

薄壁焊接环加工工艺

奇瑞汽车股份有限公司 (安徽芜湖 241009) 梅绍乔

本文所引用的薄壁环状偶合环是某产品中的一个重要结构件,应用数量多,制造精度要求高,制造难度大。过去在薄壁环的机加工生产中,由于设备及工艺的落后,使得该类产品加工合格率一直很低。本文通过改进原有制造工艺,采用精密车加工、数控加工和钎焊技术,编排工艺流程,利用设计的专用工装夹具,使得该类型结构件的加工难题得以顺利解决。

1. 薄壁环类结构件的工艺特点

该结构件是由四个内导体和薄壁环通过钎焊焊接成形,结构形式如图1所示。

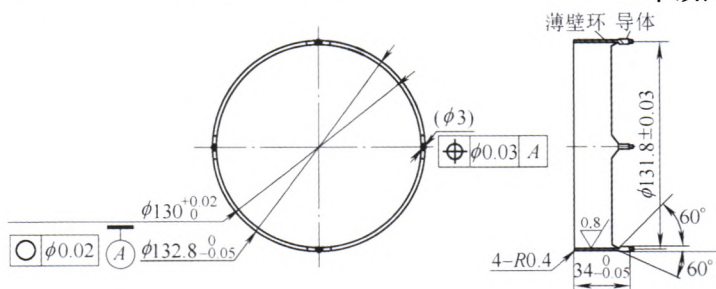


图 1

薄壁环材料为黄铜H62,四个内导体材料为黄铜H62。技术要求:薄壁环内孔尺寸为 $\phi 130^{+0.02}_0$ mm,环外圆为 $\phi 132.8^{+0.02}_0$ mm;圆度要求为 $\phi 0.02$ mm,四个内导体相对内孔位置度要求为 $\phi 0.03$ mm,内导体间尺寸为 $(\phi 131.8 \pm 0.03)$ mm。从技术要求来看,该零件的加工难点主要有两点:一是圆环内孔圆度和孔径尺寸;二是四个内导体相对圆环内孔的位置度和内导体间距尺寸。因此该零件工艺设计的主要问题就是解决上述两项加工难点。

2. 工艺方案分析

根据该产品结构工艺特点和产品尺寸要求,以

往曾制定方案一“直接焊接法”和方案二“单边留余量加工法”两种工艺方案进行试验加工。方案一是将零件加工到尺寸再焊接,因为变形较大,几乎没有合格件。方案二是先将薄壁环状零件外圆加工到尺寸要求,焊接后将内孔加工到位,这种方法加工出的产品合格率不到50%。

针对方案二存在的工艺缺陷,又提出了方案三“双边留余量加工方法”。工艺流程是先将薄壁环状零件内外圆分别留有一定的加工余量,然后将四个内导体加工到位,用专用焊接工装将环与内导体焊接,保证四个内导体的间距。在后续加工中以四个内导体为加工基准,分别加工外圆和内孔,达到图样尺寸要求。方案三相对前两种方案机加工难度相对增加,但零件加工尺寸稳定,一致性好。通过薄壁环内外圈留加工余量,加大了环的壁厚,减少了焊接变形,一般焊接后圆度变形能够控制在0.05 mm范围以内;另外加大壁厚后,通过孔定位,从而很好地确定了四个内导体的相对位置;内导体高度尺寸一致性好,加工后相对内孔位置度能够很好的保证。按方案三试加工的产品合格率达98%。

3. 主要零件的结构特点及加工工艺过程设计

按照工艺方案三,对环状零件进行设计(见图2)。在工艺图中,分别对薄壁环内、外都留有一定加工余量,将环壁厚增加到10 mm。加工工艺过程为:粗车→高温退火热处理→精车→数控铣加工四凸台及孔。其中通过粗车和退火处理的目的是减少材料内应力,从而减少零件在焊接过程中受热变形量。另外在焊接结构优化设计方面,在零件外圆上分别设计四个工艺出气孔,分别与内导体焊接

