

露天矿成套铲运机械



冶金工业出版社

U152-3
AL924

露天矿成套铲运机械

В.Я.马伊明特 著
А.И.阿尔先捷夫

《露天矿成套铲运机械》翻译小组 译

冶金工业出版社

内 容 提 要

《露天矿成套铲运机械》系译自1976年由苏联莫斯科《Недра》出版社出版的В. Я. 马伊明特和А. И. 阿尔先捷夫著《СКРЕПЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТКАХ》一书。全书共六章。本书在苏联及其他国家（美、法等）施工经验的基础上，系统地总结了轮式铲运机露天开采的方法，叙述了铲运机的施工设计方法、采掘方案、施工组织，论证了有效运用成套铲运机械的条件。

本书可供采矿工程技术人员、科研设计人员以及有关大专院校师生参考。

露天矿成套铲运机械

В. Я. 马伊明特 著
А. И. 阿尔先捷夫

《露天矿成套铲运机械》

翻译小组 译

*

冶金工业出版社出版

（北京灯市口74号）

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 6 3/8 字数 138 千字

1982年2月第一版 1982年2月第一次印刷

印数00,001~1,500册

统一书号：15062·3740 定价0.70元

000000

译者序

《露天矿成套铲运机械》一书介绍了苏、美、法等国在露天矿采用成套铲运机械的经验。在技术发展的现阶段，成套铲运机械（包括松土机、轮式铲运机、助铲机、平地机）已是开采疏松半坚硬、甚至特定条件下坚硬岩石的有效工具。实践经验表明在一定的矿山技术条件下，与运用斗轮挖掘机、单斗挖掘机、汽车、火车、皮带运输机和别的运输设备的其他采矿运输过程综合机械化方案相比，利用大功率、大斗容量轮式铲运机进行大规模剥离和采矿作业是比较合理的。其主要原因是：第一，可以节约投资，提高劳动生产率。第二，大大缩短露天矿的建设周期。第三，在相应的矿山技术条件下，可以获得最佳技术经济指标。成套铲运机械是很有发展前途的。我们认为本书对我国冶金、煤炭、铁道、建筑等工业部门的有关技术人员、管理人员是有一定参考价值的。

本书第一、二、五、六章及第三章的一、二、三节由刘玉春译。第四章和第三章的四、五两节由王家珍译。

本书译出后，曾由郑州工程机械制造厂华中杰、天津工程机械研究所陈跃恒、张金星及天津六四四三厂刘钟钰校过。最后由冶金工业出版社请北京钢铁学院李宝祥统校。在此表示衷心感谢。

由于水平有限，译文当中错误在所难免，敬请读者批评指正。

译者

1979年4月

前 言

在苏联有用矿物的总采掘量中，大部分是用露天方法开采的。将来，露天采煤预计将达到50~55%，铁矿石85%，有色金属矿石75~80%，化工原料60%。露天采矿的方法是随着毛矿处理量的大大增加和开采地质条件复杂而发展的，其中许多矿的特点是岩石覆盖层很厚，不采用大功率铲运机械，就不可能有效地清除它们。

科学院院士H.B. 缅里尼科夫强调：在不久的将来，应用新型机动车辆作为露天开采技术装备的一个趋势是采用轮式机械……研制大功率轮胎自行式铲运机和串联铲运机的可能性开辟了新的前景……大型铲运机组的作业经验和研究证明，在这种情况下，生产率比使用挖掘机与运输机械配套作业高。为了完成露天矿的大规模矿山建筑工程，机动而高生产效率的铲运机是不可缺少的设备[16, 24]。

在国外，如美国，铲运机技术已经蓬勃发展。铲运机完成的土方量（包括水利工程、公路和其他建筑工程）比其他装载运输机械要大。斗容为25~40米³的高生产率铲运机可以经济地剥离几十米厚的岩层，在许多情况下还用来开采有用矿物（石灰石、磷灰石等）。遗憾的是，铲运机在苏联矿山工业中的使用范围还很窄。

