

西安科技大学

本科生教学案例库建设项目 结题报告

案例库名称： 《采矿学》教学方法案例—案例式教学
用课程名称： 采矿学
专业领域名称： 采矿工程
所属学院名称： 能源学院
项目负责人： 柴敬

西安科技大学

2022.09

绪 论

（一）案例库建设的意义

我国西部的矿产资源十分丰富，开发西部矿产资源是保障国家能源安全的重大需求，但是在开发的过程中如何实现开采与生态环境保护的协调发展，是西部煤炭绿色开发必须破解的重大技术难题。而《采矿学》就是专门针对此难题的学习，这是高等学校采矿学专业本科生必修的一门专业核心课程。针对部分学生在学习《采矿学》课程过程中感到困难、缺乏兴趣，对根本知识点理解浅薄，只会机械套用现有公式，缺乏工程应用的现状，基于工程案例教学方法，将真实情境下解决具体问题的工程案例与《采矿学》知识点相结合，建立《采矿学》典型案例库，并进行教学实践。能极大激发学生学习《采矿学》课程的兴趣，引导学生将所学知识用于理解和解决实际的工程问题，有效培养学生的实践创新能力，从而为推动能源生态革命，做好煤炭绿色开发培养更多的高技术人才。

（二）建设方案

1. 拟建设的相关案例内容

智能化开采是煤炭工业高质量发展的核心技术支撑。2020年2月，国家发改委、能源局等八部委联合印发了《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》，指出要加快推进煤炭行业供给侧结构性改革和高质量发展，这对于我国煤炭工业发展具有里程碑意义。因此，特别有必要将智能开采相关内容纳入《采矿学》课程，为使学生加深对相关知识的理解和掌握，迫切需要建设有关案例库。本项目拟建设的案例内容主要包括两部分：传统采矿学案例与智能开采案例。传统采矿学案例建设内容主要包括：各采煤方法案例、各准备方式案例、各开拓方式案例以及至少1个露天开采案例。智能开采案例主要包括：智能化综采工艺案例、巷道智能快速掘进案例、综采智能控制系统案例、基于透明地质大数据的智能精准控制案例、矿井智能通风与应急控制案例以及采矿机器人案例。

2. 建设的进度安排

《采矿学》课程案例库建设是一项复杂的系统工作，不仅要保证相关资料真实齐全，还要保证所有案例均能很好的适应本科教学的要求。本课程案例库的建设进度分四个阶段：（1）细化建设内容，根据学校案例库建设要求，并结合《采矿学课程大纲》和课程实际，最终确定案例库数量和成果形式等，进一步细化建设内容，制定案例库编写详细提纲及具体要求；（2）收集整理案例素材，案例素材的收集整理是编写案例的基础性、前提性工作，高质量的案例需要有完整、准确的现场资料。《采矿学》涉及煤矿开采的各环节，涉及大量的采矿基本概念、基本理论和采煤方法等，需要与多个煤炭开采企业进行全方位的交流对接，需要投入大量时间和精力等进行案例素材的收集整理；（3）典型案例撰写，选取具有代表性且适合本科生教学的典型现场案例，按要求规范进行撰写，写清楚基本的地质条件、现场工程技术条件等，并写明要说明的问题；（4）修改完善案例报告，将初步建设的案例库用于课堂教学及学生的课后学习等，根据授课教师和学生的反馈，进一步修改完善相关案例，形成最终的课程案例库。

3. 创新点

(1) **与时俱进，案例库内容优质。**根据煤炭行业智能化建设现状，及时更新完善智能开采相关教学内容，相应建设智能化开采各知识点案例。

(2) **与煤矿现场高度结合。**《采矿学》课程来源于实践，并服务于实践，本次建设的所有案例都将来自矿山现场工程实际，内容涵盖本课程主要知识点，能够极大地提升学生的真实感，同时提升他们的学习兴趣，改善他们的学习态度，进而极大加深学生对相关概念、理论和方法等的理解和掌握，提升其综合能力。

一、采煤方法案例

(一) 采煤方法概念

回采工作：在采煤工作面内，为采取煤炭所进行的工作。

基本工序：破煤、装煤、运煤、支护和采空区处理。

采煤工艺：在采煤工作面内，按照一定顺序完成各项工序的方法及其配合。

采煤方法：采煤系统与采煤工艺的综合及其在时间和空间上的相互配合。

(二) 采煤方法分类

采煤方法分为：露天开采和井工开采。

井工开采可分为：柱式体系和壁式体系两种。

1、壁式体系采煤法

壁式体系采煤法一般以长壁工作面采煤为主要特征，是目前我国应用最普遍的一种采煤方法，其产量约占到国有重点煤矿产量的95%以上。

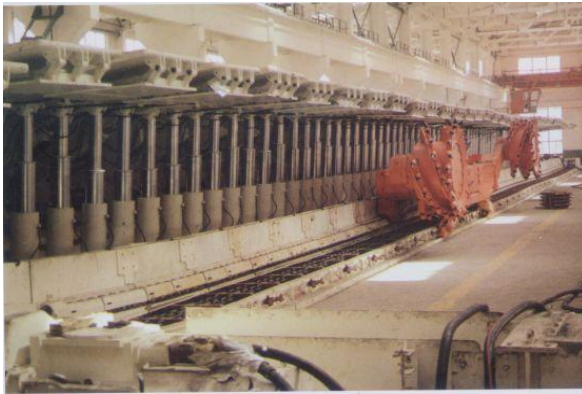
(1)壁式采煤法的特点：

- ①工作面的两端至少各布置一条回采巷道，用于通风和运输。
- ②工作面长度一般80-250米，目前国内最长400米。
- ③随着工作面的推进及时处理采空区，一般采取全部垮落法管理顶板。
- ④工作面通风状况良好。

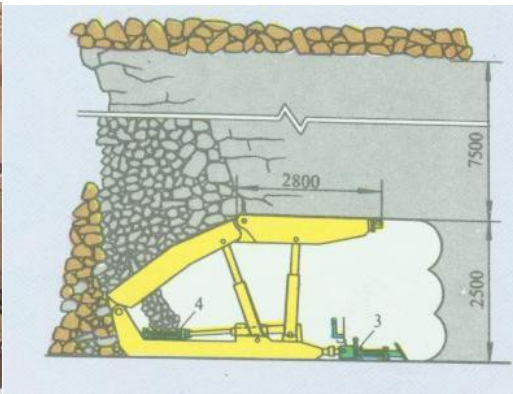
(2)壁式体系采煤法的类型

①按采煤工艺分类：

爆破采煤法、普通机械化采煤法、综合机械化采煤法



综采三机配套设备



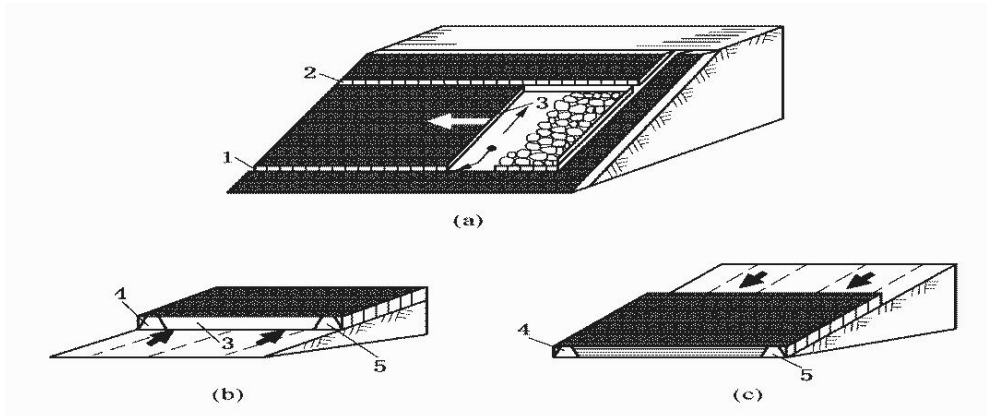
综合机械化放顶煤示意图

②按采空区处理方法分：

全部垮落采煤法、煤柱支撑(刀柱)采煤法、充填采煤法

③按工作面布置和推进方向分：

走向长壁采煤法、倾斜长壁采煤法（俯斜，仰斜）



长壁采煤法示意图

(a) 走向长壁；(b) 倾斜长壁（仰斜）；(c) 倾斜长壁（俯斜）

2、柱式体系采煤法

柱式体系采煤法又称为短壁体系采煤法，是以房、柱间隔采煤为主要特征，常见的有巷柱式、房式、房柱式采煤法。现代短壁机械化开采技术的成功应用，逐渐引起大家的关注。

(1) 柱式采煤法的特点：

- ①工作面长度较短，一般 10-30m，工作面数目较多。
- ②需要开掘大量的巷道，掘进率高。
- ③一般没有处理采空区工序。
- ④工作面通风条件较差，采出率低。

(三) 采煤方法选择

选择采煤方法的原则

- 1、技术先进
- 2、经济合理
- 3、生产安全

以上三个基本原则是密切联系、相互制约，在选择时应当综合考虑。

1

1、矿井概况

乌东煤矿隶属国家能源集团新疆能源公司，地处乌鲁木齐东郊，距乌鲁木齐市 34km，距米东区 13km，行政区划属乌鲁木齐市米东区。井田东西走向长约 10.8km，南北宽约 0.7~2.7km，井田面积约 19.94km²，井田内地质资源量 12.8 亿吨，设计可采储量 6.61 亿吨，设计生产能力为 6.00Mt/a，设计服务年限为 76.9a。乌东煤矿南区位于八道湾向斜南翼，主采 B₁₊₂、B₃₊₆ 煤层，煤层倾角平均为 87°，B₁₊₂ 煤层平均厚度 28m，B₃₊₆ 煤层平均为 40m。

2、采煤方法

采用水平分段综合机械化放顶煤开采方法。

3、采煤方法分析

乌东煤矿南区主采 B₁₊₂、B₃₊₆ 煤层，煤层倾角平均为 87°，B₁₊₂ 煤层平均厚度 28m，B₃₊₆ 煤层平均为 40m。综合考虑到煤层赋存较为稳定，煤层厚度大，结合当前现有采煤工艺及顶板支护管理，采用水平分段综合机械化放顶煤开采方法，掘进率低、机械化水平和产量高、效益好。

2

1、矿井概况

陕西陕煤曹家滩矿业有限公司(简称榆北曹家滩公司)隶属榆林市榆阳区管辖,井田面积108.5km²,主要可采煤层5层,可采储量15.11亿吨,矿井及选煤厂设计生产能力15.0Mt/a,服务年限72年。曹家滩煤矿井田位于榆神矿区一期规划区的西中部,井田地层总体为走向NE,倾向NW,倾角不足1°的单斜构造,局部有宽缓的波状起伏。12盘区首采煤层2--2煤由西到东煤层逐渐变薄,西半区煤层厚度10.80~12.56m,平均11.80m,东半区煤层厚度8.08~12.09m,平均10.61m,东翼采用大采高一次采全高开采,西翼经论证后采用大采高综放开采。矿井采用斜井开拓方式,采用走向长壁放顶煤采煤方法。目前开采12盘区,主采2-2煤层。

