

双刃组合式内 R 成形铣刀设计

中航工业南方航空（集团）工业有限公司 （湖南株洲 412002） 黄 倩 李展前 盛 波 钟如钢

我公司与时代公司合作开发的 1.7 m × 1.7 m 耐磨板热压模阴模上分布 14 577 个 $SR(5 \pm 0.05)$ mm 球冠型面（见图 1），根据现有设备和加工工艺，在龙门数控铣上用普通杆铣刀走三维程序铣削这些球冠型面，加工周期长达 30 天以上，并且铣削型面表面粗糙度远远达不到设计要求。

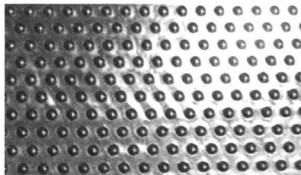


图 1

为了提高加工效率和型面表面粗糙度质量，

我公司专门研制出一种双刃组合式内 R 成形铣刀。

1. 设计原理

创新设计的双刃组合式内 R 成形铣刀整体结构如图 2 所示，由成形刀片 1、螺钉 2 和刀柄 3 组成。

设计重点、难点主要是成形刀片 1 的断刃结构（见

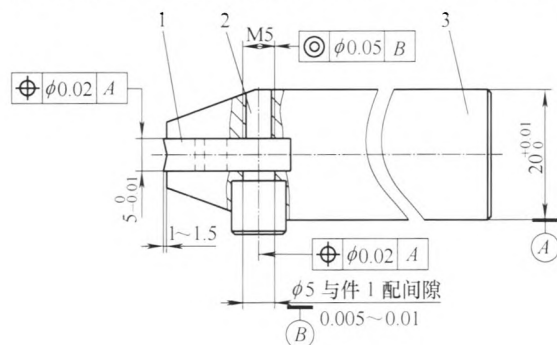


图 2

1. 成形刀片 2. 螺钉 3. 刀柄

图 3)，区别于传统成形铣刀从轴心处断刃方案，将两 R 刃的其中一刃超过中心 0.05 mm，即将断刃处偏离轴心 0.05 mm，从而避免切削时因轴心处断刃产生的球冠顶部小平面，确保 $SR(5 \pm 0.05)$ mm 球冠轮

半精镗时，转速可在 200 r/min 左右，进给量在 200 mm/r 左右；精镗时，转速可在 100 r/min 左右，进给量在 200 mm/r 左右，并加注煤油冷却，既能提高刀具寿命，又能降低工件表面粗糙度值。

4. 效果对比

由于该刀具兼具铣刀的特点，不会因毛坯的形状而影响孔加工的直线度，且为 6 个刀片同时切削，对镗杆有一定的支撑作用，从而弥补了镗杆悬伸过长的缺陷。使用上述镗铣刀加工中心架深孔时，在保证孔圆柱度的前提下，可大幅度提高切削效率。由于工件的加工精度由刀具来保证，避免了因操作者技能问题而造成的质量偏差，从而大幅度减少了测量次数，降低了对操作者的技能要求。经过生产实践证明，使用该刀具每个班次可生产 8 件中心架，

而用原先的普通刀具只能生产 2 件，功效提高 4 倍，并且尺寸稳定，孔圆柱度好。

该刀具焊有 6 个刀片，粗镗时可允许一定偏差，精镗时切削量小又加注煤油，所以其使用寿命长，一般情况下，一组刀具可使用 10 个班次不用刃磨。精镗刀外径磨损超差时，可改磨成半精镗刀，半精镗刀可改磨成粗镗刀。

5. 结语

该镗铣刀是在生产过程中研制的一种新型切削刀具，兼具铣削、镗削功能，经过实践证明，在保证镗孔质量的前提下，可大幅度提高生产率，适合铸铁件的深孔加工，是一种方便高效的深孔加工刀具。MW

（收稿日期：20140409）

廓度；另一刃作 60°断刃槽，方便内 R 刀刃型面及前后角面加工。因断刃产生的切削盲点可以由其中一过中心刃旋转切削弥补。要求所有刀齿不允许有裂纹、反口、锯齿型、灰化及毛刺等其他缺陷，切削刃必须锋利。

