



中华人民共和国国家标准

GB 25974.4—2026

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

2026-02-27 发布

2027-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
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 通用要求	3
4.2 环境条件	4
4.3 供电电源	4
4.4 系统功能要求	4
4.5 主要技术指标	5
4.6 电源波动适应能力	6
4.7 工作稳定性	6
4.8 抗扰度要求	6
4.9 防爆性能	6
5 试验方法	6
5.1 试验条件	6
5.2 受试系统	7
5.3 系统功能试验	8
5.4 主要技术指标测试	11
5.5 电源波动适应能力试验	17
5.6 工作稳定性试验	17
5.7 抗扰度试验	17
5.8 防爆性能试验	18
6 检验规则	18
6.1 检验分类	18
6.2 检验项目	18
6.3 出厂检验	19
6.4 型式检验	19
7 标志、包装、运输和贮存	19
7.1 标志	19
7.2 包装	20
7.3 运输	20

7.4 贮存 20

8 使用与维护..... 20

附录 A（资料性） 系统组成 21

附录 B（规范性） 使用与维护 22

 B.1 通用要求 22

 B.2 使用操作 22

 B.3 维护维修 22

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。

本文件是 GB(GB/T)25974《煤矿用液压支架》的第 4 部分。GB(GB/T)25974 已经发布了以下部分：

- 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。

本文件由国家矿山安全监察局提出并归口。

引 言

液压支架是保证煤矿安全生产的重要设备,电液控制系统用于控制液压支架动作。本文件在广泛征求和整理了国内专家指导意见的基础上,结合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编写的,总结出适合煤矿井下液压支架电液控制系统的基本要求、性能指标和试验方法等。

随着国内液压支架控制技术的快速发展,以及电液控制系统自动化水平、智能化水平和安全性要求的不断提高,亟需制定我国液压支架电液控制系统的相关标准,促进国内和国际行业交流和进步。本文件满足煤矿用液压支架电液控制系统的基本要求,包括系统和设备所应满足的强制性要求,同时满足实用性要求。

GB(GB/T)25974《煤矿用液压支架》拟由 4 个部分构成。

- 第 1 部分:通用技术条件。目的在于构建整个标准体系的基础框架,涵盖外观质量、操作性能、密封性能、结构强度等通用要求。
- 第 2 部分:立柱和千斤顶技术条件。目的在于规定液压支架执行机构的承载可靠性与动作稳定性,明确液压支架立柱和千斤顶的要求、试验方法及检验规则等。
- 第 3 部分:液压控制系统及阀。目的在于规定液压控制系统及阀类部件的要求、试验方法及检验规则等。
- 第 4 部分:电液控制系统技术条件。目的在于规定煤矿用液压支架电液控制系统的要求、试验方法及检验规则等。

煤矿用液压支架

第4部分：电液控制系统技术条件

1 范围

本文件界定了煤矿用液压支架电液控制系统(以下简称“系统”)的术语,规定了技术要求、检验规则、标志、包装、运输和贮存、使用与维护要求,描述了相应试验方法。

本文件适用于煤矿用液压支架电液控制系统的设计、制造、运输、使用与维护。

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 包装储运图形符号标志

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 2887 计算机场地通用规范

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 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 第3部分: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16 A设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

GB/T 17626.13 电磁兼容 试验和测量技术 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验

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 矿用产品安全标志标识

KA 25—2025 煤矿井下机电设备完好性要求

MT 209 煤矿通信、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

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集中监控的系统。

注: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。

注:具有数据采集、数据显示和上报等功能。

3.3

系统集成装置 central control unit for system

控制液压支架执行动作,并与其他系统实现通信,采集、处理、显示和存储系统数据的装置。

3.4

本架 initial powered roof support

操作人员所处的液压支架。

注:操作人员通过操作设备发出控制指令,控制其他液压支架动作。

3.5

邻架 adjacent powered roof support

与本架相邻的液压支架。

3.6

邻架控制 adjacent control

一种控制类型,控制相邻的液压支架动作。

3.7

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参数范围内的液压支架,实现液压支架动作。

3.8

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。

3.9

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。

3.10

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。

3.11

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。

3.12

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。

3.13

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。

3.14

停止功能 action stop function

停止机构发出信号后,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。

3.15

闭锁功能 locked-on function

闭锁操作机构动作后,自动切断本架驱动单元的电源,本架及其邻架不执行任何控制功能。

3.16

急停功能 emergency stop function

急停操作机构动作后,自动切断本架驱动单元的电源,本架及其邻架不执行任何控制功能,在全工作面范围内,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,自动程序控制功能无法启动。

3.17

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的阀组。

3.18

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。

3.19

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。

3.20

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。

3.21

动作预警时间 action alert time

在执行单动程序控制、成组控制、顺序程序控制、跟机自动控制时,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。

3.22

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 通用要求

4.1.1 传输接口、入井口、电源等处应具有防雷措施。

4.1.2 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。

4.1.3 液压支架立柱用压力传感器应符合以下规定:

- a) 压力传感器量程不小于 60 MPa;

- b) 测量误差不大于 $\pm 2\%$ FS;
- c) 承受载荷压力达到满量程的 2 倍时,不出现渗液和损坏。

4.1.4 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,急停操作机构应为红色。

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。系统的组成见附录 A 的规定。

4.1.6 电液控换向阀应符合 GB/T 25974.3、MT 209 的规定。

4.1.7 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。

4.1.8 系统应具有煤机位置检测传感器。煤机位置测量误差应不大于 1.5 m。

4.1.9 系统应具有角度传感器。角度测量误差应不大于 $\pm 1^\circ$ 。

4.1.10 系统应具有高度传感器。高度测量误差应不大于 $\pm 1\%$ FS。

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在下列环境条件下正常工作:

- a) 环境温度: $0^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$;
- b) 平均相对湿度:不大于 95%(+25 $^\circ\text{C}$);
- c) 大气压力:80 kPa~106 kPa;
- 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 煤矿井下产品应承受的贮运条件为:

- a) 环境温度: $-40^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$;
- b) 平均相对湿度:不大于 95%(+25 $^\circ\text{C}$);
- c) 振动:加速度不大于 50 m/s²;
- d) 冲击:峰值加速度不大于 500 m/s²。

4.2.3 系统中用于机房、调度室的设备,应在下列环境条件下正常工作:

- a) 环境温度: $15^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$;
- b) 相对湿度:40%~70%;
- c) 大气压力:80 kPa~106 kPa;
- d) 尘埃、照明、噪声、电磁场干扰和接地条件应符合 GB/T 2887 的规定。

4.3 供电电源

4.3.1 井下设备交流电源应符合以下规定:

- a) 电压:允许波动范围 75%~110%;
- b) 频率:50 Hz,允许偏差 $\pm 5\%$;
- c) 谐波:不大于 10%。

4.3.2 地面设备交流电源应符合以下规定:

- a) 电压:允许波动范围 90%~110%;
- b) 频率:50 Hz,允许偏差 $\pm 5\%$;
- c) 谐波:不大于 5%。

4.4 系统功能要求

4.4.1 系统应具有数据采集、处理、显示及报警功能。

4.4.2 系统应具有停止功能、闭锁功能、急停功能,并具有显示急停和闭锁触发位置的功能,急停功能

优先级应高于闭锁功能。

4.4.3 系统应具有自动补压功能。

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。

4.4.4 系统应具有液压支架动作及其状态信息存储和查询功能。

4.4.5 系统应具有程序升级功能。

4.4.6 系统应具有设备自检、网络完整性监测功能。

4.4.7 系统参数应符合以下规定：

- a) 参数的修改支持单架和批量修改功能；
- b) 参数的修改具有操作权限管理和操作记录功能。

4.4.8 系统的监测数据应符合以下规定：

- a) 数据包括数据值、时间戳和状态标识三部分；
- b) 报警记录包括报警时间、报警类型、报警级别、报警确认时间、确认用户、确认信息等；
- c) 操作记录包括操作时间、操作类型、操作事件等。

4.4.9 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，并应符合以下规定：

- a) 系统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能单独控制；
- d) 隔架控制的范围值不大于 4 架。

4.4.10 系统具有遥控控制功能时，遥控控制应符合以下规定：

- a) 遥控手持终端能与任一液压支架控制装置进行通信配对；
- b) 遥控手持终端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，遥控手持终端具有显示操作人员所在液压支架地址的功能。

4.4.11 系统与视频监视系统联动时，应符合以下规定：

- a) 具有可视化远程控制功能；

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，视频传输延时不大于 500 ms。

- b) 具有单动程序控制、成组控制、顺序程序控制功能；
- c) 具有开启、停止跟机自动控制功能；
- d) 具有设备在线检测机制；
- e) 具有操作权限管理功能。

4.5 主要技术指标

4.5.1 电液控换向阀动作停止迟滞时间应不大于 300 ms。

4.5.2 电液控换向阀动作启动响应时间应不大于 150 ms。

4.5.3 系统远控响应时间应不大于 1 s。

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。

4.5.4 系统急停响应时间应不大于 1 s。

4.5.5 停止响应时间应不大于 500 ms。

4.5.6 在液压支架的人行通道中应能清晰听到且区别于周围其他噪声的声音报警信号，在距声光报警单元 1 m 处的声级应大于 85 dB 且小于 118 dB(A 计权)；光报警信号在黑暗中 20 m 可见。

4.5.7 系统最大监测容量应不小于 250 个。

4.5.8 液压支架自动程序控制应具有动作预警功能,预警时间应不小于 2 s。

4.6 电源波动适应能力

系统在 4.3 规定的电压波动范围内,系统的技术要求和主要技术指标应符合 4.4、4.5 规定。

4.7 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,系统的技术要求和主要技术指标应符合 4.4、4.5 规定。

4.8 抗扰度要求

4.8.1 进行 4.8.2~4.8.9 抗扰度试验时,试验结果应依据受试系统在试验中的电气性能或功能降低现象进行分类,具体的性能水平确定如下:

——A 级:受试系统在试验后防爆性能正常,试验中及试验后电气性能、功能正常;

——B 级:受试系统在试验后防爆性能正常,试验中电气性能降低或功能丧失,试验后可不需要操作人员干预自行恢复,但试验中及试验后液压支架均不应出现非预期性动作。

4.8.2 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。

4.8.3 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。

4.8.4 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。

4.8.5 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。

4.8.6 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。

4.8.7 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。

4.8.8 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。

4.8.9 系统应能通过 GB/T 17626.13 规定的试验等级为 3 级的交流端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验,评价等级为 A。

4.9 防爆性能

4.9.1 防爆型设备应符合 KA 25—2025 及相关标准的规定。

4.9.2 系统应通过本安关联检验。

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:80 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:误差不大于 2%;
- b) 频率:50 Hz,其误差不大于 1%;
- c) 谐波: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满足所测性能精确度的要求。
- 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

