


现代切削刀具实用技术丛书

高效高精度孔加工刀具

查国兵 赵建敏 / 主 编

杨晓 陈明 王焯林 樊英杰 刘伟 / 副主编

 中国质检出版社
中国标准出版社

现代切削刀具实用技术丛书

高效高精度孔加工刀具

主 编：查国兵 赵建敏

副主编：杨晓 陈明 王焯林 樊英杰 刘伟

中国质检出版社

中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

高效高精度孔加工刀具/查国兵,赵建敏主编. —北京:
中国标准出版社,2014.12
(现代切削刀具实用技术丛书)
ISBN 978-7-5066-7613-7

I. ①高… II. ①查…②赵… III. ①孔加工刀具
IV. ①TG713

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 180834 号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 字数 512 千字
2014 年 12 月第一版 2014 年 12 月第一次印刷

*

定价 80.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

《高效高精度孔加工刀具》

编委会

主任：罗勇

副主任：商宏谟 查国兵 潘凡伟

委员：赵建敏 沈士昌 陈明 焦余华 杨晓
樊英杰 王焯林 朱冬伟 姚红飞 刘伟
励政伟 吴立志 周红翠 张牧 陈莉
顾丕煊 朱昌宏 张凤鸣 朱会昌 徐庆杰
朱小坤 关杰人 辛佳毅 刘前伦 何建国
王虎勤 倪新生 倪新华 史立军 于会义
孔春艳 赵洪军 曾宇环

序

随着现代机械制造业的飞速发展,被加工工件材料日新月异,切削加工与刀具技术面临各类挑战。切削加工技术呈现出精密、高效、柔性、智能和绿色等特点,切削刀具朝着高精度、高效率、高可靠性和专用化方向发展以满足切削加工技术的需求。刀具切削性能取决于刀具几何结构设计技术、刀具材料制备技术和刀具应用技术,科研院所、刀具制造企业和刀具用户的通力合作是发挥刀具切削性能的有效途径。孔加工刀具作为切削刀具大家族中重要组成部分,刀具种类繁多,涉及面广泛,在现代机械制造业中起到不可替代的作用。作为刀具产品,无论是设计、制备还是应用,均需要规范和标准加以指导。全国刀具标准化技术委员会组织了国内部分专家和工程技术人员,结合现代切削加工技术对切削刀具的需求,针对孔加工刀具设计、制造和应用,编写了“现代切削刀具实用技术丛书”,该工作非常及时与必要。

《常用孔加工刀具》和《高效高精度孔加工刀具》分别介绍了常用孔加工刀具和高效高精度孔加工刀具的使用特点、设计原理、计算方法、制造工艺以及相关的标准和配套资料;介绍了现代孔加工刀具的新材料、新技术、新工艺、新产品,贯彻了孔加工刀具新标准。有关术语、符号、精度等级、公差和技术条件等均采用了最新的有关国家标准和行业标准。书中内容均来源于生产和科研一线,理论联系实际,系统全面,实用性强,通俗易懂,深入浅出,适用于工程技术人员使用,也可以作为科研和教学参考资料,特此写序。



中国工程院院士

2014年4月7日

前 言

现代切削刀具及孔加工刀具在现代制造业,特别在切削加工中是应用广泛的重要工具。随着现代科技的飞速发展和生产水平的不断提高,对于现代切削刀具及孔加工刀具的正确选择和使用,优质、高效、低成本的设计和制造等,经常成为生产加工、流通、科研、教学等各个领域的人们要面对的问题。为此,全国刀具标准化技术委员会组织了国内部分长期从事加工刀具设计、制造和使用方面有实践经验的专家和工程技术人员编写了《现代切削刀具实用技术》丛书。《常用孔加工刀具》和《高效高精度孔加工刀具》两个分册分别介绍了常用孔加工刀具和高效高精度孔加工刀具的使用特点、设计原理、设计计算方法、制造工艺以及相关的标准和配套资料。内容力求理论联系实际、实用方便、深入浅出,希望不失为广大工程技术人员选择、使用、设计、制造孔加工刀具的比较全面、实用的工具,也可以作为设计院所、大专院校有关人员的一份参考资料。

本书具有以下几个特点:

