

A.F. 塔加尔特 主编

# 选矿手册

选矿厂设计与建筑

第四卷 第三分册

中国工业出版社

74.4.073  
713  
:4-3

# 选 矿 手 册

选矿厂设计与建筑

第四卷 第三分册

A·F·塔加尔特 主编

苏联版学术编辑 E·H·叶利金科副教授

李成村 译

31552/3

中国 1963 年 出版 社



本手册包括选别金属及非金属有用矿物的各选矿厂工艺流程、各种方法及设备的记录。

此手册供选矿部门的工程技术人员、各种工业部门、科学研究所、设计院、高等及中等技术学校中地质、采矿、矿物、冶金、土建、机械、化学方面的工程师与技术员使用。

本手册系根据俄文译本参照英文原本译出，共分四卷十四册出版。第四卷分三个分册出版。

第四卷第一分册叙述仓库业务与物料运输；第二分册叙述取样与试验；第三分册叙述选矿厂设计与建筑。

选矿手册共十四个分册已经出齐，本书后附各册目录，备查阅。

A. P. Taggart

СПРАВОЧНИК ПО ОБОГАЩЕНИЮ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Металлургиядат

Москва 1950

\* \* \*

选矿手册

选矿厂设计与建筑

第四卷 第三分册

李成村 译

\*

冶金工业部图书编辑室编辑（北京东大街78号）

中国工业出版社出版（北京德胜门内大街10号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

\*

开本850×1168<sup>1/32</sup>·印张5<sup>1/4</sup>·字数123,000

1963年5月北京第一版·1963年5月北京第一次印刷

印数001—920·定价（10—7）0.91元

\*

统一书号：15165·2078（冶金-305）

# 目 录

## 第二十篇 选矿厂设计与建筑

第一章	选矿厂厂址与矿山的关系	1
第二章	供水	17
第三章	选矿厂厂址与尾矿堆置的关系	66
第四章	选矿厂厂址的地形	80
第五章	选矿厂用的建筑材料	86
第六章	选矿厂设备的配置	93
第七章	选矿厂的动力设备	102
第八章	照明	126
第九章	供暖	130
第十章	防火措施	134
第十一章	集尘	138
第十二章	机械厂、修理、材料(备件)	142
第十三章	设计方法	144
附: 选矿手册分册目录		148

06318

## 第二十章 选矿厂设计与建筑<sup>①</sup>

### 第一章 选矿厂厂址与矿山的系

**一般原则** 选矿的主要目的之一，是降低从矿山采掘出来的矿物原料送到冶炼厂的费用，所以选矿厂的厂址应尽可能地靠近矿山。一般说来，选矿时得到的选矿比愈高，选矿厂厂址靠近矿山愈有利。下列因素可以影响选矿厂厂址的选择：а) 运费，运费通常随着运输物料价值的增高而增加；б) 精矿的水分，湿法选矿所得到的精矿，即使在浓缩与过滤后仍含 4—15% 的水分；в) 矿山附近缺水；г) 缺乏堆置尾矿的合适地点；д) 缺乏选矿厂厂址用的有利地形。表 1 和 2 中列举一些实例。

在选矿厂生产率大时，如果运输大量矿石的费用低，厂址建在离矿山较远而靠近或附属于冶炼厂，有时可能是合算的。

表 3—5 中列举了一些值得注意的远距离运输矿石的例子。

表 3—5 中列举的阿纳康达(Anaconda)、聶瓦达(Nevada) 联合公司及雷(Ray) 联合公司的选矿厂均靠近冶炼厂。奇諾(Chino)、卡彼尔-伦支(Copper Range)及聶瓦达联合公司的选矿厂在选择厂址时，供水是起重要作用的因素。聶瓦达联合公司及尤塔(Utah) 铜业公司的选矿厂在选择厂址

- ① 苏联的设计研究机关已制定出自己的一套选矿厂设计与建筑的方法，并考虑到设备配置的阶段（重力的）流程和运输（水平的）流程的特点和优点以及选矿厂各车间适合于该地方的地形。

苏联选矿研究设计院(Механобр)、国立有色金属科学研究设计院(Гипроцветмет)、国立鍊鉛錫工业科学研究设计院(Гипроникель)、国立金矿设计院(Гипрозолот)、建井工程公司(Шахмостро)及其它研究设计院，在斯大林五年计划的年代中将苏联建立选矿厂的大量设计资料进行了蒐集并加以系统化。——编者

