

高等学校试用教材

矿山装载机设计

东北工学院 李健成 主编

GAO DENG XUE
XIAO JIAO CAI

机械工业出版社

TD421.7

L-414

高等学校试用教材

矿山装载机械设计

东北工学院 李健成 主编



机械工业出版社

663005

本书系统地介绍了矿用装载机的结构、设计计算和使用等内容。全书共七章，第一章介绍了装载机在地下矿和露天矿的使用实例，并概括地阐述了有关装载机的发展动态和有待研究解决的问题，第二章介绍了有关装载机工作阻力的理论和牵引计算。第三章至第五章阐述了轮式装载机和地下矿用铲运机的结构分析及有关设计与计算等内容。第六章是轨轮式装岩机的设计与计算。第七章是双臂式装载机的设计与计算。书中的附录摘录了一些国内、外各类装载机的主要技术性能。

本书是高等工科院校矿山机械专业的教材，也可供从事装载机设计及使用和研究人员参考。

矿山装载机设计

东北工学院 李健成 主编

责任编辑：周性贤 责任校对：宁秀娥
版式设计：乔玲 责任印制：张俊民

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

中国农业机械出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₁₆·印张14·字数340千字
1989年5月北京第一版·1989年5月北京第一次印刷
印数0,001—2 206·定价：2.80元

ISBN 7-111-01374-3/TD·2(课)

前 言

本书是根据1984年12月高等工业学校矿山机械专业教材编审小组制订的矿山机械专业教学计划和教学大纲，以审定的编写大纲编写的。

本书的主要内容是阐述矿用装载机的设计与计算。书中概述了几种不同采矿法及各类装载机的应用实例。介绍了松散物料力学与装载机工作阻力的理论与研究成果。系统地阐述了轮式装载机、地下矿用铲运机、轨轮式装岩机、双臂式装载机的结构分析和有关参数的选择与计算。对装载机部件的强度及机构的优化也作了一些阐述。本书的附录摘录了一些国内、外装载机的主要技术性能，可供选型或设计矿用装载机时对照和参考。

本书是高等工科院校矿山机械专业的教材，也可供从事装载机使用和设计的研究人员参考。

本书由东北工学院李健成（第一、二章）、吉林工业大学王秀梅（第三、五章）、北京钢铁学院虞汉良（第四章）、太原重型机械学院王荣祥（第六章）、中南工业大学吴建南（第七章）编写。全书由东北工学院李健成主编，吉林工业大学罗邦杰主审。

本书在编写过程中，得到有关厂矿、科研部门和兄弟院校的支持，并提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，对书中存在的缺点和错误，恳望读者给予批评指正。

编者 1985年10月

目 录

<p>第一章 概论1</p> <p> § 1-1 装载机在地下开采中的应用1</p> <p> § 1-2 装载机在露天开采中的应用10</p> <p> § 1-3 装载机的发展动态与有待解决的问题12</p> <p>第二章 装载机的工作阻力与牵引计算14</p> <p> § 2-1 装载机各类行走机构的运行阻力与牵引计算14</p> <p> § 2-2 柴油机与液力变矩器的匹配和铲运机的牵引特性曲线27</p> <p> § 2-3 装载机工作机构的工作阻力36</p> <p>第三章 轮胎式装载机的总体设计47</p> <p> § 3-1 装载机总体参数的确定47</p> <p> § 3-2 装载机的总体布置54</p> <p> § 3-3 装载机的稳定性58</p> <p> § 3-4 装载机的通过性67</p> <p> § 3-5 装载机的经济性70</p> <p> § 3-6 井下装载机的废气净化问题72</p> <p>第四章 轮胎式装载机工作机构设计75</p> <p> § 4-1 装载工作对工作机构设计的要求75</p> <p> § 4-2 轮胎式装载机工作机构类型的综合分析77</p>	<p> § 4-3 铲斗设计79</p> <p> § 4-4 工作机构连杆系统的尺寸参数设计83</p> <p> § 4-5 工作机构的强度计算101</p> <p> § 4-6 转斗油缸及举臂油缸的设计计算109</p> <p>第五章 装载机的底盘设计112</p> <p> § 5-1 轮胎式装载机的传动系112</p> <p> § 5-2 轮胎式装载机的行驶系127</p> <p> § 5-3 轮胎式装载机的转向系129</p> <p> § 5-4 轮胎式装载机的制动系135</p> <p> § 5-5 履带式装载机的底盘143</p> <p>第六章 轨轮式装岩机设计151</p> <p> § 6-1 装岩机的设计依据151</p> <p> § 6-2 装岩机主要性能参数概算157</p> <p> § 6-3 装岩机工作机构设计162</p> <p> § 6-4 工作机构运动学和动力学170</p> <p> § 6-5 装岩机提升机构设计175</p> <p> § 6-6 装岩机行走机构设计183</p> <p>第七章 双臂式装载机设计187</p> <p> § 7-1 概述187</p> <p> § 7-2 双臂式装载机结构分析189</p> <p> § 7-3 双臂式装载机的总体设计193</p> <p> § 7-4 双臂式装载机的工作机构设计197</p> <p>附录210</p> <p>参考文献218</p>
---	--

第一章 概 论

金属矿山的开采可划分为露天开采和地下开采两大类。我国露天矿采出矿石的比重约占70%，但从事地下开采的人员比露天开采的人员多。这是因为地下开采的条件复杂，使用的设备种类繁多，在产量相同的条件下，对地下矿投资的人力和物力远大于露天矿的缘故。

保护自然环境和合理地利用矿藏资源，是发展社会主义经济的必要条件。随着浅埋矿床的耗尽而愈来愈向深部开采，或当露天开采的深度很大而使地表遭受大面积的破坏时，就必需采用地下开采。可以预料今后地下开采仍将逐渐增加。

不论是露天矿开采还是地下矿开采，对矿体和围岩较硬的金属矿山，都是经凿岩爆破将崩落的松散矿石或岩石，经装运作业运至下步工序的作业地点。装载作业是矿山整个生产过程中既繁重又费时的作业。所以努力提高装载机械的作业能力，对实现矿山生产的高效率低消耗起着重要的作用。

§1-1 装载机在地下开采中的应用

地下矿的开采，包括开拓、采准、回采三个步骤。开拓是矿山的基建工程，它是用井巷把地表与地下矿体接通，并建成完整的运输、通风、排水的井巷工程，包括竖井、斜井、平硐、盲井、井底车场和各种硐室，如水泵房、变电室、机修站、破碎硐室、火药库等，还有石门、阶段运输巷道、溜井等。

采准是指掘进形成采区外形的一些巷道及为了回采工作面的凿岩和爆破而需要的自由空间。前者如采区的运输巷道、通风和人行天井，以及电耙巷道等，后者如切割槽、拉底空间、放矿漏斗等。

