国内最大截面1.2378钢锻制模块热处理生产

中冶京诚（营口）装备技术有限公司　（辽宁　115000）　李云亭

根据我公司《供宁波宁兴特钢集团有限公司1.2378锻制模块》的技术协议，模块尺寸为：1.2m×1.1m×2.5m和1.2m×1.3m×2.8m，单重26～35t，热处理后需要6个面硬度均达到34～37HRC，心部硬度≥32HRC，此批模块为超大模块。国内生产的模块截面一般为800mm以下，截面超过800mm时心部无法淬透，均为进口。

本文将详述设备改造过程和实际生产工艺过程，相应的软件模拟过程和现场控温过程则简要说明。

1. 成分控制和生产流程

1.2378锻制扁钢冶炼化学成分如表1所示。

表1　化学成分（质量分数）　（%）

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
0.42	0.36	1.52	0.011	0.003	1.88	0.18	1.08	0.05

生产流程：冶炼（电炉+LF+VD）→80 000kN油压机锻造→锯床锯切→热处理调质→硬度检验→包装发运。

2. 热处理调质淬火方案

（1）方案比较　国内锻制模块热处理工艺方法有多种，包括水淬油冷、水基淬火冷却介质冷却、水雾风浸水空冷相结合等，各有优缺点，但都有个无法避免的难题，即由于截面的差异，在相同的冷却条件和时间下，大截面和小截面温差很大，温度场变化差异也很大，容易出现大截面没冷透时，小截面和边角部分已经开裂。

此1.2378锻制模块截面超大，根据计算需进行长达6～7h的冷却过程，而且各个面截面积差很大，最大差2.33倍（1.2m×1.3m、1.2m×2.8m、1.3m×2.8m）。当模块各个面同时进行冷却和缓冷时，截面小的冷速快，很难控制到各个面温度相同。若采取整体冷却，当1.2m×2.8m、1.3m×2.8m截面满足冷速要求时，最小截面1.2m×1.3m部分将因冷速过快而开裂。

（2）确定淬火方案　决定采用目前比较优化的冷却方法——空冷、风冷、喷雾的形式，同时实现不同截面单独控制的喷雾淬火，根据我们以往对各种截面淬火的经验，对模块各个面进行冷速单独控制，可保证冷速的一致性。

为此，淬火前借助计算机模拟软件，按照心部不产生珠光体转变的临界冷速，初步确定模块淬火时表面冷速和返温情况，以及冷却时间等参数，以达到整体淬硬的目的。模块淬火表面冷却参数是选择了扁钢的两个面（1.3m×2.8m）作为模拟冷却面，模拟了心部冷却情况而得出的结果，通过表面返温达到间歇回火的目的，使淬火组织变为回火组织，减少淬火应力。

实际过程中采用可同时满足工件6个不同截面进行间歇式喷雾淬火，各个面均达到模拟的表面冷却温度要求，达到其心部冷速大于模拟临界冷速的办法，避免心部出现珠光体转变，使其在各个面以及整个截面内形成马氏体和贝氏体转变，来保证调质后锻件内外的性能要求。

（3）满足淬火方案的设备改造　首先将现有的喷雾设备进行改造，实现6个面立体喷淬。其次将整个系统分成三组，每一组的起停用按钮实现单独控制，以满足此模块的各个不同截面淬火冷却过程的需要。

3. 六面立体喷淬系统具体制作

根据我厂现有的喷雾淬火机床进行改造，另增加4个面（上下和两侧面）喷雾装置，实现扁钢的6

面同时喷淬的功能，同时实现相同的截面可以单独喷雾控制，保证每次喷雾按照截面大小确定喷雾时间。喷雾参数的水压、风压均设定为0.1MP，通过控制喷雾时间来控制各不同截面的冷却情况。间歇喷雾时，利用便携式测温仪，测量各个面在相同时间的返温温度情况并进行调整，保证各个面的冷却情况趋于一致。

制作6面立体喷淬系统中使用的设备：供水量35t/h和70t/h自吸泵、ϕ60mm和ϕ26mm水管、风管若干、订制的专用喷雾喷嘴、防火水带，以及专门按钮式电控开关箱等。

（1）上下面（1.2m×2.8m）喷雾装置 在工件上下面，各设置一根长3m、直径60mm的水管，每隔200mm安装一个喷嘴，共计15个喷嘴，每根水管旁设有风管，每个喷嘴同时与风管相连，实现喷雾。在水管和供风管上安装球阀和压力表，水管通过防火水带和自制三通与放置在蓄水池中的70t/h自吸泵相连，自吸泵起动由专门电控开关柜实现按钮单独控制，通过球阀和压力表，将水压和风压控制在0.1MP。

