



提高先导式安全阀调试合格率的工艺改进

周学玲 张 建

(北京精密机电控制设备研究所, 北京 100076)



摘要: 先导式安全阀是航天型号伺服系统的重要元件之一, 多年来一直存在调试合格率低问题。经过大量的试验及原因分析, 提出了减小阻尼孔的孔径, 更改导阀的长度, 去除关键部位毛刺等工艺改进措施, 有效地提高了先导式安全阀调试合格率, 保证了产品顺利交付。

关键词: 先导式安全阀; 密封性; 合格率

The Technology Research of Enhancing the Assembly Eligibility Ratio for the Pilot-operated Type Pressure Relief Valve

Zhou Xueling Zhang Jian

(Beijing Research Institute of Precise Mechanical and Electronic Control Equipment, Beijing 100076)

Abstract: Pilot-operated type pressure relief valve is one of the most important components in the servo system used in spaceflight. However, it has low eligibility ratio during assembling and testing for long years. It is considered effectively after lots of experiments and analysis to reduce the pore size of the damp orifice, change the length of pilot valve and remove the glitch at some key positions for increasing the qualified rate, which make the handing over of products more favorably.

Key words: pilot-operated type pressure relief valve; tightness; qualified

1 引言

先导控制式安全阀是航天伺服系统的重要元件之一, 防止液压伺服系统过载。当系统压力超载时, 安全阀开启, 液压油通过阀口流回油箱, 油压便不再升高, 限制了系统压力, 使之不超过最大允许值, 起安全保护作用。先导式安全阀动作灵敏, 压力比较稳定, 动态性能比较好, 目前被大量采用, 但这种阀返修率高, 一次装调合格率仅为 40%~50%, 暴露出的问题主要表现在产品金属密封副的密封性差、全开流量无法满足, 成为批量生产的瓶颈。为解决上述瓶颈问题, 本文提出了相应的工艺改进方案。

2.1 组成

先导式安全阀由主阀、导阀两个主要部分组成, 其中还包含壳体组件、调节组件, 结构见图 1。

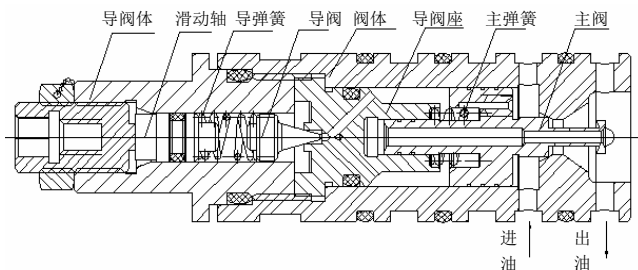


图 1 先导式高压安全阀结构图

2 先导式安全阀组成及工作原理

2.2 工作原理

当系统压力达到安全阀开启压力时, 导阀开启,

作者简介: 周学玲 (1969-), 工程师, 机械制造专业; 研究方向: 液压阀装配调试工艺。

收稿日期: 2013-06-13

在主阀芯前后两腔形成压差, 导致主阀开启, 主阀通过大部分流量, 导阀通过小部分流量; 当系统压力升至安全阀的全开压力时主阀全开。降低至安全阀关闭压力以下时导阀和主阀关闭, 安全阀将关闭, 处于未开启状态。主阀的开启关闭靠的是其前后腔的压差及主阀弹簧的回复力, 导阀的开启关闭靠的是入口压力及导阀弹簧。

3 先导式安全阀合格率低的原因分析及改进措施

3.1 密封不严

根据故障现象和初步的原因分析, 认为造成先导式安全阀关闭性能不好的主要原因是密封不严:

为了保证良好的密封性, 阀芯采用大、小圆柱面与锥面三级同轴线结构, 所以对零件加工要求较高, 如果导阀锥面的圆度加工超差, 可导致与导阀座 $\Phi 2\text{mm}$ 孔处密封不严。

导阀设计要求在导阀座 $\Phi 2\text{mm}$ 孔处形成密封, 如果导阀座 $\Phi 2\text{mm}$ 孔保持锐边处有韧性毛刺存在, 可造成密封不严。

