

冶金工业技术革新资料



第 8 号

冶金深凹露天矿快速掘沟

《冶金深凹露天矿快速掘沟》编写组

冶金工业出版社

冶金工业技术革新资料

第 8 号

冶金深凹露天矿快速掘沟

《冶金深凹露天矿快速掘沟》编写组

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/32 印张 2¹/₂ 字数56千字

1975年12月第一版 1975年12月第一次印刷

印数00,001~3,800册

统一书号: 15062·3218 定价(科一) 0.17元

毛主席语录

要采用先进技术，必须发挥我国
人民的聪明才智，大搞科学试验。

目 录

一、概述	1
(一) 新水平准备工作和矿山生产能力的关系	1
(二) 冶金深凹露天矿山常用的掘沟方法	8
二、快速掘沟实例	14
(一) 小长臂铲(WK-4s型)和平装铲联合分层掘沟	
——大冶铁矿36米新水平准备工作的经验	14
(二) 长臂铲全段高掘沟	
——大孤山铁矿6米新水平准备工作的经验	24
(三) 平装铲分层掘沟	
——大连石灰石矿13米新水平准备工作的经验	48
三、改进方向	55
(一) 改进冶金深凹露天矿山新水平准备工作的	
主要课题	55
(二) 铁路运输移动坑线和固定坑线开拓时可能	
达到的延深速度	60

一、概 述

（一）新水平准备工作和矿山生产能力的关系

矿山是钢铁工业的基础。矿山生产的规模和发展速度，直接决定着钢铁生产的规模和发展速度。二十几年来，在矿山建设问题上一直存在着多快好省同少慢差费的两条路线斗争。实践证明，只有高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，大搞群众运动，开展技术革新和技术改造，正确认识 and 运用矿山生产的客观规律，坚持“采剥并举，剥离先行”的矿山生产方针，才能充分挖掘现有矿山的潜力，多快好省地发展矿山生产。

快速掘沟是解决深凹露天矿山掘沟速度慢，剥离落后于采矿的有效方法。露天采矿生产可以看成是一个从地壳内采出矿石和岩石，形成露天采空场的过程。尽管这个过程比较复杂，时间也比较长，但还是有它的客观规律性的。在采矿生产过程中，工作带的位置，随时间的推移而变化：由上而下，一些水平层顺序地采到境界，一些水平层顺序地开拓和准备出来，不断有旧的台阶结束，新的台阶投产。在倾斜和急倾斜矿床，矿山工程是向水平和垂直两个方向发展的。为便于研究和比较，露天矿延深速度的指标不是按实际方向，而是按垂直方向进行度量的。根据新水平准备周期、台阶高度折算出的每年垂直下降进尺，叫矿山工程的延深速度。在水平或缓倾斜矿床，矿山工程一般只向水平（或沿倾向）方向发展，其开采强度只用水平（或沿倾向）的推进速度来衡量。矿山工程延深速度和新水平准备速度成正比，即

