



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 25974.4—20XX

## 煤矿用液压支架 第4部分：电液控制系统技术条件

Powered support for coal mine—  
Part 4: Specification for electro-hydraulic control system

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前 言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 要求..... 3

    4.1 一般要求..... 3

    4.2 环境条件..... 3

    4.3 供电电源..... 4

    4.4 系统组成..... 4

    4.5 系统技术要求..... 5

    4.6 主要技术指标..... 6

    4.7 电源波动适应能力..... 7

    4.8 工作稳定性..... 7

    4.9 抗扰性..... 7

    4.10 防爆性能..... 7

5 试验方法..... 7

    5.1 试验条件..... 7

    5.2 受试系统..... 8

    5.3 系统试验..... 9

    5.4 主要技术指标测试..... 12

    5.5 电源波动适应能力试验..... 16

    5.6 工作稳定性试验..... 16

    5.7 抗扰性试验..... 16

    5.8 防爆性能试验..... 16

6 检验规则..... 17

    6.1 检验分类..... 17

    6.2 检验项目..... 17

    6.3 出厂检验..... 18

    6.4 型式检验..... 18

    6.5 在用品检验..... 18

7 标志、包装、运输和贮存..... 18

    7.1 标志..... 18

    7.2 包装..... 19

    7.3 运输..... 19

    7.4 贮存..... 19

8 使用与维护..... 19

8.1 要求..... 19

8.2 使用操作..... 19

8.3 维护维修..... 19

# 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

GB 25974《煤矿用液压支架》分为以下4个部分：

- 第1部分：通用技术条件；
- 第2部分：立柱和千斤顶技术条件；
- 第3部分：液压控制系统及阀；
- 第4部分：电液控制系统技术条件。

本文件为GB25974的第4部分。本文件参考EN 1804-3:2020《井下采矿机械 液压支架安全要求 第3部分：液压和电液控制系统》起草，一致性程度为“非等效”。

本文件由中国煤炭工业协会提出。

本文件由国家矿山安全监察局归口。

本文件起草单位：北京天玛智控科技股份有限公司、中煤科工开采研究院有限公司、煤科（北京）检测技术有限公司、安标国家矿用产品安全标志中心有限公司。

# 煤矿用液压支架

## 第 4 部分：电液控制系统技术条件

### 1 范围

本文件规定了煤矿用液压支架电液控制系统（以下简称系统）的术语和定义、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存、使用与维护。

本文件适用于煤矿用液压支架电液控制系统。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志  
GB/T 2828. 1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划  
GB/T 3836 爆炸性环境（所有部分）  
GB/T 9813. 1-2016 计算机通用规范 第1部分：台式微型计算机  
GB/T 9969-2008 工业产品使用说明书 总则  
GB/T 17626. 2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验  
GB/T 17626. 3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验  
GB/T 17626. 4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验  
GB/T 17626. 5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验  
GB/T 17626. 6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度  
GB/T 17626. 8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验  
GB/T 17626. 11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验  
GB 25974. 3 煤矿用液压支架 第3部分：液压控制系统及阀  
MT 209-1990 煤矿通讯、检测、控制用电工电子产品通用技术要求  
MT/T 210-1990 煤矿通信、检测、控制用电工电子产品基本试验方法  
AQ 1043-2007 矿用产品安全标志标识

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3. 1

**电液控制系统** **electro-hydraulic control system**

通过电控系统驱动电液控换向阀，实现液压支架所有功能的控制和其他相关设备工作状态的集中监控。具有模拟量、数字量采集、信息传输、存储、处理、声光报警、控制等功能。

#### 3. 2

**液压支架控制装置** **powered support control devices**

发送、接收控制指令实现液压支架动作的装置，具有数据采集、数据显示和上报的功能。

### 3.3

#### 系统集成装置 central control unit for system

采集、处理、显示和存储系统数据的装置，用于控制液压支架，并与其他系统实现通讯，可安装在井下工作面机头或机尾、进风巷道，亦可安装在地面上，一般由数据处理系统、显示器、操作台和其他必要设备组成。

### 3.4

#### 本架 initial powered roof support

操作人员所处的液压支架，在该架上操作人员可以通过操作设备发出控制指令。

### 3.5

#### 邻架 adjacent powered roof support

与本架相邻的液压支架。

### 3.6

#### 控制类型 type of control

#### 3.6.1

##### 邻架控制 adjacent control

一种控制类型，控制相邻的液压支架动作。

#### 3.6.2

##### 隔架控制 spaced control

一种控制类型，控制与本架间隔一架及以上且在设定范围（设定范围值应不大于4）内的液压支架，实现液压支架动作。

#### 3.6.3

##### 单动程序控制 single function control

一种控制类型，液压支架按照控制命令，根据设定的参数控制单一动作。

#### 3.6.4

##### 成组控制 batch sequence control

一种自动程序控制类型，用于控制多个液压支架执行液压支架动作。

#### 3.6.5

##### 点动控制 hold to run control

一种控制类型，按下按钮液压支架动作，松开按钮动作停止。

#### 3.6.6

##### 顺序程序控制 sequence program control

一种自动程序控制类型，液压支架按照控制命令，根据设定的参数顺序控制多个动作。

#### 3.6.7

##### 跟机自动控制 shearer tracking control

一种自动程序控制类型，根据采煤机位置、方向和采煤工艺等参数，依据设定的程序，液压支架自动执行相应动作。

#### 3.6.8

##### 遥控控制 remote control

在视距范围内，通过遥控手持终端控制液压支架进行动作。

### 3.7

#### 急停功能 emergency stop function

自动切断本架驱动单元的电源，本架及其邻架禁止执行任何控制功能，在全工作面范围内，可立即停止所有液压支架的动作，终止液压支架正在执行的自动程序控制，禁止执行具有自动程序控制功能的动作。

### 3.8

**闭锁功能 locked-on function**

自动切断本架驱动单元的电源，本架及其邻架应停止正在执行的动作，禁止执行任何控制功能。

### 3.9

**停止功能 action stop function**

停止本架及设定范围内液压支架的动作，并终止液压支架正在执行的自动程序控制。

### 3.10

**电磁先导阀 solenoid pilot valve**

主要由电磁铁和先导阀两部分组成，通过电磁铁吸合与断开，带动先导阀的开启与关闭，将电信号转化为液压控制信号。

### 3.11

**电液控换向阀 electro-hydraulic directional control valve**

由电磁先导阀和液控换向阀两部分组成，通过电磁先导阀驱动液控换向阀，对液流方向进行控制的阀组。

### 3.12

**急停响应时间 emergency stop response time**

急停操作机构发出信号到所有液压支架电液控换向阀工作口压力降低到电液控换向阀公称压力10%时所需时间。

### 3.13

**停止响应时间 action stop response time**

停止机构发出信号到设定范围内所有液压支架电液控换向阀工作口压力降低到电液控换向阀公称压力10%时所需时间。

### 3.14

**动作预警时间 action alert time**

声光报警单元发出报警信号到液压支架电液控换向阀工作口压力上升到电液控换向阀公称压力10%时所需时间。

### 3.15

**最大监测容量 maximum monitoring capacity**

系统所允许接入的网络通信地址数量。

## 4 要求

### 4.1 一般要求

4.1.1 系统产品应符合本文件的规定，并按照符合本文件的要求制造。

4.1.2 系统组成产品须符合各自产品标准的规定。

4.1.3 传输接口、入井口、电源等处应具有防雷措施。

4.1.4 在使用过程中，系统应具有保护操作人员不受液压支架机械伤害的功能。

### 4.2 环境条件

4.2.1 除有关标准另有规定外，系统中用于煤矿井下的产品应能在下列环境条件下正常工作：

- a) 环境温度：0℃～+40℃；
- b) 平均相对湿度：不大于 95%（+25℃）；
- c) 大气压力：80kPa～106kPa；
- d) 煤矿井下有瓦斯，煤尘等爆炸危险的环境；
- e) 无破坏金属和绝缘材料的腐蚀性气体的地方。

4.2.2 煤矿井下产品应能承受贮运条件为：

- a) 温度：-40℃～+60℃；
- b) 平均相对湿度：不大于 95%（+25℃）；
- c) 振动：加速度不大于 50m/s<sup>2</sup>；
- d) 冲击：峰值加速度不大于 500m/s<sup>2</sup>。

