出 版 说 明

《露天矿排土》是《露天矿工人技术操作丛书》里的一个分册。其他还有《露天矿放炮》、《露天矿穿孔》、《露天矿铁道施工与维修》、《露天矿准轨铁道工程》和《四立方米电铲(电气部分)》等分册。

近年来，广大露天矿技术工人迫切要求有一套与自己工种对口的技术操作丛书。他们通过学习，一方面可以了解到一些有关的基本知识，提高自己的生产技术水平；另一方面又可掌握正规的操作方法和程序，以利贯彻安全生产的有关规定，使露天矿生产逐步走向正规化。本《丛书》就是为此目的而编写的，由袁乃勤同志主编。

ABF04/07

目　　录

第一章　排土场分类、位置及发展方式 …… 1
　第一节　排土场分类 …… 1
　第二节　推土犁排土场的发展方式 …… 5
　第三节　电铲排土场发展方式 …… 16
第二章　排土方法 …… 20
　第一节　推土机推排 …… 20
　第二节　推土犁推排 …… 21
　第三节　电铲转排 …… 30
　第四节　前装机转排 …… 40
第三章　排土线建设、移设及维护 …… 47
　第一节　排土线初始路基的建设 …… 47
　第二节　线路跨道及移设 …… 53
　第三节　排土场线路维修 …… 60
第四章　排土安全技术 …… 64
　第一节　排土场的稳定 …… 64
　第二节　排土场泥石流 …… 66
　第三节　排土场防雨工作 …… 69
　第四节　防冻工作 …… 70
　第五节　线路安全技术 …… 73
　第六节　翻车及推土安全技术 …… 74
　第七节　汽车排土场安全技术 …… 75
第五章　排土场的规格 …… 77
　第一节　排土场高度及台阶高度 …… 77
　第二节　平台宽度 …… 81
　第三节　排土线的长度 …… 83
　第四节　排土场的边坡坡度 …… 87
　第五节　排土场容积的计算 …… 88

第一章　排土场分类、位置及发展方式

第一节　排土场分类

矿床用露天方法开采时所剥离下来的土和岩石需要排弃于专用的场地上，这个场地叫做排土场（舍场）。剥离物排弃的过程叫做排土工作。

排土工作是保证矿床开采的重要工作之一。在整个剥离工作过程中，排土工作人员约占全矿总人数10～15%，排土成本约占剥离单位成本的6%。因此，如何提高排土工作的劳动生产率及机械化程度是提高露天采矿经济效益的重要因素之一。

排土工作的经济效益主要取决于排土场的位置、排土方法和排土工艺的合理选择。

排土场按位置、排土方法、工作水平数量、同一水平铺设排土线数量进行分类。

一、排土场按位置分类

排土场位于采场境界内（采空区）或境界外，分别称为内排土场及外排土场。

外排土场的使用范围是任何形状矿床的露天矿的初建时期，或因矿床地质条件或运输条件在露天矿采场内部不能设置内排土场时，可设置外排土场。

内排土场一般适用于埋藏深度不大的水平矿层或缓倾斜

矿层。内排土场最大的优点是利用采空区，不仅运距短，而且不占用土地，有利于边坡稳定。

二、按排土方法分类

由于采用排土设备的结构不同，就有相应的排土方法。如采用巨型电铲、吊斗铲、皮带排土机、运输排土桥等设备，则可由剥离工作面直接把剥离物排到采空区。采用有轨或无轨运输设备（机车、汽车、铲运机）将剥离物运到外排土场，卸载后再由推土机、推土犁、单斗电铲或多斗电铲、前装机等进行倒堆。

（一）推土机排土场

推土机排土场工序简单、堆置高度大、设备灵活、受气候影响小、基建工程量少、投产快、安全性好。适用于自卸汽车运输，任何地区及岩石硬度的中、小露天矿的内、外排土场。

（二）铲运机排土场

铲运机设备灵活，能铲带运，运距可长可短。适用于中、小型露天矿内排土场。

（三）吊斗铲排土场

工艺简单，岩石块度可较大，受气候影响小，没有基建工程量，投产快，就近倒堆，不需运输设备。适用于内排土场。

（四）多斗或轮斗铲排土场

设备较庞大、往往受岩石硬度及块度限制、适用于松软岩石。大部使用于内排土场，很少用于外排土场。受气候的影响很大，气温低时工作困难甚至停工。因生产能力很大故适用于大型露天矿。

（五）前装机排土场

前装机具有设备灵活，一机兼有装、运、推、卸等四种性能，受外界因素影响较少。前装机的缺点是设备结构复杂，检修要求高，使用寿命短。适用于大、中型露天矿的高台阶排土及电力不足的地区。

（六）钢绳皮带输送机排土场

钢绳皮带输送机排土连续生产力大，可爬陡坡，运距大。适用于高差较大的大、中型深凹和山坡露天矿的内、外排土场。

（七）皮带输送机或排土桥排土场

皮带输送机或排土桥排土，因连续生产能力很大，但受冬季结冻影响。适用于水平或缓倾斜煤层的软岩石、煤层厚度小于35米的大型露天矿的内排土场。

（八）推土犁排土场

推土犁排土适用于准轨运输的各种地质、岩石硬度的大、中型露天矿的内、外排土场。

1. 优点

1）推土犁的价格低，每台推土犁价格仅为电铲的1/3。而一台推土犁排土效率为电铲排土的两倍；

2）设备结构简单便于维修；

3）适应性强，可用于软、硬岩石的推土工作；

4）推土后的路基不用加工便可直接铺设线路；

5）排土成本低，效率高。

2. 缺点

1）排土台阶高度受限制，一般为10～12米；

2）移道步距较小，两次移道间的容土量少，因而需设较多的排土线；

3）移道频繁，因而线路质量差，线路下沉及脱轨事故较多，在雨季影响生产严重；

4）寒冷地区的冬天需用大量扫车人员，大大降低运输及排土效率。

（九）电铲排土场

电铲排土适用于准轨铁道运输的大、中型露天矿在各种地质条件、岩石硬度的内、外排土场。

1．优点

1）受气候影响小，提高了剥离设备利用率；

2）移路步距大，线路质量较好，运输事故显著减少；

3）每米线路容土量较大，因而减少排土线在籍长度及相应的移设及维修工程量；

4）有较高的排土台阶，并且在排土过程中进行涨道，在多雨地区排土台阶下沉严重的排土场，最好采用电铲排土；

5）能利用机械扫粘、冻车底，提高运输设备利用率；

6）克服使用推土犁形成人工弱层的缺点。并且能及时处理沉陷、滑坡，因而排土台阶有较高的稳定性；

7）在新建排土场时，可直接用电铲修筑路基，加快建设速度，节约大量劳动力及费用。

2．缺点

1）设备投资高，耗电量大，排土成本较推土犁排土高；

2）需要定位翻土和等电铲转排的情况，而降低运输设备利用率。

三、按排土工作水平分类

按工作水平分为单层式、双层式及多层式。当排土工作量很大时，为了增加排土场的容量，减少占用土地面积，常

采用多层式排土场。

四、按同一排土台阶铺设排土线分类

按同一排土台阶铺设排土线的数量而划分为单线及多线两类。

第二节　推土犁排土场的发展方式

排土场的发展方式是指排土场内各排土线在时间及空间上的发展程序。一般可分为两类：第一类为单排土线；第二类为多排土线。第一类的发展方式有四种：即1）平行；2）扇形；3）曲线形；4）环形。第二类则仅有曲线形及环形两种发展形式。

推土犁排土场的发展方式　　表 1

方　式	特　点	适用条件
平行式	1．步距固定 2．卸车好 3．线路逐步缩短	缓山坡排土场
扇形式	1．步距不定 2．线路逐步缩短 3．铺设、移道简单	山坡排土场
曲线式	1．步距不定 2．线路增长 3．铺设复杂需接短轨	山坡排土场
环形式	1．线路不断增长 2．能容纳较多列车 3．生产集中 4．发生故障时易堵塞线路	平地排土场

一、各种发展方式的特点及决定发展方式的条件

（一）各种发展方式的特点（表1）

（二）按下列条件评价排土线发展方式的合理性

1）保持排土线的长度；

2）需要排土场面积的大小；

3）排土场面积的有效利用系数。

二、单排土线发展方式

该方式的特点是在每个排土场内同一标高上只有一条排土线。排土线有互相轮流工作的可能性，大多数的排土线在工作时，而少数排土线则在进行准备工作。

（一）排土线平行发展方式

排土线发展的特点是排土台阶坡肩经常与原始排土线位置相平行（图1），排土步距固定。

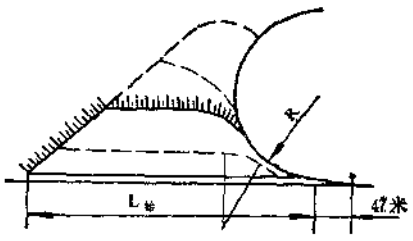


图 1　单排土线平行发展方式

该方式主要用于内排土场。当内排土场位在露天采场的一侧时，其运输方式用环线或尽头线，此时能保持排土线的

有效长度。若此方式用于外排土场，则每次排土线移设时需要缩短排土线长度。

为了避免排土线路的缩短，在尽头处可垫筑枕木垛、块石堆等，车挡设置在木垛上，使自翻车可直接行驶至尽头处翻土。此木垛高度一般为1.8～3.5米（图 2）。

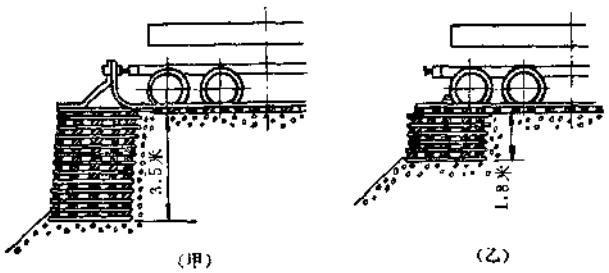


图 2　排土线尽头处木垛图
（甲）正当构造，（乙）简单结构

本发展方式除了缩短排土线尽头处外，还因线路入口处成圆曲线形发展而缩短了排土线的有效长度。

外排土场平行发展方式有下列特点：

1）原始排土线愈短及移道距离愈小，则加快缩短排土直线部分；

2）排土线曲线部分的增加与排土线直线部分的长度无关；

3）排土面积的增加并不与原始排土线长度成正比例；

4）原始排土线长度的增加及移道距离的增大，其排土场面积的利用系数可由0.1提高到0.53；

5）在排土线发展的过程中，尤其在短的原始排土线时，不可避免地形成曲线形的填土；

6）为保证长时间内能有直线部分排土，需要有较长的原始排土线。

因此外排土场平行发展方式不能满足频繁的排土需要。

（二）排土线扇形发展方式

这个方式的特点是排土工作全在直线翻车（图 3）。此发展方式的排土宽度不均匀，且由排土线入口处向尽头处逐次加宽。每次移道均须迁移车挡及缩短尽头处与入口处曲线的长度。为避免上述缺点，可预先修筑和原排土线相垂直的超前土堤（图 4）。如果超前土堤和原排土线斜交，则排土线还有增长的可能。除用超前土堤方法外，还可如前节所述

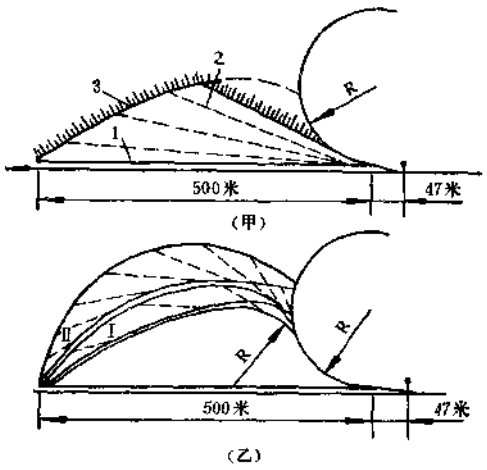


图 3、排土线扇形发展方式
（甲）在未重建前；（乙）在重建后

采用构筑枕木垛的方法。

由于排土线发展的结果，致最终直线部分与曲线相接近而必须重建排土线。

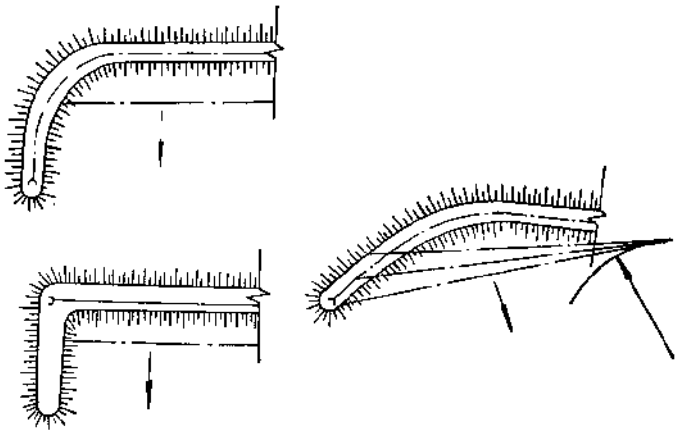


图 4　利用超前土堤避免排土线缩短

为了重建排土线（图 3，乙），沿着排土线坡肩推平线路，以便铺设新线路连结原曲线，车挡则在原地上移动其位置。由于排土线重建的结果，直线扇形发展变为混合曲线扇形发展。如此继续发展直至直线排土部分又与原始曲线相接近时，以同样方法重建排土线。

此发展方式使大部分排弃物在排土线未重建前翻入排土场内。当排土线重建后虽然增加了一些排土面积，但移道工程量则增加很多。

扇形发展方式的特点与平行发展方式相同，但其差别是很快地缩短排土线的直线部分，在增加排土线长度时，其排土场面积的增大较小，排土场有效利用系数也较少。

扇形发展方式在重建排土线后，虽然改善了排土指标，但重建后改为曲线发展方式。

扇形发展与平行发展比较，其优点只是没有曲线移动的必要性。共同缺点都是移道时要接短轨。

在平行发展方式中这些短轨在排土线初期是加在曲线部分，而在发展后期则加在直线部分。在扇形发展中短轨加在靠近入口处的曲线上。若原始排土线是圆曲线时则可避免加接短轨之弊（图5，甲）。

电铲修建初始排土线时，可预先在排土线尾端加筑“超前填土”（图5，乙）可避免缩短排土线及重建排土线的缺点。

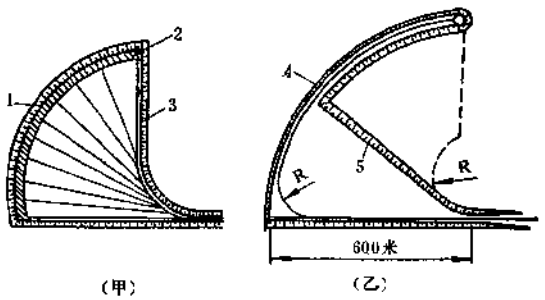


图 5　扇形发展避免缩短线路的方法

（甲）利用推土机在排土线尽头处堆土；（乙）利用超前填土
1—推土机工作界线；2—推土机堆刮土的部分；3—原始排土线；4—超前填土；5—排土工作线

排土线扇形发展有上述的缺点，所以在外排土场很少采用。在内部排土场平行及扇形发展并不会缩短排土线，因为尽头线可伸延到采空区的边缘上，因此可经常保持线路的长度。

（三）排土线曲线形发展方式

露天矿中曲线形发展方式很广泛地采用。此方式的特点是在两个比较固定点上（入口处及尽头处）排土线以圆形发展，每次排土线移道时，两个固定点并不移动，只是线路有若干角度的扩大。

