

國外礦業

第一輯

科学技术文献出版社重庆分社

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

出 版 说 明

遵照伟大领袖毛主席“洋为中用”的教导，为了配合大打矿山之仗，及时提供国外科技参考资料，满足有关方面的需要，我们决定编辑《国外矿业》不定期资料。《国外矿业》主要是报导国外固体有用矿物开采和选矿方面的新技术、新工艺、新设备、新材料以及述评、综述等资料。第一辑选编了两编综述性文章，供有关人员参考。

编辑《国外矿业》对我们来说是一次尝试。由于我们水平有限，经验不足，为了编好这一资料，我们热烈欢迎广大读者在选题、编辑、出版等方面及时提出建议和批评，以使这一资料对“开发矿业”能发挥一定的作用。

编 者

目 录

1970—1972年国外采矿新技术发展概况长沙矿山研究院技术情报室

一、露天开采部分.....	(1)
1.牙轮钻机得到进一步发展.....	(2)
2.浆状炸药和铵油炸药互相竞争,但后者在使用量上仍占主要地位.....	(7)
3.轮式装载机向传统的电铲挑战,但目前还不够结实耐用.....	(9)
4.电动轮汽车运输得到高速发展.....	(14)
5.连续挖运是矿山工作者奋斗的目标.....	(20)
6.行走式设备日益引起注意.....	(21)
7.加强维修、实现自动监控以提高设备利用率.....	(22)
8.电子计算机应用在矿山各个方面.....	(24)
9.露天边坡稳定性的研究有显著的进展.....	(25)
二、地下开采部分.....	(26)
1.地下凿岩爆破技术取得显著进展.....	(27)
2.岩石破碎新方法的研究有新的突破,但短期内尚不能大量用于生产实践.....	(32)
3.装运设备力求机动灵活.....	(34)
4.岩石支护费用仍然很高.....	(39)
5.天井钻进已成为普通正常的施工方法.....	(42)
6.竖井和平巷的钻进法尚赶不上凿岩爆破掘进法.....	(44)
7.凿岩爆破巷道掘进法仍然是重要的掘进方法.....	(47)
8.沿用自行式设备改进开采方法.....	(48)
9.管理技术——降低采矿成本的工具.....	(54)

国外矿山通风防尘技术发展动向武汉冶金安全技术研究所技术情报室

一、通风除尘.....	(58)
1.除尘风速和风量.....	(59)
2.工作面通风除尘.....	(61)
二、湿式作业.....	(64)
1.湿式凿岩.....	(64)
2.喷雾洒水.....	(64)
3.湿润剂、泡沫、磁化水.....	(66)
三、从设计及生产作业过程中考虑尘源的抑制.....	(66)
四、除尘器.....	(69)
1.湿式除尘器.....	(70)
2.织物(或合成纤维滤料)过滤器.....	(71)
3.电除尘器.....	(72)

1970—1972年国外采矿新技术发展概况

长沙矿山研究院技术情报室编

一、露天开采部分

露天开采对地下开采的比重将稳定下来。从本世纪四十年代起,国外采矿总的趋势是大力发展露天采矿。由于不断发展大型设备,开采较低品位的矿石,结果露天矿采出的矿石占总采矿量的比重不断上升。到1970年,国外(不包括东欧诸国)用露天开采方法采出矿石的比重超过了65%。就22种主要金属和非金属矿石(铁、铜、铅、锌、锡、铝矾土、金、金刚石、白金、锰、镍、钼、铬、汞、钨、石棉、硼、钾、磷、钛铁矿、金红石和锆石)的开采情况调查,年产矿石15万吨以上的矿山(占总产量的94%)有一千零二十多个,其中,年产矿石超过300万吨的矿山约160个,有125个是用露天开采的,而且有许多矿山年产量超过1000万吨。至于年产矿石不超过300万吨的矿山数目,则地下开采的比露天开采的为多。近年来,由于某些主要资本主义国家近地表的矿床已勘探殆尽,新发现的矿体多是深部矿床,加之对控制环境污染的要求,从这些条件出发,则又以采用地下开采为宜。因此,近年来露天采矿的比重已稳定下来,不再上升。许多人预料,目前世界上矿石产量约2/3来自露天开采、1/3来自地下开采的这种比例,在今后较长时期内仍将继续如此。(9,25,4)

美国是大力发展露天采矿的国家。1969年各种矿物用露天开采的原矿石占其总产量的比例分别为:金属矿石—84%、非金属矿石—82%、煤—35%。平均剥采比分别为:金属矿—2:1、非金属矿—0.4:1、煤矿—26:1。目前,一般小型金属露天矿山的全员劳动生产率为矿岩量100吨/工班,大型金属矿如碧马铜矿采选全员劳动生产率为6.44万吨/人·年(1970年)。(26)

苏联近年来也在不断地扩大露天开采法的应用。例如,在1966—1970年期间,用露天方法采出铁矿石的比重从1965年的70.8%提高到1970年的78.4%,同期有色金属矿石从59.4%提高到67%。根据他们的计划,1975年露天铁矿的开采比重将达到81.6%。苏联露天铁矿的剥采比平均约为2:1,只有个别矿山达5—6:1。(59,57,60)

露天矿的生产规模不断扩大。由于大型矿山的单位建设投资较低、可采用大型设备、提高劳动生产率和降低矿石开采成本,因此,近年来国外露天矿的生产规模不断扩大。据苏联宣称,1970年露天铁矿的平均生产能力为635万吨,而1969年只有470万吨(同一时期地下铁矿的平均生产能力由100万吨提高到110万吨)。1970年年产原矿1,000万吨以上的露天铁矿的产量约占总产量的70%,而1967年只占52%,预计1980年将增至83%。因此,他们认为,尽管今后要开发一些新的矿床,但露天铁矿的数目不会发生很大的变化,估计将从1967年的57个减少到1980—1985年的53个。(56,59,60) 露天矿生产规模不断扩大的趋势在西方资本主义

义国家也同样地存在着。如英国《采矿杂志》就上述22种金属和矿物所统计的矿山，年产矿石300万吨以上的露天矿从1967年的102个增至1972年的136个，年产100万至300万吨的露天矿则从109个增至129个。从1969年至1972年以来，虽然矿石总产量有所增加，但矿山总数目反而减少了三十来个。

矿石品位不断下降。国外，特别是几个开采量大的国家，随着大量开采贫矿，矿石品位不断下降。如美国铜矿，五十年前每公吨矿石可产铜15.3公斤，而1969年则少于5.9公斤，1970年也是如此；且新建矿山原矿品位都在0.6—0.7%之间，故今后将继续下降。美国铁矿石，以米苏比矿区而言，三十年前开采的主要是高炉矿，以后迅速地代之以铁燧石产品，即需3吨原矿以及日益增加的剥离量，才能获得一吨62~65%的焙烧矿。(21,26) 苏联铁矿石的原矿品位已从1965年的40.8%下降到1970年的37.3%，即含铁品位下降了3.5%。(55)

