

高等学校教学用书



建井提升运输

东北工学院矿山运输提升教研室 编

冶金工业出版社

高等学校教学用书

建井提升运输

东北工学院矿山运输提升教研室 编

冶金工业出版社

內容提要

本书系根据矿山企业建筑专业建井提升运输教学大纲编写的。书中介绍了建井时期提升运输用的全套设备，叙述了这些设备部分的构造原理、性能及其计算方法，并阐述了根据一定的建井条件选择提升系统以及如何计算各种提升的各种因素，同时，着重阐述了建井时期井口布置、地面运输系统及其选择，以及井下运输设备选择计算。

本书重点介绍了永久性提升运输设备的一般构造原理及其应用与选择方法。

本书可作为矿业学院矿山企业建筑专业的教材，并可作为从事建井工作的工程技术人员及设计人员的参考书。

建井提升运输

东北工学院矿山运输提升教研室 編

1961年1月第一版 1961年1月北京第一次印刷 5,250 册

开本787 × 1092 · 1/16 · 字数 350,000 · 印张 $16\frac{6}{16}$ · 定价1.50元

统一书号：15062 · 2381 冶金工业出版社印刷厂印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

前 言

建国十一年来，我国煤炭工业和金属矿山获得了巨大的发展，新建和扩建了无数的矿井。建井工作的全体工人同志、工程技术人员和科学工作者作了許多创造性的劳动，并积累了許多的先进經驗。与此同时，在高等学校里，在党的领导下經過了几次的教学改革，在教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相结合的方針指导下，充实了教学內容。特别是在党的总路綫、大跃进、人民公社的光輝照耀下，我国国民經济获得了飞跃的发展。为了满足生产上的需要和教学上的要求，我們在学习苏联先进技术的基础上，結合中国实际情况編写了这本“建井提升运输”教材。由于時間仓促，水平所限，本书所蒐集的材料，还不能充分反映大跃进的情况，难免有不足和錯誤的地方。但我們願意进行这一次尝试，同时也希望兄弟院校和生产、設計部門提出批評。我們准备在教学革命以后再进一步的修改和补充。

苏联专家Г.А.卡尔波夫副教授对“建井提升运输”教学大綱提供了許多宝贵意見，謹致以誠懇的謝意。

参加本书編写的有李玉娟、吳晶云、王懋倫、傅潤兰、周湘甫、陈鈞、郑宝塔、朱成春、汪震极等同志，抄写和繪图工作由同学协助完成，最后由汪震极同志作了总校。

东北工学院矿山运输提升教研室

目 录

前言	3
緒論	7
第一章 建井提升运输设备概述	9
第1节 建井期间提升运输设备的主要类型	9
第2节 矿山提升运输系统	11
第二章 鋼絲繩	14
第1节 普通鋼絲繩的构造、分类、优缺点及使用范围	14
第2节 凿井提升鋼絲繩	15
第3节 悬吊设备鋼絲繩	17
第4节 导向鋼絲繩(穩繩)	21
第5节 鋼絲繩的选择計算	21
第三章 提升机和絞車	25
第1节 凿井提升机概述	25
第2节 圓筒形卷筒提升机	25
第3节 摩擦輪提升机	34
第4节 提升机的制动装置	38
第5节 凿井提升机卷筒尺寸的計算	44
第6节 絞車	45
第四章 提升运输设备的基本計算	65
第1节 提升运输设备的生产率	65
第2节 提升运输系统的动力方程式	67
第3节 设备功率計算	74
第五章 提升速度图和驅动力图	76
第1节 提升速度图	76
第2节 提升系统运动部份的变位质量	81
第3节 提升驅动力图	83
第4节 提升系统的平衡問題	87
第六章 凿井提升设备的电力拖动	88
第1节 凿井提升的工作特点及对电力拖动的要求	88
第2节 提升感应电动机的操纵原理	88
第3节 提升电动机容量的决定	92
第4节 凿井提升设备的电能消耗和效率計算	95
第七章 合理提升系统的选择	97
第八章 矿井铁路与矿車	111
第1节 軌道的主要組成部份	111

