

KUANGJING FUZHU YUNSHU SHEBEI

矿井辅助运输设备

主 编 何 凡 张兰胜



東北大學出版社
Northeastern University Press

矿井辅助运输设备

主 编 何 凡 张兰胜

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 何 凡 张兰胜 2012

图书在版编目 (CIP) 数据

矿井辅助运输设备 / 何凡, 张兰胜主编. — 沈阳: 东北大学出版社, 2012. 6
ISBN 978-7-5517-0168-6

I. ①矿… II. ①何…②张… III. ①矿山运输—机械设备—高等学校—教材 IV. ①TD562

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 134346 号

内容提要

本书主要包括煤矿辅助运输设备的工作原理、结构特点、技术参数、选型计算和选型案例等内容, 以煤矿辅助运输设备的发展历程、发展现状和发展方向为主线, 介绍我国煤矿传统辅助运输设备, 并重点介绍煤矿新型辅助运输设备。本书体现了地矿类学科特色和本科课程教学特点, 可作为地矿特色院校机械类和近机械类专业及采矿专业教材使用, 也可供相关专业研究生和工程技术人员参考和使用。

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph@neupress.com

http://www.neupress.com

印 刷 者: 沈阳市第二市政公司工程公司印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 185mm×260mm

印 张: 13.5

字 数: 337 千字

出版时间: 2012 年 6 月第 1 版

印刷时间: 2012 年 6 月第 1 次印刷

责任编辑: 王兆元 郎 坤

封面设计: 刘江旻

责任校对: 一 方

责任出版: 唐敏智

ISBN 978-7-5517-0168-6

定 价: 24.00 元

前 言

本书属于地矿类特色教材。编写依据是：①我国当前煤矿辅助运输设备生产厂家的产品研发现状；②我国煤矿辅助运输设备使用现状；③我国煤矿企业发展对于煤矿辅助运输设备的需求情况。

本书分矿井传统辅助运输设备和矿井新型辅助运输设备两大部分，兼顾了目前使用的传统辅助运输设备与煤矿发展所需的新型辅助运输设备。矿井传统辅助运输设备分为“传统牵引设备”、“传统操车设备”和“传统运载设备”三部分来介绍；矿井新型辅助运输设备包括地轨设备、无轨设备和顶轨设备三大类，在每类设备中，选出技术成熟的常用设备，单独成章，加以详细介绍。

本书由高校与制造厂科研人员合作编写。参与编撰工作的人员有：辽宁工程技术大学何凡、刘强、冷岳峰、毛志松、富佳兴、高鹏等，石家庄煤矿机械有限责任公司黄建农、张兰胜、刘胜国、苗胜杰等。本书的绪论和第五章由何凡、张兰胜编写；第一、二、三章由何凡、富佳兴、高鹏编写；第四章由刘强编写；第六、七章由何凡、苗胜杰编写；第八、十、十一章由何凡、刘胜国编写；第九章由冷岳峰编写；第十二章由毛志松编写。本书由何凡、张兰胜任主编，黄建农任主审。

由于编者的学识及调研范围有限，书中难免存在不妥或错误之处，恳请广大读者批评指正。

编 者
2011年5月

目 录

绪 论	1
第一节 矿井辅助运输概述.....	1
第二节 矿井辅助运输设备的类型.....	2
第三节 矿井辅助运输设备的发展历程及发展方向.....	5

第一篇 矿井传统辅助运输设备

第一章 传统牵引设备	9
第一节 架线电机车.....	9
第二节 蓄电池电机车	13
第三节 机车运行理论与计算	17
第二章 传统操车设备	26
第一节 调度绞车	26
第二节 翻车机与推车机	31
第三节 底卸式与底侧卸式矿车卸载站	37
第三章 传统运载设备	40
第一节 轨 道	40
第二节 矿 车	43
第三节 人 车	47

第二篇 矿井新型辅助运输设备

第四章 矿井新型辅助运输设备综述	55
第一节 底板轨道运输设备	55
第二节 无轨运输设备	59
第三节 顶板轨道运输设备	60
第五章 无极绳连续牵引车	62
第一节 无极绳连续牵引车结构	62

