

炭教

中国矿业大学图书馆藏书



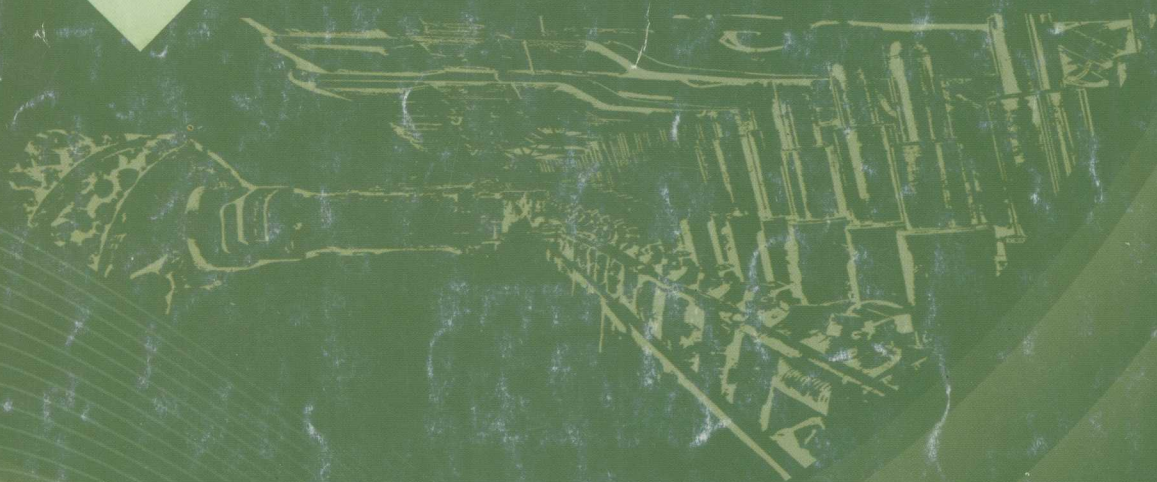
C01675864

职业教育“十二五”规划教材

煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

煤矿固定机械

主 编 万英盛



煤炭工业出版社

TD4
W-932

参 考 文 献

中 等 职 业 教 育 “ 十 二 五 ” 规 划 教 材
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

煤矿固定机械

主 编 万英盛

副 主 编 蒋增强

参编人员 王纪凤



中国矿业大学图书馆藏书



C01675864

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿固定机械/万英盛主编. --北京: 煤炭工业出版社,

2011

中等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5020-3838-0

I. ①煤… II. ①万… III. ①煤矿-矿山机械-中等专业学校-教材 IV. ①TD4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 054581 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 8¹/₂

字数 193 千字 印数 1—3 000

2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

社内编号 6648 定价 17.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

煤炭中等专业教育分专业教学与教材建设委员会

(采矿技术类专业)

主 任 郭奉贤

副主任 雷振刚 邵 海

委 员 刘 兵 刘跃林 何水明 张玉山 王春城

庞国强 胡贵祥 胡湘宏 荣保金 郭廷基

常现联 梁新成 龚琴生

前 言

为贯彻《教育部办公厅、国家安全生产监督管理总局办公厅、中国煤炭工业协会关于实施职业院校煤炭行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》(教职成厅[2008]4号)精神,加快煤炭行业专业技能型人才培养培训工程建设,培养煤矿生产一线需要,具有与本专业岗位群相适应的文化水平和良好职业道德,了解矿山企业生产全过程,掌握本专业基本专业知识和技术的技能型人才,经教育部职成司教学与教材管理部门的同意,中国煤炭教育协会依据“采矿技术”专业教学指导方案,组织煤炭职业学(院)校专家、学者编写了采矿技术专业系列教材。

《煤矿固定机械》一书是中等职业教育规划教材采矿技术专业中的一本,可作为中等职业学校采矿技术专业基础课程教学用书,也可作为在职人员培养提高的培训教材。

本书由甘肃煤炭工业学校万英盛主编并统稿,其编写了模块一中的项目三,模块二,模块三中的项目二;甘肃煤炭工业学校蒋增强任副主编,其编写了模块一中的项目一、项目二、项目四,模块三中的项目一、项目三、项目四;宁夏煤炭工业学校王纪凤编写了模块四。

中国煤炭教育协会职业教育

教学与教材建设委员会

2011年5月

目 次

模块一 矿井提升设备.....	1
项目一 矿井提升系统.....	1
项目二 矿井提升机.....	9
项目三 提升设备运行规律	26
项目四 提升机的操作、维护与故障处理.....	34
模块二 矿井排水设备	42
项目一 煤矿排水系统	42
项目二 矿用离心式水泵	49
项目三 离心式水泵在管路上的工作	61
项目四 离心式水泵的运行与故障处理	68
模块三 矿井通风设备	73
项目一 矿用离心式通风机	73
项目二 矿用轴流式通风机	83
项目三 通风机在网路上的工作	93
项目四 通风机的运行及故障处理	99
模块四 矿井空气压缩设备.....	105
项目一 活塞式空气压缩机.....	105
项目二 螺杆式空气压缩机.....	116
参考文献.....	127