第2节	軌距	114
第3节	軌道的銜接	117
第4节	軌道的鋪設	123
第5节	矿車	125
第6节	簡易軌道及矿車	129
第九章	井口設備与地面布置	133
第1节	概述	133
第2节	地面受矿設備及井口地面車场	134
第3节	提升設備对于井筒的相对位置	142
第4节	建井期間的地面运输	148
第十章	井底車场	152
第1节	井底車场的作用及分类	152
第2节	井底車场的調車方式及其优缺点	153
第3节	井底車场型式确定	154
第4节	井底車场通过能力計算	156
第5节	計算实例	160
第十一章	車场专用设备	167
第1节	車场专用设备分类	167
第2节	移动矿車或車組的专用设备	167
第3节	裝載专用设备	174
第4节	矿車卸載专用设备	175
第5节	控制矿車运行速度及其它专用设备	177
第十二章	井下機車运输	183
第1节	概述	183
第2节	矿用电机車設備	187
第3节	機車运输計算	198
第4节	新型矿用機車	206
第5节	機車运输工作組織	209
第6节	提高機車运输能力的措施	211
第十三章	扒矿設備运输	213
第1节	一般概述	213
第2节	扒矿設備构成部份	213
第3节	扒矿設備計算	217
第4节	扒矿設備的操作方法及远距离控制	219
第5节	扒矿运输設備的优缺点	221
第十四章	运输机运输	222
第1节	概述	222
第2节	鏈板运输机	222

第3节 板式运输机.....	230
第4节 带型运输机.....	230
第十五章 水力运输提升	243
第1节 水力运输提升概念.....	243
第2节 有压水力运输提升.....	244
第3节 无压水力运输.....	253
第4节 进一步发展水力运输提升的任务.....	254
第十六章 技术经济综合分析	256
第1节 运输方案经济分析.....	256
第2节 技术经济指标.....	259
第3节 运输方案选择的技术比较.....	261

緒 論

我国的采矿事业有着悠久的历史，远在数千年前，我們的祖先就已經开采金屬矿与煤。但百多年来，由于封建主义、官僚資本主义和帝国主义的反动統治，使我国采矿技术长期陷于停滯，沒有得到发展。解放前我国采矿技术十分落后。以建井而論，建成一井竟需十年或更长的時間；在提升运输方面，机械設備很少；絕大多数矿井用人筐、手鐮落煤等原始的生产方法。当时我国工业在帝国主义摧殘之下，連最簡單的机械設備也不能自制。

解放后，人民当家做主，成为土地、工厂和矿山的主人。在党的正确领导下和苏联无私的援助下，經過数年的經濟建設，使工矿企业完全改变了面貌，在我国各项事业中出现了新局面，我国已能大量自制机械設備。1953年党的八大二次會議提出了鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义的总路綫，在总路綫的照耀下，各項工作都获得了大跃进。1953年煤产量跃至二亿七千万吨。鉄矿石的增产速度更大，1959年鉄矿石产量完成国家全年計划的130%。煤炭产量为三亿四千七百八十万吨，从1949年的世界第九位跃居第三位，大大地超过了英国。为了保証采矿事业持續跃进，要求快速建井。在建井方面，认真地貫徹了党的建設社会主义总路綫，坚决地执行了边勘探、边設計、边施工、边生产和土洋并举的方針。大力推广了快速掘进、快速剥离、快速安装等先进經驗。因此矿井建設速度大大加快了，縮短了建井工期。1959年建成的大中小型新矿井平均工期，分別比第一个五年計划时期实际建井工期縮短了30%—40%左右，出现了快速建井的三面紅旗：

平頂山七号井，20个月建成。

峰峰薛村竖井，16.5个月建成。

平頂山一号井，24个月建成。

这些是我国矿井建設空前的成就，也是資本主义国家望尘莫及的高速度，但这还不是我們建井极限速度。进一步挖潛力，寻找新的途径，簡化生产建設过程，采用輕便机械化施工等，完全有可能把大中小型矿井的建設工期进一步縮短。显然，建井的速度加快，就要求提升运输有足够的力量，承担起提运矿石、运送人員与材料的全部工作，并保証提升运输設備的安全正常运转。“运输是动脉，提升是咽喉”，由此可見其重要性。

1959年在全国范围内掀起了大鬧技术革命的运动，各行业中的制造人員、現場生产人員、設計人員和科学研究人員在党的领导下，付出了許多的創造性的劳动，出现了先进工作者和生产革新者，他們在祖国建設事业中，在总路綫的光輝照耀下作出了伟大的贡献。

在提升运输方面，在中小型矿井貫徹了依靠群众、自力更生、土洋結合、先土后洋、因陋就簡、就地取材、由低級到高級逐步实现半机械化和机械化的方針。在我国各地因地制宜創造出各种用于不同条件下的提升运输設備，从而大大的提高了生产效率，摆脱了笨重的体力劳动。例如：山东省的鍋駝机木絞車，最大提升能力为提重500公斤，

