

雕铣机限位挡块零件的加工中心批量生产

建斌中等职业技术学校 李新

本文从雕铣机限位挡块零件的批量生产出发，以加工质量和效率为着力点，对比多种装夹方式，设计了一款简易可行的夹具，很好地保证了零件的加工需求，对类似的产品加工在夹具装夹设计方面有较好的借鉴作用。

一、前言

加工图 1 所示的雕铣机限位挡块零件，要求严格按照图纸保证产品的加工质量，同时加工效率应达到一台加工中心每小时能完成 12 件合格产品。该限位挡块应用在雕铣机的 X、Y 轴的行程限位上，它主要起到行程限位的作用。产品毛坯大小为 $65\text{mm} \times 35\text{mm} \times 20\text{mm}$ ，材料为铝合金 6060，单件体积不大，但加工要素很多，有凸台、斜面和沉孔等。产品的检测标准是非常严格的，必须达到 $10_{-0.05}^{-0.15}\text{mm}$ 凸长方块、 $60 \pm 0.05\text{mm}$ 长度和 $6 \pm 0.05\text{mm}$ 宽度的精度要求，其余尺寸公差按照 GB/1804-m 执行，尺寸如有超差则为废品。

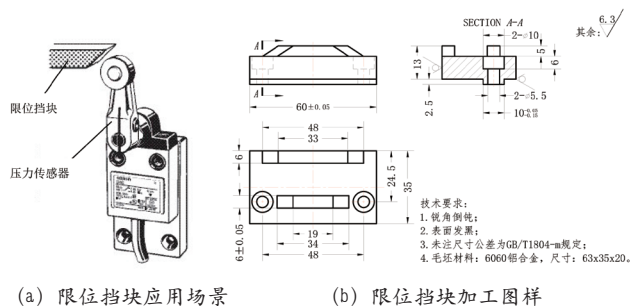


图 1 限位挡块应用及加工图样

二、图纸分析

该零件分正反面加工，有三个关键尺寸需要严格保证，分别是正面中间凸台宽度 $6 \pm 0.05\text{mm}$ 、总长尺寸 $60 \pm 0.05\text{mm}$ 及反面凸台宽度 $10_{-0.15}^{-0.05}\text{mm}$ ，其他尺寸按照 GB/1804-m 执行，查公差表得知，其他尺寸精度范围控制在 $\pm 0.1\text{mm}$ 是合理且较容易保证的。加工时注意工件的宽度方向（宽度尺寸 35mm ），两侧面是不用加工的，由毛坯保证，所有粗糙度要求为 $Ra6.3$ ，控制好下刀参数，是较容易达到的。

三、装夹方式选择

1. 台虎钳直接单个装夹

工件在台虎钳上单个装夹加工，先做反面（反面特征简单，可装夹位较大），再做正面，加工质量可以保证，但加工效率低下（单分中对刀就得进行 3 次，其中反面加工分中对刀 1 次，正面加工分中对刀 2 次），需要频繁地换刀和装拆工件，加工周期长，1 小时不可能完成 12 件合格零件加工，影响交货期限，如图 2 所示。

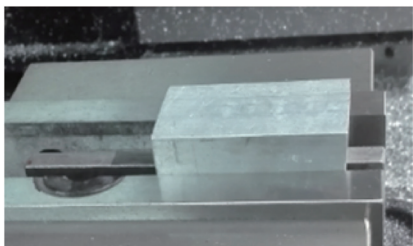


图2 单个毛坯装夹

2. 在台虎钳上一次装夹两件工件

在台虎钳上一次装夹两件工件，加工效率比单个装夹提升很多，但毛坯的装夹不一定牢固，因为每个毛坯件在宽度方向的尺寸是不完全一样的，开料时允许 $\pm 0.1\text{mm}$ 尺寸变动。例如，一个毛坯件宽度尺寸是 34.98mm ，另一个毛坯件宽度尺寸是 34.90mm ，两个毛坯在宽度方向一起装夹时，往往是一个毛坯装夹得比较紧，而另一个则不够紧，在开粗过程中，装夹不够紧的毛坯由于震动大，会产生松动，进而容易折断铣刀，甚至毛坯直接从台虎钳上飞出来，不能100%保证加工的安全顺畅性，如图3所示。

