

滚动直线导轨副的设计安装技巧

■ 南京工艺装备制造有限公司 (江苏 211178) 刘志云

摘要: 本文详细介绍了直线导轨副安装方面的设计技巧以及安装导轨副的详细步骤。

选用滚动直线导轨副可以简化机床导轨部分的设计、制造和装配工作,合理的安装设计可以达到事半功倍的效果。根据需要购买滚动直线导轨副以后,需按照一定的要求装配到机床床身上,才能达到理想的精度,因此安装技巧至关重要。本文就直线导轨副安装方面的设计技巧以及安装导轨副的详细步骤进行介绍。

1. 导轨副安装形式设计

滚动直线导轨副的作用是用来支撑和引导运动部件,按给定的方向做往复直线运动。通常直线导轨副在选用时为两根,每根导轨上使用的滑块为两个,导轨装在底座上(如床身等),而滑块装在工作台上。两根导轨中有一根是基准导轨,一根是非基准导轨。导轨副安装形式有很多种,常见的有6种安装形式,下面介绍一下这6种安装形式使用的场合及其特点。

(1) 正装(见图1),适用于受冲击、振动大的切削加工机床,导轨和滑块的侧面均采用压板压紧,防止松动,保持精度稳定。水平安装是最简单的装配

方式,在受到冲击和振动时能够维持高精度和高精确性,并且安装方便,便于设备以及导轨的拆卸、清洗及维修等。

(2) 倒装(见图2),适用于冲击、振动不大及切削力也不大的轻型机床。对于这种安装方式,导轨和滑块均无压紧装置,装配时必须借助工装夹具,使导轨与相配件之间的基准面紧密地贴合在一起,达到所规定的要求。导轨安装后,如采用倒置整个工作台的方法,比较容易进行高精度的安装,但是导轨副损坏导致滑块滚动体全部脱落,就会有滑块从导轨坠落的危险,所以应采取防脱落措施。

(3) 侧装(见图3、图4),特别适合于横梁使用,例如龙门

镗铣床、立车等。装配时,为了便于安装,增加一个供调整使用的调节板,可按实际情况修磨调节板尺寸;这种安装方式比较容易进行高精度安装,但是需要注意润滑管路的设计,导轨副一般采用侧面润滑。

(4) 斜装(见图5)。导轨副按照一定角度,一般是 30° 、 45° 和 60° 倾斜安装,一般选用高刚性滚柱导轨副和径向重载导轨副,有利于克服重力,保持导轨副稳定性,以提高机床精度,适用于中大型机床,尤其是在斜床身数控车床应用中非常广泛。

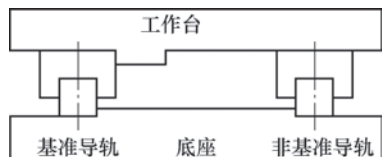


图 1

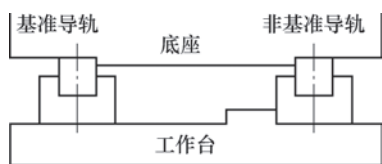


图 2

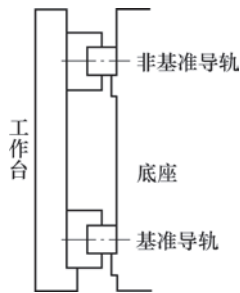


图 3

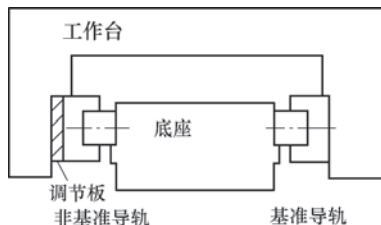


图 4

(5) 混装(见图6)是安装方式的变形,一般用于安装空间有限的场合。装配时,可根据需要修磨调节板尺寸,达到压紧目的,但是安装高精度很困难;同时,横向导轨需要注意润滑管路设计,一般采用侧面润滑。

(6) 竖直安装(见图7)适用于竖直方向上取料的机械手臂、垂直提升机构及三坐标机械手等场合,将直线导轨在竖直平面的垂直方向上安装。在提升机构中,如果滑块的工作行程较大,则导轨的长度也较长,可能没有足够的长度用于安装导轨,这时可以采用将滑块固定、导轨运动的方式,简化结构。但在装配时需要注意,导轨副没有自锁能力,通常都需要在机构上设计防落机构(如自锁器等)。