回采就是做完采准后，在采区工作面进行的落矿、装运和管理作业。回采中的矿石装运作业是矿山生产的中心环节。

装载作业就是把开拓、采准、回采的矿石或岩石装入运输工具或卸入溜井。开拓、采准和回采三者在使用装运机械方面对比起来，采准工程的特点是：它的装运作业工作量，是在阶段水平以上或矿房内部及矿床上下盘中进行的。一般地说，这些巷道断面尺寸小、长度短，分布在阶段水平以上不同的高度上，要求机械设备轻便灵活，便于调入和调出及迁移到不同高度上。在断面尺寸很小的空间内工作，由于设备的调入迁移和使用都比较困难，致使采准工作的机械化程度低、工作效率低、成本高。因此采准工作量的多少，便成为衡量采矿方法好坏的重要指标之一。

考虑矿床赋存的地质条件和可采用的采、装、运设备及采准和回采间的相互配合，这就是采矿方法。因此讨论装运设备在地下矿的具体使用，就涉及到具体的采矿方法。

矿床的赋存条件和对矿石产量的要求，决定了应选用的开拓和采矿方法，而任何一种采矿工艺的选定，又必需考虑选用能与它相适应的采、装、运设备。工艺的发展对设备不断地提出新的要求，而新设备的出现又促进了工艺的发展和改革，所以设备的设计人员应通晓工艺

的现状和发展，才能不断地用新的设备去促进工艺和生产的发展。

尽管在不同的开拓方式和采矿方法中，有着不同的工作环境和种类繁多的洞室及巷道规格，但就使用方面要求装载机在性能上的主要差异，可划分为用于水平装载的、倾斜装载的、竖直装载的三大类。

一、应用于平巷掘进和采场平巷出矿的装载机

地下矿在水平面上进行装载作业的矿量要占绝大多数，它使用的机械类型也最多，它们主要是用于水平巷道的掘进及各类采矿法中采场的平巷出矿。

(一) 铲斗后卸式装岩机 (图1-1)

此类装岩机作业时，铲斗将铲取的矿岩抛到机体后面的矿车内，其行走装置多为轨轮式的，用履带式的则很少。此类机种的结构简单、工作可靠、轮廓尺寸小、生产能力较低，是我国当前使用数量较多的机种。属于这类的机型有国产ZCZ-17电动装岩机和ZCZ-26气动装岩机等。

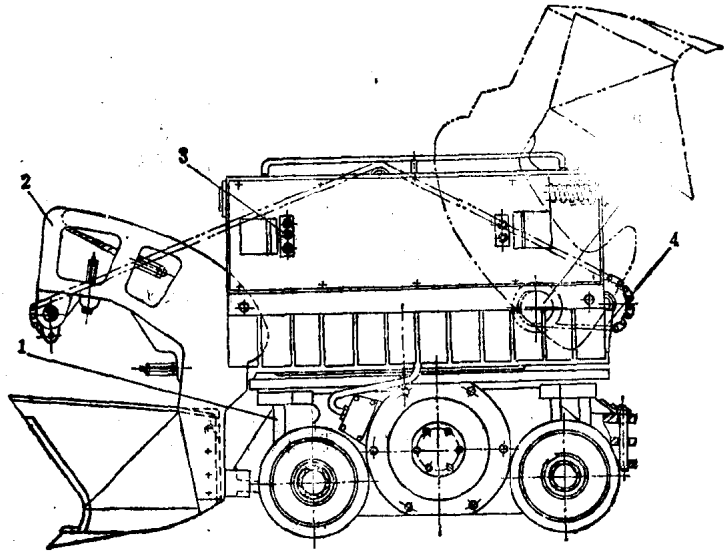


图1-1 ZCZ-17电动装岩机
1—行走部分 2—工作机构 3—电气部分 4—回转部分 5—提升机构 6—缓冲弹簧

图1-2为此类装岩机在平巷掘进中与皮带转载机配套使用，向电机车牵引的矿车卸载的作业示意图。

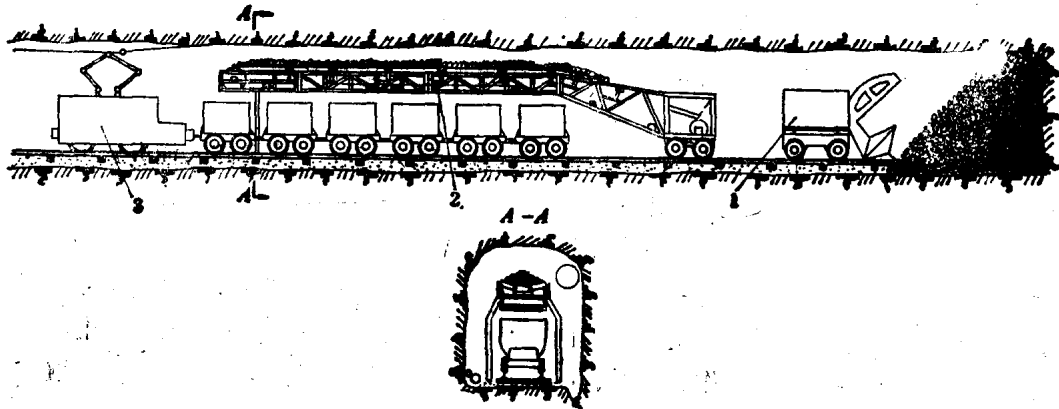


图1-2 装岩机与转载机配套用于平巷掘进
1—装岩机 2—皮带转载机 3—电机车

图1-3为应用此类装岩机对空场采矿法底部为歪沟结构出矿的例子。图中装岩机在装矿横巷的轨道上向前装矿，装满铲斗后，再后退向由电机车牵引的矿车卸矿。遇到放出的大块就在装载横巷进行二次破碎。司机可在装岩机的脚踏板上操纵装岩机，也可以用摇控装置摇控装岩机及调动矿车用的绞车或电机车，使编组的矿车根据装满情况向前移动。

(二) 带转载运输机的铲斗式装载机 (图1-4)

此类装载机作业时, 铲斗插入岩堆后, 链条将铲斗提起把岩石卸到运输机上, 再由运输机卸载给矿车或梭车。由于转载运输机的机尾可上下摆动调整卸载高度, 及左右摆动向两侧卸载, 因此它可以和大容量的矿车或双排轨道运矿车配套使用。

按装载机工作机构的取料方式, 铲斗装载机是属底取式的, 即工作机构是从岩堆的底部插入岩堆, 再倾斜向上来获取岩石。欲将铲斗装满, 就需要铲斗有足够的插入深度, 而岩堆底部阻止铲斗的插入阻力大, 因此, 此类装载机要求行走系统和机重能够产生足够的牵引力, 以便将铲斗推入岩堆。

(三) 顶耙式装载机 (图1-5)

此类装载机是利用耙取装置从岩堆上部将物料扒下, 送给运输机, 再由运输机向矿车或梭车卸载。这类取料方式的工作机构称为上取式工作机构。它的取料阻力帮助机体向料堆推进, 因此当耙头的行程和运动轨迹适当时, 扒取物料的阻力及能耗较小。

(四) 立爪式装载机 (图1-6)

立爪式装载机的工作机构是一对耙臂, 它可把两个耙臂并在一起, 象顶耙式装载机的耙头那样, 从料堆上部往下运动扒取物料, 也可以将两臂左右分开耙集两侧的物料。它也属上取式的工作机构。