模块一 矿井提升设备

项目一 矿井提升系统

学习目标

了解矿井提升设备的任务、组成；正确理解各种提升系统工作过程以及提升容器、井架与天轮的用途；着重掌握钢丝绳的结构及类型，能够正确使用和维护钢丝绳。

基础知识

一、矿井提升设备的任务及组成

矿井提升设备的任务是沿井筒提升煤炭、矸石，升降人员，运送材料及设备。它是联系地面和井下的重要生产设备，是矿山大型机械设备之一，在煤矿生产中占有十分重要的地位。因此，必须保证矿井提升设备安全可靠、经济合理地运行。

矿井提升设备主要由提升机、电动机、提升容器、提升钢丝绳、井架、天轮、装卸载设备及电气控制设备等组成。

二、矿井提升设备的类型

矿井提升设备的分类如图 1-1 所示。

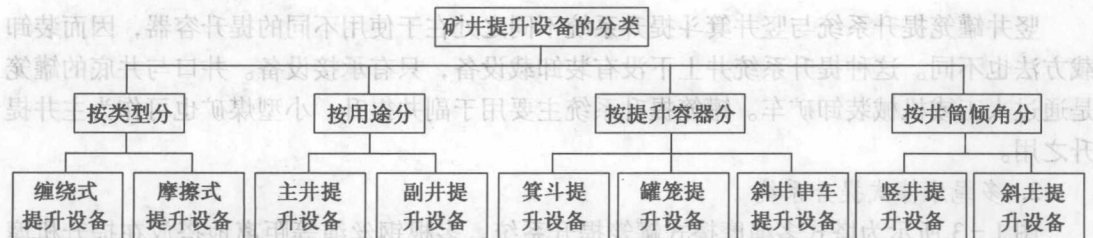


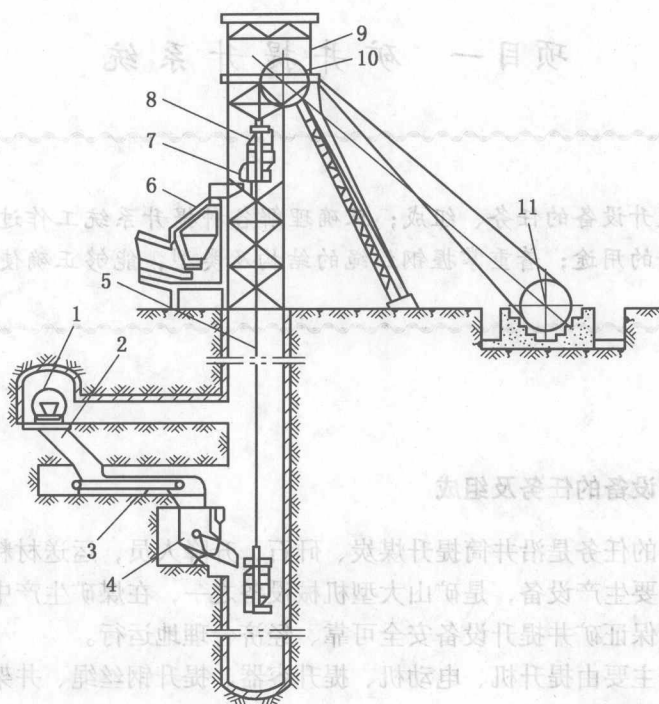
图 1-1 矿井提升设备分类框图

三、矿井提升系统

1. 竖井单绳缠绕式提升系统

竖井单绳缠绕式提升系统分为箕斗提升系统和罐笼提升系统。

图1-2所示为竖井箕斗提升系统。井下煤炭运到井底车场翻笼硐室，由翻车机将煤卸入井底煤仓内，通过给煤机、定量装载机将煤炭装入停在井底的空箕斗中。与此同时，井口重箕斗进入井架上的卸载曲轨内，箕斗闸门被打开，将煤卸入井口煤仓中。上、下两个箕斗分别与两根钢丝绳连接。两根钢丝绳的另一端绕过井架上的天轮，分别固定在提升机的两个滚筒上，并从滚筒的上下方出绳。当提升机运行时，一个滚筒缠绳，另一个滚筒松绳，即可将井下重箕斗上提，井口空箕斗下放，完成煤炭提升任务。



1—翻车机；2—井底煤仓；3—给煤机；4—定量装载机；5—钢丝绳；6—井口煤仓；

7—卸载曲轨；8—箕斗；9—井架；10—天轮；11—提升机

图1-2 竖井箕斗提升系统

竖井罐笼提升系统与竖井箕斗提升系统不同之处在于使用不同的提升容器，因而装卸方法也不同。这种提升系统井上下没有装卸设备，只有承接设备。井口与井底的罐笼是通过人工或机械装卸矿车。罐笼提升系统主要用于副井提升，小型煤矿也可作为主井提升之用。

