

# 煤矿井下液压支架安全管理研究

刘鹏

国能榆林能源有限责任公司

**摘要：**我国的煤炭资源总量大，但是由于我国地质条件的复杂也存在着一定开采难度，所以当下在煤矿产业中，机械化采矿方式得到了充分的利用，所以为了提高采矿现场的工作效率，对于机械化设备的依赖性逐渐增强，这也尤其体现在液压支架中，液压支架在煤矿现场中的大量运用可以减少煤矿开采现场的工人人数，也让开采现场的安全性和效率都得到了保证，但是一旦液压支架在使用过程中出现了问题，就也绝对是不可忽视的。因此，本文详细分析液压支架的结构及设计，对其存在的安全问题进行探讨。并提出相关措施。

**关键词：**煤矿；液压支架；安全管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.05.118

液压支架是煤矿开采作业中比较重要的机械设备之一，其主要作用是将作业面的顶板支撑起来并且有效控制顶板高度，它是集开采、运输和防护等多种功能为一体、实用性强的关键设备。随着人们对煤炭能源的需求越来越大，煤矿开采也越来越深，矿井下的工作环境将变得更加复杂、不可预知。开采深度的增加导致液压支架的各个零件频繁出现故障，维修成本扩大化，当液压支架出现严重问题时，会对煤矿开采过程造成影响，大大降低生产效率。所以，需要对液压支架出现的一些安全问题进行系统分析，并提出相应的解决方案和预防措施。

## 一、液压支架的结构分析

液压支架在煤矿井下生产中具有重要价值，可以有效对工作面进行防护与支撑，主要由护帮装置、顶梁、立柱、前后连杆和底座等结构组成。结合液压支架所具有的升降和推移其他设备移动的功能，可以将液压支架的部件功能及作用分为四个方面，分别是控制元件、承载结构、执行元件和辅助装置，下面进行具体分析。

在控制元件中，主要由隔离阀、控制阀和其他多种操作阀所组成，矿用液压支架可以借助操作阀完成对结构中其他执行元件的指挥控制，确保液压支架可以发挥不同的功能；在承载结构中，主要由掩护梁、顶梁、底座、连杆和尾梁组成，具体到掩护梁是用于防止井下采空区的碎石影响，且可以承载周边的载荷，同时顶梁也能用于巷道顶部围岩载荷的承受；在执行元件中，主要由立柱与不同规格型号的千斤顶组成，且井下液压支架的主要执行元件为立柱；在辅助装置中，主要由照明、推移装置和护帮装置组成，支持液压支架的工作。

## 二、液压支架关键结构设计

最早的液压支架是一种简单的框架形垛式结构，由于没有四杆机构，这种支架承受水平力的能力差，在水

平力作用下容易失去稳定性。后来出现了掩护式（包括支撑掩护式）支架，这种支架的水平刚度和稳定性都比较高。

液压支架的类型很多，按和围岩的相互作用可分为支撑式、掩护式和支撑掩护式3类；按移架方式可分为整体自移式和迈步前移式2类；按使用地点不同分工作面支架和端头支架2类；按煤层厚度和开采方法不同分为铺联网支架和放顶煤液压支架。本文介绍的支撑掩护式液压支架是在支撑式液压支架的基础上吸取掩护式液压支架的特点而设计的。

液压支架的前探梁和顶梁是箱体焊接结构，支撑着工作面顶板，起着防止漏矸冒顶的作用。前探梁千斤顶操纵着前探梁向上和向下摆动。2根双作用油缸支撑在顶部与底座之间。为了扩大支架的工作范围，在油缸上还装有机加强杆，能屈能伸。掩护梁是由钢板焊接而成的箱形结构，下端通过前、后连杆与底座铰接成四杆机构，起着稳定支架重心和防止采空区岩石涌入工作面的作用，既能保证支架前梁顶端与煤壁的间距基本恒定，又承担了支架的工作稳定性；底座是在钢板焊接的箱形结构上设有2个柱窝并与2根立柱铰接。底座的后部与前后连杆铰接，前端焊接耳板用以安装推移千斤顶，推移千斤顶的另一端与工作面输送机连接，通过推移千斤顶的伸缩，实现推溜和移架行走动作。