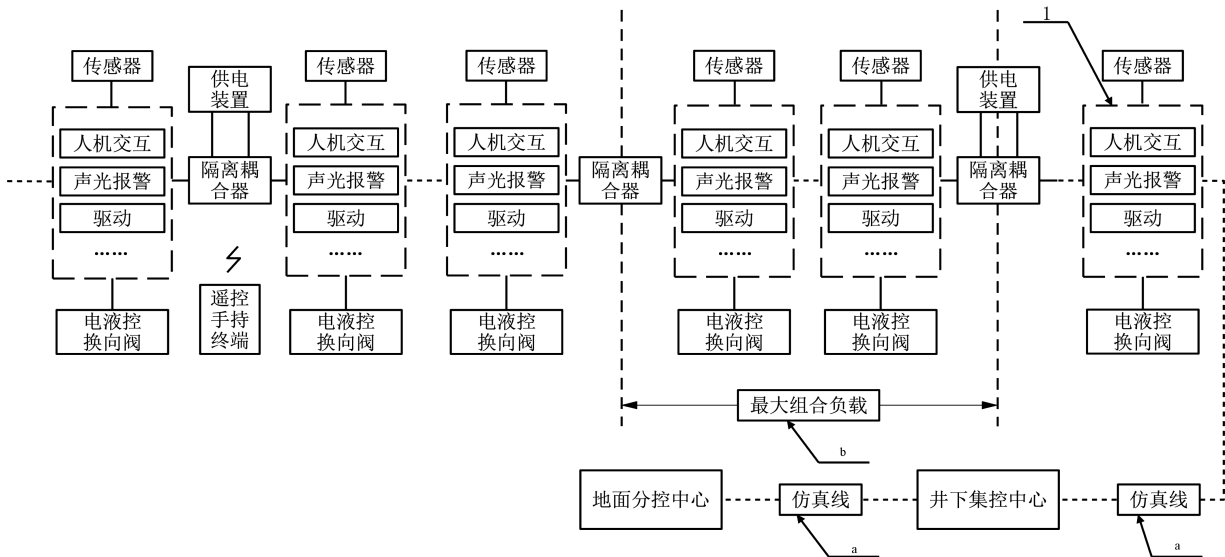
受试系统中的设备应是出厂检验和型式检验合格的产品。

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 1 所示。



标引序号说明:

- 1——液压支架控制装置。
- ^a 采用光信号传输的仿真线可采用光衰减器仿真模拟,采用电缆传输的仿真线应符合电缆参数设计要求。
- ^b 最大组合负载应包含一个本安回路所能接入的最大负载设备,由制造商确定。

图 1 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) 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) 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是否符合 GB/T 9813.1—2016 中附录 A 的规定。

5.3 系统功能试验

5.3.1 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,规定时间内,在人机交互单元、系统集成装置等显示设备上查看相应的数据,判读该数据是否与传感器输出值一致,是否满足误差要求;
- b) 制造传感器超限或异常故障,查看系统显示状态和报警信号,判读是否符合产品生产者声明的规定;
- c) 撤消超限或异常故障,查看显示状态和报警信号是否按产品生产者声明的形式解除。

5.3.2 停止、闭锁、急停功能试验

试验按下列步骤进行:

- a) 设置停止动作范围参数,液压支架控制装置启动自动程序控制操作;
- b) 在规定的液压支架控制装置上按下停止机构,判断液压支架正在执行的自动动作是否终止,查看系统显示状态;
- c) 在规定的液压支架控制装置上按下闭锁操作机构,检查驱动单元供电电源,查看系统显示状态和报警信号;
- d) 解除闭锁状态,查看驱动单元供电电源是否恢复,查看显示状态和报警信号是否解除;
- e) 在规定的液压支架控制装置上按下急停操作机构,检查驱动单元供电电源,查看系统显示状态和报警信号;
- f) 解除急停状态,驱动单元供电电源恢复,查看显示状态和报警信号是否解除。

5.3.3 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) 检查液压支架控制系统是否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。

5.3.4 存储和查询功能试验

该试验功能应在 5.3.1~5.3.3 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,检查是否与上述试验一一对应;
- c) 查看系统集成装置相应的信息记录。

5.3.5 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是否与升级程序版本一致。

5.3.6 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,查看系统是否能诊断出该故障,并进行显示和报警;
- b) 将制造的故障撤消,查看故障显示状态和报警信号是否解除。

5.3.7 系统参数试验

试验按下列步骤进行:

- a) 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,判断结果是否与修改后的参数一致,并检查操作记录;
- b) 修改参数时检查规定的权限管理功能。

5.3.8 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,判断是否包括数据值、时间戳和状态标识三部分;
- b) 查看系统报警记录信息,判断是否包括报警时间、报警类型、报警级别、报警确认时间、确认用户、确认信息;
- c) 查看系统操作记录信息,判断是否包括操作时间、操作类型、操作事件。

5.3.9 系统控制功能试验

5.3.9.1 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) 在产品生产者声明的规定时间内,查看邻架人机交互单元的显示状态和报警信号,判断电液控换向阀执行的动作是否正确,查看工作口压力变化,可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程;
- c) 查看系统集成装置的显示状态。

5.3.9.2 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) 在产品生产者声明的规定时间内,查看动作液压支架人机交互单元的显示状态和报警信号,判断电液控换向阀执行的动作是否正确,查看工作口压力变化,可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程;
- d) 查看系统集成装置的显示状态。

