

苏联电站部电力设计总院

用矿山开采法开挖水工隧洞时 岩石的装載和运输

李 景 林譯

电力工业出版社

目 录

緒 論	2
I. 調車方案	2
1. 双綫运行	2
2. 單綫运行	4
II. 裝岩机	8
1. 对裝岩机提出的要求	8
2. 裝岩机的描述	10
III. 斗車	17
1. 对斗車提出的一般性要求	17
2. 斗車的描述	19
3. 对繼續改进斗車的希望	24
IV. 裝岩机和斗車类型的選擇	25

緒 論

用矿山法开挖隧洞时，岩石的裝載和运输是一个非常繁重的过程。在目前条件下开挖隧洞，要求通盤解决下述問題：即正确選擇裝岩机的型式、功率和数量；正确選擇运输設備(斗車)的型式和容量以及調車設備佈置方案等。

在本技术通报內，这些問題是在用矿山法开挖隧洞条件下进行研究的。

文中提出的解决方案，是以水工隧洞和矿山巷道施工实践为基础，并考虑到祖国机器制造业所生产的新設備而提出的。

I. 調車方案

調車持續時間，在頗大程度上对隧洞的掘进速度有很大影响。調車方案应当根据裝岩机損失的停歇時間为最少的条件来选择。

1. 双綫运行

1. 按 П. И. 托洛波夫方案、用集中的皮帶 运送机的連續調車方案。該方案介紹于圖 1 中。采用这种方案时，巷道寬度应大于 5.5 公尺。岩石的裝載用兩台裝岩机进行。岩石由每台裝岩机裝入裝置在綫路中間的皮帶輸送机受料槽中。

皮帶运输机所运的岩石經其末端而进入溜槽或喂料器，由此裝入安置在运输机兩側的一列列車的各斗車中。当一列列車进行裝載时，在另一綫路上，載重列車即更換为空車。

2. 用移动交錯岔道的循环調車方案。按照这种方案(圖 2)，

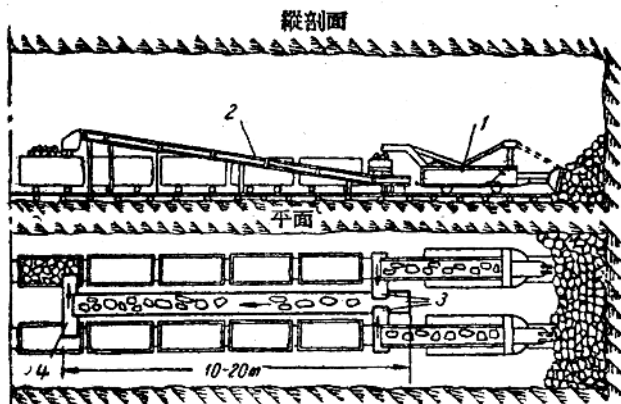


圖 1 用集中皮帶運輸機的調車方案示意圖

1—裝岩機；2—集中皮帶運輸機；3—喂料器或溜槽；4—喂料器或溜槽。

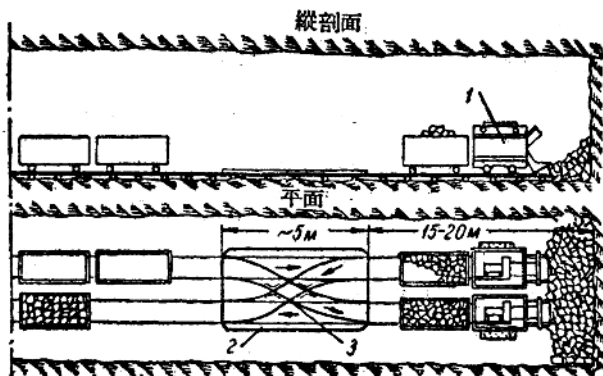


圖 2 用移动交錯岔道的斗車調車方案示意圖

1—裝岩機；2—金屬板；3—移动交錯岔道。

巷道宽度应大约为5—5.5公尺。在工作面上有兩台裝岩机工作。距工作面10—20公尺处于金屬板上鋪設交錯岔道。随着工作面向前推进，用裝岩机或电气機車將岔道向前移动，以便使岔道距工作面的距离保持不变。

