

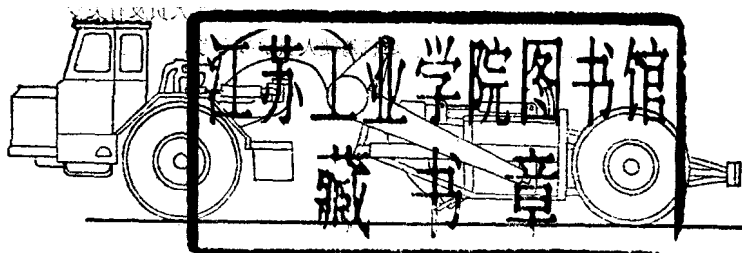
韩岐山 编著



铲运机

CHANYUNJI

中国建筑工业出版社



铲运机

韩歧山 编著 中国建筑工业出版社

CHANYUNJI

本书较系统地阐述了铲运机的分类、发展概况、结构、工作原理和对结构方案的选择, 试验研究、设计计算方法; 对铲运机的选用、使用及维护保养方法等技术内容也作了专门叙述。在介绍国内铲运机的基础上, 对国外铲运机在研制、设计、试验、选用和使用方面的先进技术和新型结构作了较详细的介绍。本书可供我国土方机械工程技术人员及有关专业人员、管理干部及铲运机驾驶人员学习参考。

铲 运 机

韩岐山 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

冶金测绘铅印厂印装

*

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 16 1/4 字数: 365千字

1990年5月第一版 1990年5月第一次印刷

印数: 1~870册 定价: 8.50元

ISBN7-112-00438-1/TU·318

(5553)

编 者 的 话

由于铲运机具有机动灵活，自身可完成铲土、装土、运土和卸土等工序及生产效率高特点，因此，铲运机在土方工程机械中，具有举足轻重的地位。该机种在国民经济的许多部门，诸如建筑、水利、筑路、农田基本建设、林业、采矿及特殊场合下的土方施工等，均离不开铲运机。

我国铲运机技术已从六十年代的仿制阶段，进入了自行设计和制造的稳步发展阶段。而国外铲运机已由先进技术应用的相对稳定，向技术更臻完善的阶段发展，许多先进技术都可为我们学习和借鉴。

本书的编写旨在通过对国内外铲运机先进技术进行较系统的介绍，为国内热心于铲运机研究、设计、制造、使用、管理和教学等部门的同志提供相应的参考材料，以便使我国在铲运机设计制造的质和量方面均尽快赶上世界先进水平，以适应我国现代化建设对铲运机的迫切需求。

本书的编写是以笔者在铲运机研制过程中的经验总结为基础，并收集整理了较多的国内外铲运机技术文献资料，最后编写成文。

本书在编写过程中，山西省建筑学会刘景山高级工程师曾通阅全部文稿；铁道部沈阳桥梁工厂、江苏泗阳铲运机制造厂等单位 and 锦州市科学技术情报研究所林丕钧同志提供了宝贵资料，谨致衷心地感谢。

由于本书编写时间短促，加之编者理论水平不高，实践经验不足和有关材料的局限性，定会有错误和不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

1987年12月

目 录

第一章 铲运机的分类及发展概况	1
第一节 铲运机的用途及型号编制	1
第二节 铲运机的分类	3
第三节 铲运机的发展简史	9
第四节 我国发展铲运机的必要性	12
第五节 国外铲运机的发展特点	14
第二章 铲运机的设计程序及方案选择	20
第一节 铲运机的设计程序	20
第二节 样机的试制、试验和鉴定	32
第三节 铲运机结构方案的选择	33
第四节 对我国铲运机性能的分析	51
第三章 我国铲运机的结构特点	66
第一节 自行普通装载式铲运机	66
第二节 钢丝绳操纵拖式铲运机	90
第三节 铲运-推土机	106
第四节 牵引升运式铲运机	125
第五节 液压操纵拖式铲运机	137
第六节 农用悬挂式铲运机	163
第七节 几种国产铲运机的结构特点	170
第四章 国外铲运机技术和结构	183
第一节 国外升运式铲运机结构特点	183
第二节 161型铲运机的结构	210
第三节 WS16-2型自行式铲运机	218
第四节 带有双铲刀机构的铲运机	229
第五节 铰接式牵引车辆的动力转向及制动系统	233