- ① 及时填补了国内目前所缺少的全面、系统、实用的高效高精度孔加工刀具新知识的空白;
- ② 内容表述通俗易懂、深入浅出、易于理解;
- ③ 涵盖丰富的实践经验;
- ④ 引入了现代孔加工刀具的新材料、新技术、新工艺、新产品;
- ⑤ 贯彻孔加工刀具新标准:书中有关术语、符号、精度等级、公差和技术条件等均采用了最新的有关国家标准、行业标准,在引用国际标准和国外先进标准时也尽可能引用最新颁布的标准。
- ⑥ 综合了国内外先进实用的刀具设计、制造、应用技术,技术内容实用性强。

本书共分十章。第一章介绍了高效高精度孔加工刀具的基础知识和发展,由赵建敏、查国兵、陈明、樊英杰、张凤鸣编写;第二章介绍了可转位(机夹式)浅孔钻结构特点和使用,由闫香英、赵毅湘编写;第三章介绍了国内外新型齿冠钻结构、种类、设计及工艺和应用特点,由赵建敏、查国兵、沈士昌、杨晓、刘伟、王焯林、孔春艳、赵文崛编写;第四章主要介绍了深孔钻、枪钻、BTA深孔钻、喷吸钻的结构和设计及应用,由雷晓力、周石罗、刘伟、赵建敏、杨晓编写;第五章介绍了精密镗刀的结构特点及应用特点,由刘伟、朱永

胜、杨晓、杨锐、黄雪峰、田立新编写；第六章介绍了高速钢精密铰刀、硬质合金精密铰刀等的结构及应用特点，由焦余华、黄新华、陈莉、乔鹏、周磊、赵建敏编写；第七章介绍了最具发展潜能的珩磨孔件加工的方法，由陈明、张凤鸣、赵建敏、于会义编写；第八章介绍了阶梯钻、台阶钻、钻扩、钻铤螺纹、扩铰等复合孔加工刀具的结构特点及应用特点，由赵建敏、焦余华、孔春艳、樊英杰、赵文崛、田立新、王进编写；第九章介绍了金刚石、立方氮化硼钻头材料的性能特点、材料的分类，金刚石、立方氮化硼钻头的设计和制造技术及应用特点，由赵建敏、查国兵、张凤鸣、于会义、樊英杰编写；第十章介绍了典型孔加工刀具切削性能评价指标、切削试验与检测系统、精密孔加工刀具几何参数的测量、切削性能评价案例分析、由陈明编写。

本套书籍由查国兵、赵建敏、沈士昌、杨晓、陈明、王焯林、焦余华、樊英杰、姚红飞策划方案，编写提纲，并负责汇总协调和多次审议修改，最后以由商宏谟、查国兵、潘凡伟、赵建敏、陈明、沈士昌、杨晓、樊英杰、王焯林、焦余华、姚红飞、刘伟、励政伟参加的会议形式进行了集中统稿。

参加编写的单位有：成都工具研究所有限公司、河南一工钻业有限公司、上海交通大学机械与动力工程学院、上海科太克商务信息咨询公司、上海工具厂有限公司、株洲钻石切削刀具股份有限公司、成都成量工具集团有限公司、太原工具厂、关中工具制造有限公司、常州市万绥工具厂、苏州阿诺精密切削技术股份有限公司、天津市量具刃具有限公司、浙江欣兴工具有限公司、四川天虎工具有限公司、江苏晶工工具有限公司、上海松德数控刀具有限公司、河冶科技股份有限公司、江苏天工工具有限公司、郑州市钻石精密制造有限公司、北京京城工业物流有限公司、扬州江宇刃具有限公司、扬州新江正工具有限公司。

由于现代常用孔加工刀具的品种较多，本书的内容比较广泛，在本书编写过程中，我们收集和引用了大量国内外学术文献、技术资料、产品样本和实验报告等，本书从2011年4月策划至2014年4月编写并修改结束，历时3年时间。其间工具行业老专家岳崧等专业人士提供了相关资料并给予了热情帮助，在此谨表示衷心感谢。由于编者水平所限，如有错误不妥之处，敬请指正。

