25.0352S^4}{1 + 1.80224S^2 - 4.68904S^4 + 2.26536S^6}}, & \text{当 } 10^5 < 20 \end{cases}$$

b) 793 MPa ≤ R_m ≤ 892 MPa 且 77 MPa ≤ S_{alt} ≤ 2 896 MPa 的非合金钢、低合金钢的设计疲劳曲线按图 G.2 确定。

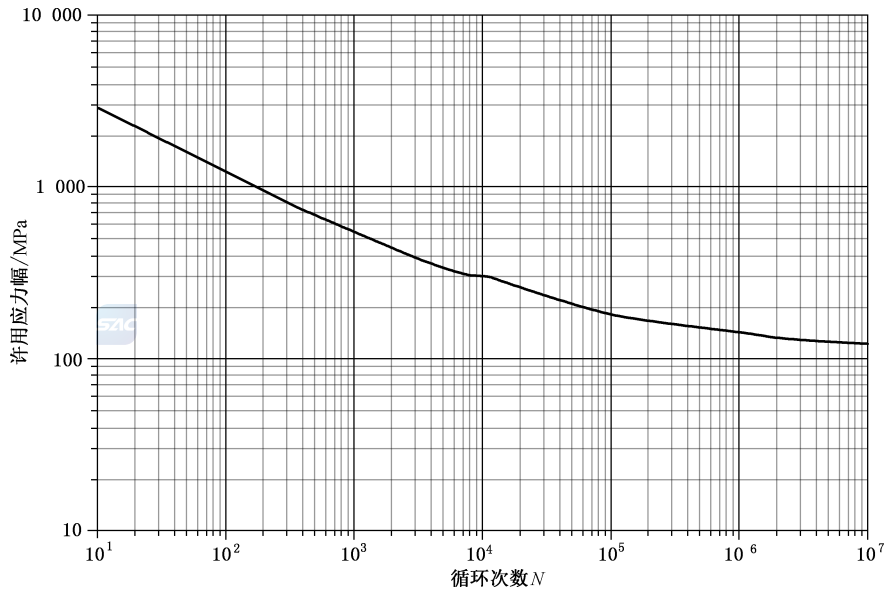


图 G.2 温度不超过 150 °C 的非合金钢、低合金钢设计疲劳曲线 (E_c = 195 × 10³ MPa)
(793 MPa ≤ R_m ≤ 892 MPa 且 77 MPa ≤ S_{alt} ≤ 2 896 MPa)

图 G.2 的设计疲劳曲线也可按公式(G.3)计算确定。

$$\begin{cases} N = 10^{\frac{5.37689 - 5.25401S + 1.14427S^2}{1 - 0.960816S + 0.291399S^2 - 0.0562968S^3}}, & \text{当 } 10^5 \geq 43 \dots\dots\dots (G.3) \\ N = 10^{\frac{-9.41749 + 14.7982S - 5.94S^2}{1 - 3.46282S + 3.63495S^2 - 1.21849S^3}}, & \text{当 } 10^5 < 43 \end{cases}$$

c) 对材料标准材料抗拉强度下限值(R_m)介于两曲线抗拉强度之间的钢,其疲劳曲线值可采用线性内插法求得。

G.2.2 温度不超过 150 °C 的 300 系列的高合金钢、奥氏体-铁素体双相钢且 94 MPa ≤ S_{alt} ≤ 6 000 MPa 的设计疲劳曲线按图 G.3 确定

