

~ 设备 ~

# 曲轴调质悬链炉的研制及应用

王阔军

(第一拖拉机股份有限公司锻造厂, 河南 洛阳 471000)

**摘要:** 研制了用于曲轴调质的悬链炉,从而更新了主要的热处理设备。该悬链炉炉温可以自动控制,曲轴在悬挂状态下加热、淬火和回火,解决了曲轴的热处理变形问题,并避免了曲轴在热处理过程中相互碰撞。此外,改进了淬火槽,解决了合金钢曲轴的热处理问题,提高了曲轴的热处理质量。

**关键词:** 曲轴;调质;悬链炉;变形

**中图分类号:** TG155.1+1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1008-1690(2006)03-0058-004

## Development and Application of Catenary Suspension Furnace for Quenching and Tempering of the Crankshafts

WANG Kuo-jun

(Forging Factory, First Tractor Co., Ltd., Luoyang Henan 471000)

**Abstract:** The catenary suspension furnace for quenching and tempering of the crankshafts has been successfully developed, and thus main heat treatment equipment has been renewed. Temperature in the catenary suspension furnace can be automatically controlled. The crankshafts are heated, quenched and tempered under suspensory condition and, in consequence, heat treatment distortion problem of the crankshafts has been solved. Meanwhile, the crankshafts will not collide each other during the heat treating. Furthermore, the quenching tank has been improved on, and thus the crankshafts of alloy steels could be heat treated and heat treatment quality of the crankshafts has been raised.

**Key Words:** crankshaft; quenching and tempering; catenary suspension furnace; distortion

### 1 前言

当前,随着汽车工业的快速发展,动力专业厂对曲轴毛坯的内部质量要求越来越高,因此锻造专业厂要想在锻造行业达到领先地位,必须使曲轴内在质量达到动力专业厂的要求。但要实现曲轴性能合格、组织结构合格,并且变形小,不是简单的热处理设备就能满足要求,必须在设备上达到先进的水平。因此曲轴调质悬链炉的研制及应用是毛坯专业厂扩大市场占有率、提高用户满意度的重要课题。

第一拖拉机股份有限公司锻造厂是国内大型专业模锻厂,目前生产的曲轴主要有无锡柴油机厂的AKZ六缸曲轴、CK六缸曲轴、4CK四缸曲轴;潍坊柴油机厂、杭州发动机厂的61560020024R斯太尔曲轴;大连柴油机厂曲轴;玉林柴油机厂的M3400、YC6112、YC4112系列曲轴;上海柴油机厂曲轴;扬动股份有限公司YND485曲轴;朝阳柴油机厂曲轴;二汽康明斯B系列曲轴、C系列曲轴;洛拖柴油机公司

105系列增压发动机曲轴。这些曲轴都有一个共同的要求,就是性能、金相组织要求高,变形小。而这些曲轴大部分都是用合金钢材料,用一般的推杆炉和箱式炉加热极易造成加热变形、淬火变形,并且单一淬火时要么造成淬裂,要么性能和金相组织达不到要求。然而,在悬链炉里进行调质生产就能避免这些问题。首先,曲轴加热是在垂直悬挂状态下进行,淬火时也是垂直淬火,减少了加热变形及淬火变形;其次,淬火介质是水及其它介质,双槽,可针对不同材料、不同淬透性要求切换成不同的介质淬火,从而减少工件的淬裂倾向。因此曲轴调质悬链炉的研制及应用是锻造毛坯厂迫在眉睫的问题。

### 2 悬链炉采用的技术方案及主要研制内容

新设计的悬挂式曲轴热处理生产线采用先进的适合于合金钢曲轴淬火的水溶性淬火介质,有效控制了曲轴过去存在的淬火开裂问题。悬挂式曲轴热处理生产线可以进行曲轴的调质处理,还可以进行

