

现代矿井辅助运输 设备选型及计算

中煤建设开发总公司 编



煤炭工业出版社

TD562

X-433

现代矿井辅助运输设备 选型及计算

中煤建设开发总公司 编

煤炭工业出版社

792055

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书重点介绍我国开发研制的现代化高效辅助运输设备(单轨吊、齿轨卡轨车、无轨胶轮车)的结构性能、选型计算、配套设备等,同时也介绍了常规辅助运输设备中的代表产品,并附有国内外有关辅助运输方面的规程规定等。

此书可供煤矿设计单位设计人员进行辅助运输方案设计、施工设计和设备选型时参考使用;也可供煤矿工程技术人员阅读。

现代矿井辅助运输设备选型及计算

中煤建设开发总公司 编

责任编辑:向云霞

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

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787×1092mm¹/₃₂ 印张 9

字数197千字 印数 1—670

1994年4月第1版 1994年4月第1次印刷

ISBN 7-5020-0938-8/TD·867

书号 3704 G0290 定价 9.50元



主 审	耿兆瑞	李 志		
主 编	徐纪亭	李伸志	苏书民	
编写人	苏书民	徐纪亭	李伸志	刘瑞玺
	韩景秀	刘友立	苗占有	节茂科
	孔繁平	薛伟宏	赵玉兰	宋建国
	徐大明			

魏之

孙凯

ABF 03/10

前 言

近年来我国煤炭工业发展迅速，但多数大型骨干矿井辅助运输仍然是薄弱环节，机械化程度很低，与先进产煤国家比较尚有较大差距。为了促进煤矿辅助运输的发展，中煤建设开发总公司委托邯郸煤炭设计研究院和河北煤炭科学研究所编写了此书。

本书介绍了国外新型辅助运输设备的发展情况，重点介绍了我国开发研制的现代高效辅助运输设备（单轨吊、卡轨车、齿轨车、齿轨卡轨车、无轨胶轮车）的结构性能、选型计算、配套设备等；同时也介绍了常规辅助运输设备中具有发展前景的代表产品（如液压绞车、双载胶带输送机）；最后附有一些有关辅助运输方面的规程规定。本书可供煤矿设计人员阅读使用，也可供煤矿工程技术人员阅读参考。

由于现代辅助运输仍处于发展完善阶段，编写本书资料尚受一定限制，加之我们的技术水平不高，可能存在不少缺点和错误，恳请读者批评指正，以便今后修改补充。

在本书编写过程中，得到有关同事和专家的大力支持，在此表示衷心感谢。

目 录

总 论	1
第一章 单轨吊	8
第一节 概述	8
第二节 防爆柴油机单轨吊机车	18
第三节 防爆特殊型蓄电池单轨吊机车	25
第四节 绳牵引单轨吊及活吊椅架空人车	30
第五节 配套设备	35
第六节 单轨及单轨道岔	51
第七节 列车编组及牵引能力计算	57
第八节 巷道断面及硐室	62
第九节 单轨悬吊	66
第十节 配风及劳动组织	70
第十一节 单轨吊运输系统实例	71
第二章 齿轨车、卡轨车、齿轨卡轨车	80
第一节 概述	80
第二节 柴油机齿轨卡轨机车	93
第三节 绳牵引卡轨车	102
第四节 卡轨车、齿轨卡轨车配套设备	108
第五节 轨道装置	115
第六节 列车编组及牵引能力计算	124
第七节 巷道断面及坡度	126
第三章 无轨胶轮车	128
第一节 概述	128
第二节 内燃机无轨胶轮车	144

第三节	配套设备	154
第四节	巷道	154
第五节	车辆编组及牵引力与防滑计算	156
第四章	胶套轮机车	159
第一节	概述	159
第二节	柴油机胶套轮机车(JX18KB型)	163
第三节	蓄电池胶套轮机车	167
第四节	列车编组及其牵引力计算	175
第五章	矿井辅助运输常规设备	182
第一节	架线电机车选型及牵引网路计算软件	182
第二节	矿用蓄电池机车选型计算	191
第三节	普轨绞车选型及计算	194
第四节	双载胶带输送机	207
附录 1	《德国北莱茵威斯特伐利亚州最高矿山局有关煤矿井下使用柴油机牵引的单轨吊规程》 (1979年3月23日颁布) 摘录	233
附录 2	《德国北莱茵威斯特伐利亚州矿山管理局煤矿井下使用钢丝绳牵引单轨吊车规程》 摘录	236
附录 3	中国《潞安矿务局漳村煤矿单轨吊运输系统工程验收标准》	245
附录 4	胶带输送机运人装备的建议——原西德煤矿协会编制	250
附录 5	中华人民共和国行业标准(煤矿用防爆柴油机机械排气中一氧化碳、氮氧化物检验规范) MT 220—90	270