表 1 选矿比和选矿厂厂址

矿山和选矿厂	品位, %		获得1吨精矿所需的矿石量吨	精矿中水分含量, %	运输距离, 公里①	
	矿石中	精矿中			矿石	精矿
阿拉斯加-加斯契诺, 阿拉斯加.....	—	33 Pb 590克/吨Au 1000克/吨Ag	1.157	10	5.6	3200**
亚美利加锌, 天涅锡.....	3.77Zn	60 Zn	19.7	8	0—0.48	880
布里坦尼亚矿冶, 布里坦斯卡亚-哥仑比亚.....	1.6 Cu	12.0 Cu	10	10—12	8	208**
卡纳涅阿, 墨西哥.....	1.76Cu	5.6 Cu	3.5	10	1.6—4.8	1.6
卡留美特及海克拉, 密西干奇诺, 阿里仲纳.....	1.75Cu	62 Cu	35	12	8	0.8
卡彼尔-伦支, 密西干.....	1.6 Cu	15.5 Cu	14—22	14	16	208
卡彼尔-伦支, 密西干.....	1.88Cu	65 Cu	40	7.5	22.4	30.4
英格尔斯, 加里弗尼亚.....	2.25Cu	30 Cu	15	12	0—4	960
费捷拉尔№3, 艾达霍.....	3.0 Pb	70 Pb***	27	4***	1.6—3.2	160
		49 Pb****		6****		
费捷拉尔№4, 艾达霍.....	4.75Pb	73 Pb***	18.5	4***	0	160
		55 Pb****		6****		
海德利, 布里坦斯卡亚-哥仑比亚*.....	—	35 Ag 78克/吨Au	16—20	10	5.6	640
英斯皮列申, 阿里仲纳.....	1.14Cu	30.2 Cu	27.5	15	2.56	1.6
卓普林, 密苏里.....	0.5— 1.25Zn	60 Zn	35—55	—	0—0.8	80—160
迈阿米, 阿里仲纳.....	2.0 Cu	42 Cu	27	10—12	0	1.6
莫斯捷朱马, 墨西哥.....	3.3 Cu	12.8 Cu	4.5	5	8	125
菲利普斯-多支, 莫连西, 阿里仲纳.....	1.8 Cu	12 Cu	9	9.5*** 13****	0—1.2	1.2
雷, 阿里仲纳.....	1.66Cu	19 Cu	13—15	12	40	1.6
圣-约瑟夫铅公司, 邦涅-捷尔列, 密苏里.....	4.0 Pb	70 Pb	20	5	0	48
季姆别尔-布尤特, 蒙塔纳尤塔铜矿, 尤塔.....	15.0Zn 1.2 Cu	54 Zn 16.5 Cu	3.5 17.5	8.5 13—14	— 29—32	1920 4.8

\* 砷黄铁矿中的金; \*\* 轮船;  
\*\*\* 淘汰盘精矿; \*\*\*\* 浮选精矿。

① 原文为米, 恐系公里之误。——译者

表 2 选矿比和选矿厂厂址

矿山和选矿厂	品位, %		获得 1 吨精矿 所需的 矿石量 吨	精矿中 水分含 量, %	运输距离, 公里	
	矿石中	精矿中			矿石	精矿
亚美利加锌, 天煌锡.....	3 Zn	63 Zn	20.8	6.0	0—0.48	640
崩克尔-希尔和苏里万, 艾达霍.....	8.6 Pb 5 Zn	60 Pb 52 Zn	5.1	6.5	3.2	1.6
	112克/吨 Ag	780克/吨 Ag				
卡留美特及海克拉, 密西干	1.5 Cu	75 Cu	50.0	4.0	16	1.6
克莱马克斯, 利洛拉多.....	0.6 MoS <sub>2</sub>	85 MoS <sub>2</sub>	157.0	3.0	1.6	—
捷蒙斯特列申, 菲列宾岛...	5 Cu; 6.8 Pb; 1.8 Zn; 9.4克/吨 Au; 12.5克/吨 Ag	25克/吨 Au 21.8克/吨 Ag	24.0	4.0	0.32	9600①
伊格尔-皮切尔矿业公司, 阿里仲纳.....	3.1 Pb 3 Zn 162克/吨 Ag	42 Pb 55 Zn 406克/吨 Ag	9.75	10.0	0	—
费捷拉尔矿冶公司, 艾达 霍.....	7.9 Pb 6.8 Zn 87.5克/吨 Ag	77 Pb 55 Zn 780克/吨 Ag	10.3	8.3	3.2	400
英斯皮列申, 阿里仲纳.....	1.1 Cu	35.9 Cu	41.3	10.1	2.6	1.6
列潘托, 菲列宾岛.....	2.7 Cu 0.94克/吨 Au 23.4克/吨 Ag	25 Cu 6.2克/吨 Au 156克/吨 Ag	10.0	7.0	0.43	—
马格马, 阿里仲纳.....	5.1 Cu	12.9 Cu	2.6	10.0	0.8	0.8①
马塔哈姆博尔, 古巴.....	4.75 Cu	30.5 Cu	6.4	7.5	0.24	2240②
迈阿米铜公司③阿里仲纳...	0.6 Cu	36.3 Cu	84.0	9.6	0.24	3.2
美国钼公司, 新墨西哥②...	4 MoS <sub>2</sub>	75 MoS <sub>2</sub>	20.0	3.0	2.4	3200
森瓦达-马斯萨秋捷斯, 森瓦达.....	1 WO <sub>3</sub>	76 WO <sub>3</sub>	10.0	0	3.2	3200
品德-奥列尔, 艾达霍.....	2 Pb; 7 Zn	82Pb; 62 Zn	8.0	9.0	0.24	3200
秘鲁, 新墨西哥②.....	6—8 Zn	54.5 Zn	7.8	9.0	86.5	735
西勒维尔-金公司, 尤塔 ...	10 Pb 9 Zn 406克/吨 Ag	65 Pb 62 Zn 2030克/吨 Ag	3.8	8.0	0	48— 1920
台拉奇公司, 艾达霍.....	6.2克/吨 Au	125—281 克/吨 Au	50—90	9.0	0.19	800

