



煤炭技工学校“十一五”规划教材

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

矿山固定机械与运输设备

KUANGSHAN GUDING JIXIE YU YUNSHU SHEBEI

煤炭工业出版社

煤炭技工学校“十一五”规划教材

矿山固定机械与运输设备

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

煤炭技工学校“十一五”规划教材

矿山固定机械与运输设备

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

*

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

北京玥实印刷有限公司 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 21

字数 497 千字 印数 1—5,000

2009 年 1 月第 1 版 · 2009 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3422 - 1/TD44

社内编号 6227

定价 42.00 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

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会

名誉主任	朱德仁							
主任	邱江							
常务副主任	刘富							
副主任	刘爱菊	吕一中	肖仁政	张西月	郝临山	魏焕成		
	曹允伟	仵自连	桂和荣	雷家鹏	张贵金	韩文东		
	李传涛	孙怀湘	程建业					
秘书长	刘富(兼)							
	(按姓氏笔画为序)							
委员	牛宪民	王枕	王明生	王树明	王朗辉	甘志国		
	白文富	仵自连	任秀志	刘爱菊	刘富	吕一中		
	孙怀湘	孙茂林	齐福全	何富贤	余传栋	吴丁良		
	张久援	张先民	张延刚	张西月	张贵金	张瑞清		
	李传涛	肖仁政	辛洪波	邱江	邹京生	陈季言		
	屈新安	林木生	范洪春	侯印浩	赵杰	赵俊谦		
	郝临山	夏金平	桂和荣	涂国志	曹中林	梁茂庆		
	曾现周	温永康	程光岭	程建业	董礼	谢宗东		
	谢明荣	韩文东	雷家鹏	题正义	魏焕成			
	主编	王志甫 李江明						
		主副参编	李振顶	李宏	冯俊杰			
			任中华	秦国有	沈占彬	杨丽娜		

前 言

为适应煤炭工业新形势对煤炭职业教育和职工培训工作的要求，加快煤炭职业教育教材建设步伐，坚持“改革创新、突出特色、提高质量、适应发展”的指导思想，完成“创新结构、配套专业、完善内容、提高质量”的工作任务，中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会于2004年5月份召开了第一次全体会议，对煤炭行业职业教育教材建设工作提出了具体意见和要求。经过几年的工作，煤炭行业职业教育教材建设工作进展顺利，煤炭行业职业教育教材建设“十一五”规划已经完成，新的教学方法研究和新的教材开发都取得了可喜成绩。一套“结构科学、特色突出、专业配套、质量优良”的煤炭技工学校通用教材正在陆续出版发行，将为煤炭职业教育的不断发展提供有力的技术支持。

这套教材主要适用于煤炭技工学校教学及工人在职培训、就业前培训，也适合具有初中文化程度的工人自学和工程技术人员参考。

《矿山固定机械与运输设备》是这套教材中的一种，是根据经劳动和社会保障部批准的全国煤矿技工学校统一教学计划、教学大纲的规定编写的，经中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会审定，并认定为合格教材，是全国煤炭技工学校教学，工人在职培训、就业前培训的必备的统一教材。

本教材由王志甫、李江明主编，李振顶、李宏、冯俊杰副主编，参加编写的还有任中华、秦国有、沈占彬、杨丽娜。全书由王志甫统稿。另外，在本教材的编写过程中，得到了有关煤炭技工学校的广大教师和煤矿企业有关工程技术人员的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，书中难免有不当之处，恳请广大读者批评指正。

中国煤炭教育协会职业教育教材

编审委员会

2008年10月

目 次

第一篇 矿山固定机械

第一章 矿井提升设备	1
第一节 概述.....	1
第二节 提升容器.....	4
第三节 提升钢丝绳.....	16
第四节 矿井提升机的组成及结构.....	25
第五节 承接装置、托罐装置、安全门、推车装置及装卸载装置.....	65
第六节 矿井提升机的操作、运转、检修与故障处理.....	80
第七节 矿井提升设备的选型.....	89
第二章 矿井排水设备	108
第一节 概述.....	108
第二节 离心式水泵的结构.....	111
第三节 离心式水泵的性能与工况分析.....	118
第四节 排水设备的经济运行.....	134
第五节 矿井排水设备的操作与维护.....	137
第六节 矿井排水设备的选型.....	139
第三章 矿井通风设备	150
第一节 概述.....	150
第二节 通风机的构造及反风装置.....	154
第三节 通风机在网络中的工作分析.....	164
第四节 通风设备的操作、维护及故障处理.....	170
第五节 矿井通风设备的选型.....	174
第四章 矿山空气压缩设备	182
第一节 概述.....	182
第二节 矿用空压机.....	185
第三节 矿山空气压缩设备的操作、维护与故障处理.....	199
第四节 矿山空气压缩设备的选型.....	204