通过返修及大量的试验验证, 针对上述原因采取的措施有一定的效果, 但仍有一大部分安全阀存在关闭性能不合格的现象。这说明上述原因是次要原因, 关闭性能不好的主要原因还没有找到, 经过分析认为导阀如与导阀座 $\Phi 2\text{mm}$ 孔底部干涉, 也会导致导阀的锥面与导阀座的内孔锐边处不能完全接触, 造成封油不严。

导阀与导阀座 $\Phi 2\text{mm}$ 孔底部干涉, 即造成密封不严。导阀的锥面与导阀座密封结构如图 2。

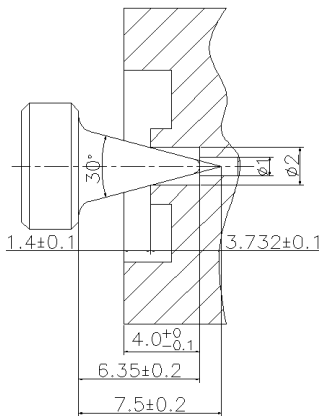


图 2 导阀与导阀座密封部位结构图

导阀设计要求在 $\Phi 2\text{mm}$ 孔处形成密封, 经过计算, 导阀伸进导阀座的 $\Phi 2\text{mm}$ 孔内的长度为 2.58mm, 导阀

座的 $\Phi 2\text{mm}$ 孔的深度为 2.6mm, 相差 0.02mm, 导阀的长度为自由公差, 当导阀的长度尺寸加工为极限状态时无疑会与导阀座的 $\Phi 2\text{mm}$ 孔的底端 $\Phi 1\text{mm}$ 孔口造成互相干涉。即将导阀的锥尖部分涂上红丹粉放入导阀座的 $\Phi 2\text{mm}$ 孔内轻轻旋转后取出, 发现尖部红丹粉有轻微蹭掉的痕迹, 通过理论计算与实践验证, 证明导阀的长度与导阀座的 $\Phi 2\text{mm}$ 孔互相干涉是造成关闭压力不合格的主要原因。找到主要的原因后将导阀的原有长度尺寸去短 0.8mm, 重新进行启闭特性试验, 关闭压力满足性能指标要求, 合格率达到 90%。

3.2 主阀液压卡紧

安全阀在调试过程中出现主阀卡紧现象, 主要表现为安全阀由开启压力升到全开压力, 然后降到关闭压力后, 主阀芯出现卡紧, 弹簧力不足以推动主阀芯, 造成主阀芯无法复位现象, 即安全阀无法关闭。

由于主阀芯与主阀体配合间隙为 0.008 ~ 0.012mm, 为了克服径向不平衡力, 主阀芯上开有压力平衡槽, 在对出现卡紧现象的安全阀进行分解时发现, 压力平衡槽部位出现小毛刺, 轻轻摸上去有划手现象, 分析为经过多次试验后, 微小的毛刺被冲刷到主阀芯与主阀体的间隙中, 造成主阀卡紧。针对上述现象, 装配时用红宝石油石轻轻去除压力平衡槽部位的毛刺, 清洗干净后, 放入到阀体内试装, 主阀芯与主阀体成 45°角时, 阀芯自重沿主阀体内孔滑下即可, 重新进行调试, 主阀卡紧现象没有再出现, 安全阀关闭性能指标合格。

3.3 调试性能不稳定

安全阀在调试过程中有时出现性能指标不稳定现象, 主要表现在调试合格后的产品在复测启闭特性中, 关闭压力指标超差。

经过分解, 用放大镜查看, 发现导阀座 $\Phi 2\text{mm}$ 孔保持锐边处有韧性毛刺外翻现象, 针对上述现象, 装配者在保证 $\Phi 2\text{mm}$ 孔锐边的前提下, 用红宝石油石轻轻去除外翻毛刺, 将导阀座清洗干净后, 重新调试, 性能不稳定现象没有出现, 安全阀关闭性能指标合格。

3.4 流量未满足性能指标

安全阀曾出现全开流量超差问题。根据以往经验和理论分析, 影响全开流量的主要因素是主阀弹簧刚度和阻尼孔的大小。阻尼孔的作用是使主阀芯两端产生压力差, 在此压差作用下, 克服弹簧力, 主阀芯向左移动, 油液从出油口流出。主阀欲开未开, 节流孔前后的压差为:

(下转第 69 页)