任何长度的排土线，当排土面积很大时，虽然原始排土线为直线，并作平行式发展，但在排土过程中部分或全部地变成曲线形状，在图 6，甲中便可很清楚地证明这一点。当第一次移道时差不多是平行直线形式或是半径很大的圆曲

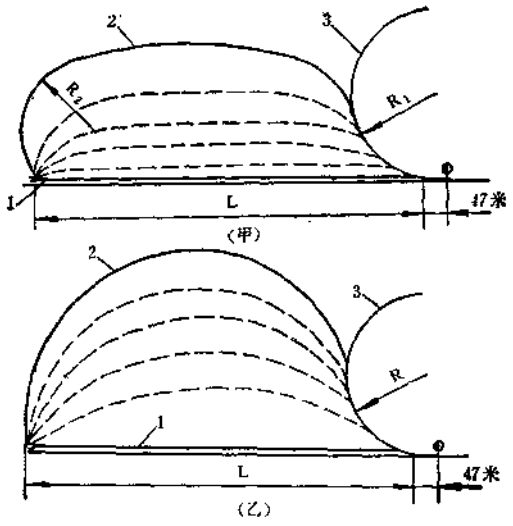


图 6　曲线形发展方式

（甲）椭圆形；（乙）圆曲线形

1—原始排土线；2—排土工作线；3—入口处曲线

线，由于继续排土及移道曲度逐次减少，形成曲线发展形式。

曲线发展形式有椭圆形（图6，甲）及圆曲线形（图6，乙）。椭圆形发展形式在排土线全长上排入差不多等量的土、岩，并且移道距离也近于相等。但在圆形曲线发展形式中，排土线全长上排土数量不相等，排土线中间部分占总排土量比例最大，排土线成凸形的发展，在排土线两端有效排土量很少。

椭圆形发展方式可在排土线任何部分先行翻土，目前最普遍应用。此种方式的原始排土线长度不影响排土的面积，但按实际经验此长度不应少于400～600米。

曲线形的特点是不断地增长排土线的长度而保证最大的排土能力。

圆曲线发展方式的排土面积有效利用系数为1。

曲线形的缺点是曲线形发展导致线路移动时，每次须添加短轨使移路工作复杂。

（四）排土线环形发展方式

这种发展方式的优点是排土线整个外围随着排土的发展面移动增长。这种排土场多设在平地上。环形发展方式的特点是：1）排土线的增长速度较曲线发展快；2）排土线能容纳较多的列车；3）生产集中便于指挥；4）列车在站线、干线顺向运行。

环形排土的缺点为：1）运距长，延长列车周转时间；2）线路出事故时就会使列车堵塞；3）铁道用量大；4）站线、半干线移设量增多，相邻排土线、信号所移设时影响生产。

排土线环形发展可用三种方法来达到：1）预先建造圈

形路堤(图 7 ,甲);2) 两面发展的直线形原始排土线(图 7 ，乙);3) 单面发展的直线形原始排土线 (图 7， 丙)。

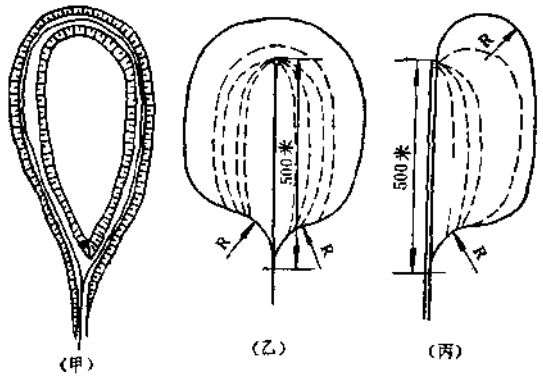


图 7 排土线环形发展图

(甲) 圈形填土，(乙) 两面发展的直线形原始排土线，
(丙) 单面发展的直线形原始排土线

第一种方法于原始排土线完成后便有很长的排土工作线。但它的缺点是：1) 建设时期长；2) 建设投资多。

第二种方法则很快可以进行排土，但需要长时间来创造排土的正常工作线。

第三种方法是当尽头的曲线的端部扩展到能与原先的排土直线相连接时，便完成了封闭的环形。但在排土过程中，标高逐渐提高，则尽头曲线往往高于原始排土直线的标高。因此，为了将二者连结成环形，必须进行辅助的修建路基工作，这就是本方法的主要缺点。

排土线环形发展与圆曲线形发展方式的特性相类似。但在增长排土线速度方面，环形比圆曲线形发展快。

综上所述，单排土线发展方式的共同特点可归纳如下：

1）直线形（平行式及扇形）排土场的发展方式不能满足频繁的排土需要，仅能适用于内部排土场；

2）在汽车排土场采用推土机推土时，准许缩短排土工作线，则可采用直线形排土场；

3）最有效发展形式为：（1）圆曲线形——适用于山坡排土场；（2）环形——适用平地排土场。

三、多排土线发展方式

多排土线是指在一个排土平盘上布置有若干条排土线，这些线互相连系发展着，可用于山坡或平地排土场。第一种多半采用环形发展，第二种采用单侧曲线发展。

（一）环形发展

多线排土场环形发展要比单线的复杂，由于同一排土平盘内车流较密，必须有高度的集中指挥，以免车流在排土平盘上滞留减少翻车次数。

为提高排土线效率，可将一个环线分成几个作业区（图8，甲），分区排土，分区维修与检查，每区设一个扫车小组。在排土作业时由该平盘调度统一指挥各作业小组。为避免因环线的某一分区故障或移道不能进行作业时，应设立预备排土线或备用环线（图8，乙）。

（二）单侧曲线发展

单侧曲线发展方式的线路移动方式有二种：①定期移动半固定干线；②定期延长排土线入口部分及移动排土线。

第一种方式（图9，甲）是在排土平盘上建立半固定干线，由干线再引出若干条排土线。由于排土发展的需要而移动半固定干线及排土线。

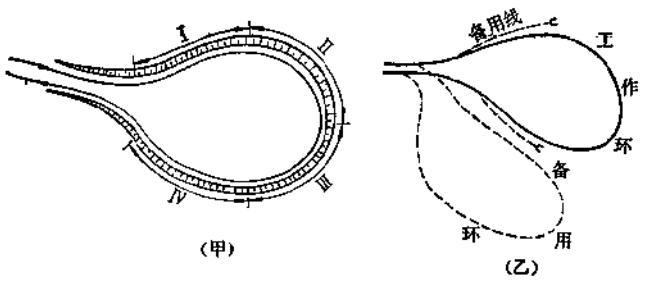


图 8　环形发展

（甲）分区作业；（乙）铺设备用线及备用环线

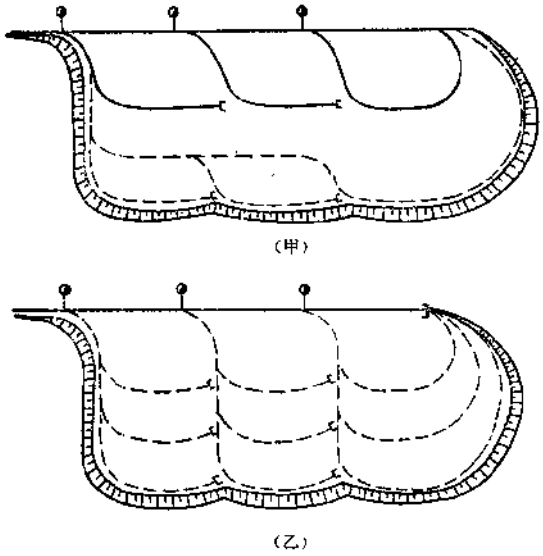


图 9　多排土线布置图

（甲）移动半固定干线；（乙）移动排土线

第二种方式（图 9，乙）是每条排土线均有固定的入口线路，并随着排土的发展而增长。这种方式发展的结果是变成带有很长距离的排土区段的多排土线。

多排土线发展方式有较大的排土能力，在露天煤矿中很普遍采用，台阶数目根据地形或需要而决定。

第三节　电铲排土场发展方式

电铲排土场一般是在原来推土犁排土场改建而成。因此电铲排土场亦有平行、扇形、曲线及环形发展方式。

一、单排土线发展方式

（一）平行式

电铲排土场平行发展方式（图10，甲）是使排土线在全线上平行发展，移道距离大致相等，在排土线尽头处电铲不易排土，若无特别措施则排土线缩短得很快。

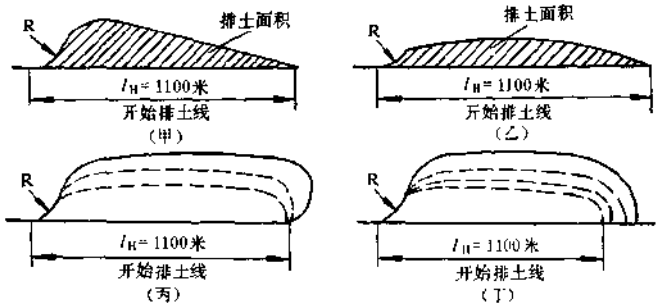


图 10　电铲排土场单排土线发展方式

（甲）平行式；（乙）扇形；（丙）曲线形（不动道头）；（丁）曲线形（道头移动）

为了避免排土线的缩短，电铲在尽头处进行倒堆，但影响排土线效率。

为避免电铲多次倒堆，可于排土线尽头处铺设岔线（图11）。

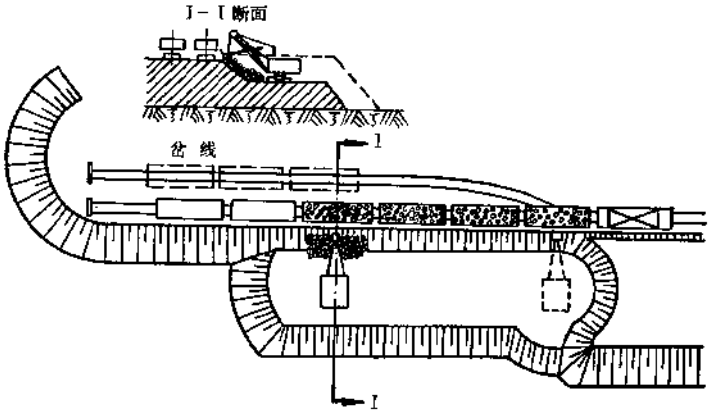


图 11　加铺岔线延长排土线道头

（二）扇形

电铲排土场扇形发展方式的特点是移道距离由零至最大值（电铲挖掘半径及卸载半径之和），因此不能发挥电铲排土的主要优点，若不采取特殊措施在每次移道后，便缩短一列车长度的工作线长度（图10，乙），因此在电铲排土场不适宜采用扇形发展方式。

（三）曲线形

曲线形可分为两个方式：①不移动线路道头(图10,丙)；②移动线路道头（图10,丁）。

（四）环形

平地上的电铲排土场可采用环形发展方式。

单电铲排土线发展方式可归纳以下结论：

1）平行式排土线发展方式是比较合理的；

2）平行式发展的结果而形成曲线式发展。因此，当排土场面积不可能创造排土工作线条件时，采用曲线式发展；

3）排土台阶不需继续加高时，则可采用尽头处不移动的曲线形发展方式。

二、多电铲排土线发展方式

多电铲排土线可分为单面（在山坡上）及两面（在平地上）发展方式。

每个排土台阶上布置排土线数量，主要决定于排土容量、地形及排土范围等。

多电铲排土线发展方式最合理的是平行式，此种形式又分为连续排列式（图12，甲）、平行排列式（图12，乙）及连续环形式（图12，丙）。

连续排列式在平面上的形状为伸长直角形。

平行排列式在地形不太整齐时可得到最好的利用。尤其是在短工作线排土场发展时尤为便利。

平行排列与连续排列发展方式对比，可大大地缩短排土线入口线路的长度，即提高排土线的有效利用长度。

平行排列方式是多电铲排土线发展方式中最有效的方式，此时各排土线平行一致或互相平行保持一定距离。排土线可以是曲线形的但以直线为佳。

平行排列方式的一个缺点是在相邻两条排土线间存在着未被排弃物填满的缺口。为填堵此缺口而须将前一条排土线延长，而切断后一条排土线（图13），因而降低排土线的利用率。

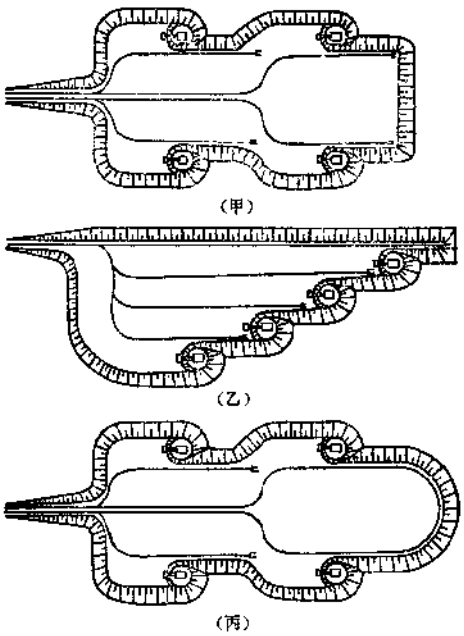


图 12　多电铲排土线发展方式

(甲) 连续排列式，(乙) 平行排列式，
(丙) 连续环形式

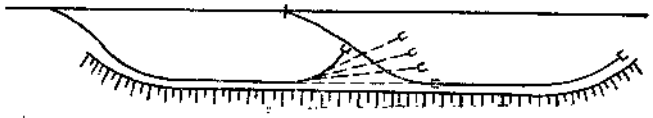


图 13　填补道头缺口方法

连续排列式发展的结果，可变成连续及环形式发展（图12，丙），此时排土是向三个方向同时发展。

第二章 排 土 方 法

第一节 推 土 机 推 排

一、推土量的确定

推土量主要是当汽车沿排土场边沿卸载后而留落在平台上的残余量，以及为避免排土线下沉塌陷和满足汽车运行而平整场地的土方量。推土量与卸载汽车类型、卸载时后轮距崖边的距离，以及排弃物的成分、块度和卸载时的气候条件，司机操作熟练程度等因素有关。残余量可参考表2数值。

汽车卸载而留落在平台上的残留量 表 2

后轮距崖边距离，米	1～1.5	1.5～2.0	2.0～3.0	大于5
残留量，%	5～10	15～20	30	100

二、影响推土机效率的因素

1）推送距离：一般在10～25米为宜，距离增加效率显著下降。

2）排弃物的块度：块度过大，推刀切入困难，阻力增加，履带翻板磨耗严重，事故多，生产效率下降。

3）排弃物性质和含水量：遇粘性土壤，且含水量大时，则效率降低。

4）推送方向：以直线推送为好，效率高。一般推刀的偏角宜在20度以内。

三、推土机排土场的安全措施

1）排土线边缘宜保持2～5％的反坡；

2）在卸车点的边沿坡顶处用推土机堆筑安全挡车垛（图14）；

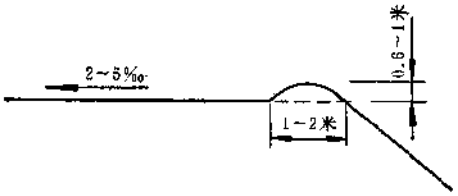


图 14 安全挡车垛

3）推土机工作时推刀距离边缘一般不少于0.5米，停放时要远离崖边。

4）要有专人负责管理和指挥卸车，晚班作业时要有充分的照明。

第二节 推土犁推排

一、推土犁推排工艺

推土犁推排工艺分下列三个工序：1）列车翻土及扫车；2）推土犁推排；3）线路移设（另见第三章）。

（一）列车翻土及扫车

1）在新移设的排土线路上，由于路基松软未被压实，为保证列车及翻土工作的安全，在第一次推土犁推排以前，所

有进排土线的列车均以尾车为首推进，慢速行驶，由尾车先翻，然后依次在同一地点上翻土。在排满全线长度之前，每一地点应尽量均匀压碴翻车，使外边积土高于外轨轨面。目的是要在台阶坡面上形成支撑土堆，有利于路基的稳定性，并且也解决外轨超高用土。