4.2.3 地面室内产品应符合 MT 209-1990 中 4.2.3、4.4.2、4.4.3、4.5 中的规定。

4.3 供电电源

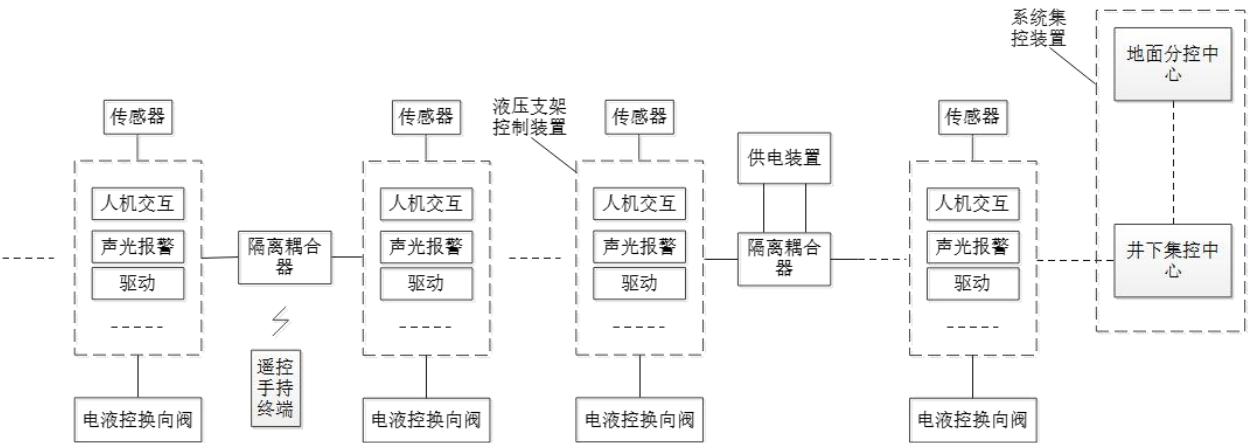
4.3.1 煤矿井下产品应在下列供电条件下正常工作：

- a) 电压：交流供电电压允许波动范围 75%～110%；
- b) 谐波：不大于 10%；
- c) 频率：50Hz，允许偏差±5%。

4.3.2 地面室内产品应符合国家、行业技术标准的相应规定。

4.4 系统组成

系统一般由液压支架控制装置、供电装置、隔离耦合器、系统集成装置、传感器、连接器及电液控换向阀等部件组成，如图1所示。



<sup>a</sup> 遥控手持终端、系统集成装置非系统必需设备。

<sup>b</sup> 隔离耦合器可以集成到设备内部。

图 1 系统组成示意图

4.4.1 液压支架控制装置

4.4.1.1 液压支架控制装置一般应由人机交互、声光报警、驱动等单元组成。

4.4.1.2 液压支架控制装置的人机交互单元应至少包含急停操作机构和闭锁操作机构，应安装在便于直接操作的位置，急停的制动机构应为红色。



- 4.4.1.3 液压支架控制装置应具有急停功能、闭锁功能、停止功能，急停功能优先级应高于闭锁功能。
- 4.4.1.4 液压支架控制装置应具有接收、处理传感器数据的功能。
- 4.4.1.5 每台液压支架控制装置应有唯一的网络通信地址，液压支架与其控制装置在系统中形成唯一对应的逻辑关系。
- 4.4.1.6 液压支架控制装置宜具有无线通讯功能。

#### 4.4.2 系统集成装置

系统集成装置分为井下集控中心、地面分控中心；井下集控中心一般包括数据处理系统、显示器、操作台和其它必要设备；地面分控中心一般包括数据处理系统、传输接口、网络交换机、避雷器和其它必要设备。

#### 4.4.3 传感器

- 4.4.3.1 液压支架立柱用压力传感器宜考虑冗余设计，压力传感器指标应符合以下规定：
  - a) 压力传感器量程应不小于 60MPa；
  - b) 测量误差应不大于  $\pm 2\%F \cdot S$ ；
  - c) 承受载荷压力达到满量程的 2 倍时，不应有渗液和损坏。
- 4.4.3.2 液压支架推移油缸应配置独立的行程检测传感器，传感器测量误差应不大于 5mm。
- 4.4.3.3 系统应具有煤机位置检测传感器。
- 4.4.3.4 系统宜具有角度传感器。角度测量误差应不大于  $\pm 1^\circ$ ，并具有现场校准功能。
- 4.4.3.5 系统宜具有高度传感器。高度测量误差应不大于  $\pm 1\%F \cdot S$ ，并具有现场校准功能。

#### 4.4.4 电液控换向阀

电液控换向阀应符合 GB 25974.3、MT 209-1990 的规定。

### 4.5 系统技术要求

#### 4.5.1 基本功能

- 4.5.1.1 系统应具有数据采集、处理、显示及报警功能。
- 4.5.1.2 系统应具有人机交互功能、急停功能、闭锁功能，并具有显示急停和闭锁触发位置的功能。
- 4.5.1.3 系统应具有自动补压功能。
- 4.5.1.4 系统应具有液压支架动作及其状态信息存储和查询功能。
- 4.5.1.5 系统应具有程序升级功能。
- 4.5.1.6 系统应具有设备自检、网络完整性监测功能。
- 4.5.1.7 系统参数应符合以下规定：
  - a) 参数应存储在非易失性存储器中；
  - b) 参数的修改应支持单架和批量修改功能；
  - c) 参数的修改应具有操作权限管理和操作记录功能。
- 4.5.1.8 系统的监测数据应符合以下规定：
  - a) 数据应包括数据值、时间戳和状态标识三部分，时间戳宜采用 UTC 时间格式；
  - b) 报警记录应包括报警时间、报警类型、报警级别、报警确认时间、确认用户、确认信息等；
  - c) 操作记录应包括操作时间、操作类型、操作事件等。

注：自动补压是通过压力传感器自动监测液压支架立柱或前梁千斤顶的压力，当立柱或前梁千斤顶的支撑压力小于设定压力值时，系统自动开启立柱或前梁千斤顶进液回路，直至立柱或前梁千斤顶的压力达到设定值。

## 4.5.2 控制功能

4.5.2.1 系统控制功能应符合工作面生产工艺要求。

4.5.2.2 系统应具有邻架控制、隔架控制、单动程序控制、成组控制、点动控制、顺序程序控制、跟机自动控制功能，并符合以下规定：

- a) 系统应具有一键完成液压支架“降柱—移架—升柱”顺序程序控制的功能；
- b) 推溜应能点动控制、单动程序控制及成组控制；
- c) 电液控换向阀的所有功能应能单独控制。

4.5.2.3 系统宜具有遥控控制功能，遥控控制应符合以下规定：

- a) 遥控手持终端应与任一套液压支架控制装置进行通信配对；
- b) 遥控手持终端应具有控制液压支架动作、参数修改、信息查询的功能；
- c) 遥控控制操作前，遥控手持终端应具有显示操作人员所在液压支架地址的功能。

4.5.2.4 系统宜具有与视频监视系统联动功能，并具有可视化远程控制功能，应符合以下规定：

- a) 应具有单动程序控制、成组控制、顺序程序控制功能；
- b) 应具有开启、停止跟机自动控制功能；
- c) 应具有远控心跳检测机制；
- d) 应具有操作权限管理功能。

注：可视化远程控制是在视距范围外，通过视频系统远程监视被控液压支架，并对其进行远距离控制，视频传输延时不应不大于500ms。

## 4.5.3 扩展功能

4.5.3.1 系统宜具有防碰撞功能，应包括：

- a) 系统应具有防止液压支架之间干涉的功能；
- b) 系统应具有液压支架护帮、护顶机构自动动作顺序控制功能；
- c) 大倾角工作面，系统应具有液压支架防倒、防滑控制功能；
- d) 放顶煤工作面，系统应具有液压支架放煤机构自动动作顺序控制功能。

4.5.3.2 系统宜具有用户自定义配置液压支架动作执行顺序的功能。

4.5.3.3 系统宜具有矿压监测功能。

4.5.3.4 系统宜具有传感器故障诊断功能。

4.5.3.5 系统宜具有电磁先导阀工作状态在线检测功能。

4.5.3.6 系统宜具有两条及以上的独立通信链路。

4.5.3.7 系统宜具有工作面人员安全联锁功能。

注：人员安全联锁功能，该功能将使人员所在液压支架变成安全区域。在安全区域内，液压支架控制装置应发出声音或者灯光报警信号，并停止液压支架的任何自动控制功能。人员移动按照最快速度计算（10km/hour），人员安全联锁的响应时间应小于人员移动到危险区域所需的最大时间，检测精度应不大于0.5m。

## 4.6 主要技术指标

4.6.1 系统远控响应时间、急停响应时间应不大于 1s，其中电液控换向阀电控动作停止迟滞时间应不大于 300ms。

4.6.2 系统停止响应时间应不大于 500ms。

4.6.3 电液控换向阀动作启动响应时间应不大于 150ms。

4.6.4 在液压支架的人行通道中应能清晰的听到且区别于周围的其它噪音的声音报警信号，在距声光报警单元 1m 处的声级应大于 85dB 且不大于 120dB（A 计权）；光报警信号在黑暗中 20m 可见。

4.6.5 系统最大监测容量宜不小于 250 个。

4.6.6 液压支架自动程序控制应具有动作预警功能，预警时间应根据实际工况与工艺要求，在产品标准中规定，宜不小于 1s。

注：远控响应时间是指系统集成装置发出控制命令到液压支架电液控换向阀执行动作所需的时间。

#### 4.7 电源波动适应能力

系统在 4.3 条规定的电压波动范围内，系统技术要求和主要技术指标应符合第 4.5、4.6 条规定。

#### 4.8 工作稳定性

系统应进行连续工作稳定性试验，试验时间为 7d，每天检查一次，系统技术要求和主要技术指标应符合第 4.5、4.6 条规定。

#### 4.9 抗扰性

4.9.1 设于地面的设备应能通过 GB/T 17626.2 规定的试验等级为 3 级的静电放电抗扰度试验，评价等级为 A。

4.9.2 系统应能通过 GB/T 17626.3 规定的试验等级为 2 级的射频电磁场辐射抗扰度试验，评价等级为 A。

4.9.3 系统应能通过 GB/T 17626.4 规定的试验等级为 2 级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验，评价等级为 A。