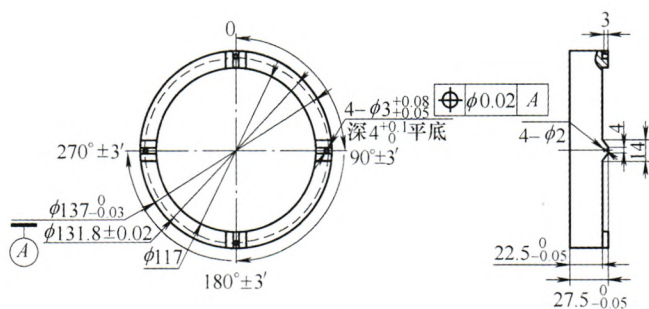


图 2

孔相通。利用此工艺方法一方面可以避免焊接过程中四个内导体底部气体受热膨胀将内导体顶出，影响四个内导体高度尺寸；另一方面可以分别从端面 and 出气孔加焊料，焊料流入充分，从而保证四个内导体焊缝致密均匀，不虚焊。通过此处焊接结构优化设计，避免了后续加工过程中因虚焊或气孔而产生的报废。另外在环加工中充分利用现代数控加工技术，铣四个凸台和钻四个内导体焊接定位孔，从而提高了零件加工精度和生产效率，尺寸一致性好。工艺尺寸设计方面考虑到为后续加工提供加工基准，于是分别对零件外圆、四孔相对外圆位置度尺寸提出了很高的要求。

4. 钎焊工艺过程及工装设计

钎焊用银基焊料，钎焊温度为730℃。钎焊过程中保证四个内导体间距是此道工序的关键。如直接通过内导体焊接孔定位，由于内导体与焊接孔之间存在0.05~0.08mm的焊接间隙，焊接后孔距存在一定的误差。因此要保证焊接间距就必须设计一种专用的焊接定位工装。通过研究，设计了如图3所示的焊接定位工装。通过焊接定位工装上精确的四孔间距，从而严格保证了四个内导体间距尺寸。

焊接工艺过程如下：焊前清洗→定位工装定位→炉中预热→焊接→焊后清洗。

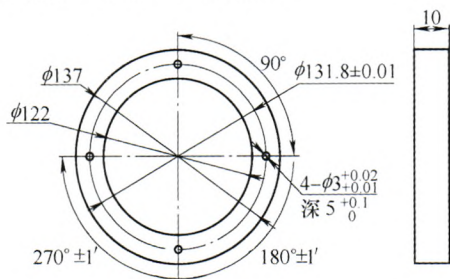


图 3

5. 产品成形加工工艺设计及夹具设计

产品焊接完成后，接下来就是加工环内孔和外

圆。以往加工该类零件的工艺方法为先将外圆车到图样尺寸，再用软爪夹持外圆镗内孔。由于环最终壁厚为1.4mm，加工过程中使用三爪装夹，就会使工件产生一个径向力使产品向内缩，当产品加工完成后松开三爪，孔就会向外胀而变椭圆，内孔和圆度都无法保证。

针对该种状况，经过研究，最终设计了如图4和图5配套使用的简易特制夹具。夹具中分别铣四缺口让开凸台及四个内导体，镗 $\phi 132.8^{+0.01}_{-0}$ mm孔来定位产品外圆，利用图5端盖来旋装压紧产品端面。加工时先校正四个内导体轴线在 $\phi 0.02$ mm圆度范围内，车环外圆 $\phi 132.8^{+0.01}_{-0}$ mm，保证基准外圆与四个内导体轴线构成的圆同心度在0.02mm范围内。然后利用该夹具，以夹具内孔定位，用螺纹端盖旋紧压住产品端面，用镗孔刀镗环内孔。利用该夹具，一方面将普通装夹产生的径向力转换为轴向力，避免了产品因受径向力而产生变形；另一方面也保证了圆环内孔与四个内导体的位置度要求。