第二节	无极绳连续牵引车工作原理与适用条件	68
第三节	无极绳连续牵引车技术参数	70
第四节	无极绳连续牵引车设备选型与布置	72
第五节	无极绳连续牵引车的使用维护	78
第六节	无极绳连续牵引车使用案例	79
第六章	防爆柴油机车	83
第一节	防爆柴油机车结构	83
第二节	防爆柴油机车技术参数	86
第三节	防爆柴油机车的适用条件	87
第四节	防爆柴油机车选型计算	88
第五节	防爆柴油机车使用案例	88
第七章	齿轨机车	90
第一节	齿轨机车工作原理	90
第二节	齿轨机车结构	91
第三节	齿轨机车主要技术参数	97
第四节	齿轨机车选型计算	98
第五节	齿轨机车使用案例	99
第八章	卡轨车	101
第一节	卡轨车系统的主要类型和工作原理	101
第二节	煤矿井下钢丝绳牵引卡轨车结构	103
第三节	煤矿井下钢丝绳牵引卡轨车主要技术参数	112
第四节	煤矿井下钢丝绳牵引卡轨车选型计算	113
第五节	安装注意事项	118
第六节	煤矿井下钢丝绳牵引卡轨车使用案例	119
第九章	无轨运输车	121
第一节	无轨胶轮车工作原理与结构特征	121
第二节	无轨胶轮车主要技术参数	148
第三节	无轨胶轮车选型设计	152
第四节	矿井辅助运输系统应用案例	156
第十章	单轨吊车	161
第一节	单轨吊车工作原理及适用条件	162
第二节	钢丝绳牵引单轨吊车	164
第三节	防爆柴油机车单轨吊车	171
第四节	防爆蓄电池单轨吊车	172

第五节 单轨吊车选型计算·····	173
第六节 单轨吊车使用案例·····	178
第十一章 架空乘人装置 ·····	181
第一节 架空乘人装置的类型·····	181
第二节 架空乘人装置的工作原理·····	182
第三节 高速活动式抱索器架空乘人装置结构·····	183
第四节 低速固定式抱索器架空乘人装置结构·····	189
第五节 架空乘人装置的主要部件与结构特征·····	191
第六节 架空乘人装置主要技术参数·····	197
第七节 架空乘人装置选型计算·····	198
第八节 架空乘人装置使用案例·····	199
第十二章 胶套轮机车 ·····	203
第一节 防爆特殊型胶套轮电机车·····	203
第二节 防爆胶套轮齿轨机车·····	206
参考文献 ·····	208

绪 论

第一节 矿井辅助运输概述

矿井运输与提升,是指利用专用设备,在地面与井下工作面之间,完成煤炭、矸石、人员、机器、设备、材料等的运送工作,见图0-1。

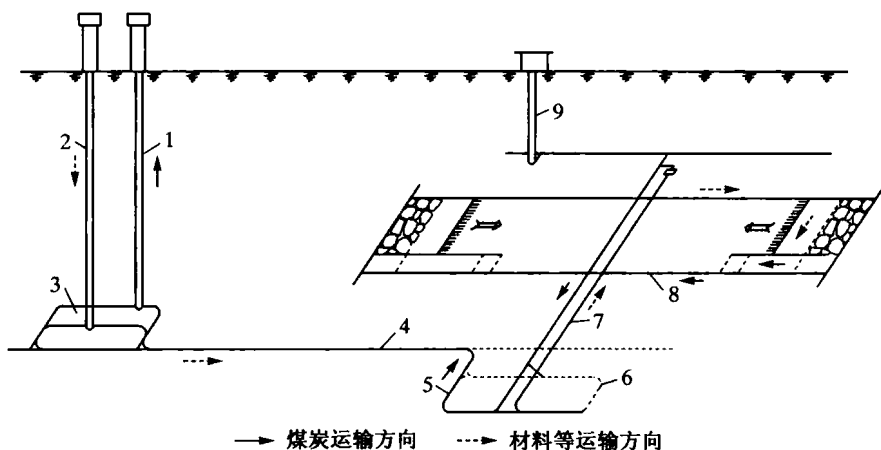


图0-1 矿井运输与提升系统示意图

1—主井; 2—副井; 3—井底车场; 4—运输大巷; 5—石门; 6—采区车场; 7—上山; 8—采区运输巷道; 9—风井

在上述运送过程中,矿井不同水平工作面之间的运送称为提升,而在矿井同一水平工作面之间的运送称为运输。

煤矿矿井运输分为主要运输和辅助运输。主要运输专指煤炭运输;辅助运输泛指煤矿生产中除煤炭运输之外的其他各种运输作业。

煤矿辅助运输的特点是:①工作地点分散,运输线路复杂,运输环节多;②运输线路随工作地点的延伸(缩短)或迁移而经常变化;③运输线路水平和倾斜互相交错连接;④运送物品形状和种类繁多;⑤井下巷道空间有限,并有瓦斯和煤尘等爆炸性物质。所以,辅助运输系统比主要运输系统更复杂。

