

中华人民共和国国家标准

GB 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

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2025年5月30日)

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	6
4.8 工作稳定性	6
4.9 抗扰性	6
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	7
5.3 系统试验	8
5.4 主要技术指标测试	11
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。

本文件为GB 25974《煤矿用液压支架》的第4部分。GB 25974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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

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。

本文件为首次发布。

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 第11部分：对每相输入电流小于或等于16A设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验
- GB/T 25974.3 煤矿用液压支架 第3部分：液压控制系统及阀
- AQ 1043-2007 矿用产品安全标志标识
- MT 209-1990 煤矿通讯、检测、控制用电子电子产品通用技术要求
- MT/T 210-1990 煤矿通信、检测、控制用电子电子产品基本试验方法

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。具有数据采集、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

系统集控装置 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，按照控制命令，根据设定的参数控制液压支架执行单一动作。

3.6.4

成组控制 batch sequence control

一种自动程序控制类型，按照控制命令，根据设定的参数控制多个液压支架执行动作。

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，按照控制命令，根据设定的参数顺序控制液压支架执行多个动作。

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 系统组成产品应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机械伤害和电气伤害的功能。

4.2 环境条件

4.2.1 除有关文件另有规定外，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：

- 环境温度：0℃ ~ +40℃；
- 平均相对湿度：不大于95%（+25℃）；
- 大气压力：80 kPa ~ 106 kPa；
- 煤矿井下有瓦斯，煤尘等爆炸危险的环境；
- 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：

- 温度：-40℃ ~ +60℃；
- 平均相对湿度：不大于95%（+25℃）；
- 振动：加速度不大于50 m/s²；
- 冲击：峰值加速度不大于500 m/s²。

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：

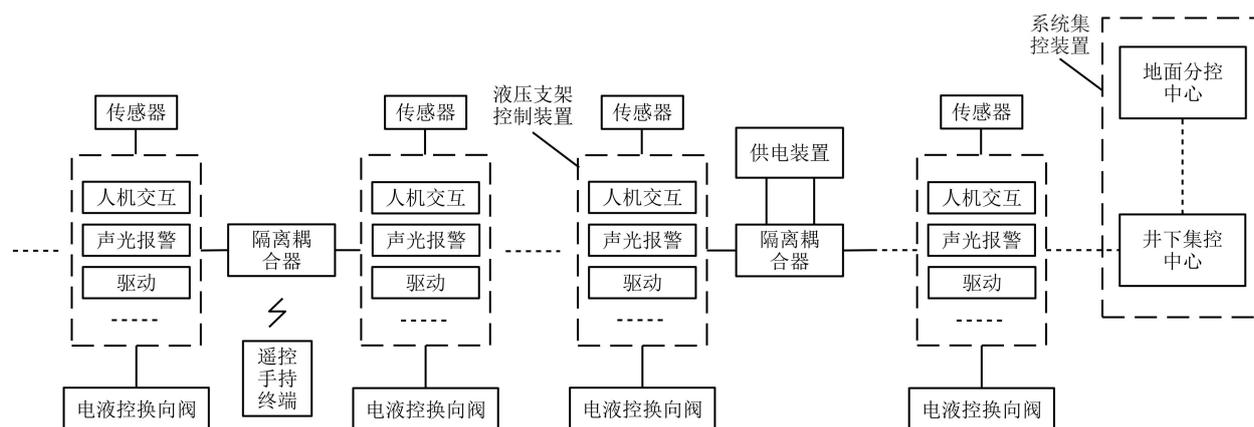
- 电压：交流供电电压允许波动范围75% ~ 110%；
- 谐波：不大于10%；
- 频率：50 Hz，允许偏差±5%。

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

4.4.1 一般要求

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。



^a 遥控手持终端、系统集成装置非系统必需设备。

^b 隔离耦合器用于两个独立本质安全回路之间，通过可靠的隔离器件，实现通信信号的能量隔离及信号耦合的装置，可以集成到设备内部。

^c 供电装置用于给系统供电的设备。

图1 系统组成示意图

4.4.2 液压支架控制装置

- 4.4.2.1 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。
- 4.4.2.2 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。
- 4.4.2.3 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。
- 4.4.2.4 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。