为了保证新路基的平整和稳定，最后一遍列车的反车顺序应保证全线翻车均匀，土堆连续，不留间距，同时应尽可能翻卸一些稳定性高、透水性好的岩石以利线路维护。

2）扫车

自翻车将土、岩卸车后，扫车人员把残留在车底的泥土要扫干净，再打开自翻车的汽门，车箱即恢复原来的位置，然后机车把空载列车牵引出排土线。

缩短扫车时间，是提高运输效率和排土效率的重要关键。

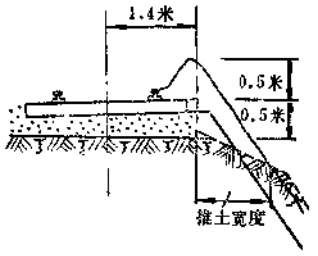


图 15　推土犁推排断面

（二）推土犁推排

剥离列车土、岩至不能再翻车时，推土犁进入排土线将卸下的土、岩按一定形状推向下坡，当推土犁在全线推完后便可继续排弃土、岩。

1．推排工艺

1）第一次推排（图15）

（1）移道后翻土、岩由枕木面向上达到0.5米高时便停止翻土，用推土犁进行推排；

（2）推土犁在全线推二遍土，其深度距枕水面下0.5米，此时推土犁落翅于地点是由线路中心向外1.4米，推土坡度为10.8度，推土宽度达1.1米。

（3）排土线外轨超高标准：第一次推土前后排土线路

外股钢轨超高见表3。

各次推土前后外轨超高度表 **表 3**

时期		推土前		排土后翻土前	
掌子土岩别		土掌子	岩掌子	土掌子	岩掌子
外轨超高度 毫米	第一次	80～100	60～80	40～50	30～50
	第二次	60～70	40～50	40～50	20～30
	第三次	50～60	40～50	40～50	20～30
	第四次	30～40	30～40	30～40	20～30
	第五次	30～40	30～40	30～40	20～30
	第六次	30～40	30～40	30～40	20～30
	第七次	30～40	30～40	30～40	20～30
	移道后试运后	—	—	80～100	60～80

2）第二次至第七次推排

（1）各次推土前所翻土、岩高度，由枕木面向上为0.5米，便停止翻车，推土深度距枕木面向下为0.5米；

（2）排土线各次推土前后的外轨超高度见表3；

（3）各次推土遍数宽度及坡度见表4

各次推土次数及规格 **表 4**

移道后推土次序	推土宽度 米	推土时间 分	推排遍数	每遍推土坡度 度 1	2	3	4	5	6	注
1	1.1	20	2	3	10.8	—	—	—	—	
2	1.5	25	3	3	5.5	10.8	—	—	—	
3	2.0	25	3	平	3	8	—	—	—	
4	2.6	28	4	平	2	3	5.5	—	—	
5	3.2	35	5	平	2	2	平	平	—	
6	3.5	40	5	平	平	平	2	平	—	
7	3.7	40	6	平	平	平	平	平	平	4.4°定值
8	推移道土	30	3	平	平	平	—	—	—	4.4°定值

2. 推土宽度及推排次数

1）推土犁推土宽度

推土宽度决定于推土犁大翅子长度及大翅子最大开角，可用下列公式计算：

$$a = L_i \sin\alpha \qquad (1)$$

式中 a——推土最大宽度，米；

L_i——推土犁大翅子长度，米；

α——推土犁大翅子最大开角度，度。

我国使用三种型号推土犁的最大推土宽度根据上公式计算列于下表5内。

各种型号推土犁的最大推土宽度 表 5

推土犁型号	大连型	大连型	3B型
大翅子长度，米	7.2	7.2	7.5
大翅子最大开角，度	45	30	30
推土最大宽度，米	5.1	3.6	3.75

2）推排总遍数

移道宽度、道木头外侧宽度固定后，推排总遍数决定于：（1）自翻车每米装土量；（2）台阶高度；（3）平均推土坡度，可参考表6数值。

推排总遍数，推土次数及设备特性决定每次推土的推排遍数如表4所示。采用东德制3B型推土犁时，则推土遍数及排土工作规格列于下表。

两次移道间推土犁推排总遍数 表 6

阶段高度，米	15			18			20		
自翻车每米装土量米³/米	1.94（每车装24米³）								
平均推土坡度，度	5	12	15	5	12	15	5	12	15
需推排总遍数，次	27	27	26	33	33	32	36	36	35
	1.85（每车装23米³）								
平均推土坡度，度	5	12	15	5	12	15	5	12	15
需推排总遍数，次	28	28	27	34	34	33	38	38	37
	1.77（每车装22米³）								
平均推土坡度，度	5	12	15	5	12	15	5	12	15
需推排总遍数，次	30	30	29	36	36	35	40	40	39

注：1．推土最大宽度（移道宽度）为3.7米；

2．道木头外侧宽度为0.15米。

3B型推土犁推排遍数及工作规格 表 7

推排次序	每次推排遍数	每推排一次推土犁犁板与水平面所夹的角度						
		1	2	3	4	5	6	7
1	3	5	10	20	—	—	—	—
2	3	5	10	20	—	—	—	—
3	4	5	10	15	20	—	—	—
4	4	5	10	15	20	—	—	—
5	5	5	5	10	10	15	—	—
6	5	5	5	5	10	15	—	—
7	6	0	0	5	5	10	10	—
8	推移道土	0	0	0	0	0	0	0

注：1．台阶高度按15米计算；

2．推土坡度平均为12度。

3. 移道前的整平工作

考虑到排土台阶的下沉和保证线路平直，在第七次推排时须把推土犁的犁板提起30～50厘米，使排土台阶的坡顶线比旧坡顶线有一个超高度（图16）

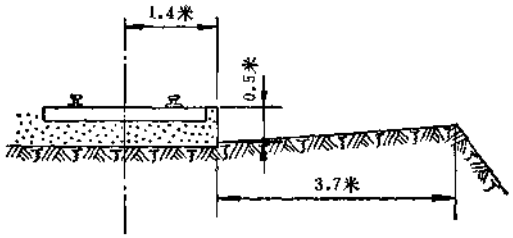


图 16 移道前的整平工作

4. 推土犁效率

推土犁效率由下列几个因素决定：（1）气候条件；（2）排弃物的块度；（3）排土线长度；（4）各排土台阶（场）的距离等。

5. 推排土注意事项

1）推土犁在进入路端前要慢行，以防止闯路端；

2）推土犁在线路曲线半径小于200米区段来回行走时要关闭翅子，以防脱轨；

3）推排时遇有大块，则应注意抬起翅子，防止蹬翻钢轨造成事故；

4）推土犁工作时翅板的位置和岩石性质有关，对于软岩石推土犁板和机体间的夹角，可以较快地由0°增至45°；对于坚硬岩石由于推土阻力较大，翅板应缓慢地逐次张开。主翅板的下放深度及其与水平面的夹角也相应地调整，以避

免推土时的阻力过大，并要尽量增大每次移道距离；

5）推土前最后一次的排弃物应选择大块少的岩石，厚度最好保持0.5米。

二、提高推土犁推排效率的途径

推土犁排土场能发挥更高的效率，应从下面主要四方面加以研究。

（一）合理选用设备

设备合理的选择对排土效率影响很大，其重要的是对自翻车及推土犁设备的选型。

1．自翻车型号的选择

高效率排土在很大程度上与所采用自翻车的构造有关。它决定了土、岩的块度及卸土的方法。

我国露天煤矿使用自翻车有两种型号，其技术性能见表8所示。

我国露天煤矿采用自翻车技术特征　　表 8

制造厂	车型	自重 吨	载重 吨	钩舌内侧距离 米	高度 米	宽度 米	容积 米
大连工矿车辆厂制60吨自翻车	□$_1$	37	60	14.62	2.58	3.21	32.3
苏联加里宁工厂制50吨自翻车	□$_{50}$	31.2	50	11.92	2.56	3.23	22.6

制造厂	轴数	地板面至轨面高，米	车钩中心高毫米	车底架长米	车箱规格，米		
					长	宽	高
大连工矿车辆厂制60吨自翻车	4	1.66	880	13.4	12.4	2.92	0.92
苏联加里宁工厂制50吨自翻车	4	1.665	880	11.0	9.75	2.96	0.90

自翻车构造不同而影响排土效率的因素有三：（1）车帮开闭构造；（2）车辆重心；（3）翻车风动系统装置。

2. 推土犁型号的选择（表9）

推土犁分类表　　表9

分类方法	型式
犁刀形状	1. 弯形犁刀 2. 平形犁刀
推土方向	1. 单向 2. 双向
大犁刀数目	1. 两个（每边一个） 2. 四个（每边两个）
重量	1. 轻型（轻于60吨） 2. 重型
操纵传动装置	1. 手动 2. 风动 3. 电动
行车装置	1. 自动 2. 非自动

推土犁的选择应该考虑排弃物的性质及坡度方能提高排土效率。

从犁刀形状看，大连型为平形犁刀，适用于推硬岩石，而3B型的犁刀为弯形，适用于推软岩石，并且能增加推土容积。

3B型推土犁由于其主翅呈三角形，故可双向推土。大连型为单向推土。由于双向推土比单向推土减少一次空走行程，因此缩短了推土时间。

推土犁的重量轻于50吨，适于推软岩石，若用于推硬岩石则效率较低。

我国露天煤矿采用推土犁技术性能列于表10。

我国露天煤矿采用的推土犁技术性能表 **表 10**

型号		МОП-1	3B	大连
大翅板长度，	米	7.2	7.5	7.2
机体总长度，	米	16.32	(不包移道器) 25.6	15.7
机体高度，	米	5.06	3.4	4.35
机体最大宽度，	米	3.1	3.1	3.68
大翅展开最大角度，	度	45	30	47
工作气压，	公斤/厘米^2	6～7	6～7	6～8
工作时走行速度，	公里/小时	6～10	8～10	10
机体重量，	吨	60	103	88.4
犁板结构		双侧	单侧	双侧
推土方向		单向	双向	单向

（二）合理的卸车方法

采用整列车或单个车翻车时，应根据自翻车翻车风动系统的结构及排土线线路条件而决定。使用苏式自翻车在移道后未推土前只能逐车翻土，当排土线已推土一次或两次后方可几个车或整排车一齐翻，若坡肩上积土很多时，则须逐车或二、三个车同时翻。

采用大连自翻车则只能逐车翻车。

（三）减少排土线的非生产时间

加强工程计划不要使移道赶堆，当两条排土线均快到移道时要有计划地配车翻土，使两条道不要同一天移道。

从准备移道（推路基、翻好路基用砂等）、移道及捣固

整修应做到有机的配合，使移道时间压缩到最少。

此外提高线路质量减少线路事故也是减少非生产时间的重要因素。

第三节 电 铲 转 排

一、概 况

电铲转排方法于1955年在海州露天煤矿应用。目前已经有较多的大型露天矿采用电铲转排方法。尤其是当被排弃岩石的力学性质较差，南方多雨地区，为保证排土台阶的稳定和改善运输条件，不少露天矿已把推土犁更改为电铲转排方法，取得了良好效果。

二、电铲转排工艺

电铲转排工艺包括下列四个工序：（1）电铲倒填工作平台；（2）列车翻土及扫车底；（3）电铲转排；（4）线路移设（详见第三章）

（一）电铲倒填工作平台

1. 工作平台的初始平面位置

根据转排方式决定电铲初次站立工作平台的平面位置。而转排方式可分下列两种：

1）前进式转排：电铲由入口向路端方向进行。其优点是线路较稳定，下沉量少，但移道工作不能与电铲转排同时进行。

2）后退式转排：由排土线端点往入口方向排土。其优点是移道与转排工作可同时进行，但线路维护困难，安全性较差，雨季更甚。

因此，当转排方式是前进式时，则工作平台应位于进入排土线处，如为后退式则位在路端。

2、工作平盘的标高

排土线是平排还是涨道排土方式而决定工作平台的标高。

1）电铲在涨道排土线上的位置（图17）。

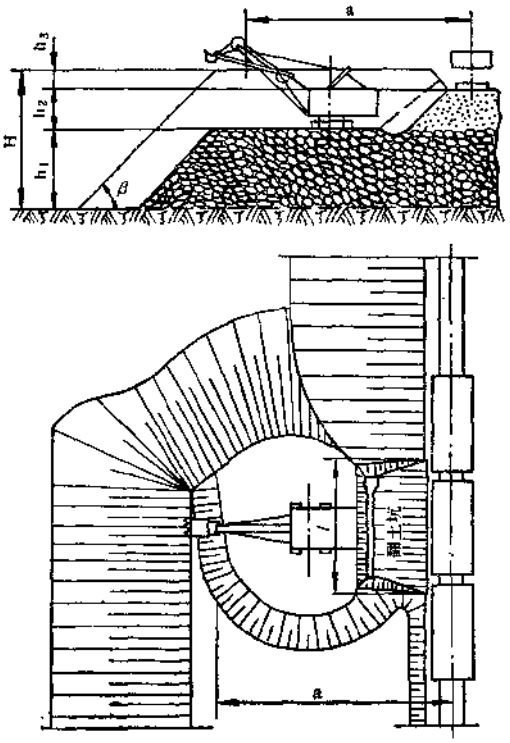


图 17　电铲转排

当排土线需要涨道时，则电铲站立在工作平台上的标高，比原排土标高低h_2。由图17可见：

$$h_2 + h_3 = kh_p \qquad (2)$$

或

$$h_2 = kh_p - h_3 \qquad (3)$$

式中 h_2——工作平台至原排土线间的高度，米；

k——利用系数，一般k = 0.9～0.95；

h_p——电铲最大卸载高度，米；

h_3——涨道的高度，米。

采用WK-4型电铲时，则h_p = 6.66米，k取0.9，h_3 = 3米时，则代入（3）式得h_2 = 3米。

2）电铲在平排的排土线上的位置

在平排的排土线，仅需考虑新排土线的预留下沉量Δh_3（图17中h_3为Δh_3代替）而确定工作平台的标高。

$$\Delta h_3 = (k-1)(h_1 + h_2) \qquad (4)$$

式中 h_1——排土台阶下半段的高度，米；

k——堆排剥离物的沉降系数（见表11）。

堆排剥离物的沉降系数　　表 11

季　节	夏　季	冬　季
砂 粘 土	1.06～1.10	1.10～1.20
砂、页岩混排	1.03～1.06	1.06～1.10

排土台阶下半段高度h_1在平地上转排时，则视被排弃的土、岩的稳定性而不同，如为软岩石，则h_1 = 10～15米，如为坚硬岩石则可扩大到20～30米。在斜坡上排土时，则h_1视斜坡倾斜度、电铲卸载半径及排弃物的自然安息角而变化。