第二篇 矿山运输设备

第一章 刮板输送机·····	211
第一节 概述·····	211
第二节 刮板输送机的结构·····	215
第三节 桥式转载机·····	240
第四节 刮板输送机的安装、运转、维护和故障处理·····	246
第二章 带式输送机·····	257
第一节 概述·····	257
第二节 带式输送机的主要结构·····	264
第三节 带式输送机的选型计算·····	276
第四节 带式输送机的安装、运转与维护·····	283
第三章 矿用电机车·····	290
第一节 概述·····	290
第二节 矿用电机车的结构·····	297
第三节 矿用电机车的运行、维护与故障处理·····	310

第一篇 矿山固定机械

第一章 矿井提升设备

【学习目标】

1. 了解矿井提升设备的作用，掌握矿井提升机的工作原理、类型。
2. 掌握矿井提升设备的结构及型号意义。
3. 掌握矿井提升设备的操作与维护方法，常见故障的原因及排除方法。
4. 掌握矿井提升设备的选型方法与步骤。

【课程内容】

第一节 概 述

矿井提升机在矿井中担负着升降人员、提升矿物、运送材料以及升降设备、工具等任务，它是联系矿井地面与井下的重要的运输设备，是矿井的重要设备之一，在整个矿井生产中占有重要地位。就其耗电量来说，大约占全矿井用电量的 15% 左右。

提升设备的主要组成部分是：提升容器、提升钢丝绳、提升机及拖动控制系统、井架（或井塔）、天轮及装卸载设备等。

一、提升机的分类

提升机是矿井生产的最主要设备，用于升降人员和物料。在煤矿生产系统中对大型提升机（滚筒直径 2m 以上）称提升机，对滚筒直径小于 2m 的提升机俗称为提升绞车。提升机大致按下列方式进行分类：

- (1) 按钢丝绳在卷筒上连接形式
- 缠绕式
 - 单绳缠绕式
 - 多绳缠绕式（布雷尔式提升机）
 - 摩擦式
 - 单绳摩擦式
 - 多绳摩擦式
 - 落地式
 - 井塔式
- (2) 按提升钢丝绳的绳数多少
- 单绳
 - 多绳
- (3) 按主传动方式
- 电动机传动
 - 液压传动
 - 蒸汽机传动

- (4) 按卷筒的结构形式
 - 圆柱型
 - 一般圆柱卷筒型
 - 可分离圆柱卷筒型
 - 圆锥型
 - 圆柱圆锥型
 - 绞轮式
- (5) 按电气拖动形式
 - 交流拖动
 - 高速交流
 - 低速交流
 - 直流拖动
- (6) 按卷筒数
 - 单滚筒
 - 双滚筒
- (7) 按井上或井下使用
 - 地面式
 - 井下式
 - 电气防爆式
 - 液压传动式
 - 其他传动（如电控调速、机械差动、双机差动等）

二、矿井提升系统

由于提升容器及提升机的结构和原理不同，矿山提升设备可构成不同的提升系统。常见的矿井提升系统有：

- (1) 主井箕斗提升系统。
- (2) 副井罐笼提升系统。
- (3) 多绳摩擦（主、副井）提升系统。
- (4) 斜井串车提升系统。
- (5) 斜井箕斗提升系统。

