

# 工程机械液压多路阀阀体加工工艺研究

谢伟东 李运强 姜澎涛

齐齐哈尔工程学院,黑龙江 齐齐哈尔 161005

**摘要:** 为了提升工程机械液压多路阀阀体加工质量,分析了工程机械液压多路阀的基本原理和结构、阀体加工工艺的现状,研究了加工工艺的关键技术以及加工精度和质量控制。研究结果表明,在工程机械液压多路阀阀体加工中,优化的工艺流程和精密的制造技术将极大地提高产品的性能,同时也为液压传动系统的可靠性和高效性提供了技术支持。在未来的发展中,可进一步探讨新材料的应用、智能制造技术的发展对工程机械液压多路阀的影响,为液压传动技术的创新提供有力支持。

**关键词:** 工程机械; 液压多路阀; 阀体加工工艺

**中图分类号:** TU60

**DOI:** 10.3969/j.issn.2097-065X.2024.04.037

## 1 工程机械液压多路阀的基本原理和结构

工程机械中的液压多路阀扮演着调控油液流向和流量的关键角色,以确保液压系统对机械动力的有效转换和传递。其核心在于能够连接并管理多个油路,根据控制信号精确调节油路的通断和流量,完成复杂的控制任务和动力分配。该阀门通常包含阀体、阀芯、控制装置和接口等部件,阀芯在阀体内滑动改变油路的连接状态。阀体的作用不仅是提供结构支撑,还包括确保油路密封和流畅,防止油液泄漏和混杂。阀体的材料选择对其性能至关重要,常选用高强度、耐磨和耐腐蚀的金属材料,如不锈钢或特种合金,确保其在高压环境及各种工况下的耐久性。材料的物理和化学属性直接关联到阀体的耐用度和密封效果。此外,阀体的加工精度是液压系统稳定运作的关键,精确加工可以降低内泄漏风险,保证阀芯顺畅运作,提升系统的反应速度和精准度。在实际应用中,多路阀阀体的设计和加工需考虑特定工作环境的需求<sup>[1]</sup>。例如,在高温或强腐蚀环境下工作的阀体,其材料和结构设计需特别调整,以应对特殊工况。同时,阀体设计还应便于安装和维护,以降低液压系统的运维成本。因此,多路阀阀体的设计和加工是一项综合材料科学、机械工程学和流体力学的复杂任务,旨在实现高效、可靠且经济的液压控制系统。

## 2 阀体加工工艺的现状分析

阀体加工工艺在工程机械液压系统中扮演着关键角色,其质量直接决定了多路阀的性能和可靠性。目前,阀体的加工工艺主要包括铸造、锻造、机械加工、热处理和表面处理等多个步骤。在这些工艺中,

机械加工尤为重要,它通过切削、磨削等方法确保阀体具有精确的尺寸和光滑的表面。然而,随着工程机械对精度和性能要求的不断提高,传统的加工工艺面临着诸多挑战。例如,高精度加工要求导致成本增加、加工效率的提升需求,以及环境友好型生产过程的追求等。不同国家和地区在阀体加工技术上也存在差异。发达国家通常拥有更先进的加工设备和技术,例如使用数控机床和自动化生产线来提高加工精度和效率。而在一些发展中国家,由于技术和资金的限制,阀体的加工仍然依赖于较为传统的方法,这在一定程度上影响了产品的质量和竞争力。尽管如此,全球范围内的技术交流合作日益增多,使得先进的加工技术和理念正在逐渐向更多国家和地区传播。

目前,行业内普遍关注的是如何通过技术创新来解决现有加工工艺的问题,比如采用高性能的材料以减轻阀体重量、提高耐用性;利用精密铸造和3D打印技术来减少机械加工的需求,从而降低成本和提高生产效率。同时,环保和可持续发展也成为加工工艺改进的重要方向,例如在加工过程中减少能源消耗和废物产生。此外,对于阀体加工精度的控制,也正逐渐从依赖经验和手工调整,向更多依赖于计算机辅助设计和制造(CAD/CAM)系统的自动化和智能化转变。

## 3 加工工艺的关键技术探索

### 3.1 精密铸造与机加工的优化

在液压多路阀阀体的加工工艺中,精密铸造和机加工的优化是提升产品质量和效率的关键。精密铸造作为一种高效的成形技术,能够生产出接近最终形状的阀体,大幅度减少后续的机加工量<sup>[2]</sup>。这种方法利用精确的模具和优化的铸造参数,确保铸件具有精细的表面质量和较小的尺寸公差(图1)。





控加工,精密铸造也是提高加工精度的一个重要技术。通过使用精确设计的模具和优化的铸造工艺,能够生产出接近最终尺寸的阀体,从而减少后续机加工的需求(图2)。例如,某些精密铸造工艺能够实现铸件的尺寸公差控制在 $\pm 0.2\text{ mm}$ 以内。此外,热处理技术也在加工过程中发挥着重要作用,它通过改变材料的微观结构来增强其强度和硬度,这对于提高加工精度和产品的耐磨性至关重要。

