

大型精密数控转台装配工艺分析

唐起波

(上海恩迪检测控制技术有限公司 上海 200120)

【摘要】针对大型精密数控转台的组装,针对实际情况,制定出合理的装配工艺方案,确定零件装配的操作要点,创造一个干净、无腐蚀性的环境,并对相关零件进行适当的组装,以保证机床的高效运转。分析高精度数控转台的设计、性能特征,确定了其组装工艺,并给出了具体的装配方法和关键技术,并给出了具体的组装工艺要求,并总结了装配过程中应注意的问题,为同类相近规格的精密数控转台装配制造提供技术借鉴和参考。

【关键词】大型精密;数控转台;工艺分析

引言

数控转台是数控机床中的一个关键部件,能有效地改善其使用性能,并使其达到最佳的加工品质。大型精密数控转台是大型高端数控的重要功能部件,它可以使机床的工作性能得到最优化,并提高其承载能力。为此,必须加强对大型精密数控加工的研究,确定其关键技术,提高其设计和制造水平。

1. 大型精密数控转台

1.1 安装数控转台意义

在装备制造业中,现代数控机床发挥着重要的作用,目前正在朝着大型化和精密化的方向发展,数控转台也同样面临大型精密化发展的需求。由于我国针对大型精密数控转台的相关技术研究时间较短,与西方先进国家存在一定差距。随着我国科技的不断发展,以及国家对装备制造业重视程度的提升,已经实现了一些技术突破。相信在不久的将来,我国的数控设备领域会得到更好的发展。在数控机床各项组成部件中,数控转台能够大幅提升数控机床的应用效果,为生产加工工作带来更大的助力,因此,必须重视设备的选择。

1.2 结构

(1) 工作台;(2) 滑座;(3) 静压支撑单元;(4) 回转运动传动单元;(5) 回转运动夹紧单元;(6) 回转定位单元。

1.3 工作原理

转台工作台静止时处于锁紧状态,在中小型的转台上,主要使用的锁紧方式为鼠牙盘锁紧;在大型数控转台上,主要使用的锁紧方式为液压锁紧。这两种锁紧方式的主要区别在于锁紧力的大小,前

者相对更小一些。当数控机台运行时,主要是由伺服电机进行驱动,其经过齿轮减速,然后带动涡轮蜗杆副使工作台转动。在这一过程中,齿轮啮合会产生侧隙,需要对偏心环进行调整,才能消除侧隙。通常情况下,会使用双螺距渐厚蜗杆,其左右侧面具有不同的螺距,所以齿厚逐渐增加。但不论是左侧还是右侧,同一侧的螺距并没有差别,因此能够正常进行啮合。要想消除蜗杆副间隙,可以调整其偏心轴套的中心矩。

2. 装配方案和总装工艺要求

2.1 装配方案

在制定装配工艺方案的过程中,不仅要考虑到产品的精度,也要结合具体的性能要求。在确定基础零部件达到设计要求后,根据从上到下,由里及外的顺序,对所有的零配件进行装配。在初步完成数控转台安装后,一旦发现与精度要求不符,应根据现有的精加工设备,对工作台面进行精磨处理,有效解决这一问题。为了保障工作台能够实现 4×90 的位置定位,应合理制订四点定位机构的装配方案。在实际进行装配的过程中,定位套要与定位销实现良好的配合,所以要求二者不仅要具有较高的精度,还要进行配合研磨。另外,在确定定位套位置时,为了确保能够满足四点定位的需求,可以采用注胶工艺,其具有较强的操作性,能够降低定位孔的加工难度,并且便于装配,具有很好的适用性。

2.2 总装工艺要求

在安装刹紧油缸组件时,应按照图纸要求,进行碟簧油缸的安装,拧紧油路管接头,确保油管

走线的合理性和整齐性,防止出现渗漏现象。安装定位轴和圆柱滚子轴承时,前者应消除轴承游隙,确保锥面大端接触的可靠性,后者应对其下端至定位轴台阶面的距离进行测量,端面跳动精度 $\leq 0.02\text{mm}$ 。安装齿圈时,其端面跳动应 $\leq 0.02\text{mm}$ 。安装连接盘时,其旋转水平应 $\leq 0.02/1000\text{mm}$ 。调整刹紧结构时,应对刹紧片进行调整,并根据图纸要求,测量和调整刹紧组件。安装工作台编码器时,与中心轴的轴度不能超过 0.02mm 。安装阀组时,应确保安装的可靠性。完成这些零部件的安装工作后,应调整工作台端面跳动 $\leq 0.02\text{mm}$,平面度 $\leq 0.04\text{mm}$,中心孔对其回转中心的跳动 $\leq 0.015\text{mm}$ 。