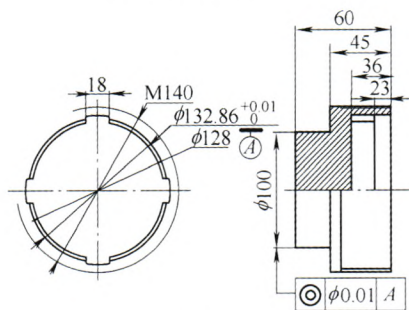


图 4

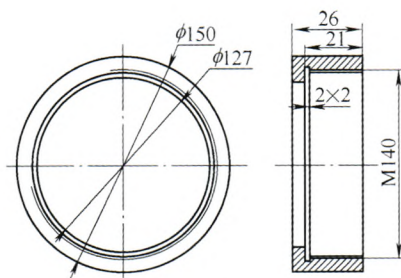


图 5

另外在切削用量上也进行相应调整，开始切削速度为3.5m/s，进给量为0.1mm/r，切削深度为0.5mm；当内孔余量为1mm时，切削速度为2.5m/s，进给量为0.05mm/r，切削深度为0.15mm。这样可以避免因切削用量过大而使产品产生加工内应力，从而造成产品加工后变形，另一方面又可以降低薄壁环内孔表面粗糙度值。

微特电动机换向器的车削

横店集团联宜电机有限公司 (浙江东阳 322118) 孙祝兵 张敬国 张巧巧 蔡伟娟

在电动机行业中,众所周知,换向器是直流电动机(见图1)中结构最复杂、加工难度大、生产制造成本高的一种产品。车削后的质量很大程度上直接影响电动机的整体质量,无论从可靠性、运转寿命以及噪声等方面都很重要。特别是电动机噪声,它对环境的影响更不能忽视。

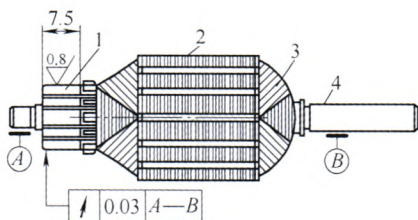


图 1

1.换向器 2.转子铁芯 3.转子绕组 4.转子轴

1. 加工的质量要求及刀具的选择

加工质量要求是:①工作表面不允许有凸片和凹坑。②表面粗糙度值 R_a 的最大允许值为 $0.8\mu\text{m}$ 。③外圆的径向圆跳动一般不应超过 0.03mm 。④车削长度和外径尺寸应满足设计要求。如果表面加工达不到其要求,电动机运转时碳刷与换向器之间接触有可能会不稳定,产生换向火花,火花会烧伤电刷以及换向器的工作表面,还有可能导致电刷与换

向器之间接触面积减少,电流密度和火花增大,以及更严重的烧坏。恶性循环下去,最终会导致电动机不能正常运转。

(1) 车削工艺 转子以转子轴承挡定位,安装到机床高精度V形块上,另一端与机床轴向定位块接触。其优点就是定位误差小,定位准确,精度高。两端的V形块分别安装在同一导轨上。根据轴的长度调节拉开的距离,并用螺钉与螺母将其固定并锁紧。V形块的材料采用高耐磨性的金刚石材料制成,优点是耐磨性能极好,使用寿命远远高于硬质合金材料,大约是硬质合金的100倍左右,稳定性好,可以满足大批量生产需求。转子的上端采用皮带压紧,根据转子直径的大小来调整皮带的上下高度,调整包角可以有效防止轴与金刚石V形块之间产生磨损。为了提高使用寿命,通常采用喷油装置,喷油装置内注入32号抗磨液压油,通过调节油量开关控制油量,达到润滑目的。排油量的标准:每加工一件产品,大体上滴一滴油,这样能有效防止轴的损坏,振动小,有利于车削,并可以增加V形块的使用寿命。

(2) 刀具选择 在车削中,刀具的选择很重要,大部分厂家为了节约生产成本采用硬质合金车刀加工。换向器属于铜质材料,精加工表面时属于断续切削,采用硬质合金刀具加工,加工完后再用砂纸抛光的办法很难保证表面粗糙度的要求,使火花增大。此加工方法还有以下缺点:①换向片之间易产生“驼背”现象。②换向器槽内易产生毛刺和铜沫。③在砂纸抛光过程中易留下脱落的磨粒和杂物等划伤表面。

几年来通过实践,根据其加工工艺特点,我们选用聚晶金刚石(PCD)刀具。其优点有:①硬度

6. 结语

通过新工艺方法生产的产品数量已达400多件,产品质量和性能比原来都有很大的提高,产品一次交验合格率达95%,生产效率比原来提高了60%。产品已经装入整机中使用,并且通过了各项测试和试验,验收合格。证明薄壁环类结构件的制造工艺的先进性和可行性,同时也为工厂创造了可观的经济效益。MW (收稿日期:20120817)