



# 中国煤炭学会团体标准

T/CCS 029—2021

---

## 综采工作面超前支架智能化控制系统技术 条件

General specification for intelligent control system of advance support in  
fully-mechanized coal longwall face

（征求意见稿）

— XX — XX 发布

XXXX — XX — XX 实施

---

中国煤炭学会 发布

## 目 次

1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义 .....	4
4 智能控制系统技术要求 .....	5
4.1 一般要求 .....	5
4.2 监测系统要求 .....	6
4.3 控制系统要求 .....	7
4.4 功能要求 .....	7
5 系性能要求和试验方法 .....	8

## 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》规则起草，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这些专利的责任

本文件由煤矿智能化创新联盟提出。

本文件由中国煤炭学会归口。

本文件起草单位：中煤科工开采研究院有限公司、中国煤矿机械装备有限责任公司、山东能源集团有限公司、陕西陕煤陕北矿业有限公司、黄陵矿业集团有限责任公司、中国煤炭科工集团太原研究院有限公司、辽宁工程技术大学、陕西陕煤榆北煤业有限公司等。

本标准主要起草人：

## 引 言

智能化煤矿是煤矿开采新时期煤炭开采的主要发展方向和必然趋势，经过近20年的发展，我国超前支护技术实现了由传统单体支护向超前支架支护的转变，并进一步的由机械化向自动化和智能化转变实践。本文件结合我国不同区域和类型条件的智能化超前支护经验，并广泛参考了相关技术标准化文件。

本文件考虑了以下情况：

- 煤矿开采与超前支护过程各环节、各设备等影响因素与关联性；
- 各指标要素对煤矿自动化开采的影响；
- 各指标要素对协同推进的影响。

执行本文件的前提条件：

- 煤矿已取得相关的建设和安全生产许可；
- 进行了规范的超前支护系统设计，超前支架能够满足巷道支护要求；
- 工作面开采实现了基本的自动化开采。

# 综采工作面超前支架智能化控制系统技术条件

## 1 范围

本文件规定了综采工作面超前支架智能化控制系统（以下简称智能控制系统）的术语和定义、要求、试验方法等。

本文件适用于煤矿综采工作面回风顺槽和运输顺槽超前支架智能控制系统。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 25974.1 煤矿用液压支架 第1部分：通用技术条件

GB 25974.3 煤矿用液压支架 第3部分：液压控制系统及阀

GB/T 37611 综采综放工作面超前支护系统技术条件

T/CCS 002 智能化采煤工作面分类、分级技术条件与评价技术指标体系

GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备通用要求

GB 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的設備

GB 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的設備

MT/T 772-1998 煤矿监控系统主要性能测试方法

GB/T 20815 视频安防监控数字录像设备

GB/T 28518 煤矿用阻燃通信光缆

GB/T 34679 智慧矿山信息系统通用技术规范

GB/T 51024 煤矿安全生产智能监控系统设计规范

GB/T 51272 煤炭工业智能化矿井设计标准

MT/T 1130-2011 矿用现场总线

MT/T 1131-2011 矿用以太网

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

超前支架智能化控制系统 intelligent control system of advance support

具有超前支架的升降、移架、姿态和压力调控等综合功能的控制系统，由监测系统、电液控制系统、和智能决策系统组成，具有智能感知、智能决策和自动控制运行的能力，可满足本地、遥控和远程集中控制要求。

### 3.2

超前支架压力控制 pressure control of advance support

通过对供液压力的调整，使超前液压支架立柱初撑压力达到设定的值，满足等强支护、非等强支护和初撑力控制（低初撑、高工阻）的要求。

### 3.3

超前支架位姿控制 position and posture control of advance support

利用超前液压支架的立柱、千斤顶等超前支架执行机构进行自身调整，使超前支架处于合理的姿态和空间位置。

### 3.4

超前支架自移式移架控制方式 self-moving control mode of advance support

通过超前液压支架本架或相邻架支架的动作（成组），达到自身和超前支护系统的整体前移，实现前后顺序自移或交替迈步自移式超前支护。

### 3.5

超前支架他移式移架控制方式 passive-moving control mode of advance support

在超前支护区域内，超前支护设备为独立支护单元组成，借助搬运工具或自行走机构，实现顺序自移或尾变首式超前支护。

### 3.6

超前支架执行机构 actuator of advance support

超前液压支架的立柱、千斤顶等动力装置，以及自移驱动装置或他移搬运设备，能够按照智能控制系统的指令动作，使超前液压支架状态或空间位置改变的装置。

### 3.7

巷道边界 roadway boundary

巷道侧帮在底板投影线的外轮廓。

### 3.8

巷道中心线 roadway center line

巷道边界在水平投影上的几何中心线。

### 3.9

偏离 deviation

超前支架超出偏离巷道中线的设定值距离。

### 3.10

障碍距离 obstacle distance

超前支架前段距离障碍物间的距离

## 4 智能控制系统技术要求

### 4.1 一般要求

4.1.1 综采工作面超前支架智能化控制系统应在具备合适条件的超前支护系统实施，所配套超前支护系统符合 GB/T 37611 的要求。

4.1.2 综采工作面超前支架智能化控制系统应充分考虑采煤工作面生产系统及自动化程度，智能化采煤工作面符合 T/CCS 002 的相关要求。

4.1.3 综采工作面超前支架智能化控制系统超前支架控制系统应和工作面电液控制采用相同的网络系统，有线网络传输速率宜不低于 1000Mbps，相关要求应满足 GB/T 51272、MT/T 1130、MT/T 1131 的相关规定；宜采用无线标准通讯系统，无线通讯带宽不低于 100Mbps，无线通讯系统具有工作面数据通信、语音视频通信、视频监控、人员定位、语音广播功能。

4.1.4 综采工作面超前支架智能化控制系统应采用电液控制系统，采用的液压系统和阀组满足 GB 25974.3 相关要求。

4.1.5 超前支架智能控制系统应接入工作面顺槽集控中心。

4.1.6 工作面端头支架应配备电液控制系统，具有就地控制与遥控控制功能，应与超前支架智能化控制系统联动，实现工作面端头区域安全支护，相关要求应符合 T/CCS 002 的规定。

4.1.7 运输顺槽胶带顺槽机自移机尾应具备自动控制功能，实现与超前智能智能化控制系统的联动，相关要求应符合 T/CCS 002 的规定。

4.1.8 智能控制系统采用的传感器、控制器终端等防爆性能满足 GB 3836.1、GB 3836.2、GB 3836.4 的相关要求。

4.1.9 运输顺槽超前支护：与工作面设备和转载机的推移动作实现协同联动。

4.1.10 回风顺槽超前支护：与工作面端头支架推进协同联动。

4.1.11 遥控操作距离不小于 20m（视距遥控）。

4.1.12 采用远程集控模式，应具备人员安全防护功能。

4.1.13 超前段降尘系统的组成设备，实现与超前支护系统的联动，降尘系统的防爆性能应符合 GB3836.1、GB3836.2 和 GB3836.4 的要求。

## 4.2 超前支架监测系统要求

4.2.1 压力监测应采用数字式压力传感器，最大测量压力不小于 60MPa，精度  $\pm 0.2\text{MPa}$ 。

4.2.2 姿态监测采用行程传感器、倾角传感器等多种方式，能够测量偏移量，俯仰角、侧倾角、横滚角及超前支架高度信息等多种参数。

- a. 超前支架高度监测，精度  $\pm 5\text{mm}$ 。
- b. 应设置倾角传感器，与巷道中线的偏差  $\pm 0.2^\circ$ 。
- c. 姿态解算模型，精度  $< 3\%$ ，实时展示超前支架状态。

### 4.2.3 空间位置监测

a. 障碍物探测：能够实时监测超前支架前方是否存在障碍，给出支架距离障碍的距离及障碍物的位置，障碍物探测距离 0.5~2m，探测距离精度不大于 5mm。

- b. 巷道空间：巷道边界识别，确定巷道中线功能，宜采用三维扫描技术监测巷道变形。
- c. 偏离量探测功能，能够实时监测超前支架中心线相对巷道中心线的偏离，定位精度不超过  $\pm 5\text{cm}$ 。
- d. 运输顺槽超前支架，和运输系统（转载机）转载机之间的位置关系，左右，前后分别定位。

4.2.4 宜进行状态和空间位置融合解算,实现显示超前支架状态,应以图形和数字方式综合显示。

4.2.5 超前支护系统应配备视频监控系统,能够对超前支架、人员及环境信息进行观察。

4.2.6 监测系统具有超限报警功能,当超前支架中心线或支架外轮廓超过允许范围时,系统具备报警提示,具备声光报警和语音提示。

### 4.3 超前支架控制系统要求

#### 4.3.1 超前液压支架压力控制

a. 具有初撑压力控制,自动补压等功能,控制精度不超过 $\pm 2\text{MPa}$ ;

b. 超前支护距离 $>20\text{m}$ 时,宜采用非等强支护控制功能,根据巷道顶板的支护要求,提供非等强支撑力要求,实现超前支架的非等强控制。

c. 宜具有周期来压纪录和来压辅助自动预测功能。

#### 4.3.2 超前液压支架位姿控制

a. 推移油缸应具有位移监测功能,并具有推移行程精准控制功能;

b. 具有冲击倾向工作面,超前支架宜具有缓冲立柱、抗冲结构等防护措施;

c. 当超前支架偏离量超过允许值时,系统给出偏离报警,给出偏移值和偏移状态,偏移值精度小于 $5\text{mm}$ ,当支架偏离量小于允许值时,报警解除;

4.3.3 首变尾式超前支护管路切换应采用自封式快换接头;

4.3.4 实现基于视频的可视化远程集控,远程集控控制延时不超过 $500\text{ms}$ ,能够在本地控制,视距遥控和远程集控等方式间切换。

### 4.4 系统功能要求

#### 4.4.1 前后顺序或交替迈步自移式超前支护技术要求

a. 超前支架左右偏移进行监测和调控,支架偏离报警功能;

b. 障碍监测和报警功能,超前进行处置;

c. 纠偏功能,相对转载机调偏、相对巷道中线调偏;

d. 通过调整超前支架立柱安全阀或减压阀设定压力实现非等强支护;

e. 超前支护系统的移架步距应为工作面采煤机截深的整数倍;

f. 支架姿态自调整功能,超前支架姿态自调整功能;

g. 当超前支架给出偏离报警时,系统能够给出超前支架动作修正值,并具备支架姿态自动调整工作,使得超前支架在下个工作循环中,对其偏离量进行修正;

h. 宜采用“低初撑力、高工作阻力”支护控制方式减小支架顶梁对巷道顶板接触区域和锚网索支护系统的破坏程度。

#### 4.4.2 人机交互功能



a. 超前支架工作状态显示,显示超前支架处于手动、自动工作状态,显示超前支架处于升架、降架、支撑、移架状态。

b. 显示超前支架的偏移量,俯仰角、侧倾角、横滚角

#### 4.4.2 尾变首式超前支护技术要求

##### 4.4.2.1 超前液压支架自移式移架控制方式

- a. 具有独立驱动系统,宜采用乳化液马达;
- b. 多缸同步控制阀,应具备同步装置;
- c. 具有调偏功能;
- d. 宜具备侧移功能,实现自主全方位行走;
- e. 应能够锚杆避让,宜对锚杆(索)进行智能识别;
- f. 具有独立的编码,确定位置和顺序;
- g. 行走方向偏差:  $\pm 15\text{cm}$ 。

##### 4.4.2.2 超前液压支架他移式移架控制方式

- a. 应具有侧移(推)机构;
- b. 建议采用单轨吊和专门设计的搬运车(机器人);
- c. 门式支架结构、系统与搬运车进行配套化设计,满足工艺要求。超前支护距离大于60m时推荐采用,式支架具备压力监测、数据存储、无线传输功能。

①搬运车应具备瓦斯浓度、一氧化碳浓度、运行总时间、温度、发动机转速、控制系统运行、故障报警等。

②搬运车具有人员防接近系统,1~50m范围可设置报警区与停机区,在不同的区域发出不同的声光报警信号,声音报警信号不小于80dB,

③支架运输车自带乳化液泵站,车辆行走和乳化液泵站工作模式通过切换阀切换,实现两种模式互锁。

④支架运输车设置自动保护装置,在监控参数出现异常情况时能及时发出报警信号并能停止运转。

⑤单跨门式支架在运输过程中,支撑状态的支架与运输单元侧面单侧间距应不小于300mm,顶部间隙不小于200mm。

⑥单跨门式支架设计有能够适应地板起伏的柱靴机构。

⑦单跨门式支架立柱与横梁见应有一定的摆动角度。

## 5 检验方法

### 5.1 功能试验

5.1.1 压力监测及调控测试，满足 4.2.1、4.3.1 要求。

5.1.2 位姿调控性能测试，满足 4.2.2、4.3.2 要求。

5.1.3 空间位置监测系统要求，当满足报警条件时，系统应自动发出报警；最迟报警线位于巷道边界内侧0.2m处；最早报警线位于巷道边界内侧0.4m处；当支架处于报警临界线附近时，系统应持续报警。系统应能给出姿态修正参数。

5.1.4 移架性能测试，满足 4.4.1、4.4.2 等要求。

5.2 具备地面远程人工干预要求，如果超前支架在运行过程中出现故障，或者出现错误动作，可以人工中断支架动作。

### 5.3 试验方法

要分别进行地面试验和井下试验。

---