在填筑工作平台时，如剥离物是松软岩石，或排土场原

有地面不良（地势较陡或排水不良时）易于滑落，则应先由工作平台上电铲的侧面方向，用扇形推进，以前进式转排填筑工作平台。

（二）列车翻土及扫车

1．翻土地点

列车在电铲排土线翻车，每台自翻车按次序固定在翻土坑上翻车，翻土坑随着电铲移动而迁移。

2．翻土坑的规格

1）翻土坑的深度

翻土坑深，则填筑台阶上半部时，电铲倒堆时间长，如翻土坑浅其容积变小则电铲满斗率低，因而延长列车等候翻车的时间。

电铲勺斗满斗系数与翻土坑深度的关系见表12。

电铲勺斗满斗系数 表 12

翻土坑深度，米	电铲勺斗满斗系数
5～5.5	0.8～1.0
3～5.0	0.8～0.9
2.5～3.0	0.7～0.8

为了增加翻土坑容量及避免岩石翻落时滚打电铲翻板，故翻土坑在电铲站立水平以下挖成一个沟（图17），沟深为1～2米，宽为3～4米，长与翻土坑下部长度相同。

2）翻土坑长度

翻土坑长度过长时不仅缩小了排土宽度，而且不稳定，因此一般坑的长度不大于两倍自翻车长度，而不短于一个自翻车的长度。翻土坑的长度经常采用1.2～1.5个自翻车的长度。

3）翻土坑坡面角

翻土坑坡面角由气候条件及岩石性质面决定。一般在雨季、冬季时坡面角采用50～55度，其余季节采用55～65度。

4）翻土堆倾斜角

在翻土坑内的翻土堆倾角随着翻车的次数而加大，翻土堆倾向与翻车次数关系如下式：

$$\alpha = 1.5n + 24 \qquad (5)$$

式中 α——翻土堆松散岩石的坡面倾斜角，度；

n——连续向翻土坑翻车的车数。

坡面倾角变化的原因是翻落岩石的动力冲击作用，当翻土坑内翻下的岩石愈多，则入坑速度就愈低，也就更少的产生位移。

5）翻土坑容土量

电铲排土线翻土坑容土量 表 13

电铲站立的工作平台至排土线间的高度为 5 米

翻土沟长度，米	19.5							
松散岩石的坡面倾斜角，度	30				35			
翻土坑坡面角，度	50	55	60	65	50	55	60	65
翻土坑容积，米	217	252	281	308	143	177	207	234
翻土沟长度，米	15.6							
松散岩石的坡面倾斜角，度	30				35			
翻土坑坡面角，度	50	55	60	65	50	55	60	65
翻土坑容积，米	174	202	225	246	114	142	166	187

翻土坑容土量由下列四个因素决定：（1）电铲站立的工作平台至排土线间的高度（一般采用4米³电铲时为5米）；（2）翻土沟长度（为1.2～1.5倍自翻车长度即为15.6～19.5米）；（3）松散岩石的坡面倾角（一般为30～35度）；（4）翻土坑坡面角（一般为50～65度）。可参考表13中所列的数值。

3. 电铲扫车

在采用电铲排土时，可将粘车底或冻结车底的自翻车用电铲扫车器进行扫车。在翻车完毕而车箱未复位前，电铲勺斗的铲齿套上扫车器（图18），使扫车器沿自翻车底由下向上进行铲土。

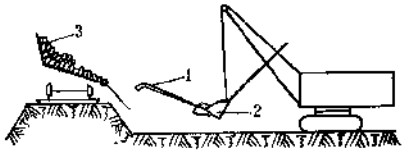


图 18 电铲扫车器工作状况

1—扫车器；2—电铲勺斗；3—自翻车

扫车器由前后两部组成，前部（图19）由铲头、架腿等组成。后部（图20）由勺斗牙套、连接板等组成，两部分用螺杆（图20）连接。

（三）电铲转排

1. 转排方式

电铲转排方式有三种：

1）一次转排

电铲排土的上、下两个台阶（电铲站立水平以上为上部

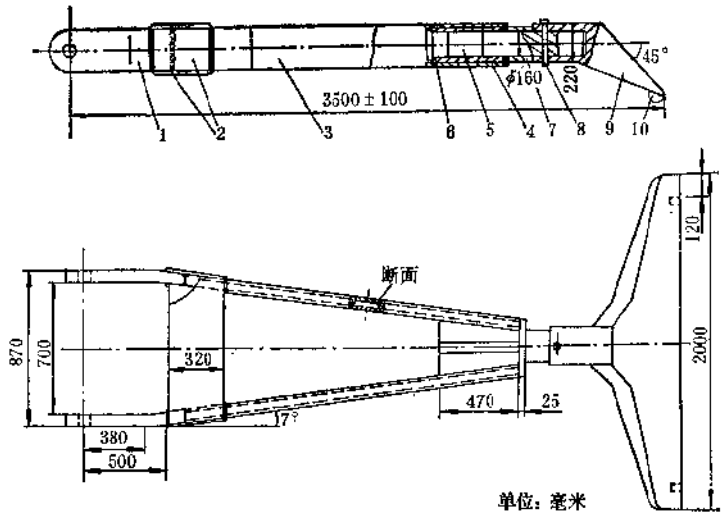


图 19 扫车器前部

1—架根；2—架固定板；3—架腿；4—固定钢板；5—心轴；6—钢套；7—小套；8—销轴；9—铲头；10—小轮

台阶，以下为下部台阶）同时堆排，一次完成全台阶的标高。电铲这种方式的转排，电缆要经常移动，不然电缆容易被排弃物埋压和砸破。

2）分层转排

先由电铲倒堆下部台阶，直至全线的终点为止，然后再堆排上部台阶。需后退式翻车，所以移道工作与电铲转排可同时进行。此方式电铲走行距离比一次转排增长一倍。分层转排下部台阶时效率较高，电铲的电缆经常在勺斗后面，因此不会被土、岩压埋。

此转排方式在堆排下部台阶时，线路不易维修，因此只有在移道设备不足时采用。

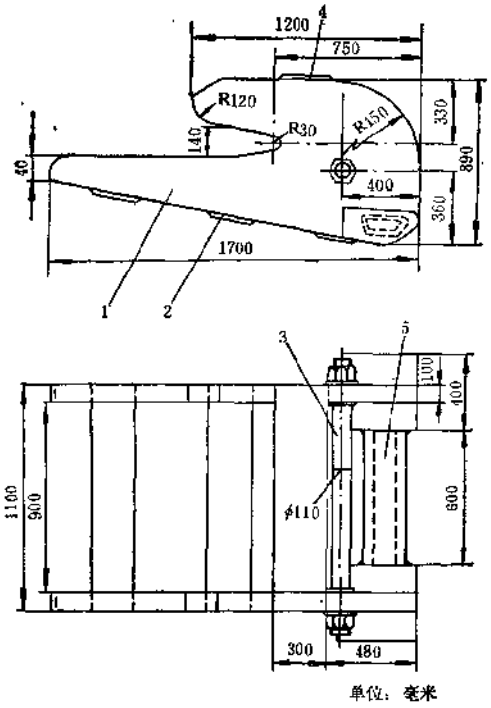


图 20　扫车器后部

1—勺斗牙套；2、4—联接板；3—螺杆；5—梯形铁

3）分层分段转排

把排土线分成50～100米为一段（一般不少于一倍半电铲的卸载半径），在每段中先堆排下部台阶，然后堆排上部台阶。此方式是消除上述两种方式的缺点，因此在生产中多采用，特别是在滑落地区更宜采用。

2．转排宽度

电铲在工作平台上的转排宽度与翻土坑的长度的关系

是：翻土坑长度愈长则转排宽度就愈窄。当采用4米³电铲时转排宽度与翻土坑长度关系列于表14中。

电铲转排宽度与翻土坑长度关系 表 14

电铲规格	采用4米³电铲时，挖掘半径为14米，倒载半径为12.4米			
翻土坑长度，米	13	15.6	19.5	26
转排宽度，米	24.8	24.0	22.4	17.8

3. 排土线横断面

为了排土线横断面保持一定的标高，则新的转排台阶比原排土线标高的超高高度可见表15。

新转排台阶的超高高度(米) 表 15

台阶高，米	15		20	
季节	夏季	冬季	夏季	冬季
砂粘土	0.9～1.5	1.5～3.0	1.2～2	2～4
砂、页岩混排	0.45～0.9	0.9～1.5	0.6～1.2	1.2～2
台阶高，米	25		30	
季节	夏季	冬季	夏季	冬季
砂粘土	1.5～2.5	2.5～5	1.8～3	3～6
砂、页岩混排	0.75～1.5	1.5～2.5	0.9～1.8	1.8～3

4. 电铲转排操作法

电铲转排操作法是交叉作业法。即当自翻车翻车时捣小面（120度以内），待自翻车翻完后在列车入换时间倒大面。同时在倒大面时也采取交叉作业，即倒一次小面后就倒大面一次。

此外，当翻土坑将要翻满时，电铲应先倒往台阶的上半段，以减少列车等电铲转排的时间。

为了提高排土效率在翻车前应做好下列工作：

1）把翻土坑内的排弃物全部倒干净；

2）利用候车时间，用电铲压实与平整工作平台，以便在倒排时电铲可随时走车而不需平整平台的工作；

3）利用候车时间，维修电铲及线路，以免在翻车及转排时发生故障。

5．电铲排土线尽头处的倒堆方法

为了使电铲排土线尽头处不致缩短，应距路端一辆自翻车的长度内开始减少排土宽度，在这段列车长度内保持有翻土坑，而电铲则走行倒堆，使列车能不断翻土。

三、设备选型及效率

主要是选择勺斗的容积，特别是列车载重量愈大，则应采用较大勺斗。如用 80 吨电车牵引的列车，则可采用 4 米^{3}电铲。如用150 吨电车牵引列车则采用 5 ～ 6 米^{3}电铲为宜。

（一）电铲效率

不同勺斗容积的电铲效率见表16。

排 土 电 铲 效 率　　表 16

勺斗容积，　米^3	2	4	6
台年效率，　万米^3	50～60	110～125	160～180

（二）电铲排土线效率

电铲排土线效率主要由三个因素决定：（1）电铲效

率；（2）线路通过能力；（3）生产组织工作。

当采用3～4立米电铲时，主要是电铲等候翻车时间较多，即线路通过能力低或生产组织工作不好等原因。

1. 提高线路通过能力的措施：

1）采用大型机车或采用双机牵引，以加大列车重量；

2）增加站线或干线以缩短列车入换距离及减少空、重列车等候入换的时间；

3）搞好线路质量以提高行车速度。

2. 搞好生产组织工作的措施：

1）因地制宜地按岩种排弃或混排；

2）排土线应有良好的通讯设备，使调度能及时了解各条排土线的情况，及时配车；

3）做好季节性工作，减少对生产的影响。

第四节 前装机转排

一、概 况

前装机有两种形式：（1）履带式；（2）轮胎式。履带式是柴油挖掘机。轮胎式是高速的装载设备，因此适合用于排土场的转排，排土宽度可按需要决定，一般可达30～50米，是一种很有发展的转排设备。

据国外资料，用斗容3～7.64米^{3}的轮胎式前装机的装载成本，比用斗容为1.9～3.82米^{3}的电铲装载时，下降18～50%，设备投资约少一半，采装工作的劳动生产率提高50～150%左右。

我国海南铁矿在高台阶排土场用前装机转排效果良好，能使排土场稳定且效率较高。

二、转 排 工 艺

转排工艺基本上与电铲转排工艺相同。但电铲在转排时基本不移动位置，但前装机装载后在排土场内走行转排。前装机的采掘及卸载半径虽比电铲小，但排土宽度大大超过电铲的排土宽度，这就是前装机能代替其他设备的主要原因。

此外，前装机不仅能与铁路运输配套使用，而且与汽车运输相配使用时，也取得很好的效果。

翻土坑长度可不受限制，并且可沿排土线翻车。

三、设备选型及效率

轮胎式前装机具有走行速度快的特点，一般均采用前装机作排土转排设备。

根据实践资料证明，前装机勺斗容积比电铲勺斗容积大42%时，则其两者的台年效率相等。确定前装机勺斗的容积则视列车载重量的大小而决定。

（一）前装机的台班效率

前装机的台班效率决定于：（1）每班的工作时间；（2）每班时间利用系数；（3）勺斗容积；（4）装载系数；（5）小时工作循环次数；（6）排弃物的松散系数。

1. 每班的工作时间

一般除了交接班、维修设备时间外，可以工作的时间为6～7小时。

2. 每班内时间利用系数

此系数包括欠车时间、设备故障处理时间及一些辅助工作的时间等，一般可取0.75～0.85。

3. 勺斗容积

勺斗额定容积按勺斗的几何尺寸计算，平装时勺斗容积等于几何容积，如满斗堆装时，一般为几何容积的1.15～1.18倍。

4. 装载系数

装载系数主要决定于装载物的块度、均匀程度和岩石性质而定。清洁干燥和块度均匀的土、岩易于装载，其系数较高。装载块度大和棱角多的岩石时，则系数较低。土、岩的装载系数见表17。

各种岩石的装载系数 **表 17**

岩石种类	装载情况	装载系数
砂、普通土	容易	1.25～1.0
砂、粘土、碎石	中等程度	1.0～0.75
硬质土、夹石	比较困难	0.75～0.65
卵石、砾石、大块石	困难	0.65～0.45

5. 工作循环次数

每小时内的工作循环次数，系以工作循环周期时间（分钟）除以60而求得。工作循环周期时间包括：（1）铲装；（2）卸车；（3）重、空车倒车；（4）重、空车运行等时间。可参考我国海南铁矿的工作循环时间（采用Z4-5B型前装机）（表18）。

6. 排弃物的初始松散系数（见第五章表42）

Z4-5B型前装机在各种条件下的台班效率列于表19中。

海南铁矿前装机工作循环周期时间　　表 18

作业情况		晴天，秒		雨天，秒	
		土	岩石	土	岩石
工作	铲装	5～9	7～13	5～9	7～13
	卸车	2	2	4	4
倒车	重车	5～7	5～7	5～7	5～7
	空车	4～6	4～6	4～6	4～6
重车运行距离，米	30	15～21	17～21	15～21	17～21
	50	26～28	28～32	25～28	28～32
	100	51～53	53～57	50～53	53～57
	120	66～69	68～69	65～68	68～69
空车运行距离，米	30	15～20	15～20	15～20	15～20
	50	23～24	23～24	22～24	22～24
	100	45～48	46～48	45～48	45～48
	120	51～55	51～55	50～55	50～55

采用Z4-5B型前装机时的台班效率　　表 19

台班工作时间＝7小时，勺斗容积＝2.7米^3，
时间利用系数＝0.75，装载系数＝0.75

季节		晴天				雨天			
土、岩类别		土		岩石		土		岩石	
运距，米		30	50	30	50	30	50	30	50
工作循环周期时间，秒	铲装	8	8	10	10	8	8	10	10
	卸车	2	2	2	2	4	4	4	4
	重车倒车	6	6	6	6	6	6	6	6
	空车倒车	5	5	5	5	5	5	5	5
	重车运行	18	25	20	30	20	27	21	32
	空车运行	18	24	19	28	19	25	20	30
	合计	57	70	62	81	62	75	66	87
台班效率，米^3/台班		516	421	475	363	475	393	446	338

