鼓风机叶片粗加工工艺方案

汉川数控机床股份公司 （陕西汉中 723003） 张 荣 陈 慧 念 勇 徐秋红

叶片（见图1）是鼓风机上的关键零件，表面粗糙度和轮廓精度要求较高，叶身较长、壁薄，形状复杂，在普通机床或三轴数控机床粗加工难度大，而且数量多，因而制定合理的加工工艺方案，在保证质量的前提下提高效率就成为关键之一。



图1 叶片

1. 毛坯状态

材质为2Cr13，毛坯为模锻件，其叶型及叶根大面单边留量4～5mm，叶根长度留量10～15mm。锻造后，叶根右端面见光，并且以叶型为基准，做出了3个ϕ4mm中心孔，叶根端面中心孔孔距为（96±0.10）mm，作为以下加工的工艺基准，如图2所示，毛坯硬度为260～280HBW。

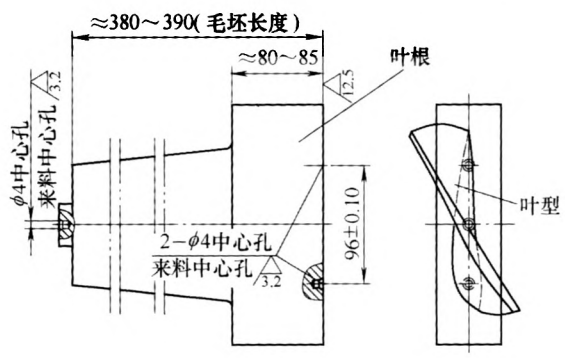


图2 叶片毛坯

2. 加工要求

叶片加工的要求如下（见图3）：

（1）叶根尺寸（132±0.1）mm、44mm及65°±3′均按图加工成形。

（2）叶型及叶根槽按造型单边给最终精加工留量0.80～1.0mm。

（3）叶根端面$\phi 19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔与叶型端面ϕ4mm中心孔同轴度不大于0.10mm，作为后序精加工的工艺基准。

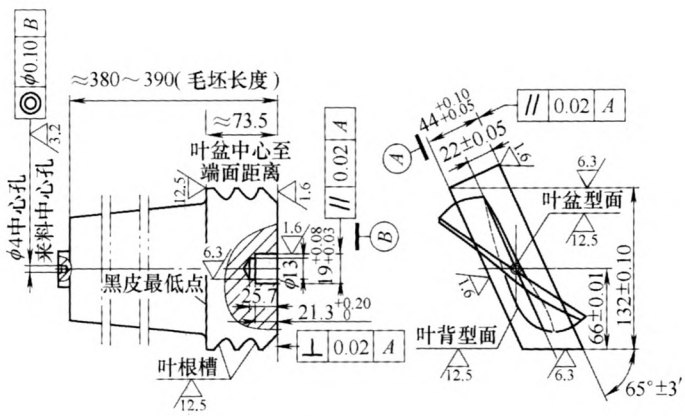


图3 加工图

3. 工艺难点

（1）工艺基准转换：将叶根端面2个ϕ4mm中心孔转化为$\phi 19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔，保证孔与叶型端中心孔同轴度＜0.10mm，工艺基准转换的精度直接影响后序加工的零件质量。

（2）由于是大批量加工，应尽量减少零件加工过程中的辅助时间，包括零件装夹、零件转运等的时间，提高生产效率，保证进度要求。

4. 方案分析

通过对叶片毛坯情况及加工要求的分析，结合公司目前设备状况，拟确定以下三种加工工艺方案。

（1）方案一：基准转换：将叶根端面2个ϕ4mm中心孔转化为ϕ35h7外圆作为后序加工的工艺基准，如图4所示。

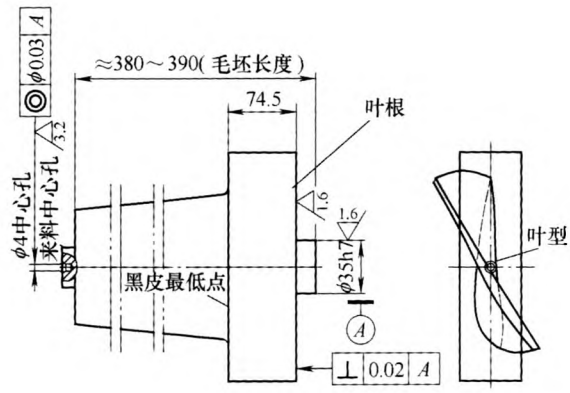


图4 加工简图

利用传统的加工方法，将3个ϕ4mm中心孔找正在同一平面内，并找正叶根端面2个ϕ4mm中心孔在中心处划线，然后根据划线在中心处钻另一ϕ4mm中心孔，在车床上以两端中心孔为基准顶车出ϕ35h7外圆作为后序铣叶根及钻、绞$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm的工艺基准。

