

Application of Universal Sinusoidal Gauge Fixture in New Type Equipment

Feng Wang Yinghua Li Lin Chen Yejin Qu Hongtao Tang Dawei Huang Jiayi Yu Guojing Zhang
Xianglin Yang Mingshan Song

Kede Numerical Control Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 166000, China

Abstract

In view of the lack of the function of machining inclined planes on some new equipment, through the process analysis of inclined ram and inclined bed body on large gantry machining center, a universal sine gauge fixture that can fully clamp various angle parts is designed, which can effectively improve the clamping efficiency of various kinds of inclined guide rail, inclined bed body and angle slide table, which has an important reference for the fixture design of similar products guiding effect.

Keywords

fixture;coordinated structural;technology method

万能正弦规夹具在新型设备上的应用

王峰 李迎华 陈霖 曲业金 汤洪涛 黄大伟 于家懿 张国靖 杨祥麟 宋明山

科德数控股份有限公司, 中国·辽宁·大连 166000

摘要

针对部分新型设备上缺少加工斜面功能的问题, 通过对大型龙门加工中心上斜滑枕和斜床体的工艺分析, 设计了一种可全面装夹各种角度零件的万能正弦规夹具, 可以有效提高各类斜导轨、斜床身及角度滑台等零部件的装夹效率, 对同类产品的夹具设计具有重要指导作用。

关键词

夹具; 结构设计; 工艺方法

1 引言

目前, 新型机械加工设备不断普及到我国各机械工业企业, 特别是大型龙门加工中心, 其特点是全部数控化、定位精度高、主轴转速高、刀具全部采用硬质合金、自动换刀、自动排屑。但是, 该机床普遍缺少斜面加工的功能, 对 X 向斜面的加工, 只能靠胎具调整, 还没有全面摆脱工件装夹的困境。

论文以大型龙门加工中心如何加工斜面入手, 分析零部件的装夹方法, 设计出万能正弦规夹与其加工工艺方法。

2 角度零件的装夹

2.1 纵向安装夹具加工斜滑枕

以一山一平滑枕倾斜角 8° 时, 在龙门铣或龙门磨床加

工时的相应问题做以下论述。安装工件如图 1 所示。

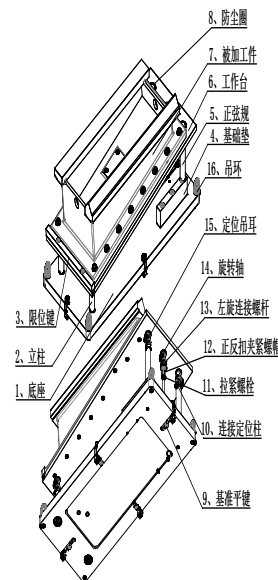


图 1 斜滑枕装夹图

【作者简介】王峰 (1984-), 男, 中级工程师, 从事机械制造及工艺装备研究。

2.2 纵向安装夹具加工斜床体

正弦规夹具不仅能在 $0^\circ \sim 45^\circ$ 内的任意角度调整加工，还能纵向、横向在龙门机床上安装使用，当遇到较长工件加工时，可用两个夹具来固定零件。为防止加工时工件蹦刀，可在空闲部位增加辅助支撑，保证工件加工时的稳定性。

如图2所示，加工一个长度2m的 45° 斜导轨，采用两个正弦夹具，利用夹具底面的横向定位键，安装在龙门机床工作台上，可以是龙门铣床，也可以是龙门磨床。根据工件实际情况可加上辅助支撑，将工件固定在提前用 45° 正弦规安装好的夹具上进行加工。

