



全国中等职业技术学校
煤矿技术专业教材

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO
MEIKUANG JISHU ZHUANYE JIAOCAI



综合机械化掘进机械

全国中等职业技术学校煤矿技术专业教材

综合机械化掘进机械

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

综合机械化掘进机械/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2009

全国中等职业技术学校煤矿技术专业教材

ISBN 978-7-5045-7626-2

I. 综… II. 人… III. 综合机械化掘进-掘进机械-专业学校-教材 IV. TD421.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 088195 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京谊兴印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 11.5 印张 271 千字

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

定价: 19.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前 言

随着我国煤炭工业的迅速发展,煤矿企业对技术工人的知识和技能水平以及相关的职业教育和职业培训提出了更高、更新的要求。为了适应行业发展的需要,更好地满足全国中等职业技术学校煤矿技术专业的教学要求,我们根据原劳动和社会保障部培训就业司颁发的《煤矿技术专业教学计划与教学大纲(2008)》,组织全国有关学校的一线教师 and 行业专家开发了这套煤矿技术专业教材。

根据教学计划,本套教材按“综合机械化采煤”“综合机械化掘进”“煤矿电气设备维修”和“煤矿机械设备维修”四个专业方向设计,包括《采煤概论》《矿井通风与安全》《液压支架与泵站》《煤矿电工学》《综合机械化采煤工艺》《采煤机》《综采运输机械》《掘进与支护》《综合机械化掘进机械》《综合机械化掘进工艺》《煤矿供电》《煤矿电气设备维修技能训练》《煤矿机械》《煤矿固定设备维修技能训练》等教材。

这次教材开发工作的重点有以下几个方面:

第一,突出职业教育特色,重视实践能力的培养。根据煤矿技术专业毕业生所从事职业的实际需要,适当调整专业知识的深度和难度,合理确定学生应具备的知识结构和能力结构,同时,进一步加强实践性教学的内容,以满足企业对技能型人才的要求。

第二,体现行业发展现状和趋势,彰显时代特色。在教材中较多地介绍煤炭行业的新知识、新技术、新工艺和新设备,突出教材的先进性,同时,在教材编写过程中,严格执行国家有关技术标准。

第三,创新教材编写模式,激发学生学习兴趣。按照教学规律和学生的认知规律,合理安排教材内容,并注重利用图表、实物照片及案例辅助讲解知识点和技能点,为学生营造生动、直观的学习环境。

本套教材可供全国中等职业技术学校煤矿技术专业使用,也可作为职业培训教材。教材的编写工作得到了山东、江苏、河南、河北、山西等省人力资源社会保障(劳动保障)厅及有关学校的大力支持,在此,我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2009年5月

简 介

本教材主要介绍综合机械化掘进机械的操作、维护与故障检修知识。教材结构很有特色，先从掘进机总体认识入手，再分别对掘进机的各个部分进行讲解，最后介绍典型型号掘进机的整机安装、操作和维护。教材的编写思路清晰，内容丰富，并补充了大量的图片。主要内容包括掘进机的总体认识、掘进机主要部分的维护与故障处理和常用掘进机的操作与维护等部分。各部分教学内容参考学时见下表。

本教材由孙彦梅主编，卓立新、朱敬伟、孙丽荣、王立环参加编写；沈国才审稿。

《综合机械化掘进机械》参考学时

教学内容	总学时	讲授学时	训练学时
一 掘进机的总体认识	20	4	16
二 掘进机主要部分的维护与故障处理	126	46	80
三 常用掘进机的操作与维护	114	30	84
总 计	260	80	180

目 录

第一章 掘进机的总体认识.....	(1)
第二章 掘进机主要部分的维护与故障处理.....	(12)
第一节 工作机构的维护与故障处理	(12)
第二节 装载机构的维护与故障处理	(26)
第三节 输送机构的维护与故障处理	(35)
第四节 转载运输机构的维护与故障处理	(42)
第五节 行走机构的维护与故障处理	(45)
第六节 液压系统的维护与故障处理	(50)
第七节 喷雾除尘系统的维护与故障处理	(92)
第八节 电控系统的维护与故障处理	(98)
第三章 常用掘进机的操作与维护	(107)
第一节 AM—50 型掘进机的操作与维护	(107)
第二节 MRH—S100—41 型掘进机的操作与维护	(131)
第三节 EBH—132 型掘进机的操作与维护	(159)

掘进机的总体认识

◎ 知识点

- 了解巷道掘进时使用掘进机与传统的钻爆法相比所具有的优势
- 掌握掘进机的整体布局及各大部分的作用
- 掌握掘进机的种类、特点及煤矿巷道施工中所用掘进机的主要形式
- 了解国产掘进机型号的编制方法