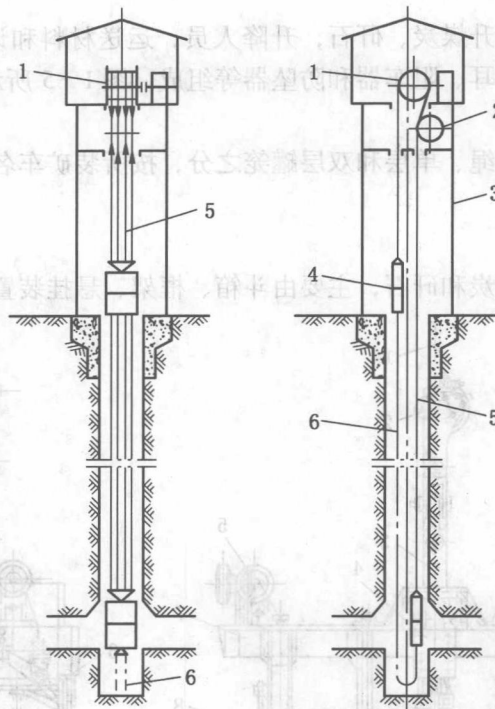
2. 多绳摩擦式提升系统

图1-3所示为塔式多绳摩擦式罐笼提升系统。多根钢丝绳等距离地搭放在提升机摩擦轮上，钢丝绳两端分别与提升容器相连。尾绳绕过安装在井底的尾轮，分别与两个提升容器底部连接。当电动机带动摩擦轮转动时，通过钢丝绳与摩擦轮之间的摩擦力来带动提升容器在井筒内上下运行，完成煤炭提升任务。这种提升系统适用于较深矿井提升。

3. 斜井提升系统

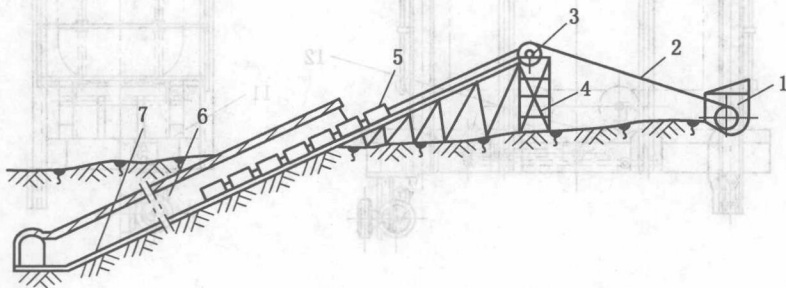
斜井提升系统有斜井箕斗提升系统和斜井串车提升系统。

图1-4所示为斜井串车提升系统。钢丝绳的一端与矿车相连，另一端绕过井架上的



1—提升机；2—导向轮；3—井塔；4—提升容器；5—钢丝绳；6—尾绳

图 1-3 塔式多绳摩擦式罐笼提升系统



1—提升机；2—钢丝绳；3—天轮；4—井架；5—矿车；6—矿井；7—轨道

图 1-4 斜井串车提升系统

天轮缠绕并固定在提升机的滚筒上。当提升机滚筒旋转时，通过井底车场、井口车场的装卸辅助工作，即可带动矿车组在井筒中往复进行提升工作。这种提升系统适用于倾角小于 25° 的中小型矿井提升。

四、提升容器

提升容器是装运煤炭、矸石、材料、设备和人员的工具，按用途和结构不同分为箕斗、罐笼、矿车、斜井人车和吊桶等。

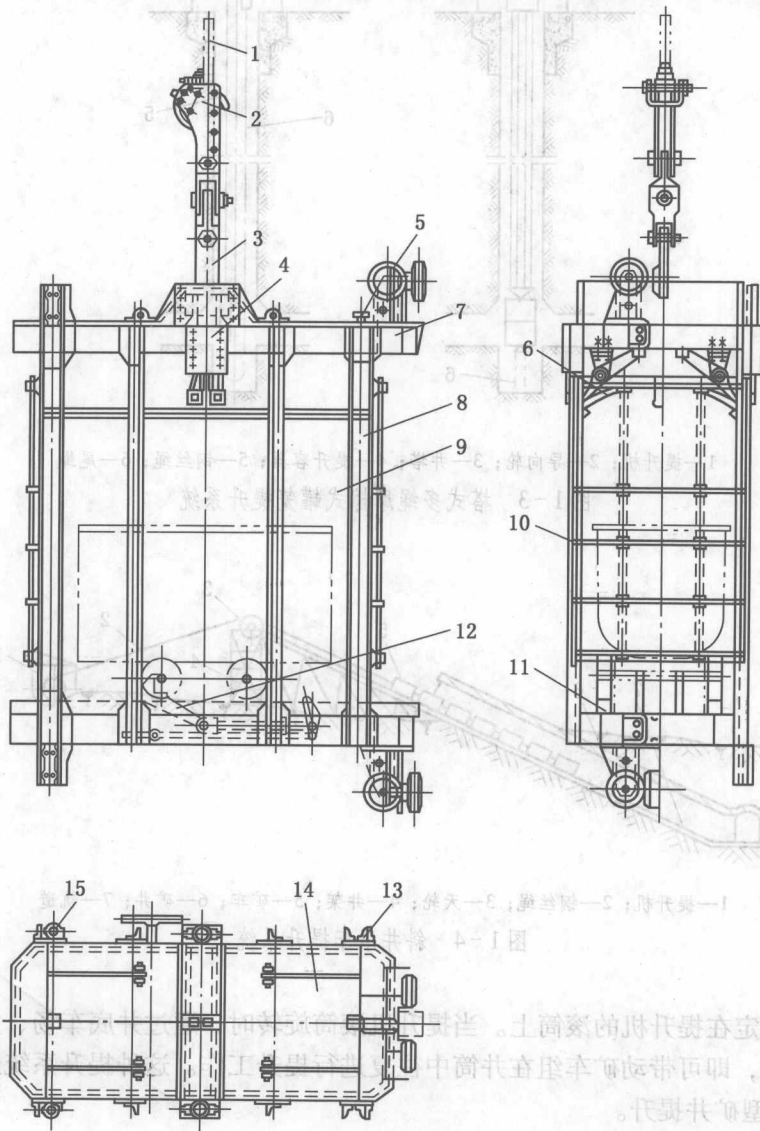
1. 普通罐笼

普通罐笼主要用于提升煤炭、矸石，升降人员，运送材料和设备等，主要由罐笼体、悬挂装置、连接装置、罐耳、阻车器和防坠器等组成。图1-5所示为单绳1 t标准罐笼的结构简图。