顶耙式或立爪式装载机在平巷掘进中可与梭车配套应用, 由装载机向梭车装载后, 用电机车牵引梭车运至溜井卸载。图1-7为井下使用的梭车, 在它的长条形车箱内装有刮板输送机。装岩时边装边开动运输机使岩堆布满长条车箱, 卸载时也是利用运输机, 使岩石从车箱的端部卸出。

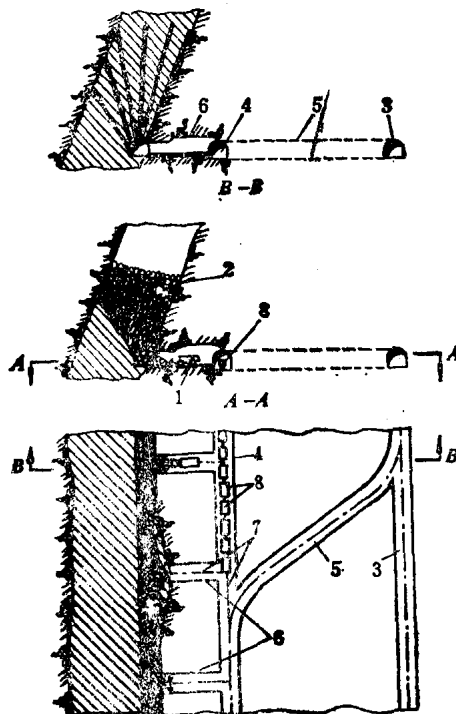


图1-3 用铲斗后卸式装岩机对采场出矿
1—装岩机 2—崩落的矿石 3—运输平巷 4—装
车运输巷 5—绕道与道岔 6—装车横巷 7—轨道
中心线 8—矿车

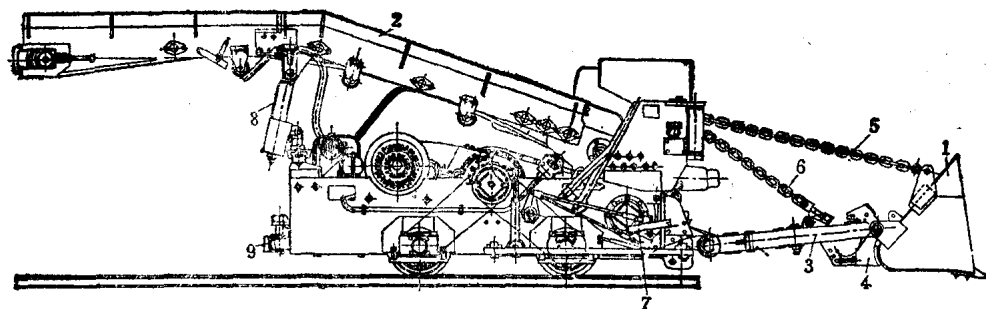


图1-4 带转载运输机的铲斗式装载机

1—铲斗 2—皮带输送机 3—斗柄 4—斗底托架 5—提斗链条 6—弹簧缓冲器的链条
7—控制行走部的踏板 8—运输机尾升降机构 9—挂钩缓冲器

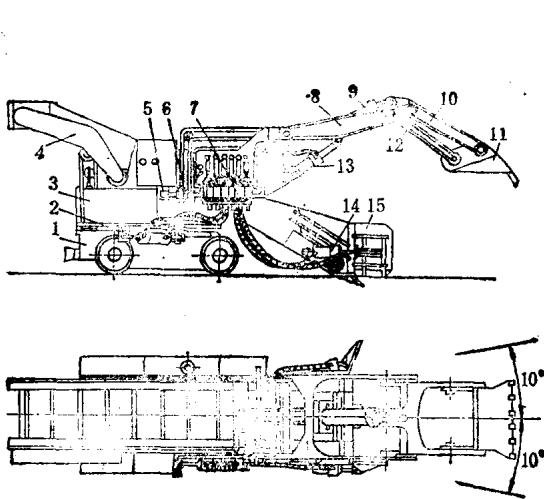


图1-5 顶耙式装载机

1—行走机构 2—回转油缸 3—电控系统 4—刮板输送机
5—直角单向阀 6—溢流阀 7—组合换向阀 8—大臂 9—
耙头工作缸 10—耙头臂 11—耙头 12—连杆 13—支臂
油缸 14—收集油缸 15—收集板

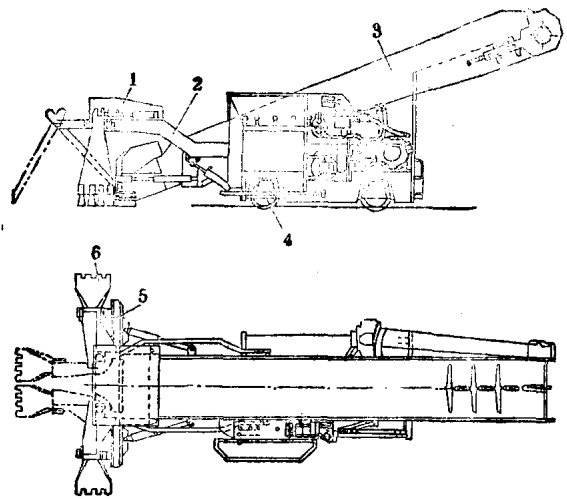


图1-6 立爪式装载机

1—耙臂回转机构 2—升降臂 3—输送机
4—司机踏板 5—侧挡板 6—铲斗

(五) 双臂（蟹爪）式装载机（图1-8）

此类装载机是利用两只与蟹爪相似的耙爪，交替地从岩堆的侧向插入，再横向移动来刮取物料，因而称它是侧取式的工作机构。为了能够将耙爪下面宽大的承载板插入岩堆，此类装载机多采用履带行走机构。由于两只耙爪是交替连续地将落在承载板上的物料快速地运送给输送机，因此，此类装载机的生产能力较高。

图1-9为房柱采矿法，矿体倾角近 20° ，矿房沿走向布置，矿房底板水平（或有很小倾角），应用蟹爪装载机装矿，自卸汽车运矿的例子。自卸汽车是通过坡度 8° 的斜坡道向溜井卸载或返回各个装矿点。

由于采矿场的空间尺寸大，矿石的装运量大且集中，工作面的通风条件好，提供了使用高效大型的无轨自行设备进入采场的基本条件，所以它的劳动生产率高。但由于它的矿柱占采区的储量比重较大，充分地回收这些矿柱是困难的。

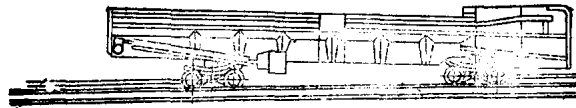


图1-7 井下核车

(六) 装运机

装运机是本身携带储料箱的铲斗式装载机。它是利用铲斗将储料箱装满后，运送到卸载点把物料由料箱内卸出，一机能完成装、运、卸三种作业。

图1-10为国产ZYQ-14装运机。它以胶轮为行走机构，以压缩空气为动力，运行时需拖着一条输送压气的风管，因此它的最大运距不超过90m。

该机工作时，司机可站在工作踏板17上，放下铲斗，开动机器驶向矿堆，使铲斗插入矿堆，并交替的操纵行走操纵阀11及铲斗提升操纵阀9，使铲斗上下抖动铲取矿石。当铲斗装满后，在机器后退的同时，提升铲斗将矿石卸进车箱。一般铲装7~9次就把车箱装满，此后使装运机运行到卸料处卸料。卸料时，先踏卸料板16，移开挡止车箱移动的滚轮挡块，再操

