

SHUKONGJICHUANG CAOZUO
JISHU YAOLING TUJIE
QINGGONG CAOZUO JISHU YAOLING TUJIE XILIE

数控机床



丛书主编 王志鑫
本书主编 王栋臣

操作技术要领图解

青工操作技术要领图解系列



山东科学技术出版社

www.lkj.com.cn

青工操作技术要领图解系列

 数控机床

操作技术要领图解

SHUKONGJICHUANG CAOZUO

JISHU YAOLING TUJIE

QINGGONG CAOZUO JISHU YAOLING TUJIE XILIE

丛书主编 王志鑫
本书主编 王栋臣
副主编 梁华国
编写人员 刘延刚
王忠

韩信
程慧
李军

杨峻

图书在版编目(CIP)数据

数控机床操作技术要领图解/王栋臣主编. — 济南:
山东科学技术出版社, 2006(2007. 重印)
(青工操作技术要领图解系列)
ISBN 7-5331-4311-6

I. 数... II. 王... III. 数控机床—图解
IV. TG659-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 018745 号

青工操作技术要领图解系列
数控机床操作技术要领图解
丛书主编 王志鑫
本书主编 王栋臣

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号
邮编: 250002 电话: (0531) 82098088
网址: www.lkj.com.cn
电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号
邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印刷者: 山东新华印刷厂

地址: 济南市胜利大街 56 号
邮编: 250001 电话: (0531) 82079112

开本: 850mm × 1168mm 1/32

印张: 9.75

版次: 2007 年 1 月第 1 版第 2 次印刷

ISBN 7-5331-4311-6

TG·28

定价: 15.50 元

目 录

第一章 数控加工基础知识/1

第一节 金属切削原理与刀具/2

第二节 金属切削加工工艺/16

第三节 零件图与公差配合/24

第四节 金属材料与热处理/38

第五节 常用量具的使用/44

第二章 数控机床应用基础/60

第一节 数控机床概述/60

第二节 数控机床的结构与工作原理/71

第三节 数控机床程序编制基础/72

第四节 数控加工工艺基础/91

第三章 数控加工程序编制/113

第一节 数控车床加工程序编制/113

第二节 加工中心加工程序的编制/138

第三节 子程序及其应用/167

第四章 数控车床的操作/174

第一节 数控机床操作概述/174

第二节 数控车床操作面板简介/175

第三节 数控车床的基本操作/181

第四节 数控车床安全操作规程/197

2 数控机床

操作技术要领图解·目录

第五章 加工中心的操作/200

第一节 加工中心操作面板简介/201

第二节 加工中心的基本操作/205

第三节 加工中心日常维护与安全操作/218

第六章 数控仿真加工系统的应用/222

第一节 数控仿真加工软件简介/222

第二节 数控车仿真加工实例/230

第三节 加工中心仿真加工实例/240

附录1 国家职业技能鉴定模拟试题(中级)/255

附录2 《数控车工国家职业标准》(中级)摘要/288

附录3 《加工中心操作工国家职业标准》(中级)摘要/293

第一章 数控加工基础知识

【学习要求】

1. 了解常用切削刀具及其切削性能和使用寿命,掌握切削用量、切削液的选择原则。
2. 了解机械加工工艺的基本概念,熟悉常用工艺守则。
3. 学会常见零件图的识读方法,明确其技术要求。
4. 了解常用金属材料的种类、牌号及其热处理方法,掌握材料的加工性能。
5. 掌握零件常用检测手段,各种量具的使用与维护方法。

学习数控机床的编程与操作,必须掌握金属切削的基本常识,包括金属切削刀具、金属材料与热处理、零件图的识读和零件检测等方面的基础知识。本章将以基础知识和感性认识为重点,从实用的角度介绍这些内容。

第一节 金属切削原理与刀具

金属切削加工是用金属刀具把工件毛坯上预留的金属材料切去,并获得图样要求的几何形状、尺寸精度及表面粗糙度的加工方法。构成机器的绝大多数零件都是用切削加工方法获得的。因此,了解切削加工过程中常用的切削刀具及其切削性能,对于保证切削加工的正确性,从而保证零件加工质量、提高生产效益及降低成本等,都有着十分重要的意义。