在一条綫路上聚集載重列車，而在另一条綫路上聚集空車。調車時間約为1.0—1.5分鐘。

3. 用中央移动轉轍器的循环調車方案。当巷道宽度約为4—5公尺时可采用这种方案(圖3)。在工作面上有一台裝岩机工作。

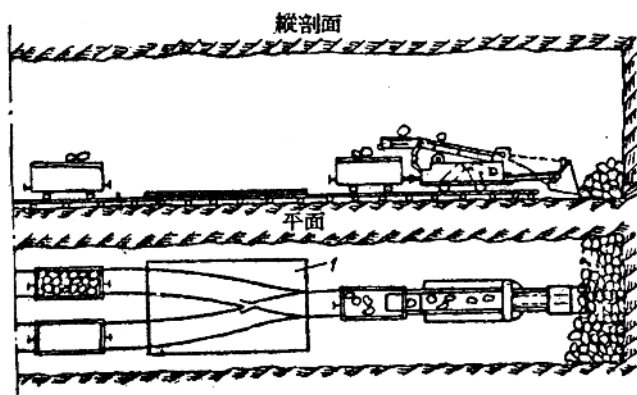


圖3 用中央移动轉轍器的調車方案示意圖
1—移动式金屬板。

轉轍器安裝在移动金屬板上，并安設在距工作面10—20公尺处。調車時間約为1.0—1.5分鐘。

2. 單綫运行

当隧洞宽度不到4公尺，隧洞开挖受限制时采用單綫运行。此时，在工作面上仅可有一台裝岩机工作。除有下述靠近工作面

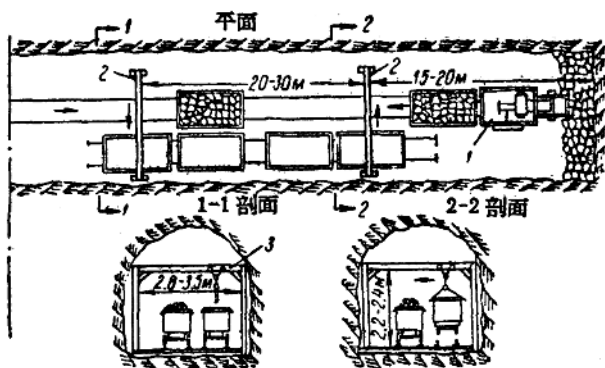


圖 4 用風動移動斗車裝置的調車方案示意圖
1—裝岩機；2—水平型式的風動升降機；3—風動升降機。

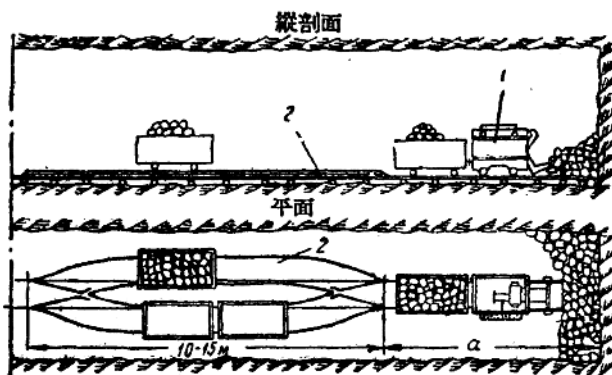


圖 5 用置于上部的交錯道調車的方案圖
1—裝岩機；2—置于上部的交錯道。

的设备以外，在單綫运行时，为了調車沿隧洞縱向須設置支綫。

1. 用風動升降机-移动斗車裝置的循环調車方案。移动斗車裝置是供空車升起及由一綫路往另一綫路平移之用。为此目的，与主要綫路并列敷設長 20—30 公尺的輔助綫路，于其兩端設置移动斗車裝置(圖 4)。