◎ 能力点

- 表述综合机械化掘进工作面的工艺流程
- 画图表述综合机械化掘进工作面采用长压短抽通风方式的示意图,并说明采用这种方式的优点

一、我国机械化掘进的发展情况

近年来,随着大功率电牵引采煤机在矿山的发展与应用,使回采工作面的推进速度大大加快。为实现采掘平衡,要求巷道的掘进速度必须相应地跟上,这就必须提高掘进机械化程度。

下面针对目前我国机械化掘进发展情况做如下分析,见表1—1。

表 1—1

机械化掘进发展情况分析

完成对象 分类	工序				
	落煤 (岩)	装煤 (岩)	运输煤 (岩)	巷道支护	通风降尘
普通 掘进机械化	钻爆法	装载机	胶带转载机和矿车 (刮板输送机、胶带输送机 等)	人工架设支架	通风:局部通风机进 行压入式通风 降尘:喷雾洒水
综合 掘进机械化	掘进机		掘进机和其他运输设 备(矿车、梭车、刮板 输送机、可伸缩胶带输 送机等)	用人工、掘进机截割 臂上的托梁器、架棚机 等安装支架	通风:局部通风机进 行压入式通风 降尘:掘进机内、外 喷雾

二、使用掘进机掘进巷道的优点

掘进机是一种能够实现截煤、装载运输、转载煤岩，并可调动行走、喷雾除尘的联合机组。为了提高采准巷道的掘进速度，应大力发展和使用巷道掘进机，以及与之配套使用的转载运输设备和液压自移临时支护。

近年来，国内外研制和使用巷道掘进机的机型和数量日趋增多，主要是由于使用巷道掘进机掘进巷道与传统的钻爆法相比具有以下显著优点：

1. 保证巷道的稳定性。因为使用巷道掘进机时，巷道的围岩不受爆破的破坏，有利于巷道的支护管理。
2. 速度快。其平均速度比用钻爆法配合装载机提高1~1.5倍，劳动效率平均提高1~2倍，采掘成本可降低30%~50%。快速掘进还能及时查明必要的煤田情况，并能按时准备好接替工作面。
3. 防止岩石的冒落及瓦斯的突然涌出，有利于安全生产和通风管理。
4. 减少巷道超挖，减少不必要的工程量。
5. 改善劳动条件，减少笨重的体力劳动。

综上所述，巷道掘进机的研制与使用具有重要的意义。如图1—1所示为佳木斯煤机厂生产的EBZ—150型掘进机的外形。



图1—1 EBZ—150型掘进机的外形

三、掘进工作面的设备布置

综合掘进机械化工作面的设备布置如图1—2所示，以掘进机1、桥式转载机2、胶带输送机6、湿式除尘器5和吸尘软风筒3配套，在煤巷和半煤岩巷掘进工作面完成四道掘进工序。

掘进机1工作时，为了适应桥式转载机2与可伸缩胶带输送机搭接长度的要求，可伸缩胶带输送机的外段机尾部4的长度必须能延长12~15m，以保证转载与运输的连续性，减少可伸缩胶带输送机拉伸胶带的次数，缩短辅助工时，加快掘进速度。

通风方法采用以压入式通风为主，靠近工作面一段用辅助抽出式通风的长压短抽方式。一般情况下，压入式风筒的安设位置偏向巷道的上侧，抽出式风筒的安设位置宜靠近巷道的

下侧。这样既有利于防止压入风流吹起底板沉积的粉尘，又有利于抽出式风筒吸出沉积过程中的浮游粉尘。实践证明，将压入式风筒口及除尘风机吸尘口安设在距机械化掘进工作面迎头 22 m 及 3 m 处，可形成自上而下的压抽通风除尘系统，其通风除尘效果最佳。

