

汽轮机隔板改造常见质量问题及解决办法分析

赵晓红

(北京国能龙威发电技术有限公司保定分公司 河北 保定 071000)

摘要: 隔板是汽轮机中改造的重要部件之一,它在汽轮机生产中占有很大的比重。为了提高汽轮机组运行的安全性、经济性、适用性,某公司多年来对汽轮机隔板通流进行了专业改造,对电厂节能降耗起到了很大的作用。首先,在改造前为保证产品质量,从原材料的进厂准备到制造完成,对各个环节进行层层把关,并对改造中发生的一系列问题及影响因素进行了分析总结,现结合工作经验,提出一些有利措施,以达到节能降耗、提高汽轮机热效率的目的。

关键词: 汽轮机;隔板改造;质量问题;解决办法

0 引言

汽轮机是火力发电厂的重要设备,汽轮机中重要的部件——隔板是汽轮机中批量大、结构相对复杂的部件之一,它的作用是用来固定静叶片的。目前大多数汽轮机隔板的结构一般是把内外环与叶片用不同的方式组合在一起进行焊接,最终连接成一个完整的隔板整体,从而达到在汽轮机高温高压的冲击下减少蒸汽泄漏的目的。尤其是隔板的异常情况,如果发现不及时或者处理不当,就会造成隔板及隔板套的脱落及损坏,一旦在汽轮机运行中发生故障就会造成极大的安全事故和经济损失。为了提高汽轮机的运行稳定性,降低事故的发生概率,需要对汽轮机隔板在改造中出现的问题进行分析,进一步针对不同问题寻找方法讨论提出有利改进措施,以提高汽轮机运行的安全性及隔板的使用寿命。

1 汽轮机隔板改造出现的质量问题原因分析及解决办法

汽轮机隔板改造出现的质量问题主要有隔板尺寸超差、隔板焊接质量、隔板渗硼后变形、隔板间隙超差、叶片碰伤等,下面分别加以分析。

1.1 隔板尺寸超差的质量问题及解决办法

1.1.1 原因分析

对于不同机型不同部件的尺寸超差来讲,应该从人、机、料、法、环中分析。就某项目的隔板改造中出现的问题为例分析,项目在改造中多数是部件本体尺寸超差,其主要原因如下:

(1) 操作者未严格按照图纸加工,凭经验加工;

(2) 非关键尺寸未引起重视,Z80 钻床对于大螺纹以及机床远端攻丝不稳定,操作者忽视起吊孔质量,未进行通止规自检;

(3) 检验员未核验产品与图纸的符合性,新员工上岗制度未严格执行;

(4) 镗床加工时未校对偏心尺寸,且未严格按照划线加工造成。

1.1.2 解决办法

操作者应严格按照图纸要求加工检验员严格按照图纸检验:

(1) 操作者做好攻丝试验,机床功能对班组所有人交底,使用手动攻丝并做好通止规自检;

(2) 严格工艺执行,发现与图纸不符合应告知,加强沟通;

(3) 公司上岗制度应严格执行,考核合格后上岗;

(4) 班组长应将本工序容易出现的问题加工之前告知,并对新员工以及容易出现问题的过程进行质量监督和控制;

(5) 操作者应仔细查看图纸之后再行加工,首片之后应仔细查看是否合格;

(6) 改进加工方法,粗加工后测量中心对称方能加工,操作者用盒尺自检,划线人员要自检及互检,专检时要有 2 名检验人员互检;

(7) 合理安排人员加班,合理选用帮车辅助人员,重要工序或者关键返修安排技术过硬人员返修;

(8) 按线找正后验证汽道,在粗加工时对隔板汽道情况进行自检,如有偏差在精加工前校验;

(9) 对于使用的量具使用前仔细核对,严格执行工艺纪律,部件进行反复验证后再加工;

(10) 操作者要提高对图纸的理解能力,在精加工前操作者加强互检,核对无误后再加工;

