

# 液压传动在锻压机械中的应用研究

秦佰韬

宝武特种冶金有限公司

DOI:10.12238/etd.v5i3.7792

**[摘要]** 在工艺技术持续推进的时代背景下,锻压机械在制造业发展中的作用日渐凸显。液压传动作为动力传递方式,基于其强可控性、稳定性和高效性被深度应用在锻压机械中,间接提升制造业发展水平。本文以此为出发点,讨论液压传动系统设计的关键因素,以及在实际应用中面临的挑战和解决方案,为液压传动在锻压机械中的广泛应用提供理论和实践指导。

**[关键词]** 液压传动; 锻压机械; 工作效率; 系统设计

**中图分类号:** TG315.4 **文献标识码:** A

## Research on the Application of Hydraulic Transmission in Forging Machinery

Baitao Qin

BAOWU Special Metallurgy Co.,Ltd

**[Abstract]** In the context of continuous advancement of process technology, the role of forging machinery in the development of manufacturing industry is becoming increasingly prominent. The traditional hydraulic transmission method, based on its strong controllability, stability, and efficiency, is deeply applied in forging machinery, indirectly enhancing the development level of the manufacturing industry. This article takes this as a starting point to discuss the key factors in the design of hydraulic transmission systems, as well as the challenges and solutions faced in practical applications, providing theoretical and practical guidance for the wider application of hydraulic transmission in forging machinery.

**[Key words]** hydraulic transmission; Forging machinery; Work efficiency; system design

随着制造业的不断发展,锻压机械在金属加工领域的应用越来越广泛,而液压传动技术在这一领域中扮演着关键角色,因其能提供稳定且强大的动力输出,助力锻压机械实现对金属材料的精确控制和高效加工。液压传动的响应速度快,传动平稳,且易于实现自动化控制,这些特点使其在锻压机械中的应用备受欢迎。深入研究液压传动在锻压机械中的应用,对提升我国制造业的技术水平和竞争力具有积极影响<sup>[1]</sup>。

### 1 液压传动的基本原理与特点

#### 1.1 液压传动的工作原理

液压传动是利用封闭系统中的受压液体传递运动和动力的一种传动方式,以液压油为工作介质,液压泵将原动机的机械能转换为液体的压力能,再借助控制阀门、液压缸或马达等执行元件,将液体的压力能转换为机械能,从而驱动工作机构完成各种动作。在液压传动系统中,液压泵是动力元件,负责将机械能转换为液体的压力能。液压缸或马达作为执行元件,进一步将液体的压力能转换为机械能,驱动负载进行直线或旋转运动。控制元件如各类阀门则负责控制和调节液体的压力、流量和方向,满足工作机构对运动速度和输出力的需求;油箱、过滤器、油管等

辅助元件负责储油、过滤、输油及连接等功能<sup>[2]</sup>。

#### 1.2 液压传动的优势分析

液压传动在现代机械设备中得到广泛应用,得益于其独特优势:

(1) 功率密度大: 在同等功率下,液压装置体积小、重量轻、结构紧凑,特别适合重载、大功率、高频响的场合。(2) 易于实现无级调速: 通过调整阀门的开度,可方便地调节液体的流量和压力,实现执行元件的无级调速,且调速范围大,易于自动化控制。(3) 工作平稳、反应快: 由于液压油的压缩性很小,液压传动工作平稳,反应速度快,能在短时间内达到所需的压力和速度。(4) 易于实现过载保护: 液压系统中可设置安全阀,当系统压力超过设定值时,安全阀自动打开,避免系统过载。(5) 自润滑性好、寿命长: 液压元件在封闭油路中工作,且液压油具有润滑性,因此液压元件磨损小,使用寿命长。

#### 1.3 液压传动与其他传动方式的比较

液压传动在功率密度、调速性能、工作平稳性、反应速度以及过载保护等方面具有明显优势,在重型机械、工程机械、航空航天等领域得到广泛应用。与其他传动方式的比较情况如表1:

表1 液压传动与其他传动方式的比较表

| 传动方式 | 功率密度 | 调速性能         | 工作平稳性          | 反应速度 | 过载保护       |
|------|------|--------------|----------------|------|------------|
| 液压传动 | 高    | 优秀, 易于实现无级调速 | 高, 工作平稳        | 快    | 易于实现       |
| 机械传动 | 中等   | 受限, 通常是有级调速  | 一般, 受齿轮等部件影响   | 一般   | 较难实现       |
| 电气传动 | 中等   | 良好, 但受限于电机特性 | 较高, 但可能受电网波动影响 | 较快   | 依赖于电气保护系统  |
| 气压传动 | 较低   | 良好, 但稳定性较差   | 一般, 气体的可压缩性导致  | 较快   | 可以通过调节气压实现 |