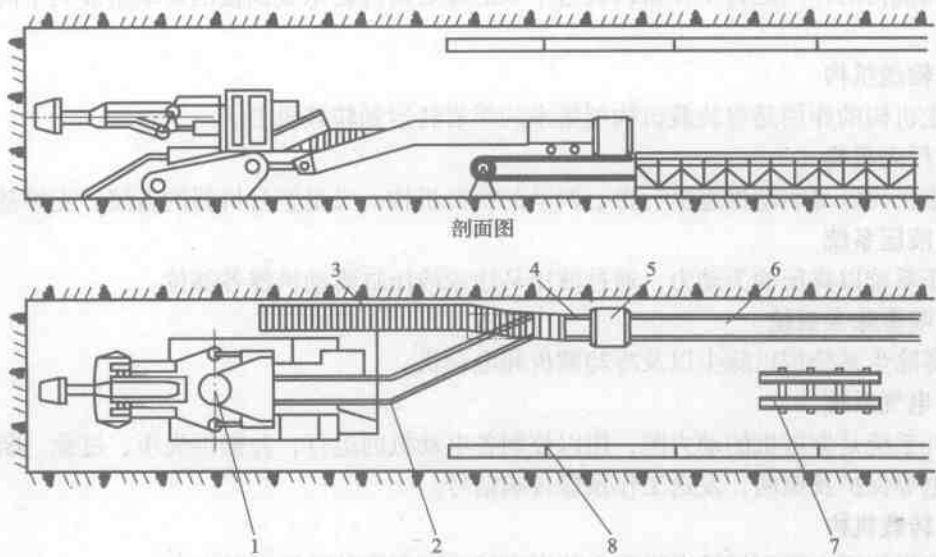


图 1—2 综合掘进机械化工作面的设备布置

1—掘进机 2—桥式转载机 3—吸尘软管 4—可伸缩胶带输送机的外段机尾部
5—湿式除尘器 6—胶带输送机 7—钢轨 8—压入式软风筒

巷道支护是由巷道围岩性质和断面大小所决定的，大致分为锚杆支护、木支架和金属支架 3 种形式。临时支护形式一般有两种，第一种是锚杆支护，在掘进机机身范围内，根据顶板性质适当地进行支护；第二种是无腿棚子或木支架支护，在掘进机机身范围内，无腿棚子主要支护层状大面积即将垮落的岩层，木支架主要支护局部大块岩石。

四、掘进机的总体结构

目前，国内外研制和使用的巷道掘进机类型很多，以如图 1—3 所示的 ELMA 型煤巷掘进机为例，其总体结构一般均由以下几部分组成：

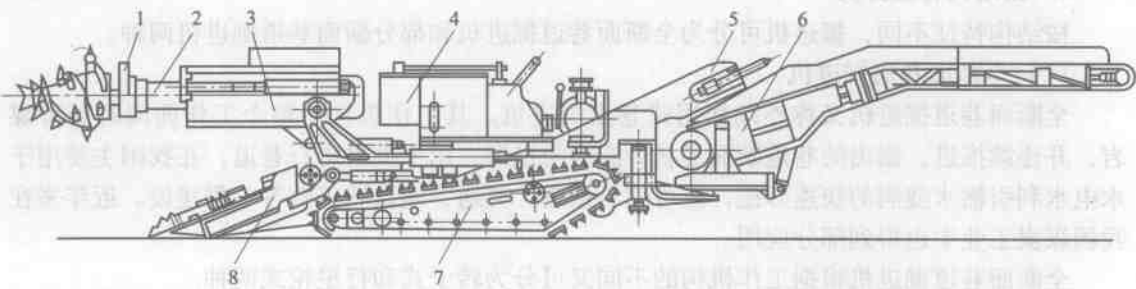


图 1—3 ELMA 型煤巷掘进机

1—喷雾除尘系统 2—工作机构 3—电气系统 4—液压系统
5—输送机构 6—转载机构 7—行走结构 8—装载机构

1. 工作机构

工作机构又称截割机构，它直接在工作面上破碎煤岩，形成所需断面形状的巷道。

2. 装载机构

装载机构的作用是将工作机构破落下来的煤岩通过耙爪或刮板的运动集装到中间刮板输送机上。

3. 输送机构

输送机构的作用是将装载机构耙集来的煤岩转运到转载机上。

4. 行走机构

行走机构既是驱动掘进机行走、调动的执行机构，又是整台机器的连接、支撑基础。

5. 液压系统

液压系统以高压油为动力，通过液压马达或液压缸驱动机器各部位。

6. 喷雾除尘系统

喷雾除尘系统用以除尘以及冷却截齿和电动机。

7. 电气系统

电气系统是掘进机的动力源，用以控制各电动机的运行，并提供失压、过载、断相、短路、漏电等保护及照明，发送工作预警音响信号。

8. 转载机构

转载机构用以将刮板输送机运来的煤岩转运至配套的输送设备中去。

五、掘进机的分类

目前，国内外研制和使用的掘进机类型很多，主要有以下几种分类方法：

1. 按使用范围分类

(1) 根据掘进机所能截割煤岩的坚硬性系数 f 值分类

1) 煤巷掘进机。适用于 $f \leq 4$ 的煤巷。

2) 半煤岩巷掘进机。适用于 $f \leq 6$ 的煤或软岩巷道。

3) 岩巷掘进机。适用于 $f > 6$ 或研磨性较高的岩石巷道。

(2) 根据掘进机可掘巷道的断面大小分类

1) 小断面掘进机。可掘巷道断面小于等于 8 m^2 。

2) 大断面掘进机。可掘巷道断面大于 8 m^2 。

2. 按结构特征分类

按结构特征不同，掘进机可分为全断面巷道掘进机和部分断面巷道掘进机两种。

(1) 全断面巷道掘进机

全断面巷道掘进机又称连续作用式巷道掘进机。其工作机构沿整个工作面同时破碎煤岩，并连续推进，掘出的巷道断面形状为圆形与拱形，用于掘进岩石巷道，在我国主要用于水电水利引输水隧洞的快速开挖，还可用于铁道、交通、地铁和市政等工程建设。近年来在我国煤炭工业中也得到部分应用。