收稿日期: 2006-01-12

作者简介: 王阔军(1974.5 -), 男, 江苏丰县人, 工程师, 从事热处理技术工作。联系电话: 0379-64966551

曲轴正火处理,进一步满足曲轴多种工艺要求。淬火加热炉和回火加热炉采用独特的顶部通缝密封方式和旋转对开式炉门,有效地减少了炉内热气的溢出,提高了炉子的热效率,使其达到了很高的质量标准。电气控制系统采用PLC可编程控制器对机械动作实施开关量控制,动作运行准确可靠,对炉温进行模拟量控制,控温快速准确;还采用工业控制机对生产线的全过程实行监控,实施工况的连续显示、记录和故障报警及保护。悬挂式曲轴热处理生产线实现了曲轴垂直悬挂快速冷却,使得整个热处理过程不会产生曲轴相互间碰撞而产生缺陷,而且最大限度减少冷却过程中的轴向变形,为后续机加工奠定了良好的基础。特别是根除了大变形造成的校直量过大,内应力过大而引起的机加工变形,减少了废品,降低了生产成本。双液淬火槽和淬火液循环冷却系统,通过冷却液的高速喷射和快速换热,实现曲轴的快速均匀冷却。曲轴入水有序,淬火后内部组织均匀,保证达到国产柴油机金相组织和力学性能要求,对曲轴综合力学性能的发挥起着重要的作用。

悬挂式曲轴热处理生产线简图如图1所示。

该生产线由淬火加热炉、回火加热炉、淬火冷却室、双液淬火槽、淬火液循环冷却系统、回火冷却室、悬挂链式输送机、垂直升降机和推车机、曲轴工装吊具、电气控制系统、装卸料装置和公用配套系统等部分组成,各组成部分的型号规格,主要技术参数及性能如下:

#### (1)淬火加热炉(1台)

最高使用温度950℃,供热安装功率678kW,炉体长度9000mm,截面有效宽度2000mm,截面有效

高度2040mm。

工件采用竖直电辐射棒加热,保证较高的炉温均匀性;炉门采用外压旋转对开式,开闭迅速;炉顶直通缝由密封板与风幕相结合,有效减少了热气溢出,提高了炉子热效率。

#### (2)回火加热炉(1台)

最高使用温度750℃,供热安装功率678kW,炉体长度13000mm,截面有效宽度2000mm,截面有效高度2040mm。

采用电辐射棒加热,再垂直安装高温循环风机,以保证较高的炉温均匀性。炉门采用外压旋转对开式,开闭迅速。炉顶直通缝由密封板与风幕相结合,有效减少了热气溢出,提高了炉子热效率。

#### (3)淬火冷却室及淬火槽(1套)

冷却室长度6700mm,截面有效宽度2000mm,截面有效高度2040mm;半地下冷却水槽和油槽容积均为26m<sup>3</sup>,液体容积为24m<sup>3</sup>。曲轴可淬水,也可淬油。

淬火油槽配有火焰监测和自动灭火装置以及排烟装置,保证淬油时安全及环境清洁。淬火槽内配置电加热器和连续刮板式排渣机,以实现液体预升温 and 氧化皮的及时清理。槽内设液体搅拌器和进出接口与外循环系统相配,以保证工件冷却均匀。槽体顶部设工作平台以达到生产和检修的安全要求。

#### (4)回火冷却室(1台)

冷却室长度6700mm,截面有效宽度2000mm,截面有效高度2040mm;安装风冷供风机和排风机及管路,并有喷雾冷却系统。可用于曲轴的回火冷却,并可兼做正火冷却。使冷风高速吹向工件并及时排除,实现回火或正火冷却。喷雾的冷却强度可调。

