



高等学校教学用书

矿山测量学

第三分册

露天矿测量

李正中 编

17

3

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

《矿山测量学》共分三册：第一分册为生产矿井测量；第二分册为矿山建设施工测量；第三分册为露天矿测量。本书为《矿山测量学》的第三分册。

本书较为系统地介绍了露天矿在建设和生产阶段的测量工作。其内容包括：露天矿控制测量，露天矿验收测量，露天矿生产测量和工程测量，露天矿边坡滑移动观测，露天矿储量管理和测绘资料等。

本书除了作为煤炭高校矿山测量专业的教材外，还可供矿山测量、工程测量工作者和采矿企业的有关人员参考。

责任编辑 洪 镀

技术设计：周立钢

责任校对：周俊平

高等学校教学用书

矿山测量学

第三分册

露天矿测量

李正中 编

中国矿业大学出版社 出版 发行

中国矿业大学印刷厂 印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 12 字数 280 千字

1988 年 12 月第 1 版 1988 年 12 月第 1 次印刷

印数 1-2800 册

ISBN 7-81021-075-0

TD·32 (课) 定价：2.45 元

前 言

《露天矿测量》是为煤炭高校矿山测量专业学生编写的教材。

随着现代科学技术的迅速发展,我国矿山测量学科技术水平有新的提高,同时,由于教育改革的深入开展,矿山测量学课程的内容和教学顺序也有变化。因此,根据煤炭高校矿山测量专业教学大纲的基本要求,编写了一套《矿山测量学》教材。《矿山测量学》共分三册:第一分册为生产矿井测量,第二分册为矿山建设施工测量,第三分册为露天矿测量。本书为《矿山测量学》的第三分册。

本书在选材上力求理论联系实际,力求反映我国露天矿测量的现有水平和发展方向,对新仪器、新技术在露天矿测量中的应用作了适当的介绍。另外,鉴于目前煤炭高校矿山测量专业未设“露天开采”课程的实际情况,书中还介绍了露天开采基本知识。

本书在编写过程中,参阅了大量有关书籍和理论文章,得到了阜新海州露天煤矿,平庄西露天煤矿,本钢南芬、歪头山露天铁矿,鞍钢齐大山、~~东鞍山~~、大孤山露天铁矿,以及阜新矿业学院朱家钰教授和李秀堃副教授,刘淑让副教授,唐山工程技术学院魏风君老师的大力支持和热情帮助。阜新海州露天煤矿肖文垣工程师审阅了全书,提出了很多、很好的修改意见。在此,一并向上述单位和同志们以及参考书籍和论文的作者们,表示深切的感谢。

由于编者水平有限,加之资料不全,书中不足之处在所难免,诚望读者批评、指正。

编者

绪 论

露天采矿工程和其它工程一样,都占有一定的空间位置,而且工程各部位之间存在着严格的相对位置关系。例如,采剥场边坡角的大小、采剥台阶的位置、露天铁(公)路线路的平面位置和坡度以及露天采场与相邻厂矿的位置关系等。为满足上述露天采矿工程的几何关系,更好地为露天矿的设计、建设和生产服务,就要进行一系列的测量工作,这些测量工作统称为露天矿测量。

露天矿测量工作既服务于露天矿的设计、建设和生产,同时也对露天采矿工作起保证、促进和监督作用。无论是在露天矿的设计、建设阶段,还是在露天矿的生产时期,都离不开各种图纸资料,因此测绘部门提供的图纸资料的质量和精度如何,将直接影响采矿设计和生产指挥。可见,露天矿测量工作是露天矿中非常重要的一项基础技术工作。

表1为我国部分露天矿及其测量概况。通过此表能对我国主要露天煤矿和露天铁矿的采场形态、开采境界、开拓运输方式、基本控制点和工作控制点的建立方法、采剥场验收测量方法等有个概括的了解。

我国各露天矿山的基本控制网多用三角测量的方法布置。80年代以来,随着电磁波测距仪在矿山测量中的应用,有些露天矿,如海州、平庄、灵泉等露天煤矿已开始采用电磁波测距导线法建立基本控制点。

采剥场验收测量,外业大多采用经纬仪视距法;内业,露天煤矿一般采用垂直断面法(用几何法求断面面积),露天铁矿则多采用水平断面法(用求积仪求平面面积)。值得一提的是,鞍山钢铁公司所属的齐大山、东鞍山铁矿、大连石灰石矿等单位采用卡西欧PB-700袖珍电子计算机绘制采剥工程平面图和计算验收量,大大加快了采剥场验收测量内业工作的速度。

另外,我国一些科研单位和高等学校与露天矿合作,正在积极地应用陆地摄影测量方法进行验收测量的试验和研究工作,并取得了可喜的成果。这是采剥场验收测量的发展方向。

露天矿测量的方法及使用仪器和地形测量基本相同。但是,由于露天采矿本身的特殊性,使得露天矿测量工作具有如下特点:

1) 测量对象方面 地形测量是以地形点和地物点为主要对象,这些点的位置在一定时期内可以认为是不变的。而露天矿测量的主要对象则是采剥台阶和各项工程,这些台阶和工程却是经常变化着的。