下面只介绍常见的2种立井提升系统。

1. 立井箕斗提升系统

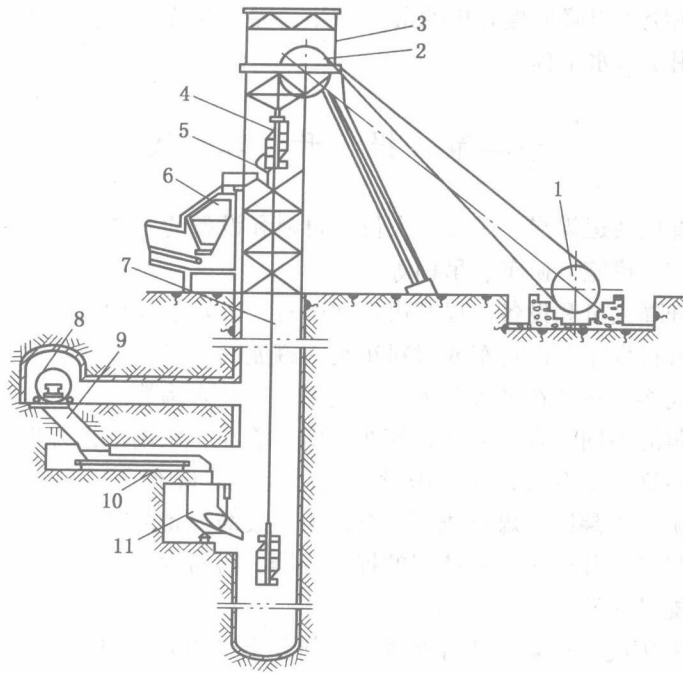
图1-1-1所示为地面布置的单绳缠绕式提升机箕斗提升系统示意图。

从井下采出的煤炭通过位于井底车场硐室中的翻车机8卸入井下煤仓9中，再经过装载设备11将煤炭装入停在井底的空箕斗中。此时，重箕斗4正位于地面井架3上的卸载曲轨5处，在卸载曲轨的作用下把煤炭卸入井口煤仓6中，再经带式输送机运走。

上、下2个箕斗分别与2根钢丝绳连接。2根钢丝绳绕过井架上的天轮后，以相反的方向缠绕于提升机滚筒上。当提升机运转时，钢丝绳就一上一下往返提升重箕斗和下放空箕斗，如此反复地完成矿井提升任务。

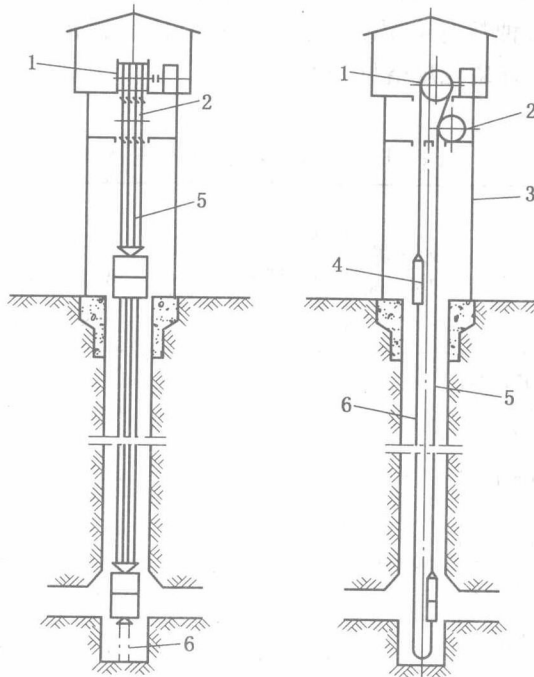
2. 立井多绳摩擦提升系统

图1-1-2所示为多绳摩擦提升系统图。几根提升钢丝绳5等距离地搭在主导轮1的衬垫上，钢丝绳两端分别与提升容器4和另1个提升容器（或平衡锤）相连。尾绳6的两端分别与提升容器和平衡锤（或提升容器）底部相连，尾绳自由地悬挂在井筒中。尾绳用来平衡提升钢丝绳所造成的两端张力差。当电动机带动主导轮转动时，通过衬垫与提升钢丝绳之间产生的摩擦力带动提升钢丝绳及容器往复升降，完成提升任务。导向轮2用于增加钢丝绳在主导轮上的围包角或缩小提升中心距。



1—提升机；2—天轮；3—井架；4—箕斗；5—卸载曲轨；6—地面煤仓；
7—钢丝绳；8—翻车机；9—井下煤仓；10—给煤机；11—装载设备

图 1-1-1 单绳缠绕式提升机箕斗提升系统



1—主导轮；2—导向轮；3—井架；4—提升容器；5—钢丝绳；6—尾绳

图 1-1-2 井塔式多绳摩擦提升机罐笼提升系统

平衡锤提升系统可以降低提升机的最大静张力差，相应的降低电动机的最大拖动力。这种提升系统适用于多水平提升。

第二节 提升容器

提升容器是直接装运煤炭、矿石、人员、材料和设备的工具。按用途和结构不同，提升容器可分为箕斗、罐笼、矿车、吊桶等。

罐笼可用来升降人员和设备，提升煤炭和矸石，以及下放材料等。当提升煤炭、矸石或下放材料时，可将煤车、矸石车或材料车装入罐笼内即可；当升降设备时，可将设备直接放入罐笼内，或将设备装在平板车上，再把平板车装入罐笼。

根据井筒倾角的不同，箕斗分立井箕斗和斜井箕斗，只用于提升煤炭或矿石，通常用于主井提升。当用箕斗提升时，井底需设井底煤仓（或矸石仓）和装载设备。煤炭或矸石通过翻车机从矿车中翻卸至煤仓或矸石仓，再经装载设备装入箕斗。

