

国家专业技术人才知识更新工程 (“653工程”)
煤炭行业煤矿机电领域培训教材 (第7册)

矿井辅助运输设备

领域主编：孙继平 宋秋爽

本册主编：姜汉军

KUANGJING FUZHU YUNSHU SHEBEI

国家“十一五”重大人才培养工程

国家人事部直接组织领导

中国煤炭工业协会全面负责实施

国家人事部统一颁发培训证书

国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)

煤炭行业煤矿机电领域培训教材

矿井辅助运输设备

领域主编：孙继平 宋秋爽

本册主编：姜汉军

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书主要介绍我国煤矿辅助运输的含义、内容及发展方向,并根据我国当前煤矿辅助运输现状,着重从三大部分:井下新型轨道运输设备、井下新型无轨运输设备、井下新型架空运输设备,介绍了其工作原理、结构特点、性能和选型方法、技术标准和试验方法等;同时,列举了典型案例及综合应用案例,介绍了适合我国国情的煤矿辅助运输现代化解决方案。

本书是国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)煤炭行业煤矿机电领域培训教材,也可供相关专业的本科生、研究生、工程技术人员及大专院校、科研生产单位参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿井辅助运输设备/姜汉军主编. —徐州:中国矿业大学出版社, 2008. 7

国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)培训教材

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0006 - 8

I. 矿… II. 姜… III. 矿山运输—机械设备—技术培训—教材 IV. TD5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 104760 号

书 名 矿井辅助运输设备

本册主编 姜汉军

责任编辑 周 丽

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 江苏淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 13.25 字数 330 千字

版次印次 2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

定 价 37.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)
煤炭行业培训教材编审委员会

顾 问：王显政 濮洪九

主 任：路德信

副主任：姜智敏 孙之鹏 胡省三

钱鸣高 宋振骥 张铁岗

葛世荣 乔建永

委 员：(以姓氏笔画为序)

马念杰 王金力 王金华

王虹桥 卢鉴章 叶醒狮

刘 峰 刘文生 刘炯天

孙继平 陈 奇 杜铭华

宋学锋 宋秋爽 张玉卓

张贤友 周 英 周心权

赵阳升 赵跃民 赵衡山

钟亚平 段绪华 都基安

袁 亮 徐水师 黄福昌

常心坦 彭苏萍 遇华仁

缪协兴 濮 津

国家专业技术人员知识更新工程(“653 工程”) 煤炭行业煤矿机电领域培训教材编审委员会

顾 问：路德信

主 任：孙之鹏 孙继平 宋秋爽

委 员：(以姓氏笔画为序)

于励民 王 虹 王步康

王国法 王虹桥 王振平

王崇林 王喜胜 毛 君

刘东才 刘传绍 刘春生

李长录 李国平 李炳文

李景平 张文祥 张世洪

郑丰隆 荆双喜 姜汉军

袁宗本 夏士雄 铁占续

曹茂永 蒋卫良 鲁远祥

谭国俊

《矿井辅助运输设备》

编写人员

领域主编：孙继平 宋秋爽

本册主编：姜汉军

本册副主编：王喜胜 李太连 王眉林

本册编者：陈纯庆 李进喜 顾祖全

钟 勋 陈兴江 赵宏宇

贾庆良 赵益乔 陈焕瑛

高建荣 陈子林 伍生宏

王明普 樊运平 常 健

杨兰凤

序

加快人才培养,是建设创新型国家、强国兴业的重要举措。《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》为加强专业技术人才队伍建设指明了方向,明确了工作重点和政策措施。人事部决定“十一五”期间,在关系我国经济社会发展和科技创新的一些重要行业领域实施专业技术人才知识更新工程(即“653工程”),开展大规模示范性继续教育活动,加快建立健全我国继续教育的工作体系、制度体系和服务体系,大力推动专业技术人员培养工作的深入开展。“653工程”已被列入国家“十一五”发展规划,是国家实施专业技术队伍建设的一项重大人才培养工程。煤炭行业“653工程”是国家“653工程”的重要组成部分,是煤炭行业专业技术人才继续教育工作的示范工程,该工程的全面启动必将有力带动和促进煤炭工业人才培养工作的进程。