总 论

矿井辅助运输是指井下的材料、设备和人员的运输，有时也包括排矸运输。

近年来，我国煤炭开采技术取得较大发展。1991年统配煤矿采煤机械化程度达57.08%，其中综采为37.5%，掘进装载机机械化为68.83%，其中综掘为8.24%。采掘工作面的单产单进和工效都有较大提高，出现了一批高产高效队组和现代化样板矿井。

随着矿井开采规模的不断扩大和井下开拓距离的不断延伸，上下井的材料设备和人员日益增多。特别是综合机械化采煤掘进的发展，生产的集中化程度日益提高，重型设备大量在采掘工作面应用，如何保证其不间断地连续高产稳产，高效地进行工作面设备搬家运输成为非常重要又急需解决的课题。

一、矿井辅助运输机械化的重要性

建国40多年来我国矿井辅助运输作业变化不大，基本上还是小绞车、无极绳、回柱绞车、小蓄电池机车在普通钢轨上牵引矿车、运料车或平板车，装卸利用手动葫芦撬棍，甚至人推肩扛，占用大量人力物力，严重阻碍着矿井产量进度和劳动生产率提高，与国外先进产煤国家相比差距很大。据调查，我国平顶山矿务局日产原煤4.5万t，辅助运输系统用工3562人，平均日产原煤1万t约需800人，大屯公司日产原煤8000t，辅助运输系统用工约1000人，折1万t约需1200人；

而德国威斯特发伦矿日产1.5万t, 辅助运输系统用工不到100人, 折日产1万t不到70人, 只相当于我国矿井辅助运输系统用工量的 $1/12 \sim 1/8$ 。

从综采设备安装搬家来看, 由于液压支架、采煤机运输机等设备的重型化, 每个综采工作面设备安装运输总重量常达1000~1200t。据对我国许多矿区调查, 一套重型综采装备, 用传统的运输设备和方法, 从地面运至井下安装到工作面, 一般约需8000~10000工班, 最多的如某矿首次装用引进贝考瑞特重型支架运输机等重约1500t, 从地面到井下工作面距离5km, 用560人干了42天, 花两万多, 连同材料消耗费用共22万多。一般统计从原有综采工作面采完, 全套设备搬到同1个盘区新工作面, 拆除运搬安装总工作量约需4000~6000工班。开滦矿务局的典型调查1个综采工作面全套设备搬家约需3000~5000工班。而德国采用单轨吊或卡轨车等设备加上科学的劳动组织一般是2~3周, 只需400~500工班。美国的综采设备井下搬家多采用无轨胶轮车, 一般水平是4~5天, 用工100个左右。最高记录是由本公司布莱克斯维尔2号矿 (Blacksviele №2) 创造的, 只用46h, 是用周末两天公休日完成的。从综采搬家工时用量1项对比, 我国目前比德国、美国等先进矿井要多用10~50倍。

再从综采综掘工作面生产用工来看, 我国综采队在工作面内 (包括端头) 的用工, 先进队组一般为每班15~20人, 圆班为50~60人, 这与英国、德国、波兰的高产综采工作面基本相当或相差无几, 而加上辅助运输等工人全队就需配备圆班150~200人, 比国外高出1~2倍。我国许多综掘工作面尽管每班配备10来个人运送材料, 仍然不能保证掘进机正常连续工作, 不得不常常停工待料等候支护准备工作。严重限

制了掘进速度和效率的提高。

从人员上下井消耗时间来看，随着矿井开拓范围的不断增大，工人从入井到采掘工作面作业地点往往需要1~1.5h。有的还要爬斜井、上下山，体力消耗很大，工作时间、工作耐力受到很大影响。这种损失是无形的、巨大的。国外大型矿井近年来发展高速直达人车，保证在30~40min送到工作面，可以有效地提高工时利用和劳动能力。

