

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

QUANGUO TEZHONG ZUOYE RENYUAN ANQUAN JISHU PEIXUN KAOHE TONGBIAN JIAOCAI

矿用机车司机

国家经贸委

KUANG YONG JICHE SIJI

安全生产局 / 组织编写



气象出版社

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

矿用机车司机

国家经贸委安全生产局组织编写

编写 王红汉 吴 琦 吴启兵 岑元刚
审稿 薛晓光 孙广忠 何文华 宋崇保

化学工业出版社

内 容 提 要

本书从加强矿山特种作业人员安全技术培训工作出发,根据《矿山特种作业人员安全操作资格考核标准》对矿用机车司机的要求,全面介绍了矿用窄轨电机车和内燃机车的基本理论、安全操作和维护管理技术,旨在提高矿用机车司机的安全意识、责任感和实际操作技能以及处理事故的能力,使矿山特种作业人员的素质得到全面的提高。本书内容包括窄轨架线式电机车、蓄电池电机车和内燃机车的基本结构、基本原理和性能、列车运行基本理论及新技术,矿井轨道、车场与信号,矿用车辆与辅助设备,窄轨电机车和内燃机车的操作运行、管理及维护检修、事故案例分析及防范措施、矿山安全基本知识。

本书主要作为矿用机车司机安全操作资格的培训教材,亦可供检修、管理及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿用机车司机/国家经贸委安全生产局组织编写.

北京:气象出版社,2003.3

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

ISBN 7-5029-3544-4

I. 矿… II. 国… III. 矿车:机车 安全技术-
技术培训-教材 IV. TD524

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 015195 号

气象出版社

(北京中关村南大街 46 号 邮编 100081 电话 62175925)

责任编辑:王勤模 成秀虎 终审:纪乃晋

封面设计:刘扬 责任技编:陈红 责任校对:宋春香

*

北京市白河印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

*

开本:850×1168 1/32 印张:7.5 字数:195.6 千字

2003 年 3 月第一版 2003 年 3 月第一次印刷

印数:1—5000 定价:12.00 元

前 言

电工作业、金属焊接切割等一些特种作业容易发生伤亡事故，对操作者本人、他人及周围设施、设备的安全造成重大危害。从统计资料分析，大量的事故都发生在这些作业中，而且多数都是由于直接从事这些作业的操作人员缺乏安全知识，安全操作技能差或违章作业造成的。因此，依法加强直接从事这些作业的操作人员，即特种作业人员的安全技术培训、考核非常必要。

为保障人民生命财产的安全，促进安全生产，《劳动法》、《矿山安全法》、《消防法》等有关法律、法规作出了一系列的规定，要求特种作业人员必须经过专门的安全技术培训，经考核合格取得操作资格证书，方可上岗作业。原劳动部曾制定了相应的培训考核管理规定和培训考核大纲，并编写了特种作业人员培训考核统编教材，对推动此项工作发挥了重要作用。1998年国务院机构改革后，原劳动部承担的职业安全监察、矿山安全监察及安全综合管理职能划入国家经贸委。为适应社会主义市场经济的发展和劳动用工制度改革、劳动力流动频繁的新形势，防止各地特种作业人员实际操作水平的参差不齐，避免重复培训、考核和发证、减轻持证人员的负担和社会的总体运营成本，统一规范特种作业人员的培训、考核工作，国家经贸委发布了《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》（国家经贸委令第13号），在全国推广使用具有防伪功能的IC卡《中华人民共和国特种作业操作证》，实行统一的培训大纲、考核标准、培训教材及证件。

为此，在总结经验并广泛征求各方面意见的基础上，国家经贸委安全生产局组织有关单位的专家、技术人员编写了这套教材。本套教材包括：《电工作业》、《金属焊接与切割作业》、《厂内机动车辆驾驶员》、《起重机司机》、《起重司索指挥作业》、《小型制冷与空调

作业》、《工业制冷与空调作业》、《信号工、拥罐工》、《矿井泵工》、《矿井通风工》、《主扇风机操作工》、《主提升机操作工》、《绞车操作工》、《带式输送机操作工》、《矿用机车司机》、《铲运机司机》、《矿用汽车驾驶员》、《尾矿工》、《安全检查工》等近 20 种教材,由罗音宇、王红汉、张静、徐晓航、曲世惠主编,闪淳昌、杨富、任树奎主审。