铲运机数量和质量变化正在改变关于这种机器用途的认识。现在，应当把铲运机视为实现露天开采工艺过程（包括准备、开采、运输、物料堆置）全盘机械化成套机械（包括松土机、助铲机、平地机和压实机械）中的主要设备。用成

套铲运机械进行矿山作业的生产工艺有一系列特点，但这个方法在矿山学科里还未形成独立的分支，其理论基础薄弱，在文献资料里也很少见。事实上，从1955年以来本书的一个作者〔3〕曾经发表过专著，但还没有一本关于这个题目的重要著作，只发表过个别文章和在有关矿山工程的书籍中发表过一般性资料。

本书填补了这一空白，作者希望它有助于科研、设计和生产人员对采矿工程综合机械化的各种方案进行比较，评价矿山在各种技术条件下使用成套铲运机械的优缺点，和在具体的条件下开采方法的合理数据，求出成套铲运机械作业的技术经济指标。参加编写本书的有：

第一章，第二章的第一、三、五节，第四章的第一、二、三、四、五、七节和第六章由B.Я.马伊明特编写；第二章的第六、七节，第三章的第一、五节和第四章的第六节由A.И.阿尔先捷夫编写；第二章的第二、四节，第三章的第二、三、四节和第五章由B.Я.马伊明特和A.И.阿尔先捷夫合编。

本书主编是A.И.阿尔先捷夫。

作者向技术科学硕士K.Н.特鲁别茨基在评阅手稿时提出的宝贵意见表示感谢，并诚恳希望读者提出批评意见，以便今后研究课题时考虑。

目 录

前言

第一章 铲运机概述	1
第一节 简短的历史回顾	1
第二节 铲运机的用途和分类	3
第三节 铲运机的结构和性能	6
第二章 运用成套铲运机械进行矿山工作的 工艺特点	21
第一节 概述	21
第二节 土壤的预松	22
第三节 铲运机铲装作业	31
第四节 运输作业	44
第五节 铲运机卸载作业	46
第六节 辅助作业	50
第七节 铲运机的工作制度	50
第八节 作业区的预先疏干	62
第三章 运用成套铲运机械的开采方法	66
第一节 概述	66
第二节 露天矿延深开采方法	69
第三节 露天矿作业带的发展规律	84
第四节 矿山工程下降速度	90
第五节 露天矿无延深的开采方法	94
第四章 用成套铲运机械进行工作时, 设备的生产率 and 设备 总数的计算	104
第一节 工作循环时间	104
第二节 与运输距离无关的铲运机工作循环要素	105

第三节	铲运机生产率和行驶时间的计算	111
第四节	助铲机工作循环时间的计算公式	124
第五节	工作循环时间的随机性对成套《铲运机-助铲机》生 产率的影响	127
第六节	铲运机工作上的生产率	133
第七节	成套铲运机械内各种机器总数及生产率的计算	134
第五章	成套铲运机械在露天矿的有效使用条件	141
第六章	利用成套铲运机械进行露天开采的经验	153
第一节	国外成套铲运机械的应用	153
第二节	成套铲运机械在苏联的应用及其设计	164
结束语		191
参考文献		192

第一章 铲运机概述

第一节 简短的历史回顾

与任何其他土方机械一样，铲运机的雏型实际上是普通铲子。十八世纪时，铲子已呈箕状，尺寸相当大，开始由马牵引，就这样出现了铲运机。最初，铲运机是拖斗式机械，运土距离不长，为15~50米。到1883年，才制造出轮式全金属结构铲运机。十九世纪末期，拖拉机的出现导致了制造拖式铲运机组，它们是由4~6台普通的马拉式铲运机组成的。1910年，美国制造出拖拉机牵引的斗容为 5.4米^3 的专用铲运机；到1917年，有了牵引轮式铲运机的不很成功的初步经验[15, 41]。

