

直流电动机机座车削工装设计

王屹峰

安徽皖南电机股份有限公司 安徽宣城 242500

摘要: 针对我公司直流电动机机座车削加工工装机构的优化设计,进行探究。新型工装机构操作简单方便,可靠性高,大大提高了机座止口与铁芯挡的同心度,从而有效地保证了整机定、转子的同轴度,同时也降低了劳动强度,提高了工作效率。

关键词: 车削工装;滑动胀紧;同心度;工艺分析

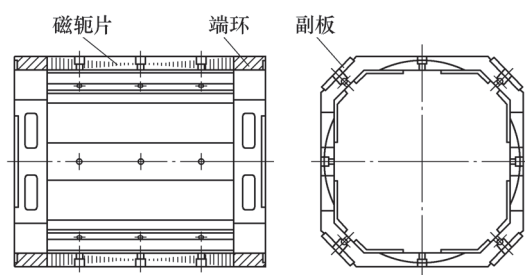
1 序言

随着科学技术的不断发展,机械化应用程度越来越高,电动机的应用也越来越广泛。加上现在对自然环境的保护意识不断增强,电动机作为一项绿色的动力来源,备受青睐。直流电动机是我们日常应用最广泛的电动机之一。直流电动机具有良好的起动特性和调速特性;调速范围广、平滑,过载能力较强,受电磁干扰影响小。但是由于直流电动机自身结构的特殊性,导致其机座与普通三相异步电动机的机座有明显区别,且机座加工的工艺难度较高,特别是机座的止口与铁芯挡的同心度难以保证。本文主要阐述了通过对直流电动机机座特殊结构及加工工艺的研究,优化改进设计了直流电动机机座的加工工装夹具,不但提高了机座车削加工效率,同时也保证了机座的同心度,从而提升电动机整机质量。

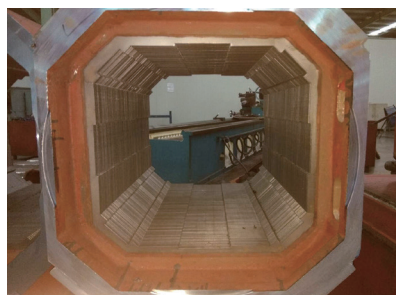
2 原车削夹具的介绍及存在的工艺问题

直流电动机机座由于结构特殊,它的机座外壳是由磁轭片叠压焊接而成。直流电动机的机座截面呈正方形,每层由4个形状相同的磁轭片拼接而成,很多层磁轭片叠压起来,再通过两端的铁端环和四周副板焊接组成(见图1)。直流电动机机座外壳的作用有两个:一是直流电动机机座本身也是磁路的一部分,借以构成磁极之间磁的通路,磁通通过的部分称为磁轭;二是用来固定主磁极、换向极和端盖,并起到整个电动机的支撑和固定作用,同时通

过铁芯两端的止口与端盖的配合支撑转子和保护电动机内部绕组。



a) 图样

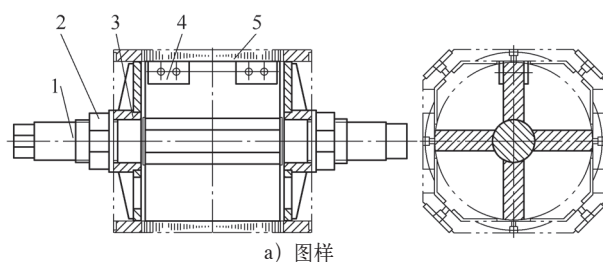


b) 实物

图1 直流电动机机座

原Z4铁芯卧式车床夹具结构如图2所示。

在车削加工机座两端的止口时,先将夹具两端的压紧螺母和方形压板拆下,再将十字心轴通入机座铁芯内腔,然后分别装上两端的方形压板,最后分别通过两端螺母紧固压紧。由于铁芯内腔与夹具的十字心轴的配合面是由一片片磁轭片叠压而来,叠压后铁芯位置有毛刺、形状不规则、形成的内腔直径一致性较差,所以导致工装定位铁芯难以通入