本套教材在编审过程中,得到了武汉安全环保研究院、天津市劳动保护教育中心、河南省劳动保护教育中心、北京市事故预防中心、青岛市安全生产监督管理局、武钢矿业公司、大冶有色金属公司、鲁中冶金矿业公司、淮南矿务局、大冶铁矿、铜录山铜矿、梅山铁矿、马钢南山铁矿、南芬铁矿、鸡冠咀金矿、湖北省经贸委安全生产处、湖南省经贸委安全生产处、山东省安委会办公室等单位的大力支持,在此,谨对上述单位表示谢意。

本套教材介绍了特种作业人员必须掌握的安全技术知识,包括基本理论知识和实际操作技能,融科学性、实用性、系统性于一体,是特种作业人员上岗前,为取得《中华人民共和国特种作业操作证》进行安全技术培训的指定教材,也是上岗后不断巩固、提高的工具书,同时也可供有关管理人员、工程技术人员及大专院校师生参考。

国家经贸委安全生产局

2000 年 12 月

目 录

前言

第一章 概 述	(1)
第一节 矿用机车应用简介.....	(1)
第二节 矿山轨道运输系统.....	(1)
第三节 电机车发展方向.....	(4)
第二章 窄轨架线式电机车	(6)
第一节 窄轨电机车概述.....	(6)
第二节 窄轨电机车的机械机构	(10)
第三节 架线式电机车的电气部分	(19)
第四节 电机车电气控制	(37)
第五节 架线式电机车牵引网路	(47)
第三章 列车运行基本理论及新技术	(55)
第一节 列车运行基本理论	(55)
第二节 电机车新技术	(64)
第四章 蓄电池电机车	(68)
第一节 概述	(68)
第二节 蓄电池电机车的电气部分	(71)
第三节 蓄电池	(82)
第五章 矿井轨道、车场与信号	(95)
第一节 矿井轨道	(95)
第二节 井底车场.....	(102)
第三节 运输巷道人行道.....	(110)
第四节 机车运输通讯.....	(112)
第五节 机车运输信号.....	(113)
第六节 矿井运输信集闭系统.....	(118)

第六章 矿用车辆与辅助设备	(124)
第一节 概述.....	(124)
第二节 矿车.....	(126)
第三节 人车.....	(133)
第四节 溜井放矿设备.....	(134)
第五节 翻车机.....	(137)
第六节 电子轨道衡.....	(140)
第七章 电机车的操作、管理与维护保养	(141)
第一节 机车司机岗位安全管理.....	(141)
第二节 电机车的操作与运行.....	(145)
第三节 电机车的维护保养.....	(155)
第四节 电机车的常见故障及其排除方法.....	(164)
第五节 电机车运输常见事故原因分析与预防.....	(168)
第八章 窄轨内燃机车	(176)
第一节 概述.....	(176)
第二节 内燃机车的机构.....	(177)
第三节 内燃机.....	(189)
第四节 内燃机车的操作运行.....	(196)
第五节 内燃机车的常见故障及排除方法.....	(201)
第九章 矿山安全基本知识	(218)
第一节 机电安全知识.....	(218)
第二节 矿山防灭火.....	(220)
第三节 矿山应急救援.....	(226)
参考文献	(234)

第一章 概 述

第一节 矿用机车应用简介

机车运输是目前我国矿山运输的主要方式。主要设备有轨道、矿车、牵引设备和辅助机械设备等,常与耙矿设备、装矿设备、带式输送机或无轨运输设备等组成有效的运输系统。在生产过程中,运送矿石、废石、材料、设备和人员等,它是组织生产,决定矿山生产能力的主要因素之一。地下矿山机车运输的任务是,将从采场漏斗、采场天井或溜井溜放出来的矿石(废石)通过运输巷道运至地下储矿仓、井底(或中段)车场、或直接通过平硐口运出矿井,将井底(或中段)车场处的材料、设备、人员等运至作业场所,露天矿山机车运输的主要任务是将采场的矿石运至选矿场,将废石运至排土场。