5.3.9.3 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) 在产品生产者声明的规定时间内,查看动作液压支架人机交互单元的显示状态和报警信号,判断电液控换向阀执行的动作是否正确,查看工作口压力变化,可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程;
- c) 查看系统集成装置的显示状态。

5.3.9.4 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) 在产品生产者声明的规定时间内,查看动作液压支架人机交互单元的显示状态和报警信号,判断电液控换向阀执行的动作是否正确,查看工作口压力变化,可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程;
- d) 查看系统集成装置的显示状态。

5.3.9.5 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,在产品生产者声明的规定时间内,点动控制开始,查看动作液压支架人机交互单元的显示状态和报警信号,判断电液控换向阀执行的动作是否正确,查看工作口压力变化,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,判断相应液压支架的人机交互单元是否恢复初始界面,电液控换向阀是否停止相应的动作,工作口压力是否停止变化;
- d) 查看系统集成装置的显示状态。

5.3.9.6 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) 在产品生产者声明的规定时间内,查看动作液压支架人机交互单元的显示状态和报警信号,判断电液控换向阀是否顺序执行程序设定的动作,查看工作口压力变化,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,判断电液控换向阀是否顺序执行程序设定的动作,查看工作口压力变化,可使用液压缸执行部件展示动作的执行过程;
- e) 查看系统集成装置的显示状态;
- f) 检查相邻液压支架是否有同时降柱的动作。

5.3.9.7 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,判断液压支架控制装置是否根据采煤机位置,在产品生产者声明的规定时间内,自动执行程序预定的动作,查看液压支架人机交互单元的显示状态和报警信号;
- d) 跟机动作过程中,查看人机交互单元的显示状态;
- e) 查看系统集成装置的显示状态;
- f) 检查相邻液压支架是否有同时降柱的动作。

5.3.10 遥控控制功能试验

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) 遥控控制操作前，检查遥控手持终端显示的液压支架地址是否与操作人员所在液压支架的地址一致；
- c) 在不中断链接的条件下，通过遥控手持终端修改参数，查询被修改的参数，判断是否与修改的内容一致；
- d) 上述操作完成后，读取人机交互单元相应的参数信息，判读读取的内容是否与修改的内容一致。

5.3.11 可视化远程控制功能试验

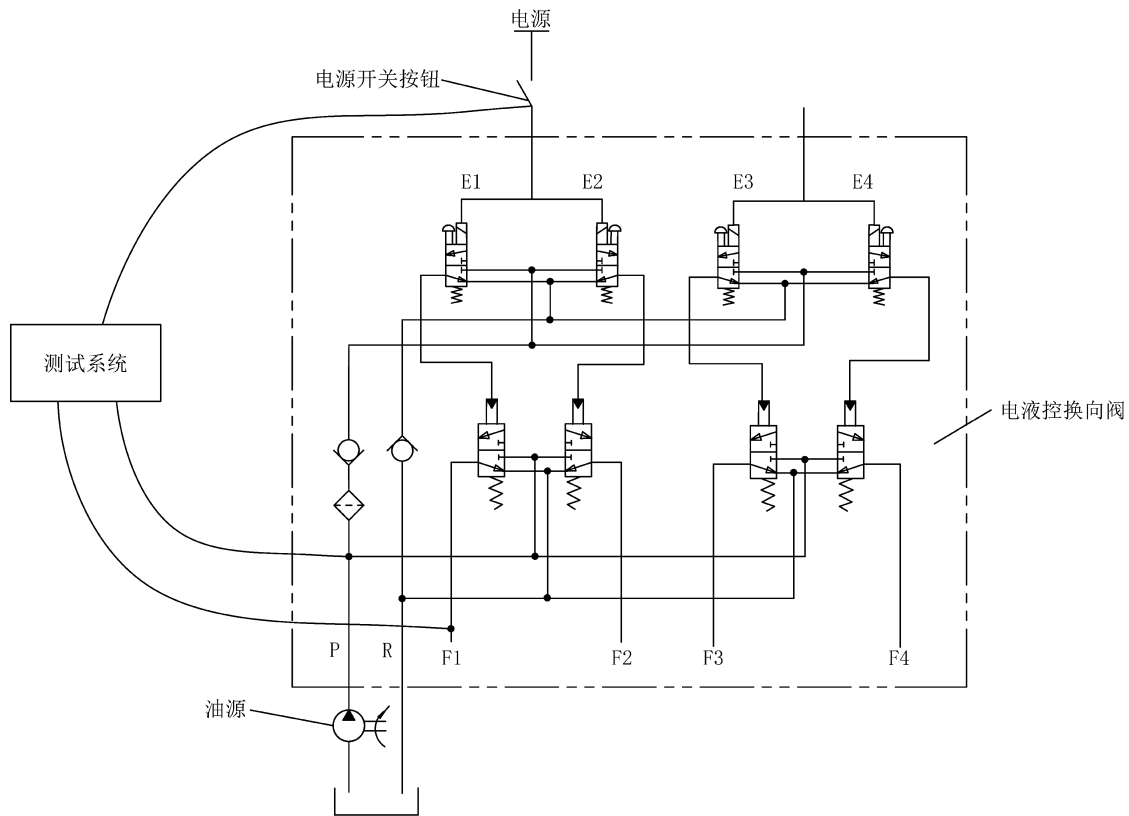
试验按下列步骤进行：

- a) 连接视频监视系统，查看视频监视系统是否观测到动作的液压支架；
- b) 在系统集控装置规定的操作设备（如操作台）上，确认操作人员身份及操作权限；
- c) 远控设备在线的条件下，在产品生产者声明的规定时间内，通过操作设备控制液压支架动作，判断电液控换向阀是否执行相应的动作，查看工作口压力变化，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，在产品生产者声明的规定时间内，判断操作设备是否断开远控链接，并查看系统集控装置的显示状态。