煤炭工业是我国的基础产业。发展振兴煤炭工业,人才队伍建设是关键。实施大基地、大集团战略,推进节约发展、清洁发展、安全发展,实现可持续发展,必须以强有力的专业技术队伍作保证。当前,煤炭工业已进入新的历史发展机遇期,但同时又面临着煤炭主体专业人才匮乏、知识更新滞后的严峻挑战。推进实施“653工程”旨在拓展煤矿专业人才培养的广阔空间。根据《煤炭行业专业技术人才知识更新工程(“653工程”)实施办法》,“十一五”期间每年将为110家国有大型煤炭企业培训1万名左右的高级专业技术人才,为5000多家规模以上煤炭企业培训3万名左右的中高级专业技术人才,五年全国煤炭行业将培训20万名左右。国家人事部委托中国煤炭工业协会全面负责煤炭行业“653工程”的组织实施工作,实行统一组织、统一规划、统一教学大纲、统一发证和归口管理、分级实施、分类指导,创造性地推进“科教兴煤”战略,全面提升煤炭行业专业技术人才队伍素质,从而为煤炭工业的全面、协调和可持续发展提供强大的人才保障和智力支持。

为适应煤炭行业实施“653工程”的需要,我们组织全国有关专家学者编写了《国家专业技术人才知识更新工程(“653工程”)煤炭行业培训教材》,这一教材具有以下三个突出特点:

第一,突出重点专业领域,培训内容丰富。煤炭行业“653工程”专家指导委员会根据煤矿实际需要,立足当前、着眼长远,选定的煤矿专业领域和培训内容都是煤炭行业和企业所必需的。包括采煤工程、煤矿安全、煤矿机电、煤田地质与测绘、煤炭洁净利用及矿区环保这五个重点专业领域,以及高效高回收率采煤方法与技术等34个专业培训方向,全面反映煤炭工业的科技发展趋势。培训教材突出新理论、新知识、新装备、新技术、新方法、新工艺、新材料、新标准、新法规、新政策和新问题等内容,涵盖煤炭行业专业技术人才知识更新的重点,具有很强的针对性。

第二,体现学术权威,保证培训质量。顺利、高效地实施“653工程”,搞好专业技术人才培训,教材编写质量和所体现的学术水平必须得到切实的保证。为此,实行了首席专家负责制,从全国煤炭行业的高等院校、科研院所和煤炭企业推选出一百余名在各自学术研究领域

颇有建树和创新的业内知名专家,领衔编写这套培训教材,集中了院校、科研机构和企业多年来理论与实践的丰硕成果,包含了专业基础知识、理论系统讲解,也集锦了一些极具参考价值的典型应用案例。这是建国以来我国煤炭行业在专业技术人员继续教育方面一次规模最大、最为全面的新知识展示,是提高全行业专业技术人员技术水平的一批好教材。

第三,培训方向明确,教材实用性强。根据不同的专业培训对象,立足矿山,站在世界煤炭工业科技发展前沿,针对我国“十一五”煤炭科技发展的需求,广泛吸纳新知识、新技术和新信息,坚持理论与实践相结合、理论知识与案例分析相结合,把专业技术知识内容进行科学分解,编写成34个分册,既系统成书又独立成册,便于不同领域内的工程技术人员各取所学、研读提高。因此,本套教材既是优秀的培训教科书,也是一套煤炭专业技术人员实际工作中必备的工具书。

我衷心希望这套凝聚着煤炭行业专家学者智慧与心血的教材,能够在实际教学培训中发挥应有的重要作用;同时也希望广大基层专业技术人员通过认真学习、刻苦钻研,不断提高理论水平和实际应用能力,为加快建设新型、现代化煤炭工业做出积极的贡献。

王显政

2007年11月8日

前 言

本书是根据煤炭行业专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)培训规划和培训计划编写的。煤矿运输是煤炭生产的重要组成部分,根据不同的任务,煤矿运输分为主要运输和辅助运输。所谓煤矿辅助运输,泛指煤矿生产中除煤炭运输之外的各种运输的总和,主要包括材料、设备、人员和矿石等的运输。鉴于以上特点,就决定了煤矿辅助运输系统及其设备的复杂性和多样性。如何将矿井材料、设备、人员等从地面或井底车场至工作地点连续不经转载地直达运输,即煤矿辅助运输现代化解决方案,已成为目前煤矿现代化建设中急需解决的重要课题之一。

