



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13·5” GUIHUA JIAOCAI

# 矿山机械

主编 魏大恩



冶金工业出版社  
www.cnmp.com.cn



Metallurgical Industry Press

冶金工业出版社

# KUANGSHAN JIXIE



体验更多精彩内容

尽在冶金工业出版社微信平台

ISBN 978-7-5024-7371-6



9 787502 473716 >

定价 48.00 元

销售分类建议：地质·采选



普通高等教育“十三五”规划教材

# 矿 山 机 械

主 编 魏大恩

副主编 杨晓明 陈国山 郑建军 杨明春

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2017

## 内 容 提 要

本书按设备基本类型分为10章,主要介绍了矿产资源露天开采设备和地下开采设备的基本结构、工作原理、性能参数、设备选型匹配等内容。其中露天开采设备包括穿孔设备(潜孔钻机、牙轮钻机)、采装设备(单斗挖掘机、液压挖掘机)和运输设备(矿用自卸汽车)三个方面;地下开采设备包括钻孔设备(凿岩机、凿岩钻车)、采装机械(电耙、铲运机、装运机)、运输机械(电机车、矿车、地下矿用汽车)、提升机械(罐笼、箕斗、提升机)、矿山辅助机械(通风机主扇、水泵、空压机)五个方面。书中所涉设备或为典型,或为当下应用主流。

本书可作为高等院校采矿工程、矿山机械等专业的教学用书,也可作为从事矿山工程机械设计、制造、使用与维修、管理等工程技术人员的参考书籍和培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

矿山机械/魏大恩主编. —北京:冶金工业出版社,  
2017.1

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7371-6

I. ①矿… II. ①魏… III. ①矿山机械—高等  
学校—教材 IV. ①TD4

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第273025号

出版人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 陈慰萍 美术编辑 吕欣童 版式设计 彭子赫

责任校对 卿文春 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7371-6

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2017年1月第1版,2017年1月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;17.5印张;422千字;267页

48.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

## 前 言

采矿业是国民经济的基础性产业，其工艺和技术的发展离不开其作业工具——矿山机械的发展和进步。

对金属、非金属矿产资源机械开采而言，露天开采包括穿孔爆破、采装、运输、排土等主要工艺，地下开采包括井巷掘进与支护、矿岩运输与提升、通风与排水、动力与压气供应等开拓工程以及落矿、矿石运搬、地压管理等回采过程，这些工艺和过程都需要通过相应的矿山机械来完成，以降低劳动强度，提高产能和效率，提升安全技术水平。因此，矿山机械包括凿岩机械、采装机械、运输机械、提升机械和辅助机械（如空气压缩机、通风设备、排水设备等）。

金属、非金属采矿工程本科专业学生应当学习和掌握矿山机械的功能、结构、工作原理、设备选型匹配等方面的基础知识，甚至需要具备一定的操作、维修技能。

为适应当下连续开采、高效开采要求，矿山采掘设备朝大型化、自动化方向发展和应用，因此选择凿岩机、凿岩钻车、潜孔钻机、牙轮钻机、挖掘机、电动轮自卸汽车等高效率穿孔、采装、运输机械成为本书的重要组成部分。本书所选的这些机械设备均为典型设备或主流设备。

本书由攀枝花学院魏大恩担任主编，东北大学杨晓明、吉林电子信息职业技术学院陈国山、内蒙古科技大学郑建军、四川机电职业技术学院杨明春担任副主编。参加本书编写工作的还有攀枝花学院蒋成荣和黄毅、内蒙古科技大学陈世江、江西理工大学李晓波和王晓军、东华理工大学谢胜军和杜勋、武汉理工大学黄刚。具体分工如下：第1、4章由魏大恩编写，第2章由蒋成荣、黄毅编写，第3章由杨明春编写，第5章由杨晓明编写，第6章由郑建军、陈世江编写，第7章由谢胜军、杜勋编写，第8章由黄刚编写，第9章由陈国山编写，第10章由李晓波、王晓军编写。