普通罐笼有单绳和多绳、单层和双层罐笼之分，按所装矿车名义载货量又可分为1 t、1.5 t、3 t三种罐笼。

2. 箕斗

箕斗主要用于提升煤炭和矸石，主要由斗箱、框架、悬挂装置和卸载闸门等组成。图



1—提升钢丝绳；2—双面夹紧楔形绳环；3—主拉杆；4—防坠器；5—橡胶滚轮罐耳（用于刚性组合罐道）；

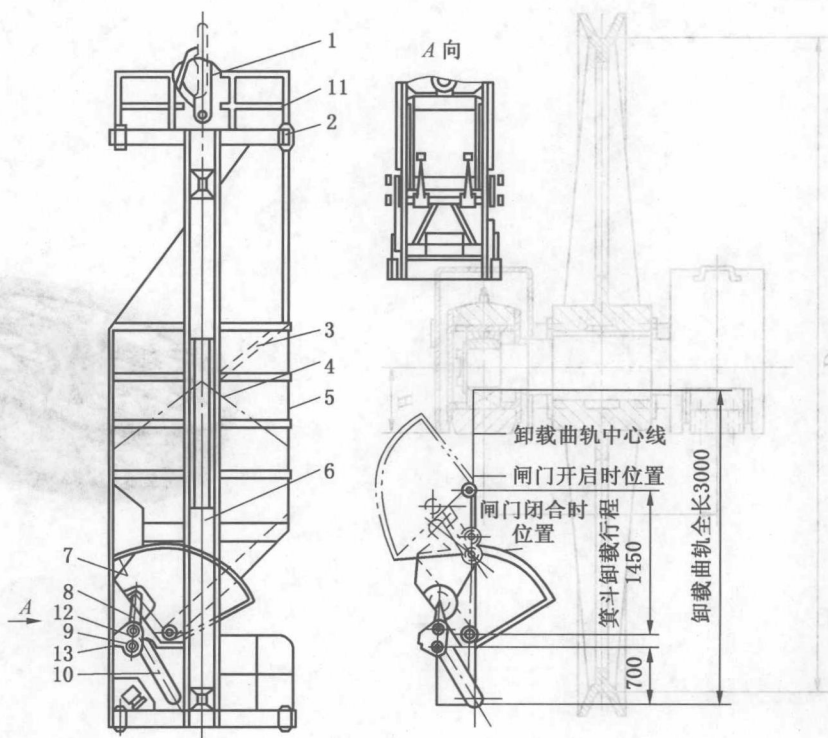
6—淋水棚；7—横梁；8—立柱；9—钢板；10—罐门；11—轨道；12—阻车器；

13—稳罐罐耳；14—罐盖；15—套管罐耳（用于绳罐道）

图1-5 单绳1 t标准罐笼结构

1-6 所示为竖井单绳平板闸门底卸式箕斗的结构简图。

箕斗按井筒倾角不同可分为竖井箕斗和斜井箕斗；按卸载方式可分为翻转式、侧卸式和底卸式三种型式。箕斗可采用刚性罐道或钢丝绳罐道。卸载闸门有扇形、平板闸门两种。平板闸门底卸式箕斗卸载原理：当箕斗提升至地面煤仓时，卸载滚轮进入安装在井架上的卸载曲轨内，随着箕斗提升，固定在箕斗框架上的小曲轨同时向上运动，则滚轮在卸载曲轨作用下，沿着箕斗框架上的小曲轨向下运动，并转动连杆，使其通过连杆锁角为零的位置后，闸门就借助煤的压力打开，开始卸载。在箕斗下放时，以相反的顺序关闭闸门。平板闸门底卸式箕斗较扇形闸门卸载时井架受力小，卸载曲轨短，装载时撒煤少，且动作可靠，应用广泛。



1—连接装置；2—罐耳；3—活动溜煤板；4—煤堆线；5—斗箱；6—框架；7—闸门；

8—连杆；9、12—滚轮；10—曲轨；11—平台；13—机械闭锁装置

图 1-6 竖井单绳平板闸门底卸式箕斗结构

3. 矿车

矿车是装载物料的厢形容器，主要有固定车厢式、翻转车厢式和底卸式矿车三种。

4. 吊桶

吊桶是专门用于开凿竖井和井筒延深时使用的提升容器。

五、井架与天轮

井架是矿井地面的主要建筑物之一，主要用来支撑天轮和承受全部提升载荷，固定罐

道和安装卸载装置。井架按材质可分为木井架、金属井架、钢筋混凝土井架等。

(1) 木井架主要用于服务年限较短、产量低、矿井比较浅的小型煤矿。

(2) 金属井架具有服务年限长, 稳定性好, 弹性大, 能适应提升过程中产生的各种震动等特点, 在煤矿使用较为广泛, 但成本较高, 钢材用量大, 容易腐蚀, 必须加强维护和防腐工作。

