

龙门机床Z向滑台安装定位结构

仇启龙

南京宁庆数控机床制造有限公司 江苏南京 211178

摘要：为保证方便地调节Z向滑台垂直运动轨迹（Z轴线）与横梁运动轨迹（X轴线）及横梁滑板运动轨迹（Y轴线）的垂直度，利用合理的分段方式及定位、调节机构，减少加工难度及装配过程中的返工率，大幅降低龙门机床Z向滑台的安装定位成本，提高生产效率。

关键词：龙门机床；Z向滑台；安装定位

1 序言

龙门机床是一种大型机械加工用的高端装备，通过龙门机床，能够进行大型机械零部件的整体加工，提高大型零部件的加工精度，为大型高精度装备制造提供有效保证。

若要提高龙门机床的加工精度，必须先提高龙门机床自身各零部件之间的安装配合精度，通常通过安装在Z向滑台上的主轴头对已安装定位好的待加工产品进行铣削加工。Z向滑台通过轨道联接，让其在横梁滑板上沿Z向作垂直运动；横梁滑板组件通过轨道联接，在横梁上沿Y轴线做横向运动；横梁组件通过轨道联接，在导轨座上沿X轴线做纵向运动；3个轴的高精度配合加上主轴头的铣削运动可有效提高工件的加工精度。由于主轴头进行铣削加工时，Z轴不仅要克服刀具切削工件所产生的切削力，还要克服Z轴自重的影响，所以Z向滑台的安装定位精度对主轴头的铣削加工精度有非常重要的影响^[1]。

现在大部分龙门机床Z向滑台的安装定位精度主要是依靠横梁滑板本身的加工精度，通常为整体式结构，横梁滑板部件外侧有安装面与横梁轨道配合，其内侧有安装面与Z向滑台的轨道面配合。为了保证Z向滑台的Z向垂直运动，不仅要保证内、外两组滑块安装面自身几何精度，还要保证内、外侧安装面之间的垂直度和平行度，对横梁滑板组件的高加工精度要求，大幅提高了横梁滑板组件加工成

本。且在安装Z向滑台时，如果Z向运动轨迹精度达不到设计要求，往往需要对横梁滑板进行返修，重新飞刮后滑块安装面及侧靠山面，再进行二次或多次装配，直至达到最终要求精度，此方法会导致装配效率较低^[2]。

2 机构介绍

如图1所示，该龙门机床为箱中箱式结构，横梁上端设置有两根水平放置的Y向上线轨，前、后横梁滑板分别安装于横梁上端两根线轨的滑块上，滑块可沿着Y向滑轨滑动。横梁的下端设置有两根面对面侧安装的Y向下线轨，左、右滑板连台上的下端外侧

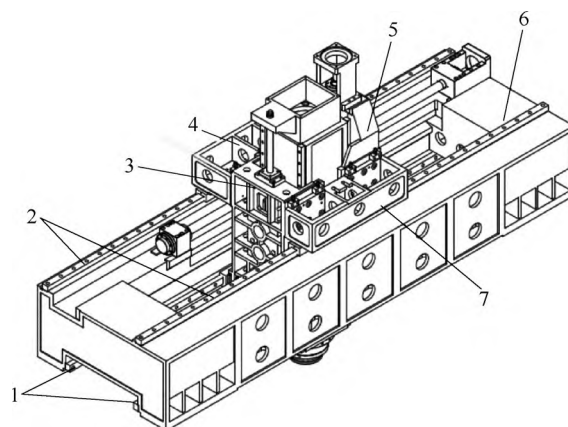


图1 横梁部件结构示意图

1—Y向下线轨 2—Y向上线轨 3—左滑板连台 4—后横梁滑板
5—右滑板连台 6—横梁 7—前横梁滑板

分别设置有滑块安装面以及滑块侧靠山与Y向下滑块定位联接。

如图2所示，Z向滑台上有4根线轨，分别设置在Z向滑台的Y向两侧，两两一组，分别通过滑轨上的滑块与左、右滑板连台联接；此外，在Z向滑台顶部设计有平衡缸联接座，在其右侧设计有Z向驱动丝杆机构，丝杆机构与右滑板连台相连，在丝杆对面设计有Z向平衡缸。