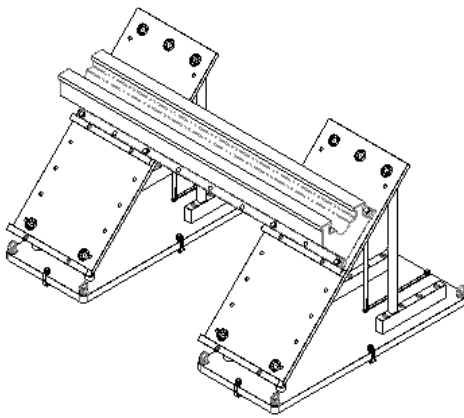


图2 斜床体装夹图

3 夹具的结构及工作原理

针对上述内容，根据夹具设计原则^[1]，使用 solidworks 的草图绘制、拉伸、旋转、扫描等实体建模功能构建千斤顶各零件三维模型^[2]。该夹具使用两张 Q235-A 钢板构成主体，利用三角函数正弦原理，在合适位置调整对边的高度，在机床的工作台上增加了 X、Y 两个范围的角度调整，及纵向、横向安装调整。可加工各种角度变化的零部件。并采用十字定位法，用 X、Y 两个方向进行定位，增加了该夹具的使用功能。如图3、表1所示。

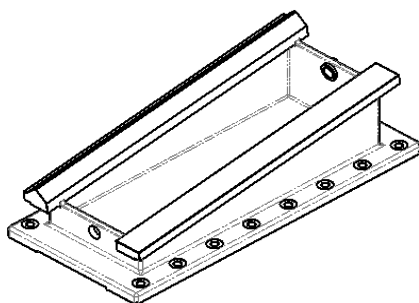


图3 外观图

表 1

序号	图号	名称	材质	数量
1	KJ02.028-01	底座	Q235-A	1
2	KJ02.028-02	立柱	45	2
3	KJ02.028-03	限位键	45	1
4	KJ02.028-04	基础垫	2	45
5	KJ02.028-05	正弦规	2	45
6	KJ02.028-06	工作台	1	Q235-A
7	KJ02.028-07	被加工件	1	HT250
8	KJ02.028-08	防尘圈	5	尼龙
9	KJ02.028-09	基准平键	4	45
10	KJ02.028-10	连接定位柱	2	40Cr
11	KJ02.028-11	拉紧螺栓	1	45
12	KJ02.028-12	正反扣拉紧螺母	1	40Cr
13	KJ02.028-13	左旋拉紧螺母	1	40Cr
14	KJ02.028-14	螺旋轴	5	45
15	KJ02.028-15	定位吊耳	5	40Cr
16	KJ02.028-16	吊环	4	45

4 关键零部件的设计与工艺方法

4.1 底板

该件用 Q235-A 钢板制造，是用来夹具定位的基础件，如图4所示。它应具备以下条件：

- (1) 该件粗加工后应时效处理，上下面必须平面度 < 0.02 ，平行 < 0.02 ；
- (2) 十字键槽必须相互垂直，并且垂直或平行于两个 H8 孔；
- (3) 工件中间铣一个 T 型槽，用于各种角度变换时，把紧正弦函数随角度变化而改变对边高度的定位规；
- (4) 四角钻铰 M24 螺纹孔，用于吊装夹具；
- (5) 四边中心铣 22×20 槽孔，用于把紧夹具；
- (6) 各槽孔钻铰 M8 螺孔，用于把紧四个定位键。

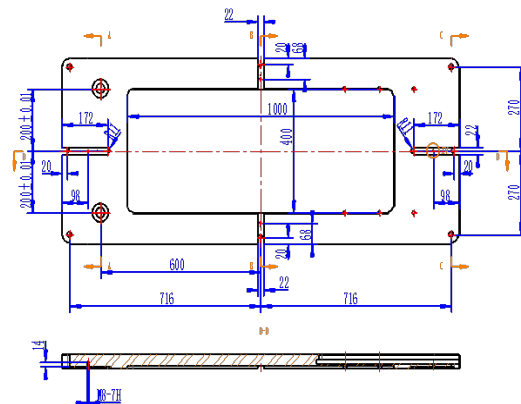


图4 外观图及正视图

4.2 立柱

立柱固定在底座后面指定位置上，下端加工一段 $\Phi 38h8$ 的精度圆，安装在底座定位孔上，上端在球面上铣个扁，在指定位置钻较 H8 精度孔，用于连接工作台底面安装的吊耳。该件采用 40Cr，热处理：T235。该立柱关键尺寸是底端面于孔距离 $133mm \pm 0.02$ ，该尺寸应在公差范围内等高，保证工作台安装后，平面度在 1200×600 范围内 < 0.02 。如图 5、6 所示。