5.4 主要技术指标测试

5.4.1 电液控换向阀动作停止迟滞时间测试

受试系统如图 2 所示，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。



标引符号说明：

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| P —— 电液控换向阀进液口； | R —— 电液控换向阀回液口； |
| F1 —— 电液控换向阀第一片先导阀工作 1 号口； | F2 —— 电液控换向阀第一片先导阀工作 2 号口； |
| F3 —— 电液控换向阀第二片先导阀工作 1 号口； | F4 —— 电液控换向阀第二片先导阀工作 2 号口； |
| E1 —— 电液控换向阀第一片先导阀第 1 个工作单元； | E2 —— 电液控换向阀第一片先导阀第 2 个工作单元； |
| E3 —— 电液控换向阀第二片先导阀第 1 个工作单元； | E4 —— 电液控换向阀第二片先导阀第 2 个工作单元。 |

图 2 电液控换向阀执行元件响应时间测试图

5.4.2 电液控换向阀动作启动响应时间测试

受试系统如图 2 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。

5.4.3 系统远控、急停响应时间测试

5.4.3.1 采用实际测算法，按下列步骤进行：

- 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；
- 按下系统集成装置的远控按钮或是系统内的急停操作机构，信号检测回路状态发生变化，命令发送到液压支架的支架控制装置，使其终止动作；
- 最不利条件下，记录远控按钮或是急停操作机构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_1 ；
- 最不利条件下，记录远控按钮或是急停操作机构被按下时刻到受试系统第 $n+k$ 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) 电液控换向阀动作停止迟滞时间 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,按公式(1)计算系统远控响应时间:

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

式中:

T ——系统远控、急停响应时间,单位为毫秒(ms);

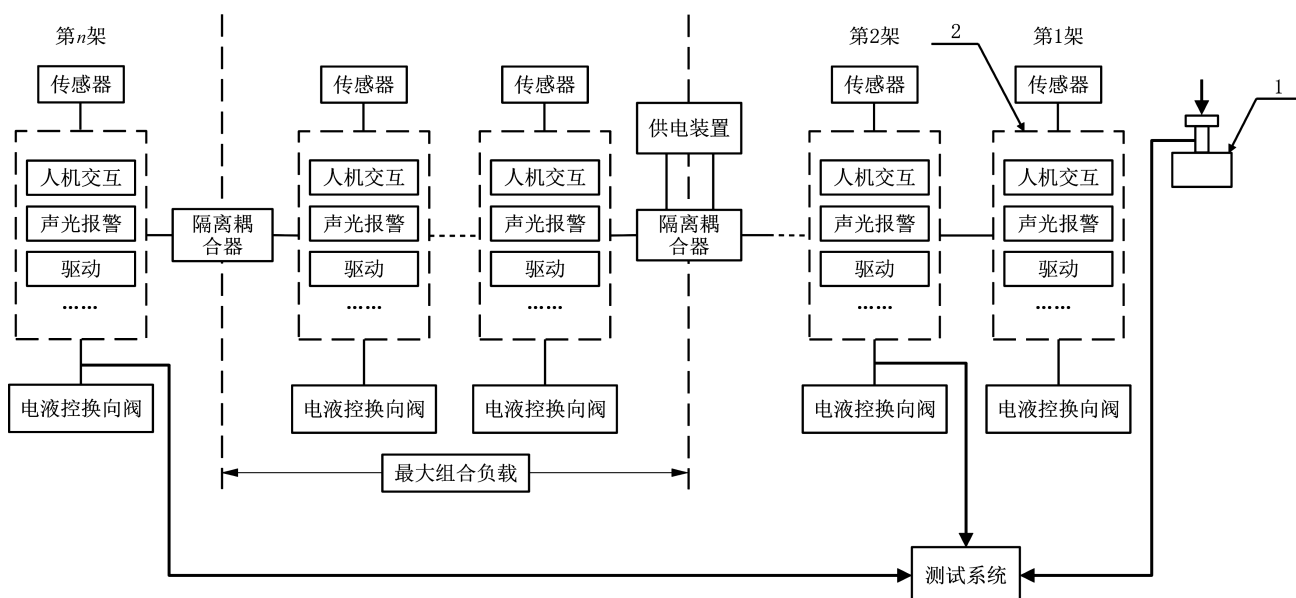
N ——系统最大监测容量;

k ——间隔的液压支架控制装置数量;

t_1 ——最不利条件下,实测第 n 架驱动单元终止动作的间隔时间,单位为毫秒(ms);

t_2 ——最不利条件下,实测第 $n+k$ 架驱动单元终止动作的间隔时间,单位为毫秒(ms);

t_3 ——电液控换向阀动作停止迟滞时间,单位为毫秒(ms)。



标引序号说明:

1——远控按钮或是急停操作机构;

2——液压支架控制装置。

注: n 为系统最大监测容量。

图3 系统远控、急停响应时间测试图

5.4.3.2 采用模拟测算法,按下列步骤进行:

- a) 受试系统如图4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) 按下系统集控装置的远控按钮或是系统内的急停操作机构,信号检测回路状态发生变化,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) 最不利条件下,记录远控按钮或是急停操作机构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) 电液控换向阀动作停止迟滞时间 t_3 ;
- e) 按公式(2)计算急停响应时间:

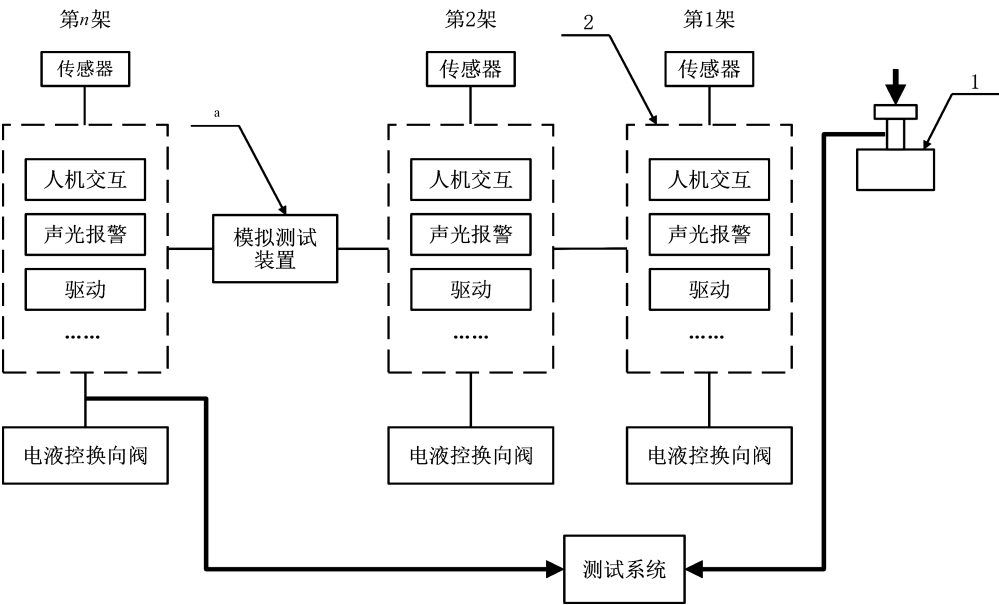
$$T = t + t_3 \qquad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

T ——系统远控、急停响应时间,单位为毫秒(ms)；

t ——模拟测试装置测得的最不利条件下驱动单元终止动作的间隔时间,单位为毫秒(ms)；

t_3 ——电液控换向阀动作停止迟滞时间,单位为毫秒(ms)。



标引序号说明：

1——远控按钮或是急停操作机构；

2——液压支架控制装置。

注：n 为系统最大监测容量。

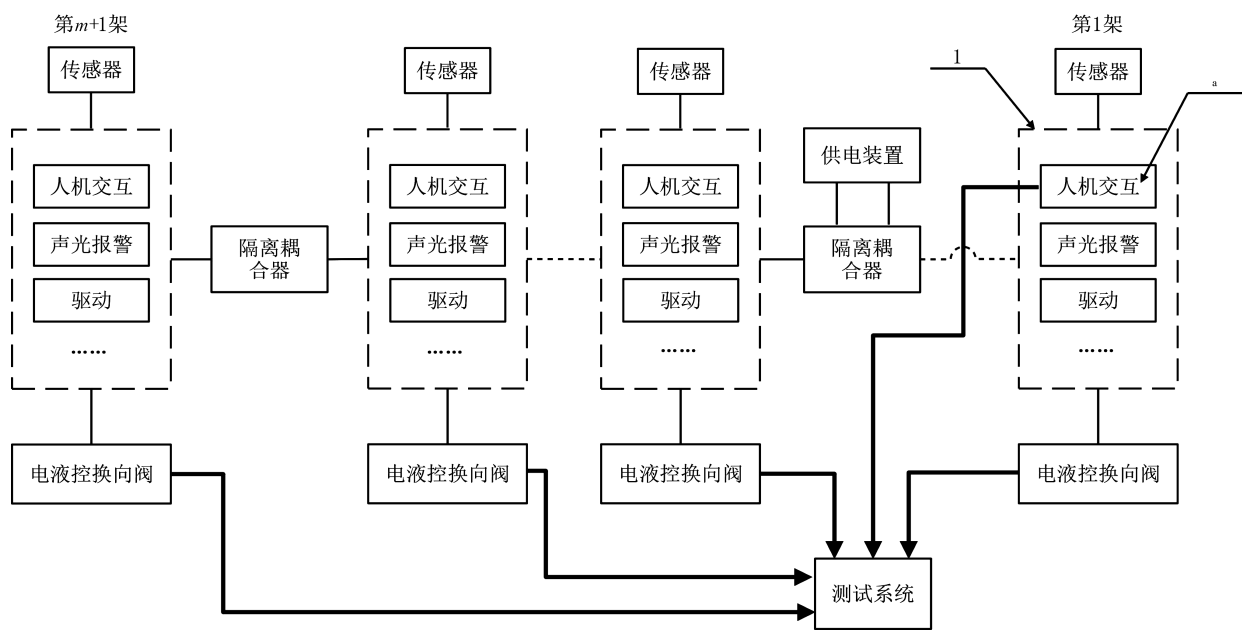
^a 模拟测试装置应能模拟最不利条件下信号的传输延时。

图 4 系统远控、急停响应时间模拟测试图

5.4.4 停止响应时间测试

受试系统如图 5 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) 按下系统内液压支架控制装置的停止机构,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) 记录停止机构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) 最长的间隔时间即系统停止响应时间。

