

超越离合器分离环窗孔电火花加工表面电蚀坑问题研究

■ 洛阳轴研科技股份有限公司（河南 471039） 张作超 宗晓明 权超健

摘要：针对某型号超越离合器分离环窗孔电火花加工存在的表面质量差、电蚀坑严重问题进行分析，从加工方案、参数选取以及设计新加工轨迹等方面进行改进，成功解决了问题，并在生产中推广应用，效果良好。

斜撑式超越离合器是一种利用主、从动部分运动速度的相对变化或旋转方向的切换自动分离和楔紧的装置，我公司生产的某型号超越离合器应用于飞机的涡轮起动机中。分离环是超越离合器的关键零件（见图1），其作用为将滚子均匀分离、改善载荷分配，提供滚子运动场所并引导滚子的旋转，因此分离环窗孔的质量直接影响了超越离合器的精度和性能。

1. 分离环窗孔加工现状

目前，该型号离合器分离环生产的工艺流程为：下料→粗车→热处理→精车→铣端槽→电火花打窗孔→钳工→串光→渗透探伤（见图2）。

现行工艺分离环每个窗孔分3次加工，即粗加工、半精加工和精加工。工作时电极沿圆周轨

迹运动，自动分度。粗加工时，首先将工件的10个窗孔进行统一加工，形成窗孔的坯孔；半精加工时，对粗加工后的通孔进行修整，扩大窗孔的尺寸，提高表面质量；精加工时，对半精加工后的窗孔进行精修。此外，粗加工、半精加工和精加工在修整窗孔时，电极切割余量的运动路线如图3所示，为一开环的V形轨迹。

图4所示为采用该工艺生产的

分离环产品放大图，可以看出，窗孔的表面质量较差，电蚀坑布满表面，电蚀严重，伴随有烧伤。且经观察发现，分离环从第一个加工窗孔开始，电蚀坑呈递増式增多，最后一个窗孔的电蚀现象最为严重。

分离环窗孔电火花加工后表面质量差、电蚀坑严重的问题，严重影响产品外观质量，即使后



图1 超越离合器及分离环实物



图2 离合器分离环部分加工流程



图3 电极切割运动轨迹

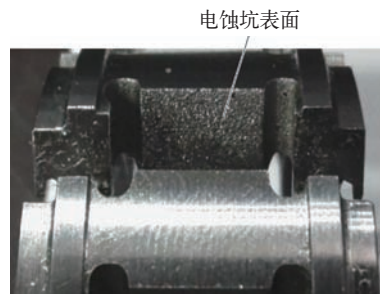


图4 采用原工艺生产的离合器分离环

期经人工修搓后，蚀坑仍不能完全消除，成品率不足60%，影响产品的正常交付。

2. 原因分析

为了分析分离环窗孔电加工出现严重电蚀坑现象的原因，对分离环自身结构、加工方式、电极切削运动轨迹和电加工参数等方面进行分析，具体情况如下：

(1) 该型号分离环窗孔形状特殊，弧面较多，形状不规则（见图2），会造成电极在加工中表面损耗不均匀的现象，使得窗孔表面质量受到极大的影响。

(2) 该型号分离环自身设计的厚度大，使得所要加工的窗孔厚度达到11mm，远远大于同类产品，这会导致电极整体损耗的加大，降低窗孔表面质量。

(3) 粗加工后，由于电极损耗度和不均匀度的加剧，在半精加工、精加工时，必然会破坏窗孔表面的形貌，使得表面质量恶化。

(4) 开环的V形轨迹，存在窗孔不能完整加工的隐患，容易出现“三面缺一”的情况。

(5) 分离环中有烧伤现象，说明存在二次放电，这会使表面粗糙度不均匀，深度方向出现轻微锥度，产生加工缺陷。

3. 解决措施

针对以上问题，可采取如下解决措施：

(1) 改进加工方案。定位一次，对一个窗孔连续进行粗、中、精加工，消除电极损耗和不均匀的影响，提高全体窗孔的一致性。

(2) 设计新的加工轨迹，将窗孔四边完整加工，如图5所示，消除“三面缺一”隐患。

(3) 对不同电加工参数进行试验，选取合适的电加工参数，避免二次放电，提高表面质量。不同电加工参数工艺试验情况如附表所示。

经对比分析，第四组参数从根本上解决了表面质量粗糙、饰坑严重和烧伤问题，在多次（≥10次）加工后，表面质量稳定持久、依然如初。不足之处在于加工效率明显降低。综合考虑后，决定采用第四组参数。

4. 生产验证

采用新的加工方案、加工轨迹和电加工参数进行生产，目前已加工离合器分离环150件，彻底

消除了电蚀坑缺陷，提高了窗孔质量，确保了分离环高成品率，成品率从60%提升到了98%。如图6所示，表面精美光滑，总体上改善效果明显，达到了预期要求。



图6 采用新工艺生产的离合器分离环

参考文献：

- [1] 郭振伟，原起富，牛青波. 超越离合器保持架窗孔的加工[J]. 轴承，2005（3）：19-21.
- [2] 朱楚. 高速斜撑超越离合器设计技术研究[D]. 南京：南京航空航天大学，2012.
- [3] 权超健，宗晓明，陈怀刚. 超越离合器保持架窗孔电火花加工积碳问题研究[J]. 金属加工，2016（18）：31-34.

MW（收稿日期：20170623）

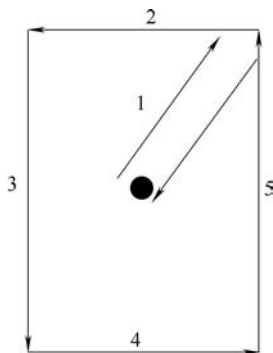


图5 电极切割运动新轨迹

不同电加工参数工艺试验情况表

参数代号			生产所用时间/h	加工结果
C161	C220	C001	6	表面质量极差，饰坑严重，烧伤严重
C151	C220	C001	7	表面质量稍微改善，饰坑减轻，烧伤较严重
C151 AL29	C120	C001	8	表面质量改善明显，饰坑锐减，烧伤减轻，但是稳定性弱
C151 AL29	C120	C003	8.5	表面质量优越，饰坑消除，烧伤不存在，稳定性持久

专家点评

针对电火花加工中出现的电蚀坑缺陷，从分离环结构、电极切削轨迹和电加工参数等方面入手，进行具体的原因分析，并通过简单实用改进措施成功解决了问题。查找并分析原因是解决问题的基础，观察得越仔细，分析得越彻底，越容易找到解决问题的方法，方法确定后再通过合理的工艺试验，问题定会迎刃而解。