本书在编写过程中，参考了很多的文献，在此对这些文献的作者表示诚挚的感谢。

限于编者水平所限，书中不足之处，欢迎广大读者斧正。

编 者

2016年8月

# 目 录

## 第 1 篇 凿岩机械

1 凿岩机 .....	1
1.1 凿岩机概述 .....	1
1.1.1 凿岩机分类 .....	1
1.1.2 凿岩机凿岩原理 .....	2
1.2 凿岩钎具 .....	2
1.2.1 钎具分类 .....	2
1.2.2 钎头 .....	3
1.2.3 钎尾 .....	5
1.2.4 连接套 .....	6
1.2.5 钎具的能量传输原理 .....	7
1.3 气动凿岩机 .....	7
1.3.1 YT23 型凿岩机 .....	8
1.3.2 YT24 型凿岩机 .....	15
1.3.3 YTP26 型凿岩机 .....	16
1.3.4 YSP45 型凿岩机 .....	17
1.3.5 YG80 型凿岩机 .....	19
1.3.6 YGZ90 型凿岩机 .....	20
1.3.7 风动支柱与圆盘导轨架 .....	22
1.4 液压凿岩机 .....	25
1.4.1 常用液压凿岩机工作原理 .....	26
1.4.2 液压凿岩机基本结构 .....	28
1.4.3 液压凿岩机的性能参数 .....	32
1.4.4 液压凿岩机的工作参数 .....	33
1.4.5 液压凿岩机的选型 .....	34
复习思考题 .....	34
2 凿岩钻车 .....	35
2.1 凿岩钻车概述 .....	35
2.1.1 露天凿岩钻车的类型、特点及适用范围 .....	35

IV	
2.1.2	地下凿岩钻车的类型、特点及适用范围 ..... 36
2.1.3	凿岩钻车的选型 ..... 37
2.2	掘进凿岩钻车 ..... 39
2.2.1	掘进凿岩钻车组成 ..... 39
2.2.2	掘进凿岩钻车结构及工作原理 ..... 41
2.3	采矿凿岩钻车 ..... 48
2.3.1	采矿凿岩钻车基本动作 ..... 48
2.3.2	采矿凿岩钻车结构组成 ..... 49
2.3.3	采矿凿岩钻车结构与工作原理 ..... 49
2.4	露天凿岩钻车 ..... 55
2.4.1	凿岩机 ..... 55
2.4.2	推进器 ..... 55
2.4.3	大臂 ..... 56
2.4.4	底盘 ..... 57
2.4.5	液压系统 ..... 57
2.4.6	气路系统 ..... 58
2.4.7	电缆绞盘 ..... 58
	复习思考题 ..... 59
3	潜孔钻机 ..... 60
3.1	潜孔钻机概述 ..... 60
3.1.1	潜孔钻机的工作原理 ..... 60
3.1.2	潜孔钻机的分类 ..... 61
3.1.3	潜孔钻机的特点及适用范围 ..... 62
3.2	露天潜孔钻机 ..... 62
3.2.1	钻架与机架 ..... 63
3.2.2	回转供风机构 ..... 64
3.2.3	提升调压机构 ..... 66
3.2.4	接卸钻杆机构 ..... 67
3.2.5	起落钻架机构 ..... 68
3.2.6	行走机构 ..... 68
3.2.7	除尘系统 ..... 68
3.2.8	司机室和机棚的空气净化与调节装置 ..... 72
3.3	潜孔钻具 ..... 73
3.3.1	钻杆 ..... 73
3.3.2	冲击器 ..... 74
3.3.3	钻头 ..... 76
3.4	设备选型 ..... 77
3.4.1	钻头的选择 ..... 77



3.4.2	钻杆的选型	78
3.4.3	冲击器的选型	78
3.4.4	钻机选择	78
3.5	地下潜孔钻机	81
3.5.1	QZJ-100B 型潜孔钻机	81
3.5.2	DQ-150J 型潜孔钻机	82
3.5.3	Simba260 系列潜孔钻机	83
	复习思考题	84
4	牙轮钻机	85
4.1	牙轮钻头	86
4.1.1	牙轮钻头的基本结构	86
4.1.2	牙轮钻头的结构参数	89
4.1.3	牙轮的布置形式	89
4.1.4	牙轮钻头的工作原理	90
4.1.5	牙轮钻头的破岩原理	92
4.2	KY-310 型牙轮钻机	94
4.2.1	钻杆	95
4.2.2	钻架和机架	96
4.2.3	回转供风机构	96
4.2.4	加压提升机构	99
4.2.5	接卸及存放钻杆机构	102
4.2.6	行走机构	103
4.2.7	除尘系统	104
4.2.8	司机室和机棚	105
4.2.9	液压系统	105
4.2.10	压力控制系统	107
4.3	牙轮钻机选型	108
4.3.1	整机性能	108
4.3.2	整机性能参数	109
4.3.3	基本工作参数	109
	复习思考题	112