新水平准备周期愈长，矿山工程延深速度愈低，反之则高：

$$V = \frac{H}{T}, \text{ 米/年} \quad (1)$$

式中 H ——台阶高度，米；一般为10~15米；

T ——完成台阶高度为 H 的一个新水平层的准备周期，年；一般按相邻两个水平层开始掘进出入沟的间隔时间计算。

而 $T = t_1 + t_2 + t_3, \text{ 年} \quad (2)$

式中 t_1 ——掘进出入沟的时间，年；

t_2 ——掘进开段沟的时间，年；

t_3 ——为保证下一个水平层正常进行开拓和准备工作必须的扩帮时间。

注意，式（2）只表示新水平准备各阶段的大致时间关系，采用不同掘沟工艺和新水平准备程序时，必须按具体条件把平行作业的因素充分考虑进去，以缩短新水平准备周期。

新水平准备周期由矿山的开拓运输方式、掘沟工艺、新水平准备程序和工作组织确定，波动在很大范围内。

矿山生产能力和矿山工程延深速度之间存在着简单的数学关系

$$A = \frac{V}{H} \cdot P\eta(1+e), \text{ 吨/年} \quad (3)$$

式中 A ——矿山生产能力，吨/年；

P ——所选用的具有代表性的水平分层矿量，吨；

V ——矿山工程延深速度，米/年；

H ——台阶高度，米；

η ——矿石回采率，%；

e ——废石混入率，%。

可见，延深速度愈快，矿山可能达到的生产能力越高，反之则低。当然，决定矿山生产能力的其它因素很多，例如，同时可能布置的工作面数目和电铲台数、设备效率、运输条件等，但在一般情况下，多半是延深速度限制了矿山生产能力，加快矿山工程延深速度经常是提高矿山生产能力的基础条件。我国许多冶金深凹露天矿山由于认真执行了“采剥并举，剥离先行”的矿山生产方针，经常注意狠抓了矿山工程延深速度，从而使矿山生产能力大幅度提高。

矿山的开拓运输方式对新水平准备周期和矿山工程延深速度有决定性影响。下面对我国冶金深凹露天矿常用的三种铁路运输开拓方式的矿山工程发展和生产能力的关系进行简要分析。

图 1-1 为移动坑线开拓的情形。大孤山铁矿属于这种类型。矿山工程沿 OD 方向延深，工作线由位于矿岩交界线外岩石中的开段沟向两侧即 OA、OB 方向推进，这时

$$V = \frac{V_s}{\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \delta}, \text{ 米/年} \quad (4)$$

$$V_i = \frac{V'_s}{\operatorname{ctg} \varphi_i - \operatorname{ctg} \delta}, \text{ 米/年} \quad (5)$$

$$V = V_i$$

式中 V ——矿山工程延深速度，米/年；

V_s ——矿石和上盘岩石台阶的水平推进速度，米/年；

V'_s ——下盘岩石台阶的水平推进速度，米/年；

φ ——矿石和上盘岩石的工作帮坡角，度；一般为 $0^\circ \sim 15^\circ$ ，与工作平台宽度、工作台阶数目有关；

φ_1 ——下盘岩石的工作帮坡角，度；

δ ——矿体倾角，即露天矿降深方向角，度；

V_1 ——采矿工程（在矿体范围内）延深速度，米/年。

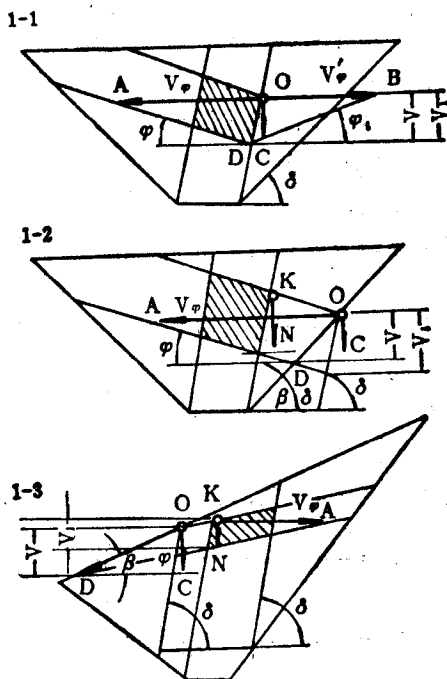


图 1 常用开拓方式示意图

工作台阶的水平推进速度

$$V_{\varphi} = \frac{Q_s}{HL_{\delta}}$$

式中 Q_s ——电铲效率，米³/年；

H ——台阶高度，米；

L_0 ——单台电铲工作线长度，米。

V_0 值一般可以在较大范围内调整。

移动坑线开拓时，当 $\varphi = \varphi_1$ 、 $\delta = 90^\circ$ 或 $\phi > \phi_1$ 、 $\delta < 90^\circ$ 以及 $\varphi < \varphi_1$ 、 $\delta > 90^\circ$ 时，露天矿延深速度可能达到最大。当确定降深方向角和计算工作帮坡角时，不同地段的水平推进速度是不同的，从图 1-1 上可以看出，上盘岩石台阶的水平推进速度比下盘岩石台阶的水平推进速度为大。

