

# 加工手机外观的轮廓刀设计及制造工艺

陈汉泉, 李智林, 杨肖

广东鼎泰高科精工科技有限公司

**摘要:** 结合实践经验及理论指导, 分别从材料选用、刀具结构设计、检测标准、制造工艺、刃口处理及切削参数合理性等方面分析探讨加工铝合金的轮廓刀设计及制造工艺, 并制造出加工外观曲线优美、光泽亮丽的铝合金手机外壳轮廓刀。

**关键词:** 轮廓刀; 刀具结构; 磨削工艺; 刃口后处理; 切削参数

**中图分类号:** TG580.21; TH162

**文献标志码:** A

## 1 引言

由于铝合金较易切削和成本低廉, 现阶段智能手机外壳还是以铝合金材料为主, 手机制造商为了提高自身竞争力, 手机外观不但要外形美观, 还需要外观光亮, 色泽诱人, 这就对加工手机外观的刀具提出了更高的质量及技术要求, 本文对此类刀具的设计及制造工艺进行了深入系统的探索和研究。

此类外观轮廓刀要求加工出的工件表面为镜面, 故选用超细晶粒度的硬质合金(晶粒度  $0.2 - 0.5 \mu\text{m}$ ), 可刃磨出优秀的刃口质量; 由于铝合金强度低, 属于软金属, 加工时容易产生粘结磨损, 很少出现由于刀具材料强度不够产生的崩刃及硬质点磨损现象, 所以应选用钴含量较低的硬质合金, 增强刀具耐磨性。基于以上原因选择 CB 品牌的 E01 材料性能更优, 性价比更高, 各品牌材料性能对比见表 1。

表 1 各品牌材料性能表

材料厂家	材料牌号	材料性能					
		晶粒度 ( $\mu\text{m}$ )	钴含量 (wt%)	密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	硬度		抗弯强度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
					HV <sub>30</sub>	HRA	
ZZ	A01	0.5	6	14.9	1850	93.1	3800
JL	B01	1.0	6	14.95	1700	92.5	2450
DD	C01	0.4	6	14.74	1900	93.6	3800
ZG	D01	0.6	6	14.48	1820	93	2800
CB	E01	0.4	5	14.82	2000	94	3400
ZY	F01	0.5	5	14.8	1900	93.6	3600

## 2 刀具设计

### (1) 轮廓线处理

由于手机外壳轮廓线为 3D 样条曲线, 必须将此样条曲线通过软件转化成圆弧线, 数控磨床方可识别。现有处理手段可用二维或三维软件处理, 无论采用何种方法都必须遵从以下原则: ①用圆弧或

直线替代样条曲线; ②替代的圆弧或直线与替代样条曲线误差  $< 0.002\text{mm}$ ; ③替代圆弧必须相切, 转接圆滑。

刀具结构的 2D 和 3D 简图分别见图 1 和图 2。

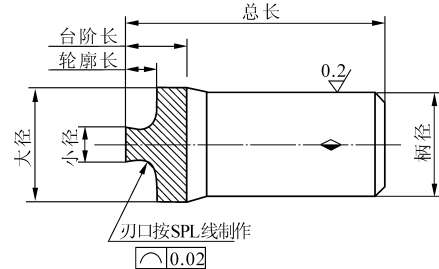


图 1 刀具结构 2D 图

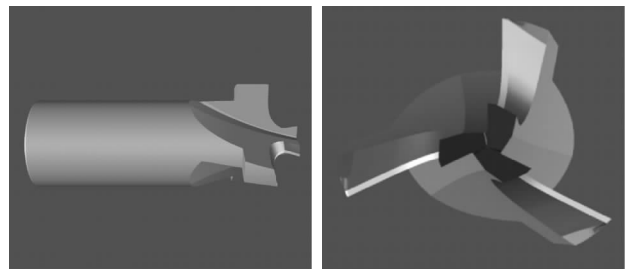


图 2 刀具结构 3D 图

### (2) 刀具设计参数

①由于该刀具轮廓前端直径与轮廓后端直径相差悬殊, 采用螺旋槽会造成大端前角过大, 而小端前角为负值, 切削时受力不均, 易造成工件变形或出现异色、暗线等现象, 所以采用斜槽较为适宜。加工铝合金时采用较大前角有利于切削, 故采用  $10^\circ$  轴向前角。

②为提升加工工件表面光洁度, 增强刀具寿命, 后角采用修光刃形式, 修光刃宽度  $0.05 - 0.08\text{mm}$ , 径向后角  $5^\circ$ , 轴向后角  $3^\circ$ 。

