

# 液压平衡阀阀芯 PIN 结构优化及装配工艺研究

## ——以 KF02B2-40-P.00.NN 装配工艺改进项目为例

刘新疆

上海伦联机电设备有限公司 上海

**【摘要】** 液压平衡阀是关键的液压系统组件，用于控制流体压力和流量以确保系统稳定性和性能。阀芯 PIN 作为液压平衡阀的核心部件之一，在控制方面起着关键作用。然而，现有阀芯 PIN 结构存在问题，如不稳定的流量特性和较大的压力损失，因此需要优化改进。本文旨在通过研究液压力学原理，对阀芯 PIN 结构进行优化，并改进装配工艺，提高液压平衡阀性能和可靠性。

**【关键词】** 液压平衡阀；阀芯 PIN；液压力学；结构优化；装配工艺

**【收稿日期】** 2024 年 2 月 10 日 **【出刊日期】** 2024 年 3 月 20 日 **【DOI】** 10.12208/j.ijme.20240004

### Optimization of PIN structure and assembly process research for hydraulic balance valve core —Taking KF02B2-40-P.00-NN assembly process improvement project as an example

Xinjiang Liu

Shanghai Longline Mechanical and Electrical Equipment Co.,Ltd, Shanghai

**【Abstract】** Hydraulic balance valve is a critical component of hydraulic systems, used to control fluid pressure and flow to ensure system stability and performance. The valve spool PIN, as one of the core components of the hydraulic balance valve, plays a key role in control. However, there are existing problems with the structure of the valve spool PIN, such as unstable flow characteristics and large pressure loss, which require optimization and improvement. This paper aims to optimize the structure of the valve spool PIN by studying the principles of hydraulics, and improve the assembly process to enhance the performance and reliability of the hydraulic balance valve.

**【Keywords】** Hydraulic balance valve; Valve core PIN; Hydraulic mechanics; Structural optimization; Assembly process

#### 引言

液压平衡阀在液压系统中用于控制流量和压力的平衡，保证系统的稳定性和性能。阀芯 PIN 作为液压平衡阀的核心部件之一，起着关键的控制作用。然而，当前的阀芯 PIN 结构存在一些问题，如流量特性不稳定、压力损失较大等。因此，通过研究液压力学原理，对阀芯 PIN 的结构进行优化，并改进其装配工艺，具有重要的理论和实践意义。

#### 1 液压平衡阀工作原理及阀芯作用

##### 1.1 液压平衡阀工作原理

液压平衡阀是一种用于控制流体的压力和流量的装置。它具有一个阀芯（也称为活塞），通过移动阀芯来调节流体通过阀门的通道大小。阀芯的位置

取决于受力平衡条件，以达到所需的压力和流量平衡。阀芯 PIN 是液压平衡阀的关键部件之一，其主要作用是调节流体通过阀门的通道大小。通过控制阀芯的位置，可以调整通道的开口面积，从而影响流体的流量和压力。

##### 1.2 阀芯的作用及技术要求

阀芯 PIN 的设计和优化对液压平衡阀的性能和稳定性具有直接影响。为了提高阀芯 PIN 的性能和可靠性，可以采取一系列措施，如调整长度、直径和形状，采用新材料，优化流道结构等。在优化过程中，需综合考虑各方面的需求和要求，并进行充分的仿真分析和实验验证，以确保优化后的阀芯 PIN 能满足实际应用的要求。

阀芯 PIN 的关键要求包括流量特性、压力损失和稳定性。流量特性要求阀芯 PIN 在不同位置下能实现精确的流量控制，需要分析流量特性曲线和斜率，并优化结构参数。压力损失要求阀芯 PIN 的结构尽量减少摩擦和阻力，以提高系统效率。稳定性要求阀芯 PIN 在各种工况下能保持稳定，需要分析质量、刚度和阻尼等参数，以提高稳定性。通过综合考虑这些要求，并选择合适的结构设计，可以优化阀芯 PIN 的性能和稳定性。

## 2 阀芯 PIN 结构优化

### 2.1 改变阀芯 PIN 的长度

液平衡阀的阀芯 PIN 长度是影响其流量特性和压力损失的重要因素。通过改变阀芯 PIN 的长度，可以调整其流道面积，从而影响其流量特性和压力损失。当阀芯 PIN 的长度增加时，流道面积也会增加，从而增加流量，但同时也会增加压力损失。因此，在优化阀芯 PIN 的长度时，需要综合考虑其流量特性和压力损失，并根据实际应用需求进行合理的调整。优化阀芯 PIN 的长度有助于提高液平衡阀的性能和稳定性，但需要注意不要过度优化造成其他问题。