全断面巷道掘进机根据工作机构的不同又可分为转子式和行星轮式两种。

1) 转子式。转子式工作机构如图 1—4 所示。它的结构特点是：在截割圆盘上截割刀具可按照不同的工作半径进行排列。它的工作方式是：当掘进机工作时，截割刀盘一面绕工作机构主轴旋转，一面在推进油缸的驱动下向掘进工作面推进。

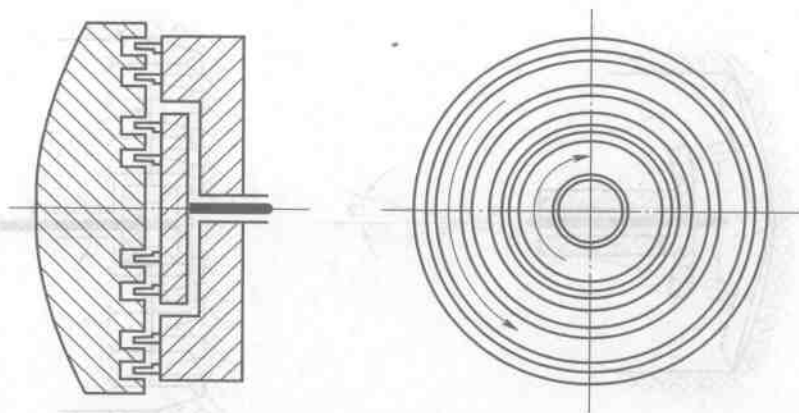


图 1—4 转子式工作机构

转子式工作机构的优点是：可在掘进断面上掘出不同半径的同心圆沟槽，两沟槽之间的煤岩可用破碎器折断或自行落下。其缺点是：这种截割圆盘整体旋转的工作方式会使掘进机承受相当大的反向力矩；并且在这种转子式工作机构同心的工作圆盘中，离旋转中心不同半径处所布置刀具的载荷和磨损情况都不相同。

为加强机器的工作稳定性，可以采取适当地增加机器质量，或者采用两个旋转方向相反的同心圆盘工作机构的方法，以平衡反向力矩。

2) 行星式。行星式工作机构如图 1—5 所示，它的结构特点是：在数个工作圆盘上设有截割刀具。它的工作方式是：工作时刀具做复合运动，即每个工作圆盘除绕本身的转轴转动外，还绕掘进机的中心轴线做公转运动。

(2) 部分断面巷道掘进机

部分断面巷道掘进机的工作机构仅能同时截割工作面煤岩断面的一部分，为截割破落整个工作面的煤岩，必须在断面内多次连续地移动工作机构的截割头，其截割示意图如图 1—6 所示。将不同形式的截割头安装在工作机构的悬臂上，悬臂又可沿工作面的水平或垂直方向做左右或上下的摆动，所以又称悬臂式掘进机。

悬臂式巷道掘进机目前在国内外的煤岩掘进机当中得到广泛应用，这是因为悬臂式掘进机具有以下突出的优点：

1) 由于工作机构可在机器的允许范围内任意摆动，截割头能够掘出任意形状、不同断面的巷道，可以卧底、钻柱窝和挖水沟，还可以分别截割半煤岩巷道的煤和岩石，对采准巷道断面的规格、形状和煤岩赋存情况的适应性好，所掘巷道断面的变化范围较宽。

2) 能把较小的额定功率集中在工作面煤岩的截割部位。截割头的断面小，工作阻力较小，具有进尺快、工效高的效能。

3) 悬臂式工作机构的外形尺寸比掘进断面小，便于维修和更换截齿，也便于在机器附近或靠近掘进工作面处安装临时液压自移支架或进行人工支护，空顶面积小，有利于安全生产，从而扩大了使用范围。