在金属切削加工过程中,车削加工和铣削加工完成了切削任务的绝大部分工作量,车刀、铣刀及钻头是我们要了解的重点。

一、刀具的材料

刀具的切削性能、使用寿命、切削效率不仅取决于刀具的几何形状,还取决于刀具切削部分材料的性能。因此,正确选择刀具材料是设计刀具、选用刀具的重要内容之一。

1. 刀具材料应具备的基本要求 由于刀具切削部分是在高温、高压和剧烈摩擦的环境下工作的,所以,作为切削刀具的材料,必须具备以下基本性能。

(1)高硬度 刀具切削部分材料的硬度必须高于被加工工件材料的硬度,以保证刀具切削部分在高温高压下仍然保持其锋利的几何形状。一般条件下,刀具材料的常温硬度必须在60HRC以上,特殊要求的硬度应在65HRC以上。

(2)足够的强度和韧性 由于刀具切削部分在切削过程中要承受很大的切削力和冲击力,因此要求刀具材料必须具有足够的抗弯强度和韧性,以免刀具断裂和崩刃。

(3)高耐磨性 刀具材料必须具有较高的耐磨能力,以保持

切削刃的锋利。

(4)高的耐热性和导热性 耐热性是指在高温下材料仍能保持其硬度的性能,用高温硬度来衡量。材料的导热性好,切削时产生的切削热容易导出,从而降低刀具切削部分的温度,减轻刀具的磨损。

(5)良好的工艺性和经济合理性 工艺性是指刀具材料自身应具有较好的可加工性,即具有较好的焊接、锻压、切削加工、刃磨及热处理等性能。经济性是评价新型刀具材料的重要指标之一。因此,选择经济合理的刀具材料,对于降低产品的成本也具有重要的意义。

2.刀具材料 刀具材料的种类很多,可分为金属材料和非金属材料两大类。金属材料类主要包括高速钢及硬质合金等,非金属材料类则有陶瓷、人造金刚石和立方氮化硼等高硬度或超硬度材料(表 1-1)。

表 1-1 刀具材料的种类、成分和应用

种类		主要成分	使用特点
工 具 钢	高 速 钢	碳素工具钢	强度、韧度好,耐热性、耐磨性差。主要用于切削低强度、软材料,如非铁金属、塑料上低速钻孔、攻螺纹和铰孔。综合性能好,允许用较高的切削速度车削、钻削、铣削、拉削非铁金属、铸铁、碳素钢和合金钢,是制造复杂刀具的主要材料
		合金工具钢	
		普通高速钢 高性能高速钢 粉末冶金高速钢 涂层高速钢	
硬 质 合 金	钨 基 硬 质 合 金	(YT类)P类(蓝色标识) (YW类)M类(黄色标识) (YG类)K类(红色标识)	强度和韧性差,硬度高,耐磨性和耐热性都很好。中速以上车削、钻削、铣削、拉削中等硬度和强度的全部材料
		涂层硬质合金	

4 数控机床

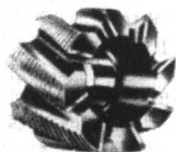
操作技术要领图解

续表

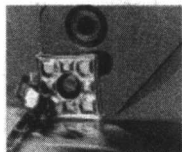
种类		主要成分	使用特点
搪 瓷 材 料	混 合 陶 瓷	钛基硬质合金(类)	TiC、TiN、TaC、WC、Ni、Mo、Co 硬度很高,耐磨性、耐热性好,抗氧化能力强。用于铸铁、碳素钢、合金钢的车削、铣削。有较好的表面粗糙度
		纯氧化铝陶瓷	Al ₂ O ₃ (1)硬度很高,耐磨性、耐热性好,摩擦系数小,抗氧化能力强,强度、韧性差。高速或极高速精车工件。适用于加工铸铁、镍基高温合金、非铁金属和塑料
		氧化铝—金属系陶瓷	Al ₂ O ₃ —金属
		氧化铝—碳化物陶瓷	Al ₂ O ₃ —碳化物
		氧化铝—碳化物—金属系陶瓷	Al ₂ O ₃ —碳化物—金属
金 刚 石		氧化硅陶瓷	Si ₃ O ₄ (2)具有很高的硬度,耐磨性、耐热性和热稳定性好,强度、韧性差。中、高速车削或铣削淬火钢、高速钢、镍基合金、冷硬铸铁
		多晶复合立方氮化硼	BN (3)硬度极高,耐磨性、导热性好,摩擦系数小。刃面粗糙度小,刃口锋利。主要用于做磨具及磨料,高速精车或精镗各种硬材料
		天然单晶金刚石	
		多晶复合人造金刚石	C