### 2.2 调整阀芯 PIN 的直径

液平衡阀的阀芯 PIN 直径是影响其流量特性的另一个重要参数。较大的直径可以提高阀芯 PIN 的流量能力，使其能够处理更大的流体流量。然而，随着直径的增加，阀芯 PIN 的尺寸和重量也会增加。因此，在优化阀芯 PIN 的直径时，需要综合考虑其流量特性和尺寸、重量等方面的要求。根据实际需求，选择合适的阀芯 PIN 直径，以平衡流量能力和装置的尺寸、重量等因素。优化阀芯 PIN 的直径有助于提高液平衡阀的性能和适应性，但需要注意不要过度增加直径导致其他问题的出现。

### 2.3 优化阀芯 PIN 的形状

除了长度和直径，阀芯 PIN 的形状也对流量特性和稳定性产生影响。调整阀芯 PIN 的角度或曲率可以改善其流动特性，减小压力损失。例如，增加阀芯 PIN 的角度可以减少流体的阻力，提高流量。此外，将阀芯 PIN 的端部设计成球形或锥形等形状，可以提高其稳定性和密封性能。球形或锥形的端部设计有利于流体的均匀分布和顺畅通过阀门。优化阀芯 PIN 的形状有助于提高液平衡阀的性能和可靠性，但需要在设计中综合考虑流量特性、压力损

失、稳定性和密封性能等因素，以满足实际应用需求。

## 2.4 采用新材料

为了提高阀芯 PIN 的耐久性和可靠性，选择具有良好性能的新材料是关键。使用高强度材料如不锈钢、钛合金等可以提高阀芯 PIN 的抗疲劳性能，使其能够承受更大的工作负荷而不易发生损坏。同时，这些材料还具有好的耐腐蚀性能，能够在恶劣环境下长时间使用而不受侵蚀。另外，考虑到阀芯 PIN 可能会遇到高温工况，选择高温耐受性材料也至关重要。新材料的应用可以提高阀芯 PIN 的性能和可靠性，延长其使用寿命，并减少维护和更换的频率。然而，在选择新材料时，还需要综合考虑成本、加工性能和适应性等因素，以找到最优的解决方案。

## 2.5 优化流道结构

优化阀芯 PIN 的流道结构是改善其流量特性和稳定性的关键。通过设计较小的流道间隙，可以减小流体泄漏和内部压力损失，提高流量的稳定性。采用流线型的流道结构，可以减少流体的阻力和湍流，进一步降低压力损失，提高阀芯 PIN 的流量效率。此外，安装适当的导流板或流道隔板，可以引导流体的流动，使其更加均匀地通过阀芯 PIN，减少流量的波动，提高阀芯 PIN 的稳定性。优化阀芯 PIN 的流道结构有助于提高液平衡阀的性能和可靠性，但需要在设计过程中综合考虑流体特性、流量要求和制造成本等因素，以找到最佳的流道结构方案。

## 3 阀芯 PIN 装配工艺改进措施

### 3.1 设计合适的装配夹具

首先，设计夹具的时候需要结合阀芯 PIN 的几何特征进行考虑，以确保夹具能够准确地固定和定位阀芯 PIN。夹具需要根据阀芯 PIN 的尺寸和形状进行调整，以确保夹具与阀芯 PIN 的接触面积最大，从而避免夹具在装配过程中发生偏移或损坏的情况。其次，夹具的刚性和稳定性也是设计中需要考虑的重点。

在制造夹具时，需要选择优质的材料并采用合适的加工工艺，以确保夹具具有足够的刚性和稳定性。夹具需要承受装配力和振动力等作用，因此在夹具的结构设计中需要充分考虑这些因素。同时，生产效率和成本也是夹具设计的必须考虑的因素。夹具的制造成本应该控制在合理范围内，同时夹具的设计也应该尽可能简单易行，以提高生产效率。