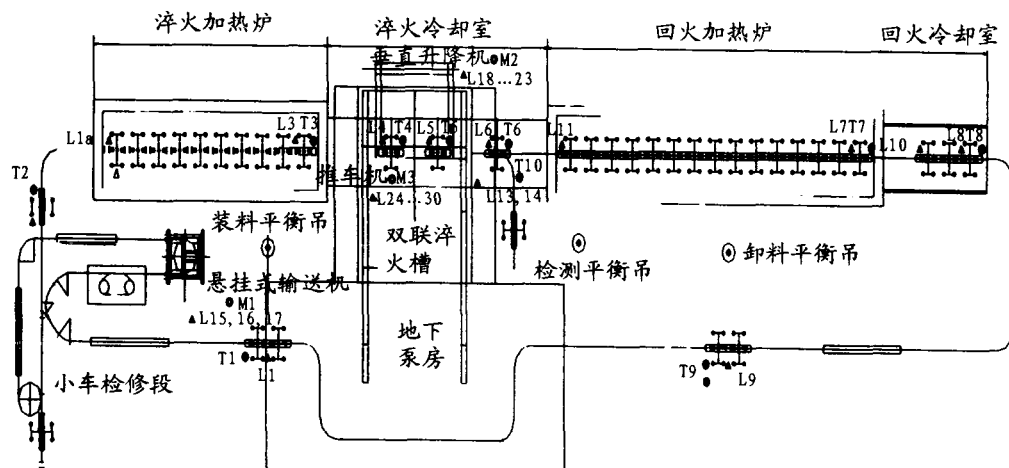


图1 曲轴热处理生产线简图

Fig.1 Scheme of heat treating production line for the crankshafts

### (5)吊具装置(36个)

由耐热钢吊架、吊篮和密封板组成,每个吊架配置6个吊篮和1个密封板,吊装6件曲轴。

吊篮采用含碳量较低的优质耐热钢,以满足耐高温和耐急冷的要求。密封板为鱼鳞式,密封效果较好。

### (6)悬挂式输送机(1台)

WWJ4积放式,运行速度为8~12m/min;输送链条为4英寸模锻链,上面装有宽型推头;输送轨道分上部牵引轨和下部承载轨,轨道上的承载小车由前、后两车组成,下面载荷梁吊装吊具和工件,承重可达1000kg,小车的运动由停止器控制。

链条驱动由减速机输出,变频调速。在淬火部位有一段活动轨道,可以沿垂直方向运动。

各种轨道结构合理,安装可靠。驱动装置和配重张紧机构运行可靠,且有保护装置。链条及推头带动小车快速运行时平稳,摆动很小。轨道支撑钢结构件精巧实用,确保安全可靠。停止器动作快捷,小车及链条推头与其配合可靠性很高。小车的运行位置和状态能准确反映到控制系统,实现运行过程的自我保护。升降轨道在垂直升降机的带动下快速运动,以满足工件快速冷却的工艺要求。

### (7)垂直升降机(1台)

升降高度为1.5~2.0m,下降速度为18~6m/min,提升速度为6m/min;最大提升重量1000kg,由驱动装置、各种支架、各种传动轴、链条等组成。驱动电机采用进口SEW双速电机,可快速下降、减速停止和慢速提升,确保下降过程在10s内完成。

在活动梁上设置两个淬火工位,实现在淬火槽固定不变的条件下,工件可以分别在两种液体中冷却。

### (8)平衡吊车(3台)

最大提升能力为200kg,回转半径为3500mm,水平移动距离1500mm,提升高度为1900mm。平衡吊车简单灵活且占地面积小,非常适用于装卸曲轴类长杆件,操作和维修都很简单。

### (9)电气控制系统(1套)

电气开关柜 安装各种电机的空气开关、触电器、按钮和信号灯等。另外还装有一台电机变频调速器。

机械控制柜 安装西门子PLC可编程序控制器和各类输出继电器以控制所有机械动作的自动运行。

热工仪表柜 由西门子PLC可编程序控制器的

模拟量模块经计算输出到可控硅调控器,以控制各区电热元件的工作状态。由2台温度记录仪记录炉温。

触摸屏操作柜 由1台10英寸彩色触摸屏实现操作者与可编程序控制器的数据交流,在屏幕上生成仿真图形,直观地显示各种机械的运行状态,可以触摸点击操作。

现场操作箱 放在现场控制点附近,主要用于设备调试和故障处理。

电气开关柜的元器件都是有国外公司许可证的产品或进口产品,技术先进,可靠性很高。机械控制柜对各种炉门、停止器、提升机等运行实施自动控制。控制元器件都是进口产品,不仅运行可靠性高,而且编辑程序经过多次现场考证,所设置的多项保护功能可大大提高运行的稳定性。

热工仪表柜 对淬火加热炉和回火加热炉的炉温实施自动控制,采用的元器件为进口产品和合资公司产品,其先进性和可靠性都很高。炉内各区的控温精度都能得到保证。

触摸屏技术在工业方面的应用已获成功,在其运行过程中还可生成温控仪表的表头,进行各种参数的设定。并且还显示各区的温度趋势图和曲线。对机械运行中出现的故障显示报警性质和部位,并按时间顺序记录。显示屏幕可以替代常规的仪表和按钮。