大孤山铁矿及其它一些矿山的生产实践证明，采用移动坑线开拓，工作线由开段沟向两侧推进，在新水平准备过程中，工作线长度增加 1.5 倍以上，可以增加工作电铲数目及提前投入扩帮电铲，缩短了新水平准备周期，延深速度达到了较高指标。采用移动坑线的主要问题是，由于三角掌子的推进而引起的工务工作量较大、线路复杂，穿孔机、电铲机列车作业条件有些困难（虽然设备效率降低并不显著），新水平准备工程量有所增加，等等。

图 1-2 为固定坑线开拓的情形。眼前山铁矿属于这种类型。矿山工程沿 OD 方向延深，工作线由下盘境界线上的开段沟向一侧即 OA 方向推进，这时

$$V \leq \frac{V_0}{\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \beta}, \text{ 米/年} \quad (6)$$

$$V_1 = \frac{\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \beta}{\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \delta}, \text{ 米/年} \quad (7)$$

$$V < V_1$$

式中 β ——露天矿下盘边坡角，度；

其它符号意义同前。

固定坑线开拓时，工作组织较简单，新水平准备工程量少一些。眼前山等矿山长期生产实践证明，采用固定坑线

开拓，工作线由开段沟向一侧单向推进，新水平准备过程中工作线长度比移动坑线时短 1.5 倍，同时可能投入的电铲数目减少，扩帮加铲时间较迟，所以新水平准备周期一般较长，与移动坑线比较，在相似条件下，新水平准备周期长 $\frac{1}{3}$ 左右，矿山工程延深速度较低。

图 1-3 为山坡露天开采的情形。大多数山坡露天矿（如齐大山北采区）属于这种类型，这时

$$V \leq \frac{V_p}{\operatorname{ctg} \varphi - \operatorname{ctg} \beta}, \text{ 米/年} \quad (8)$$

$$V_1 = V \frac{\operatorname{ctg} \varphi - \operatorname{ctg} \beta}{\operatorname{ctg} \varphi - \operatorname{ctg} \delta}, \text{ 米/年} \quad (9)$$

式中 β ——山坡自然坡角，度；即露天矿降深方向角。

其它符号意义同前。

山坡露天开采时，当矿体倾角 (δ) 为 90° 时，矿山工程延深速度比采矿工程延深速度低 0.25~0.4 倍；当山坡自然坡角为 $20^\circ \sim 35^\circ$ 时，采矿工程延深速度比矿山工程延深速度低 0.6~2.7 倍。

在山坡露天开采时，一般是沿地形等高线掘进单壁路堑，开凿和运输条件良好，延深速度往往很高，例如大孤山铁矿在山坡露天开采时期，延深速度平均达到 12 米/年。

通过上述简短分析可知，开拓运输方式基本上可以决定矿山工程的发展速度，而矿山工程延深速度及与其相适应的工作台阶水平推进速度则是决定矿山综合生产能力的主要因素。提高基建和生产矿山的延深速度，就能较充分利用矿山生产潜力。不断强化采准，加速降深，并保持相应的水平推进速度，是多快好省地发展矿山生产的一个途径。

“采剥并举，剥离先行”的矿山生产方针，正确地反映了露天矿山生产的客观规律，是矿山整个生产技术管理的根本方针。是否认真执行这个方针是关系到落实毛主席关于“开发矿业”伟大指示的重大问题。认真执行这个方针，矿山生产就发展，就主动。