2) 测量条件方面 地形测量和露天矿测量虽然都是在露天条件下进行,但地形测量所处的环境条件比较安静和稳定,而露天矿测量则主要是在“变动”的采场内进行。由于采场内高差大、灰尘大、噪声大、运输紧张,测量控制点经常被电镐和推土机破坏,因此要求露天矿测量应能适应这一特点:如用后方交会法建立工作控制点以适应采场内高差大,作业困难的条件下,用经纬仪视距法进行验收测量以克服外业时间少,采场内运输紧张、灰尘大、噪声大所造成的困难等等。

3) 测量精度要求方面 地形测量的精度要求主要以制图精度为依据,故测绘不同

表 1 目前我国部分露天矿采矿、测量概况一览表

序号	矿山名称	采场形态	开采境界(m)		开拓运输方式	基本控制点建立方法	工作控制点建立方法	采场验收测量方法	
			长	宽				外业	内业
1	阜新海州露天煤矿	深凹	4000	2000	350	准轨铁路电机车运输	5" 电磁波测距导线	后方交会法	经纬仪视距法 竖直面法测量
2	抚顺西露天煤矿	深凹	8000	4000	480	准轨铁路电机车运输	IV等三角网	断面线法	经纬仪视距法 竖直面法测量
3	平庄西露天煤矿	山坡 深凹	3800	1200	460	准轨蒸汽机车	5" 电磁波测距导线	后方交会法	经纬仪视距法 竖直面法测量
4	哈密三道岭露天煤矿	深凹	6000	1500	170	准轨蒸汽机车	IV等三角网	后方交会法	经纬仪视距法
5	河南义马北露天煤矿	深凹	2200	800	110	单斗铁路运输	中点多边形、大地四边形	前、后方交会、经纬仪导线	断面法碎部测量
6	云南小龙潭露天煤矿	深凹				轮斗—皮带连续开采工艺	III、IV等三角点	交会法	在采场场测图
7	大峰露天煤矿	山坡	380	1000	420	单斗电铲皮带运输	混合网中心形经纬仪导线	后方交会法	经纬仪视距法
8	海拉湾公乌素露天煤矿	深凹	5500	1500	100	准轨铁路运输	在IV等点的基础上采用插网的方法	小三角网、交会法、经纬仪导线	经纬仪视距法
9	扎赉诺尔灵泉露天煤矿	深凹	4100	1000		准轨铁路运输	红外测距导线	交会法(多用后方交会)	以交会点为主
10	阜新新邱露天煤矿	深凹	3000	1400		准轨蒸汽机车	5" 红外导线	后方交会	经纬仪视距法 竖直面法测量
11	安太堡露天煤矿		4100	3700	150	单斗—汽车运输	IV等单三角锁、5" 测边网	后方交会、红外导线	经纬仪视距法 竖直面法测量
12	鹤岗岭北露天煤矿北采区	深凹	3100	800	70	准轨铁路运输	5" 小三角网	I级用小三角锁Ⅱ级用后方交会法	经纬仪视距法
13	武钢大冶露天铁矿	深凹	2150	350	366	准轨电机车	中心网加密控制、大地四边形	线形锁、前、后方交会	经纬仪视距法 水平断面法测量 (求积仪求面积)
14	鞍钢齐大山露天铁矿	山坡	4500	1700	600	运矿—汽车 运岩—机车	三角网	红外导线	经纬仪视距法 卡西欧 PB-700 计算机绘图测量
15	鞍钢大孤山露天铁矿	深凹	2000	1000	150	准轨电机车	三角网	后方交会	经纬仪视距法 水平断面法测量 (求积仪求面积)
16	鞍钢东鞍山露天铁矿	山坡	2500	800	200	准轨电机车	三角网	后方交会	经纬仪视距法 卡西欧 PB-700 计算机绘图测量
17	大连石灰石矿	深凹	2500	700	50	窄轨电机车	三角网	前、后方交会 目前用红外测距导线	经纬仪视距法 卡西欧 PB-700 计算机绘图测量
18	本钢歪头山露天铁矿	山坡	2400	1200	180	准轨电机车运输	三角网	后方交会	经纬仪视距法 水平断面法测量 (求积仪求面积)
19	本钢南芬露天铁矿	山坡	2560	1480	520	汽车、平峒—溜井	三角网	后方交会	经纬仪视距法 水平断面法测量 (求积仪求面积)

比例尺的图纸其测量精度要求也不相同；露天矿测量的精度是以能否解决生产问题为依据，故测量的精度是根据所要解决的生产问题来确定的。

露天矿测量既是一项艰苦、繁杂又是一项必须耐心细致才能做好的工作，任何粗心大意都将影响工程质量，严重的还会给国家带来巨大损失。因此，我们必须以严谨的科学态度、熟练的测绘技能，认真做好这项工作。

由于露天矿测量的上述特点，这就要求我们在学习方法上要注重理论联系实际，要抓住基本测量方法在露天采矿工程中的应用这一特点。今天认真刻苦地学习，日后在实际工作中运用所学知识解决有关问题。