作卸料操纵手柄12，使车箱沿卸载轨道后移卸矿。卸载后，操纵手柄12使车箱复位进行下一循环。主供气阀的作用是将压缩空气过滤后，随同雾化后的润滑油供给气动机及气缸，并利用雾化的油滴起润滑作用。

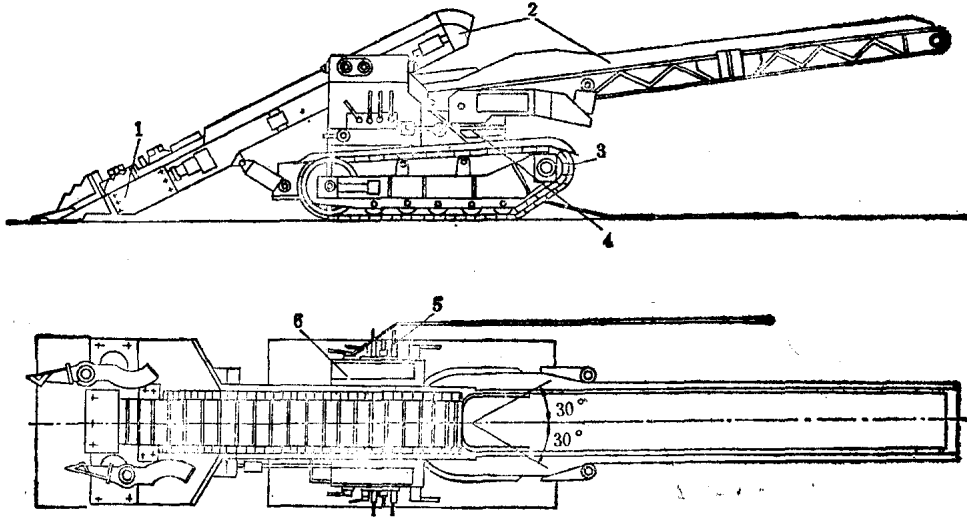


图1-8 ZS-60型双臂(蟹爪)式装载机

1—工作机构 2—输送机(刮板输送机及皮带输送机) 3—行走机构 4—回转台 5—液压系统 6—电器系统

图1-11为无底柱分段崩落法中应用这种装运机出矿的例子。装运机由阶段运输平巷经联络道进入设备天井，设备天井装有提升机将人员和设备提升到各回采分层。提升大型设备时，可在进入设备天井前，先在机修硐室将设备分解成若干部分再提升。提升到需要的分层后，经组装试车后，就可进入回采巷道工作了。凿岩台车在回采巷道中打垂直扇形孔，经崩矿后，矿石在崩落围岩的覆盖下放出，用装运机在回采巷道的端部放矿处装矿，然后运到溜井处卸载。矿石由溜井溜放到阶段运输巷，再由阶段运输巷装车运走。

以下是几种国外装运机产品：TL-55装运机(图1-12)料箱的有效载重量6t，在料箱的底部有卸料闸门，适合用于向溜井卸载的场合。装满一料箱需时约45~75s。该机为两轮驱动，柴油机功率为96kW，工作空间的最小高度为2.73m。

TL-110型装运机(图1-13)，铲斗容积1.72m³，车箱容积8.36m³，有效载重量15t，装满一车约需3min，重车最高行驶速度为32km/h，卸载时间约30s。与井下自卸汽车相似，卸载时将车箱倾斜，使货载由车箱端部溜出。柴油机功率为140kW

EC₂型装运机(图1-14)为减少卸载时倾斜车箱所占有的空间高度，该机采用推板卸载式的卸载机构，即利用车箱端部的卸载推板，在液压油缸的作用下，将物料由车箱内推出。此机的铲斗容积为1.6m³，车箱容积8.7m³，有效载重量15t，最大车速31km/h，柴油机功率148kW，适用于中等距离250~800m担负较大装运量的作业。

(七) 铲运机(图1-15)

铲运机是用大铲斗既作铲装物料的工具又作储料用的料箱，装满铲斗后，运至卸载地点，翻转铲斗卸载，完成装、运、卸作业。图1-15为国产的DZL-50型铲运机，斗容3m³、柴油机功率148kW，四轮驱动。铲运机既可用于采场出矿，也可用于掘进出渣，它的铲斗既可向低位的溜井卸载，也能够向较高的输送机或矿车卸载，还可以用铲斗运送辅助材料及机械备件和修路、铲平道路等。由于它对多种作业的适应性好，所以已成为地下应用数量最多的无轨自行装运

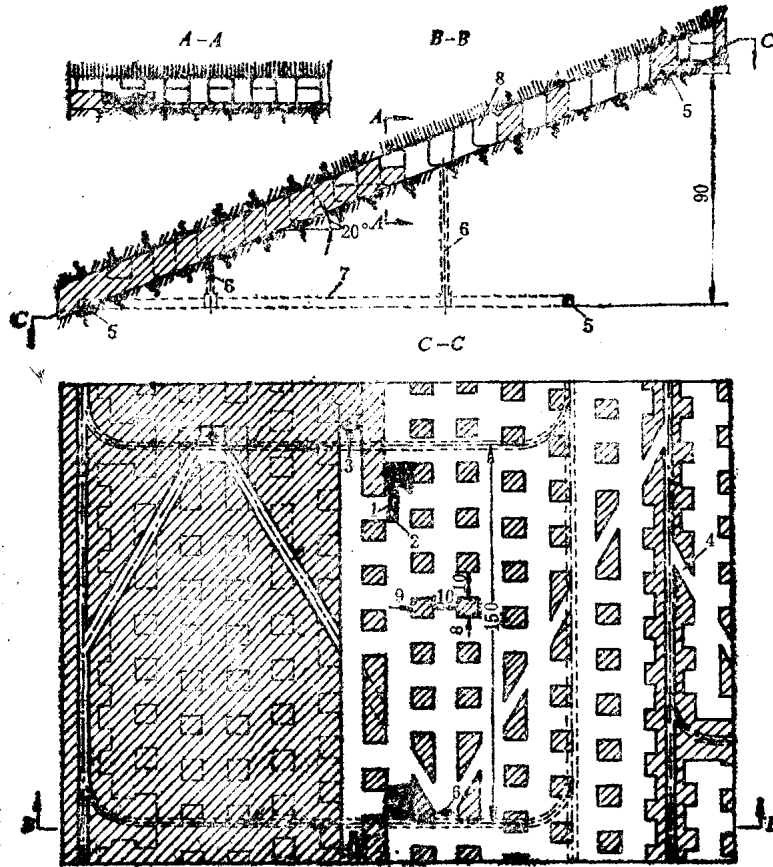


图1-9 房柱法应用双臂式(蟹爪)装载机和自卸汽车开采倾斜矿体的作业图
 1—双臂式装载机 2—自卸汽车 3—凿岩台车 4—倾角为 8° 的斜坡道 5—运输平巷
 6—溜井 7—环形进车线 8—杆柱