当前国内地下矿山主要采用机车轨道运输方式,少数有条件的地下矿山采用汽车运输方式,还有少数矿山采用带式输送机运输方式(如玉石洼铁矿等)、管道运输及绳索运输。

第二节 矿山轨道运输系统

矿用机车和矿用车辆组成矿用列车。矿用机车是列车运输的动力,矿山轨道运输系统是用机车牵引一列矿车在轨道上运行,是水平长距离运输的主要方式。

轨道是由铺设在巷道底板或露天地面上的两根钢轨及其附件组成。轨距分为标准轨距和窄轨,标准轨距为 1435mm,窄轨又分为 600mm、762mm、900mm 三种。

矿用机车有多种分类方法。

1. 按使用动力不同,矿用机车分为电机车、内燃机车、蒸汽机车。蒸汽机车已基本淘汰。内燃机车一般只用于地表。电机车是用电能驱动的。按电源性质不同,电机车有直流电机车和交流电机车,其中直流电机车应用最广。按供电方式不同,直流电机车分为架线式电机车和蓄电池电机车两种。我国非煤矿井使用的绝大部分都是架线式电机车。

2. 为适应不同的轨距及运量,机车分为标准轨距机车和窄轨机车。

3. 按使用场合不同,分为露天矿用机车和地下矿山用机车。

架线式电机车的工作系统如图 1-1 所示,由牵引变电所输到架线的电流通过受电器进入电机车的电路及电动机,再经过轨道回到变电所。

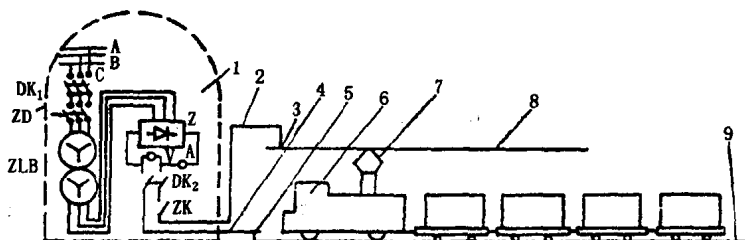


图 1-1 架线式电机车工作系统图

1—变电所;2—馈电电缆;3—馈电点;4—回电电缆;5—回电点;6—电机车;
7—受电器;8—接触线;9—轨道;A、B、C—交流电源;DK₁—三极刀闸开关;
ZD—三极自动空气断路器;ZLB—整流变压器;Z—硅整流元件;DK₂—两极
刀闸开关;ZK—单极自动开关;V—电压表;A—电流表

我国井下架线电网的直流电压有 250V 和 550V 两种,露天的有 550V 和 750V 两种。

架线式电机车结构简单,成本低,维护方便,机车的运输能力大,速度高,用电效率高,运输费用低,应用最广。其缺点是:须有整流和架线设施,不够灵活;架线对巷道尺寸和行人的安全有一定的

影响;集电弓与架线之间容易产生火花,不允许在瓦斯严重的矿山使用;初期建设时投资较大,但从长远来看,采用架线电机车的总成本要比蓄电池电机车低得多。因此,如果矿井条件允许,矿井的主要运输应采用架线电机车。

蓄电池式电机车是用蓄电池供给电能的。蓄电池充电一般在井下电机车库进行。电机车上的蓄电池组用到一定程度后,就把它取下换上充好电的。因此,每台电机车须配备2~3套蓄电池组。这种电机车的优点是:无火花引爆危险,适合在有瓦斯的矿井使用;不须架线,使用灵活,对于产量小、巷道不太规则的运输系统和巷道掘进运输很适用。其缺点是:须设充电设备;初期投资大;用电效率低,运输费用较高。

除以上两种电机车外,还有复式能源电机车,有架线—蓄电池式电机车和架线—电缆式电机车两种。前者既能从架线取得电能工作,还可在不便装设架线的区域用蓄电池来供电。这种电机车上有自动充电器,可利用架线电源随时对车载蓄电池自动充电,无需经常到充电室充电可提高机车的利用率;还可直接开进开拓掘进巷道,使用机动灵活。后者在运输大巷工作时,直接从架线吸取电能;在不便装设架线的区域行驶时,可由电缆供电,电缆可绕在固定的机车上的电缆滚筒上,电缆一端可与架线连接,但用电缆供电的运输距离不能超过电缆的长度。

