10t 煤气炉“气改电”技术的研究

中国一拖集团有限公司 （河南洛阳 471003） 王建军 李立荣

公司锻造厂 10t 模锻锤生产线担负着 75 曲轴、大被动齿轮及外协锡柴曲轴等锻件毛坯的生产，年产量平均在 4000t 以上，产值在 4000 万元左右，为锻造厂主力生产线，利润大户。但生产线上的加热设备——10t 煤气加热炉由于使用多年，技术状态很差，已不能满足生产需要，同时由于它为煤气加热，高额的能源消耗导致锻件成本过高，外观质量也较差，已远远不能适应市场经济条件下生产经营的需要。

依据以上情况，我公司决定对 10t 环形煤气加热炉实施改造，即将煤气加热炉改造为中频电感应加热炉。中频感应加热炉与煤气炉相比，具有加热费用低、热效率高、设备维修费低、锻件质量好、环境污染小及工人劳动强度低等优势，是锻造行业毛坯加热的发展趋势，国内较先进的企业如二汽锻造厂、上柴锻造厂等单位已全部采用电加热方式。在可能范围内推广感应加热来代替现用的部分燃料炉和其他加热炉，是整个锻造行业的发展趋势。

1. 改造方案

我公司 10t 煤气炉“气改电”项目由西安博大电炉有限公司设计制造，并负责安装调试。

本方案成套设备的主机部分由两台 750kW、250～400Hz 晶闸管中频变频器、双工位感应加热炉和与其配套的机电装置（包括储料上料台、变频调速连续进料机、快提机和分选输送机）、测温、记录及温控装置以及 PLC 总控系统等组成，如图 1 所示。

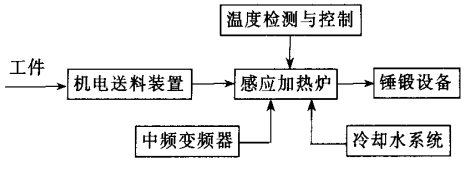

图 1 气改电总体方案示意图

成套设备的外围部分包括与主机部分配套的两台联接方式不同的 1000kV·A 整流变压器和冷却水系统。

2. 气改电后实际产生的经济效益

我公司 10t 煤气炉气改电后经济效益十分显著，主要体现在以下几个方面（如图 2 所示）。

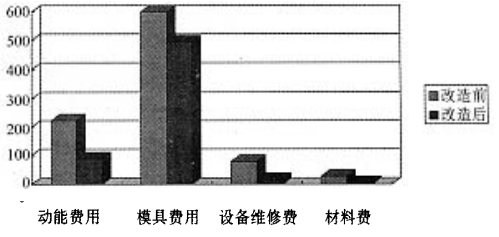

图 2 气改电前后各项费用对比图（单位：万元）

（1）动能节约 2002 年 1 月改造完成投产至 2002 年 7 月所节约的动能费用如下。

锻件总产量：3439.491t

总耗电量：峰电 1175440kW·h

谷电 1168960kW·h

现行电力收费标准：峰价 0.57 元/kW·h，谷价 0.095 元/kW·h

锻件加热能耗为：227.1 元/t

改造前煤气加热时，吨锻件耗煤气 2330m^3，以 0.24 元/m^3 计，锻件加热能耗 559.2 元/t。

以年产量 4000t（近年来均产量）计算，每年可节约动能费用 132.84 万元。

（2）模具费用节约 采用感应加热后，坯料温度均匀性好，模具寿命延长。例如，CKS1005014 原模具每套锻打不足 1000 件，现在可以提高到 1200 件左右。按年产量 40000 件、模具成本 15 万元/套计算，年节约模具费用 105 万元。