上述刀具材料在切削加工中得到了越来越广泛的应用,其制成刀具的形状和应用比例如图 1-1 所示。

高合金高速钢工具



硬质合金



立方氮化硼

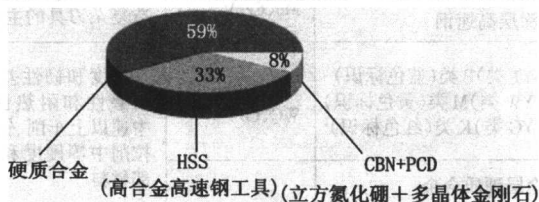
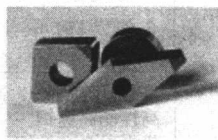


图 1-1 刀具材料与应用比例

二、刀具的性能

1. 强度高 为适应刀具在粗加工或对高硬度材料的零件加工时,能大切深和快走刀,要求刀具必须具有较高的强度;对于刀杆细长的刀具(如深孔车刀),还应有较好的抗震性能。

2. 精度高 为适应数控加工的高精度和自动换刀等要求,刀具及其刀夹都必须具有较高的精度。

3. 切削和进给速度高 为提高生产效率并适应一些特殊加工的需要,刀具应能满足高切削速度的要求。如采用聚晶金刚石复合车刀加工玻璃或碳纤维复合材料时,其切削速度高达100m/min以上。

4. 可靠性好 为保证数控加工中不会因发生刀具意外损坏及潜在缺陷而影响到加工的顺利进行,要求刀具及与之组合的附件必须具有很好的可靠性和较强的适应性。

5. 耐用度高 刀具在切削过程中的不断磨损,会造成加工尺寸的变化,伴随刀具的磨损,还会因刀刃(或刀尖)变钝,使切削阻力增大,既会使被加工零件的表面精度大大下降,又会加剧刀具磨损,形成恶性循环。因此,数控车床中的刀具,不论在粗加工、精加工中还是在特殊加工中,都应具有比普通车床加工所用刀具更高的耐用度,以便减少更换或修磨刀具及对刀的次数,从而保证零件的加工质量,提高生产效率。耐用度高的刀具,至少应完成1~2个班次以上的加工。

6. 切屑及排屑性能好 有效的断屑性能,对保证数控车床顺利、安全的运行具有非常重要的意义。如果车刀的断屑性能不好,车出的螺旋形切屑就会缠绕在刀头、工件或刀架上,既可能损坏车刀(特别是刀尖),还可能割伤已加工的表面,甚至会出现伤人和设备事故。

6 数控机床

操作技术要领图解

三、常用刀具

1. 车刀 车刀是金属切削加工过程中应用最为广泛的一种刀具,它可以用于各种车床上加工工件的外圆、内孔、端面、螺纹、锥体、倒角、切槽或切断以及切齿等。

按车削部位的不同,车刀可分为外圆车刀、端面车刀、切断车刀等(图 1-2)。

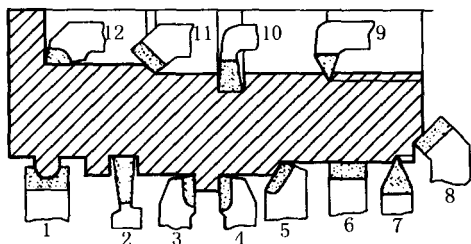


图 1-2 车刀的种类和用途

按结构形式来分类,车刀可分为以下几种:

(1) 焊接车刀 焊接车刀由刀头和刀杆通过焊接连接而成(图 1-3)。一般刀片选用硬质合金,刀杆用 45 钢制成。焊接车刀的应用目前仍占有一定比重。

(2) 可转位车刀 图 1-4 为可转位车刀,由刀片、刀垫、弹

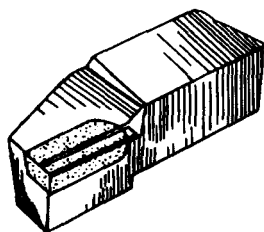


图 1-3 焊接车刀

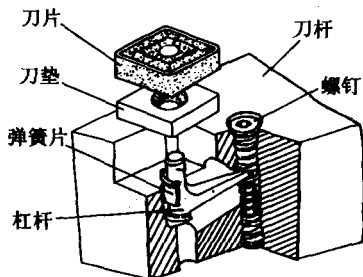


图 1-4 可转位车刀的结构

簧片、杠杆、螺钉等夹紧元件和刀杆组成。刀片上压制出断屑槽并经过精磨,使用中刀片刃口磨钝后迅速转位换刀,不需重磨。

可转位车刀与焊接车刀相比有一系列的优点。首先,它具有较高的生产率。刀片未经焊接,可避免热应力,提高了刀具耐磨性与抗破损能力;刀片有合理几何参数,可用较高切削用量,且能使排屑顺利;刀片转位迅速,更换方便。因此,不但能提高切削效率,又能有效地缩短辅助时间。其次,刀具成本低,加工经济效益高。刀杆又可较长期使用,所以刀具费用降低。此外,这种刀具结构先进,能使用涂层刀片。随着可转位刀具标准化工作的完善,就可大大减少刀具储备量,实现一刀多用、简化刀具管理等工作。

可转位车刀具有上述优点,切削加工中得到了广泛的推广和应用。

刀片形状、尺寸、精度、结构等规定,用 10 个代号表示。其标注说明见表 1-2。

表 1-2 可转位车刀的型号

S	P	K	N	12	03	ED		R	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
T	N	M	M	22	04	08			- V1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ISO 表示方法中 8 位和 9 位是当要求时才被使用。此外,厂家可以另外添加一些符号,用破折号将其与 ISO 码相连接(例如, - V1 表示断屑槽型)。

表中:号位 1 表示刀片形状;号位 2 表示刀片后角;号位 3 表示刀片尺寸公差等级,共有 11 种;号位 4 表示刀片结构类型;号位 5、6 表示切削刃长度与刀片厚度尺寸,它们可由刀杆尺寸按标准选择;号位 7、8 表示刀尖圆弧半径与刃口形式,它们由刀具几何参数决定;号位 9 表示切削方向;号位 10 表示断屑槽形

8 数控机床

操作技术要领图解

式与槽宽。

2. 铣刀 铣刀的种类很多,可以根据铣刀切削部分的材料、铣刀用途及铣刀刀齿的构造等不同的方法进行分类,如图 1-5 所示。

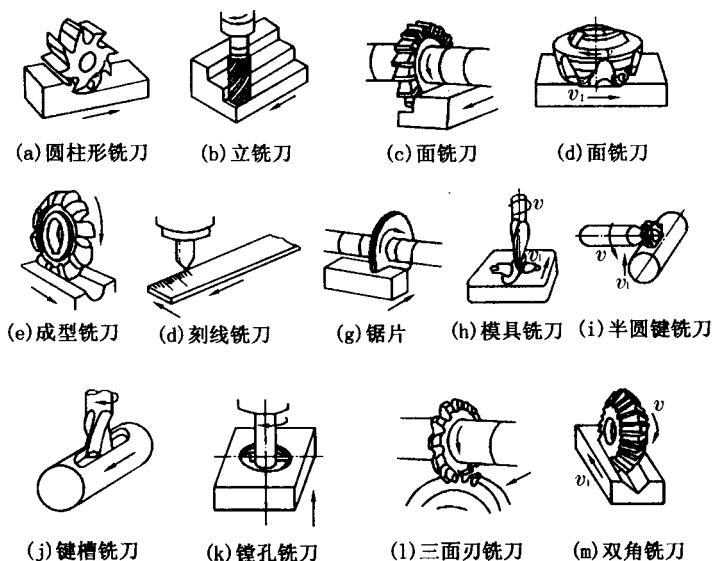


图 1-5 铣刀的种类和用途

按铣刀切削部分的材料不同,可将其分为高速钢铣刀和硬质合金铣刀。

按铣刀的用途不同可分为以下两种:一是加工平面用的铣刀,主要有端铣刀和圆柱铣刀,当加工较小平面时可用立铣刀或三面刃铣刀;二是加工沟槽用的铣刀,加工直角沟槽的铣刀有立铣刀、三面刃铣刀、键槽铣刀及锯片铣刀等,加工特殊沟槽的有 T 形槽铣刀、燕尾铣刀以及角度槽铣刀。

