

螺纹铣削在组合电器产品零件加工中的应用

姚金刚, 李 锋

(西安西开高压电气股份有限公司, 陕西 西安 710077)

摘要: 通过对几种螺纹切削加工方式的比较, 针对组合电器异形结构件螺纹加工过程中遇到的困难和问题, 提出了采用铣削加工的解决对策, 通过生产实际, 表明螺纹铣削加工在加工组合电器异形结构件螺纹部分时具有优势。螺纹铣削加工既能保证组合电器中异形结构件螺纹部分的加工质量, 又能达到高的加工精度, 同时也提高了加工效率。

关键词: 组合电器; 螺纹; 铣削

中图分类号: TH16

文献标志码: B

文章编号: 1001-1609(2009)01-0098-03

Application of Screwed Milling in Manufacturing the Parts of Composite Electrical Equipment

YAO Jin-gang, LI Feng

(Xi'an Shiky High Voltage Electric Co. Ltd., Xi'an 710077, China)

Abstract: By comparing different machining methods for screw, the screwed milling was selected for manufacturing the screwed parts of composite electrical equipment. Practical application of the screwed milling proved that this method can not only assure manufacturing quality, but also increase manufacturing precision and efficiency.

Key words: composite electrical equipment; screw; milling

0 引言

随着组合电器产品可靠性和小型化等要求的提高及国外新技术的引进、消化、吸收和创新, 新的结构和类型的组合电器产品也随之产生, 同时还出现了一些新的异形结构零件, 这些异形结构零件用传统的加工方法很难实现, 如一些异形结构零件螺纹部分的加工就是经常碰到的难题之一。由于常用的螺纹切削加工方法——车、铣、磨以及丝锥、板牙等, 很难完成这些异形结构零件螺纹部分的加工, 必须经过试验和研究, 采用新型的加工方法以满足产品技术的发展和生产的需要。笔者通过对几种螺纹加工方法的探讨, 针对组合电器产品中一些典型的异形结构件螺纹部分的加工提出了采用螺纹铣削加工方案, 经实际加工, 充分证明了螺纹铣削加工工艺在加工异形结构零件螺纹所具有的优越性。

1 螺纹铣削加工与常用切削加工方式的比较

常用的螺纹切削加工方法主要有: 采用螺纹车

刀在车床上完成车削螺纹、采用丝锥及板牙等工具机械或手动攻丝或套扣等^[1]、采用铣削(如旋风铣)加工丝杠螺纹、采用磨削方式来加工高精度要求的螺纹。采用螺纹车刀车削时需多次走刀才能切出螺纹轮廓, 且主要用于加工各种回转类零件的螺纹, 如果零件为非回转体, 则需要制作专用工装夹具使零件加工时构成回转体来实现螺纹的加工。用丝锥加工内螺纹, 一种规格的丝锥只能加工一种规格的螺纹, 且是在有预孔的基础上进行加工, 生产效率低, 所需刀具规格数量多, 且互换性较差^[2,3]。手动攻丝则更具有局限性(注: 手工攻丝工艺通常在 M12 以下螺纹加工中采用^[4]), 如果螺纹的公称直径很大, 手动攻丝相当困难, 且加工精度不易控制。笔者所讨论的螺纹铣削加工是一种新型的螺纹加工技术, 这种加工技术较之传统螺纹切削加工技术更为先进, 它要求有专用的螺纹铣刀和专用的数控程序, 目前发达国家大批量螺纹生产已广泛采用。螺纹铣削加工精度高, 效率优势明显, 只要螺纹牙形、螺距相同, 可以不用更换刀具而对不同公称直径的左、右旋

收稿日期: 2008-04-17; 修回日期: 2008-10-11

作者简介: 姚金刚(1977-), 男, 西安市人, 工程师, 主要从事组合电器装配及制造工艺研究工作。

螺纹进行加工,刀具的加工范围较宽。与传统螺纹切削加工方法相比,螺纹铣削加工能更好地保证螺纹加工质量。同时螺纹铣削加工能使螺纹更接近台阶或盲孔底部,特别是对于一些有特殊结构要求,如没有退刀槽和过渡扣结构的螺纹,采用传统的车削方法或丝锥、板牙很难加工,但采用螺纹铣削加工却能方便实现^[4,5]。

2 螺纹铣削加工原理和铣削方式

螺纹铣削是在具有三轴联动功能的数控机床上实现的。无论是加工左旋或右旋螺纹,还是圆柱螺纹或管螺纹,其加工原理是相同的,切削时螺纹铣刀除了做旋转运动(主运动)外,同时做圆周进给运动和轴向运动(进给运动),合成螺旋线插补运动,加工出螺纹,其铣削运动轨迹为一螺旋线。铣刀在轴向移动一个螺距(圆周方向转一周)即完成一个螺距螺纹的加工^[2]。为了保证螺纹铣刀在一个圆周运动结束时完成螺纹铣削,刀片长度应大于螺纹长度,否则,在第一个圆周进给运动完成后,刀具应沿轴线方向偏置螺距的整数倍距离,进行下一个螺旋插补运动。也就是说在螺纹铣削过程中圆周运动产生螺纹直径,而同步的轴向运动产生螺距。不同的螺纹是由合成螺旋运动的两个分运动各自的进给方向形成的,同时根据刀具的进给运动方向,内外螺纹可以产生顺铣左、右旋内、外螺纹和逆铣左、右旋内、外螺纹多种铣削方式。