（二）前装机台年效率

各型号国产前装机的台年效率列于表20。

表 20

型号 / 斗容积米³ / 运距，米	Z4-1.2 0.5	Z4-1.7 1.0	Z2-3.5 1.5	Z4-3.5 1.7	Z4-5 2.7
20	4.5～5.5	9～11	14～17	15～20	25～30
40	3～4	7～9	10～13	12～15	18～23
60	2.5～3.5	5～7	8～10	9～12	14～18
80	2～3	4～6	7～9	8～10	12～15
100	2～2.5	3～5	6～7	7～9	10～13

四、前装机主要性能

1．国产前装机的型号标记

按现在通用的标准，表明前装机型号标记的第一个字母为Z，是代表装载机。Z后面第一个数字，是代表行走机构和传动系统的类型。数字1表示履带行走机构、机械传动；2表示履带行走、液压机械传动；3表示轮胎行走、机械传动；4表示轮胎行走、液压机械传动。Z后面的第二和第三两个数字，则代表载重量。在第一和第二数目字之间，加上一个“—”线符号。如Z4-5B型前装机，4字代表液压机械传动系统的轮胎式装载机，5字代表其载重量为5吨。

2．国产前装机主要技术性能（表21）。

国产前装机主要技术性能表　　表 21

型　　号	Z450 (Z4J-5)	Z4-5 (Z4J-5)	Z440 (Z4J-4)	Z2-120 (Z1-3.5)
行走及卸载方式	轮胎式前卸	轮胎式前卸	轮胎式前卸	履带式前卸
载重量，吨	5	5	4	3.5
额定斗容，米³	3.0	2.7	2	1.5
卸载高度，米	2.85	2.85	2.6	2.7
行走速度，公里/小时	0～32	0～35	0～34	2.6～10.4
爬坡度，度	30	25	25	30
额定功率，马力	220	210	135	140
外形尺寸，米　长度	6.76	6.91	6.40	5.70
宽度	2.85	2.78	2.60	2.50
高度	2.70	2.81	2.48	3.00
自重，吨	16	16.6	11.5	18.4

注：“J”—铰接式前装机。

五、工作面规格（图21）

前装机工作平台的宽度可由下式求得。

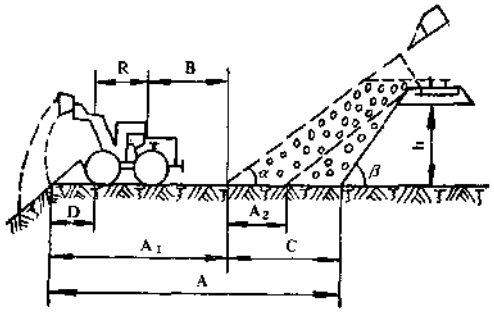


图 21　前装机转排

$$A = A_1 + C \qquad (6)$$

式中 A——工作平台的宽度，米；

A_1——前装机作业时的最小宽度，米。而A_1为

$$A_1 = B + R + b$$

B——前装机齿尖至后轮轴的长度，（特殊困难时可取半数），米；

R——前装机回转半径，米；

b——安全土垛宽度（一般不少于2米）；

C——待排弃体的底部宽度，米。

采用Z4-5B型前装机时的平台宽度列于下表22内。

Z4-5B型前装机需要工作平台宽度　　表 22

卸车平台的顶面宽度，米	2							
排弃岩石的安息角，度	30				35			
排土线极限坡面角，度	50		55		50		55	
前装机转排高度，米	6	8	6	8	6	8	6	8
待排弃体的底部宽度，米	7.4	9.1	8.2	10.	5.5	6.7	6.4	7.8
前装机作业时最小宽度，米	（B为5.4米，R为5米，b为2米） 13.4							
工作平台的宽度，米	21	23	22	24	19	20	20	21

第三章　排土线建设、移设及维护

第一节　排土线初始路基的建设

排土线从建设路基为开始，初始路基应高出排土场原地面1米以上。选择外部排土场时，必须考虑到地形，因为把排土场布置在适宜的地点上，则大大减少修筑路堤的工程量。

一、利用地形修筑排土线

在山坡或山谷坡上修筑排土线，施工比较简单，仅需沿山坡边缘开挖一单侧路堑（图22），能够铺设线路就可以。择定线路时应避免有大的上、下坡及弯道，以免给列车起动和运行造成困难。在排土线发展中排土线逐渐涨道，以达到要求的高度。

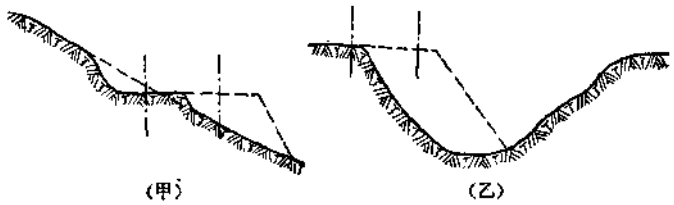


图 22　利用地形修筑排土线图

（甲）山坡线；（乙）山谷坡线

在山坡修筑路基时，经常遇到被雨水冲刷的天然沟，为保持路基的稳定，应在天然沟内填筑透水性的岩石块，或垒

砌透水石垄，以保证排土线底部不积水，疏干良好。实践证明排土场滑落的地段往往是在天然沟的地方。

（一）电铲排土线的修建

电铲排土则可直接利用电铲作排土线的初始路基。施工方法如(图23)，先用电铲挖出单线路基，这部分岩、土可向斜坡下方倒运，以节省大量运输费用。然后在此路基上铺设铁路，同时在路基下1.5～2.5米处挖出电铲站立的工作平台。修工作平台时同样以倒运方式向坡下倒卸土、岩。最后电铲站在工作平台，由自翻车从铁路上卸下来的土、岩以电铲涨道方法进行转排，经多次涨道，一直达到排土线设计标高。

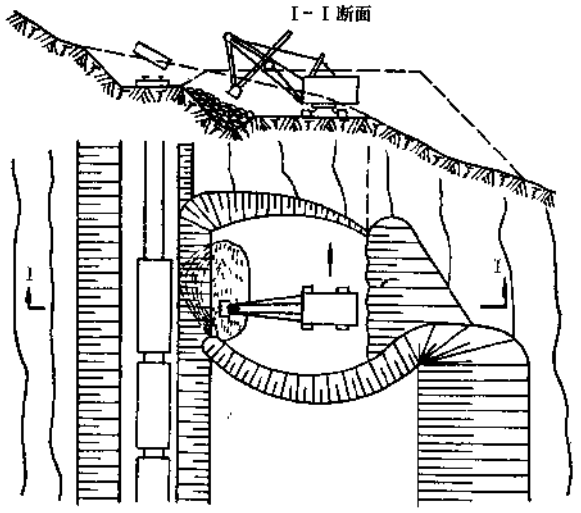


图 23　电铲在山坡上修排土线

由于地形条件限制，常遇到线路要跨越沟谷，为了避免初始修建高路堤或修建桥涵等永久性构筑物，而花费过多的

投资。除了采用电铲、前装机等灵活的转排设备可自行装、卸、填筑路堤跨过沟谷以外，还可采用先修筑局部排土线，加宽堆弃带，移动线路将岩石逐步填平沟谷后，再贯通排土线至预定位置（图24）。

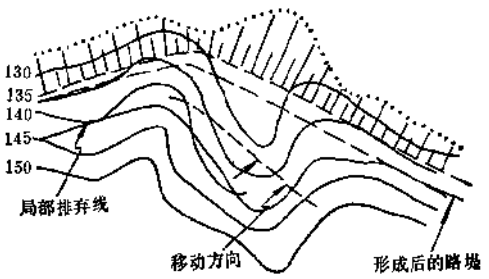


图 24　跨沟谷修建排土线

（二）汽车排土线的修建

前进式排土，一般沿开采水平开挖半堤半堑，离开开采边界修建30～50米长的路基即可开始工作，随排土的发展而逐步向外扩伸；如采用后退式排土时则需修建较长的路基。

1．汽车排土线的扩展

汽车运输时卸载地点灵活，先垂直山坡扩展（图25），

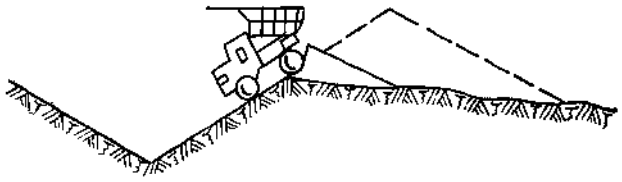


图 25　汽车排土线的扩展

堆置高度的增加则排土收容能力增大，等扩展到一定宽度后再平行山坡往前延伸或后退。

2. 汽车排土线初始路堤的宽度

初始路堤的宽度应满足汽车的会让和转向调头，它又与汽车的型号有关，一般形成正常生产时的宽度不少于40米。

二、在平地上修筑排土线

在平地上修筑排土线比在山坡上复杂，需要分层堆垒及逐步抬高。

（一）在平地上用电铲修筑排土线

1. 取土坑取土堆垒方法（图26，甲）

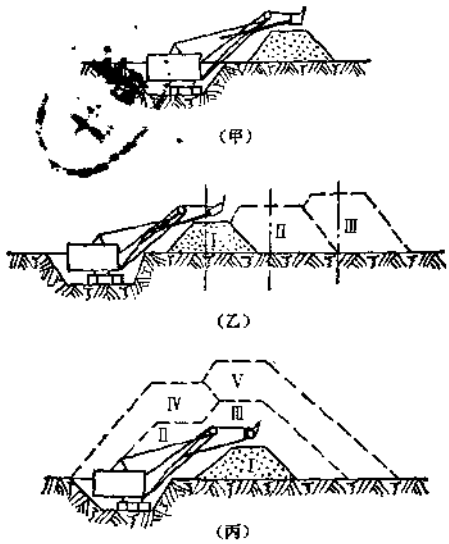


图 26　用电铲修筑排土线

（甲）电铲自取土坑取土，（乙）顺序分层堆垒，
（丙）交叉分层堆垒

电铲最先在平地上向下挖1.5～2米深的槽坑，其长度与准备铺设排土线的长度相同。电铲由取土坑挖土，向修筑路基的方向堆筑路基，然后在路基上铺设排土线路。自翻车在排土线路上将土、岩向取土坑翻车，由电铲涨道，一次可筑成3米高的路基。

2．顺序分层堆垒排土线（图26，乙）

宽度不受限制的地区可采用顺序分层堆垒法修筑路基。堆垒一层可涨高2.5～3.5米，涨道至设计标高为止。

3．交叉分层堆垒排土线（图26，丙）

在一定宽度的条件下适合采用交叉分层堆垒法，每次可涨道2.5～3.5米，一直修至规定高度为止。

上述方法电铲第一次倒堆路基的高度仅为电铲卸载高度的一半。如用3米³电铲即可修筑3米高的路基。如需要倒筑3～7米的路堤，则可在路堤两侧用电铲挖坑堆垒如图27所示。

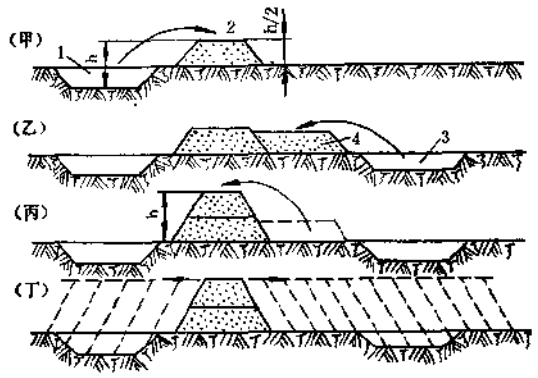


图 27　路堤两侧用电铲挖坑堆筑路基

（二）吊斗铲修筑排土线

根据表土的厚度决定吊斗铲修筑排土线时站立的位置（图28）。

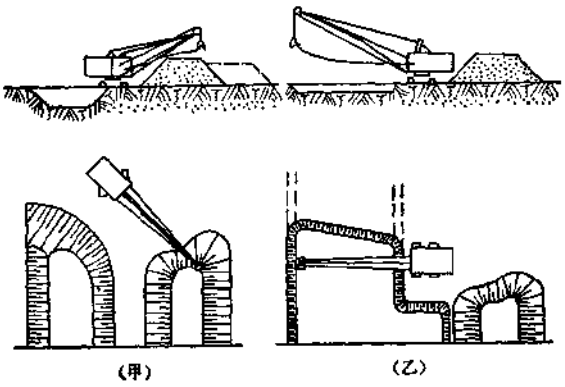


图 28　吊斗铲修筑排土线
（甲）表土较厚时；（乙）表土较薄时

吊斗铲修筑排土线路基的优点是不须用任何运输设备，以较快的速度建成路基，高度根据采用吊斗铲的卸载高度而定。缺点是在挖软岩石时也需爆炸松动。

（三）推土机修筑排土线

推土机修筑排土线可在路基两侧取土堆路堤，逐步达到设计标高为止。一般用推土机修筑路堤的高度以不超过5米为宜(图29)。

（四）前装机修筑排土线

填筑路基取土、岩较远，最适宜采用前装机，因为他可作装、运、卸三个环节的工作(图30)。

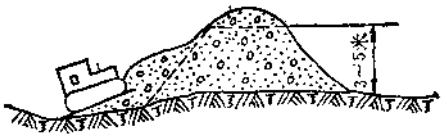


图 29　推土机筑路堤

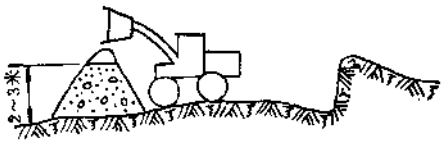


图 30　前装机筑路堤

第二节　线路涨道及移设

一、线　路　涨　道

（一）线路涨道

为充分利用空间，减少排土占用面积或扩大排土场容量，排土场需要逐步升高，因此排土线也要逐步上涨。

1、人工涨道（图31，甲）

在原排土线两侧或一侧翻土作为涨道用土，每次涨道高度为0.3～0.5米，涨道工效率为 3～5 米^3/工。

2. 电铲涨道

每次涨道时铁路移设位置不同而分为三种形式：（1）左右分层涨道（图31，乙）；（2）折返式涨道（图31，丙），

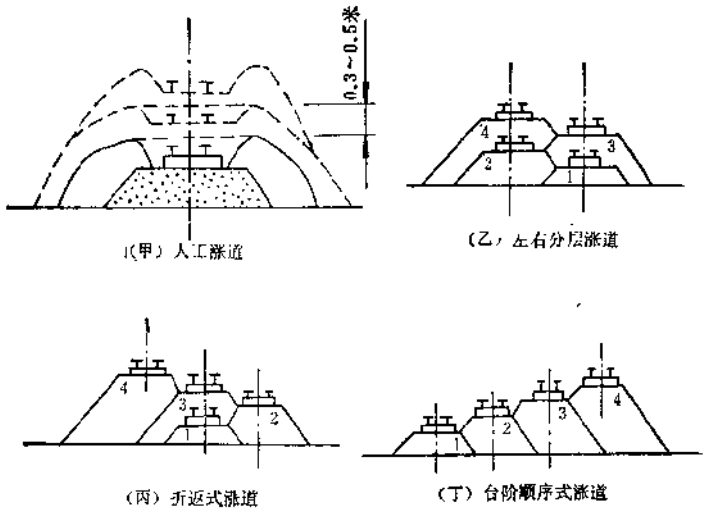


图 31 线路涨道

（3）台阶顺序式涨道（图31，丁）。

当初始线路形成后可在两侧排土时采用（图，乙）及（图，丙）的形式。如在初始线路仅能一侧排土时则采用（图，丁）的形式。

每次涨道的高度决定电铲的最大卸载高度。

（二）公路的升段及降段

为配合采掘场生产水平标高的下降，或充分利用场地，排土场公路需要升段或降段。

1．升段

公路坡度较缓，且排土场分台阶排土时，一般利用汽车爬坡逐层堆高。

2．降段

山坡露天矿地形受段高的限制，或因开采水平的要求而

需分层降段，而汽车则为下坡运行。

二、半干线及移动线的移设

（一）推土犁排土线的移设

1．移道方式

推土犁排土线由于移道步距小，多采用间断式移道机移道，但也有采用吊车移道方式。移道机移道的缺点是钢轨易出死弯、枕木损坏大、轨距难保持，其优点是移道工序简单、所需的人员少、无需其他设备配合。移道量大时可采用二台移道机配合工作。

