

均 $\leq 0.03\text{mm}$, 六边形邻边对称度要求 0.03mm , 工件各表面粗糙度均达到 $Ra1.6\text{mm}$, 孔距精度达到 0.06mm , 表面粗糙度要求达到 $Ra0.8\text{mm}$ ^[2]。

组合件配合件1正六边形可以任意旋转 120° 配合, 各单面配合间隙 $\leq 0.05\text{mm}$ 。要求控制好六边形中心孔到各边长的尺寸和角度及形位公差等精度。

装配后, 凹形件与底板侧面的错位量 $\leq 0.04\text{mm}$, 因此凹形件与底板上的销钉孔要同轴。按图1把件1、件2、件3、件4组合装配, 调整好后用平行夹夹紧工件, 并放在精密平口钳上, 然后夹紧组合件, 同时一起钻削、铰削件2、件3、件4上的4处销钉孔。

1.3 工具、量具的准备

(1) 准备划针、样冲、锯弓、锯条、钢直尺、平板、铰杠、V形架、切削液等, 毛坯尺寸: 件1: $\phi 35\text{mm} \times 8\text{mm}$ 或 $35\text{mm} \times 35\text{mm} \times 8\text{mm}$ 1件, 件2、件3: $\phi 80.5\text{mm} \times 30.5\text{mm}$ 各1件, 件4: $\phi 80.5\text{mm} \times 60.5\text{mm}$ 1件。

(2) 8寸细锉、10寸中锉、12寸粗扁锉各1把, $\phi 6\text{mm}$ 圆锉1把, 8寸三角粗、细锉各1把, 8寸油光锉1把。

(3) 标准麻花钻 $\phi 9.7\text{mm}$ 或 $\phi 9.8\text{mm}$ 1只, $\phi 10\text{H7}$ 手用或机用铰刀1把; $\phi 10\text{mm} \times 15\text{mm}$ 测量棒1支, 配合用到的 $\phi 10\text{mm}$ 圆柱销。

(4) $0 \sim 150\text{mm}$ 带表游标卡尺1把(精度 0.01mm), 千分尺 $0 \sim 25\text{mm}$ 、 $25 \sim 50\text{mm}$ 、 $50 \sim 75\text{mm}$ 、 $75 \sim 100\text{mm}$ 各1把; 刀口角尺0级精度1把; $0^\circ \sim 320^\circ$ 万能角度尺1把; $0 \sim 0.8\text{mm}$ 杠杆百分表1套; $0 \sim 150\text{mm}$ 高度游标卡尺1把(精度 0.01mm); $0.02 \sim 0.5\text{mm}$ 塞尺1把, 量块1套(精度0级), 正弦规1套。

2 加工难点

工件组装后正六边形需要满足可任意旋转 120° 配合, 因此在加工六边形时, 不仅要保证孔中心到每条边长尺寸要一致, 还要保证六边形角度、形位公差等精度。如果有单边尺寸不一致, 不仅影响尺寸、对称度精度等, 还直接影响到组装后配合面的间隙。

组装后凹形件与底板侧面的错位量要保证在允许公差范围, 且对底板、凹形件定位孔加工精度要求很高。假如钻孔时钻偏或凹形件与底板定位孔不同轴, 不仅影响配合后凹形件与底板侧面的错位量, 凹形件与底板孔不同轴偏移量过大时还无法装配。

3 配合件的加工工艺

3.1 用圆形毛坯加工正六边形工件的加工工艺

第一, 划线。首先, 用游标高度卡尺找圆心。按照圆形毛坯半径尺寸调整游标高度卡尺的尺寸, 在工件毛坯的大面上分别划出多条相交线, 各线的交点即为毛坯圆心。其次, 在圆心处打样冲眼, 用划规划圆, 再进行六等分。最后, 划六边线条。划线过程中最好用磁性表座吸稳工件, 使工件两面划线一致^[3]。