(3) 钢筋混凝土井架具有服务年限长, 节省钢材, 耐火性好, 抗震性能强, 刚度大等优点。多绳摩擦式提升机的井塔多为钢筋混凝土井架。

2. 天轮

天轮安装在井架上, 用来支撑和引导钢丝绳转向, 如图 1-7 所示。

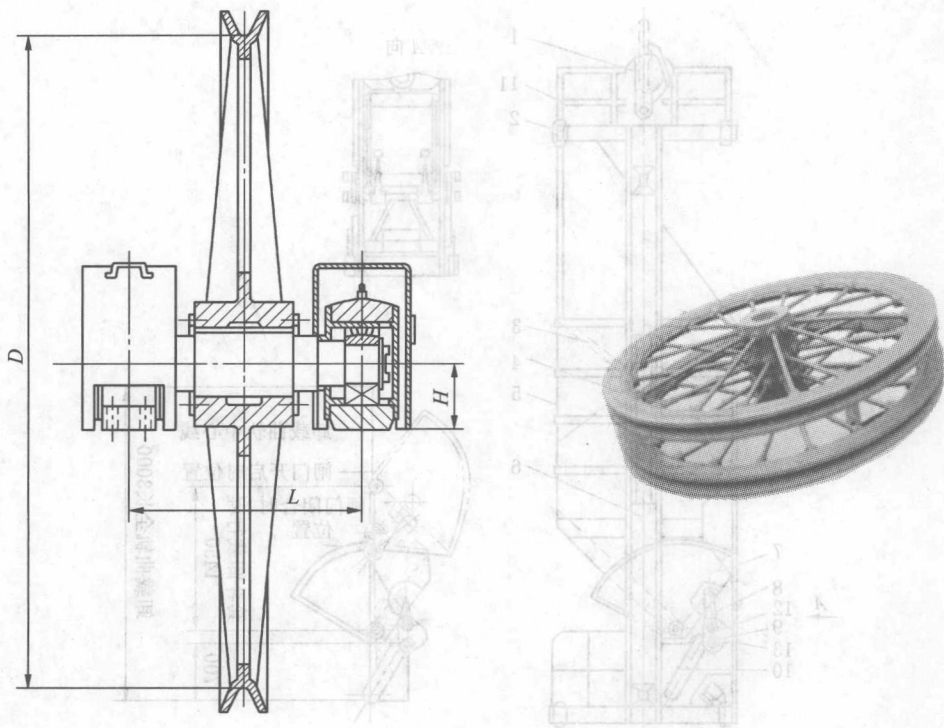


图 1-7 天轮示意图

天轮有游动天轮和固定天轮两种。游动天轮可以沿天轮轴移动, 用以保证钢丝绳在滚筒上缠绕时的内外偏角不大于 $1^{\circ}30'$ 的规定值, 多用于斜井串车提升。固定天轮不能沿轴移动, 多用于大型提升设备。

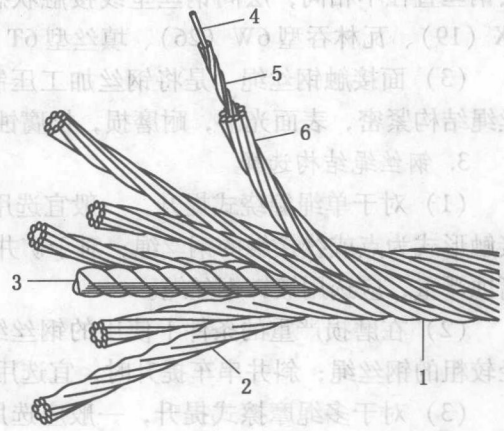
六、提升钢丝绳

提升钢丝绳是用来悬挂提升容器和传递动力的, 它是提升设备的重要组成部分, 对提升设备安全运行起到至关重要的作用。

1. 提升钢丝绳的结构

矿用提升钢丝绳是丝→股→绳结构, 即先由钢丝捻成绳股, 再由绳股捻制成绳, 如图 1-8 所示。

钢丝绳的钢丝是由优质碳素结构钢冷拔而成的，一般直径为 0.4~4 mm。钢丝绳的公称抗拉强度为 1400~2000 MPa。立井提升钢丝绳，一般选用 1550 MPa 或 1700 MPa 的钢丝绳；斜井提升钢丝绳，一般选用 1400 MPa 或 1550 MPa 的钢丝绳。为了提高钢丝绳的抗腐蚀能力，钢丝表面可以镀锌，称为镀锌钢丝，未镀锌的称为光面钢丝。另外，根据钢丝的韧性，钢丝绳分为特号、I 号和 II 号三种。提升矿物用的钢丝绳可以选用特号或 I 号韧性的钢丝绳；提升人员用的钢丝绳必须选用特号韧性的钢丝绳。