## 第 2 篇 装载机械

5	露天装载机械	113
5.1	单斗机械挖掘机	113
5.1.1	单斗机械挖掘机的工作原理及结构	114

5.1.2	单斗机械挖掘机的主要工作参数	118
5.1.3	单斗机械挖掘机选型	120
5.2	液压挖掘机	122
5.2.1	液压挖掘机的工作原理	122
5.2.2	液压挖掘机的结构组成	124
5.2.3	液压挖掘机的工作方式	127
5.2.4	液压挖掘机主要技术参数	129
5.2.5	液压挖掘机的选型	129
	复习思考题	132
6	地下装载机械	133
6.1	地下装运机	133
6.1.1	气动装运机	134
6.1.2	柴油装运机	142
6.2	地下铲运机	144
6.2.1	地下铲运机的分类	145
6.2.2	地下铲运机的特点	145
6.2.3	地下铲运机的适用范围与使用条件	146
6.2.4	地下铲运机的工作过程	146
6.2.5	地下铲运机的基本结构	147
6.2.6	地下铲运机的选型	158
6.3	电耙	165
6.3.1	电耙结构	166
6.3.2	电耙主要技术参数	170
6.4	装渣机械	172
6.4.1	铲斗装载机	172
6.4.2	扒爪类装载机	174
6.4.3	挖斗装载机	179
6.4.4	耙斗装载机	180
6.4.5	装载机的选择	181
	复习思考题	182

### 第3篇 运输与提升机械

7	巷道运输机械	183
7.1	牵引电机车	183
7.1.1	电机车的分类	183
7.1.2	矿用电机车的电气结构	184

7.1.3 矿用电机车的机械结构 .....	187
7.2 矿车 .....	190
7.2.1 矿车的结构 .....	190
7.2.2 矿车的类型 .....	191
7.3 轨道 .....	196
7.3.1 矿井轨道的结构 .....	196
7.3.2 弯曲轨道 .....	200
7.3.3 轨道的衔接 .....	202
7.4 巷道辅助机械 .....	208
7.4.1 矿车运行控制设备 .....	208
7.4.2 矿车卸载设备 .....	210
7.4.3 矿车调动设备 .....	211
复习思考题 .....	215
8 矿用自卸汽车 .....	216
8.1 露天矿自卸汽车 .....	216
8.1.1 露天矿自卸汽车运输的特点与应用 .....	216
8.1.2 露天矿自卸汽车的分类 .....	217
8.1.3 露天矿自卸汽车的结构 .....	218
8.1.4 露天矿自卸汽车的选型 .....	227
8.2 地下矿用汽车 .....	230
8.2.1 地下矿用汽车的分类 .....	230
8.2.2 地下矿用汽车的特点与应用 .....	231
8.2.3 地下矿用自卸汽车的结构 .....	232
复习思考题 .....	234
9 矿井提升机械 .....	235
9.1 竖井提升机械 .....	235
9.1.1 罐笼 .....	235
9.1.2 竖井箕斗 .....	238
9.1.3 罐笼箕斗 .....	241
9.2 斜井提升机械 .....	241
9.2.1 斜井箕斗 .....	241
9.2.2 串车 .....	242
9.2.3 台车 .....	243
9.2.4 人车 .....	243
9.3 矿井提升机 .....	245
9.3.1 单绳缠绕式提升机 .....	245
9.3.2 多绳摩擦式提升机 .....	247
复习思考题 .....	249