第二, 钻孔。用 $\phi 9.7\text{mm}$ 标准麻花钻在工件圆心上钻底孔, 在孔口处倒角、去毛刺。

第三, 铰孔。用 $\phi 10\text{H7}$ 机用或手用铰刀进行铰孔, 为保证铰孔精度要加注润滑油。

第四, 加工第1面。根据图样已划好线条锯削去除余量, 以 $\phi 10\text{H7}$ 内圆孔为测量基准, 锉削控制尺寸 A , 如图5所示, 测量方法如图6所示。

第五, 加工第2面。根据图样已划好线条锯削去除余量, 以 $\phi 10\text{H7}$ 内圆孔或已加工好的第1面为测量基准, 锉削控制尺寸 30mm 偏差, 如图7所示。

第六, 加工第3面。根据图样已划好线条锯削去除余量, 以 $\phi 10\text{H7}$ 内圆孔为测量基准, 锉削控制尺寸 A 并保证 120° 角度, 如图8所示。

第七, 加工第4面。根据图样已划好线条锯削去除余量, 以 $\phi 10\text{H7}$ 内圆孔为测量基准, 锉削控制尺寸 A 并保证 120° 角度, 如图9所示。

第八, 加工第5面和第6面。根据图样已划好线条锯削去除余量, 以 $\phi 10\text{H7}$ 内圆孔或已加工好的第3、4面为测量基准, 锉削控制尺寸 30mm 偏差和 120° 角度, 如图10所示。

3.2 用板料毛坯锉削正六边形工件的加工工艺

第一, 加工1面。为保证 $\phi 10\text{H7}$ 内圆孔到边的加工余量合理, 可用游标高度卡尺划出 $\phi 10\text{H7}$ 内圆孔圆心位置。用 $\phi 9.7\text{mm}$ 标准麻花钻在工件圆心上钻底孔, 用 $\phi 10\text{H7}$ 机用或手用铰刀铰孔, 以 $\phi 10\text{H7}$ 内圆孔为测量基准, 锉削控制尺寸 A 及1面的平面度要求, 如图5所示, 测量方法如图6所示。

第二, 加工2面。用游标高度卡尺以1面为基准划 30mm 的尺寸线, 锯削去除余量, 以 $\phi 10\text{H7}$ 内圆孔或已加工好的第1面为测量基准, 锉削控制尺寸 30mm 偏差, 以及2面的平面度要求如图7所示。

第三, 加工3面。用游标卡尺以 $\phi 10\text{H7}$ 内圆孔为划线基准, 取需控制尺寸距离 A 划标记点, 过该

点以1面为划线基准用游标万能角度尺 120° 角的线,即可划出3面的尺寸线。根据图样已划好线条锯削去3面余量并锉削,以 $\phi 10H7$ 内圆孔为测量基准,锉削控制尺寸 A ,并保证1面与3面之间 120° 角以及3面的平面度要求,如图8所示。

第四,加工4面。方法同加工3面,先用游标卡尺以 $\phi 10H7$ 内圆孔为划线基准,取需控制尺寸距离 A 划标记点,过该点以2面为划线基准用游标万能角度尺 120° 角的线,即可划出4的尺寸线。根据图样已划好线条锯削去4面余量并锉削,以 $\phi 10H7$ 内圆孔为测量基准,锉削控制尺寸 A ,先保证3、4面之间的对称度要求,再保证4面与2面之间 120° 角以及4面的平面度要求,如图9所示。

第五,加工5面、6面。分别以3面、4面为划线基准,划出5面、6面的加工线,根据图样已划好线条锯削5面、6面去除余量,并分别锉削,以 $\phi 10H7$ 内圆孔或已加工好的第3面和第4面为测量基准,保证两处尺寸 30mm 偏差及角度 120° 即可,如图10所示。

第六,检查尺寸,修整,去毛刺^[4]。

3.3 凹形工件的加工工艺

按照图3中的图样划件2和件3凹形件的尺寸线,并按要求锉削控制好外形尺寸。加工前,用游标卡尺复检划线尺寸是否正确。先用 $\phi 12\text{mm}$ 标准麻花钻钻好排料孔,并锯削去除余料,再通过量块和打表方法间接控制凹形面尺寸精度和平面度,然后加工凹形A面,用正弦规配合量块和杠杆百分表测量控制A面尺寸精度和平面度,如图11所示。用同样的方法加工B面,保证尺寸精度、平面度、A面与B面对称度均不大于 0.03mm 。需要注意,工件要及时清除毛刺、棱边,以免影响尺寸测量。