第六节 铲运机的悬挂系统	238
第五章 铲运机的试验与研究	250
第一节 试验的种类和方法	250
第二节 铲运机工作部件性能试验和生产实验的 基本原则	251
第三节 自行式铲运机的牵引试验	270
第四节 升运式铲运机部件的试验研究	285
第五节 计算切削及挖掘阻力的理论数学模型	299
第六节 铲装阻力水平分力的解析计算	309
第七节 铲运机铰接式转向过程中的数学模型	316
第六章 铲运机的设计计算	330
第一节 铲运机设计参数的确定	330
第二节 铲运机的受力分析	357
第三节 主要部件的受力计算	379
第四节 升运式铲运机的牵引计算	395
第五节 CT-1.8 型铲运机的设计	414
第七章 铲运机的选择与使用	436
第一节 概述	436
第二节 铲运机的选用	441
第三节 铲运机生产率的影响因素	451
第四节 铲运机的正确使用	460
第五节 铲运机的故障与检修	490
附录	
我国铲运机技术性能 附表1	503
我国铲运机技术性能 附表2	505
我国铲运机技术性能 附表3	506
国外铲运机技术性能 附表4	507
日本拖式铲运机技术性能 附表5	511
主要参考文献	514

第一章 铲运机的分类及发展概况

第一节 铲运机的用途及型号编制

一、用途

铲运机是以带有铲刃的土斗（铲斗）为工作部件的铲土运输机械，工作方式为循环作业式。主要用于中距离的大规模土方转移工程，它能综合地完成铲土、装土、运土和卸土四个工序，能控制填土铺卸厚度和进行平土作业，并对卸下的土进行局部碾压，因而与其他装运土方技术相比具有较高的生产效率和经济性。例如：一台斗容量为 10m^3 ，自重为 15t 的铲运机（需一名司机操作）所完成的工作量等于一台斗容为 1m^3 、自重为 40t 的单斗挖掘机再配备四辆载重量为 10t 、自重为 8t 的自卸汽车（需两名挖掘机司机和四名汽车司机操作）所完成的工作量。从上例可看出，自行式铲运机的技术经济指标高于单斗挖掘机约 $5\sim 8$ 倍。

由于铲运机具有较高的技术经济性能，近年来，在国外发展很快，据统计，国外工业发达国家，如美国，每年由铲运机完成的土方量约占总土方量的 40% 左右，而且还有不断增加的趋势。

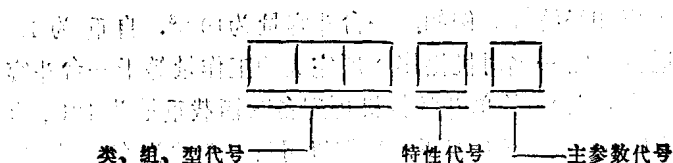
铲运机在建筑工程中，广泛用于公路、铁路、港口及建筑施工等的土方作业，如平整土地、修筑道路、搬运土方等；在水利工程中，开挖河道、渠道、填筑土坝、土堤和兴

修水库等，在农田基本建设中，进行土地租平，铲除土丘、填平洼地和集中表土、还原表土而修筑梯田等，在矿山的露天采矿中，铲运机可进行剥离、回填和分层采掘等。此外，铲运机在井下采掘、石油开发、军事工程及水下作业等场合，也获得了广泛的应用。

铲运机主要用于大量土方的填挖和运输工作，其最佳运距应根据机种、道路和运输材料的性质而定，拖式铲运机一般为100~1500m，自行式铲运机可达5000m或更长。铲运机一般用于开挖较软的土，当需在较硬的土上作业时，一般需先用松土机把土松好，这样，可大大提高生产效率。

二、铲运机的型号编制

国产铲运机产品分类和型号编制方法见表1-1所列。产品型号按类、组、型分类原则进行编制，一般由类、组、型代号与主参数代号两部分组成。



铲运机产品分类和型号编制方法 (JB1603-75) 表 1-1

类	组	型	特性	代号含义	主 参 数	
					名称	单位
铲土运输机械	铲运机 (C)	自行履带式	Y	机械式铲运机(C) 液压式铲运机(CY)	铲斗几何容积	m ³
		自行轮胎式(L)		液压式铲运机(CL)		
		拖式(T)	Y	机械式铲运机(CT) 液压式铲运机(CTY)		

第二节 铲运机的分类

铲运机的分类方法很多，主要根据铲斗容量、卸载方式、装载方式、行走机构、动力传递方式及操纵系统等进行分类。

一、按铲斗容量分

1. 小型：铲斗容量 $< 3 \text{ m}^3$;
2. 中型：铲斗容量 $> 3 \sim 15 \text{ m}^3$;
3. 大型：铲斗容量 $> 15 \sim 30 \text{ m}^3$;
4. 特大型：铲斗容量 $> 30 \text{ m}^3$ 。