## 第 4 篇 辅助机械

10 矿山压气、通风和排水机械 .....	251
10.1 矿山空气压缩机 .....	251
10.1.1 常用空气压缩机 .....	252
10.1.2 空气压缩机辅助设备 .....	256
10.2 矿用通风机 .....	258
10.2.1 离心式通风机 .....	259
10.2.2 轴流式通风机 .....	261
10.3 矿山排水设备 .....	262
10.3.1 矿井排水设备的组成 .....	263
10.3.2 离心式水泵 .....	263
复习思考题 .....	266
参考文献 .....	267

# 凿岩机械

本篇包括第1~4章, 主要介绍凿岩机、凿岩钻车、潜孔钻机、牙轮钻机。

在采矿工作中, 承担凿岩工作的设备统称凿岩机械或钻孔机械。采矿根据方式的不同, 有露天开采和地下开采两种。相应的, 凿岩机械也分为露天开采凿岩机械和地下开采凿岩机械两种。露天开采凿岩机械包括露天凿岩钻车、露天潜孔钻机和牙轮钻机。地下开采凿岩机械包括凿岩机、掘进凿岩钻车、采矿凿岩钻车和地下潜孔钻机。

## 1 凿岩机

### 【学习要求】

- (1) 了解凿岩钎具的分类、结构、应用。
- (2) 掌握气动凿岩机的工作原理、构造、性能参数。
- (3) 了解常用的气动凿岩机类型。
- (4) 掌握液压凿岩机的工作原理、构造、性能参数。
- (5) 能够完成液压凿岩机的选型。

## 1.1 凿岩机概述

### 1.1.1 凿岩机分类

根据《凿岩机械与气动工具产品型号编制方法》(JB/T 1590—2010), 凿岩机型号依次由其类别、组别、型别、产品主参数、产品改进设计状态和制造企业标识等产品特征信息代码组成。当产品主参数系双主参数时, 应采用斜杠“/”将其分隔; 企业标识码为可选要素, 其余为必备要素。例如, YT表示气腿式凿岩机, 其中Y表示凿岩机(岩)的类别, 组别为气动, T为型别代号(气腿式); YSP表示向上式高频凿岩机, S表示型别代号为上向式, P表示特性代号(高频); YGP表示导轨式高频凿岩机, G表示其型别代号为导轨式。FT表示气腿, 其中F表示该气腿的类别为辅助凿岩设备(辅), T为该气腿的

组别。

### 1.1.2 凿岩机凿岩原理

冲击回转式凿岩适用于钻凿硬岩，主要有冲击、回转、排粉三个过程。其代表机具是凿岩机，其工作原理如图 1-1 所示。

凿岩机的冲击配气机构推动活塞以 30 ~ 60Hz 的频率做往复运动，以一定的动能打击钎尾，通过钎杆传递到刃角为  $\alpha$  的钎头，对孔底及旁侧岩石施加轴向冲击压力  $F$ ，形成一道深度为  $h$  的凿痕 I-I。随着凿岩机的冲击配气机构活塞做回程运动，转钎机构随即将钎杆回转一定角度  $\beta$ ，凿岩机的冲击配气机构推动活塞再次冲击钎尾，于是在新位置形成第二道凿痕 II-II。两道凿痕之间的扇形岩瘤借助钎头切削刃上所产生的水平分力  $F_j$  剪碎。如此循环往复，钎头不断凿碎孔底岩石而形成炮孔。随着炮孔逐渐加深，必须及时排除岩粉。

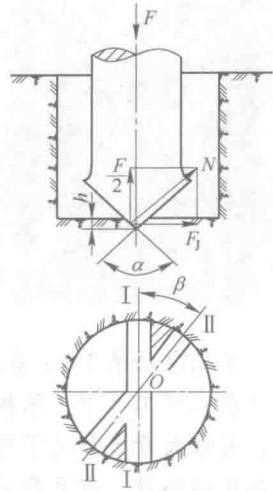


图 1-1 冲击回转式凿岩原理

## 1.2 凿岩钎具

通常把凿岩机使用的凿岩工具称为钎具，把潜孔钻机、牙轮钻机等钻凿大孔径的工具称为钻具。它们对凿岩速度有较大影响，只有合理选择钎（钻）具，才能充分发挥凿岩机的效率。

### 1.2.1 钎具分类

钎具由钎头、钎杆、钎尾组成。三者连成一体的称为整体钎子（见图 1-2），采用实心钎钢制作。整体钎子凿岩速度稍高，拔钎阻力较小，无须连接钎头，但其寿命必须和钎头寿命相适应，方能同步报废。一字形钎头整体钎子因其制造、修磨最简便，在整体致密岩石中凿岩的经济性好，常被优先使用。钎头或钎尾可以从钎杆上拆卸下来的称为分体钎子（见图 1-3）。整体钎子和分体钎子都仅有一根钎杆，不能延长，只能钻凿小直径浅孔。