按铣刀刀齿的构造不同可分为尖齿铣刀和铲齿铣刀两种。尖齿铣刀在垂直与其切削刃的截面上,其齿背的截形是由直线、

折线或者曲线构成的。这种铣刀刃磨容易,制造方便,并且刀口锋利,切削效率较高。如圆柱铣刀、端铣刀、三面刃铣刀等铣刀大多数都属于尖齿铣刀。铲齿铣刀则是在垂直于切削刃的截面上,其齿背由一条阿基米德螺旋线构成。这种铣刀刃磨时仅磨前刀面,以保持其前角不变(通常为 0°),刀口的形状也不变。成型铣刀就属于这种类型。

3. 加工中心常用刀具 加工中心刀具一般由刀具和刀柄两部分组成。它要完成自动换刀功能,故要求刀柄能满足主轴的自动松开夹紧的功能,以及满足自动换刀机构的机械抓取、移动定位等功能。图 1-6 为加工中心常用铣刀。加工中心的刀柄已标准化、系列化,其刀柄模块采用 7:24 锥柄,如图 1-7

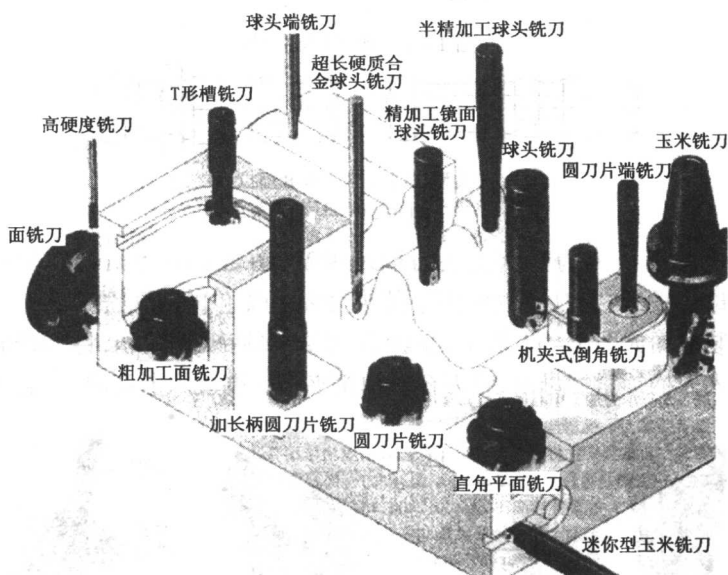


图 1-6 加工中心常用铣刀

所示。加工中心刀柄有 ISO(国际标准)、GB(中国标准)、MAS(日本标准)、ASI(美国标准)、DIN(德国标准)等多种标准和 25、30、40、45、50、60 等规格。固定在锥柄尾部与主轴内拉紧机构相配备的拉钉也已标准化,分为 A 型和 B 型,如图 1-8 所示。装配时首先要将拉钉旋紧在刀柄尾部,主轴内拉紧机构通过滚珠与拉钉的配合来定位刀具。装配拉钉时,要注意清理拉钉与刀柄的表面,防止夹杂铁屑杂物。

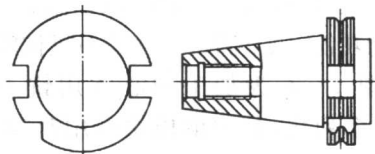


图 1-7 加工中心刀柄

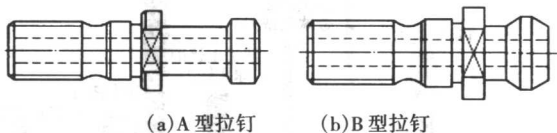


图 1-8 拉钉

图 1-9 为弹簧夹头刀柄用卡簧,图 1-10 为刀柄锁紧螺母,弹簧夹头刀柄主要用于装夹 20mm 以下直柄立铣刀。刀具装配图如图 1-11 所示,步骤为:旋转刀柄锁紧螺母,将卡簧放入刀柄锁紧螺母内,将刀杆由弹簧夹头一端放入卡簧内,注意夹