### 3.2 控制装配力和速度

在装配过程中，需要控制装配力和速度，以避免对阀芯 PIN 造成过大的应力或损坏。根据阀芯 PIN 的材料和尺寸，确定合适的装配力和速度范围，并通过合适的装配设备和工艺控制手段来实现。合理选择装配力的大小，避免过度压力或过度松弛，保证阀芯 PIN 的稳定性和密封性。同时，控制装配速度的均匀性和适度性，避免快速冲击或过度缓慢，以确保阀芯 PIN 的装配质量。在实际操作中，可以使用液压或机械装配设备，结合精确的工艺控制手段，监测和调整装配力和速度，以确保阀芯 PIN 的安全装配。这样可以保证阀芯 PIN 的正常运行和长久的使用寿命。

### 3.3 优化润滑剂的选择

在装配阀芯 PIN 的过程中，使用适当的润滑剂可以降低摩擦和磨损，提高装配的顺滑性和精度。根据阀芯 PIN 的材料和表面处理情况，选择适合的润滑剂非常重要。例如，对于金属到金属的接触面，可以选择矿物油或合成油作为润滑剂；对于金属与塑料或橡胶的接触面，应选择特殊的润滑剂，如硅油或聚四氟乙烯。在使用润滑剂时，还需要严格控制其用量，以避免过多的润滑剂对系统性能造成不利影响。过多的润滑剂可能会导致堵塞、泄漏或其他问题。因此，在装配过程中，需要根据实际情况和要求，合理选择和使用润滑剂，以确保阀芯 PIN 的装配质量和长期可靠性。

### 3.4 监测和调整装配质量

在装配过程中，使用合适的检测工具和设备对阀芯 PIN 进行监测和调整是非常重要的。通过使用测量仪器来检测阀芯 PIN 的尺寸、形状和位置，可以确保其符合设计要求。如果在检测过程中发现问题，需要及时采取措施进行调整。可以通过优化装配工艺或更换不合格的部件来解决问题。此外，还可以借助先进的图像处理系统和自动化设备，实现精确地检测和调整过程，提高装配质量和效率。通过有效的监测和调整，能够保证阀芯 PIN 的准确装配，从而确保阀门的正常运行和可靠性。

## 4 KF02B2-40-P.00.NN 装配工艺改进项目实践

### 4.1 项目概况

此项目旨在改进液压阀 KF02B2-40-P.00.NN 中 PIN 的装配工艺。PIN 的装配是液压阀生产中重要的环节，如果装配不精心或方法不得当，将导致装配成

品为不合格产品。笔者的主要职责是与生产部门沟通装配技术要求，并解决生产现场装配 PIN 时遇到的问题，如装配不到位、倾斜、磕碰等导致损坏和表面粗糙度问题。

### 4.2 主要难点

在装配过程中，遇到 PIN 装配不到位、倾斜、磕碰等问题，导致装配成品质量下降。分析其主要原因是工装设备存在较大的问题，改进工装设备是解决这个问题的关键。

### 4.3 技术措施

笔者作为项目技术负责人，在基于以上原因分以后认为，改进措施是设计专用的装配工装。

(1) 依据阀芯 PIN 的几何特征设计夹具，是保证夹具能够准确地固定和定位阀芯 PIN。夹具需要根据阀芯 PIN 的尺寸和形状进行调整，以确保夹具与阀芯 PIN 的接触面积最大，从而解决原来夹具在装配过程中发生偏移或损坏的情况。使用测量仪器来检测阀芯 PIN 的尺寸、形状和位置，可以确保其符合设计要求。