从矿井安全生产的角度看，辅助运输环节的薄弱往往是造成煤矿伤亡事故的重点因素之一。近年来我国统配煤矿伤亡事故中，运输系统占26%~30%，仅次于顶板而居第二位。而辅助运输作业则属最易发生事故的薄弱环节。

综上所述可以看出，辅助运输的落后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。发展辅助运输机械化不仅可以大量节省人员，而且可以提高工时利用，增加采掘工作面产量进度，大量减少设备搬家停运时间提高设备利用率，从而节约设备折旧或租赁费用，还能改善采掘工人和辅助作业的劳动安全条件。确实是当前煤矿技术发展的关键和当务之急。

二、采用多种技术途径发展辅助运输机械化

我国煤矿地质条件多种多样，矿井规模大小各异，开拓布置和开采方式也不尽相同，因而解决辅助运输机械化问题必须采取多条技术途径，多种系统模式，多样技术装备，认真借鉴国内外成功经验，因地制宜地结合具体条件择优选用。不能设想简单地用一两种模式就可以包打天下。对于每个生产和新建矿井都应根据实际条件进行可行性研究和各种方案的比较，然后再作出在技术经济上最合理的决策。

目前，国内外矿井辅助运输设备已形成单轨吊，齿轨

车，卡轨车，齿轨卡轨车，无轨胶轮车和胶套轮机车几大类型。每种设备类型都有一定适用的条件和范围，都有其长处和优势，也有其短处和劣势。在一定条件下的优势在另一种条件下又可能变为重要的制约因素。因而对于各种矿井条件下选用何种设备和系统，需要认真分析，综合对比，进行全面地可行性研究后才能最后决策。本书1~4章详细介绍了国内外这几大类型从设备到选型计算等诸多方面的内容，为设计单位正确选用辅助运输方式提供依据。

三、发展辅助运输机械化需要注意的几个问题

1. 辅助运输必须从系统工程的角度进行分析和决策

矿井辅助运输是1个完整的复杂的系统，必须从系统工程的角度加以研究分析和运筹决策。1个大型矿井的辅助运输系统包含材料、设备、人员以及矸石等各个子系统。而每个子系统负载或容器又从地面车间、仓库、料堆、排矸场起，经过入井、大巷运输、上下山和采区运输、各处中转转载直到工作地点卸载等环节，然后又反向运行，经上述系列环节出井才算完成1个循环。而同时各个子系统又根据运输负载对象的特点分成若干子系统，如材料运输就可分为支护材料（坑木、金属支柱、型钢和混凝土支架、锚杆背板等）、散装材料（水泥、砂子、石子、料石、砖、充填物料等）、长形物料（钢轨、管子、风筒）和液体材料（乳化液油脂等）。每个矿井辅助运输系统或子系统都有某些特定要求，但其共同的基本要求是：

1) 从供应地点到使用地点的直达运输，尽量减少转载、停顿和倒装环节。

2) 使用结构和尺寸合理并便于机械化装卸的车辆、集装箱或其他容器，减少人工装卸工作量，降低物料损耗。

3) 最大限度的保证运输系统安全可靠和快速重载,有完善的信号联络,制动停车和自动监控系统。

4) 合理组织运输调度,根据矿井生产建设各地点的需要,有计划地编制作业图表,优化车次顺序和物料批量编组,提高运输效率,降低运输费用。

根据以上要求不论是新建矿井或改扩建矿井,都要在认真分析煤层地质条件矿井规模和开采设计的基础上,进行全面细致的技术经济可行性和方案对比,才能作出正确的决策。对于现有矿井特别是多水平多采区的大型矿井的辅助运输系统的技术改造,应采取既积极又慎重的态度,注意因地制宜,分期分步,从局部采区到全矿井,争取少花钱多办事,讲求整体的实际的经济效益。

2. 发展辅助运输必须注意设备和设施的配套性

矿井的辅助运输系统需要多种设备和设施,不仅要用单轨吊、齿轨车、卡轨车,齿轨卡轨车,无轨胶轮车等主机设备,而且需要各种平板车、支架车、集装箱、铲车、人车、多用车、油罐车、各种地轨、吊轨、弯道、道岔、绳轮以及物料装卸存放硐室等设施;各种设备物料的吊装、卸载、倒运、打捆等机械化高效的机具装置;以及各种维修辅助运输设备的机车库、备件库、油库等。一个大型矿井往往需要几十台机车,有几十公里轨道,有的还可能是架线机车——单轨吊,架线机车——卡轨车,齿轨卡轨车,卡轨车——单轨吊,架线机车——无轨胶轮车等几种设备的混合系统。因而更需要各种设备互相很好地衔接和配套。配套不完善或辅助设施装置工具不全,往往难以发挥新型设备的作用,是辅助运输系统效率不高的重要原因,这是一个应该引起重视的问题。必须同步的配套的进行装备,同时建立相应的设施,才