大型设备需要有一段巩固的时间。大规模开采较贫的矿石，要求有大型设备。在五十年代和六十年代，露天采矿设备，特别是装运设备，年复一年地增大其尺寸和能力。但到七十年代，在西方资本主义国家，这种趋势停止下来了。其原因，一方面是由于一小部分设备是按原有设备尺寸放大，碰到设计不周、材质不当和设备规范不够确实等问题；另一方面，更重要的是没有积累使用这些设备的经验，因而某些大型设备开始使用就碰到问题而停工，加之设备大，投资多，利息是生产费用的一大项目，结果总的生产费用反而提高了。近年来矿山工作者普遍认为，在今后一定时间内继续加大设备尺寸是没有必要的，而必需暂停步伐，集中精力克服其薄弱环节，积累使用维修经验，以提高设备利用率，降低生产成本。同时研究制定设备配套的合理系列。当然，在这些任务完成后，设备能力自然又将适当增大。(1,3,8,17,23)

苏联露天矿在使用大型设备方面，比西方主要资本主义国家落后一步。如在1970年，汽车运输还主要靠27吨的汽车，40吨汽车的运输量还只占同期汽车运输总量的9.7%；电铲虽有12米³的，但平均铲斗容积还只有4.7米³。因此他们声称，在今后一定时期内将继续发展大型设备。(63)

现将目前国外露天开采技术的发展情况分述如下。

1. 牙轮钻机得到进一步发展

当前，国外对露天矿穿孔工作研究的重点主要是企图达到两个目的：第一、进一步提高对坚硬岩石的凿岩效率；第二、实现凿岩自动化。(12) 凿岩自动化之所以迫切，是因为近年来许多采矿企业报导钻头的修理和更换的费用太大，并缺乏熟练的凿岩司机。实现自动化，一方面可降低钻头费用并提高凿岩速度，另一方面可不用人工操作，使资本家可从中榨取更多的剩余价值。(1)

从六十年代后期起，因为可以生产大直径的优质牙轮钻头，能在坚硬岩石中钻凿大直径炮孔，所以牙轮钻进在坚硬岩石中得到推广，逐渐地取代潜孔钻进和火力凿岩等技术，这种趋势在六十年代的前三年一直在继续地进行，没有什么变化。(1,3,17,31,32)

牙轮钻进之所以能成为一种有效的、具有发展前途的技术，是由于它具有下列优点：能在坚硬岩石中钻凿大直径炮孔，穿孔速度快，总的生产费用不高，并且容易操作。缺点是它的钻进速度取决于钻头的轴压和旋转速度，在硬岩中需要的轴压大，因此设备重量大，结果基建投资多。(31,32)

牙轮钻进有许多已成熟的设备，例如在六十年代，布赛鲁斯—伊利公司的45R型钻机即是英国采石场应用的代表设备。(31)近三年来，新设备不断出现，综合其技术发展的趋势，有下列特点：①加大孔径和轴压，现已有较多的矿山使用直径230—380毫米的钻头，已有个别矿山试用430毫米的钻头；钻机轴压有大到59吨的，转速有大到154转/分的。②采用高钻架，长钻杆，一般深达16.7米的炮孔可用一根钻杆将炮孔打完。③当采用压气清除岩粉时，趋向于大风量（达每分钟73.6米³）、高风压（达17.6公斤/厘米²）、高回风速度（达每秒73.5米）。④为了操作平稳和便于调速，钻机推压方式采用液压马达，回转机构则采用直流电机。⑤采用优质钻头，钻头每厘米直径钻压从36公斤提高达178公斤，提高4倍。⑥实现全自动化。(24)现将国外杂志报导得最多的有影响的几种型号简述如下：

美国加德纳—丹佛公司的120和130型牙轮钻机。120型钻机重125吨，回转功率105马力，轴压54,400公斤，可凿直径252—380毫米炮孔，用柴油机驱动，标准钻机具有自动钻进装置，可根据岩石条件做到完全自动。130型钻机重130吨，轴压59,000公斤，钻直径430毫米炮孔。样机正在美国明尼苏达铁矿区的铁燧石中进行试验，据称效果良好。(16,17)

美国威斯汀豪斯公司的RB—70型牙轮钻机。该钻机轴压31,800公斤，正常钻进速度0.9—4.6米/分。钻塔备有的钻管可供一次钻深12.8米或16.7米，如接长钻管，钻直径230—270毫米的炮孔可钻深达45.6米。能钻倾斜炮孔，用低的钻塔时同垂直线的角度可达30°，高的钻塔可达15°。用一台双旋转叶式压风机以2.8公斤/厘米²、风量30米³/分的压气排除钻孔岩粉。该钻机已在美国阿里佐纳州杜瓦尔·锡埃里达公司的铜矿进行了试验。(8,10)

马里恩公司的M—4与M—5型钻机。钻头直径310毫米的M—4型钻机与直径380毫米的M—5型钻机设计的特点，是快速穿孔、快速提升和移动、安装时间短。由于有独立的液压推进装置，因而灵活性大，容易维修。(20,8)

布赛鲁斯—伊利公司于1969年开始在加拿大一露天矿进行了60R型牙轮钻机自动化的研究，并在现场与手工操作进行对比。研究的方法，是使用适宜的凿岩控制设备，不断地稍稍变更凿岩系统参数，并评定这些变数对穿孔速度、钻头磨损的影响，也即是对单位长度炮孔费用的影响。当凿岩参数一经确定，适宜的凿岩控制设备将自动调整参数，使在钻机的能力范围之内获得最大的穿孔速度。这些工作包括完善现有的穿孔速度测量仪和传动控制装置，制备计算机与钻机的中间连接装置，设计测定钻头磨损速度的方法和控制适宜费用的计算机程序。很显然，如自动控制凿岩技术完全成熟，不但能节省劳动力，同时能达到提高穿孔速度与降低钻头磨损，从而大幅度地降低凿岩费用。(1,32)

目前，虽然牙轮钻机很受欢迎，但潜孔钻机在资本主义国家市场仍有很大销路。在1970年初，英国采石场使用这种方式穿孔的采石量占总采石量的90%。这种50年代初期开始使用、60年代初期盛行、到60年代后期走下坡路的潜孔钻机的主要优点是：①钻机结构简单；②投资少；③生产费用低；④容易操作；⑤对岩石类型和条件来说其适应性还是较大的。但根本缺点是：①钻进速度不高；②炮孔孔径变化虽大，但不如牙轮钻机能凿大直径炮孔。以前在英国使用的潜孔钻机主要是钻孔径100毫米的孔，现在虽有改变，但基本上仍是如此。(31)