辅助运输设备是指在矿井内运送矸石、人员、机器、设备、材料的设备。

根据煤矿辅助运输的特点,对运输设备提出的要求是:①运输设备的结构应紧凑,外形尺寸应符合巷道空间狭窄的要求;②工作面推进造成运输巷设备的起点经常变更,因此要求工作面运输巷运输设备既轻便又易于移置;③井下运输线路在水平及倾斜巷道中存在,为了适应各种不同的条件,要求运输设备有多种类型;④无论在运人还是运料过程中,辅助运输都密切涉及人员安全,因此对辅助运输系统的安全要求极高。

辅助运输设备,要根据矿井主要运输大巷和采区巷道主要运输设备来配置,同时也要考虑采煤设备对辅助运输的需求。

在煤矿井下主要运输大巷,如果主要运输设备采用机车,则矸石、人员、机器、设备、材料也用机车运输;如果主要运输设备采用胶带输送机,则需要另设专用的辅助运输设备。

在采区巷道内,因主要运输设备一般采用刮板输送机和胶带输送机,所以采用矿用钢丝绳绞车或蓄电池机车运送材料和设备。如果采煤工作面使用综采机组,则需要采用高效的辅助运输设备,以便缩短综采工作面搬家时间。

第二节 矿井辅助运输设备的类型

一、设备分类

井下辅助运输设备的分类方法很多,归纳起来可按牵引形式、轨道形式、动作方式、工作性质等进行分类。

1. 按照牵引形式分类,可分为牵引式设备和自行式设备

牵引式是指运输设备安装在某一固定地点,通过钢丝绳向运输车辆传递动力的方式。例如:绳牵引单轨吊、绳牵引卡轨车、调度绞车及连续牵引车等。自行式是指运输设备在轨道或路面上运行,直接牵引运输车辆的方式。例如:防爆内燃机单轨吊和防爆内燃机齿轨车等内燃机自行式运输设备,以及防爆蓄电池单轨吊、防爆蓄电池无轨胶轮车、架线电机车、蓄电池机车等。

2. 按照轨道形式分类,可分为轨道运输设备和无轨运输设备

轨道运输是指运输车辆通过轨道系统完成运输任务的运输方式。轨道运输设备又分为地轨式(包括齿轨)和顶轨式两种。地轨式是指轨道铺设在巷道底板上,由普通钢轨构成的轨道线路,如电机车运输轨道线路;顶轨式是指固定在巷道顶板上,由特殊轨构成的轨道线路,如单轨吊运输线路。无轨运输相对轨道运输而言,指运输车辆直接运行在巷道底板的路面上完成运输任务的运输方式,如内燃机胶轮车及蓄电池胶轮车。

3. 按照动作方式分类,可分为连续动作式设备和周期动作式设备

连续动作式运输设备是开动后能连续运输货载,在运转中无须操纵控制的设备,如循环架空索道等;周期动作式运输设备是以一定的方式作周期性的运行,在运转中需要经常操纵的设备,如各种无极绳运输、机车运输、单轨吊、卡轨车、齿轨车以及各种轮式无轨运输设备等。无极绳运输设备是介于上述两类运输设备之间的一种运输设备,无极绳本身连续工作,但是在运输终点站必须有改变矿车行程的辅助作业。

4. 按照工作性质分类,可分为牵引设备、操车设备和运载设备

牵引设备是指牵引运载设备,如架线电机车、蓄电池机车、连续牵引车等。操车设备是指调度和控制车辆,如调度绞车、无极绳绞车、专用制动车、推车机、翻车机、底卸式矿车卸载站等。运载设备是指直接装运货载的设备,如轨道、矿车、人车、专用载重车、运人皮带等。