1—钢丝绳；2—绳股；3—绳芯；4—股芯；
5—内层钢丝；6—外层钢丝

图 1-8 提升钢丝绳的结构

绳芯分为金属绳芯和纤维绳芯两种。钢丝绳绳芯的作用有三：一是支持绳股，减少钢丝绳间的接触应力和挤压变形；二是使钢丝绳富有弹性、抗冲击并缓和弯曲应力；三是储存润滑油，防止内部锈蚀和减少钢丝间的摩擦。

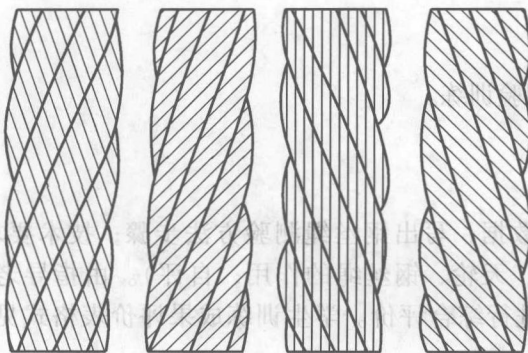
2. 钢丝绳的种类

1) 按钢丝绳的捻法分类

(1) 右捻(Z捻)钢丝绳 即按右螺旋方向将股捻成绳。其中丝在股中的捻向与股在绳中的捻向相反的称交互右捻，如图 1-9a 所示；两者同向的称同向右捻，如图 1-9b 所示。

(2) 左捻(S捻)钢丝绳 即按左螺旋方向将股捻成绳。其中也分为交互左捻（图 1-9c）和同向左捻（图 1-9d）。

为使钢丝绳在滚筒上缠绕不松动，应选用捻向与滚筒缠绕时的螺旋线方向一致的钢丝绳。目前提升机滚筒多为右旋缠绕，所以应选用右捻钢丝绳。竖井及斜井箕斗提升，应选用耐弯曲、耐疲劳又柔软的同向右捻钢丝绳；斜井串车提升多选用结构较稳定的交互捻钢丝绳；多绳提升时，选用左、右捻钢丝绳的数目应相等。



(a) 交互右捻 (b) 同向右捻 (c) 交互左捻 (d) 同向左捻

图 1-9 钢丝绳的捻法

绳；多绳提升时，选用左、右捻钢丝绳的数目应相等。

2) 按股内丝与丝的相互接触情况分类

(1) 点接触钢丝绳 其股内钢丝直径相同，但股内各层钢丝捻距不等，各层钢丝间呈点接触。这种钢丝绳钢丝间接触应力大，容易提前产生疲劳断丝现象，使用寿命较短。6×19、6×37 普通钢丝绳即是点接触型。其标记是 D。

(2) 线接触钢丝绳 其股中内、外层钢丝以等捻距不等捻角方式捻成，各

层钢丝直径不相同,层间钢丝呈线接触状态。这种钢丝绳比较柔软,寿命较长。西鲁型 6X (19)、瓦林吞型 6W (26)、填丝型 6T (25) 均为线接触钢丝绳。

(3) 面接触钢丝绳 是将钢丝加工压制成特殊形状后捻成,呈面接触状态。这种钢丝绳结构紧密,表面光滑,耐磨损,抗腐蚀,使用寿命长。

3. 钢丝绳结构选择

(1) 对于单绳缠绕式提升,一般宜选用光面右同向捻、断面形状为圆形股或三角股、接触形式为点或线接触的钢丝绳;对于矿井淋水大、水的酸碱度高以及在出风井中,由于腐蚀严重,应选用镀锌钢丝绳。

(2) 在磨损严重的条件下使用的钢丝绳,如斜井提升等,应尽可能选用外层钢丝直径较粗的钢丝绳;斜井串车提升时,宜选用交互捻钢丝绳。

(3) 对于多绳摩擦式提升,一般应选用镀锌、同向捻(左右捻各半)的钢丝绳,断面形状最好是三角股。

(4) 罐道用钢丝绳最好是半密封钢丝绳或三角股绳,表面光滑,比较耐磨。

基本技能

1. 提升钢丝绳检查项目

提升钢丝绳要求每天至少检查一次,检查项目主要是断丝、磨损、锈蚀和变形。

2. 检查方法

检查钢丝绳的方法是人工目视加辅助工具(如棉纱、游标卡尺、钢丝绳探伤仪等)。

断丝检查的方法:用棉纱包住钢丝绳,让提升机慢速运行,钢丝断头很容易钩起棉纱,断丝部位一目了然。也可用 CDT-1 型钢丝绳探伤仪等仪器检查,更为准确。

磨损的检查方法:一般用游标卡尺对钢丝绳直径进行测量。若使用钢丝绳直径比公称直径小 10% 时,必须更换。

锈蚀的检查方法:主要依靠人工目视的方法对整根钢丝绳逐段检查。另外,钢丝绳在运行中受到卡阻、突然停车等猛烈拉力时,必须停车检查。

3. 提升钢丝绳的维护

提升钢丝绳的维护主要是对钢丝绳定期进行润滑和涂油。

技能训练

对钢丝绳断丝、磨损和锈蚀进行检查测验训练。

训练成果

提交实训报告(内容包括:记录铭牌数据;写出钢丝绳测验方法步骤;技术要求;手指口述矿井提升系统、提升容器、井架、天轮、钢丝绳的作用;自评)。由指导老师根据学生训练操作完成情况及实训报告,进行综合评价。学生训练成果评价表格格式见表 1-1。