① 轮船。

② 按照英文本译的。——译者

时，尾矿堆置问题具有重要意义。无论如何，选矿厂厂址的选择不能只由任何一个因素来决定。

表 3-5 用标准轨距铁路运输矿石

矿山或运输企业	运输距离, 公里	每年运输量, 吨
比尤特.....	51	131 000 000②
奇诺.....	16	1 285 000
卡彼尔-伦支.....	22.4	48 500 000
德尤留特及艾龙-伦支.....	363	733 000 000②
德尤留特, 米萨勃及诺尔.....	536	1 730 000 000①
森瓦达公司.....	41.6	470 000
雷公司.....	40	1 070 000
尤奈捷德-维尔傑.....	10.7	782 000
尤奈捷德-维尔傑-艾克斯特.....	9.3	124 000
尤塔铜矿.....	23.3	3 960 000

① 电力运输。

② 吨-公里数。

选矿厂厂址靠近矿山的目的，在于使进矿中断减少到最低限度。选矿厂因供矿不足而造成的停工，会由于设有储矿仓而大大减少。但实际上选矿厂保有大于两日或三日的矿量是很少可能的。因此，某些生产率高的选矿厂即令进矿中断一日亦须停工（见表13）。

**向选矿厂运输矿石的方法** 运输矿石可用下列各法：

1. 矿车或其它小容量的车厢：a) 用人力；b) 用畜力；c) 用绳索；r) 用蓄电池机车；x) 用触轮式电机车；e) 用汽油或柴油机车；m) 用窄轨距蒸汽机车；a) 用单轨运输。

2. 大容量的车厢或平板车：a) 用畜力；b) 用载重汽车；b) 用拖拉机及拖车。

3. 皮带运输机。

4. 架空索道：a) 可逆的；b) 连续式的。

5. 标准轨距铁路运输。

**人力运输** 常用于距选矿厂少于90米的小矿山，特别是向选矿厂的方向具有坡度时。在地面上的轨道较在地下能够敷设的好些，并且在重车方向能有最有利的坡度，例如0.6%。当轨道很平坦时，一个人能推动一辆普通



矿車，淨載重为0.9吨，速度为2.4公里/小时，返程亦維持同样速度。一个运搬工行車的劳动生产率为1.1吨-公里/小时。卸車所需时间为 $\frac{1}{2}$ 分钟，相当于从运输距离为15米时的总工作時間（不包括裝車時間）的40%，至运输距离为90米时的总工作時間的10%。裝車所需的时间每吨从2分钟（用溜子）到30分钟（从不平地面上用鏟裝）不等。

**畜力运输** 用于矿車列車运输的场合，亦用于从矿仓裝車的一个或几个载重大的車廂。对搬运短距离和运输能力少于2.9吨-公里/小时的矿石，此法不比人力运输更有效。但当运输能力达到36.3吨-公里/小时和距离不超过0.8公里且轨道坡度为1.25%时，它可以成功地与机械运输相抗衡。当轨道良好且具有便于运输的普通中等坡度，一个骡子能牵引总載重从6.5至11吨，在运输距离从200到900米时，总工作時間的运输能力为2.9—5.8吨-公里/小时。一个普通馬的牵引力在速度4公里/小时和8小时工作时为56.5公斤。