图 1-2 整体钎子的结构



图 1-3 分体钎子的结构

1—钎柄端面；2—钎杆；3—钎肩；4—杆体；5—冲洗孔；  
6—钎头； $L_1$ —钎柄长度； $L$ —钎杆长度

钎头、多根钎杆（中继钎杆）、钎尾分别由连接套相连接的称作接杆钎子（见图 1-4），接杆钎子主要用于中深孔凿岩。

浅孔凿岩接杆钎杆由中继钎杆（见图 1-5）和尾钎杆（见图 1-6）组成。其按结构可分为带六角钎柄的锥体连接钎杆（见图 1-7）和带螺纹钎柄的螺纹连接钎杆；按截面形状

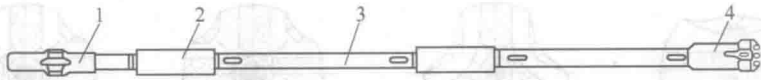


图 1-4 接杆钎子的结构

1—钎尾；2—连接套；3—钎杆；4—钎头

可分为带中心孔的正六角形钎杆和带中心孔的圆形钎杆。一般小直径钎杆都是用六角中空钎钢制造，大直径钎杆多用圆形中空钎钢制造。中深孔凿岩采用螺纹连接的接杆钎杆，其螺纹形状有波形螺纹（R）、复合螺纹（HL）、梯形螺纹（T(FI)) 三种形式，与具有相应螺纹形式的钎头连接。

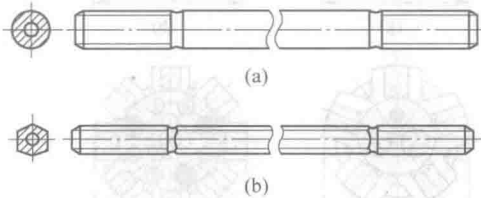
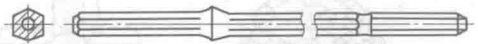
图 1-5 中继钎杆的结构  
(a) 圆形杆；(b) 六角形杆

图 1-6 尾钎杆的结构

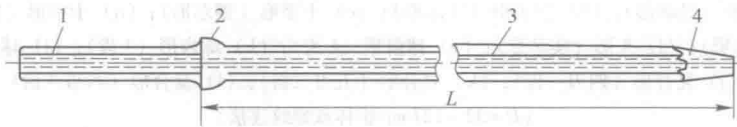


图 1-7 锥体连接钎杆结构

1—钎柄；2—钎肩；3—钎杆；4—锥体； $L$ —钎杆长度

### 1.2.2 钎头

根据钎头上所镶硬质合金的形状不同，钎头分为刀片形钎头、球齿形钎头和复合片齿型钎头三大类。每种类型具有不同的布置方式，如图 1-8 所示。

(1) 刀片钎头。刀片型钎头的布置方式有一字形、三刃形、十字形、X 形等，如图 1-8 (a) ~ (f) 所示。其特点为：

- 1) 整体坚固性好，可钻凿任何种类岩石。
- 2) 使用寿命长。
- 3) 合金利用率较高，合金片残留刃高，可降至 8mm 以下，且可回收利用。
- 4) 最大直径受限制（一字形、三刃形不大于 45mm，十字形不大于 64mm，X 形一般不大于 89mm）。