## 2 液压传动系统设计的关键因素

### 2.1 液压泵与马达的选择

液压泵是液压系统的动力源, 能将机械能转化为液压能。根据系统的工作需求和执行器的速度确定液压泵流量, 其关系表达式如下:

$$Q = Vn \quad (1)$$

在公式1中,  $Q$ 是流量,  $V$ 是排量,  $n$ 是转速。

液压泵压力能满足系统的工作压力要求, 并有一定的安全余量, 其选择直接影响系统功率和效率。一般来说, 液压泵的最高压力应高于系统所需的最大工作压力。高效率的液压泵能够减少能量损失, 提高系统性能, 计算公式为:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (2)$$

在公式2中,  $\eta$ 是效率,  $P_{out}$ 是输出功率,  $P_{in}$ 是输入功率。

液压马达是将液压能转化为机械能的装置, 在选择液压马达时, 应考虑扭矩和转速、功率等因素。根据负载要求确定液压马达扭矩和转速, 其中扭矩的计算公式为:

$$T = \frac{PV}{1000} \quad (3)$$

在公式3中,  $T$ 是扭矩,  $P$ 是工作压力,  $V$ 是排量。转速可通过系统所需的工作速度和马达的排量计算。

液压马达的功率与系统的功率需求相匹配, 功率的计算公式为:

$$P = \frac{Tn}{1000} \quad (4)$$

在公式4中,  $P$ 是功率,  $T$ 是扭矩,  $n$ 是转速, 选择合适的功率可以保证液压马达在高效区工作提高系统效率。

例如, 一个液压系统需要驱动一个旋转负载, 要求转速为

150rpm, 扭矩为1200Nm。根据公式3可选择合适的液压马达排量 $V$ 和工作压力 $P$ 满足这一扭矩要求。假设选择的工作压力 $P$ 为20MPa, 那么根据公式计算出的排量 $V$ 应为60cm<sup>3</sup>/rev。根据转速和功率公式, 可进一步确定液压马达的功率和其他相关参数。

### 2.2 液压阀的配置与控制策略

液压阀在液压传动系统中起着至关重要的作用, 负责精确地控制液压油的流向、压力和流量, 从而实现对执行元件的准确操控。在配置液压阀时, 需明确系统执行元件的运动方向、速度和力等要求, 以便选择合适的液压阀类型。液压阀主要分为方向控制阀、压力控制阀和流量控制阀。方向控制阀控制液压油的流向, 进而改变执行元件的运动方向, 常见有换向阀和只允许液压油单向流动的单向阀。压力控制阀调节系统压力, 保持系统稳定性和安全性, 常见类型包括溢流阀、减压阀和顺序阀, 它们可根据系统压力变化自动调节开口大小。流量控制阀调节液压油的流量来控制执行元件的速度, 常见有节流阀和调速阀。在控制策略方面, 开环控制简单且成本低, 但精度和稳定性有待提高; 而闭环控制利用反馈机制实现精确控制, 成本相对较高。比例伺服技术在液压传动系统中也扮演着重要角色, 尤其是在需要高精度和高响应速度的应用中。比例控制阀控制电磁阀开度来精确控制介质参数, 而伺服控制阀应用于需要更高精度的场合, 测量阀芯位置反馈信号来实现精确控制, 尽管构建复杂度和成本相对较高。

### 2.3 液压缸与活塞的设计考虑

液压缸是液压传动系统中的主要执行元件, 将液压能转化为机械能, 驱动负载进行直线运动。缸径和行程的确定取决于负载的大小和运动范围, 缸径越大则输出的推力和拉力就越大。碳钢、不锈钢和铝合金等液压缸的材料应具有良好的机械性能和耐腐蚀性。为防止液压油泄漏和外部污染物进入缸内, 液压缸必须具备良好的密封性能, 可选择耐油、耐高温和耐磨损的密封件实现这一目标。活塞是液压缸内的关键部件, 承受着油液的压力并驱动负载运动<sup>[3]</sup>。在设计活塞时, 需考虑其结构强度、耐磨性和密封性等因素。

### 2.4 系统的安全性与可靠性分析

安全阀可在系统压力过高时自动打开, 释放过高的压力, 防止系统发生爆炸或损坏。在液压油的入口和出口处安装过滤器, 可有效去除油液中的杂质和颗粒物, 防止堵塞和磨损元件。定期检查和维修液压传动系统, 及时发现并处理潜在的安全隐患, 延长系统的使用寿命并提高可靠性。对于关键部件和易损件, 可采用冗余设计, 即设置备用元件或回路, 提高系统的可靠性。

## 3 液压传动在锻造机械中的具体应用案例

### 3.1 案例一: 汽车万向节叉轴零件热闭塞锻造

在汽车万向节叉轴零件的生产过程中, 液压机被用于热冲压成型。液压机利用液压传动系统提供的高压, 能精确地控制工件的变形量和成型速度。在生产中, 使用一台最大压力为2000吨的液压机, 其工作压力范围在10-200MPa之间。在热闭塞锻造过程中, 液压机在150MPa的压力下工作, 成功地将叉轴零件冲压