**绳索运输** 可用于重力斜面、絞車道或利用主尾绳的运输系統。

**重力斜面** 最近設計的和潤滑良好的裝載重車，在2%的斜面上能自由地向下运输。但是如果同时利用載重的牵引力将空車上运，在斜面长达150米时，坡度应不小于5—5.5%；更长的斜面需要較陡的坡度——达到10或15%。矿車或箕斗在斜面底部向受矿仓卸載时常是自动地进行。

**絞車道** 单軌的机械运输可在任意的轨道坡度上工作，只要坡度足以使空車自动地下放，同时克服鋼绳和絞車卷筒的附加摩擦力即可。实践确定綫路的最小坡度应不小于3.5%。

在科巴尔特(Cobalt)地区的尼比辛(Nipissing)处理貧矿的选矿厂，部分矿石是用四个車廂組成的列車、裝矿石3.5吨<sup>①</sup>，在长670米的斜面上运来的。綫路坡度为10%，电动絞車的功率为22.5瓩，鋼绳直径为12.7毫米。当实际运输量为可能运输量的90%时，一循环的时间为25分钟。在特罗揚(Trojan)矿山，一个电动絞車用于沿长460米、坡度6%的斜面提升由8个一吨半重矿車組成的列車并沿长610米、坡度15%的斜面放至集矿站，由此再用汽油机車运至选矿厂。

**利用主尾绳系統的运输** 在坡度不大的或不規則的綫路上是最为适宜的，亦可用于弯曲的轨道上。它通常用于煤炭工业。

① 此句根据英文本譯的。——譯者

在美国这种运输系统广泛地应用在特里-斯泰特(Tri-State)地区,用于在地面上从一个或几个矿井向中央选矿厂运输矿石,其平均距离为240米和最大距离为800米〔蒸汽机车(9吨)和汽油机车(4.5吨)用于同一业务上<sup>①</sup>〕。轨距为900毫米。线路上敷以每米长重20公斤的钢轨。车为金属制的,具有滚柱轴承,载重量从2.3到3.2吨,容量为1.25—1.75立方米。在高尔登-楼德(Golden Rod)选矿厂利用这种系统沿具有很多弯曲550米长的水平线路上,用14辆车厢组成,总重60吨的列车运输。该系统用具有摩擦抱闸、由皮带与56匹的电动机相联的双筒绞车使其运转,开动后所需的功率不大。一年内运搬矿石130,000吨。在特里-斯泰特地区应用这种运输系统,在线路坡度和距离上未受到任何限制。线路的弯曲不是主要困难。

**皮带运输机** 常常用于从井架附近的矿仓、翻矿车下的矿仓或粗碎工段向选矿厂运送矿石。它也可用于在矿石运输途中进行手选和用于将矿石提升到选矿厂顶部(关于皮带运输机的详细构造可参阅第十八篇第八章)。

在水平地面上用宽900毫米<sup>②</sup>的皮带运输容重1.6吨/米<sup>3</sup>的物料时,每1吨-公里需要0.63瓦-小时的电力;对于较轻的物料和较窄的皮带,每1吨-公里的电力消耗为0.51瓦-小时。

在蒙特恩(Mountain)铜业公司的霍尔涅特(Hornet)矿山,为沿山坡向下运输碎至100毫米的贫铁矿,采用倾斜皮带运输机。从采矿水平至卸车铁路线间的垂直落差为58米,水平距离为90米。两个终点矿仓及一个塔式中间矿仓消耗40米的垂直落差,剩下的18米被分摊在两个运输机间。上部运输机宽600毫米、坡度 $9^{\circ}40'$ ,由一个小电动机和两对正齿轮以0.64米/秒的速度运转。下部运输机宽500毫米、坡度 $14^{\circ}40'$ ,由转动筒筛的同一轴以0.76米/秒的速度运转。同样的,在英格尔斯(Engels)选矿厂每日产64吨(干重量)的浮选精矿,其中含水分10—15%,用宽300毫米,坡度 $34^{\circ}$ 的皮带运输机向下运输,其垂直距离为30米。

**单轨铁路** 广泛用于欧洲,在美国仅有一个值得注意的这样设施,这就是位于加利福尼亚(California)州希尔勒斯(Searles)湖附近的。

路总长45公里,其中有12.8公里是平坦的地段,其余的是横贯极不平的地区,需要大的弯曲和8—10%的坡度。支承铁道的木结构的高度很少超过1米。特别装配的拖拉机在水平区段每小时行走16—24公里,在上坡时行走

① 括弧内是根据英文本译的。——译者

② 俄文本为米,恐是错误。——译者

12.8公里。

**馬車運輸** 在蒙塔納(Montana)州菲利浦斯布尔格(Philipsburg)的阿尔貢金(Argonquin) 矿山,用馬拉的車及拖車將錳矿石運往4.3公里远的选矿厂。每輛車及拖車裝載矿石量4.5—5.5吨,套上6—8匹馬。一輛这样的馬車一天能拉兩回。