a) 图样



b) 实物

图2 原Z4铁芯卧式车床夹具结构

1—十字心轴 2—压紧螺母 3—方形压板
4—定位块 5—机座

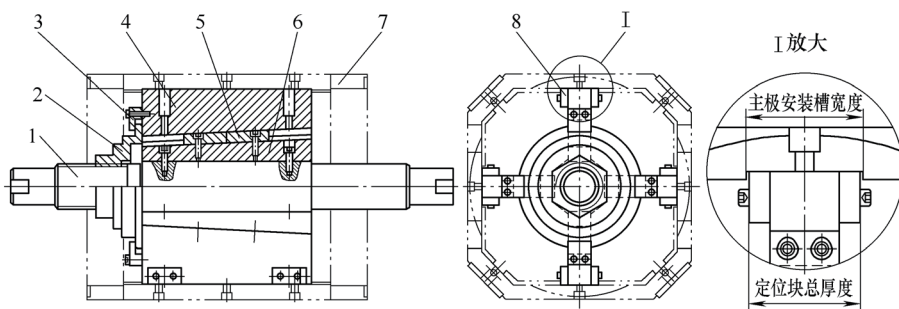
机座；而且与心轴配合面属于非加工面，表面非常粗糙且直线度较差，导致无法在工艺要求的配合间隙下来完成车削夹具的安装。为了完成装夹，只能增大工装与铁芯的配合间隙，一旦增大夹具与铁芯的配合间隙，当十字心轴通入铁芯内，由于重力作用，肯定会偏向一边，装夹压紧后车出来的两端止口同心度较差。通过测量，同心度小的几十丝，大的超过1mm，它会直接影响整机装配后定、转子气隙的均匀度，甚至导致定转子抱死，完全不能保证图样要求。原卧式车床夹具无论是机座的装夹还是

拆卸都需将两端螺母完全拆下，卸下压板，才能完成装夹和拆卸；操作过程繁琐，劳动强度大，工作效率低。

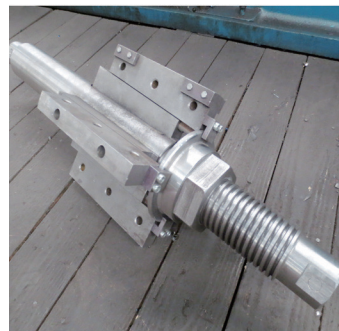
3 新型卧式车床夹具的优化改进

为了解决上述问题，我们对直流电动机机座结构图样和加工方案进行研究和分析，不断地验证、优化改进，最终设计出一套新型的机座卧式车床夹具。新型的卧式车床夹具结构如图3所示。

新型的卧式车床夹具将其装夹结构设计成可调装置，类似于胀胎结构。中间同样采用一根心轴，在心轴中间位置均布安装4个固定的副筋，副筋上安装一根长条的T型块，再将带有T型槽的滑块顺着T型块插入，确保滑块可以顺畅的在副筋上滑动；由于T型块的作用，滑块只能在轴向滑动，径向不会脱落；滑块的前端安装卡块，通过卡块将压紧螺母与4个滑块相连；滑块的外沿两侧对称安装定位块，使其与滑块的总厚度略小于铁芯的主极安装槽宽度，一般取0.5~1.0mm的配合间隙，定位块前端设计20mm×15°倒角，即方便夹具的快速装夹定位，同时定位块卡在主极安装槽内又可防止在车削过程中，夹具在铁芯内圆发生转动；转轴的一端车有螺纹，旋紧和松开螺母时，通过卡块来带动4个滑块在轴向左、右滑动，副筋与滑块的接触面采用的是带角度 θ 的斜面配合；当滑块左右滑动时，4个滑块径向直径就会随之缩小和变大，很方便实现拆卸和胀紧机座的功能。



a) 图样



b) 实物

图3 新型的卧式车床夹具结构

1—心轴 2—压紧螺母 3—卡扣 4—滑块 5—T型块 6—副筋 7—机座 8—定位块

4 设计要点

(1) 提高同心度 新型卧式车床夹具为了提高机座止口与铁芯挡的同心度，以机座的铁芯挡定

位，一次装夹来完成两端的止口和止口平面的精车。新结构夹具在装夹压紧螺母时，4个滑块同时向外胀紧，排除了装夹间隙，这样加工出来的机座止

口同心度就取决于夹具自身的同心度。

为了保证新结构夹具自身的同心度,采用了一种特殊的加工工艺方案,如图4所示。通过加长螺杆将副筋和滑块一起装配到转轴上,使其与转轴形成一个整体,再通过装夹转轴两端顶针孔,来车削滑块的端面和外圆面两个与机座配合的位置。车削完成后,拆掉加长螺杆,使滑块可以在副筋上自由滑动,最后安装端面卡扣和前端的压紧螺母,新结构的夹具加工完成。