本书根据煤炭行业“653 工程”实施方案统一要求,结合我国当前煤矿辅助运输现状和特点,着重从三大部分:煤矿井下新型轨道运输设备、新型无轨运输设备、新型架空运输设备,介绍了其工作原理、结构特点、性能和选型原则、技术标准和维护要点等;同时,列举了较多的典型案例,集中介绍了适合我国国情的新型高效辅助运输设备和系统。本书力求理论与实践相结合,以保证学用一致,学以致用,达到更新知识、提高能力的目的。为便于学习和有关工程技术人员参考使用,各章有一定的独立性,可以选取各自侧重的内容讲授学习。

全书共分六章,由常州科研试制中心有限公司负责编著。主要编著人员有:姜汉军、王喜胜、李太连、王眉林。参加编著的人员有:陈纯庆、李进喜、顾祖全、钟勋、陈兴江、赵宏宇、贾庆良、赵益乔、陈焕瑛、高建荣、陈子林、伍生宏、王明普、樊运平、常健、杨兰凤。

本书在编写过程中,得到了煤炭科学研究总院太原院、神华集团、兖州矿业集团、晋城矿业集团、淮南矿业集团、中国矿业大学等单位的大力支持与协作,谨此一并致谢!

由于编者水平有限,书中定有不足之处,恳请同行及读者批评指正。

编 者

2008 年 2 月

目 录

序	1
前言	1
第一章 总论	1
第一节 矿井辅助运输	1
第二节 传统矿井辅助运输方式及设备	3
第三节 新型矿井辅助运输方式及设备	4
第二章 井下新型轨道运输设备	10
第一节 无极绳连续牵引车	10
第二节 适用标准和使用维护要点	18
第三节 选型原则及布置方式	25
第四节 典型设备介绍	31
第五节 典型案例及应用	35
第六节 其他轨道运输设备	53
第三章 新型无轨辅助运输设备	63
第一节 设备特点及分类	63
第二节 基本工作原理与结构特征	66
第三节 使用技术标准、试验方法及验收要求	89
第四节 几种典型设备的介绍	95
第五节 国内外主要产品的技术参数	129
第六节 选型原则和典型应用	134
第七节 使用维护的关键及操作规范	138
第八节 存在问题及今后发展方向	140
第四章 井下新型架空运输设备	143
第一节 架空乘人装置	143
第二节 几种典型架空乘人装置和技术参数	150
第三节 适用标准和使用维护要点	159
第四节 选型原则及典型应用	163
第五节 单轨吊车	167

第五章 矿井辅助运输系统典型案例及综合应用	177
第一节 淮南矿区无极绳连续牵引车应用情况.....	177
第二节 宁夏煤业集团无极绳连续牵引车应用情况.....	179
第三节 华亭矿区无极绳连续牵引车应用情况.....	180
第四节 山西晋城与长治矿区无极绳连续牵引车应用情况.....	182
第五节 晋城煤业集团寺河煤矿无轨胶轮车应用情况.....	188
第六节 兖矿集团济三煤矿无轨胶轮车应用情况.....	189
第七节 神东矿区无轨胶轮车应用情况.....	191
第六章 我国煤矿辅助运输的发展方向及值得注意的问题	194

第一章 总 论

第一节 矿井辅助运输

煤矿运输是煤炭生产的重要组成部分。根据任务的不同,煤矿运输分为主要运输和辅助运输。

所谓煤矿辅助运输,泛指煤矿生产中除煤炭运输之外的各种运输的总和,主要包括材料、设备、人员和矸石等的运输。它是整个煤矿运输系统不可或缺的重要组成部分。辅助运输设备是在矿井内运送材料、设备和人员的设备。在煤矿井下主要运输大巷,采用机车运煤时,材料、设备、人员和矸石也用机车运输,若用胶带输送机运煤则需另设专用的辅助运输设备。在采区巷道内,一般都采用刮板输送机或胶带输送机运煤,采用矿用钢丝绳绞车或蓄电池机车运送材料和设备。在使用综采机组的工作面,由于综采机组调换工作面即综采设备安装搬家时,设备的整件质量大、数量多、时间紧,要求安全、快速、高效,对辅助运输提出了更高的要求,若采用高效的辅助运输设备,可大大缩短综采工作面搬家时间,对提高煤炭产量及机组的利用率有很重要的意义。