其工艺流程为：划线→钻中心孔→顶车ϕ35h7（工艺基准）→划铣用线→铣叶根两大面→铣叶根两斜面→钳去毛刺→平磨叶根两大面→铣叶根端面，钻、铰$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔→在数控铣上以叶型端中心孔、$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔及*A*面为基准，上分度头及专用工装铣叶型及叶根槽，单边留量0.8～1mm（定位简图见图5）→钳去毛刺，刻编号，装箱。

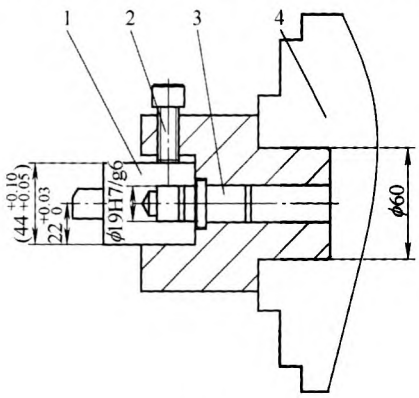


图5 定位简图

1.叶根 2.压紧螺钉 3.菱形销 4.分度头

此工艺流程的缺点是：由于叶片毛坯形状不规则，划线存在困难，且划线误差较大；由于车削时为断续切削，故效率低，且刀具磨损严重；铣叶根面、端面及钻、铰孔时都以ϕ35h7外圆为基准，加工、测量方面都比较麻烦，效率低；需要普通机床多，劳动强度大；零件周转次数多，装夹次数多，辅助时间长，不易保证加工进度的要求，不适应大批量加工。

此工艺流程的优点是：专用工装设计、制造简单；铣叶型及叶根槽时，可以消除$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔与叶型端中心孔同轴的加工误差，产生废品几率低。

（2）方案二：基准转换：将叶根端2个ϕ4mm中心孔转化为65°斜面及斜面（105±0.02）mm尺寸作为后序加工的工艺基准，用来料3个ϕ4mm中心孔为基准，做专用工装铣叶根大面及叶根65°斜面，控制65°斜面尺寸为（132±0.02）mm；利用65°斜面定位，做专用工装，铣叶根端面及钻、铰$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔（定位简图见图6），加工时用ϕ40mm检棒，根据计算尺寸来确定ϕ19mm孔*X*方向位置。

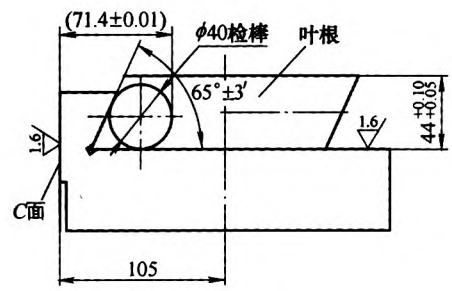


图6 定位简图

其工艺流程为：铣叶根两大面→铣叶根两斜面→钳去毛刺→平磨叶根两大面→铣叶根端面，钻、铰$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔→在数控铣上以叶型端中心孔、$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔及*A*面为基准，上分度头及专用工装铣叶型及叶根槽，单边留量0.8～1mm（定位简图见图5）→钳去毛刺，刻编号，装箱。

此工艺流程的缺点是：65°斜面尺寸（132±0.1）mm尺寸要求高，为了保证$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔与叶型端ϕ4mm中心孔同轴，132mm尺寸要控制在±0.02mm内，且表面粗糙度值要达到R_a=1.6μm，这样增加了中间尺寸的控制，提高了加工难度零件装夹麻烦，容易造成零件与定位面产生间隙，$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔与叶型端ϕ4mm中心孔同轴度小于0.10mm不易保证；专用工装种类多(铣大面、铣斜面、铣端面及钻、铰孔、铣叶型及叶根都需要专用工装)，设计、制造麻烦。

此工艺流程的优点是：工序相对简单，零件周转次数减少，辅助时间缩短；铣叶型及叶根槽时，可以消除$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔与叶型端中心孔同轴的加工误差。

（3）方案三：基准转换：将叶型端2个ϕ4mm中心孔转化为叶根面上深4mm台阶作为铣端面及钻、铰孔的工艺基准，要求台阶立面与大面垂直度不大于0.02mm，如图7所示。利用来料3个ϕ4mm中心孔为定位基准，制作专用可转位气动工装，一次装夹铣叶根大面、叶根65°斜面，铣叶型及叶根槽留量，并且铣出铣端面时的定位基准。