螺纹铣削方式有整体式和刀片式两种,这两种螺纹铣刀均可加工材料不同、直径不同但螺距相同的所有螺纹,并可以在任何螺纹公差带内加工(注:整体式螺纹铣刀主要应用在M16以下的螺纹加工,刀片式螺纹铣刀主要应用在M16以上螺纹加工^[5])。不论是哪种螺纹铣刀,其在加工中心上NC编程原理是一致的^[6]。螺纹铣削进退刀方式分为径向进退刀、切向进退刀和圆弧进退刀3种方式,其中切向进退刀只针对外螺纹。在加工中一般采用切向和圆弧进退刀方式,因为这两种加工方式可避免产生接刀痕迹,加工出的螺纹表面光洁度更好,且加工时刀具切入、切出平稳,减小了振动,对保护刀尖和螺纹表面都有好处。对于一右旋内螺纹铣削加工采用圆弧方式进退刀的一般形式,其刀具轨迹图参见图1,参数如下: A =刀具路径半径; D_0 =螺纹大径; D =切削直径; $A=(D_0-D)/2$ 。从螺纹孔底部开始往上切削,不使用半径补偿命令,将半径补偿值设置为零,则程序的一般形式如下

```
G90 G00 G54 H1 X0 Y0 Z10 S...
```

```
G00 Z-(TO THREAD DEPTH)
```

```
G01 G91 G41 D1 X(A/2) Y-(A/2) Z0 F...
```

```
G03 X(A/2) Y(A/2) R(A/2) Z(1/8PITCH)
```

```
G03 X0 Y0 I-(A) J0 Z(PITCH)
```

```
G03 X-(A/2) Y(A/2) R(A/2) Z(1/8PITCH)
```

```
G01 G40 X-(A/2) Y-(A/2) Z0.
```

```
G90 X0 Y0 Z0
```

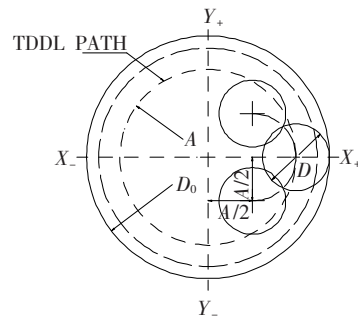


图1 刀具轨迹图

3 螺纹铣削加工实例

(1)某GIS隔离开关壳体G₁管螺纹的加工,见图2。前期试加工采用手动攻丝的方法,除法兰外,此零件整体结构近似为直径 $\phi 600$ 的球形。手动攻丝固定困难,需用加长杆来实现,加工效率低且对操作者技能水平要求高,加工时间长,体力消耗大,螺纹的合格率不高。采用铣削螺纹以后,加工时间降为数十秒,不但提高了加工效率,而且减小了工人的劳动强度,加工出的螺纹精度高。加工准备工作如下:

壳体材料:铸铝合金ZL101,螺纹:G₁管螺纹,有效长度18mm; 刀具:OSG整体硬质合金螺纹铣刀,刀杆直径 $\phi 16$; 机床控制系统:西门子840D; 加工方式:顺铣。

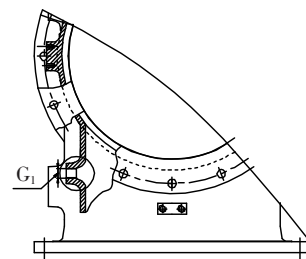


图2 带G₁管螺纹的壳体

CNC加工程序如下:

```
G90 G00 G57 X0 Y0
```

```
D10 Z0 M3 S1599
```

```
G91 G00 X0 Y0 Z-18.474
```

```
G41 D10 X3.715 Y-12.910 Z0
```

G91 G03 X12.910 Y12.910 Z0.474 CR=12.910 F153(沿圆弧切入螺纹)

```
G91 G03 X0 Y0 Z2.309 I-16.625 J0 F511(切削螺纹)
```

G91 G03 X-12.910 Y12.910 Z0.474 CR=12.910(沿圆弧切出螺纹)

G00 G40 X-3.715 Y-12.910 Z0
 G90 G00 Z200.000
 D0 M5
 M30

(2)某 126 kV GIS(小型化)异形结构导体螺纹部分的加工。该异形导体(见图 3)外侧带有螺纹结构,形状特殊,螺纹轴线与导体上部轴线延伸相交,在车床上难以找到其回转中心。因此采用传统的加工方法难度大,需制作专用夹具或工装,且在加工时要避免零件与刀具部分干涉也非常困难,使得加工

