

钎具螺纹的数控车床加工方法分析

何文斌

(太原技师学院 山西 太原 030021)

摘要: 凿岩钎具使用螺纹连接, 国外采用国际标准的波形螺纹 (R), 对精度提出要求。国内目前采用滚压法加工波形外螺纹和旋风铣加工正弦波形 (SR) 内外螺纹。通过对二者的加工方法进行分析, 提出采用数控车床加工波形螺纹 (R) 思想, 并适时给出数控车床加工的程序, 以期对解决国内钎具行业发展的螺纹加工方法问题有所帮助。

关键词: 钎具螺纹; 数控车; 分析

0 引言

目前, 凿岩钎具已成为基础设施建设中必不可少的工具。矿山、铁路、公路、城建、采石及国防施工中大量使用各种不同类型的钎具。先进的凿岩技术和优质的钎具产品, 已成为衡量一个国家生产力发展和生产工具水平的重要标志之一。螺纹连接钎具的螺纹形式主要分为三种: 一为波形螺纹, 即 R 形螺纹; 二为复合螺纹, 即 HL 形螺纹; 三为梯形螺纹, 又称 T 形螺纹或 FI 螺纹。

当前, 以波形螺纹 (R) 连接钎具的品种、规格、数量最多, 其适应的凿岩机型及钻凿应用最广。对钎具“波形”螺纹, 国内采用滚压螺纹法大批量生产钎杆外螺纹; 旋风铣加工法生产仿波形的内外正弦螺纹, 车削加工作为辅助。其实用旋风铣削法加工的“波形螺纹”, 并不是真正的波形螺纹, 而是仿波形正弦螺纹 (SR)。

通过对波形螺纹 (R) 的理论轮廓、滚压法加工波形螺纹及正弦螺纹 (SR) 的旋风铣削加工工艺进行分析, 提出根据发展的需要二者采用数控车床车削的方法, 并适时给出数控车床加工的程序, 以期对国内钎具厂家的钎具螺纹生产有所帮助。

1 钎具波形螺纹

波形螺纹 R 是钎具中使用历史最长久, 比较成熟和广泛采用的螺纹结构。其结构和几何尺寸已多次经修正被正式纳入 ISO 国际标准、中国标准和各国国家标准。根据 ISO 10207: 1991 和最新 GB/T 6482-2007 国家标准, 波形螺纹的结构及尺寸参数如图 1 所示。

1.1 波形螺纹 R 的参数

如图 1 所示, 波形螺纹 R 由不同半径的圆弧相切, 各参数^[1]具体数值

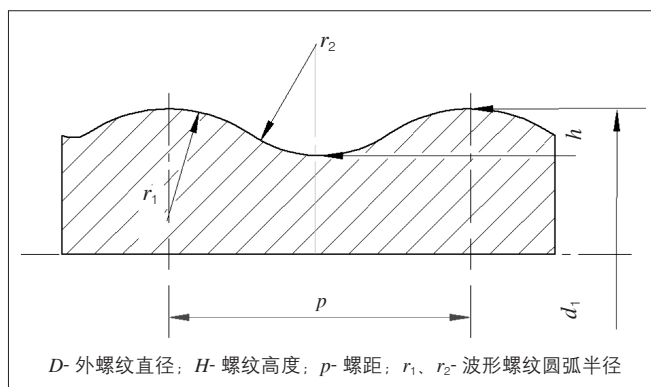


图 1 波形螺纹 (R) 外螺纹的参数

见表。

1.2 波形螺纹 (R) 应用的技术要求分析

液压凿岩机的钎尾、钎杆、连接套和钎头广泛采用螺纹联接, 在凿岩过程中, 螺纹部分受到高频率的脉动冲击载荷, 同时传递很大的转矩。排除其他因素, 钎具凿岩作用的实现主要依赖于螺纹联接的外螺纹与内螺纹间的连接配合。换言之, 钎具外螺纹与内螺纹连接配合对其正常性能的发挥至关重要。这就要求外螺纹与内螺纹之间的接触, 无论何种螺纹结构, 均力求达到面接触, 以使连接的钎具各部件实现有效结合。

结合表中所列波形螺纹 R 数据, 从上文钎具的应用

表 外螺纹尺寸及允许偏差

螺纹公称直径	d_1/mm		h/mm		r_1/mm		r_2/mm		p/mm	旋向
	基本尺寸	允许偏差	基本尺寸	允许偏差	基本尺寸	允许偏差	基本尺寸	允许偏差		
22	21.84	0 -0.02	1.5	+0.2 0	5.5	-+0.4	6.0	±0.4	12.7 (12)	左旋
25	24.74									
28	27.95									
32	31.34									
38	37.99									

分析,不难看出:波形螺纹(R)的几何尺寸要求很高。由于加工装备不够精良或者操作技术不佳等原因,螺纹出现圆弧过渡不合理,螺纹表面上出现划痕或深凹的刀痕时,均将导致产品达不到技术要求,不能正常使用。

