

一种新型压差发讯器的设计

许德勤 丁传兵

(南通航海机械集团有限公司 江苏 南通 226003)

摘要: 简述了一种新型压差发讯器的工作原理、结构和设计方法, 根据压差发讯器的设计参数确定壳体和盖板的壁厚, 根据发讯的数值设计弹簧, 该设计方法可以为新型压差发讯器的设计与研究提供借鉴和参考。该设备的创新在于采用了带磁性元件活塞, 并带有目视报警和输出报警功能。

关键词: 磁性元件活塞; 干簧管; 压差; 发讯器

0 引言

压差发讯器是测量管道流体中过滤器进口与出口两点间压力差的仪器。

在液压系统工作过程中, 油液中的杂质微粒被系统中的过滤器滤芯拦截, 从而造成滤芯逐渐堵塞, 产生进出口压力差 (即压力损失), 而压差发讯器就是显示压力差值大小的仪器, 当压差达到设定值时, 压差发讯器可发出开关信号, 提醒操作人员拆卸滤器, 清洗滤芯。

1 新型压差发讯器的结构和工作原理

本文介绍的压差发讯器主要由罩壳、壳体、指示牌、干簧管、弹簧、活塞、盖板等组成, 具体结构如图 1 所示。其中罩壳、壳体、盖板等部件均采用 YL113 压铸材料, 活塞材质为铜质, 内部设有磁性原件, 具有承受压力高、外形尺寸小等特点。

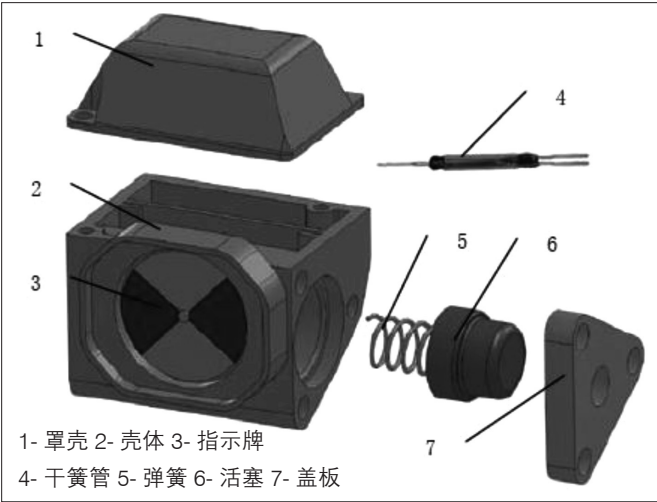


图 1 压差发讯器结构图

压差发讯器主要安装在过滤器上, 能显示过滤器进出口的压差, 当过滤器工作时, 过滤器中的滤芯因拦截系统中的污染物而逐渐堵塞, 进出口的压差越来越大, 压差发讯器上指示牌红色显示区域也相应增大, 当压差值增大至发讯器设定值时, 压差发讯器自动发出信号, 提醒系统操作人员应清洗或更换滤芯, 确保系统安全运行。

压差发讯器壳体内有活塞腔, 活塞腔内装有能往复运动的活塞, 活塞将活塞腔分为高压腔和低压腔 (左低右高),

即压差发讯器盖板上的口连接至过滤器的进口, 而壳体左侧的口连接至过滤器的出口。活塞内设有磁性元件, 当活塞往左移动时, 能带动背后装有小磁块的指示牌顺时针转动, 并造成红色显示区域, 当活塞往左移动到一定位置时, 能接通装在壳体上部的干簧管触点, 发出报警信号。

压差值的大小由弹簧的压缩量决定, 并且在压差发讯器壳体上部可以放置多根干簧管, 根据需要发出多档次的压差信号。

2 压差发讯器的设计

2.1 设计参数

压差发讯器的设计参数如下: 设计压力 10MPa; 工作温度小于 160℃; 发讯数值为 0.08MPa; 接触头容量 (VA): 交流电压为 20VA, 直流电压为 5VA。