在俄罗斯，马拉式铲运机（拖斗式）在1903年首先运用于阿穆尔铁路的建设。斗容 0.33米^3 的苏联第一台拖拉机牵引的铲运机是1925年制造的。1927年时，奥涅加厂制造出第一台斗容 1米^3 的轮式铲运机。但是，这个时期的建筑工程，包括土尔克斯坦-西伯利亚铁路（1928年）的建设，基本上是用马拉式铲运机。在1933~1934年间，开始成批生产由拖拉机牵引的轮式铲运机，到1940年，在我国建筑工程中，其总数已达1100台。第二次世界大战以后，斗容 6米^3 的Д-147型、斗容 6.5米^3 Д-222型、斗容 10米^3 的Д-213型和斗容 15米^3 的Д-188型轮式铲运机得到了广泛使用。这些机器均属80~140马力履带式拖拉机牵引的铲运机。斗容 15米^3 的Д-189型铲运机是第一台半拖式机器，由МАЗ-Э-525Д型轮式牵引车

牵引，发动机功率为300马力[1]。

现在，切利亚宾斯克筑路机械厂，在功率为375马力Бер АЗ-531型轮式牵引车基础上成批地生产着斗容 15米^3 的Д-392型自行式铲运机。全苏建筑筑路机械制造科学研究所(在莫斯科)设计并研制出斗容 25米^3 的850马力的ДЗ-67型自行式铲运机的试验样机(图1)，该样机正在进行工业性试验。这台样机是计划投产的最大的机器。铲运机的参数系列规定，将来要制造斗容 40米^3 的铲运机。

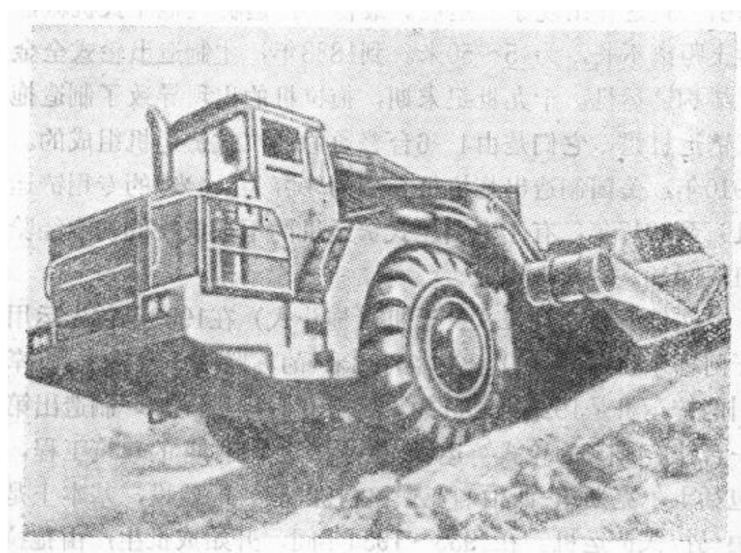


图 1 斗容为 25米^3 的ДЗ-67型轮式铲运机作业时的情况

在苏联，铲运机主要是用于线路建筑——铁路、公路、沟渠等。

在伏尔加-顿河通航运河的建筑中，铲运机得到最广泛的应用。在这个工程中，铲运机约完成了总土方量的35%

(4820万米³)。在北顿涅茨-顿巴斯运河的建设中 铲运机完成了2500万米³的土方,在阿卢什塔-雅尔达公路改建工程中,铲运机铲运了60万米³的石质土,其预松作业是用钻眼爆破法进行的。

在矿山企业的建设和生产方面,铲运机完成的作业量不大。它们偶尔用于小量的剥离作业(金吉谢普的磷-石灰石矿,古里凯维奇的砾石露天矿,里萨科夫矿山联合企业等),用来开采露天砂矿床,或者掘进堑沟和清理阶段等。

