

30MW护环的制造工艺研究

太原重工大锻件分公司大锻件研究所 (山西 030024) 李荣红

目前,国际上制造高品质护环的主要材料为1Mn18Cr18N(18—18),但由于18—18护环制造难度极大,国内汽轮发电机所需的许多规格18—18钢护环主要依赖进口。2010年,我公司自己研发制造了两套专用工具,成功解决了18—18护环的冷变形强化问题,同时彻底解决了液压胀形的“喇叭口”问题。我公司利用液压+楔块为国外某电机有限公司成功制造了30MW,材质为18—18护环,性能全部合格,并形成批量生产能力,填补了我公司制造的空白。

1. 30MW护环的技术要求

按用户提供文件。主要技术指标为:化学成分要求如表1所示。力学性能要求如表2所示。取样位置及取样数量如图1所示。

表1 化学成分要求(质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	N
≤0.12	≤0.80	17.5~20.00	≤0.05	≤0.015	17.5~20.00	0.5~0.75

表2 力学性能要求

R_m /MPa	$R_{p0.2}$ /MPa	A (%)	Z (%)	KV ₂ /J
1100~1280	≥1100	≥20	≥50	≥90

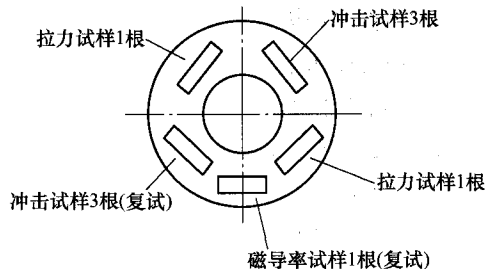


图1 取样位置与取样数量

按JB/T7029—2002标准进行VT、PT及UT检查。不允许使用焊接方式进行缺陷修复。冶炼、锻造、冷胀及热处理工艺须经用户确认。最终消除应

力时温度应在不低于400℃的条件下进行。金相检查锻件的晶粒度应满足ASTM I级或更好。

2. 30MW护环热锻工艺研制

依据材料特性,确定冷变形强化率,即确定强化变形前护环尺寸。

(1) 热锻毛坯锻件尺寸如图2所示。

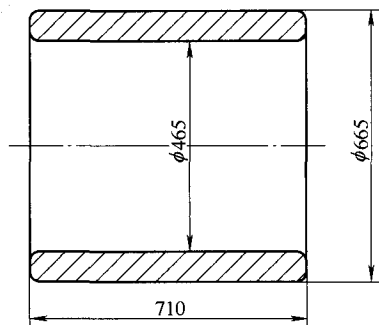


图2 锻件毛坯尺寸

(2) 热锻工艺方案见表3。采用电渣重熔钢锭,其尺寸为 $\phi 640\text{mm} \times 1420\text{mm}$,在12.5MN水压机上锻造。

表3 护环热锻工艺方案

火次	锻造温度/℃	变形过程说明
1~2	1200~900	拔长 $\phi 480\text{mm}$
3	1200~900	锻粗高500mm
4	1200~900	锻粗高400mm,冲孔 $\phi 300\text{mm}$
5	1200~900	扩孔 $\phi 480\text{mm}$
6	1200~900	拔长至工艺尺寸,修整后水冷

(3) 变形过程。18—18护环钢合金含量高,变形抗力大,裂纹敏感性强,锻造难度较大,故确定好每一步的变形工艺参数对保证护环的内部质量尤为关键。在锻造过程中,确定每一火次变形温度、加热时间、送进量、压下量等工艺参数,来确保护环质量,为后续胀形成功奠定良好的基础。

3. 护环固溶处理

护环进行固溶处理的主要目的是使碳化物充分固溶解，得到均匀的奥氏体组织，以提高工艺塑性，确保胀形不开裂。

为保证固溶处理效果，势必要增加保温时间，而保温时间的增加会造成奥氏体钢晶粒粗大，影响强化后护环性能，甚至报废。经研究我们确定了最终固溶处理工艺曲线，如图3所示。经过固溶处理后超声波初步检测合格。

