

# 工程机械液压控制技术的研究进展与展望

刘自鹏 王 阳

中车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司 江苏 常州 213000

**摘要:** 工程机械液压控制技术是现代工程机械的重要组成部分, 它的研究进展与展望直接影响着工程机械的发展水平。本文从工程机械液压控制技术的现状、研究进展和展望三个方面进行了分析, 探讨了未来液压控制技术的发展趋势和研究方向。

**关键词:** 工程机械; 液压控制技术; 研究进展; 展望

引言: 工程机械液压控制技术是一种利用液压原理来控制机械设备动作的技术。在工程机械中, 液压控制技术已经成为了一种重要的技术, 它可以提高工程机械的精度、效率和稳定性, 同时也能够延长工程机械的使用寿命。随着科技的不断进步和液压控制技术的不断发展, 液压控制在工程机械中的应用将会更加广泛, 同时也将会更加精准、高效、稳定和可靠。

## 1 工程机械液压控制技术概述

液压控制技术是一种利用流体压力能实现的自动控制技术。在工程机械中, 液压系统已经成为关键的组成部分, 它可以为机械提供动作、动力和控制系统, 使机械能够完成各种复杂任务。随着科技的不断发展和进步, 液压控制技术不断得到改进和完善, 应用范围也不断扩大, 如今已经涉及到工程机械、矿山机械、航空航天、交通运输等多个领域。液压控制技术的优点在于它可以实现高精度、高功率、高效率的控制, 使机械能够完成各种复杂任务。同时, 液压控制技术还可以提高机械的可靠性和耐久性, 降低机械的噪音和振动, 从而提高机械的工作效率和安全性<sup>[1]</sup>。在液压控制技术中, 液压元件是实现液压控制的关键部件, 包括液压泵、液压马达、液压缸、液压阀等。这些元件通过组合和匹配, 可以实现不同的控制功能。例如, 通过液压阀的控制, 可以实现液压缸的往复运动; 通过液压马达的控制, 可以实现机械的旋转运动。除了基本的液压元件外, 液压控制系统还包括传感器、控制器和执行器等部件。这些部件通过相互协作, 可以实现更加复杂和精确的控制功能。例如, 通过传感器可以检测机械的运动状态和位置信息, 通过控制器可以实现对机械的PID控制, 通过执行器可以实现机械的动作和动力控制。

## 2 工程机械液压控制技术的现状

随着科技的不断进步和液压控制技术的发展, 工程机械液压控制技术也得到了长足的发展。现在, 液压控

制技术已经成为了工程机械的重要组成部分, 它可以提高工程机械的精度、效率和稳定性, 同时也能够延长工程机械的使用寿命。目前, 液压控制在工程机械中的应用已经非常广泛。在挖掘机、装载机、推土机等工程机械中, 液压控制技术已经成为了一项重要的技术。在挖掘机的铲斗、动臂、转斗等部件中, 液压控制技术可以实现对铲斗、动臂、转斗等的精准控制, 提高挖掘机的作业效率和精度。在装载机中, 液压控制技术可以实现对机械的精准控制, 提高装载机的作业效率和精度。在推土机中, 液压控制技术可以实现对机械的精准控制, 提高推土机的作业效率和精度<sup>[2]</sup>。除了在传统的工程机械中应用液压控制技术, 现在液压控制技术也在新型的工程机械中得到了广泛的应用。例如, 在地震勘探机械、地质勘探机械、农业机械等新型的工程机械中, 液压控制技术可以实现对机械的精准控制, 提高机械的作业效率和精度。虽然液压控制在工程机械中得到了广泛的应用, 但是也存在一些问题。首先, 液压控制技术的控制系统比较复杂, 需要高水平的工程师来进行设计和调试。其次, 液压控制技术的设备成本比较高, 需要大量的资金投入。最后, 液压控制技术的维护和保养也比较困难, 需要专业的人员来进行维护和保养。

## 3 工程机械液压控制系统中关键技术的研究进展

### 3.1 液压伺服技术

液压伺服技术是液压控制技术中的重要分支, 它是一种利用流体压力能实现的自动控制技术。其主要应用于需要高速、高精度、高可靠性运动控制的领域, 如工程机械、矿山机械、航空航天、交通运输等。液压伺服系统主要由液压缸、液压马达等执行器、液压阀、油箱等部件组成, 它可以实现机械的直线运动、旋转运动、俯仰运动等多种复杂的运动形式。液压伺服技术的研究主要包括伺服阀设计优化、控制算法改进、系统稳定性分析等方面。其中, 伺服阀是液压伺服系统中的关键部