2.2 壳体壁厚的确定

壳体的材料的 YL113 压铸铝合金, 该材料的抗拉强度 σ_b 不低于 230MPa, 材料的许用应力为:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_b}{3.0} = 76.67 \text{ (MPa)}$$

由于设计压力 $P \leq 0.4[\sigma]\phi$, 壳体筒体壁厚计算按下式计算:

$$\delta = \frac{PD_i}{2[\sigma]\phi - P}$$

其中 δ 为壳体筒体壁厚, 单位为 mm; P 为设计压力, 其值为 10MPa; D_i 为圆筒内直径, 其值为 30.5mm; $[\sigma]$ 为许用应力, 其值为 76.67MPa; ϕ 为焊缝接头系数, 取值为 1。

$$\delta = \frac{PD_i}{2[\sigma]\phi - P} = \frac{10 \times 30.5}{2 \times 76.67 - 10} = 2.13 \text{ mm}$$

综合考虑压铸成型工艺, 壳体的筒体壁厚选择 4mm, 对壳体进行有限元分析, 壳体的应力云图如图 2 所示。

由壳体应力云图可以看出, 在 10MPa 的设计压力下, 压差发讯器壳体所受到的最大应力约为 46MPa, 远低于 YL113 压铸铝合金的许用应力。

2.3 盖板壁厚的计算

盖板的材料的 YL113 压铸铝合金, 该材料的抗拉强度 σ_b 不低于 230MPa, 材料的许用应力为:

盖板壁厚计算按下式计算:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_b}{3.0} = 76.67 \text{ (MPa)}$$

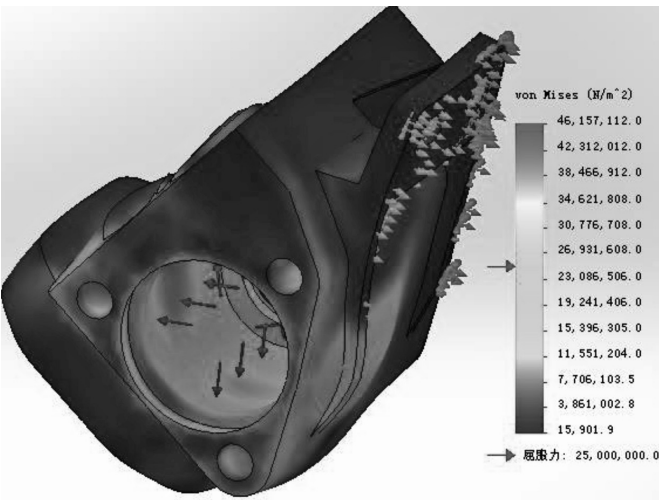


图 2 压差发讯器壳体应力云图

$$\delta = CD \sqrt{\frac{P}{[\sigma]}} + 0.75$$

其中 δ 为盖板壁厚，单位为 mm；P 为设计压力，其值为 10MPa；D 为盖板计算直径，其值为 30.5mm； $[\sigma]$ 为许用应力，其值为 76.67MPa；C 为系数，取值为 0.52。