上述为导轨副几种典型的安装方式,其中,正装的安装方式在机床上的使用最为广泛。选定

导轨安装形式之后,下一步就是设计导轨、滑块连接基准面的结构形式,这关系到滑块类型的选择以及导轨安装基面的设计,常见的有4种形式,其特点和设计时应注意的关键点为:①紧固螺钉固定(见图8),导轨的安装台阶要考虑到不能与滑块发生干涉,因此靠台空间有限,此时要特别注意紧固螺钉尺寸不能太大,螺钉尺寸过大,会造成壁太薄、强度减弱。②压板固定(见图9),尤其注意压板的退让槽设计,防止与导轨、滑块的角部发生干涉,同时注意固定位置与导轨安装孔位置的相对关系,尤其压板不能过长,否则起不到压紧的作

用。③定位销固定(见图10),其最大的优点就是可以消除间隙、防止窜动,适合振动大、有冲击力的场合;不足之处是需要定制非标滑块,非标滑块上预留销孔。④楔块固定(见图11),最为常见也最为方便、有效,需要注意的是过大的锁紧力会造成导轨弯曲;另外,压槽块与沟槽的形状不匹配会造成安装精度的问题。

2. 导轨副的安装

直线导轨的安装只要在铣削或研磨加工的安装面上,以一定的组装步骤,即能重现直线导轨的加工精度,可降低传统铲刮加工的时间与成本;反之,如果导轨副安装精度差,会导致导轨副摩擦力增大、寿命降低。

(1) 直线导轨安装前一定要做好这些工作:①安装基面的校正。先将两个等高量块和一个大理石量尺放在安装基面上,使用精密水平仪调试底座水平;当水平调试好以后,检测直线导轨安装基面的精度及表面粗糙度值要求 $R_a=1.6\mu\text{m}$,外观无铸造缺陷。

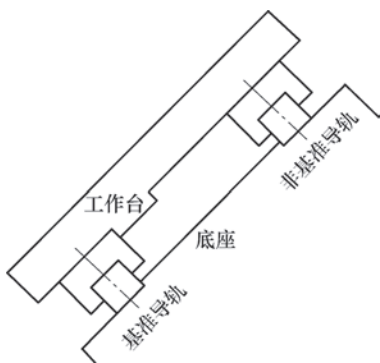


图 5

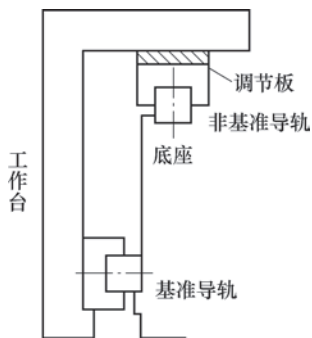


图 6

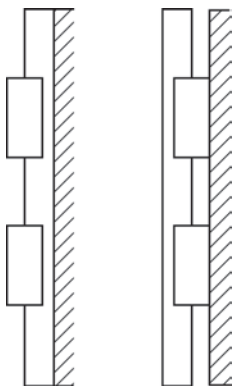


图 7

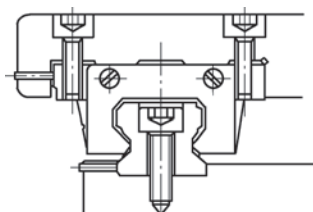


图 8

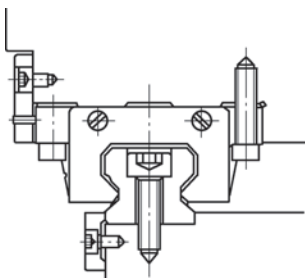


图 9

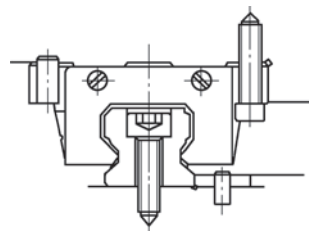


图 10

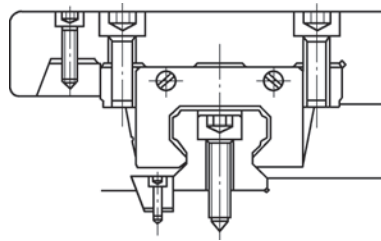


图 11

②导轨安装基面与滑块基准安装面的倒角处理。若发现倒角过大或凸出,应及时采用油石和锉刀修饰,否则会造成导轨精度的安装不良或者会干涉滑块。③直线导轨安装基面螺纹孔的加工。确认安装螺孔的位置是否正确,为保证螺孔加工的高精度,须选用数控设备定位加工,各相连螺孔的中心距公差 $\leq 0.1\text{mm}$ 。④开箱后直线导轨的检查。检查直线导轨是否有合格证、钢球是否散落、零件有否碰伤或锈蚀,然后将防锈油清洗干净待装配。

