飞机发动机涡轮盘叶根榫槽精拉刀制造技术

哈尔滨第一工具制造有限公司拉区刀具厂 （黑龙江 150078） 邢 义

飞机的动力来源是发动机，而涡轮盘是整个发动机动力涡轮部分中十分重要的零件，是整个涡轮发动机中较难加工的部件。而其中工作量最大、难度最高的就是涡轮盘叶根槽的加工。涡轮盘的材质一般是镍基合金，加工时产生硬化现象相当明显，切削加工性非常差。而且涡轮盘叶根槽须与叶片的根部配合，所以配合的精度要求很高，机械加工难度非常大。采用拉削刀具加工的方法能够满足涡轮盘叶根槽高精度及较低表面粗糙度值要求。

1. 拉削刀具的特点

拉刀是一种专用的刀具，制造费用很高，所以用在大批量生产中较为经济。目前拉削标准圆孔与花键孔的拉刀都已标准化，在小批生产中，也可以得到良好的经济效果。拉刀的切削速度一般较低，常用1.02～7.8m/min，切削厚度很薄，所以拉削表面质量较高，刀齿磨损很慢，寿命与加工精度很高。加工孔时，可达IT7～9级，甚至可达IT6级。拉刀的生产效率很高，这是因为拉刀工作齿数多，每齿参加工作的切削刃又长，且在一次工作行程中能同时进行粗、半精、精加工。拉削加工具有下列的优点：①加工时间短，效率高。②加工精密程度高，偏差小。③加工表面质量良好。④加工方法经济，加工人员技巧不必熟练亦可加工。

采用拉削刀具加工的方法能够满足涡轮盘叶根槽高精度及较低表面粗糙度值要求。拉削加工涡轮盘叶根槽，保证高精度及较低表面粗糙度值的关键在于涡轮盘叶根槽精拉刀的设计及制造。针对涡轮盘材料特殊、难于加工及叶根槽高精度、较低表面粗糙度值等特点，合理设计拉刀，合理选择拉刀材料，采用先进热处理方法，解决拉刀制造过程中关键技术，完善制造工艺，最终达到批量生产的目标，刀具质量及性能达到国际先进水平。

2. 技术关键

（1）拉刀整体设计 针对叶根槽形状复杂的特点，将拉刀设计成粗拉刀、半精拉刀、精拉刀，成组使用，一次拉削成形；粗拉刀拉掉大部分切削余量，半精拉刀修整齿形轮廓，精拉刀最后定型拉削。

（2）拉削方式选择 粗拉刀采用渐成式拉削方式，拉出叶根槽雏形，半精拉刀采用抬高加工方法修整槽型，精拉刀采用同廓式拉削方式，需对拉刀形面进行铲磨后角。

（3）拉刀选材 一般拉刀所使用的材料是我们所熟知W6Mo5Co4V2高速钢，当经过热处理之后可达洛氏硬度63～66HRC，由于涡轮轮盘的材质是耐高温的镍基合金，加工性差，而且涡轮轮盘的精度要求很高，硬质合金刀具虽然在硬度、耐磨性和切削用量等方面优于高速钢，但其缺点就是不能承受较大的冲击力，强度较低，只是高速钢的1/3，热处理困难；整体硬质合金刀具制造困难，可加工性差，型线的研磨必须用金刚石砂轮。普通高速钢由于在强度、硬度等方面性能指数较低不能采用，而粉末冶金高速钢如CPM－42、T15等，虽然韧性、硬度和可磨削性优于其他高速钢，适合用于加工榫槽拉刀。另外，M42（W2Mo9Cr4VCo8）钴高速钢热处理后硬度可达67～69HRC，在加工中当温度提高至600～620℃时也能具有很高的红热硬性，并具有很高的耐磨性，很高的强度等性能，因此涡轮转盘叶根槽拉刀材质选择M42也比较适合。

（4）拉刀热处理 粉末冶金高速钢CPM－42、

T15等作为拉刀材料，热处理有如下特点：①淬火时间过长或温度过高容易产生“过烧”现象，拉刀寿命将降低。②淬火后脆性较大，易产生淬火裂纹。③结合叶根槽拉刀齿形特点，齿尖处变径大，易产生淬火裂纹及磨削裂纹。④采用温控装置，能保证拉刀不产生“过烧”，硬度达到要求。⑤淬火硬度需满足工艺要求。⑥避免产生淬火裂纹及磨削裂纹。