2 国内钎具波形螺纹加工方法及分析

2.1 滚压螺纹法

螺纹滚压是用成形滚压模具使工件产生塑性变形以获得螺纹的加工方法。与切削方法相比,滚压不是一种金属切削过程。它不通过去除金属而形成所需要的轮廓,而是按滚轮拉丝模的镜像形成螺纹,是一种无切削螺纹成型工艺。图2所示为滚压螺纹加工方法^[2]。

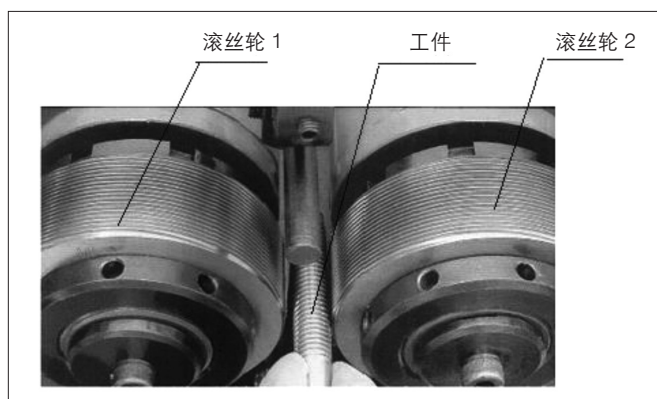


图2 滚压螺纹加工方法

滚压螺纹的优点上文已经提到,不再赘述。滚压螺纹的缺点有以下几点:

- (1) 母材的压缩导致加工硬化,降低螺纹的疲劳寿命;
- (2) 加工的螺纹材料有局限性,滚压螺纹要求材料的硬度不超过HRC40;
- (3) 对毛坯尺寸精度要求较高;
- (4) 对滚压模具的精度和硬度要求也高,制造模具比较困难;
- (5) 不适于滚压螺纹牙形不对称的螺纹。

2.2 旋风铣加工仿波形的正弦螺纹

螺纹的旋风铣削是用安装在刀盘上的多把铣刀,借助于刀盘旋转中心与工件中心的偏心量 e 来完成渐进式的高速铣削(图3)^[3]。刀盘的旋转轴线相对于工件轴线倾斜一个螺旋升角。加工时,工件以低速旋转,刀盘与工件同向高速旋转,工件每转 360° 刀盘纵向进给一个导程,从而铣出螺纹。刀盘上有多把成形刀,但只能依次由一把刀参与切削。

国内最早采用将普通车床进行改造成旋风铣来加工仿波形的正弦螺纹(SR)。后经不断改进,到最近出现数控旋风铣,甚至发展到专用的旋风铣数控机床(图4)。

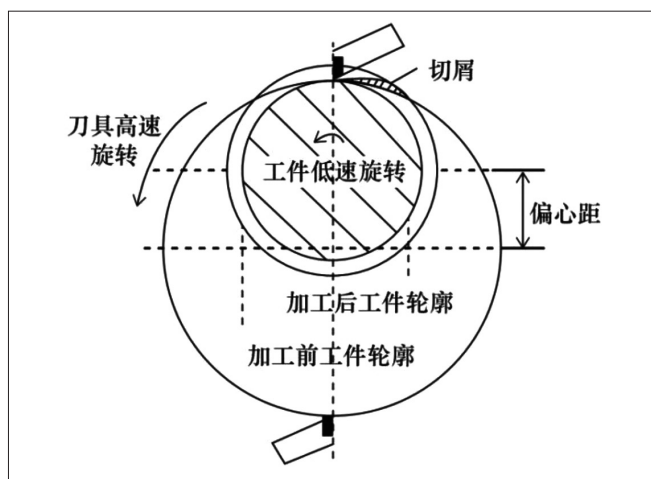


图3 螺纹旋风铣削工作原理图

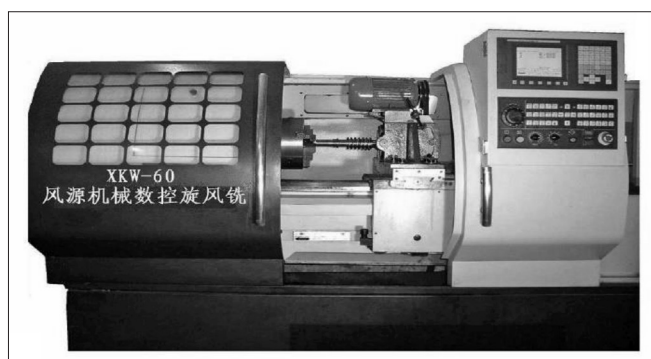


图4 旋风铣专用数控机床

据文献[4],旋风铣正弦螺纹的数学表达式为:

$$f(x) = e \sin\left(\frac{2\pi x}{t}\right) + \sqrt{R^2 - e^2 \cos^2\left(\frac{2\pi x}{t}\right)};$$

按照数控车床坐标系,转换为:

$$f(z) = e \sin\left(\frac{2\pi z}{t}\right) + \sqrt{R^2 - e^2 \cos^2\left(\frac{2\pi z}{t}\right)} \quad (1)$$