能真正解决辅助运输机械化,提高全矿井的劳动生产率。

3. 改进矿井设计和开拓部署,为实现辅助运输机械化创造条件

为保证安全可靠地搬运大型采掘设备、液压支架,满足高速运人的需要,在设计矿井巷道时应充分考虑选用机械化辅助运输设备的可能性和适应性,其要点是:

1) 盘区上下山、层间联络斜井等倾斜运输巷道最好设计坡度为 12° 以下,因为现有多数新型机动运输设备(齿轨车、单轨吊、卡轨车、无轨胶轮车等)在运行重型设备(12t左右)合理的爬坡能力均在 12° 以下。对于只需运送载重较小的设备和人员的巷道坡度也应不超过 $18^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。必要时宁可把巷道打长些,也要降低坡度,这样尽管初期工程量和投资大一点,但生产运营费用可大量降低,效率可显著提高。

2) 对弯道曲率半径要求,水平面一般应在6m以上,垂直面应在10m以上(对齿轨机车应在20m以上)。应消除现有坡道上下端“底翘”和“崩棱头”等拐死弯坡度过大的现象。

3) 副井为斜井时,在条件许可时建议将坡度设计为 12° 以下,这样可采用自驱动的机车(齿轨车、单轨吊、卡轨车、无轨车)直接从地面牵引设备、材料、人员列车下井然后经大巷直达采区工作面。减少运输环节实现一条龙直达运输。

4) 副井为立井的提升系统设计应考虑加大罐笼尺寸和提升能力,以便能整运重12t左右的液压支架上下井。可考虑单胖罐——平衡锤系统,罐笼内口应保证装入1.5m宽、4m长、2m高的液压支架。相应地需开发研究自重轻,耐

腐蚀的铝合金罐笼。

5) 适当增大巷道宽度和高度,以保证运输设备和人车运行的间隙尺寸。采用轨道机车运输时,最好选用900轨距,这样对于采用齿轮机车和运送宽度1.5m的支架比较有利,可保证高速运行稳定性并预留必要的会车间隙。

4. 尽快开发适合中国矿井特点的新型辅助运输设备和配套装置

1) 尽快研制和推广防爆柴油机驱动的30~66kW的单轨吊、卡轨车和齿轨卡轨车等设备及其配套的设备运输车、人车、集装箱以及吊装、转载倒运机具,形成系列并批量生产。同时完善钢丝绳牵引卡轨车和单轨吊系统设备。

2) 进行辅助运输元部件攻关。包括辅助运输设备用的新型制动装置、闸衬材料和摩擦轮材料,防爆低污染柴油机、液压系统泵、马达及阀组元件,电控系统元件和通讯信号系统等,提高其安全性和可靠性。

3) 加速开发柴油机无轨胶轮车辆,蓄电池胶套轮车、无轨铲车、单轨吊等系列设备。

4) 在不同类型和条件的矿井,组织全矿井辅助运输系统采用单轨吊、卡轨车、齿轨车、齿轮卡轨车、无轨胶轮车及柴油机车与配套设备的试点,摸索经验,进行示范。为进一步改进和全面推广准备条件。

5) 制订有关技术规范和检验标准,建立实验检测设施,对辅助运输设备的安全性和可靠性进行测试和批准性检验,以不断提高技术水平和产品质量。

第一章 单 轨 吊

第一节 概 述

单轨吊是将运送人员、物料的车辆悬吊在巷道顶部单轨上进行运输的系统。单轨指单轨吊运输系统的轨道。根据牵引方式的不同，单轨吊又分绳牵引单轨吊和机车牵引单轨吊（亦称机车单轨吊）。机车单轨吊的机车分防爆低污染柴油机单轨吊机车（柴油机单轨吊机车）和隔爆蓄电池单轨吊机车（蓄电池单轨吊机车）。单轨吊车是指机车单轨吊中的列车部分（有时亦指机车本身）。