在制件2和件3时,可用正六边形试配来修配件2和件3两个凹形件的配合面。由于在加工过程中,实际加工的尺寸精度与配合尺寸精度存在一定误差,可把六边形六个方向旋转 120° ,每个面与件2和件3凹形面进行配作,用厚度 0.06mm 塞尺检测配合间隙,保证配合间隙不大于 0.05mm 。

3.4 组合底板的加工工艺

按照图4中的图样划件4底板尺寸线,并按精度要求锉削控制外形尺寸,保证各个表面的平面度

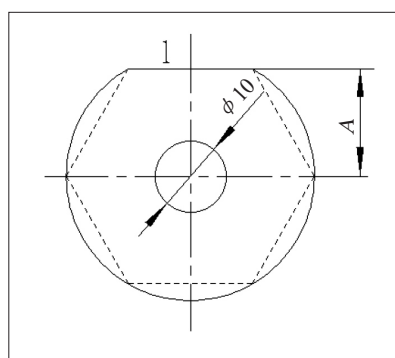


图5 加工第1面

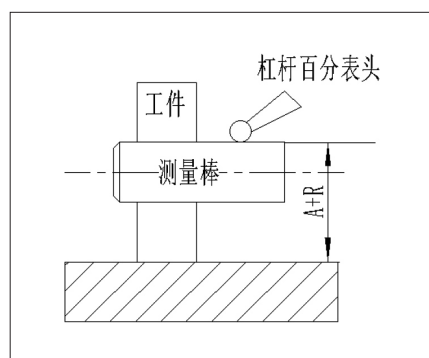


图6 测量方法

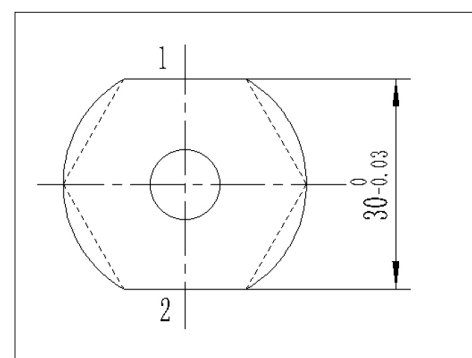


图7 加工第2面

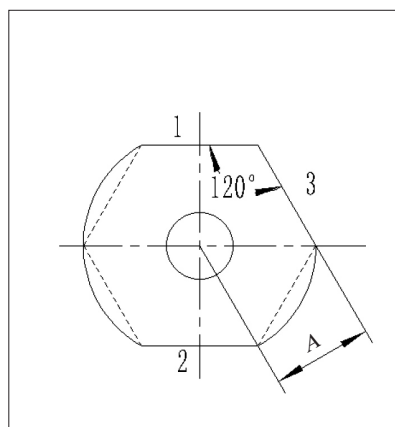


图8 加工第3面

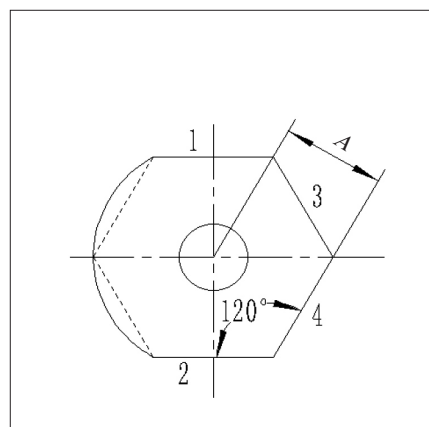


图9 加工第4面

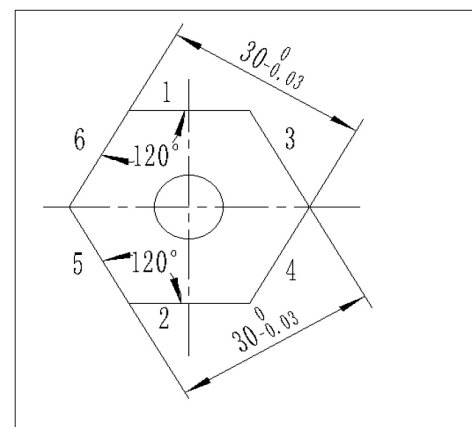


图10 加工第5、6面

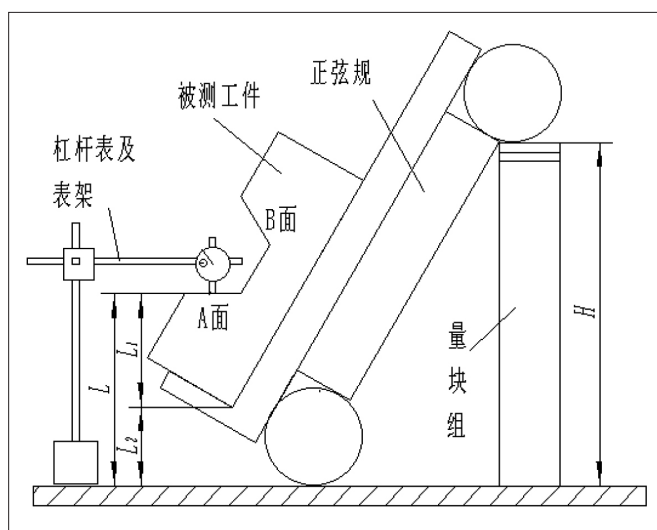


图 11 凹形工件加工

和垂直度。为保证组合件销钉孔的定位精度，先用 $\phi 9.7\text{mm}$ 标准麻花钻，钻底板中心位置与六边形配合定位孔，再用 $\phi 10\text{H}7$ 铰刀进行铰孔。在该孔中插入 $\phi 10\text{mm} \times 30\text{mm}$ 圆柱销钉，并把件 1 六边形销孔穿入 $\phi 10\text{mm} \times 30\text{mm}$ 圆柱销钉进行组合，再把件 2、件 3 两个凹形件和件 4 拼起组合装配，用平行夹夹紧工件，放入精密平口钳装夹。同时，钻削件 2、件 3 和件 4 上的销孔，并进行铰孔。