现场操作箱在现场要设置10个,其操作的过程也可在显示屏幕上反映。

### (10)淬火液循环冷却系统(1套)

油循环系统 包括管道泵、板式换热器、储油槽和各种管路阀门及检测元件等,用于淬火用油的循环冷却。

水循环系统 包括管道泵、冷却水塔、冷热水池和各种管道阀门及检测元件等,用于淬火用水的冷却和其它水冷设备的循环冷却。

冷却水槽和冷却油槽采用大流量泵循环,以提高液体的循环倍率,加强工件与液体的换热。考虑到水、油两种液体的交替淬火,单设一台水泵用于油冷却器和其它用水点的供水,另一台水泵用于冷却水塔的供水。

### (11)油烟净化及排风装置(1套)

油烟静电净化机 利用脉冲高压直流电将油雾尘粒吸附,利用重力集中回收。还配有离心通风机、通风管道及烟囱。

油烟静电净化机为专利产品,柜式结构,操作

简单,维护方便,使用效果很好,可以达到国家规定的环保标准。

### 3 悬链炉的应用

#### 3.1 曲轴在试生产中弯曲变形情况

共进行了4次测量:

第1次在调质后测量,约有35%左右的曲轴不需要校直(以前100%需要校直),且弯曲变形在3mm以下。

第2次对100件曲轴在调质前进行校直,调质后检查弯曲情况,85%曲轴不弯,15%曲轴弯曲量很小,稍微超标。

第3次对108件曲轴在调质前进行校直,调质检查弯曲情况,95%曲轴不弯,5%曲轴弯曲量很小,稍微超标。

第4次对300件曲轴调质前进行校直,调质后检查弯曲情况,240件中有8件弯曲稍微超标,96.6%曲轴弯曲不超标。

试生产结果表明,悬链炉生产的曲轴,其弯曲度合格率已达到95%,基本上可取消调质后的校直,进而减少机加工中的跳动,可增强顾客满意度。

#### 3.2 生产效率

以前的曲轴热处理炉,每个班只能生产40多件曲轴,悬链炉每班可生产130多件曲轴,生产效率是以前曲轴热处理炉的3倍,因此悬链炉投入生产,大大提高了生产效率。

#### 3.3 金相组织及力学性能

悬链炉生产的曲轴,其金相组织可达到1~4级,满足了客户的要求,其性能基本上可达到客户要求。

#### 3.4 新材料应用情况

在该项技术改造中,使用了由德国德润宝公司生产的新型淬火介质(FEROQUENCH2000),浓度为15%的水溶液可代替油,该介质无毒、无味、无污染、不会引起火灾。实践表明,该淬火介质完全能满足淬火要求。

### 3.5 悬链炉应用后的经济效益

悬挂式热处理生产线是曲轴毛坯上能力、上质量的关键设备之一,它的投产和验收,标志着曲轴热处理装备水平达到了国内先进水平,增加了曲轴毛坯厂在激烈的市场竞争中的实力和发展后劲。因由悬挂式热处理生产线热处理的曲轴内在质量高、变形量小,所以毛坯专业厂能在激烈的竞争中占一席之地。

### 3.6 悬链炉应用后的环境效益、社会效益

改造后的悬挂式热处理生产线(包括中央控制室),整洁通畅,环境优美。淬火介质符合国家对环保的要求,社会效益良好。

悬挂式曲轴热处理生产线,设计目标为年产曲轴近10万件。该生产线从质量和产量两个方面为企业在市场中的竞争提供了可靠的保证,吸引了大批的客户前来与企业合作,为企业生产高技术含量、高附加值的曲轴打下了基础,它将给企业带来巨大的经济效益,而且也将极大地增加了企业发展和驾驭市场的能力。

### 4 结束语

悬挂式热处理生产线是目前国内第一条大型曲轴悬挂调质生产线,它的投产,填补了国内一项空白。淬火加热炉和回火加热炉采用独特的顶部通缝密封方式和旋转对开式炉门,有效地减少了炉内热量的散失,提高了炉子的热效率。电气控制系统采用了PLC可编程控制器对机械动作实施开关量控制,动作运行准确可靠,对炉温进行模拟量控制,控温快速准确。还采用工业控制机对生产线的全过程实行监控,实施工况的连续显示、记录和故障报警及保护。悬挂式曲轴热处理生产线采用曲轴悬挂垂直入水淬火,曲轴的热处理变形很小,为后续机加工奠定了良好的基础。双液淬火槽和淬火液循环冷却系统,通过冷却液的高速喷吹和快速换热,实现曲轴的快速均匀冷却。曲轴入水有序,淬火组织均匀,保证达到国产柴油机金相组织和力学性能要求。

欢迎订阅

欢迎赐稿