## 三、煤矿井下液压支架存在的安全问题

### （一）液压系统问题

液压支架电液控制系统故障中最常见的是液压系统故障，这一故障也是导致支架失去支护作用的主要原因。通常情况下，当液压系统供液压力未达到额定值或者供液管路流量不够、发生泄漏等时，都会造成液压系统的供液流量比较小，进而导致支架动作失常，变得缓慢甚至不能动作，造成操作失灵，支护的作用难以发挥，支护效果大打折扣。当液压支架的各种电磁阀组发生损坏或者出现故障时，液压支架非常容易出现外漏、内泄等故障，特别是内泄故障，会造成电液控制系统的故障诊断、定位等难度增大，不能对信息进行有效的传递，甚至会造成一系列的连锁反应，存在极大的安全隐患。当液压支架出现安全阀故障时，会使得油缸内部达不到额定值就已开启，此时的异常启动会导致压力不足、支架油缸无法正常伸缩，进而导致液压支架控制失灵。

### （二）电气系统问题

与液压系统故障一样，电气系统故障的发生也是比较频繁的，而且排查的难度较大。通常情况下，在总线

通信过程中各类失效情况是最容易发生的，发生失效情况的先后顺序为总线通信、架间线路、操作键盘、其他各类传感器。总线通信故障包括由于电缆传输造成的故障或者因一些外力因素导致电缆及设备受损而造成的故障，由于数据过流或者受到电磁干扰而造成的线路故障；架间线路故障包括架间通信电缆故障，设备、电缆因损坏或者受到电磁波干扰造成的故障等；操作键盘故障包括键盘因受潮、物理损坏、受电磁波干扰等造成的故障；各类传感器故障包括因受潮或者灵敏度的调整等导致传感器监测信息精确度下降等故障。

### （三）承重设备

液压支架的正常运行需要稳定的承重设备，那么立柱就发挥着非常重要的作用，虽然立柱在投入使用之前已经接受了质量检测，但是由于立柱的工作负担大，消耗情况严重，也会在使用过程中出现问题，当立柱出现故障时，主要表现为系统发出工作指令时液压支架在完成指令时移动的速度非常缓慢，没有移动到规定地点后就结束工作状态，这种情况的出现也能够引起技术人员的注意，开始对于立柱展开检修，检修人员需要重点注意对于弹簧、安全阀的性能展开研究。根据有关资料显示，某煤矿企业就在煤矿开采现场中因承重结构出现问题而导致了事故的发生，由于工作人员的操作失误，导致支架护帮板没有完全打开，而工作面中的液压支架护帮板由于工作人员没有定期更换检修，使其破损情况比较严重，难以在正常工作中发挥其作用，这一项板事故直接导致工作人员意外身亡，给企业带来了巨大的经济损失，也给企业发展造成了不良影响。

### （四）重要部件损坏严重

液压支架的内部结构是非常复杂的，其中的每一个组成部分对于液压支架来说都是非常重要，由于液压支架在工作中承载的压力大，就需要液压支架在工作中能够保证一定的稳定性。比如液压支架的顶梁就是决定着液压支架结构的重要部分，如果顶梁一旦出现了断裂或者是位置偏移的情况，那么整个液压支架就难以正常运行下去，对于煤矿企业来说也会造成巨大的损失。由于液压系统内部结构存在一定的复杂性，所以对于日常使用的工作人员来说是存在一定的困难，如果工作人员使用操作不当就会导致一些重要部件出现故障，所以说煤矿产业在开采工作开始之前要对于现场的工作人员的工作能力进行培训，让工作人员能够在上岗之前能够熟练掌握液压支架的使用方法。另外，煤矿开采工作的工作环境相对比较复杂，所以对于机械设备的安装也是有着一定的要求，对于环境条件较差的开采现场来说，就要特别注意液压支架的安装工作，以免外部环境对于液压支架的使用产生不良影响。