从新设备的研究试制来看，近三年来新型潜孔钻机的发展远比不上牙轮钻机。为了提高转速，主要途径是：①、提高风压；②、采用大型钻机；③、改进冲击器和钻头。英国霍尔曼公司计划第一步把风压提高到10.5公斤/厘米²，以后再把它提高到12公斤/厘米²，希望达到17.6公斤/厘米²或更高。现在一般希望至少为8.8公斤/厘米²。在英国采石工业普遍采用的潜孔钻机有哈利法克斯工具公司的Halcodril1250型钻机和霍尔曼公司的Voltrac型履带

式钻机,前者主要用于中型采石场,而大型采石场则采用霍尔曼公司的Valtrac型钻机和哈利法克斯公司的Halcodrill625型钻机。625型钻机具有液压和风压控制装置,能自动接卸钻杆。钻杆长3.6米,钻架上备有凿直径127毫米炮孔的钻杆10根或凿直径166毫米炮孔的钻杆7根。移动钻机、安装钻杆、凿岩和提升钻杆全部由一人操作。采用液压动力(除冲击器外)是目前潜孔钻机的趋向,其优点是可减少昂贵的压风动力,但还有许多问题尚待解决。改进冲击器和钻头设计以提高钻进速度和工作寿命,这方面比过去更受重视。球齿钻头在适宜条件下使用具有良好的效果。(31) 据澳大利亚霍姆公园石灰石公司称,用625型潜孔钻机配以DC 500冲击器和直径127毫米的Halco球齿钻头,一个钻头钻了6650米炮孔;另一个钻了6100米之后掉入孔中,打捞后仍可继续使用。当然这是最好的效果,但与该采石场采用的其他类型的钻头(平均寿命为180米左右)相比却有显著突破,如穿孔速度为9.7米/时,一个26米深的炮孔只用170分钟即可钻成。(30)

近年来新试制的某些牙轮钻机能兼作潜孔钻进之用,例如温特-韦斯公司1970年试制的10IG—600型钻机,据称钻孔孔径可达200毫米,轴压15,900公斤,装有钻杆自动液压推进装置,能用于牙轮钻头和潜轮钻头。(10) 1971年10月芝加哥风动工具公司在美国采矿协会展览会上展出的CT650型钻机可供直径200毫米的牙轮钻头和直径170毫米的潜孔钻头之用。(16)

露天矿用的许多牙轮钻机和潜孔钻机一般用压风作冲洗介质,但有许多大型钻机趋向用水除尘。特别是在潮湿的条件下钻很致密岩石更是如此。水经过钻头会降低效率,但可改善露天采矿作业条件。(8,17)

近几年很少报导火力凿岩的研究成果。但据美国《采矿协会志》1971年的年度述评称:牙轮钻机虽在铁矿石穿孔中代替了部分火钻,但苏米苏里铁矿区每年仍有8,700万吨的矿岩量靠用火钻穿孔。由于火钻机械化程度高,容易实现完全自动化,还能任意改变炮孔直径,可在炮孔中扩壶,因而它在凿岩中,特别是在极硬、致密的含硅高的岩矿中将被继续使用。此外,现已制成了炮孔抵抗线测量器,能使人们根据最小抵抗线和岩石性质的变化设计每个炮孔,显然这也是有利于火力钻进的发展。(17)

重型凿岩机在资本主义国家的中小型露天矿用得很普遍,这是因为它在许多岩石中凿孔径小于100毫米的炮眼具有很快的穿孔速度。重型凿岩机在凿各种斜度的炮孔时凿岩速度很快,往往能在难于到达的地点凿岩。宜于凿浅眼,但如操作小心,深度可达30米。其缺点是:生产费用高;钎杆容易疲劳;噪音大;不能钻大直径炮孔。因此,重型凿岩机将适宜于那些因震动关系而不能采用大孔径爆破的坚硬凿岩;此外,可用于凿予裂炮眼和台阶根底眼等。钻机活塞直径将从114毫米增至140毫米,要求能凿直径152毫米、深30.5米的炮孔,风压达8.8公斤/厘米²。(31)

加德纳—丹佛公司研制的ATD—3700型风动履带钻车(见图1)是一个新的成就。它具有伸缩支臂,可向外伸长1.5米,因而能在一定位置上凿更多的炮眼。炮眼组宽可达8.2米,水平眼高达4.9米。钻车重心低,加之有2.4米宽的底座,重量分布均匀,因而特别稳定。此外,还有大型牵引马达及可靠的自动制动系统。(16,20)

在机械钻进中,一个新的概念—高频冲击钻进法是值得特别注意的。英国采矿发展有限公司对Mindev高频冲击凿岩技术进行了多次试验,因而有了新的认识。该法是用液压动力系统使钻杆产生10,000次/分的冲击。因只有一简单运动部分的结构,故维修很简单。特别是与高频冲击同时发生摆动,而不是钻机回转,因而比普通回转冲击钻的钻头回转角要小,并可

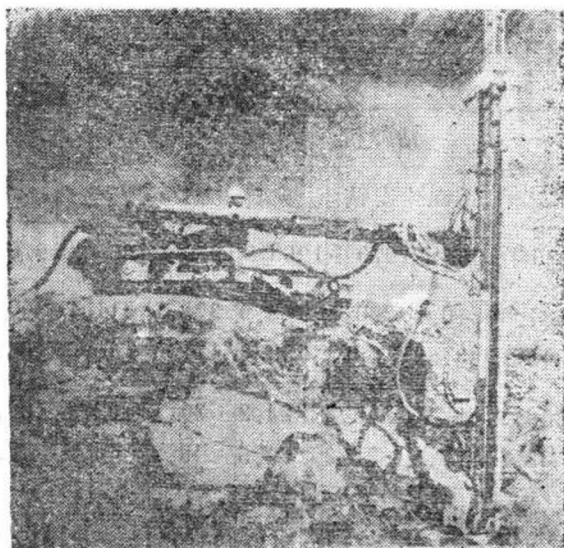


图1 带1.5米延伸支臂的ATD—3700型
风动履带钻车

部柴油机，额定马力167匹，带5台液压泵，以承担一切作业。钻机可钻直径为76—178毫米的炮孔，直径114毫米的炮孔的钻速为：砂岩—61米/时，白云岩（伊利诺斯州的）—46米/时，花岗岩（乔治亚州的）—29米/时，极硬暗色岩—22米/时，铁燧石（默萨比山脉的）—10米/时。1972年在澳大利亚的某一采矿场使用，头三个月的效果是：钻深24—27毫米、直径114毫米的炮孔，总凿岩效率（包括各种耽误时间）为22.3米/时。实践证明，效率增加一倍，动力减少一半。（83,8,9,10）

近年来苏联在露天凿岩方面大力发展牙轮钻机这个总趋势是和美、加等资本主义国家一致的，但它是在高速地替换原来陈旧的钢绳冲击钻的基础上发展的。1970年苏联露天铁矿采用的各类穿孔设备与工作指标及其与1965年的比较如表1所示。（83）（该表为苏联黑色金属冶金部矿山局的资料，但其中许多数字有明显的错误—编者注）。