单轨吊运输系统起源于德国。1954年第一部绳牵引（无极绳式）单轨吊用于平巷和斜巷的物料运输。1963年德国沙尔夫公司开始研制柴油机单轨吊机车。1967年德国正式制定规程许可煤矿井下使用单轨吊。1976年以后又研制了蓄电池单轨吊机车。目前，德国、英国、法国、独联体等国都大量生产绳牵引单轨吊和柴油机单轨吊机车，捷克则主要生产和使用柴油机单轨吊机车，但使用量和制造量最大的仍是德国。到1985年，德国共生产单轨吊1600多台套，其中绳牵引单轨吊约1000套，柴油机单轨吊机车580台，蓄电池单轨吊机车27台。近年来德国柴油机单轨吊机车使用台数增加较快，平均单台运距4.5km，而绳牵引单轨吊平均单套运距约为1km。我国已研制成功3种（15kW、30kW和66kW）防爆柴油机单轨吊机车，两种绳牵引单轨吊。柴油机单轨吊机

车和绳牵引单轨吊正在推广完善中。国外柴油机单轨吊机车和蓄电池单轨吊机车性能参数分别见表1-1和表1-2（国外绳牵引单轨吊的驱动部液压绞车参数可参照表2-2 绳牵引卡轨车的驱动部液压绞车参数）。

一、单轨吊的特性

1. 单轨吊的主要优点

（1）因单轨吊挂在顶板或支架上运送负载，不受底板变形及巷道物料堆集影响，能有效地利用巷道断面空间（最小通过断面 $1.8 \times 1.5 \text{ m}$ ）。

（2）可用于上下坡道（达 $18^\circ \sim 45^\circ$ ）运输，最大单件载重达 $12 \sim 16 \text{ t}$ ，最小曲率半径水平 4 m 、垂直 10 m 。

（3）机车单轨吊具有机动灵活、一台机车可进入多条分支巷道运送物料的特点，可实现一条龙不转载直达运输。运行阻力较小，效率较高，用人较少。

（4）与同功能地轨式运输系统相比，初期投资少，运行维护费用较低。

2. 单轨吊的缺点

（1）需要有可靠的悬吊单轨的吊挂承力装置。吊挂在拱形和梯形钢支架上时支架应装拉条加固。用锚杆悬吊时每个单轨吊挂点要用两根锚固力各 90 kN 以上的锚杆。

（2）绳牵引单轨吊一套运距一般不超过 1.5 km ，弯道需装大量绳轮且不能进分支岔道。

（3）柴油机单轨吊机车排气有少量污染和异味，一台 66 kW 柴油机车运行的巷道中其通风量应不低于 $300 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

二、单轨吊的适用性

1. 最大吊运单件重量

这主要取决于单轨强度和悬吊装置的可靠程度以及巷道

表 1-1 国外矿用防爆柴油机

国别及厂家		德国沙尔夫	德国鲁尔塔勒
单轨吊型号		DZ66—3.1	HL—90H/3—H
内 燃 机	厂家型号	MWM D—916/6	MWMD—916/6
	功率 (kW)	69	69
	转速 (r/min)	2300	2300
	起动方式	气动或液压	气动或液压
传 动 系 统	传动系统	液压传动齿轮减速	液压传动齿轮减速
	驱动轮对数×直径	3×450	3×φ330
	液压泵参数	通轴变量PV188	斜轴变量A.U125
	液压马达参数 液压系统压力 (MPa)	6台A.F28定量 27.5	6台A.F18 (定量) 34.0
制 动 装 置	工作闸	闭式液压系统自锁	闭式液压系统自锁
	紧急制动闸	弹簧液压超速动作	弹簧液压超速动作
	停车闸	弹簧液压夹钳	弹簧液压夹紧闸瓦
运 行 系 数	最大牵引力 (kN)	65	50
	最大速度 (m/s)	2(2.8)	2
	最大爬坡 (°)	18(27)	18
	最大件载重 (kN)	120	120
单 轨	单轨规格	I 140 E	I 140 E
	水平曲率半径 (m)	4	4
	垂直曲率半径 (m)	10	8
机 车 尺 寸	宽 度 (mm)	750	740
	轨下高度 (mm)	1100	1200
	长 度 (mm)	9500	8150
机车重量 (kg)		6500	5980