吊桶是开凿竖井和井筒延伸时使用的提升容器，有时生产矿井处理井筒事故时也采用吊桶作为急救的提升容器。

煤矿立井多采用底卸式箕斗和普通罐笼，斜井多采用矿车和斜井箕斗。

一、立井普通罐笼

罐笼分为立井单绳罐笼和立井多绳罐笼2种。大多数矿井使用的罐笼是标准的，小型矿井有采用自制的非标准罐笼。标准罐笼按固定车箱式矿车的名义载重质量确定为1t、1.5t和3t三种形式，每种都有单层和双层2种；非标准罐笼按矿车的载重质量有0.6t、0.75t两种。标准单绳普通罐笼规格见表1-1-1。

表1-1-1 立井单绳普通罐笼规格

单绳罐笼型号			罐笼断面尺寸/mm	罐笼总高(近似值)/mm	装载矿车			允许乘人数/人	罐笼总载货量/kg	罐笼自身质量/kg
					型号	名义载货量/t	车数/辆			
GLS-1×1/1	钢丝绳	同侧进出车	2550×1020	~4290	MG 1.1-6A	1	12	2395	2218	
GLS-Y1×1/1	罐道	异侧进出车							2088	
GLG-Y1×1/1	刚性	同侧进出车							2878	
GLGY-1×1/1	罐道	异侧进出车							2748	
GLS-1×2/2	钢丝绳	同侧进出车	2550×1020	~6680	MG 1.1-6A	2	24	3235	3247	
GLSY-1×2/2	罐道	异侧进出车							3000	
GLG-1×2/2	刚性	同侧进出车							3907	
GLGY-1×2/2	罐道	异侧进出车							3657	

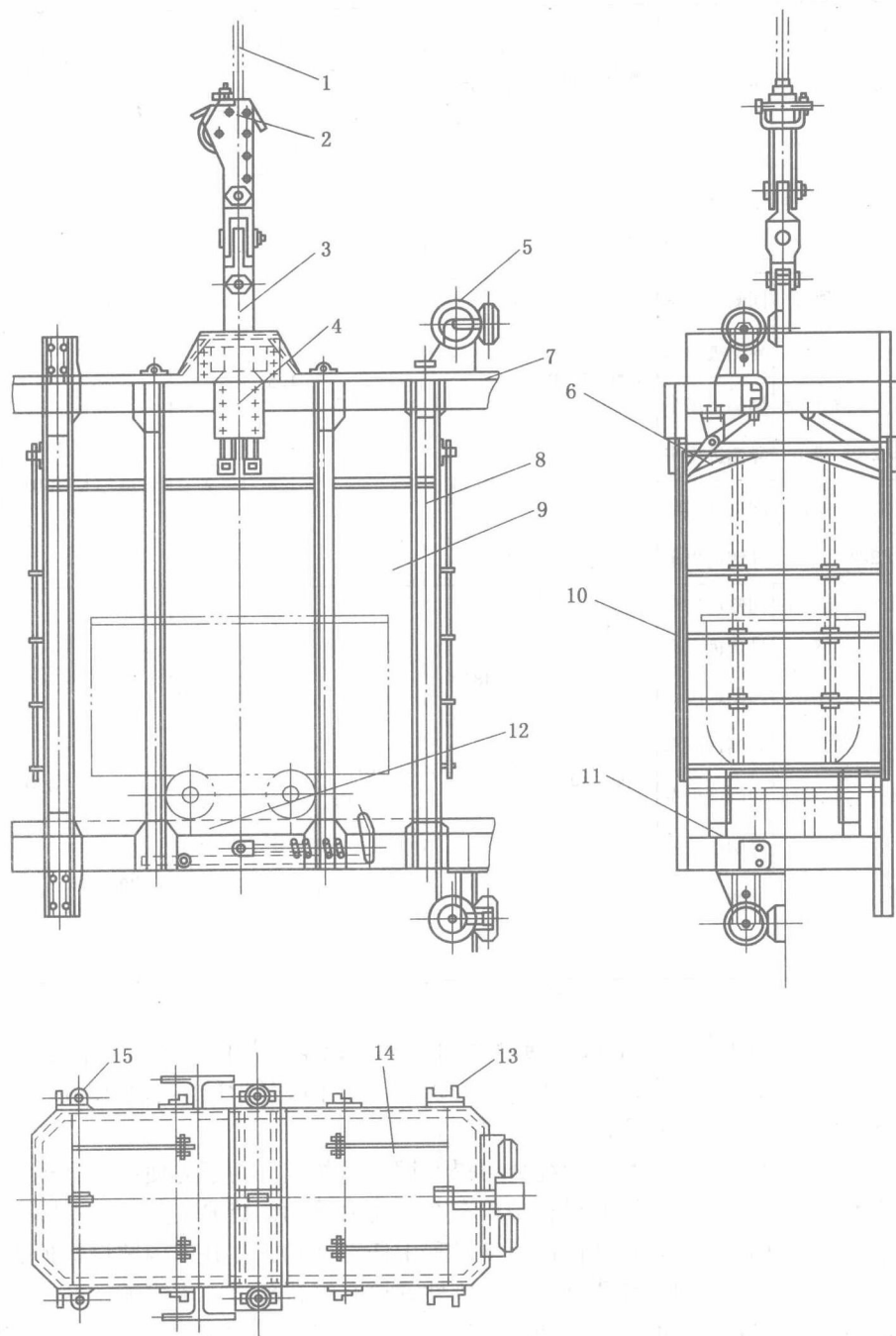
表 1-1-1 (续)