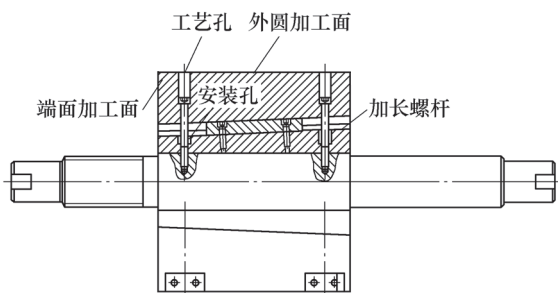


图4 新结构夹具加工工艺方案

对新结构的夹具装夹和松卸进行分析,如图5所示。夹具在原始的松卸状态,滑块的外圆到转轴轴线距离为 H ;夹具装夹机座胀紧状态后,滑块的外圆到转轴轴线距离为 H_1 。我们对图中胀紧状态运动情况进行分析计算:

设滑块轴向滑动距离为 ΔL 、滑块径向外圆距离为 Δh ,要保证胀紧后滑块外圆与转轴同心,就必须保证4个方向 H_1 相等。

因 $H_1 = H + \Delta h$ 、 $\Delta h = \sin\theta \cdot \Delta L$,故 $H_1 = H + \sin\theta \cdot \Delta L$ 。

由上式可以看出,影响 H_1 的因素有 H 、摩擦角 θ 和轴向移动距离 ΔL 。

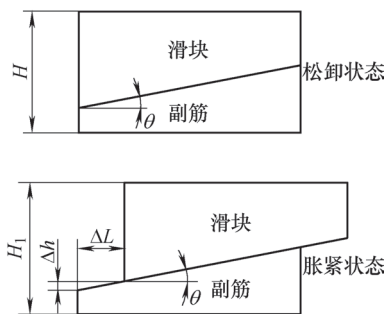


图5 夹具松卸状态和胀紧状态

新结构的卧式车床夹具滑块外圆已经车削, H 值相等。副筋的斜面采用线切割工艺加工,将4块副

筋装夹在一起,用线切割一次切割成形,确保4块副筋的摩擦角 θ 相等。滑块是由压紧螺母的平面挤压,产生轴向运动。在松卸状态车削夹具滑块外圆时,4块滑块安装卡扣的端面必须紧贴压紧螺母的平面,这样就保证了4个滑块起始端面在同一平面,胀紧状态后还是在同一平面,确保4个滑块轴向移动距离 ΔL 相等。

新结构夹具保证了4个方向的 H 、 $\sin\theta$ 和 ΔL 的变化都相等,也就保证了胀紧状态夹具外圆到转轴轴线距离 H_1 相等,最终为机座车削加工止口与铁芯挡的同心度提供了有效的保障。

(2) 工装夹具自锁功能 机座在车削时,旋转的机座有较大的转动惯性,由于频繁的起动和停止,再加上车削时的振动,压紧螺母会出现松动,所以单纯的依靠螺母的持续压紧来实现胀紧机座,可靠性比较差。车削过程中,机座高速旋转,一旦出现松动,就有可能发生严重的安全事故。为了解决该问题而设计的这个新型夹具,不但能快速胀紧,而且胀紧后能实现自锁,无论胀紧力多大,都不会出现松动。

滑块的配合位置局部如图6所示,上面部分是副筋;中间斜面是配合面;下面部分是滑块,它可以在副筋斜面上滑动;滑块的斜面与转轴的轴线夹角为 θ ,我们称之为摩擦角 θ 。我们在滑块位置对工装装夹后的状态进行受力分析。

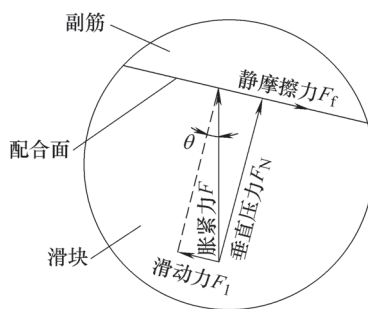


图6 滑块的配合位置局部

机座在装夹胀紧状态,会对滑块产生一个反作用合力,如图6中的胀紧力 F ,根据力的分解原理,我们将胀紧力 F 分解成垂直压力 F_N 和滑动力 F_1 ,滑动力 F_1 会让滑块产生一个沿着副筋斜面滑动的趋势;同时垂直压力 F_N 将滑块压紧在副筋上,会产生一个反向的静摩擦力 F_f ,来阻止滑块滑动。