在矿山生产和建设中，采矿和剥离是互相矛盾、互相依赖的统一体，抓好采矿和剥离的平衡要靠正确路线。当注意到一种主要倾向的时候，也要注意可能掩盖着的另一种倾向，例如在狠抓延深速度的时候，就必须保持合理的水平推进速度，才能保证矿山生产均衡持续发展。这就要求我们必须认真及时总结经验教训，发挥主观能动性，把工作做细做好，使矿山生产稳步地发展。

先进矿山的经验证明，除了端正态度，明确方向，提高认识外，执行“采剥并举，剥离先行”的矿山生产方针还必须进行比较复杂细致的生产技术管理和组织工作。这些矿山加强生产技术管理和组织工作的共同特点是：坚持政治挂帅，充分发动群众，大搞技术革新和技术革命，在广泛吸收工人群众参加管理工作的基础上，狠抓采掘计划和新水平准备单体设计的编制、实施和检查三个环节。拟定计划和编制设计时，坚持长远与当前相结合，提出各个时期的具体措施，明确规定定点采掘、按线推进；实施计划和设计时，坚持定点采掘、按线推进、过采不计产量，采掘作业进度落实到班组、机台和个人，在采场进行交底、定标、放线，由计划、生产和地测部门按进度线进行测量验收。

在矿山生产技术管理和组织工作中，新水平准备工作尤为重要，因为它是露天矿山必须周期进行的、持续的、经常性的生产准备工作，是保持采场正常持续均衡有节奏进行采

剥生产的关键性工程，必须不断总结经验教训，不断改进，不断提高，以促进矿山生产更大发展。

(二) 冶金深凹露天矿山常用的掘沟方法

新水平准备方式包括掘沟方法、扩帮方式、新水平准备程序和工作组织。新水平准备过程中，掘沟作业是最困难、设备效率最低和占用劳动量最大的工程。扩帮虽然与正常生产作业相差不大，但因受空间条件、运输条件、穿爆质量及新水平准备程序的限制，电铲效率也较低。铁矿掘沟方法一般按采装和运输方式进行分类，亦即按电铲向铁运、汽运和联合运输的车辆中装载进行分类（见图 2 和图 3）。

铁运、汽运和联合运输掘沟方法的主要技术特征汇总于表 1 和表 2。

过去采用铁路运输的冶金矿山多采用平装车独头掘进法，这种掘沟方法效率低、占用设备数量多、工作组织复杂。近年来，在无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下，冶金矿山广大革命职工，发扬了敢想敢干、大胆创新的革命精神，自力更生地研制出长臂铲等新型掘沟设备，改革掘沟工艺，取得了很大成绩。例如大冶铁矿在 36 米新水平准备工作中成功地使用了小长臂铲（Wk-4s 型）和平装铲的双铲分层掘沟方法，大孤山铁矿成功地采用了大型长臂铲全段高上装车掘沟方法，甘井子石灰石矿成功地采用了平装铲分层掘沟方法等等，都起到了提高矿山工程延深速度的作用，挖掘了矿山生产潜力，促进了生产发展。

