

采掘知识及顶板管理

长沙中小煤矿安全技术培训中心

湘西培训站

一九九一年六月

目 录

第一章	井田开拓	1
第一节	井田开拓的一般知识	1
第二节	井田开拓方式	7
第二章	巷道掘进与支护	20
第一节	岩石的分级	20
第二节	钻 眼	22
第三节	装药和放炮	27
第四节	掘进方法	37
第五节	巷道压力与支护	48
第六节	掘进作业规程	58
第七节	循环图表的编制及劳动组织	61
第三章	缓倾斜、倾斜煤层长壁采煤法的巷道布置	64
第一节	采煤方法及采区巷道布置的概念	64
第二节	单一走向长壁采煤法采区巷道布置	68
第三节	采区巷道联合布置	73
第四节	倾斜长壁采煤法巷道布置	76
第四章	长壁工作面的采煤工作	84
第一节	机组工作面采煤	84
第二节	炮采工作面采煤	90

第三节	回采工作面作业规程	92
第四节	回采工作面循环图表和劳动组织	94
第五章	急倾斜煤层采煤法	97
第一节	急倾斜煤层开采的特点	97
第二节	急倾斜煤层采煤法简介	99
第六章	矿山压力及顶板管理基本知识	106
第一节	矿山压力与矿山压力显现	106
第二节	采场上覆岩层运动的基本规律	113
第三节	采场矿压显现与上覆岩层运动间的关系	128
第七章	回采工作面顶板控制	136
第一节	回采工作面常见顶板事故	136
第二节	回采工作面常见顶板事故发生的原因及其预防 措施	151
第三节	回采工作面顶板控制的几个问题	170

第一章 井田开拓

第一节 井田开拓的一般知识

一、露天开采与地下开采

煤田的范围一般是很大的，面积由数十至数千平方公里，煤的埋藏量由几亿到几百亿吨。在这样大的范围内，根据国民经济需要和技术条件可能，划成几个或几十个矿来开发，构成一个或几个矿区。划给一个矿来开采的那部分煤田，叫做井田。井田的边界一般以自然条件来划分，如大断层等。

在井田内把煤开采出来有两种方法。当煤层埋藏较浅时，可把覆盖于煤层上的土石全部剥掉，使煤露出来，然后进行开采，称为“露天开采”，例如抚顺、阜新、霍林河露天煤矿；如果煤层埋藏较深，就用地下开采法。地下开采法，就是自地面开掘井巷通入煤层，采用各种方法，有计划地把煤采出来。这里只讨论地下开采法。

二、井田的再划分

煤田划分为井田后，井田面积仍然很大。为了开采的方便，必须把井田再划分成若干较小的部分，以便进行基本建设和生产工作。

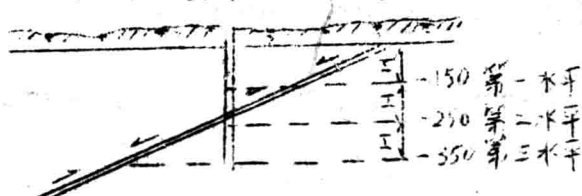
通常井田再划分为阶段（近水平煤层可划分为盘区）。它是指在各种倾斜的煤层中，沿煤层倾斜方向，按照一定的标高，划分成若干个大体相等的长条形部分，如图 1—1 所示，是井田沿倾斜划分为四个阶段。

阶段范围：沿煤层的倾斜方向，上部边界是阶段回风巷，下部边界是阶段运输巷，沿走向的两侧是井田的边界。

阶段回风平巷所在的水平面位置叫做回风水平，阶段运输平巷所在的水平面叫做运输水平；实际工作中往往把设有井底车场的运输水平以及为其服务的开采范围，叫做开采水平，简称为水平，如图1—1所示。整个矿井只有一个水平的称为单水平开拓，有两个以上开采水平的称为多水平开拓。

为了实现安全生产，《规程》规定：井下每一个水平到上一个水平和各个采区都必须有两个便于行人的安全出口，并同通到地面的安全出口相连接。未建成两个安全出口的水平或采区，严禁生产。井巷的岔道口，都必须设置路标，写明所在地点，指明通到地面安全出口的方向。所有井下工作人员都必须熟悉安全出口。通到地面的安全出口和两个水平之间的安全出口：坡度等于或小于 45° 时，必须在其中设置人行道，并根据巷道坡度和实际需要设置扶手、台阶或梯道。坡度大于 45° 时必须设置梯道间或梯子间。