在科罗拉多(Colorado)州多洛列斯(Dolores)地区,拣选出来的鈔矿石在陆地上用馬車運輸至80—141公里远的普萊舍維爾(Placerville)港。一輛帶拖車的馬車要套4—6匹馬。一匹馬的平均載荷为0.45—1.80吨,这个数值取决于道路的坡度和路面的好坏。路不好每天可行进25.6公里,路好每天可行进35—40公里。

**載貨汽車** 当道路良好时載貨汽車大多代替了馬車運輸。在馬車運輸不合适的地方亦可用拖拉机及拖車運輸。

随着道路的迅速改善,汽油和柴油載貨汽車的应用亦随之增加。載重量27吨的和更大一些的載貨汽車甚为流行。

在尤塔(Utah)州哥倫比亞(Columbia)鋼鐵公司选矿厂向1.6公里远的破碎厂運輸鉄矿石是使用汽鏟裝矿的27吨載貨汽車。在尤塔州图愛列(Toele)用18吨載貨汽車運輸作为冶炼熔剂用的石灰石,其距离約24公里。在莫連西(Morenci)的露天采礦使用容量17.2立方米的載貨汽車,最初用汽油发动机装备的,后来为生产費用及修理費用較少的柴油发动机所代替。

**速度比較低的拖拉机及拖車** 在不适于汽車運輸的道路上能運輸大量貨物。

在蒙塔納州菲利浦斯布尔格的阿尔貢金矿山向4.3公里远的选矿厂運輸錳矿石,是用5台5.5吨拖車組成的列車,由功率56瓩的履帶式拖拉机牵引,每天可運三次。

在美欧(Mayo)地方的特勒德維爾-尤康(Treadwell Yukon)公司,使用履帶式拖拉机(9吨)拖帶4台雪橇式的拖車運輸裝袋矿石,距离为67公里,每次的運輸量为30—49吨。在重車方向为了克服在有很多陡坡的艰险山路上向下运行时的困难,需要暫時地将列車解開。在五个月期間共运行54次(7420公里),運輸了2270吨的矿石,平均每次運42吨。虽然气温的变化从—12°到—48°和雪层厚达1.2米,而拖拉机仍能不間断地工作。重車的路程需要20—24小时,而返还时載有各种材料的輕載荷車需要16—24小时。汽油的

耗量重車时每公里为4.74升，在返回时则为2.37升。

**制成的汽油機車** 有重13.6吨的，其牵引力为重量的20%，运行速度为9.6—19.2公里/小时。汽油的耗量每馬力-小时为0.38升或0.27公斤。試驗指明当滿載和最高速度时汽油的耗量每制動馬力-小时为0.33—0.54公斤，当半載和一半速度时为0.54—1.08公斤；当降低載荷，汽油耗量仍然增多。

在愛德華(Edwards) (紐約州)的紐約鋅公司，矿石是用25馬力的汽油機車运到选矿厂。列車由兩輛或三輛車廂組成，每个車廂自重1.35吨和載重2.7吨。平均运输距离为245米；重車方向的坡度为0.5%；运行速度为24公里/小时。軌距为900毫米，軌重为12.5公斤。亦用这个機車由选矿厂运出尾矿(約有矿石量的四分之一)，运输距离平均为120米。每9小时工作班的平均运输量，矿石和脉石共为225吨。汽油的耗量为3.78升/小时。在南达考塔(Dakota)州特罗揚礦山用汽油機車牵引由八輛載重1.35吨車廂組成的列車向610米远的选矿厂运输矿石。

**柴油機車** 由于它的热效率高和燃料便宜，几乎完全代替了汽油機車。制成的各种重量(从2.7到27吨)的柴油機車，其发动机对于小型機車每吨为6.6—7.7馬力，对于大型機車每吨为7.7—8.8馬力。燃料的耗量每一制動馬力每小时为0.18—0.27公斤，而汽油機車的汽油耗量则为0.36—0.41公斤。

柴油機車在欧洲从1933年开始即用于煤矿及其它狭窄和通风不良的地方。为使柴油機車能在这样条件下工作，須装配上废气净化和冷却的专门设备。废气中一氧化碳的浓度保証不超过0.1%。在有沼气存在的地方为防止爆炸在废气排出管上装有特制的安全鋼紗网(根据安全灯的原理)。废气在通过紗网前或后，須經過盛水的冷却池。为净化废气建議向水中添加油溶剂以吸收碳素微粒，每經過8—12小时需要更換新的冷却溶液。