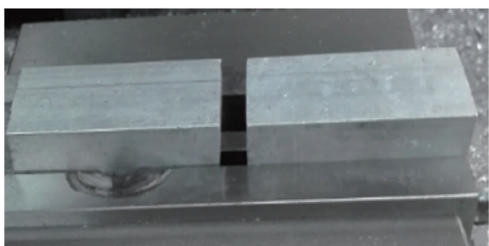


图3 一次装夹两件工件

3. 简易夹具设计

利用斜楔夹紧原理进行夹具设计在企业上运用很广泛，斜楔夹紧装置不但夹紧力大、可调而且能自锁（特殊需要时可灵活运用）。限位挡块的加工过程中，考虑设计一款斜楔夹紧装置，一次装夹四件毛坯，夹具设计如图4、图5和图6所示。

该夹具夹紧力可靠，夹紧力的大小可通过上面的螺栓调节，即使毛坯在宽度方向存在明显的尺寸变动也能很好地夹紧。在加工过程中不会由于震动导致毛坯松动，因为斜块是往两边撑开的，如图6、图7所示。该斜楔的设计角度为 13° ，夹紧力一般，但可以完全达到夹紧铝毛坯的加工需要，不考虑自锁，因为采用自锁角度的话，加工完成后松开螺栓时，斜块不能自动松开，产品拿取麻烦。