目 录

绪论

第一章 露天开采知识简介	(1)
第一节 露天开采的特点和发展概况	(1)
第二节 露天开采生产工艺系统分类	(3)
第三节 露天开采的主要名词术语	(9)
第二章 露天矿基本控制测量	(13)
第一节 概述	(13)
第二节 露天矿独立坐标系统与矿区坐标系统的坐标换算	(13)
第三节 露天矿基本控制点的布设方法	(17)
第三章 露天矿工作控制测量	(32)
第一节 概述	(32)
第二节 极坐标法布设工作控制点	(33)
第三节 测角交会法布设工作控制点	(37)
第四节 测边交会法布设工作控制点	(52)
第五节 断面线法布设工作控制点	(63)
第六节 方格网法布设工作控制点	(65)
第七节 导线法布设工作控制点	(68)
第八节 小三角网(锁)法布设工作控制点	(70)
第九节 露天矿高程工作控制测量	(76)
第四章 露天矿采剥场验收测量	(76)
第一节 概述	(76)
第二节 经纬仪视距法验收测量	(77)
第三节 断面线法验收测量	(94)
第四节 测距仪极坐标法验收测量	(94)
第五节 陆摄法验收测量	(113)
第六节 几种验收测量方法的比较	(124)
第五章 露天矿生产测量	(129)
第一节 露天矿爆破工作测量	(129)
第二节 露天矿排土场测量	(132)
第六章 露天矿工程测量	(141)
第一节 开掘沟道测量	(141)
第二节 露天矿技术境界的标定	(145)
第七章 露天矿边坡滑移动观测	(148)
第一节 概述	(148)
第二节 边坡观测站的建立	(150)

第三节 边坡观测工作	(151)
第四节 边坡观测成果的整理和分析	(153)
第五节 边坡观测工作总结	(156)
第八章 露天矿储量管理	(158)
第一节 概述	(158)
第二节 开拓煤量和回采煤量的划分范围与计算方法	(159)
第三节 回采率及其计算方法	(163)
第四节 开拓煤量和回采煤量的可采期	(163)
第九章 露天矿测绘资料	(165)
第一节 概述	(165)
第二节 露天矿矿图的种类和矿图绘制的基本要求	(165)
第三节 露天矿矿图的分幅和编号	(168)
第四节 露天矿必备的矿图及其主要内容	(169)
第五节 露天矿测量原始资料与成果计算资料	(173)
第六节 露天矿测绘资料的编录和保管	(174)
附录 介绍一个露天矿测量自动化系统	(176)
主要参考文献	(179)

第一章 露天开采知识简介

第一节 露天开采的特点和发展概况

由于矿床赋存条件的不同，矿床开采方法也不相同。按处理围岩的方法分为地下开采（围岩不采出）和露天开采（围岩要采出）两类。露天开采是搬移土岩（剥离物）及采出矿石的总称。搬移土岩的生产过程称剥离，开采矿石的生产过程称采矿。

矿石可分为金属矿石、非金属矿石和可燃性矿石三大类。金属矿石分为黑色的、有色的和稀有的三种；非金属矿石分为化工原料、冶金辅助原料、建筑材料和部分轻工业原料等；可燃性矿石分为煤和油页岩等。

露天开采又因开采手段不同，可分为机械法开采和水力法开采两种。

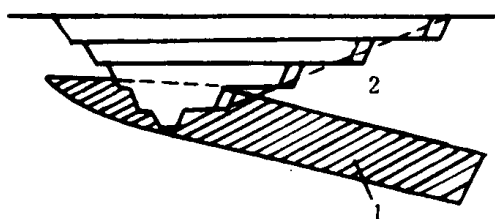


图 1-1 露天开采示意图

1—矿体；2—围岩

在我国，将海洋开采划归露天开采之中。

露天开采的特点是采掘空间直接敞露于地表。为了采出有用矿物，需将矿体周围的岩石剥离掉，通过露天沟道线路系统把矿石和岩石运至地表，见图 1-1。

据统计，世界能源储量中煤约占 90%，石油和天然气约占 10%。世界各类矿物总产量中，约有 80%用露天开采。60 年代后期以来，世界露天采煤量大幅度增长。从 1960 年

露天开采煤炭比重占煤的总产量的 30%，到 1975 年上升为 44%，达 12.25 亿吨以上。其中美国、苏联、联邦德国、民主德国等国的露天开采的煤炭产量占本国煤炭总产量的比重都是很大的，见表 1-1。

表 1-1 世界几个主要产煤国家历年露天开采煤量占总产量的比重* 单位：%

国 家	1940	1950	1960	1970	1971	1975	1976
美 国	8.2	23.9	29.5	35.8	42.1	54.7	55.3
苏 联	3.8	10.4	16.5	26.7	28.0	32.2	32.6
联邦德国	—	—	—	—	48.7	57.2	60.1
民主德国	—	—	99.1	99.4	—	99.8	99.8

在我国的露天采矿中，铁和建筑材料等矿石的产量占露天采矿总产量的比重是比较大的，但是露天采煤量占煤炭总产量的比重却很小，只有 3~5%。表 1-2 为我国几种主要矿石的露天开采量占其总产量的比重表。

