

# 液压支架制造工艺技术研究

方宇

煤科(北京)检测技术有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i12.19206

**[摘要]** 液压支架制造工艺技术涉及多方面,研究对提升其制造水平意义重大。本文先介绍其结构特点,指出对制造工艺要求严苛。接着阐述关键制造工艺技术,涵盖下料、焊接、加工、装配等方面。随后探讨制造工艺技术创新与优化,包括数字化制造技术应用,可缩短研发周期、保障质量;自动化生产线建设能提升效率与质量;绿色制造工艺探索,从设备、焊接、材料及回收利用等方面,推动行业绿色低碳循环发展,为液压支架制造工艺改进提供全面参考。

**[关键词]** 液压支架; 制造; 工艺技术

中图分类号: TD355 文献标识码: A

## Research on Manufacturing Process Technology of Hydraulic Support

Yu Fang

CCTEG (Beijing) Testing Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** The manufacturing process technology of hydraulic support involves multiple aspects, and research on it is of great significance for improving its manufacturing level. This paper first introduces its structural characteristics, pointing out the strict requirements for manufacturing processes. Then it elaborates on key manufacturing process technologies, covering cutting, welding, machining, assembly, and other aspects. Subsequently, it discusses the innovation and optimization of manufacturing process technologies, including the application of digital manufacturing technology, which can shorten the research and development cycle and ensure quality; the construction of automated production lines can improve efficiency and quality; and the exploration of green manufacturing processes, promoting the green, low-carbon, and circular development of the industry from aspects such as equipment, welding, materials, and recycling, providing a comprehensive reference for the improvement of hydraulic support manufacturing processes.

**[Key words]** hydraulic support; manufacturing; process technology

### 引言

液压支架作为煤矿综采工作面的关键支护设备,其制造工艺水平直接影响设备的性能、可靠性与使用寿命,进而关乎煤矿生产的安全与效率。当前,随着煤炭行业对高效、安全开采需求的提升,液压支架正朝着大型化、高强度、智能化方向发展,这对制造工艺提出了更为严苛的要求。本文将围绕液压支架的结构特点,深入剖析关键制造工艺技术,涵盖下料、焊接、加工、装配等环节,并探讨制造工艺技术创新与优化方向,旨在为提升液压支架制造质量提供参考。

### 1 液压支架结构特点

液压支架由顶梁、底座、立柱、千斤顶及控制阀等核心部件构成,各部件功能明确且协同工作。顶梁直接接触顶板,承担传递与分散压力的任务,其强度和稳定性直接影响支架对顶板的支撑效能;底座固定于底板,通过结构设计均匀分布支架整体重量,提

供稳定支撑并确保复杂地质条件下的平衡性;立柱作为连接顶梁与底座的传动核心,依靠液压系统驱动实现支架升降,其结构强度与密封性能决定升降稳定性,需在承受顶板压力的同时保证动作精度;千斤顶作为执行机构,通过液压力控制移架、调架等关键动作,其响应速度和控制精度直接影响采煤工作面推进效率;控制阀组作为液压系统控制中枢,通过精确调节压力与流量实现部件动作的协同控制,确保支架适应不同工况需求。该设备结构具有部件数量多、空间布局紧凑、配合精度要求高的特点,具体表现为顶梁与立柱连接需控制垂直度与间隙,底座与底板接触面需保证平整度,千斤顶与支架主体安装需确保同轴度,同时部件间密封配合、液压管路布局及电气控制系统集成均依赖精密制造工艺<sup>[1]</sup>。这种结构特性对制造工艺提出严苛要求,需构建涵盖材料选择、加工精度控制、装配工艺优化及检测手段完善的全流程技术体系,以保障支架在高温、高压、强振动等恶劣工况下的可靠运行。

## 2 液压支架关键制造工艺技术

### 2.1 下料工艺

(1) 工艺方法选择, 常见下料方法有火焰切割、等离子切割和激光切割。火焰切割适用于中厚板, 成本低, 但切割精度低、热影响区大; 等离子切割速度快、质量好, 适用于多种金属材料; 激光切割精度高、切割面质量优、热影响区小, 不过设备成本高。需依据液压支架部件的材质、厚度和精度要求合理选择。精度要求高、厚度小的板材优先选择激光切割; 中厚板可考虑等离子切割。(2) 尺寸精度控制, 下料尺寸准确性关乎后续加工与装配质量。要采用高精度切割设备, 并定期校准维护。编程时精确设置切割参数, 考虑热变形因素进行尺寸补偿。同时加强质量检测, 用量具测量切割后零件尺寸, 保证尺寸公差符合设计要求。(3) 切割面质量要求, 切割面应平整光滑, 无熔渣、裂纹等缺陷。火焰切割时, 控制好切割速度与氧气压力, 防止产生过厚氧化皮; 等离子切割时, 优化气体流量与电流参数, 减少毛刺与挂渣; 激光切割后, 对切割面做适当后处理, 如打磨、去毛刺等, 以此提升切割面质量。通过合理选择下料方法、严格把控尺寸精度和提升切割面质量, 能为液压支架的高质量制造奠定基础。