井下辅助运输设备的类型和分类方法繁多,且不同的分类方法交叉包含各种设备。现以牵引式和自行式为线索分别将牵引和运载主要设备列出,见图0-2。

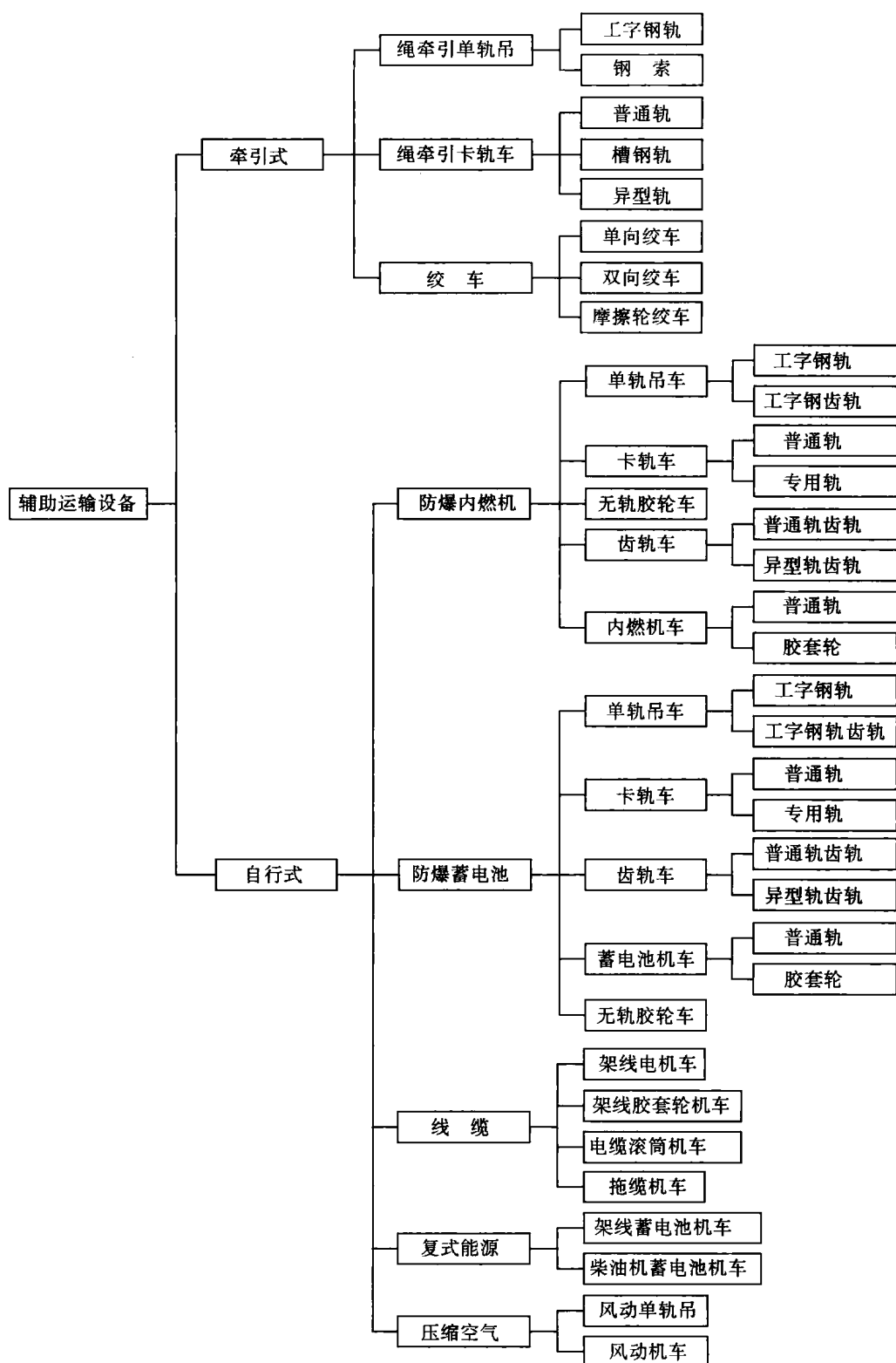


图 0-2 井下辅助运输设备分类图

二、设备选择的影响因素

1. 落地式与架空式的选择

落地式运输的最大优点是承载能力大,对巷道支护无特殊要求,运行安全可靠。因此,在需要重载运输的矿井中,只要底板条件允许,应首先采用落地式辅助运输方式。架空式运输方式的最大优点是对巷道底板无特殊要求,在有底鼓现象或软底板巷道中,宜选择架空式辅助运输。