单绳罐笼型号			罐笼断面尺寸/mm	罐笼总高(近似值)/mm	装载矿车			允许乘人数/人	罐笼总载货量/kg	罐笼自身质量/kg
					型号	名义载货量/t	车数/辆			
GLS-1.5×1/1	钢丝绳	同侧进出车	3000×1200	~4850	MG 1.7-6A	1.5	17	3420	2790	
GLSY-1.5×1/1	罐道	异侧进出车							2650	
GLG-1.5×1/1	刚性	同侧进出车							3450	
GLGY-1.5×1/1	罐道	异侧进出车							3310	
GLS-1.5×2/2	钢丝绳	同侧进出车		~7250		MG 2.3-9B	3	34	4610	4070
GLSY-1.5×2/2	罐道	异侧进出车								3790
GLG-1.5×2/2	刚性	同侧进出车								4670
GLGY-1.5×2/2	罐道	异侧进出车								4390
GLS-3×1/1	钢丝绳	同侧进出车	4000×1470	~4820	MG 2.3-9B		3	29	6720	4670
GLSY-3×1/1	罐道	异侧进出车								4500
GLG-3×1/1	刚性	同侧进出车								5050
GLGY-3×1/1	罐道	异侧进出车								4880
GLS-3×1/2	钢丝绳	同侧进出车		~7170		MG 2.3-9B	3	58	6720	6480
GLSY-3×1/2	罐道	异侧进出车								6310
GLG-3×1/2	刚性	同侧进出车								6950
GLGY-3×1/2	罐道	异侧进出车								6780

图 1-1-3 所示为单绳 1t 单层普通罐笼的结构。罐笼体是由横梁、立柱通过铆焊合成的金属框架结构，两侧用钢板包围。罐笼顶部设有半圆弧形的淋水棚和可以打开的罐盖，以运送长材料用。罐笼两侧设有帘式罐门。

罐笼通过主拉杆和双面夹紧楔形绳环与提升钢丝绳相连。为了方便矿车进出罐笼，罐笼底部敷设有轨道。为了防止提升过程中矿车在罐笼内移动，罐笼底部还装有阻车器及其自动开闭装置。为了防止罐笼在井筒内运动过程中任意摆动，在井筒内装设罐道为罐笼进行导向。罐道可分为刚性和柔性 2 种类型。刚性罐道有钢轨罐道、木罐道、型钢组合罐道和玻璃钢罐道 4 种。柔性罐道有钢丝绳罐道。钢丝绳罐道的拉紧装置有：螺杆拉紧装置、重锤拉紧装置、液压螺杆拉紧装置和绳罐道液压张紧装置。其中，绳罐道液压张紧装置是通过液压缸的伸缩来达到拉紧的目的，使用效果较好，应用较广泛。

为了保证人员和生产的安全，升降人员的单绳提升罐笼必须装设性能可靠的防坠器。当钢丝绳或连接装置一旦断裂时，防坠器可使罐笼支承在井筒内的罐道和防坠绳上，而不致于坠入井底造成重大事故。



1—提升钢丝绳；2—双面夹紧楔形绳环；3—主拉杆；4—防坠器；5—罐耳；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