由于广泛采用牙轮钻机，使苏联在1965年~1970年期间铁矿工业的穿孔工作量增加了70%，而钻机台数却减少了30%，每一台钻机的平均效率提高1.4倍。到1970年，用牙轮钻机完成的穿孔工作量占总工作量的78%，而1965年只占1/3左右。在此期间潜孔钻机和火钻的穿孔工作量也有所增加，从而基本上消灭了钢绳冲击钻机。火钻主要是在克里沃罗格铁矿区得到广泛采用，占该矿区的比量为30%；个别露天矿如南方采选公司，新克里沃罗格采选公司超过40—45%。（59）据称，在此期间，在有色金属露天矿方面，也用牙轮钻机取代了800多台低效率的钢绳冲击钻机。按效率来说，1台CBIII—250和BAIII—250型牙轮钻机

降低钻头磨损，提高纯凿岩速度。冲击力、频率和摆动角都可以调整，以适应不同岩石类型的穿孔。现在已生产的Mindev50型钻机如图2所示。（8,9,10,11）

在这方面主要的工业成就是美国加德纳—丹佛公司研制的Blowtorch型钻机。它虽然在频率上没有英国的10,000次/分高，只有7,200次/分，为普通风动凿岩机的3.5—5倍，但在工业上应用较成熟。它是全液压的、一人操作的履带装置的设备。冲击器在两个不同压力的液压室之间的液压缸中摆动，能量因不平衡的液体压力而直接传给冲击器。冲击器的能量经过形成脉冲的弹簧（起降低冲击峰值的作用）有效地经钻杆、钻头传递下去，因而使高频冲击钻具有很高的凿岩速度，而且能延长钻杆寿命和减少钻头磨损。钻机上只有一

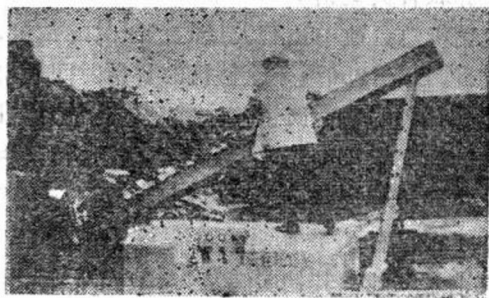


图2 Mindev50型钻机

可取代3—4台钢绳冲击钻机。目前整个有色金属露天矿的矿岩量也基本上是用牙轮钻机穿孔,其中重型牙轮钻机占50%以上。(57)

苏联露天铁矿穿孔设备及工作指标

表 1

指 标	总 数		钻 机 类 型							
			牙 轮 钻		钢绳冲击钻		火 钻		潜孔及螺旋钻机	
	1965年	1970年	1965年	1970年	1965年	1970年	1965年	1970年	1965年	1970年
年工作量 (千米)	3531.8	6007.5	1221.7	4680.8	1716.1	280.5	182.9	328.1	411.1	700.0
	(千米³)	141050	210678	42350	150517	48150	7949	10250	17100	10900
平均在册台数 (台)	694.5	484.4	101.2	308.8	537.1	105.8	24.2	30.1	32.0	39.7
	(%)	100.0	100.0	26.0	63.7	77.5	21.8	3.5	6.3	4.6
平均工作台数	374.2	366.5	56.6	244.1	285.1	67.5	15.4	27.0	16.6	27.9
利 用 率	0.54	0.76	0.56	0.79	0.58	0.64	0.64	0.70	0.60	0.70
日历时间利用率	0.25	0.3	0.29	0.33	0.23	0.16	0.33	0.21	0.25	0.38
一台在册钻机的效率 米/年	5085	12401	12072	15158	3195	2651	7558	10917	14200	15000
千米/年	185	435	375	515	126	86.2	325	569	270	340

苏联各类型钻机的利用率很低,以牙轮钻机来说,1970年还只占33%。这首先是因为在牙轮钻机总台数中还有大量的已过时的钻机,如BCIII—1、BCIII—2型钻机占50.5% (新生产的BCIII—250型牙轮钻机的日历时间利用率要高些,为46%,在个别企业可达52%)。其次是钻机的备件质量差,并且供应不足,因此一台钻机完成的8小时作业班数很少,各类钻机的总平均只有352个班,按牙轮钻机平均为390个班。(63)

苏联沃罗涅什矿山机械制造厂近年来生产的CBIII—250MH型牙轮钻机可钻孔深度为32米(4根钻杆,每根8米);钻进方向为0°、15°、30°(与垂直线的角度);额定功效384瓩;钻机重量65吨。其钻头转速为30—150转/分,可无级调速;最大轴压30吨。钻机装有25米³/分的螺旋压风机,风压为7个大气压,用于冷却钻头和排粉。主要和辅助作业的机械化程度高,在硬岩中每月可钻进直径为243—249毫米的炮孔3000米以上。(66)该厂最近又制成CBIII—320型钻机,钻孔直径320毫米,深40米;最大轴压60吨;转速0—130转/分。压风能力48米³/分;钻机重120吨。(67)

苏联在1966年—1970年期间,主要推广的仍为CBIII—250型牙轮钻机,在克里沃罗格矿区多裂隙和易爆破的岩石将采用CBIII—320型牙轮钻机。提高牙轮钻机利用率的措施包括:妥善地准备作业场地、及时供应牙轮钻头、提高牙轮钻头寿命、在钻机上采用螺旋压风机(如13K—11型等)取代往复式压风机、穿孔时采用风水混合排渣、采用稳定器防震、采用合理的工作制度以及缩短移动钻机的时间等。在钻进160—200毫米孔径的钻孔时仍将采用CBY型潜孔钻机。此外还研究和掌握岩过程的自动化技术。苏联矿山研究工作者认为,采用联合钻具(冲击牙轮、切削牙轮)可大大提高穿孔效率。从这种概念出发,他们企图创造火力机械联合钻具(火力冲击、火力牙轮等)来解决火力穿孔对岩石类型具有严格的选择性这一基本缺点(正由于这个问题,所以美国一些露天矿用大型牙轮钻机来取代火力钻机)。但

是，在有利条件下，用火药喷射扩孔器扩大机械穿孔的小直径炮孔是较合理的。(59)

2. 浆状炸药和铵油炸药互相竞争，但后者在使用量上仍占主要地位

在七十年代，国外对爆破理论进行了多方面的研究，如岩石中的波动力学、岩石破碎机理、漏斗爆破理论、相似应用等继续成为积极研究的课题，但要完全了解这方面知识还有很大距离。如：1.合理的最小抵抗线仍靠经验或实验公式来确定；2.用于实验的、小的集中药包与现场用的长的柱状药包之间还没有建立起一定的连系；3.没有得出适宜的数学公式来解释对岩石破碎起主要作用的应力波；4.露天爆破相似模拟的应用尚未成功；5.片裂机理能解释岩石破碎的许多现象，但它并不是爆破时岩石破碎的完善答案。因此许多爆破技术工作者仍靠经验成果去解决爆破问题。(34)