（2）左右两端（1.2m×1.3m）喷雾装置 根据喷淬高度，利用钢结构制作两个平移小车和供小车水平移动的带轨道的水平支架。将侧喷雾立管焊接在小车上，实现喷雾立管的开合移动，以保证工件能顺利吊装进入立体喷淬系统中，同时可调整两侧喷雾管间距，以适应不同长度扁钢的淬火需要。

两侧喷雾装置结构：每侧利用一根长1.5m、直径60mm的水管每隔200mm钻一ϕ10mm孔，安装喷嘴，以及相应风管。利用防火水带和自制三通接蓄水槽中的35t/h自吸泵，自吸泵起动由专门电控开关柜实现按钮单独控制。通过球阀和压力表，将水压和风压控制在0.1MP。

（3）前后两侧喷雾装置 利用淬火机床实现扁钢两侧面（1.3m×2.8m）的喷雾。

4. 模块热处理调质过程

（1）淬火热处理工艺如图1所示。

（2）6面立体喷雾系统喷淬过程。按照计算机模拟的心部淬火所需的冷速要求，制订整个冷却工艺过程。总体冷却时间6～7h，各个面根据现场各面返温温度情况，每隔15～20min进行调节，各面

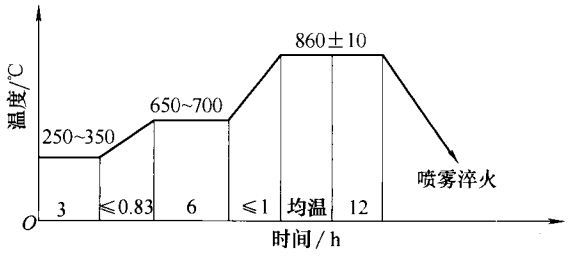


图 1

喷雾3～5min或吹风冷，全程用手持测温仪进行监控，力求各个面通过冷却时间的微调，达到冷却情况基本相同。

（3）回火工艺如图2所示。

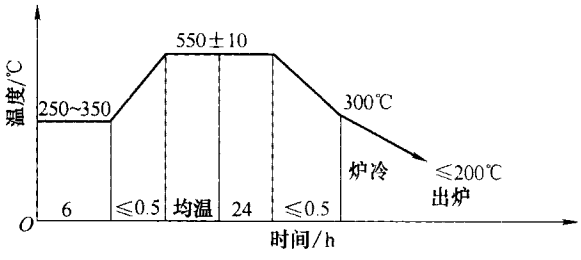


图 2

5. 模块热处理后检验

（1）各面表面硬度检验（HRC）。取点位置：每个面对角线上，距角部200mm开始，每隔≥300mm取一点检表面硬度（见表2）。

表2 表面硬度检验 （HRC）

上下面	上面A	第一条对角线	36.5、36.8、35.9、37.0、36.7
		第二条对角线	37.0、36.5、35.9、36.2、36.5
	下面B	第一条对角线	36.8、36.0、36.2、35.9、36.0
		第二条对角线	36.0、35.5、36.2、36.8、36.4
左右面	左面A	第一条对角线	36.8、36.6、35.6、35.0、36.0、35.7、35.5
		第二条对角线	36.0、36.1、35.0、35.0、36.0、35.1、36.5
	右面B	第一条对角线	36.8、36.2、35.6、36.1、36.0、35.0、35.6
		第二条对角线	36.6、36.1、36.8、36.1、36.5、36.1、36.5
前后面	前面A	第一条对角线	36.1、35.8、35.9、35.5、36.7、35.5、35.8
		第二条对角线	35.9、36.5、35.5、35.5、35.5、36.5、35.9
	后面B	第一条对角线	35.8、35.0、36.2、36.0、36.5、36.6、35.5
		第二条对角线	36.0、35.5、36.2、36.0、36.4、35.7、35.7

（2）模块试验件中间锯切后断面硬度检验，结果如表3所示。

表3 断面硬度检验 （HRC）

1.2m×1.3m横断面	第一条对角线	34.5、33.3、32.5、33.9、34.7
	第二条对角线	34.7、33.8、32.5、33.2、34.9

由此可见，此1.2378模块检验结果合格，完全满足客户订货技术要求。MW （20121014）