立井梯子间中，安装的梯子斜度不得大于 30° ，相邻两个平台的垂直距离不得大于8米。主要绞车道不得兼作人行道。如果提升任务不大保证行车不行人时，不在此限。



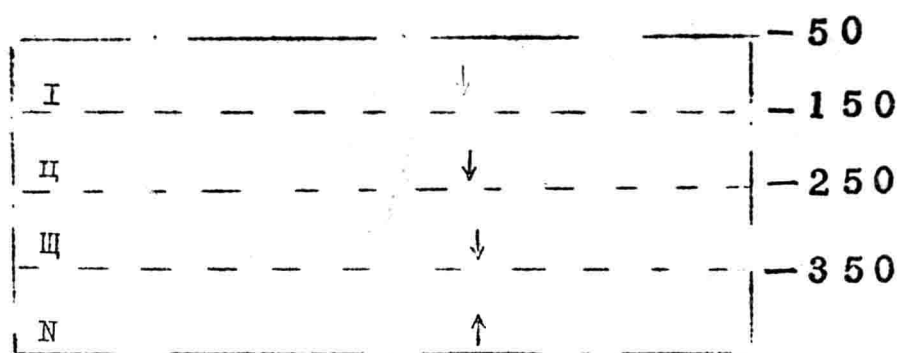


图 1—1 井田划分为阶段及水平

I、II、III、N—阶段；H—水平高度

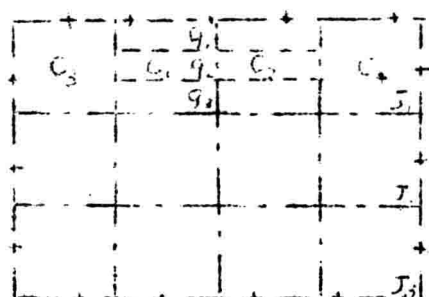
三、阶段内的划分

图 1-2 阶段划分为采区

J_1, J_2, J_3 —— 二三阶段

C_1, C_2, C_3, C_4 —— 三四采区

g_1, g_2, g_3 —— 一二区段



井田划分为阶段，而阶段的范围还是很大的，仍不能直接进行回采，必须再进行划分，以便适应开采。

阶段内一般可分为三种布置方式：分区式、分段式和分带式。

分区式，就是在阶段内，沿走向划分为若干个开采部分，每一部分称为采区。图 1—2 中，井田沿倾斜划分为三个阶段，每个阶段又沿走向划分为四个采区。阶段内的开采工作是按采区分别依次进行。每个采区的倾斜长度等于阶段斜长，采区的走向长度，根据回采方式不同，一般是 400—2000 米。

采区沿倾斜一般还要划分为“区段”，每一区段上下都设置区段平巷，并且用采区上（下）山把区段平巷与阶段运输和回风巷道

联结起来，构成畅通的运输、通风系统，以便进行回采。

根据采区上（下）山沿采区走向位置的不同，采区可分为双面和单面采区两种形。当采区上（下）山位于采区走向的中部时，这种采区称为双面采区，如图 1—3 a 所示；当采区上（下）山位于采区走向的一侧时，则称为单面采区，如图 1—3 Б 所示。

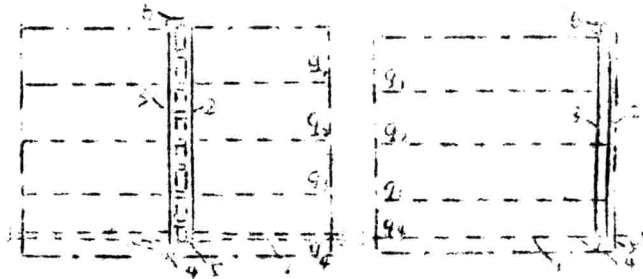


图 1—3 采区形式

a—双面采区；Б—单面采区

1—阶段运输大巷；2—运输上山；3—轨道上山；4—采区下部车场；5—采区煤仓；6—绞车房；1, 2, 3, 4—一、二、三、四区段

当阶段斜长不大或地质条件简单，阶段内可不再划分采区，而沿煤层的倾斜方向划分成若干个可布置一个采煤工作面的长条部分，称为分段。分段内采煤工作面沿走向方向是由井田中央向井田边界推进，或者由井田边界向井田中央连续推进，如图 1—4 所示。