4) 悬臂式掘进机的各种机构和部件在结构上利于系列化，可以采取定型的工作机构进行更换，以便于机动地适应各种复杂的矿山地质条件。

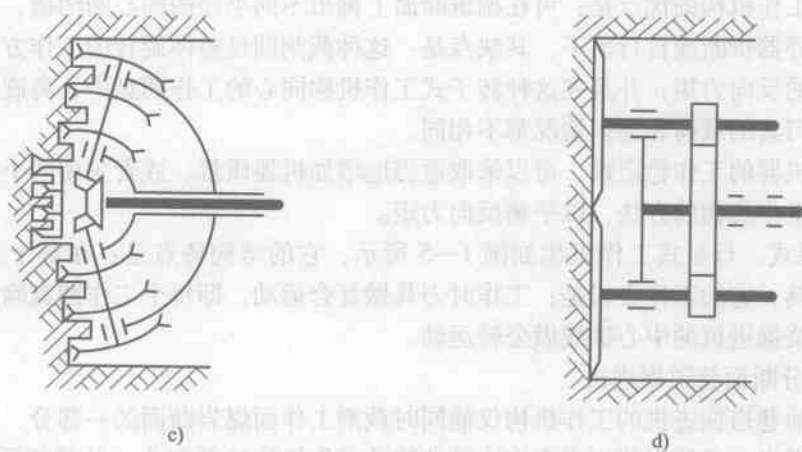
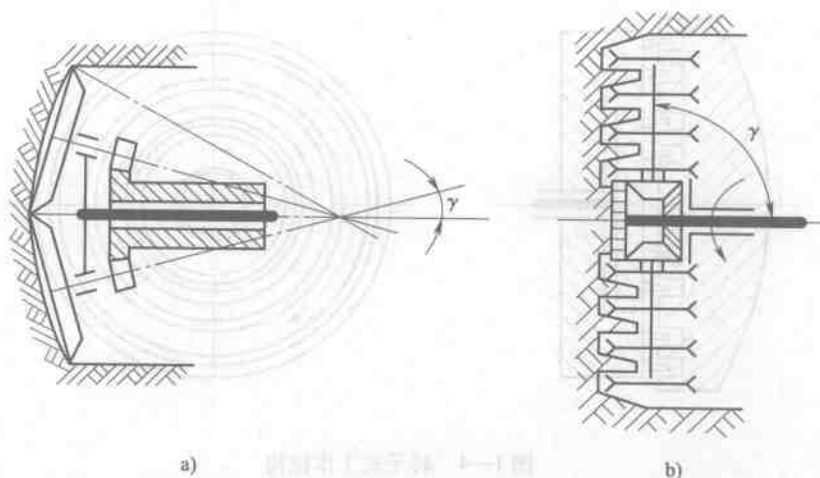


图 1—5 行星式工作机构
a) $\gamma < 90^\circ$ b) $\gamma = 90^\circ$ c) $\gamma > 90^\circ$ d) $\gamma = 0^\circ$

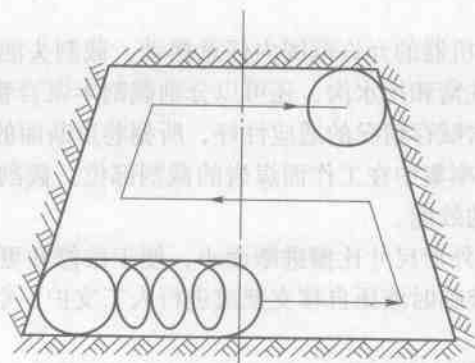


图 1—6 部分断面巷道掘进机截割示意图

3. 悬臂式掘进机的分类

目前,国内外悬臂式掘进机的种类很多,应用也不尽相同,下面分别进行介绍。

(1) 按工作机构分类

1) 根据截割头的布置方式不同,悬臂式掘进机可分为以下两类:

①横轴式。横轴式工作机构中截割头的旋转轴

与悬臂主轴垂直布置,如图1—7所示。

a. 应用。在AM—50型掘进机以及国产EBH系列型号的掘进机中得到应用。

b. 优点。巷道掘进机的截割阻力易被机体自重所吸收,故与纵轴式巷道掘进机相比,在同样功率的情况下,横轴式巷道掘进机的质量要轻1/3左右。因此,可以在截割过程中截割抗压强度较高的岩石。

c. 缺点。这种巷道掘进机的截割头一般不易截出平整的巷道侧壁,在巷道两侧壁上会出现与截割头形状相应的台阶,其形状如图1—8所示。为此,必须加设专门的附属设备,或通过控制行走机构,或者将截割臂做成铰接式结构,使截割臂的伸出长度可以调节,才能截割出平整的巷道侧壁。

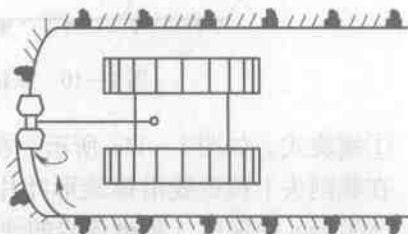


图1—7 横轴式工作机构

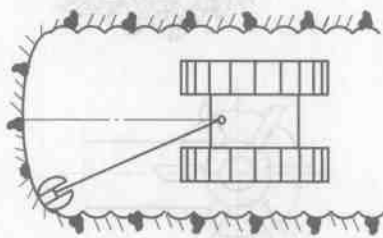
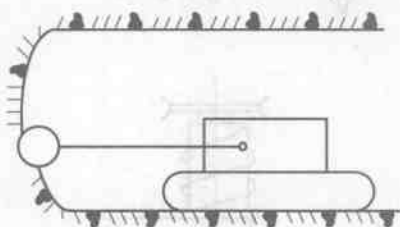