5) 钎刃受力与磨损不均匀，导致钎刃外缘破岩效率低而磨损快，钎刃中心部分则原地重复破碎岩石，磨损缓慢。

6) 修磨频繁，造成总的凿岩效率低，工人劳动强度大。

许多工业发达国家现在已淘汰了一字形钎头。

(2) 球齿形钎头。球齿形钎头的布置方式有 3 齿、4 齿、……、22 齿等，如图 1-8

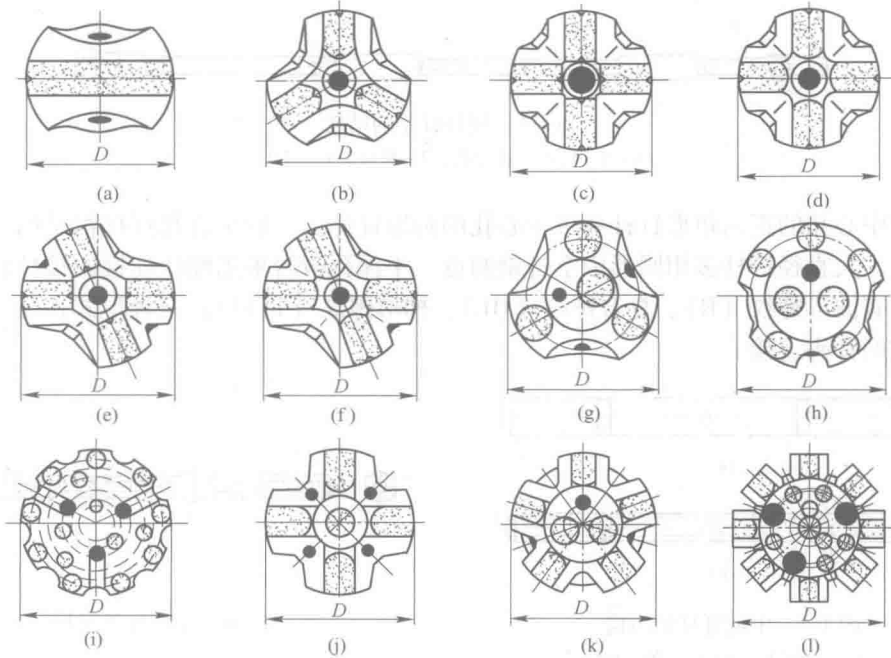


图 1-8 钎头的类型 (端面图)

(a) 一字形 (马蹄形); (b) 三刃形 (实芯形); (c) 十字形 (镶芯形); (d) 十字形 (实芯形);  
 (e) X形 (镶芯形); (f) X形 (实芯形); (g) 球齿形 (4 齿); (h) 球齿形 (7 齿); (i) 球齿形 (15 齿);  
 (j) 复合形 (四刃一齿); (k) 复合形 (五刃二齿); (l) 复合形 (八刃八齿)  
 ( $D = 32 \sim 127\text{mm}$  锥体或螺纹连接)

(g) ~ (i) 所示。其特点为:

- 1) 布齿自由, 可根据凿孔直径和破岩负荷大小, 合理确定边、中齿数目及位置。
- 2) 破岩效率高, 既可有效地消除破岩盲区, 又避免了岩屑的重复破碎。
- 3) 不修磨寿命长, 重磨工作量小。
- 4) 钎头直径不受限制。
- 5) 边齿承受弯曲应力, 抗冲击能力低。
- 6) 外缘钢体接触矿岩, 抗径向磨损能力低。
- 7) 不适用于单轴抗压强度不小于  $350\text{MPa}$  的极坚韧矿岩。

(3) 复合片齿形钎头。复合片齿形钎头的布置方式有三刃一齿型、四刃一齿型、五刃三齿型、八刃八齿型等, 如图 1-8 (j) ~ (l) 所示。其兼具刀片形钎头和球齿形钎头的优点, 并避免二者的缺点。

- 1) 整体坚固性好, 边刃与中齿均承受压应力, 刃锋尖锐, 可钻凿任何岩石。
- 2) 众多边刃外侧直接接触孔壁岩石, 抗径向磨损能力强。
- 3) 边刃与中齿受力与磨损均匀, 钝化周期较长。
- 4) 钎头直径不受限制。
- 5) 边刃可用小规格砂轮修复, 且合金磨损量小, 重磨费用降低。
- 6) 使用寿命长, 为同直径刀片或球齿钎头寿命的 2 倍以上。
- 7) 合金有效利用率高, 残留刃齿可回收利用。