(11) 机床启动前要观察状态情况,在隔板加工时,尽量提前焊接加工,增加中间可能出现的环节,以减少机加工时的变形;

(12) 加工环节可粗、精分开,各设备由生产部门统一配备数字计算器,减少人工计算误差;

(13) 改进加工工艺,精加工时控制隔板变形量,加

工前确认误差值,以便准确计算进刀量;

(14) 加工前对容易出错的尺寸进行技术交流,划线时写好加工的半径值,参照划线去除余量,同时核对轴向加工位置尺寸;

(15) 加工时注意观察设备状况,注意垫块的摆放位置,对相应设备进行检修,操作者加工时压表加工,关注轴向尺寸的实际变化;

(16) 隔板攻丝时二锥改为手动攻丝,以提高产品质量。

针对以上问题提出解决办法,后续隔板加工质量得到明显提升^[1-2]。

1.2 隔板焊接质量问题及解决办法

某项目隔板在改造中焊接加工时出现的质量问题,如图 1 所示。



图 1 隔板焊接缺陷、焊接裂纹、焊接未融合

1.2.1 原因分析

焊接质量问题,如焊接缺陷、焊接裂纹等,也是在隔板改造中常出现的问题。其中,焊接裂纹是最主要的焊接质量问题。

焊接裂纹就其本质,可分为热裂纹、再热裂纹、冷裂纹、层状撕裂等。

(1) 热裂纹:在焊接时高温下产生的,故称热裂纹,它的特征是沿原奥氏体晶界开裂。目前,把热裂纹分为结晶裂纹、液化裂纹和多边裂纹等三大类:结晶裂纹主要产生在含杂质较多的碳钢、低合金钢焊缝中(含 S、P、C、Si 偏高)和单相奥氏体钢、镍基合金以及某些铝合金焊缝中;近缝区液化裂纹是一种沿奥氏体晶界开裂的微裂纹,它的尺寸很小,发生于 HAZ 近缝区或层间;多边化裂纹是在形成多边化的过程中,由于高温时的塑性很低造成的。

(2) 再热裂纹:通常发生于某些含有沉淀强化元素的钢种和高温合金(包括低合金高强度钢、珠光体耐热钢、沉淀强化高温合金以及某些奥氏体不锈钢),它们焊后并未发现裂纹,而是在热处理过程中产生了裂纹。

(3) 冷裂纹:冷裂纹主要发生在高碳钢、中碳钢、低合金钢、中合金钢的焊接热影响区,但有些金属,如某些超高强度钢、钛及钛合金等,有时冷裂纹也发生在焊缝中。冷裂纹一般分为焊趾裂纹、焊道下裂纹、根部裂纹。焊趾裂纹起源于母材与焊缝交界处,并有明显应力集中部位。裂纹的走向经常与焊道平行,一般由焊趾表面开始向母材的

深处扩展。焊道下裂纹经常发生在淬硬倾向较大、含氢量较高的焊接热影响区,一般情况下裂纹走向与熔合线平行。根部裂纹是延迟裂纹中比较常见的一种形态,主要发生在含氢量较高、预热温度不足的情况下。这种裂纹与焊趾裂纹相似,起源于焊缝根部应力集中最大的部位。根部裂纹可能出现在热影响区的粗晶段,也可能出现在焊缝金属中。