* 表 1-1、1-2 均来源于《露天采矿手册》（第一分册）。

表 1-2 我国几种主要矿石露天开采比重*

矿石种类	%
铁矿石	90
有色金属矿石	63
煤	3~5
建筑材料	100

我国近二十年来，露天采煤发展是比较缓慢的，其主要原因是受国内大型采掘运输设备装备水平和开发条件（如地质赋存条件）等限制。

国家经济建设需要大量的能源。我国已将发展煤炭事业列为国民经济发展的战略重点。而加速发展露天开采是煤炭工业战略重点的一个方面，这就为我国发展露天采煤创造了有利条件。

我国适合于露天开采的煤炭储量十分丰富，现已探明的有数百亿吨以上。露天开采和井下天采相比较，露天开采有许多优越性，归纳起来有以下几点：

第一，井工开采的机械化受到巷道和采掘工作空间的限制，而露天开采则可采用大型采掘运输设备，所以露天开采较井工开采生产规模大、效率高。联邦德国、民主德国、苏联和土耳其等国都已建成年产量达 2000~5000 万 t 的特大型露天煤矿。我国的阜新海州露天煤矿，抚顺西露天煤矿最高年产量也都达到过 600~800 万 t。目前正在加紧建设的霍林河、伊敏河、元宝山、平朔和准葛尔等五大露天煤矿设计年产量也都在 1000 万 t 以上。露天开采的全员效率一般为井工开采的 3~5 倍。

第二，露天开采成本低，一般仅为井工开采的 $1/3 \sim 1/5$ 。

第三，露天开采矿产资源利用的好，有用矿物回收率一般比井工开采高 15% 左右，且可顺便采出伴生矿产，有利于综合利用。

第四，采用露天开采，木材、金属、电力的消耗较少。据我国露天煤矿的统计资料，吨煤消耗，木材仅为井工开采的 $1/13$ ，金属材料比井工开采少 61%，电力消耗能比井工开采节省 67%。

第五，露天开采作业安全、劳动条件好，能开采易燃、多水、超级瓦斯等井工开采较困难的矿床。

第六，露天开采建设周期短，投产及达产快。

当然，露天开采也存在一些问题，需要研究解决。例如，剥离物的排弃往往占用很多的土地和耕地；露天矿生产受严寒、酷暑、风、雪和暴雨等气候条件的影响；露天开采要求矿床覆盖层薄和矿层厚，否则基建剥离量就过大；露天开采对环境的污染比较严重，如作业过程中排出的粉尘较高，排土场淋滤出的废水中的有害成分污染江湖和农田；等等。

总之，露天开采较井工开采，优点是主要的。

为了满足国家对能源和原材料的需要，我国的露天采矿事业正在加快发展，它必将对我国四个现代化的建设起着重要作用。

第二节 露天开采生产工艺系统分类

从露天采矿的发展过程不难看出,随着露天开采生产工艺由人工采掘到机械化采掘再到大型机械化、连续工艺系统的发展,使露天开采技术、露天开采总量和露天开采经济效益等发生剧变。由此可见,生产工艺是促进露天采矿事业发展最直接的、第一位的因素。由于采矿科学所具有的特点,即开采对象复杂多变,往往要求针对每一个矿床的具体条件提出开发方案,并保证所选用的工艺系统能发挥最大的效能和取得最经济的开采效果。这说明矿山工程是重要的,是与生产工艺相辅相成的,两者所组成的矛盾运动推动着采矿科学的发展。

就生产工艺而言,无论是剥离或采矿工作,一般都要经历下列几个主要环节:

- (1) 穿爆环节,即将矿岩预先松碎。这一作业多采用穿孔爆破。能直接挖掘的松软岩石可免去这一作业;
- (2) 采装环节,即岩石的采掘和装载;
- (3) 运输环节,即矿岩向不同卸载地点移运;
- (4) 排卸环节,即废岩土在排土场卸载和有用矿物在破碎厂、选矿(煤)厂的料仓卸料。

上述各环节所使用的设备是相互联系的。这里采用“工艺系统”一词仅是反映采、装、运、排各环节所用设备的一般特征。

随着科学技术的发展,露天矿采剥工作中各环节所采用的设备和组成的工艺系统是各式各样的。尽管如此,绝大多数矿山的工艺系统及其所采用的设备类型具有一定的规律性。现对露天矿生产工艺系统作一归纳和分类,见表1-3。

表 1-3 露天开采主要工艺系统分类

序号	工艺系统名称	各环节的主要设备			典型矿山
		采掘、装载	运 输	排 土	
1	间断作业工艺系统	单斗机械铲 吊斗铲 前装机 推土机 铲运机	铁道运输(准轨及窄轨) 汽车运输 箕斗、矿车提升(下放)运输 溜井(溜槽)运输 铲运机	单斗铲 推土犁 推土机 前装机 铲运机	阜新海州 露天煤矿
2	连续作业工艺系统	轮斗铲 链斗铲	胶带运输机 运输排土桥	胶带排土机	云南省小龙 潭露天煤矿
3	半连续作业工艺系统	轮斗铲—铁道—推土犁 单斗铲—移动破碎机—胶带—排土机 单斗铲—汽车—半固定、固定破碎机—胶带排土机			东鞍山铁矿 大孤山铁矿
4	倒堆作业工艺系统	剥离:剥离挖掘机直接倒堆 剥离挖掘机和倒堆挖掘机配合作业 采矿:单斗、轮斗铲—相应运输设备			我国目前没有
5	水采作业工艺系统	水 枪 采砂船	泥泵—管道	水力排土	广西桂平砂锡矿 云南个旧砂锡矿