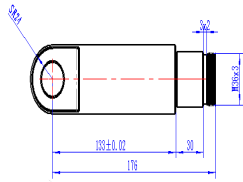


图 5 外观图

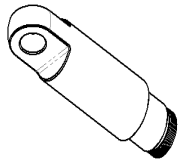


图 6 正视图

4.3 限位键

在工作台面的前端安装一个限位键，保证定位与安全。为使该件牢固的把紧在工作台面上，在键的下面铣一凸台键，将凸台安装在工作台的凹台处，用螺钉把紧。同时，该键的定位面必须和凸台键一次装夹加工。保证两面平行。如图 7、8 所示。

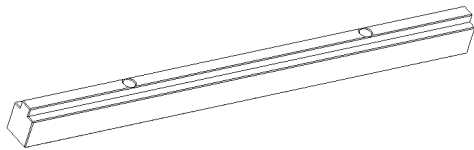


图 7 外观图

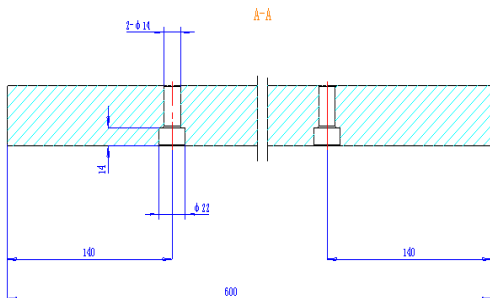


图 8 剖视图

4.4 基础垫

该件是根据夹具高度确定的，是安装正弦规定位的基础件。高度根据方便操作范围，确定拉杆螺栓长度，最终确定为 88mm。其长度 356mm 是根据该夹具在工作中所加工的角度工件 $\leq 45^\circ$ ，而正弦规定位柱在纵向移动的距离。如图 9、10 所示。

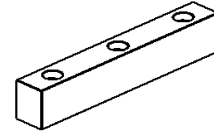


图 9 外观图

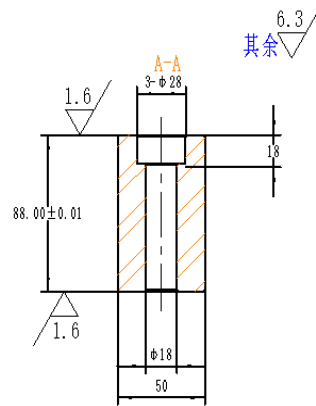


图 10 剖视图

4.5 正弦规定位柱

正弦规是该夹具的关键部件，如图 11 所示（ 8° 正弦规定位柱视图）。根据直角三角形函数原理，确定了正弦对边的高度 $A = C \times \sin\alpha$ 。而对边尺寸就是正弦规的尺寸。该夹具的斜边为 1200mm，适用于中大型件的加工范围。而经常遇到的角度工件有以下几点，它们的正弦尺寸如表 2 所示，除了角度标注，还有斜度标注，经常使用的如表 3 所示。

表 2

度数	高度	度数	高度	度数	高度	度数	高度
1°	20.94	4°	83.7	7°	146.24	10°	208.38
2°	41.88	5°	104.58	8°	167	12°	249.49
3°	62.8	6°	125.43	9°	187.7	15°	310.58
18°	370.82	24°	488.08	30°	600	45°	848.528

表 3

斜度	高度	斜度	高度	斜度	高度	斜度	高度
1:100	12	1:20	60	1:12	100	1:7	171.43
1:50	24	1:15	80	1:10	120	1:5	240
1:30	40	1:18	66.67	1:8	150	1:3	400

之所以叫正弦规，是因为其计算原理是根据三角函数正弦公式计算。该规采用 $\Phi 50$ 圆柱钢，材质为 45 料，热处理：C48。每种由两件组成，两件高度必须相同。操作者应根据被加工件规定角度选用，超出规定角度时，工艺人员应计算出等高垫的高度进行工艺准备，不能将各角度相加后得的角度来罗列使用。例如： $4^\circ + 6^\circ \neq 10^\circ$ 的高 208.38。