(4) 层状撕裂:一种内部的低温开裂。仅限于厚板的母材金属或焊缝热影响区,多发生于“L”“T”“+”型接头中。

从某电厂及龙威基地探伤的情况来看,判断细小裂纹为热裂纹。其可能为焊接时产生,有的探伤还未显示,在焊后开始显示。某项目高压 2C 和高压 5C 裂纹较大,且靠近母材与焊缝交界处,较为符合焊趾裂纹情况,判断为冷裂纹。如此大的裂纹,在探伤时不会放过,应为后裂纹。从人员因素分析,由于焊接工作不连续,其实际的总焊接时间还是较低的,焊接经验相对要少,因此,对焊接的细节操作控制难以到位,会造成焊接缺陷;焊接隔板一般是铸造加工完成,隔板在焊接过程中,部分部件会发生一些焊缝内部原始缺陷,随着部件的内应力不断释放,最终发展成部件表面焊缝,然而会发现焊缝裂纹是从内到外延伸,也有一部分部件会出现未熔合状态;由于隔板在焊接过程中需要大量的焊条,选用焊条也会对焊接质量造成一定的影响,如果在焊接过程中,需要用 A302 焊条,由于是奥氏体焊条,它需要进行热处理后使用,如果条件不符合,就会附着一些焊接残余应力,进而无法在本体上消除;在焊接过程中,操作者对焊接设备不熟悉,对焊接电流、电压大小、电流速度把握不好,焊接应力大,母材根部焊接熔合不好,焊缝在加工打磨后焊肉变薄,在内应力作用下开裂。隔板焊缝本身熔合较差,探伤时未显现,但受到后续运输、起吊等外力后,裂纹逐渐产生并扩大;焊接使用的英康焊丝,基本都是母材修补,能否换焊丝修补,用本身焊丝修补较好。严格上补焊 24h 后探伤,目前是补焊完立即探伤,所以出现了缺陷^[3,4]。

1.2.2 解决办法

(1) 焊前打磨出合适的坡口,保证母材根部有一定的熔深,加大熔池宽度,提高焊缝强度,焊接过程进行适当锤击消除应力;

(2) 加强焊接隔板的表面检测,改进焊接方法,高温区焊接主焊缝尽量用手工焊焊接,定期对焊工操作人员进行培训,不断优化焊接工艺,完善操作者的焊接手法;

(3) 针对不同的隔板采用什么样的焊丝、电流大小、焊接速度的控制,制定一套完整的工艺流程;

(4) 对于部件的原始焊接缺陷,一般都会进行挖补打磨,探伤合格后使用;

(5) 加强焊接本身质量,保证焊接强度,坡口深度及焊接量足够,减少后续补焊,增加检验工序,为避免后裂纹产生,在焊接完成 24h 后再探伤,在所有工序完成后进

行清理前再增加一次探伤,确保产品合格。针对问题做相应改进措施后焊接质量大大提高,隔板焊接后进行热处理,热处理后测量变形情况较之前减少很多。

1.3 隔板渗硼后变形问题及解决办法

1.3.1 原因分析

渗硼试验工作的主要问题点是工件变形量问题,直径变大,工件冷却过程中没有收缩回原状态。其原因主要有:(1)工装虽有收缩余量,但因为工装开裂,可能阻碍了工件的正常收缩;(2)冷却速度不合适。

1.3.2 解决办法

严格控制渗硼温度,渗硼温度一般控制在 800°C 左右,时间在 6h;渗硼前进行热处理,满足工件冷、热加工工艺,保证部件材料的均匀性,这样变形量会减少;渗硼后,部件表面的硬度很高,渗层很薄,不能再进行加工了,因此在渗硼前就按技术图纸要求把部件加工好,比如将部件的内孔加工成直孔,保证有精加工余量,尺寸公差符合图要求;将侧孔用相同材质板块封住避免渗硼原料流入造成腐蚀,目的就是为了在不改变渗硼工艺的情况下通过改变工艺方法流程保证渗硼部件的技术要求,从而减少渗硼后的工件变形,是最简单也是最可靠的方法^[5]。

1.4 隔板间隙超差问题及解决方法

1.4.1 隔板间隙问题及原因

(1)存在问题:①中分面间隙超差;②隔板膨胀缝超差;③隔板膨胀缝之间轴向错位。

(2)原因分析:①加工方法不符合工艺要求;②工序之间应循序渐进。

1.4.2 解决方法

(1)控制中分面间隙方法:钳工在隔板组汽道圆划线时,中分面间隙应控制好,该补焊就补焊;后续粗车、精车工序,应严格检查、控制中分面间隙;隔板组装后中分面间隙应记录。