由图6可知,滑动力 $F_1 = F \sin\theta$ 、垂直压力 $F_N =$

$F \cos \theta$ 、静摩擦力 $F_f = F_N f$ ，其中 f 为静摩擦系数。为了保证夹具胀紧后能够自锁，滑块不能产生滑动，就必须保证：静摩擦力 $F_f >$ 滑动力 F_1 ，即 $F_N f > F \sin \theta$ ，推导出 $f > \tan \theta$ 。

由此可以得出结论：当静摩擦系数 f 大于摩擦角 θ 的正切值时，无论胀紧力多大，滑块都不会滑动，就能实现自锁功能。

滑块和副筋都采用Q235钢板，它们配合斜面加工的粗糙度值 Ra 在 $12.5 \mu m$ 左右，滑块与副筋之间的摩擦系数 f 大约在 $0.10 \sim 0.15$ 。我们在设计这个斜面的时候，摩擦角 θ 的正切值必须小于摩擦系数 f ($\tan \theta < 0.1$)，为了保证自锁的可靠性，设计摩擦角度需要留一定的余量，所以在设计 θ 角度时一般取 $2.5^\circ \sim 4^\circ$ 。这样可以确保摩擦角的正切值小于摩擦系数，无论作用于滑块上的胀紧力 F 怎样大，总有一个反向静摩擦力 F_f 与之平衡，滑块保持静止。当机座加工完成后，松开压紧螺母，螺母通过卡扣带动滑块作轴向运动，相当于在滑块上施加了一个轴向拉力 F ，如图7所示。轴向拉力可以分解成 F_1 和 F_2 ，旋转松开螺母，很容易获得一个大于静摩擦力 F_f 的分解力 F_1 ，滑块就会轴向移动，实现快速拆卸的目的。

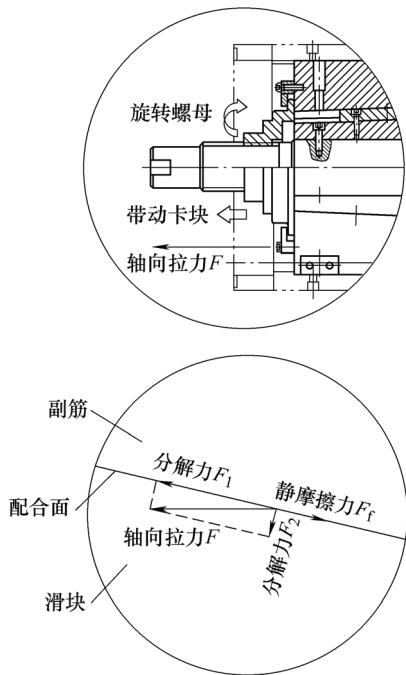


图7 滑块受力分析

5 新老结构夹具效果对比

在车间随意抽取两个机座号Z4-160和Z4-200，每种规格各抽样10台，分别用新、老结构的卧式车床夹具进行加工，对装夹时间和止口同心度检验记录，统计结果见表1。

表1 工艺验证对比数据统计

对比项目	Z4-160		Z4-200	
	原结构 夹具	新结构 夹具	原结构 夹具	新结构 夹具
装夹时间 (平均值) / (s/台)	185	65	210	85
同心度/ mm	①	$\phi 0.43$	$\phi 0.15$	$\phi 0.54$
	②	$\phi 0.51$	$\phi 0.18$	$\phi 0.65$
	③	$\phi 0.69$	$\phi 0.16$	$\phi 0.66$
	④	$\phi 0.65$	$\phi 0.17$	$\phi 0.71$
	⑤	$\phi 0.58$	$\phi 0.14$	$\phi 0.59$

通过试验结果的数据，可以发现：①不论是加工Z4-160还是Z4-200的机座，新结构夹具的装夹时间比原结构要节约很多，工作效率提高非常明显。②新结构夹具加工的机座止口与铁芯挡的同心度有明显提高，跳动基本可以控制在 $0.2 mm$ 以内，满足图样要求，也为整机的同心度提供了有效保障。

6 结束语

新结构的机座卧式车床工装，利用胀紧结构，排除装夹间隙，大大提高了方形工件两端口与中心的同轴度，同时它装夹简单方便，装夹可靠性高，降低了员工的劳动强度，提升了工作效率；而且该工装夹具可以一机多用，材料利用率高，也降低了模具的成本。

参考文献：

- [1] 方日杰. 电机制造工艺学[M]. 北京：机械工业出版社，1995.
- [2] 陈世坤. 电机设计[M]. 2版. 北京：机械工业出版社，2018.
- [3] 杨万青，刘建忠. 实用异步电动机设计、安装与维修[M]. 北京：机械工业出版社，1996.