在工业上，近几年来爆破技术的发展动向主要是：1.改进铵油炸药品种，加大炮孔直径及排除炮孔积水，以便更多地使用廉价的铵油炸药；2.研制浆状炸药新品种，改进浆状炸药泵车，使它具有更高的泵送速度和更大的可靠性；3.研究改善爆破环境条件。如减小空气冲击波和地震破坏。(12)

五十年代出现的铵油炸药和随后出现的浆状炸药在美国1970年的消耗量超过了全国总用药量的80%，其中铵油炸药占70%；浆状炸药从1968年起突破了10%，并以每年占总用药量1.5%的速度上升。就美国金属矿山的用药量而言，铵油炸药占其总用量一半以上，浆水炸药占1/3以上。(35) 由于有廉价的炸药可供应用，近年来美国、加拿大许多矿山都报导在露天矿进行了充分的“化学破碎”，因为破碎速度较好，使装载运输、选矿粗碎的费用得到降低。但尽管如此，几年前引人注意的露天剥离抛掷爆破却少有人采用，已停止不前了。(1)

铵油炸药和浆状炸药在市场上互相激烈地竞争着。近年来，国外杂志上也有很多争论，目前还看不出谁占明显的优势。因为爆破的许多参数，如助爆、临界直径、装药长度、岩石性质、水的存在等等，使双方都能从理论上说明它比对方优越，但一用于现场，结果就不一定一致了。因此，许多露天矿工作者相信现场试验结果才是最好的选择方法。(10)

五十年代末及六十年代初铵油炸药价廉而被采用，因抗水性差曾研究疏干炮孔和炸药包装技术，虽在一定条件下能解决有水炮孔的问题，但浆状炸药的成就使铵油炸药大有逊色，因而人们趋向于浆状炸药。但自从在穿孔上能凿大直径炮孔或火钻扩壶，同时在铵油炸药的制造和使用技术上有很大发展，如最近铵油-铝粒混合炸药的发展，应用疏干技术，完善铵油炸药车、改进包装技术等，使人们又以新的兴趣转向铵油炸药。(1,17) 总之，由于铵油炸药价廉，每磅只要3美分，而浆状炸药即使成批生产，成本也要每磅8~20美分，实际情况就不象早先人们所预料的随着浆状炸药使用量的很快增加，铵油炸药用量将会迅速减少。(35)

铝作为敏化剂，五十年代人们已知道。但铝粉在运输和储存上不安全，而采用铝粒便没有这种危险。(1) 加拿大工业有限公司炸药部出品的Metamite 5和15以及Metamite 10三种加铝的铵油炸药品种和不加铝的Amite I铵油炸药可用于露天矿大孔爆破，具有良好性能而成本又低。(20)

加拿大露天矿1971年首次使用加拿大工业有限公司炸药部制成的炮孔疏干车和金属铵油炸药混合车，使露天开采效率提高，成本降低。前者经济地疏干炮孔中的积水，使铵油炸药可在有水岩层中应用，后者提供高威力的品种，使铵油炸药能用于中硬以上的岩石，因而扩

大了铵油炸药的使用范围。(16,20)

浆状炸药是以其高密度、抗水性强、安全(由于纯感)为它的主要特徵,近年来发展的品种是很多的。发展的目的,是寻求价廉的密度低而又能抗水的品种,使之用于易破碎的岩石和柱状装药的上部,以与铵油炸药争夺市场,另一方面寻求能用于小直径炮孔的品种,以与传统的高威力炸药如狄拿米特争夺市场。由于许多原因,含铝浆状炸药发展很快,将代替炸药基浆状炸药。(35)以下简要介绍最近新试制的几种炸药。

加拿大工业有限公司1971年试制的“Powermex”浆状炸药,是为二次爆破或小眼爆破而设计的,能用雷管起爆。其原理是因微小气泡与铝作用而敏化。在起爆前用压力将气泡体积压小,通常静压为2.1公斤/厘米²,此时,甚至用100克明托乃特也不能起爆。装填用双动活塞的装药泵,以4.2—7.0公斤/厘米²的压气为动力。泵本身长305毫米,汽缸直径120毫米,每冲程装药566厘米³。泵有特殊设计,特别是在安全方面,套管和套筒衬垫为尼龙和皮革的,无金属与金属的接触部分。有一漏斗装于泵的进口,漏斗允许装药27、81、108和216公斤。泵送速度当管长在122米以内时为54.5公斤/分。散装药的壓力高达14公斤/厘米²,因此对爆轰完全不敏感。炸药在炮孔中2~3分钟以后,压力释放,其弹性能使它恢复到正常雷管起爆的密度。因而可用雷管起爆。1972年该公司还试制了低能级的Powermex B,以代替70%的半胶质炸药。它装于聚乙烯袋,做二次爆破用。(16,20)

加拿大工业公司1971年还试制了低密度不含金属的浆状炸药Hydromex LD和Hydromex T—3LD,从而扩大了TNT为基的Hydromex系列的浆状炸药。

这两种炸药是专供中等爆破条件下的上部装药用,亦可用于中硬到较硬岩石的上部装药或用于易破碎岩石的整个炮孔的柱状装药。(16,20)

美国内山研究公司于1969年试制并于七十年代推广了两种新的浆状炸药,Iremite和Hregel。Iremite是对雷管敏感,含铝的浆状炸药,用于小直径炮眼(38—100毫米)来代替狄那米特,其密度在用控制充气办法时为1.0—1.2克/厘米³,无特殊充气时可保持在1.15和1.3克/厘米³之间。无毒,炮烟少,威力相当于40、60和80%的狄那米特,可扩大到超过100%狄那米特。Hregel浆状炸药系列的特点是含水量低,只11%,因此相应的浓缩浆状炸药提高威力7%,比含相同重量的铝粉、含水17—20%的浆状炸药提高威力15%。特别值得重视的是其威力的提高是通过改进增稠和用相当少量价廉的树胶胶合的办法来实现的。(36)

浆状炸药的另一分支是酸基浆状炸药。以强氧化酸作为燃料具有很大的潜力,已成为一种廉价炸药能的来源。但是,酸性浆状炸药在储存中有自行分解的倾向,而且还会和岩石,特别是和含硫化矿物的岩石起放热反应,引起早爆危险。因此,不解决这些问题,酸性浆状炸药是没有发展前途的。(35)