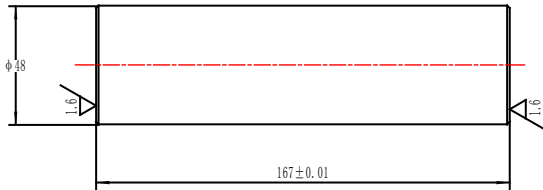
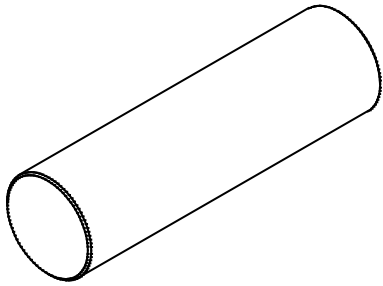


图 11 外观图及正视图

4.6 工作台

工作台是和底座相互连接的主要部件，该件采用 Q235-A 碳素钢，上端面的前端安装一个限位键，平面在确定的位置加工 5 个吊耳孔，前端两吊耳和底座连接，后端两吊耳分别和两个圆柱定位柱连接。在吊耳和圆柱定位柱上各开口和铣扁，用旋转轴连接。中间的吊耳和左旋螺杆连接。如图 12、13 所示。

工作台是安装被加工件的基础件，精度要求高，平面的平面度和相互平行度 < 0.02 。各安装吊耳的精度孔位置精度均 ± 0.02 。而安装限位键的槽口垂直于工件中心 < 0.02 ，槽孔尺寸按 H8 加工。为保证工作台材质的组织稳定，技术要求规定粗加工后进行时效处理。

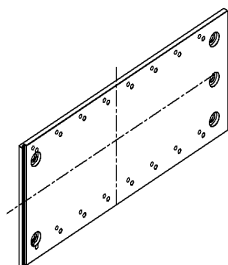


图 12 外观图

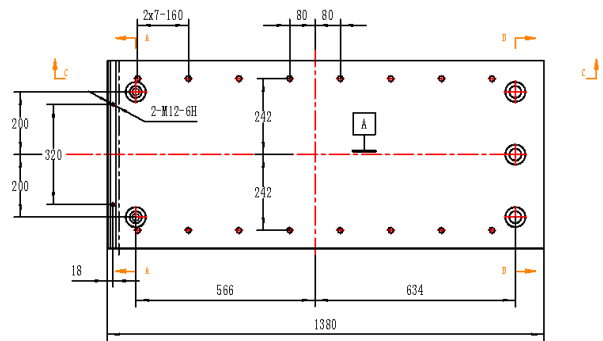


图 13 正视图

4.7 吊耳

把在工作台底面的五个吊耳，是相互连接底座上的关键件。后两个和底座上的立柱连接，前三个吊耳中，两侧的吊耳各连接一个连接定位柱，中间的吊耳连接着一个左旋螺纹的紧固螺钉杆，全部选用高精度的旋转轴固定。如图 14、15 所示。

该件采用 40Cr 调质钢，热处理：T235，发蓝。为方便加工，前端倒 SR15 圆球。为加强强度，SR15 在开口部位中心位置 15mm 处，中间留 $\Phi 18$ 平直处。根部 $\Phi 38h7$ 精度外圆，定位在工作台的各孔上，用 $M36 \times 2$ 螺帽把紧。中间开口 18mm 宽，两端钻铰 $\Phi 24F8$ 双加尺寸滑动孔^[3-4]。

该件的关键尺寸除了孔与 h7 外圆外，最重要的是圆孔到端面尺寸 $39mm \pm 0.02$ ，它关系到几个零部件的安装精度，同时又保证工作台面的平行底面精度，也保证正弦规的定位精度。