4 加工注意事项

- (1) 在加工过程中，注意工具、量具要摆放整齐。
- (2) 为保证钻孔精度，钻孔时要选择合理切削用量、合适的切削液。
- (3) 根据即将加工的工件可提前把正弦规和量块安装好。
- (4) 为避免加工时存在累计误差，工件要选好加

工基准按加工工艺进行加工。

(5) 工件在试配合过程中，先认准一个方向进行配作，然后按要求旋转角度进行配作，并测量配合间隙^[5]，组合装配完成后，避免试配过程中尺寸发生变形，要进行对各尺寸复检和清除毛刺棱角等工作。

5 结语

本文简要地分析了六边形组合配件的加工工艺方法，要保证六边形组合件的配合精度，在加工过程中要严格按照工件图的技术要求，结合所需的工具、量具制定科学合理的加工工艺。只有采用科学合理的加工工艺方法，才能更好地保证加工每个工件时的加工精度，从而提高组合件的配合精度。

参考文献：

- [1] 钟峰和. 钳加工中“角度对块的质量检测”教学设计[J]. 现代职业教育, 2022(11): 49-51.
- [2] 谢增明. 钳工技能训练: 第四版[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2005: 48-49.
- [3] 高业大. 《钳工工艺与技能训练》课程一体化教学的探讨[J]. 中国校外教育, 2014(S3): 145-146.
- [4] 陈刚, 刘新灵, 吴元祥, 等. 钳工实训教学燕尾台零件加工工艺的思考与实践[J]. 企业导报, 2011(18): 209.
- [5] 唐幸军. 《钳工工艺与技能训练》教学改革探索[J]. 职业, 2010(15): 69-70.

作者简介: 周猛(1982.10-), 男, 壮族, 广西崇左人, 本科, 一级实习指导教师, 研究方向: 机械设备装配与自动控制。