式中: e —刀盘旋转中心与工件中心的偏心量(mm);

t —螺距 p (mm)。

很明显,它是正弦波形(SR),与标准的波形螺纹存在差异,这里不再赘述。

2.3 两种波形螺纹加工方法缺陷分析

从2.1分析看出:滚压螺纹虽然存在诸多优点,但只能加工外螺纹,并且不适宜加工牙型不对称的螺纹。换言之,滚压螺纹的外螺纹与其他方法加工的内螺纹配合,很难保证其内外螺纹牙之间的面接触,从而严重影响其使用效率。

从2.2分析看出:旋风铣可以加工内外螺纹,相互间配合存在面接触的技术基础;但其牙型是正弦波形,如果与其他真正的波形螺纹(R)配合,将会出现配合错位,面接触将无从谈起。

随着钎具行业的发展,国内的钎具产品只有与世界接轨,即按国际标准加工生产,才能实现国际化的目标。结合1.2的分析,波形螺纹(R)的尺寸要求严格,普通车床加工已经无法满足,必须采用数控机床,目前国内企业的数控机床已经铺开。综上,波形螺纹(R)的数控加工显得尤为必要。

3 波形螺纹(R)的数控加工

3.1 概述

参考文献[5]显示:钎具波形螺纹(SR)采用普通的数控车床加工在国内极为少见。据这一情况,提出螺纹的加工采取数控车床加工的思想。结合数控车床的特点,波形螺纹(SR)的加工,可以考虑轴向和径向“微量逼近”的方法解决,同时结合数控车床的螺纹加工指令,相互配合来完成。

3.2 波形螺纹(R)的数控加工方法

结合上文图1和表,以加工R32波形螺纹外为例,各参数如下: $r_1=5.5\text{mm}$; $r_2=6.0\text{mm}$; 螺距 $p=12\text{mm}$; $h=1.5\text{mm}$ 。

这里为了说明简明扼要,以左旋螺纹,且螺纹的长度取两个螺距来说明。应用FANUC系统^[6]编制加工程序如下:

```
o0001
G99 G21;
MO3 S800;
T0101;
G00 X35 Z5;
#10=1.5;
N5 #10=#10-0.2 ;
#100=122;
N10 #101=10+ SIN[#100];
#102=-6[ COS[#100]+SIN[32]];
G01 X35 Z#102 F0.3;
G92 X[2*#10+2*#101] Z-25 F12;
G01 X35;
Z#102;
#100=#100-1; ;
IF [#100 GT 59] GOTO 10;
#105=59;
N20 #103=19.5-5.5*SIN[#105];
#104=-6+5.5*[COS[#105]-SIN[32]];
G01 X35 Z#104 F0.3;
G92 X[2*#10+2*#103] Z-25 F12;
G01 X35;
Z#104;
#105=#105+1;
```

IF [#105 LT 121.45] GOTO 20;

IF [#10 GT 0] GOTO 5;

G01 X35 Z5 F0.2;

G00 X100 Z100;

M05;

M30;

需要说明:

(1) 采用数控车床微量逼近,刀具和切削用量选择合理,波形螺纹(R)的尺寸和表面质量均能达到较高的水平;

(2) 内外螺纹都可以车削,如采用相近的工艺条件,经加工而成的内外螺纹完全可以实现密切配合;

(3) 缺点是生产效率相对而言不高。

(4) 正弦波形螺纹同样采用数控车床加工,由式(1)知道其波形对称,采取类似方法,用数控车即能完成,这样省去旋风铣刀装置,质量可以保证,同样效率不高。

4 结语

钎具的应用对其连接螺纹提出几何精度要求,且内外螺纹配合相当重要;滚压螺纹和旋风铣正弦波形螺纹(SR)由于加工工艺客观条件限制,造成钎具的使用难以达到理想效果;利用数控车床能够加工满足精度要求的国际标准钎具波形螺纹(R),利于国内钎具行业的长远发展。

基于上述观点,文中所述的钎具波形螺纹(R)以及正弦波形螺纹(SR)的数控加工为国内钎具行业的厂家提供参考,以促进钎具行业发展。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 凿岩用螺纹连接钎杆:GB/T 5482-2007[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [2] 王锴,张晓斌.PH13-8Mo 不锈钢冷滚压螺纹参数对金相折叠的影响[J]. 现代制造工程,2022(04):9-14.
- [3] 宋现春,孙悦,庄利军,等. 旋风硬铣削加工技术及其在精密滚珠丝杠加工中的应用[J]. 制造技术与机床,2022(05):36-41.
- [4] 王坚. 凿岩钎具正弦波形(SR)螺纹的成形原理和牙形分析—波形螺纹的旋风铣削[J]. 地球科学,1987(02):201-207.
- [5] 胡铭,董鑫业. 国内钎钢钎具工业生产现状及发展趋势[J]. 特殊钢,2000(02):1-7.
- [6] 沈建峰,虞俊. 数控车工(高级)[M]. 北京:机械工业出版社,2006:149-170.

作者简介:何文斌(1970.02-),男,汉族,山西运城人,本科,高级教师,研究方向:数控加工。