如果在阶段内不再划分采区，而沿煤层走向划分若干可布置一个采煤工作面的倾斜长条部分，称为分带。分带内，采煤工作面可沿煤层倾斜方向（仰斜或俯斜）连续推进，也就是由阶段的下部边界向上部边界或者由阶段的上部边界向下部边界连续推进，如图

1—5所示。

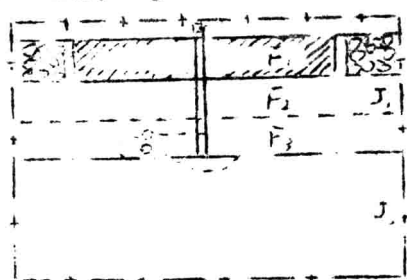


图1-4 分段式布置

J₁—J₄—阶段 F₁, F₂, F₃—分段

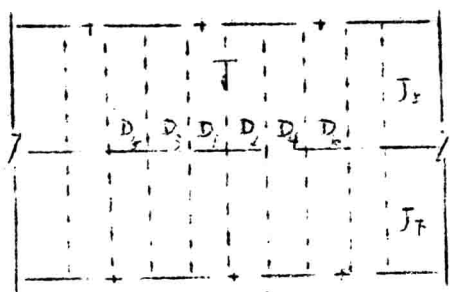


图1-5 分段式布置

J₁, J₂—上下阶段 D₁~D₆—分带

在阶段内，采用分段式划分的采煤方法，称为倾斜长壁采煤法

上述的阶段内再划分，是为阶段内的开采作准备的，又分别叫做阶段内的分区式准备、分段式（连续式）准备和分带式准备。

四、矿井巷道

在地下开采中所开掘的一系列巷道，按其作用和服务范围，可以分为开拓巷道、准备巷道和回采巷道三类。为全矿井、一个水平或两个以上采区服务的巷道叫做开拓巷道；为一个开采区域服务的巷道叫做准备巷道；直接为一个采煤工作面服务的巷道，叫做回采巷道。

每条巷道又以它的具体用途来命名，图1—6表示出了各种巷道的名称和命名方法。

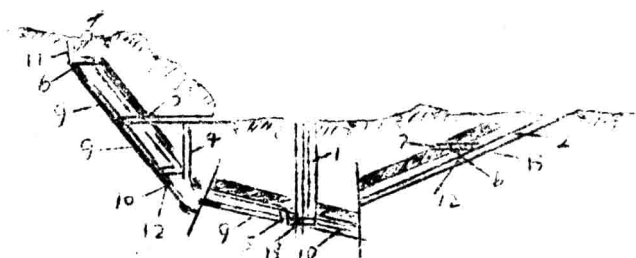


图1-6 矿井巷道

1—立井；2—斜井；3—平峒；4—暗立井；5—溜井；

6—石门；7—煤门；8—煤仓；9—上山道；10—下山道

11—风井；12—岩层平巷；13—煤层平巷

(一) 开拓巷道

1、平峒 从地面进入煤层的水平巷道。

2、斜井 从地面进入煤层的倾斜巷道。

3、立井 从地面进入煤层的垂直巷道。

4、井底车场 井下主要运输巷道和井筒连接处的一组巷道和峒室的总称。

5、石门 穿过各煤、岩层掘进的水平巷道。

6、主要运输及回风大巷 沿走向开掘，供全矿运输、回风用的水平巷道。

7、风井 主要供通风用的井筒，风井井口装有扇风机。

(二) 准备巷道

1、采区上山 从运输大巷向上开掘的倾斜巷道。

2、采区下山 从运输大巷向下开掘的倾斜巷道。

3、回风道 主要供通风用的水平巷道。

(三) 回采巷道

1、区段平巷 直接为采煤工作面服务的水平巷道。

2、开切眼 进行采煤工作前的回采巷道。

五、井田开拓方式及其确定原则

由于井田范围，储量，煤层数目、倾角、厚度以及地质、地形等条件的不同，所以进入矿体的方式也不同，一般根据井筒形式划分开拓方式，可分为：斜井开拓，立井开拓，平峒开拓和综合开拓等四类。

开拓巷道在井田内的布置方式叫开拓方式。准备巷道、回采巷道在采区内的布置方式叫采区巷道布置方式。

合理地确定开拓方式是一个很重要的问题，因为开拓方式一经确定，并按设计施工后，就难以再改变。它不但可能造成基本建设投资的巨大浪费，而且在整个矿井服务期间，会影响全矿的正常生产和技术经济指标。因此，确定矿井开拓方式应考虑如下原则：