3. 零部件装配工艺

3.1 油缸组装

对于转台底座上的锁紧油缸孔,应进行相应编号,确保锁紧油缸能够顺畅地装入。直到所有的锁紧油缸都找到对应的孔,然后再对其进行编号。将抗磨环和密封环等组件装入相应的沟槽,按照竖直的方式放置锁紧油缸,同时,应确保其底部留有一定的空隙,然后再放入碟形弹簧,插入活塞杆,做好油路的接头工作。将所有的锁紧油缸部件接入液压站,对活塞杆端部到锁紧油缸体端部的距离进行测量,并详细记录,然后再进行加压操作,经过多次操作,直到伸出量稳定时,再对活塞杆至锁紧油缸的距离进行测量。在得出数值后,减去之前的数值,就是活塞杆的伸出量。通常情况下,在 $2\sim 3\text{mm}$ 才合格。最后按照编号顺序,将油缸逐渐装入孔内,接好油路接头。

3.2 定位轴与锁紧机构的安装

调整垫的厚度对定位轴的安装具有重要影响,所以应将定位轴放于操作台上,然后依次放入相应构件,如压紧套和双列圆柱滚子轴承等。对压紧套上的螺栓进行紧固,测量调整垫厚度,然后根据测量结果,对调整垫进行磨削。将转台底座放于支撑架上,先装入调整垫,然后再安装定位轴。在安装锁紧机构时,首先需要调整板进行配磨,在转台底座,按照相应顺序装入齿圈等配件,然后进行紧固,测量安装调整板的面和安装夹紧板地面的距离,并对测量数值进行标记。将其与调整板和板总厚度进行对比,确定需要磨削的值。其次,应对调整套进行配磨。先装入压紧盘,有效控制其与夹紧板之间的接触面间隙,最好为 1mm 。接通液压站,使压紧盘达到最大伸出量,在此基础上,锁紧上端螺母。对压紧盘至活塞杆的距离进行测量,然后根据测量

结果,对调整套进行配磨。最后,再对锁紧机构进行重新组装。按照装配图的顺序,依次放入调整板、套以及压紧盘等,然后锁紧上端螺母。

3.3 扣合转台

先对转台和齿圈进行紧固处理,然后打两个锥销孔,将齿圈装入转台底座。在完成操作后,应检查其是否与定位轴同心。然后按照图纸要求,进行油缸和密封件等部分的组装,将定位套装入转台上合适位置,然后对其进行翻转,并装入转台底座。

3.4 定位轴系与编码器的安装

在安装定位轴系时,先装入双列圆柱滚子轴承内圈,同时装入保持架,再装入外圈。然后根据图纸要求,装入深沟球轴承和压紧套等。对螺钉进行锁紧处理,主要根据双列圆柱滚子轴承的预压力进行操作,然后对压紧套进行拆除处理。在确定调整垫实际距离时,主要依据推力球轴承至套端面的距离,对其进行配磨处理后,再依次装入调整垫等,然后对螺钉进行锁紧处理。在安装编码器时,先对编码器和锁紧螺母等进行组装,然后在定位轴上合理装入编码器支架,再装入相应组件。最后依次装入定位套和密封盖等。

3.5 消除齿轮箱的安装

在安装消除齿轮箱时,先将其放到可调支架上,然后对安装螺钉进行紧固处理。对于中间存在的间隙,应使用量块垫实。缓慢转动减速机,使得齿轮与齿圈逐渐啮合。为了明确具体的啮合情况,可以涂抹红丹粉,再据此对间距进行调整。当接触面超过 70% ,并且呈现对称分布时,根据量块的厚度,就能确定调整垫的尺寸。然后根据相应顺序,再次对齿轮箱进行装配。

3.6 精度检测与调试

数控转台精度设计的内容比较多,如定位精度和反向间隙等,在对其进行检测的过程中,主要使用精密双向自准直仪,除了该设备之外,在实际测量的过程中,还需使用八面棱体、表座、定位心轴以及指示器等工具。在实际进行检测的过程中,主要将数控转台作为参考点,并将八面棱体和心轴连接在一起,然后对锁紧螺母进行锁紧处理。夹紧心轴,放置自准直仪,将其瞄准八面棱体靶面,记录初始读数。通过数控系统程序的作用,使得转台分度记录分度位置的自准直仪读数值,并记录在相应表格当中,应确保记录的准确性和有效性。在完成读数后,根据相关标准的定位精度评定方法,对转台定位精度进行计算。在转台台面和驱动电机之间,