4.4.3 系统集控装置

系统集控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、防雷装置和其它必要设备。

4.4.4 传感器

- 4.4.4.1 液压支架立柱用压力传感器应符合以下规定：
 - a) 压力传感器量程应不小于 60 MPa；
 - 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。
- 4.4.4.2 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 5 mm。
- 4.4.4.3 系统应具有煤机位置检测传感器。
- 4.4.4.4 系统应具有角度传感器。角度测量误差应不大于 $\pm 1^\circ$ ，并具有现场校准功能。
- 4.4.4.5 系统应具有高度传感器。高度测量误差应不大于 $\pm 1\% F \cdot S$ ，并具有现场校准功能。

4.4.5 电液控换向阀

电液控换向阀应符合GB/T 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、停止功能，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，时间戳应采用 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 系统应具有遥控控制功能，遥控控制应符合以下规定：

- a) 遥控手持终端应能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 系统应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) 应具有设备在线检测机制；
- 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500 ms。

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1 s，其中电液控换向阀电控动作停止迟滞时间应不大于300 ms。

4.6.2 系统停止响应时间应不大于500 ms。

4.6.3 电液控换向阀动作启动响应时间应不大于150 ms。

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1 m处的声级应大于85 dB且小于120 dB(A计权)；光报警信号在黑暗中20 m可见。

4.6.5 系统最大监测容量应不小于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，应不小于2 s。

注：远控响应时间是指系统集控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7 d，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 °C ~ 35 °C;
- b) 相对湿度: 45 % ~ 75 %;
- c) 大气压力: 86 kPa ~ 106 kPa。

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: 50 Hz, 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

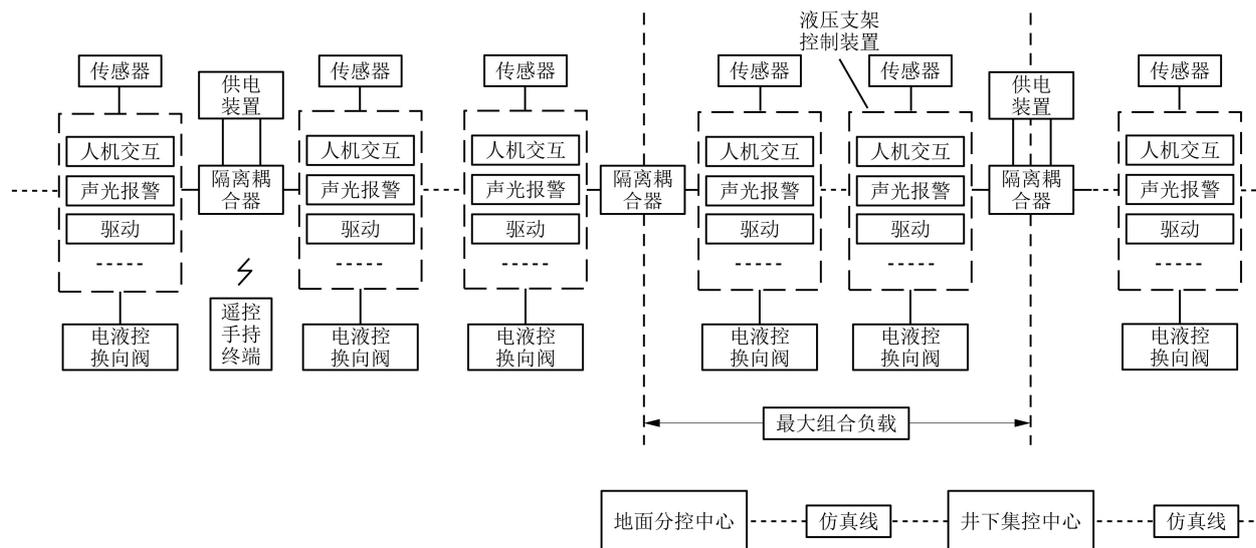
受试系统中的设备应是经型式检验合格后定型生产，且经出厂检验为合格的产品。

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。



^a 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：

- 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；
- 应能检查系统各硬件组成部分正常与否；
- 能检查通信状况；
- 对所检查的结果提供清晰的显示、打印和记录；
- 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：