曾一度引人注意的露天斜孔爆破技术,从理论上来说固然有许多优点:各处抵抗线均匀;从孔底发生的冲击波极大部分从自由面反射回来,(垂直炮孔有较多的能损耗在底板以下的固体岩石中),此外在倾斜地层爆破时,斜孔从分离层面反射的冲击波,要比垂直孔为少。这些都有助于改善爆破质量,消除根底,同时还可提高矿岩的抛掷距离,适宜于轮式装载机装岩。但其严重的缺点是凿斜孔比垂直孔钻杆向下的冲击能力要小,因而孔底岩石的扭裂作用不完全,故较难穿孔。此外,目前露天矿主要用机械铲装岩,而垂直孔形成的工作面适宜于机械铲铲斗的弧度,因此目前各露天矿很少应用。(1,34)

3. 轮式装载机向传统的电铲挑战,但目前还不够结实耐用

露天矿装载设备一向以机铲占主导地位,但近年来受到轮式装载机的挑战。目前轮战还在继续着。

机铲的优点是:1.能装硬的、致密的、破碎块度不良的岩石;2.生产费用低;3.维修质量的要求不需像轮式装载机那样严格;4.司机疲劳程度小;5.地面支承压力较低。

轮式装载机的优点是:1.有良好的机动性;2.一机多能,而机铲只供单一目的服务,需要辅助设备(如清理台阶面的设备);3.在中等坡道行走无困难;4.投资费用少。

根据美国等二十个曾用轮式装载机又用机铲来装载坚硬的致密的爆堆矿岩的矿山,特别是金属矿山的经验,一致认为,现有的装载机用来装载正常的爆堆原矿是不够结实耐用的。但他们同时又都认为,用轮式装载机做为辅助设备,以清理露天采场、贮矿场装矿和应急时装载爆堆矿岩是决不可少的。某些开采较软岩石的矿山都感到轮式装载机有一定用途;但大多数矿山宁肯采用机铲,因它有长时期的可靠性。然而,由于轮式装载机具有便于行走、投资低和操作灵活等特点,大型轮式装载机目前正在、将来也还会用来装载爆堆矿岩。当前较突出的是轮胎问题,如能得到进一步解决,而机铲设计又无新的突破时,则轮式装载机有继续代替机铲的可能。(1,23)

目前通常使用的最大装岩机铲斗容为7.6—13.8米³,无疑地,随着大型汽车的使用将增加大型机铲。(22,23)

K.D.布林分析用不同斗容的机铲装岩的单位成本如图3所示。从图中可以看出,以11.5米³的机铲为例,维护检修的费用所占的比重最大,高达50%;其次是设备费用,为25%。因此他指出,今后机铲设计发展的目标将着眼于可靠性、容易维修、制造费用和效能等几个方面。(28)从图中亦可看出如维修问题不解决,加大机铲斗容并不能降低多少装岩费用。

总的说来,近两年机铲设备在设计上没有特别重大改进,市场上出售和现场应用的仍是前几年的标准型号。但新制了几种产品,具有如下引人注意的特点:1.是试用可控硅直流传动系统,代替过去长期使用的电动发电机组,以改进动力传动;2.在推压方面采用液压(如192—M)或将推压电机直接安装在动臂上(如P&H型);3.为了解决过去从电铲上部的电动机和一连串的传动齿轮传动的老问题,对行走机构采用了在下部底架上用液压传动或用普通电动机和大型减速齿轮的独立行走方案;4.改进铲斗的设计、材质和加工工艺。(17,12)下面着重介绍几种设备。

1969年末,美国哈尼施费格尔公司制成的19.0米³的P&H2800型装岩机铲是当前最大的机铲之一。这台机铲第一次采用硅控直流传动。采用硅控可省去电动发电机组,从而减少了相应的重量和费用,它在不妨碍机铲的控制效能下收到了简化设备的效果。目前已有许多制造厂考虑用它来进行电气控制和传动。但硅控整流器操作的缺点,即较高的均方根电流,较

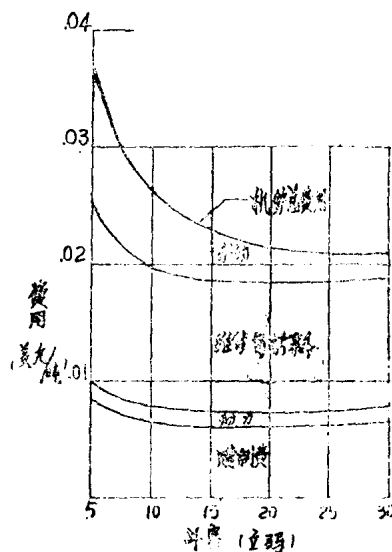


图3 不同斗容的机铲的平均装岩费用

差的总功率因数和动力中断时制动的问题,仍值得认真解决。对这种传动方式未获得更多的操作经验之前,还难予评定其优缺点。(8,17) 该公司近年来在此基础上又试制了P&H 2300型机铲,斗容12.3—15.3米³,具有电力矩控制系统、行走部分独立推进和双提升电动机(以提高铲斗提升力和降低回转惯性)等特点。(10,20)

另一大型机铲是马里恩动力铲公司最近制造的192—M型电力—液压铲,斗容12.3~19.9米³,臂长15.5米。该设备的特点是推压和行走都用液压驱动,因而速度和动力的控制不受制。据称,该设备具有较大的有效负荷、较高的生产效率、较大的设备利用率。(10,20,8)

布赛鲁斯—伊利公司制成的BE—295型机铲,斗容13—18.4米³,臂长15.2米,悬吊负荷能力52,200公斤。该设备具有底座独立行走、摩擦离合器操纵和全固态控制等装置。在推压方面,仍用该公司传统的钢绳推压方式,因为他们认为比齿轮条推压的要轻,因而可增加有效载重。同时在机铲前端还设计采用了防止扭力的管式铲杆,在铲杆后端增加了平衡推压绳的应变的转动绳轮以及降低挖掘冲击的缓冲垫等。该设备于1971年起在美国克莱马克斯金属公司的一煤矿和加拿大的新赖特山铁矿试用。(10,28,16)

改进铲斗设计以提高装载效率,也很受重视。过去7.6~11.4米³的铲斗是用重的、耐用的铸钢制造的,现在则趋向用高强度钢制造并采用现代焊接技术。这样,重量较轻,而成本较低,效率又好。(17) 1971年马里恩公司设计的可变斜度的Mar-Matic型铲斗可提高装满系数、减少溢损和加大卸矿力。铲斗斜度的改变是通过变更提升绳、动臂与悬臂之间的几何关系来实现的。(10,28)

除了普通机铲外,值得简要叙述一下旋转装载机(SWing loader),反向铲和高压液压铲。

所谓“旋转装载机”是将机铲的前端改为肘节作用的机构,它具有机铲和前端式装载机的效能。布赛鲁斯—伊利公司近年制成了605型旋转装载机(见图4)。它用液压的铲斗推进到爆堆而不需移动设备。装载机构装于履带式底架上,能旋转360°。铲斗3.8米³,行走速度为11.3公里/时。这种设备对刮装底板不平的矿岩将有好处,但还未引起矿山工作者的注意,可能是缺乏足够的坚固性和增加额外的磨损点的缘故。(23,3,1)