编 者

2014年4月

目 录

第一章 总论	1
第一节 高效高精度孔加工刀具的发展与现状	1
一、高效高精度孔加工刀具的发展	1
二、高效高精度孔加工刀具的地位	2
三、高效高精度孔加工刀具的特征	3
四、高效高精度孔加工刀具的管理	3
五、系统工程在高效高精度孔加工刀具中的应用	4
第二节 高效高精度孔加工刀具的分类	5
第三节 高效高精度孔加工刀具的选择和应用	8
一、高效高精度孔加工刀具的选择	8
二、超硬材料孔加工刀具的应用	10
三、珩磨工具(珩磨头、珩磨杆)在孔加工中的应用	11
第二章 可转位(机夹式)浅孔钻	12
第一节 概述	12
一、浅孔钻种类	12
二、浅孔钻结构	13
三、浅孔钻特点	13
第二节 浅孔钻的设计与工艺	13
一、浅孔钻的结构设计	13
二、浅孔钻制造工艺	17
第三节 浅孔钻的应用及注意事项	18
一、浅孔钻应用	18
二、浅孔钻使用注意事项	27
第三章 齿冠钻	29
第一节 概述	29
第二节 齿冠钻结构设计及工艺	31
一、齿冠钻组成	31

二、齿冠钻的设计	35
三、齿冠钻的制造工艺	36
四、齿冠钻的精度和要素	37
第三节 齿冠钻的应用	38
一、齿冠钻的应用特点	38
二、常见问题及解决方法	38
三、本章使用的符号	39
第四章 深孔钻	40
第一节 概述	40
一、深孔钻在制造业中的地位及作用	40
二、深孔钻的分类及冷却和排屑系统原理	40
第二节 枪钻	41
一、枪钻的结构及应用特点	41
二、枪钻的设计	43
三、枪钻的使用	46
第三节 BTA 深孔钻	50
一、BTA 深孔钻的结构	50
二、BTA 深孔钻的设计	54
三、BTA 深孔钻的应用	59
第四节 喷吸钻	64
一、喷吸钻结构	64
二、喷吸钻的设计	66
三、喷吸钻的应用	69
第五章 精密孔加工镗孔刀具	71
第一节 典型镗刀的结构及特点	71
一、整体式镗刀	71
二、组合式镗刀	72
三、模块式镗刀	75
第二节 典型镗孔加工刀具应用	80
一、精镗单元的使用	80
二、刀座式微调单元的使用	82
三、小型刀夹的使用	84
四、模块式小孔径镗刀的使用	85
五、模块式微调精镗刀的使用	87
六、桥式镗刀的使用	87

第三节 组合式镗孔刀具的结构设计	88
一、组合式镗刀的结构设计	88
二、组合式镗刀设计范例	89
第四节 镗孔加工时提高表面粗糙度的措施	92
第五节 镗孔刀具的技术改进	93
第六章 精密孔加工铰孔刀具	98
第一节 铰刀概述	98
一、常用铰刀的结构组成和特点	98
二、铰刀的类型和用途	99
三、铰削加工的特点	102
第二节 手用铰刀	103
一、直柄手用铰刀	103
二、可调节手用铰刀	107
三、可胀手用铰刀	109
第三节 机用铰刀	111
一、机用铰刀的直径和公差	111
二、机用铰刀的齿数和槽形	112
三、机用铰刀刀齿在圆周上的不等分分布	113
四、机用铰刀刀齿刃磨部分尺寸	114
五、直柄机用铰刀	115
六、锥柄机用铰刀	117
第四节 锥度铰刀	121
一、1:50 锥度铰刀的结构组成	122
二、莫氏锥孔锥度铰刀的结构组成	124
三、桥梁铰刀的结构组成	126
四、1:16 锥度铰刀的结构组成	128
五、锥度铰刀关键工序加工工艺	130
第五节 套式铰刀	133
一、套式铰刀的结构组成	133
二、套式铰刀专用心轴	135
三、套式铰刀典型制造方法简介	137
第六节 焊接式硬质合金铰刀	138
一、焊接式硬质合金铰刀的直径和公差	139
二、焊接式硬质合金铰刀的齿数和槽形	139
三、焊接式硬质合金铰刀的材料	140

