

Application Practice of Hydraulic Mechanical Transmission Control System in Mechanical Design and Manufacturing

Lei Zhang

Jinxi Industrial School, Huludao, Liaoning, 125001, China

Abstract

Hydraulic mechanical transmission control system plays a key role in modern mechanical design and manufacturing, because it can provide efficient, accurate and stable power transmission and control solutions. The hydraulic system uses liquid as the transmission medium, combined with pumps, valves, actuators and other components to form a multi-functional transmission control system, which is widely used in industry, agriculture, architecture, transportation and other fields. Based on this, the paper first analyzes the basic principle of the hydraulic mechanical transmission control system, then expounds the application characteristics of the hydraulic mechanical transmission control system, and finally makes a comprehensive analysis of the specific applications of the system in different aspects, hoping to provide an effective reference for China's mechanical design industry.

Keywords

mechanical design and manufacturing; hydromechanical transmission control system; applied practice

机械设计制造中液压机械传动控制系统的运用实践

张蕾

锦西工业学校, 中国 · 辽宁 葫芦岛 125001

摘 要

液压机械传动控制系统在现代机械设计与制造中扮演着关键角色, 因其能够提供高效、精确且稳定的动力传输和控制解决方案。液压系统通过液体作为传递介质, 结合泵、阀、执行器等组件, 形成一个多功能的传动控制系统, 广泛应用于工业、农业、建筑和交通等领域。基于此, 论文首先对液压机械传动控制系统的基本原理进行了分析, 之后阐述了液压机械传动控制系统的应用特点, 最后对该系统在不同方面的具体应用进行了全面分析, 希望能够为中国机械设计行业提供有效借鉴。

关键词

机械设计制造; 液压机械传动控制系统; 应用实践

1 引言

液压机械传动控制系统在工业自动化和机械制造领域的广泛应用, 使其成为推动现代工业进步的重要技术之一。由于液压系统能够在较小的体积内传递巨大的功率, 并提供精准的控制和灵活的运动模式, 因此在许多需要高功率密度和精确运动控制的场合中得到了广泛应用。传统机械传动往往面临效率低、控制精度不高等局限, 而液压系统以其优异的性能克服了这些障碍, 成为现代机械设计中的重要组成部分。因此, 深入分析液压机械传动控制系统的具体运用具有十分重要的现实意义。

2 液压机械传动系统及控制方案

2.1 液压机械传动系统

液压传动主要是指以液体为工作介质, 实现能量的转换与传递, 达到运动和动力传递的目的, 并且借助工作介质对动力与控制进行调节, 完成对工作机构的控制。因此常见的液压机械传动系统主要包含 5 个部分, 分别是液压动力元件、控制元件、执行元件、辅助元件和工作介质。在液压控制单元中, 流量控制阀以及方向和压力是其重要部分, 其主要作用是在确保机械系统处于正常工作状态的同时实现执行元件的正常工作。而在液压机械传动系统中, 液压泵作为动力元件, 主要是利用液压泵系统向工作介质提供压力^[1]。

2.2 系统操作原理

一个完整的液压系统能够构成不止一个回路, 这些回路的连通需要通过液压元件将其进行组成, 使其能够形成一个完整的通路结构, 以便对液压系统进行控制。而液压系统的控制本质就是通过对液压回路中的元件进行控制, 通过将

【作者简介】张蕾 (1980-), 女, 满族, 中国辽宁锦州人, 硕士, 副高级讲师, 从事机械研究。

回路之间的接口形式进行改变，能够对工作介质的含量以及内部压力和流向进行改变，进而使液压机械传动装置能够实现更好的做功。在当前的时代背景下，信息技术高速发展，液压控制方式也从传统的手动方式变为计算机操控，这也是液压机械传动系统未来研究的重要方向。

3 液压机械传动控制系统的应用特点

目前机械设计中采用的液压机械传动控制系统的应用特点主要包含以下几方面：

①集成化程度较高。液压机械传动系统能够结合不同行业的实际需求，对机械设计方案进行优化，在这个过程中不需要考虑机械方案改动对整体系统性能和工作效率的影响。例如，在大型工程机械如挖掘机的应用中，液压系统通过泵、阀、油缸的组合，实现臂架的精确控制和灵活操作。液压系统的集成化设计，不仅减少了机械零部件的数量，降低了系统的复杂度，还提升了整机的可靠性和维护便捷性。

②高精度、高效率。在工业生产线中液压机械传动控制系统展现出了更高的效率，比如在汽车制造的冲压生产线上，液压冲床以其强大的输出力和快速响应特性，实现了对金属板材的高精度冲压成型。液压系统通过精确控制油压和流量，保证了冲压件的一致性和品质。在某知名汽车制造厂的生产线上，应用液压传动技术的自动化设备大幅缩短了生产周期，提高了生产效率，同时也减少了废品率，优化了生产成本。液压系统的高精度控制能力，不仅提升了产品质量，也促进了工厂的柔性生产能力，使其能够快速响应市场需求变化^[2]。