使用该夹具加工零件品质可靠，能精准保证尺寸，

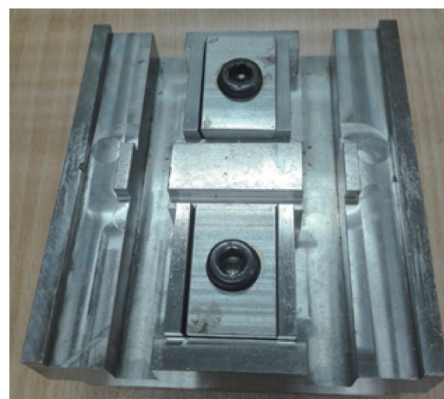


图4 夹具正面



图5 夹具反面

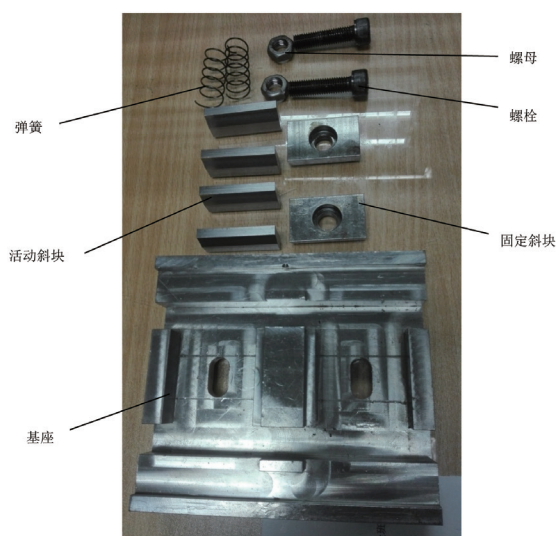


图6 夹具结构拆解

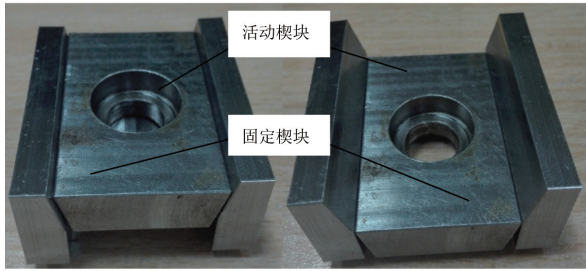


图 7 斜楔贴台示意图

一次加工四件，加工效率高，在加工中心上 1 小时可加工 12 ~ 16 件合格产品，夹具装夹加工效果如图 8、图 9 所示。

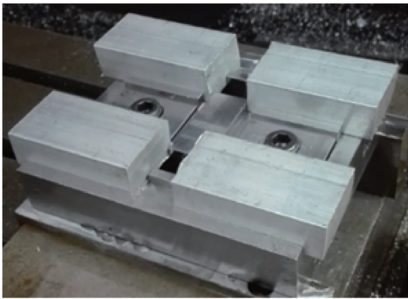


图 8 毛坯装夹

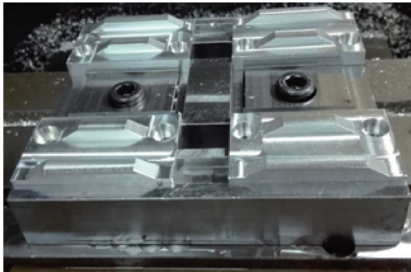


图 9 零件加工完成

四、产品加工

1. 加工步骤

(1) 加工反面。进行面铣，对刀时可设置毛坯顶面为 Z0.5mm，方便计数；铣削两端面，保证长度尺寸 $60 \pm 0.05\text{mm}$ ，同时铣深 16mm（工件总高 15.5mm，多铣削 0.5mm 便于反面加工时不留飞边）；加工凸台，注意该凸台尺寸 $10_{-0.15}^{0.05}\text{mm}$ ，凸台上的两个 $\phi 5.5\text{mm}$ 的孔，留待正面加工。

(2) 加工正面。进行面铣，保证总高 15.5mm，装夹时一定要敲紧；加工两凸台，留意中间凸台尺寸 $6 \pm 0.05\text{mm}$ ；加工斜面用平铣刀，直接精加工；沉头孔加工采用沉头钻，可一次加工完成，提高加工效率。

2. 加工工艺卡

加工工艺卡如表所示。

3. 加工过程

(1) 安装夹具、装夹毛坯。把夹具放在台虎钳上，夹具的底面两侧各有一个台阶，压紧在台虎钳叶片上，然后敲紧夹稳。把毛坯逐个放上加工位，轻轻敲紧，然后用六角匙锁紧螺栓，如图 10、图 11 所示。

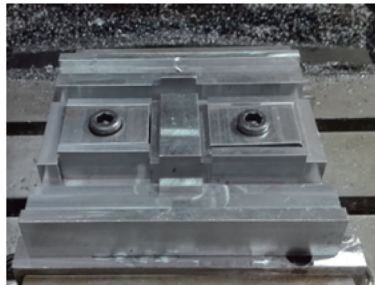


图 10 夹具安装

表 加工工艺卡

内容	工步	余量 mm	刀具类型调用刀号		下刀方式	进 / 退刀 方式	切削用量			备注
							转速 r/min	进给 mm/min	切深 mm	
产 品 加 工 工 艺	面铣	0	φ16 平刀	T01	工件外下刀	直线	2500	800	0.5	加工顶面
	外形铣削（粗）	0.5	φ16 平刀	T01	工件外下刀	直线	2500	600	3	长度
	外形铣削（精）	0	φ16 平刀	T02	工件外下刀	直线	4000	300	16	长度
	外形铣削（粗）	0.3	φ16 平刀	T01	工件外下刀	直线	2500	1000	2	反面凸台
	外形铣削（精）	-0.05	φ16 平刀	T02	工件外下刀	直线	4000	600	2.5	反面凸台
	面铣	0	φ12 平刀	T03	工件外下刀	直线	2500	800	2	加工顶面
	挖槽粗加工	0.5	φ12 平刀	T03	斜线下刀	直线	3000	1500	2	正面开粗
	外形铣削（精）	0	φ12 平刀	T04	直线下刀	圆弧	3500	500	5	正面凸台
	斜面铣削	0	φ12 平刀	T04	直线下刀	直线	4000	2000	0.1	斜面加工
	沉孔（沉头钻）	0	沉头钻	T05	直线下刀	直线	1200	50	6	沉孔