$$\delta = CD \sqrt{\frac{P}{[\sigma]}} + 0.75 = 6.48 \text{ mm}$$

综合考虑压铸成型工艺，盖板壁厚选择 10mm，对盖板进行有限元分析，盖板的应力云图如图 3 所示。

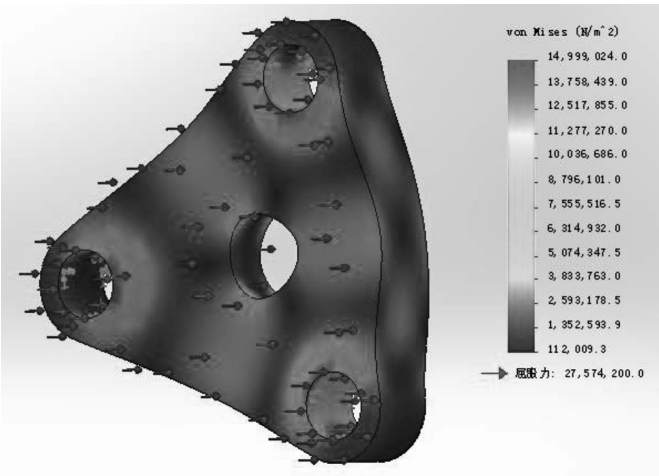


图 3 压差发讯器盖板应力云图

由盖板应力云图可以看出，在 10MPa 的设计压力下，压差发讯器盖板所受到的最大应力约为 15MPa，远低于 YL113 压铸铝合金的许用应力。

2.4 弹簧的设计计算

根据压差发讯器的设计参数，发讯数值为 0.08MPa，即过滤器进出口压差达到 0.08MPa 时，压差发讯器须发出开关信号。

弹簧的受力计算如下：

$$F = (P_1 - P_2) \times S$$

其中 F 为弹簧受到的压缩力，单位为 N； P_1 为过滤器进口压力，单位为 Pa； P_2 为过滤器出口压力，单位为 Pa；S 为

活塞的受力面积，其值为 0.0007 平方米

$$F = 0.08 \times 10^6 \times 0.0007 = 56\text{N}$$

压差发讯器内部结构如图 4 所示。

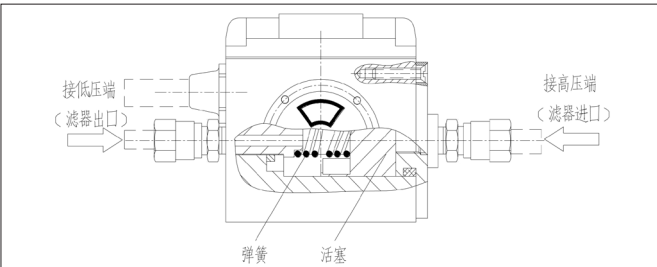


图 4 压差发讯器内部结构图

根据压差发讯器弹簧所受法向压力的大小，选择弹簧的规格 YA2×20×55，根据所受法向压力计算弹簧的压缩量 f_1 。

$$F' = \frac{F_n - F_1}{f_n - f_1}$$

其中 F' 为弹簧刚度，其值为 3.0N/mm； F_n 为最大工作负荷，其值为 107N； F_1 为工作载荷，其值为 56N； f_n 为最大工作变形量，其值为 36mm

$$f_1 = f_n - \frac{F_n - F_1}{F'} = 36 - 17 (\text{mm}) = 19\text{mm}$$

因此在装配时控制干簧管的安装位置，距离磁性活塞大约 19mm 的位置，经过实际测试试验，测量干簧管的通断后固定干簧管，并进行封装。

2.5 压差发讯器设计温度的要求

压差发讯器的设计温度小于 160℃，且介质为滑油或燃油，因此在密封元件的选择上要选择耐温和耐油的材料，可选择氟橡胶材质。

2.6 压差发讯器的选型

压差发讯器的发讯值可根据客户要求设置，主要通过调节弹簧的压缩量、选择不同规格的弹簧来控制，并且在压差发讯器壳体上部可以放置多根干簧管，根据需要发出多档次的压差信号。

3 结语

压差发讯器是管道流体中重要检测设备。该新型压差发讯器显示指示牌、压差报警输出的干簧管与检测液体不接触，因此适用于多种液体的检测，可适用于液压系统、农业水灌溉、污水处理与固液分离、制浆与造纸等行业。

参考文献：

[1] 中国特种设备检测研究院 .GB150.1-2011 压力容器第一部分：通用要求 [S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，2011:1-12.
[2] 中国船级社 . 钢质海船入级规范 -2006 第 3 篇 第 2 章 锅炉与压力容器 [S]. 人民交通出版社，2006:5-7.
[3] 中国船级社 . 钢质海船入级规范 -2006 第 3 篇 第 6 章 锅炉与压力容器 [S]. 人民交通出版社，2006:74-94.
[4] 赵春伟 .GB/T2089-2009 普通圆柱螺旋压缩弹簧尺寸及参数 [S]. 中国标准出版社，2009：1-22.