采用汽车运输的冶金矿山的延深速度一般较高，例如白银公司的露天矿，延深速度始终在 12 米/年以上，保证了要求的生产规模。

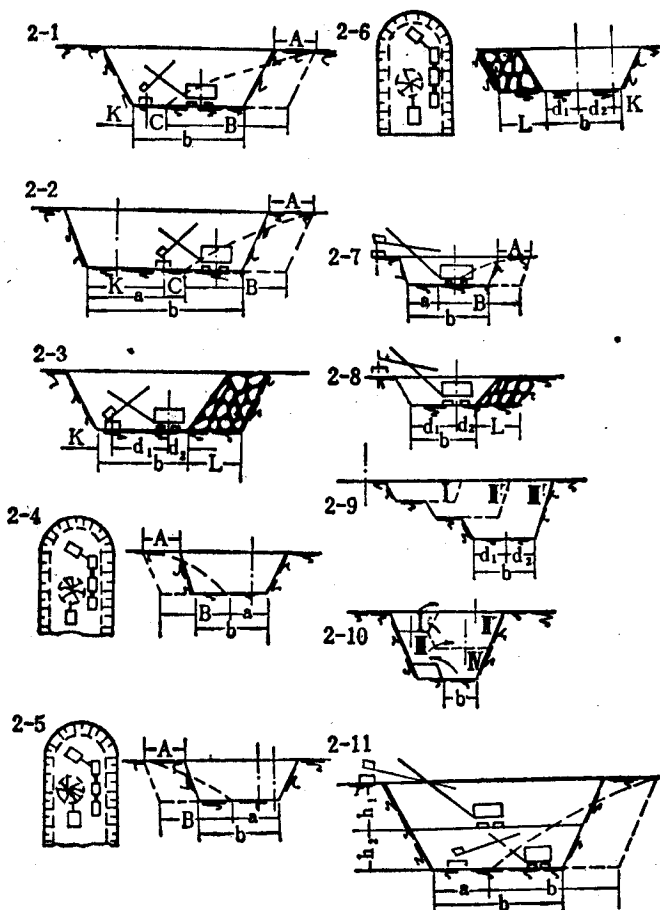


图 2 常用铁运掘沟方法

2-1, 2-2, 2-3—单铲平装车头掘进法； 2-4, 2-5, 2-6—双铲平装车头掘进法； 2-7, 2-8—长臂铲上装车掘进法； 2-9, 2-10—分层掘沟法； 2-11—联合掘沟法

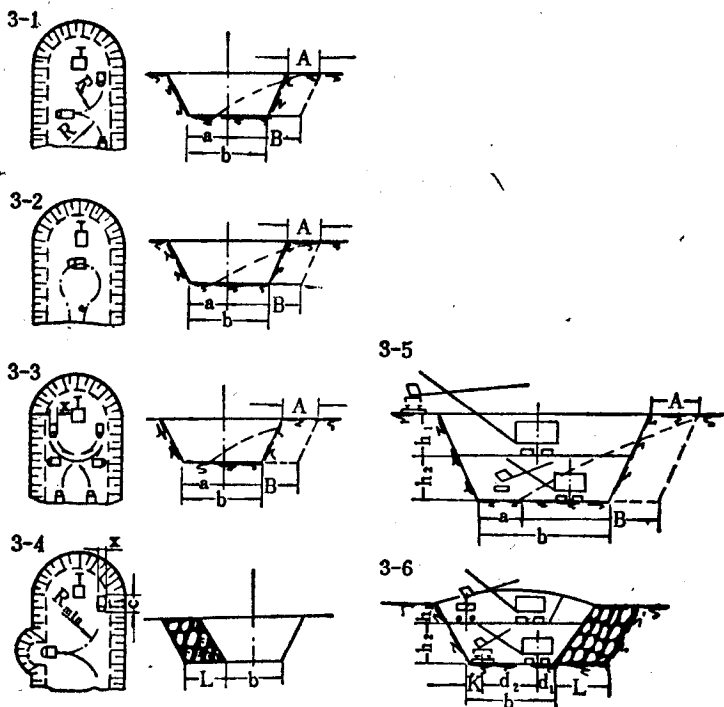


图 3 常用汽运和联合运输掘沟方法

3-1—向电铲折返进车掘沟法；3-2—向电铲环形进车掘沟法；
3-3—向电铲双侧变向折返进车掘沟法；3-4—汽车在避车硐
中调车掘沟法；3-5—长臂铲（装铁运车辆）、平装铲（装汽
车）的双铲分层联合掘沟法；3-6—两台平装铲分别装汽运和
铁运车辆的双铲分层联合掘沟法