设备。

图1-16是铲运机应用于水平分层充填采矿场运矿的例子。铲运机由脉外之字形斜坡道进入各分层采场，铲装的矿石卸入溜井运出。

井下柴油无轨铲运机的合理运距是300m以下，柴油装运机的合理运距是200~800m，更远距离的运送是采用井下自卸汽车和强力皮带运输机，在有轨运输中则用电动机牵引矿车。双臂(蟹爪)式装载机或铲斗式装岩机基本上不负担运输任务。

以柴油机驱动无轨自行装运设备，摆脱了轨道、风管或电缆的束缚，使机器提高了机动性，即可用几台大型的装运设备调运至采区的各个出矿处工作，如此就简化了生产管理，减少了诸如风管、输电电缆、轨道等设施的敷设和维护作业，从而简化了管理和提高了劳动生产率。柴油无轨自行设备于70年代初在国外被广泛采用，并誉为地下矿装备上的重大改革。柴油无轨自行设备的突出缺点是柴油排放的废气对人体有危害。虽然经过数十年的研究并取得了可以将柴油机应用于地下矿的成果，但对废气净化的效果还远远不够理想，还需用强大的通风量来稀释排放废气中的有害成分，尤其是在独头巷道内使用时(如平巷掘进或如图1-11中的回采巷道)，呈现的问题更为严重，给通风带来很大的困难。基于这种原因，继柴油铲运机后，出现了电动铲运机。即用电动机代替柴油机，用缠绕在卷筒上可收放长度的电缆向电动机供电。但这样就大大地削弱了铲运机的机动性。

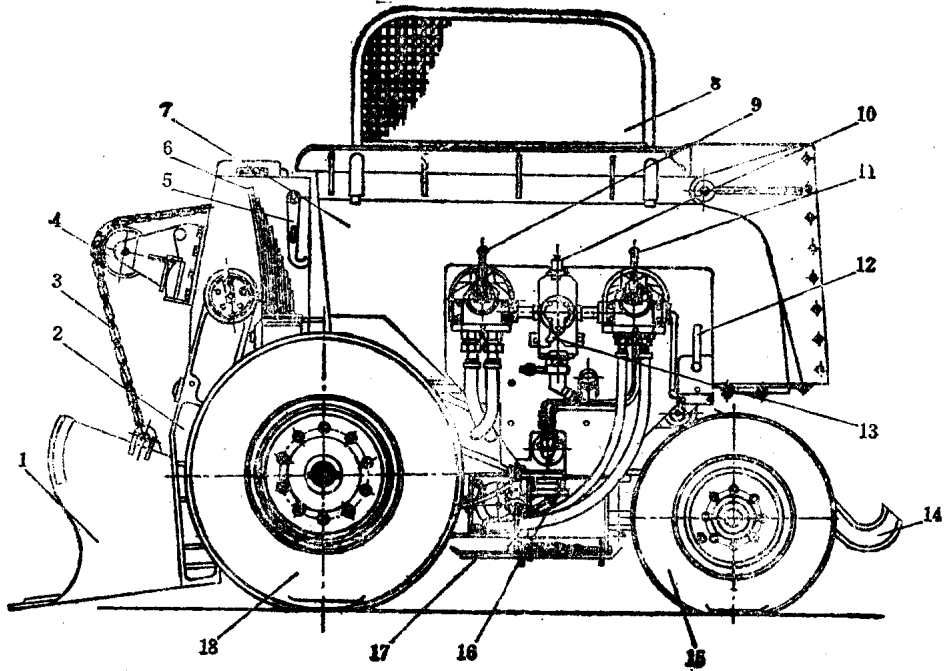


图1-10 ZYQ-14型装运机

- 1—铲斗 2—斗柄 3—链条 4—支承滚轮 5—挂钩 6—缓冲弹簧 7—车箱 8—安全网 9—铲斗提升操纵阀 10—主供气阀 11—行走转向操纵阀 12—车箱卸料操纵阀手柄 13—总开关手柄 14—卸载轨道 15—转向轮 16—卸料踏板 17—工作踏板 18—驱动轮

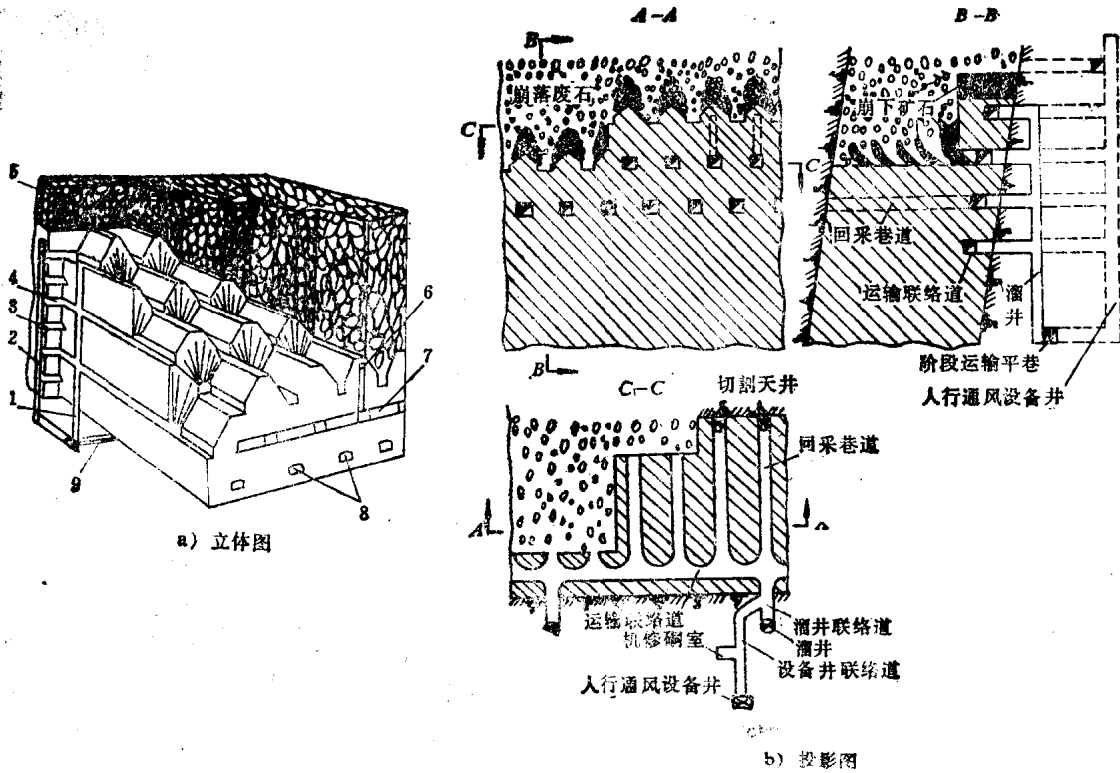


图1-11 在无底柱分段崩落采矿法的回采巷道应用装运机出矿

- 1—溜井 2—人行通风设备井 3—设备井联络道 4—溜井联络道 5—岩石 6—切割井 7—切割巷道 8—回采巷道

二、应用于斜井或斜巷掘进用的装载机

斜井掘进时，由于巷道处于倾斜状态，所以巷道上部围岩的涌水都汇集于工作面，因此必须安设随工作面而移动的排水设备。排水工作的好坏，直接影响装运作业的进行。金属矿山采用斜井开拓的较少，煤矿斜井开拓使用的耙斗装载机配合 $2 \sim 2.5\text{m}^3$ 的箕斗提升运岩，已推广到金属矿山使用。