绳速1米/秒，适用于井深100米以内的年产10万吨的矿井，它的工作效率高，较磨车提高27.5倍；节省钢材，制造成本低，运输三个月即可收回全部（包括锅驼机）设备投资；节省劳动力，每台每日可比磨车省人力39个。又如浙江兰溪马涧煤矿以重车带重车的提升运输联合系统，这一提升运输是利用当地自然地形，将井口提升与井口到矿场一段地面井口运输联合起来以重带重，消除了工人笨重体力劳动（在无动力的情况下）；提升能力为150公斤，不用动力设备，适用于江南多山的地区。类似这样的新的设备很多，既解决实际生产问题，又摆脱了笨重的体力劳动，使生产效率大大提高。

建井运输提升设备的特点是要在较短的距离内以很大的速度来回运行。我国有色金属矿平均的开采深度为200~300米，最深达800米；煤矿的平均开采深度为200米左右，最深达700米。在我国生产矿井现在最大速度为20米/秒（如开滦唐山矿3号井的提升机）或更大（抚顺龙凤矿摩擦轮提升机的原设计最大速度为23米/秒）。为了保证准确而安全的运转，在提升机上一定要安装可靠的良好控制设备及保护设备。凿井提升机的提升高度随掘进深度的变化而变化。在运输方面往往是很多采掘工作面同时工作，运输设备随掘进工作面的推进而移动，运输线路也随之伸长或缩短。

今天祖国的建设一日千里，劳动人民的智慧和群众的集体力量已经创造出许多的新技术。我们要继续攀登世界高峰，因此在建井提升运输方面也广泛地开展了科学研究活动。如：快速掘进一次成井的研究；多绳提升理论的研究和现场试验；14吨与20吨的重型电机车的生产；我国第一台自动移置的巨龙型链板运输机和钢丝绳带运输机的试制；水力运输和水力提升的研究试验。这些对于我国今后的技术发展提供了有利条件。

第一章 建井提升运输设备概述

第1节 建井期间提升运输设备的主要类型

矿井建设常分为三个阶段：第一阶段为准备阶段，此期间开凿井颈，修建临时厂房及建筑物，同时也进行凿井设备的安装；第二阶段为井筒的开凿；第三阶段为掘进井底车场及巷道。每一阶段均有其自己的工作组织及提升方法。

在准备阶段中，当开凿井颈及支护时，岩石的提升、下放材料和工具等可使用汽车、起重机或罐笼等。此阶段凿井的深度通常为10~20米，一般不超过40米。

在第二阶段中开凿及支护井筒时，提升岩石，下放材料，人员的上下等均用凿井吊桶提升设备。吊桶分翻桶的与不翻桶的两种。前者不能用于人员升降。吊桶形状有圆柱形、桶形及锥形。当穿过稳绳盘、吊盘及地面主要凿井框架时，桶形吊桶可能避免撞击，所以桶形吊桶最好。此外，井筒内还悬吊着：吊盘、吊泵、通风管、压缩空气管、安全梯、浇注混凝土用管道，电缆、铅锤及其它各种辅助设备。所有这些设备随着井筒工作面的推进而移动，故需要设置辅助的提升设备——稳车。

井筒开凿完毕后，在掘进井底车场及巷道时，出岩量将大大增加，因此提升设备应满足掘进速度的需要。往往用临时罐笼或箕斗提升来代替吊桶提升。临时罐笼较普通罐笼容量小、构造简单。箕斗在开凿井筒及井底车场时，没有得到广泛的应用，因为它要求一套辅助设备而使提升工作复杂化。

近年来开凿井筒时利用永久提升设备，它是矿井建设中的一个新的技术措施，它的实质是：将某一些永久提升设备提前进行安装，为凿井工作服务，以达到节省国家建设投资并加速矿井的建设。利用永久设备，应保证其订货的可能性，同时对运输安装时间应作详细估计，以能适应井筒开凿速度之要求为原则。另一方面，井筒深度不宜过大，一般井深不超过200米为宜。因为井深超过一定限度时，则标志着凿井施工方法将由单行作业改变为平行作业，这对于提升能力的要求势必增加，井筒内吊桶数量亦相应的增多，使井筒的布置复杂化了。所以目前中小型矿井建设广泛采用了永久提升设备。对运输来说，可以不分阶段，但临时运输应考虑利用原有的运输系统或提前修建永久的运输系统，如宽轨铁路、窄轨铁路、公路以及利用永久的运输工具及设备。