表 1 常用铁运掘沟方法

图 2 上 的序号	掘 沟 方 法	工 艺 特 点	最小堑沟底宽 (米)
2—1	单铲平装车 独头掘沟	全段高平装车掘进, 一次装一个翻斗车, 爆破松动宽度 $W_{松} = b$ 。可以利用岔线、K型线和梭形线搞调	按设置一条铁路和容纳扩帮第一进路的爆堆计算 $b = B + a - A$ ($a = k + c$)
2—2	单铲平装车 独头掘沟	全段高平装车掘进, $W_{松} = b$	按容纳两条线路和扩帮第一进路的爆堆计算 $b = B + a - A$
2—3	单铲平装车 独头掘沟	全段高平装车掘进, 一次装一个翻斗车, 宽打窄出, $W_{松} = b + L$	按设置一条线路和装载设备计算 $b = d_1 + d_2 + K$
2—4	双铲平装车 独头掘沟	全段高平装车掘进, 双铲一次装 2~3 个翻斗车	按设置一条线路和容纳扩帮第一进路的爆堆计算 $b = B + a - A$
2—5	双铲平装车 独头掘沟	全段高平装车掘进, 双铲一次装 2~3 个翻斗车, $W_{松} = b$	按设置两条线路和容纳扩帮第一进路的爆堆计算 $b = B + a - A$
2—6	双铲平装车 独头掘沟	全段高平装车掘进, 双铲一次装 2~3 个翻斗车, $W_{松} = b + L$	按设置一条线路和容纳装载设备计算 $b = d_1 + d_2 + K$
2—7	长臂铲上装车掘沟	全段高上装车掘进, $W_{松} = b$	按设置一条线路和容纳扩帮第一进路的爆堆计算 $b = B + a - A$
2—8	长臂铲上装车掘沟	全段高上装车掘进, $W_{松} = b + L$	按电铲全回转安全作业条件计算 $b = 2\left(r + \frac{0.8}{\sin \alpha} - h_n \operatorname{ctg} \alpha\right)$
2—9	分层掘沟	分层上装式掘进, 用平装车向设在一个帮上的分层装车线装车 $W_{松} = b + L$	按电铲全回转安全作业条件计算 $b + 2\left(r + \frac{0.8}{\sin \alpha} - h_n \operatorname{ctg} \alpha\right)$

续表 1

图 2 上的 序号	掘 沟 方 法	工 艺 特 点	最小堑沟底宽 (米)
2—10	分层掘沟	分层上装式掘进, 用平装铲向交替设在两个帮上的分层装车线装车, $W_{松} = b + L$	按电铲全回转安全作业条件计算 $b + 2 \left(r + \frac{0.8}{\sin \alpha} - h_n \operatorname{ctg} \alpha \right)$
2—11	联合掘沟	用一台上装铲和一台平装铲分两层掘进, 全深一次爆破, 分层采掘, $W_{松} = b$	按设置两条线路和容纳一个进路的爆堆进行计算 $b = B + a - A$

注: 在图 2 和表 1 中

B ——扩帮第一进路爆堆宽度, 米;

A ——扩帮第一进路宽度, 米;

a ——爆堆底部至堑沟另一侧边帮坡底线的距离, 米, 由设置运输线路数目和安全距离确定; 米;

b ——堑沟底宽, 米;

d_1 ——宽打窄出(意即宽爆窄掘, 暂留爆堆)时电铲回转中心至堑沟未松动一侧边帮坡底线(上装车时)或线路中心(平装车时)的距离, 米;

d_2 ——宽打窄出时电铲回转中心至堑沟松动一侧边帮坡底线的距离, 米;

K ——运输线路中心至堑沟边帮坡底线的距离, 米;

C ——爆堆下部至线路中心距离, 米;

L ——宽打窄出时已爆岩堆暂留部分的宽度, 米;

r ——电铲机棚尾部回转半径, 米;

h_n ——机棚最小离地高度, 米;

0.8米——机棚尾部最下点至堑沟边帮坡面的最小安全距离(垂直距离);