离工作面最近的移动裝置位于距工作面 15—20 公尺处。离工作面远的移动裝置把空車轉移至輔助綫路，然后，斗車沿此綫路推移至工作面并返回主要綫路裝載。載重斗車集中在主要綫路上。随着工作面的向前推进，移动斗車裝置往前轉移。調車時間佔 1.5—2.0 分鐘。

2. 用置于上部的交錯道作循环調車的方案。用这种方案时(圖 5)，兩個轉轍叉道間以直段鉄軌联結起来，并安設在主要鉄路綫上。鉄軌端部应削平，以便斗車和电气機車平滑的駛入叉道及由叉道駛出。叉道的前撥差离工作面的距离 α 应为 10—20 公尺。随着工作面向前推进，叉道借助于电气機車或裝岩机向前移动。

在这种方案下，斗車的調車時間为 1.5—2 分鐘。

3. 用置于一側的皮帶运送机作循环調車的方案。岩石由裝岩机經過溜槽或斗車上的漏斗，进入置于一側的皮帶运送机(圖 6)。岩石从皮帶运送机經溜槽或喂料器裝入列車斗車中，列車随着各斗車的裝載往前移动。在这种調車方案下，巷道寬度可等于 3.0 公尺。

4. 用滾輪移动式皮帶运送机的循环調車方案。滾輪移动式皮帶运送机由安置在支承于輪軸組上的金屬桁架和裝置在上面的皮帶运送机組成(圖 7)。帶式运送器在靠工作面的一端裝有受料漏斗(溜槽)。空的列車位于滾輪运送机的下面，随着斗車的裝載往前移动。

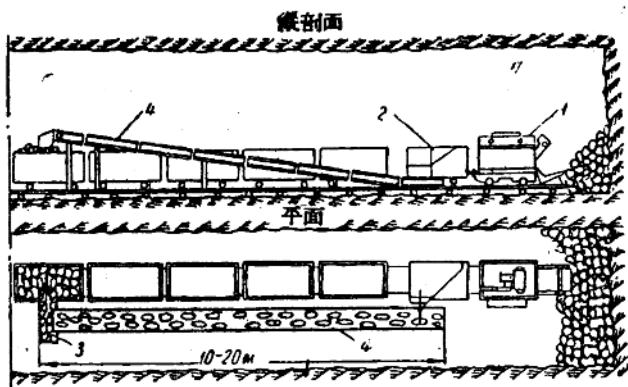


圖 6 用置于一側的皮帶運送機作調車的方案示意圖
1—裝岩機；2—溜槽或帶側向閥門的漏斗小車或溜槽；3—喂料器或溜槽；
4—置于側向的皮帶運送機。

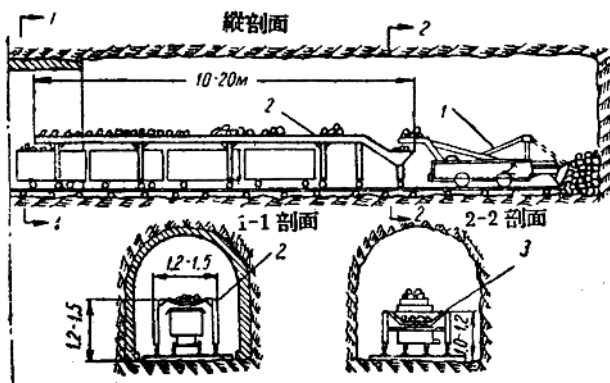


圖 7 用滾輪移動式皮帶運送機調車的方案圖
1—載岩機；2—滾輪移動式皮帶運送機；3—皮帶運送機的溜槽。

滾輪运送机的前部可裝設架鑽，架鑽安設在支柱上或可拆卸的支撐桿上。

在后两种方案中，只有在調車时才能出現裝岩机的停歇，而列車的各个斗車是在裝岩机不停的工作下进行裝載的。

为了加速工作面附近的調車过程，建議可采用蓄電池機車，它系在距工作面 50—60 公尺的範圍內工作。

II. 裝 岩 机

1. 对裝岩机提出的要求

当研究裝載岩石用的主要設備时，裝岩机的型式可分为下列几类：

1. 直接向斗車中或皮帶运送机上裝載的斗式裝岩机；
2. 具有支臂并向皮帶运送机裝載岩石的斗式裝岩机；
3. 具有連續动作(鏟斗)的裝載器具和帶式运送机的裝岩机。