近年来对反向铲做了许多研究工作。使用液压动力,大型反向铲可达4.6—8.4米³。一般说来,它在大型露天矿没有发展的趋势,但对铲挖凹地或在露天矿底板不能承受汽车的地点装矿则是一种有利的工具。此外,对挖出破碎机中被卡住或形成拱形的矿石块也是很有效的。(23)

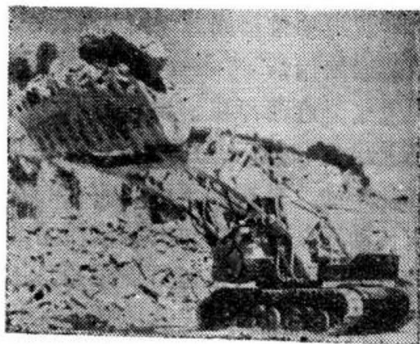


图4 布赛鲁斯—伊利公司的旋转装载机

西德门希·亨布劳克有限公司早已生产高压液压铲,现已有大至6米³的。1971年哈尼施费格尔公司制成了2.3米³的RH25型高压液压铲,这是在北美首批的产品。有300公斤/厘米²的液压系统能直接挖掘硬页岩、砂岩等岩石,而这类岩石如用普通铲,是需要首先进行穿孔爆破的。它具有高效率与灵活性,工作很迅速,并且可更换构件,做普通铲,反向铲和蟹斗铲之用。(8,20)

苏联露天铁矿在1966—1970年期间,用电铲铲装的矿岩量从21,960万米³/年增加到

29,620万米³/年,其工作指标如表2所示。(63)

苏联露天铁矿电铲工作指标

表 2

指 标	1965年	1970年		
		按电铲总台数计算	按电铲工作项目计算	
			往铁路列车装车	往汽车中装车
平均注册台数	429.8	511.4	222	289.4
平均铲斗容积(米 ³ /台)	4.07	4.76	5.4	4.26
平均工作台数	293.4	370.5	142	228.5
台数利用率(%)	68	72	64	79
日历时间利用率(%)	48	48	47	50
一台电铲平均完成的8小时班数	743	636	688	597
年生产率:每台在册电铲(万米 ³)	51.08	57.91	71.03	47.81
1立米电铲(万米 ³)	12.56	12.17	13.16	11.21
每小时工作班内电铲的平均生产率(米 ³)	709	910	1033	801

从表2中可以看出,1970年电铲的工作班数减小了,结果电铲年生产率的增长速度不如班生产率增长速度快。电铲每米³铲斗生产率从12.56万米³/年低至12.17万米³/年,这是由于硬岩开采量的比例从2.9%增至58%的缘故。电铲的日历时间利用率很低,只有48%,个别矿山,如奥列涅戈尔斯克采选公司,达到65%。(63)

苏联在1971—1975年期间将继续发展斗容较大的电铲,将用ЭКТ—5、ЭКТ—8И等较大电铲取代过时的设备,并采用新制的ЭКТ—12.5型电铲。这些设备均为乌拉尔重型机械制造厂产品。ЭКТ—8И型电铲可装备铲斗6或8米³,铲臂长12米,主电机(交流)520瓩,设备总重量384吨。新试制的ЭКТ—12.5型电铲可装备铲斗12.5或16米³,铲臂长18米,主电机900瓩,设备总重量615吨。(58)苏联由于汽车工业比较落后,在采用铁路运输的深部露天矿,为了解决快速掘沟问题,采用长臂电铲上装的工艺。今后将继续在大型露天矿推广6.3米³的长臂铲。(59)

如上所述,六十年代大型轮胎前端式装载机突然活跃起来。许多矿山工作者想用它来代替机铲,但在代用的地方大多数设备用得不宜。大型轮式装载机虽然购置费用较机铲便宜得多,但在硬岩中使用,生产费用却较高。例如,在埃弗勒思铁燧石公司的雷乌矿,已广泛使用大型轮式装载机(达9.2米³),但成本较高。大型轮式装载机如使用得当,可能是最好的采矿设备;如使用不得当,则将使装载费用增加很多。这里除矿山地质条件外,熟练的司机和及时细致的维修起到极其重要的作用。(17,21)

象其他露天设备一样,几年前不断加大前端式装载机尺寸的趋向似乎缓慢下来了,并趋近于以15.3米³为上限,因为需要对设备有一段试验和评价的时间。但随着汽车能力的加大,又将会考虑加大前端式装载机的能力。(10)

近三年出现的轮式装载机新型号要比机铲为多。国际农机公司的Hough580型装载机是该公司560型装载机的发展。该机工作时总重量140吨,有13.6米³重型铲斗,可供85—210吨汽车装车用。据称具有高速、易驾驶、性能好、装载能力大等优点。580型装载机是目前市

场上最大的单发动机的装载机，采用经济、可靠的单发动机设计(见图5)。发动机为德特罗伊厂的12V—149T型涡轮增压柴油机，飞轮功率1075马力。它利用了一套转矩变换器传动的，全功率变速的“软”变速系统。轮轴的特点，是具有一转矩比例差动器、轮端行星齿轮和轮端圆盘制动器。轮胎为 37.5×51 、44PR、L—5型，每个重2650公斤，高2.74米。(8,10,16)

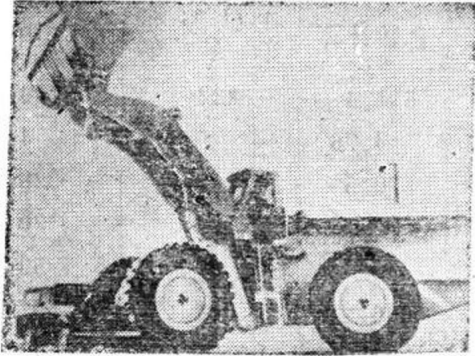


图5 国际农机公司的580型装载机

凯特皮勒公司新制的Cat988型轮式装载机是近年来国外推广得较迅速的一种装载机。这种功率为325马力的轮式装载机的特点，是装备了特别设计的戴斯特里德履带垫轮胎和喷射式铲斗。这种 4.6米^3 的铲斗增加了设备的装矿宽度，并具有V型铲齿、一眼到底的溢板和密封锁等特点，后者可延长润滑时间达100小时，铲斗宽3.25米，重4,900公斤，能装大于35短吨的汽车。由于旋转联动装置，使铲斗向前推出，甚至可抛装粘结性物料。这种设备在作为装运机使用时，可在机器前后各装一个铲斗，因而可提高装运