图1—8 横轴式巷道掘进机所掘巷道侧壁的形状

②纵轴式。纵轴式工作机构中截割头的旋转轴与悬臂主轴同轴布置,如图1—9所示。在截割过程中,截割头的整个一侧剥落煤岩。

a. 应用。在国产ELMB型、EBZ型及S100, S150和S200系列掘进机中得到广泛应用。

b. 优点。当截割头的形状和悬臂的铰接点与巷道断面形状相适应时,能够截割出平整的巷道,其巷道侧壁的形状如图1—10所示。

c. 缺点。纵轴式截割头的反作用力较大,为了提高掘进机的工作稳定性,一般机体的质量较大,不利于巷道掘进机的拆装和运输。

以上两种工作机构适用于煤巷和半煤岩巷道。在使用效果方面各有优缺点。

2) 根据工作机构截割头的形状不同,可分为以下4种类型:

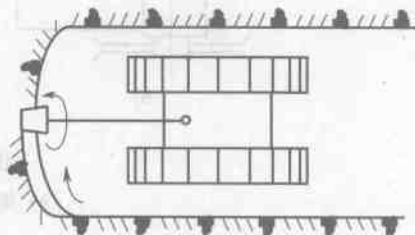


图1—9 纵轴式工作机构

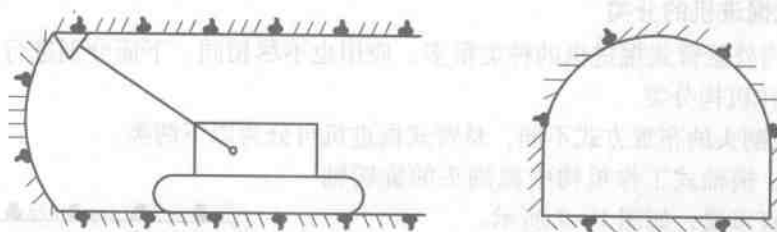


图 1—10 纵轴式巷道掘进机所掘巷道侧壁的形状

①螺旋式。如图 1—11a 所示，在工作机构悬臂上装有圆锥形、半球形螺旋钻削式截割头，在截割头上按截线沿螺旋形叶片排列截齿。掘进时，先将旋转的截割头伸入煤或软岩 400 ~ 800 mm 的深度（根据煤岩的硬度决定），然后循环地沿工作面摆动截割臂，即可掘出所要求的巷道断面。

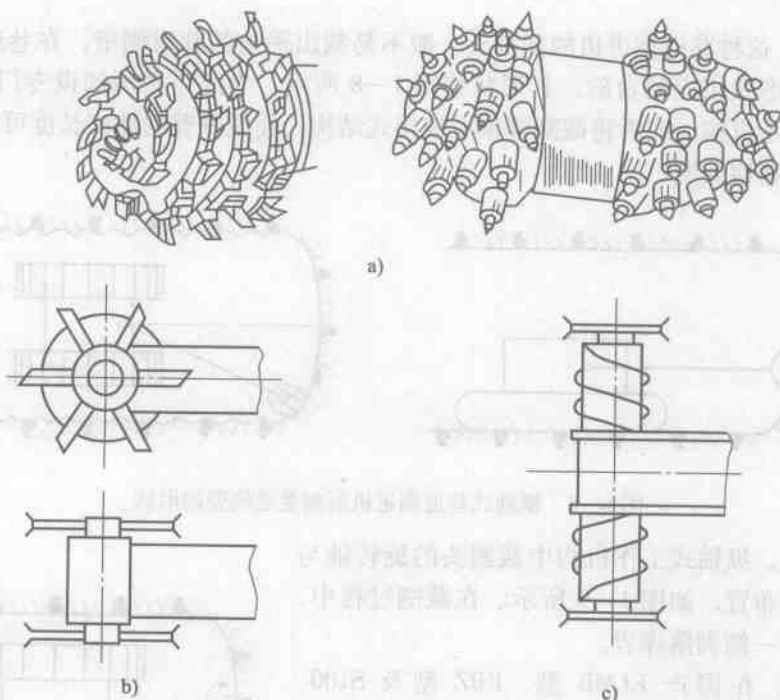


图 1—11 截割头的类型

a) 螺旋式 b) 铣盘式 c) 滚筒式

②铣盘式。如图 1—11b 所示，这种截割头靠对称地安装在悬臂上的一对截割铣盘来破碎煤或软岩。工作时，铣盘垂直于工作面旋转，一面向工作面推进，一面向悬臂摆动的同时掘出所要求的巷道断面。