数控转台的回转方向存在一定差异,会表现出反向空行程,也就是转向反向间隙。在对其进行测量时,可以在转台一侧安置指示器,然后使转台向一个方向回转,对指示器进行调整,然后记录准确的读数。接着再向另一个方向转动转台,然后记录指示器的读数,经过计算,就能获得转台反向间隙。在调试的过程中,应根据自检要求,先对工作台面跳动进行检查,然后对其平面度进行检查,以及其旋转水平。为了确定返修参考值,应在转台一侧放置可调支架,并设有磁力表座,然后旋转工作台,在台面标记四点最大的跳动值,并准确记录下来。根据记录的数值进行返修,使其最大跳动小于0.02mm。在架起的平尺上放置水平仪,然后将其旋转180°,其偏差必须小于1格。

3.7 四点定位机构的安装

在工作台上,先放置方尺,并使其一边与工作台的移动方向保持平行。在零度定位盘上插入油缸定位销,确保其流畅性。在一个旋转方向上,让数控转台依次旋转0°、90°、180°和270°,锁紧对应定位盘,并打入定位胶,然后经过数小时的凝固处理,在这一过程中,要防止定位盘的位置发生变化。

4. 大型精密数控转台装配工策略

4.1 提供良好的环境

大型精密数控转台具有较高的精度,因此对环境的要求也更高一些,在进行装配操作的过程中,应确保周围环境的整洁性。同时,还要有效控制装配地点的温度(20℃左右)和相对湿度(小于75%)。并且需要远离空气压缩机和冲床等振源,场地不能直接处于阳光直射下,也不能含有任何腐蚀性气体。

4.2 保障装配操作的规范性

大型精密数控转台有很多高精度零部件,如双列圆柱滚子轴承和中心定位轴等,在进行装配操作的过程中,应严格按照相应要求进行,不管是搬运还是安装的过程中,必须轻拿轻放,以免发生磕碰现象。并且由于转台重量较大,为了防止出现损伤转台的问题,应尽量采用机械进行吊挂操作。不能使用任何不在要求范围内的工具对零部件进行敲击,否则,很容易导致其丧失精度。另外,在装配过程中,还需保障各个基础零部件的清洁度,以免混入任何杂质,对数控转台的使用产生不利影响。

4.3 做好安装运行前的准备工作

数控转台的运转需要电力,所以为了保障电源电路的安全性,需要安装保护装置,如过电流保护

装置。对于搭载数控转台的M/C,不仅要安装遮挡板,还要具备门锁功能。在实际进行安装操作之前,应切断M/C电源,然后才能进行相应电气操作。要注意这些操作应由专业人员完成,不能随意进行操作。同时,应在电源切断的情况下,进行布线和管路配置等作业,以免危害相应人员的人身安全。在安装数控转台时,应对机床的ATC进行检查,以免存在其他的干扰因素。在转台运转的过程中,为了防止配线阻碍操作,应对其进行固定捆绑操作,以免妨碍转台的正常运转。在数控转台出厂之前,部分厂家会在盘面部分涂抹防锈油,在安装之前,应使用抹布擦拭干净。应防止汽油和柴油等与转台接触,否则,很容易导致设备出现生锈的情况。在完成安装后,为确保安装的完好性,应在无负载的情况下运行。在试运转的过程中,应保持低速传送状态,然后逐渐切换为高速传送。

5. 数控转台的发展趋势

当前,国家对功能部件的发展提高了重视程度,为数控转台的技术创新带来了发展机遇。随着数控转台的发展,目前主要开发小型转台和大型转台,对新结构和新材料进行研发,以提高工作台的转速,增强转台承载能力。同时,对形式的研发也发生了转变,主要研制多轴并联回转的数控转台。在这种背景下,国内厂家应加强对新技术和新材料的应用,尽量缩短与国际先进水平的差距,形成形式多样、规格齐全的数控转台生产模式,在产品质量、外观和性能上实现新的突破,加强国产数控转台产业的影响力。

6. 结束语

综上所述,以大型精密数控转台为中心,向高端大型数控机床提供四轴(数控旋转轴)的配套解决方案,使其加工领域得到扩展,承载力和工作性能得到改善。随着国内外航空航天、汽车、能源、高铁等行业的迅速发展,大型精密数控加工设备的市场需求日益增长,具有良好的市场前景。相对于中小型精密数控转台,大型精密数控转台造价高、制造困难,采用常规的加工制造工艺难以满足设计精度和性能指标。

参考文献:

- [1]李宇龙,张根保,王勇勤,章小刚,冉琰.数控机床基于元动作的FMEA分析技术研究[J].湖南大学学报(自然科学版),2019,46(10):64-75.
- [2]李浩晴.数控转台可靠性分析与提升技术研究[D].重庆大学,2018.