内燃机车是由柴油机驱动的。它不须架线,投资低,非常灵活,但构造复杂,维修较麻烦。最大的缺点是柴油机废气污染空气,因此需在排气口装废气净化装置,要加强巷道通风。这种机车目前国内仅有少数矿山在通风良好的平硐地表联合区段以及地表运输使用,但在国外矿山使用较多。

矿用车辆有运送矿石(废石)的矿车,运送人员的人车和专用车辆(材料车、炸药车、水车、消防车、卫生车)等。

为了提高轨道运输系统的机械化程度,井下轨道运输一般采用溜井放矿设备、翻车机、动态电子轨道衡等辅助设备。

第三节 电机车发展方向

地下轨道运输可采用计算机控制管理,实现轨道运输自动化,改善劳动条件,减少生产人员,提高运输效率,给矿山带来良好的经济效益。

机车运输的优点是:用途广;运量大;运距不受限制,经济性好;调度灵活,能沿分叉线路分别运输多种矿石。缺点是:运送是间断性的,生产效率依赖于工作组织水平;适用的巷道坡度有局限性(一般为 $3\% \sim 10\%$),线路坡度过大时难以保证运输安全。

结合我国的具体国情,有轨机车运输的发展方向为:

1. 电机车粘着重量朝着大吨位方向发展。电机车粘着重量小,牵引的矿车数量就少,这样就导致需要使用的电机车多,使得运输机构庞大,管理复杂化。由于使用的电机车数量多,运输效率较低,同时运输安全性也降低。提高机车的粘着重量(矿车的容积也相应增大),可使机车需用量减少,简化运输系统,提高运输效率,有利于运输生产和安全管理。

2. 提高机车的运行速度,提高运输效率,实现多拉快跑,减少运输成本。

3. 采用先进的制动系统,保证安全运输。如:除手制动和电制动外,增加风制动和液压制动等,减小司机的劳动强度,制动灵敏准确;减少操作空行程距离、增强制动的安全可靠性。在机车制动器结构上,采用新型制动器,使制动器直接与轨道接触(如电磁式、卡轨式),增大摩擦力,提高制动力等,加强制动效果,提高安全可靠。

4. 发展交流工频架线电机车。在机车上直接使用交流工频电流,无需中央整流室,提高用电效率,降低成本,同时还可很好地解决架线终端电压降大和轨道的杂散电流等问题。

5. 采用晶闸管或大功率晶体管等元件,实现电机车脉冲调速

控制,无级调速,节约电能等。

6. 实行运输系统优化,建立科学的运输调度,作好运输统计对比工作;向高度自动化方向发展,实现机车的自动控制或集中控制等,提高运输技术水平。

7. 为了发挥运输设备和运输系统的效能,要不断完善维修手段和辅助运输设备,完善服务运输,提高运输经济效果。

8. 将电机车的轮对镶上耐磨橡胶,即采用胶套轮电机车,可大大增加电机车的粘着系数,增大牵引力,提高电机车运行的坡度。

第二章 窄轨架线式电机车

第一节 窄轨电机车概述

一、窄轨电机车分类

窄轨电机车是指轨距为 600mm、762mm 和 900mm 的电机车,主要有架线式电机车和蓄电池电机车两种。按其结构、特点和主要参数还可以分为以下几种类型:

(1) 按粘着重量可分为:2.5t、3t、5t、7t、8t、10t、12t、14t、20t、30t 等。

(2) 按使用电压,地下矿山架线式电机车有 250V、550V 两种,露天矿山架线式电机车有 550V、750V 两种。蓄电池电机车有 48V、90V、110V、132V、140V 等种类。

(3) 按防护方式可分为:架线式电机车只有矿用一般型。蓄电池电机车有增安型、防爆特殊型、隔爆型三种。

二、窄轨电机车的技术特征

窄轨架线式电机车在非煤矿山使用最广。矿用电机车的型号表示方法如下图 2-1 所示。

窄轨电机车的主要参数:

(1) 粘着重量:电机车主动轮作用在轨道上的正压力的总和,单位用 t 来表示。由于电机车的两轴都由电机驱动,电机车的车轮都是主动轮,所以电机车的自重就是粘着重量。

(2) 电机车轨距:是指与电机车适应的两根钢轨之间的距离,单位为 mm。

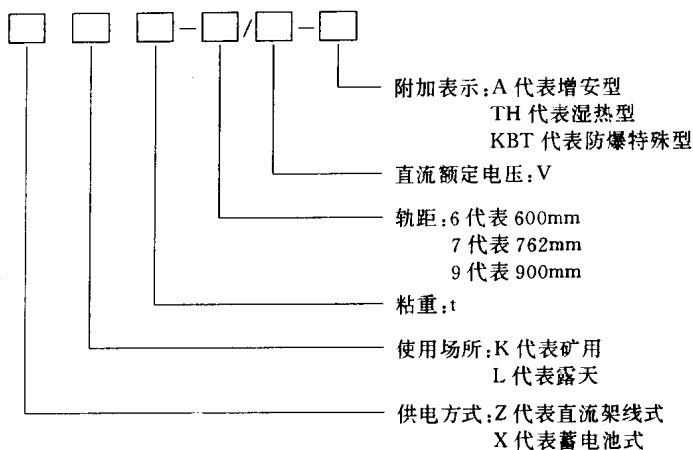


图 2-1 矿用电车型号表示方法

(3) 集电弓工作高度:是指电机车正常运行时与集电弓适应的架空线高度(也叫接触线高度),单位为 mm。

(4) 固定轴距:是指电机车两轴中心线的距离,单位为 mm。它与机车的纵向稳定性和适应轨道的曲率半径有关。

(5) 主动轮直径:是指主动轮踏面中心处的直径,单位为 mm。

(6) 传动比:是指电机车牵引电动机的主轴与电机车主动轮轴(即电机车轮对轴)之间的转速比值,即

$$i = \frac{n_{\text{电}}}{n_{\text{主}}}$$

式中 $n_{\text{电}}$ ——电动机转速;

$n_{\text{主}}$ ——电机车轮转速。

(7) 制动方式:是指使机车减速或停车的系统。电机车经常采用的制动方式有三种:机械(手)制动、电气制动(利用电动机发电制动)、空气制动(利用压缩空气控制操纵制动闸)。

(8) 牵引电动机的工作方式

牵引电动机的工作方式分为小时制和长时制。

小时制:是指电动机连续工作 1h 其绕组温升不超过额定值的工作方式。小时容量是指电动机在小时制工作方式下所能输出的最大功率。牵引电动机名牌上注明的额定容量即为小时容量。

长时制:是指电动机长时间连续运转时,电动机绕组的温升不超过规定值时的工作方式。长时容量是指电机车在长时制工作方式下所能输出的最大功率。

根据小时容量和长时容量,还分为小时电流和长时电流,单位为 A。长时电流与小时电流的比值与电动机的冷却条件有关。矿用电动机的牵引电机是全封闭自然冷却的,其长时电流与小时电流的比值较低,一般为 0.4 左右。

(9) 牵引力

小时牵引力:是指机车的额定牵引力,单位为 kN;

长时牵引力:是指机车电动机在长时制情况下工作时,电机车具有的牵引力,单位为 kN;

(10) 速度

小时速度:是指电机车在额定电流情况下工作时电机车能够达到的最大速度;

长时速度:是指电机车在长时制电流情况下工作时电机车能够达到的速度;

(11) 外形尺寸:指除集电弓外的机车外形最大尺寸(长、宽、高),单位为 mm。

(12) 通过最小曲线半径:指机车能安全、顺利通过的最小的曲线半径,单位为 m。

三、架线式电机车的基本结构

矿用电机车由机械部分和电气部分组成。以 ZK10 型架线电机车为例,如图 2-2 所示,其机械部分包括:车架、轮对、轴承与轴承箱、弹簧托架、齿轮传动系统、制动系统、撒砂装置、缓冲连接装置及空气压缩系统等。电气部分包括:牵引电动机、控制器、集电