4.9.4 系统交流电源端口应能通过 GB/T 17626.5 规定的试验等级为 3 级的浪涌（冲击）抗扰度试验，评价等级为 B。系统直流电源端口和信号端口应能通过 GB/T 17626.5 规定的试验等级为 2 级的浪涌（冲击）抗扰度试验，评价等级为 B。

4.9.5 系统应能通过 GB/T 17626.6 规定的试验等级为 3 级的射频场感应的传导骚扰抗扰度试验，评价等级为 A。

4.9.6 系统应能通过 GB/T 17626.8 规定的试验等级为 3 级的工频磁场抗扰度试验，评价等级为 A。

4.9.7 系统应能通过 GB/T 17626.11 规定的，交流端口电压降低 30%，持续 0.5 周期的电压暂降抗扰度试验，评价等级为 A；降低 60%，持续 5 周期的电压暂降抗扰度试验，评价等级为 B；交流端口电压降低 95%，持续 250 周期的电压中断试验，评价等级为 B。

#### 4.10 防爆性能

防爆型设备应符合 GB/T 3836 系列标准的要求。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验条件

##### 5.1.1 环境条件

除环境试验或有关标准中另有规定外，试验应在下列环境条件中进行：

- a) 环境温度：15℃～35℃；
- b) 相对湿度：45%～75%；
- c) 大气压力：86kPa～106kPa。

##### 5.1.2 电源条件

除非有关标准另有规定，测试用交流电源应符合以下要求：

- a) 电压：误差应不大于2%；
- b) 频率：50Hz，其误差应不大于1%；
- c) 谐波失真系数：应不大于5%。

5.1.3 试验仪器和设备

- 5.1.3.1 测试仪器和设备的精确度应保证所测性能的精确度要求，其自身精确度至少应比被测指标高3倍。
- 5.1.3.2 测试仪器和设备的性能应符合所测性能的特点。
- 5.1.3.3 测试仪器和设备应按照计量法的有关规定进行计量检定，并校准合格。
- 5.1.3.4 测试仪器和设备的配置应不影响测量结果。

5.2 受试系统

5.2.1 一般要求

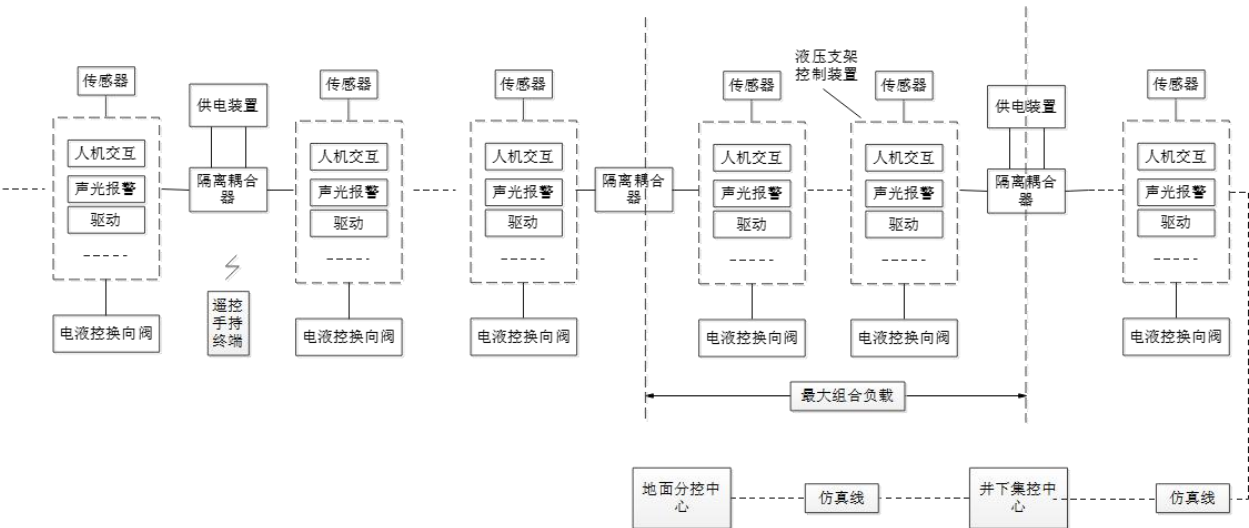
受试系统中的设备应是经型式检验合格后定型生产，且经出厂检验为合格的产品。

5.2.2 受试系统设备配置

系统出厂检验和型式检验时，一套受试系统应包括不少于2个最大组合负载及其附件。

5.2.3 受试系统的连接

检验时，按系统的实际配置进行检验。系统测试连接图如图2所示。



<sup>a</sup> 仿真线采用光信号传输的应采用光衰减器仿真模拟，采用电缆传输的应满足电缆参数设计要求。

图 2 受试系统测试连接图

5.2.4 受试系统运行检查

- 5.2.4.1 试验系统按 5.2.3 的要求进行连接。
- 5.2.4.2 执行一遍检查程序，系统应能按规定正常运行，正常反映系统内各组成部分的状态。
- 5.2.4.3 检查程序应符合以下规定：
  - a) 应及时给出运行正常的信息和正在受检部位的工作状态信息；

- b) 应能检查系统各硬件组成部分正常与否;
- c) 能检查通信状况;
- d) 对所检查的结果提供清晰的显示、打印和记录;
- e) 检查程序编制原则与技术要求应符合 GB/T 9813.1-2016 附录 A 的规定。

### 5.3 系统试验

#### 5.3.1 基本功能试验

##### 5.3.1.1 数据采集、处理、显示及报警功能试验

试验按下列步骤进行:

- a) 改变传感器输出值,在规定时间内,人机交互单元、系统集控装置等显示设备上应显示出相应的数据,该数据应与传感器输出值相符,其误差符合要求;
- b) 制造传感器超限或异常故障,系统应有相应的显示和报警,应符合产品标准的规定;
- c) 撤消超限或异常故障,相应的显示和报警按各自产品标准规定的形式解除。

##### 5.3.1.2 人机交互、急停、闭锁功能试验

试验按下列步骤进行:

- a) 使用人机交互单元或是系统集控装置调用各种菜单,并按菜单和输入提示选测功能;
- b) 在不中断正常检测的条件下,通过操作生成、修改各种参数、图表,然后对被修改参数的部分进行实际检测试验,结果应与修改的要求相一致;
- c) 在不中断正常检测的条件下,设定、修改口令和保密等级,并检查规定的保护功能;
- d) 在规定的液压支架控制装置上按下急停制动机构,检查驱动单元供电电源,系统应有相应的显示和报警;
- e) 解除急停状态,驱动单元供电电源恢复,相应的显示和报警应解除;
- f) 在规定的液压支架控制装置上按下闭锁机构,检查驱动单元供电电源,系统应有相应的显示和报警;
- g) 解除闭锁状态,驱动单元供电电源恢复,相应的显示和报警应解除。

##### 5.3.1.3 自动补压试验

试验按下列步骤进行:

- a) 对液压支架立柱或前梁千斤顶进行压力监测,使立柱或前梁千斤顶保持对顶板的支撑强度在安全的压力范围内;
- b) 降低液压支架立柱压力或前梁千斤顶压力,使其小于给定压力值;
- c) 液压支架控制系统应自动进行立柱或前梁千斤顶伸出动作控制,直至液压支架立柱或前梁千斤顶达到设定压力值或达到规定补压时间。

##### 5.3.1.4 存储和查询功能试验

该试验功能应在上述功能试验后进行,试验按下列步骤进行:

- a) 系统断电 5min;
- b) 系统送电,查询断电前的各种动作及其状态信息,应与上述试验一一对应;
- c) 系统集控装置应有相应的信息记录。

##### 5.3.1.5 程序升级试验

试验按下列步骤进行：

- a) 系统上电，通过人机交互单元查询程序版本；
- b) 升级不同版本程序，系统重新启动后查询当前程序版本应与升级程序版本一致。

#### 5.3.1.6 设备自检、网络完整性监测试验

试验按下列步骤进行：

- a) 对任一液压支架控制装置或连接器制造故障，系统应能诊断出相应故障，并有相应的显示和报警；
- b) 将制造的故障撤消，则相应的故障显示和报警解除。

#### 5.3.1.7 系统参数试验

试验按下列步骤进行：

- a) 查看存储器的数据手册检查非易失性存储器；
- b) 在液压支架控制装置的人机交互单元或是系统集成装置上修改单架或是全局参数，对被修改参数进行实际查询，结果应与修改后的参数保持一致；
- c) 修改参数时检查规定的权限管理功能。

#### 5.3.1.8 系统的监测数据试验

试验按下列步骤进行：

- a) 查看系统监测数据信息，应包括数据值、时间戳和状态标识三部分，格式应符合各自产品标准规定的形式；
- b) 查看系统报警记录信息，应包括报警时间、报警类型、报警级别、报警确认时间、确认用户、确认信息，格式应符合各自产品标准规定的形式；
- c) 查看系统操作记录信息，应包括操作时间、操作类型、操作事件，格式应符合各自产品标准规定的形式。

### 5.3.2 控制功能试验

#### 5.3.2.1 邻架控制功能试验，按下列步骤进行：

- a) 在规定的液压支架控制装置上进行邻架控制操作；
- b) 在产品标准规定的时间内，邻架的人机交互单元应有相应的显示和报警，电液控换向阀应执行相应的动作，工作口应有压力变化，可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程；
- c) 系统集成装置应有相应的显示。