四、焊接式硬质合金铰刀刀齿刃磨部分尺寸	140
五、焊接式硬质合金杆状类铰刀	141
六、焊接式硬质合金套式铰刀	143
七、焊接式硬质合金无刃铰刀	144
八、焊接式硬质合金铰刀关键工序	146
第七节 组合式精密铰刀	148
一、硬质合金可调节浮动铰刀	148
二、镶齿铰刀	150
三、机夹式铰刀	152
第八节 硬质合金铰刀	155
一、铰刀的种类	155
二、铰刀的结构	155
三、圆柱铰刀的结构设计	156
第九节 铰削常见问题产生的原因及解决方法	159
一、铰削时各种使用条件对铰削孔的质量影响	159
二、常用材料的铰削用量	161
三、铰孔加工过程中的质量控制	162
四、铰刀的应用特点	163
五、铰刀铰孔中常见问题的原因和解决办法	164
第七章 珩磨工具在孔加工中的应用	168
第一节 珩磨加工	168
一、珩磨加工原理	168
二、珩磨加工技术特点	168
三、珩磨加工的应用	169
四、珩磨加工技术的发展与前景	170
第二节 珩磨工具及其制造工艺	171
一、珩磨头及其制造工艺	171
二、珩磨杆	172
三、珩磨条及其制造工艺	172
第八章 复合孔加工刀具	175
第一节 阶梯钻	175
一、阶梯钻头结构组成和特点	175
二、阶梯钻的类型和用途	177
三、阶梯钻制造工艺	177
四、阶梯钻的使用及注意事项	178

第二节 典型复合孔加工刀具	179
一、典型复合孔加工刀具的结构形式	179
二、复合孔加工刀具设计应考虑的事项	182
三、复合孔加工刀具设计制造实例	184
第三节 台阶钻	187
一、台阶钻主要结构	187
二、台阶钻的结构和切削特点	189
三、常见的加工方法	189
四、本章使用的符号	195
第九章 金刚石、立方氮化硼钻头	197
第一节 概述	197
一、金刚石、立方氮化硼钻头材料的性能特点	197
二、金刚石、立方氮化硼钻头材料的分类	199
第二节 金刚石、立方氮化硼钻头的设计和制造技术	200
一、金刚石、立方氮化硼钻头的设计原则	200
二、金刚石、立方氮化硼钻头结构形式及要求	200
三、焊接式金刚石、立方氮化硼钻头的制造工艺	201
第三节 金刚石、立方氮化硼钻头的使用	204
一、金刚石、立方氮化硼钻头的选用	204
二、常用切削刀具材料性能与金刚石、立方氮化硼材料性能对比	205
三、金刚石、立方氮化硼钻头使用	206
四、金刚石钻头的加工适用性	206
第十章 典型孔加工刀具切削性能评价与检测	209
第一节 典型孔加工刀具切削性能评价指标	209
一、切削力与切削振动	209
二、断屑与排屑	211
三、孔加工刀具磨损、破损及耐用度	213
四、孔加工尺寸精度	215
五、孔加工中的毛刺	216
第二节 常用孔加工刀具切削试验与检测系统	218
一、常用孔加工刀具切削试验	218
二、常用孔加工刀具检测系统	221
第三节 典型孔加工刀具切削性能评价案例分析	234
一、铝合金钻削孔性能评价试验	234

C 高效高精度孔加工刀具

二、新型模具钢钻削性能评价试验	238
三、碳纤维增强复合材料(CFRP)的高效制孔性能评价试验	245
附录 铰刀术语	255
参考文献	268

第一章 总 论

第一节 高效高精度孔加工刀具的发展与现状

一、高效高精度孔加工刀具的发展

随着世界各国现代制造业的迅速发展,切削刀具正在向“精密、高效、柔性、智能、绿色环保”方向发展。其中高速切削加工是最具代表性发展趋势,在此基础上又开发了干切削(准干切削、微量润滑切削)、硬切削(以车代磨、以铣代磨)等新技术;大量新材料和难加工材料也被广泛运用于刀具制造之中,另外现代制造业的发展,其所应用的材料逐渐繁多。除传统的金属材料外,非金属材料愈来愈多,从软的橡胶、塑料到坚硬的花岗岩石,还有高强度钢、钛合金、冷硬铸铁、淬硬钢以及高硬度的热喷涂等难加工材料;孔的切削技术不但要适应各种硬、韧、脆、黏等难加工材料的加工,而且还要满足各种精密孔、深孔、大孔、小孔、微孔等异形孔的加工。因此,孔加工刀具也在不断创新向着高效、高精度方向发展。