煤矿辅助运输的特点是:① 运输线路随工作地点的延伸(缩短)或迁移而经常变化;② 运输线路水平和倾斜互相交错连接;③ 工作地点分散,运输线路复杂,运输环节多;④ 待运物料品种繁多,形状各异;⑤ 井下巷道空间受限制,并有瓦斯和煤尘等爆炸性物质,且瓦斯为有毒气体,故需用防爆净化设备。

鉴于上述特点,煤矿辅助运输系统及其设备具有复杂性和类型的多样性。除了过去常用的常规辅助运输设备,诸如矿用绞车、调度绞车、电机车和一般的矿车、平板车、材料车之外,近年来又出现了许多先进的新型高效的辅助运输设备,如单轨吊车、卡轨车、黏着力齿轨机车、胶套轮机车、无轨运输车(轮胎式或履带式)、无极绳连续牵引车,等等。这些新型高效辅助运输设备的使用,从根本上改变了煤矿辅助运输的落后面貌。

经过多年努力,我国煤矿的开采技术有了突飞猛进的发展,采掘机械化程度有了很大的提高。至 2006 年,我国统配煤矿采煤机械化程度达 82.7%,掘进机械化程度达 77.8%。采掘工作面的单产单进工效有了大幅度提升,涌现了一大批高产高效矿井,一矿一井一面年产量已高达 500 万~1 000 万 t。如今无论在矿井总产和工作面单产方面,我国都已接近或达到世界发达国家的先进水平。采煤工作面效率与英国、德国高产综采工作面相比已基本相当,但如果加上从事辅助运输的人员,差距就拉大了。我国掘进队中一般有 30%~50% 的人员从事辅助运输,比国外高出 1~2 倍,而且仍然不能保证掘进机正常工作,经常停工待料。据统计,我国煤矿辅助运输人员约占井下职工总数的 1/3 以上,有些矿甚至达 1/2,与国外先进采煤国家相比差距很大。综采工作面搬家,国外一般仅需 1~2 周即可完成,用工 200~500 个,而我国煤矿传统方式需要 25~45 d,用工 5 000 个以上,综采矿井每采百万吨

煤辅助运输用工为 800~1 200 人·班,是先进国家的 7~10 倍。随着井型和开拓范围的不断扩大,以及煤矿采掘设备的重型化和生产集中化,这个矛盾会更加突出。另外,矿井开拓中的一些重大技术问题,例如沿煤层布置运输大巷带来的巷道起伏不平的辅助运输问题,用传统方式是难以解决的。目前,我国除主要运输大巷有专用乘人列车运送人员外,进入采区后就难以实现机械化运人。工人把大量体力和时间消耗在路途中,这种损失是无形的。而在某些先进的采煤国家,工人却可以在煤矿井下乘坐高速直达人车上下班,有效地提高了工时利用率,保存了工人的体力,从而提高了工作效率。

我国煤矿辅助运输的安全状况不好,其事故率约占井下工伤事故总数的 30%,仅次于顶板事故,而且呈上升趋势。其主要原因就是我国煤矿辅助运输系统落后,效率太低,且不安全。

总之,近年来我国除少数几个煤矿采用一些新型高效的辅助运输设备以外,大多数煤矿的辅助运输系统仍然是小绞车、小蓄电池机车等多段分散落后的传统方式,与综采综掘等现代化系统很不相称。它严重影响矿井全员效率的提高和煤矿安全生产,已经成为制约我国煤炭生产发展的薄弱环节。如何加速实现煤矿辅助运输的现代化,已经成了我国煤炭工业发展的关键。

纵观世界的发展,早在 20 世纪五六十年代,世界一些主要采煤国家就开始着手解决本国煤矿井下辅助运输机械化问题。到七八十年代已相继建立了具有自己特色的煤矿辅助运输系统及装备,并产生了巨大的经济效益和社会效益。与之相比,在煤矿辅助运输领域,我国已经远远落在后面。