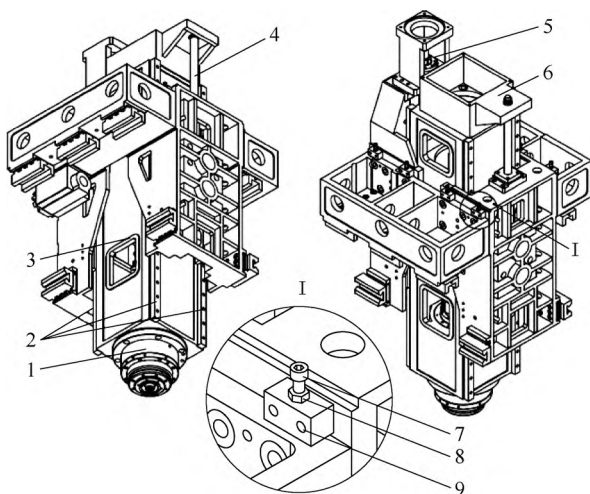


图2 横梁滑板及Z向滑台部件示意

- 1—主轴 2—Z向线轨 3—Z向滑台 4—平衡缸
5—Z向驱动丝杆机构 6—平衡缸联接座 7—调节螺栓
8—锁紧螺母 9—调节块

前、后横梁滑板及左、右滑板连台共同围绕在Z向滑台的四周，对Z向滑台进行可靠的定位和支撑。左、右滑板连台的前、后端共设置有8组调节件，调节件由调节块、调节螺栓及锁紧螺母组成，调节块分别固定在左、右滑板连台上，并通过调节螺栓与前、后横梁滑板相接触。

Y向滑块定位示意如图3所示，由局部放大图Ⅱ可以看出，Y向上线轨滑块正面与后横梁滑板联接，滑块基准侧面与Y向上滑块靠山接触，每个滑块非基准侧设有3个滑块压块。由局部放大图Ⅰ可以看出，Y向下线轨滑块正面与Y向下滑块靠山之间设有Y向下滑块垫板，滑块基准侧面与Y向下滑块靠山之间设有Y向下滑块侧垫板，每个滑块非基准侧面设有3个滑块压块。