一、间断作业工艺系统

间断作业工艺系统，如图 1-2 所示。该生产工艺系统的特点，是其主要生产环节（穿爆、采装、运输、排土）呈间断性，并且这四大生产环节是周期性循环进行的，因此也称周期作业工艺系统。其优点：适应性强，可适用于各种赋存条件的矿床。世界上多数国家广泛采用这种工艺系统，目前我国绝大多数露天矿也采用这种工艺系统。

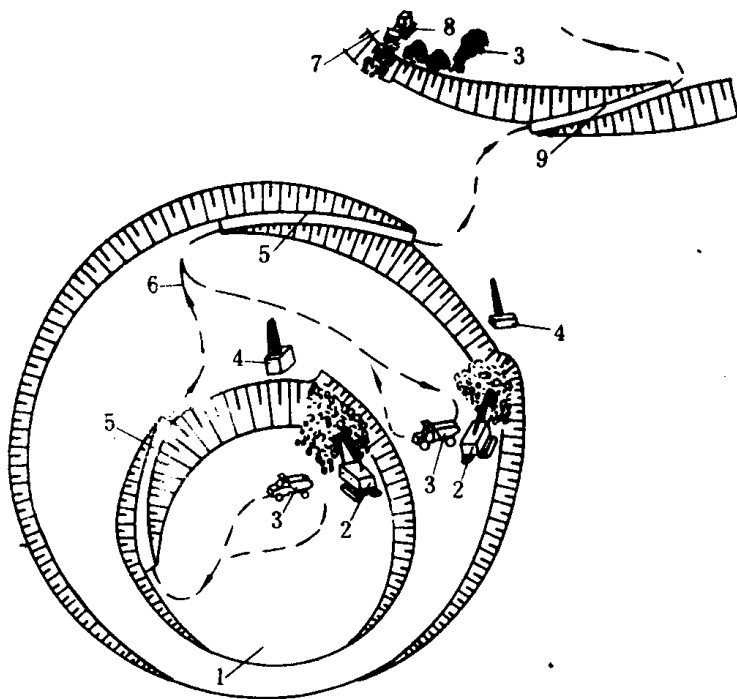


图 1-2 单斗铲—卡车间断工艺系统

1—露天矿；2—单斗铲；3—自卸汽车；4—穿孔机；
5—倾斜坑线；6—工作面道路；7—排土场；8—推土机；9—排土场干线

1. 穿爆

穿爆，即穿孔和爆破。其目的是将矿床的矿岩预先松碎，以供采掘设备铲挖。该环节主要生产过程是：先用穿孔机械在岩石中穿凿出不同规格的孔眼，尔后在钻孔中装入适量的炸药，经炸药的爆炸将矿岩从整体上分离下来并破碎成一定的块度。

露天开采中使用的穿孔设备，主要有：钢绳冲击式钻机、潜孔钻机、牙轮钻机、回转钻机、凿岩台车和火钻等。目前露天矿中常用的炸药有：硝铵炸药、铵油炸药和浆状抗水炸药。炸药通过起爆才能发生爆炸，起爆材料有导火线和各种雷管。

炸药爆炸，即炸药在起爆材料促发下，在瞬间发生急剧的化学反应。由于化学反应前后物质的分子组成发生改变而生成大量气体，放出大量热量，借助于所生成的高温、高压气体和爆炸应力波，对钻孔周围岩石作机械功，因而破碎矿岩，同时伴有声和光的效应。

穿爆生产环节中的测量工作叫做爆破测量。主要任务是：详细测绘爆破地区的平面图，为爆破设计提供图纸资料；根据设计在实地标出炮孔位置；穿孔后再次绘制爆破地区平面图和沿炮孔的断面图等。爆破测量的详细内容，将在第五章第一节中介绍。

2. 采装

对松软的土岩或经爆破松碎了的矿岩，通常使用机械设备挖取，装入运输容器或直接倒卸至一定地点，这一作业过程称为采装环节。

在间断作业工艺系统中，采装设备有单斗铲、前装铲、铲运机、推土机等。其中单斗铲在国内外的露天采矿中应用最为广泛。

单斗铲的种类和结构是多种多样的。按其工作机构型式分为正向铲、反铲、吊斗铲（索斗铲、拉铲）等；按其所用动力设备分为电铲和油铲；按其行走机构类型分为履带式、迈步式和轮胎式。露天矿用的单斗挖掘机主要是履带式正向机械铲（也称电铲），见图1-2。

3. 运输

运输，在露天矿的建设和生产过程中，担负着极其重要的任务。无论是将建筑材料、生产设备工具和生产人员运送到采场各工作地点，还是将煤炭和矿石运送到选矿（煤）厂、破碎厂或转运站，都离不开运输这一生产环节。如果说露天矿生产系统分为若干个生产环节的话，那么运输则是连接这些生产环节的纽带。