（3）设备维修费用 原煤气转炉年均维修费用为 80 万元以上。根据使用经验，采用中频感应加热后维修费用可控制在 20 万元以内，年节约维修费 60 万元以上。

（4）材料费节减 煤气加热时材料氧化损耗在

3%以上，中频感应加热时材料氧化损耗在0.5%以内。若能采取必要的工艺优化措施，改变下料规格，每年可节约材料费用（暂以2500元/t计）25万元。

由上可知，年节减费用共计300万元以上，两年可收回全部投资。

3. 锻件质量

在高温下，锻件表面层金属与炉气中的氧化性气体（O_2、CO_2、H_2O及SO_2）发生化学反应生成氧化皮，造成金属的烧损。氧化皮还加剧锻模的磨损，降低锻件的精度，增大表面粗糙度。因此，在精密锻造中应当采用少氧化或无氧化的加热方法。

中频感应加热，一方面坯料加热温度得到较好的控制，锻打时由于充不满造成的废品大大减少；另一方面因缩短了加热时间（由煤气加热时的几十分钟减少到感应加热的几分钟），使得坯料表面氧化减轻，有效地降低了因表面氧化坑而引起的废品数量，明显提高了锻件的表面质量，从而提高了产品的市场竞争力。下面对我公司两种主要零件在改造前后的质量加以对比。

从下表可以看出，气改电后零件的废品率明显降低，特别是由坯料表面氧化坑和锻件充不满等造成的外部缺陷得到了明显改善。

气改电前后质量对比表

零件号	改造前后	抽检次数	抽检数量（件）	废品数量（件）	废品率（‰）	废品种类			
						尺寸不合格（件）	充不满（件）	氧化坑（件）	其他（件）
54.39.423（齿轮）	改造前	1	1000	16	16	0	2	9	5
		2	1000	29	29	2	5	13	9
		3	1000	22	22	1	4	10	7
	改造后	1	1000	7	7	1	0	2	4
		2	1060	3	3	0	1	0	2
		3	1000	4	4	1	0	1	2
54.04.401-5（曲轴）	改造前	1	1000	28	28	3	7	11	7
		2	1000	18	18	2	4	8	4
		3	1000	26	26	2	6	13	5
	改造后	1	1000	6	6	1	0	1	4
		2	1000	5	5	0	2	1	2
		3	1000	4	4	0	1	0	3

4. 生产环境

气改电后，生产现场面貌一新，工人的操作环境得到改善，干净、整洁的现场条件使得锻工逐步从以往的热、脏、累中走出来，促进了工厂的安全文明生产，也获得了良好的社会效益。

随着国内中频电源制造水平的不断提高，感应加热将以其节能环保、便捷高效的优势在锻造领域得到更广泛的应用。热 (20040830)

（上接第56页）

（2）轮辐面设防裂拉肋，肋厚20mm，高50mm，每层辐板面4条均布。

（3）钢液浇至冒口约1/3时开始缓慢浇注，钢液液面达到冒口2/3时改从冒口点浇，同时加入发热剂覆盖钢液表层。

（4）实行两次退火工艺措施，初步落砂后先带冒口进窑进行消除应力退火，退火工艺曲线如图3所示；铸件出窑清理后预热到150℃带温切除冒口，并及时进行第二次全退火。

4. 检验结果

（1）铸件经过清整表面光滑，无铸造缺陷，未见裂纹，质量完全符合图样技术要求。

（2）机加工工序完成后，经质量检测通过YB/JQ101.9—1988机械加工件验收标准，用户非常满意。

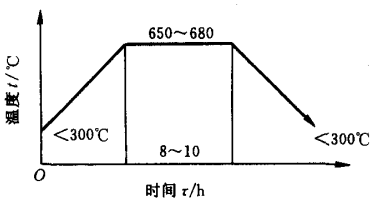

图3 消除应力退火工艺曲线

5. 结语

铸钢42CrMo大型齿轮铸造质量控制的关键如下：

（1）工艺设计应充分考虑控制温度梯度，形成顺序凝固，满足补缩要求。

（2）操作过程充分考虑砂芯的退让性能，避免铸件收缩受阻，减小内应力。

（3）注重铸件浇注后的残余应力消除和防止切割裂纹产生的措施。热 (20040510)