在岩石中开挖隧洞时，对裝載岩石的机器提出下列基本要求：

- a. 机器应具有較高的生产率及足够寬的工作前面；
- б. 由于工作关系，特别是裝載大容重的岩石，裝岩机应具有的超載容量的电动机；
- в. 机器应裝設运送机和可移动(可伸縮)的連結器，以便能够向較大容积的斗車中裝岩石；
- г. 机器操縱設備最好裝置在兩边，因为在工作面上有兩個机器同时工作时，从巷道壁方向操縱每个机械是較方便和安全的；
- д. 机器的鏟斗应用鋼材造成，而底鈹前面应鑲护、加鋼筋；
- е. 斗或其他裝載器的形狀应保證能裝滿岩石，斗容积应尽可能的大。

在岩層中开挖水工隧洞时，电动裝岩机 ЭПМ-1、МПР-6、

ППМ-2 和風動裝岩機 ПЛ-2 都能滿足上述的絕大多數的條件。

這些裝岩機的技术特性列於表 1 中。

裝岩機的主要技术特性

表 1

№/п/п	指 標	裝 岩 機 類 型			
		ЭПМ-1	ПЛ-2	ППМ-2	МПП-6
1	計算生產率，立方公尺/小時	25—35	30—40	35—45	40—50
2	每分鐘挖取次數	3—4	2—3	4—5	4—5
3	動力	電動	風動	電動	電動
4	機械重量，噸	5.1	6.0	8.5	8.8
5	軌距，公厘	600	600 和 750	600 和 900	750 和 900
6	裝載面寬，公尺	2.2	2.9	4.0	3.7
7	發動機數目	2	2	2	4
8	發動機的總功率，馬力	28.5	40.0	33.0	45.0
9	壓縮空氣壓力，大氣壓	—	5.0—6.0	—	—
10	壓縮空氣耗量，立方公尺/分鐘	—	10—12	—	—
11	鏟斗轉角度數	30	30	50	34
12	鏟斗容積，立方公尺	0.20	0.35	0.23	0.30
13	工作時長度，公厘	2480	3200	7435	6520
14	工作時寬度，公厘	1600	1700	1650	1970
15	運輸時寬度，公厘	1400	1640	1319	1830
16	工作時高度，公厘	2070	2275	2150	2500
17	運輸時高度，公厘	1518	1700	1600	2180
18	由鉄軌頂至鏟斗或皮帶運送器下緣的高度	1250	1450	1455	1615

上述裝岩機工作原理如下。鏟斗下垂的裝岩機駛進工作面。當裝岩機向前移動時，用鏟斗抖動和插入岩石的方法使鏟斗裝滿。裝滿的鏟斗直接傾入裝岩機（ЭПМ-1、ПЛ-2）後面的斗車中或裝設在裝岩機（ППМ-2、МПП-6）本身上的帶運送器的進料漏斗中。當鏟斗傾卸完了以後，裝岩機駛離工作面，鏟斗下降至原來

位置，以后又重复一工作循环。

2. 裝岩机的描述

1. ЭПМ-1 型裝岩机。电动 ЭПМ-1 型裝岩机在采矿工业中已获得了广泛的应用，它是巷道开挖的主要裝岩机[Л. 5]。在这个裝岩机上規定安裝操縱兩個鑿岩机的專門操縱設備 МБИ5。