(2)控制膨胀缝间隙方法:钳工二次组装时膨胀缝预留 0.4mm,要求计划留小或不留间隙,待焊接结束后用手工锯锯膨胀缝。对此,提出用手工锯锯膨胀缝耗费工时较长,建议二次组盘后点焊外环各相邻叶片。

(3)控制膨胀缝之间轴向错位的方法:车加工时,隔板与等高块之间的间隙需在自由状态下垫实、塞紧,避免压板压紧时隔板发生翘曲变形。应严格控制装夹状态,将装夹时的变形量控制在 $\leq 0.10\text{mm}$ 范围内。工艺要增加在粗、精车加工翻面时,在自由状态下检查轴向错位的检验内容。

控制隔板轴向偏差的方法:在精车检查时,要用深度尺分别测隔板内外环端面相对车床工作台面距离以判定隔板内外环高低差,打表检查,隔板粗、精车时均检验隔板中分面、和 90° 方向隔板径向宽度,控制其径向宽度公

差范围 $\leq 0.1\text{mm}$ 。

1.5 叶片碰伤质量问题及解决方法

某项目隔板在改造中叶片磕碰质量问题,如图 2 所示。

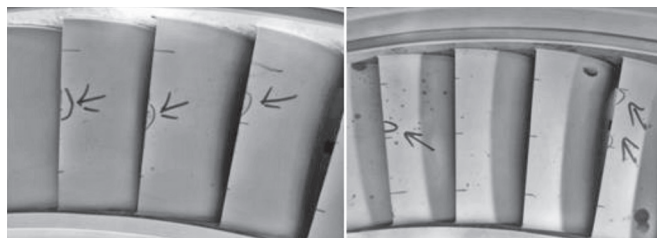


图 2 隔板加工叶片磕碰、卷边

1.5.1 原因分析

- (1)加工中防护措施不当导致部件在转运中出现磕碰;
- (2)加工中的走刀方向不合理;
- (3)过程中未定期清理铁屑。

1.5.2 解决办法

(1)程序启动前要加强核对,在加工过程中观察走刀方向及操作盘显示加工工序前检查上序是否磕碰;

(2)锈蚀要与精加工工序涂防锈油、钳工清理、打字头等尽量集中在一起,这样就不会造成磕碰伤;

(3)选择合适尺寸的皮护垫防护,选用刀具和切削参数要利于断屑,需要清理铁屑尽量停车处理。

针对问题提出有利解决措施在后续隔板加工中很少出现类似质量问题,说明此方法切实可行。

2 结语

综上,对汽轮机隔板在改造中出现的质量问题进行了原因分析,也提出解决方法,利用隔板结构的特点进行层层把关,从而消除了在后续隔板改造中出现的质量问题。实践证明,这样不仅减少了隔板返修工作量及工时的消耗,而且大大提高了汽轮机隔板改造的热效率。

参考文献:

- [1] 陈宏钧. 实用机械加工工艺手册 [M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [2] 郭延秋. 大型火电机组检修实用技术(汽轮机分册) [M]. 北京:中国电力出版社,2003.
- [3] 江敏, 谌永祥, 李双跃, 等. 汽轮机叶片汽道加工中受力及变形分析 [J]. 机械设计与制造, 2012(07): 222-224.
- [4] 包志芬. 三维汽道部分加工方法 [J]. 机械工程师, 2008(05): 105.
- [5] 秦晓程, 高雷, 王长生. 低压汽缸排汽道改进设计的试验研究 [J]. 热能动力工程, 2000(04): 379-381.

作者简介:赵晓红(1986.03-),女,汉族,山西五台人,本科,助理工程师,研究方向:汽轮机隔板改造质量管理。