当前国外煤矿实用的高效辅助运输设备主要有无轨运输设备(无轨胶轮车)、轨道运输设备和单轨吊三大类。按牵引动力分,有钢丝绳牵引、柴油牵引和蓄电池牵引三大类。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具有明显的优点,主要如下:

(1) 运行安全可靠,不跑车、不掉道。设有工作、停车安全和超速及随车紧急制动等三套安全制动系统,并有防掉道装置。适于在井下大巷和采区运行。

(2) 爬坡能力强。能在起伏坡度较大和弯道较多的情况下行驶。

(3) 牵引力大。能实现重型物料如重型液压支架的整体搬运,对散料、长材能进行集装运输,装载质量大。

(4) 运行速度快。因为具有防掉道等安全设施及安全监控与通信等装置,可以较高速在采区运行。

(5) 可实现远距离连续运输。

(6) 有比较完整的配套设备和运输车辆。能够满足人员和多种材料设备的运输需要,可实现装卸作业机械化。

由于具有上述特点,这些设备发展很快。

综上所述,辅助运输可以定义为除煤炭主运输以外的材料、设备、人员及矸石的所有运输。它已成为建设现代化矿井和提高矿井全员效率的最大障碍之一。煤矿辅助运输现代化,即除煤炭主运输以外的材料、设备、人员及矸石从地面或井底车场不经转载地直达运输,已成为现代化矿井的主要标志和手段。

近年来,随着煤矿开采技术的快速发展,在采煤机械、掘进机械、矿井提升和支护设备、

煤炭运输设备得到快速发展的同时,煤矿辅助运输机械化、现代化得到普遍重视,而且从巷道的布置方式、开采方式、现代新型矿井辅助运输系统的设计及设备的投入都有了长足的进步。例如神东矿区、兖矿集团、晋城矿区、潞安矿区、宁夏矿区、淮南矿区等都采用了现代化的辅助运输设备。据不完全统计,这些矿区在用的防爆无轨胶轮车约 1 200 多辆,无极绳连续牵引车 700 多套。除部分设备进口外,常州科研试制中心有限公司和煤炭科学研究总院太原分院研制和生产的防爆无轨胶轮车、新型无极绳连续牵引车、卡轨车、单轨吊、架空乘人装置都相继得到应用,矿区辅助运输机械化已成为这些矿区投入的重点。同时,这些矿区也成为全国煤矿辅助运输机械化的典范。通过对矿井辅助运输机械化的重视和发展,矿区节省了大量的人力,提高了工时利用率,增加了采掘工作面的产量和进度,大量减少了设备搬家的停运时间,也提高了设备利用率,从而节约了设备折旧和租赁费用,同时改善了采掘工人和辅助作业人员的劳动安全条件。煤矿辅助运输现代化解决方案成为煤矿现代化急需解决的重要课题。

第二节 传统矿井辅助运输方式及设备

传统辅助运输方式又称常规辅助运输方式。轨道运输是我国大多数煤矿井下采用的主要辅助运输方式。在没有出现现代化的辅助运输设备之前,通常选用的常规辅助运输设备有架线电机车、蓄电池机车、斜巷绞车和调度绞车等。有的设备以运煤为主,兼作辅助运输。

矿井辅助运输系统的构成以及辅助运输设备的选用,与煤层地质条件、开采方式和采掘机械化程度等多种因素有关。在我国早期建成的大中型矿井中,由于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,其辅助运输系统主要由以下设备类型构成:井下主要水平运输大巷一般采用架线电机车运输,采区巷道主要采用矿用绞车、小型调度绞车、小型蓄电池机车等。这种运输方式目前仍有许多煤矿在采用,被称作传统辅助运输方式。

传统辅助运输方式及设备的主要问题是:运输环节多、系统复杂、占用设备多,由井底车场至采区工作面,需经多次转载和中转编列,辅助人员多。据统计,我国煤矿辅助人员占井下职工总数的 1/3 以上,有些矿甚至达到 1/2。我国煤矿掘进队中一般有 30%~50% 的人员从事辅助运输,造成工作效率低、安全状况差,其事故平均占井下工伤事故总数的 30%,仅次于顶板事故,而且呈上升趋势。因此,传统辅助运输方式已不适应我国煤矿开采技术发展的需要,成了煤矿高产高效和煤炭现代化发展建设的瓶颈。