为了满足各种情况下的提运工作及提运各种不同性质的荷载，所要求提运设备的种类是很多的，但根据其动作方式可分为两大类：

1. 连续动作式提运设备 设备一经开动，如果不断的供给荷载，就不间断的运输荷载。属于该种设备的有：

1) 各种运输机运输：例如带型运输机、链板运输机、板式运输机、螺旋运输机及杓斗提升机等。

图1-1为运输机示意图。

如在A处不断的供給貨載，牽引机构以 v 米/秒的速度运行，則在B处就可不断的卸載。

2) 无极繩矿車運輸設備和架空索道運輸。

图1—2为无极繩矿車運輸示意图。如果将矿車以等距离挂在无极牽引繩上，以鋼繩牽引矿車，則矿車亦連接不断的运动。

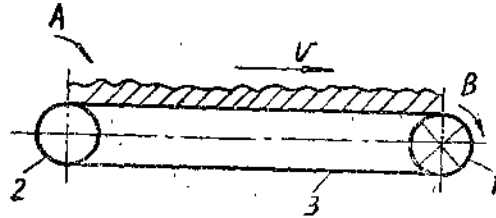


图 1—1 运输机示意图

1—主动輪；2—导向輪；3—牽引机构

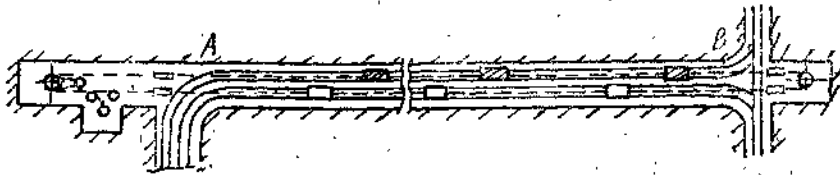


图 1—2 无极繩运输系統

3) 水力与风力运输，以水或风流为动力来运送松散貨載。

4) 自重运输：在一定速度的綫路上，利用貨載本身的自重，使貨載沿导移体（鋪板、放矿口、鉄管等）移动。

2. 間断动作式提运設備 設備的工作机构作間歇运动，不能連續运送貨載，一般是去时运送貨載，回来时为空程。属于該类設備的有：

1) 豎井提升設備：图1—3为豎井提升系統示意图。图中1为提升机或絞車的卷筒，2为天輪，3为鋼絲繩，4为提升容器。

2) 有極繩軌道提升运输設備：图1—4为有極繩提升运输示意图。图中1为絞車的卷筒，2为鋼絲繩，3为矿車，4为导向輪。

3) 扒矿設備：图1—5为扒矿設備示意图。其中1为鋼絲繩，2为扒斗，3为主动卷筒，4为导向輪，5为漏矿天井。工作时用扒斗2从A到B扒矿，由B到A则为空行程。

4) 各种機車运输：例如，电机車、压气機車、內燃機車等等。

5) 自溜运输：矿車在具有一定坡度的軌道上利用本身的自重分力而进行运输。

6) 无軌运输設備：如載重汽車、无軌电机車等。