2. 牵引方式的选择

绞车牵引适用于巷道坡度较大的区段运输。其中,提升绞车及各类调度绞车适用于坡度较大的倾斜井巷运输,无极绳绞车适用于坡度起伏频繁的巷道运输。机车牵引适用于坡度较小(无轨机车一般不超过 14° ,胶套轮机车一般不超过 5° ,普通钢轨机车不超过 7% 即 0.4°)的巷道连续运输。

3. 有轨与无轨运输方式的选择

轨道运输的优点是车辆沿固定线路运行,可靠性高,操作方便,可适应大角度巷道运输。但轨道运输受牵引设备的制约,运输环节多,连续性差。无轨运输可在起伏不平的巷道中自由进行,且转弯半径小,机动灵活,运料容器采用插装式,可方便快速地更换,运输品种不限,可实现一机多用。但无轨运输车辆体积较大,对巷道宽度、高度的要求均较高,车辆、巷道工程量及投资较大,对巷道底板路面也有一定的要求,且巷道坡度最好在 10° 以下。

4. 有轨机车类型的选择

有轨机车主要有电机车、内燃机卡轨车、齿轨车、胶套轮机车、单轨吊车等。

架线电机车是大巷辅助运输的主要牵引方式,其优点是速度快、运行及维护费用低,缺点是不能直接进入采区。防爆蓄电池机车运行费用较高,运距及牵引力受蓄电池容量的限制,适合在采区巷道中运行。

内燃机卡轨车可以比较机动灵活地进入分支巷道,但是机身自重大、牵引力小、爬坡能力差。

齿轨车可适用于起伏性较大的巷道,能够实现连续运输,但是需要铺设特殊轨道,对底板条件要求较高。

胶套轮机车可以在 5° 以下的轨道线路上运行,但是受机车自重的制约,牵引能力受限。

单轨吊车可以实现连续运输,但是对巷道顶板支护要求较高。

5. 动力方式的选择

目前辅助运输的动力方式主要有两种,一种是电动,另一种是内燃机。其中电动又分为两种,一种是架线式电机车,另一种是蓄电池电机车。架线式电机车的优点是速度快、运行及维护费用低,缺点是不能直接进入采区;蓄电池电机车运行费用较高,运距及牵引力受蓄电池容量的限制,但适合在采区巷道中运行且无污染。内燃机车辆动力大,运距长,无须转载,运行方便,但对空气污染大,特别是在采区内,由于通风受限,污染严重。

第三节 矿井辅助运输设备的发展历程及发展方向

一、传统辅助运输

我国早期建成的大中型煤矿矿井,采掘机械化程度不高、矿井生产能力有限,一般采用一矿多工作面的生产方式。辅助运输系统的构成是:牵引设备——井下主要水平运输大巷一般采用架线电机车,采区巷道主要采用矿用绞车、小型蓄电池机车等;操车设备——小型调度绞车、推车机、翻车机、卸载站等;运载设备——各种矿车、人车、运人皮带等。

传统辅助运输方式及设备的主要问题是系统复杂、运输环节多、占用设备多、辅助人员多、安全事故多。目前,传统辅助运输方式仍是我国许多煤矿的常规辅助运输方式。但是,单纯的传统辅助运输方式已不适应煤矿开采技术发展、煤矿高产高效和煤炭现代化发展的需要。

二、新型辅助运输

近年来,国内外研制了很多新型煤矿井下辅助运输设备。当前,国内外煤矿应用比较广泛的新型高效辅助运输设备主要有:有轨运输设备——无极绳连续牵引设备、防爆柴油车、防爆特殊型胶套轮电机车、防爆胶套轮齿轨车、卡轨车等;无轨运输设备——无轨胶轮车,包括各种运输类车辆和特种车辆;架空运输设备——单轨吊车和架空乘人装置等。

与传统的辅助运输设备相比,这些设备在技术特性、运输效率和安全性能方面都具有许多明显的优点。我国许多改造矿井和新建矿井,在传统运输方式的基础上,大量采用新型辅助运输方式。

三、我国辅助运输的发展方向

我国辅助运输的发展,总体上要从两个方面入手:一是设备研制;二是矿井改造。

设备研制,是根据我国的具体情况,借鉴国外经验,研制高效的煤矿辅助运输设备;矿井改造,是有计划地加快对我国现有煤矿的技术改造,使其成为高产高效的现代化矿井,实现煤矿辅助运输现代化。