为了满足现代制造业的需求,传统的高速钢和硬质合金刀具的材料技术不断提高,高性能、高效率、高可靠性的刀具材料得到了更多的应用,如细晶粒硬质合金、涂层硬质合金、粉末冶金高速钢、陶瓷、聚晶金刚石 PCD、聚晶立方氮化硼 PCBN 等。电子计算机技术和数控机床的广泛应用以及涂层技术的层出不穷等,为孔加工刀具解决高速切削各类高精度、高硬度及难加工材料创造了条件。

近年来,工具行业对孔加工技术探索规律,尤其是对特微孔和超精密孔等加工进行不断创新,许多行之有效的高效、高精度孔加工刀具相继被研发出来,如机夹硬质合金可转位浅孔刀具、硬质合金单刃镗铰刀、金刚石或立方氮化硼钻头、单管喷吸钻、导管孔阀门座复合镗刀、阶梯孔镗刀、模块化结构粗精复合镗刀、整体硬质合金直槽钻、阶梯钻头等。另外还创新出许多旨在明显提高加工效率及精度的工艺和技术,如用多种刀具材料组合的复合钻镗铰替代传统的钻镗或扩铰,研磨或珩磨加工精密阀孔的技术。此外对刀具性能评价也不仅关注磨损,而是集切削过程的力、热、效率、磨损和所加工孔的精度、粗糙度及毛刺等指标的综合评价体系。我国工具行业为汽车、摩托车、高速列车、航空航天、风能和模具等行业开发的各种新型孔加工刀具,具有高效和创新的特点,对推动这些行业孔加工技术的进步起到重要作用。

20 世纪 80 年代后期“受控型”刀具在德国问世,推动刀具走入“智能型刀具”的时代。进入 20 世纪 90 年代,该技术得到一定的发展,并冠以“灵巧刀具”“运动刀具”,以至今天的“智能型刀具”。它是能够独立工作和灵活变化的刀具系统,将传感器和微电子技术集成于体内,把驱动、返回、微型计算机装置、非接触能量和数据传输装置集成在一起,根据加工需要在预制程序及检测反馈信号的控制下,自动调节切削尺寸、切削角度及切削用量等,实现高精度、高效和最佳耐用度的切削加工。典型的智能刀具有:Komet 公司研发的阀座孔智能铰

刀,其精度自动调整可达到微米级;Mapal 和 Heller 公司联合研发的气缸孔智能镗削系统,具有自动进行半精加工和精镗功能;Kennametal 公司开发的 ROMICRON 精镗刀系统,用于在加工中心上以 $1\ \mu\text{m}$ 的分辨率精确进行刀具自动补偿。总之智能刀具通过与机床控制器的无线耦合,能够实现加工尺寸偏差的调整及对刀具寿命的识别,并可实时采集切削过程的信息,经数控系统处理后,可使机床及切削加工始终保持在最佳状态。可以预计,带有测量功能并可自调的切削头,以及可适应控制的和能自学习的数控机床,配备上装有传感器和执行元件的智能化刀具,这是未来加工智能化的发展方向。

二、高效高精度孔加工刀具的地位

高效孔加工被描述为能满足高金属去除率要求的切削加工,与传统的加工技术相比,可提高效率 $200\% \sim 500\%$,甚至更多。高效孔加工一直被视为实现高生产效率的重要途径。通过集中工序、优化刀具以及缩短加工和辅助时间等,在孔加工刀具使用寿命相同或更长的情况下,可以成倍提高切削加工效率。

高效孔加工是一个系统工程,是由机床、刀具、切削液等众多工艺因素得到优化后组成的。机床的切削效率出自刀尖,采用先进的孔加工刀具和合理的切削参数,提高和优化加工系统的材料去除率,减少切除单位体积切屑所需能耗,提高单位能耗所创造的价值是实施高效加工的重要目标。

高效孔加工按其实施目标可分为三种方式。第一种方式是以实现单位时间内材料去除率最大为目标的高速切削,它所采用的切削用量比普通的切削加工高几倍甚至数十倍,例如高速强力切削、大背吃刀量切削、大走刀量切削等。第二种方式是以获得高质量加工表面为目标的高速切削,例如硬质材料精密模具的孔腔,采用高速、小进给量和小背吃刀量的切削加工,它既可获得很高的表面质量,又可替代磨削,并且可减少相应的工序时间,缩短工艺流程,提高生产效率。第三种方式是以追求高效率孔加工为目标,应用多功能刀具进行智能化切削加工,一刀多用改变了不同工序采用不同刀具切削加工的传统概念。由单一工序转化为复合多工序的切削加工,节省了刀具准备时间和换刀时间,降低了刀具费用,简化了工艺过程和辅助时间。总之,以最快的速度、最短的时间、最高的效率完成孔的切削加工。其中,高效高精度的孔加工刀具是实施高效孔切削技术的关键之一。