成型。此次生产过程中,液压机的冲压速度为每分钟30次,每次冲压的行程为100mm,这样便保证生产效率和产品质量。

### 3.2案例二:温锻截齿、旋挖齿毛坯生产

在温锻截齿、旋挖齿毛坯的生产中,液压传动同样发挥着关键作用。液压机提供的稳定压力,能确保毛坯的精确成型。以旋挖齿毛坯为例,使用一台压力为1500吨的液压机,工作压力范围在15-180MPa之间。在温锻过程中,液压机在120MPa的压力下工作,每次锻造的行程为80mm,每分钟可完成25次锻造操作,其效率满足市场需求,同时也保证产品质量的一致性。

### 3.3案例三:挖掘机斗齿毛坯、圆盘锻造

在挖掘机斗齿毛坯和圆盘的锻造过程中,液压传动的应用也显得非常关键。由于这些工件的体积和重量较大,因此需要更大吨位的液压机来提供足够的压力。使用一台最大压力为3000吨的液压机,其工作压力范围在20-250MPa之间。在锻造过程中,液压机在200MPa的压力下工作,成功地将斗齿毛坯和圆盘锻造成型。此次生产过程中,液压机的锻造速度为每分钟20次,每次锻造的行程为120mm,从而保障生产的高效和稳定。

### 3.4案例四:液压技术在径锻机的应用

某工厂采用一台最大压力达到2200吨的液压径锻机,其工作压力可调范围在30-37.5MPa。生产一根大型轴类零件时,该径锻机在35MPa的压力下稳定运行,保证轴类零件的精确锻造。此次生产过程中,液压径锻机展现卓越性能。其锻造速度达到每分钟240次,每次锻造的行程都精确控制在±1mm,大大提升生产效率,并保证产品的一致性和精度。此外,液压系统的平稳性和精确性也意味更少的材料浪费和更低的次品率。该液压径锻机配备先进的控制系统,可以实时监测和调整锻造过程中的各种参数,如压力、速度和行程等,提高生产过程的自动化程度,也为操作人员提供更为便捷和安全的操作环境。

## 4 液压传动在锻压机械中面临的挑战与解决方案

### 4.1液压系统泄漏问题及其对策

密封件磨损、管路连接松动及液压阀故障等原因,造成液压系统泄漏,导致系统效率降低并造成环境污染。为解决这些问题,需定期检查和更换密封件,使其状态良好。紧固松动的管路连接,并及时维修或更换故障的液压阀。

### 4.2液压系统温升过高问题及冷却方案

油温上升也是一个需要关注的问题,因为会影响系统的稳定性和寿命。为此,可适当增大油箱容积以增加散热面积,安装冷却器以降低油温,选用粘度适中、热稳定性好的液压油减缓油温上升的速度。

### 4.3液压系统噪声与振动的控制

液压系统的噪声与振动不容忽视,影响操作舒适度,并损害设备性能和寿命。为控制这些问题,应优化液压泵和电动机的安装,采取防振措施,如加厚油箱顶板、补焊加强筋,并优化系统设计来减少液压冲击。

### 4.4提高液压系统能效的措施

根据实际需求选择合适的液压元件,优化管路设计以减少压力损失和流体阻力,采用先进的控制技术以提高控制精度和响应速度,并定期维护和保养液压系统,从而保持其良好工作状态并提高能效。这些措施有助于降低运行成本,并为环境保护做出贡献。

## 5 结语

液压传动在锻压机械中具有举足轻重的作用,其稳定且强大的动力输出为金属材料的精确控制和高效加工提供有力保障。本文深入探讨液压传动的基本原理、特点及其在锻压机械中的关键应用,揭示液压传动在现代制造业中不可或缺的地位,并通过具体案例展示液压传动在锻造机械中的实际应用效果。液压传动也面临系统泄漏、温升过高、噪声与振动以及能效问题等挑战,针对这些问题,本文提出一系列切实可行的解决方案,旨在提高液压系统的稳定性、寿命和能效,从而为制造业技术水平和竞争力的提升贡献力量。

### [参考文献]

- [1]张志鹏,张林伟.液压传动技术在工程机械中的应用探讨[J].中国科技期刊数据库工业A,2022(2):3.
- [2]杨磊.基于信号分析的机械液压传动系统故障诊断方法[J].工程机械文摘,2023(2):10-13.
- [3]王兴刚.液压机械传动控制系统在机械设计制造中的应用分析[J].市场周刊·理论版,2022(10):16-17.

### 作者简介:

秦佰韬(1981--),男,汉族,上海市人,本科,中级,研究方向:机械液压类。