第二节 铲运机的用途和分类

铲运机是一种重要的周期作用式铲土运输机械,它能顺次进行铲、装、运输和堆土作业。在成套铲运机械中,除了铲运机之外,还包括拖拉机-松土机,保证土壤的预松;推土机-助铲机,在装斗时给一些铲运机助铲;平地机,平整铲运机行驶的道路;压路机,在必要的情况下压实松土。在一些具体的条件下,为了保证作业的工艺要求,可以使用上述之全部机种或部分机种。有时一种机器兼有好几种作用(譬如,带悬挂式松土器的推土机可以兼作松土机和助铲机)。在许多情况下铲运机可以单独地使用。

现在,世界上有很多种铲运机,可以按照斗容量、行驶方式、悬挂型式、装斗方式、卸载方法以及操纵系统进行分类。这些特征是铲运机分类的基础。

在不久以前,斗容超过6米³的已算大容量铲运机,中等容量铲运机斗容为3~6米³,小容量铲运机的斗容不大于3米³。按照现在的分类,小容量铲运机的斗容达5米³,中等容量铲运机的斗容为6~15米³,大型铲运机的斗容在15米³以上。这种分类的条件决定于相应设备的工业生产水平和对

其发展趋势的认识。随着铲运机斗容的加大，有可能导致新的分类，但是在技术发展的现阶段，还只能按上述的后一方案分类。

按照装载方法，铲运机可分为转轮式、扒装式和装铲式。现在基本上采用两种型式——铲装式和链板装铲式。第一种铲运机的铲斗依靠牵引车的牵引力装料，若用助铲机，其推力也协助装载。在拖曳土堆事先被切出而堆在铲刀前面的松土的反压力作用下（图2，a），土壤进入正在运动的铲斗。在第二种情况下（图2，b），铲刀依靠牵引车的牵引力切削土壤，被切出的土以专用装置——链板装载机构送进铲斗，链板装载机构还兼作斗门。

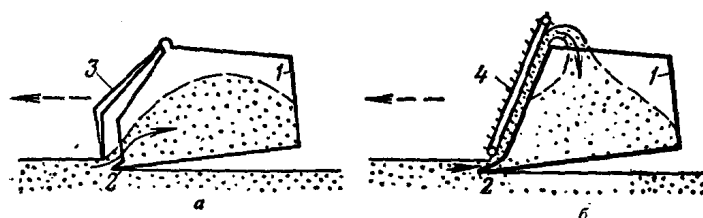


图 2 铲装式（a）和链板装载式（b）铲运机装斗原理图

1—铲斗；2—铲刀；3—斗门；4—链板装载机构

铲装式铲运机的用途最广，可以应用于各种环境。

链板装载式铲运机可以铲运约80%的土，它在作业时不需要助铲，可以有效地使用于散土上，其铲运成本约比铲装式机器低20%。链板装载式铲运机的缺点是不能在轻质硬岩石其中包括有裂纹的和预松过的岩石上作业，有些部件（链条、链板等）磨损快，对密集地夹杂在土中的砖石很敏感，装料时扬尘厉害[42]。此外，用链板机构提高了铲运机的能

量消耗和重量系数，这会恶化长距离作业的技术经济指标。

铲运机通常可分为拖式、半拖式和自行式三种。但是，这种分法不太确切。

对于拖式铲运机来说，其全部重量包括铲斗里的土重实际上都作用在两根支承轴上。半拖式机器的部分机重（有时达50%）可通过牵引架转移到牵引车的轴上。

若铲斗与牵引车各有底盘，但单轴牵引车和铲斗都不能在相互分开后独立运行，那么由它们联成的机组就叫做“自行式”铲运机，有时还加上“带轮式牵引车”的字样，来强调上述机组命名的条件。当铲运机装有从牵引车上进行操纵的辅助发动机时，可称为半拖式铲运机。为了使半拖式铲运机的分类精确一些，可以算出牵引车的轴数。因此，所有的铲运机可以只分为拖式和半拖式两类，这一特征标明了铲斗和牵引车的联结方法，即机器的组装方法，如同以前的文献所指出的那样，它不说明“行走方法”或者“行走部分的型式”。按牵引车的型式，铲运机可分为履带式和轮胎式两种。

