

50MW汽轮发电机转子线圈冲孔模优化设计

■ 东方电气集团东风电机有限公司 (四川乐山 614000) 贾苗苗

摘要: 50MW汽轮发电机转子线圈通风孔冲孔模原模具在使用过程中出现冲头连续断裂的问题, 通过对模具结构的分析与优化, 解决了此类问题, 同时方便了模具制造, 满足了产品需求。

转子线圈作为发电机的核心, 其加工制造是汽轮发电机生产制造中一个重要的环节, 它直接影响汽轮发电机的运行工况及性能参数。我公司首次制造的50MW汽轮发电机转子线圈每根铜排上有双排30mm×3mm腰形通风孔达1 940个, 加工难度较大, 需采用模具冲孔的方式完成, 所以通风孔冲孔模的结构设计及加工成为了此次转子线圈通风孔制造的关键点。

1. 原模具结构存在的问题

转子线圈铜排厚度为5mm, 通风孔是尺寸为30mm×3mm的腰形孔, 孔的组数最大52组, 铜排最大长度达到3m (转子铜排见图1), 带细长孔的长工件, 常规设计的通风槽孔冲孔模在使用中存在以下问题。

(1) 冲头特别容易折断, 基本上是冲制一根铜排需换5~7次冲头。

(2) 冲裁间隙按标准取值后冲制的工件毛刺

大, 故冲裁间隙难确定。

(3) 铜排厚度5mm, 孔长30mm, 宽3mm, 又窄又长, 故卸料力较大, 普通弹簧卸料力达不到, 所以需要新型的卸料方式。

2. 原模具结构问题分析

常规设计的模具结构冲头断裂主要问题在上模装配上 (见图2), 原因分析如下:

(1) 冲头断裂在过渡段R处, 分析得过渡段可能在热处理时产生了应力集中, 又加上卸料力不够, 断裂就发生在此处。

(2) 冲头有时候断在工件中, 并且冲头入工件不垂直, 分析得冲头受到了侧向力, 侧向力的来源可能是弹簧卸料力的不一致, 导致卸料板不平稳。

(3) 冲头探出镶板部分偏长, 加之又细, 存在刚性不足的问题。

3. 模具结构的优化改进设计

根据上述几点, 我们对模具的结构做如下几点改进优化:

(1) 原冲头 (见图3), 为异形件, 材料为锻

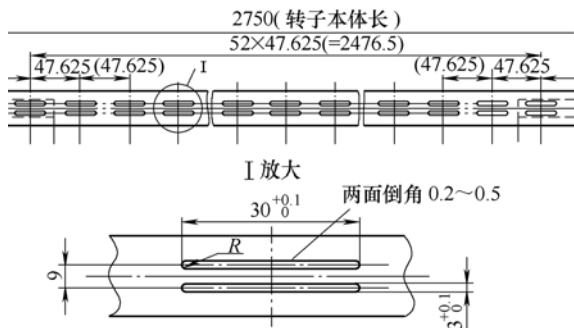


图1 转子铜排

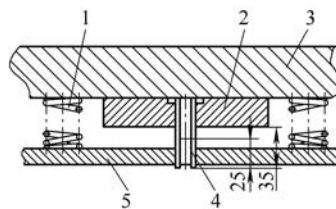


图2 原上模装配

1.弹簧 2.上镶板 3.上模座 4.冲头 5.卸料板

Cr12MoV，热处理硬度为58~62HRC。由于尺寸精度要求很高，加工工艺性较差，只能采用线切割加工，先按图3中俯视图线切割，再按主视图线切割，由于第二次加工的找正（定位）误差，使工件很难达到图样要求。现将原来冲头1件改为2件（见图4），分别单独加工。先按俯视图线切割，再按主视图放量线切割，然后通过磨削加工接平原线切割面，从而达到零件加工精度要求。