高效高精度孔加工刀具,往往能取得事半功倍的效果。古人言:“工欲善其事,必先利其器”。刀具在切削加工系统中虽占比重小,但其作用大。切削加工系统包括硬件与软件两类要素。硬件系统中有机床、夹具、刀具、辅具、切削液等;软件系统中有切削用量数据库、运动控制系统、检测控制系统、环境控制系统等。硬件中一般来说刀具的投入要比其他部分的投入少得多,在产品生产的总成本中,刀具消耗所占的比例也很小。但刀具最为活跃,灵活多样,对加工质量、生产效率、产品成本的影响通常都会比较显著。因此,高效高精度孔加工刀具与变更机床、夹具相比,其投入小、效果大、周期短、见效快。

高效高精度孔加工刀具范围广,既要求坚韧耐磨,还要具有相当高的精度,并且高效高精度刀具的应用和制造水平又是制造业及刀具行业本身发展的重要标志,如果没有现代切削技术和刀具的创新,没有刀具行业先进的运行理念,现代制造业的发展是不可能的。如今,以高速、高效、数控为特征的现代孔加工技术也成为先进制造技术的重要组成部分,这也造就了高效高精度刀具在切削刀具中的重要作用和重要地位。

应当看到,随着制造业的发展,企业将会越来越多的选用高效数控机床和加工中心,因此传统标准孔加工刀具市场将日渐缩小,而高效高精度孔加工刀具需求量将不断增加,原来大批量生产的标准孔加工刀具其市场越来越小,个性化的高效高精度孔加工刀具将成为市场的主流。

三、高效高精度孔加工刀具的特征

高效高精度孔加工刀具,其精度高、可靠性要求高,体现高品质;硬材料应用多、机夹刀应用多,体现经济环保;复合刀具复合多工序高效成形加工,体现特性结构;在汽车发动机、航天航空关键零部件及难加工重点领域的刀具创新,体现了专业化;因此,更强调综合性,如刀具材料(基体和涂层)既应具备良好的硬度和耐磨性,又要有高的强度和韧性;刀具几何参数既要有一定的锋利性,又要具备足够的强度和耐久性;更需多方面的综合平衡。刀具材料的进步可以提高切削效率,刀具结构的创新也可以几倍甚至几十倍提高切削加工效率。高效切削刀具应该具备以下特征:

- (1) 更高的可靠性——切削稳定,质量一致,换刀次数少,寿命长;
- (2) 更高的安装精度和重复定位精度,好的互换性和快换性;
- (3) 系列化、标准化和通用化,尽量采用机夹可换刀具和多功能复合刀具;
- (4) 良好的断屑、卷屑和排屑性能,确保切屑不缠绕在刀具和工件上,不破坏已加工表面,不妨碍切削液的浇注。

高效高精度孔加工刀具可以实现优化加工工艺,减少加工工序,提高加工效率。如阶梯钻、阶梯铰或钻扩铰等组合刀具减少了加工工序,提高了生产效率。另外,高效高精度孔加工刀具采用在刀具切削刃口焊接超硬刀具材料(如切削刃口焊接聚晶金刚石(PCD)或立方氮化硼(PCBN)等)的形式来提高刀具寿命、以及采用减少换刀次数的方式来提高生产效率。

四、高效高精度孔加工刀具的管理

随着大量复杂、精密、复合刀具的出现和使用,刀具已不是传统概念上的刀具,刀具需要精确调整,刀具的刃磨需要严格控制,刀具的更改需要严格的试验和管理,刀具的供应需要快速、准确、及时,刀具的成本需要被有效控制,这一系列的要求导致刀具管理的概念逐渐深化和在实践中不断成熟;逐步形成了有关刀具的规划、试验、选用、采购、库存、调整、刃磨、修理、加工问题解决、刀具优化、成本控制等多方面内容的刀具管理体系。