露天矿运输分为铁路运输、汽车运输和带式运输机运输。目前，我国生产露天矿多数采用铁路运输。

露天矿铁路的路轨有两种，即标准轨（轨距为1435mm）和窄轨（轨距分别为900mm、762mm、600mm三种）。

我国目前生产露天矿，尤其是大、中型的露天煤矿和铁矿，标准轨铁路运输占有较大的比例，如阜新海州、抚顺西露天、平庄西露天、义马、三道岭、灵泉煤矿等；大孤山、海南、弓长岭、白云鄂博铁矿等。在中、小型露天矿中，多半采用窄轨铁路运输，如乌龙泉、甘井子石灰石矿，矿山村铁矿，依兰、前河、小龙潭、可保煤矿等。

汽车运输在我国露天矿山运输生产中有越来越发展的趋势。到目前为止，冶金系统约有40%的主要露天矿采用汽车运输，如南芬、大孤山、大冶等铁矿；煤炭系统、建材系统和化工系统采用汽车运输的矿山在增加，如大峰煤矿、前河煤矿、昆阳磷矿等，都已采用汽车运输。

带式运输机在我国露天煤矿生产中也得到了使用，如云南小龙潭露天煤矿等。

露天矿铁路的线路按生产特点分为三类：

1) 固定线 包括地面干线、站线、采场固定帮的线路、辅助部门的线路和外部的联络线等。冶金矿山规定，使用年限大于三年的线路均属固定线；

2) 半固定线 包括采场和排土场移动干线、平盘联络线等。冶金矿山规定，使用年限大于一年、小于三年的线路均属于半固定线；

3) 移动线 包括工作面采掘线及排土场翻车线。冶金矿山规定移设周期或使用年限等于或小于一年的线路均属于移动线。

露天矿的铁路依据设计运输量和通过列车数分为三级，分级标准见表1-4。

铁路运输的主要优点是运量大、成本低，缺点是爬坡能力小、机动性差、投资大。铁路运输在我国露天煤矿及部分露天金属矿中应用广泛，但在国外露天矿中的应用比例自60年代以来已逐年下降。

自卸汽车运输具有机动灵活、对各种地形地质条件适应性强、爬坡能力大（最大坡度

可达 10~15%)、基建投资小等优点，故在国内外露天矿山中获得了广泛应用。图 1-2 所示为采用汽车运输的间断生产工艺系统。

运输环节中的测量工作，主要是线路测量。

表 1-4 露天矿铁路等级

等 级		标 准 轨		窄 轨		
				600mm	762mm	900mm
		列车对数 (对 / 昼夜)	重车方向运量 (万 t)	重车方向年运量 (万 t)		
I	冶金矿山		>700		150~200	>250
	煤 矿	>100	>800		>100	>100
II	冶金矿山		300~700	30~50	50~150	150~250
	煤 矿	50~100	400~800		50~100	50~100
III	冶金矿山		<300	<30	<50	<150
	煤 矿	<50	<400		<50	<50

4. 排土

排土环节的任务，是在一定地区（采空区或离采场较近的适当地区），接受从露天采场采出的岩土。这一容纳排弃岩土的场所称为排土场，有时也称为舍场、废石场。在露天煤矿中，为单独排弃煤岩混杂的杂煤，常在排土场内设杂煤场或杂煤线（拣煤线），以便回收煤炭资源。在露天金属矿内，则常设贫矿贮存线，暂时贮存目前尚不能立刻利用的低品位矿石或选矿、冶炼工艺尚未解决的待处理矿石。

排土环节对露天采矿的技术经济效果有重大影响：一是排弃量大，大型露天煤矿的年剥离物排弃量达三、四千万立方米，需占用大量人力、物力；二是占用土地面积大，我国大型露天煤矿的外部排土场占地均达十余平方公里以上，加剧了露天开采与农业争地的矛盾，也不利于保护生态环境。

间断生产工艺系统所采用的排土方式，主要有排土犁排土、挖掘机排土、推土机排土。选用何种方式，取决于排弃岩土的性质、需要的排土能力和采运工艺设备类型等。

排土场的测量工作有下列三个方面：

(1) 在露天矿建设时期，根据地质勘探资料和技术设计资料计算全部露天矿的剥离物体积，然后根据松散系数换算成松散的剥离体积，最后根据排土场的设计排土高度算出排土场的占地面积。

(2) 在露天矿生产过程中，需要对排土场定期（通常是每半年进行一次）进行测量工作，以便及时了解排土场的情况，有计划地安排生产。

(3) 为了了解排土场的下沉规律，为在排土场内铺设和维修线路提供资料，需要进行排土场的下沉观测。

上述介绍的穿爆、采装、运输和排卸虽是露天矿的主要生产环节，但还需一些辅助环节，如排水、供电和机修等生产环节相配合，这样才能保证采剥工作有条不紊地正常进行。

二、连续作业工艺系统

连续作业工艺系统是 30 年代后期逐步发展起来的。该工艺系统的特点是采装、运输、排卸等生产环节呈连续性，具有单位耗能低、设备效率高等优点，但目前对岩石性质有严格要求。该工艺多用于无需爆破即可挖掘的松软岩层。