除上述提升設備外，尚有提升輔助設備，它們帮助提运設備之間或是运输設備之間更好的联系起来，完成提运系統的工作。

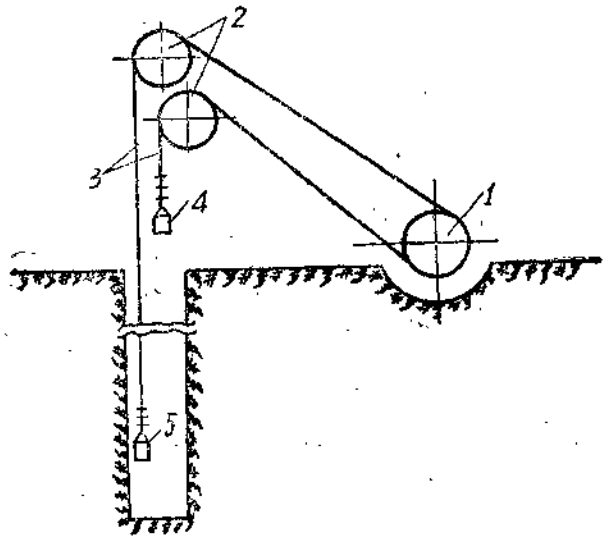


图 1-3 竖井提升系统

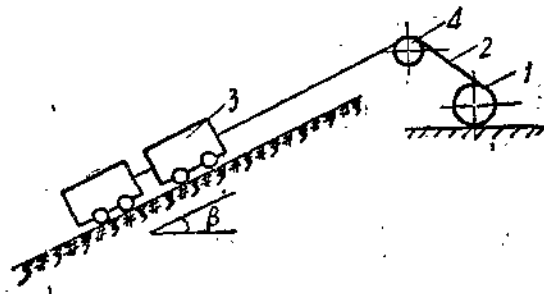


图 1-4 有极绳提升运输系统

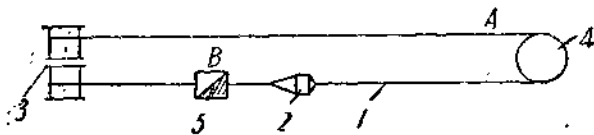


图 1-5 扒矿设备运输系统

第 2 节 矿山提升运输系统

影响矿山提升运输系统的因素很多，它决定于矿床地质地形条件、开拓系统及采矿方法、提升方式及地面工艺加工系统。一个提升运输系统复杂程度如何与运输环节有关：环节愈少，则互相牵制就愈少。

图1-6为缓倾斜煤层提运系统图。由图可看出影响运输系统复杂程度的因素。

影响井下运输系统的主要因素：1) 矿床的地质条件。图1—6为缓倾斜煤层，如为急倾斜煤层，则工作面的煤可直接经溜煤眼装入列车，沿主要运输巷道运到井底车场，即可简化图上的1,2,3,5,6等运输线。2) 开采方法：煤层的开采数目、工作面数目的增多都使运输系统复杂化。

影响地面运输系统的主要因素：1) 提升设备类型。如图1—6，主井提升采用箕斗，因此地面有收矿仓、装车仓等。如果以罐笼提升，地面即需要有矿车运输线路。2) 有用矿物的加工工艺过程。如不需要破碎或洗选，就可直接装车。

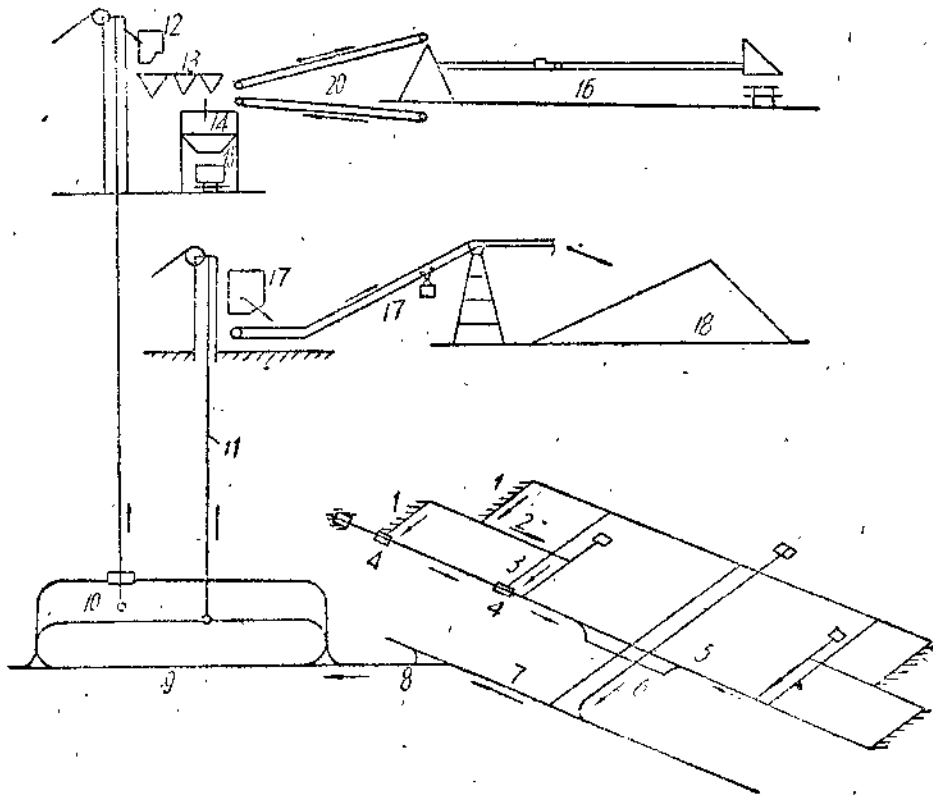


图 1—6 缓倾斜煤层提运系统

- 1 工作面；2—中间平巷；3—中间输送机；4—装车站；5—阶段运输平巷——电机车运输；6—主要输送机——钢丝绳运输；7—主要运输平巷——机车运输；8—石门——机车运输；9—井底车场；10—主井——箕斗提升；11—副井——罐笼提升；12—收矿仓；13—矿石筛分设备；14—装车矿仓；15—大铁道车箱；16—装车矿仓；17—架空索道；18—研石场；19—贮矿场皮带输送机