2．移道机技术性能（表23）

KY-26-1型移道机技术性能表　　表 23

提升力，吨	牙条提升速度，米/秒		一次移道距离，米	走行速度，公里/小时	发动机型号	外形尺寸，米			自重，吨
	重载	空载				长	宽	高	
26	0.06	0.20	0.7	0.75～59	解放CA-10	5.20	2.36	2.75	6

3．移道机移道工作

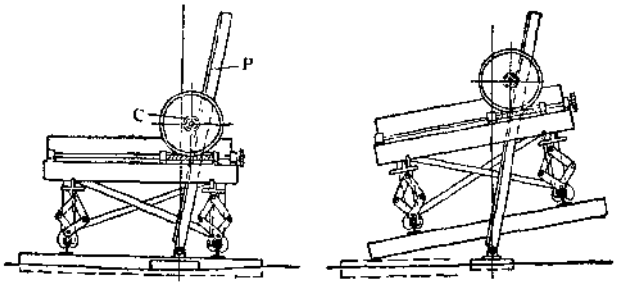
KY-26-1型移道机是装设在准轨运行台车上的构架，构架上装有牙条提升机械，此机械保证轨道能提升及作水平横向移设。

移道机移道工序如下：

1）移道机开到移道地点后，放下抓轨器抓住两根钢轨头部，放下提升牙条，牙条放下时与垂直线成一定角度，并倾向于移道方向的一侧（图32，（甲）。

2）开动提升装置使轨道与移道机一齐以提升牙条为支

撑，在移路的一侧向上提升（图32，（乙）。



（甲）　　（乙）

图 32　移道机移道情况

3）移道机下降时，轨道在路基上移设一个步距 解 开抓轨器移道机走行到下一移道轨节。如此重复，直到全线移动一个步距。以后再按同样工序移动第二个移道步距直至达到需要的移道宽度。

4．移道后线路工作标准

1）移道后工程标准

（1）移道后须翻砂并垫高0.5米；

（2）移道后线路中心距台阶坡顶线为1.6米；

（3）试运后超高标准：土掌子为80～100毫米；岩石掌子为60～80毫米。

2）试运注意事项

（1）在线路入口处设专人给列车试运信号；

（2）试运车到入口处需一停再开，列 车 以推进方式进入排土线，行车速度不超过5 公里/小时；

（3）试运时发现线路下沉，即向 线 路入口处退车，等待线路整修后再继续试运；

（4）雨天下沉严重时，需在晴天后再试运；

（5）在试运中，不准有反超高，整修达标准后再试运。

5．移道机台班效率

$$A = \frac{480 \cdot K \cdot l \cdot d}{S} \qquad (7)$$

式中 A——移道机每班效率，米/班；

K——每班工作小时利用系数(一般K＝0.6～0.75)；

l——移道机前后两次移道地点的距离，（一般为一节钢轨的长度），米；

d——一次移道步距，米；

S——移道距离，米。

当采用KY-26-1型移道机移道时，l＝12.5米，d＝0.7米，在不同的每班工作小时利用系数及移道距离时，移道机台班效率列于表24中。

KY-26-1型移道机台班效率表　　表 24

K值	0.6				0.75			
移道距离，米	2.8	3.2	3.5	3.9	2.8	3.2	3.5	3.9
台班效率，米/班	900	788	720	646	1125	984	900	808

（二）电铲排土线及半固定线移设

1．吊车移道

吊车工作时移动的方向划分为两类：（1）后退式移道；（2）前进式移道。

1）后退式移道

吊车站立在拆除线路上而逐节后退，将钢轨逐节吊放在新线位置，因为吊放整轨节至新位置时总在吊车的相对位置。所以用此法移道一次便缩短一节钢轨的长度。

此法移道距离不大于吊车的吊距，如采用15吨铁路吊车时，移道距离不大于13米。因此单独采用此法不适用电铲排土线的移设。

后退式移道是从线路的端点向起点移道，所以由于移道而完全影响电铲排土工作。此法的优点是效率较高，每班可移道600～1000米。

2）前进式移道

在吊车移道前在入口处的顺撬部分用人工拨道至新线的位置上，并且加铺一节钢轨后方开始由吊车站在此新加铺的轨节上，而将对称位置的轨节吊至新线路基上。同样方法继续前进直至移完为止。

此法移道距离与上法相同。但每移道一次可加长一轨节的长度。

前进式移道法只需移道达一倍多列车长度后便可进行排土工作，因此移道时对电铲工作影响时间较短。

2. 两次移道法

移道距离大于吊车的吊距时，移道距离为20～24米时，则需分两次移道。

首先吊车站在被移动线路上，以后退式移道，但各轨节并不连接上，待全线已拆散后，吊车再以前进式移道法将各轨节吊至预定路基上，然后逐节连上。

此移道法的移道距离为吊车吊距的两倍，最适合于电铲排土线移道。

3. 吊车铺道

为了延长线路的长度，可用吊车拖挂装有轨节的平板车1～2辆到现场铺道。可有两种方法：①前进式铺道；②旁铺法。

1）前进式铺道

吊车拖带有轨节的滑轮平板车进入需接道的线路上，与前进式移道法相同，吊平板车上的轨节进行铺道。

2）旁铺法

吊车站在需铺道线路的侧线上，而由平板车上的轨节用前进式或后退式进行铺道。因为吊车站在旧线路上向新线路路基上铺道，所以比较安全并且铺道效率较高。

4. 15吨轨道吊车技术性能（表25）

Z203型15吨轨道吊车技术性能表 **表 25**

最大起重量，吨	大架子长度，米	吊钩幅度，米	的起重量最大吊距时，吨	吊钩提升高度，米	自行走东速度，公里/时	列车推行最大速度，公里/时	锅炉工作压力，公斤/厘米	最小走行半径，米	工作重量，吨	外形尺寸，米		
										长	宽	高
15	13	4.5～14.6	3	10.9	5.6	70	10	150	71	7.78	3.10	5.30

5. 吊车移、铺拆道劳动组织及效率（表26）

6. 排土平盘半干线移设时应注意的事项

1）移设距离一般为150～250米，即应保持排土平盘2年的推进度；

2）填补道头三角坑，使干线减少反向曲线部分；

3）移设前要对段高、坡度、曲线、岔道及各排土线的

吊车移、铺、拆道劳动组织及效率表　　表 26

项目	方法	方式	工作条件及优缺点	小班劳动定员	每轨节需工作时间分钟	包括固、整修每轨节需劳动量，工时/节
移道	吊车	前进	工作速度慢，不需接短轨，但在移道前需用人工铺2～3节道	火车……4人 吊车……2人 线路……8人	8～12	3
		后退	工作速度快，有时要接短轨，每班可移道800～1000米	火车……4人 吊车……2人 线路……20人	5～8	3
	人力			线路……35人	6～10	6～8
铺道	吊车	前进	最常用的铺道方法	火车……4人 吊车……2人 线路……6人	6～15	2
		旁铺	工作速度快	同　上	6～10	2
拆道	吊车	后退	与后退移道方式相同，但将轨节装到平板车上	火车……4人 吊车……2人 线路……6人	6～10	2
		旁拆	与旁铺条件相同	同　上	6～10	2

有效长度作适当调整；

4）半干线移设施工期间，最好选择在雨季及冬季以外的时期，既可节省劳动力加快进度，又可较安全地施工；

5）分段拆铺以减少对生产的影响。

第三节　排土场线路维修

一、排土场线路分类

排土场线路分为两大类，即半固定线及移动线路。半固

定线路包括平盘半干线及排土半干线。移动线即排土线路。

平盘半干线一般每2～3年移动一次，排土半干线每3～6个月移动一次，移动线如推土犁线几天移动一次，电铲排土线几个月到一年移动一次。

二、半固定线维修工作

日常维修工作包括：（1）计划维修；（2）紧急补修；（3）重点整治病害；（4）季节性工作等。

（一）计划维修

计划维修应包括以下基本内容：

1）根据线路状态，适当起道，加强接头，全面捣固；

2）改道、拨道，矫直硬弯钢轨，经常整治接头病害；

3）调整轨缝，整修、更换和补充防爬设备，锁定线路；

4）更换和修理轨枕；

5）整修、更换和补充连接零件，给螺栓、扣件和鱼尾板涂油；

6）全面整治曲线和道岔。

（二）紧急补修

线路上经常出现少量的、局部的空间位移和磨耗，需及时修复，其内容如下：

1）更换重伤钢轨及其连结零件；

2）改正超过允许限度的轨距；

3）消灭三角坑。

（三）重点整治病害

研究线路发生病害的原因，不等病害发生或发展进行必要的预防工作。

（四）季节性工作

排土场工作的好坏在很大程度上决定于做好线路季节性工作。

1. 解冻前的准备工作

1）根据线路的路基情况提前翻好涨道使用的砂子；

2）涨道方法是在解冻初期先填小坑，把路基处理一致。待完全解冻后再行开始填大坑，这样可以减少抬道次数，并可减少钢轨爬行；

3）在涨道期间，要放好枕木，紧好防爬器和螺丝、钉紧浮起的道钉和埋好道床；

4）调整轨距、水平、轨缝、抽换枕木、调整轨距拉杆、紧螺丝等；

2. 结冻前的准备工作

1）调整好线路水平，特别是曲线和道岔起点进行重点抬道，并埋好道床；

2）调整好线路方向，以免结冻后不能移道，而造成方向不良。特别是曲线地点更需要移好道，以减少钢轨磨耗；

3）重点调好钢轨轨缝，以免冬季钢轨收缩而造成轨缝过大而挣断螺丝；

4）入冬前应将侧沟、排水沟修整好，以利排水而防止冻害；

5）为了使防爬器在冬季锁定线路，在秋季开始将防爬器所在钢轨底部的道床挖开，在防爬器加力板的附近，将道碴挖成小坑，使防爬器与道碴离开，以免冻结在一起。

3. 防雨工作

1）进行一次全面维修；

2）经常做好疏水工作，半干线做好挡水墙，排水沟等，降雨时要及时排水；

3）在线路旁准备好砂子，以便雨期涨道用；

4）在二年以上的老路基要挖好道木头处的路床，重新埋好砂子，以防枕木盒存水；

5）线路两侧深坑地点翻好砂子，以防路基两侧有水。并设好排水槽和截水沟，以保证路基不被水浸。

三、排土线维修工作

排土线维修工作是保证排土任务完成的主要关键，特别是雨季线路的维护更为重要，由于路基松软最易下沉及引起线路变形，再加上雨水浸蚀，往往造成线路不能进车严重的影响生产。

（一）雨季前准备工作

1）在雨季不需移动的电铲排土线要进行一次全面维修；

2）移道前用优质砂岩或硬岩石作路基；

3）经常保持线路上部建筑的标准及质量；

4）做好疏水工作，排土线内作好挡水墙，排水沟等；

5）捣固一律使用砂岩、砂砾岩等透水而坚硬的材料，不得用土或页岩等不透水材料，以防止线路积水和泥泞。

（二）雨季工作

1）疏通所有水沟，遇有积水及时排除；

2）准备好砂子以便下沉时抬道使用；

3）按标准保持超高高度及曲线半径圆顺；

4）调整轨距，补足枕木数量；

5）电铲排土线在翻土坑20～25米地段，因翻车时受到冲击负荷，必须加强维护。

第四章　排土安全技术

第一节　排土场的稳定

一、排土场滑坡的类型

排土场的滑坡可分为两种类型：

（一）排弃的岩石形成的滑坡

在干燥状态下，大部分岩石、砂土都可以保持相对稳定。但在雨后含水的情况下，含粘土多的排弃物的稳定性就大大降低，因此有的地方发生滑坡。

（二）基底土壤软弱形成的滑坡

基底是含饱和水的第四纪层，往往有地下水或地表水流过，使基底土层沼泽化。排土时，基底土承载不了排弃物的压力而被挤出，排土段坡脚可出现一、二米高的隆起带。随着排土段的前进，隆起带也向前扩展直到超过沼泽化地段之后才停止。

二、滑坡形成的条件

1）一般滑坡都发生在最底一层的排土段。滑坡处的基底是饱和水的第四纪层；

2）滑坡发生的时期大部分在解冻后、雨季和雨季后一、两个月。地表水渗入而增加排弃物的重量及降低排弃物的内摩擦系数；

3）滑坡如沿人为的弱面滑动的时，这层弱面是由于推

土犁排土线排上一层煤末或移道前堆道床时，在坡面上撒上一层较碎的土末而形成的；

4）排土线台阶高度与排弃土、岩的性质不适应，常常是采用过高的台阶而发生滑落；

5）排土场建在斜坡和丘陵地带，而且地形高差很大。

三、排土场稳定的措施

1）在修筑排土线前，应把排土场基底上有饱和水粘土、淤泥等清除掉；

2）平地或缓坡排土场对于厚度大于一米的耕植土、软弱层采用棋盘式或梅花式的麻面爆破，使之形成凹凸不平的麻面抗滑层；

3）在山坡或丘陵地带排土时，应在排土场外围设截水沟。一般距排土场稳定的坡脚或坡顶5～10米处拦截和导出山坡雨水；

4）山坡排土场要将原山坡修成2～3米宽的台阶状，以增加稳定性；

5）在平坦地区的排土场最底下的一层要排弃坚硬岩石块，以利渗透下去的雨水能即时排除；

6）当排土场截断河流、沟、谷、水塘、沼泽时，要预先筑块石堆成的渗堤，使水能渗过排出；

7）具有小量常流水的排土场，可作暗沟、盲沟等人工构筑物导出水流；

8）电铲或前装机转排可不发生人工弱而，并且电铲向外倒土可超前压住排土线的坡脚；

9）排土台阶高度要与所排弃土、岩的性质相适应。如排硬岩石可采用高台阶，排土或软岩石则采用低台阶；

10）排土场范围内可设横向排水沟，平盘半干线设侧沟等排水设备将水引出场外；

11）排土场的顶面应作成由边坡向内的坡度，防止雨水向外冲刷新排卸的排土边坡。

第二节　排土场泥石流

排土场泥石流是在露天矿范围内，由于剥离物堆排不当而引起的。例如美国阿巴契亚矿区的露天采场，沿等高线剥离表土，形成了矸石墙，把整个山都围了起来，以致水无路可通，于1972年2月16日，在西弗吉尼亚州布法罗山谷发生了一起严重排土场滑坡事故，一场大暴雨冲决了矸石墙，十七万米^{3}排弃物和五十万米^{3}的水，以5.8米/秒的速度奔泻二十七公里，造成116人死亡，546间房屋和千辆汽车被毁，四千多人无家可归。