几种常用的常规辅助运输设备简述如下。

一、架线电机车

轨道机车运输是煤矿运输(包括主要运输和辅助运输)中极为重要的部分,是目前我国煤矿井下水平运输大巷长距离运输的主要方式。而架线电机车是大巷轨道运输的主要运输机车,使用的都是直流串激电动机。按供给直流电源的方式分,有架线式和蓄电池式两种。

1. 架线电机车运输的主要优点

- ① 牵引力大。直流串激电动机的特性能使机车获得较大的牵引力。
- ② 运行速度较高,最高可达 26 km/h。
- ③ 使用方便,维护简单,维护费用较小。只需司机一人操作即可,所需辅助人员少。

④ 不产生废气,没有污染。

2. 架线电机车运输的主要缺点

① 电机车靠钢轮与轨道的黏着力驱动。由于受轨道状况和制动的限制,一般只能在坡度 $3\%\sim 5\%$ 的平巷中运行,最大不超过 30% (1.7°),英国规定最大不超过 $1/15$ (3.8°)。基本上没有爬坡能力,可谓是平坡机车,不能进入采区。

② 使用范围受到限制。架线式电机车运行时,受电弓与架空线间难免产生火花,按《煤矿安全规程》规定,只能在低瓦斯矿井进风巷(全风压通风)的主要运输巷道内使用,巷道支护必须使用不可燃性材料。在高瓦斯矿井进风(全风压通风)的主要运输巷道内,如使用架线式电机车,必须遵守《煤矿安全规程》的有关规定。

③ 基建投资较大,周期较长,要铺设轨道,安架空线,设变电所等。

④ 需要较大的巷道断面。

⑤ 会产生泄漏电流。

二、蓄电池机车

蓄电池电机车同属煤矿井下轨道电机车。它与架线式电机车的不同,就在于它由车上携带的蓄电池供电,运输线路不受限制,但需充电设施,蓄电池放电到规定值时需更换。

蓄电池电机车有矿用增安型和矿用防爆特殊型两种。增安型的电动机、控制器、灯具、电缆插销等为隔爆型或增安型,蓄电池和电池箱为普通型。防爆特殊型的电动机、控制器、灯具、电缆插销等为隔爆型,蓄电池为防爆特殊型。

蓄电池电机车两端设有驾驶室,有利于安全运行。

蓄电池电机车的优点是无排气污染,运转热量小,噪声低。缺点是受蓄电池能重比的限制,功率偏小,自重较大,每千瓦功率重量相当于柴油机的2.5倍,不利于重载爬坡;每工作 $3\sim 4$ h需更换蓄电池充电;蓄电池组成本较高,而且工作不便;近年来,国外研制出高能量的CSM电池,但近期内仍难以达到柴油机的能重比指标。所以,蓄电池电机车多用于巷道平缓、载荷较小的短途运输。对于巷道坡度大、运输距离长、作业频繁、载荷较大的运输,常采用防爆柴油机车。由于蓄电池的能力较小,效率较低,充放电管理复杂,维修费用较高,因而蓄电池机车的推广应用受到限制。

第三节 新型矿井辅助运输方式及设备

近年来,国内外研制了很多新型煤矿井下辅助运输设备。当前国内外煤矿比较实用的新型高效辅助运输设备主要有无轨运输设备(无轨胶轮车)、轨道运输设备和单轨吊车等三大类。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。

一、无轨运输设备(无轨胶轮车)

这是一种用于井下的、在巷道底板上运行的胶轮运输车,不需专门的轨道。它以柴油机或蓄电池为动力,由牵引车和承载车组成,前部为牵引车,后部为承载车,前、后车铰接。它是在铲运机的基础上演变而来的。