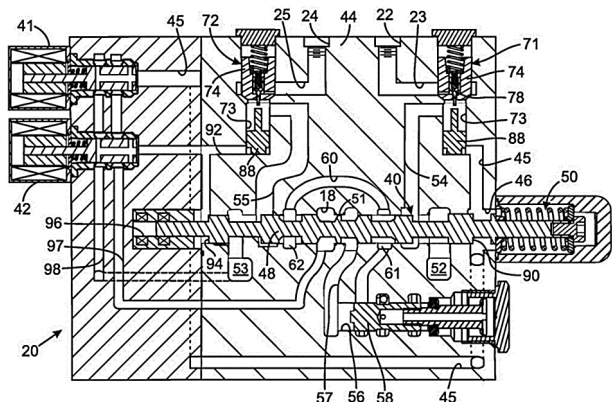


图 2 液压多路阀阀体加工示意图

为了保证加工精度,还需要实施严格的质量控制流程。这包括使用高精度的测量设备,如三坐标测量机和激光扫描仪,对加工完成的产品进行全面的尺寸和形状检测。在某些高要求的应用中,加工精度的检测精度甚至需要达到纳米级别。此外,通过实施统计过程控制(SPC)和实时监控系统,可以及时发现和纠正生产过程中的任何偏差,确保产品质量的一致性和可靠性。环境因素对于加工精度的影响也不容忽视。在高精度加工中,甚至需要控制车间的温度和湿度,以防止机床和工件因温度变化而产生微小的尺寸变化。例如,一些高精度加工车间的温度控制在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内,以确保加工精度的稳定性。综合来看,保证液压多路阀阀体的加工精度,需要从机床的选择、工艺的优化、质量控制流程的实施到加工环境的控制等多方面综合考虑。通过这些措施的综合应用,才能确保产品满足严格的精度要求,满足现代工程机械对高性能液压系统的需求。

## 4.2 质量检测技术与标准

质量检测技术和标准在液压多路阀阀体的加工中扮演着核心角色,它们确保产品不仅符合设计要求,而且能在实际应用中表现出高性能和可靠性。现代质量检测技术涵盖了从物理尺寸到材料属性的全面检验,包括三维坐标测量技术、超声波检测、X射线和磁粉探伤等。三维坐标测量机(CMM)因其高精度和灵活性,被广泛用于检测阀体的几何尺寸和形位公差,能够精确到微米级<sup>[5]</sup>。超声波检测用于检查内部缺陷,如裂纹或气孔,这对于确保阀体在高压环境下的安全性至关重要。X射线检测则用于观察阀

体内部的微观结构,确保材料的均匀性和无缺陷。磁粉检测主要应用于发现表面及近表面的微小裂纹,对于保障阀体在长期使用中的可靠性尤为重要。

除了这些技术手段,遵循国际和国内的质量标准是保证产品质量的另一个重要方面。这些标准,如 ISO 9001 质量管理体系标准,提供了对产品质量控制的全面指南,包括设计、生产、检验和服务等多个环节。特别是在液压阀体的生产中,遵循诸如 ISO/TS 16949 这样的特定标准,可以确保产品的一致性和可靠性,满足甚至超过客户的期望。这些标准不仅涉及产品本身的质量,还包括了生产过程、原材料控制、供应链管理以及最终产品的测试和验证。

在实际应用中,质量检测技术和标准的结合应用对于提升整个制造行业的竞争力至关重要。通过采用先进的检测技术和严格的标准,制造商能够不断提升产品质量,降低生产成本,并提高市场竞争力。例如,一些领先企业通过实施自动化的在线检测系统,不仅提高了检测效率和准确性,还减少了生产中的废品率和返工率。

## 5 结语

液压多路阀阀体的加工工艺和技术将继续朝着更高精度、更高效率和更环保的方向发展。随着新材料、智能制造和自动化技术的不断进步,预期会出现更多创新的加工方法,不仅提高产品性能,还将降低生产成本和环境影响。在这一过程中,对于质量控制标准的严格遵循和持续优化将是保证产品质量和提升市场竞争力的关键。同时,随着全球经济和技术环境的变化,液压阀体制造业需要不断适应新的挑战,利用先进技术和创新思维,以实现持续的技术进步和行业发展。

## 参考文献:

- [1] 王晓伟,尤海涛,甘霖,等.一种液压多路阀加工工艺研究[J].拖拉机与农运运输车,2023(4):83-86.
- [2] 王杭,张磊,张贺,等.液压多路阀设计及有限元分析[J].机械设计,2020(S2):43-47.
- [3] 荆兴亚,徐明,邵宗光,等.工程机械液压多路阀阀体加工工艺探索研究[J].液压气动与密封,2020(8):36-38.
- [4] 徐明,戚振红,殷国防,等.工程机械液压多路阀阀芯孔精密加工探索研究[J].液压气动与密封,2019(10):72-74.
- [5] 鲍成伟,周瑜哲,段兰,等.液压多路换向阀深孔加工工艺与试验研究[J].煤矿机械,2018(5):92-94.

作者简介:谢伟东,男,1967年生,教授。研究方向为机械制造。  
李运强,男,1989年生,硕士,讲师。研究方向为机械设计制造。  
姜澎湃,男,1984年生,硕士,高级工程师。研究方向为液压设计。