在进行铲运机的分类时，有时要注意下面一个特点：铲斗的悬挂型式显然是结构特点，因此，把它当作整个铲运机的主要特性未必合适，对于现代铲运机来说，则更是如此。

按照卸料的方法，铲运机可分为强制式、半强制式和自卸式三种。自卸式是指以倾翻铲斗的方法，在大容量机器上不宜采用。使用最广的是强制式，它是以铲斗后壁（即排土板）的运动，把土从铲斗中推出去的。

最后，按铲斗、斗门、后壁的操纵方式，可将铲运机分为钢绳式或液压式两种。在现代铲运机类型中，基本上都是采用液压操纵系统。

由于出现了车轮靠电动机驱动的大功率铲运机，故可将铲运机分为机械式、液力机械式或电传动式三种，传动方式对铲运机的工况、经济性和生产率都有着很大的影响。

按发动机的数量，铲运机通常可分为单发动机式、双发动机式或多发动机式三种。按机组里联入的铲斗数，则又可分为普通铲运机或串联铲运机两类。

因此，建议按表 1 所列出的特性进行铲运机的分类，以适应现代机器类型的要求。

表 1

指 标	决 定 机 器 类 别 的 因 素
铲运机斗容，米 ³	
小斗容	≤ 5
中斗容	5~15
大斗容	> 15
组装方法	拖式，半拖式
牵引车	履带式，轮胎式（单轴，双轴）
装料方法	铲装式，链板装载式
卸料方法	强制式，半强制式
工作装置操纵系统	钢绳式，液压式
传动系统（行走机构传动系）	机械式，液力机械式，电动式
机组的发动机数	一台，两台和多台发动机
机组的铲斗数	一个，两个，三个或三个以上

第三节 铲运机的结构和性能

到现在为止，已经生产出许多种结构的铲运机，这里不能一一地详细分析。所举的例子仅可使人们对各种铲运机得到一个一般性概念[30, 41]。

斗容 6.5米^3 的Д-222型铲运机，是1965年前制造的，已经广泛地用于建筑工程。它是一种拖式机器，在铲斗下部焊有铲取刀板，带有由高碳钢制成的四个齿。斗门系铸钢件，靠两个臂铰接于铲斗的侧壁，而其中点联有钢绳，通过它来实现启闭动作。斗底后壁装成一体，借助于钢绳的操纵可使之相对于铲取刀板的轴翻转 64° ，实现铲斗的半强制卸料。铲运机侧壁与后横撑相联，后横撑上焊有助铲缓冲装置。焊接机构的牵引架是由带前轴的象鼻部和 Π 形架组成，其末端铰接于铲斗之侧壁。牵引架的结构允许前轮在水平面内回转 90° ，在垂直面内摆转 $10^\circ \sim 15^\circ$ ，以保证铲运机有很好的通过性。铲运机有两个前轮和四个后轮。前轮的轴上焊有带挂钩的牵引杆，以联结到牵引车上。