③轻量化、小型化。在液压机械传动系统高速发展过程中，其应用范围也越来越广，因此人们也十分注重这类系统的小型化研究，使液压机械传动控制系统在保持高性能的同时，减少其体积和重量，这在一些高精密元件开发中得到了广泛应用。在航空航天应用中，液压系统的小型化使得飞机的操控系统能够在有限的机舱空间中实现复杂的操控动作。此外，小型化的液压系统还广泛应用于便携式和移动机械设备中，如液压动力工具和野外施工设备，使得这些设备能够在狭窄空间内高效作业。

④广泛的发展前景。目前中国许多行业都在向智能化和绿色化方向推进。随着工业 4.0 和物联网技术的普及，液压系统与智能传感器、控制器的结合，将实现系统的实时监控与智能调节。例如，在智能制造领域，通过集成物联网技术，液压设备可以实现远程故障诊断和预防性维护，大幅提升设备的可用性和使用寿命。

4 液压机械传动系统在机械制造中的应用

4.1 在机床中的应用

液压机械传动系统在机械设计中的应用中，在机床方面有着广泛的应用。工作人员可以凭借此系统实现对机床动作的精准控制，在设计过程中只需要通过对液压油的压力和

流量进行控制就可以轻松实现。在机床中液压传动系统通常包含液压缸、控制阀、液压泵等元件。其中液压泵需要为控制系统提供有效压力，之后通过液压缸将获得的压力有效转化为机械能，并驱动机床进行精准移动。而控制阀则主要通过对工作介质的流量和流向进行控制，对机床的移动速度和操作力度进行控制。这类系统在实际应用过程中以其出色的负载适应性和高效的动力传输性能被广泛应用，能够使机床在面对复杂工况时依然能够保持稳定和精准的控制精度。同时，由于液压机械传动系统为纯机械结构，其本身具有较高的稳定性，因此也具有更高的抗振性能，这样能够进一步提升机床加工的精准度，减少加工过程中受机械振动导致的误差。这些显著优势使得液压机械传动控制系统已经成为当前机床加工中不可缺少的核心控制系统^[3]。

以当前数控机床中常见的换刀装置为例，该装置主要是为了满足机床在面对不同元件时的加工需求，应用液压控制系统能够将自动化技术以及机械工程进行有效融合，提高数控机床的加工效率。在实际应用过程，换刀装置主要是为了实现机床精准、快速地更换刀具，以提升机床加工精度的装置。其主要包含一个换刀机构和一个刀库。在刀库中通常包含一台机床加工过程中遇到不同情况所需要的刀具，而换刀机构则是负责将刀库中的刀取出之后进行快速替换的装置。而液压机械传动系统在实际应用过程中，液压缸主要负责推动机械结构进行换刀指令，当机床需要进行换刀操作时，数控系统会向液压控制系统下达换刀指令，之后液压泵就会提供压力，驱使液压油推动活塞运动，而活塞则连接刀盘和刀盘轴，因此这两个构件也会进行相应的运动。同时，在这个系统中刀盘主要是连接在液压缸活塞上的构件，能够对刀盘进行旋转。当刀盘活动时，液压缸会推动活塞进行运动，确保刀盘上的刀具活动到指定位置之后，将其进行更换。同时，为了避免在换刀过程中刀盘出现位移的情况，在控制系统中采用了一体结构的液压刀塔，这样就能够确保换刀的整体精度。因此液压机械传动系统在机床中的全面应用，不仅能够提升设备的整体稳定性，还可以有效提升加工速度、加工精度，并且纯机械的系统能够进一步提升数控机床的稳定性。

4.2 在机械行动驱动中的应用

液压机械传动控制系统在机械行动驱动中也有着广泛应用，如闭环式液压驱动系统能够在驱动过程中展现出优秀的调速能力，能够实现对机械设备的快速驱动。同时，液压机械传动控制系统拥有无级调速的特性，能够在快速变速、启动以及行驶模式中进行快速切换，具有较高的系统切换效率。同时，一些闭环式液压系统也会应用在一些需要长时间保持较高输出能力的设备上，如塔吊和高空作业平台。这些设备通过液压系统驱动，能够实现平稳的升降和精确的载荷控制。在建设某大型商业综合体过程中，液压驱动的塔吊提供了高效的物料运输与垂直搬运功能，大幅缩短了施工时间