2、采煤方法

东翼采用大采高一次采全高开采,西翼经论证后采用大采高综放开采

3、采煤方法分析

采煤方法的选择,应根据采区构造、煤层赋存情况、开采技术条件及安全、产量、效率、成本和煤的回收率等诸多因素综合考虑后确定。

2煤层硬度较大,硬度系数 2^3 以上,15%井田面积存在伪顶,岩性以泥岩、砂质泥岩为主;直接顶岩性以薄层粉砂岩、细砂岩、中厚层砂质泥岩为主,属II类中等稳定顶板,厚度一般2m,最大厚度8.33m(C13号钻孔,岩性为炭质泥岩);基本顶岩性以厚层节理不发育的整体均质的粉砂岩、中粒砂岩为主,厚度3.94~20.83m,基本顶属I-III级,矿山压力显现明显~强烈。2煤伪顶分布面积小、厚度薄,直接顶和基本顶以较硬的粉砂岩为主,稳定性中等,节理裂隙不发育。

直接顶饱和抗压强度24.80~37.90MPa,平均31.35MPa;基本顶饱和抗压强度27.60~37.90MPa,平均33.25MPa;天然抗剪强度1.6~4.3MPa,平均2.8MPa;抗拉强度0.23~1.14MPa,平均0.71MPa。井田煤层底板主要由粉砂岩、细粒砂岩和砂质泥岩组成。据力学性质统计,2*煤层底板饱和抗压强度38.41MPa。

曹家滩矿井首采煤层为2-2煤层,2-2煤层赋存于延安组第四段顶部,为矿井内最厚的主要可采煤层。埋深一般为191.77~380.96m,与上覆1-2煤层间距6.29~39.90m,平均28.93m。大致在煤矿西北部2-2煤层分岔成2-2上、2-2下两层,分岔煤层间距0.80~17.09m,平均3.78m。在复合区,2-2煤层煤厚8.04~13.06m,平均11.22m,煤层由南向北逐渐变薄。煤层一般不含夹矸,局部含1层夹矸,个别2~3层夹矸,厚度0.10~0.90m,岩性主要为粉砂岩,次为泥岩及炭质泥岩,结构简单。在分岔区内,2-2下煤层煤层厚度9.89~10.73m,平均煤层厚度10.41m,属厚煤层。煤层一般不含夹矸,局部含1层夹矸,厚度0.15m,岩性为炭质泥岩,结构简单。煤层顶板岩性主要为粉砂岩、细粒砂岩,次为中粒砂岩、泥岩、砂质泥岩;底板岩性主要为粉砂岩、次为细粒砂岩、砂质泥岩,局部中粒砂岩、砂质泥岩,属于IIIb类,较软类底板。

122106工作面为首采工作面,埋深347m左右,工作面两侧分别为122104工作面和122108工作面,并且计划122106工作面的接续面为122108工作面。主运顺槽与辅运顺槽、两回风顺槽间煤柱尺寸初设为中对中30m,辅运顺槽和外侧回风顺槽在下一工作面继续复用,巷道要经历两次动压影响,并且所有顺槽均在2-2煤内掘进,留底煤4m左右,保证首采工作面采高在7m左右。煤层倾角0~5°,较稳定,全区可采。2-2煤均为黑色,条痕褐黑色,弱沥青~沥

青光泽, 贝壳状、阶梯状、参差状断口; 内生裂隙不甚发育, 裂隙被方解石脉或黄铁矿薄膜填充。在复合区, 2-2煤层区内见煤点97个, 均为厚煤点。煤层厚度9.93~12.09m, 平均11.01m。根据钻孔资料及已揭露的地质情况综合分析, 122106工作面煤层赋存条件较好, 煤层厚度11m左右; 部分煤体存在较多的裂隙。2-2煤层: 以直接顶为主, 其次为基本顶, 伪顶分布最少。直接顶约占井田面积的49%, 直接顶岩性以细粒砂岩为主, 四周薄中西部厚, 直接顶厚度一般1~3m, 最大厚度7.37m; 基本顶分临约占井田面积的42%, 基本顶岩性以厚层节理不发有的整体均质的粉砂岩为主, 中部厚而四周薄, 厚度3.87-34.37m。

直接顶饱和抗压强度24.80~37.90MPa, 平均31.35MPa; 软化系数0.47~0.54, 平均0.51; 天然抗剪强度1.60~2.10MPa, 平均1.85MPa; 抗拉强度0.39~0.56MPa, 平均0.48MPa; 基本顶饱和抗压强度27.60~37.90MPa, 平均33.25MPa; 软化系数0.44~0.69, 平均0.56; 天然抗剪强度1.6~4.3MPa, 平均2.8MPa; 抗拉强度0.23~1.14MPa, 平均0.71MPa, 煤层直接顶、基本顶板均属易软化的中硬类岩石。煤层底板主要由粉砂岩、细粒砂岩和砂质泥岩组成。据力学性质统计, 饱和抗压强度2-2煤层底板38.41MPa。

1) 综采放顶煤采煤法

(1) 综采放顶煤采煤法优缺点分析

综采放顶煤采煤法是一种近多年来迅速发展和推广的特厚煤层采煤技术。它是在特厚煤层的底部布置回采工作面, 除采用滚筒式采煤机正常割煤外, 还利用矿山压力或辅以人工松动方式使工作面上方顶煤破碎, 并随着工作面的推进, 顶煤依靠自重从液压支架的上方或后方放出。

在条件适宜, 措施得当时, 综采放顶煤采煤法有如下优点:

①放顶煤采煤法是比较容易实现高产高效的特厚煤层采煤方法。

②综采放顶煤采煤法巷道掘进率低, 与分层开采相比, 巷道万吨掘进率 50~70%。巷道维护条件有所改善, 维护费用也相应降低。

③工作面搬家次数相对减少。全国综采放顶煤工作面每生产百万吨煤的工作面搬家次数比分层开采减少 50%以上, 明显提高了设备的有效使用率, 提高了单套设备的年产量, 减少搬家费用, 并减少了年产百万吨煤的设备占有率。

④综采放顶煤工作面占煤量一半以上的顶煤基本是利用矿压破煤, 依靠自重放煤, 因此综采放顶煤采煤法是一种动力消耗最小的采煤方法。全国平均统计综采放顶煤比分层开采的吨煤可节省电 1.32kW·h。

⑤与分层开采相比, 综采放顶煤采煤法金属网消耗、坑木消耗、截齿消耗、油脂消耗、巷道支护材料消耗以及其它消耗大大减少。

⑥与分层开采相比, 综采放顶煤采煤法吨煤成本明显降低, 只要技术措施得当, 降低成本 10~15%是完全可以做到的。

⑦综采放顶煤工作面的顶煤是利用矿压破碎的, 工作面粒径大于 25mm 的块煤明显增多, 经济效益比较明显。

⑧放顶煤采煤法比分层开采对地质构造较复杂、厚度变化较大煤层的开采, 具有更大的灵活性和适应性。

综采放顶煤采煤法也存在一些缺点, 主要有:

①工作面放煤时，一部分煤将不可避免地丢失在采空区；一部分煤和矸石混杂，放煤时不可避免地会将矸石放出。当顶煤放到一定程度后，继续放煤，则含矸率会急剧增加；不继续放煤，则煤炭损失多，从理论上讲，放顶煤开采的工作面回收率比分层开采减少约 10% 左右。因此需加强组织管理和采取相应的、有效的技术措施，最大限度提高煤炭回收率。

②在采空区丢失的煤层增加，引起采空区煤炭自燃的危险就更大，故要求生产过程中需及时喷洒阻化剂及注氮等措施。

③工作面产量增加，瓦斯绝对涌出量和风流中瓦斯含量都可能增加；煤尘相对含量也会增加，因此需加强通风管理和洒水等防尘措施。

(2) 煤层冒放性分析

放顶煤采煤法主要是利用矿山压力破碎顶煤，因而对顶煤的冒放性及赋存条件有一定的要求。影响顶煤冒放性的自然因素主要有开采深度、煤层厚度、煤层结构、夹矸层数多少及硬度和厚度、煤层顶板岩性及其厚度、基本顶岩性及其厚度、煤体裂隙发育程度、煤岩层交接面地质结构整合程度等。

①开采深度的影响

当开采深度 $<100\text{m}$ 时，顶煤冒放性差；当开采深度 $>300\text{m}$ 时，开采深度对顶煤冒放性影响程度减弱。总的趋势是顶煤冒放性随开采深度增加而加强，开采深度 $>300\text{m}$ 时，顶煤是易于冒落的。因此从开采深度看，顶煤容易冒落。

②煤层厚度和煤的硬度的影响

一般来说，过厚的顶煤其上部难以达到充分松动，国内外放顶煤工作面的实测资料和相关科研院所的试验结果都证明顶煤冒放性随煤层厚度的增大而减弱，同时证明放顶煤开采的最大临界煤层厚度为 $12.5\sim 15.0\text{m}$ 。尽管国内也有达到 20m 以上的工作面，但回收率较低。

采放高度比是综放工作面采煤高度与放煤高度之比，它对顶煤冒放性影响反映在两方面，一是采煤工作面支架的反复支撑对顶煤的破碎作用，二是采放高度比影响着顶煤冒落充分松散的空间条件，我国缓倾斜及倾斜厚煤层放顶煤采放比一般为 $1: 1\sim 2.4$ 之间，最大也有达到 $1: 3$ 的例子。本矿井首采区内 2-2 煤层厚度一般在 $9.93\sim 12.09\text{m}$ 之间，按采煤机割煤高度 3.0m 计算，顶煤厚度为 $6\sim 9\text{m}$ ，采放比为 $1: 2\sim 1: 3$ 。从煤层厚度和采放比来看，2-2 煤层适合综采放顶煤开采。

煤层强度是煤层本身抗破坏能力的主要指标，包括煤层的单向抗压强度，粘结系数和内摩擦角。国内外大多数放顶煤综采工作面的实测资料统计表明，煤层强度是影响顶煤冒放性的关键因素。一般认为当煤层硬度系数 f 小于 3、强度小于 20MPa 时，顶煤冒放性较好。反之，顶煤的破坏程度降低，冒落性较差。地质勘探报告对该煤层的强度已探查清楚，特厚煤层采用放顶煤开采的冒放性比较好，加之现行技术下放顶煤开采已形成了一套比较完整的技术措施和丰富的经验，故该煤层适宜综采放顶煤开采。

③煤层夹矸对顶煤冒放性的影响

如果煤层中，特别是顶煤中存在厚而坚硬的夹矸，将会严重影响顶煤的冒放性。一方面，夹矸在顶煤中形成“骨架”，使顶煤不易垮落；另一方面，即使顶煤垮落，夹矸形成大块，影响顶煤冒放过程中的流动性，易堵口使顶煤无法放出。因此，夹矸的存在，特别是厚而坚硬的夹矸，对放顶煤开采很不利。