### （五）其他问题

1. 技术与维护管理不达标。与传统的液压支架手动控制相比，电液控制是较为综合的一门科学技术，因此对工作人员的技术水平有更高的要求，但是由于在实际

生产过程中依旧采用较为传统的管理体系，相关工作人员的技术达不到液压支架电液控制系统的要求。在实际生产过程中，很多操作会由于一些客观因素出现误差，例如煤层倾角变大导致支架歪斜、顶板破碎导致支架不接顶等情况，都存在很大的安全隐患，此时就需要相关技术人员和管理人员进行人工干预，适当调整操控的方式以及根据现场的实际情况进行合理调整。但是由于依旧采用的是传统的管理体系，并未对相关工作人员开展专业的技术培训，导致在实际过程中存在很多操作不当的现象，这些行为都极大地增加了电液控制系统发生故障的频率。

2. 环境污染。由于实际开采环境比较恶劣，如各种砸击、温度过高、现场潮湿等使得电液控制系统因受潮而频繁出现电路漏电、短路等故障，使得电液控制系统的功能无法施展。出现这些情况的主要原因是没有对壳体采取合理的防护措施，导致壳体受损。

## 四、煤矿井下液压支架安全管理

### （一）选择适宜的工作介质

在运用液压支架电液控制系统时，在整个控制系统以及支架工作的介质选用方面，必须严格按照国家行业标准进行，尽最大可能将失效概率降到最低。在选择介质时要注意以下几点。

1. 选用专用的浓缩液或者乳化油。

2. 在水质的选择上，要尽量选择清澈无悬浮杂质且无任何异味的水质。

3. 必须对所选水质进行硬度检测，如果所选水质硬度较大，应设置专门的水质软化装置。同时为了使配制的乳化液符合标准比例，还应检测浓缩液和乳化油的相容性。

### （二）科学合理地布置电气设备

为了确保井下液压支架电液控制系统的各项功能都能够有效发挥，相关工作人员需要对工作面的电气设备进行科学合理的布置，必须保证低压电气设备远离高压电气设备，使二者之间保持相对安全的距离。同时要选用屏蔽性能优良的电缆作为通信电缆，使得屏蔽效果达到最优，避免不同电气设备在运行时受到电磁的干扰。

### （三）加大维修管理力度

煤矿企业需要加大对于液压支架的检修力度，将检修频率提升上来，安排技术人员能够进行短期检修，争取能够做到对于液压系统的重要部件和液压系统进行每日检修，这样的检修力度相对来说比较小，只是为了让技术人员对于液压支架的运行程度进行简单的检查，这种方式主要是为了让技术人员能够及时发现液压支架中的问题，以便能够快速解决，保证液压支架正常工作。另外煤矿企业可以设定阶段性检修，按照液压支架的工作强度，对于消耗比较严重的部件进行重点检测，对于消耗情况比较严重的部件进行更换，也能够将受粉尘污染比较严重的部件进行清理，以免液压支架出现故障影响正常工作。

### （四）完善养护方案

对于机械设备来说，日常养护工作的效果远远大于故障处理，只有在日常工作中对于液压支架进行维护，才能够在一定程度上减少故障出现的频率，而且日常养护需要耗费的经济成本也是小于故障维修成本的，所以技术人员需要更加重视对于液压支架的养护工作。由于煤矿开采现场的环境条件限制，首先就需要重视机器的除尘工作以免出现液压系统的油管堵塞情况，也能够让机器的运行阻力得到控制，另外在液压支架的正常工作中对于液压油的消耗是比较严重的，那么就需要工作人员根据工作的实际情况对于液压油进行实际补充，从而避免因为液压油过少让机器性能受到破坏的情况，让液压系统内部始终保持油量充足的状态，但是由于煤矿开采现场的环境比较恶劣，高温和高粉尘都会给液压系统产生不良影响，会导致液压油的温度升高或者是液压油遭到污染，那么就需要技术人员定期对于液压油的情况进行核验，看是否存在温度过高和污染严重的问题。

### （五）利用信息技术提升检修效率

为了能够进一步提升液压支架的检修效率，煤矿企业可以采取更加行之有效的方式，当今社会的信息技术水平较高，所以就可以利用信息技术设计出一套检修流程，能够对于液压机的工作状态进行检测，当系统监测出液压支架的工作参数变化超出规范值时，可以自动报警，让技术人员能够在第一时间发现。另外也可以在液压支架中放置位移传感器、温度传感器等，这就可以利用到对于液压系统内部的温度检测，当温度接近临界值时，通过传感器的数值记录就能够免去技术人员的测量过程，让技术人员可以通过传感器记录的数值更加了解液压支架的运行状态，实现精准把控。