图 1-1-3 单绳 1t 单层普通罐笼结构

根据使用条件和工作原理，防坠器有木罐道防坠器、钢轨罐道防坠器和制动绳防坠器 3 种。目前我国广泛采用 BF 型制动绳防坠器。

(一) BF 型制动绳防坠器的组成

BF 型制动绳防坠器是我国设计的标准防坠器，可以配合 1t、1.5t 和 3t 矿车双层双车或单层单车罐笼使用。它由以下四部分组成：

- (1) 开动机构：当发生断绳事故时，开动防坠器，使之发生作用。
- (2) 抓捕机构：它是防坠器的主要工作机构，靠抓捕支承物（制动绳或刚罐道）把下坠的罐笼悬挂在支承物上。
- (3) 传动机构：当开动机构动作时，通过杠杆系统传动抓捕机构。
- (4) 缓冲机构：用于调节防坠器的制动力，吸收下坠罐笼的动能，限制制动减速度。

(二) BF 型防坠器的结构及工作原理

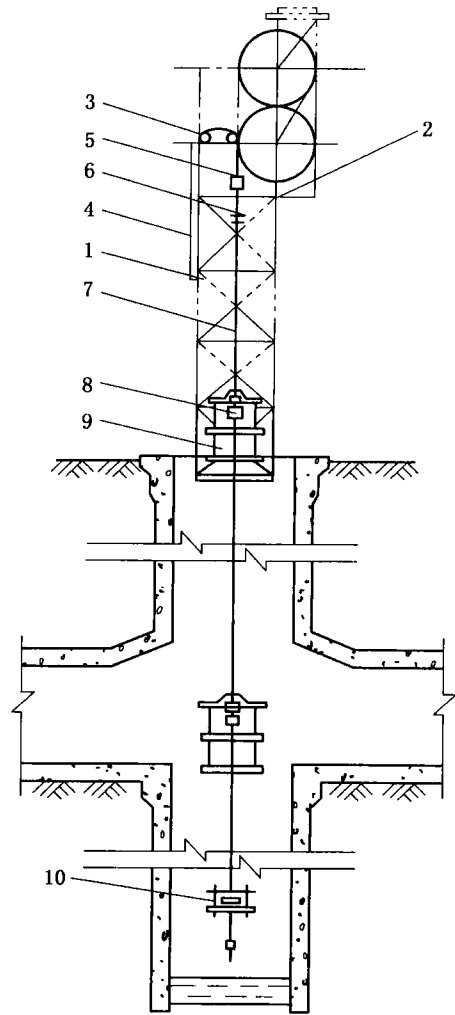
BF 型防坠器整个系统布置如图 1-1-4 所示。制动绳 7 的上部通过连接器 6 与缓冲绳 4 相连。缓冲绳通过装于天轮平台上的缓冲器 5 之后，绕过圆木 3 自由地悬挂于井架的一边，绳端用合金浇铸成锥形杯 1，以防止缓冲绳从缓冲器中全部拔出。制动绳的另一端穿过罐笼 9 上的防坠器的抓捕器 8 之后垂到井底，用拉紧装置 10 固定在井底水窝的固定梁上。

1. 开动机构和传动机构

BF 型防坠器开动机构和传动机构如图 1-1-5 所示。开动机构和传动机构是相互连在一起的组合机构，由断绳时自动开启的弹簧和杠杆两部分组成。从图 1-1-5 中可以看出，它采用垂直布置的弹簧 1 作开动机构，弹簧为螺旋旋入式接头，克服了弹簧易断的缺点。正常提升时，钢丝绳拉起主拉杆 3，通过横梁 4、连板 5 使 2 个拨杆 6 处于最低位置，此时弹簧 1 受拉。发生断绳时，主拉杆 3 下降，在弹簧 1 的作用下，拨杆 6 的端部抬起，使抓捕器的滑楔与制动绳接触，实现定点抓捕。