- 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；
- 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、停止功能试验

试验按下列步骤进行：

- a) 使用人机交互单元或是系统集成装置调用各种菜单，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；
- h) 设置停止动作范围参数，液压支架控制装置执行自动程序控制；
- i) 在规定的液压支架控制装置上按下停止按键，终止液压支架正在执行的动作，系统应有相应的显示。

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 5 min；
- 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) 系统集成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) 按下控制按钮，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) 松开按钮，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钮，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) 远控设备在线的条件下，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) 远控设备不在线的条件下，在产品标准规定的时间内，操作设备应断开远控链接，系统集成装置应有相应的显示。

5.4 主要技术指标测试

5.4.1 系统急停响应时间测试

5.4.1.1 采用实际测算法，按下列步骤进行：

- 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成装置的急停按钮，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，测试电液控换向阀电液控动作停止迟滞时间。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。

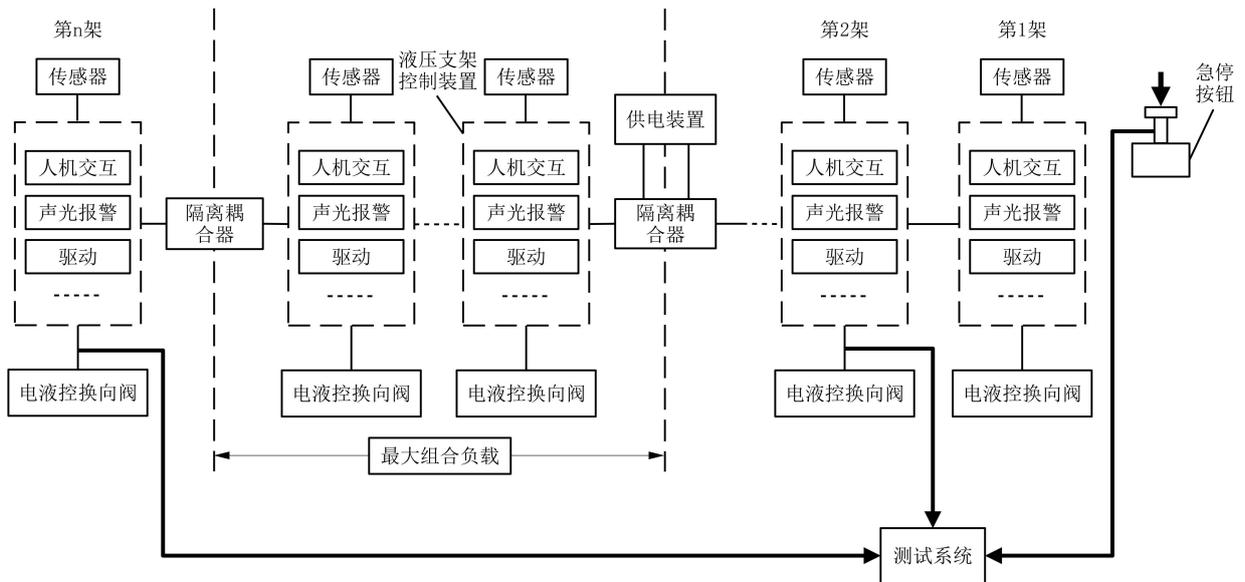


图3 急停信号响应时间测试图

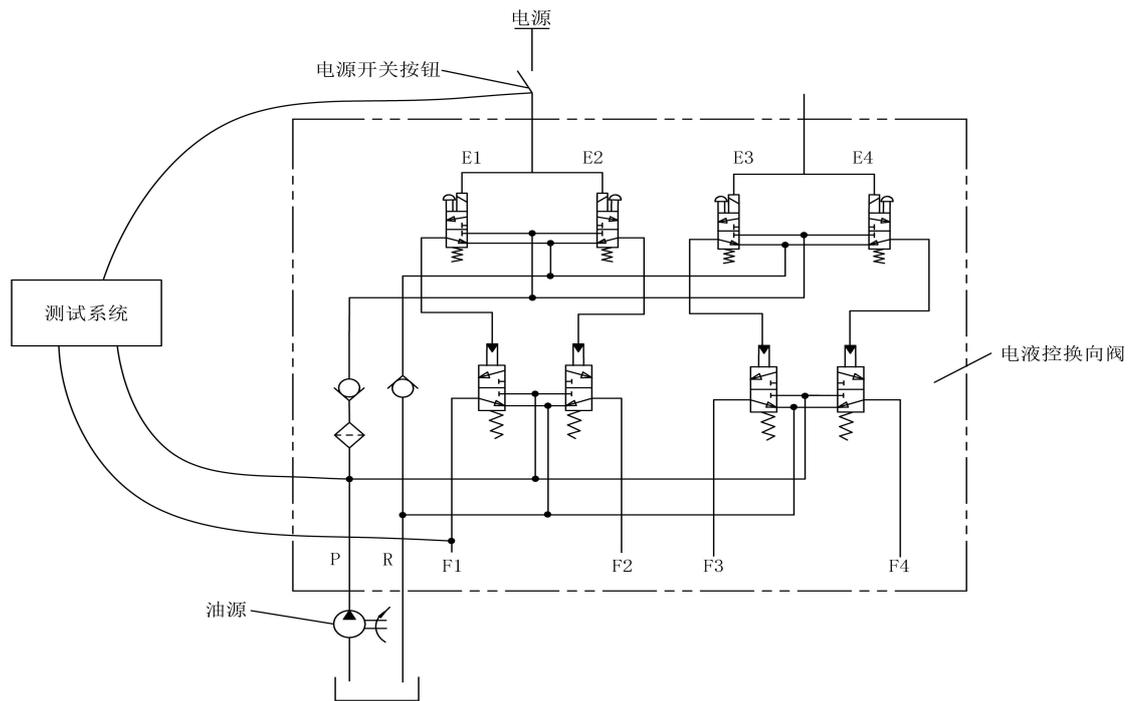


图 4 电液控换向阀执行元件响应时间测试图

5.4.1.2 采用模拟测算法，按下列步骤进行：

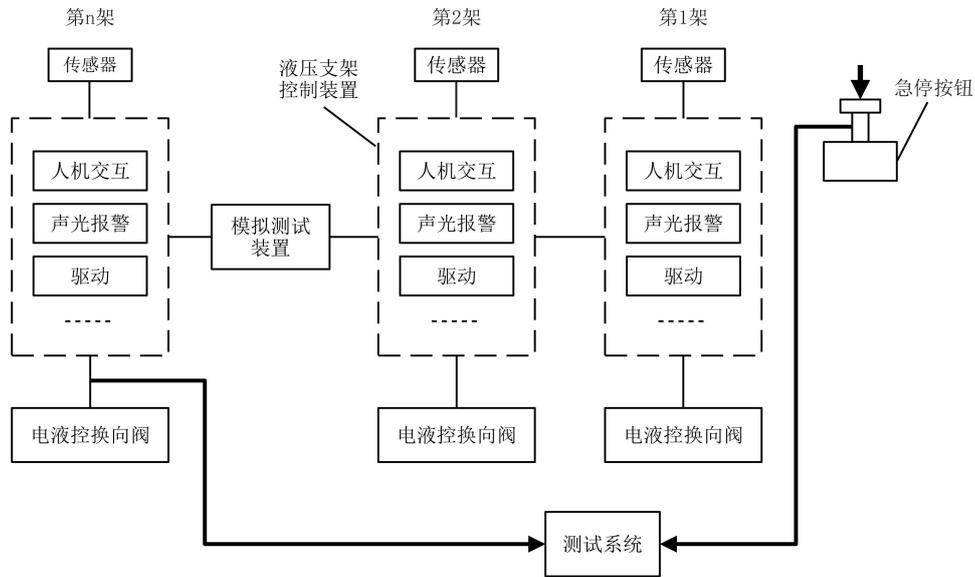
- a) 受试系统如图5所示，模拟测试装置应能模拟电信号在系统中的传递过程，液压支架控制装置执行自动程序控制；
- b) 按下系统内第一架或是系统集控装置的急停按钮，急停信号检测回路状态发生变化，急停命令发送到所有液压支架的支架控制装置，使其终止动作；
- c) 记录急停按钮被按下时刻到受试系统第N架液压支架控制装置的驱动单元终止动作输出的间隔时间 t ；
- d) 电液控换向阀电控动作停止迟滞时间按图4测试；
- e) 按下式计算急停响应时间：