本井田 2-2 煤层在首采区区域钻孔中未见有夹矸，但附近钻孔柱状中煤层出现夹矸，据此推断首采区内煤层可能有夹矸存在，但厚度不会太大，采取适当的顶煤预裂措施，可消除夹矸对顶煤可放性的影响。

④顶板对顶煤冒放性的影响

影响煤层冒放性的煤层顶板包括直接顶和基本顶两部分。直接顶对顶煤压裂无直接影响，但直接顶能够随采随冒，能充满采空区，以防基本顶冲击来压，并促使顶煤放出。因此直接顶具有一定的厚度是放顶煤开采顶煤破碎冒落后顺利放出的基本条件，否则不利于顶煤的回收。无论从矿压角度还是从顶煤采出率考虑，直接顶的最小厚度应能够充满采出煤后形成的空间。另外，根据国内一些矿井的生产实践经验，在放顶煤开采过程中，有一部分基本顶随直接顶一起冒落而充满采出煤后形成的空间。

3

1、矿井概况

高家堡井田位于彬长矿区北部西侧，划定矿区范围井田面积约 219.1681km²，含煤面积约 129.84km²。一盘区东西长约 4.0km，南北宽约 3.0km，面积约 12km²。一盘区范围内煤层赋存总体呈盆地形状，在一盘区中部沿东北~西南方向为一较为平缓的向斜构造。一盘区构造简单，三维勘探仅在盘区东北部解释 DF2 一条断层，断距 0~30m。可采煤层为 4 煤层。煤层赋存厚度 0.80~15.75m，平均 10.5m，属较稳定的厚煤层。

根据首采盘区已有钻孔资料，首采盘区 4 煤上距洛河组含水层平均厚度 85m。在一盘区内，厚度总体变化规律为东北、东南厚而西北、西南薄。该组由各粒级砂岩、砂砾岩组成，以中~粗粒砂岩为主要含水层段。单位涌水量 0.218~1.130L/s·m，平均 0.736L/s·m。渗透系数 0.05471~0.32465m/d，平均 0.1923m/d。河谷地段水头高出地表 21.30~35.30m，属富水性中等~强富水含水层。水文地质条件复杂类型。

本矿井为高瓦斯矿井，4 煤层煤尘具有爆炸危险性，4 煤层属容易自然发火煤层。一盘区 4 煤层赋存深度在 800~1000m 之间，处于高温区域，井下需采取机械降温措施。

2、采煤方法

本矿井开采的 4 煤层埋藏深度大（800~1000m），4 煤层为容易自燃煤层，地质条件简单。结合本矿井实际，设计采用走向长壁采煤方法，全部垮落法管理顶板。

3、采煤方法分析

根据井田煤层条件，在 4 煤层与洛河组含水层间距及导水裂缝带高度没有摸清之前，为降低导水裂缝带高度，减少保护煤柱资源量，保证初期工作面开采安全及提高资源回收率，设计采用分层综采。首采工作面第一分层采高暂定为 4.2m。

4

1、矿井概况

色连一号井田位于内蒙古自治区鄂尔多斯市境内，行政区划隶属东胜区罕台庙镇管辖。具体位置在东胜区政府所在地的西北方向约 13km，东南距东胜区最近 6.5km。东胜区向西 360km 到乌海市，向东北 254km 至呼和浩特市；沿 S213（包府）公路向南 78km 可至陕西省大柳塔镇，向北 90km 至包头市。井田交通条件便利。

井田位于鄂尔多斯高原东北部，地形总体趋势是呈南高北低之势，海拔标高一般在 1340—1485m 之间。最高点标高为 1486.20m；最低点标高为 1348.7m。井田内的一般相对高差 80m 左右。

井田属高原侵蚀性丘陵地貌，大部分地区为低矮山丘，基岩(K_{1zh})大面积出露，第四系黄土零星分布于山丘之顶，第四系冲洪积分布于沟谷之内，植被稀疏，为半荒漠地区。

区内没有水库、湖泊等地表水体，但沟谷发育，主要沟谷有罕台川及其支沟鄂勒斯太沟、淖沟、大布芦沟等，均呈树枝状分布，平时只有溪流或无水，只有在雨后会形成短暂的洪流。区内所有沟谷均从东西两侧流入罕台川，罕台川纵贯井田中部，从南向北流出区外，其流域面积 875km²，平均流量 0.79m³/s，最大洪流量 2580 m³/s（1981 年），最后注入黄河。

2、采煤方法

大采高一次采全高长壁综采采煤方法

3、采煤方法分析

大采高一次采全高长壁综采采煤方法具有以下优点：

- （1）与放顶煤综采相比，生产工艺简单，割煤速度快，工作面人员少；
- （2）若采高与煤层厚度相适应，煤炭回收率高；
- （3）大采高采场过风断面大，为稀释瓦斯创造了有利条件。

其缺点是：

- （1）采高大，工作面煤壁松软时易片帮；
- （2）设备投资高；
- （3）煤层厚度超过采高时，顶煤无法回收。

本井田可采煤层均属较厚及中厚煤层。考虑到上述煤层赋存稳定，倾角小，顶底板稳定完整，煤层总厚度不大，总体上来看开采条件尚属优越，利用综采长壁开采最为合适，可充分发挥其潜力和取得更大经济效益。

根据国内外中厚、厚煤层开采技术发展现状，结合煤层赋存特点，设计认为最适合本矿井的采煤方法为一次采全厚长壁综采；对于煤层较薄区域或较薄煤层设计考虑采用长壁综采，实现薄厚搭配开采。

本井田与神东公司大柳塔、补连塔、上湾和哈拉沟等特大型高产高效煤矿同属东胜侏罗纪煤田，煤层开采技术条件相似，具备布置大采高综采的条件。

本井田 2-2 煤顶板岩性多为砂质泥岩、粉砂岩，局部为细、中粒砂岩，根据本矿井地质构造和 2-2 煤在不同区域的厚度及煤层赋存特点，为有效发挥装备能力，提高资源回收率，设计认为 2-2 煤在厚度较大的区域采用长壁大采高一次采全高综采比较合适，在煤层厚度相对较薄的区域中则采用中厚煤层长壁综采较为适宜。

1、矿井概况

凉水井井田地处陕西省榆林市以北、神木县以南，属于榆神矿区，行政区划隶属神木县西沟乡、麻家塔乡及瑶镇管辖。

井田位于陕北黄土高原北部，毛乌苏沙漠之南缘，属丘陵区。东部为黄土梁峁沟谷地貌，西部为波状沙丘地，地势开阔。井田南部、北部黄土冲沟发育，梁峁区及沙丘区植被覆盖良好，主要以沙柳、沙蒿、柠条、沙打旺等为主。地势总体呈西高东低、中部高南北低的特点，最高处位于西部东小阿包，标高+1326.40m，最低处位于东南角碱房沟一带，标高+1100.00m左右，最大高差 226.40m，一般标高+1220.00m 左右。

2、采煤方法

根据 4²煤层赋存特点、矿井生产能力以及近年国内外采掘设备的发展现状，设计采用长壁综采一次采全高采煤法；对厚度低于 1.3m 的薄煤区域则采用薄煤层综采或刨煤机开采；初期暂不开采的富水区，后期开采时研究采用合适的保水采煤法。

3、采煤方法分析

本井田共含 3⁻¹、4⁻²、4⁻³、4⁻⁴、5⁻²、5⁻³煤六层煤，其中 4⁻²、5⁻²、5⁻³煤基本全井田可采，4⁻³、4⁻⁴煤为两层薄煤层，3⁻¹煤为局部可采煤层。

矿井首采 421 盘区位于井田西南部，该盘区开采 4⁻²煤及 3⁻¹煤。4⁻²煤厚度为 2.0~2.98m，平均厚度为 2.53m，含夹矸 0-3 层，夹矸厚度 0.06-0.75m，一般 0.20m 左右，岩性多为泥岩和粉砂岩。顶板岩性以粉砂岩—细粒砂岩为主，局部为中粒砂岩和泥岩，偶见泥岩伪顶。煤层底板岩性以粉砂岩为主，局部为细粒砂岩和泥岩。

靠近井田西部边界 4⁻²煤上部，宽度 0.5~1.65km 范围内有一层厚度为 3.00~3.34m，平均厚度为 3.15m 的 3⁻¹煤，无夹矸，顶板岩性以粉砂岩、细砂岩、砂质泥岩为主，厚度 0.60~16.90m，底板为粉砂岩、泥岩，厚度 0.64~4.90m。为了避免因 4⁻²煤开采而破坏 3⁻¹煤的整体性，生产中应先行开采 3⁻¹煤。

二、准备方式案例

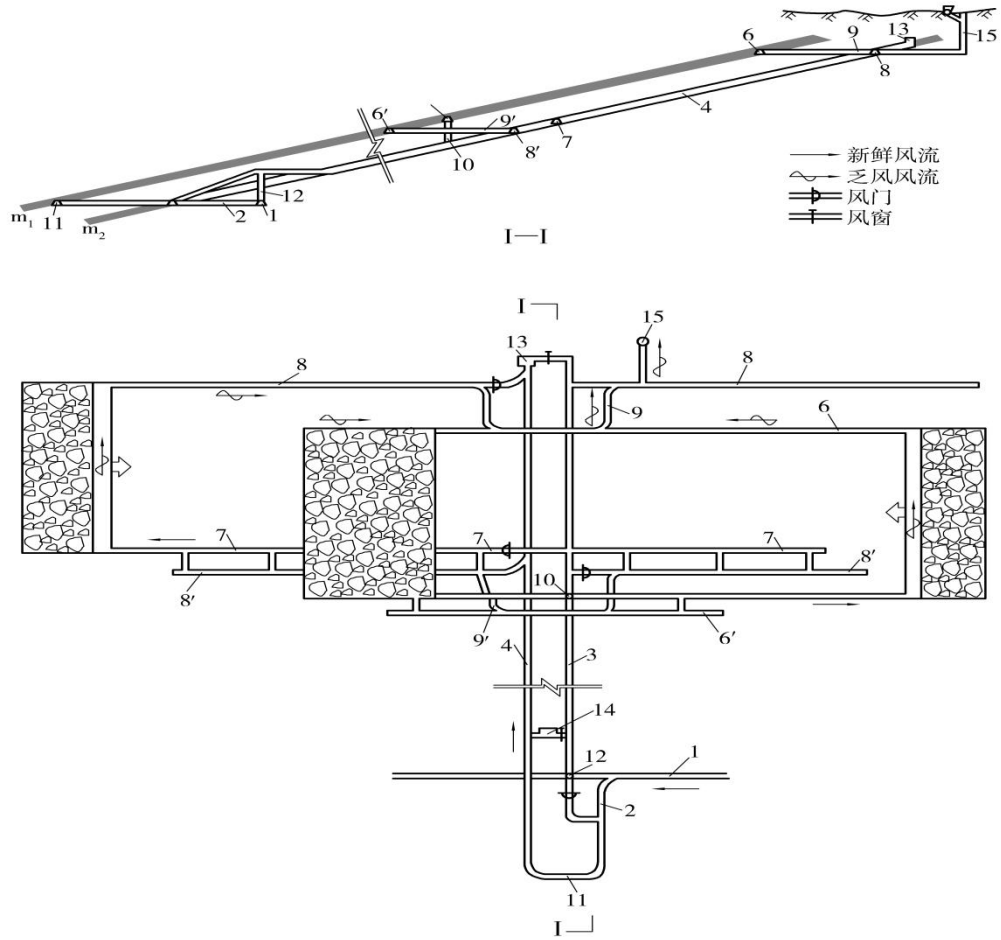
为建立采区、盘区和带区完整的生产系统，要在已有开拓巷道的基础上，再开掘一系列准备巷道，或与回采巷道相连，或服务于整个采区、盘区和带区生产。准备巷道的布置方式称**准备方式**。