一、泥石流的形成条件

排土场泥石流的形成条件主要有三条：

1）具有陡峻的山坡地形和沟谷地带；

2）在上述地带排弃大量剥离物；

3）排水设备不良，使雨水渗入排土场并汇集沟谷。

二、排土场泥石流的预防措施

1）选择排土场场址时，要综合考虑场地的地形、地质条件：

（1）宜在上游汇水面积较少，或便于拦截且纵坡不陡的山坡沟谷。

（2）排土场最好不跨越大的沟谷，特别是陡峭的或有

常年流水的。

（3）排土场下方的一定范围内，力求避开大村庄或大量的工农业设施和交通干线。

（4）排土场址内的原生土、岩要稳定，无不良地质现象。

2）截断水源

采用截水、排水、防水等措施，使水、土分离不混，消除产生泥石流的外界条件。

3）有计划的安排土、岩堆排

（1）先用块石封闭排土场下部沟口。有条件时力求沟内排岩石，坡面排土，或陡坡排石，缓坡排土，湿地不良地段排石，于稳定地层排土。

（2）条件允许时，要尽量分台阶多层排弃，避免高台阶排土。

（3）选用有压实作用的排土机械，如推土机、电铲、前装机等在排弃过程中对排弃物进行压实。

4）保护和恢复植物层

排土场上游应保护植物层，禁止对森林树木乱砍乱伐。在土、岩排卸中分区、分段人工植树及种草等措施。

三、泥石流的治理措施

设立拦、挡、导流等人工构筑物来治理泥石流。

（一）拦、挡坝

排土场出现的泥石流一般规模较小，可用坝的库容来蓄污，污满后即行加高。坝址宜选择在排土场坡脚下侧的缓坡地段或沟谷收缩处。作拦挡坝的材料常用浆砌或干砌块石，粘土等，可以就地取材，分期修建，以后逐步扩大和加高，

则形成连续的坝体群。当排土场只有本范围内的雨水而无场外水源侵入时，采用此方法效果良好。

（二）石笼坝

石笼坝也属于挡坝的一种，施工运输简便、取材容易、造价低廉、效果良好。笼的材料有用毛竹或铁丝（8号铁丝）编织成2～4米长，直径0.5～2米的笼子。将笼子运到设坝地址，就地将石块填充于笼中，使之成一整体结构，既能透水又能拦蓄泥石流。

石笼坝一般不设基础，随淤随加高。因石笼系柔性结构，基底被冲刷或下沉时能自行下沉而堵塞，不致引起结构破坏。

石笼坝属非永久性构筑物，一般竹笼使用2～3年，铁丝笼使用7～8年，笼外框失效但整个坝体并不失效。

（三）丁坝

丁坝是多次挡导相结合的措施，当泥石流规模较大时，采取多处设坝，每次拦挡一部分，以达到扩大停污的目的，使另一部分按导引的方向排泄。这样分次拦挡加速其停污，最后完全阻挡住泥石流。有外部水源补充，泥石流活动的规模和频率较大时，最好采用此方法。

（四）铁路和公路通过泥石流的措施

运输线路尽量避开泥石流地区，当不可避免而需通过时可采取下列措施：

1）加大涵洞孔径

设计涵洞时不仅要考虑水的流量，而且要考虑泥石流的流量。

2）以桥代涵洞

以桥梁代替涵洞可增大跨度，少设桥墩，抬高净空让泥

石流能顺利通过。

3）隧道或渡槽代路堑

采用深挖隧道通过稳固坚实地层，让泥石流从隧道上面通过。或作渡槽通过，尽可能避免修建路堑。

4）将停积地段的沟底纵坡变陡，作较陡的人工铺底泄流槽，加速泥石流通过。

第三节　排土场防雨工作

一、雨季的灾害

1）在雨季山坡排土场的天然沟内积水，或雨水冲刷使排土台阶失去稳定性，列车运行及翻土时有发生片帮、滑落而造成车辆脱轨或颠覆的危险。

2）路基积水，造成路基松软、强度降低，在列车动力作用下就会使路基面变形，道床沉陷，使线路产生空吊板、暗坑以及不平顺。

3）道床积水渗入路基中，受压后陷入泥中逐渐形成水囊。

4）线路侧沟及排水沟规格不合适，沟底坡度过急等原因，使侧沟及排水沟的出口被水冲刷。

5）线路翻浆，而使道床脏污，枕木腐朽，钢轨锈蚀。

6）枕木受水浸透，材质变软，道木孔扩大面形成轨距的变化。

二、雨季灾害预防措施

1）靠山坡侧作几条水沟，以截住全部水流为止，山愈陡应设的水沟就越多；

2）用纵向渗沟来截断、引走路基下的地下水；

3）设道床横向盲沟，盲沟坡度不小于10‰，以疏导道床陷槽内积水；

4）雨季前应彻底清理外围水沟；

5）雨季前线路应普遍进行检查及整修；

6）排土平盘上的半干线在雨季前应移设完毕；

7）机电设备做好防雨防雷工作。

三、雨季中工作

1）路基经常保持砂质路基；

2）在线路入口处及每隔200米准备抢修用的砂堆；

3）列车来前及走后由专人巡线，防止脱轨；

4）排土场的平盘半干线应执行领送车制度，防止重大脱轨事故；

5）降大雨时为防止片帮，排土线上禁止停放列车及推土犁；

6）电铲在降雨中要将工作平台垫起1～1.5米，防止电铲下沉。其走行位置，必须压实；

7）雨季时电铲不做工程，最好是前进式排土。翻土坑长度以1.2倍车辆长度为宜，翻土坑坡面角采用较缓坡度。

第四节 防冻工作

冬季排土工作主要解决冻车底及防止车辆立车、扣车事故。

一、防止冻车底的措施

防止冻车底的措施：（1）撒各种松干材料；（2）洒

各种防冻液体；（3）车体加温。

（一）撒各种松干材料

自翻车装车前，在车底上撒上一层20～30毫米厚的松干材料，如炉渣、炼铁炉渣、木屑、泥炭、褐煤碎屑、石灰等。

（二）洒各种防冻液体

防冻液体一般采用石灰浆、盐水、氯化钙溶液、氯化镁溶液、炼镁槽渣溶液、石油、废油等。这些溶液的使用范围及用量见表27。

各种防冻液体使用范围及消耗量　　表 27

防冻液名称	盐　水	氯化钙	氯化镁	石　油	杂酚油
适用气温条件，℃	-10～-20	-35～-40	-34	-35～-37	-
消耗量，克/米³剥离物	80～200（盐）	0.1～0.25公斤/米²	500～700	80～120	0.3～0.5公斤/米²

防冻液喷洒能够实现机械化，并且能洒在车帮及车底上而不须停车。

1．洒盐水防止冻车底

车帮及车底洒上盐水后能防止冻结车底，纵然冻结，其冻结厚度也较薄，容易刨掉。盐水的浓度视气候不同而定如表28数值。

盐水浓度与气温关系及用盐量　　表 28

温　度 ℃	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20
盐水浓度，%	13.4	13.9	14.5	15.3	16.0	16.7	17.6	18.4	19.0	19.7	20.4
100公斤水用盐量，公斤	15.5	16.3	17	18	19	20	21.3	22.5	23.4	24.6	25.7

车底洒盐水前必须彻底清扫车底，并经常保持车底干净，如车底有粘土则会降低洒盐水的效果。

冬天剥离物在自翻车内停留时间超过1.5小时时，应使用稀氯化钙（镁）溶液，可取得较好的效果。

2．喷洒炼镁槽渣溶液防冻车底

抚顺西露天矿采用炼镁槽渣的主要成分有：氯化钠、氯化钙、氯化镁、氧化镁等，这些都是具有抗冻性能的溶质。炼镁槽渣遇水溶解，放出气体和热量，在使用中除考虑溶液抗冻能力达到要求外，还应控制溶液稠度，才能保证正常作业。炼镁槽渣溶液冰点与比重的关系见表29。

炼镁槽渣溶液冰点与比重关系　　表 29

冰　点（℃）	比　重
-8.87	1.10
-14.10	1.15
-18.30	1.20
-23.80	1.26
-28.40	1.29
-32.80	1.35
-36.60	1.38
-43.30	1.47

炼镁槽渣为固体，在使用前必须将槽渣破碎到不大于30毫米的块度。碎块放入搅拌机内，加水搅拌约30分钟便可溶解，经冷却后即可喷洒。

3．喷洒杂酚油防冻

杂酚油是炼焦副产品，是多种有机化合物的复杂混合物。杂酚油倒入铁锅加温至10℃，并经过滤去杂质方可使用。喷油量是每辆自翻车用9～12公斤。

此法防冻效果比盐水为好，但缺点是作业条件肮脏，成本较高。

（三）车体加温方法

自翻车或自卸汽车车体加温方法有：（1）热气；（2）蒸气；（3）电热；（4）废气；（5）压缩空气等。除自卸汽车采用废气的方法外，其余方法的设备复杂，成本高，因此很少采用。

二、防止车辆立车、扣车

冬季由于土、岩，特别是粘土将自翻车底及两车帮冻结，翻车时车帮不易开启，会使车辆向排土线坡面外颠覆的危险。又如翻车后，车轮定位但车帮未落严，或由于车帮缝内积土被冻结，可能发生翻土时两侧帮同时张开的散帮事故。由于剥离物冻结于车箱内，在操作时排气不及时，车箱垂直离开车体，造成立车事故。

为了避免冻结车底及立车、扣车可采用下列措施：

1）尽量减少土车、粘土车的停留时间；

2）注意扫净车底和车帮缝内的积土；

3）翻车时要注意及时排气；

4）翻车时可使安全钩吊挂车箱防止扣车事故。

第五节　线路安全技术

1）铁道线路必须铺在水平面上；

2）铁道线路局部准许最大坡度小于干线限制坡度3～5‰，此坡段长度不得大于200米；

3）排土线往路端方向须有一列长度的6‰上坡；

4）推土犁排土线向内侧翻车曲线半径不得小于200米；

5）排土线外轨至排土平盘坡顶线的距离不小于下列数值：50吨自翻车为900毫米，60吨车为1米；

当混排土、岩对上述数值应当增加25%；

6）排土线试运时，要实行专责制，防止脱轨或颠覆事故；

7）新移设的排土线，大块不准露出掌子一侧道木头。

第六节　翻车及推土安全技术

一、翻车安全技术

1）列车进入排土线作业时，必须由排土人员领车。领发车前要查点排土人员齐全后，方准领车和发车；

2）翻车时不准少于两人，翻车时两人分别在车厢两头操作，并注意观察车帮是否张嘴，避免扣车；

3）人力扫车必须使用脚蹬子，在跑风时必须呼唤应答；

4）翻车人员在列车走行时不准上下，停车时任何人不准在车底钻越，并注意车上滑下大块，以防伤人；

5）处理埋道及故障时，应显示红色信号，当司机鸣笛应答后，方可处理埋道及故障；

6）电铲排土线，如车上装有大块时要采取措施，防止大块砸电铲；

7）电铲排土线翻车时，要防止电缆砸坏；

8）翻粘土或水洗矸子车，在电铲排土线要用扫车器配合翻车，没有扫车器时要采取适当措施，以防止扣车事故的发生；

9）冬季排土不得把排弃物排弃在结冰的水坑或冰面上。

二、推土安全技术

1）推土犁的照明及安全装置必须齐全，并且灵活好用；

2）推土前必须了解线路情况，并与线路工人取得联系；

3）推土时机车司机必须听从推土犁司机的指挥，推土前扫车人员应向机车司机和推土犁司机分别介绍该线路的情况后，方可推土；

4）推土犁在电铲排土线推土时，翻土坑处不准推土，通过此坑时推土犁大翅子必须定位，并注意不要刮坏电缆；

5）推土犁在排土线上推土走行速度不应超过 8 公里/小时，空车走行的速度不应超过12公里/小时。

第七节　汽车排土场安全技术

1）排土场的排土顺序应预先进行周密安排，尽可能消灭不合理的交叉车流；

2）排土时形成的排土平盘，一般应有 $\frac{1}{100}\sim\frac{1}{200}$的向上坡度；

3）多台阶的排土场的上层与下层之间，必须留有安全台阶。安全台阶的宽度一般应等于其上一台阶的高度；

4）后卸式汽车车体应与排土平盘的坡顶线成直角才能起车厢卸载。当坡顶线处尚未形成凸起的小坎时，汽车后轮距坡顶线不小于1.5米的安全距离；

5）汽车卸载完毕，车厢已全部回落定位后，才准许让车辆行走；

6）所有汽车通道均应经常保持畅通，应有经常性的维修，并清除车道上的尖锐石块；

7）汽车排土场有效作业线的长度，最小应为最小曲线半径的四倍以上；

8）当利用山坡地形筑排土场时，必须先修筑10米宽的公路通到山坡预定的标高上，公路最大纵向坡度为6～8%，公路端须有12～15米宽的调车场地；

9）在平地或已堆完的排土场平盘上加高一个台阶时，在平地与预定增加排土台阶之间，必须利用排弃的土、岩形成一个不小于30米宽，纵向坡度为6～8%的上坡公路，才能展开排土。

第五章　排土场的规格

第一节　排土场高度及台阶高度

一、概　　说

排土场高度及台阶高度主要决定于地形、水文地质、气候、排弃物的物理力学性质（岩石成分、块度、含水率等）、采用的排土设备、运输方式、列车重量、排土场的类型等因素。

高台阶排土线适合于排弃坚硬岩石，地形高差悬殊的陡峻山岭。其优点是排土线单位长度的收容量大，移道次数少，但往往稳定性较差，下沉量大和线路维修量大等缺点。

低台阶排土线则与高台阶相反具有下沉量少，稳定性较好等优点。但线路单位长度收容量小，移道量大等缺点等。

二、排土台阶高度与被排弃岩石性质及使用的运、排设备的关系（见表30）

排土台阶高度与排弃岩石性质及采用设备关系表　表 30

运输方式	铁路运输					汽车
排土方法	人工	推土机	推土犁	电铲	前装机	推土机
坚硬岩石	40～60 (30～40)	40～50 (20～30)	20～30 (15～20)	40～50 (20～30)		≤200 —
混合岩土	30～40 (20～30)	30～40 (20～30)	15～20 (10～15)	30～40 (20～30)		≤100 —

续表

运输方式	铁路运输				汽车	
排土方法	人工	推土机	推土犁	电铲	前装机	推土机
松散硬质粘土	15～20 (12～15)	15～20 (10～15)	10～15 (10～12)	15～20 (10～15)	同汽车	15～30 (15～20)
松散软粘土	12～15 (10～12)	12～15 (10～12)	10～12 (8～10)	12～15 (10～12)		12～15 (10～12)
砂质土	—	—	7～10	10～15		—

注：括号内为地质及气候条件较差时的参考数值。

三、排土台阶高度与地形的关系

1）排土场建在山谷地带，台阶高度虽可达30～50米，但因排土线位在危险的滑落三棱体的外部而易于滑落，因此排土场总高度不变时，可将一个高台阶划分为2～3个低台阶以提高稳定性；

2）在平地上修筑的排土场可采用多台阶式。由单一台阶转变为多台阶时，可以减少运输距离。这样能提高列车及排土机械效率。但多台阶排土只有在保证需要的剥离列车通过能力条件下，才能优越于单层排土场；