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

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。



^a 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：

- 液压支架控制装置执行自动程序控制；
- 按下系统内第一架液压支架控制装置的停止按钮，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；
- 记录停止按钮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；
- 最长的间隔时间即是系统停止响应时间。

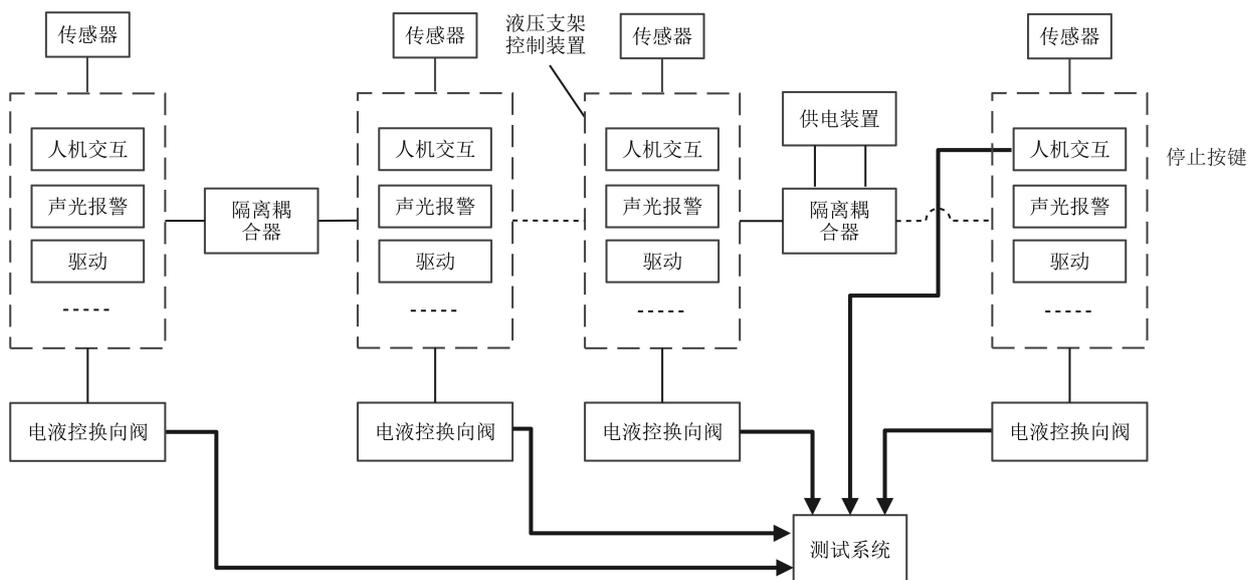


图 6 停止响应时间测试图

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2 m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1 m处，并处于同一个平面。