(2) 非接长导轨的安装:

①安装前擦拭掉导轨上的防锈油,使用油石轻轻去除底座安装面的翻边毛刺,并用布擦净;然后涂上一层低粘度机油,以达到防锈效果。②正确区分基准导轨副与非基准导轨副(见图12),基准导轨副上有“J”标记,滑块上有磨光的基准侧面。③认清导轨副安装时所需的基准侧面(见图13)。④将导轨轻轻放在底座安装面上,导轨的基准侧面与安装台阶基准侧面相对,检查螺栓的位置,确认螺孔位置正确,预紧固定螺钉,使导轨基准侧面与安装台阶侧面紧密相接,如图14、图15所示。

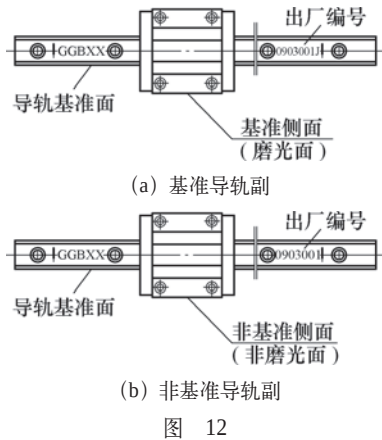


图 12

滚动直线导轨副是精密产品,由于其长径比大且为细长柔性零件,因此加工、检测时,需要全部用螺栓按规定的扭紧力扭紧,再对导轨进行精密磨削加工及精度检查。使用时,必须按与加工时同样的扭紧力,用螺栓拧紧在机械设备的机座上,才能保证其精度。拧紧力矩过大时,

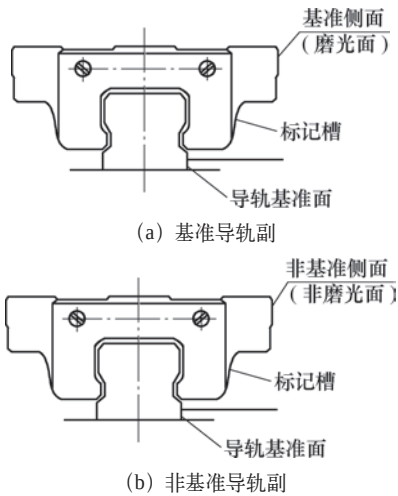


图 13

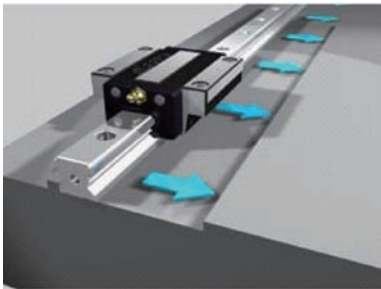


图 14

在使用中螺栓容易断裂;拧紧力矩过小时,在使用中螺栓容易松动。

注意:若导轨长度较短,则依次从一端到另一端按规定的扭紧力扭紧;若导轨长度较长,则从中间到两边按规定的扭紧力扭紧。螺钉尺寸与转矩的关系如附表所示。

(3) 基准导轨副的安装方法:①有安装台阶时,如图16所示,利用U形夹头(小型虎钳)将导轨的基准侧面与安装台阶的基准侧面夹紧,然后在该处用固定螺栓拧紧,由一端开始,依次将导轨固定。②无安装台阶时,将导轨一端固定后,按图17所示方法将表针靠在导轨基准侧面,以直线块规为基准,通过千分表调整基准导轨的直线度,从导轨一端开始按顺序将装配的螺栓固定。



图 16

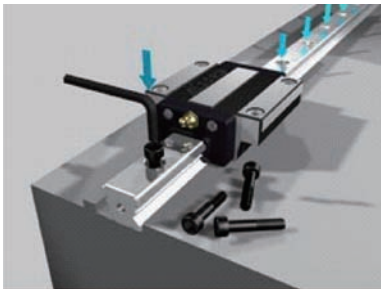


图 15



图 17

螺钉尺寸与转矩的关系

螺钉尺寸	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
转矩/ (N·m)	2.6~4	5.1~8.5	8.7~14	21.6~30.5	42.2~67.5	73.5~118	178~295