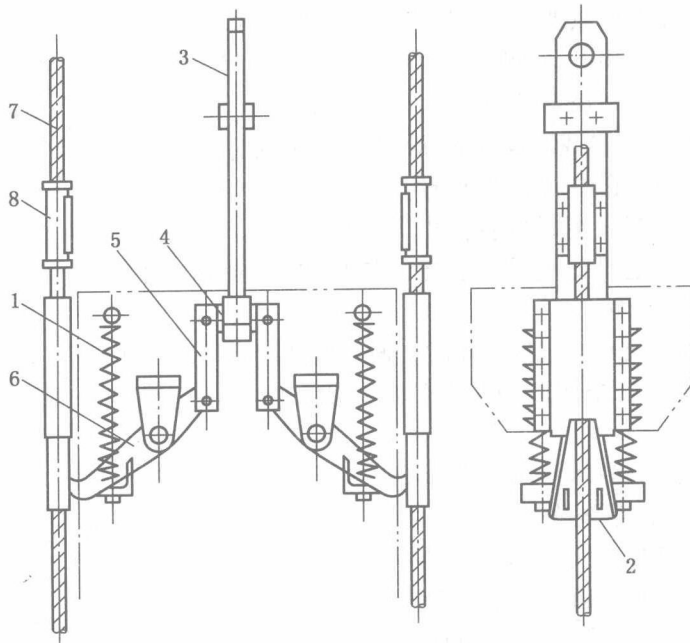
2. 抓捕机构与缓冲机构

抓捕机构与缓冲机构可以是联合作用的，也可以设置单独的缓冲机构。抓捕机构采用背面带滚子的楔形抓捕器，其结构



1—锥形杯；2—导向套；3—圆木；4—缓冲绳；
5—缓冲器；6—连接器；7—制动绳；8—抓捕器；9—罐笼；10—拉紧装置

图 1-1-4 防坠器系统布置图



1—弹簧；2—滑楔；3—主拉杆；4—横梁；5—连板；
6—拨杆；7—制动绳；8—导向套

图 1-1-5 防坠器开动机构和传动机构简图

如图 1-1-6 所示。

2 个带有绳槽的滑楔 3 在拨杆的作用下向上移动，可以抓捕穿过抓捕器的制动绳 7。滚子 4 的作用主要是使抓捕器容易释放恢复。

抓捕器的滑楔具有 1:10 的斜度。正常情况下，滑楔与穿过抓捕器的制动绳每边有 8mm 的间隙。断绳后，滑楔上提消除间隙并压缩制动绳。制动绳的变形量为绳径的 20%，再考虑制动绳径磨损 10%，滑楔的 3 个位置如图 1-1-7 所示。这种抓捕器具有自锁机构，既安全可靠，又不损坏制动钢丝绳。

缓冲机构采用安装在井架平台上的缓冲器，其结构如图 1-1-8 所示。

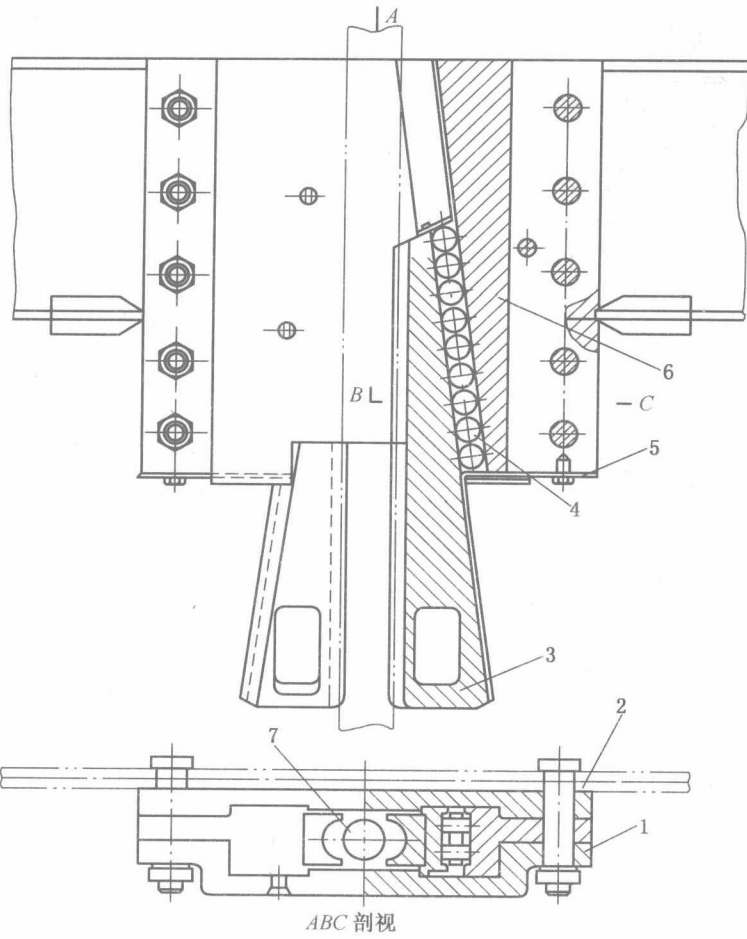
缓冲机构靠缓冲器中的 3 个圆轴 5，2 个带圆头的滑块 6，使穿过其间的缓冲绳 3 受到弯曲。滑块 6 的背面连有螺杆 1 和螺母 2，转动螺杆便可以带动滑块左右移动，借以调节缓冲绳的弯曲程度，从而调节缓冲力的大小。