很多企业使用**窄軌蒸汽機車**于远距离的运输。普通窄軌鐵道建設于地形条件在经济上不适于修寬軌路基的地方。簡易蒸汽機車运转时每馬力-小时消耗2.0—3.6公斤的煤或0.9—2.3公斤的石油和12—15升的水。考虑到停运时间，燃料的总耗量可較上数值大50—100%。

在緬甸的鮑德文(Bawdwin)礦山，窄軌鐵道总长74公里。鐵道有多数曲率小的地方和某些地方坡度达到4—5.5%。軌距为610毫米。在重車方向綫路的主要部分是长53公里的下坡路。

**蓄電池電機車** 可用于从矿山直接向选矿厂运送矿石，在该矿山根据某

些理由使用蓄電池電機車認為是最合適的。軌距為450—1100毫米。蓄電池電機車裝有電動機，每噸機車總重量所需的電動機功率為4.4馬力；機車總重量為2.3—7.3噸。蓄電池電機車的牽引力當在清潔的軌道上以4.8公里/小時速度運行時為其重量的四分之一。在小於10%的坡度上，它們工作得很有效。但坡度較小時，常得到最好的結果。

在比尤特 (Butte) 及蘇彼利歐爾 (Superior) 礦山，坑道狹窄、彎曲、具有不規則坡度，用重3.2噸的蓄電池電機車運轉由10輛有滾柱軸承的車廂組成的列車，每個車廂總重1.04噸。在速度每小時為6.4公里時，它的牽引力等於0.68噸。一年中9輛機車共運送737787個車廂的礦石和脈石，運輸距離平均為240米。

在卡彼爾-庫因 (Copper Queen) 進行的詳細試驗指明了蓄電池電機車運送每噸-公里的礦石，需要從電站送來1.1瓦-小時的電力。在尤奈捷德-維爾傑 (United Verde) 礦山，蓄電池電機車 (2.7噸) 在速度每小時5.6公里時的牽引力為362公斤。蓄電池在每班後用電壓250伏特的電流進行充電。

**觸輪式電機車** 除能夠直接從礦山坑道向選礦廠牽引礦石車廂的列車外，亦常獨立地用作從礦山裝車倉的地面運輸，例如在阿拉斯加-加斯契諾、布里坦尼亞 (Britannia)、海德利 (Hedley)、美隆斯 (Melones)、托諾潘-愛克斯欽申 (Tonopan Extension)、崩克爾-希爾及蘇里萬 (Bunker Hill & Sullivan) 和許多其它礦山。為此目的使用較礦山運輸用的軌距寬、力量大的電機車；亦允許用較高的電壓。觸輪式電機車普通裝有每噸總重量需要功率8.2瓩的電動機，電機車的總重量約為2.7—27噸。當用鋼套車輪時，它的牽引力等於電機車總重量的25%。

在阿里仲納州哲羅姆 (Jerome) 的尤奈捷德-維爾傑礦山的主要運輸坑道中使用23噸的電機車，機車上裝有兩台功率56瓩、電壓250伏特的直流電動機。當速度每小時為11.4公里時，牽引力為5.67噸；運輸總距離為2720米。具有底部卸礦的寬軌距車廂的標準容量為6.25立方米，經過溜子裝入重硫化礦石，實際載荷為7.9立方米或18噸。列車由14個車廂組成，每台電機車能牽引總重386噸。在阿拉斯加-鳩諾 (Alaska Juneau)，從礦山運輸礦石3.2公里遠，路線為軌距750毫米的雙軌鐵道，重車方向的坡度（下坡的）為0.5%。列車由每個自重2.7噸、載重9噸的車廂三十二個所組成。空列車的總重量為86.5噸，重列車的總重量為374噸。電機車由兩個部分組成，每個

部分重8.16吨，有两台直流电动机。电机车的尺寸很小，足以通过回轉式翻車机，一次卸出四个車廂。电机车的前部分能很快地被解开，用于調車。为使电机車綫路中得到直流电，安装两台300瓩的交流机，每台交流机具有单独的6相变压器。

从比尤特-希尔 (Butte Hill) 矿山，經比尤特、阿納康达及太平洋 (Pacific) 鐵道，向51公里远的阿納康达州瓦紹 (Washoe) 选矿厂每年运输4,500,000吨以上的矿石。电机車重72.5吨，在連續載荷时具有787瓩的功率和在速度24公里/小时时有11.35吨的牽引力。电压2400伏特的直流电沿电車綫給入。車廂重16.3吨，載矿石45.5吨。每一列車需要两台电机車。其操作数据列于表6—9中。