如图4所示，Z向线轨滑块正面与滑板连台联接，滑块基准侧面与Z向滑块靠山接触，每个滑块非基准侧设有3个滑块侧顶丝。左、右连台在同侧均有

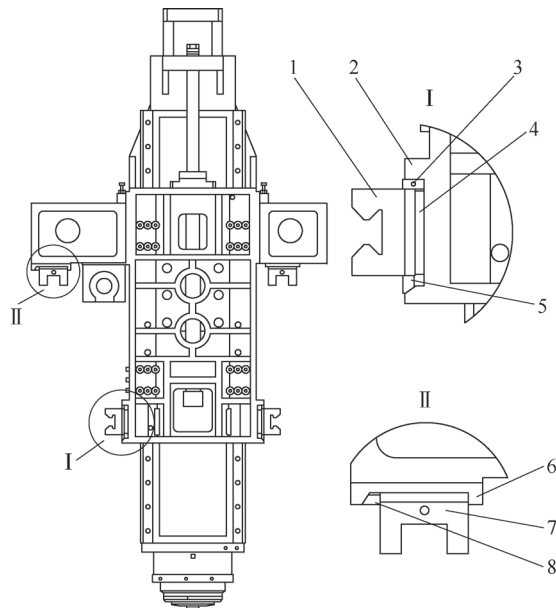


图3 Y向滑块定位示意

- 1—Y向下滑块 2—Y向下滑块靠山 3—Y向下滑块侧垫板
4—Y向下滑块垫板 5—下滑块压块 6—Y向上滑块靠山
7—Y向上滑块 8—上滑块压块

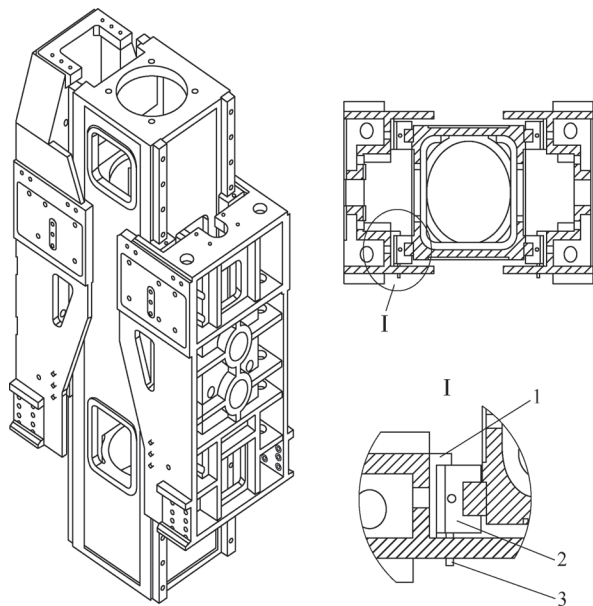


图4 Z向滑块定位示意

- 1—Z向滑块侧靠山 2—Z向滑块 3—Z向滑块侧顶丝

Z向滑块定位结构。

如图5所示，在前横梁滑板侧壁与左、右滑板连台的侧面相对应处及后横梁滑板与左、右滑板连台侧面的相对应处均设计有注塑凹陷区，在前、后横梁滑板上设计有与上面所述的每个注塑凹陷区相连接的注塑入孔和注塑出孔，注塑入孔设置在较低的位置，并在远离注塑入孔的高位设置有注塑出孔。

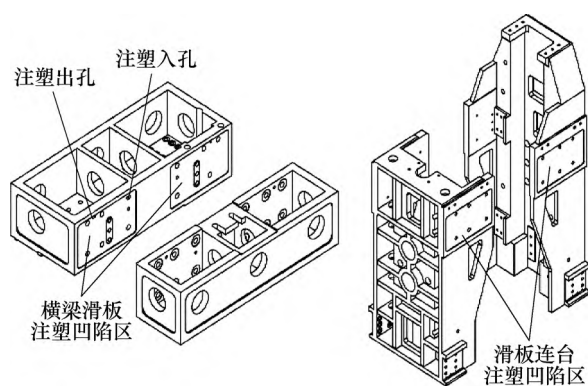


图5 横梁滑板及滑板连台结构示意图

3 技术实施方式

后横梁滑板通过滑块安装面使其与相对应的滑块正面可靠接触、贴合，同时设置有滑块靠山以及斜槽，通过螺钉使多件斜压块压入斜槽内，使斜压块的直角侧面紧贴滑块的基准侧面，并使滑块的定位基准面与后横梁滑板上的靠山紧贴。前横梁滑板只是通过螺钉让其安装面与滑块正面可靠接触、联接，起到支撑滑板连台组件的作用。通过控制前、后横梁滑板上的滑块安装面的精度和后滑板连台上靠山面的精度，保证横梁滑板组件在横梁上沿Y轴作平稳运动。

左、右滑板连台内侧设计有滑块安装面和滑块靠山，通过螺钉将Z向滑块安装面与Z向线轨滑块可靠联接；通过Z向滑块侧顶丝，使Z向滑台上两组基准滑块的侧基准面与左、右滑板连台上设计的对称的滑块靠山面紧紧贴合，来保证Z向滑台与左、右滑板连台之间的可靠定位；通过控制滑板连台上的滑块安装面的加工精度和Z向滑台与Z向线轨之间的安装配合面精度，来保证Z向滑台沿Z向运行的直线度。利用Z向平衡联接座与Z向平衡缸减轻Z轴自重的影响，让Z向滑台在Z轴丝杆的驱动下平稳运动，以保证运动的精确性。

利用设置在横梁滑板和滑板连台之间的多组调节件，能够将左、右滑板连台的X向两侧分别支撑在前、后横梁滑板上，形成对Z向滑台的定位支撑，并决定了Z向滑台的实际可滑动方向，利用安装在左、右滑板连台上调节块的调节螺纹孔和旋合在各个调节螺纹孔中调节螺栓的旋合长度，调节不同滑板连台上调节块的支撑高度，从而调节Z向滑台在XOZ平面、YOZ平面内的不同滑动轨迹。在完成精

度调节、使Z向滑台的运动轨迹达到设计要求后，锁紧调节螺栓上的锁紧螺母，等待注塑。

在组装横梁滑板前，需要在注塑凹陷区周边以及前、后横梁滑板与滑板连台中间的间隙处贴上用于密封的胶带，再通过注塑枪将调配好比例的注塑胶通过较低位置的注塑入孔压入上面所述的注塑凹陷区，使得注塑凹陷区内的空气从注塑出孔溢出。当注塑凹陷区被注塑胶填满时，多余的注塑胶将通过较高的注塑出孔溢出，此时停止注塑，分别封闭所有的注塑孔，等待注塑胶固化。固化后使左、右滑板连台和前、后横梁滑板之间形成固定联接，提高Z向滑台定位及运动的稳定性。