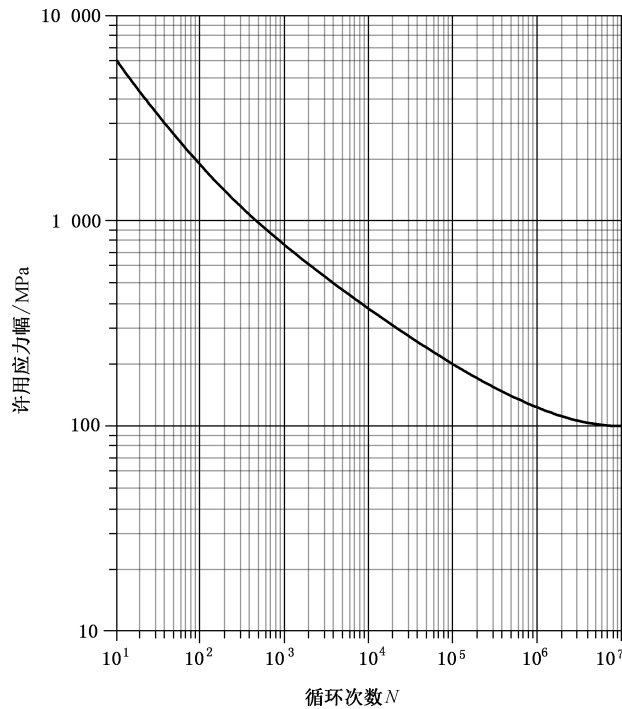


图 G.3 温度不超过 150 °C 的 300 系列的高合金钢、奥氏体-铁素体双相钢的设计疲劳曲线($E_c = 195 \times 10^3$ MPa) ($94 \text{ MPa} \leq S_{alt} \leq 6\,000 \text{ MPa}$)

图 G.3 的设计疲劳曲线也可按公式(G.4)计算确定。

$$\begin{cases} N = 10^{\frac{17.0181 - 19.8713S + 4.21366S^2}{1 - 0.1720606S - 0.633592S^2}}, \text{当 } 10^S \geq 14.4 \\ N = 10^{\frac{1}{-0.331096 + \frac{4.3261 \ln(S)}{S^2}}}, \text{当 } 10^S < 14.4 \end{cases} \dots\dots\dots (G.4)$$

G.2.3 同一曲线的插值方法

如 S_{alti} ($i=1,2,3$)为计算的交变当量应力幅, N_i ($i=1,2,3$)为由设计疲劳曲线得到的与对应 S_{alti} 的允许载荷循环次数。已知同一设计疲劳曲线上 2 个点 P1(N_1, S_{alt1})、P2(N_2, S_{alt2})和第 3 个点的 S_{alt3} 时,可按公式(G.5)计算 S_{alt3} 对应的 N_3 。

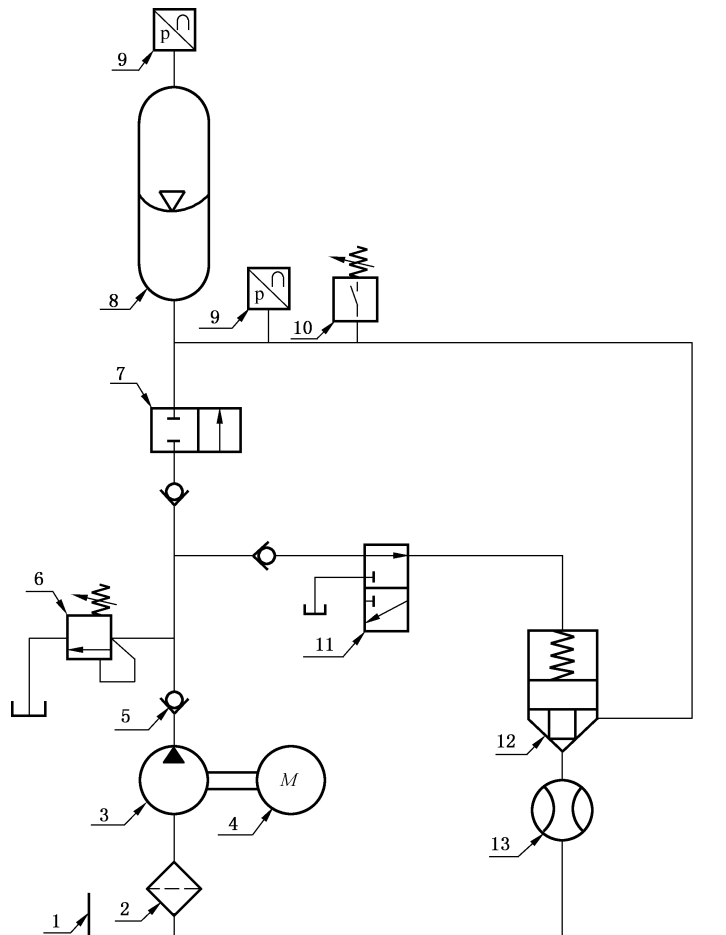
$$\text{对 } S_{alt1} > S_{alt3} > S_{alt2}, \frac{N_3}{N_1} = \frac{N_2}{N_1} \left[\frac{\lg\left(\frac{S_{alt1}}{S_{alt3}}\right)}{\lg\left(\frac{S_{alt1}}{S_{alt2}}\right)} \right] \dots\dots\dots (G.5)$$