表 2-1 窄轨架线式电机车主要技术参数

项 目	单位	ZK3— $\frac{6}{9}$ /250	ZK10— $\frac{6}{9}$ /250—5	ZK14— $\frac{7}{9}$ /250	ZK14— $\frac{6}{9}$ /550	ZK20— $\frac{7}{9}$ /550	ZL14— $\frac{7}{9}$ /550-1	ZL20— $\frac{7}{9}$ /750
粘着重量	t	3	10	14	14	20	14	20
轨距	mm	600;762;900	600;762;900	762;900	600;762;900	762;900	762;900	762;900
集电弓工作高度	mm	1800~2200	1800~2200	1800~2200	2000~3200	2400~3400	3200~4500	3050~4550
固定轴距	mm	816	1100	1600	1700	2500	2050	3000
主动轮直径	mm	650	680	760	760	840	840	840
传动比	mm	6.43	17.57	6.08	14.4	14.4		
制动方式		机械	机械;电气;空气	机械;电气;空气	机械;电气;空气	机械;电气;空气	机械;电气;空气	机械;电气;空气
电动机型号		ZQ-12	ZQ-30-3	ZQ-46A	ZQ-52	ZQ-82	ZQ-78	ZQ-110
额定电压	V	250	250/550	250	550	550	550	750
电动机台数	台	1	2	2	2	2	2	2
小牵引力	kN	4.7	18.91	25.68	26.6	41.16	31.36	40
速度	km/h	9.1	10.5	12.4	12.9	13.2	15.8	18.6
电机功率	kW	12.2	30	46	52	82	78	110
电流	A	58	136	212	105	162	160	161
长牵引力	kN	1.51	5.29	6.37	9.6	13.03	10.78	31.4
速度	km/h	12	16	19	17.7	19.7	23.2	13.3
电机功率	kW	—	12	19	25.5	38	91	135
制电流	A	25	12	84	50	75		
空压	kW		1.9	1.9	5	5	4.5	
机工作气压范围	MPa		0.5~0.65	0.45~0.6	0.55~0.6	0.55~0.65	0.55~0.65	
外型尺寸	mm	950	1056	1060	1060	7400×1660×1900	5450×2000×3000	7500×2300×3200
(长×宽×高)		2700×1250×1550	4615×1218×1600	5000×1360×1600	4900×1355×1500			
通过最小曲线半径	m	6	7	12	10	25	20	30

弓、电阻箱、保护和照明装置等。

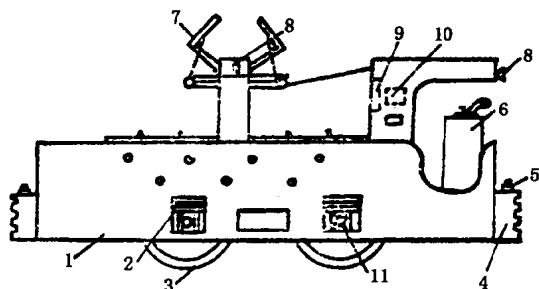


图 2-2 ZK10 型架线式电机车外形图

1—车架；2—弹簧托架；3—主动轮轴；4—缓冲器；5—连接器；6—控制器；
7—受电器；8—照明灯；9—过流自动开关；10—电流表；11—轴箱

四、架线式电机车的适用条件

在有爆炸性气体的回风巷道中，禁止使用架线式电机车。

第二节 窄轨电机车的机械结构

一、车架

车架是电机车的主体构件，如图 2-3 所示，全部机械和电器设备都安装在车架上，车架要承受车架和所安装的设备重量，还要

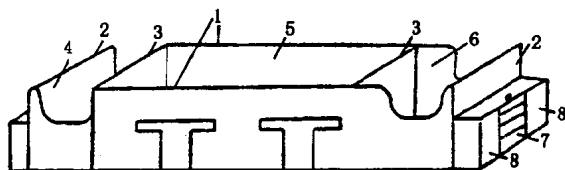


图 2-3 电机车的车架示意图

1—侧板；2—端板；3—隔板；4—电阻室；
5—电动机室；6—司机室；7—连接器；8—缓冲器

承受运行过程中产生的牵引力、制动力、离心力、冲击力和一些附