表 6—9 沿比尤特、阿納康达及太平洋鐵道运输阿納康达的矿石

数据名称	在比尤特-希尔，从矿山至罗克尔車站	主要干綫，从罗克尔車站至东阿納康达車站	在斯麦尔特-希尔，从东阿納康达車站至选矿厂
距离，公里.....	7.4	32.2	11.5
重車方向的平均坡度，%.....	-2.5	-0.3	+1.1
每列車的車廂数.....	30	65	20
一列車的总重，吨.....	1810	4200	1270
速度，公里/小时.....	19.2	25.6—33.6	25.6

**标准軌距蒸汽機車** 在最大的矿山不仅用于矿石的远距离运输，亦用于废石的运输。在很多场合鐵道成为矿山设备的一个部分。旅客运输綫路亦常常被矿山企业所利用。在其它场合，矿石运输可部分地或完全地利用企业所属的鐵道来进行。某些值得注意的标准軌距鐵道运输矿石的例子列于表3—5中。

在卡彼尔-庫因，从赛克拉敏托 (Sacramento) 矿山向3.2公里远的废石堆沿下坡鐵道运输废石。在15台具有4个主动輪及煤水箱的蒸汽機車中有重48吨和牽引力9.27吨的機車三台；其余十二台機車具有蒸汽过热器，每台機車重49.5吨和牽引力为10.46吨；两种機車的蒸汽压力均为12大气压。金属结构的車廂容量各为15.3和19.1立方米，重量各为25.05和27.5吨，均用壓縮空气卸車。一台機車每班的平均运输能力为260立方米。

**簡易機車尺寸的决定** 对于既定的工作条件，应考虑使牽引力大大超过

機車和列車的摩擦阻力。鋼套車輪機車的最大牽引力在乾燥鐵軌上為其重量的20%，但在潮濕鐵軌上則為此數之半。列車及機車運動時的摩擦阻力在具有滾動軸承的車軸時為它們總重量的10%，但在簡單軸承的車軸時則為20%。在水平軌道上，特別當列車在冷天氣中停留某些時間後，開動阻力可達上述數值的兩倍。但在合適的條件下，在短時間的停車後它僅超過運動時阻力的3%。在用能逐漸地搭起載荷的彈簧車鉤時，開動阻力小些。每裝載一立方米礦石容積的車廂重量為0.64—0.8噸。概略計算可取其等於列車總重量的三分之一。

**設計時可逆架空索道的距離**不應大於600米，吊斗容量為0.18—1.13噸。當設有中間支柱時，速度不應超過5米/秒；但無支柱時，7.5米/秒的速度亦安全無事。支撐鋼繩可以是一條或兩條。用兩條鋼繩時運輸能力在經濟上的適宜極限為5.5噸-公里/小時；用一條鋼繩時則運輸能力小於2.75噸-公里/小時。

在西斯考(Siscoe)金礦，從破碎工段向距離240米遠的選礦廠用可逆的索道每日運輸破碎礦石360噸。索道的設備包括有兩條直徑35毫米的鋼繩；一條直徑12.7毫米的無極牽引鋼繩，中央支撐塔及錨定塔。吊斗容量在滿載時為1.86噸。索道的運轉系由一台功率11瓩電動機經過人字齒輪減速器來帶動。吊斗的平均速度為3.64米/秒。包括裝礦，運輸到選礦廠礦倉，卸礦及吊斗返回一周所需的平均時間為3分鐘。索道的實際運輸能力為37噸/小時。支撐鋼繩的平均壽命為三年半，牽引鋼繩為一年。索道的平均工作時間每月為315小時。鋼繩每月潤滑一次。

在斯勞坎(Slocan)附近的渥太華(Ottawa)選礦廠裝設雙斗、無電動機長60米的可逆索道，運輸能力每小時為9噸。地形崎嶇和當地缺乏木材，致索道費用有所增加。

在多山地區的**連續架空索道**，是從礦山運輸礦石或從選礦廠運輸精礦的唯一實際可能的方法。經濟上最小的容許運輸能力為9噸/小時。最大運輸能力的範圍主要是從90噸/小時起到特別合適條件下的180噸/小時止。這樣索道普通用於距離超過300米和最遠約達6.4公里的運輸。當距離過遠時可依次建立兩個或更多個的索道，吊斗從一個索道轉移到另一個索道上。錨定站及拉緊站位置的間距從900米到1500米。吊斗的載重量從225到900公斤。最大工作能力取決於快速裝礦及終點快速卸礦，每分鐘可達到三個吊斗；平均為兩個吊斗。表10列舉某些索道的數據。