③滚筒式。如图 1—11c 所示，在工作悬臂的端部两侧各安装一个绕水平轴线转动的螺旋滚筒，其上安装截齿。为保证悬臂受力均衡，两个滚筒的螺旋方向应当相反。掘进机开始工作时先将悬臂升到最高位置，使其滚筒旋转并给滚筒一个推进力，当截深达到一定数值后

(一般略小于滚筒直径),则停止推进。此时悬臂开始向下摆动,截割至巷道底板,即可掘出所要求的巷道高度。如果截割宽度不够,可分别向两侧摆动悬臂,循环地进行截割,即可掘出所要求的巷道断面。

④综合式。为减少破碎煤或岩石的能耗,有些掘进机装有不同形式的工作机构。工作时在巷道断面上先截出不同形状的沟槽,然后将留存的岩梁折断截落,以达到低耗高效的目的。

(2) 按装载机构分类

按照巷道掘进机装载机构的不同,可分为铲斗式、耙爪式、环形刮板链式、螺旋式及星轮式等。目前,在煤巷掘进机和半煤岩巷掘进机中以耙爪式和星轮式应用最多,而在岩巷掘进机中则多采用铲斗式。

1) 铲斗式装载机构。铲斗式装载机构适用于全断面巷道掘进机,如图1—12a所示。掘进机工作时,安装在圆盘后端面上的铲斗随圆盘转动,在下部位置铲取被破碎的煤岩。当铲斗转到上部位置时,铲斗中的煤岩落入料槽,由胶带输送机运至相应位置。

2) 耙爪式装载机构。耙爪式装载机构适用于部分断面巷道掘进机,与悬臂式工作机构配合使用,如图1—12b所示。这种装载方式是采用平面连杆机构中的曲柄摇杆机构或弧形导杆机构耙集并装载煤岩的。为了扩大装载宽度,可在装载耙爪上安装副耙爪进行装载。

3) 环形刮板链式装载机构。这种装载机构又可分为单环形刮板链式装载机构和双环形刮板链式装载机构两种。

①双环形刮板链式装载机构。如图1—12c所示,它由两组并排的刮板链组成。两组悬臂刮板链相向旋转,将煤岩装入运输机构。

②单环形刮板链式装载机构。如图1—12d所示,它由一组环形刮板链组成。环形刮板链可将煤岩直接装载到机体后面的转载机上,一般称为大环形刮板链式;或将煤岩装载到掘进机的中间输送机构上,一般称为小环形刮板链式。

对于环形刮板链式装载机构,由于它采用单方向装载,在装载边易形成煤岩的堆积现象,从而造成卡链或断链事故。同时,由于链式机构磨损较大,功率消耗较大,使用效果不如耙爪式装载机构。但这种装载机构制造简单,能够利用目前常用的输送机的通用零件,也具有一定优点。

4) 螺旋式装载机构。如图1—12e所示,这种装载机构是利用左、右两个旋向相反的螺旋滚筒,将煤岩推向中部的中间输送机构。这种装载机构目前很少应用。

5) 星轮式装载机构。如图1—12f所示,左、右星轮分别在低速大功率液压马达的驱动下做等速正、反向回转,星轮做圆周运动,耙装煤岩。

(3) 按行走机构分类

巷道掘进机的行走机构可分为履带式、液压迈步式和轮胎式等,其中轮胎式应用较少。

1) 履带式行走机构。履带式行走机构目前在煤巷、半煤岩巷掘进机中应用最广泛。它具有调动速度快,机动性好,对底板比压小以及不受顶、底板限制等优点。这种行走机构的缺点是受上、下山坡度的限制,以及横向稳定性差等。