图1—7为金属矿的提升运输系统。由几个中段（阶段）所采出的矿石集中于一个中段出矿，中段与中段间利用自重运输，矿石通过溜矿天井集中到运矿中段。运输大巷为机车运输，机车将矿车拉至井底车场，通过推车机、翻车机将矿车中的矿石卸入矿仓，然后用箕斗提升到井口，卸入收矿仓中。收矿仓中的矿石用破碎机破碎后，经皮带运输

机、架空索道等一系列运输环节运送至选矿场。

由于1—7系统中井下运输采用了集中于一个巷道出矿，因而不需要经常调整提升水平，大大地简化了矿井提升工作。由于地面加工系统不太复杂，运输环节不多，亦简化了地面运输系统。

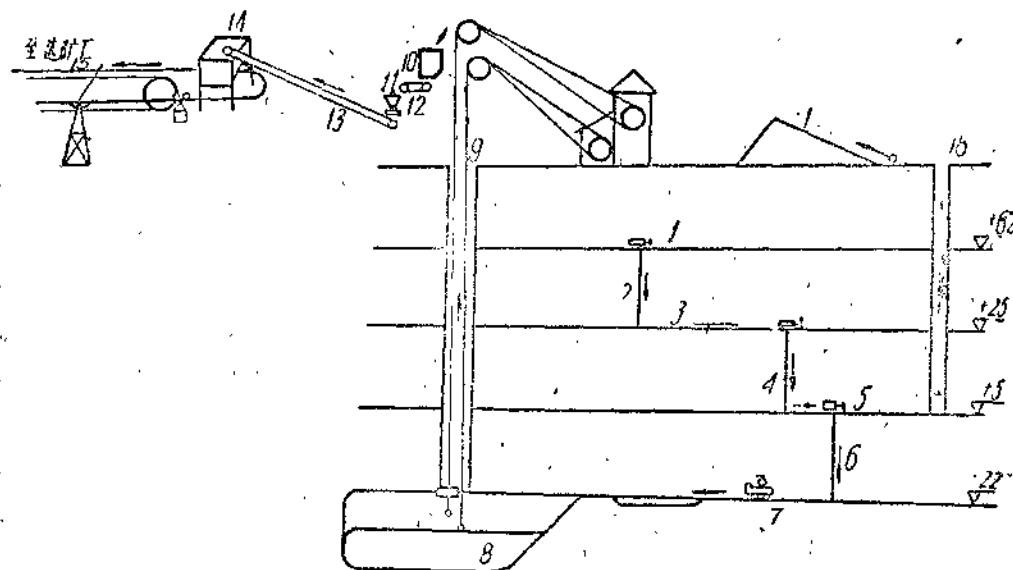


图 1—7 金属矿山运输系统

1—第一中段水平——人推矿车；2——二中段间的漏矿天井——自重运输；3—第二中段水平——人推矿车；4—二、三中段间的漏矿天井——自重运输；5—第三中段水平——人推矿车；6—三、四中段间的漏矿天井——自重运输；7—集中出矿中段——机车运输；8—井底车场；9—井筒提升；10—收矿仓；11—板式给矿机；12—破碎机；13—皮带运输机；14—装矿仓；15—架空索道；16—废石提升；17—废石场

第二章 鋼 絲 繩

第 1 节 普通鋼絲繩的构造、分类、优缺点及使用范围

鋼絲繩按其横断面的形状可分为两种：一种为圓形鋼絲繩，另一种为扁形鋼絲繩。

圓形鋼絲繩的构造：用一束鋼絲包围一麻心或鉄心(也有沒有的)捻成螺旋形繩股，这一种可称为一次股，如图2-1a；如果将这几个一次股再繞一麻心捻制，則成为二次股的鋼絲繩，如图2-1b；再用二次股以同样方法捻制，則成为三次股的鋼絲繩，如图2-1c。