无轨胶轮车按用途分,有运输类车辆和铲运类车辆。运输类车辆主要完成长距离的人员、材料和中小型设备的运输,它包括运人车、运货车和客货两用车;铲运类车辆主要完成材

料和设备装卸,支架和大型设备的铲装运输,它包括铲斗和铲叉多用式装载车和支架搬运车。无轨胶轮车按动力装置分,有柴油机胶轮车、蓄电池胶轮车和拖电缆胶轮车(梭车)。

无轨胶轮车的优缺点及适用范围如下所述:

① 无轨胶轮车一般采用铰接车身,前部为牵引车,后部为承载车。这样可以在很小的曲率半径(一般为3~6 m)内转弯,能够机动灵活地在起伏不平的巷道底板上自由驾驶。机身较低,一般不超过1.5 m,矮的不超过1 m。使用重型充气或充泡沫塑料轮胎。带有可靠的制动系统,可重载爬坡达 $12^{\circ}\sim 14^{\circ}$ 。行驶速度:蓄电池无轨胶轮铲车一般不超过2.5 m/s,柴油机无轨胶轮铲车最大可达4~6 m/s。重型的可整运18~27 t液压支架,轻型的可运输人员、物料,最多1车可运25~40人,运煤车可运载14~20 t矸石,在20 s内自卸。

② 车辆的前端工作机构可以快速更换,即可以在1~2 min内,从铲斗换装成铲板、集装箱、散装前卸料斗、侧卸料斗或起底带齿铲斗。还可改为人坐车、救护车、修理车、牵引起吊车等。有的车辆上还可装设绞车、钻机、锚杆机等,实现一机多功用。

③ 蓄电池无轨胶轮铲车无排气污染,轻型可以运人运料,重型可运支架设备,在美国的长壁和房柱工作面使用很多。缺点是工作4~5 h后需要更换电池充电,但这对运行不经常满载且次数不太频繁的辅助运输作业来说还是适合的。

④ 无轨胶轮车一般车体较宽(1.5~3 m),行驶中巷道两侧需要有不小于220~300 mm的间隙,因而需要巷道尺寸较宽,且最好是无棚腿支护,如锚杆支护、锚喷支护或砌碛巷道。底板抗压强度应不小于 $10\sim 25\text{ N/cm}^2$,最好的是砂岩或砂质页岩等较完整的底板条件,有淋水时需降低使用坡度,底板较软或破碎时需经常铲平清理,有的甚至需要加打混凝土路面进行硬化处理或加垫板。路面平整度应在150 mm以内。要求巷道有较大的垂直弯道半径($R>50\text{ mm}$)。总之,这种车辆虽然不需专设轨道,但对巷道宽度和路面有一定要求,需要由技术熟练的司机驾驶,以确保车辆安全快速地正常运行。

⑤ 无轨胶轮车特别适用于赋存较浅、倾角不大的近水平煤层矿井,最理想的是 12° 左右的斜副井,用这种车从地面到采区直接上下运送人员、材料、设备和矸石。例如,可用柴油机无轨胶轮运煤车(如杰弗利公司的410HR)运送掘进的煤和矸石,用支架叉车或铲车运送液压支架和大型设备,以多用途自由驾驶车(如诺依斯MPV—MK II或艾姆科FSV913C)运送人员材料,实现井上、下一条龙直达运输,从而大大提高全矿井效率。

无轨胶轮车也可用于顶、底板条件较好的竖井开拓方式的矿井。

二、轨道运输设备

轨道运输设备主要包括:防爆柴油机车、齿轨车、卡轨车、齿轨卡轨车和无极绳连续牵引车。

1. 防爆柴油机车

目前煤矿井下水平运输大巷的运输,主要以架线电机车及蓄电池机车为主。架线电机车由于是以井下整流电源驱动直流电机作为机车动力,需要大量的前期投资及周期,并且使用范围受到限制。防爆柴油机轨道机车牵引能力大、机动灵活,因而普遍受到用户欢迎。国内各研究部门及生产厂家先后研制开发了从1.5 t到10 t系列的防爆柴油机轨道机车。