二、按卸载方式分

铲运机铲斗的卸载方式可分为向前或向后自由卸载式、半强制卸载、强制卸载及开缝卸载等几种型式，如图 1-1 所示。

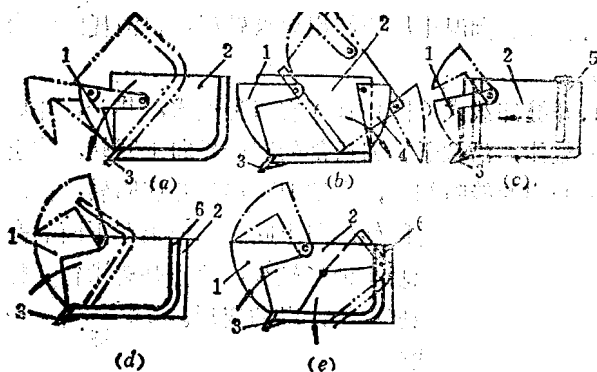


图 1-1 铲运机卸载示意图

(a) 向前自由卸载；(b) 向后自由卸载；(c) 强制卸载；

(d) 半强制卸载；(e) 开缝卸载

1—斗门，2—铲斗，3—铲刀，4—后斗门，5—后壁，6—斗底

1.自由向前、向后卸载式(图1-1a、b)仅用于小型铲运机上。其铲斗是一个整体,卸土是将铲斗向前或向后倾翻一定角度,使斗底倾角大于土的自然静止角和土与斗底的摩擦角,完全靠土自重而倒出。此种方法对干燥土壤和疏松物料易于卸出;但对潮湿和粘重土壤,易粘附于斗底和侧壁,卸土不净,往往需人工配合消除,但总的卸土功率消耗最小。

2.半强制卸载式(图1-1d)也称混合式卸载,是一种强制式与自由式相结合的方式。其铲斗的后壁与斗底连为一体,并以前边缘与刀片座板相铰接,靠斗底连同后壁绕铰接点向前旋转而卸土,斗内土开始被强制向前推移,然后再靠自重卸出,这种卸土方式可使粘附在铲斗侧壁的土部分地被清除,所消耗的功率较强制式卸土小。

3.强制式卸载(图1-1c)是靠作为铲斗后壁的推板,沿其移动导轨向前推进,将铲斗中土壤强制推送而卸出(可参见图1-2b)。这种方式可彻底卸净两侧壁及斗底上所粘附的土,对粘重和潮湿土壤的卸出效果较好,但消耗的卸土功率较大。

4.开缝卸载式(图1-1e)有两种型式,其一,斗底和后壁为一整体,沿位于铲刀后部的回转轴向上回转,使土在下面逐渐开启的缝隙卸下,主铲刀不跟随斗底回转;其二是斗底沿后壁圆形表面绕回转轴向上回转,使土在下面的开启缝隙卸下,优点是卸土功率消耗较少,缺点是要求铲斗体,尤其是两侧壁间要高强度连接,以防变形。

三、按装载方式分

可分为升运式(也称链板装载式)与普通式(也称普通装载式)两种。后者利用牵引力让铲切的土屑挤入斗内来实现装载过程,前者则以升运链板装载机构代替普通铲运机的斗

门, 铲刀铲起的土由升运机构升运入斗(图1-2a), 因此, 与普通铲运机相比, 它可降低约60%的装斗阻力, 从而更有效地利用本身动力实现自装, 不需助铲即可装至堆尖容量, 生产效率高, 由于链板升运土的碎土和搅拌作用, 使铺土均匀, 并增强了压实效果。

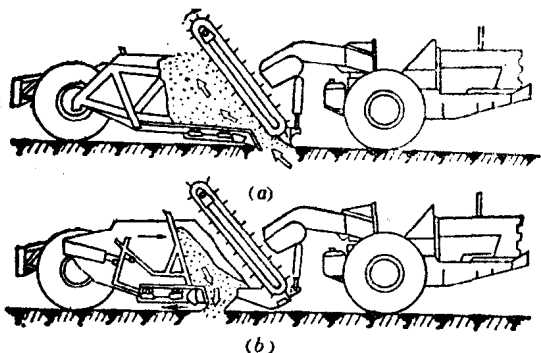


图 1-2 升运链板装载式铲运机示意图

(a) 铲装过程; (b) 卸土过程

四、按行走机构分

按行走机构可分为拖式、半拖式和自行式三种(图1-3)。

1. 拖式铲运机(图1-3a、b、c); 其自重和斗中土的重量全部通过铲运机本身的车轮传到地面上, 而对牵引车无影响, 此种称为拖式铲运机。

铲斗的行走装置多为双轴轮胎式。一般由履带式拖拉机牵引, 具有接地比压小、附着能力大和爬坡能力强等优点, 适于在松软潮湿地带使用。由于铲运机机动性能较差, 因此只适用于短距离土方转移工程。拖式铲运机亦也用轮胎式拖拉