ЭПМ-1 型裝岩机是以 К. Е. 伏罗希洛夫命名的托列茨基机器制造厂从 1949 年开始生产的，它由下述部件構成(圖 8)：行走部分、轉动部分、鏟斗、左面和右面的操縱台、电动机、踏板、荷重(操縱設備在圖中未表示出来)。

在行走部分的外壳里裝有減速器，該減速器由电动机(馬达)帶动并傳至兩半輪軸組。減速器同时作为裝岩机的框架并于垂直面上設有接头。

轉动部分安裝在下面的減速器上，它是裝有鏟斗升降用減速器的板，此板由兩鋼板壁組成，在板壁上裝有操縱台。鋼板壁用橫梁联接，橫梁同时作为傾翻鏟斗时減震彈簧的支承。

鏟斗由兩個曲柄、桿及用硬合金加勁鑲刃的焊接鏟斗本体組成。鏟斗与轉动部分一起可向裝岩机縱軸兩边轉动 30 度角。在裝石时轉动用手动实现，在傾翻时料斗自动进行卸料。

用开关按钮操縱裝岩机，并可从机器任何一边来操縱。

这种裝岩机的优点为生产率高，操縱簡單，管理方便，可以从兩边操縱，其外廓尺寸小，以及当电动机超载时机械还能工作。

这种裝岩机之缺点为当裝石时沒有自动轉动的傳动裝置，裝載面較小以及不能收集軌頂以下的岩石。

当裝岩机工作时，其生产率將达到很高的指标，例如：在堅硬岩層中开挖水平主坑道时，采用 ЭПМ-1 型裝岩机，裝石時間

由 8 小时縮短到 3.5 小时。裝一个容积 0.5m^3 的斗車，需 1—1.5 分鐘。淨裝石的生产率为 15—25 立方/小时。在斯大林煤矿联合公司中，在泥質和砂質板岩搬运縱向岩層时，裝石生产率为 15 立方/小时，而于豎井“無产階級專政”中——生产率达 18—20 立方/小时。

2. ПЛ-2 型裝岩机。ПЛ-2 型風动裝岩机为里日斯基透平工厂从 1952 年开始生产的(圖 9)。在四輪車架上安裝帶鏟斗的轉动平台。行走機構和鏟斗升降機構由两个电动机帶动。設有鏟斗的上部平台的轉动，裝岩机与斗車的联接和解脫是利用活塞式气缸。裝岩机操縱方式为手动槓桿式，用閥門將压缩空气輸送至驅动机機構。

裝岩机的行走部分是由行走輪和具有移动裝岩机的下部电动机的开式移动減速器組成的，減速器的上部有安設轉动部分的板。

轉动部分由設有电动机的上部減速器、轉动機構、鏟斗升降機構以及由具有操縱箱的两个側壁組成。裝岩机上部的轉动是利用一个拉桿和两个气缸組成的轉动機構。当鏟斗借助于迴轉機構自动傾翻时，裝岩机上部自动反向的迴轉。