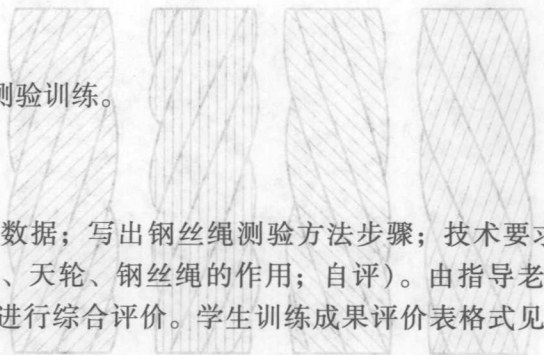


图 1-1 钢丝绳接触形式 (a) 点接触 (b) 线接触 (c) 面接触 (d) 面接触

表1-1 学生训练成果评价表

项目一 矿井提升系统					
姓 名		班 级	组 别		
评价内容		评 分 标 准		分数	得分 备注
任务布置、知识准备（15分）	接受工作积极主动，态度端正，任务明确			5	
	能较快地收集、准备相关资料、器材工具			5	
	有一定的组织协调能力			5	
职业素质、技能验证（65分）	工作积极，注意力集中，相互之间配合较好			5	
	正确的操作方法			25	
	各部件探讨与分析			20	
	检查、测试			10	
	注重实效，顾全大局，责任心和安全意识强			5	
资料整理，成果展示（20分）	内容简要，规范工整，语言流畅			10	
	概念清楚，表达正确，按时完成			10	
总 分				100	
指导教师签字：_____					
_____年 月 日					

项目二 矿井提升机

学习目标

正确理解单绳缠绕式提升机组成、工作原理及各组成部分的作用，着重掌握调绳装置、制动系统的工作过程。通过学习，掌握液压提升绞车和摩擦提升机性能特点。

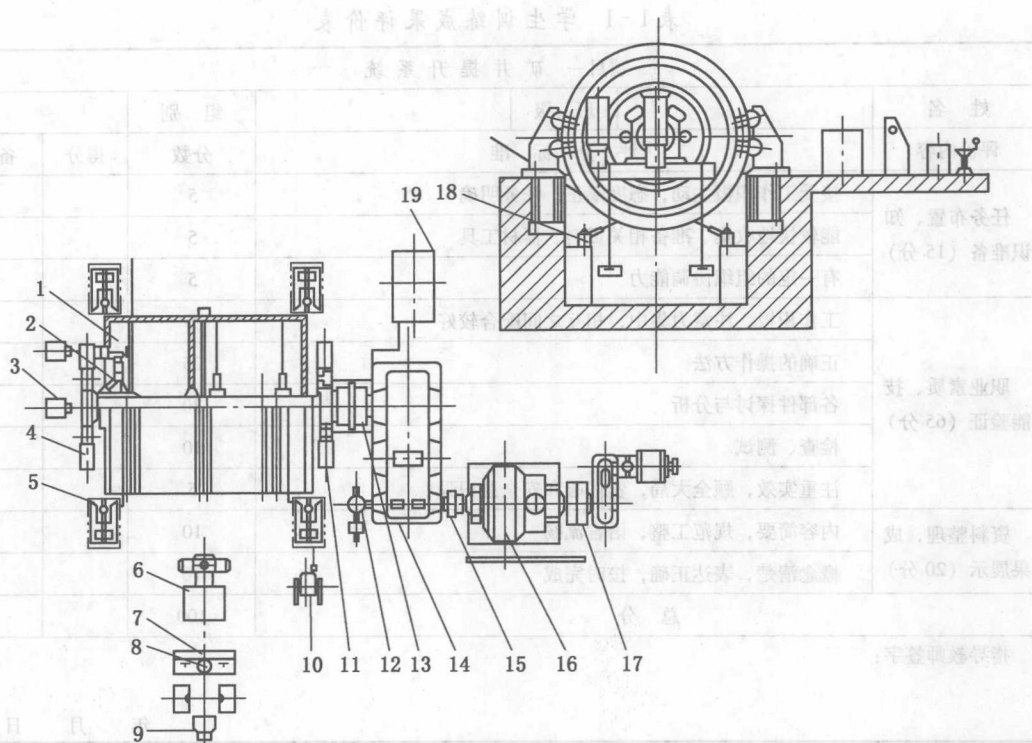
基础知识

矿井提升机是矿井提升设备中最重要的组成部分。目前，矿山使用的提升机有两大类：单绳缠绕式提升机和多绳摩擦式提升机。矿井提升机一般由电动机、减速器、主轴装置、制动装置、深度指示器、润滑系统（包括润滑泵站、管路和仪表等）、电控系统（包括自动控制及保护系统与信号系统等）、操纵台等部分组成。图1-10所示为JK系列提升机的布置示意图。

一、单绳缠绕式提升机

1. 单绳缠绕式提升机的工作原理

单绳缠绕式提升机是将钢丝绳的一端固定并缠绕在提升机的滚筒上，另一端绕过井架、天轮与提升容器相连，利用滚筒转动方向的不同，将钢丝绳缠上或放松，以完成提升



1—主轴装置；2—齿轮离合器；3—深度指示器传动装置；4—左轴承架；5—盘形制动器；6—液压站；
7—操纵台；8—圆盘深度指示器；9—椅子；10—牌坊式深度指示器；11—右轴承架；12—测速发电机；
13、15—联轴器；14—减速器；16—电动机；17—微拖动装置；18—锁紧器；19—润滑站