件,它的性能和精度对整个系统的性能和精度有着至关重要的影响。国内外学者已经提出了许多伺服阀的设计优化和调节策略,例如基于遗传算法的伺服阀设计优化、基于滑模控制的伺服阀控制方法等。除了伺服阀的设计和优化外,液压伺服技术的控制算法也是研究的重点之一。目前,已经提出了许多液压伺服系统的控制方法和调节策略,例如基于PID控制的液压伺服系统控制方法、基于自适应模糊神经网络的液压伺服系统控制方法等。这些控制方法和调节策略可以提高液压伺服系统的控制精度和响应速度,同时也可以增强液压伺服系统的稳定性和可靠性<sup>[3]</sup>。除了以上的研究内容外,液压伺服系统的稳定性也是研究的重要方面之一。液压伺服系统的稳定性是指系统在受到扰动后能否回到原来的平衡状态。国内外学者已经提出了许多液压伺服系统稳定性分析和评价的方法,例如基于李雅普诺夫函数的液压伺服系统稳定性分析、基于频域分析的液压伺服系统稳定性分析等。

### 3.2 电液混合动力技术

电液混合动力技术是一种将液压和电气信号相互转换的技术,它通过电液控制单元实现。电液控制单元是电液混合动力系统的核心部件,它能够将液压泵的流量和压力转化为电气信号,并将其发送到控制系统中进行处理,从而实现液压系统的智能化控制。同时,电液控制单元还能够将电气信号转换为液压信号,实现电气系统和液压系统的相互转换。电液混合动力技术的应用范围非常广泛,主要应用于工程机械、建筑机械、军工机械等领域。在工程机械中,电液混合动力技术可以实现能量回收和再利用,提高工程机械的效率、精度和稳定性,同时减少能源消耗和环境污染。在建筑机械中,电液混合动力技术可以提高起重机、挖掘机等设备的效率、精度和稳定性,从而加快工程进度和质量。在军工机械中,电液混合动力技术可以实现高速、高精度、高强度等要求,满足军事装备的需求。目前,国内外学者已经提出了许多电液混合动力系统的控制方法和调节策略。其中,基于模型预测控制的电液混合动力系统控制方法是一种比较先进的方法。该方法通过建立电液混合动力系统的模型,对未来的状态和输出进行预测,并基于预测结果进行控制。这种方法可以大大提高电液混合动力系统的响应速度和精度,并减少能源消耗和环境污染。另外,基于神经网络的电液混合动力系统控制方法也是一种常用的方法。该方法通过建立电液混合动力系统的神经网络模型,实现对系统的智能化控制。这种方法可以提高系统的自适应性、鲁棒性和可靠性。

### 3.3 多路阀技术

多路阀技术是工程机械液压控制系统中的重要组成部分,其性能和可靠性直接影响到整个液压系统的效率 and 安全性。多路阀是一种用于将液压流量分配到不同执行元件的液压阀门,其结构和工作原理不断得到改进和优化。近年来,随着液压元件技术的不断发展和应用,新型液压元件的应用,使多路阀的密封性能、响应速度和使用寿命得到显著提高。首先,多路阀的结构不断得到改进和优化。传统的多路阀通常采用滑阀式结构,但其密封性能有限,易受到泄漏和磨损的影响。为了提高多路阀的密封性能,研究人员开发出了陶瓷多路阀。陶瓷多路阀采用陶瓷材料制作阀芯和阀套,具有优异的耐磨和耐腐蚀性能,能够有效提高多路阀的密封性能和使用寿命。此外,微型多路阀也是一种新型的液压元件。微型多路阀体积小、重量轻,能够满足空间和重量限制较为严格的场合的需求。其次,多路阀的工作原理不断得到改进和优化。传统多路阀的工作原理相对简单,只是通过控制液压流量来控制执行元件的运动。但随着现代液压控制系统复杂性的提高,需要多路阀具有更高的控制精度和响应速度。为了满足这些要求,研究人员开发出了比例多路阀和电液控制多路阀等新型多路阀。比例多路阀通过采用比例阀芯和控制阀芯的结构设计,实现了对液压流量的比例控制,具有较高的控制精度和响应速度<sup>[4]</sup>。电液控制多路阀则是一种基于电液转换技术的多路阀,其通过电信号来控制多路阀的开关和流量分配,具有快速响应性和高精度控制的特点。此外,为了提高多路阀的可靠性和使用寿命,研究人员还采用了先进的材料和制造工艺。例如,采用高强度、耐腐蚀的材料制造多路阀的阀芯和阀套,可以提高多路阀的耐磨和耐腐蚀性能。采用先进的加工工艺和密封技术,可以保证多路阀的精度和密封性能。