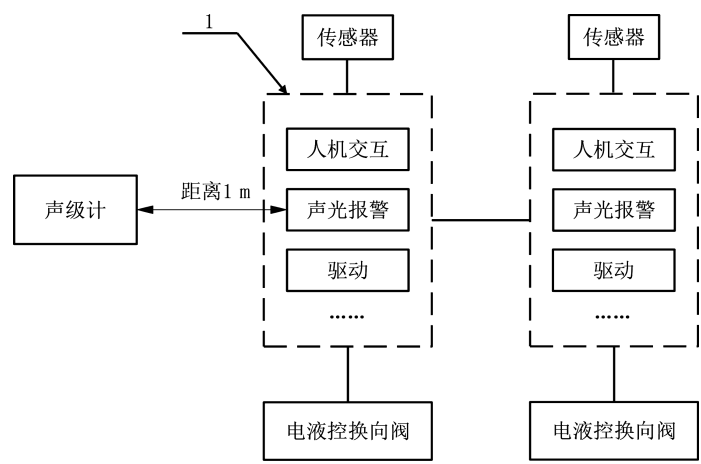


标引序号说明：
1——液压支架控制装置。
注： m 为停止功能的设定范围参数。
^a 停止机构一般置于人机交互单元。

图 5 停止响应时间测试图

5.4.5 声光报警测试

5.4.5.1 受试系统如图 6 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。



标引序号说明：
1——液压支架控制装置。

图 6 声音报警测试图

5.4.5.2 光信号强度测试于黑暗中进行,在距发光部分 20 m 处,用正常目力判断是否可辨认光报警信号。

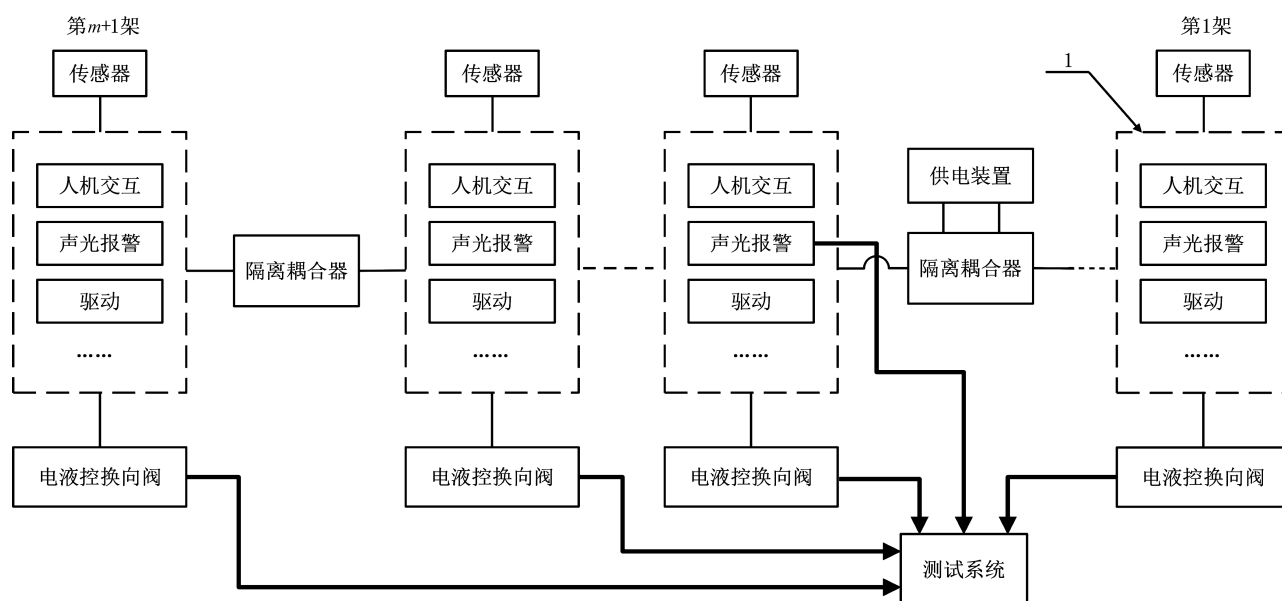
5.4.6 系统最大监测容量试验

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。运行容量测试的程序,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。

5.4.7 动作预警时间测试

受试系统如图 7 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) 最短的间隔时间即动作预警时间。



标引序号说明：

1——液压支架控制装置。

注： m 为动作功能设定范围的参数。

图7 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 中第 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生产者声明的规定。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,排除故障过程不计时。

5.6.4 关联性故障、非关联性故障的判据应依据 GB/T 9813.1—2016 中附录 B 的规定。

5.7 抗扰度试验

5.7.1 测试结果应按 4.8.1 的要求判定等级。

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

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

5.7.4 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。

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

5.7.6 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。

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

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

5.7.9 交流端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验按 GB/T 17626.13 的有关规定进行。

5.8 防爆性能试验

应按照 KA 25—2025 的规定进行检验。

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。

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 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	技术要求 章条号	试验方法 章条号	出厂检验	型式检验
1	数据采集、处理、显示及报警功能	4.4.1	5.3.1	√	√
2	停止功能、闭锁功能、急停功能	4.4.2	5.3.2	√	√
3	自动补压功能	4.4.3	5.3.3	√	√
4	存储和查询功能	4.4.4	5.3.4	√	√
5	程序升级功能	4.4.5	5.3.5	√	√
6	设备自检、网络完整性监测功能	4.4.6	5.3.6	√	√
7	系统参数	4.4.7	5.3.7	—	√
8	系统的监测数据	4.4.8	5.3.8	—	√
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	4.4.9	5.3.9	√	√
10	遥控控制功能	4.4.10	5.3.10	√	√
11	可视化远程控制功能	4.4.11	5.3.11	√	√
12	电液控换向阀动作停止迟滞时间	4.5.1	5.4.1	△	√

表 1 系统检验项目 (续)

序号	检验项目	技术要求 章条号	试验方法 章条号	出厂检验	型式检验
13	电液控换向阀动作启动响应时间	4.5.2	5.4.2	△	√
14	系统远控、急停响应时间	4.5.3、4.5.4	5.4.3	△	√
15	停止响应时间	4.5.5	5.4.4	△	√
16	声光报警	4.5.6	5.4.5	√	√
17	系统最大监测容量	4.5.7	5.4.6	—	√
18	动作预警时间	4.5.8	5.4.7	△	√
19	电源波动适应能力	4.6	5.5	—	√
20	工作稳定性	4.7	5.6	△	√
21	抗扰度	4.8	5.7	—	√
22	防爆性能	4.9	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时，仅检查系统组成设备有关证明文件的有效性。					

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 的二次抽样方案 $N=100, n=2$ ，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，准许更新软件版本，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，准许更换和进行处理，但同一部件只能更换处理一次，否则判为不合格。

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 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，并符合各组成产品生产者规定的图纸要求。

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标准和行业标准的有关规定。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 的规定编制；
- b) 产品合格证；
- c) 安全标志证书复印件；
- d) 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

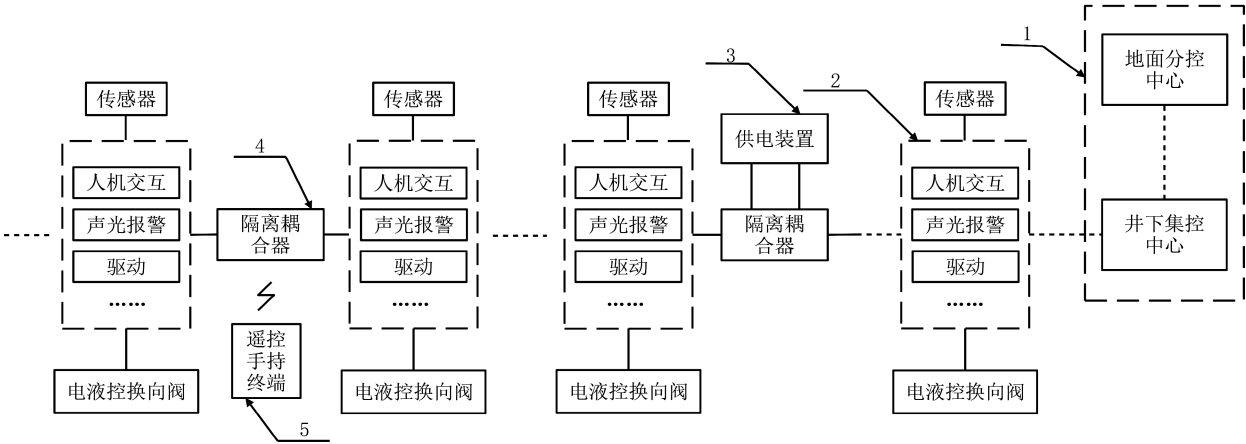
包装后的系统设备应能在温度为 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度不大于90%的环境中贮存12个月。

8 使用与维护

系统的使用与维护应符合附录 B 的规定。

附录 A
(资料性)
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 A.1 所示。



标引序号说明:

- 1——系统集成装置;
- 2——液压支架控制装置;
- 3——供电装置;
- 4——隔离耦合器;
- 5——遥控手持终端。

注 1: 液压支架控制装置一般由人机交互、声光报警、驱动等单元组成。

注 2: 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,可集成到设备内部。

注 3: 供电装置用于给系统供电的设备。

注 4: 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、操作台和其他必要设备,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、防雷装置和其他必要设备。

图 A.1 系统组成示意图

附 录 B

(规范性)

使用与维护

B.1 通用要求

B.1.1 操作、维护人员应接受专业培训,并考核合格后方可上岗,其他人员不应操作本系统。

B.1.2 仅限矿方授权人员掌握使用系统的密码,非授权人员不应擅自修改参数。

B.2 使用操作

B.2.1 不应做出改变任何人所在液压支架支撑状态的动作。

B.2.2 相邻液压支架不应同时脱离顶板支撑。

B.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。

B.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。

B.3 维护维修

B.3.1 授权人员应对系统定期检查,安装调试时检查一遍,以后每隔 3 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。

B.3.2 更换、维修系统内的产品,应使用经过本安关联检验的产品。

B.3.3 任何人进入液压支架支护区域工作时,应按下危险区域内的液压支架控制装置的闭锁操作机构。

B.3.4 维修电液控换向阀前,应先卸除电液控换向阀内部的液体压力,并保证液压支架处于安全状态。

B.3.5 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。