α ——堑沟边帮实际坡角, 度;

$W_{松}$ ——穿爆松动宽度, 米;

h_1 、 h_2 ——分层高度, 米。

表 2 常用汽运和联合运输掘沟方法

图 3 上的 序号	掘 沟 方 法	工 艺 特 点	最 小 堑 沟 底 宽 (米)
3—1	独头进车掘沟	全段高平装车掘进, 向电铲沿一条独头线进车, 汽车在装载点折返式调头, 爆破松动宽度 $W_{松} = b$	按设置一条行车道和容纳扩帮第一进路爆堆计算 $b = B + a - A$
3—2	环形进车掘沟	全段高平装车掘进, 向电铲沿环形线进车, 汽车在装载点环形调头, $W_{松} = b$	当段高 $h = 10$ 米时按自卸汽车调头条件计算; 当其它段高时按容纳行车道和扩帮第一进路的爆堆计算 $b = B + a - A$
3—3	双侧变向折返进车掘沟	全段高平装车掘进, 向电铲沿两条独头线进车, 汽车在装载点折返式调头, $W_{松} = b$	当段高 $h = 20$ 米时按容纳行车道和扩帮第一进路的爆堆计算 $b = B + a - A$ 当其它段高时按自卸汽车调头条件计算 $b = R_{min} + \frac{x}{2} + Lc + 1.5$
3—4	汽车在避车硐中调车掘沟	全段高平装车掘进, 向电铲进车时汽车在避车硐中调头, $W_{松} = b + L$	按自卸汽车调头条件计算 $b = R_{min} + \frac{x}{2} + Lc + 1.5$
3—5	双铲分层联合掘沟	分两层掘进, 上层用长臂铲装铁运车辆, 下层用平装铲装汽车, 全深一次穿爆, $W_{松} = b$	按设置一条行车道和容纳扩帮第一进路爆堆计算 $b = B + a - A$
3—6	双铲分层联合掘沟	分两层掘进, 上下两层均用平装铲装汽运或铁运车辆	按设置一条行车道和容纳装载设备计算 $b = d_1 + d_2 + K$

注: 在图 3 和表 2 中

A——扩帮第一进路的宽度, 米;

R_{min} ——自卸汽车最小转弯半径，米；

x ——自卸汽车宽度，米；

L_c ——自卸汽车长度，米；

B ——扩帮第一进路坡底线至堑沟中心线距离，米；

a^* ——堑沟中心至边坡坡底线距离；在图3-5中 a 为爆堆下部至堑沟坡底线的距离，米；

d_1 ——宽打窄出时电铲回转中心至已爆破一侧边坡暂留爆堆坡底线的间距，米；

d_2 ——宽打窄出时，电铲中心至铁路中心间距，米；

L ——宽打窄出时预留爆堆宽度，米。

二、快速掘沟实例

(一) 小长臂铲(Wk-4s型)和平装铲联合分层掘沟

——大冶铁矿36米新水平准备工作的经验

1. 基本情况

大冶铁矿是大型深凹露天矿。采用准轨铁路运输下盘固定坑线开拓。过去一般采用平装铲独头掘沟方法。1971年改制成了第一台小长臂铲(Wk-4s型)，采用双铲分层(上层用长臂铲上装车，下层用Wk-4电铲平装车)联合掘沟法，加快了掘沟速度。1972年以后在36米新水平准备工作中又采用了一台上装铲和一台平装铲双铲分层侧向上装车掘沟方法，进一步提高了掘沟速度。过去新水平准备周期24~36个月，36米新水平准备周期缩短到18个月，矿山工程延深速度由3.4米/年提高到8米/年。周期内完成工程量197.7万吨，其中出入沟8.5万吨(360米)，开段沟97.2万吨(949米)，扩帮92万吨。由于延深速度提高并采取相应措施，使全矿生产提高到一个新水平。