其工艺流程为：铣叶根两大面、两斜面、铣叶型及叶根槽单边留量0.8～1mm→钳去毛刺→平磨叶根两大面→铣叶根端面，钻、铰$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔(定位方式见图8)→钳去毛刺，刻编号。

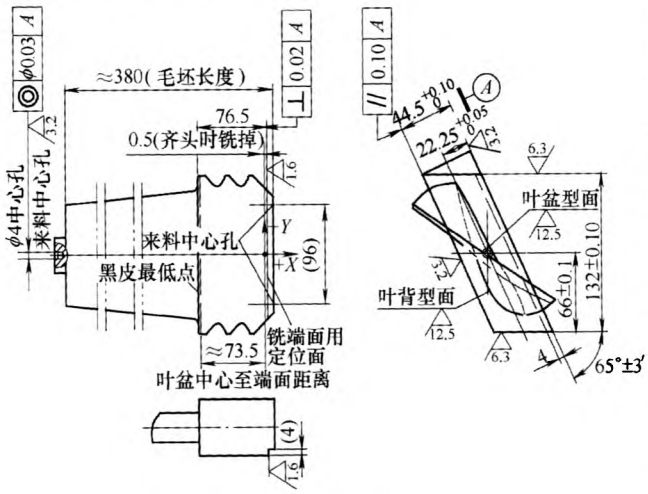


图7 加工简图

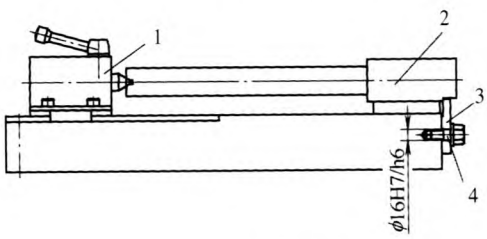


图8 定位简图

1.后顶尖 2.叶片 3.定位板 4.定位压紧螺钉

此工艺流程的优点是：加工工序减少，便于大批量生产的组织及管理；零件周转次数少，一次装夹即可完成所有铣削工作，劳动强度大大减少，减少了加工的辅助时间，容易保证加工进度的要求，适应大批量加工；专用工装种类少，只需要设计、制造铣用工装及铣端面工装；取消了分度头，减少了资金投入。

此工艺流程的缺点是：专用工装设计、制造复杂；最后工序铣端面及钻、铰孔，前序加工误差无法消除，因此对工装精度要求高。

5. 设备投入分析

按年产量10万件，每月工作24天，每天三班进行计算（只考虑投入设备，不考虑使用人员）：

设备台数＝100 000×工时定额/（12×24×3×8×60）

不同的工艺方案所选设备分别如表1、表2和表3所示。

表1 工艺方案一

工序内容	使用设备	工时定额/min	计算设备/台	设备/台
钻中心孔	Z35	10	≈2.4	3
车ϕ35h7工艺基准	CS6140	80	≈19.3	20
铣叶根两大面	X52K	30	≈7.2	8
铣叶根两斜面	X52K	30	≈7.2	8
平磨叶根两大面	M7130H	25	≈6	6
铣端面、钻、铰$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔	TH6350	40	≈7.2	8
铣型面、铣叶根槽	XH714	120	≈28.8	29

表2 工艺方案二

工序内容	使用设备	工时定额/min	计算设备/台	设备/台
铣叶根两大面	XK714	25	≈6	6
铣叶根两斜面	XK714	25	≈6	6
平磨叶根两大面	M7130H	25	≈6	6
铣端面、钻、铰$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔	TH6350	30	≈7.2	8
铣型面、铣叶根槽	XH714	120	≈28.8	29

表3 工艺方案三

工序内容	使用设备	工时定额/min	计算设备/台	设备/台
铣叶根两大面、两斜面、型面、铣叶根槽	XH714	150	≈36.1	37
平磨叶根两大面	M7130H	25	≈6	6
铣端面、钻、铰$\phi19^{+0.08}_{+0.03}$mm孔	TH6350	20	≈4.8	5

说明：①设备台数为理论计算所得，未考虑机床故障、操作者损失时间等因素，实际投入机床数量要大于理论计算所得。②工艺方案三中，铣端面、钻、铰ϕ19mm孔工序小规格叶片可放在立式数控铣XK714上加工。

6. 结语

工艺方案一由于设备投入多，普通机床使用多因而劳动强度大，工序复杂，不适应大批量加工，可应用于试制或小批量叶片的加工。工艺方案二、工艺方案三都适应大批量叶片加工，综合考虑设备投入、生产组织、零件转运、劳动强度、生产效率等因素，工艺方案三最适合大批量生产。我公司加工采用工艺方案三，顺利完成叶片的加工任务。

MW（收稿日期：20130720）