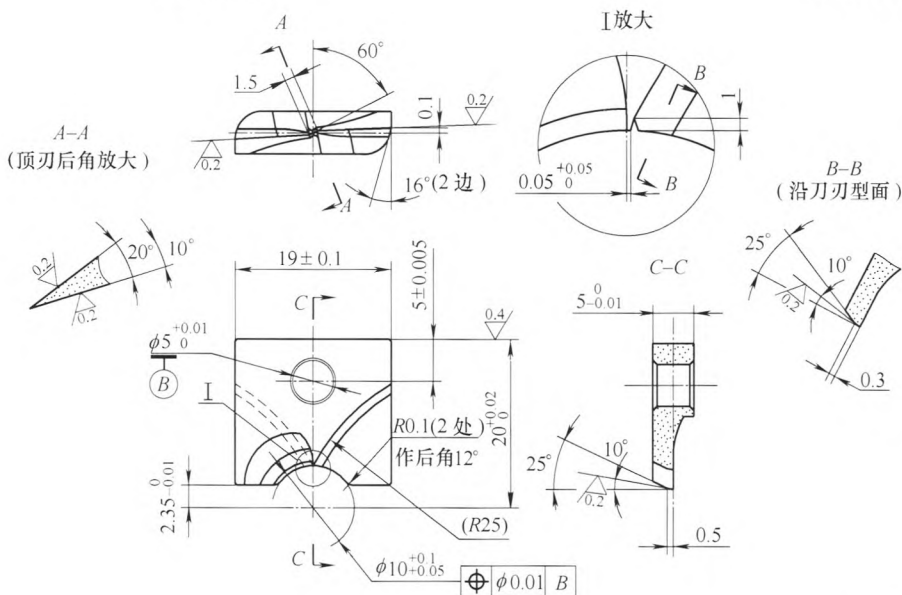


图3 成形刀片

2. 结构分析

为保证加工时刀具的稳定性，螺钉 2 中 $\phi 5$ mm 尺寸与其螺纹本身同轴度要求为 $\phi 0.05$ mm，与成形刀片 1 配以无间隙滑合 ($0.005 \sim 0.01$ mm)。

由于被加工工件已经经过热处理，工件较硬，需要采用硬质合金刀片加工，如图 3 所示，成形刀片型面比较复杂，刀具几何角度较多，刀具表面粗糙度值要求较小。从整体要求上看，各方面的几何尺寸要求较精密，为此需要优化加工工艺才能达到图 2、图 3 所示技术参数及形位公差要求，从而保证模具型面加工质量。

3. 工艺分析

针对该成形刀片采用硬质合金材质及其工艺结构，拟定工艺路线如下：

备料 ($25 \text{ mm} \times 24 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ 规格硬质合金毛坯) → 电火花 (作 $\phi 2$ mm 穿丝孔) → 线切割 (切 $\phi 5^{+0.01}_0$ mm 孔留磨量、切外形留磨量、切切削刃面留磨量) → 平磨 (粗磨) → 人工时效 → 平磨 (精磨外形 (19 ± 0.1) mm $\times$ $5^{+0.01}_{-0.01}$ mm 四面) → 坐标磨 (磨 $\phi 5^{+0.01}_0$ mm 孔) → 平磨 (磨 $20^{+0.02}_0$ mm) → 光学磨

(磨刀刃处型面) → 刀具磨 (磨前后刀刃及刃口处断屑槽) → 钳工 (研刃口面) → 检验。

4. 难点分析及解决思路

(1) 硬质合金材料加工易出现应力裂纹，尤其是采用电加工工艺时需特别注意，合理选择电加工参数和进给余量；另外磨削刃口过烧亦对刀具质量及使用寿命有致命影响，需严格控制砂轮进刀量。

(2) 凹 R 成形刀片因采用双刃结构， $\phi 10^{+0.1}_{+0.05}$ mm 刀刃型面及前后角面磨削加工均有一定难度，需严格按加工工艺进行，确保各技术参数及尺寸公差达到图样要求。

5. 结语

相比原来用普通杆铣刀走三维程序铣削球冠型面加工，创新设计的双刃组合式内 R 成形铣刀加工效率提高 30% 以上，型面表面粗糙度提高一个等级以上 (由 $R_a = 3.2 \mu\text{m}$ 提高至 $R_a = 1.6 \mu\text{m}$)，降低了模具型面抛光难度，并有效提高了加工效率，降低了生产成本。创新源于实践，只有在加工实践过程中不断总结经验并优化刀具方案，才能有效提高产品加工质量和加工效率。MW

(收稿日期：20140420)

《维修与改造》栏目征稿启事

根据机床行业发展变化，本刊《设备与维修》栏目更名为《维修与改造》，主要涉及机床工具设备升级、调试、故障诊断、维修、改造与再制造及加工装备整改等内容，欢迎广大作者踊跃投稿。

为满足全媒体时代的阅读需求，鼓励作者提供作业现场的彩色照片，并用手机等设备拍摄加工维修的视频，通过扫描二维码等方式，让读者查看视频。本刊将给予奖励，以建立金属加工视频库，逐步发展为金属加工视频传媒。