为准备采区、盘区和带区而开掘的主要巷道称为**准备巷道**。准备巷道包括上下山、车场、区段或分带集中巷、采区石门、绞车房、变电所和煤仓等。

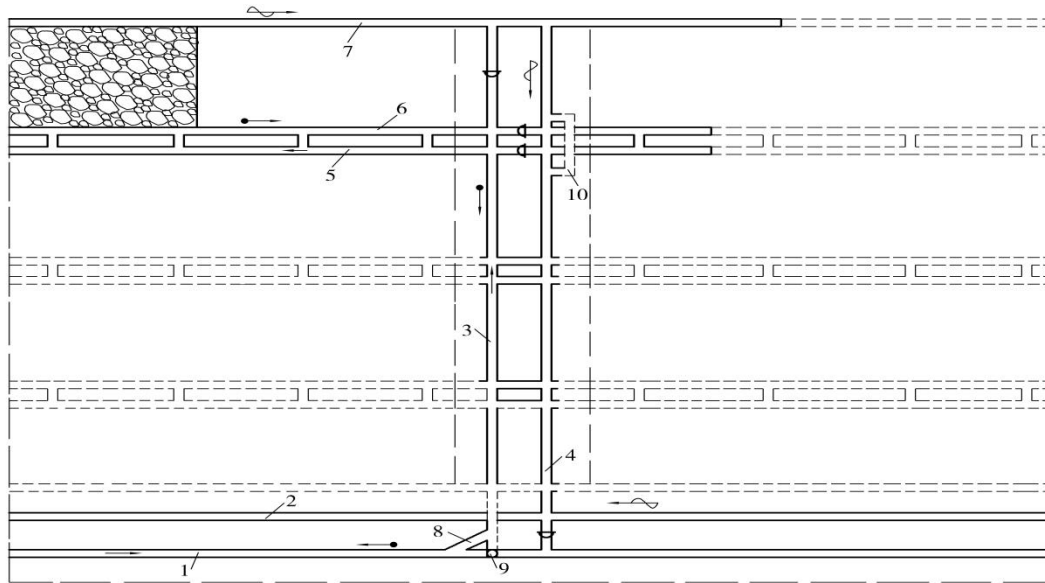
正确合理的准备方式应遵循以下几项原则：

- (1) 生产系统完善；
- (2) 巷道布置简单，掘进和维护工程量少；
- (3) 有利于集中生产、提高工作面单产和采出率；
- (4) 能充分发挥机电设备的效能；

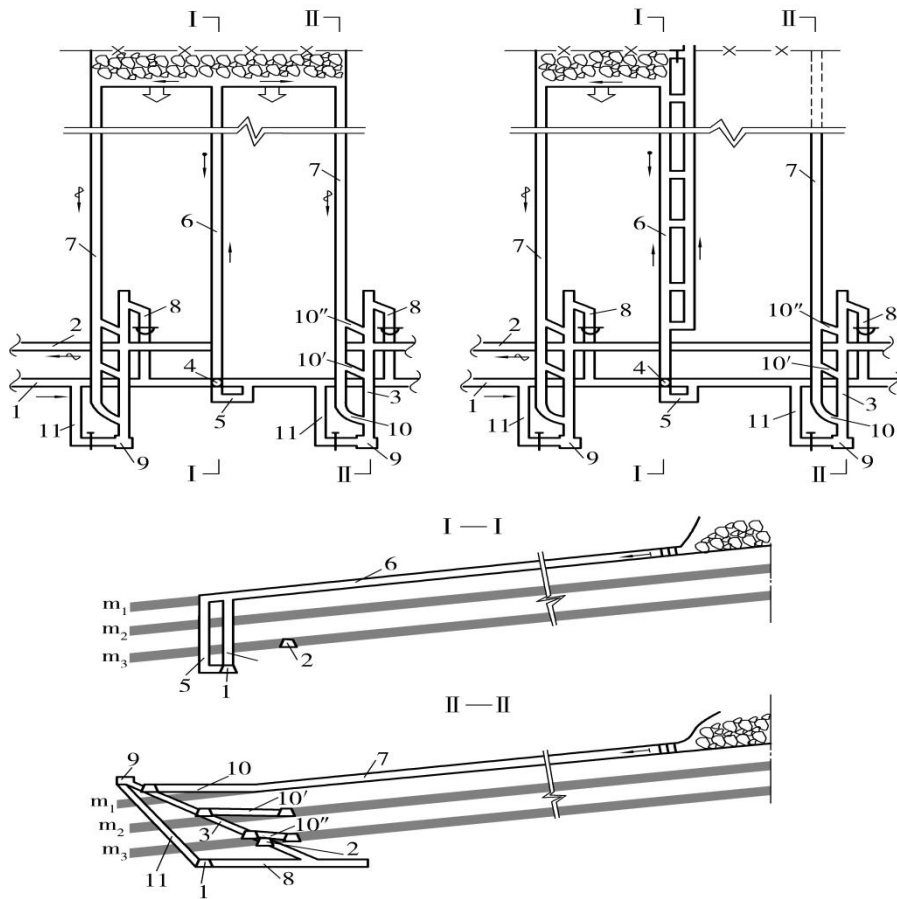
(5) 有利于工作面正常接替和保证安全。



煤层群共用上下山采区联合准备方式



上山盘区单层准备方式



近距离煤层群相邻两工作面带区联合准备方式

6

1、矿井概况

贵州鸿熙矿业有限公司威宁县黑土河乡齐拖煤矿由原威宁县黑土河乡齐拖煤矿和威宁县龙街镇铜兴煤矿兼并重组整合而成，齐拖煤矿为兼并重组保留矿井，原设计生产能力9万t/a，采用平硐开拓，主采M6、M7煤层，兼并重组前井上下各生产系统均已建成并正常运转，因为政策原因，该矿已停产一年多，目前矿井老系统正常通风排水。

2、准备方式

全矿井划为三个水平三个采区

3、准备方式分析

表1 采区特征表

序号	采区名称	工业资源储量	设计资源储量	主采煤层	煤层倾角(°)	采区尺寸			备注
						走向长(km)	倾斜长(km)	面积(m ²)	
1	一采区	625.3	480.35	M6、M7	10~25	3.0	0.9	3.1221	
2	二采区	650.4	600.4	M6、M7	10~25	1.36	1.0	3.8231	
3	三采区	581.2	510.3	M6、M7	10~25	1.36	1.0	3.7992	

根据井田范围、开采标高及煤层赋存特点，设计全矿井共划分三个采区，井田范围内+1960m水平以上至上部边界划为一采区，+1960m至+1740m水平之间划为二采区，+1740m水平以下至下部边界划为三采区。首采一采区，二采区作为接替采区，采区间开采顺序为：一采区→二采区→三采区。

1、矿井概况

高家堡矿井一盘区东西长约 4.0km，南北宽约 3.0km，面积约 12km²。一盘区范围内煤层赋存总体呈盆地形状，在一盘区中部沿东北~西南方向为一较为平缓的向斜构造。一盘区构造简单，三维勘探仅在盘区东北部解释 DF2 一条断层，断距 0~30m。可采煤层为 4 煤层。煤层赋存厚度 0.80~15.75m，平均 10.5m，属较稳定的厚煤层。

根据首采盘区已有钻孔资料，首采盘区 4 煤上距洛河组含水层平均厚度 85m。在一盘区内，厚度总体变化规律为东北、东南厚而西北、西南薄。该组由各粒级砂岩、砂砾岩组成，以中~粗粒砂岩为主要含水层段。单位涌水量 0.218~1.130L/s·m，平均 0.736L/s·m。渗透系数 0.05471~0.32465m/d，平均 0.1923m/d。河谷地段水头高出地表 21.30~35.30m，属富水性中等~强富水含水层。水文地质条件复杂类型。

本矿井为高瓦斯矿井，4 煤层煤尘具有爆炸危险性，4 煤层属容易自然发火煤层。一盘区 4 煤层赋存深度在 800~1000m 之间，处于高温区域，井下需采取机械降温措施。

2、准备方式

盘区巷道布置的主要原则是在满足安全生产的基础上简化巷道系统和运输环节并为无轨胶轮车运输创造条件。盘区内煤层一般倾角 0~7°，倾角小，煤层厚度大，因此，设计尽可能多做煤巷少掘岩巷，采用大巷、工作面布置方式，即大巷兼作盘区巷道，利用大巷直接布置工作面开采。

设计布置一条辅助运输大巷、一条胶带运输大巷和两条回风大巷。

3、准备方式分析

本井田开采面积大，根据井田内地质构造及煤层赋存特点，结合工作面装备水平及生产规模，为适应综合机械化工作面的布置要求，设计确定盘区内合理的工作面推进长度按 1.5~3km 左右考虑。

根据上述原则，结合井田开拓部署、大巷位置、工作面推进长度、生产规模、煤层厚度变化情况、装备水平及国内外安全高效矿井生产经验等因素，同时考虑到煤层赋存范围，设计确定本井田三层可采煤层划分为一个煤组，共划分为 9 个盘区。

根据各煤层储量、厚度、层间距等特征，由于前期一盘区可采煤层仅有 4 煤层，因此先采西区 4 煤层。工作面采用后退式回采。盘区开采顺序按由近而远的顺序进行。矿井移交生产时，首先开采距井底最近的一盘区。

1、矿井概况

建南井田位于陕西省延安市建庄区的南部，地处延安市黄陵县腰坪乡境内，行政区划隶属腰坪乡管辖。井田东西长约 10.5km，南北宽约 6.0km，面积约 41.9796km²。井田北与建北井田毗邻。

建南井田地处陕北黄土高原南部的低中山丘陵地带，区内山峦起伏，沟壑纵横，地形复杂，属侵蚀构造地形，表现为壮年期侵蚀、堆积的山间河谷地貌特征。本区植被发育，森林茂密，基岩仅在较大沟谷出露，其余均被第四系黄土覆盖。