### （六）液压支架控制自动化技术管理

#### 1. 液压支架多形式控制

实际生产中，需要根据工作面状态选择合适的液压支架工作状态。控制方式可分为单个液压支架控制和多个液压支架协同控制。单个液压支架控制主要包括伸互帮、收互帮等，多支架系统控制主要包括左成组、右成组等。可以通过液压支架控制器面板实现对液压支架特定状态的自动控制，也可以通过计算机远程操控。

随着电气自动化技术的发展，液压支架控制的实时性大幅度提高。在按下相关的按钮或远程计算机发出控制指令后，液压支架能立即进行动作。例如，液压支架移架可以在8~18s内完成，包含降架、推溜和升架的全过程。为了保证生产效率，在合适的控顶距和煤层顶板相对完整的情况下，液压支架通常是成组控制，即每次都是对数个液压支架进行同时操作。分组包括交错分组、顺序分组。每种分组方式都有一定的适用性，需要根据具体情况进行选择。

#### 2. 故障自动报警

液压支架运行过程中不可避免地会发生一些故障。在液压支架故障中，漏液比较常见。一旦发生漏液，则

会导致液压支架的工作阻力急剧下降，对顶板支撑力明显降低。由于在回采过程中液压支架是共同支护顶板，漏液会使得周围液压支架所承受的压力增加。采用电气自动化技术后，可及时发现该故障，并对漏液的液压支架进行及时补液，从而避免发生危险情况。在进行补液时，可以对初撑力、补液时间和次数进行控制。

液压支架断架是煤矿开采中发生的一种严重事故，对煤矿安全生产威胁极大。随着大采高技术的应用和深部开采的进行，该情况发生的频率大大提高。电气自动化技术的应用，可以实现对液压支架运行状态的及时监测。一旦发生断架事故，则可以立即发现，并可以立即停止采煤工作面机电设备的运行，从而避免安全事故的发生。

#### 3. 自动化运行

液压支架的自动控制可以实现全截深双向割煤工艺、全截深单向割煤工艺、半截深割煤工艺的跟机自动移架、自动推溜、自动伸收缩护帮板和伸缩梁以及自动喷雾等根基自动化动作。其中，全截深单向割煤工艺的自动化最为关键。该工艺采用红外线指示采煤机和液压支架相对位置，判定采煤机的准确位置，进而实现自动割三角煤。

此外，电气自动化技术的应用可以实现对液压支架的远程控制，可为目前正在发展的智能化无人工作面打下基础。通过液压支架上安装的实时视频监控装置，可以了解工作面回采过程中的现场情况，进而为选择合适的采煤参数提供参考。

### 结束语

液压支架电液控制系统是一种新型的控制技术，对煤矿实际生产中安全、稳定性等方面起着至关重要的作用。但是液压支架电液控制系统结构比较复杂，要想确保系统在使用中能够有效地发挥功能，必须及时消除存在的故障及安全隐患，加强对设备的定期维护和管理，延长其使用周期，避免因日常工作的疏忽或者操作不当等对设备造成损坏，甚至造成更大的损失。

### 参考文献

- [1]李志翔. 液压支架电液控制系统故障诊断与处置[J]. 机械管理开发, 2022, 37(7): 172-174.
- [2]左胜辉. 煤矿液压支架电液控制系统研究[J]. 机械工程与自动化, 2022(1): 173-1747.
- [3]王艾军. 煤矿液压支架电液控制系统的应用综述[J]. 机械管理开发, 2021, 36(7): 299-300.
- [4]牛淑铜. 液压支架远程控制及动态仿真系统开发[D]. 太原: 太原理工大学, 2021.
- [5]姚俊红. 煤矿用液压支架电液控制系统的应用[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(9): 99-100.
- [6]郭小燕. 液压支架存在的主要故障及预防对策探究[J]. 现代制造技术与装备, 2018, 54(1): 162-163.