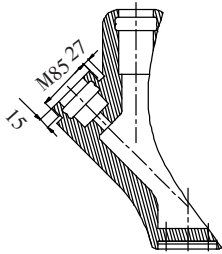


图3 异形导体

难以完成。经过分析验证,决定对此部位的螺纹采用铣削加工。加工准备工作如下:导体材料:铸铝合金 ZL101,螺纹:M85x2,有效长度 15;刀具:OSG 机夹式螺纹铣刀,刀杆直径 $\Phi 26$;机床控制系统:西门子 840D;加工方式:顺铣。

CNC 加工程序如下:

```
G90 G00 G57 X58.481 Y0-23.804
D10 Z0 M3 S637
G90 G00 X58.481 Y-23.804 Z-15.123
G90 G00 G42 D10 X40.273 Y-16.393
G91 G03 X1.000 Y16.393 Z0.123 CR=134.858 F26 (沿圆弧切入螺纹)
G91 G03 X0 Y0 Z2.000 I-41.273 J0 F86(切削螺纹)
G91 G03 X-1.000 Y16.393 Z0.123 CR=134.858(沿圆弧切出螺纹)
G90 G00 G40 X58.481 Y58.481
G90 G00 Z200.000
```

(上接第 97 页)

表 2 金属氧化物避雷器测试仪标准装置相位测试结果

设定值/(°)	输出实际值/(°)	相对误差/(°)
90	90.034	-0.03
80	79.997	0.00
70	69.983	+0.02
60	59.993	+0.01
50	49.986	+0.01
40	39.965	+0.04

测试仪标准装置的输出电压、电流的精度均优于 0.1%,电压与电流之间相位的控制精度达到 0.04°,完全满足对金属氧化物避雷器测试仪检定的要求。

6 结语

所研制的金属氧化物避雷器测试仪标准装置采用 DSP 与 CPLD 技术,较好地解决了电压波形、电流波形的精度以及电压与电流之间相位的控制精度等关键技术问题,在温度和噪声对标注装置精度的影响方面也采取了有效措施,并采用自校正方式,使

D0 M5
 M30

通过使用螺纹铣削加工,该部分螺纹可以方便地加工出来,且能很好地确保该部位螺纹的加工质量。这不仅解决了生产难题,也为今后组合电器零件螺纹部位的加工方式增添了一种新的选择。

4 结语

螺纹铣刀在组合电器异形结构件螺纹部分的加工表明,螺纹铣削加工方式可以提高螺纹加工的生产效率,确保螺纹的加工质量,可以达到较高的加工精度,适合各种类型、任意螺距的螺纹加工。特别是在加工空间有一定限制的特殊加工场合,螺纹铣削加工方式更能显示出它的优势,即使是能允许其它加工方式使用的场合,螺纹铣削加工也是一种可选方案,而且由于螺纹铣刀自身加工方式的原因,其磨损小、寿命长、刀具成本低,具有很好的推广价值,在组合电器产品零件加工中的应用前景十分广阔。

参考文献:

- [1] 李刚. 大型内螺纹的数控铣削加工 [J]. 长沙:长沙航空职业技术学院学报, 2006(3): 63-65.
- [2] 尹如海. 在数控机床上用同一螺纹铣刀加工多种规格的螺栓 [J]. 工具技术, 2006, 40(10): 64-65.
- [3] 赵翔宇. 数控镗床的螺纹加工 [J]. 机械工人, 2007(3): 77-80.
- [4] 鲁殿军. 200EMU 构架 M36 螺纹铣削加工工艺的应用 [J]. 四机科技, 2007(1): 14, 15.
- [5] 梁海. 螺纹铣刀在数控加工中心上的应用 [J]. 现代制造工程, 2006(10) 35, 36.
- [6] 王玉娣. 螺纹铣刀在加工中心上的应用 [J]. 机械工人, 2006(11): 39.

得所研制的金属氧化物避雷器测试仪标准装置具有很高的精度。

此外,标准装置采用触摸屏进行参数输入、大屏幕液晶显示输出以及中文菜单,具有操作简便等优点,为检定金属氧化物避雷器测试仪提供了一种新的方法。

参考文献:

- [1] GB 11032-2000. 全国避雷器标准化技术委员会. 交流无间隙金属氧化物避雷器[S].
- [2] DL/T 987-2005. 全国高电压试验技术标准化分技术委员会. 金属氧化物避雷器阻性电流测试仪通用技术条件[S].
- [3] 颜湘莲. 电力系统中金属氧化物避雷器的监测与诊断 [J]. 电力自动化设备, 2003, 23(2): 79-82.
- [4] 殷雄开, 邵涛, 高翔, 等. 金属氧化物避雷器检测方法的现状与发展 [J]. 高电压技术, 2002, 28(6): 34-36.
- [5] 刘兵, 毛慧明. 金属氧化物避雷器带电检测方法综述 [J]. 高电压技术, 2000, 26(3): 15, 18.