### 2.2 焊接工艺

一是焊接方法与设备, 液压支架制造中常用的焊接方法有手工电弧焊、气体保护焊与自动埋弧焊。手工电弧焊设备简单, 操作灵活, 适用于各种位置的焊接, 但焊接效率较低, 质量受焊工技能影响较大; 气体保护焊焊接速度快, 焊缝质量好, 尤其适用于薄板与中厚板的焊接; 自动埋弧焊生产效率高, 焊缝质量稳定, 适用于长焊缝的焊接。根据焊接部位与生产批量, 合理选择焊接方法与设备<sup>[2]</sup>。二是焊接材料选用, 焊接材料的性能直接影响焊缝的质量。根据母材的材质与性能要求, 选用与之相匹配的焊接材料。对于高强度钢材的焊接, 要选择低氢型焊条或焊丝, 以减少焊缝中的氢含量, 防止产生冷裂纹, 同时要保证焊接材料的质量稳定性, 严格控制其化学成分与力学性能。三是焊接工艺参数确定, 焊接工艺参数包括焊接电流、电压、焊接速度、预热温度与后热温度等。通过焊接工艺评定试验, 确定最佳的焊接工艺参数。例如, 对于厚板焊接, 适当提高预热温度可以降低焊接应力, 减少裂纹产生的风险; 合理的焊接速度与电流电压匹配, 可以保证焊缝的成型质量与熔深。四是焊接变形控制, 焊接过程中产生的变形会影响液压支架的装配精度与使用性能。采用合理的焊接顺序, 如对称焊接、分段退焊等, 可以减少焊接变形。对于大型结构件, 可在焊接前进行反变形处理, 或在焊接过程中采用刚性固定法, 限制构件的变形, 焊接后采用机械矫正或火焰矫正等方法, 对变形超差的部件进行矫正。

### 2.3 加工工艺

(1) 机械加工方法上, 液压支架部件加工主要有铣削、车削、钻孔、镗孔等。依据部件形状与加工精度要求挑选合适方法及设备。圆柱形部件如立柱、千斤顶, 用车削加工确保尺寸精度与表面粗糙度达标; 顶梁、底座等复杂形状部件, 用铣削加工完成平面与型腔加工。(2) 加工精度保证方面, 加工精度是衡量液压

支架部件质量的关键指标。要采用高精度机床与刀具, 定期对机床开展精度检测与调整。加工时, 严格控制切削用量, 防止因切削力与切削热过大致使工件变形。运用合适的夹具并确定好定位基准, 保证工件装夹稳定, 进而保障加工精度。同时加强加工过程质量检测, 利用三坐标测量仪等高精度检测设备, 对加工后部件的尺寸与形位精度进行检测。(3) 表面处理技术上, 为提升液压支架部件耐腐蚀性与耐磨性, 常采用相关技术。常见方法有喷漆、电镀、热喷涂。喷漆能在部件表面形成保护膜, 防止生锈; 电镀可在部件表面镀上金属镀层, 提高耐磨与耐腐蚀性能; 热喷涂是把熔融金属或非金属材料喷涂在部件表面, 形成有特殊性能的涂层。需根据部件使用环境与性能要求, 合理选择表面处理方法。

### 2.4 装配工艺

一是装配顺序规划上, 合理顺序能提升装配效率与质量。遵循先下后上、先内后外、先难后易原则开展装配。装配时要留意各部件间装配方向与配合关系, 防止出现错装、漏装情况。先完成底部关键结构组装, 再逐步向上、向外进行其他部件安装, 先处理装配难度大的部分, 再处理相对简单的部分, 以此保障装配流程的顺畅<sup>[3]</sup>。二是装配精度控制方面, 装配精度对液压支架使用性能有直接影响。要采用恰当的装配方法与工具, 确保各部件间装配间隙满足设计要求。可使用塞尺、百分表等量具测量装配间隙与同轴度, 利用专用装配夹具保证部件装配位置准确。对于关键部位装配, 需进行严格检验与调整, 从细节处把控, 保证整体装配质量达到高标准。三是液压系统装配与调试, 它是液压支架的核心部分。装配时, 要确保液压管路清洁, 防止杂质进入液压系统。正确安装液压泵、液压缸、控制阀等各类液压元件, 保证连接牢固且密封良好。装配结束后, 开展液压系统调试工作, 检查系统压力、流量是否符合设计要求, 各动作是否灵活可靠。若调试过程中出现问题, 要及时分析原因并处理, 保障液压系统稳定运行。