铲斗的操纵是在牵引车上通过铰盘实现的。对牵引车的行驶方向来说，右卷筒的钢绳用于提升斗门和倾翻斗底，左卷筒的钢绳则用于提升和放下铲斗。

Д-392型铲运机的斗容为 15米^3 ，由БелАЗ-531型单轴牵引车牵引，是半拖式的铲运机（图3）。

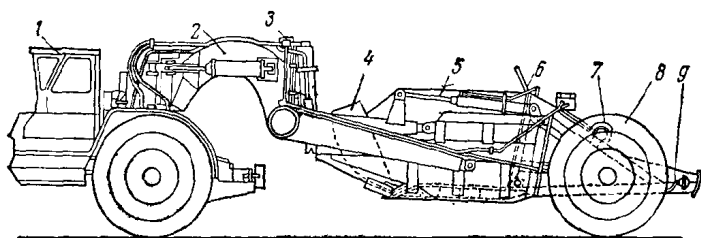


图3 Д-392 (ДЗ-13) 型铲运机结构图

- 1—БелАЗ-531型牵引车；2—牵引架；3—液压操纵系统；
4—斗门；5—铲斗；6—后壁；7—压缩空气系统；8—车轮；
9—电气设备

铲运机是由牵引车、牵引架、液压操纵系统、斗门、铲斗、后壁、压缩空气系统、车轮和电气设备组成的。

铲运机工作装置系电液操纵式，它是在牵引车司机室内通过配电器实现的。液压系统是由装在牵引车上的油箱、泵、和截止阀、铲斗油缸、方向控制阀、斗门油缸、后壁油缸、软管、管路以及固定在铲运机上的电磁推杆组成的。

铲运机上安装了三个单节方向控制阀、截止阀和旁通阀。电气控制系统有一个操纵台，其上装有三个开关和与配电器电推杆相联的电线。

压缩空气系统用于铲运机的制动操纵，是由储气罐、方向控制阀、刚性管路和软管以及两个制动室组成的。铲运机前后轮的充气操作是在 БелАЗ-531 型牵引车的司机室里实现的。制动系统能使铲运机在不大于 20° 的上坡路上停住，并能保证行车安全。

Д-733 (ДЗ-67) 型铲运机系半拖式机器，装有马达轮，全轮驱动，斗容是 25米^3 (图4)。

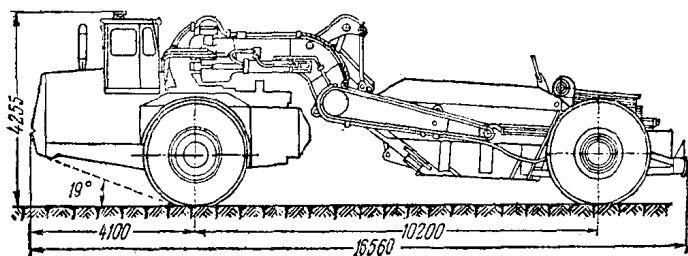


图4 斗容为 25米^3 的ДЗ-67型铲运机的结构图

铲运机具有专用的单轴牵引车，在牵引车上装有废气涡轮增压器式的M-301型850马力的柴油机和相匹配的发电机。

牵引车由鞍形联结装置和牵引架与装在单轴上的铲斗相联。两个马达驱动轮装在铲斗的缓冲件上。装铲斗的柴油机-发电机组在牵引架上。工作装置系液压操纵，以实现铲斗的提升、下降和切入土壤，后壁的移动，斗门的提升和下降，机器也采用液压转向。

当后壁在油缸作用下向前推进时，铲斗便强制卸料。采用直流电柴油机-电传动牵引系统是铲运机的结构特点。

电动机装在每个马达轮的轮毂里，马达轮内还有减速器和制动器。装在单轴牵引车上的M-301型柴油机驱使由同步发电机和牵引发发电机组成的发电机组旋转。前、后轴马达轮内的电动机由牵引发发电机供电。

表2为国内大型铲运机的简明技术特性。

除表2内所列的铲装式铲运机外，还制造了斗容 5米^3 Д-670型（ДЗ-49）和斗容 11米^3 Д-612型（ДЗ-46）铲运机的试验样机，但是这些机器至今还没有成批生产。

国外特别是美国的一些公司生产着许多种铲运机，其简明技术特性如表3所示（表中列出了只适于露天矿开采用而斗容量不小于 15米^3 的铲运机）。所有这些大斗容铲运机都是半拖式的，拖式的已被淘汰。卡特皮勒公司制造的最大的铲运机是CAT-666型铲运机，铲斗的几何容量为 30.6米^3 ，其外形如图5所示。

研究国内外铲运机的数据可以确定机重、功率、价值的单位指标与铲斗容积关系的变化规律（图6）。从所得到的关系曲线可见：

1. 铲运机发动机的单位功率随铲斗容积的加大而稍有降低。对于ДЗ-67型铲运机来说，发动机单位功率已接近双发动机铲运机的相应指标。