（5）技术关键 精拉刀拉削后形成涡轮转盘的最终齿形，精拉刀制造精度直接影响涡轮转盘齿形精度及表面粗糙度。精拉刀的加工最为关键，工艺最复杂，也最难于加工。

精拉刀加工要解决如下技术关键：①保证拉刀四面垂直度公差0.005mm。②保证拉刀齿形公差0.005mm。③保证拉刀M值、K值公差±0.002 5mm。④精拉刀铲磨后切削齿不留刃带，校准齿刃带均匀。⑤精拉刀齿形误差0.005mm。

因而要保证最后加工表面达到需求，精拉刀的设计需注意以下几点：①精拉刀由轮槽外圆平面成型拉刀、轮槽槽底成型拉刀、轮槽轮廓成型拉刀等3部分组成。各部分拉刀的齿升量、齿距各不相同，精拉刀齿升量要小，在全齿型切削时更要小，对于整把精拉刀而言，齿升量设计应为前大后小。②为提高精拉刀的使用寿命，保证其轮廓的正确性，设计时拉刀轮廓取轮槽轮廓的最小尺寸，这样拉刀实体处于轮槽轮廓的最大尺寸。③ 在全齿型精切削时，拉力突然增大，拉刀容易产生振动，产生崩齿或拉刀折断情形，不仅工件毁损，而且会造成拉刀的损失，为避免这种情况的发生，设计精拉刀时要计算出全齿型切削时的齿数，将这些齿的齿根、齿底开分屑槽，才能保证有效地断屑。

（6）拉刀的修锐研磨 拉刀在使用时会逐渐的磨损，当拉刀磨损到一定情况时会影响最后加工的精确度和整组拉刀的寿命，所以当加工中出现异常情况，如表面质量突然下降或拉刀振动增大时必须将拉刀置在刀具磨床上重新磨锐，一般磨锐的拉刀仅限于粗拉刀齿的部位，研磨的位置也仅限于后斜角的那一面，研磨拉刀大多使用CBN砂轮或钻石砂轮，一次研磨一个齿，并应注意校正齿距，避免过多地研磨，刀刃磨过后，每把拉刀必须进行探伤、消磁、才能再次使用。

（7）拉刀加工专用设备及检测仪器 榫槽拉刀用于加工飞机、火车、轮船等零部件，其形面复杂，精度要求较高，技术要求较严格，加工难度较大，需要有专用的加工设备及检测仪器。

检测仪器主要有：X光探伤仪一台（国产）；意大利米兰投影仪（放大倍数为100倍）一台；德国的便携式硬度检测仪两台；万能工具显微镜四台；高精度垂直度及直线度检具一台等。

（8）榫槽拉刀齿型加工及其铲磨设备 为了将榫槽拉刀做好，我公司特意从德国aba公司及德国BLONM公司购进两台强力数控高精度平面成型磨床，最小进给量为0.001mm，具有独立小轴及自动测量齿距等功能，八轴六联动，六轴联动修整砂轮，自动修整砂轮，自动补偿，用于加工榫槽拉刀齿形并进行铲磨加工，还可用于加工高精度成型拉刀，如汽车发动机特型拉刀、撮齿板等等，完全满足榫槽拉刀齿形及进行铲磨加工的高精度要求。

（9）榫槽拉刀前角、后角加工 我公司还从德国进口两台全自动数控拉刀刃磨床，用于加工拉刀前角及后角，具有自动测量齿距等功能，保证刃磨量均匀，并具有切削油冷却功能，保证刃磨过程中不磨糊、不烧伤，表面粗糙度值可达到R_a=0.1μm。**MW**

（收稿日期：20110915）

硬质合金滚压工具

本单位生产硬质合金滚压工具已有30余年历史。滚压加工广泛运用于机械加工、液压、重型机械等行业，是一种对机械零件表面进行光整和强化的工艺，它利用硬质合金滚轮对工件表面施加压力，使其表面产生塑性变形，达到修整表面微观几何形状、降低表面粗糙度值的目的，同时可提高表面硬度。滚压后，使零件表面粗糙度值从R_a=6.3～1.6μm降低到R_a=0.8～0.1μm，实现以滚代磨。本单位还可根据用户要求，生产、加工各类异型硬质合金制品及硬质合金模具。

靖江市城北合力滚压技术服务部（原国营靖江汽车修造厂）

地　址：江苏靖江市真武河北路47号
联系人：蒋文宏　　手机：13327780598
邮　编：214500　　电话：0523－84832767
传　真：0523－82853000　E-mail：jwh@sina.com

广告查询编号：1008