等待注塑胶固化后，用塞规分别测量4处Y向下滑块的正面与滑板连台滑块安装面之间的间隙，并分别记录下来，按照测量的数值配磨此处的Y向下滑块垫板，将磨好的滑块垫板分别安装在相对应数值的滑块及安装面之间，并用螺钉紧固。然后再用塞规分别测量4处Y向下滑轨滑块的基准侧面与Y向下滑块靠山面之间的距离，分别记录下来，按照所测量数值配磨此处Y向下滑块侧垫板，将配磨好的垫板按照对应数值塞入滑块与侧靠山面之间，通过下滑块压块将Y向下滑轨滑块、Y向下滑块侧垫板和Y向下滑块靠山面紧紧贴合。此处之所以两次配磨垫板是因为之前调节Z向滑台运动轨迹时，左、右滑板连台安装面以及靠山面会与Y向下滑块的正面及基准侧面不平行，通过增加此两处定位，能大大增加前、后滑板连台的联接刚性，使得安装在Z向滑台上的主轴作各种切削时，亦能保证Z向滑台运动轨迹的可靠性与正确性^[3]。

4 新结构的有益技术效果

新结构的有益技术效果，总结归纳如下：

1) 横梁滑板安装在Y向上基准线轨上，横梁滑板组件的Y向运动轨迹精度和平滑度主要由Y向基准滑块和横梁滑板的安装面以及侧基准面的配合精度决定，通过控制前、后横梁滑板配合面的加工精度，保证Z向滑台的Y向运动精度，进一步降低前、后横梁滑板的加工精度要求。

2) Z向滑台沿着左、右滑板连台作Z向运动，通过控制左、右滑板连台上与Z向滑块接触的配合面的加工精度，形成高精度的Z向运动轨迹，并保证了

Z向滑台的Z向运动精度。

3) 利用设置在前、后横梁滑板与左、右滑板连台之间的可调节组件,能够对前、后横梁滑板与左、右滑板连台之间的位置关系进行多个维度的调节,从而可以方便地调节Z向滑台的运动方向和轨迹,保证Z向滑台的Z向运动轨迹符合设计要求。

4) 利用前、后横梁滑板与左、右滑板连台之间的注塑凹陷区,能够在调节、定位完成后注入注塑胶,形成可靠的固定联接,保证前、后横梁滑板与左、右滑板连台之间位置关系稳定可靠。

5) 利用Y向下滑块与左、右滑板连台之间配磨垫板及压块的共同作用,使得左、右滑板连台能够可靠定位、固定,对Z向滑台的运动轨迹起到稳固作用^[4]。

5 结束语

采用以上结构,能够方便地实现箱中箱龙门机床的Z向滑台定位、调节及安装,不用同时考虑整体横梁滑板组件上横梁滑块配合面与Z向滑台滑块配合

面之间的垂直度要求,极大地减少了横梁滑板组件的加工难度,同时也减轻了在装配过程中为调节Z向运动轨迹而重复飞刮滑块安装面的情况,减少装配工人的劳动强度,提高整个机床的装配效率,在减少加工成本的同时提高了生产效率,同时兼顾了Z向滑台联接刚性及运行的稳定性。

参考文献:

- [1] 陈立平. 数控机床结构与[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016.
- [2] 吴杰, 郭涛, 孙红兵. 数控龙门铣床滑台驱动系统的设计与仿真[J]. 机械工程学报, 2021, 57 (1): 85-92.
- [3] 张伟, 李刚, 王强. 高精度龙门铣床Z轴滑台定位精度优化研究[J]. 机械设计与制造, 2020, 12 (3): 15-22.
- [4] 赵明, 陈晓东. 龙门加工中心滑台结构设计与动态特性分析[J]. 现代制造技术与装备, 2019, 17 (2): 38-43.

MW 20240819

《金属加工（冷加工）》“机床/附件/工装”栏目征稿

《金属加工（冷加工）》杂志设有多个常规栏目,现“机床/附件/工装”栏目面向广大制造业的业内人士征集稿件,欢迎各位踊跃投稿。

征稿内容: 机床/加工中心的整体设计及制造; 关键附件的设计制造, 如电主轴、大型轴承、大重型滚动功能部件; 冷加工中使用的工装/夹具的设计制造。

要求: 技术实用、先进, 能推动加工制造自动化、高效化、精密化等。

具体投稿规范请扫码查看。



投稿规范