在露天开采中使用的连续工艺系统有：水枪或挖泥船-管道运输；链斗铲或轮斗铲-胶带运输；链斗铲或轮斗铲-运输排土桥或悬臂排土机等。轮斗铲-胶带运输在世界各国褐煤露天矿中应用较为广泛，我国云南小龙潭露天煤矿就是采用这一工艺系统。图 1-3 为轮斗-胶带运输连续作业工艺系统示意图。

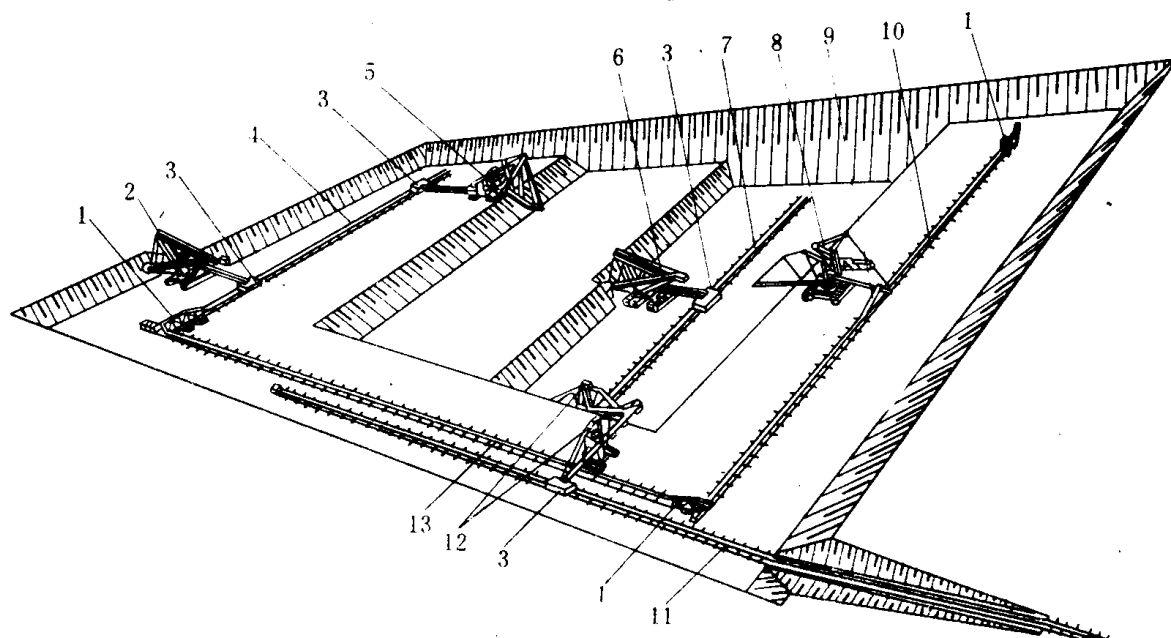


图 1-3 轮斗-胶带连续工艺系统工作示意图

1—胶带机驱动站；2—剥离轮斗铲；3—装载漏斗；4—剥离台阶胶带机；5—链斗铲；
6—采矿轮斗铲；7—采矿台阶胶带机；8—悬臂排土机；9—卸料车；10—排土胶带机；
11—采矿干线胶带机；12—爬坡胶带车；13—剥离端帮胶带机

三、半连续作业工艺系统

半连续作业工艺系统是间断工艺系统和连续工艺系统的综合。该工艺系统的特点是—部分环节使用连续作业设备，另一部分环节使用间断工艺设备。由于各展其长，可以提高整个系统的效率，故此工艺系统近年来得到较快发展，成为改善和提高中硬和坚硬岩层露天矿山开采技术效果的发展方向。