2) 液压迈步式行走机构。这种行走机构广泛地应用于岩巷掘进机中,在煤巷、半煤岩巷掘进机中也有应用。

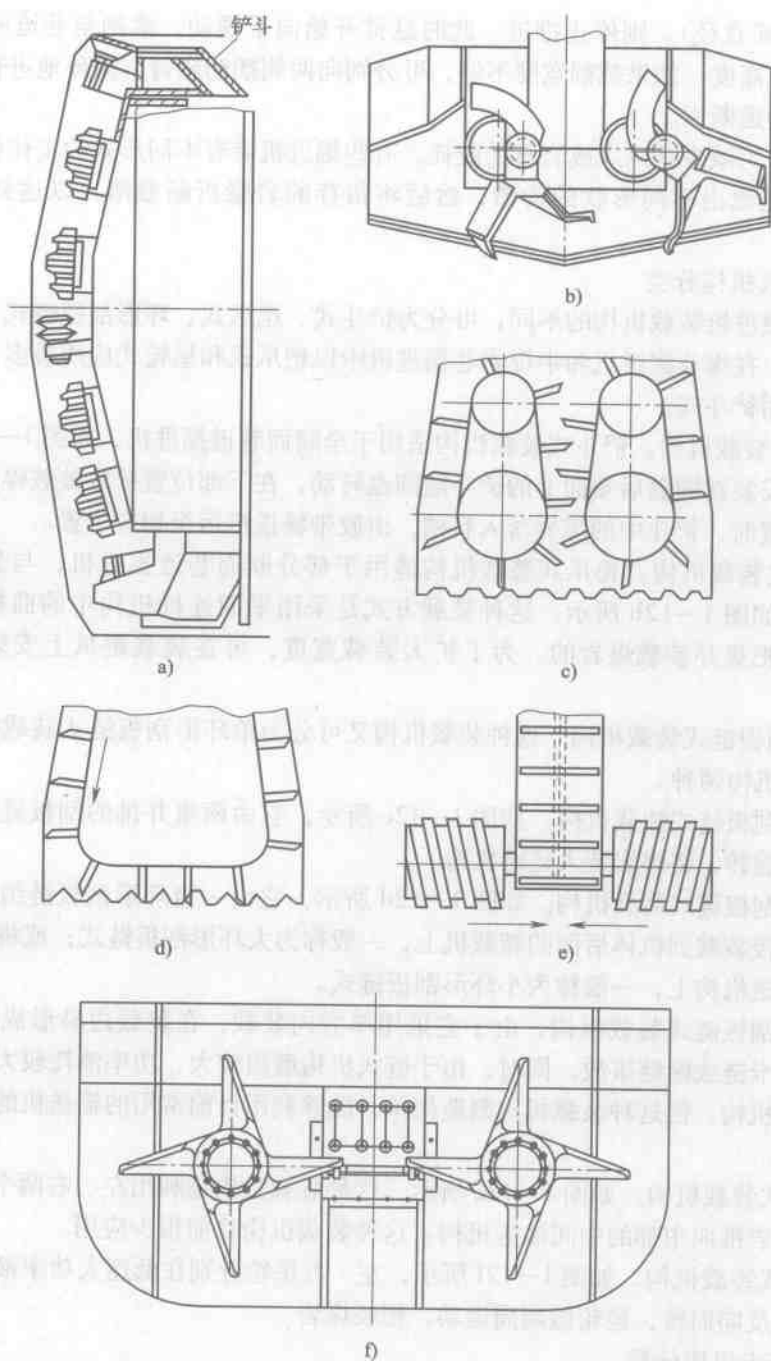


图 1—12 巷道掘进机的装载机构

a) 铲斗式 b) 耙爪式 c) 双环形刮板链式 d) 单环形刮板链式 e) 螺旋式 f) 星轮式

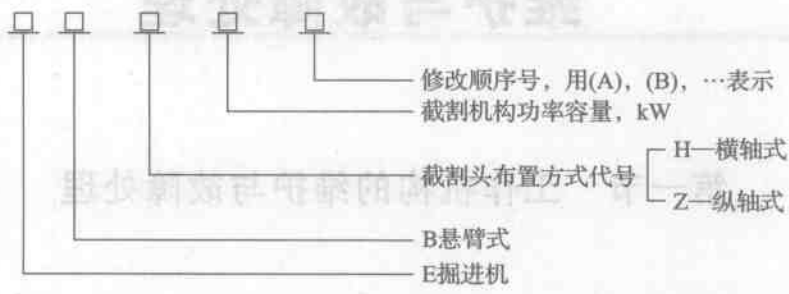
在岩巷掘进机中，机器的行走是通过一对水平支撑油缸撑紧于巷道侧壁，由与水平支撑机构铰接的推进油缸将活塞杆伸出，带动机体前进来实现的。机体前进后，缩回水平支撑油缸，再由推进油缸以机体为支点将活塞杆缩回，带动水平支撑机构前进，完成一次迈步循环。

在煤巷与半煤岩巷掘进机中，液压迈步式行走机构的工作原理与回采工作面液压迈步支架的原理相同。与双作用式推进油缸相铰接的机架与支架互为支撑，交替向前移动，达到掘进机行走的目的，因此称为液压迈步式行走机构。

借助于液压迈步系统，掘进机可在走向倾斜和横向倾斜较大的条件下使用。机器的支撑装置起到了掩护顶板临时支护的作用。

六、国产掘进机型号的编制方法

根据 MT138—1995《悬臂式掘进机 型式与参数》中规定：悬臂式掘进机的型号以截割头布置方式和截割机构功率容量来表示，其编制方法如下：



型号示例：EBZ55 即表示悬臂式掘进机、纵轴式、截割机构功率为 55 kW。

思考与练习

- 1. 掘进机的总体结构由哪几部分组成？各部分的作用是什么？
- 2. 掘进机按截割头布置方式不同可分为哪几种？各有什么区别？
- 3. 横轴式和纵轴式掘进机各有什么特点？
- 4. 试描述综掘工作面的设备布置，并完整地叙述整个工作流程。