#### 5.3.2.2 隔架控制功能试验，按下列步骤进行：

- a) 设置隔架动作参数；
- b) 在规定的液压支架控制装置上选择隔架控制方向，进行隔架控制操作；
- c) 在产品标准规定的时间内，动作液压支架的人机交互单元应有相应的显示和报警，电液控换向阀应执行相应的动作，工作口应有压力变化，可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程；
- d) 系统集成装置应有相应的显示。

#### 5.3.2.3 单动程序控制功能试验，按下列步骤进行：

- a) 在规定的液压支架控制装置上进行单动程序控制操作；
- b) 在产品标准规定的时间内，动作液压支架的人机交互单元应有相应的显示和报警，电液控换向阀应执行相应的动作，工作口应有压力变化，可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程；
- c) 系统集成装置应有相应的显示。

**5.3.2.4 成组控制功能试验，按下列步骤进行：**

- a) 设置成组动作参数；
- b) 在规定的液压支架控制装置上选择成组控制方向，进行成组控制操作；
- c) 在产品标准规定的时间内，动作液压支架的人机交互单元应有相应的显示和报警，电液控换向阀应执行相应的动作，工作口应有压力变化，可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程；
- d) 系统集成装置应有相应的显示。

**5.3.2.5 点动控制功能试验，按下列步骤进行：**

- a) 在规定的液压支架控制装置上进行点动控制操作；
- b) 按下控制按键，在产品标准规定的时间内，点动控制开始，动作液压支架的人机交互单元应有相应的显示和报警，电液控换向阀应执行相应的动作，工作口应有压力变化，可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程；
- c) 松开按键，点动控制结束，相应的液压支架的人机交互单元恢复初始界面，电液控换向阀应停止相应的动作，工作口压力停止变化；
- d) 系统集成装置应有相应的显示。

**5.3.2.6 顺序程序控制功能试验，按下列步骤进行：**

- a) 设置顺序程序动作参数；
- b) 在规定的液压支架控制装置上进行顺序程序控制操作；
- c) 在产品标准规定的时间内，动作液压支架的人机交互单元应有相应的显示和报警，电液控换向阀应顺序执行程序设定的动作，工作口应有压力变化，可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程；
- d) 操作“降柱-移架-升柱”顺序程序控制的功能按键，电液控换向阀应顺序执行程序设定的动作，工作口应有压力变化，可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程；
- e) 系统集成装置应有相应的显示；
- f) 检查相邻液压支架是否有同时降柱的动作。

**5.3.2.7 跟机自动控制功能试验，按下列步骤进行：**

- a) 系统接入模拟的采煤机位置数据，设置采煤工艺参数、跟机参数；
- b) 根据跟机功能的定义，接入相关的传感器数据，可模拟相应的动作；
- c) 开启跟机自动控制功能，液压支架控制装置应根据采煤机位置，在产品标准规定的时间内，自动执行程序预定的动作，液压支架的人机交互单元应有相应的显示和报警；
- d) 跟机动作过程中，人机交互单元应有相应的显示；
- e) 系统集成装置应有相应的显示；
- f) 检查相邻液压支架不应同时出现降柱动作。

**5.3.2.8 遥控控制功能试验，按下列步骤进行：**

- a) 遥控手持终端与任一液压支架控制装置通信配对；
- b) 在不中断链接的条件下，通过遥控手持终端修改参数，对被修改参数的部分进行查询操作，结果应与修改的内容一致；
- c) 上述操作完成后，读取人机交互单元相应的参数信息，读取的内容应与修改的内容一致；
- d) 遥控控制操作前，检查遥控手持终端显示的液压支架地址。

**5.3.2.9 可视化远程控制功能试验，按下列步骤进行：**

- a) 连接视频监视系统，在视频监视系统中可以观测到动作的液压支架；
- b) 在系统集成装置规定的操作设备（如操作台）上，确认操作员身份及操作权限；

- c) 在心跳功能正常的条件下，在产品标准规定的时间内，通过操作设备控制动作液压支架，电液控换向阀应执行相应的动作，工作口应有压力变化，可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程；
- d) 停止心跳，在产品标准规定的时间内，操作设备应断开远控链接，系统集控装置应有相应的显示。

5.3.3 扩展功能试验

按产品标准的规定逐项进行。

5.4 主要技术指标测试

5.4.1 系统急停响应时间测试

方法1——实际测算法：

- a) 电信号的受试系统如图3所示，液压支架控制装置执行自动程序控制；
- b) 按下系统内第一架或是系统集控装置的急停按钮，急停信号检测回路状态发生变化，急停命令发送到所有液压支架的支架控制装置，使其终止动作；
- c) 记录急停按钮被按下时刻到受试系统第二架液压支架控制装置的驱动单元终止动作输出的间隔时间 $t_1$ ；
- d) 在最不利条件下，记录急停按钮被按下时刻到受试系统第 $n$ 架液压支架控制装置的驱动单元终止动作输出的间隔时间 $t_2$ ；
- e) 如图4所示，电液控换向阀电控动作停止迟滞时间测试。记录断开电磁先导阀电源开关到电液控换向阀工作口压力值降低到电液控换向阀公称压力10%时的间隔时间 $t_3$ ；
- f) 考虑隔离耦合器的延迟效应，应按最大监测容量做等效计算，按下式计算系统急停响应时间：

$$T = \left(N \times \frac{t_2 - t_1}{n - 1}\right) + t_1 + t_3 \dots\dots\dots (1)$$