能力。最近在运距335米(包括122米8%的坡道)和全负荷的条件下试验时，平均每小时装运爆破后的石灰石250短吨。据称，该设备在卡拉汉采矿公司的彼诺斯科特锌铜露天矿做为主要装载设备，在11,000多个小时的工作中，只停工500小时，利用率达95%以上；1970年用这种设备的装载费用平均仅9.4美分/短吨，每小时生产费用(包括工资、燃料、轮胎、保护链和维修等)仅22.22美元。澳大利亚的库拉努卡铁矿，矿石用 3.4米^3 的机铲装入30或35短吨的汽车，用铲斗为 3.8米^3 的Cat 988型装载机作辅助工作，前者工效为 $229\text{米}^3/\text{时}$ ，后者为 $191\text{米}^3/\text{时}$ 。988型装载机已工作了14,000小时以上，平均燃料、润滑、维修、轮胎、保护链和工资等费用为13.01美元/时。(20,8,8,87)凯特皮勒公司在此基础上又制成了Cat992型轮式装载机，功率550马力，铲斗容积 7.65米^3 。

犹他采矿公司的纳伐候矿从1970年起对许多大型轮式装载机进行了工作评价的试验，结果选择了两种型号的设备，勒一特罗L—700型装载机和密支根475型装载机。前者有 18米^3 的铲煤斗，它跳出电气传动原理的圈子，虽然为了牵引仍保留了电轮，但只用独立的液压动力机组传动。这样布置大大减小了枢纽点过多的电缆或胶管的接头。L—700型装载机用于清理工作面(该矿另有三台机铲装煤)，也用于爆堆装载。装载循环时间平均每次为40~50秒，这较机铲所需的时间长些，但因其铲斗比机铲的大而得到弥补。L—700型装载机的灵活性和可行走性是其主要优点，因①、矿山有大量煤块飞散，需要清理平整；②、汽车定位不一定准确；③、当一个地点的工作完结时能迅速转移至另一地点，维持循环时间。一年多的观测结果证实它具有这些优点。L—700型装载机每周计划工作10班，但仍能接近机铲的利用率。(8,1) 13.8米^3 密支根475型装载机是做为L—700型装载机的备用设备。

1970年末，汽车制造公司制成一台50吨重、斗容 26.6米^3 的装载机，它有一台1800马力的机车式柴油发动机，带动发动机以驱动电轮马达。推压和提升作用从4个牵引电动机(共1000马力)用齿条齿轮传动，使铲斗向前推出2.4米。这将消除轮胎由于打滑而引起磨损。将进一步实现推压、提升作用的自动化。现用 36×51 轮胎，将代以 40×57 轮胎。卸载高度6.7米，因此可装200短吨汽车。但迄今还很少看到使用这一设备结果的报导。(1,3)

轮胎磨损仍是前端式装载机的主要问题，国外进行了大量研究工作，以延长轮胎的使用寿命，如：①、凯特皮勒公司提供的戴斯特里德有履带垫的轮胎；②、采用保护链；③、改进轮胎凸缘和花纹深度；④、正在进行研究的玻璃纤维加筋轮胎；⑤、正在研究的永久泡沫充气。(8)

戴斯特里德履带垫轮胎综合了轮胎和履带的优点，它既具有轮式装载机的灵活性和可操纵性，又具有履带牵引车的牵引特性和耐用性，现用于988型和992型轮式装载机上。据称，它在对轮胎极易磨损和很快破坏的条件下工作，比普通轮胎或加保护链的轮胎，其轮胎费用要降低40~75%，而在艰巨的装运条件下应用，装运距离4.8公里，行速19.3公里/时，履带仍无过热现象。它有几个特点：①、与普通轮胎装载机比较，其行走速度在低速挡时无差别，但在第三挡时，装有戴斯特里德装备的装载机的行速限制在16~17.6公里/时之内；②、与深纹轮胎相比，戴斯特里德的散热特性较好；③、通常牵引力视路面条件而定，介于轮胎和履带之间；④、在有水地点工作，有同履带一样的效果，其性能和履带板磨损不受影响；⑤当轮胎充气压力维持恰当时，石块夹入履带板及轮胎之间没有危害。(8,20)

对磨损性大的岩石，则继续发展在轮胎上装保护链。据加拿大一露天矿报导，过去用的轮胎寿命只700—750小时，加装保护链后为3500—4000小时。链比轮胎价贵，每200小时要维修一次，1700小时要反装一次，但尽管如此，每小时轮胎费用仍从9.9美元降至6.1美元。(1)

过去，在干燥、磨蚀性大的条件下，用深纹轮胎。但近年来在赞比亚的思强加露天铜矿（该矿台阶面粗糙，需有一定牵引力）已证实用光面的、仅在侧帮有轮胎面磨损标记花纹的轮胎有显著降低装载机轮胎费用的成效。(1)

苏联目前对轮式装载机尚处于试验研究阶段，他们认为：为了最有效地开采构造复杂、品位不均、厚度不大的矿体，需要发展载重量6、10、16、25和30—38吨（斗容3.5—23米³）和功率240—1200马力的行走式装运机。这类装运机作为大露天矿的辅助设备也将得到广泛应用。(59)

这里简要叙述一下索斗铲和剥离铲这两种设备，它们主要是用于露天煤矿的。剥离铲的主要优点是铲运块度不良的硬复盖岩。自从廉价的炸药出现后，可改善块度，因而使人感到剥离铲是过时了。加之薄至中厚复盖岩的矿床已相对地日益减少，因此具有较长臂的、运距远的、投资少的、操作灵活的索斗铲日益引人注目，已日益取代剥离铲。但剥离铲的生产能力能超过等斗容的索斗铲，因此，在复盖层中厚以下、块度不良、要求高产的地点，剥离铲仍是有优越性的。(1,23)

剥离铲现有可用到153米³左右的。(23) 1971年美国皇后河煤矿使用马里恩公司的95.6米³剥离铲，铲臂68.6米，能经济地剥离38米厚的复盖层。设备按计划每工作两周维修一天，每小时剥离砂岩和页岩3800米³，因而使该矿平均剥采比从早期的9:1提高到17:1。(8)

现在普通大型索斗铲为53.5—91.8米³。然而1970年布赛鲁斯—伊利公司已制出168米³的“Big Muskie”型索斗铲，在美国俄亥俄州一煤矿试用。该设备铲臂长94.5米，与捷克斯洛伐克试制的KU—800型斗轮式挖掘机一样，有液压控制的行走装置，以避免重量分布不均的问题。此外，该公司还制出斗容50米³、臂长70米的“Big Geordie”型索斗铲，在英国一煤矿使用。虽然它的斗容只前者的1/3，但在欧洲还是最大的。(1)

虽然168米³的“Big Muskie”型索斗铲目前工作得还很好，但正如其他大型露天采矿设备一样，目前无人需要这样的庞然大物。采矿工作者要了解花巨大投资购进的大型设备的