### 3.4 传感器技术

传感器技术是现代机械工程中不可或缺的关键技术之一。它可以感知机械各部分的状态信息,并将其转换成电信号,以便于进行数据分析和控制。传感器技术的不断发展和应用,使得机械工程更加智能化、自动化和高效化。在工程机械液压控制系统中,传感器技术同样得到了广泛应用。温度传感器、压力传感器、流量传感器、位移传感器等传感器,可以实现对机器运行状态的实时监测和控制。例如,在挖掘机的铲斗、动臂、转斗等部件中,使用传感器技术可以实现对铲斗、动臂、转斗等的精准控制,提高挖掘机的作业效率和精度。在装载机中,传感器技术可以实现对机械的精准控制,提高装载机的作业效率和精度。在推土机中,传感器技术

可以实现对机械的精准控制,提高推土机的作业效率和精度。随着传感器技术的不断发展和应用,如MEMS技术、光纤传感技术等,可以实现更加精确、稳定和可靠的状态监测和控制。例如,MEMS技术是一种微机电系统技术,可以将微小的传感器和执行器集成在一个芯片上,从而实现传感器的小型化、低功耗和高可靠性。光纤传感技术则是一种利用光纤来感知信号的技术,它具有抗干扰、耐腐蚀、高温等特点,适用于一些特殊环境的监测和控制。虽然传感器技术在工程机械液压控制系统中发挥着重要作用,但也存在一些问题。首先,传感器技术的发展需要大量的研究和投资,以便开发出更加先进和可靠的传感器。其次,传感器技术的可靠性需要得到保证,因为一旦传感器出现故障,将会对机器的运行造成严重影响。最后,传感器的成本也需要考虑,以便保证机器的制造成本和使用成本的合理化。

#### 4 工程机械液压控制技术的展望

工程机械液压控制技术作为一种重要的工程机械技术,已经成为现代工程机械作业中不可或缺的一部分。未来,随着科技的不断进步和液压控制技术的不断发展,工程机械液压控制技术将会朝着更加智能化、高效化、绿色化的方向发展。首先,智能化是未来工程机械液压控制技术发展的重要方向之一。随着人工智能技术和物联网技术的不断发展,未来工程机械液压控制系统将会实现更加智能化的控制和监控。例如,通过采用人工智能技术和传感器技术,可以实现工程机械作业的自动化和智能化控制,提高工程机械作业的效率 and 精度。同时,通过物联网技术,可以实现工程机械作业的远程监控和控制,提高工程机械作业的安全性和可靠性。其次,高效化是未来工程机械液压控制技术的另一个重要方向。未来,随着液压控制技术的不断发展,将会出现更加高效化的液压控制系统,通过高效的液压元件和系统的优化设计,提高工程机械作业的效率 and 精度。例如,通过采用高效率的液压泵和阀,可以提高工程机械

作业的响应速度和作业效率。同时,通过采用先进的液压控制技术,如比例控制、阀控技术等,可以实现液压系统的精准控制,提高工程机械作业的精度和效率。最后,绿色化是未来工程机械液压控制技术的另一个重要方向。随着环保意识的不断提高,未来工程机械液压控制系统将会采用更加环保的液压油和元件,实现对环境的保护和减少对人体的危害。例如,采用低污染的液压油和元件,可以减少对环境的污染和对人体的危害。同时,通过采用节能减排技术,如能量回收、节能控制等,可以减少工程机械作业的能源消耗和对环境的影响。除了智能化、高效化和绿色化外,未来工程机械液压控制技术还将会朝着更加模块化、标准化的方向发展。通过采用模块化和标准化的设计,可以提高工程机械液压控制系统的可靠性和维修性,降低工程机械作业的成本和风险。

#### 结语

总之,工程机械液压控制技术的研究进展和展望是一个重要的研究方向,需要广大科技工作者和企业的不断探索和创新。在未来的发展中,工程机械液压控制系统将会采用更加先进的控制算法和智能化的控制策略,实现对工程机械作业的精准控制和自动化控制。同时,未来工程机械液压控制系统还将会采用更加高效、环保、可靠的液压元件和系统,提高工程机械作业的效率 and 安全性。

#### 参考文献

- [1]陈勇.浅谈先进液压控制技术在工程机械的应用[J].内燃机与配件,2020(22):69-70.
- [2]龚明华,毛华金.先进液压控制技术在工程机械的应用分析[J].河北农机,2021(14):48-49.
- [3]骆旭东.关于工程机械液压控制技术及应用及相关问题探索[J].时代农机,2020,47(03):24-25.
- [4]张超,蔡蔚,龙泽链.先进液压控制技术在工程机械中的应用分析[J].广西城镇建设,2021(9):93-94.