根据国内有关专家的分析,具体可分为以下几个方面。

(1) 加快我国煤矿特别是采区新型高效辅助运输设备的研制。

根据我国矿井类型和生产技术条件,特别是采区巷道条件,开发多品种、多系列的能够用于综采快速搬家、综掘高效运料和运人的新型高效辅助运输设备,使不同情况的矿井和采区有相应的可选设备。辅助运输形式要多样化,如单轨吊车、卡轨车、齿轨车和无轨胶轮车等。当前主要研究和发展的目标如下。

① 继续开发无轨胶轮车。以国产的性能先进、使用安全可靠、成本较低、适合国情的设备替代引进的国外设备,研制有中国特色的新一代新型高效无轨胶轮车,并在条件适合的矿井继续大力推广应用。

② 加快轨道系统及车辆的研制。轨道运输仍然是我国大多数煤矿井下采用的主要辅

助运输方式,要加强新型安全轨道系统的研究,从根本上解决重载、转载及安全问题。常用的辅助运输设备有架线电机车、蓄电池机车、无极绳绞车等传统的辅助运输设备,要继续完善和提高;还有卡轨车、齿轨车、单轨吊车、架空乘人装置(猴车)等国外广泛采用的新型高效煤矿轨道辅助运输设备,要结合国情加以改进、提高和推广应用,重点加强柴油机轨道机车的研制。

③ 无极绳连续牵引车已经得到煤矿广泛的应用和认可,取得了巨大的经济效益和社会效益,要继续完善和提高,并扩大其使用范围,解决运人问题。

④ 发展复式能源电机车这一前景很好的新型高效辅助运输设备。架线-蓄电池两用机车将架线电机车和蓄电池机车组合在一起,同时具有这两种机车的功能和特点:运行安全可靠,机动灵活,没有排气污染,运转热量小,噪声低,是一种环保型机车。

(2) 有计划地加快对我国煤矿现有辅助运输系统的技术改造。

要想很好地解决煤矿辅助运输机械化问题,并取得较好的经济效益,必须从设计初期就要对整个矿井的辅助运输机械化问题进行统筹考虑,全面规划,逐步实施,注意设备的配套性,从转载到轨道、道岔、信号、风门开关以及其他配套设备,必须形成一个完整的运输系统。

根据我国煤矿目前的实际情况,可具体分为以下几种类型:

- ① 全部采用无轨胶轮车运输方式(适用于新建矿井);
- ② 全部采用无极绳连续牵引车运输系统(适用于新建矿井);
- ③ 采用柴油机车加无极绳连续牵引车有轨运输系统(适用于已确定为有轨运输设计的或改扩建矿井);
- ④ 采用无轨车加无极绳连续牵引车无轨运输系统(适用于已确定为无轨运输设计的或改扩建矿井)。

(3) 建立完善的辅助运输设备试验和检测中心,加快相关标准的制定。

(4) 加快新型矿井辅助运输设备的国产化进程及元部件和可靠性的攻关研究。

(5) 加强配套设备的研发和维护使用保养。

| 第一篇 |

矿井传统辅助运输设备

第一章 传统牵引设备

第一节 架线电机车

架线电机车和蓄电池电机车同属矿用机车，是矿车轨道运输的一种牵引机械，在井下运输中占有重要位置，是长距离水平巷道的主要运输工具。

直流架线式电机车(见图 1-1)运行时，借助受电弓沿着架空线滑动，从电网上取得电能为电机车的牵引电动机供电。

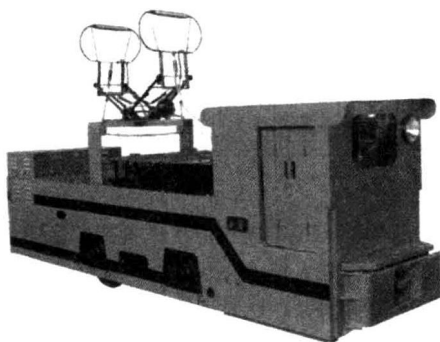


图 1-1 架线电机车

架线电机车供电原理如图 1-2 所示。从中央变电所引来的交流电经变流所 1 的变流设备变为直流电。直流电源的正极经馈电线 2 与架空裸导线 4 相连，负极经回电线接在运输轨道 6 上。电机车上部由受电弓 3 接触架空线并获取电能，下部则利用车轮与轨道接触，构成一个回路，使牵引电动机工作，从而使电机车牵引矿车组行驶。因为运行轨道同时又是电流回路的导线，为了减小牵引电网的电压降，一般在钢轨接缝处用导线或铜片连接，以减小接缝处的电阻。