1、必须贯彻执行有关煤炭工业的技术政策，适应煤炭工业现代化发展的要求，做到布局合理、生产集中、系统简单和环节畅通。

2、力求技术和经济上合理，以达到减少工程量和投资，提高劳动生产率，降低成本的要求。并为充分回收煤炭资源，提高煤炭质量创造条件。

3、要采用新技术、新装备，发展采掘机械化和自动化创造有利条件。

4、必须贯彻执行《规程》以及有关开采程序、采掘衔接、三量管理和厚薄煤层合理配采等有关技术规定。

第二节 井田开拓方式

一、斜井开拓

斜井开拓是一种常用的开拓方式，目前随着技术的发展有扩大其适用范围的趋势。根据井筒位置及开拓巷道布置方式的不同，主要可分为片盘斜井和集中斜井开拓。

(一) 片盘斜井

图 1—7 是片盘斜井开拓系统示意图。它是斜井开拓的一种简单形式，多用于煤田的浅部，井田的范围比较小，一般走向长为 300—1500 米；倾斜长度，一段提升时为 500—800 米，两段提升时为 1000—1500 米，一般宜用单钩串车一段提升。

图 1—7 中，井田沿倾斜分成三个阶段（片盘），在每个片盘的一翼内布置一个回采工作面。开拓程序如下：在井田中央沿煤层倾斜，平行间隔 30—40 米开掘主斜及副斜井，每掘进一定距离用联络巷将井筒贯通。当井筒掘到第一片盘下部边界时，开掘片盘车场，同时自井筒两侧向两翼开掘第一片盘运输巷、片盘回风巷，一直到井田边界，上下平巷用开切眼贯通并安装设备，即可从井田边界向井筒方向进行回采。

回采工作面是从井田边界向井筒方向推进的，叫后退式回采。如果回采方向是从井筒向井田边界推进的，叫前进式回采。

为了保证工作面生产的正常接替，在第一片盘采完之前，应按计划延深井筒，开掘第二片盘巷道，依次进行回采。

煤炭的运输路线：回采工作面→超前巷→运输平巷→片盘车场→主斜井→地面。

通风路线：主斜井→片盘车场→运输平巷→回采工作面→回风平巷→副斜井（为了避免新风与乏风相遇，在主井和回风巷交叉处设置风桥，副井中也要设立风门）→地面。

这种开拓系统的特点是系统简单，建井工程量小；投产快，投资少；每一片盘服务年限短，需要经常进行井筒延深工作；但遇到地质条件发生变化时，难以保证正常生产。因而在煤田浅部地质构造简单时，可采用这种开拓方式。但是，一定要在总体设计统一规划之内进行建设，以免造成煤炭资源破坏及财力物力的浪费。

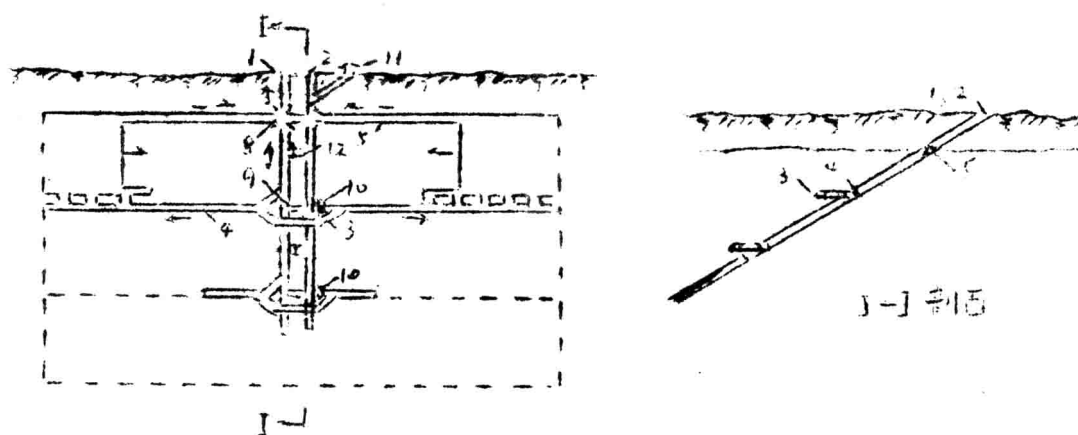


图 1-7 片盘斜井开拓

1—主井；2—副井；3—井底车场；4—运输平巷；5—回风平巷；6—开切眼；7—回采工作面；8—风桥；9—风墙；10—风门；11—扇风机房；12—联络巷→新风流；- - - 乏风流；· - - 煤的运输方向