式中： $T$ ——系统急停响应时间；  
 $N$ ——系统最大监测容量。

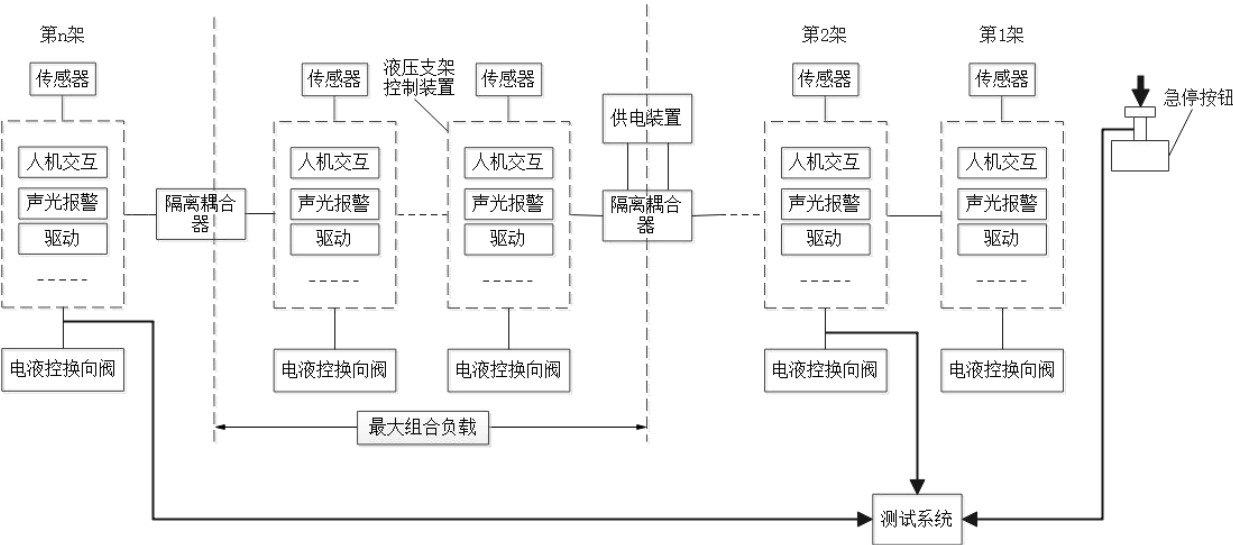


图 3 急停信号响应时间测试图



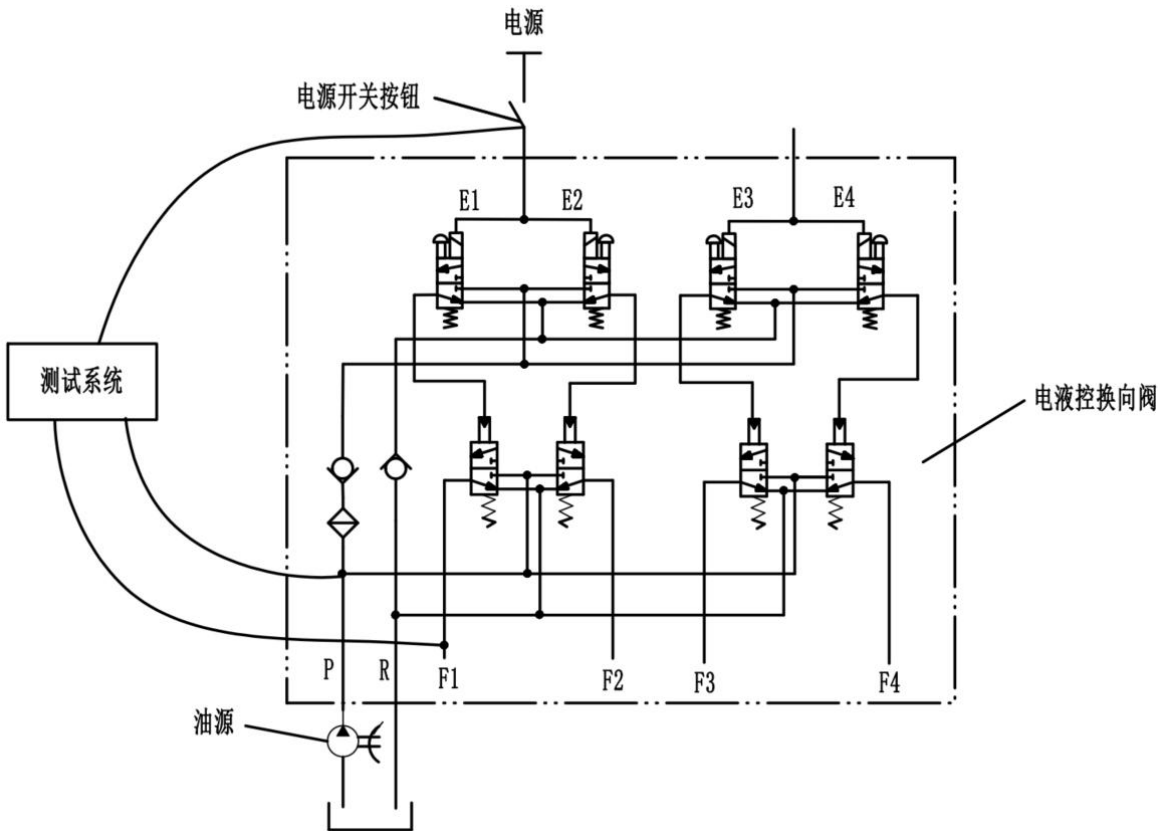
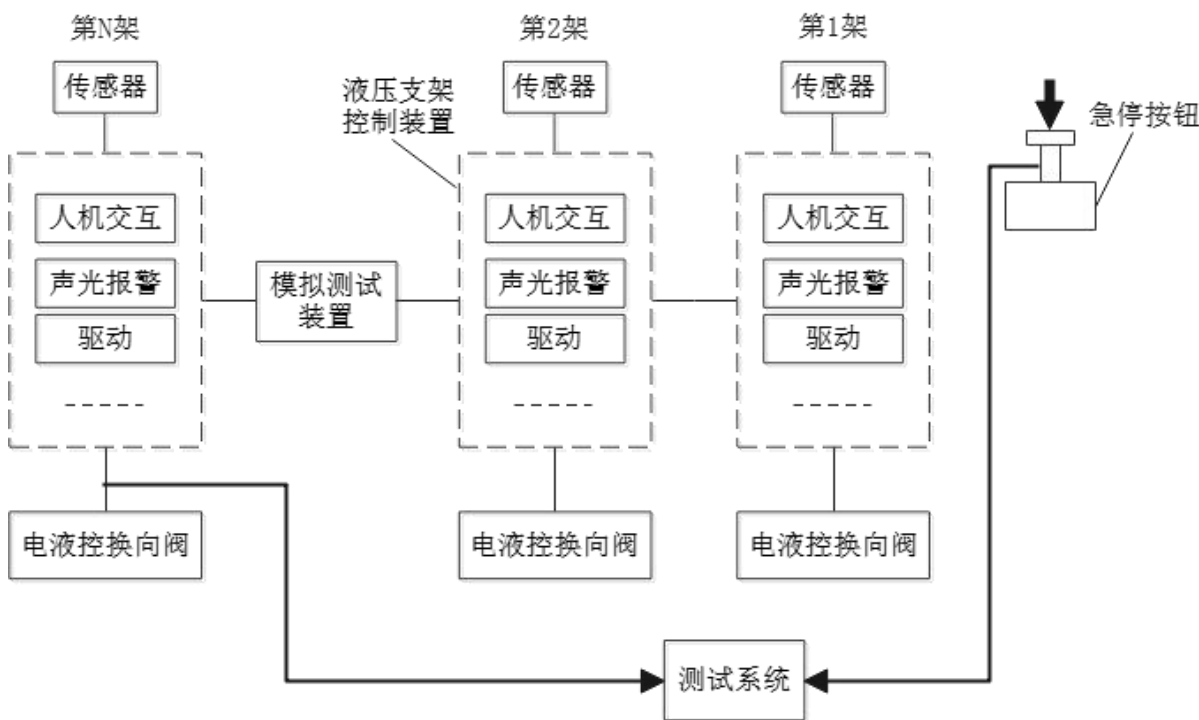


图 4 电液控换向阀执行元件响应时间测试图

- 方法2——模拟测算法：
- a) 受试系统如图5所示，模拟测试装置应能模拟电信号在系统中的传递过程，液压支架控制装置执行自动程序控制；
  - b) 按下系统内第一架或是系统集控装置的急停按钮，急停信号检测回路状态发生变化，急停命令发送到所有液压支架的支架控制装置，使其终止动作；
  - c) 记录急停按钮被按下时刻到受试系统第N架液压支架控制装置的驱动单元终止动作输出的间隔时间 $t$ ；
  - d) 电液控换向阀电控动作停止迟滞时间按图4测试；
  - e) 按下式计算急停响应时间：

$$T = t + t_3 \dots\dots\dots (2)$$

式中：  $T$ ——系统急停响应时间；  
 $t_3$ ——电液控换向阀电控动作停止迟滞时间。



<sup>a</sup> N 为系统最大监测容量。

图 5 急停信号响应时间模拟测试图

5.4.2 系统停止响应时间测试

受试系统如图6所示，试验按下列步骤进行：

- a) 液压支架控制装置执行自动程序控制；
- b) 按下系统内第一架液压支架控制装置的停止按键，停止信号检测回路状态发生变化，停止命令发送到停止参数设定范围内的液压支架的支架控制装置，使其终止动作；
- c) 记录停止按键被按下时刻到电液控换向阀工作口压力值降低到电液控换向阀公称压力10%时的间隔时间；
- d) 最长的间隔时间即是系统停止响应时间。

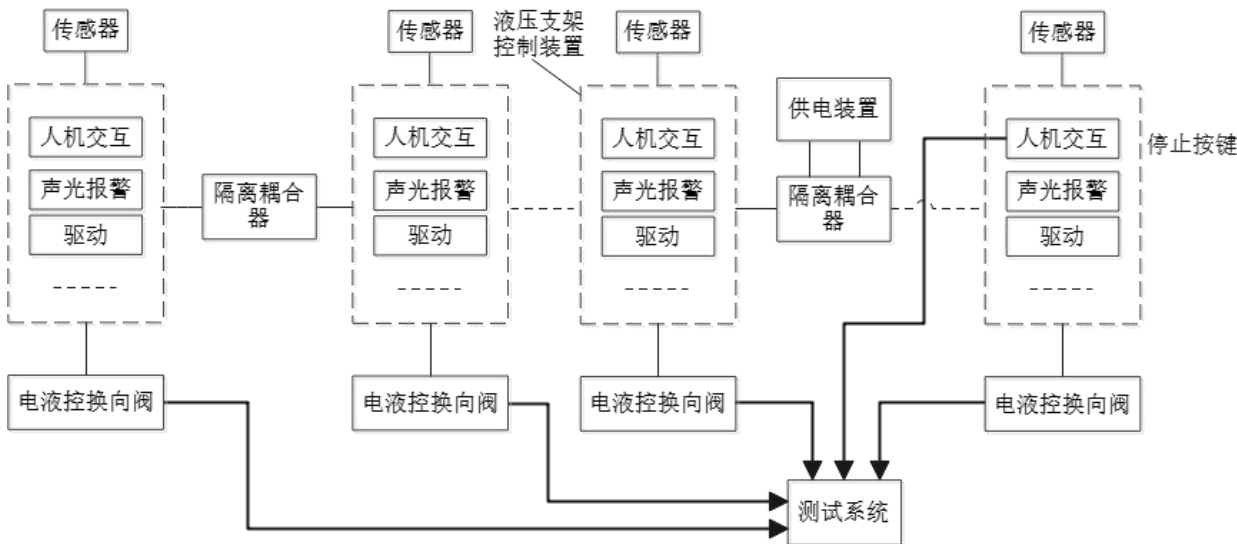


图 6 停止响应时间测试图

5. 4. 3 电液控换向阀动作启动响应时间测试

受试系统如图4所示，记录接通电磁先导阀电源开关到电液控换向阀工作口压力值上升到电液控换向阀公称压力60%时的间隔时间。

5. 4. 4 声光报警测试

5. 4. 4. 1 受试系统如图 7 所示，使用声级计测量，声光报警单元应置于无共振腔体的实木桌子中央，周围 2m 以内不应有与测试无关的物体。在液压支架动作预警或动作期间，液压支架控制装置的声光报警单元将发出声音报警信号，将声级计（A 计权）置于声光报警单元正前方，距离声光报警单元的几何中心 1m 处，并处于同一个平面。

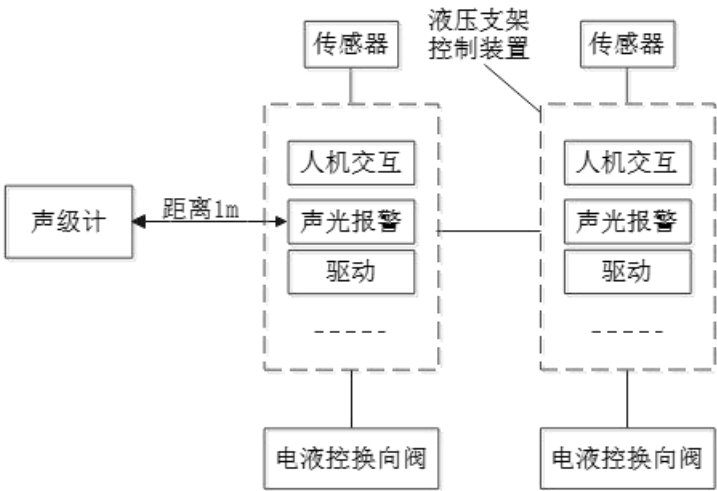


图 7 声音报警测试图

5. 4. 4. 2 光信号强度测试于黑暗中进行，在距发光部分 20m 处，用正常目力应能明显辨认光报警信号。

5. 4. 5 系统最大监测容量试验

受试系统按5.2的规定进行连接，实际现场节点数与模拟节点数总和应等于系统的最大监测容量，实际现场节点应接入所允许的所有关联设备。系统运行测试监测容量的程序，实际现场节点应能模拟最大监测容量时各个现场节点的信号传输。