操縱柄保證裝岩机的前后移动、鏟斗的升起和降落、上部的轉动以及保證推斥器和連接器的工作。

鏟斗在水平面上能轉动 30 度角并經裝岩机直接把石块卸到斗車中。由于自重的作用，鏟斗从新降落至原来的位置。

推斥器为由气缸及帶有拉桿和緩冲器的活塞而組成，它裝設在減速器外壳前部的連接器上面。在压缩空气作用下活塞推出，而拉桿的緩冲器撐住斗車的緩冲器，最后解脫斗車。

連接器具有水平掛鉤，該掛鉤銜接斗車。掛鉤鉤紧斗車輪軸組的軸，而当推斥器开动时即行落下，使斗車解脫銜接。

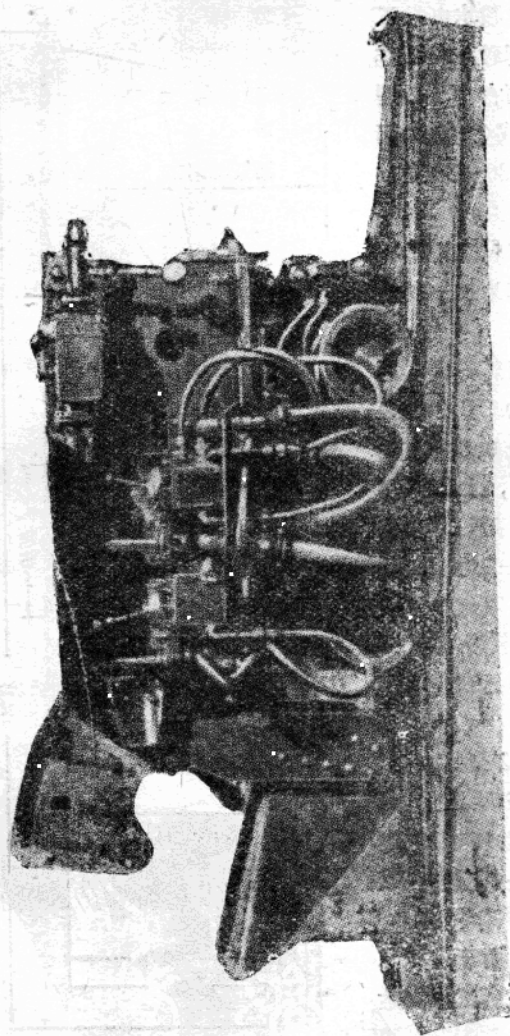


圖 9 PJT-2 型載岩机

当开挖建設水电站工程的某一隧洞时，在工作面上安設了兩台 ПЛ-2 型裝岩机，裝載（并包括調車）的效率为 30—35 立方公尺/小时。

該裝岩机在工厂試驗时，其生产率为 20—30 立方公尺/小时。

在修建另外一个隧洞时，采用一台 ПЛ-2 型裝岩机，用容量 0.8 立方的 BO-3 型斗車，則裝載需 1.5—2 分鐘，这正好适合裝載效率 25—30 立方公尺/小时。

ПЛ-2 型裝岩机在开挖水工隧洞中已获得了广泛的应用。

3. ППМ-2 型裝岩机。
从 1951 年开始生产的 ППМ-2 型电动裝岩机(圖 10) 的特征是具有鋼槽狀的支桿，它与鏟斗和裝岩机框架鉸接。由于有支桿而增加裝岩机的工作面达 4 公尺。

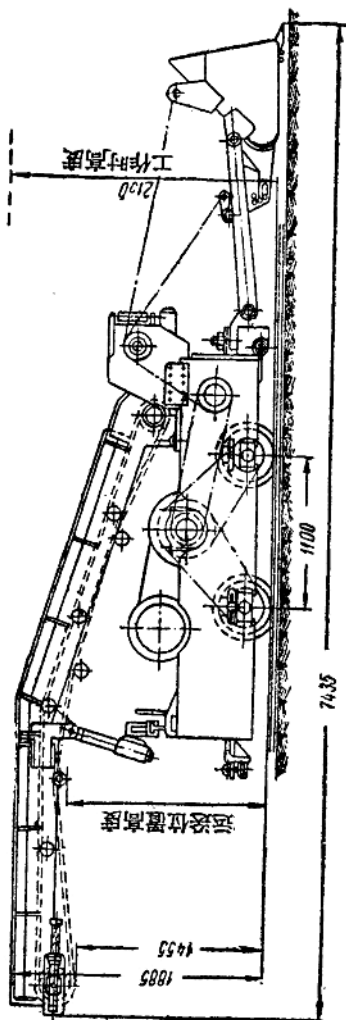


圖 10 ППМ-2 型裝岩机

ППМ-2 型裝岩機由焊接框架，具有支桿的鏟斗和皮帶運送機組成。運送機各段機架能夠下降，升起和轉動。在框架上安裝有電動機和為了鏟斗升起及裝岩機移動的摩擦離合器。該裝岩機具有伸出的掛鉤，以保證大載重量的斗車裝料均勻。