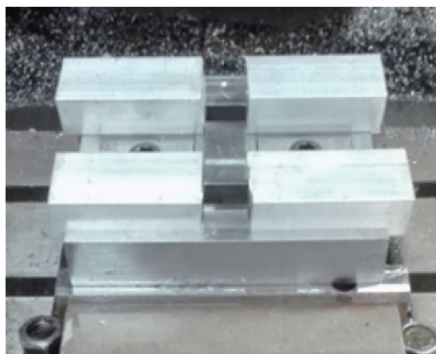


图 11 毛坯装夹

(2) 分中对刀。夹具中间有个凸台，如图 12 所示，这个凸台是专门用来对刀使用的，设计这个凸台的目的是保持基准统一。以夹具的中间凸台中心为工件坐标系原点，正反面加工一样，所以反面是不用再一次分中的，简化了操作流程，如图 13 所示，中间凸台上表面与 Z 轴对刀，凸台顶面离装夹工件的底面高度是 5mm，这个高度是固定的，所以多把刀的 Z 轴方向对刀均可采用凸台顶面为对刀位，对刀时，根据底面高度数据，做相应的简单加减计算即可。

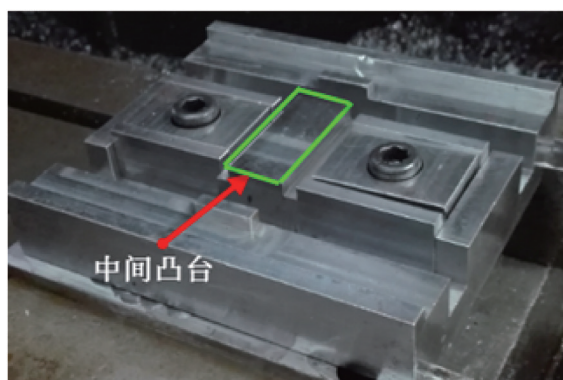


图 12 夹具中间凸台

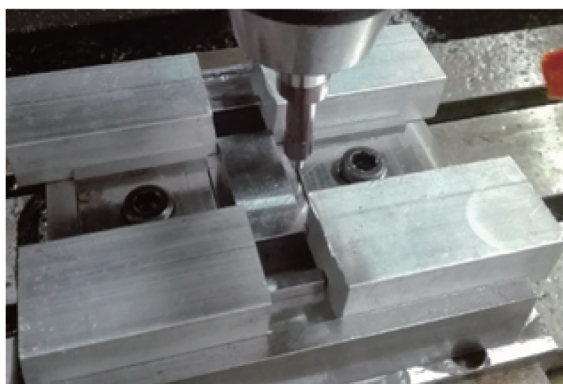


图 13 利用中间凸台分中

(3) 反面面铣。先加工反面，原因在于反面只有一个凸台，高度为 2.5mm，其他地方平面特征范围大，翻转加工时作为底面装夹接触面积大，夹紧力稍大也不会变形。反面面铣时，设置毛坯顶面为 Z0.5mm，分粗精加工，保证光洁度，加工结果如图 14 所示。

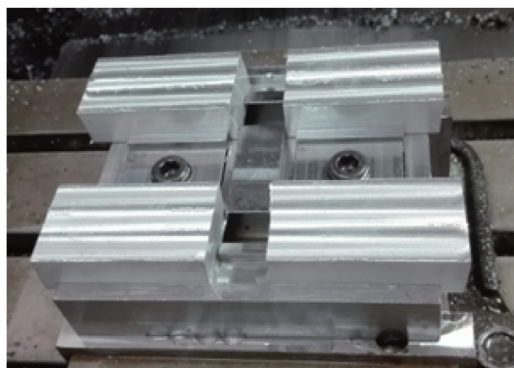


图 14 面铣加工完成

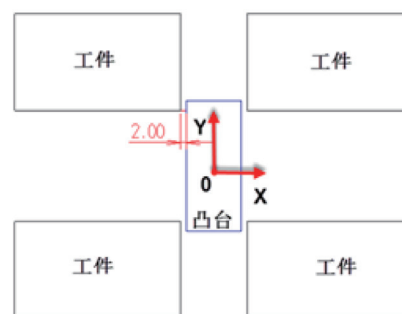


图 15 毛坯放置示意图

(4) 外形铣削保证总长。本例中工件的总长为 $60 \pm 0.05\text{mm}$ ，毛坯的长度尺寸为 63mm，去除的余量总共有 3mm，在编程绘图时，工件的实际轮廓边距离中间凸台边 2mm，如图 15 所示，即看作毛坯左边加工余量 1mm，右边加工余量 2mm。铣削的深度为工件的总高加上 0.5mm，即 16mm，同样使用 $\phi 16\text{mm}$ 平铣刀，分粗精加工，精加工时采用顺铣，如图 16 所示。