5. 4. 6 动作预警时间测试

受试系统如图8所示，试验按下列步骤进行：

- a) 规定的液压支架控制装置发出动作命令；
- b) 参数设定范围内的液压支架控制装置接收到动作命令，声光报警单元的蜂鸣器发出报警信号；
- c) 记录任一声光报警单元从开始报警到电液控换向阀工作口压力值上升到电液控换向阀公称压力的10%时的间隔时间；
- d) 最长的间隔时间即是动作预警时间。

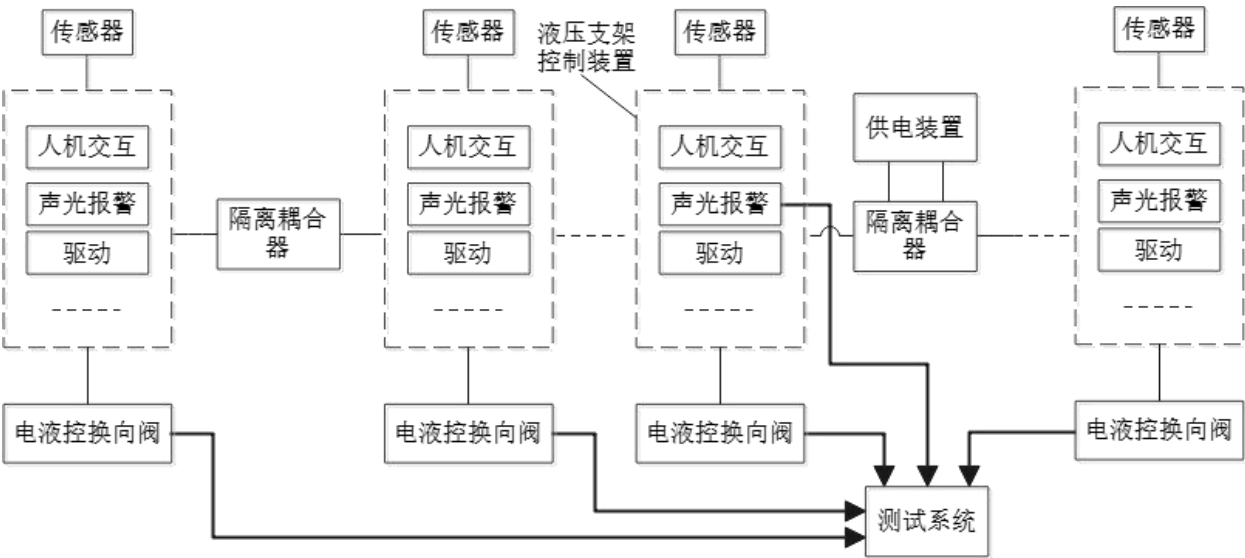


图 8 动作预警时间测试图

5.5 电源波动适应能力试验

按MT/T 210-1990第10章的有关规定进行。

5.6 工作稳定性试验

5.6.1 按 5.2 的要求连接设备。

5.6.2 系统连续运行，运行时间应符合产品标准的规定。试验开始和结束，均应测试系统功能和主要指标。试验中按规定的的时间间隔测试系统功能。

5.6.3 试验中，如出现关联性故障则终止试验，等故障排除后重新开始计时试验。如出现非关联性故障，等故障排除后继续试验，排除故障过程不计。

注：关联性故障、非关联性故障的定义见GB/T 9813.1-2016附录B。

5.7 抗扰性试验

5.7.1 静电放电抗扰度试验按 GB/T 17626.2 的有关规定进行。

5.7.2 射频电磁场辐射抗扰度试验按 GB/T 17626.3 的有关规定进行。

5.7.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验按 GB/T 17626.4 的有关规定进行。

5.7.4 浪涌（冲击）抗扰度试验按 GB/T 17626.5 的有关规定进行。

5.7.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验 GB/T 17626.6 的有关规定进行。

5.7.6 工频磁场抗扰度试验按 GB/T 17626.8 的有关规定进行。

5.7.7 电压暂降和中断试验按 GB/T 17626.11 的有关规定进行。

5.8 防爆性能试验

应按照GB/T 3836系列标准的规定进行检验，其图样及产品必须经过指定的检验单位检验，并取得“防爆合格证”及“安全标志证书”。

系统须通过本安联检试验。出厂检验时，应检查系统及组成设备的“防爆合格证”及“安全标志证书”的有效性。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

- 6.1.1 检验分为出厂检验和型式检验。
- 6.1.2 产品出厂应进行出厂检验，检验由制造厂的质检部门进行，检验结果应记录归档备查；用户验收按出厂检验项目进行。
- 6.1.3 型式检验由国家授权的监督检验部门进行。
- 6.1.4 凡属下列情况之一，应进行型式检验：
- a) 新产品鉴定定型时或老产品转厂试制时；
  - b) 正式生产后，如产品设计、结构、材料或工艺等有较大改变，可能影响产品性能时；
  - c) 产品停产一年以上再生产时；
  - d) 用户对产品质量提出重大异议时；
  - e) 产品正常生产每五年定期进行检验；
  - f) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
  - g) 国家有关部门提出要求时。

### 6.2 检验项目

检验项目应符合表1的规定。

表 1 系统检验项目

序号	检验项目	试验要求	试验方法	出厂检验	型式检验	在用品检验
1	数据采集、处理、显示及报警功能	4.5.1.1	5.3.1.1	○	○	○
2	人机交互功能、急停功能、闭锁功能	4.5.1.2	5.3.1.2	○	○	○
3	自动补压功能	4.5.1.3	5.3.1.3	○	○	○
4	存储和查询功能	4.5.1.4	5.3.1.4	○	○	—
5	程序升级功能	4.5.1.5	5.3.1.5	○	○	—
6	设备自检、网络完整性监测功能	4.5.1.6	5.3.1.6	○	○	—
7	系统参数	4.5.1.7	5.3.1.7	—	○	—
8	系统的监测数据	4.5.1.8	5.3.1.8	—	○	—
9	邻架、隔架、单动程序、成组、点动、顺序程序、跟机自动控制功能	4.5.2.2	5.3.2.1~ 5.3.2.7	○	○	○
10	遥控控制功能	4.5.2.3	5.3.2.8		○	—
11	可视化远程控制功能	4.5.2.4	5.3.2.9		○	—
12	扩展功能	4.5.3	5.3.3	—	○	—
13	系统急停响应时间、电液控换向阀动作停止迟滞时间	4.6.1	5.4.1	△	○	—
14	系统停止响应时间	4.6.2	5.4.2	△	○	—
15	电液控换向阀动作启动响应时间	4.6.3	5.4.3	△	○	—
16	声光报警	4.6.4	5.4.4	○	○	○
17	系统最大监测容量	4.6.5	5.4.5	—	○	—
18	动作预警时间	4.6.6	5.4.6	△	○	—

序号	检验项目	试验要求	试验方法	出厂检验	型式检验	在用品检验
19	电源波动适应能力	4. 7	5. 5	—	○	—
20	工作稳定性	4. 8	5. 6	○	○	—
21	抗扰性	4. 9	5. 7	—	○	—
22	防爆性能	4. 10	5. 8	○	○	○
注：“○”表示该项目为检验项目；“△”表示该项目为抽检项目；“—”表示该项目为非检验项目。其中防爆性能在出厂检验、在用品检验时，仅检验系统组成设备的“防爆合格证”、“安全标志证书”的有效性；声光报警在用品检验时，仅检验光报警信号。						

6.3 出厂检验

- 6.3.1 出厂检验项目分全检和抽检两类，检验项目按表 1 进行。
- 6.3.2 抽样检验采用 GB/T 2828.1-2012 二次抽样方案 N=100，n=2，判定数组为 $\begin{pmatrix} 0 & 2 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ ；若判定批不合格，则实行全检。
- 6.3.3 全检项目若出现不合格项，则进行修复后重新提交检验。

6.4 型式检验

- 6.4.1 检验项目按表 1 进行。
- 6.4.2 在试制定型鉴定时，样品为样本。
- 6.4.3 在批量生产时，应从出厂检验合格的产品中随机抽取样本，数量不少于一套受试系统。
- 6.4.4 型式检验中，如因软件功能缺失，出现不合格时，允许更新软件版本，更新后重新提交检验，复试全部检验项目，但更新次数不应超过 3 次，否则判为不合格。
- 6.4.5 型式检验中，系统部件发生故障，允许更换和进行处理，但同一部件只允许更换处理一次，否则按不合格处理。