(一) 耙斗装载机 (图1-17)

耙斗装载机是金属矿山广泛使用的电耙子与装车台的组合。是利用电耙绞车牵引一端缚有耙斗的钢绳，使耙斗往复运动于岩堆和装车台之间，耙斗从岩堆扒取岩石并沿装车台的铁槽运行到卸载高度后卸载。

(二) 斜井用的铲斗装载机

将铲斗后卸式的装岩机 (图1-1) 或带转载运输机装岩机 (图1-4) 的行走部，改装成具有缠绕钢丝绳的卷筒，利用钢绳牵引机体在倾斜轨道上运行，即成为铲斗式斜井装岩机。它适用的最大倾角，取决于机体的稳定性和运料能够达到的最大倾角。图1-18为改装的铲斗后卸式装岩机 (非定型产品) 可用于倾角 $12^\circ \sim 15^\circ$ 的场合。

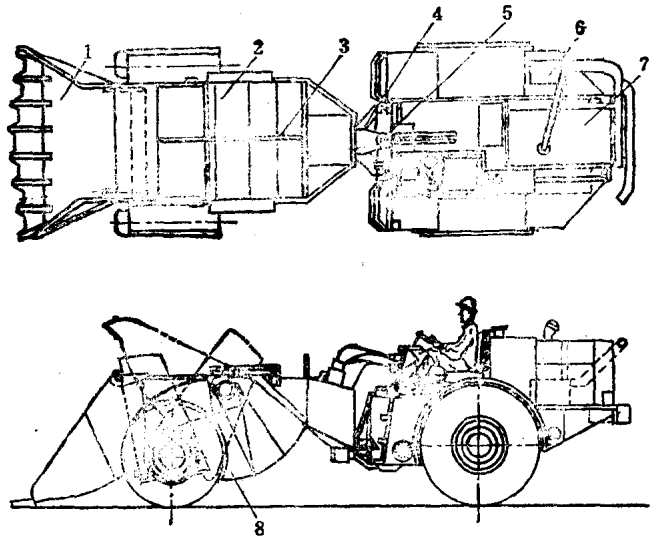


图1-12 TL-55型底卸式装运机

1—铲斗 2—料箱 3—提升铲斗的钢绳 4—转向油缸 5—转向铰接销 6—净化水箱 7—柴油机 8—底卸闸门

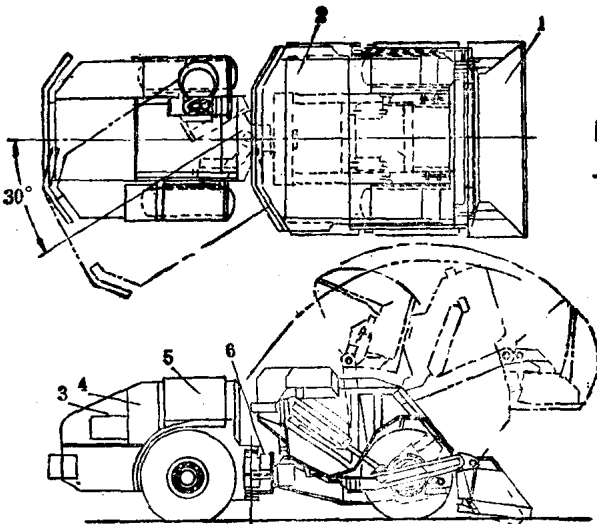


图1-13 TL-110型倾斜车箱卸载式装运机

1—铲斗 2—车箱 3—柴油机 4—废气净化器
5—水箱 6—铰接装置

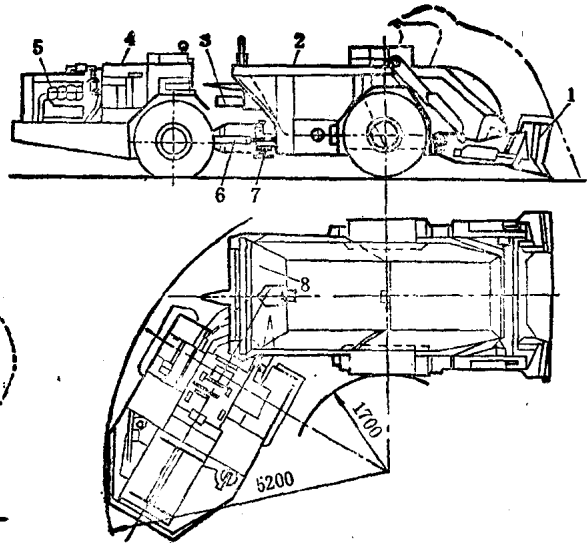


图1-14 EC₂型推板卸载式的装运机

1—铲斗 2—车箱 3—抽卸油缸 4—司机台 5—柴油机
6—转向油缸 7—铰接装置 8—卸载推板

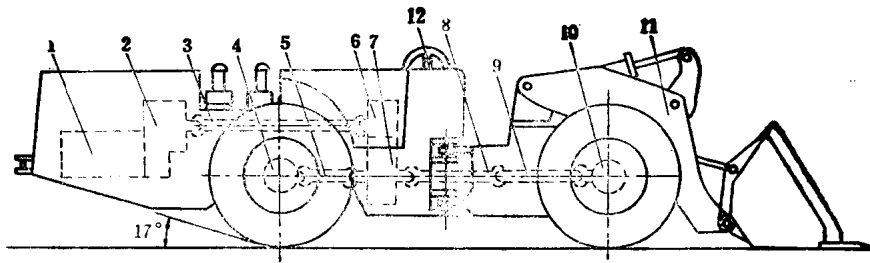


图1-15 DZL-50铲运机结构示意图

- 1—发动机 2—传动箱 3—传动轴 4—后驱动桥 5—后驱动轴 6—变矩器 7—变速箱
8—中间传动轴 9—前驱动轴 10—前驱动桥 11—工作机构 12—转向机构

随着对矿石产量持续增长的需求和大型柴油无轨设备（如凿岩台车、装药车、检修车、修路车、运矿自卸汽车等）在地下矿的使用，地下矿的开拓方式也发生了相应的改变。其主要的变化有二：一是开拓供无轨自行设备由井下

连通地表的主干斜井，二是贯通中段或分段间的辅助斜巷。国外一些矿山供自行设备通行的主干斜井，采用了螺旋形或之字形的斜坡道（图1-19）。斜坡道的宽度为4~6m，高度3.6~5m，斜率为10%~15%。掘进出的废石用铲运机或装运机及自卸汽车，运往地表弃石场或卸入废石溜井后，经竖井提升至地表。采用了这种主干斜坡道后，人员、材料可直接由地表送入工作地点，各种自行设备也可自由的通行于工作面及井下机修库和地表之间，避免了通过竖井时的拆卸设备和复杂的转送工作。