(二) 集中斜井开拓

图 1-3 是集中斜井开拓系统示意图。设该井田有 2、5、6 三层可采的中厚煤层和薄煤层，煤层倾角平均为 17° 。表土层厚 16 米，层间距分别为 26 米和 15 米，井田走向长度为 4800 米，倾斜长度为 1600 米，井田沿倾斜划分为三个阶段。开拓程序如下：在井田走向中央，沿 6 层煤底板开掘主斜井，当井筒到达第一阶段的下部，即第一水平时，开井底车场，并由此掘中央石门，贯穿 2、5、6 三层煤。从中央石门尽头，在 2 层煤内掘进阶段运输大巷，根据开采顺序再开 5 层煤和 6 层煤的共用阶段运输大巷。图中表示运输大巷掘进超过东西两翼第 1、2 采区上山位置 50-100 米后，即可沿 2 层煤掘进采区运输上山和轨道上山以及采区风井，同时回风石门与运输上山、轨道上山沟通，形成了通风系统。然后从采区上山道向采区两翼分别开区段运输平巷及回风平巷直至采区边界，从区段运输平巷掘进开切眼贯通回风平巷后，在开切眼内安装采煤、运输、支护等设备，当一切准备好后，采煤工作面即可由采区边界向采区上山方向后退回采。

煤炭的运输路线：回采工作面→区段运输平巷→采区运输上山→2 层阶段运输大巷→中央石门→井底车场→主斜井→地面。

主斜井的提升方式，受井筒倾角和提升量大小的影响。根据井筒倾角不同，提升方式一般是：串车提升，倾角不大于 25° ，箕斗提升

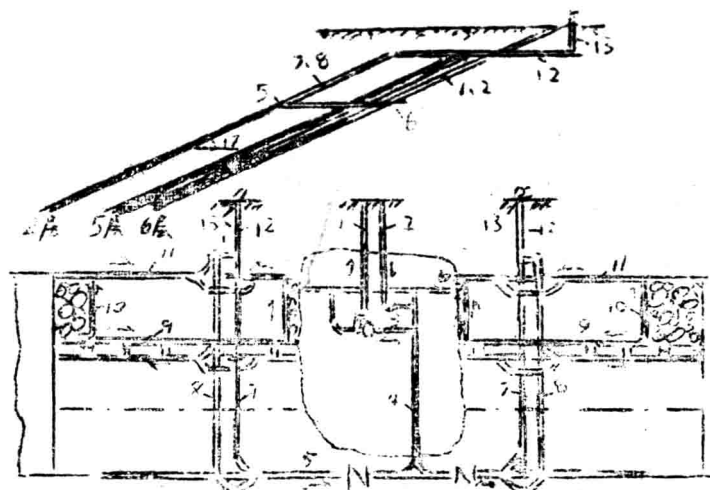


图 1-8 集中斜井开拓

1—主井；2—副井；3—井底车场；4—中央石门；5—2层煤阶段运输大巷，6—5、6层共用运输大巷；7—运输上山；8—轨道上山；9—区段运输平巷；10—工作面；11—区段回风平巷；12—采区回风石门；13—采区风井
→新风流；---乏风流；•→煤的运输方向

倾角 $25^{\circ} - 35^{\circ}$ ；胶带输送机提升，倾角不大于 17° 。

通风路线：副斜井→井底车场→中央石门→2层阶段运输大巷→采区轨道上山→区段运输平巷→回采工作面→区段回风平巷→采区回风石门→采区风井→地面。

从上述开采系统及掘进顺序可以看出，阶段运输大巷5只为2层煤服务，称为分层大巷。阶段运输大巷6和采区上山均布置在6层薄煤层中，为5、6两个煤层共用，是采用集中开拓及联合采区布置的方式；凡用一条大巷开拓水平内的全部可采煤层时，该大巷称为集中大巷。当煤层层数较多，煤层较厚时或最下一层煤即使是薄煤层而顶板不够稳定时，为便于巷道维护也可将主要巷道布置在