并提高了施工安全性和效率。

在闭环式液压驱动系统应用过程中，液压机械传动控制系统以其大功率、高输出的特性成为系统伺服机构的理想选择，如在金属冲压行业，液压压力机由于其可控性和强大的冲压力，成为车身制造过程中必不可少的设备。某汽车制造厂引入了新型液压传动的冲压机，不仅提升了生产的精度和效率，而且降低了设备的噪声和振动，改善了操作环境和工人的工作条件。

由电磁阀控制的直线液压缸运行过程中该系统能够通过实时流量进行调整，进而实现对位置和速度的精准把控，并且能够在设备运行到终点位置时进行准确停止。但是，在系统实际应用过程中如果采用的液压缸直径较大，就会导致设备的体积无法控制，并且材料成本上升，最终导致系统整体开发成本提升。而以液压机械传动系统为核心的驱动系统中，液压阀与液压缸共同组成了系统的核心，其作为主要的执行单元，主要负责将工作介质的液压能转化为系统做功的机械能，并且能够将之前系统中的减速装置取出，使传动过程中的间隙减少，通过这种方式能够有效提升系统的摆动运动和直线往复运动。

在不同的应用场景下，液压机械传动控制系统的驱动也有所不同，其可以分成两类。一种为泵—蓄能器组合驱动一种是液压泵直接驱动。在泵—蓄能器组合驱动结构中，可以采用蓄能器平衡油液需求，这样虽然会提升一部分电力消耗，但是也能够获得更大的动力，因此常常应用在大型机械设备的驱动上。而泵直接驱动则是以液压泵为核心组件，通过向液压缸输送液压油，利用配流阀对调控系统的最大压强进行调配，实现对机械设备的驱动，但是由于无法平衡油液需求，因此其动力相对较弱，通常适合一些中小型机械设备。此外，液压机械传动驱动系统还可以分为并联和串联的方式。其中并联主要是将驱动装置与液压机并联，将功率进行合成，并直接对输出转速进行调节，而串联则是通过变速器和液压马达实现变速，其广泛应用在一些特殊车辆的驱动中。

4.3 在变速器中的应用

在变速器中液压机械传动控制系统也有着广泛应用，其作为变速器的核心系统，能够对变速器的动力比进行合理控制，并实现润滑与冷却、压力调节和故障保护等多种功能。因此，该系统在变速器中的应用不仅保障了变速器的动力

传输，还提升的系统运行的稳定性。在变速器运行过程中，系统的稳定性与整体性能主要体现在变量泵与定量马达上，只有二者进行紧密配合才能确保变速器有高效的动力传输能力。同时，在变速器运行过程中，其内部元件处于独立工作状态，在这个状态下各系统各部分的动力源可以借助离合器将工作介质输送到液压系统，并通过液压系统将其导向太阳轮。在这个过程中差动轮系的应用能够有效提升变速器的整体动力，在差动轮系运行过程中，能够实现对变速器在不同速度之间进行平稳过渡，这就能够有效提升变速器的稳定性。而将液压机械控制系统与差动轮系进行结合，能够通过马达旋转方向的精准调整实现对变速器的动态调整控制。例如，在农业机械拖拉机的变速装置中，液压变速器可以在各种操作条件下提供无级变速能力，这是传统机械变速器难以实现的。液压系统能够在不需要中断动力输出的情况下进行平稳的齿轮转换，使得拖拉机在田间作业时能够快速适应不同的作物条件和土壤状况。此外，在现代社会发展过程中，液压变速系统在电动汽车和混合动力车辆中也有着广泛应用，通过集成电控液压系统，实现了驾驶体验的显著改善和能耗的优化。例如，某电动车厂商通过在其旗舰产品中引入液压电控变速系统，提高了车辆的响应速度和动力转换效率。该技术使得车辆在不同驾驶模式间转换时更加平顺，增加了驾驶的舒适性和车辆的续航能力。

5 结语

综上所述，液压机械传动控制系统作为现代机械设计与制造的重要组成部分，其应用已深入到多个工业领域，展现出强大的实用价值和发展潜力。论文首先对液压机械传动控制系统的基本操作原理和构成进行了分析，对系统运行的基本原理进行了分析，之后探索了液压机械控制系统在机械制造和设计中的具体应用，详细说明了如何利用液压机械传动控制系统提升机械运行效率。希望通过论文的分析能够为开发更高效的液压传动方案提供有效借鉴。

参考文献

- [1] 熊家亮. 液压机械传动控制系统在机械设计及制造中的应用[J]. 现代制造技术与装备, 2024, 60(2): 118-120.
- [2] 郭可令. 液压机械传动控制系统在农业机械设计制造中的应用[J]. 农业开发与装备, 2023(11): 42-44.
- [3] 陈瑞强. 机械设计制造中液压机械传动控制系统的运用研究[J]. 科海故事博览, 2023(1): 13-15.