③为兼顾刀具寿命、容屑空间以及制造难易度, 刀具刃数以 3 刃最为合适。

由于铝合金加工时刀具容易产生积屑瘤, 而手

机外观轮廓光洁度要求高且无划痕,故刀具前刀面和后刀面需作镜面抛光处理,抑制积屑瘤产生,增强切削快速排除,保证刃口质量,表2为前、后刀面加工砂轮粒度匹配表。

表2 前、后刀面加工砂轮粒度匹配表

加工部位	粗磨砂轮粒度	精磨砂轮粒度	抛光磨砂轮粒度
前刀面	D54	D30	D10
后刀面	D64	D20	D5

### 3 刀具刃口处理

目前刃口钝化工艺,较为成熟且经济实用的有毛刷式和砂粒式。毛刷式钝化多用于可转位刀片刃口处理,而钝化此成型刀具选用砂粒式比较适合。

#### (1) 砂粒粒度选择

选同一款手机外观轮廓刀各20支,在刃口质量要求相同的情况下分别用400#、600#、800#砂粒钝化(见表3)。

表3 不同砂轮粒度钝化对比表

钝化值(mm)	刃口质量	刀具光洁度 $R_a$	钝化转速 (r/min)	钝化砂粒(#)	钝化时间 (min)	备注
0.005	100倍下无锯齿	0.02	35	400	6	刃口有小锯齿,光度 $R_a 0.04$
				600	12	刃口无锯齿,光洁度 $R_a 0.02$
				800	30	刃口无锯齿,光洁度 $R_a 0.02$

根据表3数据可知,在保证刀具质量要求的情况下,选择600#砂粒较为合适。兼顾质量与效率,400#砂粒效率较高,但由于砂粒太粗,刃口质量达不到要求;800#砂粒要达到0.005mm的钝化值,需要30min,效率太低。

#### (2) 钝化时间设定

砂粒式刃口处理有两个主要功能:第一,可抛光前后刀面,使前后刀面达到镜面;第二,钝化出刃口圆弧,使刃口更加光滑,锯齿波峰值与波谷值差值更小,增强刀具寿命。根据铝合金材质加工特性,前刀面钝化值要小,保持刀刃锋利,而后刀面钝化值应较大,增强后刀面挤光效果,所以前刀面钝化时间与后刀面钝化时间选取1:5较优,此钝化值可形成瀑布型刃口。

### 4 刀具检测标准

为了保证刀具质量,刀具需保证以下检测标准:

①重点尺寸保证,测量刃径、刃长、后角、剪切角等主要尺寸在公差范围内;②轮廓测量,轮廓度小于0.02,且轮廓度需保证单调一致性,即轮廓中间不能

出现内、外偏差交替(见图3);③外观测量,刃口在100倍显微镜下无锯齿,刃口不能有裂纹、崩缺等现象;④钝化值测量,钝化圆弧小于0.005,轮廓后角宽度均匀一致。

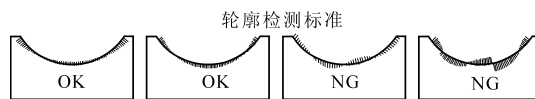


图3 轮廓度结构

根据现有主要数控铣床性能和主轴转速及大量的实践数据,切削速度500-700m/min,进给量  $F = 600 - 800 \text{ mm/min}$ ,精加工余量  $a = 0.05 - 0.08 \text{ mm}$ ,在此切削参数下切削轻快,工件表面光度良好,尺寸容易保证。

### 5 结语

经过实践验证可知,刀具选用钴含量6%的硬质合金材料较为适合;刀具槽型设计为 $10^\circ - 12^\circ$ 斜槽,轮廓后角设计成0.05mm宽的小后角修光刃形式,轮廓线需将样条曲线转化为顺滑相切的弧线;数控刃磨前刀面抛光用D10砂轮,后角抛光用D5砂轮;刀具测量轮廓度小于0.02,刃口在100倍下无锯齿等缺陷;钝化值在 $3 - 5 \mu\text{m}$ 可使加工质量及刀具寿命相兼顾;切削速度在500-700m/min,进给量  $f = 600 - 800 \text{ mm/min}$ ,精加工余量  $a = 0.05 - 0.08 \text{ mm}$ 较优。本文对于制造加工铝合金手机外壳高质量外观的轮廓刀具具有一定的指导意义。

### 参考文献

- [1]刘华明.金属切削刀具设计简明手册[M].北京:机械工业出版社,1994.
- [2]袁哲俊,刘华明.金属切削刀具设计手册[M].北京:机械工业出版社,2009.
- [3]陈为国,陈昊.数控加工刀具材料、结构与选用速查手册[M].北京:机械工业出版社,2016.
- [4]赵时璐.高性能刀具及涂层刀具材料的切削性能[M].北京:冶金工业出版社,2015.
- [5]羊建高,谭敦强,陈颖.硬质合金[M].长沙:中南大学出版社,2012.

第一作者:陈汉泉,硕士,广东鼎泰高科精工科技有限公司,523000,广东省东莞市

First Author: Chen Hanquan, Master, Guangdong Diamond Precision Technology Co., Ltd., Dongguan, Guangdong 523000, China