在莫洛托夫煤礦聯合公司工業試驗過程的初期就已熟知 ППМ-2 型裝岩機的生產率為 25 立方公尺/小時。ППМ-2 型裝岩機在巷道和隧洞開挖中已獲得了廣泛的應用。

4. МПР-6 型裝岩機。這種裝岩機從 1953 年開始生產。該機帶有電動傳動裝置，它由下列主要構件組成：下部構件——行走部分、上部構件——轉動部分、鏟斗和帶式運送機段(圖 11)。

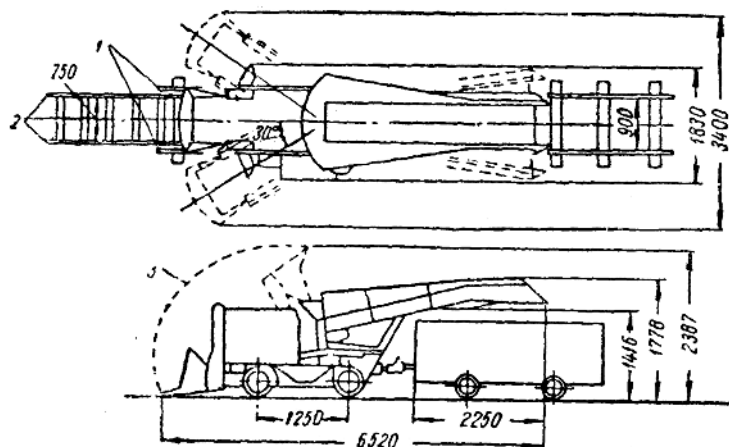


圖 11 МПР-6 型裝岩機示意圖

1—軌距寬 900 公厘的鐵路；2—軌距寬 700 公厘的臨時伸出的鐵路；3—鏟斗運動軌跡。

在行走部分安設了裝岩機所有的其餘構件。機械的工作機構為鏟斗，為了增大裝載工作面，它與裝岩機上部共同轉動并可自

任意位置向皮帶运送机卸料。

此裝岩机有四个电动机，其总功率为 33 瓩。此裝岩机与 ППМ-2 型裝岩机相同。都装备有外伸掛鉤，此掛鉤搬动斗車，以便保証均衡地裝載。斗車在悬臂部分的下面可站三个部位（圖 12）。

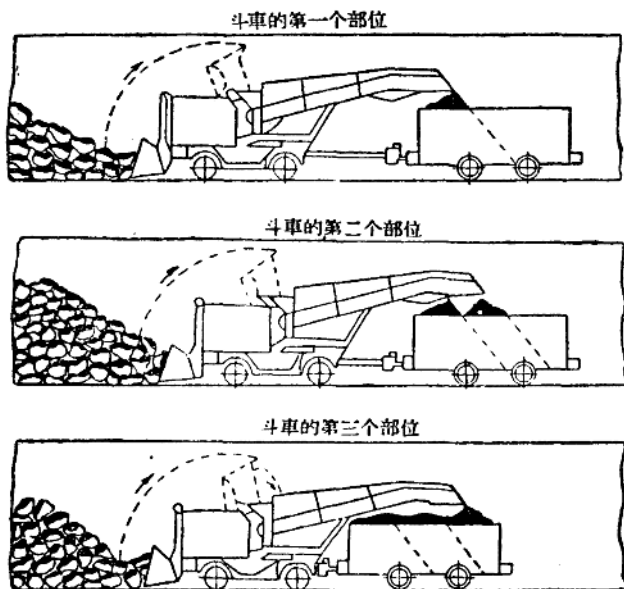


圖 12 МПР-6 型裝岩机向大容积斗車中裝載岩石的示意圖

此裝岩机为庫茨巴斯煤矿联合公司基普洛烏哥列馬沙鉄工分厂首次試驗成功的，其裝石淨生产率最大为 50 立方公尺/小时。目前，МПР-6 型裝岩机已在鉄路隧洞工程中应用。