刀具管理体系的基础是安全工作体系、环境工作体系、质量控制体系,只有这些体系的健全和正常运行,才能保证刀具管理体系能正常运行,为现代制造和切削加工生产服务的刀具管理体系必须在满足人员安全、健康工作和对环境友好的条件下进行运作。而质量管理体系的建立和完善是获得高的刀具管理工作质量、刀具实物质量的体系保证。

刀具管理的信息系统和刀具管理数据库是刀具管理能高效、准确地运作的前提,需要建立包括刀具编号、名称、规格、使用工序、使用机床、切削参数、刀具各组成零部件、刀具材料、刀具涂层、刀具图号、刀具订货号、刀具寿命、刀具供应商、采购价格等多方面信息和数据,这样的刀具数据库范围和功能都已远远超出了原来的刀具和刀辅具的作用,包含了刀具技术和管理方面的多种信息,是先进的刀具管理必须建立的基础条件。

刀具管理的核心,是计划、协调和控制,要形成这样的几种机制:即预警机制、应急机制和快速响应机制,即对刀具管理涉及的方方面面进行科学的预见和计划,进行有效的协调和控制,对于由于生产计划的变动、生产中发生的刀具非正常损耗等可能引起的刀具短缺能有一定提前量的预警信号发出,以便提前安排应对措施;在发生可能影响生产正常进行的刀具方面问题时,能事先有应急预案和采取及时的应急行动;而不论是解决刀具的短缺或与刀具有关的切削加工问题的分析和解决,都必须进行快速的响应,高效和快速地解决问题,确保切削加工生产的正常进行。

刀具管理需要建立完善的刀具技术规范,包括:刀具刃磨作业指导书、刀具检验标准,刀具刃磨技术规范、刀具刃磨作业指导书。刀具技术规范的建立和更改都必须通过相应的流程审核和批准。为了保证刀具修磨后的切削性能与加工质量的稳定,也为了便于控制刀具费用,掌握刀具的实际消耗情况,需要控制刀具的修磨极限长度,必要时也可直接控制刀具的修磨次数。

刀具管理要求现在刀具刃磨广泛采用的多轴联动刀具刃磨机床或数控刃磨机床,数控程序的输入、更改都要进行有效的控制,确保应用的程序正确和在刃磨不同的刀具时的程序调用正确,所有应用程序和软件都需要做好切实可行的备份。

刀具管理对必须报废的刀具,需要通过刀具报废流程,经过检查和批准后进行报废,并作好相应的记录。已经报废的刀具必须作好标识,同时需根据环境保护的要求将硬质合金、PCD、CBN、高速钢等不同材质的刀具按材质分类摆放,然后送交具有相应资质的部门或企业进行废刀的处理和回收利用。

刀具管理信息系统起着重要的支撑作用,其不仅需要处理很多管理类型的信息,还需要能够处理很多技术类型的信息。目前国内外已有的很多 ERP 软件,擅长于处理企业管理的很多方面的事务,但还无完善的能处理刀具管理这个特殊领域的模块,而一些信息公司包括一些刀具制造公司开发出的一些专用的刀具管理软件,目前还不完善,其与企业的 ERP 软件连接也有待开发和改进,这方面还有很多工作要做,但这将是刀具管理中极为重要和具有极大发展潜力的一个领域。

五、系统工程在高效高精度孔加工刀具中的应用

现代切削加工所面临的要求越来越高,机械制造切削加工生产中所遇到和需要解决的问题也越来越复杂,因此能够帮助我们思考并解决这些复杂问题的方法显得越来越重要。系统工程就是这其中的一类重要方法。

影响切削加工过程和加工效果的因素非常多,加工的工艺方法和过程、加工的工件毛坯及其材质、采用的机床、夹具、刀具、切削液等都有着非常显著的影响。除此以外,刀具的管理、切削加工过程的质量控制等管理因素也起着非常重要的作用,而且这些因素之间还有着紧密的联系和交互作用。

机床是提供刀具与工件相对运动和所需功率的载体,是获得所需加工精度的基础,是实现各种动作控制的保证。

夹具是确保工件的正确定位与夹紧,保证切削加工过程中工件与刀具之间位置始终正确的装置,夹具的不合适会导致切削加工精度失控,还会导致刀具的非正常损耗。

还有,操作者的素质和技能、对切削加工系统的熟悉和处理问题的经验等也会对切削加