表 10 連續的双绳架空索道的数据

数据名称	矿		山		
	因姆包依, 捷德利德, 科洛拉多	尤塔联合公司, 图尔, 尤塔	瓦科尔, 普留馬斯, 利弗尼亚	馬格馬, 苏彼利尔, 阿里仲納	尼波辛, 考巴尔特, 安大略
索道系統.....	勃列切特	勃列切特	列 申	勃列切特	勃列切特
长度, 公里.....	1.6	6.4	13.75	0.8	1.15
装料站和卸料站的高度差, 米.....	-762	-384	-650①	-76.0	+30.5
运转借助于.....	33.7瓩电动机	电动机	电动机	7.5瓩电动机用作行程调整器	电动机
需要的功率, 瓩.....	不需要, 但能发电	22.5	在启动后需要9—13.5瓩	不需要, 但能发电 1.8瓩	11.2
运输的物料.....	②	矿石	浮选精矿③	矿石	矿石
速度, 米/秒.....	1.42	3.04	2.41	2.23	3.50
运输能力, 吨/小时.....	13	91	8—9	33.5	27
在一定工作時間內的实际运输能力, 吨.....	7小时68	12小时1000	10小时82—95	16小时545	9小时163

① 索道线路高于装料站 310 米。

② 精矿系向下坡运输, 而煤及其它材料则向上坡运输。

③ 水分含量 10%。

表11中列出运输能力23—90吨/小时的标准索道设备的技术规格。

在霍林哲尔(Hollinger), 为充填矿山已采过的空洞, 用长5.75公里的单绳架空索道, 运输2365吨的砂和砾石。牵引的无极钢丝绳绕过传动站和终点站的端轮, 由功率75瓩电动机经过皮带、滑轮及减速齿轮来转动①。索道的提升垂直高度为30米。钢丝绳在卸矿端利用装有紫铜铸造、厚约25毫米的部分衬里的明槽摩擦滑轮(它的寿命较从前由皮革和带式制动材料制的衬里大到四十倍)来转动。

在较低终点站利用墜錘維持11.8吨的张力。沿索道线安設有69架平均高8.5米的金属支架。同时有227个吊斗运转, 每个吊斗的容量为0.55立方米, 其有效载重为0.86吨。当钢丝绳速度为2.7米/秒时, 每个吊斗周轉一次的时间

① 此句根据英文本譯的。——譯者



表 11 索道的技术规格

数据名称	运输能力, 吨/小时						
	23	27	36	45	45	90	90
钢丝绳直径, 毫米:							
a) 重斗绳.....	25	29	29	29	32	32	35
b) 空斗绳.....	22	22	22	22	22	22	22
B) 牵引钢丝绳.....	13	13	13	13	16	16	16
吊斗的容量, 立方米.....	0.14	0.17	0.17	0.17	0.34	0.34	0.43*
吊斗的间距, 米.....	90	90	69	55	110	55	69
吊斗在两斗间的运行时间, 秒	36	36	27	21.6	43.2	21.6	27
1公里的吊斗数.....	23	23	30	37	20	37	31
支架数.....	20	22	22	22	22	22	22
每米索道的重量, 吨.....	15.2	16.8	17.7	18.8	20.1	24.2	25.4
终点站的重量, 吨.....	12	14.8	14.8	14.8	17.6	17.6	17.6
拉紧站的重量, 吨.....	3.3	3.5	3.5	3.5	4.1	4.1	4.6
操作需要的人数.....	3	3	4	4	4	7	7

\* 原书为0.043, 恐系0.43之误。——译者

间为 70 分钟。最大的运输能力为 172 吨/小时。支承钢丝绳的平均寿命约为 1,090,000 吨。它的直径为 33 毫米。钢丝绳系 6 股 15 丝的; 1 米长重 4.1 公斤; 钢丝绳的抗牵强度极限为 52.5 吨/厘米<sup>2</sup>和钢丝为 13.9 吨/厘米<sup>2</sup>。导轮安装在支架的摇臂上。导轮采取特殊的润滑; 而钢丝绳则借助滴油器自动地润滑。

表12中列出由不同的来源所编制的关于各种运输方法的数据。

为维持碎矿工段及磨矿工段生产率的均衡, 需要储存一定量的矿石。必需的矿仓容量取决于: a) 从矿山进矿的均匀度; b) 矿山与选矿厂的工作制度; c) 气候条件; r) 在矿石配合方面的要求及其它理由(参阅第十八篇第一章)。

当从矿山得到的矿石块度过大时, 则在车厢中或箕斗中运输以及储矿均将产生困难。为减小这些困难, 粗碎的碎矿机可安装在地下。地下碎矿的费用虽较地面上高些, 但同时能减轻装仓工作, 减小漏斗及箕斗的磨损, 且容许在采矿场进行大块的崩矿。

当从地下缓冲矿槽中装矿的箕斗, 能将原矿从矿山均匀地给出时, 则在