井田总的地势是西南部高、东北部低。最高点位于西南部的火烧山，标高为+1784.55m，最低点位于东北部雷家庵附近的河道中，标高为+1225m。一般标高在+1350~1600m 之间。区内最大高差 559.55m，一般高差 200~300m。

本区以火烧山梁为界，北属洛河水系，南属泾河水系，树枝状水系较发育。井田中北部的曹河为常年流水，以溯源侵蚀严重的“V”型溪谷为源头，由南向北流入建庄川及沮水，最终汇入洛河，曹河较大支流有向阳沟、大西沟、王家沟等，这些河流流量受季节性降水影响，春夏连旱时几乎涸竭。据长观资料，曹河一般流量为 0.21m³/s，最大洪峰值为 10.84m³/s。井田东部的南川河由南向北流入新村川、建庄川及沮水，最终汇入洛河，南川河流量较小，干旱时基本断流。井田南部的柿树沟、于子沟、双岔沟等为当家店子河的较大支流，干旱时基本断流。

本井田位于黄陵建庄区内。建庄区地处陕西省延安市黄陵县西南部的腰坪乡境内，矿区东西宽约 12km，南北长约 15km，矿区面积约 155km²，探明详查地质储量 496.69 Mt。原国家计委以计交能 [1998] 1138 号文同意将黄陵建庄区的煤炭资源划归地方开采。

经专家论证和有关部门研究，原则同意将建庄井田以中部无煤带为界划分成南、北两个矿井开发，建设规模暂定为 3.60Mt/a，其中南部的建新矿井为 1.50Mt/a，北部的建北矿井为 2.10Mt/a”。

2、准备方式

根据本矿井设计生产能力，结合煤层赋存条件、井田开拓布局，并综合考虑运输、通风、工作面接替等因素，设计确定矿井移交生产和达到设计能力时布置一个带区，即 41 带区。

3、准备方式分析

建庄区构造单元属庙彬褶皱区的马栏建庄构造带，该地带重力异常表明为自东而西呈现由北东转向近东西向之斜坡带。构造形态简单，总体趋势为一大体西倾，倾角 3°左右的宽缓单斜，并在此基础上发育了幅度不大的波状起伏。建南井田为一同沉积构造，两翼倾角变化不大。

带区内可采煤层为 4⁻²煤层，厚度 0.8~9.2m，平均厚度为 5.6m，煤质中硬，顶底板较稳定，埋藏深度一般为 450~640m。工业资源/储量 16.40Mt，设计可采储量 10.64Mt，按 1.50Mt/a 生产能力计算，带区可服务 5.1 年。

带区巷道布置的主要原则是简化巷道系统和运输环节，并为无轨胶轮车运输创造条件；充分利用本井田煤层厚度大，煤质中硬，顶底板条件较稳定的优势，尽可能多做煤巷，少做岩巷。

矿井首采区为 41 带区，利用大巷组条带式布置回采工作面。根据开采、运输及通风需要，共布置三条大巷，即带式输送机大巷、辅助运输大巷、回风大巷，大巷之间巷道中心线间距为 40m。带式输送机大巷和回风大巷沿 4² 煤层顶板布置，辅助运输大巷沿 4² 煤层底板布置。

移交工作面为 4102 工作面，斜交于大巷布置于大巷的南侧。工作面采用三巷式布置，即工作面运输巷、工作面回风巷、工作面辅运巷，其中工作面运输巷单巷布置，工作面回风巷和工作面辅运巷双巷布置，上一个工作面的辅运巷兼作下一个工作面的运输巷。

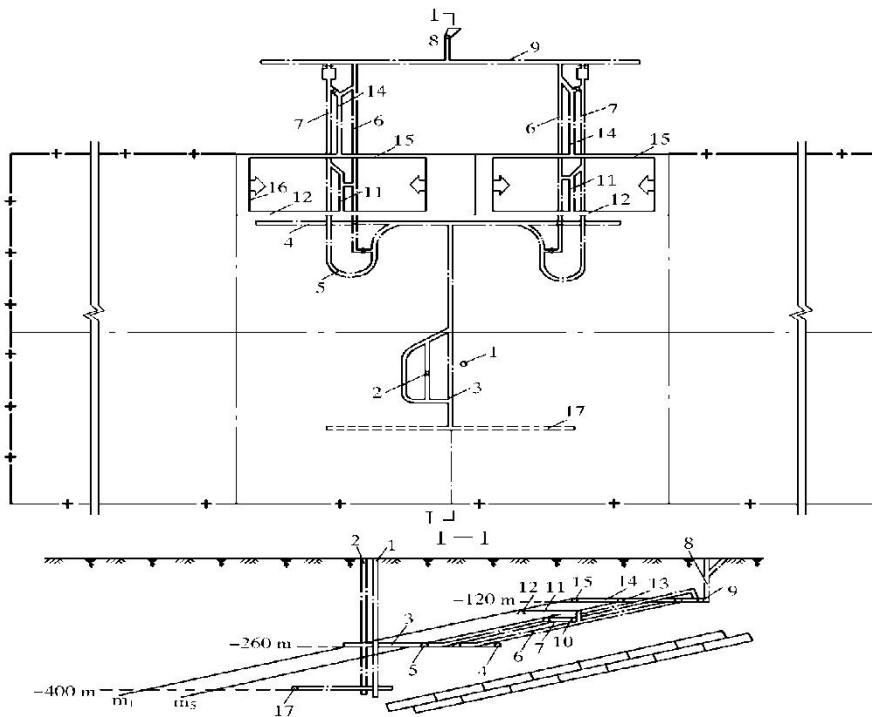
三、开拓方式案例

矿井开拓设计，是在一个井田范围内根据精查地质报告和相关资料，体现总体设计合理的原则，确定井筒和巷道深入地下进入煤层，为开采煤炭打开通路叫开拓设计。开拓设计内容主要包括确定井筒形式、深度、数量、位置、巷道布置、开采顺序，以及通风、安全和运输等系统的确定。

由于煤层的埋藏深度、井田地质条件、地形地貌不同，**矿井的开拓方式**也有所不同。它是地面与井下主要巷道的连接方式划分的。

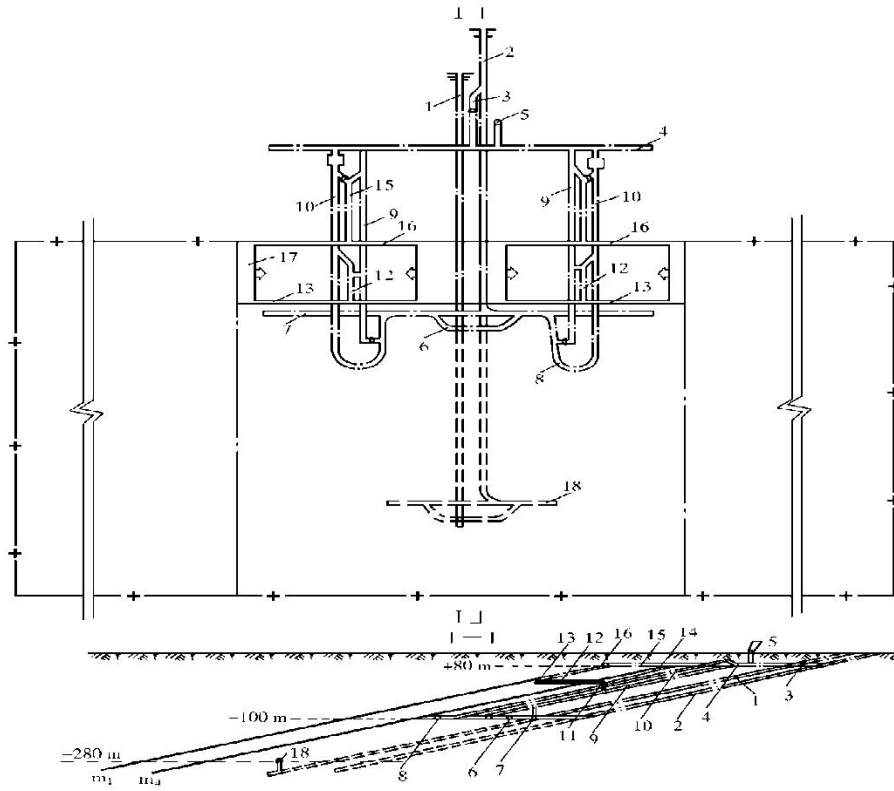
根据井筒的倾角不同可分为**立井、斜井、平硐、综合开拓**四种方式。

(1) 立井开拓。当煤层埋藏较深、表土层较厚、水文复杂、井筒需要用特殊凿井方法施工和多水平开采煤层时，应考虑立井开拓。立井开拓具有适应性强，不受煤层倾角、厚度、瓦斯、水文等自然条件的限制，有很多优越性。但基建投资和生产费用高。