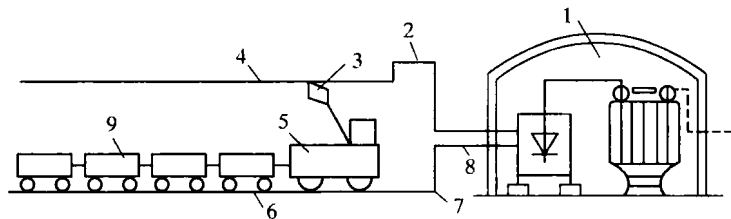


图 1-2 架线电机车供电原理简图

1—牵引变流所；2—馈电线；3—受电弓；4—架空裸导线；5—电机车；
6—运输轨道；7—回电点；8—回电线；9—矿车

电机车的构造包括机械部分和电气部分。

机械部分包括车架、轮对、轴承和轴箱、弹簧托架、制动系统、撒砂装置、齿轮传动装置及连接缓冲装置等；电气部分包括牵引电动机、控制器、启动电阻、受电弓、自动开关与照明等。如图 1-3 所示。

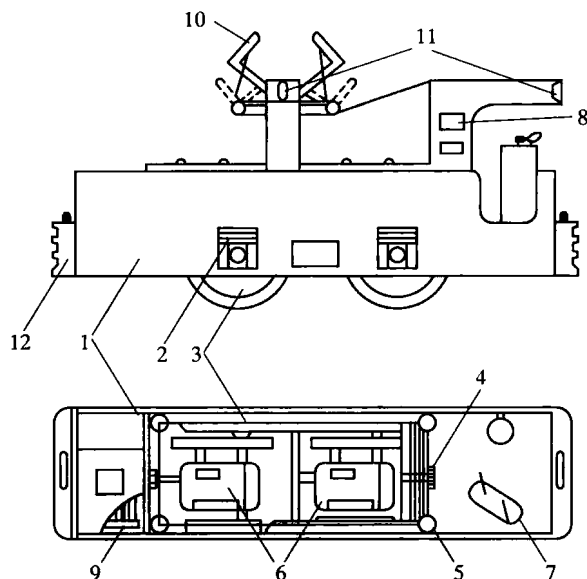


图 1-3 ZK 型架线电机车构造示意图

1—车架；2—轴承箱；3—车轮；4—制动系统；5—砂箱；6—电动机；7—控制器；
8—自动开关；9—启动电阻；10—受电弓；11—车灯；12—连接缓冲装置

(1) 车架。

车架是电机车的主体部件，如图 1-4 所示。电机车上所有的电气、机械设备均装置在车架上，车架则用弹簧托架支撑在轴箱上，车架由两块侧板和两块端板及中间隔板焊接而成。

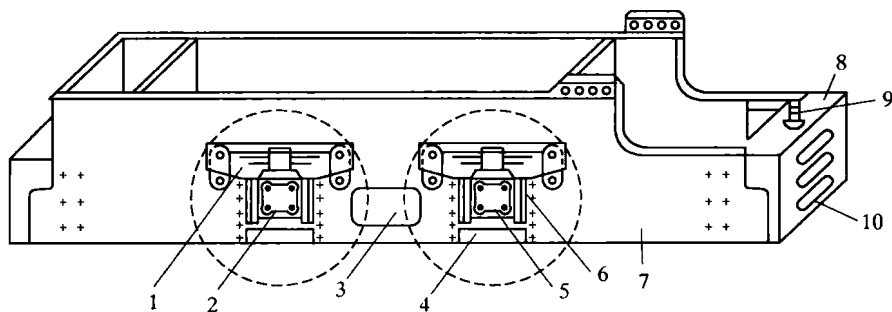


图 1-4 车架结构示意图

1—侧孔上部；2—侧孔下部；3—调整侧孔；4—轴箱下限板；5—轴箱；
6—轴箱端面；7—车架侧板；8—缓冲器；9—连接销；10—连接器口

(2) 轮对。

轮对由两个车轮过盈热装压配在轴上。