3）排土线初始路堤基底的地质条件较差时，台阶高度宜适当降低，避免堆置过高而出现基底凸起或局部下陷，造成台阶边坡塌落及影响上一台阶的稳定；

4）排土场总高度在可能条件下宜逐步加高，以增加堆置容积，减少占用土地面积，但必须保证排土场的稳定。

我国露天矿及苏联露天矿在各种地形、岩种、排土方法时的排土台阶段高见表31及表32。

从表32中可见在排弃方法、岩石性质相似的条件下，地

苏联露天矿排土台阶高度表 表 31

排土方法	平地排土场			山坡排土场	
	软质岩石	坚硬岩石	混排各种岩石	混排各种岩石	坚硬岩石
推土犁	8～10	12～13	12～20	10～20	20～30
电铲	10～15	15～20	20～30	15～25	25～40
自卸汽车	2～10	—	10～18	10～15	—
水力	6～14	—	—	10～18	—

我国露天矿在各地区、排土方法及岩石硬度时的排土台阶高度 表 32

地区	矿别＼项目	排土方法	岩石硬度 f	排土台阶高度，米			说明
				土砂	岩石	混排	
多雨地区	大冶铁矿	准轨推土犁	8～12	8～10	50	10～12	
	茂名露天矿	准轨推土犁	2～4	8	—	8～10	10米下沉
	乌龙泉	窄轨推土犁	8～10	—	30～40	—	
	小龙潭	窄轨人工排土	2	—	—	18～25	下沉
	可保	窄轨人工排土	2	—	—	18～25	下沉
	昆阳磷矿	汽车推土机	—	35	—	—	下沉严重
干燥地区	三道岭露天	准轨推土犁	2～6	16	—	25	
	白银露天	汽车推土机	6～10	—	20～25	—	高达90多米
一般地区	铜川前河露天	窄轨人工排土	2～6	—	—	20～25	下沉严重
	义马露天	准轨推土犁	4～6	—	—	12～14	
	鹤岗露天	准轨推土犁	4～8	—	14～15	20～25	下沉
	平庄露天	准轨推土犁	2、8、12	12	18	14	
	海州露天	准轨电铲及推土犁	8～10	—	18～24	—	
	新丘露天	准轨推土犁	8～10	10	15	—	
	抚顺西露天	准轨推土犁	4～6	10	13～15	12	
	依兰	窄轨人工排土	2～4	9	—	9	

区的气候、雨量条件是确定排土场台阶高度的主要因素，尤

其对于土砂、软岩石更为明显。例如茂名露天矿和三道岭露天矿都是粘土和页岩之类，但排土台阶高度一个是8米，另一个是15～25米。

四、内部排土场的台阶高度

铁道运输或汽车运输的露天矿，内部排土场台阶高度应与剥离台阶高度一致或者是它的整倍数。目的是使采场各工作台阶与排土场各工作台阶直接发生运输联系，不必再建运输坑线，同时又能发挥采掘运输设备的效率。

在采用巨型电铲或吊斗铲进行内部倒堆开采时，视底板倾斜角及岩石的性质而采用较高的排土场。

在原有地形上加高内排土场，从各方面看都能有益于减少外部排土量。西德哈姆巴赫露天煤矿把内部排土场在原始地形上加高到150米，其最大高度可达500米。

总之，排土台阶高度从排土效率及成本看，则台阶愈高愈好。但从台阶的稳定性出发，则排土台阶不应过高，否则会下沉甚至造成滑坡。一般排坚硬岩石时可达30米，对于排软岩石时高度为10～15米，排弃砂土时不超过10米。

电铲排土场的台阶高在10～25米间，每增加段高1米可降低排土成本4％。

五、保持台阶高度的措施

（一）适当混排土、岩

台阶高为15～20米或更高时，应采取土、岩混排。

大冶铁矿采用混排方法，其安全的岩、土比(以吨计算)见表33数值。在雨季土、岩比率可适当提高。

大冶铁矿排土场土、岩混排比率　　表 33

排土段高　米	粘土和泥巴、大理岩比率	粘土、泥巴、大理岩与砂壤土
18	0.9～1.0	0.8～0.8
20	1.1～1.3	0.8～1.0
22	1.2～1.6	1.0～1.2
25	1.8～2.0	1.2～1.5

第二节　平　台　宽　度

上、下排土台阶之间要有一定的超前距离，既保证下部台阶的安全生产，也为上部台阶创造稳定条件。在堆置过程中应满足堆置工作平台宽度的要求。堆置终了时超前平台一般约留20米，使两相邻台阶不发生并段提高稳定性。

内部排土场由于非工作帮面积有限，它经常要在最小平盘宽度下工作。

排土场工作平台的宽度主要决定于上一台阶的高度、大块滚动距离、运输线路占用宽度、采用的排土设备、移道步距等因素。

（一）推土犁排土场平盘宽度（图33）

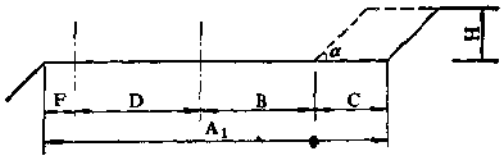


图 33　推土犁排土场平盘宽度

$$A_1 = C + B + D + F \qquad (8)$$

式中 A_1——工作平盘宽度，米；

C——超前堆置宽度，米，一般为 8～10米；

B——上台阶坡脚线至线路中心的安全距离，米；可参考表34数值。

D——两线或三线间的中心距离，米；

F——排土线中心至台阶坡顶线的最小距离，米；一般最少为1.4米。

表 34

上一台阶高度，米		10	12	16	20	25	30	40
大块石滚动距离，米		15	16	18	20	22	24	27
B值	火车运输时	18	19	21	23	25	27	30
米	电车运输时	19	20	22	24	26	28	31

台阶高度为16米用火车运输时则推土犁平盘最小宽为37米。

（二）汽车排土场平盘宽度

$$A_2 = C + 2(R + L) + F \qquad (9)$$

式中 C——超前堆置宽度，米；

R——汽车转弯半径，米；

L——汽车身长，米；

F——汽车作业安全距离，一般为1.2～1.5米。

（三）电铲排土场平盘宽度（图34）

$$A_3 = C + F + D + B \qquad (10)$$

式中 A_3——电铲排土场平盘宽度，米；

C——电铲转排宽度，米；一般C＝24米；

F——排土线中心至外侧顶边线的最小距离，米；一般F＝1.4米；

D——线路中心距，双干线D＝13米，单干线D＝6.5米；

B——参见34表。

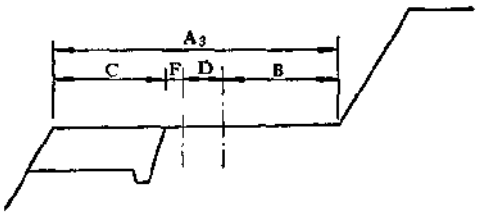


图 34　电铲排土场平盘宽度

各种排土方法的最小工作平盘宽度可参考下表35。

各种排土方法时的最小工作平盘宽度（米）　　表 35

排土方法 \ 台阶高度，米	<15	15～25	30～40
准轨推土犁	30～35	35～40	40～45
准轨电铲	45～55	50～60	55～65
准轨前装机	30～40	40～50	50～60
窄轨推土犁	20～25	25～30	30～40
汽车推土机	40～55	45～60	50～65

第三节　排 土 线 的 长 度

一、概　　况

排土场在一个标高上仅能布置一条排土线时，排土场长度就等于排土线的长度。在同一标高上有若干条排土线时，

则排土场的长度近似于各排土线有效排土长度的和。

由于排土平盘半于线铺设道岔而影响其长度。此长度为排土的非有效部分，排土线能排土的部分，则称为排土线的有效长度。

1）按露天矿规模要求的排土线长度，对小型露天矿为300～800米；对中型露天矿为700～1000米，对大型露天矿为1200～1500米，甚至为2000～3000米。

2）按排土方法要求的排土线长度（表36）

按排土方法要求的排土线长度（单位：列车长度）

表 36

排土方法	条　件	准　轨	窄　轨
推土犁	一般	6～7	4～6
	困难	3	3
电　铲	一般	5～6	—
	困难	3	—
推土机	一般	—	4～5
	困难	—	3
前装机	一般	2～3	—
	困难	1～2	

二、排土线长度的确定

排土线长度影响着排土工作的效率，运输设备效率及排土成本。确定排土线长度的因素有：排土场的地形、排土方法、排土设备的性能、列车长度、通过能力、露天矿的生产能力等。

线路太短则不能发挥排土设备的效率。线路太长，排土

收容能力虽然增大，但由于移道、维护、通过能力降低而影响了线路单位长度效率。

（一）推土犁排土线

排土高度、移道宽度一定时，排土线长度与列车容积成正比。可参考下表数值。

推土犁线有效长度在不同列车重量时的排土效率（米³/班） 表 37

有效长度，米		400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800
列车容积，米³	100	1930	1950	1950	1830	1740	—	—	—
	140	2200	2240	2240	2180	2110	2050	1990	1910
	180	2340	2410	2430	2390	2340	2280	2200	2130
	200	2440	2490	2500	2480	2440	2390	2310	2240

从上表可知，同样长度的排土线当列车容积越大则效率越高。从排土线每班效率最高要求推土犁排土线的有效长度800～1000米为宜。

排土线有效长度与全线长度之比称为线路有效利用率。一般为0.62～0.70。因此推土犁线总长度一般为1100～1600米。

（二）电铲排土线

决定电铲排土线长度的因素是：

1）电铲效率越高，则需要长度越短。因此排土电铲加大勺斗的措施，不仅能提高电铲效率，而且能减少排土线长度，（参见表38）；

2）剥离列车容积越大，则需要排土线越长（表38）；

3）过长的排土线长度会降低排土线的通过能力。因此，通过能力要与电铲能力相适应。线路过长则列车入换时间

电铲线长度与电铲效率及列车容积关系表　　表 38

电铲勺斗容积，米³	岩石普氏系数	列车在排土线行车速度为10公里/小时		
		列车容积，米³		
		120	160	240
		排土线全长　米		
3	V—VI	1400	2100	2600
4		1100	1600	2100
5	IV	600	800	1600
6		400	600	1100

长，电铲欠车时间多，降低了电铲的效率；

4）排土线越短，移道时间越多，而降低排土线效率。

电铲排土线有效利用率一般为0.67～0.8。

我国一些露天矿排土线有效长度列于表39。

我国露天矿排土线有效长度表　　表 39

矿别	运输方式	平均列辆	有效长度米	排土方法	矿别	运输方式	平均列辆	有效长度米	排土方法
抚顺	电车	12	1200～1600	推土犁	岭北	电车	8	800～1200	推土犁
海州	电车	10	1000～1100	电铲及推土犁	大冶	电车	8	600～1000	推土犁
茂名	电车	8～9	1000～1200	电铲及推土犁	小龙潭	小火车	—	300～800	人工排土
三道岭	火车	8～9	1200～1300	推土犁	可保	小电车	—	100～200	人工排土
平庄	火车	8	800～1300	推土犁	依兰	小火车	—	600～600	人工排土
义马	火车	8	800～1000	推土犁	乌龙泉	电车	—	500～800	推土犁

三、保持排土线有效长度的措施

1）道头在山坡附近时可与山坡等高线连上，随着推进

用连接法保持长度；

2）两相邻排土线路端必须与另一线路的半于线连接；

3）尽头线不能与山坡连接时，可在路端搭道木垛。但每次仍缩短2～3米；

4）路端坚持翻土，在推土犁不能推土处用人力或机械平土；

5）用电铲倒土延长路端。

第四节　排土场的边坡坡度

一、决定边坡的因素

排土场的边坡坡度和排弃岩石的性质有密切的关系。原则上边坡坡度于岩石的安息角相符。普通土堆积高度较大时，可采用较缓的坡度，若排弃物为岩石或堆积高度较小时，则采用较陡的坡度。

二、边坡的形状

边坡的形状自上而下由陡变缓，坡肩处最陡可达40度，经滚落后坡脚处可变缓到10度形成凹曲面状。坡脚与坡肩的连续斜度一般在20～38度之间。稳定的排土场边坡角一般在35～38度。

边坡的变化是观察排土场稳定的重要特征，如果边坡角不是自上而下由陡变缓的规律，在中部和下部有凸出和隆起现象时，说明边坡不稳定，即将或已经产生滑塌。若边坡角小于或等于安息角时，边坡是稳定的，反之则不稳定。

三、边坡的安息角

边坡的安息角是由所堆排岩石的物理力学性质所决定。安息角可参考表40数值。

岩堆安息角表　　表40

岩堆成分	最小	最大	平均	岩堆成分	最小	最大	平均
砂质片岩（角砾、碎石）与砂粘土	25°	42°	35°	页岩(片岩)	29°	43°	38°
砂岩（块石、碎石、角砾）	26°	40°	32°	花岗岩	—	—	37°
砂岩（砾石、碎石）	27°	39°	33°	石灰质砂岩	—	—	34°
片岩（角砾、碎石）与砂粘土	36°	43°	38°	致密石灰岩	—	—	36～32°
石灰岩（碎石）与砂粘土	27°	45°	34°	片麻岩	—	—	34°
各种块度的松散坚硬岩石	30～40°	36～48°	32～45°	云母片岩	—	—	30°

第五节　排土场容积的计算

一、松散岩石下沉率

计算排土场容积时要考虑松散岩、土堆排后的下沉率。此下沉率与岩、土的性质、台阶高度、采用排土设备的堆排方式等有关。用单位高度下沉的百分比来表示，计算公式如下：

$$K_{沉} = \frac{H_{初} - H_{沉}}{H_{初}} \qquad (11)$$

式中　$K_{沉}$——堆排松散岩、土的下沉率，%；

$H_{初}$——初始台阶高度，米；

$H_{沉}$——下沉稳定后的台阶高度，米。

下沉率可参考表41的数值。

一些松散土、岩的下沉率　　表 41

土、岩名称	下沉率，%	土、岩名称	下沉率，%	土、岩名称	下沉率 %
砂质岩石	7～9	小块度岩石	17～18	亚粘土	18～21
砂质粘土	11～15	大块度岩石	10～20	砂和砾石	9～13
粘土质	13～15	硬粘土	24～28	软岩	10～12
粘土夹石	16～19	泥夹石	21～25	硬岩	5～7

二、排土场容积计算

（一）排土场的有效容积计算

$$V_{效}=\frac{V_{实}\times K_{松}}{1+K_{沉}} \qquad (12)$$

式中　$V_{效}$——排土场的有效容积，米^3；

$V_{实}$——剥离物的实方数；米^3；

$K_{沉}$——松散土、岩的下沉率见表41，%；

$K_{松}$——土、岩松散系数，（见表42）。

一些岩、土的松散系数　　表 42

土、岩名称	砂、砾石、卵石	砂粘土、黄土质砂质粘土	泥灰岩	硬粘土、带块石的粘土岩	块度不大的岩石	大块岩石
初始松散系数	1.1～1.2	1.2～1.3	1.2～1.25	1.3～1.35	1.35～1.4	1.45～1.8
终止松散系数	1.01～1.06	1.02～1.04	1.04～1.05	1.06～1.07	1.06～1.15	1.25～1.35

对排土场存在时间不足两年时，应采用初始松散系数，

因为这些土、岩末等到沉实就排满，如以终止松散系数来计算容积，势必引起排至最后时排土场容量不够。

（二）排土场总容积

$$V_{总} = K_1 \times V_{松} \qquad (13)$$

式中 $V_{总}$——计算总容积，米^3；

K_1——富余系数，一般$K_1 = 1.02 \sim 1.05$。

451153