图 1-10 JK 系列提升机布置示意图

或下放提升容器的任务。这种提升机在我国煤矿应用比较广泛。

单绳缠绕式提升机有单滚筒和双滚筒提升机两种。双滚筒提升机在主轴上装有两个滚筒，一个与主轴用键固接，称为固定滚筒（死滚筒）；另一个滚筒滑装在主轴上，通过调绳离合器与主轴连接，称为游动滚筒（活滚筒）。之所以将两个滚筒装成这种结构，就是为了在调节钢丝绳长度和更换提升水平时，两个滚筒能相对运动。双滚筒提升机用于大中型煤矿双钩提升。单滚筒提升机只有一个滚筒，一般用于小型煤矿单钩提升。

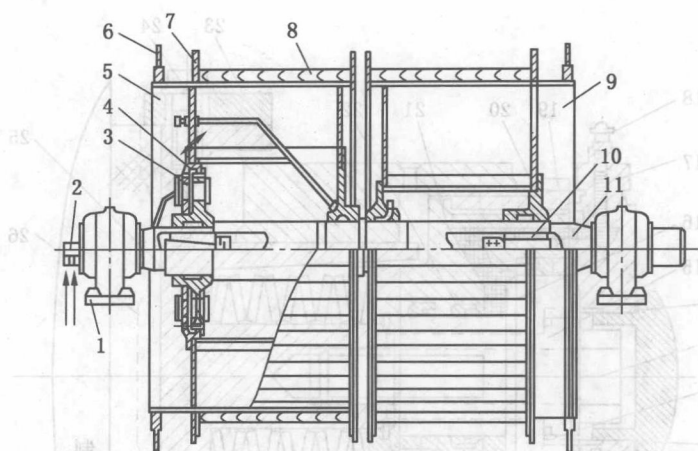
2. JK 系列缠绕式提升机主要部件的结构

1) 主轴装置

主轴装置是提升机的主要工作和承载部件，由滚筒、调绳离合器、主轴与轴承等组成。图 1-11 所示为 JK 系列双滚筒提升机主轴装置简图。

主轴装置的作用：一是缠绕提升钢丝绳；二是承受正常工作载荷与在紧急制动时引起的附加载荷；三是在调绳或更换提升水平时，能利用离合器使游动滚筒与固定滚筒有相对运动，便于调节绳长。

滚筒由轮辐、筒壳、挡绳板和制动盘等焊接而成。固定滚筒的右轮辐用切向键固定为主轴上，左轮辐滑装在主轴上。游动滚筒的右轮辐经衬套滑装在主轴上，装有润滑油杯进行润滑。衬套的作用是保护主轴和轮辐，避免在调绳时主轴和轮辐的磨损。左轮辐通过切



1—主轴承座；2—密封头；3—调绳离合器；4—尼龙套；5—游动滚筒；6—制动盘；
7—挡绳板；8—木衬垫；9—固定滚筒；10—切向键；11—主轴

图 1-11 JK 系列双滚筒提升机主轴装置简图

向键与主轴相连，并通过离合器与滚筒的轮辐相连。滚筒为焊接结构，轮辐用钢板制成。筒壳上装有带螺旋绳槽的木衬垫，以减少钢丝绳的磨损，并使钢丝绳在滚筒上有序地排列，避免乱绳和咬绳现象。

双滚筒提升机都装有调绳离合器。其作用是使游动滚筒与主轴连接或脱开，以便调节钢丝绳长度或更换提升水平时，使两个滚筒有相对运动。

注：双滚筒提升机调绳离合器的调绳过程在“基本技能”中叙述。

提升机主轴的两端为主轴承，JK 系列提升机采用滑动轴承。

2) 减速器

矿井提升机配用的减速器，按结构可分为平行轴减速器和行星轮减速器两种，按齿形分有渐开线齿形和圆弧齿形两种。JK 系列提升机采用的是二级圆弧齿轮减速器，传动比为 11.5、20、30，型号为 ZHLR-115、ZHLR-130、ZHLR-150、ZHLR-170 等。

3) 制动装置

制动装置由制动器和传动机构组成。它的作用是在正常停车时，能可靠地闸住滚筒；在减速阶段和下放重物时，能参与提升机控制；在紧急情况下，能使提升机安全制动，迅速停车；在调绳时，能可靠地闸住游动滚筒，松开固定滚筒。

制动器是直接作用于制动轮或制动盘上产生制动力矩的部分，有盘形闸、块闸和带式闸等几种。传动机构是控制和调节制动力矩的部分，有液压、气压和弹簧式等几种。JK 系列提升机采用的是由盘式制动器和液压站组成的盘式制动系统。

盘式制动器的结构如图 1-12 所示，主要由制动器、盘形弹簧、液压缸、活塞、活塞内套、连接螺栓等组成。

盘式制动器的主要优点：

(1) 多副制动器（最少 2 副，多则有 4、6、8 副）同时工作，即使有一副失灵，也只影响部分制动力矩，故安全可靠。高。

(2) 制动力矩的调节是用液压站的电液调压装置实现的，操纵方便，制动力矩可调。