(5) 反面凸台加工。反面凸台尺寸要求为 $10_{-0.15}^{+0.05}\text{mm}$ ，加工时要严格保证该尺寸，尽量把尺寸精度控制在上下偏差的中间，即 9.9mm；凸台上有两个 $\phi 5.5\text{mm}$ 的孔，这两个孔放在后面跟沉孔一起加工，保证沉头孔的同轴度，加工效果如图 17 所示。

(6) 正面面铣保证总高。反面加工完成后，拆下工件，用刮刀去毛刺，然后靠边用铜棒敲紧装夹，如图 18 所示，

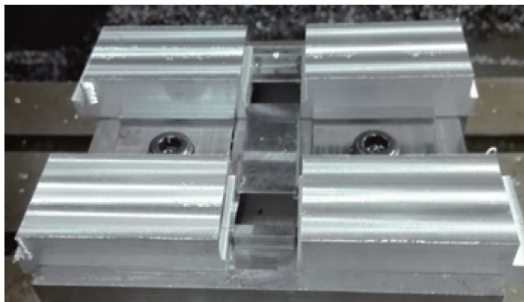


图 16 长度尺寸保证

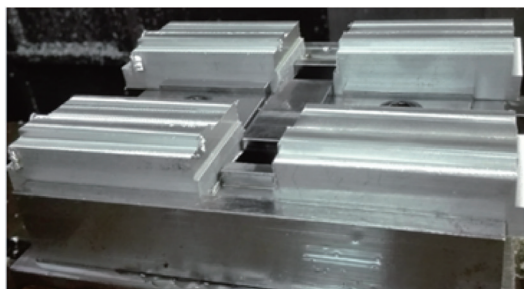


图 17 反面凸台加工

此处一定要敲紧，特别是高度方向，否则最后加工出来的产品在高度尺寸上会有偏差，甚至超差。正面加工时，不用重新分中，跟反面采用同一基准，但绘图编程时，工件的摆放位置要做一些调整，如图 19 所示。Z 轴对刀时，直接在凸台上对刀，根据凸台顶面离工件底面距离 5mm 做相应调整，加工效果图如图 20 所示。



图 18 正面装夹工件

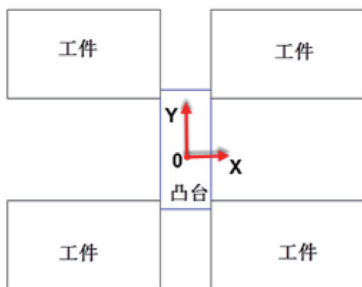


图 19 工件正面装夹编程定位图

(7) 正面凸台加工。正面凸台的加工分两步走，第一步是铣削凸台外形特征，如图 21 所示，包括挖槽粗加工及外形铣削精加工，其中中间凸台尺寸 $6 \pm 0.05\text{mm}$ 需要严格保证，其他尺寸精度控制在 $\pm 0.1\text{mm}$ ；第二步是两个凸台斜面加工，如图 22 所示，该斜面加工采用平行铣削刀路，不进行开粗，直接精加工，注意下刀方式是从底向上。如果从顶向下的话，刀具又不够锋利，斜面上会产生层叠毛刺，如图 23 所示。