图 14 外援图

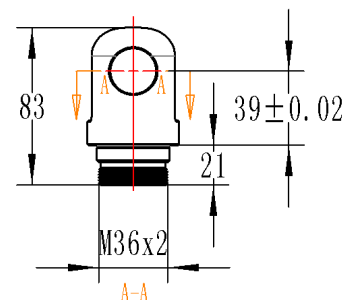


图 15 正视图

4.8 连接定位柱

该工件是挂在两端吊耳压在正弦规端面的定位圆柱，始终垂直于夹具底面连接体，是水平零度状态下的监督桥，也是正弦规的保护伞。如图 16、17 所示。

该件关键的技术条件是底面必须平整，为防止凸出和长期使用变形，在底面挖 2mm 凹台，接触部位仅用于圆周处，并且粗糙度 >Ra16 精度以上。 $\Phi 24H8$ 孔必须达到各项精度要求，其孔于底面尺寸精度在 $45\text{mm} \pm 0.02$ 以内，于底面的平行度 < 0.02mm 以内。该件采用 40Cr 调质钢，调质 T235，发蓝。

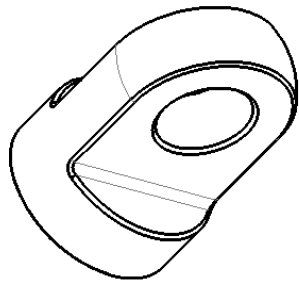


图 16 外观图

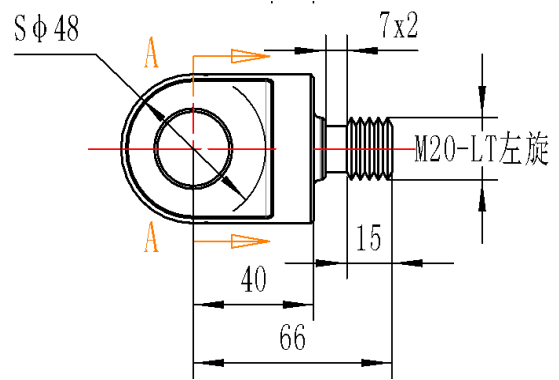


图 18 外观图

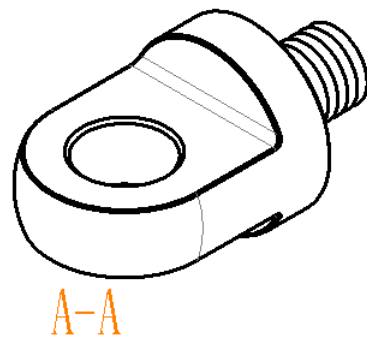


图 19 正视图

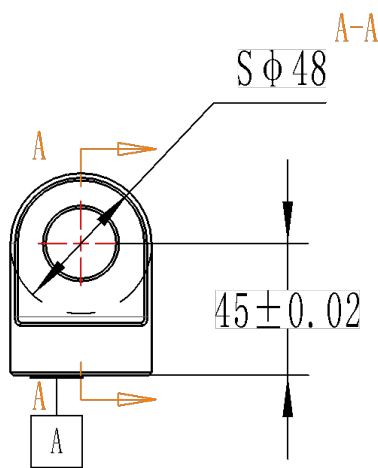


图 17 正视图

4.9 左螺旋连接杆

左螺旋连接杆是禁锢底座和工作台的连接杆，如图 18、19 所示。将左螺旋选杆安装在吊耳上，利用旋转轴的作用使连接杆始终垂直在底座上。左旋螺杆和左右扣螺纹螺母对接，当正弦规规格确定后，平稳放在基础垫后，旋转正反扣螺母，使上下螺杆同时上下移动，直到压紧左右正弦规后，才算角度调整结束。该件采用 40Cr 调质料，调质 T235，发蓝。

4.10 左右扣螺纹螺帽

左右扣螺纹螺帽采用 40Cr 调质钢，是连接底座和工作台的紧固件，如图 20、21 所示。当上下螺杆对齐后，右旋正反扣螺帽，螺帽向下移动，同时带动工作台向下移动，直至两端的定位柱平稳压紧在正弦规的平面上。