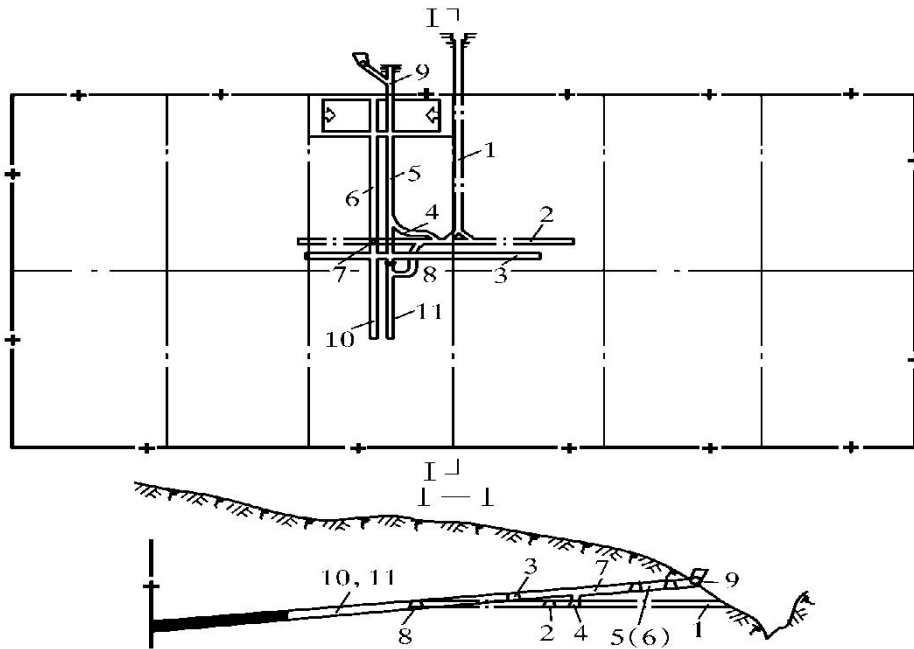
立井多水平上山式开拓

(2) 斜井开拓。对于煤层赋存浅、表土层不厚，一般采用斜井开拓。斜井开拓具有施工简便、建设快、投资省等优点。基建投资和生产费用相对平硐开拓方式要高。



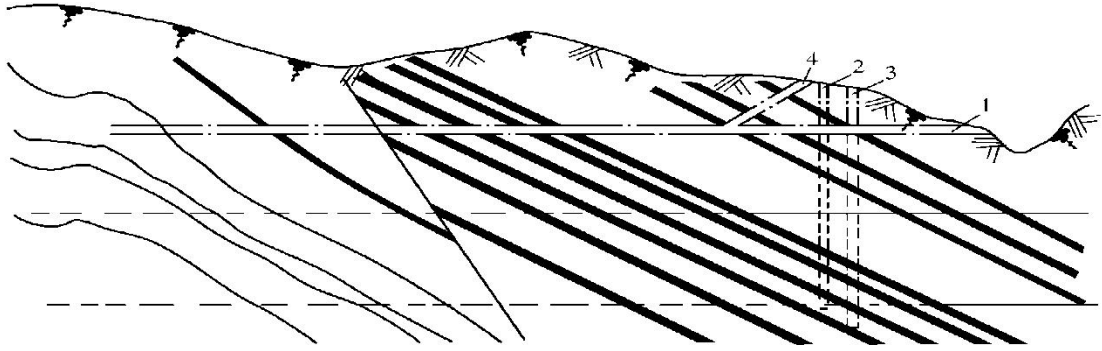
斜井多水平上山式开拓

(3) 平硐开拓。一般在山区，利用水平巷道，从地表通过山体进入煤层，进行开采的一种方式。对于这种方式基建投资和生产费用最省，如条件适合应优先考虑。



垂直走向平硐开拓

(4) 综合开拓。采用单一的开拓方式不能满足通风、安全、提升的需要时，如井田条件及地面布置条件允许，可以采取斜井-立井、平硐-斜井、平硐-立井等综合开拓方式。



前期平硐后期立井综合开拓

井田开拓所要解决的问题：

- (1) 确定井筒的形式、数目及其配置，合理选择井筒及工业场地的位置；
- (2) 合理地确定开采水平数目和位置；
- (3) 布置大巷及井底车场；
- (4) 确定矿井开采程序，做好开采水平的接替；
- (5) 进行矿井开拓延深、深部开拓及技术改造。

在解决井田开拓问题时，应遵循以下原则：

- (1) 贯彻执行有关煤炭工业的技术政策，为多出煤、早出煤、出好煤、投资少、成本低、效率高创造条件。要使生产系统完善、有效、可靠，在保证生产可靠和安全的条件下减少开拓工程量；尤其是初期建设工程量，节约基建投资，加快矿井建设。
- (2) 合理集中开拓部署，简化生产系统，避免生产分散，为集中生产创造条件。
- (3) 合理开发国家资源，减少煤炭损失。
- (4) 必须贯彻执行有关煤矿安全生产的有关规定。要建立完善的通风系统，创造良好的生产条件，减少巷道维护量，使主要巷道经常保持良好状态。
- (5) 要适应当前国家的技术水平和设备供应情况，并为采用新技术、新工艺、发展采煤机械化、综合机械化、自动化创造条件。
- (6) 根据用户需要，应照顾到不同煤质、煤种的煤层分别开采，以及其他有益矿物的综合开采。

1、矿井概况

高家堡井田位于彬长矿区北部西侧，划定矿区范围井田面积约 219.1681km²，含煤面积约 129.84km²。井田内共获得的资源量为 973.57Mt，其中 4[±]煤层推断的内蕴经济资源量(333) 71.77 万 t，4⁻¹煤层推断的内蕴经济资源量（333）10.36 Mt，4 煤层资源/储量（111b+122b+331+332+333）891.44 Mt。

高家堡井田总体构造形态为一走向 NE-NEE，倾向 N 的单斜，发育有次级波状隆起和凹陷；地层平缓，倾角 2~7°，精查及补充勘探未发现落差大于 30m 的断层，煤系地层无岩浆岩侵入。构造复杂程度属简单类。

井田的含煤地层为侏罗系中统延安组，含可采煤层 3 层，4[±]煤、4⁻¹煤和 4 煤，主采 4 煤层为厚煤层，为大部可采煤层，结构简单，东区（以拐点 53、78 连线为界，以东为东区，以西为西区）4 煤层可采厚度 0.80~17.17m，平均 9.67m，西区 4 煤层可采厚度 0.80~17.80m，平均 9.20m。

煤层属低灰、中硫、低磷、富油、中高挥发分、较低~中等软化温度灰、高热值、高热稳定性煤、不具粘结性、化学反应性较强，难~中等结渣性的不粘煤 31 号，良好的动力用煤和气化用煤。

本区洛河砂岩组含水层位于主要可采煤层 4 煤层之上 31.8~160.3m，平均 86m 左右，首采区域约 70%面积的 4 煤至洛河砂岩底的距离在 100m 及以下，如煤层一次采全厚，局部区域导水裂隙带可能波及到洛河砂岩组，洛河组含水层厚度大，全井田平均接近 400m，属中等~强含水层。因此，矿井水文地质条件复杂。

本矿井为高瓦斯矿井，各可采煤层属于容易自然发火煤层，矿井为高温矿井，其中西区以二级高温区为主，东区以一级高温区为主，地温极值为 46℃，首采盘区为二级高温区，井下需配套建设制冷降温系统。本区煤层埋藏深，地压大，同时本区煤层底板岩性松软，且具有膨胀性，巷道支护需采取加强措施。

2、开拓方式

矿井采用立井开拓方式，初期在工业场地内布置主、副、风 3 个立井井筒。

3、开拓方式分析

井下沿 4 煤层布置倾斜大巷开拓全井田，并由大巷直接准备回采工作面，系统简单，开拓工程量省；井下巷道主要布置在煤层中，矸石量少。

10

1、矿井概况

凉水井井田地处陕西省榆林市以北、神木县以南，属于榆神矿区，行政区划隶属神木县西沟乡、麻家塔乡及瑶镇管辖。

井田位于陕北黄土高原北部，毛乌苏沙漠之南缘，属丘陵区。东部为黄土梁峁沟谷地貌，西部为波状沙丘地，地势开阔。井田南部、北部黄土冲沟发育，梁峁区及沙丘区植被覆盖良好，主要以沙柳、沙蒿、柠条、沙打旺等为主。地势总体呈西高东低、中部高南北低的特点，最高处位于西部东小阿包，标高+1326.40m，最低处位于东南角碱房沟一带，标高+1100.00m左右，最大高差 226.40m，一般标高+1220.00m 左右。

2、开拓方式

正北方向主、副斜井开拓方案。

3、开拓方式分析

影响矿井开拓方式的各种因素

(1) 本区地处陕北黄土高原北部，毛乌素沙漠南缘，井田东部为梁峁沟谷地貌，西部为波状沙丘。

(2) 4⁻²煤埋藏深度仅为 40-180m，5⁻³煤层埋藏深度 100-276m。适宜于平硐、斜井开拓。

(3) 井田东南部凸扫沟流域内有一面积 1.53km²的富水区，该区在凸扫沟沟脑有流量达 35.8L/S 的泉水流出。

(4) 井田西南角边界距离黄土庙车站约 1.7km。

(5) 主采的 4⁻²煤层由西向东变薄，盘塬、大清壕以东不可采，西北部 278 孔及东南 L1 孔被剥蚀，东北部石板台、山榆树圪崂为露头火烧区，分布不连续。5⁻²煤层在 278—L3 号孔连线一带有宽度为 2.0km，厚度为 1.3km 左右的薄煤带，向东西两侧煤层逐渐变厚，变化范围为 1.80~4.2m，最厚达 4.23m。5⁻³煤层主要分布于 II—II'勘探线以西，以 L7—LK6 为中心向东西两侧逐渐变薄，变化范围为 2.20~7.0m 左右，井田西北部及东部为不可采区，

(6) 矿井主要供煤用户为神木甲醇厂，其厂址位于榆林与神木之间的锦界开发小区内。

具体开拓方案

在工业场地内向正北方向布置主、副斜井。主斜井井筒倾角 14°，斜长 381m，净断面积 11.5m²；副斜井为缓坡斜井，倾角 5°，斜长 1060m，净断面积 17.8m²；回风斜井布置在主斜井西侧，倾角 20°，长度 294m，净断面积 14.7m²，主、副斜井及回风斜井至 4⁻²煤层后，沿 4⁻²煤层向北开掘胶带输送机大巷、辅助运输大巷、回风大巷至纬线 4302600 后布置东西向的胶带输送机大巷、辅助运输大巷、回风大巷。通过辅助运输暗斜井、胶带输送机暗斜井、回风暗斜井与 5⁻²煤层胶带输送机大巷、辅助运输大巷、回风大巷相联。根据矿井开拓布置的需要，矿井后期在白牙家巴布置一对进、

回风斜井，在 Lh4 钻孔以东 1200m 处布置一对进、回风斜井，且作为矿井的安全出口。全矿井共划分为十个盘区。矿井辅助运输采用无轨胶轮车运输。

1、矿井概况

贵州鸿熙矿业有限公司威宁县黑土河乡**齐拖煤矿**（以下简称**齐拖煤矿**）位于贵州省威宁县城北西 42°方位，直距县政府 52.9km，行政区划隶属威宁县黑土河乡管辖，行政管理隶属贵州鸿熙矿业有限公司。

矿区位于贵州省西北部乌蒙山脉东段，属构造侵蚀溶蚀中山地貌，山脉走向与地层走向基本一致，总体呈近南北向展布。区内地势总体呈南东高北西低，最高点位于井田南部山顶，标高 2691m，最低点位于井田西部外围黑土河乡政府旁河谷，标高 1911m，相对高差 780m，地形切割剧烈。

矿区总体属侵蚀溶蚀低中山峰丛地貌类型，矿区峰丛、洼地等喀斯特地貌较发育，在反向坡地带易形成陡坎、陡坡，含煤地层经多次风化剥蚀形成低凹或缓坡地形。

区内无大的地表水体，仅有季节性溪流，均为白水河支流黑土河。属长江流域金沙江水系。

2、开拓方式

采用平硐开拓方式，共布置四条井筒，即主平硐、副平硐、进风平硐、回风平硐。利用原齐拖煤矿主平硐作为设计主平硐，利用原齐拖煤矿副平硐作为设计副平硐，改造原齐拖煤矿回风平硐作为设计进风平硐，改造原齐拖煤矿回风上山为设计进风上山；利用原齐拖煤矿二采区运输下山作为设计运输暗斜井，利用原齐拖煤矿二采区轨道下山作为设计轨道暗斜井，利用原齐拖煤矿二采区回风下山作为设计进风行人暗斜井，利用原齐拖煤矿二采区下部联络巷、车场作为设计井底联络巷、井底车场。