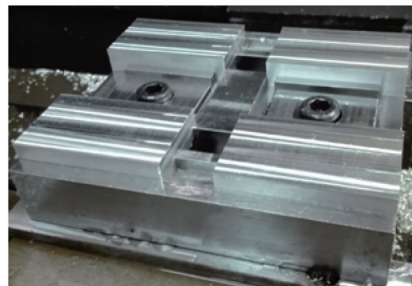


图 20 工件正面面铣

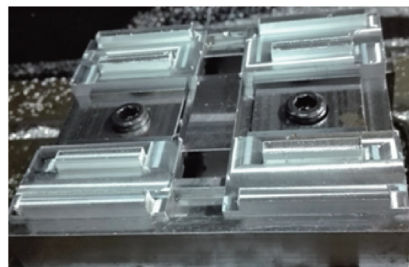


图 21 正面凸台外形特征

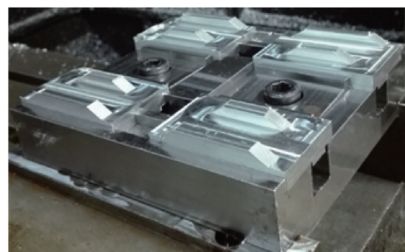


图 22 斜面加工完成

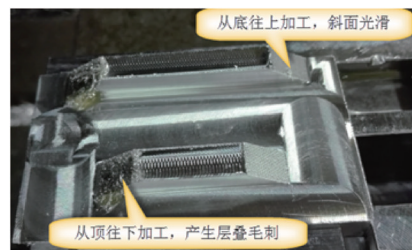


图 23 斜面不同的下刀点选择

(8) 沉头孔加工（效果如图 24 所示）。工件上的沉头孔是用来安放 M5 螺栓的，尺寸精度要求是 $\pm 0.1\text{mm}$ ，容易保证。平常的加工工艺是先钻中心孔，然后用 $\phi 5.5\text{mm}$ 的钻头钻通孔，最后采用 $\phi 8\text{mm}$ 的铣刀铣沉头，而企业生产考虑更多的是加工效率，可采用跟沉头孔相匹配的沉头钻一次钻削完成，沉头钻可用 $\phi 10$ 的钻头磨削成型，如图 25 所示，加工时注意用深度尺测量好 $\phi 5.5$ 钻嘴尖到 $\phi 10$ 钻嘴平底处的距离 h ，如图 26 所示，进而确定好钻削的深度值（钻削深度值 $H=h+6$ ，其中“6”是沉孔深度值）。

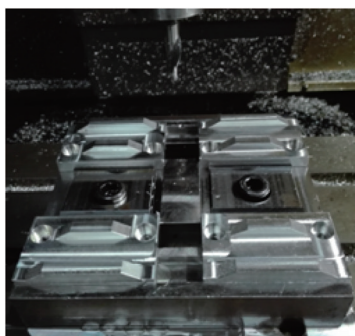


图 24 沉孔加工完成



图 25 沉头钻

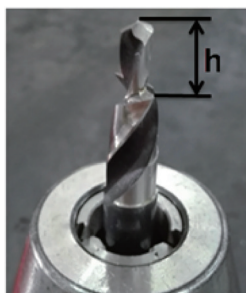
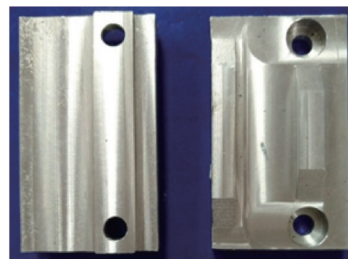
图 26 测量距离 h 

图 27 零件加工完成

(9) 零件加工完成（效果如图 27 所示）。沉头孔加工完成后，完成了所有的加工步骤，拆卸工件，用气枪吹净夹具及工件，然后用刮刀去除表面毛刺，检测相关尺寸及表面光洁度，如各项指标均合格，则继续批量加工。

五、结语

针对雕铣机限位挡块零件的批量生产，本夹具的设计很好地解决了其加工质量及效率问题，在效率这一点上，如果需要更高的生产时效，可以把夹具设计成一模出 8 件，甚至一模出 16 件，满足不同的加工需求。在加工类似特征的零件时，特别是对于零件翻转加工时不方便分中的情况（使用该夹具在零件翻转加工时不用再一次分中，因为工件坐标系原点固定不变），该夹具的设计具有很好的借鉴作用。IM