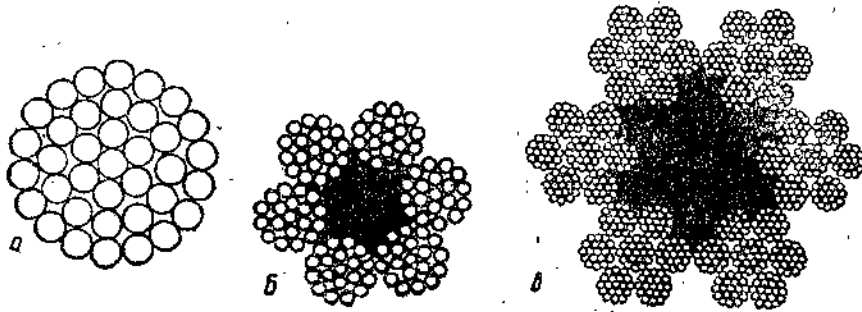


图 2-1 鋼絲繩的横断面

a—一次股鋼絲繩； b—二次股鋼絲繩； c—三次股鋼絲繩

在鋼絲繩的捻制时所选用的鋼絲直径大小决定鋼絲繩的性质。如果鋼絲的直径小，則捻制出来的鋼絲繩挠性好，但磨损較快；如果鋼絲的直径大，則捻制出的鋼絲繩挠性較差些，但因粗而抗磨。因此，为了制成具有一定挠性而又有較好抗磨性的鋼絲繩，可采用不同直径的鋼絲制成鋼絲繩。例如将粗鋼絲放在外层，細的鋼絲放在內层，这样所捻制成的鋼絲繩便具有好的抗磨性和較好的挠性。

圓鋼絲繩按捻轉情况分为(图2-2)：

交叉捻鋼絲繩 鋼絲在各繩股內是同一方向捻轉的，而各股在鋼絲繩內的捻轉方向与鋼絲捻轉方向相反(图2-2a)。

平行捻鋼絲繩 鋼絲在各股內及各股在鋼絲繩內的捻轉方向是相同的(图2-2b)。

混合捻鋼絲繩 一部份繩股內的鋼絲与繩股捻轉方向相同，另一部份繩股內的鋼絲与繩股捻轉方向相反(图2-2c)。

平行捻鋼絲繩的优点是：挠性大，同时鋼絲繩的表面比較光滑，所以使用中磨损較小；这种鋼絲繩的鋼絲露在外面的部分較长，所以容易检查。但在使用中容易松劲，同时悬挂时鋼繩易打卷而成环形，打卷后的鋼絲繩就不能再应用了。

交叉鋼絲繩的优缺点与上述平行捻鋼絲繩正好相反。

按鋼絲繩的捻轉方向分为：

右旋鋼絲繩：繩股是右螺旋捻轉(图2-3a)。

左旋鋼絲繩：繩股是左螺旋捻轉(图2-3b)。

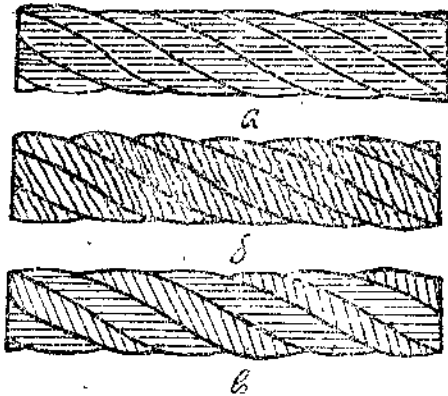


图 2-2 鋼絲繩

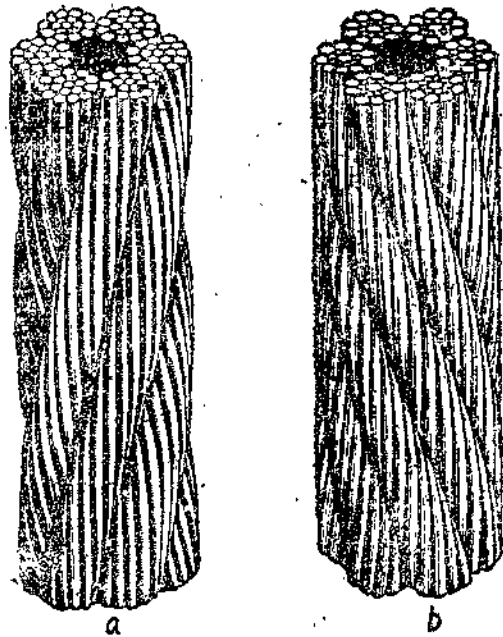


图 2-3

右旋鋼絲繩与左旋鋼絲繩在提升絞車上应用时，要注意纏繞方向，根据鋼絲繩在卷筒上纏繞方向不同来选用左旋或右旋的鋼絲繩。如果鋼絲繩在卷筒上的繞向是从左向右，則应选用右旋鋼絲繩，反之应选用左旋鋼絲繩。这样做的目的是为了防正鋼絲繩股的松劲。