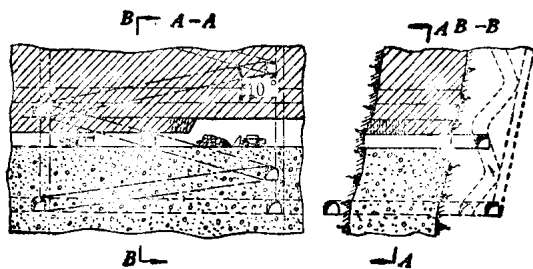


图1-16 铲运机用于水平分层充填采场

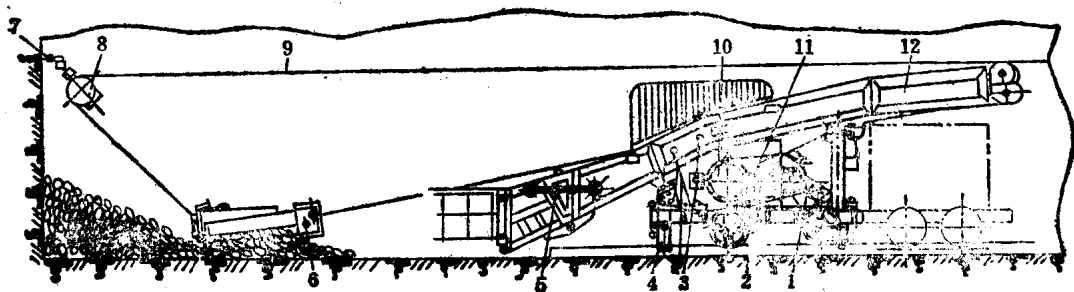


图1-17 耙斗式装载机的工作示意图

- 1—车架 2—绞车 3—操纵手柄 4—卡轨器 5—调整螺栓 6—耙斗 7—固定楔 8—滑轮
9—钢丝绳 10—电动机 11—减速器 12—卸料槽

虽然铲运机和装运机以及井下自卸汽车的使用，提供了对这种斜井开拓的优越性，但斜井中使用无轨车辆运矿的实例还是不多的。这是因为铲运机和装运机不宜作定点长距离及大矿量的运输作业。自卸汽车的运费较高，仅用于矿体埋藏较浅及年产量不大的矿井才较经济合理。因此，即使在有些斜井能使用自行设备的条件下，还是较多地采用了强力皮带运输机或用竖井提升机。尤其是对矿体埋藏深和年产量大的矿井，用竖井提升机提升矿石比较经济可靠。

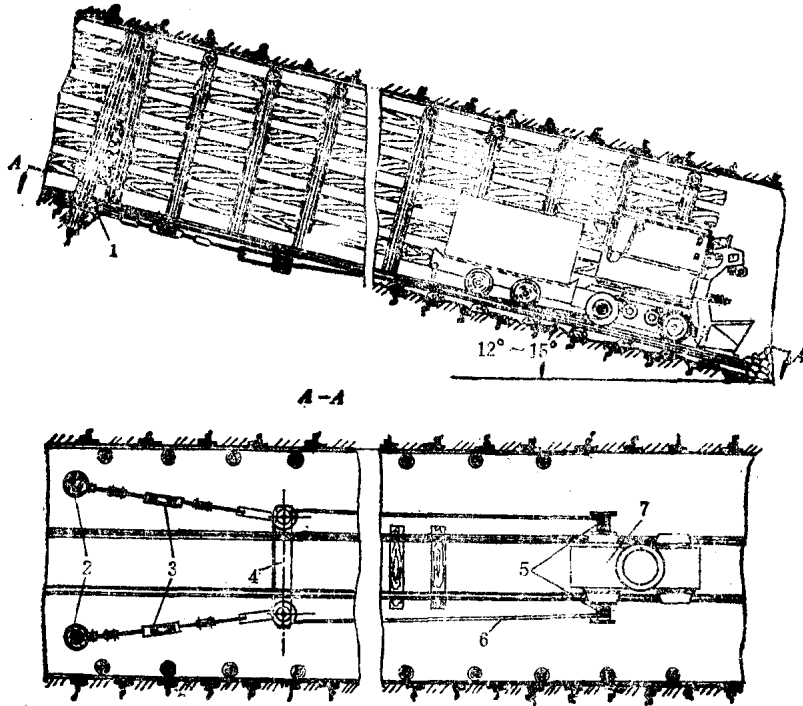


图1-18 改装后用于斜井的装岩机

1—支柱 2—联接器 3—长度调节器 4—平衡架 5—钢丝绳卷筒 6—钢丝绳 7—装岩机

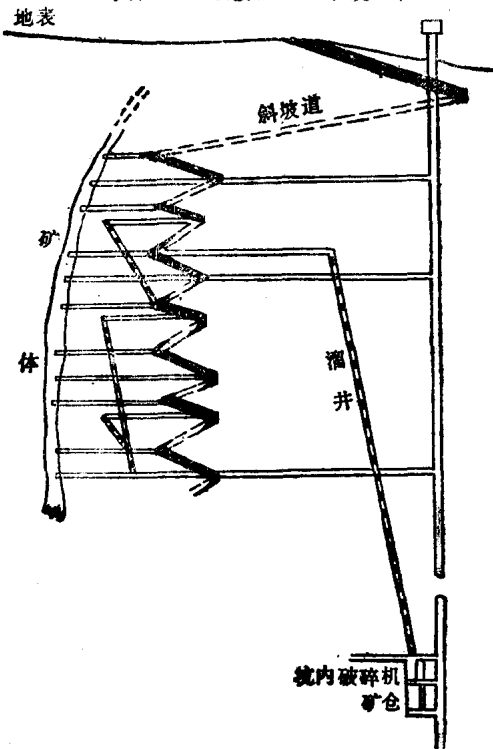


图1-19 贯通地表的之字形斜坡道

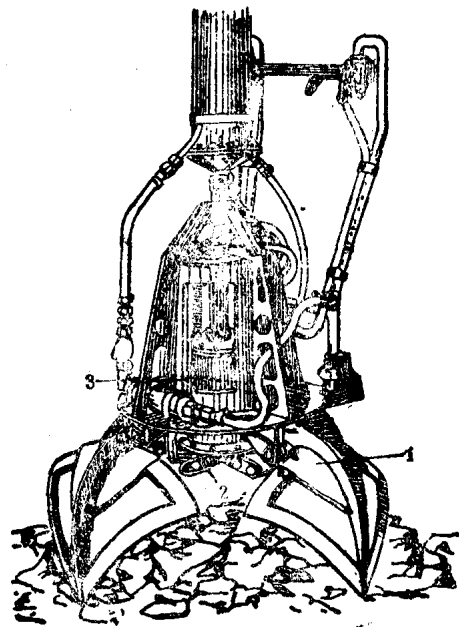


图1-20 抓岩机

1—叶片 2—气缸下盖 3—气缸

中段或分段间的辅助斜巷，是提供各种无轨自行设备出入各分段或中段工作地点的通路（见图1-16的斜坡道）。由此可见，没有辅助斜巷就不能发挥无轨自行设备的机动性，就无

法使少数高效能设备机动灵活地进入各分散的出矿处工作。

三、应用于竖井掘进的装载机

用凿岩爆破方法掘进竖井，通常用抓岩机或液压反铲把破碎了的岩石装入吊桶，再用绞车将吊桶提到地表。对大断面的竖井掘进也有使用平巷用的装岩机向吊桶里装岩的。图1-20为竖井掘进装岩用的抓岩机。