3、开拓方式分析

①矿区位于贵州省西北部乌蒙山脉东段，属构造侵蚀溶蚀中山地貌，山脉走向与地层走向基本一致，总体呈近南北向展布。区内地势总体呈南东高北西低，最高点位于井田南部山顶，标高 2691m，最低点位于井田西部外围黑土河乡政府旁河谷，标高 1911m，相对高差 780m，地形切割剧烈。矿区总体属侵蚀溶蚀低中山峰丛地貌类型，矿区峰丛、洼地等喀斯特地貌较发育，在反向坡地带易形成陡坎、陡坡，含煤地层经多次风化剥蚀形成低凹或缓坡地形。工业场地选择受条件限制。

②井田内发育 3 条落差大于 20m 的断层，对开拓布局有一定的影响。

③矿井开采了一定时间，+1960m 标高以上已布置了不少巷道，对开拓布局影响较大，设计从减少投资加快减少进度考虑，尽量利用现有井巷工程，造成了开拓方式已无可比方案。

1、矿井概况

布尔台井田位于内蒙古自治区鄂尔多斯市伊金霍洛旗之东南，属布尔台乡管辖。金烽寸草塔矿和万利寸草塔矿分别位于布尔台井田的东北和东部边缘。矿区交通目前以公路、铁路为主，从石圪台煤矿经布尔台乡到伊旗阿镇长 34km 的一级公路穿过井田。井田东有包神铁路，全长 177km。该铁路沿乌兰木伦河东岸在井田东侧通过。井田外公路由伊旗阿镇向北经东胜到包头 150km 与包京公路相接；向南经新街到陕西榆林 170km；向西经鄂托克旗到乌海市 409km；向东经准格尔旗到内蒙古首府呼和浩特市 370km，交通条件较为便利。

井田位于鄂尔多斯高原东北部，属黄土高原地带。井田内地形沿石圪台到伊金霍洛旗阿镇公路的山梁部较高，向北东、南西两侧变低。最高点海拔标高为+1421m，最低点海拔标高为+1163m。最大地形相对高差为 258m；一般地形海拔标高在+1200~+1350m 之间，一般地形相对高差为 150m 左右。

井田内地形复杂，沟谷纵横，为典型的梁峁地形。全井田为侵蚀性丘陵地貌特征。由于受毛乌素沙漠的影响，本井田东北部多被风积沙覆盖，风积沙呈新月形沙丘、垄岗状沙丘、沙堆等风成地貌。除此而外其它沟谷山梁上也分布有大小不等的沙丘。

井田内水系有乌兰木伦河及其支流西乌兰木伦河、呼和乌素沟。

2、开拓方式

井田属高原侵蚀性丘陵地貌，大部分地区为低矮山丘，地面地形标高为 1163~1421m，主采煤层赋存深度 3-1 煤在 136~483m 之间，5-1 煤在 196~561m 之间。采用立井开拓运输环节多，井筒施工工艺复杂，对于高产高效特大型矿井来说，提升潜力有限；本井田煤层赋存较浅，辅助运输可采用无轨胶轮车连续运输，参照与本井田同处一个煤田的神东矿区建设千万吨级高产高效矿井经验，本矿井采用斜井、平硐(缓坡副斜井)综合开拓方式。

3、开拓方式分析

(一) 井田开拓方式及井口位置选择的主要原则

(1) 坚持以经济效益为中心，深化设计改革，把矿井建设成高产高效的、具有市场竞争力的现代化矿井。

(2) 简化井下开拓系统和生产环节，采用国内外先进设备，提高生产集中化、自动化、连续化和安全水平。

(3) 优先采用斜井（平硐）开拓，实现矿井主、辅助运输的连续化、快速化；同时方便快速施工，缩短建井工期。

(4) 首采盘区和首采煤层选择在赋存相对稳定、可靠性较高、且无压茬关系的区域，实现矿井快速达产和稳产。

(5) 合理安排接替顺序，避免资源浪费、有利于矿井稳定生产。

(6) 采用分区通风方式，以适应井田面积大的特点，利于通风设备性能的充分发挥和降低电耗。

(7) 有利于布尔台、万利寸草塔、金烽寸草塔三矿煤炭的集中洗选加工，煤的运输距离短、煤流顺畅，铁路专用线短。

(8) 工业场地占地少，不占或少占良田；地形平缓，土石方工程量小，且无不良工程

地质现象。

(二) 影响井口及工业场地位置选择的主要因素

1、地形、地貌

井田属高原侵蚀性丘陵地貌，大部分地区为低矮山丘，井田内地形沿石圪台到伊金霍洛旗阿镇公路的梁部高，向北东、南西两侧变低。最高点海拔标高为 1421m，最低点海拔标高为 1163m，最大地形标高差为 258m。井田内地表切割强裂，沟谷纵横，地形复杂。仅井田东北部边界外乌兰木伦河沿岸，地面比较平坦，地势较低，较适合布置工业广场。

2、地面运输

包神铁路从乌兰木伦河东岸经过，其巴图塔车站与本矿的浅部金烽寸草塔工业广场隔河相望，直线距离约 2.5km。根据路网规划，为配合大秦线的扩能改造工程，即将建设准（格尔）大（同）线复线、巴（图塔）准（格尔）新线工程，巴图塔车站将要扩建为大型路矿交接场，本矿的煤炭运输 2010 年后将通过巴图塔车站外运，初期经包神铁路外运。

3、布尔台区地面布置总体规划

根据布尔台区地面布置总体规划，布尔台、金烽寸草塔、万利寸草塔同属中国神华能源股份有限公司，为发挥整体规模效益，减少地面重复建设，三矿的煤炭将集中洗选，集中装车外运；供电、供水、排污、采暖等统一考虑，集中布置。因此布尔台工业场地距其它两矿工业场地越近越好。

金烽寸草塔原属军办煤矿，工业场地占地 27.92hm²，地势平坦，空置地较多，能够为布尔台矿井的施工用地和提前开工建设提供便利。

4、井田构造和煤层赋存

井田总体构造形态为一向南西倾斜的单斜构造，地层产状平缓，倾角一般 1~3°，地质构造简单。煤层埋深在 83.6m（2-2 上煤）~630m（6-2 下煤）之间，东北部为井田的最浅处，因此井口位置靠近该处可有效减少井筒岩巷工程量。

井田内共有 10 层可采煤层，主要可采煤层为 2-2 上、3-1、5-1、6-2 中和 6-2 下煤层。各煤层厚度变化较大，除 5-1 煤外其它煤层在井田内均分布有大片不可采带，煤层厚度一般沿东西向变化。井田内主要可采煤层 2-2 上、6-2 下煤层储量集中在西部，3-1、6-2 中煤层储量集中在井田东部，全井田的储量中心基本在井田中部。各可采煤层可采区域及等厚线图见图 1-2-2~11。

5、煤层开采技术条件及水文地质条件

本井田瓦斯含量低，煤层顶底板岩性相对稳定，煤层开采技术条件较好，水文地质条件简单，井下涌水量小，矿井开拓开采布置受煤层开采技术条件和水文地质条件的影响和制约较小。

四、露天开采案例

13

1、矿井概况

水泉露天煤矿是国家能源集团包头矿业有限责任公司新接收、开发的一个改扩建企业，项目区原有个体小型露天煤矿一座（连接地洼矿），年产量约 10 万吨。2005 年初，适逢国家对个体小煤矿进行资源整合，包头矿业公司经申请获得水泉—黑土坝项目区整个探矿权，其中包括小型露天煤矿采区。公司计划对项目区进行大规模开发，以适应公司的发展需要。目前，包头矿业公司已经取得《划定矿区范围批复》，地质勘探工作基本结束，可行性研究报告也已完成，设定年产量为 120 万吨。

项目区位于内蒙古自治区土默特右旗大青山区，是大青山煤田的一部分，处于煤田的中东部，靠近原包头矿务局开发管理的矿区范围，具有大规模开发、改造的有利条件。

矿田内储量丰富，资源可靠，煤质为中灰、低硫、高热值弱粘结煤，电煤市场条件良好，覆盖层薄，剥采比低，开发条件优越，完全适合开发中型以上露天煤矿。

项目地处老、少、边、穷山区，当地经济不很发达，该项目的开发建设，将会使本地区的资源优势转化为经济优势，进而带动少数民族地区经济和社会快速发展。

2、开采工艺

开采工艺的选取与矿田内矿岩的赋存状况密切相关，矿田内地层由上而下为：

(1) 地表松散层及下面岩层，采用**单斗—汽车开采工艺**，一般情况下水平划分剥离台阶，接近煤顶的剥离工作面为倾斜分层；

(2) 煤层（可采厚度 1.03m~34.32m，平均 12.81m），采用 **WK-4 机械铲—汽车开采工艺**，小型液压反铲选采，上部也为水平分层，底部采煤工作面沿煤层底板倾斜分层。

6、运煤方式：**汽车运输**。运煤汽车通过采掘场移动坑线—地面线路—破碎站—胶带输送机—本矿储煤场—外运。

7、穿爆：煤岩台阶均采用**潜孔钻机穿孔**，松动爆破。

8、基建剥离工程量为 0.76Mm³，基建期 0.5 年，不设过渡期，移交后在一个生产年度内即达产。

9、因地下水补给来源较少，设计不采用疏干井预先疏干方式，采用坑内强排进行采掘场排水。因采掘场、排土场处于高山和深谷地带，生产的发展将截断原有沟道，为了避免雨季洪水汇入采场和工业场地，设计安排做坝系工程拦洪蓄水（由专业设计单位设计），用引水管将坝内蓄水导至工业场地北部低洼区自然流走。坝系工程的水泵排水规格预设为 170m³/h，数量为两台；采掘场内设 2 台 170m³/h 暴雨排水泵，2 台 30m³/h 正常排水泵。

10、地面生产系统为设 1 台 350t/h 固定破碎机，破碎后经筛分原煤分为 50mm~300mm 和 0~50mm 两个规格的产品，破碎站和储煤场之间由胶带输送机运输。露天矿储煤场容量 2.6 万 t。

3、开采工艺及开采程序分析

开采工艺选择原则

本矿地处山区，地形多变，沟谷纵横，在走向和倾向两个方向都难以形成完整、连续的采掘工作面，工作面时现时消，给矿山工程带来许多困难，使开采工艺选择受到一定限制。

开采工艺选择原则及考虑因素：

- (1) 充分考虑矿区自然条件，包括地形特点，气候条件，埋藏条件及煤岩性质；
- (2) 设备类型、规格及生产能力与露天矿规模相适应；
- (3) 优先选择较大型设备，减少生产台阶数量，实现高产、高效及集中管理；
- (4) 力求投资少、成本低、效益好；
- (5) 工艺设备技术先进、性能可靠、经济合理；
- (6) 高效节能、节省燃油，主采设备选择电力设备；
- (7) 采、运、排设备规格匹配合理；
- (8) 考虑露天矿几何形状以及生产现状。