第 2 节 凿井提升鋼絲繩

一般說来，普通鋼絲繩是不适用于凿井提升的，原因是：

(1) 在凿井时，提升容器用吊桶，因此在通过无稳繩装置的一段行程时，鋼絲繩将产生旋轉，同时还产生摆动，使用上极大不便。

(2) 当吊桶到达工作面摘钩时，由于鋼絲繩的旋轉力大，至少要两个人工作，否則鋼絲繩会从工人手中脫出，并以很大的角速度旋轉。

当井筒越深、終端負荷越大，則旋轉現象也越厉害。因为，虽然旋角一样，但井越深，其旋轉弧度便愈大。当鋼絲繩的終端負荷（外力）越大，作用于繩子上的松捻力也愈大，因此旋轉也就越厉害。

(3) 当吊桶在工作面到稳繩盘段运行时，鋼絲繩吊桶旋轉，为了防止碎石从吊桶中掉出，所以吊桶仅装85~90%的貨載，这样，就使吊桶的提升效率和井筒的掘进速度受到影响。

为了消除普通圓鋼絲繩的旋轉性质，使之滿足凿井提升的基本要求（鋼絲繩在終端負荷的作用下不产生旋轉），制出了不旋轉的鋼絲繩。

所謂不旋轉的鋼絲繩，就是使鋼絲繩的內層各繩股的旋轉力矩，等于外層繩股的旋轉力矩。也就是由于兩層繩股的捻轉方向不同，當受終端負荷時，其兩層繩股以相反方向各旋轉一個相等的角度，因而鋼絲繩的旋轉力矩得以平衡，故鋼絲繩不再產生旋轉。

這種鋼絲繩除解決了鋼絲繩的旋轉問題外，還有許多優點：

(1) 保證了掘進工作面的安全。

(2) 由于不旋轉，增加了吊桶的裝滿系數，並縮短了操作時間。這樣，也就提高了提升設備的效率，加快了建井的速度。

(3) 減少了穩繩盤的移動次數。因為鋼絲繩不旋轉，所以從穩繩盤到工作面間的距離可以適當的增長。

這種鋼絲繩也有缺點；它在工作中容易產生繩股分離而出現突起，這是因為繩股在各層中的捻向相反，如果內層繩股扭緊，則外層繩股便為鬆開。從經驗中知道，上勁的繩股層要比鬆勁的繩股層短，這樣一長一短，便使兩層繩股之間產生分離（圖2-4；圖2-5）。因此這種鋼繩還未獲得廣泛應用。

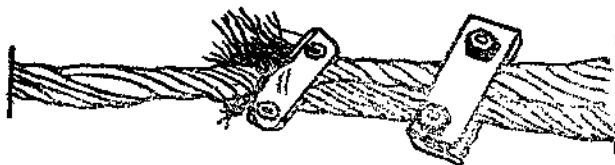


圖 2-4 靠近繩夾處不扭轉鋼絲繩同心層的分離



圖 2-5 不扭轉鋼絲繩中部同心層之分離

不旋轉圓鋼絲繩的幾種形狀：

圖2-6表示外層鋼絲粗、內層鋼絲細的鋼絲繩。這種鋼絲繩比較耐磨，也具有一定韌性。最外層與最內層的最大間隙為0.5毫米。

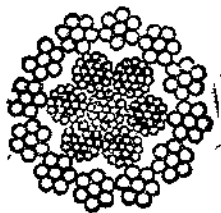


圖 2-6 $(12 \times 7) + (6 \times 19) + (1 \times 19)$ 多股鋼絲繩

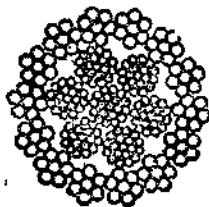


圖 2-7 $(14 \times 7) + (6 \times 19) + (1 \times 19)$ 多股鋼絲繩

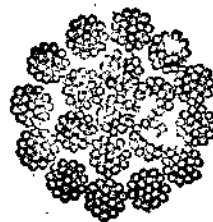


圖 2-8 $(18 \times 18) + (1 \times 19)$ 多股鋼絲繩