## 3 液压支架制造工艺技术创新与优化

### 3.1 数字化制造技术应用

在产品的设计环节, 引入数字化设计软件, 借助其强大的功能进行精准设计。通过三维建模技术, 能够将液压支架产品以直观的三维形态呈现出来。设计师可以在虚拟环境中对产品的各个部分进行详细规划和布局, 从整体结构到细微零件, 都能进行细致地设计与调整。同时, 利用仿真分析功能, 对设计好的产品进行模拟运行和性能测试, 提前发现设计中可能存在的问题, 如结构强度不足、运动干涉等。根据仿真分析结果, 及时对产品结构进行优化, 避免在实际制造过程中出现因设计缺陷而导致的返工和浪费, 有效缩短产品研发周期。在生产制造环节, 制造执行系统 (MES) 的引入实现了生产过程的数字化管理与控制。MES系统可以对生产线上各个环节进行实时监控, 及时掌握生产进度、设备运行状态、物料使用情况等信息。通过这些实时数据, 生产管理人员能够根据实际情况对生产任务进行合理调度, 确保生产流程的顺畅进行<sup>[4]</sup>。当出现设备故障或物料短缺等问题时,

系统能够迅速发出警报,以便及时采取措施解决,减少生产中断时间。此外,MES系统还可以对生产质量进行实时监测和分析,及时发现质量波动并采取调整措施,从而提高产品质量的稳定性,保障液压支架制造的高效、优质进行。

### 3.2 自动化生产线建设

建设自动化下料、焊接与加工生产线是推动生产模式变革的重要措施,在自动化下料环节,先进设备与精准控制系统结合,能依据预设参数对原材料进行高效准确切割下料,提高该环节效率与精度,为后续工序提供保障。自动化焊接生产线中,机器人具有高精度、稳定性操作特性,可严格按设定焊接路径和参数作业,避免人工焊接的偏差与不稳定因素,提升焊接质量,减少焊接缺陷。加工环节,自动化加工生产线利用数控机床等设备,搭配自动化上下料装置,实现加工过程自动化连续作业。机器人搬运工件并精准送至加工位置,加工设备按预设程序精密加工,整个流程流畅高效。此外,自动化生产线具有诸多优势。其一,具备24小时连续生产能力,突破人工生产时间限制,大幅提高生产效率。其二,减少人工操作,降低因人为因素导致的质量波动,保障产品质量一致性。在传统生产模式下,人工操作的差异可能导致产品质量参差不齐,而自动化生产线能有效避免这一问题。其三,减轻工人劳动强度,让工人从繁重、重复的体力劳动中解放出来,使其能够投身于更具技术含量与创造性的工作。这不仅有助于提升工人的个人技能和职业发展,还能提升整个制造团队的技术水平与创新能力。当工人有更多精力投入到技术研究和创新中时,能够为企业带来更多的技术突破和创新成果,推动企业不断发展进步。

### 3.3 绿色制造工艺探索

在液压支架制造工艺领域,积极探索绿色制造工艺是顺应可持续发展要求的关键所在,环保与资源节约理念贯穿制造全过程。设备选用时,优先采用节能型设备,其凭借先进技术与优化设计,在保障生产效率与质量的同时,有效降低能源消耗,减少对电力等能源资源的过度依赖,从源头控制能源成本并降低碳排放。焊接工艺优化上,针对传统焊接易产生大量烟尘和有害

气体的问题,通过调整焊接参数、采用新型焊接方法等举措,在确保焊接质量的前提下,大幅减少焊接过程中烟尘与有害气体的排放,改善车间作业环境,降低对大气环境的污染,保障工人身体健康。材料使用方面,积极推广水性涂料等环保型材料,此类材料以水为稀释剂,在生产和使用过程中减少挥发性有机化合物的排放,降低对空气和水资源的污染,更契合环保要求<sup>[5]</sup>。此外,重视废旧液压支架的回收与再利用,建立完善回收体系,对废旧液压支架分类拆解,将可再利用的零部件修复翻新后重新投入生产,对不可再利用的材料科学处理,实现资源循环利用,减少资源浪费,降低对自然资源的开采压力,推动行业向绿色、低碳、循环方向发展。

## 4 结语

综上所述,液压支架制造工艺技术涵盖结构特点把握、关键工艺实施以及创新优化探索等多方面内容。从满足基础制造需求的关键下料、焊接、加工与装配工艺,到数字化、自动化、绿色化等前沿技术的创新应用,每一步都旨在提升液压支架的质量、效率与环保性能。未来,随着科技持续进步,液压支架制造工艺将不断突破,以更精湛的技术、更高效的模式和更绿色的理念,为煤炭行业的安全、高效、可持续发展提供坚实有力的支撑,推动整个行业迈向新的高度。

### [参考文献]

- [1]王真,孟响.液压支架制造工艺关键技术研究与应用[J].中国煤炭工业,2023(2):70-72.
- [2]张国.液压支架的机械设计与优化制造技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(10):0161-0164.
- [3]赵莉莉,郭建辉.液压支架结构件制造工艺技术研究[J].机械与电子控制工程,2024,6(6):37-38.
- [4]王真,孟响.液压支架制造工艺关键技术研究与应用[J].中国煤炭工业,2023(2):70-72.
- [5]刘觉非,王利栋,樊宇,等.液压支架立柱绿色再制造技术研究与应用[J].热加工工艺,2022,51(20):90-96.