

# 威海市应急管理局

---

威应急函字〔2022〕23号

## 转发《山东省非煤地下矿山“机械化、自动化、智能化”工作方案（试行）》的通知

有关区市应急管理局：

现将《山东省非煤地下矿山“机械化、自动化、智能化”工作方案（试行）》（鲁应急字〔2022〕54号）转发给你们，请督促辖区内矿山企业明确“十四五”期间每年的工作计划，结合企业实际，组织专业技术力量，制定具体的工作方案，于4月底前报应急部门备案。



# 山东省非煤地下矿山 “机械化、自动化、智能化”工作方案（试行）

为认真贯彻落实党中央、国务院和山东省委、省政府关于安全生产的有关部署和要求，加快推进全省非煤地下矿山“机械化、自动化、智能化”工作升级换档、落实落地，提高矿山本质安全水平，实现高质量发展。根据省应急管理厅、省工业和信息化厅《关于做好全省非煤地下矿山智能化建设的指导意见》（鲁应急函〔2021〕32号）、《关于推进“机械化换人、自动化减人、智能化无人”工作的指导意见》（鲁应急字〔2021〕126号）和国家矿山安全监察局《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》（矿安〔2022〕4号）要求，结合我省实际，研究制定本方案。

## 一、工作目标

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实习近平总书记对安全生产工作的重要指示精神，牢固树立“以人民为中心”和“安全就是竞争力，就是效益”发展理念，牢牢守住安全生产底线，聚焦生产关键环节和重要危险场景，实施以机械化作业替换人工作业、以自动化集控减少作业人员、以智能化应用赋能安全生产，最大限度减少下井作业人员，提高以“少人化、无人化”为目标的本质安全水平。

备选型参考目录》，结合生产规模、建设基础和开采条件，开展机械化换人工作，实现采掘作业机械化、连续化。

### （二）操作类和值守类固定设备设施自动化、遥控化

对涉及提升、排水、通风、压风、充填等 8 种固定设备设施，参照每种固定设备实施自动化系统建设指导方案，利用自动化控制技术，进行远程遥控改造，减少现场操作人员，逐步实现井下操作类和值守类固定设备设施远程遥控、现场无人。

### （三）安全管理信息化、协同化

对涉及网络建设、数据中心、调度中心、入井监测、人员定位、尾矿库在线监测等 8 种场景设施，参照《非煤地下矿山信息化协同管控建设指导方案》，根据企业安全管理需求和信息基础设施条件，利用信息化技术，不断提高安全管理信息化水平，实现生产和管理全过程管控。

## 三、组织实施

省应急管理厅组织相关技术支撑单位，制定 4 种采掘作业场景机械化建设指导方案、8 种固定设备设施自动化建设指导方案和 8 种场景设施信息化协同管控建设指导方案，指导全省矿山企业“机械化、自动化、智能化”升级换档工作。从现在开始到 2025 年底，分三个阶段推进工作。

### （一）培育标杆（2022 年底前）

1. 组织开展摸底调查，摸清矿山企业“机械化、自动化、智能化”实施场景现状，形成需要进行安全升级换档的企业名单及

按照“突出重点、分步推进、安全可靠、确保实效”的原则，推动我省非煤地下矿山“机械化、自动化、智能化”工作升级换档，对井下掘进、采矿、支护、运输等重要危险场景，大型矿山要实现机械化连续作业，中小型矿山要加快推进凿岩、撬毛、支护、铲装、运输等机械化改造；对井下操作类和值守类固定设备设施进行自动化改造，基本实现井下操作类和值守类固定设备设施岗位现场无人；推动入井人员身份验证、井下人机定位、尾矿库在线监测等信息化建设，实现信息化管控；国有大型矿山率先研究应用大数据、云计算、物联网、5G、人工智能等新技术，探索引领智能矿山建设。

“十四五”末，完成全省非煤地下矿山“机械化、自动化、智能化”验收总结，实现矿山企业本质安全水平的整体提升，力争实现大型矿山井下作业人员下降50%左右，中小型矿山井下作业人员下降30%左右。

## 二、主要任务

根据省应急管理厅、省工业和信息化厅《关于做好全省非煤地下矿山智能化建设的指导意见》（鲁应急函〔2021〕32号）要求，全省非煤地下矿山企业，按照以下要求开展“机械化、自动化、智能化”工作。

### （一）采、掘、支、运作业机械化、连续化

对涉及井巷掘进、采矿、支护和运输4种作业场景，参照每种作业场景机械化建设指导方案和《非煤地下矿山机械化作业设

结会，总结成熟案例和先进经验，表彰先进单位和突出个人，挖掘更多应用场景，进一步提高全省非煤地下矿山智能化建设水平。

#### 四、有关要求

（一）强化组织领导。各级应急管理部门要建立工作推进机制，落实责任，细化方案，加快实施非煤地下矿山“机械化、自动化、智能化”升级换档工作并加强监督检查。各矿山企业要将“机械化、自动化、智能化”建设工作作为一把手工程来抓，明确责任部门和人员，按时完成改造任务。

（二）强化宣传引导。各级应急管理部门要营造良好的舆论环境，充分利用电视、广播和网络等媒体，加强“机械化、自动化、智能化”工作宣传，表扬鼓励先进，鞭策激励后进，激发矿山企业的积极性和主动性。

（三）强化建设标准。矿山企业要组织专业人员或由有相应资质的单位研究制定本企业“机械化、自动化、智能化”建设施工方案，方案内容要符合国家、地方、行业相关标准规范和工作要求，由具备相应资质的施工单位承担安装工程，确保高标准、高质量。工程完成后，要组织专业人员和设计、施工等单位，对建设场景进行验收并建档。

（四）强化人才培养。各矿山企业要加大培训力度，组织相关设计单位、安全服务机构和有关专家，经常性开展“机械化、自动化、智能化”专业培训，对操作、维护和管理人员进行有针对性培训，同时，要建立健全人才发展体系，畅通人才晋升渠道，

开展“机械化、自动化、智能化”工作的具体场景清单。

2.根据摸底情况，结合前期《山东省非煤地下矿山智能化建设调查报告》，根据各市推荐和我省矿山实际，择优选取10座有代表性的矿山企业作为示范标杆，先行开展“机械化、自动化、智能化”场景建设，形成示范标杆后在全省推行。

## （二）全面实施（2023年—2024年）

1.各市、县（市、区）应急管理局根据本辖区矿山企业生产建设规模、资源赋存条件、基础设施及现场环境等，分期、分批组织矿山企业到示范标杆企业交流学习，为后续工作开展打好基础。

2.各矿山企业结合实际，制定详实可靠的“机械化、自动化、智能化”工作实施方案，全面推进场景建设。

3.各市、县（市、区）应急管理局组织和督导辖区内矿山企业，科学有序推进“机械化、自动化、智能化”工作。省应急管理厅组织专家深入企业基层一线检查指导，帮助中小矿山企业解决现场难题，并及时对各地工作进展和完成情况进行通报。

## （三）验收总结（2025年底前）

1.组织省应急管理专家和标杆企业专家，制定《山东省非煤地下矿山“机械化、自动化、智能化”工作验收标准》。

2.各市、县（市、区）应急管理局组织专家，对辖区内矿山企业“机械化、自动化、智能化”建设场景进行验收，并对应用情况总结评估。

3.召开全省非煤地下矿山“机械化、自动化、智能化”工作总

## 附件 1

# 井巷掘进机械化建设指导方案

非煤地下矿山井巷掘进包括竖井、平巷（斜井、斜坡道）、天井（溜井、上山）掘进作业，根据矿山生产规模、建设基础和开采条件，对井巷掘进作业过程中机械化建设提出相关要求。

## 一、工作要求

积极推广掘进凿岩台车、装药台车、伞型钻架、抓岩机、天井钻机等机械化装备在矿山井巷掘进作业中的应用。通过优化生产工艺、引进现代化凿岩、装药、出渣等设备，推动地下非煤矿山井巷掘进机械化建设步伐，提高装备水平，改善作业条件，最大限度减少井下作业人员，提升矿山本质安全水平。

## 二、工作内容

### （一）竖井掘进机械化建设

#### 1、现状

目前，地下矿山竖井掘进大多采用手持式凿岩机钻孔，人工扒渣方式，凿岩时间长，劳动强度大；作业效率低。部分大型地下矿山选用伞形钻架、环形钻架等方式，配备气动凿岩机或液压凿岩机进行凿岩，采用抓岩机、扒渣机出渣，实现了竖井掘进机械化作业。

#### 2、机械化建设要求

完善人才选拔竞争机制，激发人才创新活力。

- 附件：
- 1.井巷掘进机械化建设指导方案
  - 2.采矿作业机械化建设指导方案
  - 3.支护作业机械化建设指导方案
  - 4.运输机械化方案建设指导方案
  - 5.非煤地下矿山机械化建设设备选型参考目录
  - 6.矿井提升机电控系统建设指导方案
  - 7.变配电自动化系统建设指导方案
  - 8.排水自动化系统建设指导方案
  - 9.通风自动化系统建设指导方案
  - 10.压风自动化系统建设指导方案
  - 11.充填自动化系统建设指导方案
  - 12.带式输送系统建设指导方案
  - 13.固定设备操作类远程控制建设指导方案
  - 14.山东省非煤地下矿山信息化协同管控建设指导方案

乳化药卷炸药，人工炮棍装药；出渣多采用矿用挖掘式装载机、耙斗装岩机、铲斗装岩机或铲运机。

## 2、机械化建设要求

平巷（斜井、斜坡道）凿岩应全面推广应用轮胎式、履带式、轨轮式掘进凿岩台车。出渣应采用铲运机、矿用轮胎式装载机或矿用挖掘式装载机、铲斗装岩机、耙斗装岩机等装载设备，实现掘进、出渣机械化作业。装药作业宜推广采用井下装药台车。

## 3、机械化建设目标

大型矿山平巷（斜井、斜坡道）掘进凿岩机械化率达到 80% 以上，出渣机械化率达到 100%。

中小型矿山平巷（斜井、斜坡道）掘进机械化率达到 50% 以上，出渣机械化率达到 100%。

## 4、机械化建设案例

（1）示例单位：莱矿集团谷家台铁矿

（2）机械化设备：掘进凿岩台车、电动铲运机

（3）施工工艺：凿岩台车用于巷道型采矿与平巷掘进，配套 2m<sup>3</sup>、3m<sup>3</sup>电动铲运机，实现凿岩（采矿）、出渣全过程的机械化作业。

（4）施工效率：7 台凿岩台车用于巷道型采矿，年生产矿石量 100 万吨；3 台用于掘进凿岩，凿岩进尺 5500 余米。

（5）机械化建设可行性：凿岩台车凿岩效率高、作业安全性高、适用于范围广，可适用断面 2.5m<sup>2</sup>~8m<sup>2</sup> 井巷掘进工程。

新建矿山和在产矿山新增系统工程中的竖井掘进，应采用伞形钻架、抓岩机等机械化装备，并配套自动排渣设备，代替人工凿岩、出渣，实现竖井掘进机械化作业。其中，稳定岩层可采用HK型靠壁式抓岩机；破碎岩层可采用中心回转式或环形轨道式抓岩机。当条件受限时，可采用基于环形钻架的支腿式凿岩机。

### 3、机械化建设目标

竖井掘进凿岩、出渣机械化率达到100%。

### 4、机械化建设案例

(1) 示例单位：中冶集团资源开发有限公司程潮铁矿

(2) 机械化采矿设备：凿岩井架、提升机、大型伞架、抓岩机

(3) 施工工艺：施工中采用了V型凿岩井架、 $\phi 3.5$ 提升机、大型伞架、中心回转式抓岩机、液压整体式移动模块、新型自动化空压机、自动化混凝土搅拌站的超千米竖井机械化配套作业线。

(4) 施工效率：施工实现了连续3个月成井突破百米，并创造了国内金属矿山竖井施工最高月成井为170.6m（基岩段）的记录。

#### (二) 平巷（斜井、斜坡道）掘进机械化建设

##### 1、现状

目前，地下非煤矿山平巷（斜井、斜坡道）掘进凿岩大多采用YT28、YT29型气腿式、手持式凿岩机进行凿岩；装药多采用

## 附件 2

# 采矿作业机械化建设指导方案

非煤地下矿山采矿作业包含采矿凿岩、装药作业、出矿及放矿作业、二次破碎作业四个基本作业工序，根据矿山生产规模、建设基础和开采条件，对采矿作业工序中机械化建设提出相关要求。

## 一、工作要求

积极推广采矿台车、凿岩台车、装药台车、无轨铲装设备、振动放矿机、破碎台车或固定式破碎机等机械化装备在矿山采矿作业中的应用，推动地下非煤矿山采矿作业机械化建设步伐，提高装备水平，改善作业条件，最大限度减少井下作业人员，提升矿山本质安全水平。

## 二、工作内容

### （一）采矿凿岩机械化建设

#### 1、现状

目前，地下非煤矿山浅孔采矿凿岩设备主要为手持式凿岩机、气腿式凿岩机、向上式凿岩机，凿岩孔深 $\leq 5\text{m}$ ；深孔采矿凿岩设备主要为 YG-80、YGZ-90 钻架式深孔机或采矿台车、潜孔钻车。

#### 2、机械化建设要求

采矿凿岩应全面推广采用轮胎式、履带式凿岩台车、采矿台车等机械化设备；条件受限时，可采用钻架式或立柱式潜孔钻机

### （三）天井（溜井、上山）掘进机械化建设

#### 1、现状

目前，中小型地下矿山天井（溜井、上山）掘进大多采用传统的普通法、吊罐法，作业条件差、效率低、劳动强度大，且具有较大的安全隐患。大型矿山大多采用深孔分段爆破法和天井钻机钻井法。

#### 2、机械化建设要求

天井（溜井、上山）掘进应采用、天井钻机钻井法或深孔分段爆破法，取缔传统的普通法、吊（爬）罐法施工方式。

#### 3、机械化建设目标

大型矿山天井（溜井、上山）掘进机械化率达到 100%；中小型矿山天井（溜井、上山）掘进机械化率达到 80% 以上。

#### 4、机械化建设案例

（1）示例单位：会宝岭铁矿

（2）机械化设备：T-150 潜孔钻机

（3）施工工艺：采用 T-150 潜孔钻机在天井断面内钻凿一组平行下向炮孔，从上水平装药，自下而上分段爆破，一次爆破高度一般 3-8m。

（4）施工效率：深孔爆破法可增加爆破段高度，减少辅助作业时间，单次分段爆破高度可达 8-12m。

（5）机械化建设可行性：深孔分段爆破法，作业人员不进入天井，施工效率高，安全性高，适用高分段天井（溜井、上山）。

对于孔深 $>5\text{m}$ 的深孔装药宜推广采用井下装药台车，如：井下现场混装粒状炸药车、井下现场混装重铵油炸药车、井下现场混装乳化炸药车；条件受限时，可采用 BQ 型、BQF 型等风动装药器装药。

对于孔深 $\leq 5\text{m}$ 浅孔装药作业，可采用井下装药台车或 BQ 型、BQF 型等风动装药器装药。条件受限时可采用人工药卷装药。

### 3、机械化建设目标

采矿装药作业机械化率达 100%；掘进装药作业机械化率达 50%以上；

### 4、机械化建设案例

(1) 示例单位：内蒙古瑞鑫矿业

(2) 机械化设备：JWL-DXRH 现场混装乳化炸药台车

(3) 设备台效：装药速度  $20\sim 60\text{kg}/\text{min}$ ，每台设备可服务掘进面 5—8 个。

(4) 机械化建设可行性：装药车不需运送成品炸药，在现场按一定比例混制装入炮孔，安全可靠。装药车自动化程度较高，全程采用 PLC 控制，每个炮孔装药量预置，实现了配比的自动跟踪和调节，具有装药量的现场设定、孔数单孔装药量记忆及装药量累加功能，计量准确，装药效率高。

### (三) 出矿作业机械化建设

#### 1、现状

目前，地下矿山的出矿方式主要包括无轨设备出矿、轨道设

进行采矿凿岩。

### 3、机械化建设目标

大型矿山采矿凿岩机械化率达到 80% 以上；中小型矿山采矿凿岩机械化率达到 50% 以上。

### 4、机械化建设案例

(1) 示例单位：内蒙古瑞鑫矿业

(2) 机械化采矿设备：CYTC76 矿用液压采矿台车

(3) 施工工艺：采矿方法为有底柱崩落法，向上钻凿  $\phi 65\text{mm}$  爆破孔，岩石硬度系数  $f=18$ ，孔深 15-25m，孔距 400mm-500mm，排距约 600mm。

(4) 设备台效及人员配备：采矿台车每台班有效钻孔进尺 180m 左右，为传统深孔凿岩设备的 3-5 倍。

(5) 机械化建设可行性：凿岩台车凿岩效率高、作业安全性高；

采矿台车可根据矿岩情况调整凿岩参数，适应性强，钻孔深度可达 45m，不仅提升安全保障和工作效率，又降低劳动强度。

### (二) 装药作业机械化建设

#### 1、现状

地下矿山浅孔爆破一般选用乳化药卷炸药，采用炮棍人工装药；中深孔装药一般采用风动装药器，风动装药器主要有 BQF-100 II 型、BQF-50 型、BQ-100 型等。

#### 2、机械化建设要求

备出矿、电耙出矿等。

## 2、机械化建设要求

出矿作业应推广采用地下大型电动铲运机、内燃式铲运机、矿用轮胎式装载机等无轨设备。当有轨设备出矿时，可采用矿用挖掘式装载机、铲斗装岩机、耙斗装岩机等装载设备，全面取代人工扒渣作业，实现机械化出矿作业。

## 3、机械化建设目标

地下非煤矿山采矿出矿作业机械化率达到 100%。

## 3、机械化建设案例

(1) 示例单位：山东金鼎矿业有限责任公司

(2) 机械化设备：1m<sup>3</sup>、2m<sup>3</sup>电动铲运机（含遥控）

(3) 设备台效：台班出矿量 400~600t。

(4) 机械化建设可行性：电动铲运机具有结构紧凑、操作方便、无废气污染、安全性高；电力驱动，能耗低、噪音小、作业成本低、生产效率高等优点。

### (四) 二次破碎作业机械化建设

#### 1、现状

目前，地下矿山二次破碎主要包括爆破破碎法、人工破碎法、机械破碎法。多数矿山采用外敷炸药爆破法和人工辅助破碎法；少数型矿山使用机械二次破碎的方式。

机械破碎设备主要有固定式破碎机和移动式破碎机。固定式破碎机是将机械化破碎装备直接安装在井下溜井口格筛旁，对大块矿

石进行二次破碎；移动式破碎机是将液压破碎锤及其工作臂安装在轮胎式或履带式运输设备上，实现对矿山井下大块的移动破碎。

## 2、机械化建设要求

在井下回采或巷道的无轨作业面，应采用履带式或轮胎式等移动式破碎机进行二次破碎；在矿仓、溜井口格筛处设固定式破碎机进行二次破碎；条件受限时，可在作业现场采用凿岩爆破方式进行二次破碎。

## 3、机械化建设目标

大型矿山二次破碎作业机械化率达到 80%以上；中小型矿山二次破碎机械化率达到 50%以上。

## 4、机械化建设案例

(1) 示例单位：北方铜业股份有限公司铜矿峪矿

(2) 机械化设备：DB120 移动式破碎机

(3) 施工参数：矿石产量 400 万 t，矿石比重  $2.7\text{t}/\text{m}^3$ ，矿石硬度系数  $f=11-14$ ，最大矿块为 1000-1400mm。

(4) 设备台效：二次破碎台车台班服务生产矿石量 3000t。

(5) 机械化建设可行性：破碎台车实现二次破碎作业机械化，操作人员只需操控平台按钮，发送指令完成大块岩石的破碎；避免了传统二次破碎飞石、炮烟、落石等对作业人员的危害因素，安全可靠。破碎台车行走方便，破碎大块效率高，减少了破碎作业时间，增加了出矿作业时间，提升了整体作业效率；减少了炸药用量，经济性合理。

## 附件 3

# 支护作业机械化建设指导方案

非煤地下矿山支护包括撬毛、喷浆、锚网支护等内容，根据矿山生产规模、建设基础和开采条件，对支护作业过程中机械化建设提出相关要求。

## 一、工作要求

积极推广撬毛台车、喷浆台车、锚杆（索）台车等机械化装备在矿山支护作业中的应用，推动地下非煤矿山支护作业机械化建设步伐，提高装备水平，改善作业条件，最大限度减少井下作业人员，提升矿山本质安全水平。

## 二、工作内容

### （一）撬毛作业机械化建设

#### 1、现状

目前，地下非煤矿山撬毛作业大多采用人工撬毛方式：人工手持撬棍、钢钎等工具敲击井巷、工作面顶板及侧帮。人工撬毛作业存在劳动强度大，安全性差等危害因素。

#### 2、机械化建设要求

地下非煤矿山撬毛作业应全面推广应用轮胎式、履带式撬毛台车，代替人工撬毛作业；条件受限时，可采用人工进行辅助撬毛作业。

### 3、机械化建设目标

大型矿山撬毛作业机械化率达到 80% 以上；中小型矿山撬毛作业机械化率达到 50% 以上。

### 4、机械化建设案例

(1) 示例单位：莱芜谷家台铁矿

(2) 机械化设备：撬毛台车 XMPYT-48/450

(3) 施工工艺：撬毛台车所有仪表及档位均集成在驾驶台上，方便驾驶员观察和操作；冲击锤冲击频率为 0-13hz，既能清理掉采场、巷道顶板破碎部分，又可保证原本完好的巷道顶板不受损伤。

(4) 机械化建设可行性：适用于地下矿山采掘工程撬毛作业和敲邦问顶工作，能快速有效的清除爆破作业后易冒落、垮塌、比较隐蔽的工作面顶板和两帮不稳固的岩石，防止冒顶片帮事故发生，确保作业现场人员及设备安全。

#### (二) 喷浆支护作业机械化建设

##### 1、现状

目前，地下非煤矿山喷浆作业多采用传统干喷机、湿式喷浆机。由于干喷或普通湿喷作业全由人工操作，施工人员利用作业台架需近邻作业面，不仅作业条件差，劳动强度大，且易发生顶板冒落、片帮和高处坠落等安全事故。

##### 2、机械化建设要求

喷浆作业应全面推广应用喷浆台车，条件受限时，可采用湿

式喷浆机配合作业，取缔传统的干式喷浆作业方式。

### 3、机械化建设目标

大型矿山喷浆作业机械化率达到 80% 以上；中小型矿山喷浆作业机械化率达到 50% 以上。

### 4、机械化建设案例

(1) 示例单位：安徽霍邱马钢矿业张庄铁矿

(2) 机械化设备：HP4-2008 喷浆台车

(3) 设备台效：喷浆台车每台班可喷射混凝土 20-30m<sup>3</sup>，为普通喷浆机工作效率的 3-4 倍。

(4) 机械化建设可行性：喷浆台车可实现智能控制和机械化作业，可安全、迅速的对岩面进行初喷砼封闭和加固作业，能够提高喷浆效率，降低粉尘，改善作业环境，同时也大大降低了作业人员劳动强度，有效保障人员作业安全。

### (三) 锚网支护机械化建设

#### 1、现状

目前，地下非煤矿山锚网支护作业多采用传统人工手持风钻、锚索机钻凿锚杆（索）眼，站在台架上挂网方式。由于打眼、注锚杆（索）、挂网片全由人工操作，施工人员邻近作业面，不仅作业条件差，劳动强度大，且易因顶板冒落、片帮、高处坠落等发生安全事故。

#### 2、机械化建设要求

机械化采掘工作面锚网支护应全面推广应用锚杆（索）台车

等机械化设备，代替人工锚网支护作业。

### **3、机械化建设目标**

大型矿山锚网作业机械化率达到 60% 以上；中小型矿山锚网作业机械化率达到 40% 以上。

### **4、机械化建设案例**

(1) 示例单位：安徽霍邱金日盛矿业

(2) 机械化设备：CYTM41-2 矿用液压锚杆台车

(3) 设备台效：台班可装打锚杆 60 根，挂网 20-25 张，为人工效率的 2-3 倍。

(4) 机械化建设可行性：锚杆（索）台车实现了锚网支护机械化作业，操作人员少，作业效率高，可适用于围岩结构复杂，岩层破坏严重地质条件的支护工程。同时，人员可处于相对安全的位置进行远程遥控操作，有效保障了人员作业安全。

## 附件 4

# 运输作业机械化建设指导方案

地下矿山运输系统和运输方式应结合矿床条件、开拓系统、采矿方法、开采规模、生产服务年限、运输设备发展现状等原则确定。目前省内矿山运输方式有三种：轨道机车运输、无轨自卸汽车运输、带式输送机运输。

### 一、工作要求

积极推广应用有轨机车、无轨自卸汽车、带式输送机等先进运输设备。通过优化生产工艺，逐步实现主运输系统自动化。推动地下非煤矿山运输系统机械化建设步伐，提高装备水平，改善作业条件，最大限度减少井下作业人员，提升矿山本质安全水平。

### 二、工作内容

#### （一）轨道机车运输

##### 1、现状

目前国内地下矿山巷道运输主要为机车轨道运输。通过电机车牵引矿车或专用车辆进行运输，属间断性运输，运输组织比较复杂，设备数量多，人员多，且受巷道坡度限制。

##### 2、机械化建设要求

轨道机车运输应推广采用架线式电机车、蓄电池机车、变频电机车牵引底卸式或侧卸式矿车，并实现自动卸载。

大型矿山可采用电机车远程遥控、有轨运输智能化调度与控制、视频无线传输、信集闭监控等技术，结合自动放矿、溜井料位监测、自动化称重计量等配套手段，代替人工驾驶机车、人工放矿等工艺，实现井下主运输系统无人操作。

地下矿山应实现服务车辆机械化：应用平板车、材料车、炸药车、平巷人车、斜井人车等代替人工运输。

### **3、机械化建设目标**

矿山有轨运输系统机械化率达到 100%，逐步实现主运输系统智能化控制。

### **4、应用实例**

(1) 示例单位：铜陵有色金属集团有限公司

(2) 运输设备：CJY20-9/550GP 变频电机车

(3) 有轨运输机械化使用情况：铜陵有色公司冬瓜山铜矿有轨运输无人驾驶系统，能够适应现场高温、高湿、高粉尘、频繁振动的恶劣环境，最高运输能力达 1 万吨/天，劳动定员减少 54.5%，有效运行时间和生产能力提升 20%以上，极大提升了生产效率，减少了劳动定员和劳动强度。

## **(二) 无轨汽车运输**

### **1、现状**

目前部分条件具备的地下矿山已经应用无轨汽车运输。有地下汽车直通地表的，有汽车运输与机车有轨运输联合的。我国目前地下运矿、运人车设备技术已经比较成熟。

## 2、机械化建设要求

(1) 无轨汽车运输的矿山应尽量选择为运输巷道断面所允许的大型设备，实行无轨运输采掘作业，提高生产效率。

(2) 采用无轨汽车运输的矿山宜配备多功能服务车，实现材料、炸药、人员机械化运输。

(3) 无轨汽车运输驾驶室应满足（FOPS/ROPS 防落石/防滚翻）标准；制动系统应采用双回路刹车系统，提供双保险；矿用专用底盘，坚固耐用；尾气排放应采用尾气催化净化器和消声器满足欧 3 排放标准。

## 3、机械化建设目标

采用无轨汽车运输的矿山机械化率达到 100%，逐步实现主运输系统智能化控制。

## 4、应用实例

(1) 示例单位：山东黄金集团焦家金矿

(2) 机械化设备：12 吨运矿卡车

(3) 设备台效：每台班出矿量 450-550t。

(4) 矿用汽车使用情况：采场到溜井由矿用汽车运输，减少了铲运机运输的路程，运输效率明显提高；另外，汽车运输能够将矿石通过斜坡道直接运输至地表，运输机动灵活，生产环节少，效率高。

### (三) 带式输送机运输

#### 1、现状

带式输送机运输是一种连续运输方式，可运输矿岩、也可运输材料和人员。带式输送机运输生产能力大、安全可靠、操作简单、自动化程度高。带式输送机具有长距离、大运量、高速度的特点，适合现代矿山设备高效率运输的要求。目前部分有条件的矿山已经应用带式输送机进行运输。

## 2、机械化建设要求

带式输送机运输宜采用 800-1200mm 的带宽；集矿带式输送机运输宜采用 1000-1600mm 带宽；主干线带式输送机运输宜采用 1000-2000mm 的带宽，且带宽 1000mm 的输送机，运输能力可达 1000t/h。

带式输送机配置应选用阻燃输送带，还应配置清扫器、卸料器、逆止器、制动器等装置，保证安全运行应设置空仓、满仓保护；防大块冲击、防跑偏装置、紧急停车、超速、过载、打滑等保护装置；线路上的信号、电气联锁和紧急停车装置；带式输送机应实现集中控制，可与给料机、破碎机、多条皮带机实现一键启动，按顺序开停设备。

## 3、机械化建设目标

采用皮带机运输的矿山应采用自动化、智能化控制系统。

## 4、应用实例：

(1) 示例单位：山东金鼎矿业有限责任公司

(2) 机械化设备：DTII (A) 型带式输送机

(3) 设备台效及人员配备：每班运输量 2666t；配备作业

人员 8 名。

(4) 带式输送效果：生产效高，运输能力 2666 吨/班，便于管理、操作、维修，减少了劳动定员和职工作业劳动强度。

#### (四) 其他辅助运输

地下运输除了机车、矿车、矿用汽车、带式输送机等主要运输设备及人车、材料车、油料车等服务运输和辅助作业车辆外，还应由运输辅助设备代替人工作业。

(1) 溜井放矿设备：应采用闸门放矿、振动放矿机、板式给矿机等设备。

(2) 卸矿设备：应根据矿车的型式进行选用，固定式矿车应采用电动翻车机或翻车架卸矿。侧卸式或底卸式矿车应采用相应的曲轨卸矿。

(3) 井口车场应使用推车机移动矿车，代替人工推车。矿车计量：应安装动态电子轨道衡进行不摘钩、不停车自动连续称量。

(4) 皮带输送机运输应使用给矿机、电子皮带秤、电磁除铁器、胶带硫化器等。

## 附件 5

# 非煤地下矿山机械化建设设备选型参考目录

### 附 1：凿岩台车设备表

设备名称	规格型号	外形尺寸 (长*宽*高) mm	适应断面 (宽*高)	生产厂家
轮胎式凿岩台车	DW1-24/CYTJ45	9861*1390*1876/2465	2.3*2.3 <sup>-</sup> 5*4	江西鑫通
轮胎式凿岩台车	DW1-24/CYTJ45	10137*1600*2080/2669	3*2.8 <sup>-</sup> 6.5*6.1	江西鑫通
轮胎式凿岩台车	CYTJ76	12135*2050*2100/2800	3*3 <sup>-</sup> 6.9*6.7	江西鑫通
轮胎式凿岩台车	CYTJ76 (C)	14786*2250*2310*3010	4.5*4.5 <sup>-</sup> 11*8.5	江西鑫通
履带式凿岩台车	CYTJ45 (C)	9150*1200*1850/2420	2.2*2.2 <sup>-</sup> 5.3*4.2	江西鑫通
轮胎式凿岩台车	Boomer 281-15	11306*1980*3012	3*3 <sup>-</sup> 6*5.8	安百拓
轮胎式凿岩台车	Boomer282	11830*1990*3050	3*3 <sup>-</sup> 6*5.8	安百拓
轮胎式凿岩台车	CYTJ45	11400*1750*2410	2.8*2.8 <sup>-</sup> 5.5*5	山金重工
轮胎式凿岩台车	DD2710	10065*1600*2535	2.5*2.5 <sup>-</sup> 5*4.5	山特维克
轮胎式凿岩台车	Boomer K111	11160*1980*2145	3*3 <sup>-</sup> 6*5.8	安百拓
轮胎式凿岩台车	Boomer 291	11160*2000*2100	3*3 <sup>-</sup> 6*5.8	安百拓
轮胎式凿岩台车	Boomer K41	10735*1220*2010	2.5*2.5 <sup>-</sup> 5*5	安百拓
轮胎式凿岩台车	CYTJ102	10800*1980*2150	2.6*2.6 <sup>-</sup> 6*6	安徽佳乐
矿用液压掘进钻车	CYTJ45 (A)	11300*1750*2000/3000	3.5*3 <sup>-</sup> 6.5*5.5m	浙江开山
矿用液压掘进钻车	CYTJ45 (B)	11160*2000*1465/1985	3.5*1.8 <sup>-</sup> 6.5*5m	浙江开山
矿用液压掘进钻车	CYTJ45 (C)	11150*1600*1850/2650	2.6*2.6 <sup>-</sup> 5*4.2m	浙江开山
矿用液压掘进钻车	CYTJ45/2	12000*2160*2500/3300	3*4 <sup>-</sup> 11.5*9.2	浙江开山
轮胎式凿岩台车	CYTJ45	11500*1850*2270/2950	4.0*4.0 <sup>-</sup> 6.1*6.1	宣化华泰
轮胎式凿岩台车	CYTJ45 (A)	11000*1650*2080/2780	3.0*3.0 <sup>-</sup> 5.0*4.5	宣化华泰
轮胎式凿岩台车	CYTJ45 (B)	9900*1500*2070/2865	2.5*2.5 <sup>-</sup> 3.5*3.5	宣化华泰
轮胎式凿岩台车	CYTJ45 (D)	9000*1380*1770/2280	2.2*2.2 <sup>-</sup> 2.8*2.8	宣化华泰
轮胎式凿岩台车	CYTJ45-2	15620*2500*2638/3302	5.5*5.5 <sup>-</sup> 7.5*8.0	宣化华泰

## 附 2：天井钻机设备表

设备名称	规格型号	外形尺寸 (长*宽*高) mm	钻井直径 $\phi$ /mm	生产厂家
天井钻机	ZFY1.2/30/150	2290*1110*1430	1200	济南卓力工矿
天井钻机	ZFY1.4/40/200	2950*1370*1700	1400	济南卓力工矿
天井钻机	ZFY1.5/35/250	2670*1380*1560	1500	济南卓力工矿
天井钻机	ZFY1.8/40/250	2670*1380*1560	1800	济南卓力工矿
天井钻机	ZFY2.5/105/200	3000*1450*1650	2500	济南卓力工矿
天井钻机	ZFY3.5/150/400	3000*1750*1750	3500	济南卓力工矿
天井钻机	Easer L	11681*2526*3488	750	安百拓

## 附 3：采矿台车设备表

设备名称	规格型号	外形尺寸 (长*宽*高) mm	适应断面 (宽*高) m	生产厂家
轮胎式采矿台车	DL1/CYTJ76	8475*1580*2669	2.8*2.8 <sup>-</sup> 4.3*4.3	江西鑫通
轮胎式采矿台车	DL2/CYTC76A	7183*1600*2581	3*2.8 <sup>-</sup> 4.3*4.3	江西鑫通
轮胎式采矿台车	DL4/CYTC76E	9075*2409*3018	3.7*3.5 <sup>-</sup> 5.3*7.4	江西鑫通
履带式采矿台车	DL6	7433*2448*3064	3.5*3.5 <sup>-</sup> 5.5*6.8	江西鑫通
液压采矿钻车	Simba 1254	7102*2380*2920	2.8*2.8 <sup>-</sup> 4.0*4.2	安百拓
液压采矿钻车	Simba 1354	8209*2380*2960	2.8*2.8 <sup>-</sup> 4.3*4.3	安百拓
液压采矿钻车	CYTC89	8209*2380*2960	2.8*2.8 <sup>-</sup> 4.3*4.3	安徽佳乐
矿用液压采矿钻	CYTC115 (A)	6700*1600*2580/300	2.9*2.8 <sup>-</sup> 5.2*4.5	浙江开山
矿用液压采矿钻	CYTC115	9700*2300*3300	3.5*3.5 <sup>-</sup> 5.0*5.0	浙江开山
矿用潜孔钻机	KQG-115	5525*2375*2975	3.5*3.2 <sup>-</sup> 4.5*8	浙江开山
轮胎式采矿台车	CYTC76	7900*2400*2300	3.5*3.5 <sup>-</sup> 5.0*5.0	宣化华泰
轮胎式采矿台车	CYTC70	8315*1650*2140	3.5*3.5 <sup>-</sup> 4.0*4.0	宣化华泰
轮胎式采矿台车	CYTC70	7280*1450*1730	3.0*3.0 <sup>-</sup> 4.0*4.0	宣化华泰

#### 附 4：炸药台车设备表

设备名称	规格型号	外形尺寸 (长*宽*高) mm	适应工作类型	生产厂家
现场混装乳化炸药车	BCHR-15	10870*2500*3750	掘进	湖北金聚能科技有限公司
现场混装乳化炸药车	BCHR-10	9090*2500*3750	掘进	湖北金聚能科技有限公司
现场混装乳化炸药车	JWL-DXRH	120000*2200*2600	掘进	金奥博科技
现场混装乳化炸药车	BCJ-2	7600*2100*2600	掘进	北京北矿亿博
现场混装乳化炸药车	BCJ-4	10300*2200*2700	掘进	北京北矿亿博
现场混装乳化炸药车	BCJ-41	9700*2200*2700	采矿	北京北矿亿博

#### 附 5：铲运机设备表

设备名称	规格型号	外形尺寸 (长*宽*高) mm	适应断面 (宽*高) mm	生产厂家
内燃铲运机	TXCY-1	5570*1395*1920	1600*2200	莱州市拓兴
内燃铲运机	TXCY-2	6810*1840*1960	2500*2500	莱州市拓兴
电动铲运机	TXCY-1D	5710*1395*1920	1600*2200	莱州市拓兴
电动铲运机	TXCY-2D	7180*1840*1970	2500*2500	莱州市拓兴
铲运机	ST1030	9699*2488*2352	3500*3500	安百拓
铲运机	ST2D	7003*1663*2112	2500*2500	安百拓
铲运机	ST3.5	8739*1976*2126	3000*3000	安百拓
柴油铲运机	ACY204 (WJ-2)	7482*1800*2100	2600*2300	北京安期生
柴油铲运机	ACY307 (WJ-3)	9100*2187*2150	3200*2400	北京安期生
柴油铲运机	ACY410 (WJ-4)	9632*2815*2430	3800*2700	北京安期生
电动铲运机	ADCY204 (WJD-2)	7776*1781*1905	2600*2300	北京安期生
电动铲运机	ADCY307 (WJD-3)	9015*2123*2081	3200*2400	北京安期生
电动铲运机	ADCY410 (WJD-4)	10066*2815*2430	3800*2700	北京安期生

**附 6：破碎台车设备表**

设备名称	规格型号	外形尺寸 (长*宽*高) mm	破碎处理量 (t/h)	生产厂家
轮胎式破碎台车	UPT-154/2800	8590*1890* 2280	60	湖北天腾重工
轮胎式破碎台	UPT-119/2000	7630*1838*2180	45	湖北天腾重工
轮胎式破碎台车	UPT-154/5100	9700*2058*2400	100	湖北天腾重工
轮胎式破碎台车	UPT-107/1700	7930*1810*2250	55	北京安期生

**附 7：撬毛台车设备表**

设备名称	规格型号	外形尺寸 (长*宽*高) mm	最大摸高/mm	生产厂家
轮胎式撬毛台车	XMPYT-48/450	5700*1760* 1650	6000	安徽佳乐
轮胎式撬毛台车	XMPYT-48/450	5580*1760*1795	6000	安徽佳乐
轮胎式撬毛台车	XMPYT-55/450	6100*1910*2240	6000	安徽佳乐
轮胎式撬毛台车	XMPYT-53/450Y	5580*1760*1795	6000	安徽佳乐
轮胎式撬毛台车	XMPYT-97/700	8000*1950*2190	9200	安徽佳乐
轮胎式撬毛台车	XTQM1	6500×1715*2490	6000	江西鑫通
轮胎式撬毛台车	XMPYT-45/450	5200*1600*1850	6000	湖北天腾重工
轮胎式撬毛台车	XMPYT-74/500	8800*1990*2200	8000	湖北天腾重工
轮胎式撬毛台车	XMPYT-97/700	9230*2150*2200	9000	湖北天腾重工
撬毛台车	XMPYT-60/350	8800*1750*2650	8500	浙江开山

## 附 8：喷浆台车设备表

设备名称	规格型号	外形尺寸（长*宽*高）mm	喷射能力 (m <sup>3</sup> /h)	生产厂家
轮胎式喷浆台车	HP4/UPS-20J	10300*2165*2600	10m <sup>3</sup> /h	江西鑫通
履带式喷浆台车	HP6	4100*1400*2540	10m <sup>3</sup> /h	江西鑫通
轮胎式喷浆台车	CSPB20T	7220×2100×2500（±20）	20m <sup>3</sup> /h	安徽佳乐
履带式喷浆台车	UPS-20ZL（A）	5840×1725×2080（±20）	20m <sup>3</sup> /h	安徽佳乐
轮胎式喷浆台车	UPS-20ZT（C）	6850×2010×2190（±20）	20m <sup>3</sup> /h	安徽佳乐
轮胎式喷浆台车	UPS-20JT（A）	7670×2000×2350（±20）	20m <sup>3</sup> /h	安徽佳乐
轮胎式喷浆台车	UPS-20JT（C）	7670×2050×2350（±50）	20m <sup>3</sup> /h	安徽佳乐
轮胎式喷浆台车	UPS-20JT（D）	7670×2050×2350（±50）	20m <sup>3</sup> /h	安徽佳乐
轮胎式喷浆台车	UPS-20JT（H）	7670×2050×2350（±50）	20m <sup>3</sup> /h	安徽佳乐
轮胎式喷浆台车	UPS-15JT（A）	5680×1850×1980（±50）	15m <sup>3</sup> /h	安徽佳乐
轮胎式喷浆台车	UPS-15JT（B）	6500×1700×1980	15m <sup>3</sup> /h	安徽佳乐
轮胎式喷浆台车	UPS-18J	8000*2000*2166	18m <sup>3</sup> /h	湖北天腾
轮胎式喷浆台车	UPS-8J	4500*1500*1950	8m <sup>3</sup> /h	湖北天腾

## 附 9：湿喷台车配套设备

设备名称	规格型号	外形尺寸（长*宽*高） mm	生产能力	生产厂家
铲运搅拌车	JDY-2J	8020×2280×2250	2m <sup>3</sup> （料斗容积）	安徽佳乐
矿用搅拌机	JDY-20L	5870x1580x2340	20m <sup>3</sup> （料斗容积）	安徽佳乐
混凝土搅拌运输车	KJC-4（A）	7000×2200×2540	5.4m <sup>3</sup> （几何容量）	安徽佳乐
混凝土搅拌运输车	KJC-4	7000×2200×2540	5.4m <sup>3</sup> （几何容量）	安徽佳乐
混凝土搅拌运输车	KJCJ-2.6	7600*1720*1930	2.8m <sup>3</sup> （几何容量）	安徽佳乐
混凝土搅拌运输车	KJCJ-4	9080*2100*2420	5.5m <sup>3</sup> （几何容量）	安徽佳乐

附:10: 锚杆台车设备表

设备名称	规格型号	外形尺寸 (长*宽*高) mm	适应断面 (宽*高)	生产厂家
轮胎式锚杆台车	CYTM41/2 (A)	9220*1600*2050/2650	3*3 <sup>-</sup> 5.6*5.1	华泰矿冶
轮胎式锚杆台车	CYTM41/2 (C)	10310*2050*2110/2810	3*3 <sup>-</sup> 5.6*5.1	华泰矿冶
轮胎式锚杆台车	Boltec S	10020*2115*2841	2.8*2.8 <sup>-</sup> 5.5*5.0	安百拓
锚杆台车	Boltec 235	11216*2600*2300	3.3*3.3 <sup>-</sup> 6*6	安百拓
轮胎式锚杆台车	CYTM41/2 (A)	9220*1600*2050/2650	3.2*3.2 <sup>-</sup> 5.6*5.1	江西鑫通
轮胎式锚杆台车	CYTM41/2	10310*2050*2110/2810	3.5*3.5 <sup>-</sup> 6*6	江西鑫通
轮胎式锚杆台车	CYTM41/2	11300*1900*2400	2.5*3.7 <sup>-</sup> 9.6*8.5	安徽佳乐
液压锚杆台车	CYTM41/2	10700*1750*2000/3300	3*3 <sup>-</sup> 5.7*5.5	浙江开山
液压锚杆台车	CYTM41/2 (A)	10200*1600*1800/2650	2.5*2.5 <sup>-</sup> 4.5*5.0	浙江开山

附 11: 无轨运输设备表

设备名称	规格型号	外形尺寸 (长*宽*高) mm	适应断面 (宽*高)	生产厂家
12 吨运矿卡车	TXUK-12	6900*1937*2290	2500*2500	莱州市拓兴
16 吨运矿卡车	TXUK-16	7678*2212*2312	2700*2700	莱州市拓兴
15 吨运矿卡车	UQ-15	7.15*2.5*2.55	3500*3500	江阴江平机械
20 吨运矿卡车	UQ-20	7.5*2.48*2.6	3500*3500	江阴江平机械
35 吨运矿卡车	UQ-35	8.1*2.54*2.6	3500*3500	江阴江平机械
无轨人车	RU-12	5.05*2.05*2.15	3000*3000	江阴江平
无轨人车	RU-22	6.4*2.03*2.6	3500*3500	江阴江平
无轨人车	RU-10	5.35*1.96*2.15	3000*3000	金诺矿山
无轨人车	RU-23	8.4*2.04*2.3	3500*3500	金诺矿山
多功能服务车	6T	7800*1800*2250	3000*3000	金诺矿山
多功能服务车	10T	7870*2000*2300	3500*3500	金诺矿山

## 矿井提升机电控系统建设指导方案

### 一、概述

矿井提升机是一种大型绞车。用钢丝绳带动容器（罐笼或箕斗）在井筒中升降，完成输送物料和人员的任务。提升机的任务一是提升有用矿物、矿石、煤炭；二是提升井下生产过程中产生的废石、矸石等；三是升降人员、运送设备和下放物料。

矿井提升系统按照不同分类方式可分为不同类型提升系统：按用途分：主井提升机、副井提升机；按电气传动方式分：交流传动、直流传动；按钢丝绳的工作方式分：缠绕式提升机、摩擦式提升机；按卷筒结构形式分：绞轮、圆锥型、圆柱圆锥型、圆柱型；按提升绳的多少分：单绳式、多绳式；按提升容器分：罐笼提升、箕斗提升和吊桶提升。目前我国国家生产和使用的提升机可分两大类：单绳缠绕式和多绳摩擦式提升机。

为提高提升系统安全高效运行，提高作业效率，建设矿井提升自动控制系统。矿井提升自动控制系统一般采用双 PLC 控制，满足提升机电控设备相关规程规定。除完成绞车手动、半自动运行过程的逻辑操作外，通过高速计数器模块接收编码器发出的脉冲信号，精密计算并显示罐笼（或矿车）所处位置及速度，提供可靠的软减速点及过速、软过卷保护。

提升自动控制系统由电源柜、操作台、PLC控制柜、变频柜测速发电机、轴编码器、工业控制计算机、中段控制箱、通讯网络、检测仪表等设备组成。提升自动化系统辅助设施主要包括视频监控系統、设备监测系统、数据分析展示平台等系统。

为了保证提升系统安全运行，必须设置必要的保险装置：防止过卷装置、防止超速装置、过负荷和欠电压保护装置、限速装置、深度指示器失效保护装置、闸间隙保护装置、松绳保护装置（缠绕式提升绞车）、满仓保护装置（箕斗提升）、减速功能保护装置。

## 二、重点监测参数

**闸盘温度：**对闸盘温度进行检测，避免制动盘变形问题，采用非接触式温度传感器。

**润滑站压力：**对润滑站压力进行检测，确保减速机润滑正常，采用压力变送器。

**闸盘间隙检测：**对每个制动盘的间隙进行实时检测，确保提升机制动安全有效，采用非接触距离传感器。

**液压站压力、油温：**对液压站压力、油温状态实时监测，保证制动系统可靠动作，采用压力传感器和温度变送器。

**停车开关：**对提升容器在各停车点进行检测，确定停车位置准确，采用采用光电式或磁开关。

**减速开关：**对提升容器定点进行速度校核，确保井筒在两端准确减速，采用磁接近开关。

**井筒位置同步开关：**对提升容器定点进行位置同步，避免位置错误造成坠罐事故，采用磁接近开关。

**安全门检测开关：**对安全门状态进行实施检测，防止人员坠井，采用光电式或磁开关。

**箕斗挂钩检测开关：**对箕斗挂钩进行检测，避免箕斗运行中斗门打开损坏井筒装备。采用光电式检测开关或 AI 智能检测装置。

**尾绳开关：**对尾绳运行状态进行检测，避免尾绳打结，采用尾绳检测装置。

**电机电流：**对提升机电机运行电流实时监测，保证电机正常运行，采用传动系统检测数据。

**提升机速度、位置：**对提升机运行速度、容器位置进行实施监测，采用编码器。

**钢丝绳在线检测：**对提升机钢丝绳断丝、直径等状态进行实时在线检测，确保钢丝绳满足运行要求。

**励磁电流：**对提升机电机励磁电流实时监测，保证提升机正常运行，采用励磁装置。

**松绳保护：**对缠绕式提升机松绳状态进行检测，确保提升机松绳时紧急制动，采用光幕式松绳保护装置。

### 三、自动化控制系统

#### （一）规范和规程

提升机电控设备应符合下列标准与规程：

《金属非金属地下矿山安全规程》 GB 16423-2020

《矿山电力设计标准》 GB 50070-2020

《竖井罐笼提升信号系统安全技术要求》 GB 16541-2010

《全数字交流传动矿井提升机电控设备技术条件》 MT/T  
1083-2007

《供配电系统设计规范》 GB 50052-2009

《低压配电设计规范》 GB 50054-2011

《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》 GB/T  
50062-2008

《3-110KV 高压配电装置设计规范》 GB 50060-2008

《3.6 kV ~ 40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》 GB  
3906-2006

《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》 GB/T  
11022-2011

《低压开关设备和控制设备》第 1 部分总则 IEC  
60947-1: 2001 GB 14048.1-2012

《电能质量公共电网谐波》 GB/T 14549-1993

《电能质量电压波动与闪动》 GB/T 12326-2006

《矿用一般型电气设备》 GB12173-2008

《外壳防护等级的分类》 GB4208-2008

《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》 DL/T 620  
国家标准 GB/T 12668.3-2003 调速电气传动系统: 第 3 部

分：产品的电磁兼容性标准及其特定的试验方法

《电磁兼容试验和测量技术抗扰度试验总论》 GB/T  
17626.1-2006

《低压成套开关设备和电控设备的基本试验方法》 GB/T  
10233

《电气设备的抗干扰特性基本测量方法》 GB 4859-84

《工业过程测量和控制装置的电磁兼容性》

GB/T 13926-92

视频安防监控系统工程设计规范 GB 50395-2007

视频显示系统工程技术规范 GB 50464-2008

## （二）控制要求

1. 提升装置的机电控制系统应符合以下要求：

使用电气制动的，当制动电流消失时应实现安全制动；

深度指示器故障时，应实现安全制动；

制动油压过高、制动油泵电动机断电、制动闸瓦异常时，应  
实现安全制动；

提升容器到达预定减速点时提升机应自动减速；

提升机与信号系统之间应实现闭锁，无工作执行信号不能开  
车；

未经提升管理部门批准不得解除闭锁和安全制动。

2. 采用立井箕斗进行提升的矿井，应实现无人值守或集中值  
守的运行模式，具有自动装卸载系统，设置避免重复装载的保护，

箕斗卸载站受矿仓具有满仓闭锁保护。

3. 采用斜井串车提升的矿井，尽可能实现无人值守或集中值守运行；设置常闭式防跑车装置，宜设置掉道保护装置；

4. 副井提升机电控装置应配置带有应急/转发/全自动的信号系统，安全门、摇台、阻车器应与提升系统联锁。

5. 除提升机系统必要的监测装置外，还应增设以下监测装置：闸盘测温、电控柜和电控室烟雾报警、电机轴温、电机轴承振动等检测装置。

6. 保证提升机安全运行应安装必要的摄像头，摄像头应能观察到：主机全景、电控室全景、操作室全景、井口矿仓卸矿口、井底装矿口、天轮处下垂钢丝绳。

### （三）功能要求

#### 1. 电气传动系统要求

满足《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）8.1.4 对提升机电控电气传动系统要求，还应满足以下要求：

（1）传动系统中的“调速装置”应能向“提升机主控系统”以数字量或模拟量方式反馈以下信号：1）装置备妥；2）装置故障；3）装置运行；4）电机电流；5）运行频率。

（2）“提升机主控系统”向“调速装置”发送以下控制信号：1）正转信号；2）反转信号；3）急停信号；4）速度给定信号。

#### 2. 系统安全保护要求

满足《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）8.1.5 对提升

机电控电气传动控制系统的要求。

3. 提升人员的罐笼提升系统符合的要求

满足《金属非金属地下矿山安全规程》(GB16423-2020)

6.4.4.19 对罐笼提升系统的要求。

4. 主要提升矿、废石的罐笼提升系统符合的要求

系满足《金属非金属地下矿山安全规程》(GB16423-2020)

6.4.4.20 对罐笼提升系统的要求。

5. 竖井罐笼提升信号系统要求

满足《竖井罐笼提升信号系统 安全技术要求》

(GB16541-2010) 4.1 安全技术要求和 4.2 联锁要求执行的要求，还应满足以下要求：

人员，还应满足以下要求：

人员在罐笼顶部检修时，应设置便于检修人员向井口发送“上提、下放、停车”信号的装置。

6. 装、卸载控制系统要求

装载站设操作台。装载站受控工艺设备有振动放矿机、皮带机、计量漏斗开、计量漏斗液压站等。每个受控设备应配置现场操作箱并具备就地和远程功能，就地方式下实现单一设备独立控制。

7. 高低压电源柜设备要求

满足《全数字交流传动矿井提升机电控设备技术条件》(MT/T 1083-2007) 对提升机高低压柜的要求。

8. 操作台要求

满足《全数字交流传功矿井提升机电控设备技术条件》(MT/T 1083-2007)对提升机电控设备的要求,还应满足以下要求:

操作台表面应有防水、防锈设计;标识标牌应有防脱落,防掉字设计。

#### 9. 电气联锁和安全保护

满足《全数字交流传功矿井提升机电控设备技术条件》(MT/T 1083-2007)(4.17)对提升机电气联锁和安全保护的要求。

#### 10. 液压站控制系统

对液压站控制,具备本地/远程启停功能,就地显示与远程传送制动压力及给定压力。实现正常制动和紧急制动功能,具备二级制动或类似的制动缓冲功能。液压站具备一定的自诊断功能,至少能够自诊断出二级制动是否正常。

#### (四) 设备要求

实现对提升系统可靠的控制,设备、仪表应可靠运行。

##### 1. 温度传感器

电机绕组温度、轴承温度配置一体化热电阻温度变送器。

##### 2. 井筒开关

井筒开关对罐笼(或箕斗)磁铁感应距离在10厘米到20厘米之间。

##### 3. 编码器

使用增量式编码器。

##### 4. 闸瓦间隙检测传感器

采用非接触式传感器，检测精度不低于 0.02mm

### **5. 液压站压力传感器**

采用压力传感器，保证制动系统可靠动作，带就地显示与远传功能。

### **6. 停车开关**

对提升容器在各停车点进行检测，确定停车位置准确，采用光电式或磁开关。

### **7. 减速开关**

采用磁接近开关。

### **8. 井筒位置同步开关**

对提升容器定点进行位置同步，避免位置错误造成坠罐事故，采用磁接近开关。

### **9. 安全门检测开关**

对安全门状态进行实施检测，防止人员坠井，采用光电式或磁开关。

### **10. 箕斗挂钩检测开关**

对箕斗挂钩进行检测，避免箕斗运行中斗门打开损坏井筒装备。采用光电式检测开关或 AI 智能检测装置。

### **11. 尾绳开关**

对尾绳运行状态进行检测，避免尾绳打结，采用尾绳检测装置。

### **12. 松绳保护装置**

对缠绕式提升机松绳状态进行检测，确保提升机松绳时紧急制动，采用接触式和非接触式松绳保护装置。

### **13. PLC 控制器**

控制系统配置国内外知名品牌逻辑控制器作为中央控制系统，人机界面软件采用正版软件，安装工程师站、操作员站（互为备用）作为上位系统，为生产流程提供完整的过程监控与数据采集。IO 备用点数不低于 20%，每个机架备用槽位不低于 20%。

DI、DO 除卡件本身外要进行继电器隔离，AI、AO 除卡件本身外要进行模拟量单通道隔离。

### **14. 服务器、工控机、触摸屏**

服务器、工控机、触摸屏应选用满足生产需求的国内外知名品牌，相关配置应满足自动控制需求。

UPS 电源应能保证关键设备仪表断电后的应急处置，断电保持 30min 以上，容量应根据自动控制系统装机容量计算得出。

### **15. 视频监控**

视频监控选用国内外知名品牌，防护等级应能够满足现场需求；硬盘录像机按照要求配存储容量。

## **四、风险分析及应对措施**

### **（一）飞车**

飞车由于抱闸失灵，提升机飞车。原因有以下几种：液压站故障、回油管路堵塞、制动电磁线圈失效、弹簧丢失闸力、维修人员责任心不强或技术水平低等。

应对措施：在电控程序中为防止飞车的发生，分别在主控程序、副控程序中冗余中设置了最大速度保护，110%全行程速度包络线保护，主控速度、副控速度、传动速度两两比较保护。增加制动弹簧疲劳监测，实现制动弹簧疲劳在线监测。

## （二）卡罐

造成罐笼卡罐事故，原因有以下几种：竖井罐道木磨损较大或者罐道木受潮变形；罐笼防坠器制动齿调整臂活动自由度增大；提升机操作工下放速度过快等。

采取的措施：设置全行程的安全卡动作监控保护，辅以定点位置检查保护与负荷变化分析保护。增加提升机松绳保护检测装置，出现卡罐时时及时报警停机。

## （三）机械过卷

造成提升机过卷原因比较多，如操作人员失误，深度指示器失效，保护装置失效，制动失效等。

采取措施：在电控程序中为防止机械过卷的发生，分别在主控程序中设置了终端停车记忆保护、程序停车保护、程序过卷保护、定点位置校核保护。在副控程序中冗余设置了程序过卷保护、定点位置校核保护。同时将副控系统的双路安全输出作为提升机电控系统硬件安全回路的一个必要环节。

# 五、典型实例方案

## （一）系统概述

### 1. 提升系统配置

某铁矿主井提升系统，设计生产能力 80 万 t/a，矿山服务年限为 15 年。主井井口标高 253m，井底装载水平标高-128m，井口卸载水平标高 267.5m，采用单箕斗配平衡锤提升系统，负责全矿的矿石提升任务。

供电电源：

1) 高压电源：AC 6/10kV、50Hz

2) 低压电源：AC 380/220V、50Hz

## 2. 提升系统主要技术参数

序号	名称	单位	数值
1	设备名称及规格型号：JKMD-3.5×4PⅢ落地式多绳摩擦式提升机		
2	摩擦轮直径	mm	3500
3	天轮直径	mm	3500
4	提升钢丝绳根数	根	4
5	提升钢丝绳最大静张力	kN	525
6	提升钢丝绳最大静张力差	kN	140
7	提升钢丝绳间距	mm	300
8	钢丝绳（首绳）直径	mm	Φ32
9	摩擦衬垫系数 GDM326（进口材料）		$\mu \geq 0.25$ 比压 $\geq 2\text{Mpa}$
10	提升容器		6.3m <sup>3</sup> 多绳底卸式箕斗，自重 13.4t，平衡锤重 20.4t。
11	容器载重	t	允许最大载重量 14t
12	提升高度	m	409
13	最大提升速度	m/s	8.24
14	加减速度	m/s <sup>2</sup>	$\leq 0.6$
15	提升方式		箕斗+平衡锤
16	提升水平	个	2

序号	名称	单位	数值	
17	低速直联交流变频单绕组同步电机	厂家	上海电机厂	
		型号	TDBS1000-20	
		功率	kW	1000
		电压	kV	10
		转速	r/min	45
		过载倍数		$\lambda \geq 2$ 60s
		防护等级		IP44
		绝缘等级		F级, B级温升考核
		工作制		S9
		冷却方式		IC37 管道强迫通风冷却(管道及冷却风机由甲方自备)

## (二) 方案综述

成套交流提升机电控设备主要由以下部件组成：高压开关柜、励磁变压器、交直交变频调速柜、同步电机励磁柜、低压电源柜、PLC控制柜、操作台、上位计算机以及编码器、测速机、井筒检测开关等一些辅助元件。

### 1. 主井提升机电控配置要求

JKMD-3.5 × 4P III型落地式多绳摩擦矿井提升电控系统一套（包括高压开关柜、励磁变压器、交直交变频调速柜、同步电机励磁柜、低压电源柜、PLC控制柜、网络化操作台、上位机监控系统、装卸载控制及信号系统、提升机远程监控系统、各类开关、编码器及线缆、现场调试服务等）。

### 2. PLC控制系统

具有自动、手动、检修、调绳、应急运行、急停、过卷回收、慢动等操作方式。各种操作方式均与提升信号闭锁，没有信号不能开车。各种操作方式均应有可靠的保护，符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2006）的规定。

能完成完善的提升系统的保护功能，对于全速超速、井筒两端减速段超速及上、下过卷等安全保护具有两套独立保护装置。

主控 PLC 柜：装有主控 PLC、控制电源开关、端子和继电器。满足电气设备与人身安全的保护要求，满足电磁兼容设计（EMC）要求。

硬接线安全电路：包括安全制动、紧急停车、进线开关跳闸、变频器故障、全行程任意点超速、过卷、闸系统故障、副 PLC 故障等，用硬接线继电器线路完成，继电器装于继电器柜内。

PLC 控制系统中包含（1）PLC 底板；（2）CPU 模块；（3）通讯接口；（4）电源模块；（5）高速计数模块；（6）数字量输入模块；（7）数字量输出模块；UPS 具备半小时应急供电能力并且输入输出具备 20%的余量。

### 3. 控制功能

（1）位置控制：包括减速、停车、过卷、同步、钢绳长度变化及由于急停、装矿造成的位移变化补偿。

（2）运行全程速度、位置、减速、过卷均采用两套独立装置互为保护监视。

（3）故障诊断功能：具有 PLC、变流器、总线通讯及 I/O

子站的完整故障诊断、监测及保护功能。

(4) 具备提升机超重、制动闸检测等检测保护功能。

(5) 具备完善的防止误操作措施，包括硬件和软件上的措施。

(6) 具备完善的连锁保护功能。

(7) 液压系统采用比例溢流阀调压装置调压。带有 PLC 编程接口或电脑接口，可实现自动控制。PLC 电控系统能实现与该调压装置的良好结合，闸控系统制动力矩可调整。

(8) 控制范围：变频器、液压站、闸系统监测、电机温度监视全纳入控制系统中。

(9) 提升全过程无级加减速，直接力矩控制。开车方式能够实现自动开车、手动开车、检修开车、过卷回收四种运行方式。

(10) 两套独立 PLC 分别采集两套独立脉冲编码器，PLC 冗余检测，对运行全程的速度、位置、减速、过卷均采用主控 PLC 和监控 PLC 互为保护监视，提高安全可靠性能，能满足提升机在最恶劣情况下可靠停车。

(11) 具备齐全的安全保护功能：要具有多种安全保护回路，利用 PLC 实现完善的保护功能，并增加一套独立的继电器安全保护系统。对于全程包络线超速、过卷、减速等关键环节应具有多重独立保护，多条安全保护回路之间互相冗余。轻重故障要具有声、光报警或预报警。过卷开关应设置机械式一套，具备过卷方向记忆，非过卷方向复位。

#### **4. 监控系统**

设有上位机监控系统，提供提升系统状态中文动态画面显示，包括设备参数、设备运行状态、速度、电压、电流曲线、主控 PLC 包络线保护曲线、数字监控器包络线保护曲线等的显示与记录、故障记录及报警、各类报表、产量记录等。动态画面为三维立体画面与提升机电控系统实物可动画面相结合的动态画面。

提升系统动静态画面生成（连续速度监测；超速、过载、过卷、井筒开关、供电系统监测；各种速度传感器的相互监视；转矩、电流的监测；供电系统接地故障的监测；电机、主轴承温度、闸瓦过磨损、闸盘偏摆等监测；主电机冷却风机监测；液压站、润滑站的监测、保护等）。

能对提升机系统发生的轻重故障进行诊断和保存（30 天）；能显示及打印故障发生的位置、时间、原因以及故障时的有关数据参数；对深度、速度实时值、提升种类、信号情况能进行实时显示并记录。

各类报表生成（班报、日报、月报、年报等）。

#### **5. 数据服务器**

采用研华工控机，I5CPU，16G 内存，固态硬盘 1T；24" 液晶显示器一台；键盘及鼠标一套。

#### **6. 操作台**

操作台装有下列部件：（1）信号指示（显示必要的报警性信号、综合信号）；（2）指示灯（显示必要的报警性信号、综合信

号); (3) 上下提升主令开关及手动速度给定; (4) 提升速度指示; (5) 电动机定子电流指示, 电机转矩指示; (6) 提升位置显示; (7) 闸压力指示; (8) 电动机停机显示灯; (9) 紧急停车按钮 (带有保护保持型); (10) 运行方式选择 (自动、手动、检修、回收); (11) 解除报警按钮 (瞬时); (12) 安全电路复位按钮 (瞬时、绿色); (13) 提升机封锁按钮。

## 7. 风机变频控制箱

通过预埋在电机内部的测温电阻 PT100, 选用上润智能仪表采集模拟量信号, 将处理好的信号反馈到主控 PLC 系统, 从而适时发出故障报警信号, 保证电机正常散热, 观察到电机温度相关参数。内含施耐德的塑壳断路器、交流接触器、热继电器、按钮、指示灯等低压元器件。

## 8. 闸盘检测系统

提升机盘闸检测装置对提升机盘闸系统进行实时精密的检测, 所有的模拟量数据传给 PLC, 在 PLC 中进行运算处理, 并与设定的值比较, 若超出所设定的安全范围, 则整个系统发出声光报警信号, 并通过网络传送到中控室中, 提醒设备人员检修更换设备, 防止因闸盘故障出现严重的事故。重复位移精度 0.02mm, 精确检测闸瓦每次的动作行程和盘闸偏摆的幅值。

具有以下功能:

制动器的闸瓦间隙界面显示、自动检测和故障报警; 制动器的碟簧自动检测和故障报警;

盘闸的动态偏摆情况自动检测和故障报警；与提升机电控系统闭锁和联动；制动器的位移曲线界面显示、自动检测和故障报警；制动器位移曲线和数据的历史记录。

## 9. 机房辅助设备

(1) 副 PLC 编码器 (德国堡盟, IP65), 装于天轮轴端作为数字监控器全行程速度监控和位置检查。

(2) 主 PLC 编码器 (德国堡盟, IP65), 装于卷筒轴端用于主控 PLC 位置监控和位置检查。

(3) 传动编码器 (德国堡盟, IP65), 装于电机轴端用于测速反馈。

(4) 轴编码器的安装辅件 3 套, 对机械设备提供厂提出安装要求。

(5) 报警电笛、机房急停按钮盒。

(6) 井筒开关与设备

(7) 过卷保护装置

(8) 各中段停车开关

(9) 距离校核开关, 同步开关

(10) 振动传感器: 检测提升机轴承振动和电机振动;

(11) 视频摄像头: 控制室、变频器室、配电室及卷扬机室的增加视频监控

## 10. 220V 不间断电源

山特 UPS 3KVA 含 UPS 进线电源所需的断路器与接触器。

装在低压配电柜内。

### 11. 液压站

操作按钮, 指示灯, 接触器, 空气断路器, 热继电器, 端子等

### 12. 润滑站

操作按钮, 指示灯, 接触器, 空气断路器, 热继电器, 端子等

### 13. 电机温度检测

数显温度控制器, 发出电机绕组超温跳闸及报警信号

### 14. 装裁站设备

装裁站的工艺设备控制全部纳入主控 PLC 系统。装裁站受控工艺设备有振动放矿机、皮带机、计量漏斗斗门和溜嘴, 计重漏斗开闭为液压驱动, 液压站的控制包含在装裁站的控制系统以内。

装矿站动力控制柜 1 台, 装裁站操作台 1 台, 皮带电机控制一套, 液压站控制箱一套及振矿电机控制箱 2 套; 柜内 PLC 控制电源加装隔离变压器。

装矿站控制柜实现光纤环网通讯, 子站选择西门子远程 I/O (开关量输入、输出模块余量 20%, 模拟量输入、输出余量 20%)

具有以下功能: (1) 底板、电源模块、通讯模块、模拟量输入模块、数字量输入模块、数字量输出模块; (2) 紧急停车按钮; (3) 锁住箕斗按钮; (4) 指令与信号按钮; (5) 自动/手动/检修选择按钮; (6) 皮带、给矿机、闸门与溜嘴(活舌)控制按钮;

(7) 计量斗重量指示; (8) 各种灯光显示; (9) 接线端子; (10) 液压站控制;

计重装置包括赛多利斯传感器 50t 和二次仪表共计 1 套, 一次传感器防护等级为 IP67, 适应计重漏斗的受力状况。

计量漏斗门、留嘴装置的位置检测开关及绳拉伸长开关, 选择 SICK 接近开关, 开关防护等级为 IP67, 配置为冗余形式, 并汇入 PLC 内进行电气连锁。

装矿站具备皮带跑偏开关, 皮带拉绳急停开关与 PLC 进行连锁控制, 并汇入 PLC 内进行电气连锁功能。

装矿站所有外部电气连锁、PLC 汇入连锁、称重系统连锁(称重仪表装配在 PLC 控制柜上)、尾绳扭结保护装置连锁全面, 进行可靠连接。

## 15. 称重装置

称重装置为德国赛多利斯产品, 称重传感器(PR6201/54D1), 防水防尘 IP67; 称重装置安装套件 (PR6145C /00N); 称重二次仪表 (MIS1-A9), 就地显示并与主控计算机传输数据。

## 16. 卸载站设备

卸载站的工艺设备控制全部接入 PLC 控制系统。对卸矿站的料仓高料位进行监视。

矿石分配小车位置检测选用进口开关, 防护等级为 IP67, 配置为冗余形式。矿毛石分配小车限位开关选择进口产品, 4 个机械限位开关选择施耐德产品。

卸矿站子站控制箱 1 面，子站实现光纤环网通讯，PLC 选择西门子远程 IO 子站（开关量输入、输出模块余量 20%），卸矿站带模拟量输入板 1 块，断路器、接触器选择常熟开关产品；继电器选择欧姆龙产品（带机械闭锁装置）；按钮、指示灯均选择施耐德产品；端子排选择魏德米勒（螺丝压紧）产品，停车开关，过卷开关，校核开关、箕斗挂钩检测系统汇入子站控制箱内，控制箱壳体选择厚度不小于 2mm 的敷铝锌钢板，控制箱防护等级 IP67，箱内配线用的动力线览及控制线路均选择阻燃型，控制线路不小于 1.5mm<sup>2</sup>。箱底部根据进出线电缆及控制电缆线径，安装相应规格的 PG 头，箱内及箱面回路标识明确。

卸矿站分配小车控制箱具备手动、自动控制，具备急停信号软件及硬件控制功能。

### 17. 挂钩挂好检测

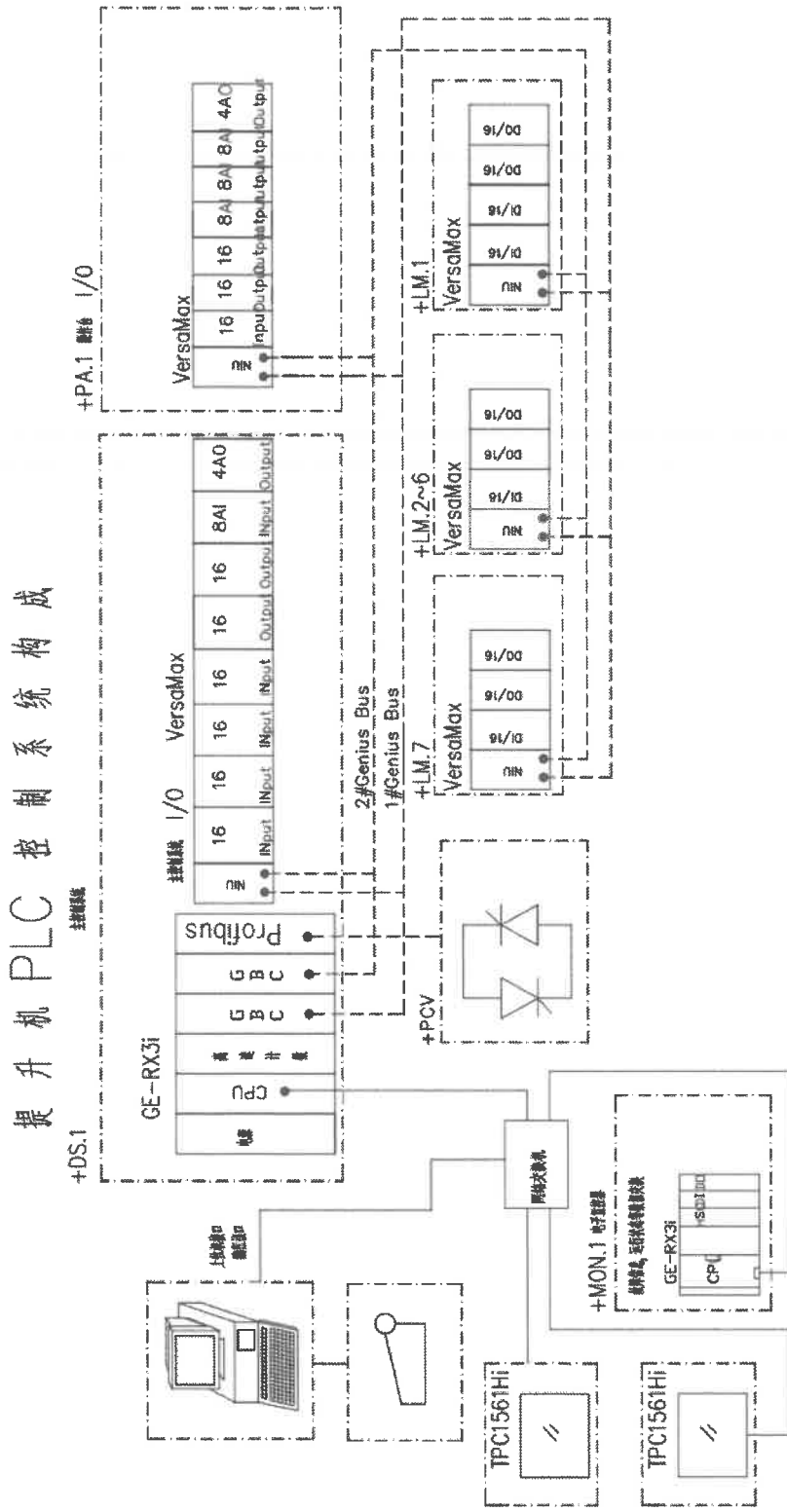
箕斗挂钩检测装置 1 套，选择进口检测开关。箕斗挂钩检测装置功能：装置提供两种不同的检测模式：及时检测和定点检测。防止箕斗挂钩未挂好，碰撞井筒设备。

#### （三）设备配置

序号	名称	型号及规格	单位	数量
1	高压开关柜	KYN28A-12（2 进 2 出 1PT）	台	5
2	励磁变压器	ZSCB13-200kVA	台	1
3	低压电源柜	两路进线，含各路电源开关、UPS、稳压电源等，低压配电器件采用西门子或施耐德公司产品	台	1
4	PLC 控制柜	双 GE 系统，冗余安全回路	台	1

序号	名称	型号及规格	单位	数量
5	励磁柜	励磁装置采用 6RA80 (SIEMENS)，原装直流装置，集成灭磁功能	台	1
6	高压变频柜	TMdirve-MVe2- 2000 KVA- 10kV 提升机专用变频器，内置干式变压器 1250KVA；相对电机满足 200%过载 能力，主传动装置采用东芝三菱品牌提升机四象限变频装置	套	1
7	操作台	远程 I/O 子站，15 寸触摸屏，含司机座椅	台	1
8	上位机监控系统	i5 四核 CPU，16G 内存，1T 固态硬盘，网卡，光驱，24 寸液显，打印机；预装 TIA Portal Step7+Wincc	套	1
9	装卸载站控制及信号系统	西门子 GE 控制柜，含称重、井口料仓雷达料位计、位置开关、柜内加热防潮装置等	套	1
10	提升机无线远程监控系统	可通过手机 APP 实时查看提升机运行状态及统计信息	套	1
11	无线模块	含移动或联通公司的 SIM 卡需支持 5G	套	1
12	手机 APP 软件	提升专用软件	套	1
13	编码器	(3 个增量型、1 个绝对值型) 高精度，含连接机构	套	4
14	温度检测	除主机已配备温度监测点以外其它必要配置点，(主机已配主轴及天轮温度检测)	套	1
15	振动检测装置	除主机已配备振动监测点以外其它必要配置点，(主机已配滚筒及轴承振动检测)	套	1
16	天轮温度、振动采集箱	西门子 ET200 远程子站设计，不锈钢材质箱体；配置单模光端交换机	套	1
17	井筒开关	含磁钢	套	1
18	过卷开关	机械式	套	1
19	尾绳开关		套	1
20	辅材	尾纤、法兰、跳线、光纤盒等网络辅材	套	1
21	线缆	电控系统所需的全部、控制电缆和通信电缆，井下使用无烟无卤铠装阻燃电缆	套	1
22	其他	图纸资料、说明书、程序等核心资料，并全面培训	项	1

(四) 系统架构图



- 备注
1. PLC 控制柜
  2. 提升井 2 号控制柜
  3. 提升井 I/O 柜

## 附件 7

# 变配电自动化系统建设指导方案

### 一、概述

井下各高压配电站设有独立的电力自动化系统，可实现本站的继电保护及安全自动装置保护、数据采集及处理、系统通信及接口、远动及设备管理、系统自诊断、直流及所用电源监视、“五防”闭锁等。

在地表 35KV 总降压站（调度中心）搭建变配电自动化集控平台，由其直接供电的 35（10、6）kV 变（配）电站及二级配电站设监控子站，各级监控站根据配电网络的构形成电力系统的监控网络。监控子站可采集本配电站的电力数据并上传至集中监控站，也可以接受集中监控站的指令完成各种操作，最终实现各级变配电站的无人值守。

各个接入平台的变电所进线、主变等保护、测控及自动装置、保护测控装置直接接入网络，其他第三方设备如直流屏、火灾报警系统、电能量采集系统等通过规约转换装置接入网络。实现基本功能包括：继电保护及安全自动装置、数据采集及处理、人机联系、系统通信及接口、远动及设备管理、系统自诊断、直流及所用电源监视、“五防”闭锁等。同时设立全矿的配电监控系统，设置光交换机并经过前置机接入子站数据信息实现数据通讯。各

子站的视频信号通过独立的网络接入本变电所。

矿区变配电自动化集控平台与上级调度的通讯方式由地区电网公司确定，调度管理原则根据地区电网调度管理权限确定；配合上级电力公司电调实现 SCADA 基本功能和应用功能；远动系统完成数据的采集、数据传送、接收和预处理，并与系统数据子系统以及人机交互子系统协同完成监测任务；通信规约与远动信息配置按照地区电网要求。

## 二、重点监测参数

**遥控量：**主要包括开关柜分闸、远程合闸，实现远程控制开关柜分合闸。

**遥测量：**主要包括开关柜的电流、电压、功率因数、有功功率、无功功率、变压器温度等模拟量，实现远程实时监视系统运行状态。

**遥信量：**主要包括断路器位置、手车位置、弹簧储能状态、接地刀位置、三段式保护跳闸、告警等数字量，实现远程实时监视系统运行状态。

**遥调量：**包括变压器档位调节。

**遥视量：**变配电所配置视频监控，能够远程实时观测电气设备运行状态。

**电度量：**主要是电度表的有功功率尖峰平谷总、无功功率尖峰平谷总，形成电耗报表，实时监控高压柜所带负荷耗电量，及时调整运行方式，达到节约能耗的目的。

### 三、自动化控制系统

#### (一) 规范和规程

变配电自动化集控平台应符合以下规范、规程：

- GB 50171 电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范
- DL 451 循环式远动规约
- GB/T 9813 微型计算机通用规范
- GB/T 13729 远动终端设备
- GB/T 13730 地区电网调度自动化系统
- GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 16435.1 远动设备及系统 接口（电气特性）
- DL/T 634.5101 远动设备及系统 第5部分 传输规约 第101篇 基本远动任务配套标准
- DL/T 719 远动设备及系统 第5部分 传输规约 第102篇 电力系统电能量累积传输配套标准
- DL/T 667 远动设备及系统 第5部分 传输规约 第103篇 继电保护设备信息接口配套标准
- DL/T860 变电站通信网络和系统
- DL/T 634.5104 远动设备及系统第5-104部分：传输规约采用标准传输协议子集的 IEC60870—5—104 网络访问
- DL/T 667 远动设备及系统 第5部分 传输规约 第104篇 继电保护设备信息接口配套标准

DL/T 5002 地区电网调度自动化设计技术规程

DL/T 5003 电力系统调度自动化设计技术规程

## (二) 功能要求

### 1. 数据采集与监控 SCADA

SCADA 是智能电力调度平台系统的基础应用，由前端数据采集装置和 I/O 节点、SCADA 节点、网络通信节点、历史节点组成。

SCADA 功能包括：

#### (1) 实时数据采集

系统的数据采集功能支持信息分组采集、无线网络方式的信息采集以及自动化数据通道按端口值班功能，实现对站数据采集以及对采集主备通道的软切换。

#### (2) 实时数据处理

经过处理的数据成为智能电力调度平台系统中各项应用功能的基础。

#### (3) 事故查询

智能电力调度平台系统在检测到预先定义的触发事件，可以自动启动事件事故追忆。该类触发事件可以是设备状态变化、测量值越限、测量计算值越限、温度越限、时间越限、逻辑计算值为真、操作命令等。

#### (4) 事件及报警处理

分层分类显示并处理告警信号，推理出可能的故障后及时预警；提取故障报警信息，辅助故障判断及快速处理；综合处理告

警信息，对异常信息预警，避免事故的发生和扩大；

#### （5）事件顺序记录 SOE

系统以毫秒级精度记录所有断路器和保护信号的状态、动作顺序及动作时间，形成动作顺序表。SCADA 数据库的任一状态量均能被定义为是否带时标，用户能根据需要任意选择是否带时标处理。

#### （6）集控功能

变电站集中监控功能模块实现面向无人值班变电站的集中监视与控制的基本功能，主要实现数据处理、责任区与信息分流、间隔建模与显示、光字牌、操作与控制、防误闭锁等功能。

#### （7）控制和调节

断路器开/合、调节变压器分接头、设定值控制、控制序列预定义、无功补偿设备投切及调节、变压器调节挡位有自动调压和人工调压功能，自动调节功能必须满足限制条件才能运行，限制条件的参数可以人工编写。

#### （8）控制操作转移功能

正常操作时，变电站的遥控操作是在调控中心完成的，当有需求时，遥控操作可转移到相应集控中心实现。

#### （9）挂牌操作

挂牌操作具备逻辑判断功能，单一设备不能挂多个性质相斥的标识牌；设备挂牌后，该设备所在的所有图形画面均关联挂牌；线路对端挂牌后，本侧遥控增加对侧挂牌提示。

### (10) 设备监视及运行统计

监视电网设备以及远动系统的运行状况,非正常状态进行告警。

## 2. 视频功能

在统一的监控平台上集成或互联 SCADA 系统、视频监控、在线监测、环境监测、安全防范、电源监测、消防火灾等子系统,获得变电站各种辅助信息的全景数据,从而实现各个子系统之间的智能联动、信息共享。

## 3. 电能计量

在系统仅采集电度表的表底数的情况下,实现了用户电量和电费的统计要求。

查询时间分为日、月、年或任意自定义时段。

查询数据包括尖、峰、平、谷的电量、电费及比例。

可以按照厂站、电度表类型等方式/范围查询数据,也可以手动选择单个或多个电表进行查询,查询数据按各个电表逐个列出并形成合计。

### (三) 性能要求

#### 1. 系统处理容量

平台的基本容量如下:变电站个数、终端数量(RTU)个数、模拟量(遥测量)数量、

状态量(遥信量)数量、电度量数量命令输出(遥控量)数量、授权用户节点(有操作权限用户数)数量。

## **2. 系统容量**

电力调度自动化系统平台设计点数容量。

## **3. 系统的可靠性**

主要文件和数据库都有镜像备份。系统具有热启动功能。系统的年可靠率。

## **4. 系统的容错性**

软、硬件设备具有良好的容错能力，当各软、硬件功能与数据采集处理系统的通讯出错，以及当运行人员或工程师在操作中发生错误时，均不引起系统的任何功能丧失或影响系统的正常运行。对上述故障，系统具有纠错和自恢复能力。

## **5. 运行寿命**

所有设备在给定的性能指标下运行，连续多少小时内不需要人工调整和维护。

## **6. 系统实时性指标**

98%实时画面调出时间、其余历史数据画面调出时间、遥信传送时间、遥控命令响应时间、遥调命令响应时间、遥信变位响应时间、全系统实时数据扫描时间、从遥信变化信息到达前置机到告警信息推出时间、前置主备通道自动切换时间、计算机远程网络通信中实时数据传送时间。

## **7. 系统准确度**

遥信准确率=100%、遥控准确率=100%、遥调准确率=100%、遥测综合误差： $\leq 1.0\%$

#### **(四) 设备要求**

现场设备选型要求耐腐蚀、防潮、适用于井下环境的可靠产品，完全满足现场使用要求。

##### **1. 通讯管理机**

采用先进的工业级芯片，电气隔离和电磁屏蔽设计符合国际标准，装置的硬件系统具有极高的抗干扰能力和工作可靠性；支持双机热备功能，自动识别故障与自动切换；具有丰富的通信规约库；串口种类可自由定义，最多可扩展至 24 个串口；电源：交直流两用 110，220V（支持双电源冗余）

##### **2. 服务器**

根据平台性能、接入平台的变电所数量、接入数据库的数据量，选择性能合适的服务器。

##### **3. 视频监控**

视频监控选用知名品牌，不锈钢防爆防护网络摄像头；配备硬盘录像机，配备存储容量。

#### **四、风险分析及应对措施**

故障不易发现：故障发生后弹出对话框；同时平台配置音响报警，根据不同的故障类型配置不同的报警声音。

复杂故障多路跳闸：故障跳闸信息都带有时标，SOE 信息，能够根据故障跳闸的先后顺序分析故障跳闸原因。

#### **五、典型实例方案**

##### **(一) 系统概述**

某矿山变配电系统主要 5 个 10KV 变电所，1 个 35KV 变电所共有 6 个变电所接入变配电自动化集控平台。

## 1. 矿山网络现状

通过工业网建设了覆盖整个矿区的工业网，已在上述变电所敷设了网络节点，全部具备上传电力数据信息的条件。

## 2. 变电站现状

根据变电所所处位置，各区域内的下辖变电所配置统计如下：

1#10KV 变电所	组屏配置	主机屏包括：通讯管理机，交换机 1； 直流充馈电屏 1 面，电池屏 1 面
	其他	东方电子监控后台 1 套；13 台 6kV 开关柜；套无功补偿柜； 电度表湖南威胜；有 2 个固定枪机
2#10KV 变电所	组屏配置	主机屏包括：通讯管理机，交换机 1； 直流充馈电屏 1 面，电池屏 1 面
	其他	积成电子监控后台 1 套；12 台 6kV 开关柜；套无功补偿柜； 电度表湖南威胜；有 2 个固定枪机
3#10KV 变电所	组屏配置	主机屏包括：通讯管理机，交换机 1； 直流充馈电屏 1 面，电池屏 1 面；
	其他	南自监控后台 1 套；14 台 6kV 开关柜；套无功补偿柜；电 度表湖南威胜；有 2 个固定枪机；
4#10KV 变电所	组屏配置	主机屏包括：通讯管理机，交换机 1； 直流充馈电屏 1 面，电池屏 1 面
	其他	深瑞监控后台 1 套；7 台 6kV 开关柜；套无功补偿柜；电度 表湖南威胜；有 2 个固定枪机；
5#10KV 变电所	组屏配置	主机屏包括：通讯管理机，交换机 1 直流充馈电屏 1 面，电池屏 1 面
	其他	南瑞监控后台 1 套；6 台 6kV 开关柜；套无功补偿柜；电度 表湖南威胜；有 2 个固定枪机
35KV 变电所	组屏配置	主机屏包括：通讯管理机，交换机 1 直流充馈电屏 1 面，电池屏 1 面
	其他	四方监控后台 1 套；14 台 6kV 开关柜；套无功补偿柜；电 度表湖南威胜；有 4 个固定枪机

## (二) 方案综述

### 1. 平台需求分析

依据现有电力调度平台的现状和目前存在的问题,实现对所辖变电所的集中管理、“五遥”、故障预警、联动报警等功能,通过对电力调度平台的建立,能够实现数据的集中存储、数据综合利用等应用。

### 2. 变电所改造需求

根据电力调度平台的建设要求,并考虑电力自动化远程控制功能实现的必要条件,下辖变电所需要进行继电保护装置、远动机、视频、火灾等相关项进行改造。

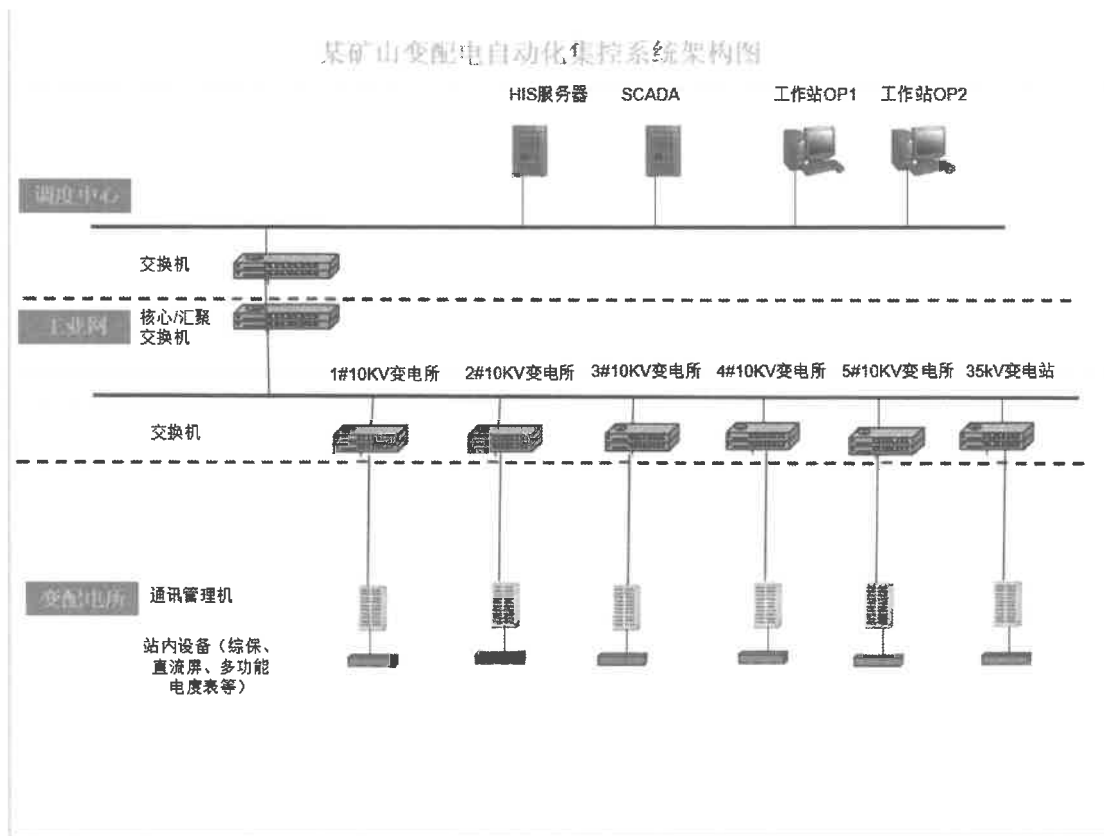
6个变电所需求汇总表如下:

系 统 配电室	烟雾报警系统(报警器)	摄像头	温感探头	门禁系统	通讯管理机	需集成系统(多功能电度表、直流屏、无功补偿、小电流接地选线装置)
1#10KV 变电所	5	2	2	1	1	3
2#10KV 变电所	5	2	2	1	1	3
3#10KV 变电所	5	2	2	1	1	3
4#10KV 变电所	5	2	2	1	1	3
5#10KV 变电所	5	1	2	1	1	3
35KV 变电所	8	4	5	1	1	4
总计	33	13	15	6	6	19

### (三) 设备配置

序号	材料名称	规格型号	单位	数量
1	HIS 服务器	CPU: 内存: 64GB ; 硬盘: 2*900GB; 网卡: 6 千兆网口	台	1
2	SCADA 服务器	CPU: 内存: 64GB ; 硬盘: 4*900GB; 网卡: 6 千兆网口	台	1
3	前置采集装置	采用先进的工业级芯片, 电气隔离和电磁屏蔽 设计符合国际标准, 装置的硬件系统具有极高 的抗干扰能力和工作可靠性; 支持双机热备功 能, 自动识别故障与自动切换; 具有丰富的通 信规约库; 串口种类可自由定义, 最多可扩展 至 24 个串口; 电源: 交直流两用 110, 220V (支持双电源冗余)	套	1
4	集控工作站	CPU: 内存: 16GB DDR4 2933MHz	台	3
5	交换机	千兆交换机, 24 个 10/100/1000M 电口	台	3
6	机柜	前置机柜 (2000*1000*600)	组	1
7	操作系统		套	1
8	数据库系统		套	1
9	基础平台	数据采集模块 数据通信及处理模块 图形编辑软件包 数据库管理软件包 软总线模块 网络拓扑及动态着色模块 数据处理模块 集控安全管理模块	套	1
10	SCADA 系统	数据采集与处理 遥控遥调操作功能 事故处理及追忆功能 报表处理功能 动态着色 打印功能	套	1
11	摄像头	球机	套	13
12	硬盘录像机	储存至少一个月	套	1
13	烟感、温感		套	35
14	消防主机		个	1
15	现场调试施工		套	6

#### (四) 系统架构图



## 排水自动化系统建设指导方案

### 一、概述

排水系统是将矿井涌水及时排送至地面，为井下创造良好的工作环境，确保安全生产，分为直接排水系统和分段排水系统。

泵房类型分为高位水仓泵房、潜卧式泵房。水泵房分主水泵房和盘区水泵房。主水泵房排水设备主要有：多台水泵、水泵及其吸水管充水装置、多趟排水管路、闸阀等。离心水泵启动前引水方式包括旁通管引水、射流泵引水、真空泵引水。

排水自动化系统是根据排水控制要求，排水泵房设计安装自动控制系统一套，运用 PLC 系统控制技术和在线监测、智能管控技术，实现泵站的自动运行监测、智能控制、远程监控等功能，达到泵房安全高效运行目的。在集控中心实现井下排水系统监测与控制。

排水自动化系统由泵站排水自动控制系统和视频监控系统组成，控制系统具有完善的保护性能，能够满足矿山安全规程的规定和普遍采用的安全措施。设计系统分为上位机和就地两部分，上位机由工业控制计算机等设备组成，就地控制箱、控制分站、仪表设备等组成。井下与控制分站之间的通讯采用光缆的通讯方式，监控系统与控制系统单独通讯。

排水自动化系统需要制定符合《金属非金属矿山安全规程》的自动化运行管理制度和泵房远程操作巡检制度。

## 二、重点监测参数

### （一）模拟量

**管道流量：**单位时间内流经水泵出口管路截面的流体量，用于水量检测，漏水检测。

**采用电磁流量计：**安装于每台水泵出水管或吸水管上，根据现场确定具体安装位置。

**管道压力：**水泵出口管路压力，达到定值时才能开启管路闸阀，采用压力传感器。

**压力罐真空度：**采用真空罐引水方式时，真空罐真空度的监测，达到一定真空度时，才能开启电机水泵，采用压差传感器。

**水仓液位：**泵房水仓水位的监测，是泵房排水的最关键监测量，根据水仓水位合理安排水泵启停，采用超声波液位传感器和雷达液位传感器。

**电机、水泵温度：**对电机、水泵运行过程中发热情况实时监测，保证设备运行，采用温度传感器和温度变送器。

**电机轴承、水泵振动：**对电机、水泵运行过程中振动情况实时监测，保证设备运行，采用振动传感器。在电机和水泵负荷端分别安装。

**电机电流：**对电机运行状态监测，保证电机、水泵正常运行。

### （二）数字量

**电动(液压)闸阀的开闭:**对管路阀门的状态进行实时监测,保证管路排水正常,采用电动闸阀或者液压闸阀,采集开到位、关到位状态量。

**电动球阀的开闭:**对真空罐补水管路、真空罐排气管路及其他辅助管路球阀进行实时监测,保证水泵附属管路正常运行,采用电动球阀。

**工作方式:**一般分为现场手动、现场自动、远程操作等,对整个泵房各设备运行方式进行监测。

### 三、自动化控制系统

#### (一) 规范和规程

排水自动化系统应符合以下规范、规程:

《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)

《矿山电力设计规范》(GB50070-2009)

《工业过程测量和控制装置的电磁兼容性》(GB/T13926-92)

《低压配电设计规范》(GB50054-2011)

《电气设备的抗干扰特性基本测量方法》(GB4859-84)

《3-110KV 高压配电装置设计规范》(GB50060-2008)

《矿用一般型电气设备》(GB12173-90)

《外壳防护等级的分类》(GB4208-84)

《自动化仪表选型设计规定》(HG/T 20507-2014)

《工业自动化仪表工程施工及验收规范》(GB 50093-2013)

## （二）控制要求

排水自动化系统以离心式水泵的工作特性为基础，泵的起停依据水仓水位和峰平谷或定时排水。当水仓水位到达设定的高水位时，进行水泵进口处的补加水，达到要求后关闭阀门（采用真空罐的，应打开真空泵阀门，启动真空泵抽真空，当真空度达到要求之后，关闭真空泵阀门），启动水泵机组，使水泵运转。当水泵出水口压力表读数达到要求时，开起闸阀进行排水。停泵过程要进行相反的操作。当水仓积水降至低水位时，先将闸阀关死，再停水泵机组。

根据现场涌水量的不同，还要判断同时投入几台水泵工作，以便于既能及时排出积水，又能使泵站合理使用，避免过度频繁的起停。

多条管路的能够实现自动或远程投切。系统建设目的是节约能源，降低劳动强度，提高人身安全，实现排水泵房的无人值守和自动排水。

## （三）功能要求

### 1. 运行前状态检测

开泵前必须检查待开水泵的启动柜的供电是否正常。待开水泵的各种参数是否正常，水仓水位情况，且无故障显示。

### 2. 系统急停闭锁

系统具有闭锁性急停开关，无论在设备检修还是人员检查时，只需按下急停开关，无论采用哪种方式的操作都不能开机和

运转水泵急停功能，确保现场人员不受伤害。

### **3. 应急开泵**

本系统要有手动控制方式，手动控制具有优先控制权，保证了即使 PLC 控制系统出现故障，也可以在手动控制下实现水泵的正常工作。

### **4. 停电应急关系**

本系统要求在水泵运行状态突然停电时，自动关闭相关的电动闸阀。

### **5. 系统自动运行**

自动控制水泵机组的启动和停止。根据水仓水位、每台水泵排水流量，水泵实现自动循环运行，假如其中 1 台设备不能启动，自动切换到另一台运行。涌水量突然增加达到设定警戒水位时自动启动备用水泵和备用管路，取消自动循环方式进行排水；每条排水管路根据需要自动切换；当 PLC 故障后能够实现手动运行；分时用电，避峰填谷，对电机运行的用电时段进行有效控制。

### **6. 数据实时监测**

对水仓水位、水泵真空度、管路流量、出水压力、泵和电机温度、阀门等的运行状态实时监控，故障预警，提高设备维护效率。

### **7. 泵和电动机超温保护**

水泵长期运行，当水泵、电动机轴承温度超出允许值时，实现超限报警停车；

## **8. 三相不平衡、缺相保护**

当水泵供电出现异常，三相严重失衡，甚至掉相时，为保护电机，报警停车；

## **9. 流量保护**

当水泵启动后或正常运行时，如流量达不到正常值，通过PLC装置使本台水泵停车，查询故障原因或转换为启动另一台水泵；

## **10. 远程操控**

设备运行状态、故障状态、传感器信号等通过网络传输到地面集控中心，并在地面集控中心进行远程操控水泵。

## **11. 实时报警/报警、统计记录**

当被测参数超限、保护动作及设备运行状态异常时，既可在现场主控柜上也可在地面集控中心发出语音、文字告警提示，并进行声、光、语音报警。并实时保存以上信息。有完善的统计报表。

### **(四) 仪器仪表选型**

现场仪表主要包括雷达液位计、流量计、压力变送器、温度传感器、振动变送器、电压和电流变送器、电动闸阀、电动球阀等。仪表选型要求耐腐蚀、防潮、适用于井下环境的可靠仪表产品，完全满足现场使用要求。

#### **1. 液位计**

根据测量距离选择量程，可选投入式液位计、雷达液位计、

超声波液位计，防护等级 IP65 及以上。

## **2. 流量计**

选用电磁流量计，防护等级 IP65 及以上。

## **3. 压力变送器**

排水管路安装，量程根据泵房参数选择，带数显。

## **4. 真空度变送器**

采用真空罐吸水方式的，选择压差变送器，量程根据真空罐参数选择。

## **5. 温度变送器**

水泵配置一体化热电阻温度变送器

## **6. 电动球阀**

用于水泵排气和真空泵管路控制；用于水泵轴瓦润滑油管路控制。管径、耐压根据泵房参数选择。

## **7. 电动闸阀**

每台泵出口排水管路安装电动闸阀，满足每条管路定时切换要求，带配套电动执行器 380V 驱动电机，带手动操作机构，带开关阀到位反馈。管径、耐压根据泵房参数选择。

## **8. 振动传感器**

水泵和电机配置一体化振动变送器

## **9. 真空罐及管路**

每台水泵配套真空罐 1 台、管路及水箱，真空管尺寸、管路管径根据泵房设计参数选择。

## 10. PLC 控制器

控制系统配置国内外知名品牌逻辑控制器作为中央控制系统，人机界面软件采用正版软件，安装工程师站、操作员站（互为备用）作为上位系统，为生产流程提供完整的过程监控与数据采集。IO 备用点数不低于 20%，每个机架备用槽位不低于 20%。

DI、DO 除卡件本身外要进行继电器隔离，AI、AO 除卡件本身外要进行模拟量单通道隔离。

## 11. 视频监控

视频监控选用国内知名品牌，像素不低于 300W，不锈钢防爆防护网络摄像头；硬盘录像机 1 台，按照要求配存储容量。

### 四、风险分析及应对措施

水仓水位失效：采用双液位传感器，超声波液位计与投入式液位计实现冗余检测，两套传感器设于水仓的排水配水仓内。

电力系统停电：电动闸阀需配置 UPS，当阀门在打开状态下，突然停电时，迅速关闭阀门，防止水流倒灌；液压闸阀需配置液压站，当阀门在打开状态下，突然停电时，阀门利用蓄能器所存储的压力使闸阀迅速关闭，防止水流倒灌。

水泵空转：排水管路配置流量计，实时监测管路是否漏水，防止水泵空转，电机损坏。

### 五、典型实例方案

#### （一）系统概述

#### 1. 排水方式

某矿区正常涌水量 2518m<sup>3</sup>/d，最大涌水量 3022m<sup>3</sup>/d，考虑凿岩抑尘回水和充填回水各 1000m<sup>3</sup>/d。正常排水任务为 4518m<sup>3</sup>/d，最大排水任务为 5022m<sup>3</sup>/d。

## 2. 泵房配置

在泵房内设 MD280-65×10 离心水泵 4 台，额定流量 280m<sup>3</sup>/h，额定扬程 650m，功率 900kW，正常涌水时，2 台工作，其余的水泵作为备用和检修；最大涌水时 2 台工作，其余的水泵作为备用和检修。矿山配备的水泵排水能力大于排水系统要求，符合《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)第 6.8.4.3 条的要求。

排水管规格 $\varnothing 273 \times 12\text{mm}$ ，共 2 根。正常排水时，1 根排水管路工作，1 条备用，排水管水流速度 2.9m/s，最大排水时，2 根排水管路工作，1 条备用，排水管水流速度 1.6m/s。

水仓在下层，水泵在上层，进水采用真空罐吸水方式，水泵出口安装电动闸阀、逆止阀。水泵的启动均采用高压固态软启动柜，启动柜要求配置通讯接口，并提供通讯协议。

水泵 数据	水泵型号	D280-65/84*10 (4 台)
	电机功率	900KW
	电机额定电压	6000v
	电机是否自带热电阻及震动传感器	带热电阻，无震动传感器
	电机启动柜是否配备	配备
	电机启动柜是否有总线通讯	无
	电机启动柜方式	固态软启

排水管路 参数	排水高度	600 米
	主排水管路数量及管径	Φ220 两条
	水泵进水口管径	273
	水仓数量及深度	2, 6m
水泵补水 方式	水泵抽真空方式（真空泵、射流阀、真空罐）	真空罐
	真空罐补水管路管径	DN32
	真空罐排气管路管径	DN20
	真空罐高度	2 米
	真空泵管路管径	
	射流阀管路管径	

## （二）方案综述

排水自动化系统主要由检测传感器、阀门、PLC、现场控制系统、集中控制系统等组成。

### 1. 检测传感器

由振动传感器（实时监测电机及水泵振动数据）、温度传感器（由电机前后轴温度传感器、水泵前后轴温度传感器）、流量传感器（监测排水流量）和水仓液位传感器（实时采集水仓液位高度）等组成。所有变送器均须经过防振处理，确保了使用寿命长、数据采集变换精度高、信号输出稳定。

现场需要增加的硬件安装位置：

**振动传感器：**在电机和水泵负荷端分别安装。采用强磁型安装型传感器，安装时只需将传感器吸在水泵轴承端盖上即可。

**温度传感器：**在水泵两端安装磁吸式温度传感器。水泵轴承

温度采用磁吸式温度式传感器。

管夹式流量传感器：安装于每台水泵吸水管上。

压力传感器：每台水泵出口安装压力变送器一支，每条排水管压力传感器各一支。

液位传感器：配水仓液位检测。每个水仓安装超声波和投入式液位传感器各 1 个。超声波液位检测与投入式液位计实现冗余检测，两套传感器设于水仓的排水配水仓内。

烟雾报警传感器：机房控制柜，高压软起柜，UPS 电池柜安装烟雾报警传感器。

视频监控：控制室、泵、水仓等安装视频监控。对于每台水泵均有视频监控，同时对水泵房全局监控，可以有效的了解设备及现场运行情况。

## **2. 主回路、补水阀门**

补水阀门用电动球阀。各水泵房主阀门、管路切换阀门根据现场情况更换为电动闸阀。同时，系统配备大容量在线式 UPS 电源，保证系统突然停电出水电动阀门和补加水电动球阀等设备能够安全关闭。

## **3. 主 PLC**

系统分为主控系统与信息采集子站构成。信息采集子站箱作为分布 IO，在主控系统发生故障时，现场各水泵、阀门仍然可以进行本地操作，同时又具备水泵运行必备的保护功能（掉水保护、液位保护、电流保护等）。

主 PLC 安装于现场主控柜内，用于对现场信号进行处理。增加现场控制触摸屏，将排水系统进行直观显示和控制。信息采集子站 PLC 安装于现场电动阀门控制箱内，可以通过以太网与主控 PLC 进行信息交换。

PLC 选型满足系统要求，输入输出具备 20% 的余量。

#### **4. 现场控制系统**

每台水泵都有一台现场控制箱，具有就地/远程转换功能，有一套手动连锁控制回路，保障紧急情况使用；带触摸屏显示功能，可现场进行显示和控制。

需具备设备及工艺基本检测功能、涌水量计算功能、峰谷平管控、水泵自动轮换工作控制、冗余系统功能、泵效分析功能、应急控制功能。

#### **5. 集中控制系统**

采用工业级网络交换器和操作员站，使控制系统更加稳定可靠；采用网络系统，用户可以方便的对整个系统内的每一台设备进行管理和控制。

集中控制中心提供水泵系统状态中文动态画面显示，包括设备参数、设备运行状态、水泵及电机温度、电压、电流曲线、主控 PLC、阀门开关状态等的显示与记录、故障记录及报警、各类报表、排水量记录等。系统带有 SQLServer（正版）软件，具有数据查询功能。

包括以下内容（但不限于此）：

过程图形显示画面：全套过程画面显示，所有静态文本和报警信息为中文。

概貌显示画面：该画面为水泵系统状态概貌，水泵、阀门位置等；

PLC、电源、计算机系统状态显示画面：高、低压配电设备等状态：定子电流、定子电压、电机温度等。显示水泵控制系统的 PLC 的有关状态信息，如：CPU 负荷、电池、通讯模块、I/O 模块状态等。

生产和运行状态显示画面：显示水泵的生产和运行状态。生产按三班，本月上月统计显示。

生产报表：过程画面里有生产报表显示，数据来自水泵过程控制 PLC 数据库。产生以下生产统计报表，报表格式以矿部要求为准。

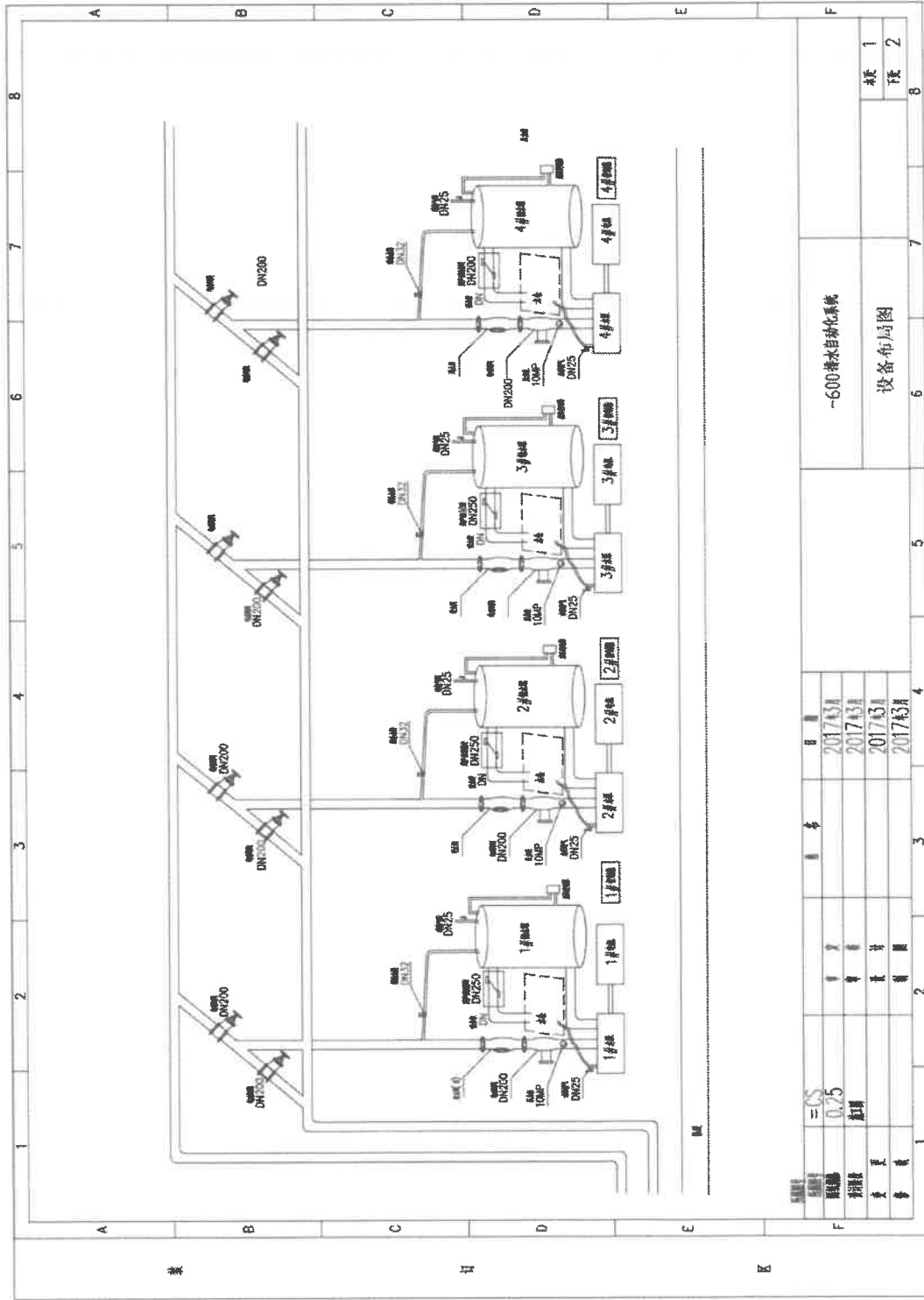
报警和事件处理：报警和事件信息由水泵过程控制 PLC 生成，通过事件驱动方式即时传输到人—机接口系统中，并即时显示在监视器上。

### (三) 设备配置

序号	名称	技术说明	单位	数量
1	主控柜 (PLC 系统)	S7-1500 系列, 含电源、存储卡、导轨、通讯、Modbus 通信模块	台	1
2	现场子站箱 (子站系统)	S7-1500 系列 PROFINET, 含电源、导轨、通讯、开关量输入、开关量输出、模拟量输入等	台	4

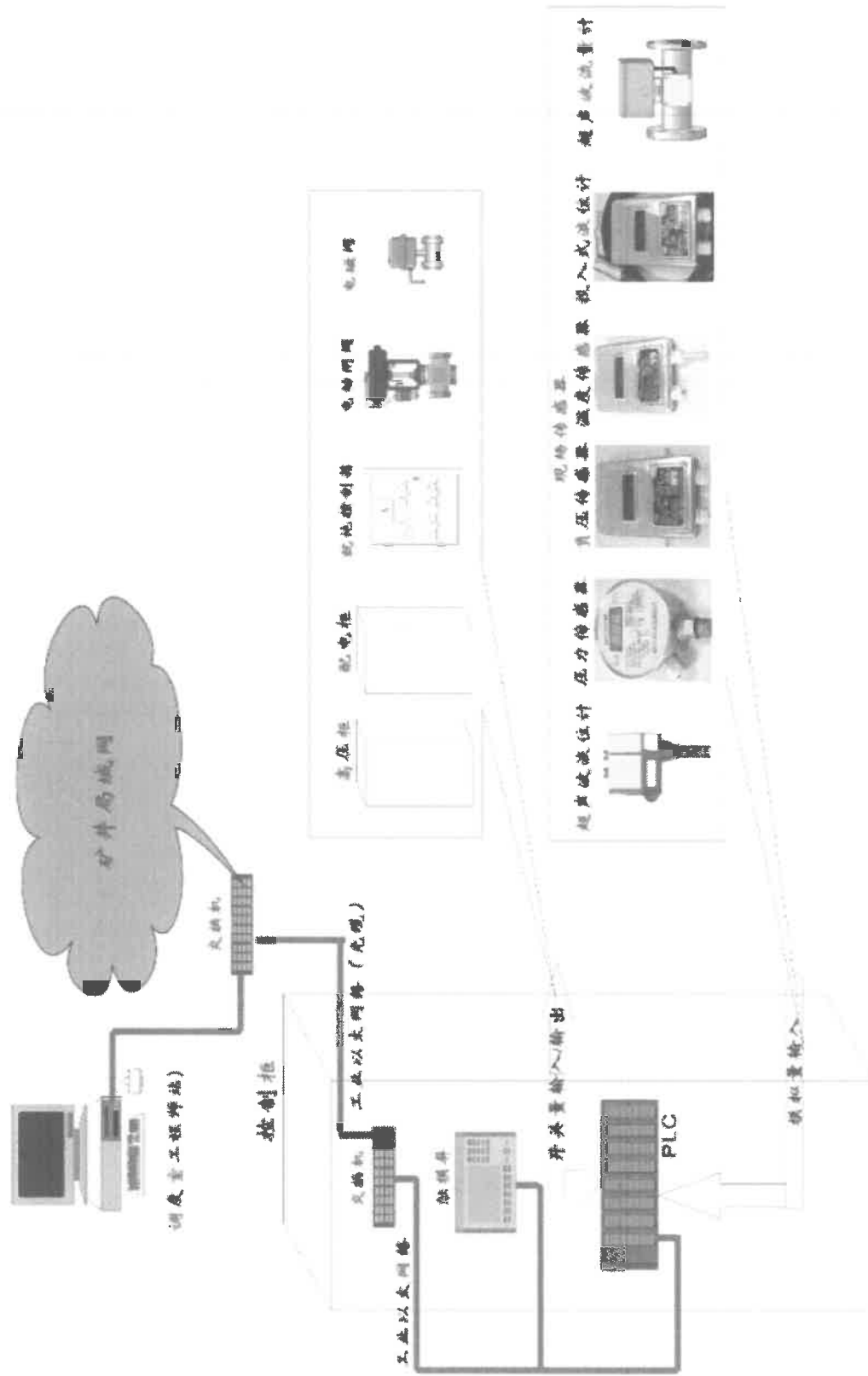
序号	名称	技术说明	单位	数量
3	操作员站	I5 8G 内存 1T 硬盘 22 英寸显示屏	套	2
4	触摸屏	15 英寸 真彩 带网口	台	1
5	触摸屏	10 英寸 真彩 带网口	台	4
6	交换机	8 电口 控制用	台	1
7	交换机	8 电口 视频用 带 POE	台	1
8	不间断电源	20KVA, 断电延时 1 小时, 能够关闭所有阀门, 带专用柜, 直流断路器一台	台	1
9	隔离变压器 (铜绕组)	20KVA, △/Y, 三相 380V 入, 三相 380V 出	台	1
10	隔离变压器 (铜绕组)	5KVA, 380V/220V 单相	台	1
11	声光报警装置	IP54, AC220	台	4
12	超声波流量计	4-20mA, 介质海水, DN250	台	4
13	投入式液位计	0-10m, 4-20mA, 介质海水	台	2
14	雷达液位计	0-10m, 4-20mA, 介质海水	台	2
15	压力变送器	0-10MPa, 4-20mA, 介质海水	台	6
16	烟雾传感器	数字量输出	台	10
17	振动传感器	磁吸式 直接出线式 IP67	台	8
18	贴片式温度传感器	磁吸式 0-200℃	台	8
19	一体化温度变送器	二进二出	台	28
20	电动球阀	DN32 耐压 6.4MPa, 介质海水, 不锈钢材质	台	4
21	电动球阀	DN20 耐压 1.6MPa, 介质海水, 不锈钢材质	台	8
22	负压传感器	-0.1Mpa~0Mpa	台	4
23	浊度仪	投入式, 介质海水, 接口 4-20Ma (Modbus)	台	4
24	视频监控摄像头	海康威视 3.6mm 高清网络摄像头 Poe 供电	台	4
25	视频监控摄像头	海康威视 12mm 高清网络摄像头 Poe 供电	台	3
26	视频监控附件	硬盘录像机可存储一个月	套	1
27	电动闸阀	DN200, 耐压 10MPa 介质海水, 不锈钢材质	个	9

(四) 工艺流程图、系统架构图



比例	1:50
比例	0.25
日期	2017.5.1
设计	2017.5.1
审核	2017.5.1
批准	2017.5.1

~600增压稳压系统  
设备布局图



## 通风自动化系统建设指导方案

### 一、概述

通风系统主要目的供给井下足够的新鲜空气，满足人员对氧气的需要；冲淡井下有毒有害气体和粉尘，保证安全生产；调节井下气候，创造良好的工作环境。主要通风一般有压入式（正压式）和抽出式（负压式）和混合式三种。

通风系统是由通风机和通风网络两部分组成。风流由入风井口进入矿井后，经过井下各用风场所，然后进入回风井，由回风井排出矿井，风流所经过的整个路线称为通风系统。

通风自动化系统通过主控计算机对每一台风机进行远程集中启停控制、正反转控制，对风机运行状态和风机电流、电压、温度、风量、风压、风速、CO 浓度等参数进行实时监测，实现无人值守自适应控制，最终实现节能，高效，智能的控制要求。

### 二、重点监测参数

**风量：**通风流量，井下通风情况的直观反应。

**风速：**通风速度，井下通风情况的直观反应。

**风压：**通风压力，井下通风情况的直观反应。

**风机温度：**包括电机内部温度、前后端轴承温度，采用温度传感器和温度变送器监视风机运行状况，连续测量，保证运行安全。

**振动监测：**包括风机轴承水平方向和竖直方向、电动机表面的振动监测，采用振动传感器监视风机运行状况，连续测量，保证运行安全。

**电机电流：**对电机运行状态监测，保证电机、风机正常运行。

### 三、自动化控制系统

#### （一）规范和规程

通风自动化系统应符合以下规范、规程：

《低压开关设备和控制设备总则》（GB/T 14048.1-2000）

《自动化仪表选型规定》HG/T 20507-2014

《工业自动化仪表用电源、电压》JB/T 8207-1999

《工业自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093 - 2002

《电力装置的继电保护和自动装置的设计规范》GB 50062 - 2008

《矿山电力设计规范》（GB 50070 - 2020）

《矿用一般型电气设备》（GB 12173 - 2008）

《计算机软件质量保证计划规范》 GB/T 12504-90

《计算机软件产品开发文件编制指南》 GB 8567-88

《国际布线标准》 (ISO11801)

《信息技术设备包括电气设备的安装》 GB 4943-95

《金属非金属矿山安全规程》 GB 16423-2021

其他有关矿井通风安全检测方面的国家（行业）规程规范的要求。

#### （二）控制要求

主通风机实现一键式启动、反风、倒机功能，机房、控制室安设监控视频，实现实时监控、远程自动控制。能在线监测运行状态、风量、风压、振动、温度等工况参数，具备超限报警功能。

局部通风机开停实现远程监控、主备风机自动切换。全部配备性能可靠的低噪音局部通风机。

主要风门设置风门开关传感器，通单轨吊机车风门、风压较大行人联络巷风门应实现自动化监控。

### （三）功能要求

风机自动控制系统通过通讯光缆将位于地面调度室的主控计算机与置于风井的 PLC 相连，形成通讯网络，从而通过主控计算机对每一台风机进行远程集中启停控制、正反转控制，对风机运行状态和电流、电压、电机温度、风量、风压等参数进行实时监测。具体控制和检测功能如下：

#### 1. 启停控制

远程控制：在地面调度室主控机上可以随时远程操作，来控制任意一台或多台风机。风机的开停状态显示在主控机屏幕上。

手动控制：保留现场手动控制方式，以便在维修、应急情况下，仍能人工启停风机，也称为本地控制。

自动定时控制：可以按照根据生产情况预先编制的控制计划由程序自动定时控制某些风机的启停。

#### 2. 正反转控制

正常生产情况下，风机正转。如果需要，可以在短时间内远

程实现全部反风、局部反风或单台风机反风的操作。

### **3. 预警信号**

在调度室主机远程控制某机站风机启动前，系统会自动发出风机启动告警信号，通知机站处人员远离风机，注意安全。

### **4. 维修保护**

在每一个机站设置维修启动互锁开关。当某机站进行维修作业时，合上维修互锁开关，则调度室主机对该机站风机的启动功能被禁止。

### **5. 主要参数**

对每一台风机的工作电流、电压、风量、风压、温度等参数进行连续监测，并且这些值与风机的运行状态以文字、动画、图形等形式显示在主控计算机屏幕上，实现监控人员对现场各风机的运行状态监控。

### **6. 历史数据**

在数据采集系统中将监测到的风机电流、电压、温度、风量、风压、井下粉尘浓度、风机的开停时间、变频调速时间、运行状态等情况进行保存，以备日后查询。

### **7. 风机过载自动保护**

当检测到风机过载时，及时发出报警信号，并关闭过载风机，以保护过载风机的电机不被烧毁。

### **8. 视频监控**

借助现场网络摄像头及视频服务器，完成风机运行的视频监

控，支持视频的录像及回放。

#### **（四）设备要求**

现场仪表主要包括风量风压检测仪、风速传感器、温度传感器、湿度传感器、CO 探测器、振动传感器、电流变送器等，仪表选型要求耐腐蚀、防潮、适用于井下环境的可靠仪表产品，防护等级 IP65 及以上，完全满足现场使用要求。

##### **1. 风量风压检测仪表**

根据测量风量大小、压力大小选择合适量程。

##### **2. 风速传感器**

根据实际需求选择风速传感器。

##### **3. 温度传感器**

电机配备一体化热电阻温度传感器。

##### **4. 湿度传感器**

实时监测湿度情况，达到限制报警。

##### **5. CO 探测器**

CO 浓度超过限制能够连锁报警，禁止人员进入。

##### **6. 振动传感器**

风机和电机配置一体化振动传感器。

##### **7. 电流变送器**

实时监测电机电流，保证运行安全。

#### **四、风险分析及应对措施**

通风系统风量不能够满足需求：综合考虑风量、风压等各因

素，当风量、风压低于限值时，实时开启备用通风机。

危险作业场所气体监测：通过 CO 探测器提前探测，当 CO 浓度超过限制连锁报警，禁止人员进入。

反风：通风系统反风时要求供风量不小于正常供风量的 40%。

## 五、典型实例方案

### （一）系统概述

某矿山有矿用对旋式轴流通风机两台，每台通风机配备两台电机，电机功率为 250KW，主通风机型号 DK-No20/2\*250KW，每台电机采用软启动方式单独控制，风机距配电盘 5 米左右，配电盘距调度室约 1000 米左右，为了使井下通风安全和通风自动化、智能化。优化矿井通风系统及远程集中控制主通风机，确保矿井通风安全运行和矿井通风自动化、智能化，实现远程控制、无人值守功能和节能降耗降本增效的目的。

风机自动控制系统通讯光缆将位于采区办公楼调度室的主控计算机与置于现场的主控 PLC 相连，形成通讯网络，从而通过主控计算机对每一台风机进行远程集中启停控制、正反转控制，对风机运行状态和风机电流、电压、温度、风量、风压、风速、CO 浓度等参数进行实时监测。

### （二）方案综述

根据主扇风机自动控制系统设计，本系统分为三层结构，

第一层为现场设备层

本层包含传感器和执行器等。主要包括电控柜、风量风压检

测仪器、智能网络电力仪表、风机振动传感器、温度传感器、风速传感器、CO 浓度探测器等。

### 第二层为现场控制层

现场控制层采用 S7-1200 系列 PLC，采集、监测及控制现场设备层，通过网络连接集中控制层相连，完成远程控制功能。

### 第三层为集中控制层

集中控制层主要有工业控制计算机和操作台组成；以 WinCC 对整个系统的工艺流程画面进行设计，达到即可以对整个系统设备的监视，又可实现对各个设备和整个系统的整体控制。考虑到通风系统是一个整体，与前期实施的通风系统进行集成。方便操作工进行统一监控和控制。

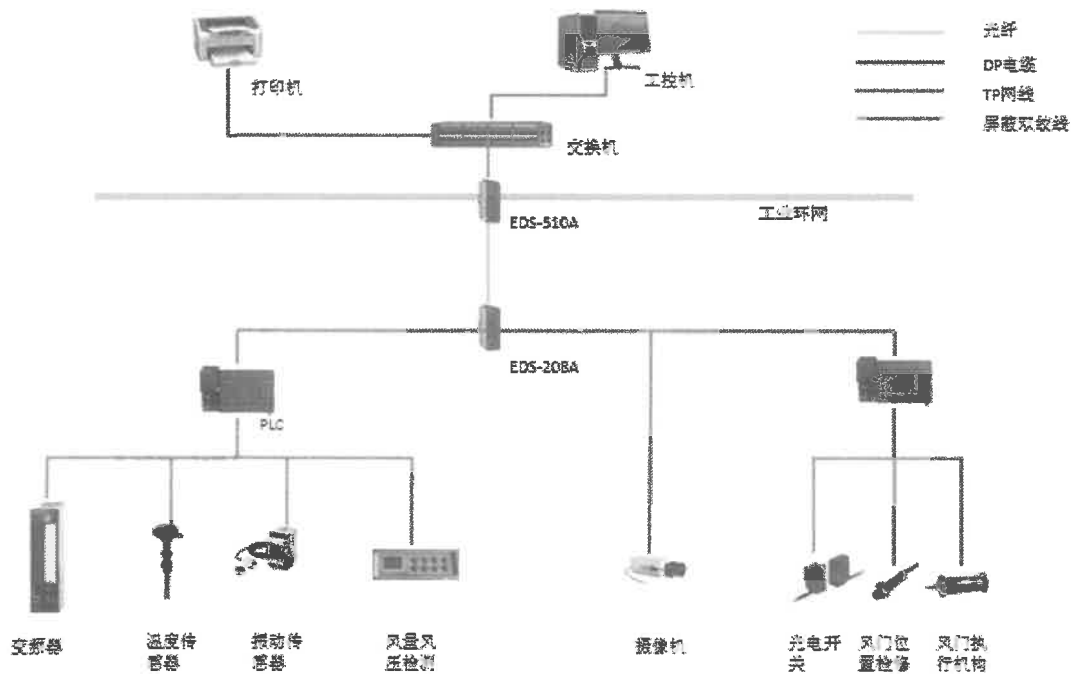
### (三) 设备配置

编号	名称	规格型号	单位	数量	品牌
1	控制柜体	304 不锈钢, 2mm 厚, 2200*800*800	台	1	国产
2	PLC	6ES7214-1AG40-0XB0	台	1	西门子
3	数字量 16 点输入, 16 点输出模块	6ES723-1BL32-0XB0	台	1	西门子
4	8 路模拟量输入模块	6ES7231-4HF32-0XB0	台	3	西门子
5	8 路串口服务器	NPort 5650-8	台	1	MOXA
6	8 口以太网交换机	SDS-3008	台	1	MOXA
7	三相多功能网络电力 仪表	GEC2080-S96N	台	5	国产
8	电流互感器	满足电力仪表配套要求	台	15	国产
9	工控机	研华 610H	套	1	研华
10	不间断电源	2KVA	台	1	山特

编号	名称	规格型号	单位	数量	品牌
11	风量风压智能监测仪	BLA-FJ2 型	台	1	国产
12	风速传感器	GFW15X	台	1	三正
13	温度传感器	SD-WD	台	2	北京实达同创
14	湿度传感器	SD-WDRV	台	2	北京实达同创
15	CO 探测器	GTH500	台	1	三正
16	振动传感器	EN-085-XC	台	8	英华达
17	负压传感器	GPD0.08	台	1	三正
18	轴承红外测温传感器	SZ-515A	台	4	北京时代瑞资
19	网络摄像头及其附件		台	7	海康威视
20	硬盘录像机	内含 4TB 硬盘	套	1	海康威视
21	光电转换器	IMC-21-S-SC	套	2	MOXA
22	组态软件	WINCC 7.3	套	1	西门子

#### (四) 系统架构图

### 通风系统拓扑图



## 压风自动化系统建设指导方案

### 一、概述

压风系统主要给井下用风设备和压风自救设备提供气源。井下用风设备主要为喷浆作业和辅助气动凿岩，空压机站通过供风管进入矿区井内的供风管道到达井下，经中段石门、管缆斜井、倒段管缆斜井进入深部矿体，通过中段运输巷道、中段进风管缆井、分段巷道进入各采场和掘进工作面。压风自救场所主要是井下采掘作业场所和爆破时撤离人员集中地等，如发生事故，空压机可在 10min 之内启动，并为井下压风自救系统供风。压风机根据冷却类型分为风冷空压机和水冷空压机，根据压缩工艺分为活塞空压机、螺杆空压机、离心空压机等。

压风自动化系统是根据井下供风要求，设计安装一套自动化控制系统，实现空压机房的故障诊断、监测预警、负荷调节、电量计量、能耗分析，自动切换运行、无人值守管理等功能。压风自动化系统由压风机自动控制系统和视频监控系统组成，控制系统具有完善的保护性能，能够满足矿山安全规程的规定和普遍采用的安全措施。

### 二、重点监测参数

**水池液位：**水冷空压机冷却水池液位，为空压机冷却提供足

够的水量。

**管路流量：**单位时间内流经水泵出口管路截面的流体量，用于水量检测，漏水检测。

**管路压力：**供风管路压力实时监测，保证井下供风压力。

**管路温度：**水冷空压机冷却水管路温度实时监测，确保空压机不超温运行。

**储气罐温度：**供给井下风源温度实时监测，保证井下用风设备正常工作。

**供风管路气体压力：**供给井下风源压力实时监测，保证井下用风设备正常工作。

**电机电流：**空压机电流实时监测，保证空压机正常运行。

**空压机运行状态：**实时监测空压机房各台设备运行。

**阀门开到位、关到位：**包括水冷空压机冷却水管路阀门、离心式空压机油泵冷却阀门、空压机气管阀门、储气罐排污阀、水池补水阀门等阀门状态。

**远程就地状态：**各种阀门、空压机工作方式。

**有毒有害气体监测：**供风管路CO、NO<sub>2</sub>等气体监测仪表，超过定值停止供风。

### 三、自动化控制系统

#### （一）规范和规程

压风自动化系统应符合以下规范、规程：

《金属非金属矿山安全规范》（GB16423-2021）

《低压开关设备和控制设备总则》(GB/T 14048.1-2000)  
《自动化仪表选型规定》HG/T 20507-2014  
《工业自动化仪表用电源、电压》JB/T 8207-1999  
《工业自动化仪表工程施工及验收规范》GB50093-2002  
《电力装置的继电保护和自动装置的设计规范》(GB50062-2008)  
《矿山电力设计规范》(GB50070-2020)  
《矿用一般型电气设备》(GB12173-2008)  
《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》AQ2034-2011

## (二) 控制要求

各种类型的空压机根据井下供风需求按照启动流程、峰谷平自动启停或者定时启停空压机。供风需要时，空压机状态自检完成后开启冷却循环设备，达到空压机启动条件开启空压机，出口压力达到定值后，打开储气罐阀门为井下生产供气。系统具有手动和自动两种方式。达到自动轮换开停、故障自动倒机、定时自动倒机和一键倒机控制要求。达到节约能源，降低劳动强度，实现空压机房的无人值守和自动供风。

## (三) 功能要求

1. 应具有空压机运行前状态监测及运行状态监测功能。
2. 上位机控制系统实现的主要功能如下：数据采集和控制功能、远程操控功能、实时报警/报警记录、报表查询功能、具备

## 能耗分析计算功能

3. 下位机控制系统实现的主要功能如下:

(1) 开关量、模拟量信号的采集, 与上位机通讯, 把各过程量数值送给上位机。

(2) 先进的控制和丰富的算法功能, 对采集到的各种信号进行分析处理, 并结合生产的实际情况, 完成各种控制算法, 输出运算结果, 合理调度的适时起停并保证生产安全。

(3) 对管路流量、温度及泵出口压力等进行采集, 实时监控, 超过设定值时, 发出报警。

(4) 储气罐上增加温度传感器, 实现超温报警、空压机停机功能。

4. 系统能够根据风压来确定开启风机的数量, 根据运行时间合理确定开停压风机。

5. 系统具备自动轮换开停、故障自动倒机、定时自动倒机和一键倒机功能, 具有系统急停闭锁功能。

6. 系统具备检修、手动、自动的控制方式, 具备就地和远程互为闭锁的控制模式。

7. 压风机房具有视频监控系统。

### (四) 设备要求

现场仪表应包括电动阀门、液位计、压力变送器、温度传感器、烟雾报警器、气体监测传感器、视频监控系统等。仪表选型要求耐腐蚀、防潮、适用于井下环境的可靠仪表产品, 完全满足

现场使用要求。

### **1. 电动阀门**

应采用国内外知名品牌，应具有体积小、重量轻、转矩范围广、防护等级高等特点。具有可靠的硬触点式行程限位开关。在保护功能上，有开、关向独立的过力矩保护以及电机过热保护。采用先进的电动执行机构，定位精确，运行可靠，实现对压力、温度、流量、液位等多参数的调节。

### **2. 液位计**

投入式液位计与超声波液位计一同使用，互为参考，确保液位检测稳定可靠。投入式液位计选用国内知名品牌品牌产品，静压式液位变送器，基于液体静压与该液体高度成正比的原理来测量液位高度变化，具有良好的性价比和较高的精确度及稳定性，可以做大量程，适合杂质较少的各种液体介质，有广泛的适用性。

### **3. 压力变送器**

压力变送器选用知名品牌品牌产品，主要用于测量气体、液体和蒸汽的压力、负压力等参数，然后将其转换成 4 ~ 20mA. DC 信号输出。

### **4. 温度传感器**

选用知名品牌品牌产品端面热电阻传感器，适用于电机轴瓦、水泵轴承、储气罐等位置的表面测温。采用磁吸式材料，便于安装；外壳采用不锈钢材质，适用于潮湿的工况环境。

### **5. 视频监控**

视频监控选用国内知名品牌，不锈钢防爆防护网络摄像头；配备硬盘录像机，配备存储容量。

#### 四、风险分析及应对措施

**空压机本体超温工作：**水冷空压机配置冷却水池，安装液位计，冷却水管安装温度传感器，冷却水不足及时补加水、超温及时停机。

**高压空气泄露：**在输气管路、储气罐安装阀门、压力传感器，实时监测运行状态，超出定值及时停机。

**有毒有害气体：**在供风管路上安装 CO 等气体检测传感器，超出定值停止供风，保证井下空气质量。

#### 五、典型实例方案

##### （一）系统概述

某矿山空压机房内共有 4 台螺杆空压机，型号为美国寿力 LS355SWC 型空压机，公称容积流量为 62.6 m<sup>3</sup>/min。

空压机共用一个冷却塔，冷却塔内有一个风机，通过马保启停，冷却塔内冷水流至冷水水池，通过 3#或 4#水泵将冷水泵送至空压机，空压机内热水流至热水池，通过 1#或 2#水泵将热水泵送回冷却塔，形成循环。目前还有一个排污泵通过马保进行启停。

##### （二）方案综述

本次空压机自动化控制系统建成后可实现空压机房压风系统远程集中控制，控制系统分为三层。

第一层为现场设备层。包括流量计、液位计、压力变送器、阀门、温度、电流、电压、烟雾检测装置等；为保证系统的长期可靠稳定，对现场设备层关键检测及执行机构采用先进可靠的品牌。

第二层为现场控制层。现场控制层采用 SIEMENS ET200SP 控制器作为控制核心，选用 SIEMENS TIA V16 软件作为编程软件，即可实现现场控制层的就地控制也可实现整个系统的集中控制。现场控制层采用 PLC 控制器作为控制核心，根据集中控制台的指令、规定的工艺要求、各种逻辑连锁关系的要求、现场状态保护的要求，对现场实时控制。

第三层为集中控制层。集中控制层主要由工业控制计算机、触摸屏和操作台组成；触摸屏选用昆仑通态触摸屏，配备专业组态软件实现对设备启停控制及设备参数在线检测；工业控制计算机选用台湾研华主流工控机做为上位机，以进口组态软件 wincc 7.5 sp1 对整个系统的工艺流程画面进行设计，达到即可以对整个系统设备的监视，又可实现对各个设备和整个系统的整体控制。

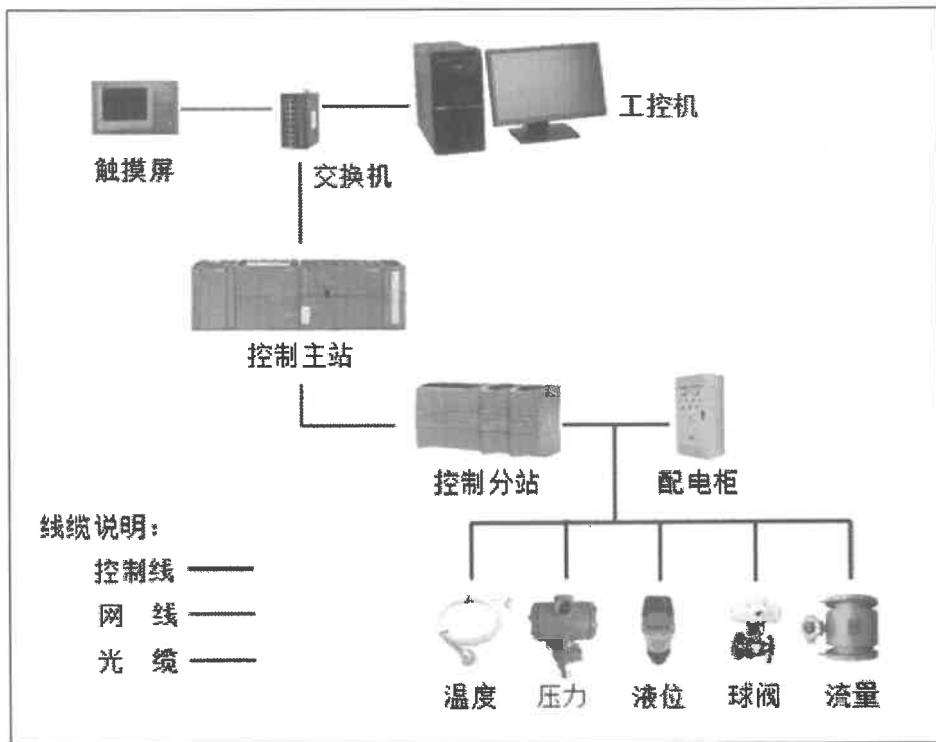
### （三）设备配置

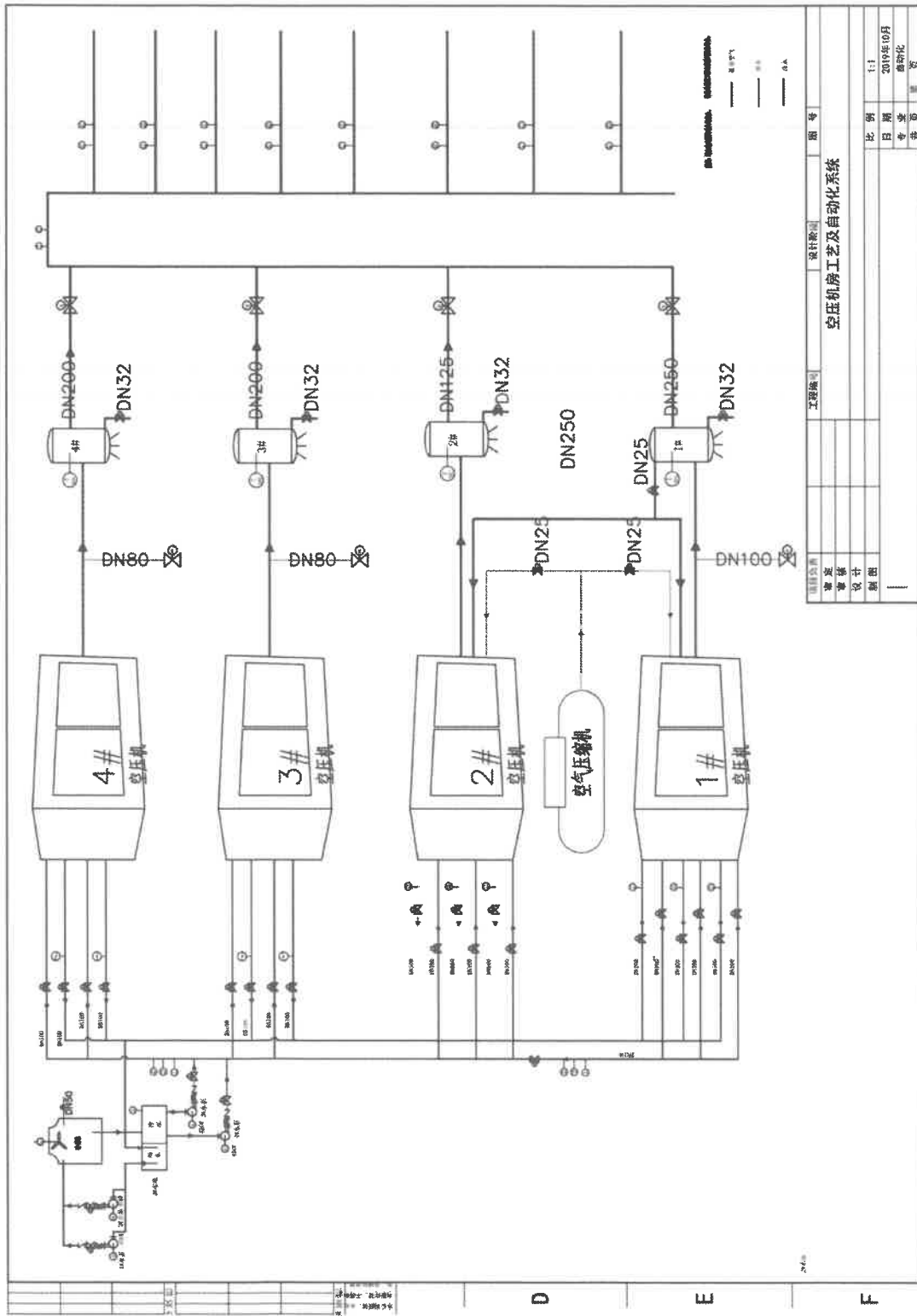
序号	材料名称	规格型号	单位	数量	备注
1	CPU1200	6ES7 214-1AG40-0XB0	个	1	西门子
2	模拟量输入模块	6ES7 231-4HF32-0XB0	个	1	西门子

序号	材料名称	规格型号	单位	数量	备注
3	CPU	6ES7 288-1ST30-0AA0	个	3	西门子
4	数字量输入/输出模块 (EM DR32)	6ES7 288-2DR32-0AA0	个	3	西门子
5	模拟量模块 (EM AE08)	6ES7 288-3AE08-0AA0	个	6	西门子
6	控制柜	PLC 控制柜 (含断路器, 接触器, 继电器, 魏德米勒端子等)	套	1	
7	现场控制箱	含电控器件	套	4	
8	触摸屏	TPC1561Hi	个	1	昆仑
9	工控机	研华 610L, I7 处理器、16G 内存, 1T 硬盘含 32 寸显示器 键盘鼠标	台	1	国产
10	超声波液位计	0~8m, 4~20Ma 输出	个	1	E+H, 科隆
11	投入式液位计	0~8m, 4~20Ma 输出	个	1	E+H, 科隆
12	超声波流量计	外夹式 Φ219	台	4	E+H, 科隆
13	压力变送器	PMP51, 10MPa, 4-20Ma	个	4	E+H, 科隆
14	差压传感器	ZRN3351-F, 0~100KPa, 输出 4~20mA	个	4	
15	PT100 热电阻	PT100, (含变送器)	个	4	国产
16	电动闸阀	DN100、承压 2.5Mpa、材质: 铸钢	个	9	国产
17	电动球阀	DN25 1.6MPa 304 不锈钢	个	6	
18	电动球阀	DN25 2.5MPa 304 不锈钢	个	3	
19	控制电缆		批	1	国产
20	红外一体摄像机	海康威视 3.6mm 高清网络摄像头 Poe 供电	台	6	
21	硬盘录像机	DS-7816NB-K2/16P, 16 路 POE 供电, 4T 硬盘	套	1	

序号	材料名称	规格型号	单位	数量	备注
22	网络辅材	光纤收发器、尾纤盒、跳线等	套	1	
23	组态软件	wincc7.5	套	1	西门子
24	控制软件	含 PLC 及设备控制软件编制	套	1	西门子
25	合计				

(四) 工艺流程图、系统架构图





工程名称	设计阶段	图号
设计	设计	
审核	审核	
制图	制图	
空压机房工艺及自动化系统		
比例	日期	1:1
张数	2019年10月	总页数
共 页	自动化	第 页

## 充填自动化系统建设指导方案

### 一、概述

随着国内金属矿山开采深度的增加，导致矿山开采条件逐渐恶化，岩爆伤人事故时有发生。充填采矿法因其能够控制地压、提高矿石回收率、环保安全的优势，已成为金属矿山开采的首选采矿方法。目前我国应用的充填工艺主要有分级尾砂充填、全尾砂胶结充填、废石胶结充填、膏体泵送胶结充填、磨砂胶结充填等充填工艺。

充填自动控制系统是根据充填生产工艺要求，运用 PLC 系统控制技术和在线监测、智能管控技术，实现充填生产的自动运行、智能控制、数据分析、风险预判、远程监控等功能，达到充填系统安全、高效、智能运行的目的。在集控中心完成“遥控”、“遥信”、“遥测”，实现充填系统自动化、智能化、现场无人的目标。

充填自动控制系统由工业控制计算机、程序控制柜、就地控制箱、传动设备、通讯网络、检测仪表、控制调节阀门等设备组成。通讯网络主要有通讯连接器、网络交换机、网桥等。

充填自动化系统建设符合相关国家、行业规范。

### 二、重点监测参数

**充填流量：**单位时间内流经充填管路截面的流体量，用于充

填料浆实时量与累计量检测，管路泄露检测；采用电磁流量计进行检测。

**充填浓度：**流经充填管路截面的流体浓度，是充填生产的关键检测量，用于充填料浆浓度检测，充填体质量检测，与充填流量配合进行充填料浆干量检测；采用差压式浓度计、核子浓度计进行检测。

**充填压力：**生产过程中，充填料浆管路的压力检测，若压力过高，则存在堵管风险；若压力过低，则存在管路泄露的风险。

**搅拌液位：**充填料浆制备搅拌机料位的监测，根据搅拌机内料位的波动范围合理调节充填管路流量和物料添加量，使液位保持在一定波动范围内，以保证充填生产稳定、持续的进行；采用超声波液位传感器、雷达液位传感器进行检测。

**砂位：**立式砂仓或深锥浓密机内沉降尾砂的料位监测，是充填生产的重要参数，既要避免砂位过高造成跑混或压耙，又要避免砂位过低不满足生产需要，采用重锤料位计、泥层界面仪进行检测。

**下砂流量：**单位时间内流经立式砂仓或深锥浓密机下砂管路截面的流体量，用于尾砂下砂实时量与累计量检测，管路泄露检测；采用电磁流量计进行检测。

**下砂浓度：**流经立式砂仓或深锥浓密机下砂管路截面的流体浓度，当下砂浓度不满足生产需求时及时预警；与充填流量配合进行尾砂干砂量检测；采用差压式浓度计、核子浓度计进行检测。

**用灰量：**生产过程中胶凝材料的添加量计量，胶凝材料用量是充填生产最重要的成本之一；采用螺旋计量秤、微粉计量秤、转子计量秤进行检测。

**水流量：**单位时间内流经生产用水管路截面的流体量，用于生产用水实时量与累计量检测；采用电磁流量计进行检测。

**温度：**对电机、泵运行过程中发热情况实时监测，保证设备运行，采用温度传感器和温度变送器。

**电流：**对电机运行状态监测，保证电机、泵正常运行。

**管夹阀开度：**生产管路上调节式管夹阀开度的实时检测，以保证生产过程的进出平衡；采用耐磨胶管调节阀、调节球阀。

**阀门开闭：**生产管路上阀门开闭状态的实时检测，确保生产管路阀门的开关到位，避免因管路开关不到位影响生产；采用闸阀、球阀、蝶阀等阀门。

### 三、自动化控制系统

#### （一）规范和规程

充填自动化系统应符合以下规范、规程：

矿山电力设计规范      GB50070-2009

低压配电设计规范      GB 50054-2011

供配电系统设计规范    GB 50052 - 2009

导体和电器选择设计技术规定    DL/T 5222-2005

电力工程电缆设计标准      GB 50217-2018

电力装置电测量仪表装置设计规范    GB/T 50063-2017

- 工业自动化仪表工程施工及验收规范 GB 50093-2013
- 自动化仪表选型规定 HG20507-2014
- 综合布线系统工程设计规范 GB 50311-2016
- 数据中心设计规范 GB 50174-2017
- 不间断电源设备 GB 7260-2016
- 计算机软件质量保证计划规范 GB/T 12504-2008
- 计算机软件编制规范 GB/T 8567-2006
- 系统接地的型式及安全技术要求 GB 14050-2008
- 电站电气部分集中控制装置通用技术条件  
GB/T 11920—2008
- 建筑电气工程施工质量验收规范 GB 50303—2015
- 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范  
GB 50254-2014
- 视频安防监控系统工程设计规范 GB 50395-2007
- 视频显示系统工程技术规范 GB 50464-2008

## (二) 控制要求

### 1. 造浆系统检测调节回路

料浆浓度是影响充填强度的主要因素,而对料浆浓度的控制是源于前段的造浆过程,造浆浓度不合理直接影响充填浓度。

立式砂仓一般采用风水联动造浆方式。水调节造浆浓度,风调节造浆效果。采用现场人工经验与控制系统相结合的方式的控制。

深锥浓密机下砂回路无需造浆，在尾砂浓度较高时应加调浓水进行浓度调节。

## **2. 胶凝材料流量检测调节回路**

胶结充填中，所选择的凝结材料以及相应的配比量，是直接影响充填体强度的决定因素。

胶凝材料添加系统由胶凝材料仓、给料机、计量秤/冲板流量计等构成。根据给定的充填配比和尾砂下砂的干砂量，控制添加胶凝材料给料量，保证充填体强度。

## **3. 生产水流量检测回路**

生产水根据充填料浆的浓度要求和生产配比、尾砂下砂浓度等参数适量添加；既要避免添加过量影响充填体强度，又要避免添加过少造成堵管风险。

## **4. 搅拌装置液位调节装置**

搅拌装置是将砂仓砂浆与胶结材料进行混合搅拌的设备，其运行的稳定性影响充填生产的稳定性。

控制系统通过在搅拌机上安装液位计对搅拌机料位进行检测，在砂仓下砂管路安装电动胶管阀，根据检测到的料位控制胶管阀的开度，自动调整下砂量，使搅拌机料位稳定在设定范围，防止搅拌机冒槽及抽空。

## **5. 尾砂下砂流量调节回路**

尾砂下砂流量检测是充填系统的重要检测点。在立式砂仓/深锥浓密机下砂管路上安装流量计和浓度计，通过计算实时干砂

量，判断工艺过程是否断流、爆管，且配合浓度计检测数据计算充填量。

## **6. 充填砂浆流量调节回路**

充填料浆流量检测是充填系统的重要检测点。

在充填管路上安装流量计和压力传感器，判断充填管路是否断流、爆管，且配合浓度计检测数据计算充填量。

## **7. 充填料浆浓度调节回路**

充填料浆浓度稳定是整体充填过程的关键环节，直接影响充填体强度。

浓度检测采用浓度计。对浓度检测值与设定值之间的差值进行处理，差值一般分为高、低两种，每种情况再进行细分。控制系统差值大小，对搅拌槽加水量、胶管阀开度、管路补加水量等进行合理调配。

### **（三）功能要求**

#### **1. 一键充填控制**

一键充填系统包含充填系统的一键开停车功能，在充填开停车过程中，系统自动检测砂仓料位、水泥仓料位、水压水位、压缩空气及设备状态等是否满足生产要求，如有不满足要求，系统提醒操作人员及时处理。

系统一键开车功能，可实现设备的顺序开启控制，全程无需人工干预，并逐步实现造浆、润管引流、制浆、保液位、控配比、控浓度等工序直至达到稳态生产。开车过程中设备出现故障可提

醒人工干预。

一键开车完成后，系统自动进入稳态运行状态，系统根据目标参数（浓度、流量、配比、液位等），自动调整相关阀门和设备，保证生产过程参数在要求范围之内。

## **2. 生产过程自检自调、自动纠偏**

生产过程中工艺出现波动系统应实现自动纠偏，保证充填浓度流量等各指标稳定、配灰精确，实现调度中心统一监控。出现特殊情况，系统提醒人工干预。

## **3. 报警**

系统应采用画面加语音的报警模式，设备异常或充填生产参数异常，系统可弹出醒目的报警提示，语音自动播报精准报警信息，同时，相应位置视频画面应自动弹出，实现视频联动报警。

## **4. 生产追溯**

生产过程中的重要数据如充填流量、干砂流量、水泥流量、水流量、浓度、搅拌机液位等系统全程实时记录至数据库，可随时查看。具备充填系统报表统计功能，为充填生产提供详细准确的管理数据。

### **（四）设备要求**

现场仪表主要包括液位计、物位计、浓度计、电磁流量计、压力变送器、温度传感器、电压和电流变送器、电动闸阀、电动球阀、电动管夹阀等。仪表选型完全满足现场使用要求。

#### **1. 液位计**

对搅拌机液位和水池液位等进行测量，根据测量距离选择合适的量程，防护等级 IP65 或以上；采用雷达液位计或超声波液位计。

## **2. 物位计**

对立式砂仓/深锥浓密机砂位进行测量，根据测量距离选择量程，防护等级 IP65 或以上；采用重锤物位计或泥层界面仪。

对胶凝材料仓物位进行测量，根据测量距离选择量程，防护等级 IP65 或以上；采用雷达物位计或超声波物位计。

## **3. 浓度计**

对来砂管路、下砂管路、充填管路的料浆浓度进行测量，根据工况选择合适的设备；采用差压式智能浓度计或核子浓度计。

## **4. 流量计**

在来砂管路、下砂管路、充填管路、水管路、风管路上安装流量计，根据流体介质和管道直径，选用合适的流量计；采用电磁流量计。

## **5. 压力变送器**

在立式砂仓/深锥浓密机下砂口、充填管路上安装压力变送器，量程根据参数进行选择。

## **6. 电动球阀**

用于水管路的控制；分为电动开关球阀和电动调节球阀。

## **7. 电动闸阀**

尾砂输送管路和料浆管路安装电动耐磨闸阀，满足生产管路

定时切换要求，带配套电动执行器 380V 驱动电机，带手动操作机构，带开关阀到位反馈。

## **8. 胶管调节阀**

尾砂输送管路和料浆管路安装电动耐磨管夹调节阀，满足每条生产管路流量控制的要求，带配套电动执行器 380V 驱动电机，带手动操作机构，带开关阀到位反馈和开度反馈。胶管调节阀一般不做截止阀使用。

## **9. 水泥计量**

对水泥流量进行测量，根据工艺情况选用合适的设备。采用微粉称计量设备或冲板流量计。

## **10. PLC 控制器**

控制系统选用国内外知名品牌逻辑控制器作为中央控制系统，人机交互界面应选用国内知名品牌的正版软件，IO 备用点数不低于 20%，每个机架备用槽位不低于 20%。

## **11. 服务器、工控机、触摸屏**

服务器、工控机、触摸屏应选用满足生产需求的国内外知名品牌，相关配置应满足自动控制需求。

UPS 电源应能保证关键设备仪表断电后的应急处置，断电保持 30min 以上，容量应根据自动控制系统装机容量计算得出。

## **12. 视频监控**

视频监控选用国内外知名品牌，防护等级应能够满足现场需求；硬盘录像机按照要求配存储容量。

## 四、风险分析及应对措施

**充填管路堵塞故障：**在充填料浆输送管路上安装流量计、浓度计、压力变送器，通过检测流量、浓度和管路压力的变化，及时监控管路的工作状态，对危险情况及时预判、预报；保证充填料浆输送的安全，防止堵管和爆管。

**造浆管路喷嘴磨损或堵塞：**管路上安装压力表，配置电动阀门与电磁流量计对造浆水量进行检测，当水泵正常工作时，首先通过压力大小进行初步判断；其次，根据现场流量反馈，如果造浆水量过低则判断造浆喷嘴堵塞，造浆水量过高则判断造浆喷嘴破裂。

## 五、典型实例方案

### （一）系统概述

#### 1. 充填站配置

某充填制备站设有 1000 m<sup>3</sup>立式砂仓 4 座，配备容积 170m<sup>3</sup>的水泥仓 2 座，日最大充填量 4000m<sup>3</sup>。

充填制备站主要设备为双轴叶片搅拌机、双螺旋搅拌机、水泥给料设备、除尘风机组成。

#### 2. 充填方式

充填料浆制备采用全尾尾砂、水泥和水为原料进行制备充填料浆。全尾尾砂从选矿车间通过砂泵输送到立式砂仓。胶结充填时，打开放砂阀门，将尾砂浆送到双轴叶片搅拌机、双螺旋搅拌机，水泥通过双管螺旋输送机输送至双轴叶片搅拌机内，在两级

搅拌槽内搅拌均匀，通过自流方式输送到井下。

## (二) 方案综述

“一键充填”控制系统主要由仪表、阀门、PLC、现场控制系统、集中控制系统、数据服务器、手机 app、展示平台等组成。

### 1. 检测仪表

由电磁流量计（检测充填流量数据）、浓度计（检测充填浓度数据）、液位计（检测料仓高度、泥层高度等）、压力变送器（检测供水压力、供气压力）。

序号	监测参数	设备名称	安装位置
1	选矿来砂量流量监测	电磁流量计	砂仓进砂主管道
2	选矿来砂量浓度监测	浓度计	砂仓进砂主管道
3	砂仓砂位	重锤料位计	砂仓顶
4	砂仓液位	超声波液位计	砂仓顶
5	砂仓下砂流量	电磁流量计	下砂管路上
6	砂仓下砂浓度	浓度计	下砂管路上
7	砂仓造浆水流量	电磁流量计	造浆水管上
8	胶固粉流量	微粉称	灰仓底部
9	双轴搅拌液位	超声波液位计	双轴搅拌机
10	充填浓度	浓度计	充填管路上
11	充填流量	电磁流量计	充填管路上
12	水池水位	雷达料位计	水池顶上
13	空压机排气管压力	压力变送器	送风管上
14	生产水压力/造浆水压力	压力变送器	生产水主管路

## **2. 阀门设备**

充填制备站采用电动调节球阀、电动耐磨闸板阀、电动耐磨管夹阀等组成。

电动调节球阀：安装在砂仓出砂管道与生产水管路对接的水管路上、砂仓造浆水管路上。

电动耐磨闸板阀：安装在砂仓出砂切换管路、充填管路上的风水联动管路上、砂仓进砂管路上、砂仓阶梯排水与生产水泵出口阀门。

电动耐磨管夹阀：砂仓进砂调节管路上、砂仓出砂调节管路上。

## **3. PLC 控制系统**

系统分为主控系统与子站系统，所有控制系统均放在充填制备站配电室中，PLC 控制系统用于对现场信号进行处理并且输入输出具备 20%的余量。系统中包含 UPS 具备半小时应急供电能力。

## **4. 现场控制系统**

每台充填相关电机设备均具有远程/就地转换功能，有一套就地连锁控制回路，保障紧急情况使用。

## **5. 集中控制系统**

采用分布式操作方式，由服务器站和分布式操作员站组成，使控制系统更加稳定可靠；采用网络系统，用户可以方便的对整个系统内的每一台设备进行管理和控制。

集中控制系统提供全场设备的状态，包括设备参数、设备运

行状态、电压、电流曲线、阀门开关状态等的显示与记录、故障记录及报警、各类报表等。

包括以下内容（但不限于此）：

充填制备站流程化显示，动态显示每台设备的状态，加入丰富的 3D 画面，形象的展示了充填站的设备信息，流程画面与现场实际位置一致。

生产报表：集中控制系统包含了操作记录、生产明细表、采场报表、过程数据记录报表等。

报警和事件处理：报警和事件信息由 PLC 生成，集中控制系统推送，并即时显示在监视器上。

## **6. 数据服务器**

数据服务器采用 DELL 塔式服务器，安装 Microsoft SQL 数据库，所有充填相关数据均存放在此服务器中。

## **7. 手机 app**

用于远程对充填生产数据的查看、查询及报警，以及生产报表的查询。通过形象的界面，实现对生产数据的展示及报警功能。

## **8. 充填自动化系统软件**

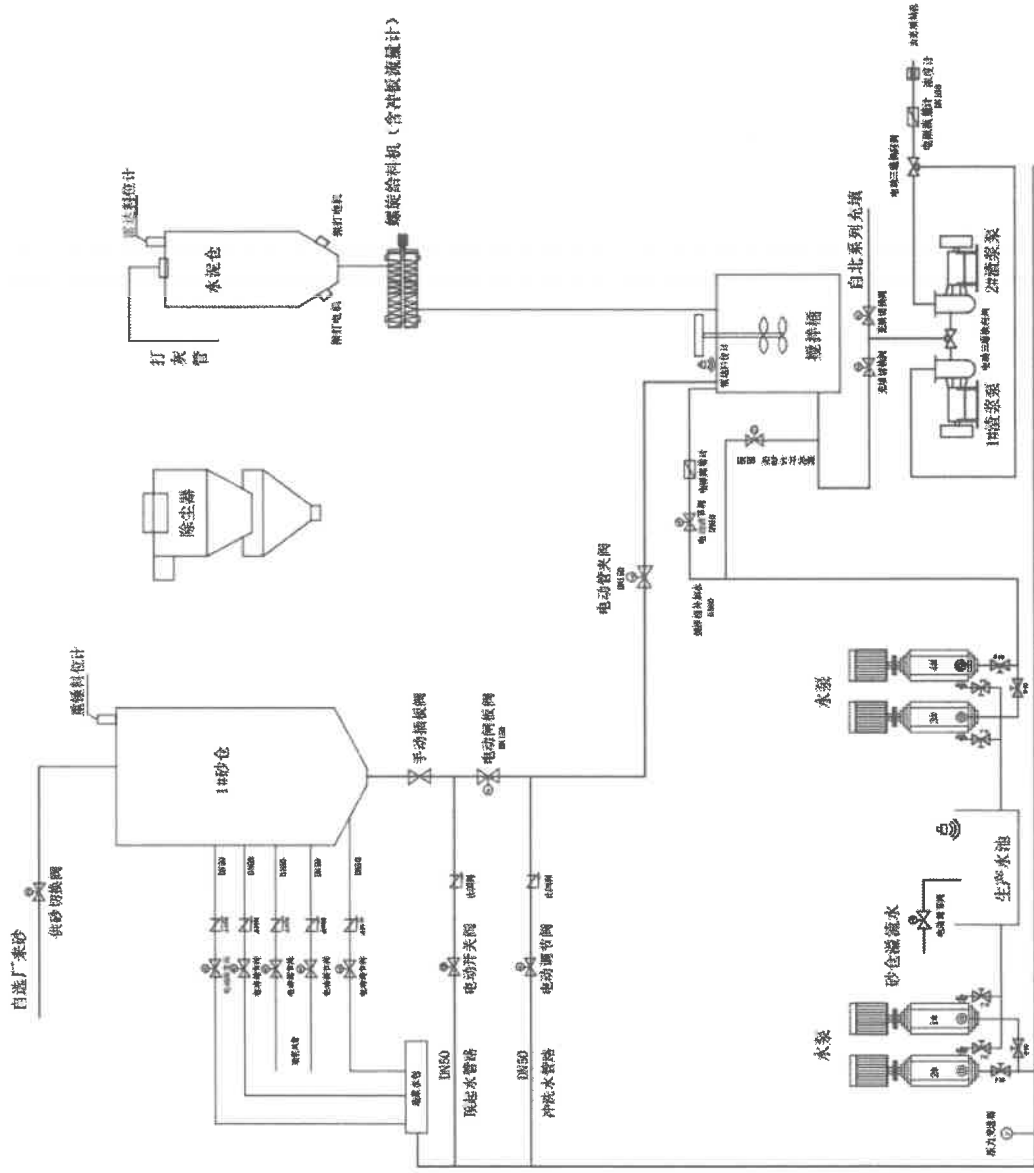
充填展示平台，该软件有着体积小、速度快、数据展示直观，对于管理层更好的掌握充填实时生产数据、历史生产记录、历史趋势、报警记录等相关的数据。

### **（三）设备配置**

序号	名称	技术说明	单位	数量
1	电动耐磨管夹阀	JKGJ941X-2.0/T, DN150	台	6
2	电动矿浆闸阀	JKNZ250J-16Q, DN250, PN16	台	6
3	电动球阀	DN125, PN16	台	4
4	电磁流量计	LD-125, 压力 1.6MPa	台	4
5	电动球阀	DN65, PN16	台	8
6	矿浆浓度计	JK2000G	台	4
7	电动矿浆闸阀	JKNZ150J-16Q, DN150, PN16	台	7
8	电磁流量计	LD-80, 压力 1.6MPa	台	3
9	电动球阀	DN80, PN16	台	7
10	超声波料位计	FMU30	台	3
11	电磁流量计	MGG151/MGH14C	台	3
12	压力变送器	PMP0-1.6MPa	台	4
13	快速切断阀	JKNZ100J-16Q, PN16	台	2
14	电磁流量计	MGG251/MGH14C	台	1
15	PLC 柜	含西门子 S7-1500 系列模块, 交换机 等组柜器件	台	3
16	工控机	i7 十代/16G 内存/2T 硬盘+512G 固态 硬盘/2G 独显	台	2
17	显示器	32 寸	台	3
18	打印机	A4 激光	台	1
19	UPS 电源	6KVA, 30min	台	1
20	操作台	含操作椅	工位	6

序号	名称	技术说明	单位	数量
21	服务器	DELL/32G/2*4T	台	1
22	手机 APP	JK 系列智能手机管理平台	套	1
23	一键充填开发程序	基于西门子编程及组态软件开发，实现智能一键充填功能	套	1
24	智能语音播报和视频联动报警系统	针对故障报警等及时语音提醒	套	1
25	充填生产数据分析展示平台	基于 java 开发实施的网路版智能化综合管理平台软件	套	1
26	网络视频监控摄像头	海康威视室外枪机高清网络摄像头 Poe 供电	台	20
27	网络视频监控摄像头	海康威视室外球机高清网络摄像头	台	8
28	网络视频监控附件	硬盘录像机可存储一个月	套	1

(四) 工艺流程图、系统架构图



## 带式输送系统建设指导方案

### 一、概述

带式输送机又称胶带输送机，是一种摩擦驱动以连续方式运输物料的机械。由于井下地形复杂，工作环境恶劣，带式输送机在运行过程中经常发生跑偏、撕裂、打滑、机械故障等。一旦发生故障停机，会给矿山造成巨大的经济损失。

带式输送机按照结构特点、使用场合、运送物料特征和卸载方法等分为通用带式输送机、可伸缩带式输送机、移动带式输送机、钢绳芯带式输送机、大倾角带式输送机、平面弯曲带式输送机、气垫带式输送机、线摩擦带式输送机等类型。

为保证带式输送机运输安全建设带式输送机自动控制系统。带式输送机自动控制系统应设置空仓、满仓保护；防大块冲击、防跑偏装置、紧急停车、超速、过载、打滑等保护装置；线路上的信号、电气联锁和紧急停车装置；应实现集中控制，与给料机、破碎机、多条皮带机实现一键启动，按顺序开停设备。

带式输送机自动控制系统需满足矿山安全规程的规定和相关安全措施。系统建设完成后，操作员可在集控室终端上监视控制运输皮带生产过程，完成对运输皮带生产及相关环节的监控任务，实现带式输送系统的综合自动化。

带式输送机自动控制系统还应包括视频监控系统（摄像机、硬盘录像机、网络交换机等）、设备监测系统（电机轴温、电流、转速等数据监测及风险预报）等。

## 二、重点监测参数

**电机温度：**对电机运行过程中发热情况实时监测，采用温度传感器和温度变送器。

**电流：**对电机运行状态监测，采用电流互感器或电流变送器。

**电机轴承振动：**对电机运行过程中振动情况实时监测，在电机负荷端分别安装，采用振动传感器。

**漏斗堵塞检测：**带式输送机输送物料过程中检测漏斗堵塞，采用门式结构型或压力传感行漏斗堵塞检测器，防护等级不低于IP65。

**皮带纵向防撕裂装置：**带式输送机输送物料过程中检测输送带纵向撕裂，采用皮带纵向防撕裂检测器。

**跑偏装置：**带式输送机运行过程中输送带发生跑偏检测，采用跑偏开关。

**打滑检测装置：**带式输送机运行过程中输送带发生打滑检测，采用打滑检测器。

**拉绳开关：**带式输送机运行过程中输送带需要紧急停车或启动闭锁，采用拉绳开关。

## 三、自动化控制系统

### （一）规范和规程

带式输送系统应符合以下规范、规程：

金属非金属地下矿山安全规程 GB 16423-2020

带式输送机 GB/T 10595-2017

带式输送机安全规范 GB 14784-2013

带式输送机 漏斗堵塞检测器 JB/T 10936-2010

带式输送机 输送带纵向撕裂检测器 JB/T 10937-2010

带式输送机 跑偏开关 JB/T 10939-2010

带式输送机 打滑检测器 JB/T 10958-2010

带式输送机 拉绳开关 JB/T 10960-2010

低压配电设计规范 GB 50054-2011

供配电系统设计规范 GB 50052-2009

煤炭工业矿井设计规范 NB/T 51028-2015

矿用一般型电气设备 GB 12173-90

通用用电设备配电设计规范 GB 50055-93

矿山电力设计规范 GB 50070-2020

## （二）控制要求

### 1. 启停控制

实现在控制中心一键启停控制，逆序启动，顺序停车；

实现在控制中心单台设备启停控制；

实现就地单台设备启停控制。

### 2. 急停控制

当任一带式输送机出现紧急停车故障时，如闭锁、纵撕、漏

斗堵塞等，紧急停车，与该皮带带有闭锁关系的设备紧急停车。  
能够实现现场拉绳、急停等操作。

### **(三) 功能要求**

#### **1. 工作方式**

(1) 远程集中控制：通过监控计算机监控画面向井下主控制器发起车和停车指令，自动按流程顺序起动、停止、联锁与保护；

(2) 就地控制：根据生产要求在主控器上发出开、停车指令，同时将信息传给监控计算机；

(3) 禁启/检修方式：当设备发生故障时，按下急停开关并锁住则可实现设备检修或禁启；

#### **2. 急停保护**

带式输送机沿线每隔 100m 设置 1 台拉线急停开关，通过钢丝绳连接。

#### **3. 保护功能**

每条带式输送机设打滑、沿线闭锁、跑偏、堆料、超温、防撕裂等保护。长度超过 400m 的带式输送机必须满足 GB 16423-2020 6.4.3.6 的规定。

##### **(1) 速度检测、打滑和超速保护**

选用速度检测传感器。检测带式输送机速度，实现低速打滑和超速保护。

##### **(2) 沿线急停闭锁和故障位置检测**

选用拉绳急停闭锁开关。用于带式输送机沿线紧急闭锁保

护，具有故障地点识别功能。当闭锁开关动作，控制机报警并发急停命令。

### （3）跑偏保护

带式输送机沿线设置跑偏传感器，用于跑偏检测和保护，成对使用。

### （4）超温检测

温度传感器检测带式输送机滚筒温度，当温度超过温度传感器的设定值时，传感器动作，控制机报警停车。

### （5）撕裂传感器

在带式输送机尾设置撕裂传感器，实现皮带纵向撕裂检测。

### （6）与空仓、满仓联锁

装料点和卸料点设空仓、满仓等保护和报警装置，并与带式输送机联锁。

## 4. 显示与报警

在监控计算机和显示控制台上动态显示各设备的运行状态和急停、皮带跑偏、超温、打滑、电机故障等故障信号；实时皮带速度、滚筒温度等模拟量信息。

### （四）设备要求

仪表选型要充分考虑检测工况，力求检测稳定可靠，仪表选型应选用矿用本安型仪表，满足现场使用要求。

#### 1. 矿用一般型 PLC 可编程控制箱

满足现场需求，IO 备用点数不低于 20%，每个机架备用槽位

不低于 20%。具有 RS485 方式、TCP/IP 电缆以太网传输方式和 TCP/IP 光缆以太网传输方式等通讯功能。

## **2. 矿用本安型速度传感器**

根据现场输送皮带设计带速选择，防护等级 IP65 及以上。

## **3. 矿用本安型急停开关**

根据现场需求选择开关数量，防护等级 IP65 及以上。

## **4. 矿用跑偏传感器**

满足现场需求，满足《带式输送机 跑偏开关》（JB/T 10939-2010）相关要求。

## **5. 矿用本安型撕裂传感器**

满足现场需求，满足《带式输送机 输送带纵向撕裂检测器》（JB/T 10937-2010）相关要求。

撕裂传感器到配接设备之间的最大传输距离不小于 1 km。（电缆参数： $R=12.8\Omega/\text{km}$ （单芯）、 $C=0.06\mu\text{F}/\text{km}$ 、 $L=0.8\text{mH}/\text{km}$ ）。

## **6. 服务器、工控机、触摸屏**

服务器、工控机应选用满足生产需求的国内外知名品牌，相关配置应满足自动控制需求。

UPS 电源应能保证关键设备仪表断电后的应急处置，断电保持 30min 以上，容量应根据自动控制系统装机容量计算得出。

## **7. 视频监控**

视频监控选用国内外知名品牌，防护等级应能够满足现场需求；硬盘录像机按照要求配存储容量。

## 四、风险分析及应对措施

通过建设带式输送机自动控制系统，运用技术手段能够解决带式输送工艺中的部分风险，为保证系统安全运行，应加强巡检、点检制度，加强日常管理工作。

**跑偏故障：**安装跑偏开关监测带式输送机跑偏状态，安装皮带纠偏装置，及时调校带式输送机跑偏问题。

**打滑故障：**完善检修及管理制度，及时调整带式输送机张紧度，降低作业现场湿度。安装打滑传感器能够有效监测带式输送机打滑故障，及时处理。

**带式输送机撕裂事故：**加强带式输送皮带巡检检查，及时修复受损皮带；减少杂物、矿石对输送皮带的破坏；安装皮带防撕裂传感器，有效监测皮带撕裂，出现故障及时处理。

## 五、典型实例方案

### （一）系统概述

某矿根据实际情况，结合矿井安全生产，对23采区皮带运输系统包括主井一部胶带机、二部胶带机、东翼胶带机、13胶带机、23一部胶带机、二部胶带机等主要设备进行了自动化改造。

### （二）方案综述

#### 1. 设备配置

本项目带式输送机自动化控制系统配置的主要设备有地面监控系统及其组态软件、本安型通信装置主机、广播通讯系统。

## 2. 系统工作原理

本项目每条胶带机分别配置一台本安型通信装置主机，主机具有可编程控制、监控分站和显示功能，控制胶带机及给矿机的启动、停止，并采集胶带机的传感器信号，并上传至集控系统。主机之间通过现场总线连接到一起进行通信，完成胶带机之间闭锁和联动功能，实现胶带机的自动化控制。

主机采集皮带沿线的传感器动作状态及胶带机工作状态和参数进行综合管理，然后将读取的设备数据上传到调度中心监控系统。集控室监控主机可远程监测各强力胶带和给矿机工作状况、开停状态、检修状态及运行速度、拖动电机电压、电流、温度、减速机温度、电机轴承温度和开、停机时间等参数，在监控主机上予以显示和管理，同时将监控主机上的操作指令通过现场总线下达到各控制分站对胶带运输系统进行控制。

## 3. 改造后系统功能

1) 将主井一部、二部胶带、东翼胶带、13 胶带、23 一部、二部胶带及给矿机接入远程集控系统，集控室监控主机能远程监测各强力胶带和给矿机信号状况、开停状态、检修状态及运行速度、拖动电机电压、电流、温度、减速机温度、电机轴承温度和开、停机时间等参数。

2) 系统可实时查看各种传感器的工作状态、故障类型等；当被测参数超限、保护动作及设备运行状态改变后系统有语音、文字告警提示。

3) 系统可实现对强力胶带机和给矿机的远程启动、停止、复位和测试功能，并具备地面远程编程、故障（保护）屏蔽及控制方式转换等功能。具备远程、就地选择功能，就地停止优先。

4) 系统兼容现有语音信号器，可实现地面集控室操作员通过麦克风与井下语音信号之间对讲，具备双向通话等功能。

5) 集控室监控主机可动态显示整个系统所有强力胶带和给矿机等设备运行的工况，以及各种保护传感器的参数和工作状态，显示设备的故障类型。

6) 系统具备设备状态数据采集、自动分析与预警功能，可准确判断故障类型、位置并能进行图像和语音提示以及打印输出。

7) 在监控主机上可以进行组态编程，当系统监控需求变化时可以进行调整。具备第三方协同控制接口，可以方便地组态和集成，并具备向集团公司上传数据条件。

8) 具有历史查询功能，可对电机电流、电机温度、带速、产量和瞬时流量历史趋势图查看、相关数据报表显示和历史数据查询。

9) 具有语音起动预警、闭锁报警、故障报警以及其他提示报警，语音内容可分段编制至少 15 种。主机采集皮带沿线的传感器动作状态及胶带机工作状态和参数进行综合管理，然后将读取的设备数据上传到调度中心监控。

#### **4. 通信装置主机**

1) 主机采用高性能多功能 PLC 为控制核心, 具有性能先进, 功耗低, 安全性能好, 电路结构简单, 可靠性高等优点。

2) 工艺和保护控制软件采用标准化、组件化、智能化设计, 具有完善的工艺、保护控制功能和多种运行方式。

3) 具有工业以太网通讯功能, 用户可以通过上位机远程监控整条输送机运输线的实时运行状态。

4) 具有传感器定位功能, 当输送机沿线手动急停, 拉绳急停, 跑偏、撕裂传感器动作时, 能够显示故障位置, 并有语言定位报警功能, 使查找故障方便快捷。

5) 具有单机、集中、随机三种控制方式, 用户可以通过设定来选择不同的控制方式。并具有前台后急停闭锁功能。

6) 显示器采用 10.4 寸彩色液晶屏, 可以显示输送机的各种运行状态和参数。

7) 集中控制方式下, 逆矿流方向经启动预警后依次启动。停机时从本台以后连锁瞬时停机。

8) 随机控制方式下, 是矿石流方向启动, 启停具有随机性——即整条运输线上的输送机都是有矿预警后自动运行, 无矿延时自动停车。最大限度地减少设备空载运行, 有利于节能降耗。

9) 主机内的本安电源能够给组合扩音电话和远程 I/O 站提供本安电源。

10) 远程 I/O 站通过 RS485 通讯总线将输送机沿线传感器信号传送至主机, 以配合主机完成传感器故障定位功能。

11) 主机之间通讯采用 CAN 总线隔离收发器, 使通讯总线不受外界干扰信号的影响, 实现联机集中控制、各机运行状态和参数的传输。

## 5. 地面监控主机

胶带自动化系统的监控中心采用工控机, 带自适应网卡, 24 寸三星液晶显示器, 中文操作界面, 组态软件, 实现皮带集控一建操作, 多画面、多任务实时监控, 实时显示。具有与 PLC 通讯接口, 通过键盘对系统进行编程, 具备齐全的显示、故障自诊断等功能, 实现上位系统的人—机对话, 具有以下功能:

(1) 系统工作状况动、静态显示, 如模拟运行图动态显示;

(2) 具有工业以太网接口, 可以将运行状态参数上传到调度中心等管理部门;

(3) 集控启停、参数设置、参数查询等。1) 主机可动态显示整个系统所有强力胶带和给矿机等设备运行的工况, 以及各种保护传感器的参数和工作状态, 显示设备的故障类型。

4) 系统启停控制为控制方式选择, 可以选择单机运行, 也可以选择集中控制, 还可以选择部分设备启停, 或者顺逆物流启停。

5) 故障记忆, 记录故障发生时各设备运行情况和保护传感器状态。

6) 可远程监测各强力胶带和给矿机信号状况、开停状态、检修状态及运行速度、拖动电机电压、电流、温度、减速机温度、

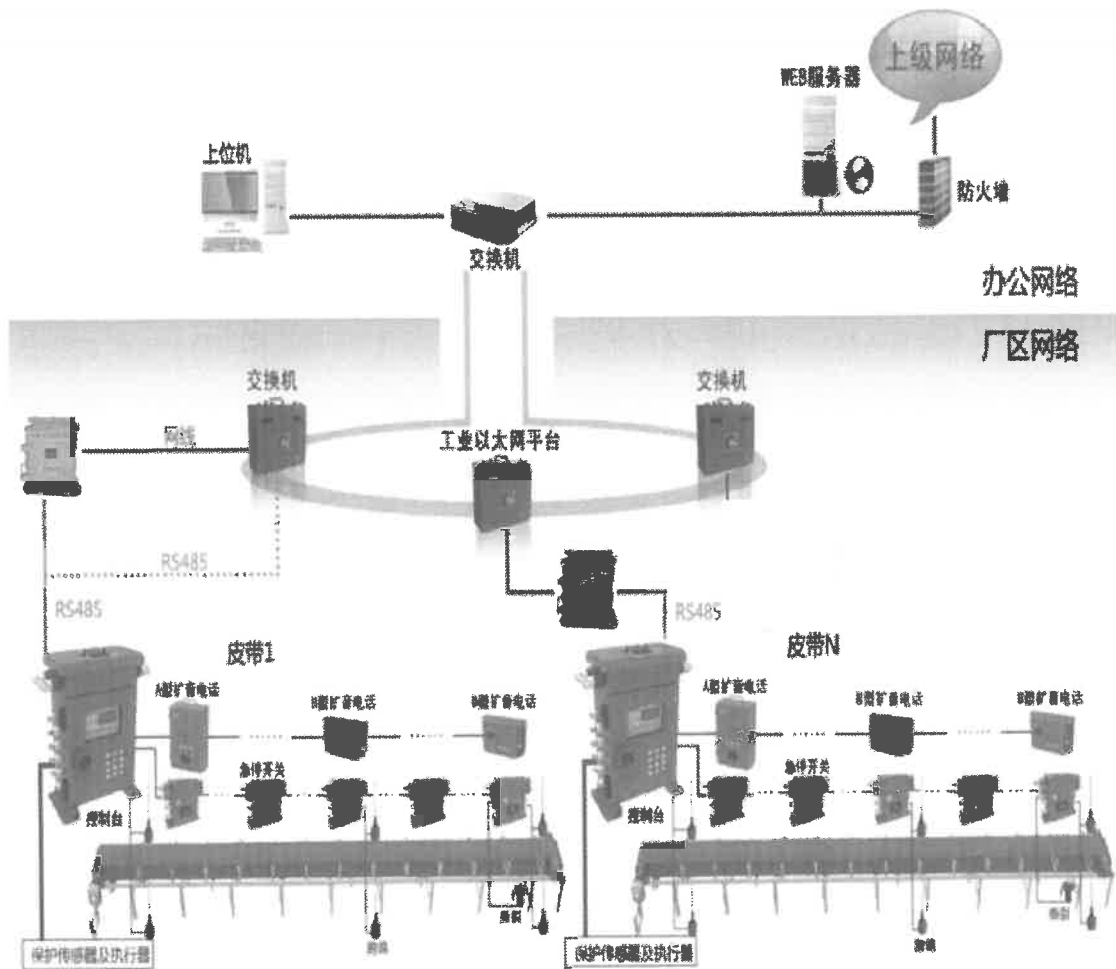
电机轴承温度和开、停机时间等参数。

### (三) 设备配置

序号	产品名称	规格型号	数量
1	控制主机 (含 F24T352FHC 显示器)	IPC-610MB (AIMB-706VG/I7 9700K/16G/500G SSD+2T/4G 独显/3 网口/罗技键鼠)	1 台
2	组态软件 (含 Web 发布)	力控 ForceControl V7.0, 正版、网络版、无限点	1 套
3	音响	R206P	1 套
4	广播分控终端	BL-A-Z	1 台
5	广播通讯软件	KT190	1 套
6	六部强力胶带接入	定制, 含给矿机	6 套
7	矿用通信装置主机	KTC208.1 和现有矿控制箱对接使用, 内含 ST40 系列 PLC, 内含 2 光 3 电交换机, 含 485 接口, 可扩展 DI、DO、AI 接口	6 台
8	矿用扩音电话	KTC208.2 集控给矿机, 支持 8 路开关量传感器输入	6 台
9	矿用网络交换机	KJJ12C 语音对接网关, 和现有防爆皮带沿线扩音电话对接使用, 内含 2 光 3 电交换机	6 台
10	矿用直流稳压电源	KDW127/24 输入电压: AC127V/660V, 输出电压: AC220V/DC24V, 后备不小于 4 小时	6 台
11	矿用声光信号器	KXH127	2 台
12	矿用轻型橡套软电缆	MVV-0.6/1 3*1.5 mm <sup>2</sup>	500 米
13	矿用聚乙烯绝缘编制屏蔽聚氯乙烯护套通信电缆	MHYVP (2*2*7/0.43)	2000 米
14	矿用聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套编制屏蔽控制软电缆	MKVVRP-450/750 4*0.5mm <sup>2</sup>	1500 米
15	矿用聚乙烯绝缘编制屏蔽聚氯乙烯护套通信电缆	MHYVP (2*2*7/0.43)	2000 米
16	矿用通信电缆	MHSYV-5 4*2*0.5	500 米
17	矿用阻燃通信光缆	MGXTW-12B	3000 米
18	矿用电路用接线盒	JHH4	30 台
19	矿用低压电缆接线盒	BHD2-25/660 (380) -3T	20 台
20	矿用光缆接线盒	FHG4	20 个

序号	产品名称	规格型号	数量
21	企业级 UPS 后备电源主机	3C3PRO 40KS-40KVA/36KW	1 台
22	防雷插座	BULL 防雷 PDU 机柜插座	5 个
23	抗电涌插座	BULL GN-H3053	5 个
24	附件	热熔管 10 包、光跳线 50 根、扎带 10 包、胶带 10 卷、水晶头 5 盒、设备固定件、支架若干及工具 3 套等	1 批

#### (四) 系统架构图



## 固定设备操作类远程控制系统 建设指导方案

### 一、概述

固定设备操作类远程控制系统：根据远程作业的控制要求，在地表和井下作业现场安装自动控制系统，采用现场总线操控技术、网络总线传输技术和智能控制技术，实现井下固定设备的远程操控、设备的状态和数据记录等功能，实现操作现场无人化、提高生产效率。

固定设备操作类远程控制系统由远程操控系统、网络传输系统、本地控制系统和视频监控系統组成，具有完善的保护性能，能满足矿山安全规程的规定。

### 二、监测重点参数

**控制数据：**主要包括固定设备远程启动/停止，设备动作远程控制。

**设备数据：**主要包括设备运行电流、电压、功率因数等模拟量以及运行和保护开关等开关量，实现远程实时监视系统运行状态。

**监测数据：**主要包括断路器位置、辅助设施实时数据等，实现远程实时监视系统运行状态。

### 三、自动化控制系统

#### (一) 规范和规程

固定设备操作类远程控制系统应符合以下规范、规程：

《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)

《矿山电力设计规范》(GB50070-2009)

《工业过程测量和控制装置的电磁兼容性》(GB/T13926-92)

《低压配电设计规范》(GB50054-2011)

《电气设备的抗干扰特性基本测量方法》(GB4859-84)

《3-110KV 高压配电装置设计规范》(GB50060-2008)

《矿用一般型电气设备》(GB12173-90)

《外壳防护等级的分类》(GB4208-84)

《自动化仪表选型设计规定》(HG/T 20507-2014)

《工业自动化仪表工程施工及验收规范》(GB 50093-2013)

#### (二) 控制要求

固定设备操作类远程控制系统，以保证井下现场的固定设备正常运行为工作目标。来自地表管控中心操作人员的设备操作信号，经本地控制系统对其进行采集和处理后，通过网络传输系统把控制数据送入井下现场的控制系统中，经过信号转换和解码后，转化为相应的控制信号，实现设备的远程作业。

井下现场的控制系统会采集设备的运行状态数据，通过网络传输至地表控制系统的显示单元，便于操作人员实时掌握设备的运行情况，地表控制系统对设备数据进行分析、报警、存储，实

现设备的远程操控和管理。

### **(三) 功能要求**

#### **1. 设备启动状态检测**

设备运行前所必须具备的运行条件是否满足，设备参数是否正常，应与控制系统进行连锁，避免设备带病运行。

#### **2. 系统急停闭锁**

系统具有闭锁性急停开关，在设备检修或人员检查时，只需按下急停开关，无论采用哪种方式的操作都不能开机和运行，确保现场人员不受伤害。

#### **3. 本地控制**

系统要有手动控制方式，手动控制具有优先控制权，保证了即使远程控制系统出现故障，也可以在手动控制下实现设备正常运行。

#### **4. 远程操控**

系统应能够根据地表操控人员的指令，进行安全、准确、实时的对井下设备进行控制。

#### **5. 数据实时监测**

系统应能够对设备运行状态数据进行实时监控和上传，对故障预警保护，为设备运维提供保障。

#### **6. 视频监控**

系统应具有监控现场运行情况的视频系统，并对现场视频进行采集、上传、显示和存储。

## 7. 传输数据保护

系统应具有控制数据保护功能。当传输数据出现乱序、丢表和延时等突发情况，或传输网络出现断网，脱网等故障时，设备应自动停机，保护设备运行安全。

## 8. 系统自诊断

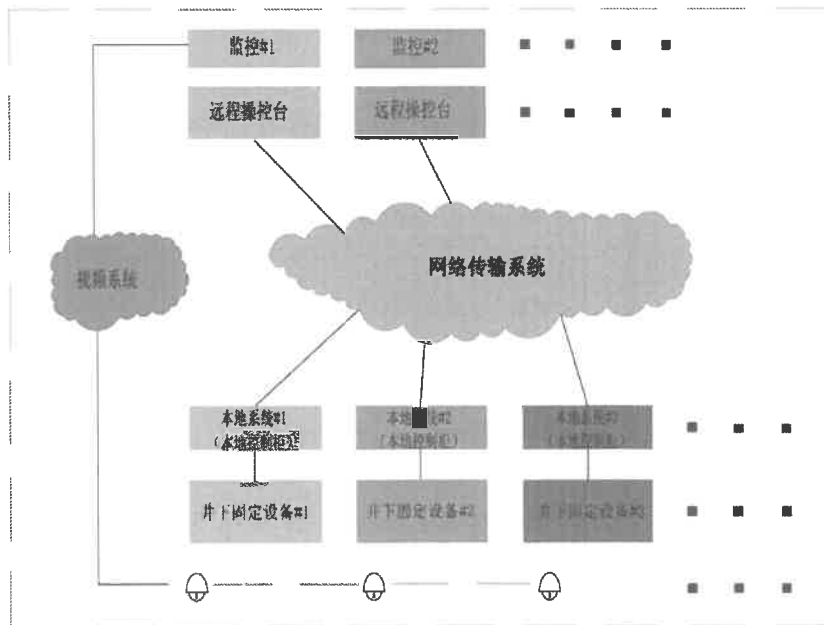
可准确判断系统故障类型、位置并能对操作人员进行提示及打印输出。

## 9. 实时报警/报警记录

当被测参数超限、保护动作及设备运行状态异常时，既可在现场主控柜上也可在地面集控中心发出文字告警提示，并进行声、光、语音报警。并实时保存以上信息。

### (四) 设备要求

远程控制系统由远程操控系统、网络传输系统、本地控制系统和视频监控系统组成，各系统组合示意图如下：



远程操控系统是远程控制系统的“大脑”，负责接收操作人员通过远程控制台下达的操作指令，通过运算并准确的将指令分配到指定的执行机构。与此同时也接收来自于执行机构的反馈信息和状态监测信息，如电机状态，油温等，通过运算实时显示在远程控制台上，以方便操作人员对设备进行监控。所以地表远程控制系统需要集操纵控制和参数显示于一体。

### **1. 设备远程操纵部分**

设备远程操纵部分的选型主要依据井下固定设备具体操控需求而定，如果有复杂动作要求，可以选择多功能操控装置，以满足控制需求。

### **2. 参数显示屏**

设备状态参数显示屏提供人机交互界面，并提供种热键功能，用于操控设备切换，远程查看设备的运行状态信息，查看工作状态及日志等。

### **3. 主控制器**

主控制器选择应满足工业现场要求，对安全性要求比较高的应用场景，宜采用冗余设计，并根据实际需求选择合适的输入和输出数量。

### **4. 网络传输**

网络传输系统是远程操控系统和本地系统信息传递的桥梁，必须要求稳定快速，一般采用光纤网络，进行双向传输。系统中的网络设备，应选择工业级产品，具有接口保护和冗余电源设计；

能提供快速生成树协议、存储转发、故障定位、网络浏览器管理等功能。

## 5. 视频监控

视频监控应根据现场环境和操控要求进行选择；防护等级和设备参数应满足现场需要；配备硬盘录像机，配备存储容量。

## 四、风险分析及应对措施

远程控制系统通信故障：要求远程控制系统有应对设备突发故障的触发保护机制，并进行故障提示和报警，以确保设备安全运行。

设备出现报警时，可根据系统具体提示，迅速排查设备故障原因，除此之外还应建立完备的巡检机制，对远程控制设备的故障能做到早发现，早处理。

## 五、典型实例方案

### （一）系统概述

某矿井下固定式液压碎石机共 9 台，其中国产碎石机 6 台，进口碎石机 3 台，分别安装在井下各个作业中段，该矿对所有碎石机进行远程控制改造。

固定式液压破碎机主要由工作装置、回转机构、液压泵站、操作驾驶室和电气系统五部分组成，碎石机工作参数如下：

	名称	固定式液压碎石机
整机 参数	最大破碎高度	4200mm
	最大工作半径	7730mm
	破碎冲击频率	400~650bpm

	整机质量	6000kg
主液压系统 参数	电机工作电压	380V -5%~+10%
	主泵电机参数	55kw/1480rpm
	主泵工作方式	柱塞式
	主泵流量	148L/min
	液压系统压力	18MPa
	液压系统操作机构	手动先导比例控制
电气系统参 数	主泵启动方式	Y/△
	冷却系统电机	3kw/1430rpm
	液压油传感器	油位/温度复合式
	温度传感器	PT100
	电机保护	相序/断相/过载

## (二) 方案综述

### 1. 系统要求分析

根据对矿山现有 9 台设备的实地勘察，以及矿山要求，现需要对现有 9 台井下碎石机实现地表远程控制，并实现“一控多”操控，即地表一个操控台可以选择并连接井下任意一台碎石机并进行操控作业。

### 2. 系统改造需求

根据井下碎石机远程控制需求分析，并考虑井下碎石机远程控制实现的必要条件，对井下碎石机远程控制进行中控搭建，网络通信搭建，视频监控搭建以及本地控制系统搭建的工作。

### (三) 设备配置

序号	内 容	数量
1	远程中控柜 ◇ Parker 中央处理器, 汇集所有控制台操作信息并进行控制计算输出控制信息 ◇ AB 逻辑控制器 600kb, 8 个 I/O, 16 个节点 ◇ 光纤/CAN 信号转换系统 ◇ 工业管理型光电转换器, 单模光纤点对点传输距离 40 公里, 多模光纤点对点传输距离 2 公里 ◇ 以太网/CAN 转换器 ◇ LDMC-25 远程控制程序系统, 提供安全防护机制以及设备控制算法	1
2	远程操控台 ◇ Parker MD3 控制显示器, 多彩图像显示器, 提供设备实时监测和诊断功能, 能集成显示所有固定式液压碎石机系统状态参数和控制参数 ◇ Parker 两轴比例操纵杆, 通过操纵 4 比例输出, 2 功能按钮, 可以对固定式液压碎石机系统进行远程启/停并进行远程作业	4
3	本地控制柜 ◇ Parker 中央处理器, 汇集所有控制台操作信息并进行控制计算输出控制信息 ◇ 光纤/CAN 信号转换系统 ◇ 工业管理型光电转换器, 单模光纤点对点传输距离 40 公里, 多模光纤点对点传输距离 2 公里 ◇ 以太网/CAN 转换器 ◇ LDMC-25 远程控制程序系统, 提供安全防护机制以及设备控制算法	9
4	液压系统升级改造 ◇ 液位传感器 ◇ 温度检测传感器 ◇ 故障报警装置 ◇ PWM 控制线圈	9
5	网络系统升级改造 ◇ 矿用隔爆摄像机 ◇ 矿用防爆球机 ◇ 32路硬盘录像机 ◇ 8T硬盘 ◇ 27英寸显示器 ◇ 16口工业级POE交换机 ◇ 10口工业级POE交换机 ◇ 矿用阻燃光缆48芯 ◇ ODF光纤配线架96芯 ◇ ODF光纤配线架24芯	9

# 山东省非煤地下矿山信息化协同管控 建设指导方案

## 一、概述

针对非煤地下矿山作业环境恶劣、人员安全风险高、安全管理压力大等问题，以本质安全、主动安全为指导思想，在矿山安全生产六大系统的基础上，集成 GIS、MIS、监测监控、物联网等技术，针对人、机、环、管 4 个要素，从集成化、系统化的角度出发，将人员行为安全、作业环境安全、安全制度保障等安全生产要素全面集成和智能化提升，形成以全面评估、闭环管理、实时联动、智能预警为特征的主动安全管理保障体系，实现面向人-机-环-管的全方位主动安全管理。

## 二、建设依据

《信息安全技术：网络安全等级保护基本要求》  
GB/T22239-2019

《信息安全技术：工业控制系统安全管理基本要求》  
GB/T36323-2018

《电子信息系统机房设计规范》GB50174-2008

《数据中心设计规范》GB50174-2017

《计算机场地技术条件》GB2887-2000

《计算机场地安全要求》 GB9361-2011

《工业以太网交换机技术规范》 GB/T30094-2013

《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》  
GB50168-2018

《信息技术应用级防火墙安全技术要求》 GB/T18020

《智能矿山建设规范》 DZ/T 0376-2021

《智慧矿山信息系统通用技术规范》 GB/T 34679-2017

《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020

《金属非金属地下矿山安全避险“六大系统”安装使用和监督检查暂行规定》

《煤矿井下作业人员管理系统使用与管理规范》  
AQ1048-2007

《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》  
AQ2031-2011

《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》  
AQ2032-2011

《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》  
AQ2036-2011

《金属非金属地下矿山人员定位系统通用技术要求》  
AQ/T2051-2016

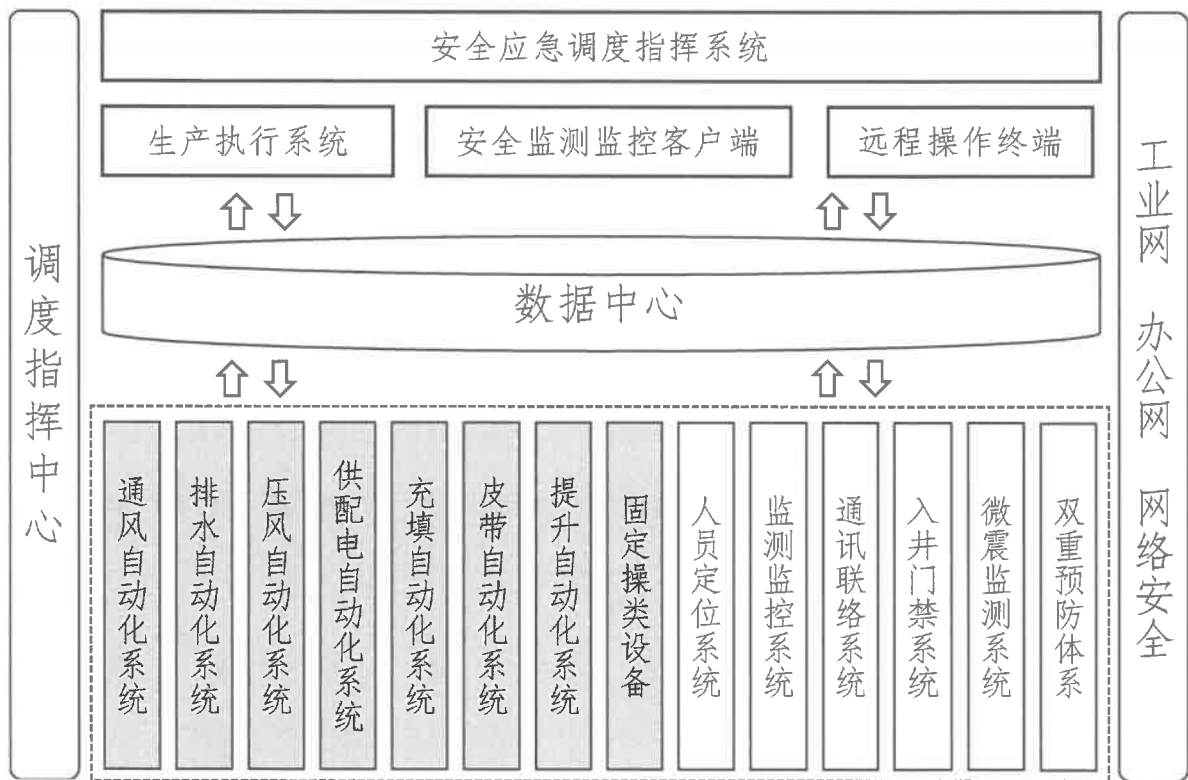
《金属非金属地下矿山监测监控系统通用技术要求》  
AQ/T2053-2016

《金属非金属地下矿山通信联络系统通用技术要求》  
AQ/T2052-2016

《岩体工程微震监测技术规程》T/CECS839 - 2021

### 三、总体设计

非煤地下矿山信息化协同管控的系统架构及数据链路如下图所示。



### 四、主要内容

#### (一) 企业基础网络

综合规划建设办公网、监控网、控制网及其他高速工业网络，支持数据采集、信息管理、视频监控、安全监测等信息化应用，保障数据安全可靠传输。

## 1. 工业网

(1) 工业环网带宽：要以矿山工业环网所承载业务及数据流量分析基础，同时考虑未来井下无人驾驶等智能化网络业务的扩展性。地表环网为千兆，井下环网及骨干带宽为万兆。

(2) 组网方式：采用环型或双环形组网技术和环间耦合技术，以实现传输链路或网络节点故障时，环网自动切换，对于时延要求高的设备可独立成环（如提升自动化控制）。

(3) 传输介质：地下环网需采用矿用铠装光缆。

(4) 光纤敷设：为保证信号衰减，尽量减少熔接次数，每500米要求有10米左右的预留，为出现阻断时熔接预留足够长度。

(5) 交换机选型：应符合《工业以太网交换机技术规范》GB/T 30094-2013相关标准要求，要充分考虑满足防爆、防尘、抗高温潮湿和电磁干扰要求，要求端口密度高，外观紧凑，在保持工业产品的高度灵活性和可靠性的同时，提供强大的数据转发和处理能力。

(6) 性能要求

1) 网络建设具有高可靠冗余性。

2) 汇聚交换机与核心交换机实现万兆 OSPF 和线路冗余，支持三层路由功能。

3) 搭建设备监控、告警和展示平台，满足现有节点（网络设备），必须满足结合物理位置展示逻辑拓扑及连接情况，提供

所需的软硬件平台，历史故障及告警信息可追溯、可查询。

4) 建设统一、高效、实时、稳定、安全的现场生产控制网络。

5) 实现主千万兆环网冗余，支路千兆网络带宽；冗余环网切换时间小于 20ms，支持冗余环间耦合。数据传输速率范围均可从 10/100/1000/10000Mbps。

6) 在 L2 层和 L3 层上均实现了线速交换，任何数据包到达后都会被立刻转发。

7) 支持 QoS 机制，可以读取 IEEE 802.1p/1Q 第二层的 QoS 标签和第三层的 TOS 信息，使重要数据能如期、持续的传输。

8) 全面支持工业网络必须的时钟同步 SNTP（简单网络时钟协议）功能，全网时钟统一，实时性高。

9) 支持多种级别的安全特性，实现整个网络的安全布署。

10) 支持多级。普通人员可以查看不可更改交换机配置，而管理员则可以修改交换机的配置，避免交换机的配置被非法修改。

## 2. 办公网

(1) 办公信息网带宽：要充分考虑私有云以及云桌面业务承载能力需求，集中管理简化运维的能力需求，要能够满足业务拓展。

(2) 组网方式：采用以数据中心机房为中心节点的扩展星型拓扑结构网络。

(3) 网络硬件：采用核心交换模式，由三层网管型交换机

承担核心数据交换功能，并根据需要设置数台二层交换机提供全矿数据信息的核心交换功能。

(4) IP 地址与网段规划：使用上级公司统一分配的内部局域网 IP 地址，各个矿在此基础上划分网段。

(5) 因特网（Internet）接入与应用：使用专线方式接入双因特网线路，保证集团 OA 办公系统和财务、生产、管理、设备等资料信息的查询和交流等业务。

(6) 业务专网与广域网（Extranet）接入：使用由上级公司统一部署和接入的 VPN 光缆直连专网。

(7) 网络运维：要集中管理简化运维，能通过网关系统提供网络设备的统一管理，并配合相应软件模块实现网络健康监测，协助管理人员进行故障排除。

### 3. 网络安全

(1) 网络系统应满足 GB/T22239 相应等级保护技术要求。

(2) 主要实现网络分区和准入认证，矿区之间、井上井下进行边界隔离，井上井下系统间进行边界隔离，进行网络审计，建立网络通信数据包白名单，实现工控系统异常数据包实时监测和异常行为报警。

#### (二) 企业数据中心

建立与矿山规模及信息化水平相适应的安全、开放、数据易于获取与高效处理的企业数据中心，为矿山应用提供基础环境支持。

## 1. 机房硬件

(1) 数据中心建设标准不低于 GB50174 《数据中心设计规范》中 C 级标准。

(2) 数据中心网络安全建设应满足相应的网络安全等级保护要求。

(3) 不间断电源系统应有自动和手动旁路装置，且其容量至少为负载的 1.2 倍。

(4) 数据中心安全防范系统宜采用数字式系统，支持远程监视功能。

(5) 数据中心的核基础设施宜按容错系统配置，在电子信息系统运行期间，基础设施应在一次意外事故后或单系统设备维护或检修时仍能保证电子信息系统正常运行。

## 2. 数据采集

(1) 系统应满足山东省应急管理厅以及大数据局下发《关于协助全省非煤矿山感知数据接入电子政务外网的函》所做的相关要求。

(2) 数据采集系统应实现生产运营基础数据的在线、自动采集，采集范围应包括环境、资源、生产、设备、能源、质量、安全、运营管理等领域。数据应具备编码、时间、空间、关联、隶属等统一规范，便于数据共享与信息融合。

(3) 数据采集系统应统一建立数据服务系统，支持实时数据、关系数据以及非结构化数据的集中存储、管理和存取服务，

并实现容灾备份功能。

### （三）调度指挥中心

建设调度指挥中心，提供网络、视频、通信、监测、控制、远程操作、大屏幕展示等基础设施，为信息集中展现、设备集中操控、生产统一指挥提供环境及硬件支持。宜将自动化系统、安全监测监控系统、集中监控平台的操作终端在调度控制中心进行集中部署。

（1）应实现主提升机、主变电所、主水泵房、主通风机、压风和破碎机等远程集控，现场无人值守。

（2）应建设安全应急调度指挥系统，在三维环境下，统一调度、指挥、监控人员及设备，预留安全监测信息接口，便于接入省应急厅平台。

（3）应建设生产执行系统，实现生产、设备、质量、物资、能源、安全等生产相关过程的信息化综合管理。

（4）应与安全管理系统、在线监测监控系统、调度指挥系统及其他相关信息化系统相融合，满足安全管理、生产调度、应急指挥的需要。

### （四）人员定位系统

根据《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》（AQ2032-2011）的要求：井下最多同时作业人数不少于 30 人的金属非金属地下矿山应建立完善人员定位系统，井下最多同时作业人数少于 30 人的金属非金属地下矿山应建立完善人员出入井

信息管理制度，准确掌握井下各个区域作业人员的数量。

井下人员定位系统主要由人员定位卡、矿用本安型基站、矿用线缆及人员管理系统组成。系统应满足以下要求：

(1) 应实现下井人员位置及时刻监测、井下轨迹查询和模拟回放功能；应具有携卡人员信息显示、查询、存储、报表、打印、异常报警等功能。

(2) 系统及纳入安全标志管理的设备应取得矿用产品安全标志，主要技术指标应符合 AQ/T2052-2016 中 5.6 的相关规定。

(3) 应具有下井人员身份验证和唯一性检测功能，宜与安全管理系统配合，杜绝不合格人员入井。

(4) 井下必须配备能保证系统连续工作 2 小时以上的备用电源。

(5) 标识卡应具有紧急事件报警功能，能及时接收系统发出的撤人命令，并进行声光、震动提示。

(6) 鼓励采用基于 UWB 高精度定位技术，实现对井下人员的实时定位与管理。

#### (五) 监测监控系统

《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》AQ2031-2011 的要求，监测监控系统包含视频监测子系统、有毒有害气体与通风监测子系统。系统应满足以下要求：

(1) 宜将监测监控系统与人员定位系统、通信联络系统进行总体设计。

(2) 监测监控系统宜具有视频监控、有毒有害气体监测、通风监测功能，符合 AQ2031-2021 的相关规定。

(3) 应建设视频监控子系统，系统具有主要硐室、人员进出场所、关键设备的视频监控功能。

(4) 应建设有毒有害气体与通风监测子系统，系统具有 CO、NO<sub>2</sub>、温度、风速、风压、风机开停监测功能。

(5) 系统主机和分站的备用电源应能保证连续工作 2h 以上。

(6) 系统应具有实时显示监测数据、显示历史监测数据、异常参数声光预警等功能。

#### (六) 通讯联络系统

根据《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》AQ2036-2011 的要求，系统应满足以下要求：

(1) 宜将通信联络系统与监测监控系统、人员定位系统进行总体设计。

(2) 通信联络系统宜具有由控制中心发起的组呼、全呼、选呼、强拆、强插、紧呼及监听功能，符合 AQ/T2052-2016 的相关规定。

(3) 通讯线缆应分设两条，从不同的井筒进入井下配线设备，任一条线缆的容量应能够担负井下各通信终端的通信能力。

(4) 应建设扩播系统，系统具有公共扩播、紧急广播功能，应符合 AQ/T2052-2016 的相关规定。

#### (七) 井口唯一性检测系统

严格人员入（出）井管理是地下矿山安全生产的重要保证，根据《煤矿井下作业人员管理系统使用与管理规范》AQ1048-2007的要求，各个人员出入口应设置检测识别卡工作是否正常和唯一性检测装置也要求矿用人员管理系统必须设置井口唯一性检测装置。

系统应满足以下要求：

（1）系统应对下井人员出入井时刻、重点区域出入时刻、工作时间、井下和重点区域人员数量等实现监测、分权限显示、打印、储存、查询、报警、管理等功能。

（2）系统应具有对历史和实时数据上传实时显示功能。

（3）系统应具备报警及报警输出功能，可通过通信装置语音报警，并警示该违规人员撤离。

（4）系统应具有数据备份功能，分站应具有数据存储功能。当系统通信中断时，分站存储一定时间的信息；当系统通信恢复正常时，分站存储的信息自动上传至中心站。

（5）系统能实时显示人员及相关设备的动态分布。

#### （八）地压监测系统

《国家安全监管总局关于印发金属非金属地下矿山安全避险“六大系统”安装使用和监督检查暂行规定的通知》168号文中明确提出：存在大面积采空区、工程地质复杂、有严重地压活动或开采深度超过800米的地下矿山企业，应该建立完善的地压监测系统。

监测系统主要由数据采集系统（传感器、数据采集基站）、时间同步系统、数据通信系统（通信电缆、光缆、交换机等）、数据存储系统（服务器或工作站）、数据分析与展示软件系统组成。系统应满足以下要求：

（1）地压在线监测预警系统采用微震监测系统、应力及位移监测系统相结合的综合手段，实现深部地压活动显现等安全风险的实时、立体化监测。

（2）地压在线监测系统采集实时的微地震、应力应变监测数据，对数据进行分类和规范化处理，并建立微地震、应力应变监测数据的数据仓库。

（3）矿山地压在线预警系统除具有分析、显示、报警、存储等基本功能外，应通过专用网络接入山东省地压监测预警平台。

（4）应具有通过云服务实现现场监测数据、报表和预警信息上传和本地下载功能。

（5）能融合传统地压数据进行灾害预警分析。