机牵引，但此牵引方式不能充分发挥上述优点，除农用铲运机外，其他较大铲运机使用较少。

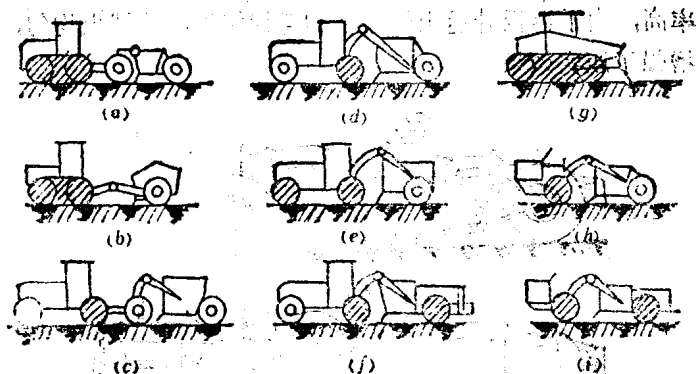


图 1-3 铲运机行走机构分类示意图

(a)、(b)、(c)拖式；(d)、(e)、(f)半拖式；
(g)、(h)、(i)自行式

当地形多变、又无道路时，可与履带牵引车配合使用，运距一般为50~700m；当地形平坦，有道路通行时，可与双轴轮式牵引车配合使用，运距可达2000~3000m。

拖式铲运机的特点是牵引车的利用率高，它可根据不同工作条件与不同种类的拖式或悬挂式工作装置配合使用。目前，农用铲运机都是拖式，与农用拖拉机配套工作。

拖式铲运机按与拖拉机的挂接方式可分为悬挂式（半悬挂式）和牵引式两种。

2. 半拖式铲运机（图1-3d、e、f）：其自重和斗中土重的一部分通过牵引装置传至牵引车，此种即为半拖式铲运机。此时，牵引车驱动轮的附着力，由于半拖式铲运机重和部分

土重量的作用而增加，因而改善了机组的牵引性能。

3. 自行式铲运机（图1-3g、h、i）：按行走装置可分为履带式 and 轮胎式两种。目前，自行履带式铲运机又称铲运推土机。自行轮胎式铲运机（以下简称自行式铲运机），由牵引车和铲斗两部分组成，大多采用铰接式连接，分开后铲斗不能独立进行工作。按牵引车驱动轴型式不同，自行式铲运机又可分为单轴和双轴式两种。双轴式系由双轴四轮驱动的牵引车拖挂单轴铲斗组成的三轴机械，适用于行驶阻力较大的场合，但因其机动性较差，结构复杂，很少采用。目前采用较多的是单轴驱动牵引车和铲斗组成的普通式铲运机。

自行式铲运机在总机重相同的情况下，具有较大的附着力及较高的通过性和机动性，而且效率也比拖式铲运机为高，并且结构紧凑，机动灵活，行驶速度快。因此，国外一些国家在中、长距离的土方转移工程中，得到了广泛的应用和迅速的发展。

这种铲运机的主要缺点是作用在驱动轮上的附着力较小，仅为整机（重载时）重量的52~55%，使牵引性能大大降低，因此，在铲装作业时，不得不用助铲机以增加铲斗的充满程度。

自行式铲运机按发动机台数可分为单发动机式（图1-4）、双发动机式（图1-5）和多发动机式（图1-6）驱动三种。它们的适用距离相同，只是双发动机和多发动机式功率较大，且全部轮胎均可驱动，适用于路面条件不好，行驶阻力较大的场地。双发动机自行式铲运机的前发动机驱动前轮，后发动机驱动后轮，在铲装过程中起到助推或助铲作用，使之在铲装过程中迅速装满铲斗，上坡时还可驱动后轮助力。