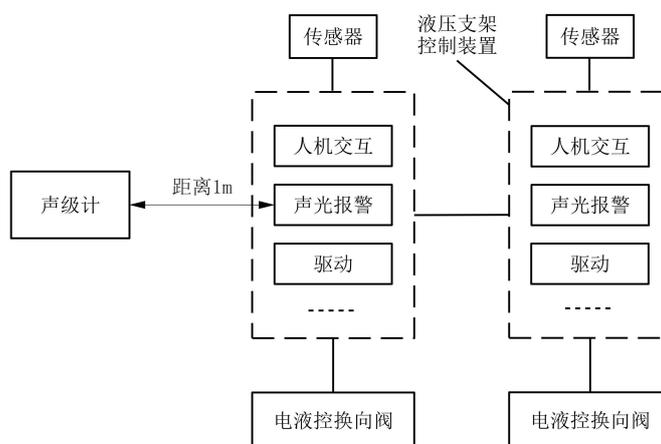


图7 声音报警测试图

5.4.4.2 光信号强度测试于黑暗中进行，在距发光部分20 m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：

- 规定的液压支架控制装置发出动作命令；
- 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；
- 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；
- 最长的间隔时间即是动作预警时间。

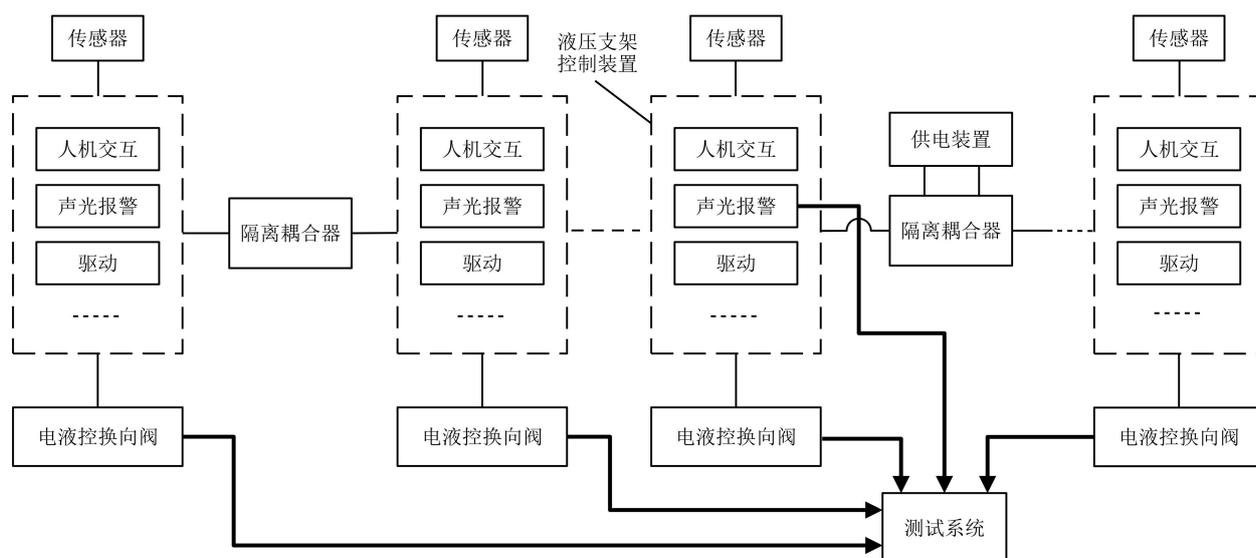


图8 动作预警时间测试图

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按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，其图样及产品应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”。

系统应通过本安联检试验。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、型式检验和在用品检验。

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、停止功能	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	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	△	○	—
13	系统停止响应时间	4.6.2	5.4.2	△	○	—
14	电液控换向阀动作启动响应时间	4.6.3	5.4.3	△	○	—
15	声光报警	4.6.4	5.4.4	○	○	○
16	系统最大监测容量	4.6.5	5.4.5	—	○	—
17	动作预警时间	4.6.6	5.4.6	△	○	—

表1 系统检验项目（续）

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
18	电源波动适应能力	4.7	5.5	—	○	—
19	工作稳定性	4.8	5.6	○	○	—
20	抗扰性	4.9	5.7	—	○	—
21	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。

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℃ ~ +40℃，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、维护人员应培训合格并签署“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。

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3 m。

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。