提升钢丝绳断绳后，抓捕器卡住制动绳，制动绳通过图 1-1-9 所示的连接器将缓冲绳从缓冲器中抽出一部分（根据终端载荷的不同，可抽出不同的长度）。这时，缓冲绳的弯曲变形和摩擦阻力吸收下坠罐笼的动能，使下坠的罐笼平稳地停住，从而保证提升安全。

连接器是用来连接制动绳与缓冲绳的。绳头用合金浇铸，固接法固定。2 个半连接器采用销轴连接。

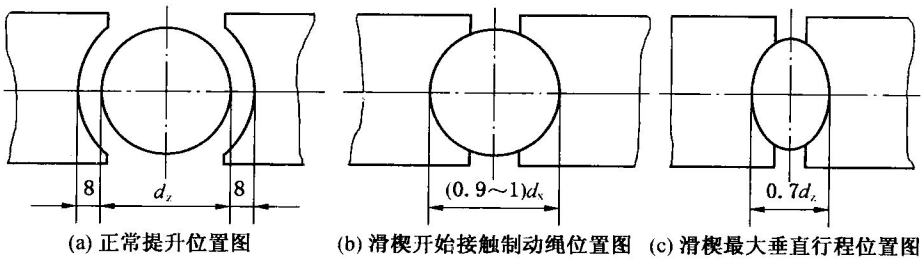
3. 制动绳拉紧装置

制动绳拉紧装置如图 1-1-10 所示。制动绳靠绳卡 5、角钢 6 和可断螺栓 7 固定在井



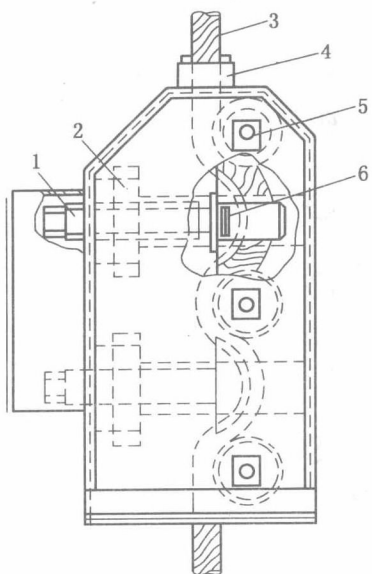
1—上壁板；2—下壁板；3—滑楔；4—滚子；5—下挡板；6—背楔；7—制动钢丝绳

图 1-1-6 抓捕器结构图

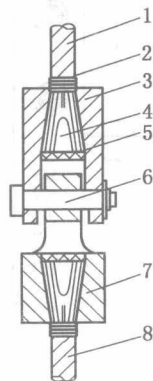


(a) 正常提升位置图 (b) 滑楔开始接触制动绳位置图 (c) 滑楔最大垂直行程位置图

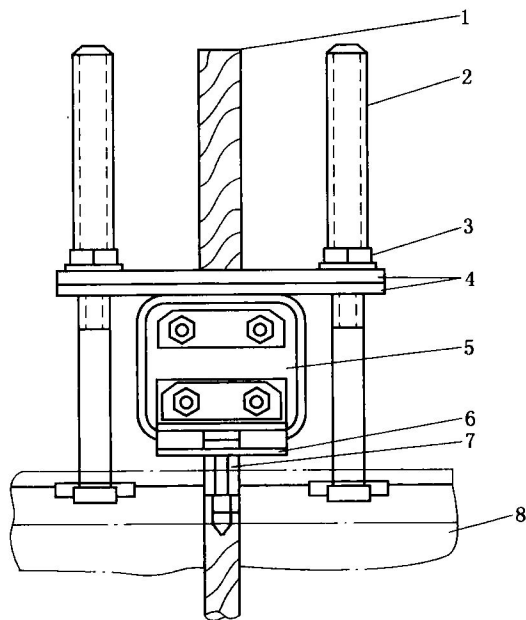
图 1-1-7 抓捕器滑楔不同位置图



1—螺旋杆；2—螺母；3—缓冲钢丝绳；
4—密封；5—小轴；6—滑块
图 1-1-8 缓冲器结构图



1—缓冲钢丝绳；2—铜丝扎圈；3—上锥形体；4—斜楔；
5—巴氏合金；6—销轴；7—下锥形体；8—制动钢丝绳
图 1-1-9 连接器结构图



1—制动绳；2—张紧螺栓；3—张紧螺母；4—压板；5—绳卡；
6—角钢；7—可断螺栓；8—固定梁
图 1-1-10 制动绳拉紧装置结构图