破碎矿岩是半连续作业工艺系统的一个重要环节。根据爆破堆中大块矿岩含量多少和矿床埋藏条件，可将硬岩半连续工艺分成如下几种系统：

- (1) 带筛选设备的半连续工艺系统；
- (2) 带移动破碎机的半连续工艺系统；
- (3) 带半固定或固定破碎机的半连续工艺系统。

图 1-4 为带移动破碎机的半连续工艺系统的示意图。这系统中的关键设备是移动式破碎机。破碎机可随工作面的推进而移动。

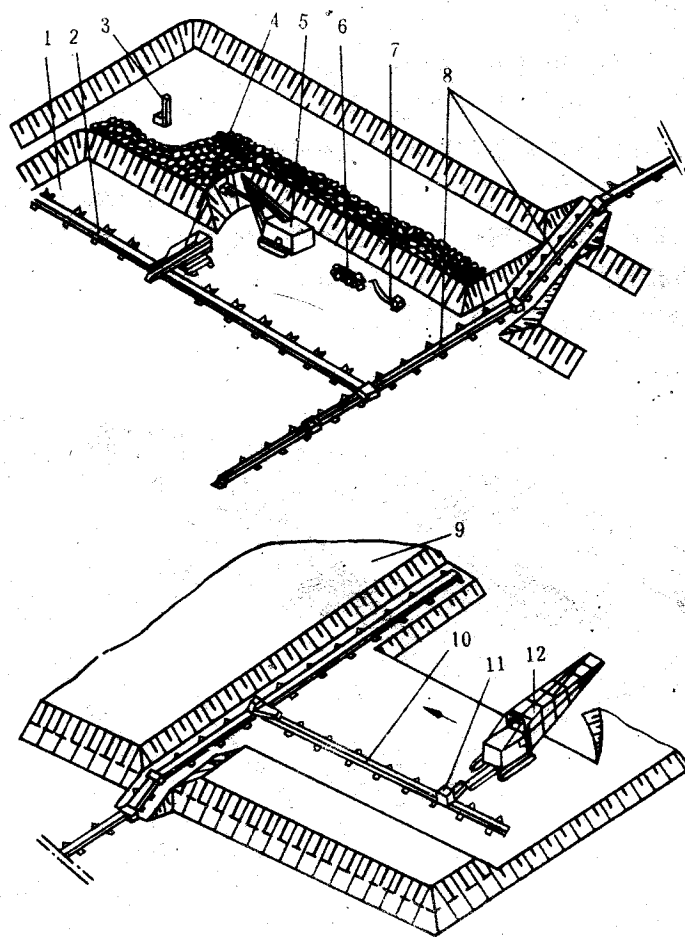


图 1-4 半连续工艺系统

1—露天采场；2—工作面胶带运输机；3—钻机；4—移动式破碎机；5—机械铲；6—大块；
7—破碎大块重锤；8—干线胶带运输机；9—排土场；10—排土胶带运输机；11—卸料车；12—悬臂排土机

四、倒堆作业工艺系统

在煤层为水平或近水平埋藏且不太厚，覆盖层较薄，又拥有直线形采掘设备的条件下，可以采用向内部排土场倒堆开采工艺系统。这种工艺系统由于把采、运、排各环节的工作合并在一设备上进行的，因而是最简单的露天开采工艺。与其它工艺相比，倒堆工艺具有投资省、成本低、工效高和复田快等优点，所以有条件的矿床应尽量采用这种工艺系统。

采用倒堆工艺的矿山，在基本建设过程中，要把一部分岩石运出坑外。只有待到采出一部分煤炭、露出足够宽度的采空区后，才可使用大型剥离设备实现倒堆排土，如图 1-5 所示。

上面简单介绍了几种露天开采工艺系统。但对于一个具体矿山来讲，如何选择一个合理的、符合实际的生产工艺系统，是一项复杂而困难的工作。只有在深入调查研究和进行必要实验的基础上，进行综合分析和比较，才能求得一个技术上可行、经济上合理的开采工艺系统的方案。

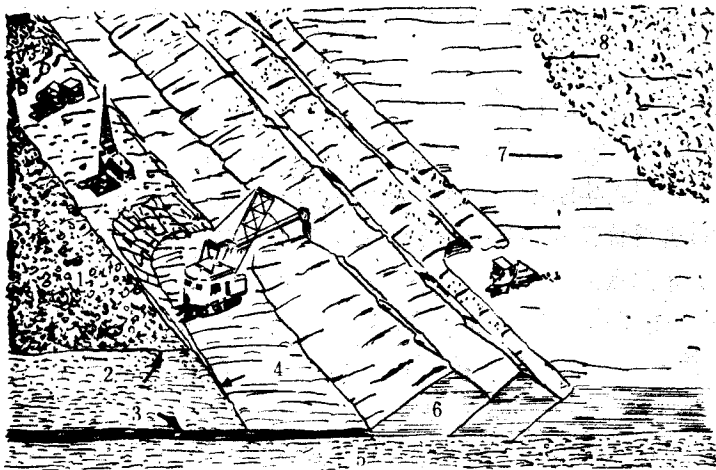


图 1-5 倒堆工艺系统作业示意图

1—未采地区;2—原地表面;3—煤层;4—坡面;5—剥离台阶;6—排土场;7—平整地区;8—已复地区

第三节 露天开采的主要名词术语

露天开采的主要名词术语包括五个部分：一般概念，露天采场构成要素，开拓与开采，技术经济和生产工艺。为了使露天矿测量工作更好地为露天矿生产和建设服务，准确地了解上述名词术语是很重要的。

一、一般概念的名词术语

1. 露天矿——用露天方法开采矿石的矿山企业。有时也指露天采场。
2. 露天采场——用矿山设备进行剥离及采矿的场所。
3. 山坡露天采场与深凹露天采场——在地表封闭圈（图 1-6 中的 EPN 部位）以上的山坡部分进行露天开采的场所称山坡采场，在地表封闭圈以下的露天开采场所称深凹采场。
4. 露天煤田——划规一个露天矿开采的煤矿床（或其一部分），系露天煤矿专用名词。
5. 剥离——为揭露矿体，将表土及围岩采出的作业称剥离，采出的表土及围岩统称为剥离物。
6. 采矿——采出矿石的作业称采矿。
7. 矿山基建工程量——露天矿投产前所进行的剥离和采矿总量。

二、露天采场构成要素的名词术语

1. 露天开采境界——采场开采某时期或终了时的空间轮廓。开采境界包括地表线 ED、边帮 EF、GD 和底部境界线 FG（见图 1-6）。开采境界线又有最终开采境界线和分期开采境界线之分。
2. 地表境界线——采场边帮与地表轮廓的交线，在平面图上为一条曲线，见图