(4) 非基准导轨副的安装方法,如图18所示。将吸铁表座固定在基准导轨副的滑块上,量表的指针顶在非基准导轨副的导轨基准侧面,从导轨的一端开始读取平行度,依次将非基准导轨副固定好。

3. 接长导轨副的拼接

对于接长导轨,同一套导轨副采用同一英文大写字母,连续阿拉伯数字表示连接顺序,对接端头由同一阿拉伯数字相连,如图19所示,安装时请注意拼接符号。

同时应注意以下问题:①基准导轨和非基准导轨的区分。由于导轨尺寸有一定公差带,混装可能出现拼接不良、寿命缩短的问题。②接缝错开。导轨在拼接时,接缝不要处在同一位置,避免滑块同时经过接缝造成振动;如果导轨安装基座部分也是拼接而成,则导轨接缝与基座的接缝也需要错开,以保证滑块运行顺畅。③接长处导轨端面是经过精密磨削加工的,端头不倒角,

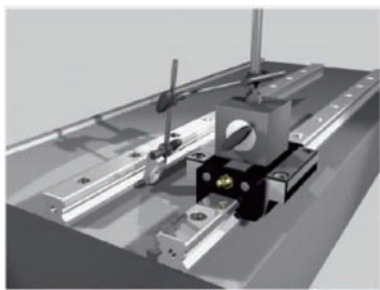


图 18



图 19

因此注意不要碰伤;同时导轨拼接好后,接缝处的缝隙最好不超过滑块钢球直径的1/3。④拼接处导轨的端距,理论上端距越小,刚性越大,端距尽量不要超过安装孔距的一半;如果端距较长,当螺钉压紧,端头容易翘头,从而影响拼接效果。

4. 滑块的安装

滑块按预定位置定位,将工作台轻轻放在滑块上,工作台安装孔对准滑块顶面安装螺孔,装螺栓简单固定。通过定位螺栓将基准导轨上的滑块基准侧面与工作台的台阶侧面紧靠,按图20所示对角线顺序逐个拧紧滑块上的安装螺钉,这样拧紧螺栓能使工作台的固定均匀化。为避免滑块高速运动时由于滚动体的冲击造成松脱,优先选择内六角圆柱头螺钉,必要时螺纹部分涂上螺纹胶来提高牢固度。高精度或工作台过长、宽度很宽时,不要按对角线顺序安装,从一侧按顺序固定,可以消除按装应力,能得到更高的精度。

5. 防尘及密封装置的安装

导轨螺钉紧固后,其上部沉孔为了防尘及密封,使用图21所示的平整挡件等,将沉孔压盖一点点敲入安装孔,直至与导轨顶面保持同一平面即可。若工作环境有粉尘时,除导轨的密封外,导轨副还应考虑增加防尘装置。

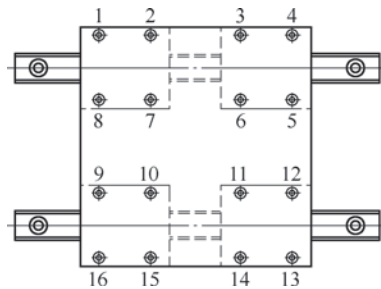


图 20

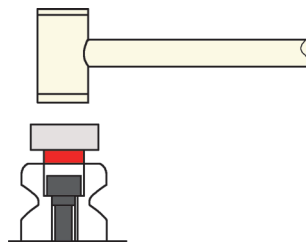


图 21

6. 结语

在实际使用中,用户根据机型、安装空间、承载结构及刚性需求等来选择导轨副的安装形式和定位方式,因而不局限于本文提到的这些内容,还可以自由组合,但是万变不离其宗。一般来说,载荷能力越大、刚性越高、精度越高、预紧力越大的对安装要求也越高;反之,精度要求不高、承载不大的传动场合,其设计、加工和安装调整也会简单很多。

[基金项目:《高速、重载、精密滚动功能部件产业化关键技术开发与应用研究》(2012ZX04002-012); 国家科技重大专项资金。]

参考文献:

- [1] 周志红,文怀兴,杨东生. 滚珠丝杠安装方式的研究[J]. 制造技术与机床, 2007 (8): 140-141.

MW (收稿日期: 20160516)