2. 齿轨车

现有矿井大量采用的普通轨道机车——矿车运输系统的最大弱点是不能适应于起伏不平、带坡度的巷道。一般来说,靠机车质量钢轮黏着力牵引列车的适用坡度范围不大

于 $1/30$, 即 3.3% 或 1.9° , 英国规程规定最大不超过 $1/15$, 即 3.8° 。这主要是考虑安全制动的因素而规定的(我国现行规程规定制动距离不超过 40 m , 人员列车不超过 20 m), 因而一般矿井中机车运输只能限于大巷阶段平巷, 而不能进入斜巷和起伏不平的顺槽巷道。为了解决这个问题而发展了两种新型机车运输系统, 即齿轨车和胶套轮机车。

齿轨车运输系统是在两根普通钢轨中间加装一根平行的齿条作为齿轨, 而在机车上除了车轮做黏着传动牵引外, 另增加 $1\sim 2$ 套驱动齿轮(及制动装置)与齿轨啮合以增大牵引力和制动力。这样机车在平道上仍用普通轨道, 用黏着力高速牵引列车, 在坡道上则在轨道中间加装上齿轨, 机车可以较低的速度用齿轮加黏着力牵引(实际上是以齿轮为主), 或单用齿轨系统牵引。

齿轨车的优缺点和使用范围如下所述:

① 齿轨机车系统的最大优点是可以在近水平煤层以盘区开拓方式的矿井中, 实现大巷一上、下山一采区顺槽轨道机车牵引煤、矸石和材料设备人员列车直达一条龙运输。机车上装有工作制动、紧急制动和停车制动三套系统, 并可在牵引的列车上装制动闸, 从机车上供压风同时操纵, 可以保证在 10° 以内的上、下坡道上可靠运行, 其牵引特性、适用性和经济性较好的是柴油机驱动的齿轨机车。一台 66 kW 柴油机齿轨机车可在 8° 坡道上牵引 140 kN 的列车, 并以 4 km/h 的速度运行, 在平巷上则可用黏着力牵引以 15 km/h 高速运行, 可以满足一般矿井运输设备材料和人员的要求。

② 行驶齿轨机车的轨道需要加固, 选用钢轨不得小于 22 kg/m , 轨距为 $600\sim 914\text{ mm}$, 在坡道上需用型钢轨枕并加装齿轨, 进出齿轨区段装设特殊的弹簧矮齿轨。齿轨轨道也可过道岔。齿轨机车通过的弯道曲率半径, 水平方向应不小于 10 m , 垂直方向应不小于 23 m 。这对于采区顺槽巷道是有困难的。

③ 齿轨机车质量较大(质量小则影响黏着牵引力), 造价较高, 约比一般机车高 $1\sim 2$ 倍。齿轮轨道造价也较高, 约比普通轨道高 2 倍, 并要求安装稳固, 经常维修清理, 否则在轨道上运行时不能正常啮合, 易造成出轨事故。总的来看, 齿轨车系统只能在水平大巷和相连的坡度不大的主要上、下山巷道中使用。由于转弯半径要求较大, 因此基本上不能用于采区巷道。

3. 卡轨车

卡轨车是一种由钢丝绳牵引或机车牵引, 装有卡轨轮, 在专用轨道上运行的运输车辆, 其牵引和载重车辆的转向架装有垂直和水平卡轨轮组。当车辆在专用轨道上运行时, 卡轨轮卡在轨道的槽口中滚动, 可防止车辆掉道。卡轨车的特点是载重大、运速高、运距长、爬坡能力强、运输安全可靠, 能适应起伏、弯曲和倾斜的巷道。主要用于煤矿井下材料、设备、人员和矸石的辅助运输, 尤其适用于重型设备, 如综采设备的搬运。

卡轨车按结构形式可分为全程式卡轨和部分卡轨的卡轨车; 按牵引方式分为钢丝绳牵引和机车牵引卡轨车。

全程式卡轨的卡轨车在大巷使用的是常规轨道。进入采区巷道后, 其轨道和车辆是专用的, 所以从大巷进入采区巷道时, 货物要转载。部分卡轨的卡轨车使用的是常规的普通轨道和车辆, 仅在弯道起伏等局部易掉道地段增设护轨, 防止车辆掉道, 货物不需转载。其可靠性不如全程卡轨, 巷道条件好时可用。

钢丝绳牵引卡轨车是以绞车为牵引机构的无极绳运输, 多数为单无极绳牵引方式。其