(2) 工装设备需要承受装配力和振动力等作用，本工装设备采用铝合金作为制作材料，因为铝合金具有较高的强度和刚性，同时重量相对较轻，并且它还具有好的耐腐蚀性。

(3) 在装配设备中考虑到了装配力和速度范围，合理设置了装配力的大小，避免过度压力或过度松弛，保证阀芯 PIN 的稳定性和密封性。

### 4.4 技术步骤

(1) 滑管设计过程中，重点控制锥形定位到滑管定位头的尺寸控制，在装配过程中主要依靠锥形定位来控制装配工装的过程定位。如图 1 PIN 滑管工作示意图。

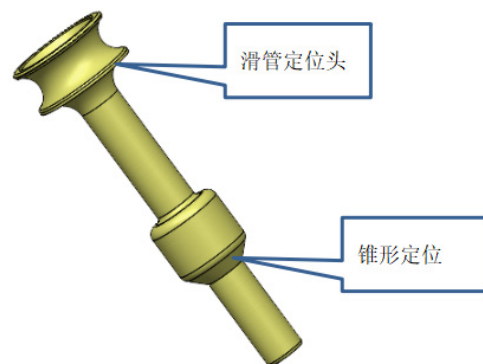


图 1 PIN 滑管工作示意图

(2) 为使装配过程中, PIN 能顺利达到装配要求定位点,在装配过程中,不因外力造成表面划伤等问题,在滑管设计中,加工后内滑道的表面粗糙度要求达到 0.4;再工装加工过程中,与供应商尝试了多种加工方法,单纯的靠加工中心加工,均很难达到这个要求;尝试内圆磨可以达到表面粗糙度的要求,但又很难保证垂直度和同轴度;经过各种加工验证,最终发现加工后直接上珩磨机进行珩磨,既能达到表面粗糙度 0.4 的需求,又能达到同轴度 0.002 的要求。如图 2 滑管工装剖面图。

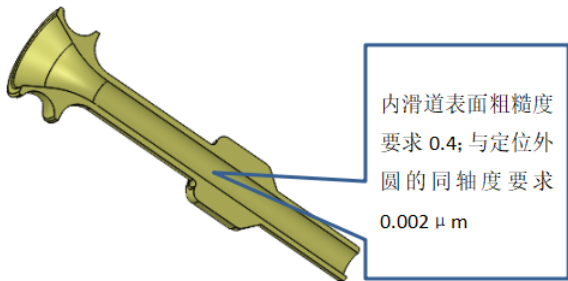


图 2 滑管工装剖面图

(3) 虽然工装制造过程中比较艰难,各种尺寸要求很高,但这是一次性投入;在装配过程中,就表现出装配工装的优势,装配中先安装 PIN 滑管,因有锥形和滑管定位头进行双向定位,装配师傅在装配过程中就不需要考虑其它,直接一步到位,卡到定位键即可以,PIN 从滑管头装入,直接自由滑落到位,即缩短了装配时间,又极大保证了 PIN 的装配质量。如图 3 滑管工装装配示意图。

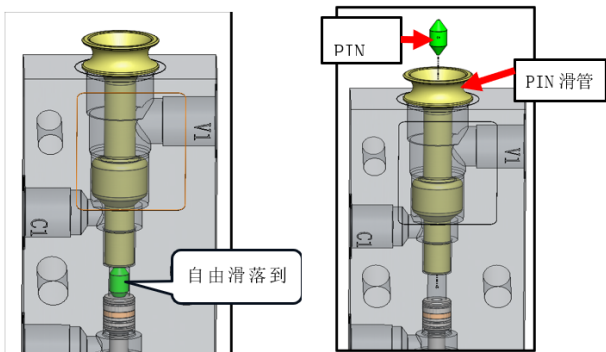


图 3 滑管工装装配示意图

### 4.5 取得的效果

经过使用 PIN 装配工装后,装配工作变得更加高效,PIN 可以一次性装配到位,大大减少了装配不到位、倾斜、磕碰等问题的发生。同时,装配效率得到提高,不良率明显降低,制造成本也得到了节约。

### 5 结论

本文主要介绍了液压平衡阀中阀芯 PIN 的优化改进工作。首先讨论了液压平衡阀的工作原理和关键要求,包括流量特性、压力损失和稳定性。然后针对阀芯 PIN 的结构优化,提出了改变长度、调整直径、优化形状、采用新材料和优化流道结构等技术措施。最后,以具体项目为例,介绍了装配工艺的改进措施和取得的效果。通过这些改进措施,液压平衡阀的性能和可靠性得到了显著提升。

### 参考文献

- [1] 何潇涵;黄真锋.机械加工中工装夹具的设计与使用[J].玩具世界,2023.
- [2] 李潮.机械加工中工装夹具定位设计方法[J].湖北农机化,2020.
- [3] 都焱;李国学;倪长圣;陈霖.工艺工装夹具体的设计[J].世界制造技术与装备市场,2023.
- [4] 俞乾,谢学渊,徐勇,等.电动旋挖钻机液压平衡阀流量异常故障智能检测[J].液压气动与密封, 2024, 44(4):105-110.
- [5] 蒲鹏杰,朱睿,曹清洲.平衡阀结构,液压马达及工程机械:CN202210177834.4[P].CN114483697B[2024-05-11].

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS