

矿井充填开采工艺汇报

山东科技大学煤矿充填开采国家工程实验室

山东金恒力能源科技有限公司

山东金恒力建工有限公司

提 纲

- 1 充填开采可行性分析
- 2 工程技术支撑
- 3 充填方法
- 4 自流浆体与矸石井下混合充填采煤法
- 5 泵送式膏体充填采煤法
- 6 抛矸堆石体灌浆充填采煤法
- 7 管道自流式似膏体充填采煤法
- 8 充填开采关键装备
- 9 柔性运输系统一体化方案
- 10 充填工程部分业绩

1 充填开采可行性分析

□ 国家政策分析

国家和地方为支持充填开采的发展，历年来出台了一系列支持政策：

2013年1月9日，国家能源局、财政部、国土资源部和环境保护部联合发布《煤矿充填开采工作指导意见》，指出实施充填开采，可以减少井下采空区水、瓦斯积聚空间，降低采空区突水、瓦斯爆炸、有害气体突出、浮煤自燃等事故发生可能性，抑制煤层及顶底板的动力现象，提高矿井安全保障程度；可以充分回收“三下”压煤和边角残煤，延长矿井服务年限；可以大量消化矸石，减轻煤炭开采对地表的影响，减少耕地占用和矿区村庄搬迁，保护和改善矿区生态环境，促进资源开发与生态环境协调发展。要求大力推广充填开采技术。

1 充填开采可行性分析

□ 国家政策分析

国家和地方为支持充填开采的发展，历年来出台了一系列支持政策：

2014年12月1日起执行的国家煤炭资源税改政策，见财政部、国家税务总局《关于实施煤炭资源税改革的通知》（财税〔2014〕72号），对充填开采置换出来的煤炭，资源税减征50%。

2014年12月22日，国家发展和改革委员会、科学技术部、工业和信息化部、财政部、国土资源部、环境保护部、住房和城乡建设部、国家税务总局、国家质量监督检验检疫总局、国家安全生产监督管理局联合下发的《煤矸石综合利用管理办法》，把煤矸石充填列为第一种综合利用途径，要求煤炭生产企业要因地制宜，采用合理的开采方式，煤炭和耕地复合度高的地区应当采用煤矸石充填开采技术，其他具备条件的地区也要优先和积极推广应用此项技术，有效控制地面沉陷、损毁耕地，减少煤矸石排放。

1 充填开采可行性分析

□ 国家政策分析

国家和地方为支持充填开采的发展，历年来出台了一系列支持政策：

2015年2月4日，国家能源局发布《关于促进煤炭工业科学发展的指导意见》（国能煤炭〔2015〕37号），提出因地制宜推广使用充填开采等绿色开采技术。

2016年12月，国家发展改革委和国家能源局发布《煤炭工业发展“十三五”规划》（发改能源〔2016〕2714号），提出因地制宜推广充填开采、保水开采、煤与瓦斯共采、矸石不升井等绿色开采技术。严禁设立永久性煤矸石堆场。

2017年3月22日，国土资源部等6部门发布《关于加快建设绿色矿山的实施意见-煤炭行业绿色矿山建设要求》（国土资规〔2017〕4号），鼓励利用矿山固体废物用于充填采空区、治理塌陷区等。中东部地区原则上应采取条带式 and 充填式开采等绿色开采方式，合理控制地面塌陷，鼓励矸石不出井，逐步消灭已有的矸石山，减少土地占用，降低环境污染。煤矸石等固体废物妥善处置率应达到100%。中西部地区煤炭资源开采方式应符合区域生态建设与环境保护要求。

1 充填开采可行性分析

□ 国家政策分析

国家和地方为支持充填开采的发展，历年来出台了一系列支持政策：

2018年6月22日，自然资源部发布《煤炭行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0315-2018），要求下列情况宜采用充填开采技术：

- ①东部地区、环境敏感地区和“三下一上”压煤区域应采用充填开采技术，确保地面无矸石山堆存；
- ②其他地区优先采用充填开采；
- ③在不产生二次污染的前提下，应优先利用煤矸石等固体废弃物充填采空区

2018年8月30日，国家发展和改革委员会办公厅、国家能源局综合司、国家煤矿安全监察局办公室联合发布《关于进一步完善煤炭产能置换政策的补充通知》（发改办能源〔2018〕1042号），实施充填开采置换出的煤炭产量，经省级煤炭行业管理部门确认后，可按30%的比例折算为置换产能指标，用于产能置换。

1 充填开采可行性分析

□ 国家政策分析

国家和地方为支持充填开采的发展，历年来出台了一系列支持政策：

中华人民共和国环境保护税法自2018年1月1日起施行。其中第三章税收减免第四条规定：下列情形，暂予免征环境保护税：（四）纳税人综合利用的固体废物，符合国家和地方环境保护标准的。固体废物环境保护税征收标准5元-1000元。

固体废物环境保护税征收标准

税目	计税单位	税额（元）
煤矸石	每吨	5
尾矿	每吨	15
危险废物	每吨	1000
冶炼渣、粉煤灰、炉渣、其他固体废物	每吨	25

1 充填开采可行性分析

□ 国家政策分析

国家和地方为支持充填开采的发展，历年来出台了一系列支持政策：

2019年4月18日，国家能源局综合司下发了《国家能源局综合司关于长期停产停建等煤矿相关信息的通知》，将充填开采产能置换继续推进。

2019年10月30日，山西省能源局《山西省煤矿充填开采产能增量置换办法》出台，在满足回采率和充填率的前提下，充填矿井可按30%的充填开采产煤比例置换产能。

2020年4月23日，财政部、税务总局、国家发展改革委《关于延续西部大开发企业所得税政策的公告》，对设在西部地区的鼓励类产业企业减按15%的税率征收企业所得税，其中，“提高资源回收率的采煤方法、工艺开发与应用”和“矿井采空区、建筑物下、铁路等基础设施下、水体下采用煤矸石等物质填充采煤技术开发与应用”被列入鼓励类产业，可享受该企业所得税优惠。

1 充填开采可行性分析

□ 国家政策分析

国家和地方为支持充填开采的发展，历年来出台了一系列支持政策：

2019年4月18日，国家能源局综合司下发了《国家能源局综合司关于长期停产停建等煤矿相关信息的通知》，将充填开采产能置换继续推进。

2019年10月30日，山西省能源局《山西省煤矿充填开采产能增量置换办法》出台，在满足回采率和充填率的前提下，充填矿井可按30%的充填开采产煤比例置换产能。

2020年4月23日，财政部、税务总局、国家发展改革委《关于延续西部大开发企业所得税政策的公告》，对设在西部地区的鼓励类产业企业减按15%的税率征收企业所得税，其中，“提高资源回收率的采煤方法、工艺开发与应用”和“矿井采空区、建筑物下、铁路等基础设施下、水体下采用煤矸石等物质填充采煤技术开发与应用”被列入鼓励类产业，可享受该企业所得税优惠。

1 充填开采可行性分析

□ 充填开采的意义

解决
需求

加快推进充填开采是煤炭生产方式变革的需要

煤炭工业发展“十三五”规划已提出了“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念；煤炭工业“十四五”高质量发展指导意见（征求意见稿），指出生态环境保护的压力进一步加大。煤炭发展生态环境约束日益强化，必须走煤炭安全高效绿色开采和清洁高效集约利用的发展道路，目前国内已形成多种充填开采工艺技术，特别是巷式充填开采技术，为充填开采的广泛应用及规模开采奠定了基础。

1 充填开采可行性分析

□ 充填开采的意义

解决
需求

加快推进充填开采是企业绿色可持续发展的需要

充填采煤技术可以规模化处理矿区矸石等固体废弃物，将其作为充填材料充入采空区，从根本上减少矸石等固体废弃物对环境的破坏，对改变传统处理矸石方式有重要意义，在环保政策愈发严格的背景下，规模化处理矿区矸石等固体废弃物符合绿色矿山发展的要求。

1 充填开采可行性分析

□ 充填开采的意义

解决
需求

充填开采是保障煤矿安全生产的需要

传统的垮落式开采容易带来采空区自燃发火、透水、上隅角瓦斯积聚超限、岩层应力平衡被改变发生冲击地压等问题，引发煤矿事故。通过实施充填开采，可以减少井下瓦斯、采空区积聚空间，有效控制煤层顶板的下沉量，大幅降低回采工作面超前支撑应力，有效防范瓦斯、突水、顶板及冲击地压事故发生，从根本上提高煤矿安全生产保障水平。

1 充填开采可行性分析

□ 充填开采的意义

解决
需求

充填开采是稳定煤炭产量、提高煤炭资源利用水平的需要

通过实施充填采煤技术，实现了矿井高产高效生产，增加了煤炭采出率，主动适应产能考核新政策，延长了煤矿的服务年限，经济与社会效益巨大。

2 工程技术支撑

□ 山东科技大学煤矿充填开采国家工程实验室

- ❖ “煤矿充填开采国家工程实验室”为国家级重点实验室，是国内煤炭行业**唯一**一家国家级的充填开采研发和工程化平台。
- ❖ 煤矿充填开采国家工程实验室及其装备研究所，科研基地在山东科技大学，工程基地在山东能源新汶矿业集团。



2 工程技术支撑

□ 山东科技大学煤矿充填开采国家工程实验室

- ✓ 于2013年6月由国家发改委批准建设，建成充填开采技术、充填材料、充填装备等9个研发平台；数值模拟、相似物理模拟、充填材料物化分析等6个实验室。
- ✓ 建成翟镇、新巨龙等煤矿6项验证工程，以及长城、福城等煤矿22个示范、推广工程，开始前期研究。
- ✓ 在综合机械化固体密实充填、综合机械化固体密实充填液压支架及充填夯实机构、大流量固体物料垂直输送、自流动性输送和泵送似膏体充填材料等7个方面取得技术突破。
- ✓ 制订9项充填行业技术标准；出版专著12部；发表论文58篇；培养博士、博士后人才25名；取得授权专利82项，其中发明专利55项。
- ✓ 获得国家科技进步奖、山东省科技进步奖等奖励28项。

3 充填方法

□ 按物理性质分类

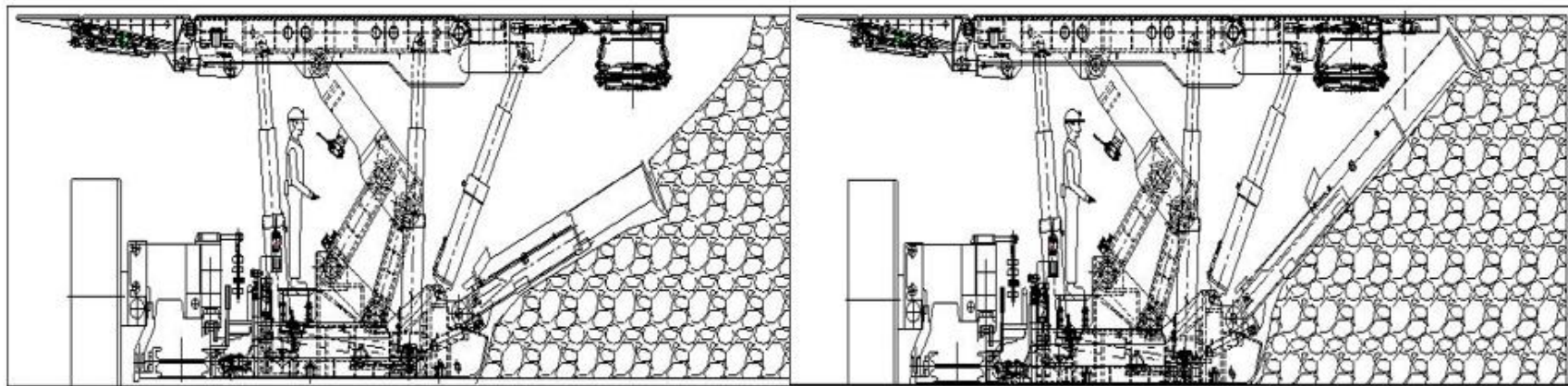
固体充填

膏体充填

3 充填方法

□ 固体充填基本概念

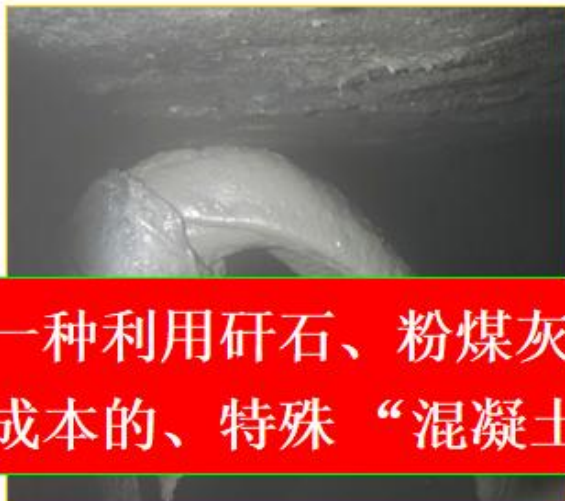
✓ 固体充填指的是把矸石等固体物料，**用机械的方式**输送到井下，适时充填采空区，固体材料充填物在顶板下沉压实过程中支撑控制采空区上覆岩层结构的采煤方法。在煤矿大多采用**抛矸机或专用固体充填支架**，固体充填难以满足地表变形控制要求，主要用于对地面减沉效果要求不高的矿井。



3 充填方法

□ 膏体充填基本概念

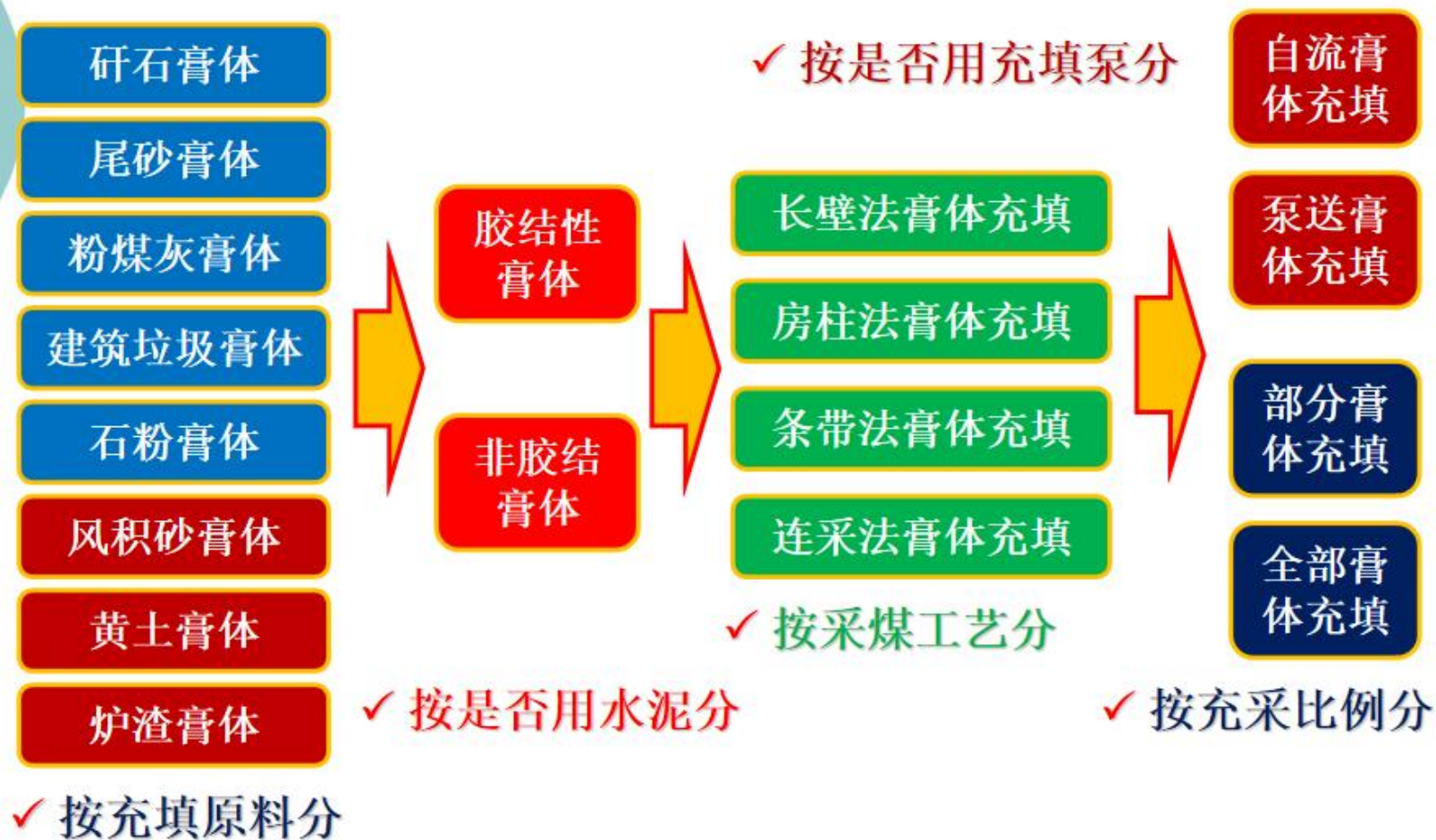
✓ 膏体充填是一种将物料加工制作成“无临界流速、不需脱水”的牙膏状浆体，通过泵压或重力作用，经过管道输送到井下工作面，适时充填采空区的一种绿色开采技术。在煤矿，膏体充填主要用于“三下一上”开采或矸石等固体废物处理。



煤矿膏体充填料浆是一种利用矸石、粉煤灰等固体废物制作的，适合管道输送的、低成本的、特殊“混凝土”。

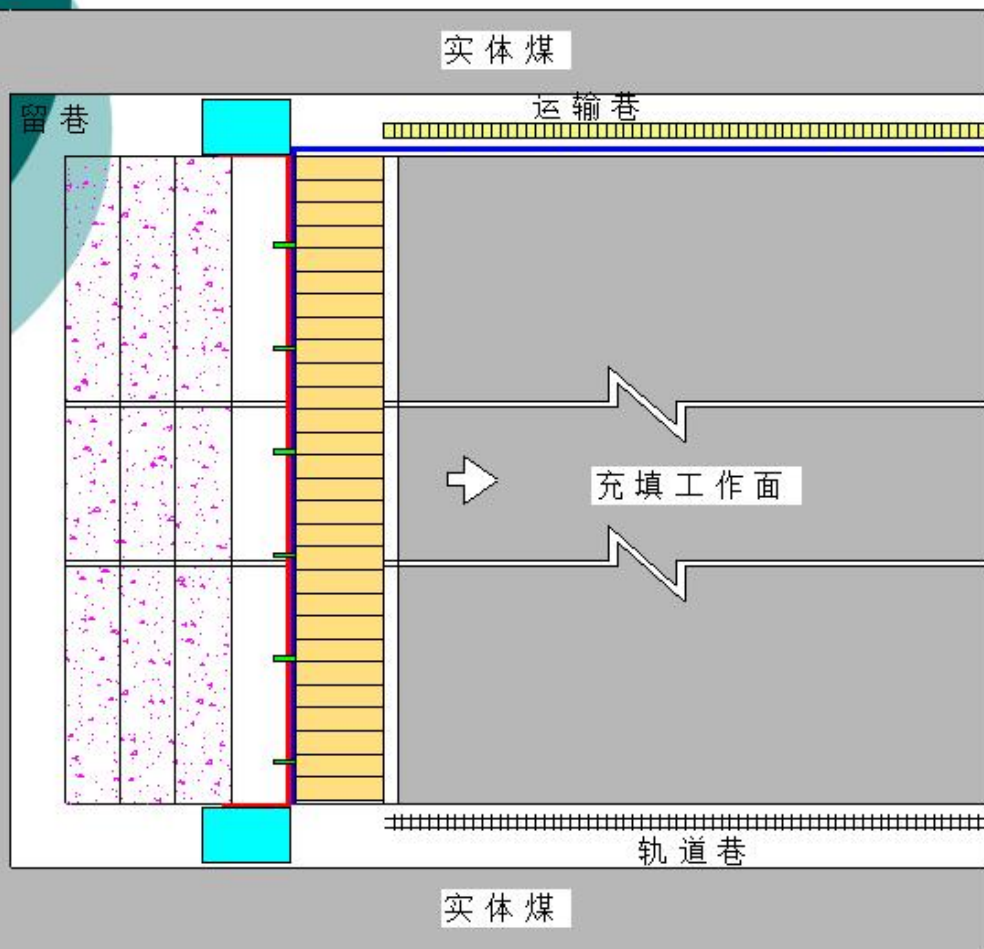
3 充填方法

□ 膏体充填分类



3 充填方法

□ 充填采煤方法 — 综采长壁膏体充填开采法



❖ 综采长壁膏体充填开采法示意图

✓ 充填支架、采煤机和刮板输送机等三机配合与空间布置关系与普通综采工作面相同。不同点在于支架、采空区处理方式和布置充填管道。

✓ 充填工作面每推进一个充填步距，需沿煤壁方向在支架后面以及两端头作隔离，在采煤工作面后方新产生的采空区形成封闭隔离空间（待充填区），随后用膏体材料充填隔离墙内待充填空间，等充填的膏体材料凝结固化达到设计强度以后，再进行下一循环充填采煤。

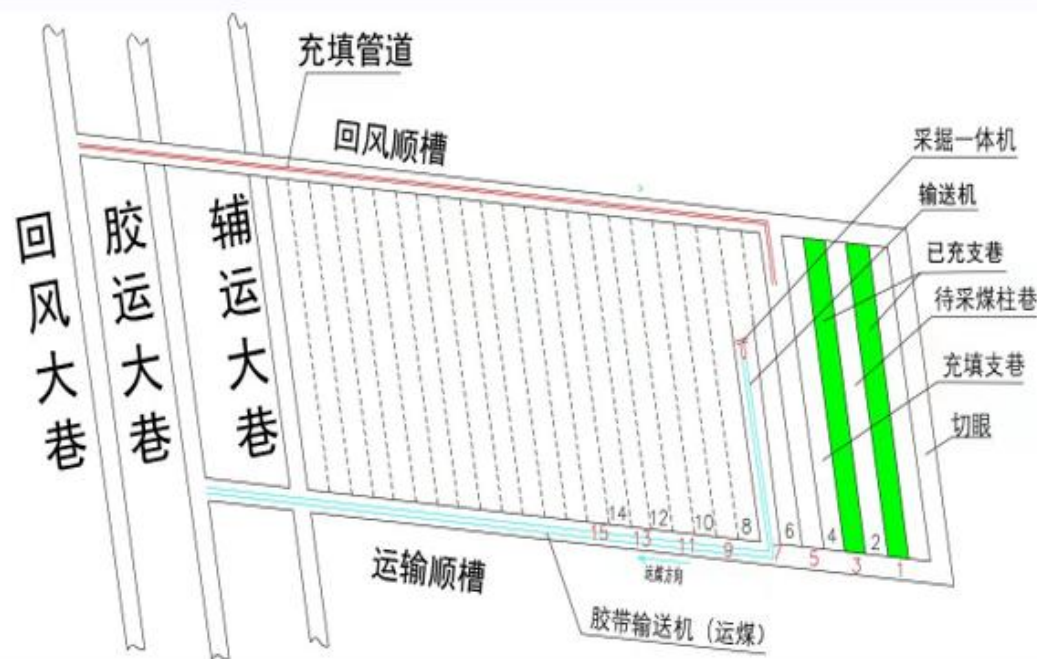
3 充填方法

□ 充填采煤方法 — 一条带膏体充填开采法

✓ 使用连续采煤机或者综掘机每采完一个适当长度和宽度的窄条带，在窄条带两端头用移动式隔离装置将开采后的采空区封闭，再用膏体材料充满该采空区。

✓ 采完一个条带，间隔一定宽度的煤柱再开采下一个条带并充填，当完成一轮开采后再返回到起点处对剩余煤柱实施下一轮开采并充填，直至采出所有煤炭资源。

通过设计专门的顺槽联巷形成工作面全负压通风和两个安全出口



❖ 一条带膏体充填开采法示意图 21

3 充填方法

□ 两种方法的技术对比

✓ 综采膏体充填和条带膏体充填各有优缺点，有各自的适用范围。

序号	比较项目	综采膏体充填	条带膏体充填
1	顶板下沉控制	煤层厚度大时需分多层采充，顶板经历多次充填前下沉，顶板下沉量较条带充填法大。	煤层自下而上一次充填，顶板只经历一次充填前下沉，空顶范围小，且充填体凝固60d后再采其两侧煤柱，充填体压缩量小，顶板下沉量小。
2	采空区隔离	采空区隔离点为工作面上下2个端头及沿工作面支架后方的全线，隔离工作量大。	仅隔离条带2个端头，隔离工作面少。
3	充填材料性能要求	要求充填体迅速凝固，以减小凝固时间对采煤的影响。	采煤与充填分离，充填体不要求速凝。
4	系统复杂程度	工作面内三机配套、充填管路、阀件，充填与采煤作业配合要求高。	采煤与充填分离，采充间无影响，充填面仅有充填布料管和排气管。

3 充填方法

□ 两种方法的技术对比

序号	比较项目	综采膏体充填	条带膏体充填
5	灵活程度	对工作面尺寸和形状有要求	不要求工作面尺寸和形状，工作面布置灵活，适应性强。
6	采煤效率	采用综采，采煤效率高。	采用掘进，采煤效率低，需多工作面配合才能达到较高产量。如地质条件好，采煤效率也较高。
7	总投资	充填系统基本相同，除充填系统外增加一套支架和采煤设备。	仅投资充填系统部分辅助设备，采用掘进工作面，不需投资充填支架、采煤机和刮板机等。
8	材料成本	增加速凝剂成本，但充填体强度要求低，胶结料成本低。	充填材料不需速凝，无速凝剂成本，但充填体强度要求高，胶结料成本高。
9	支护成本	仅在顶板破碎时对顶板挂网，不需打锚杆和支护煤帮，支护成本低。	通常需对顶板和两帮进行锚网支护，支护成本高，如地质条件好，两帮可不支护，支护成本低。

3 充填方法

□ 两种方法的技术对比

✓ 条带膏体充填与综采膏体充填相比，具有如下优势：

(1) 综采膏体充填相对投资成本大，采大于充，影响开采产量；条带膏体充填不需专门的充填支架，工艺简单，投资小。

(2) 只需端头隔离，隔离工作量少，难度较低；

(3) 采充分离，采充间无影响，采充效率均高；

(4) 合理安排采充关系，可以保证在膏体凝固时间达到**28 d**后再采其两侧煤柱，十分有利于控制充填前顶板下沉量，控制地表变形效果好；

(5) 主要利用充填材料后期强度，对早期强度要求低，不需速凝剂；

(6) 工作面布置灵活，不要求工作面尺寸和形状，适应性强；

(7) 不受煤层厚度限制，尤其对于厚煤层，如煤壁稳定可以一次采全高，不存在分层充填前顶板下沉量叠加，充填控制地表变形效果好。

3 充填方法

□ 先进适用技术

“全负压短壁连采密实充填分步置换‘三下’采煤法”于2020年3月被国家煤矿安全监察局列入了《煤矿安全生产先进适用技术装备推广目录》。

属于推广应用先进适用技术。

3 充填方法

- ✓ 目前比较成熟的连采充填采煤方法有四种类型：

自流浆体与矸石井下混合似膏体充填

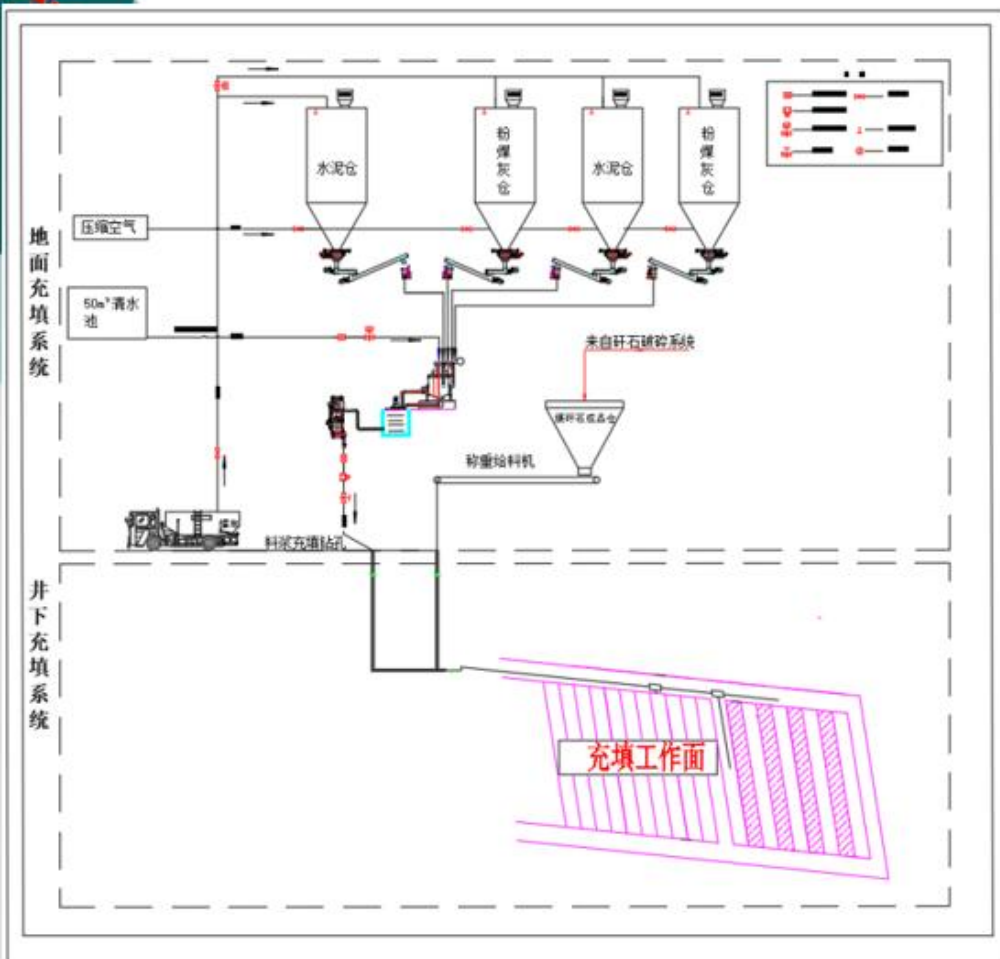
泵送式膏体充填

抛矸堆石体灌浆充填

管道自流式似膏体充填

4 自流浆体与矸石井下混合充填采煤法

□ 工艺介绍



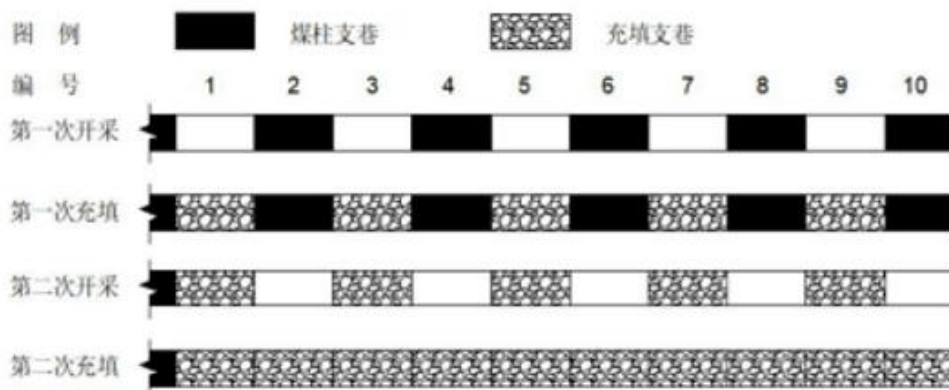
✓ 利用垂直高差作为输送动力，借助煤层倾角自流进入充填采场接顶，达到充填体接顶密实的效果，充填倍线可达10-15倍。

由采煤系统及充填系统构成，采煤系统包括采煤支巷及煤炭运输，充填系统包括开采完毕后支巷的充填及充填物料运输，两套系统分工明确、互不影响，同时平行作业。

4 自流浆体与矸石井下混合充填采煤法

□ 工作面采充方法

✓ 平行于开切眼方向，划分多个条带支巷，支巷开口位于运输顺槽，掘进方向由下至上（运输顺槽至回风顺槽），每条支巷长度约为60-120m，巷道宽度5m，由里向外依次顺序编号为1, 2, 3, 4, 5, ……

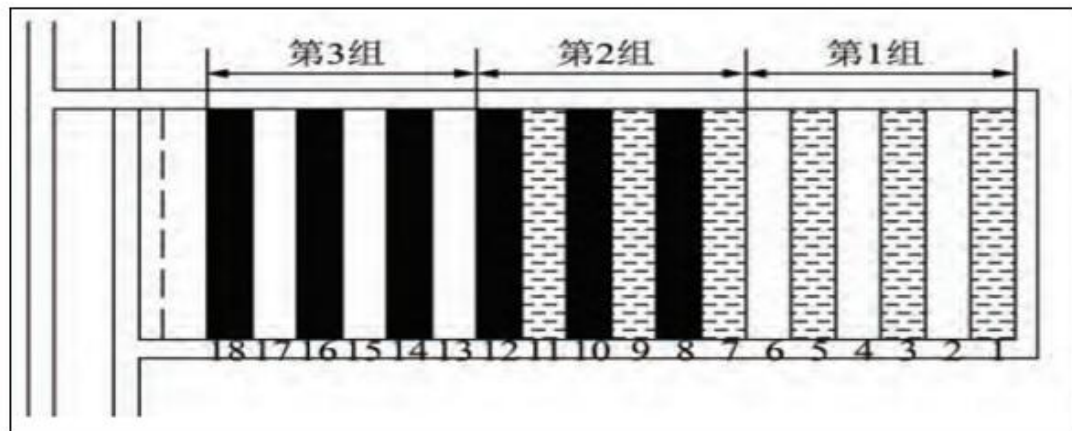


✓ 第1次开采奇数编号支巷，该单元第3条支巷掘进时，对回采完成后的第1条支巷充填矸石和浆液，即：先掘进1号支巷，1号支巷掘出后，掘进3号支巷同时充填1号支巷，保留切眼作为安全出口，循环往复采充所有支巷。待第1次充填支巷稳定后，第2次开采充填遗留偶数编号支巷，最终完成全采全充过程。

4 自流浆体与矸石井下混合充填采煤法

□ 工作面采充方法

✓ 为避免长距离移动采充设备，进行分组开采，例如：1-6号支巷为第1组，7-12号第2组，13-18号第3组，依此类推。

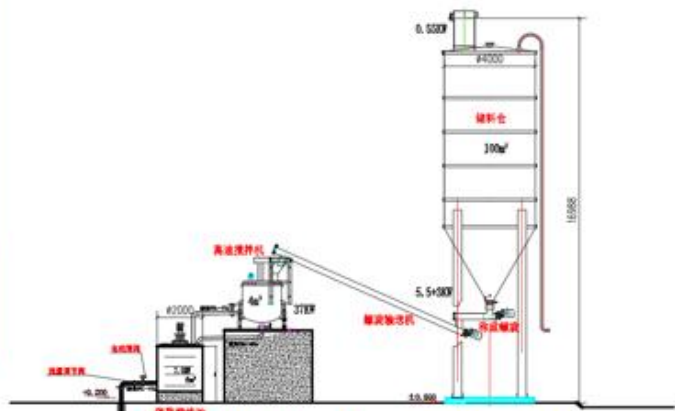


✓ 开采时，先开采第1组的1，3，5支巷，开采结束后，立即充填1，3，5支巷，与此同时开采第2组的7，9，11支巷，实现了采充平行作业。

✓ 同时第1组形成采充间隔分布格局，依次向前推进；当第1组支巷充填体稳定后，回过来开采间隔支巷2，4，6，开采后，继续向前开采8，10，12，与此同时充填2，4，6支巷，至此完成第1组的全采全充过程，依次循环推进，最终实现全采全充模式。

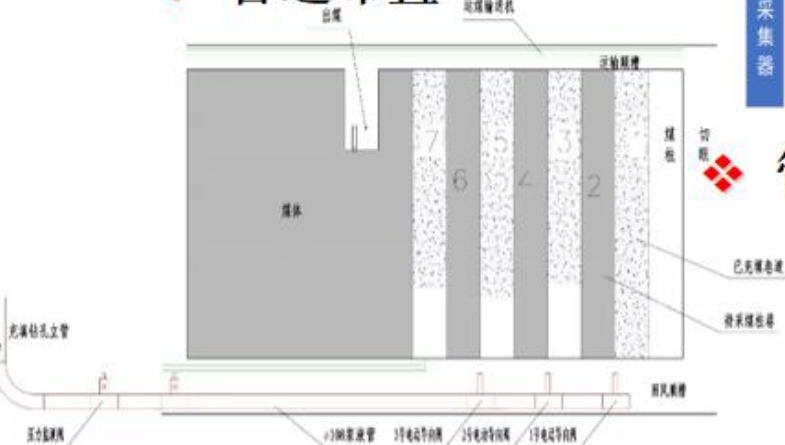
4 自流浆体与矸石井下混合充填采煤法

生产系统建设

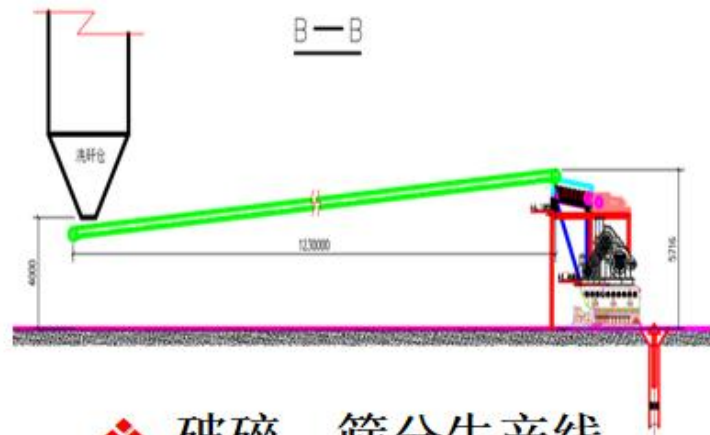
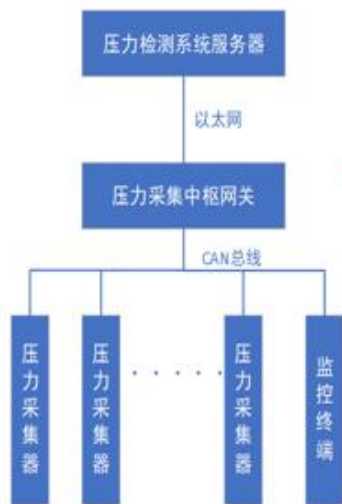


❖ 制浆生产线建设

❖ 管道布置

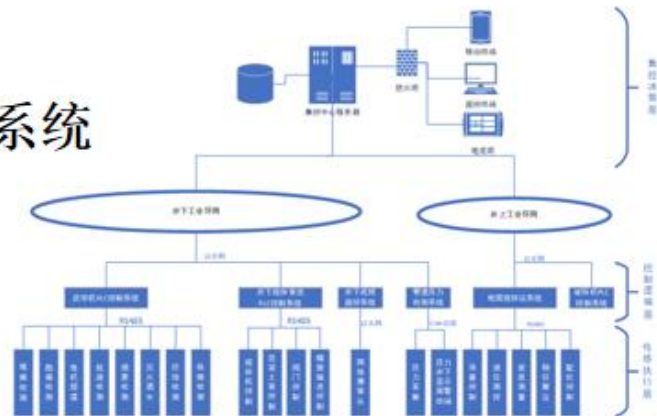


❖ 管道压力监测系统



❖ 破碎、筛分生产线

❖ 自动化控制系统



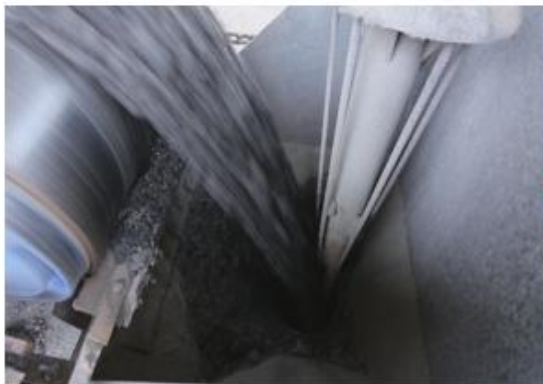
4 自流浆体与矸石井下混合充填采煤法

□ 裕兴煤矿连采连充充填开采实践

✓ 工作面采充情况



重介
浅槽
煤系
统井
下煤
分
离
系
统



矸石
运
送
系
统

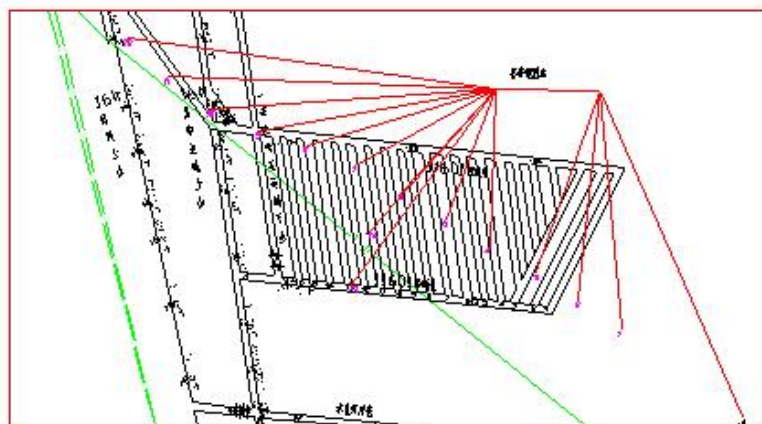


4 自流浆体与矸石井下混合充填采煤法

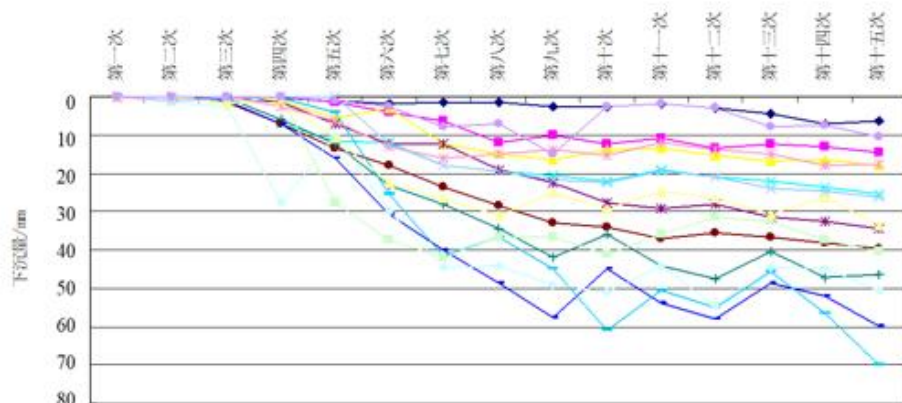
□ 裕兴煤矿连采连充充填开采实践

✓ 充填效果

◆ 现场充填效果



◆ 地表沉陷测站布置



◆ 地表沉陷观测结果

4 自流浆体与矸石井下混合充填采煤法

□ 裕兴煤矿连采连充充填开采实践

✓ 充填效益

裕兴煤矿现已开采11601工作面等多个工作面，工作面回采率达到95%。

充填速度大于采煤，采充关系实现了“连采提效、连充控制、以充保采、以充促采、采充协调”。

经过测算，充填直接成本为33.2元/t，与综采搬家倒面、掘进服务、设备维护、系统配套、灾害治理等相比，经济效益显著。

5 泵送式膏体充填采煤法

□ 工艺介绍

✓ 把矸石、粉煤灰、风积砂或黄土等物料加工制作成“无临界流速、不需脱水”的膏状浆体，通过充填泵加压经管道输送到井下，适时充填采空区，形成凝固体支承控制采空区上覆岩层结构的采煤方法。



5 泵送式膏体充填采煤法

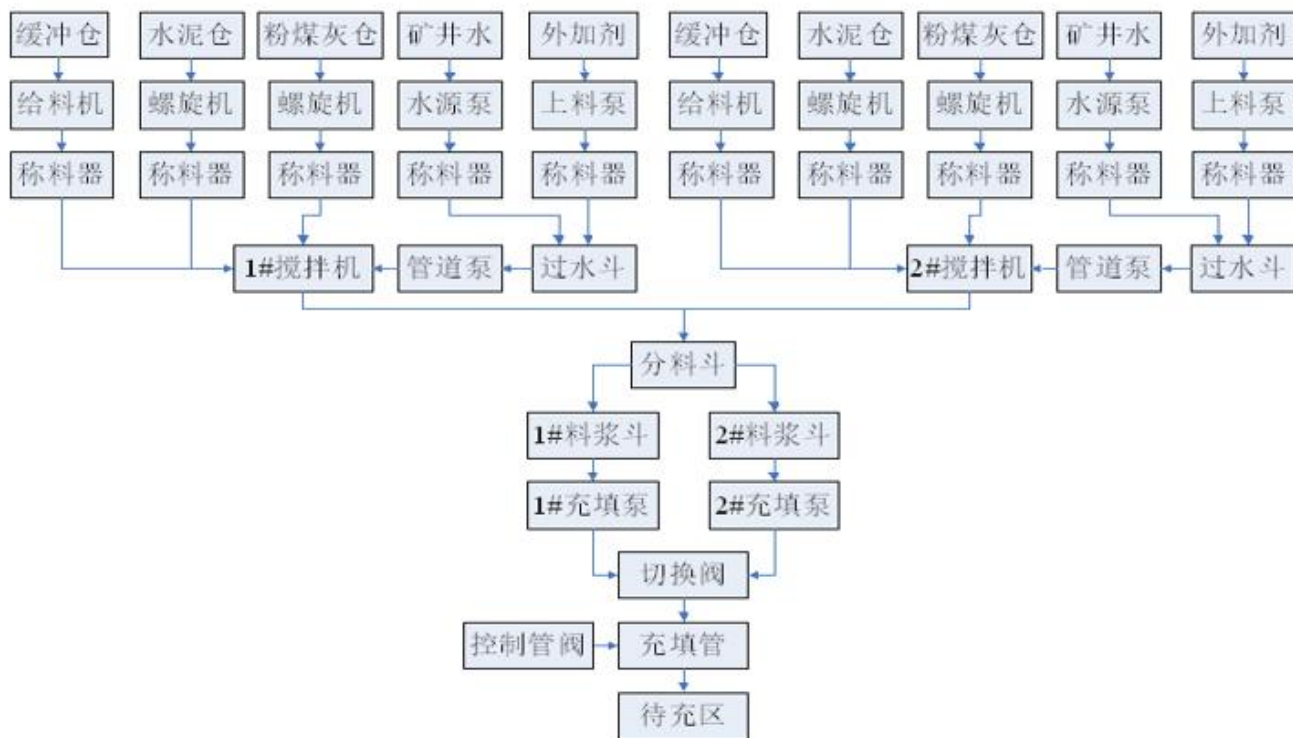
□ 系统组成

- ✓ 膏体充填系统由充填站、充填管路和充填工作面组成。
- ✓ 地面充填站就是膏体料浆的生产线，包括原料的制备、存储、输送、配料、搅拌、泵送、自动控制等环节，自动化控制是保障充填站可靠运行的中枢指挥系统，膏体充填系统设备多，工艺复杂，且与工作面生产密切相关，需要高度自动化的控制系统作保障。
- ✓ 充填管路是膏体料浆的输送途径，包括地面管路、井下管路、工作面管路。

5 泵送式膏体充填采煤法

□ 工艺流程

✓ 膏体充填工艺主要包括研石破碎筛分、配比搅拌、泵送工艺流程。



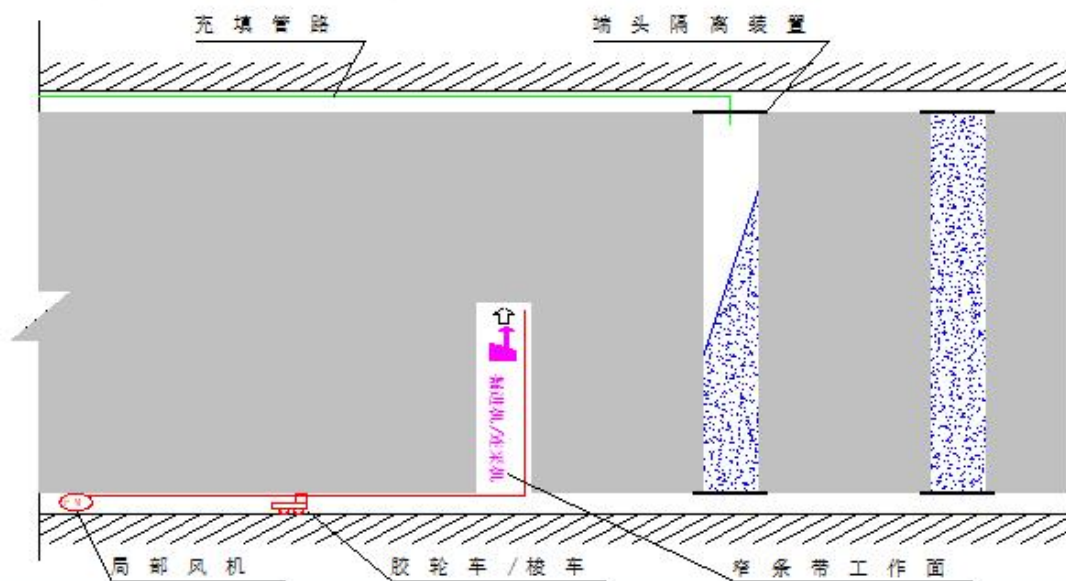
5 泵送式膏体充填采煤法

□ 泵送式充填工艺

✓ 条带支巷充填采充步骤:

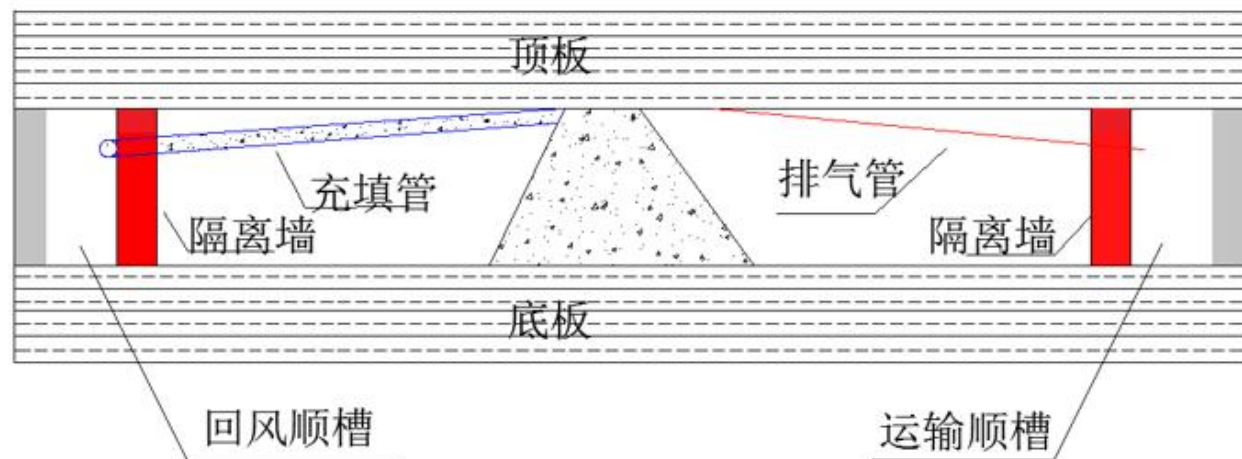
第一步：采用连采机或综掘机从充填工作面运输顺槽向回风顺槽掘进条带，条带掘进过程中采用局扇通风，贯通两个顺槽后形成全负压通风系统。

第二步：铺设充填管路，隔离采空区、进行第一轮采充。

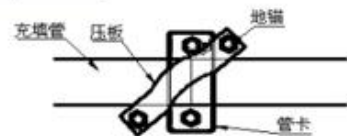
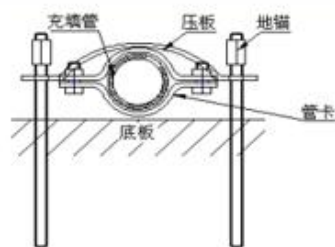
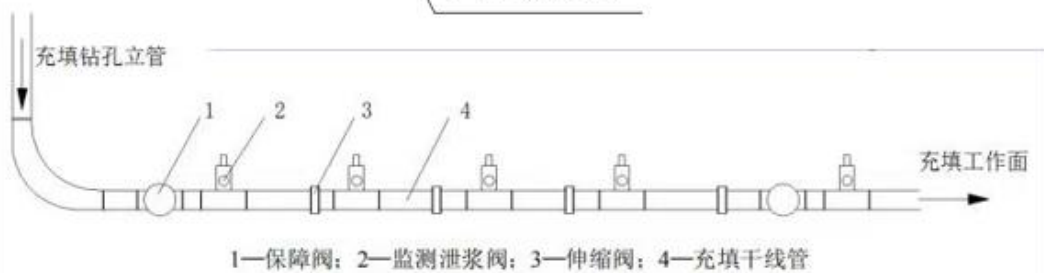


5 泵送式膏体充填采煤法

□ 泵送式充填工艺



❖ 充填管和排气管
布置图



❖ 井下充填管道系统布置

6 抛矸堆石体灌浆充填方法

□ 工艺介绍

- ✓ 堆石体灌浆充填采煤方法是矸石充填开采和灌浆开采相结合的一种综合减沉技术，利用智能抛矸机把矸石抛入采空区形成堆石体，高压浆液注入矸石充填体内，利用料浆流动性较好的特性逐渐渗透到整个矸石充填体中，组成了以矸石为主要结构体的包含多种混合固体物质的混合充填体。浆液中水泥水化反应生成的胶结物包裹在矸石周围，硬化后与矸石散体构成了一个坚实的整体，是一种集成创新手段。

6 抛矸堆石体灌浆充填采煤法

□ 工艺流程

✓ 采用地面带压灌浆和井下机械抛矸多点混合模式充填法，即：采用井下皮带机或梭车运矸，1部填充机快速抛矸，地面重力灌浆方式。

✓ 具体流程为：

第一步：充填前在支巷顶板上吊挂注浆管道和导气管；

第二步：将支巷远端开口巷道进行全部封闭；

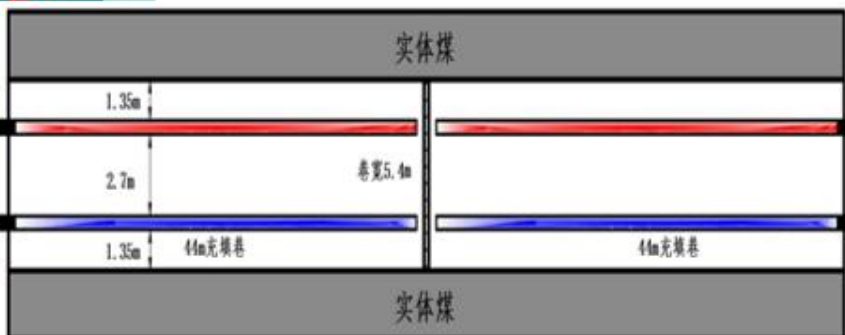
第三步：采用抛矸机将矸石由里向外填充支巷；

第四步：用软管与2寸注浆管路连接，配置好的浆液利用两趟管路向第一段巷道堆石缝隙内灌浆；

第五步：继续机械填充矸石至出口封闭，并使似膏体接触到顶板，保证充填体的初撑力。

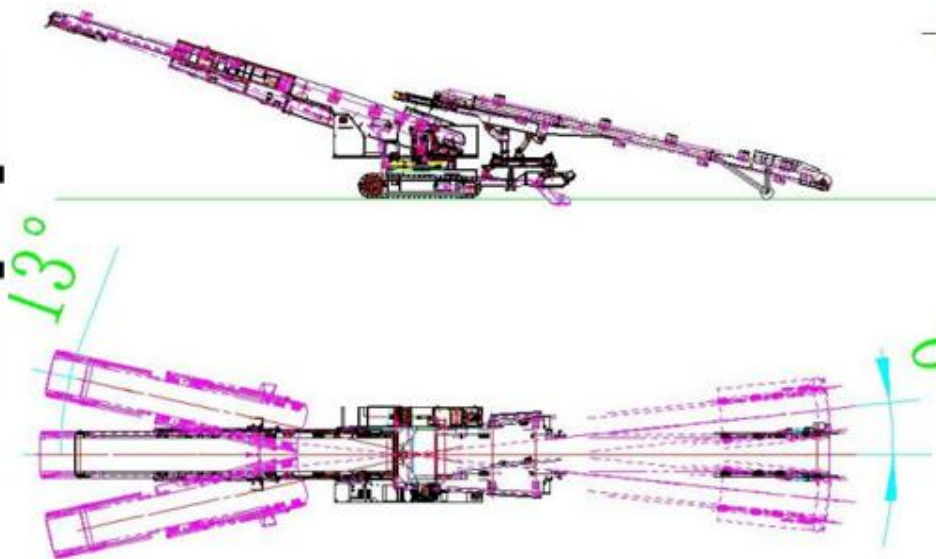
6 抛矸堆石体灌浆充填采煤法

□ 系统布置

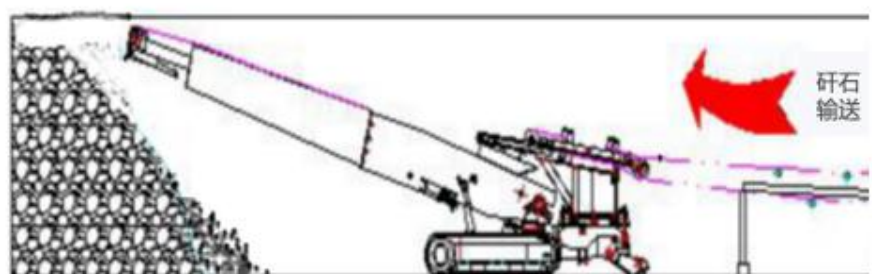
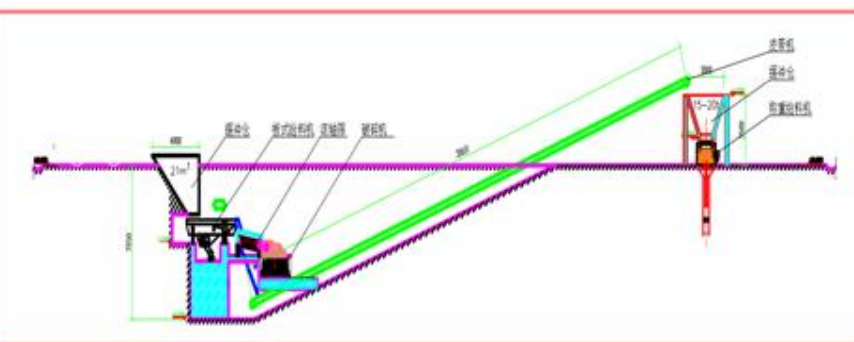


■ 充填软管 ■ 充填管

- ❖ 支巷灌浆管道布置
- ❖ 破、筛分系统生产流程



❖ 井下抛矸充填系统生产流程



7 管道自流式似膏体充填采煤法

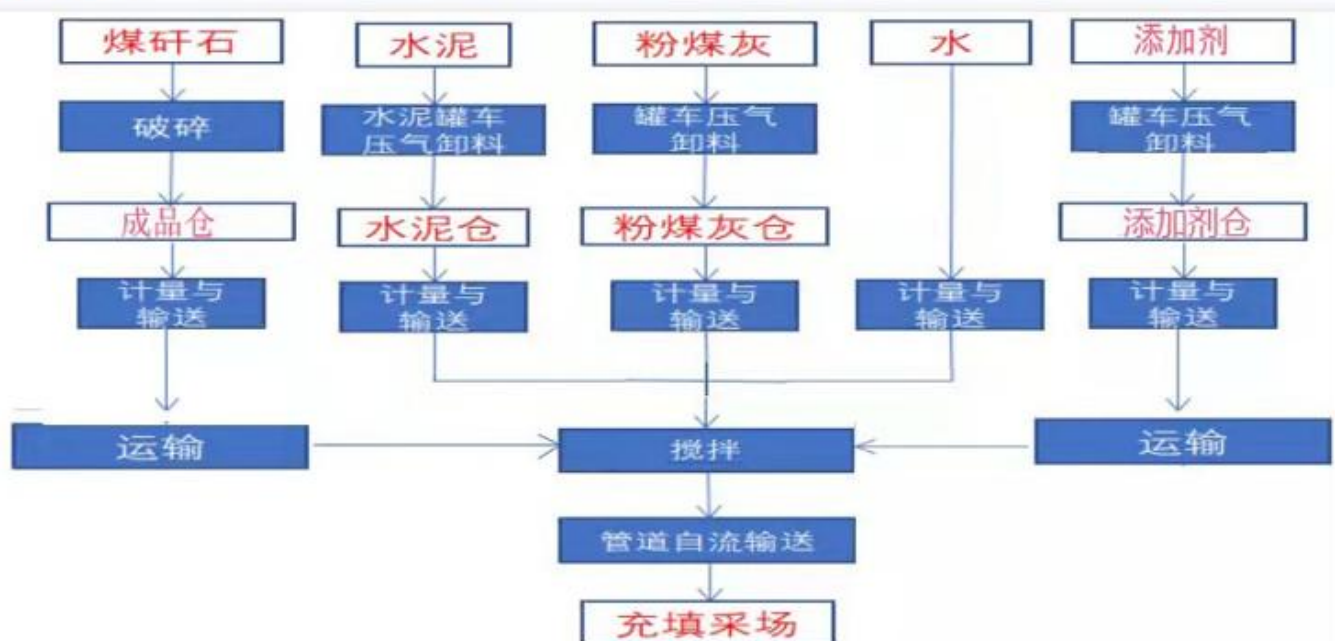
□ 工艺介绍

- ✓ 矸石、粉煤灰等固体废弃物加工制作成“无临界流速、不需脱水”的似膏状浆体，通过垂直重力，经管道输送到井下，适时充填采空区，形成凝固体支承控制采空区上覆岩层结构的采煤方法。
- ✓ 充填材料由管道输送至充填工作面，主要充填材料为矸石、粉煤灰、水泥、添加剂等构成
- ✓ 采用由固废（矸石、粉煤灰等）、水泥、矿井水按一定配比制成充填材料（其中矸石质量比例不低于62%）。

7 管道自流式似膏体充填采煤法

□ 工艺流程

✓ 充填准备→管道充水→灰浆推水→矸石浆推灰浆→灰浆推矸石浆→水推灰浆→压风推水（正常轮流充填）

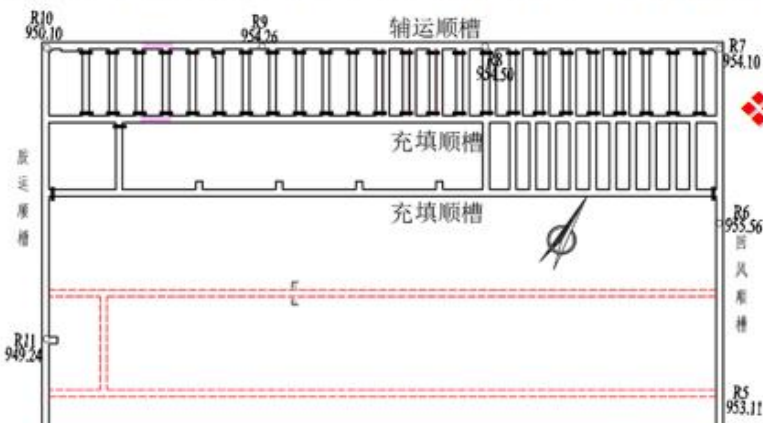
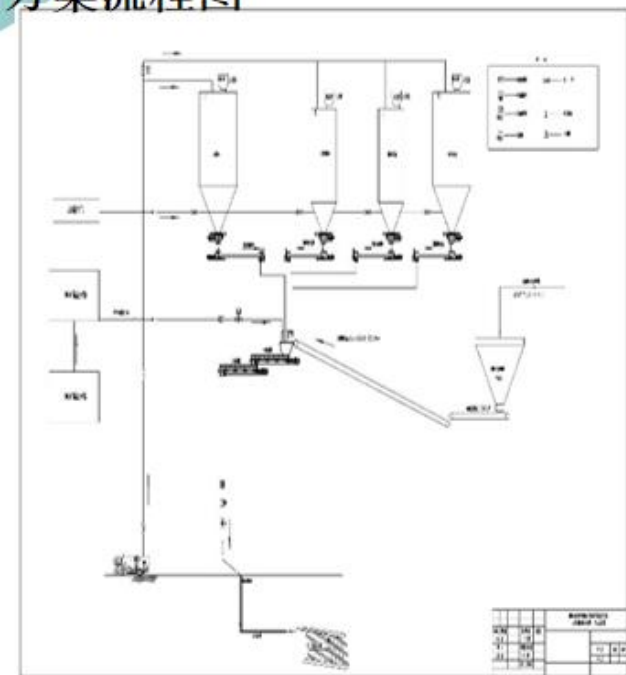


7 管道自流式似膏体充填采煤法

□ 生产系统建设

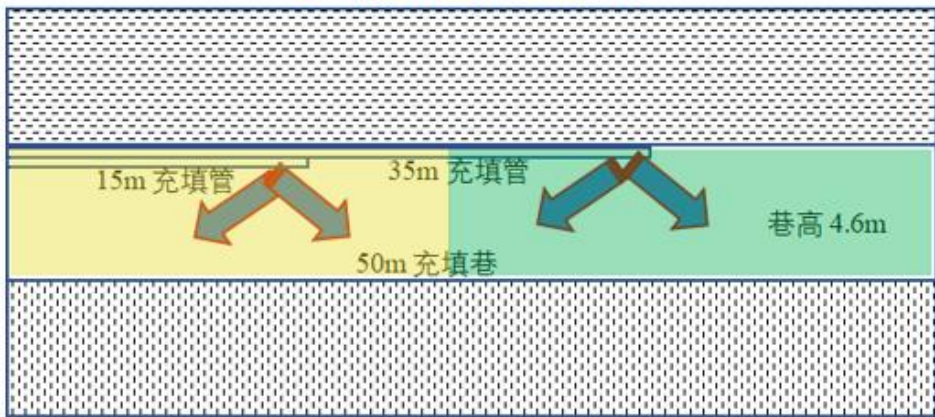
✓ 生产系统主要由研石破碎筛分系统、制浆搅拌系统、管道系统组成。

❖ 自流式似膏体充填总体方案流程图



❖ 开采示意图

❖ 管道系统布置



8 充填开采关键装备

□ 膏体充填泵



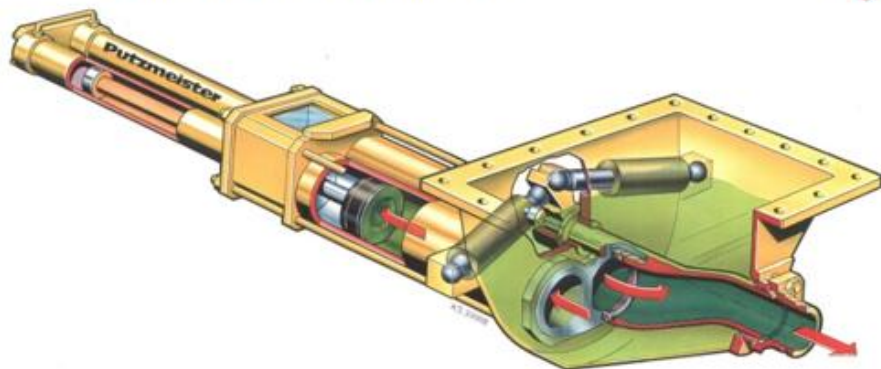
工作部

驱动部

膏体充填工业泵液压驱动，单机能力可达80~400 m³/h，泵送压力可达15 MPa。



❖ 膏体充填泵机组



❖ 充填泵工作图



8 充填开采关键装备

□ 膏体管输保障



❖ 压力监测卸料阀



❖ 流量调节阀



❖ 万向节



❖ 切换阀



❖ 伸缩阀



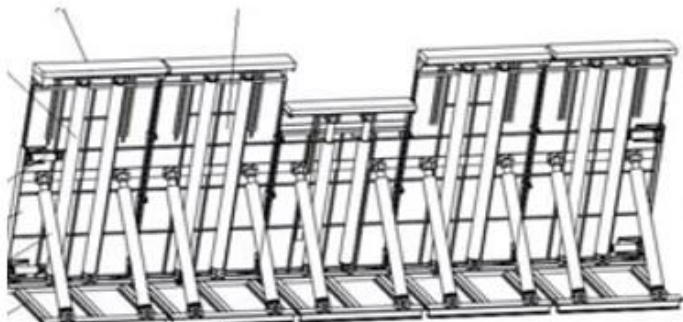
❖ 排污阀



应用所开发专用管阀和管道压力监测技术，保证膏体满管流输送，实现堵管事故快速甄别处理，采面充填管整体前移，快速切换。

8 充填开采关键装备

□ 膏体封堵支架



条带膏体充填端头封堵支架，保证膏体侧向压力支撑强度，实现快速、便捷、安全封堵，节省时间、降低劳动强度，整体提升了安全性。

8 充填开采关键装备

□ 柔性运输皮带机系统

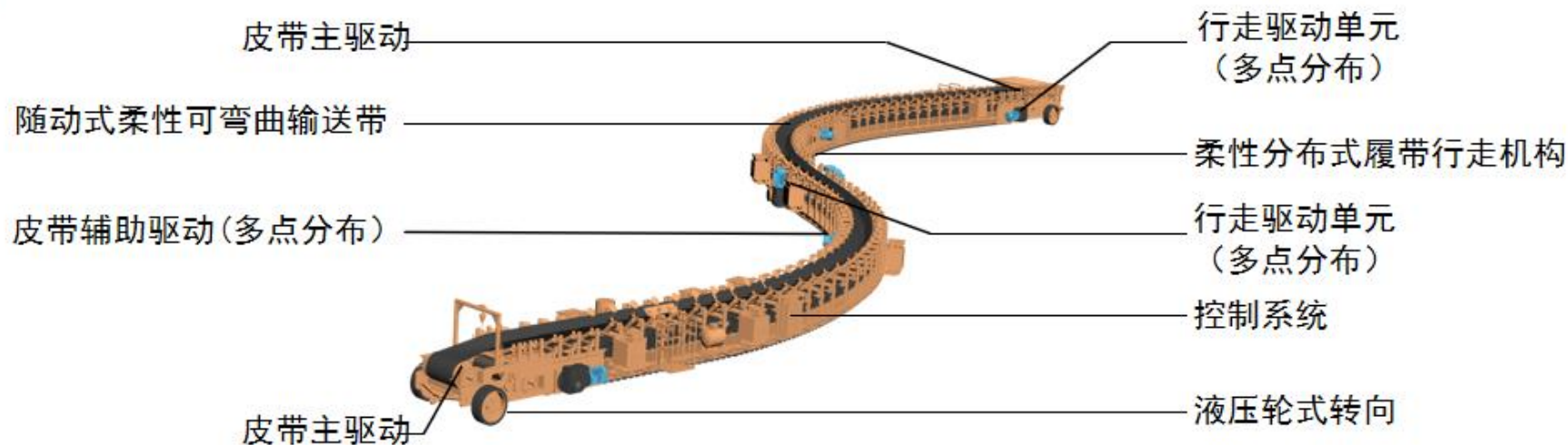
- ✓ 山东金恒力能源金玲龙柔性连续运输机无人系统列入2022年度山东省首台（套）技术装备和关键核心零部件推广应用指导目录

装备产品名称	计量单位	指标参数
钛白粉酸性废水综合治理及循环利用设备	套	酸浓20%-24%，处理量> 1100 m ³ /d;酸浓2%-4%，处理量> 7000m ³ /d
国产信创计算机	台	国产CPU主频≥2.5GHz; 内存速率≥DDR4 3200; BIOS: 自研; OS:麒麟/统信
自动化岸桥及其系统	台	额定起重量> 70吨, 设备最大的起升高度>52米, 前伸距> 70米, 同时抓放二只20(ISO)或一只40”(ISO) /45’ 集装箱以上。
可控中高压光机	套	最大线压力> 350KN/mm;最高车速> > 1500m/ min;硬度:游泳辊金属辊面硬度: HV 550±20, 热辊硬度: HS 85±1, 软辊辊面硬度(复合材料):SHD 91±1; 脱分辊时间(发现故障)≤0.5 S
数字储能集装箱系统	批	单套容量1MW/2MWh、 能量效率>85%、寿命> 3年、电池网络拓扑动态重构≤100ms、毫秒级故障电池组识别及隔离
柔性连续运输机无人系统	台	装机功率>260KW; 运载能力≥800T/h; 最小运输半径11m; 移动速度0-20m/min (可调); 运输速度0-4m/s (可调); 最大爬坡能力> 18°

8 充填开采关键装备

□ 柔性运输皮带机系统

✓ 主要产品有柔性连续运输机器人、煤炭及矸石连续运输系统、短壁连采及运输系统、露天地表剥离及运输系统等。

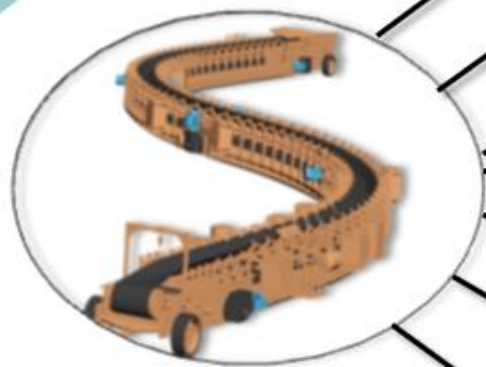


❖ 柔性连续运输机器人

8 充填开采关键装备

□ 柔性运输皮带机主要性能

✓ 主要性能特性



- 国内首创，世界领先
- 可以实现皮带小拐弯半径（ ≤ 12 米， 90° 拐弯）下运输
- 设备可以沿着巷道蛇形移动，动态运输（边移动边运输）
- 越障及爬坡能力强，适应复杂地质条件
- 可以作为水、电、通讯、通风管道的载体，真正实现快速掘进
- 具有基于5G网络的远程操控功、组网协作及物联网介入功能
- 设备采用模块化分段设计，适用范围广，可扩展性强

8 充填开采关键装备

□ 柔性运输皮带机主要性能



❖ 行走



❖ 负载



❖ S弯



❖ 爬坡

8 充填开采关键装备

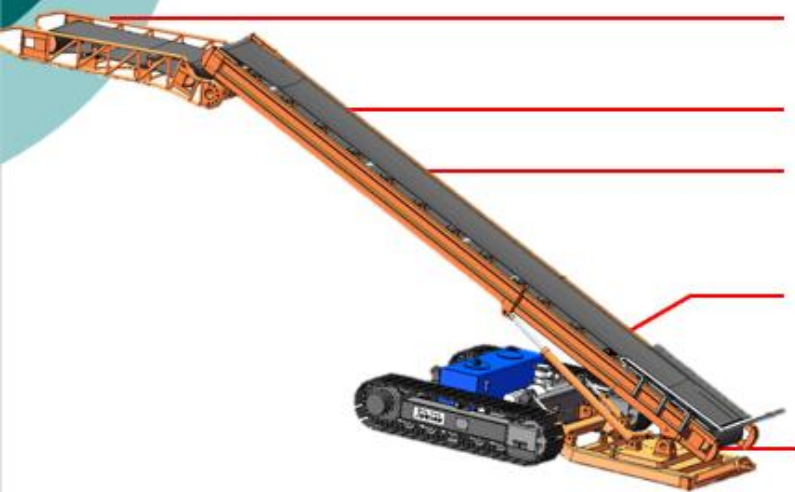
□ 柔性运输皮带机主要性能



◆ 演示视频

8 充填开采关键装备

□ 抛砭机械手



- 高速抛砭皮带
- 低速抛砭皮带
- 高清摄像头
- 履带式底盘
- 后置式回转平台

- 国内首创
- 高低两档抛砭速度，确保砭石回填速度及回填率。
 回填速度 ≥ 300 吨/小时
 砭石回填率 $\geq 90\%$
- 履带式自移底盘，具有高机动性、复杂路况通过能力及上下坡能力
- 后置式回转机构，可实现上下 30° 俯仰及左右 15° 回转。同时具有超低受料的能力
- 具有基于视觉识别及人工智能的充填效果判断能力
- 与连续运输机器人，吊挂式砭石输送带等相关设备形成砭石回填成套自动化装备群，实现连续回填作业，一人即可完成砭石回填全流程操作。从根本上解决目前回填效率低下、劳动强度大等行业痛点

9 柔性运输系统一体化解决方案

□ 搭接转载方案



掘进机/连采机-连续运输系统



连续运输系统-后配套皮带输送机



快速掘进

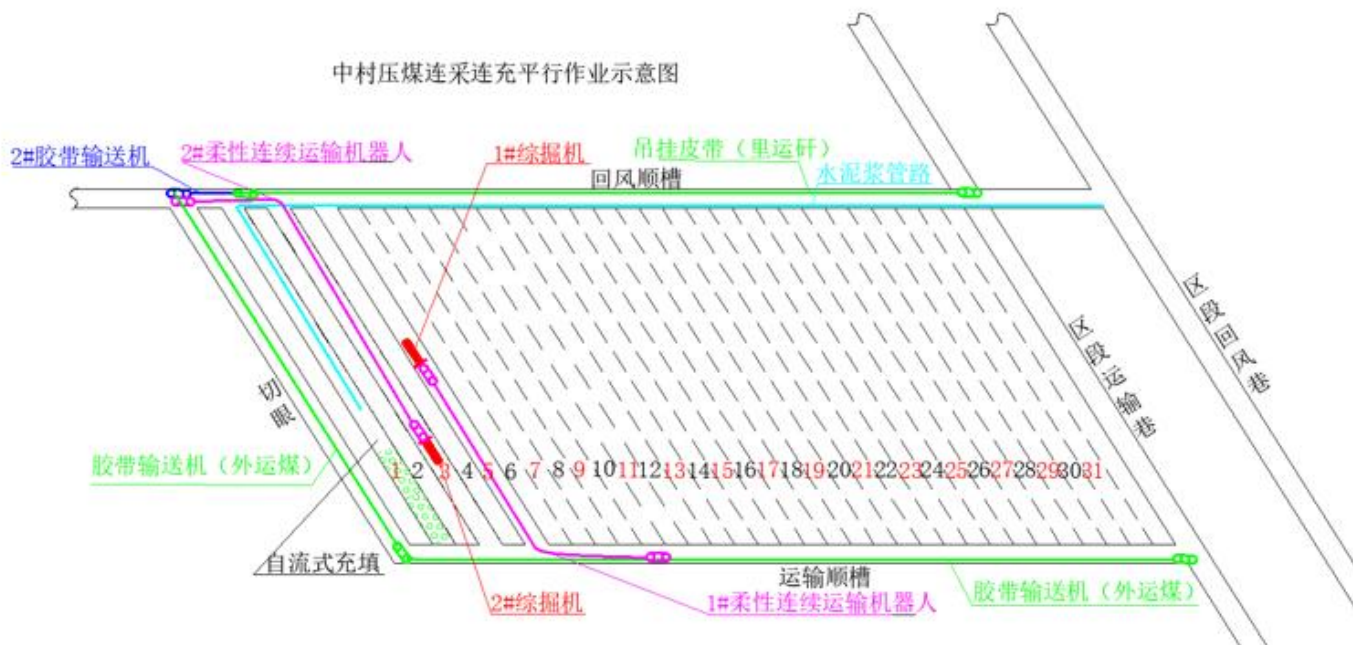
连续运输系统-伸缩式皮带输送机



连续运输机-抛矸机

9 柔性运输系统一体化解决方案

□ 典型应用场景一：充填开采连续作业



- ✓ 充填与采煤并行作业；
- ✓ 解决了当前充填开采过程中煤炭运输效率低下等突出问题，特别是采用了全新的革命性的理念，突破“卡脖子”的关键装备技术，技术世界一流，国内领先。在充填开采大势所趋的情况下，该场景具有非常高的推广和应用价值。

9 柔性运输系统一体化解决方案

□ 典型应用场景二：抛砭回填作业



柔性连续运输系统具有极佳的曲线动态运输机动性，亦可用于砾石回填，实现了回填的连续性，简化了抛砭作业工艺，提高了作业效率。

- ✓ 连续回填
- ✓ 本地+遥控+远程操作顺槽皮带无需做任何改造
- ✓ 具有基于视觉识别及人工智能的充填效果判断能力
- ✓ 可实现砾石无人回填

9 柔性运输系统一体化解决方案

□ 典型应用场景三：边角煤开采

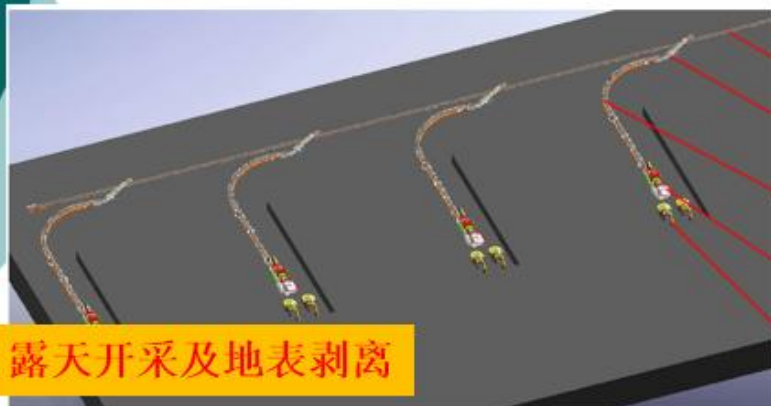


- ✓ 对于边角煤柱回采，能快速进出；
 - ✓ 对巷道复杂、拐弯多等情况连续运输能力强；
 - ✓ 对大量的边角煤的回采，减少了转载环节；
- 避免了其他短距离运输设备的频繁安装及回撤；

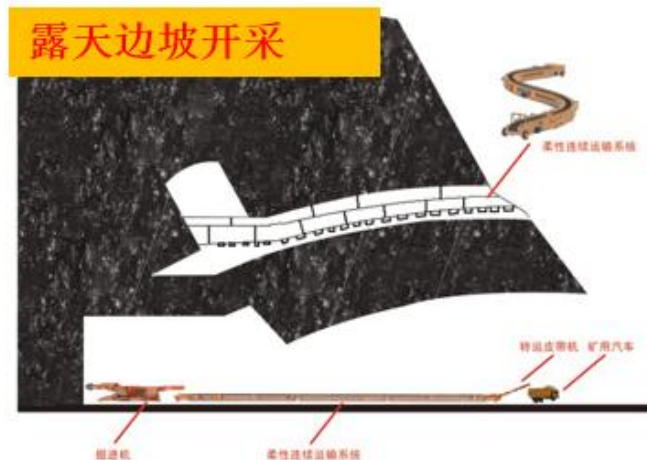
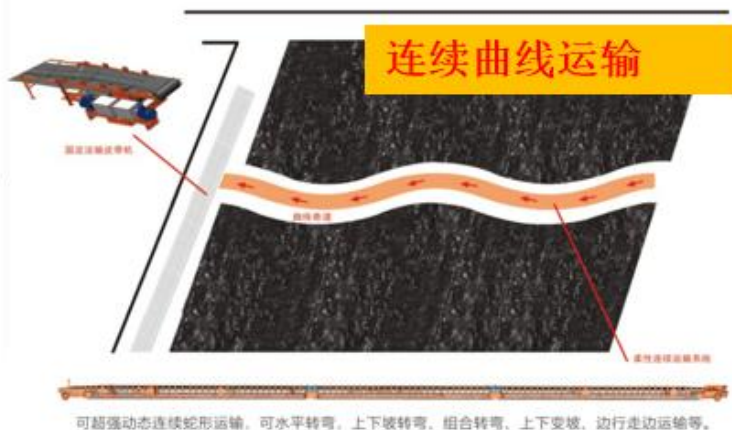
- ✓ 需要经常变换运输方向及作业地点时，柔性连续运输机器人通过自行走装置实现整机的前进和后退；
- ✓ 在自行走的同时进行煤炭运输，整机机动灵活，避免了设备搬家，长时间中断采煤等问题。

9 柔性运输系统一体化解决方案

其他典型应用场景



- 胶带输送机
- 转载站 (含自动卷缆机)
- 柔性连续运输系统
- 移动破碎站
- 挖掘机



露天煤矿边坡、边帮开采时, 柔性连续运输系统提供了一种全新的解决方案, 极大的提高了边帮、边角煤的回收率, 降低了安全风险。

10 充填工程部分业绩

- ❑ 山东能源新矿集团内蒙黑梁煤矿
- ❑ 矸石返井绿色开采



✓ 黑梁煤矿矸石充填工程采用连采连充生产工艺。该项目实现了“出煤不见煤、矸石不升井、污水不外排、固废全充填、环境不破坏”的煤炭绿色开采，对于延长矿井服务年限，减轻煤炭开采对地表的影响，保护和改善矿区生态环境有着重大意义。

10 充填工程部分业绩

- ❑ 新汶矿业集团沙章图煤矿
- ❑ 超高压线塔下开采

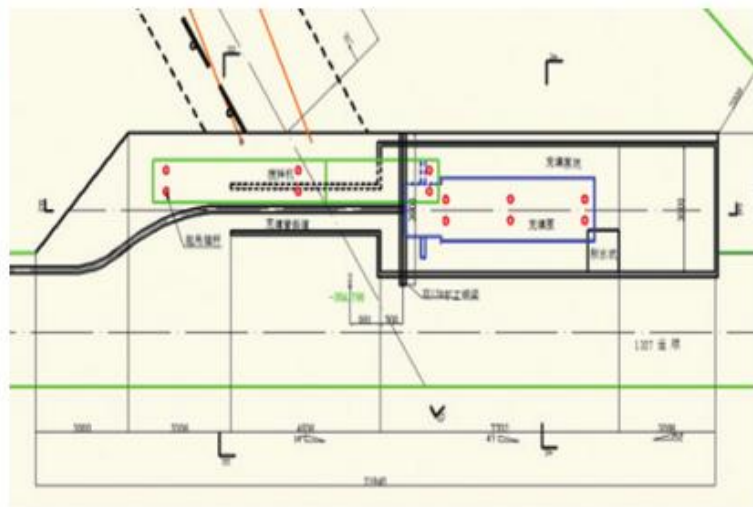


✓ 该矿为突破超高压线塔下无煤柱开采技术，填补全国超高压线塔下采煤技术空白，井下实现采煤一充填一留巷一体化，建成了首个智能化充填开采工作面，实现了远程监控和无人值守，为建设“安全、高效、清洁、低碳”现代化一流矿井奠定了基础。

10 充填工程部分业绩

❑ 辽宁沈阳焦煤集团西马煤矿

❑ “三下压煤” 开采



✓ 该矿“三下”压煤量达到 3500 万t，多为优质煤，1327 工作面处于 -350m 水平，所开采的为第 13 #煤层。13 #煤层位复合煤层，平均厚度 2.9m，与上层 12 #煤平均间距 18m，通过 13 煤层充填开采，对存在煤与瓦斯突出危险的 12 煤层的解突效果明显。

10 充填工程部分业绩

- ❑ 兖矿集团北宿煤矿煤矿
- ❑ 薄煤层充填开采



✓ 该矿薄煤层充填开采技术是我公司为其设计、安装并技术支持。该矿C1661充填工作面当月充填矸石1.6万 m^3 ，置换煤炭2.02万t，项目规划达到目标，山东省科技厅组织专家对兖矿集团北宿煤矿“薄煤层矸石充填开采技术”项目进行了鉴定，研究成果达到国际领先水平。

10 充填工程部分业绩

- 山东华宁集团保安煤矿
- 风井煤柱开采



✓ 该矿为调高产能，解决风井煤柱开采问题，实施连采连充技术，保安煤矿开采巷道倾角 10° ，实施连采连充方案，此方案不仅解决了其风井下压煤问题，同时提高了其正常开采效率，降低了成本，提高了产能。

10 充填工程部分业绩

- 鲁中能源集团新查庄煤矿煤矿
- 工业广场压煤开采



✓ 该矿煤层倾斜角度 7° ，厚度 5 米，为提高产能，节约成本，首要解决问题为工业广场压煤开采，为解决工业广场压煤开采问题，新查庄矿采用连充连采，自流式充填，通过地面制浆充填很好的解决了当前开采困难的问题。

10 充填工程部分业绩

- ❑ 内蒙古裕兴煤矿
- ❑ 生态公园压煤下开采



✓ 煤矿井田范围在当地生态公园下，属重点保护区域，面对生态环境与企业生存发展的抉择，该矿大胆创新采煤工艺，结合矿井实际情况，采用“连采连充开采技术”，保证了采区不塌陷，地面不变形，有效保护了生态环境，实现了零煤柱开采，煤炭回收率达到90%以上，解决了矿井生存及发展问题。

10 充填工程部分业绩

□ 国家能源集团乌海能源黄白茨矿业公司

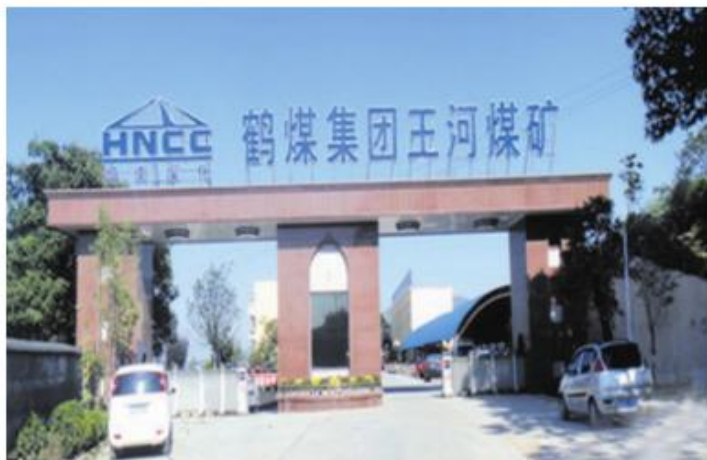
□ 技术突破问题



✓ 连采连充工艺实施后，以矸石充填替代煤柱发挥支撑作用，解决了传统洗煤和采煤法产生大量废水及矸石外排问题。2021年3月011207连采连充首采工作面生产原煤2.1万吨，标志着乌海能源矿井发展实现了关键性技术突破。

10 充填工程部分业绩

- 国家能源集团乌海能源黄白茨矿业公司
- 防突水充填开采



✓ 该矿为鹤煤集团整合煤矿，设计生产能力 45 万t，10903 工作面井下位置位于 109 采区东翼上部，标高在 -41.7m ~ -85m 之间。采用泵送充填在井下建充填站，掘进工作面产生的原矸，运输至破碎站进行破碎，储存在缓冲仓，仓下安设搅拌机和充填泵，矸石、粉煤灰等材料经充分搅拌后利用充填泵加压通过管道输送至采空区。

10 充填工程部分业绩

□ 其他煤矿的相关充填工程



谢谢大家!