6.5 在用品检验

- 6.5.1 在用品检验项目分全检和抽检两类，检验项目按表 1 进行。
- 6.5.2 检验负责人应由具有一定的检测知识并能够对电液控制系统熟练操作的人员担任，所有检测人员都应有经过主管部门考核合格后颁发的检测员证，并做到持证上岗。
- 6.5.3 在用品检验中，应从在用系统中随机抽取样本，现场对检验项目逐项进行检验，出现不合格时，允许更新软件版本和修改参数，更新修改后对该项进行复试，复试后若仍不合格，则判为不合格。
- 6.5.4 在用品检验中，系统部件发生故障，允许更换和进行处理，但同一部件只允许更换处理一次，否则按不合格处理。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

- 7.1.1 矿用产品安全标志标识应符合 AQ 1043-2007、GB/T 3836 的有关规定。
- 7.1.2 系统各组成产品外壳明显处设置铭牌，铭牌应清晰，并符合各组成产品标准的图纸要求。
- 7.1.3 包装贮运标志应符合 GB/T 191 的规定。
- 7.1.4 包装箱外壁文字及标记至少有：
- a) 制造厂名称；

- b) 收货单位名称及地址;
- c) 产品型号及名称;
- d) 净重和毛重;
- e) 必要的贮运标志。

## 7.2 包装

7.2.1 系统各组成设备的包装方式应符合国家和行业的有关规定。用塑料袋包装好后,装入木箱中,四周用泡沫塑料衬垫,然后用包装带扎紧。

7.2.2 随机文件应包括:

- a) 使用说明书(按 GB/T 9969-2008、GB/T 3836 的规定编制);
- b) 产品合格证;
- c) 装箱单。

## 7.3 运输

包装后的系统设备在避免雨雪直接淋袭的条件下,可适用于水运、陆运及空运等各种运输方式。

## 7.4 贮存

包装后的系统设备应能在温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度不大于90%的环境中贮存12个月。

# 8 使用与维护

## 8.1 要求

8.1.1 操作、维护人员应签署“液压支架电液控制系统安全规则告知书”,并由矿方任命,其他人员不得操作本系统。

8.1.2 系统的所有密码仅限矿方指定的专职操作人员掌握使用,禁止对外泄露,禁止非专职操作人员擅自修改系统的参数。

## 8.2 使用操作

8.2.1 禁止人员所在液压支架进行改变液压支架支撑状态的程序控制。

8.2.2 禁止相邻液压支架同时脱离顶板支撑。

8.2.3 遥控控制操作前,应在遥控手持终端上对操作人员所在液压支架进行确认操作。

8.2.4 遥控手持终端与动作液压支架的安全操作距离应大于 3m。

## 8.3 维护维修

8.3.1 专职操作维护人员应对系统定期检查,安装调试时检查一遍,以后每隔三个月应检查一遍,如发现问题应及时更换、维修,确保系统的完好性。

8.3.2 作业人员进入液压支架动作所触及的危险区域工作时,应按下危险区域内的液压支架控制装置的闭锁机构。

8.3.3 维修电液控换向阀前,维修的液压支架应处于支撑状态,关闭进液截止阀,卸除电液控换向阀内部的液体压力,按下液压支架控制装置的闭锁机构。

8.3.4 发现系统处于闭锁或急停状态时,应及时了解原因,确认危险状况解除后方可复位。

# 《煤矿用液压支架 第4部分:电液控制系统技术条件》国家标准编制说明

## 一、任务来源

根据中国煤炭工业协会《转发〈关于下达 2011 年第二批国家标准制修订计划〉的通知》煤协会科技函[2012] 1 号下达的文件,《煤矿用液压支架 第4部分:电液控制系统技术条件》列入 2011 年第二批国家标准制修订计划,项目编号为“20111213-Q-603”。本项目由中国煤炭工业协会提出,由国家矿山安全监察局归口,主要参加单位为北京天玛智控科技股份有限公司、中煤科工开采研究院有限公司、煤科(北京)检测技术有限公司、安标国家矿用产品安全标志中心有限公司。

## 二、工作简况

北京天玛智控科技股份有限公司是我国煤矿用液压支架电液控制系统最早的研发制造厂家,截至 2022 年 12 月底已经销售 844 套电液控制系统,近三年市场占有率 35%。

自 2012 年下达标准计划后,北京天玛智控科技股份有限公司组织成立项目研究小组(标准起草小组),于 2012 年 2 月开始进行项目调研,提出项目工作建议。

2012 年 6 月~9 月,主要针对 EN 1804-4:2004《液压支架安全性要求 第4部分:电液控制系统技术条件》进行研究,该标准包含了对阀的电子操纵装置要求的相关内容。



2012 年 10 月组织编写国家标准，按照标准制定要求，对标准各项条款逐一编写。对国内外煤矿用支架电液控制系统功能、特点、制造水平、使用情况、检测水平进行了全面的调查、深入研究和对比分析。对市场主要支架电液控制系统进行了指标对比分析与测试。起草小组对此进行了调研、汇总、整理，编写了本标准的草案，经过多次组织专家对标准草案进行讨论与修改。

2012 年 11 月在杭州举办的全国煤矿支护设备标准化技术年会上预审了《煤矿用液压支架 第 4 部分：电液控制系统技术条件》，与会专家详细讨论了标准范围、技术要求、试验方法等，提出了具有建设性的修改意见，使电液控制系统标准更具体、更实用，起草小组针对专家提出的修改意见，进行了认真细致的修改，增加了电液控换向阀等有关液压产品内容，该部分涉及 4.6.3、5.3.2 e) 标准条款，该部分内容由天地玛珂公司王伟负责编写完成，起草组人员也做了相应调整，并进一步对标准的格式和内容进行了规范，形成征求意见稿。

征求意见稿在煤专标委会的组织下进行了广泛征求意见，征求意见的单位和个人涉及标委会委员单位、煤矿用户及专家学者共 35 人。到 2014 年 3 月 30 日止，共收到回函 26 份，其中同意并附意见的有 18 份，同意没有附意见的有 8 份，不同意的 0 份。起草小组对专家意见进行了汇总整理，共计专家意见 53 条，归纳出不重复的意见共 47 条，经起草组对专家意见进行了认真的分析、研究、讨论及细致的修改，其中 37 条意见采纳，其余 10 条意见未采纳，对未采纳意见进行了说明，吸纳的专家意见从名称定义到参数、试验、操作、安全和培训等多个方面，进一步丰富了标准的内容，使其具有

更好的适用性。

2014年5月13日，煤专标委会在南京组织召开标准审查会，与会专家详细讨论了标准范围、技术要求、试验方法等，提出了一些修改意见，如修改“支架控制单元”为“支架控制装置”的定义，并调整目次先后顺序，使支架电液控制系统主要设备层次结构更合理，将“可靠性”要求改为“抗干扰性”，使技术要求与内容更贴切。修改了传感器技术参数，采用“准确度”、“分辨率”来辨识传感器精度，并对传感器精度值进行了充分讨论，并达成共识，对压力传感器精度大家讨论其准确度等级定为不低于1级，但在会后与安标办进行确认，对于多数制造厂家现有产品极少数能够达到1级，为了保证该标准能够代表广大制造商水平，该指标改为2级；针对附图的规范性进行审查，对图7进行了修改，将示波器改为测试系统，并明确用定量的方法进行相关试验，使试验方法更准确，增加4.5.5项。与会专家一致通过对《液压支架安全性要求 第4部分：电液控制系统技术条件》国家标准送审稿的审查，认为标准达到国际领先水平，建议标准为推荐性标准。起草组针对专家提出的修改意见，进行了细致的修改，并进一步对标准的格式和内容进行了规范，形成报批稿。

2022年4月，编写委员结合最新的EN 1804-3: 2020标准，对标准进行重新调整。第3章术语增加了“控制类型”的分类定义，按标准化编制准则重新进行了梳理。第4章“要求”梳理了系统使用的环境条件、供电、系统组成，描述了系统技术要求，规定了系统安全要求，增加了电源波动适应能力、工作稳定性、可靠性、抗扰性方面的要求。第5章“试验方法”规定了受试系统的配置、连

接及基本运行检查，描述了功能试验、性能指标的具体测试方法，第 5.4 节为“电源波动适应能力试验”，第 5.5 节为“工作稳定性试验”，第 5.6 节为“抗扰性试验”，第 5.7 节为“防爆性能实验”。

2022 年 10 月 27 号，国家矿山安全监察局组织了线上研讨会，与会专家对标准内容进行了审定并提出了详细的修改建议，包括标准的引用，专业术语的定义，修订了系统的一般要求，地面产品增加了“防雷”措施，修订了系统的环境条件，明确了温湿度、大气压力等条件，修订了供电电源。起草组根据与会意见重新调整了文档结构，将系统的基本要求整理到一般要求中，不再编制试验方法，将系统的功能性描述整理成技术要求，对应的指标整理成技术指标，单独成为一节。起草组针对专家修改意见，在 2022 年 12 月份～2023 年 5 月份之间组织了多轮次讨论会，同时委托煤科检测技术有限公司搭建测试环境，对标准涉及的技术指标逐一进行了实际测量，根据实际测量结果，编写委员重新审定了系统的技术指标，再次征询了编写单位专家的意见。