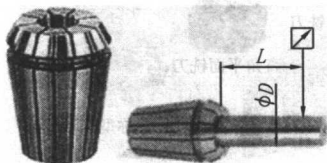


图 1-9 弹簧夹头用卡簧

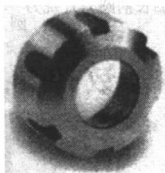


图 1-10 刀柄锁紧螺母



图 1-11 刀柄的装配

持的长短要适中,将装配好的部分旋入刀柄,并用专用扳手旋紧,将装配好的刀具放入刀库或主轴头上。

4. 钻头 钻头是用于工件实体部位加工孔的刀具。用钻头加工孔的方法称钻孔。根据不同的结构形式和用途,钻头可以分为麻花钻、扁钻、中心钻等。其中麻花钻最为典型,应用也最为广泛。标准麻花钻由柄部、颈部和工作部分组成,如图 1-12 所示。

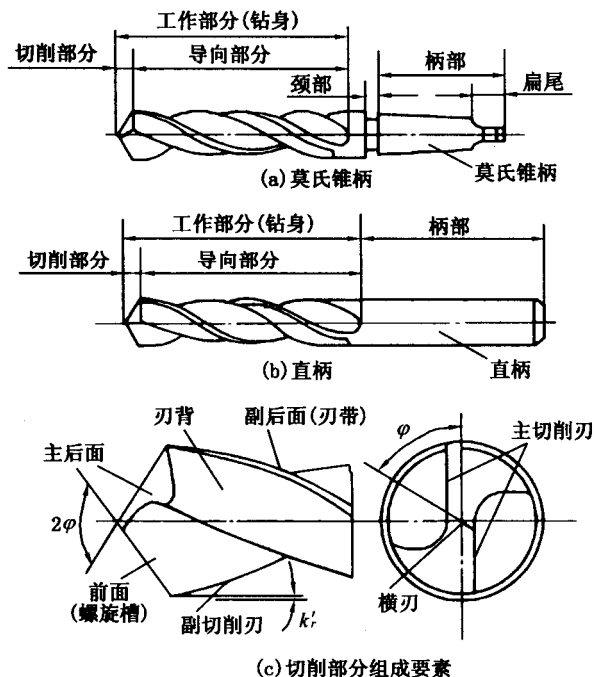


图 1-12 麻花钻的组成

四、刀具的磨损与耐用度

在金属切削过程中,刀具从工件上切下金属时,刀具本身也逐渐被工件和切屑所磨损。刀具磨损到一定程度后,会使已加

工表面的粗糙度显著增大,工件尺寸精度降低,切削温度上升,并产生一定的振动和噪声等不正常现象。

1. 刀具磨损形式 刀具正常磨损时(不包括非正常磨损或破损,如打刀等),按其发生的部位不同,可分为前面磨损、后面磨损和前后同时磨损三种形式(图 1-13)。

(1)后面磨损 加工脆性金属或用较低的切削速度和较小的切削层公称厚度切削塑性金属时,在刀刃及刀刃附近的后面形成一个后角等于零度的磨损带。刀具后面磨损量用磨损带宽度 VB 表示。由于各类刀具都存在后面磨损且容易测量,故通常以它的大小来表示刀具的磨损程度。

(2)前面磨损(又叫月牙洼磨损) 加工塑性金属时,在切削速度较高和切削层公称厚度较大的情况下,切屑会逐渐在刀具前面磨出一个月牙形的小凹坑,随着切削时间的增长,凹坑的深度和宽度逐渐增大,导致刀具前面磨损。其磨损值常以月牙洼的最大深度 KT 表示。

(3)前面与后面同时磨损 加工塑性金属材料时,在切削层公称厚度为 $0.1 \sim 0.5\text{mm}$ 的情况下,常发生刀具前后同时磨损的情况,这是一种兼有前两种磨损的磨损形式。

2. 刀具的磨损过程 随着切削时间的增加,刀具的磨损逐渐增大。刀具的典型磨损过程曲线如图 1-14 所示。该图以切削

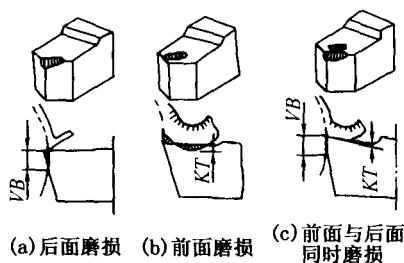


图 1-13 刀具磨损形式

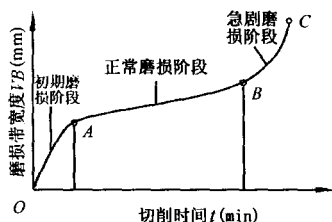


图 1-14 刀具磨损过程