（2）冲头尾部与上模座之间增加了一个淬火垫板。同时将上镶板局部增厚，缩短了冲头探出镶板的长度，提高了冲头的刚性。

（3）增加两个小导柱，小导柱与卸料板的间隙很小，最大为0.04mm，小导柱的增加可以减少卸料板在卸料过程中移动时将冲头碰断的可能性。

（4）由于工件较厚，试模时普通的弹簧不能将工件卸下来，考虑到矩形弹簧的卸料力较大，选用矩形弹簧卸料，卸料力大但冲击力也大，大的冲击力传递在卸料板上，卸料板不平稳也有可能将冲头折断，所以加上聚氨酯橡胶，垫在镶板与卸料板之间，达到平稳卸料。改进后上模装配如图5所示。

另外冲头间隙的取值更是一个关键问题：间隙大了，毛刺大；间隙小了，冲头易折断。本次冲裁对象为5mm厚的铜排，查资料得出冲裁间隙约为0.5mm左右，事实上查表（按软铜）得出的结论就是模具双边间隙0.40~0.50mm，根据经验数据测得（粗测）这种模具双边间隙为0.16~0.20mm，冲裁出的废料光亮带达到了3/4。对于冲裁模具来说，合理间隙其

光亮带的范围理论上为1/3左右。从光亮带的长度可以看出冲裁间隙过小，所以对模具间隙先取了两种间隙值0.28~0.32mm，0.38~0.42mm。凹模尺寸在满足工件尺寸的情况下固定其设计尺寸，用冲头来配间隙，根据两种间隙设计的冲头试冲后，最后确定用0.38~0.42mm间隙，冲裁质量好，冲头也不易折断。

通过以上分析我们优化设计出了汽轮发电机转子铜排通风孔冲孔模图（见图6）。

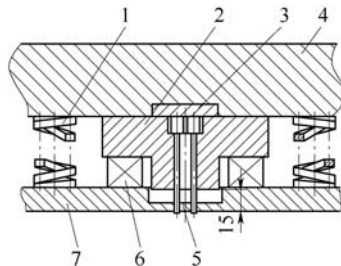


图5 改进后上模装配

1.弹簧 2.上镶板 3.垫板 4.上模座 5.冲头 6.聚氨酯 7.卸料板

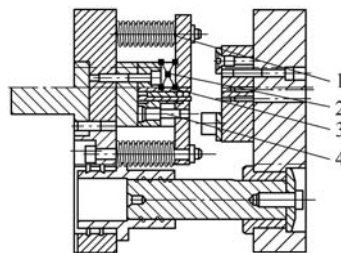


图6 优化后转子铜排通风孔冲孔模

1.矩形弹簧 2.聚氨酯橡胶 3.冲头 4.小导柱

4. 结语

通过对模具结构的优化改进，解决了冲头易断裂的问题，同时降低了冲头加工难度，优化改进后的转子线圈通风孔冲孔模经实践验证非常成功，冲裁效果非常好，为产品的顺利生产提供了保障。

参考文献：

- [1] 郑展. 冷冲模具设计与应用实例[M]. 北京：机械工业出版社，2012：175-177.
- [2] 王同海，孙胜，肖白白. 实用冲压设计技术[M]. 北京：机械工业出版社，1995：75-80.
- [3] 杨希震. 空冷汽轮发电机转子线圈通风孔的冲压技术[J]. 大电机技术，1990，（6）：31-35.

MW（收稿日期：20170503）

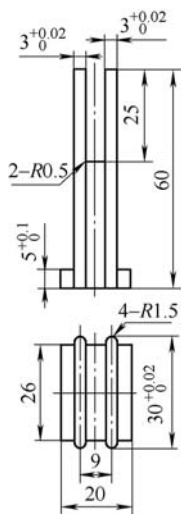


图3 原冲头

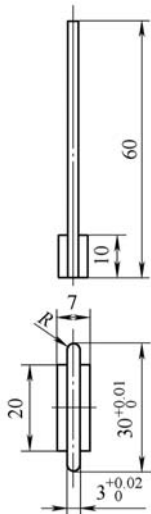


图4 改进后冲头