2023 年 6 月 20 日，国家矿山安全监察局在上海组织煤炭行业煤标专委会召开《煤矿用液压支架 第 4 部分：电液控制系统技术条件》技术审查会。来自科研院所、高校、煤矿企业等单位的 16 名技术审查专家参加会议，与会专家听取了标准起草组编制情况汇报，对技术内容进行了逐项审议，对编制过程、技术验证、征求意见采纳等情况进行了充分质询，对重点条款及有关表述进行了深入讨论，收集意见 51 条，采纳 44 条，未采纳 7 条。起草组根据与会专家意见，将标准修订为推荐性标准，增加“使用与维护”章节，删除“引言”、“工作电压 127V”、“4.5.5 b)”等条款，修订“抗扰度”、“防

碰撞”功能，参考 GB/T2828.1 规范抽样方案、抽样方式、判断规则，重新修订标准文本，再次形成征求意见稿。

### 三、国内外水平分析

在我国是从 1997 年引进第一套支架电液控制系统开始发展的，随着我国煤矿工业技术的发展，2007 年以前我国的液压支架电液控制系统还是被德国 MARCO、EEP、Tiefenbach 为主的几家国外公司所垄断，每年销售二十几套系统，主要还是用在少数效益好的煤炭企业。

2008 年随着北京天玛智控科技股份有限公司推出了国内首套自主研发的液压支架电液控制系统，打破了国外对中国市场的垄断，我国进入了支架电液控制系统的研发高潮，先后有四川神坤装备股份有限公司、山西平阳重工机械有限责任公司和郑州煤矿机械集团股份有限公司等单位推出了支架电液控制系统。目前，国内电液控制系统已有 20 多个厂家通过了液压支架电液控制系统产品的煤安认证，每年都有近百套的液压支架电液控制系统投入应用，国内液压支架电液控制系统的市场份额占到了 70%，产品已日趋成熟，并不断的发展，已经不是煤矿高端用户所拥有的独特产品。液压支架电液控制系统在薄煤层、中厚煤层、厚煤层和放顶煤等综采工作面得到普遍广泛的应用。

随着 EN 1804-3 标准的更新，煤矿用液压支架控制系统的安全尤其是功能安全性能被更加系统且明确的提出，卡特彼勒等厂家的支架电液控制产品已经取得急停等功能的 SIL2 安全等级认证，嘉能可等企业也对支架电液控制产品应达到的最低要求提出了 SIL1 的指标。目前国内煤矿用液压支架对于功能安全的认识起步较晚，还

没有厂家的电液控产品获得权威机构的 SIL 等级认证。

但目前我国液压支架电液控制系统还没有统一的标准，也没有启动功能安全方面的认证，每个支架电液控制系统制造厂商都有各自的产品技术标准和产品特点，为煤矿用户进行产品选型和产品标准带来很大的困惑，亟需制定煤矿用液压支架电液控制系统国家标准，以形成液压支架电液控制系统统一的设计、制造、检验要求和标准。

#### 四、编制依据

《煤矿用液压支架 第 4 部分：电液控制系统技术条件》是 GB25974. 1～GB25974. 3《煤矿用液压支架》系列国家标准的第 4 部分，主要参照煤矿用液压支架标准前三部分标准。标准在参考了现有的欧洲标准的基础上，结合了我国煤矿液压支架电液控制系统和煤矿自动化技术的发展现状、检测手段、煤矿安全管理、安标认证和产品应用，总结了适合煤矿井下液压支架电液控制系统的安全要求、功能定义、性能指标和试验方法等，同时满足实用性和先进性。

#### 五、范围和主要技术内容

标准规定了煤矿用液压支架电液控制系统的术语和定义、分类、要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存。明确了煤矿用支架电液控制系统定义方法和定义标准，详细定义了煤矿用液压支架电液控制系统组成，明确了煤矿用液压支架电液控制系统及其设备的主要功能及技术指标，技术参数以及主要性能试验方法和检验依据。方便了用户的选型配套使用，保障了煤炭用户的最大利益，有利于市场公平竞争。

目前我国在支架电液控制技术日趋成熟，液压支架电液控制系

统技术性能指标及其元部件的可靠性得到了较大的提高，极大的缩小了与国外同类产品的差距，在个别指标上甚至还超过了国外产品的技术性能指标具体见下表。

支架电液控制系统技术性能、功能对比表

指标	国产电液控	进口电液控	技术对比
控制器通信	Kbps、Mbps CAN\以太网	Kbps、Mbps BIDI\以太网	等同 等同
隔爆计算机	2X1.6G	1.6G	等同
电磁铁电流	100-120mA	100-180mA	等同
显示	128*64 点阵、LCD 彩屏	128*64 点阵、LCD 彩屏	等同
结构	一件式：控制器 二件式：控制器+人机界面 控制器+驱动器	一件式：控制器 二件式：控制器+驱动器 三件式：控制器+人机界面+驱动器	等同
防护等级	IP68	IP65	等同
高度测量	精度：5mm	精度：5cm	等同
姿态检测	有	有	等同
位置检测	有	有	等同
急停功能	有	有	等同
闭锁功能	有	有	等同
隔架操作功能	有	有	等同
跟机控制功能	有	有	等同
软件在线升级	有	有	等同
远程遥控	有	有	等同
数据上传	有	有	等同
人员感知	UWB、BLE、LF、RFID	RFID	优
抗扰性能	有	无	优
稳定性	好	好	等同

本标准编制过程中充分考虑了其实用性，支架电液控制系统在生产应用中有关安全、生产、(认证)检验和操作等方面做了大量的调研，综合国内外各厂家支架电液控制系统产品性能、技术指标和系统功能等方面信息，对于有关安全、基本功能和高级实用功能吸纳到本标准中，用于指导支架电液控制系统的生产、检验与应用，

同时着眼煤矿开采“无人化”技术发展和支架电液控制系统技术发展趋势，标准中吸纳了远程遥控相关内容作为推荐性技术条款，为支架电液控制系统技术发展奠定基础。

主要内容：

主要从系统基本功能，使用的安全条件等方面进行了研究，依据安全性、实用性、有效性和操作方便性的原则提出了系统、设备的相关技术要求与试验方法等。

- 1、系统应具有的对环境适应性的要求，系统使用的物理、电气条件；
- 2、系统基本组成及其组成设备的基本要求；
- 3、系统的技术要求，包括系统应具备的基本功能、控制功能、故障诊断功能、防碰撞功能，也包括系统具备的数字孪生、人员安全联锁等高级功能，明确了系统参数的具体要求；
- 4、系统应具备的防爆性能要求；
- 5、系统在电源波动适应能力、工作稳定性、抗扰性方面的具体要求；
- 6、系统的试验方法及其检验规则；
- 7、标志、包装、运输和贮存；
- 8、使用与维护。

部分创新内容：

- 1、提出了系统急停、停止响应时间、动作预警时间的测试方法；
- 2、给出了电磁换向阀电控动作响应时间测试方法；
- 3、依据系统安全要求和远程控制等方面的要求，提出了急停响应时间不大于 1s，停止响应时间不大于 500ms 等系统技术性能参数

指标；

4、对电液换向阀的响应特性提出了具体要求；

5、对支架电液控制类型进行了分类；

6、对系统宜具备的高级功能做出了推荐性要求，如人员安全联锁的检测精度。

本标准的制定考虑是新标准，旨在规范现有市场，建立煤矿液压支架电液控制系统标准基本框架，在很多要求和性能方面考虑目前加工企业的现状，在满足现场基本要求和公平竞争的原则上，适当调低了指标，但在液压支架电液控制系统安全性方面要求较严，对支架电液控制系统的安全试验也提出了具体的要求。

## 六、国内外相关法律、法规和标准情况的说明

目前，国内还没有煤矿用液压支架电液控制系统相关标准，煤矿液压支架电液控制系统产品正处于高速发展的阶段。国外，欧洲有液压支架有关安全性能方面的标准，但对于测试、检验等方面没有相关规定，本标准的制定则立足于既能满足煤矿对液压支架电液控制系统安全性能方面的要求，包括系统和设备所应满足的安全性能要求外，又要对生产、销售、检测、测试对该产品的实用性要求，能够在设计、生产、检验和应用多个环节规范液压支架电液控制系统的技术指标和判定依据。该标准的制定代表了目前行业技术发展水平。

## 七、与我国有关法律、法规和其他强制性标准的关系

目前还没有关于煤矿用液压支架电液控制系统的相关标准，本标准符合我国关于防爆标准 GB/T3836，煤矿通讯标准和监控系统标准等相关标准的要求，符合国家相关法律法规，与我国有关法律、



法规和其他强制性标准未产生矛盾。

## 八、标准水平

标准充分考虑了煤炭行业特殊的工况、应用环境以及被控制系统的精度要求，对煤矿用液压支架电液控制系统设备在各方面的要求和经济型统一考虑，考虑到我国煤矿整体技术水平的发展现状，在标准技术指标设计方面，选用国内煤矿液压支架电液控制系统制造厂家基本能够达到的，通过在中国标准权威机构进行标准查新，检索结果是国外标准中“只有欧盟标准 BS EN 1804-3:2020《Machines for underground mines — Safety requirements for hydraulic powered roof supports-Part3: Hydraulic and electro hydraulic control systems》是关于煤矿液压支架的电液控制系统方面的标准。本标准“适用于综采工作面液压支架的自动控制，涉及安全要求，安全性能参数，试验方法和检验要求等”，在远程控制等方面目前国际上还没有相关要求，本标准达到了国际领先水平。

## 九、标准性质的建议、贯标要求和建议措施

建议本标准为推荐性标准。与本标准相关的使用单位应该按照本标准规定对相关的工作进行指导，并严格按照标准的要求执行。