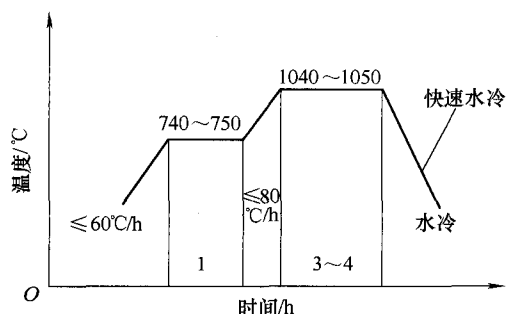


图3 固溶处理工艺曲线

4. 30MW护环液压胀形强化

在45MN水压机上对18—18护环先期进行液压冷变形强化，目的是要保证护环液压胀形后达到用楔块胀形尺寸。经过液压胀形后护环毛坯内径达到 $\phi 540\text{mm}$ 后，改用楔块胀形。

楔块扩孔工艺具有省力、尺寸容易控制，可进行温胀且裂纹敏感性小等优点，如图4所示。

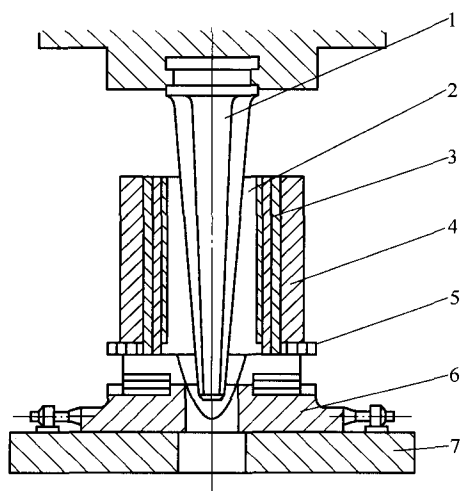


图4 楔块胀形示意

1. 棱锥形冲头 2. 楔块 3. 垫片 4. 护环坯
5. 旋转装置 6. 下底座 7. 底板

为保证护环强化后力学性能达到标准要求，对

护环固溶处理后切取试样进行冲击性能检验，以此作为保证达到冷变形强化率的依据。

为保证楔块胀形后达到工艺尺寸要求，我们确定了楔块胀形过程工艺参数：第一道（未加垫片）压下量200~300mm，压后尺寸 $\phi 800/\phi 600\text{mm} \times 580\text{mm}$ 。第二道压下量150mm，压后尺寸 $\phi 830/\phi 680\text{mm} \times 560\text{mm}$ 。护环胀形后去应力退火曲线如图5所示。

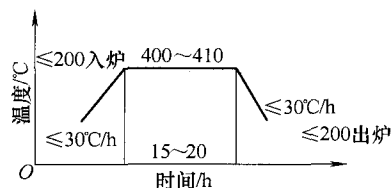


图5 护环胀形后去应力退火曲线

5. 护环检验结果

(1) 三件护环的力学性能检测结果如表4所示。

表 4

委托 编号	拉伸试验 (100℃)				冲击试验		硬度试验
	$R_{p0.2}/\text{MPa}$	R_m/MPa	A (%)	Z (%)	KV_2/J		HBW
护环1	1120	1170	30.0	63.5	180	179	330
护环2	1115	1165	29.0	64	175	168	330
护环3	1140	1210	31.0	65.5	183	177	335

(2) 金相组织检测结果：锻件晶粒度满足ASTM 1级要求为2~3级。

(3) 超声波检测结果：按标准要求进行检测未发现超标缺陷。

(4) 磁导率检测结果均符合技术协议要求。

综上所述，所有检测指标都满足客户要求，合格交货。为我公司开辟了用楔块成功胀形18—18护环的先例，同时为以后积累了丰富的生产技术经验。

6. 结语

使用18—18护环可满足高等级强度的要求，综合指标达到用户规定。制造工艺参数合理可行，成功试生产了首批18—18护环，为我公司开发了新的经济增长点。**MW**

(20120724)