该螺帽的制作较复杂，特别是左旋扣部分，每次需从内孔空刀处上刀，直至到合适位置。为防止刀具碰撞，将内孔中间退刀槽放大到 8mm。热处理：T235，发蓝。

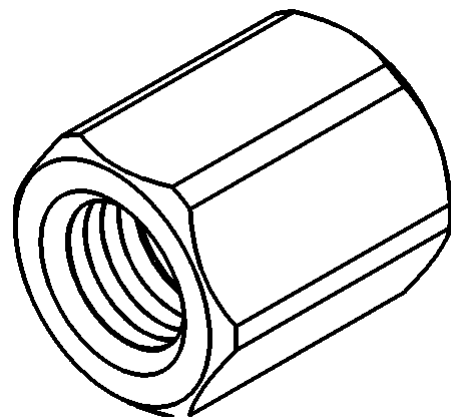


图 20 外观图

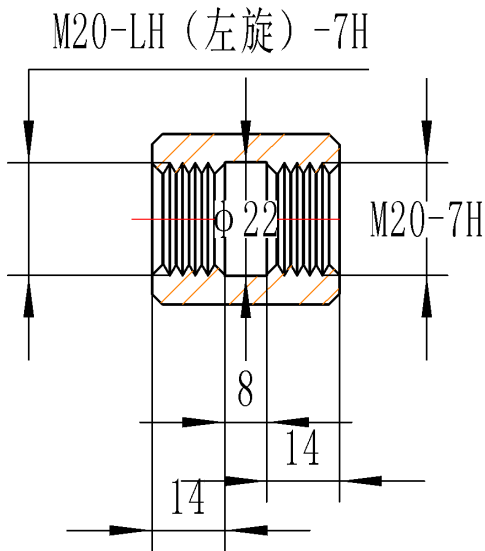


图 21 剖视图

4.11 旋转轴

旋转轴是连接各吊耳和底座上的双立柱滑动轴，也是连接后端双吊耳和定位柱的滑动轴，同时又是连接中间吊耳和反螺杆的滑动轴。该件采用优质碳素钢 45 料，热处理：C52，发蓝。如图 22、23 所示。

旋转轴的关键部位是根部的静配合部分，由于采用了静配合，装配时可将该件紧紧固定在吊耳和各连接体上，不需要螺帽把紧。

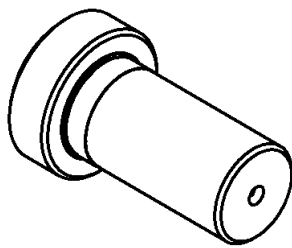


图 22 外观图

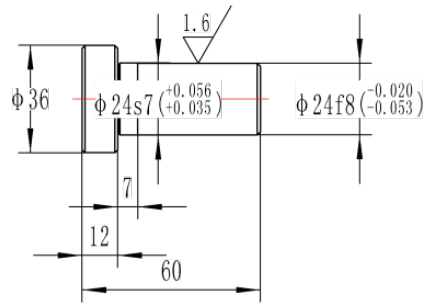


图 23 正视图

4.12 装配工艺

装配该夹具前，一定要将各件清洗干净，严格检查各件的尺寸精度和位置精度是否达到技术要求，按图纸要求的品种和数量领取标准件，逐个安装调整。首先检查零状态时，工作台和底面平行度，手动抬起工作台要轻松流利，不得有抗劲部位。

5 结语

该设计为多功能正弦规夹具，解决了在龙门加工中心上加工角度工件的装夹难题，是龙门加工中心和龙门磨机床必须具备的机床附件。首创了正反扣螺母拉杆夹紧夹具的最新方法，使用了既经济又实惠的设计理念，是可以广泛应用于加工各种角度零部件的优秀工装夹具，是新工艺开创新技术的典范。对零件夹具的设计研究具有重要的参考意义。

参考文献

- [1] 金属机械加工工艺人员手册修订组. 金属机械加工工艺人员手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1965.
- [2] 陈涉. SolidWorks2005 中文版基础与应用教程 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [3] 乔立新. 车工工艺学 [M]. 长沙: 湖北大学出版社, 2010.
- [4] 周光万. 机械制造工艺学 [M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2010.