四、放矿闸门与振动放矿机

放矿闸门（图1-21）和振动放矿机（图1-22）都是用于在井下向矿车装矿时，控制矿石流动的装载设备。由于振动放矿机能使流出的矿石量均匀且安全易控制，所以在许多矿量大的出矿处，振动放矿机已取代了放矿闸门。

振动放矿机还可以代替电耙子或铲斗装载机，用于崩落法或空场采矿法以及溜井的放矿装车。因为振动波能使矿石颗粒间的相对滑移摩擦减少，使矿石更易流动，所以振动放矿较重力放矿能提高矿石的回收率，并减少在放矿装车时，矿石起拱堵塞和跑矿的可能性。

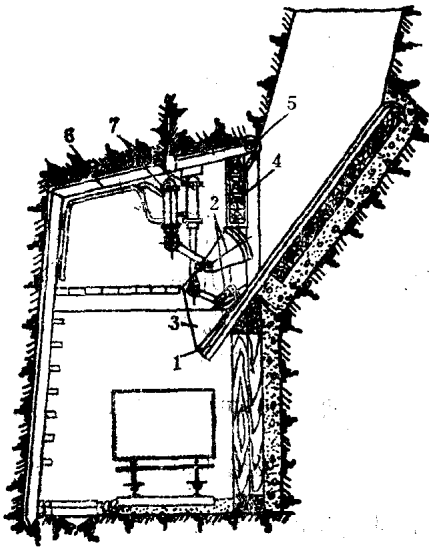


图1-21 双扇形闸门

1—底板 2—扇形闸门 3—侧板 4—挡梁
5—挡梁 6—框架 7—气缸

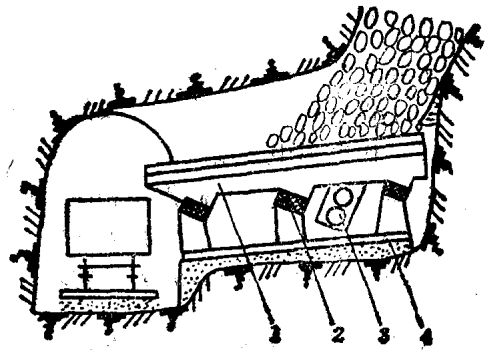


图1-22 振动放矿机

1—振动台 2—弹性支承块 3—偏心块激振器
4—水泥基础

§1-2 装载机在露天开采中的应用

露天矿的装载作业主要是用挖掘机，近年来开始使用前端装载机（图1-23）。

露天矿用前端装载机多数是以柴油机为动力的液力机械传动。它的传动系统与井下铲运机基本一样，但在外形尺寸上差异较大，且无废气净化的措施及装置。它与挖掘机比较，其优越性是，在相同的斗容条件下，它的机重仅是挖掘机的 $\frac{1}{6}$ ，制造成本约低 $\frac{2}{3}$ ；此外，前端装载机不仅能装矿，还可短距离运矿，并有较大的爬坡能力，快速机动，灵活性强。它的主要问题是动臂短，铲挖力小，轮胎磨损严重。

露天矿用装载机除用柴油机→液力变矩器→机械传动系统的以外，还有柴油机→发电机→电动机拖动的电动轮装载机，它的每个驱动轮是由单独的电动机驱动的，而驱动

轮间仅由输电线连接。采用电力拖动，牵引性能好，可在较宽的范围内无级调速，但它需要较多的有色金属，设备费较高，适用于大型的装载机。电动轮装载机的电动轮结构见图5-5。

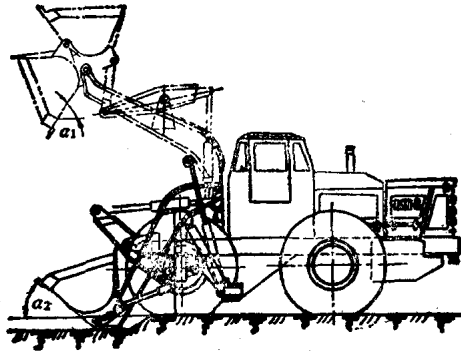


图1-23 露天矿用前端装载机

§1-3 装载机的发展动态与有待解决的问题

矿用装载机主要用来装卸成堆的松散矿石或岩石，也要求能够进行轻度的铲挖工作。装载机在装卸工作中最主要的工作负荷，就是物料对装载工作机构作用的外力。说它是最主要的原因，不仅仅在于装得多是完成好装卸循环的先决条件，另一非常重要的原因是铲装物料是装载机工作循环中最艰难的工况。它耗用了大部分的装机功率，并给予机件以严重的磨损。现以装载机与载重自卸汽车相比为例来说明。国产ZL-50装载机的额定载重量为5t、自重16t、最大速度32km/h、装机功率为160kW，而载重量为5t的矿用自卸汽车自重6.7t、最大速度55km/h、装机功率80kW，若将自卸汽车的最大速度由55km/h降到32km/h，则功率用 $\frac{80}{55} \times 32 = 47\text{kW}$ 就够了。因此装载机的 $\frac{160-47}{160} \times 100\% = 71\%$ 装机功率及 $\frac{16-6.7}{16} \times 100\% = 58\%$ 的自重，是由于铲取矿岩需要的。不仅如此，从使用的工作小时数来说，装载机的寿命也远低于自卸汽车。

怎样减小铲装物料的负荷，目前仅认识到降低一次插入深度，采用边插斗边提斗的方式来装满铲斗。但由于装载机的动臂短及铲斗在物料堆内的行程短且快，因此靠司机的操作技能来完成上述要求是困难的。至于什么样的铲斗运动轨迹能使工作机构受力均匀、耗能少，且能最大限度的装满铲斗，尚缺少这方面的理论研究。

减少铲装阻力的另一措施是利用振动。振动波能使散体颗粒间相互滑移的摩擦和嵌制作用减少，从而使散体容易流动和变形。利用振动装载，早在40年代末期，就有为井下使用而设计的装载机型出现，可是迄今还未获得普遍应用。但振动放矿机已被肯定且优点突出，一台生产率为1200t/h的振动放矿机，装机功率为20kW，而一台生产率1200t/h的双臂（蟹爪）式装载机的装机功率需140kW，且放矿机的造价仅约为双臂式装载机造价的1/10。

放矿机是利用了井下采场的底部结构，在较高的位置上控制向下流动的散体物流向运输工具卸载（见图1-22）。它无需从底板上铲取或耙取物料并运送到卸载高度这一艰难的工作环节。放矿机与运输机械配套使用，可代替图1-3的装岩机或图1-11的装运机工作。

在振动放矿机的研制和应用方面，我国和苏联在国际上居领先地位。国产的放矿机皆属