8) 需配备经过技术培训的专职钎头修磨工。

钎头采用锥体(见图 1-9)或螺纹(见图 1-10)与钎杆连接。

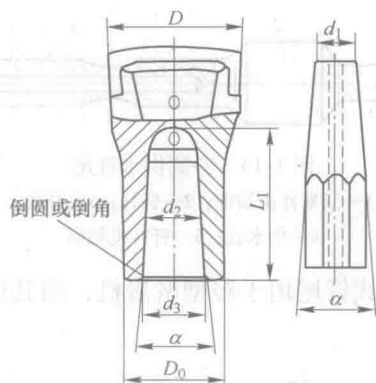


图 1-9 锥体连接钎头

$D$ —钎头大端直径;  $D_0$ —钎头小端直径;

$d_1$ —钎杆锥体小端直径;  $d_2$ —钎头锥孔小端直径;

$d_3$ —钎头锥孔大端直径;  $\alpha$ —锥角;  $L_1$ —钎头锥孔深度

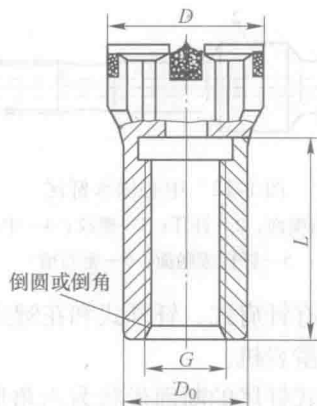


图 1-10 螺纹连接钎头

$D$ —钎头大端直径;  $D_0$ —钎头小端直径;

$G$ —钎头螺纹直径;  $L$ —钎头内孔深度

刀片钎头的结构与几何参数主要包括刀片数目与排列, 钎头相对翼厚、排粉沟与冲洗孔, 与钎杆的连接形式, 钎头直径、刃角、隙角等, 如图 1-11 (a) 所示。

球齿钎头的结构与几何参数如图 1-11 (b) 所示, 与刀片钎头不同之处主要是把刀片变为柱齿, 齿形、齿数以及布齿方式为其特点。齿形有半球齿、弹头齿、楔形齿。半球齿坚固耐磨, 为球齿钎头的基本齿形, 其缺点是容易钝化; 弹头齿的齿冠更尖一些, 易凿入岩石, 修磨寿命长, 但其坚固性和抗径向磨损能力不如半球齿; 楔形齿将弹头齿冠改作楔形齿冠, 刃角为  $70^\circ \sim 110^\circ$ , 其凿入效率最高, 但强度与耐磨性比以上两者都差。

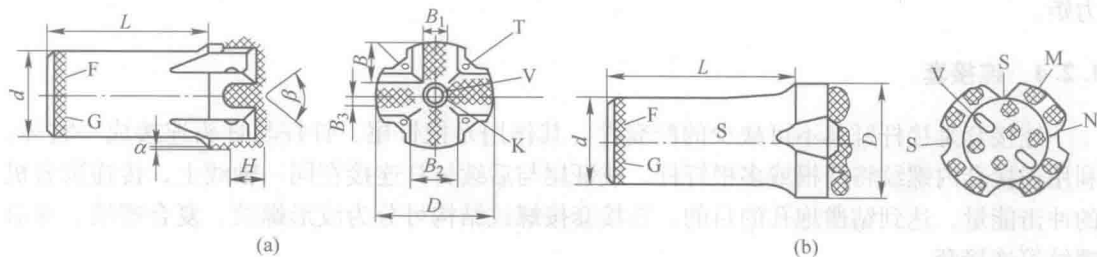


图 1-11 钎头结构其参数

(a) 刀片钎头; (b) 球齿钎头

$B$ —合金片长度;  $B_1$ —翼厚;  $B_2$ —合金片厚度;  $B_3$ —起始刃宽;  $D$ —钎头直径;  $d$ —裤体外径;

$F$ —商标;  $G$ —标牌;  $H$ —合金片高;  $K$ —隔芯;  $L$ —裤体长度;  $M$ —边齿;

$N$ —中心齿;  $S$ —排粉沟;  $T$ —旁侧冲洗孔;  $V$ —中心冲洗孔;  $\alpha$ —隙角;  $\beta$ —刃角

### 1.2.3 钎尾

钎尾一般指接杆用钎尾, 其作用是将凿岩机活塞的冲击能量传递给钎杆和钎头, 分为