4、目前国内外常用的开采工艺

1) 轮斗—带式输送机—排土机连续生产工艺

优点：

- (1) 生产过程连续，单位体积的采剥能耗小；
- (2) 易于实现自动化控制；
- (3) 电力驱动，剥离成本低；
- (4) 开采强度大。

缺点：

- (1) 设备投资较高；
- (2) 设备占用空间大，系统压煤严重，本矿田倾向尺寸狭小，岩石强度高，不符合轮斗、胶带机岩石松软、宽大作业的特点，另外胶带机移设占用较多时间，在一定程度上会制约工作线推进。

综合考虑后，设计不推荐采用此工艺。

2) 吊斗铲倒堆生产工艺

吊斗铲倒堆生产工艺是技术成熟（国内较少）、设备可靠、经济性最好的开采工艺之一。但是，它的适用条件比较苛刻，一般要求煤层上部覆盖薄、地层倾角小（ $\leq 5^\circ$ ）、岩性在中等硬度以下，并且需要有较长的工作线、大规模生产等。本矿除背斜轴部外，煤层的倾角都比较大，工作线也短，产量比较低，且该工艺设备投资比较高，因此，设计也不采用此工艺。

3) 单斗—卡车—半移动破碎机—带式输送机—排土机半连续生产工艺

由于本矿工作线比较短，产量比较低，年剥离总量小，排土场也不适于排土机作业，该工艺设备投资相对比较高，因此，设计也不采用此工艺。

4) 单斗-卡车间断生产工艺

优点：

- (1) 机动灵活、适应各种复杂地形开拓条件；
- (2) 基本不受岩性影响；
- (3) 小范围拉沟，基建工程量少，建设期短；
- (4) 投资少，易于实现社会化生产，必要时还可剥离外包。

缺点：

耗油量大，修理费高，经济运距短，生产成本偏高。

经对以上几种开采工艺的分析研究，本方案认为采用目前露天矿常用的单斗-卡车间断生产工艺是合理的。因此决定：剥离采用斗容 4.6m^3 单斗挖掘机采装，运输采用 40t 自卸卡车运输，（挖掘机与卡车斗容的合理匹配关系为每车装 3~6 勺），沿煤层走向布置工作线，沿倾斜方向推进，基本采用水平分层。II 采区生产初期剥离物经穿过矿区的枣沟公路由 II 采区东部，运往北部沿帮排土场，全部外排（生产中也可探索 II 采区内排可能性）。

因本矿煤层较厚，采煤也采用 4.6m^3 单斗挖掘机采装；但由于煤中夹矸量大层多，（夹矸 0~21 层，一般为 1~10 层），需要选采，工作面破碎，道路质量低劣，设计决定运煤采用较小型的车辆，与选矸车辆相同，选用 20t 的自卸卡车运输，选矸采装设备用 1.5m^3 液压反铲。

五、智能化开采案例

14

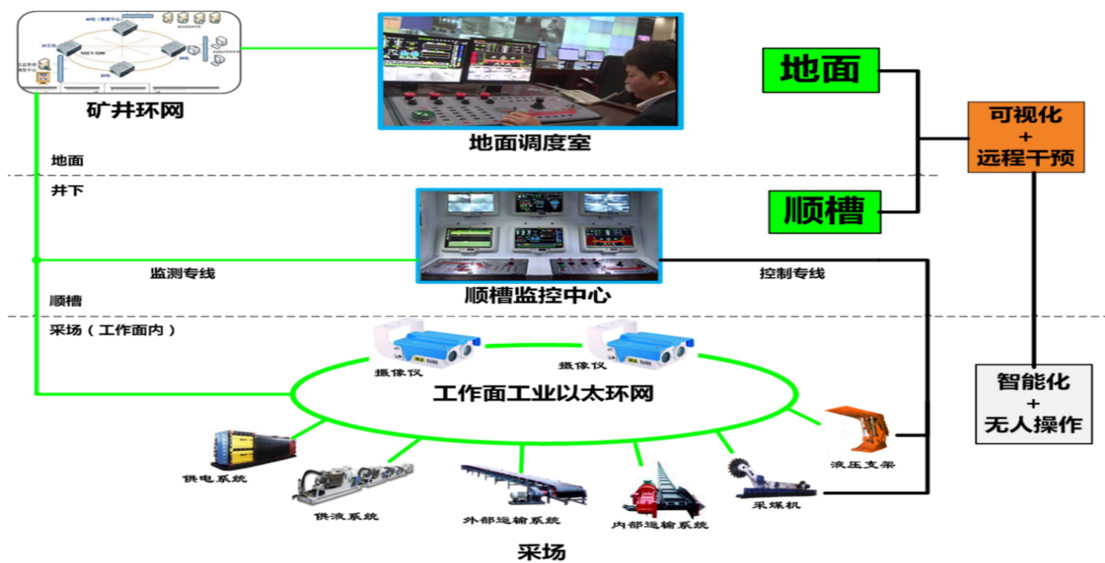
1、矿井概况

黄陵一号煤矿隶属于陕西陕煤黄陵矿业有限公司，矿井设计生产能力 600 万吨/年，矿井开采煤层平均厚度 2.18m，倾角 0-5°，属于单一近水平开采煤层，矿井实行一井两区、一区一面生产模式，井田面积 197 平方公里，地质储量 4.44 亿吨，可开采储量 3.47 亿吨。煤炭具有低硫、低磷、低灰、高发热量等特点，广泛用于发电、冶金、化工等领域。

矿井于 2013 年开始实施较薄煤层智能化无人开采技术研究；2014 年在国内率先实现地面远程操控采煤常态化；2015 年建成全国首个中厚煤层智能化无人开采工作面，推动了智能化开采技术的持续升级，为矿井安全发展提供了技术保障。

2、智能化综采工艺

智能化综采工艺定义：采用具有感知能力、记忆能力、学习能力和决策能力的液压支架、采煤机、刮板输送机综采装备，以自动化控制系统为核心，以可视化远程监控为手段，实现综采工作面采煤全过程。



智能化综采关键技术：

(1) **记忆截割技术：**采用智能决策记忆割煤技术实现自动化割煤过程。通过在采煤机身设置多种传感器来实现对采煤机采高、速度、轨迹等数据的采集（感知能力），并在控制程序数据库中进行记忆（记忆能力），实现对“示范刀”的学习（学习能力），最终实现记忆截割。另：需铺设远程干预与远程控制模式，以应对煤层赋存条件的变化。

(2) **液压支架自动跟机技术：**综采工作面液压支架以采煤机位置及运行方向为根据（感知能力），在电液控技术的基础上，跟随采煤机完成工作面自动移架、自动推刮板输送机、自动喷雾、三机联动等成组或单架控制功能（学习和决策能力）。

(3) **工作面自动找直技术：**通过“激光调直技术”和“移动巡检技术”完成对工作面液压

支架和刮板输送机直线度的自动调整。基应用激光对位传感器，通过相邻支架的位移状况实现工作面找直控制；同时，应用工作面固定移动巡检装置，集成惯性导航、高清摄像和热成像等功能，实现工作面自动找直，也为滚筒透尘可视化和高清全景视频监控奠定基础。

(4) **综采自动化集中控制技术**：构建一套高效、便捷的集成控制系统，实现对综采工作面主要设备单机控制系统的有机整合，并通过合理的工艺编排，实现在井下巷道监控中心和地面指挥控制中心的集中控制和“一键启停”。

(5) **智能化集成供液控制系统**：通过 PC 控制技术，将远程配液、乳化液泵站、喷雾泵站、高压过滤、变频控制等系统串联起来，形成智能化集成供液控制系统，提高了供液系统自动化水平及运行效率，降低了系统损耗及能源损耗。

3、智能化综采工艺分析

智能化综采装备保障：

采煤机：

- 具有远程控制功能，控制响应时间小于 300ms；
- 控制系统具有自动记忆截割功能；
- 具有姿态检测装置、滚筒高度测量装置、采煤机位置定位装置；
- 具有数据上传功能，能够显示采煤机运行方式、运行速度、方向、位置、滚筒高度、故障信息、电流、温度、报警和保护等；
- 对外开放割煤工艺过程步骤及数据，且能为支架定位传感器稳定供电，以实现与支架之间的联动互锁及位置显示功能；
- 远程控制模式下，具有通信安全检测功能，通信失效时，自动进入安全停机状态；
- 可根据刮板输送机负荷、工作面瓦斯浓度自动控制割煤速度；
- 具有与液压支架防碰撞检测功能；
- 具有远程急停，闭锁功能；
- 具有视频、二维/三维数据图表状态监视功能，全景显示割煤动作

液压支架：

- 具有远程控制功能，控制响应时间小于 300ms；
- 控制系统具有液压支架控制器运行状态、传感器数据和动作数据上传功能
- 配备电液控制系统，具有全工作面根机自动化控制功能。电液控制系统需能够显示立柱压力、支架位置、推移行程、“降-移-升”动作等工作参数，兼具故障显示、诊断及报警功能；具有设备防干涉控制功能；
- 推溜动作与刮板输送机的负荷关联，可多次、多级推溜；
- 具有压力监测、自动补压功能；
- 具有远程急停，闭锁功能；
- 具有视频/二维/三维数据图表状态监视功能，全景显示支架拉移推溜动作。

刮板输送机、破碎机、转载机、皮带机：

- 具有远程控制功能，控制响应时间小于 300ms；
- 具有顺序启停、闭锁控制功能；
- 具有传动部在线监测系统；

- 转载机、破碎机具有自移功能；
- 具有视频、二维/三维数据图表状态监视功能；
- 刮板输送机有防止采煤机电缆脱槽装置；
- 具有语音报警功能

黄陵一号煤矿：

(1) 一号煤矿 2013 年开始实施薄煤层国产装备采场无人化项目的建设，截止 2020 年，该套设备已经回采 5 个智能化工作面，推进长度 9638 米，完成原煤产量 667 万吨。2015 年完成了第二套中厚煤层智能化装备设计选型、安装工作，达到了预期的设计目标。目前该套设备累计已经回采 3 个智能化工作面，回采长度 8721 余米，完成原煤产量 685 万吨。2018 年又新购置了第三套的中厚煤层智能化综采成套设备，到 2020 年，已回采完 2 个工作面，推进 3842 米，完成原煤产量 260.5 万吨。第四套是在 2019 年对一号煤矿原有一套 6400 型中厚煤层综采设备进行了智能化改造，并完成了 2200 米回采，累计完成原煤产量 218 万吨。一号煤矿目前共有 5 套智能开采设备，实现了矿井智能开采的全覆盖。

(2) 完成了《基于动态地质模型大数据融合迭代规划控制策略的智能开采技术》科技项目，将当前基于记忆割煤的智能开采技术 1.0 阶段提升至基于透明地质规划截割的智能开采技术 3.0 阶段，实现了由传统的记忆截割向三维空间感知、智能规划和自主截割的技术跨越，对推动煤炭行业智能化开采技术进步具有重要意义。2020 年 8 月 5 日黄陵矿业公司组织各部门进行了验收，8 月 26 日陕西煤业化工集团科技发展部组织专家进行了科技项目验收，9 月 15 日通过中国煤炭工业协会科技成果鉴定，达到国际领先水平。