底板岩石中。

斜井沿煤层开掘的，称为煤层斜井，在某些情况下，为了充分发挥斜井开拓方式的优点，扩大其适用范围可将斜井布置在岩石中，称为岩石斜井。

如图 1—9 a 所示，当煤层倾角较大时，如果斜井沿层布置，提升将受到限制。因此，使井筒由煤层底板穿层进入矿体。

如图 1—9 b 所示，当煤层倾角较小或近似水平的情况，斜井井筒只能由煤层顶板穿层进入矿体。

按照《规程》规定，箕斗提升井或装有胶带输送机的井筒不应

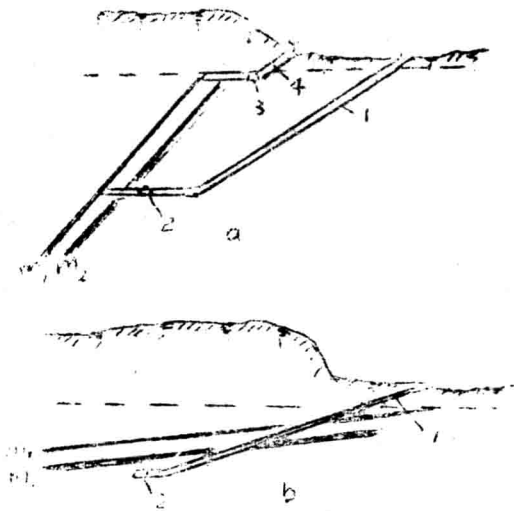


图 1—9 岩石斜井

a—井筒由煤层底板穿层进入矿体；b—井筒由煤层顶板穿层进入矿体；1—穿层斜井；2—阶段运输大巷；3—阶段回风大巷；4—风井

兼作风井。又规定，进风井口必须布置在不受粉尘、灰土，有害和高温气体侵入的地方，以及井口和工业场地内主要建筑物的标高，必须高出当地历年来的最高洪水位。

这种开拓方法和片盘斜井开拓方式相比具有的特点是：采区多，生产能力大，增产潜力大，有利于矿井集中生产，便于实现采掘机械化；每个水平的服务年限较长，不需要经常延伸井筒，有利于生产组织与管理工作；一旦发生火灾或自然灾害事故，也易于密封，不影响其他采区的生产。但它的初期投资较大，建井时间较长，施工技术要求较高，需要较高的机械化装备。

二、立井开拓

当井田的冲积层较厚，有时含有流沙层，地质和水文地质条件比较复杂或煤层埋藏较深时，一般用立井开拓。立井开拓和集中斜井开拓，除井筒形式不同以外，在井田和阶段的再划分，阶段内的巷道布置和开采方式以及矿井生产系统等方面，没有明显的差别。由于开采水平设置不同，立井开拓可有多种方案。

(一) 立井单水平上、下山开拓

图 1—10 是立井单水平上下山开拓系统示意图。井田采用立井开拓，沿倾斜划分两个阶段，在两个阶段之间设置一个开采水平，为整个井田的两个阶段服务，在水平以上的阶段称为上山阶段，水平以下的阶段称为下山阶段。

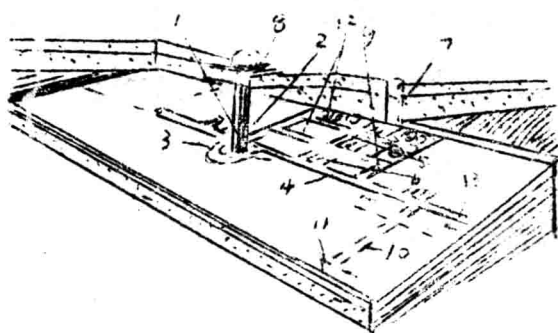


图 1—10 立井单水平上下山开拓

1—主立井；2—副立井；3—井底车场；4—运输大巷；5—采区运输上山；6—采区轨道上山；7—采区风井；8—地面工业场地；9—上山采煤工作面；10—采区下山道；11—下山采区车场及水仓；12—区段平巷；13—下山采煤工作面

在井底车场的水平面上，除运输大巷以外，还开掘有为生产服务的各种硐室和联络各个煤层的石门。它们担负着整个矿井的运输提升，通风，排水，动力和材料供应，指挥调度等任务，是井下的生产中心。

煤炭运输路线：从回采工作面采出的煤炭经区段运输平巷到采区运输上山，向下运到主要运输大巷，再到井底车场，经主井提升到地面。

通风路线：新鲜风流从副井2进入井下，通过井底车场→主要运输大巷→采区轨道上山→区段运输平巷→回采工作面乏风经过工作面上方的区段平巷到风井排出地面。

下山阶段的开拓和上山阶段相似。同样划分为若干个采区，在