附录 H

(资料性)

蓄能器排出流量测试装置

蓄能器排出流量测试装置见图 H.1。



标引符号说明：

- | | |
|-----------|-------------|
| 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

附录 I

(规范性)

蓄能器的安全使用

I.1 一般规定

I.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。

I.1.2 蓄能器根据使用场景可以水平、垂直或倾斜安装固定;垂直或倾斜安装时,油阀应安置在下方位。

I.1.3 蓄能器应按照 4.1.4 和产品使用说明书规定充装介质。

I.2 安全附件及仪表

I.2.1 安全阀、爆破片

I.2.1.1 为避免蓄能器内压超过设计压力,在装有蓄能器的液压系统中应设安全附件。常用的安全附件是安全阀,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。

I.2.1.2 安全阀的动作压力应不大于蓄能器的设计压力,不应将安全阀用于限制正常的工作压力或其他控制功能。

I.2.2 压力表

压力表应经检定合格且在有效期内,其量程应为 1.5 倍~3 倍的工作压力,精度不应低于 1.6 级。在刻度盘上应当划出指示工作压力的红线。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。

I.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,可设置操作简便的关闭装置。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。

I.2.4 液体侧的卸压装置

I.2.4.1 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。

I.2.4.2 压力释放装置可以是泄压阀、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。

I.2.5 气体侧的卸压装置

按照蓄能器的产品使用说明书,使用专用工具打开充气螺钉或充气阀,进行部分释放或完全释放充气压力。



1.3 使用前的检查和测试

1.3.1 所有蓄能器使用前应检查下列项目：

- a) 随机文件是否符合 11.1 的规定；
- b) 外观是否完好,有无影响安全性能的损伤；
- c) 铭牌、钢印是否与随机文件一致。

1.3.2 蓄能器安装及检查要求如下。

- a) 蓄能器充气阀端应留有一定的空间,充气阀宜朝上竖直安装。
- b) 5 L 以上蓄能器应牢固地安装在固定支架或壁面上,其安装部位需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) 不应蓄能器采用焊接的方法进行固定。
- d) 使用前应对蓄能器安装及固定进行安全检查,应始终保持铭牌和警示标识等易于识别。

1.3.3 应委托具有相应专业知识的人员对安全附件及仪表进行下列检查：

- a) 安全附件是否校验合格且在有效期内,其整定压力不大于蓄能器的设计压力；
- 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) 其他安全附件是否正确安装；
- 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,且不影响其他安全附件的工作；
- f) 警示标识是否便于识别。

1.4 充气过程中的限制

1.4.1 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或其他惰性气体。当气源压力高于蓄能器设计压力时,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。

1.4.2 蓄能器不应充装氧气、压缩空气或其他可燃、氧化性气体。

1.5 检查和维护

1.5.1 蓄能器在投用后,应定期对充气压力进行检查。新投入使用蓄能器在 3 个月内宜每周进行检查,以便及时发现渗漏。

1.5.2 蓄能器长期停用时,应按照产品使用说明书的要求进行检查和维护,宜关闭进油口与液压源之间的截止阀。

1.5.3 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,并使用专用工具彻底释放气体压力。

1.6 报废

1.6.1 蓄能器存在壳体有明显机械损伤、腐蚀严重、部件失效等情形的,应予以报废。

1.6.2 对于使用时间超过其设计使用年限仍有使用价值的蓄能器,按相关要求进行检查或安全评估后,确定检验或安全评估合格后给出的延长后的使用年限,或者予以报废。

1.6.3 消除报废蓄能器使用功能的破坏性处理,应采用压扁或者解体等不可修复的方式。