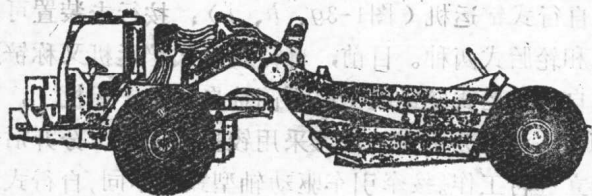


图 1-4 单发动机自行式铲运机

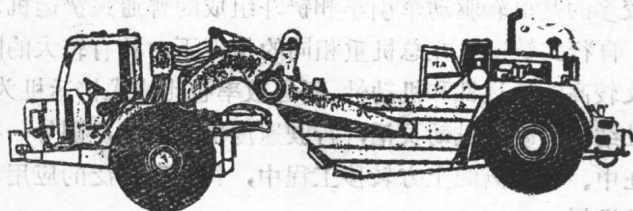


图 1-5 双发动机自行式铲运机

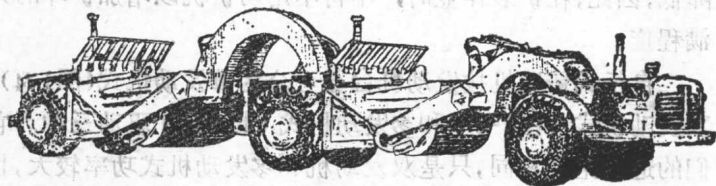


图 1-6 双斗串联三发动机自行式铲运机

五、按动力传递方式分

分为机械式传动、液力机械式传动、电力传动和静液压

传动四种。目前以液力机械式传动应用较多，机械式传动次之，电力传动只用在少数大型铲运机上，而静液压传动只在少数小型铲运机上应用，主要用于矿山、井下。

六、按工作机构的操纵方式分

铲运机分为液压操纵式和机械操纵式两种。液压操纵式铲运机操纵轻便、灵活，铲斗的升降、斗门的开关及卸土等动作均靠双作用液压缸操纵，其优点是铲刀能强制切入土壤，入土性能好，结构简单，操作方便，动作均匀平稳。

机械操纵式与液压操纵式相比有以下缺点：

1. 铲刀切入较硬土壤慢，因而，铲装路程较大。
2. 铲装终了时，斗门不易关严，运行过程中有漏土现象。
3. 拖式铲运机的牵引力，一部分是通过提升钢索而传至铲运机的，此时，钢索受强烈的冲击和超载，使钢绳磨损严重。
4. 结构复杂，操纵费力，影响机器效率的发挥。

液压操纵式是今后铲运机的发展方向，机械操纵式将逐步减少采用和淘汰。

第三节 铲运机的发展简史

一、机型

铲运机经过一百年，自行式铲运机经过四十多年的发展变迁，目前在世界范围内，以美国的铲运机为代表，传统的结构型式及技术已渐臻完善。

拖式铲运机大约在十九世纪七十年代开始出现。据载，十九世纪末，俄国出现了马拉式用金属制作的铲运斗，在地面拖动，将土铲起，斗容量为 0.2m^3 ，其型式相当于我国的簸箕。当时为减少铲运斗拖动时对地面的摩擦，二十世纪初，

又将其配上了两个车轮，即成为现代铲运机的雏型——翻斗铲斗卸载的拖式铲运机。

1910年美国用履带式拖拉机牵引拖式建筑机械，并制成了斗容量为 5.4m^3 的拖式铲运机。1915年前后，俄国先将实心橡胶车轮，后来将充气轮胎用到工程机械上。随着牵引阻力的减小和拖拉机马力的增加，使铲斗容量也相应增大。1938年，自行式铲运机在美国问世，该机型式为单轴牵引车通过上下拱架双拱连接形式与单轴铲运斗相连，即铲运斗上拱架经一球形铰而铰接于牵引车上，使两者成为三自由度的连接。铲运斗下拱架与牵引车相连，在两都之间增加一个约束，减少一个自由度。牵引车单传动系中装左右转向离合器及制动器，以实现铲运机的转向。这实质上是把履带式拖拉机的传统方案用到牵引车上，因此转向时，仅由一侧前轮传递牵引力，这样的转向方式其转向无位置感，又不利于牵引车总体布置。其双拱结构既限制转向，又易擦伤或损坏前轮胎。故于本世纪四、五十年代期间，前驱动桥+腰均采用汽车式带差速器的桥，单拱连接，转腰枢架，其转向采用两个双作用式液压缸强制转向。与此同时，出现了带马达车轮的全轮驱动电传动自行式铲运机。1949年，美国Terex公司首先据此制成双发动机全轮驱动铲运机。1953年，履带式自行式铲运机在德国一家公司制成。

六十年代的轮胎式自行式铲运机，其简单机械传动更多地被带锁紧离合器的液力机械传动所取代，液压转向为液压随动转向所取代，有内胎式轮胎为无内胎式轮胎所取代，钢绳操纵为液压操纵所取代（包括拖式的）。此外，因全轮驱动明显优越性，而使前后双发动机驱动的自行式铲运机日益增多，使拖式铲运机逐渐减少。此期间，升运装载式自行