

國外鑄鍛件制造新技術 資料匯編

中國第二重型機械集團公司
中國重型機械大型鑄鍛件行業協會

内部资料

国外铸锻件制造新技术资料汇编

国外铸锻件制造新技术资料汇编

主 编 杨明鼎

副主编 蒋新亮

编 辑 王 孜 钟慧仙

刘春燕

出版印刷 中国第二重型机械集团公司

大型铸锻件研究所情报室

地 址 四川省德阳市

邮 编 618013

出版日期 1997 年 3 月

出版前言

《国外铸锻件制造新技术资料汇编》收集了近年来日本等国有名的铸锻件制造厂家未公开发表过的部分新技术资料。内容分电站铸锻件、铸锻件制造技术和制造设备三部分,重点介绍了日本电站铸锻件的生产技术及制造情况,同时,还介绍了各厂的基本生产技术、新技术开发以及装备情况。本《汇编》可为我国大型铸锻件制造及相关行业的各级领导和科研、生产人员了解国外铸锻件厂家的生产装备情况,掌握国外电站铸锻件的制造能力和制造水平,提高我国电站产品水平和开发其他大型铸锻件产品提供参考。全书共 30 万字,近 300 幅图表。

主 编 杨明鼎
副主编 蒋新亮
编 辑 王 孜 钟慧仙 刘春燕

目 录

· 电站铸锻件 ·

关于三峡水轮机转轮制造的研究	日立制作所(1)
水轮机转轮制造技术	日立制作所(14)
水轮机转轮	神户制钢公司(18)
混流式水轮机焊接转轮和转轮叶片的制造	LMZ(24)
JSW 电站转子材料的开发及制造	日本制钢所(29)
大型发电设备用超大型整体低压汽轮机转子	柳本龙之等(31)
制造高纯钢大型转子锻件的工艺过程	K. Soeda 等(40)
超纯钢低压转子的制造和质量	田中泰彦等(47)
超纯钢低压转子的制造及性能	H. Nakashina 等(55)
12%Cr 转子轴颈部的埋弧堆焊研究	Tomohiro Tsuchiyama(59)
超超临界汽轮机用高铬耐热铸钢材料的开发	竹林一成等(63)
带支撑耳柄的整锻下封头制造技术的开发	H. Nagasako 等(69)
燃气轮机用大型 706 合金盘件的制造及力学性能	T. Honjo 等(76)

· 制造技术 ·

日本大型自由锻造业的最新发展	森定祝雄(81)
日立公司生产技术工艺图表	日立制作所(86)
自由锻造用钢锭质量	神户制钢所(100)
日立轧辊制造技术	日立制作所(108)
压力容器用 3Cr-1Mo 高强度钢锻件	T. Tsuchiyama 等(112)
铸钢件制造技术	日本制钢所室兰制作所(119)
铸件凝固计算机模拟技术及报价系统(一、二、三)	日立制作所(126)
通过三维凝固解析定量预测铸件中的缩孔	长坂悦敬等(137)
一种缩孔预测法及其在铸造实践中的应用	E. Niyama 等(141)
立辊轧机铸钢部件检查要领书(之一、之二)	三菱重工(150)

· 制造设备 ·

日本大型铸锻件主要生产厂家设备现状	日本钢铁联盟(161)
锻钢冶炼设备情况调查	日本铸锻钢会(167)
锻件制造用锻造、热处理及气体切割设备情况调查	日本铸锻钢会(175)
亚洲近年安装的特殊合金用冶炼炉	G. Robert(185)
呋喃砂回收再生装置的引进	吉本一夫等(190)

关于三峡水轮机转轮制造的研究

日立制作所

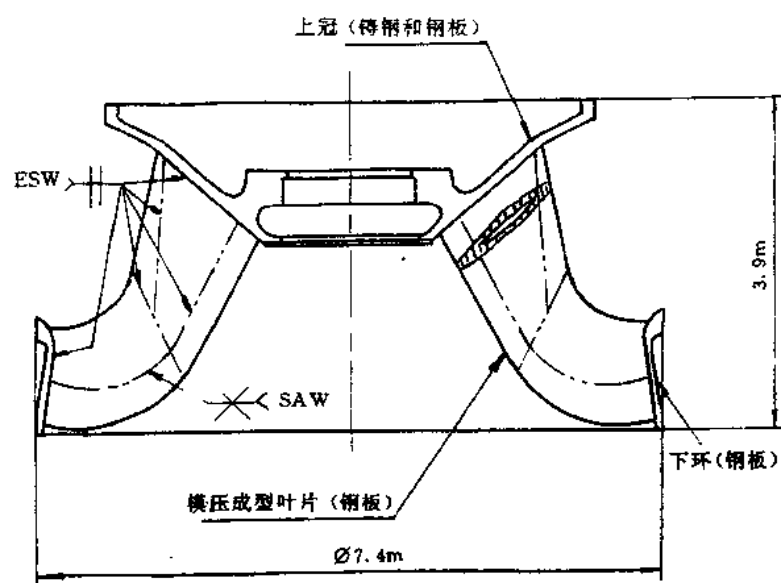


图 1 转轮

容量	165.5MW
水头	50m
类型	混流式
重量	106t

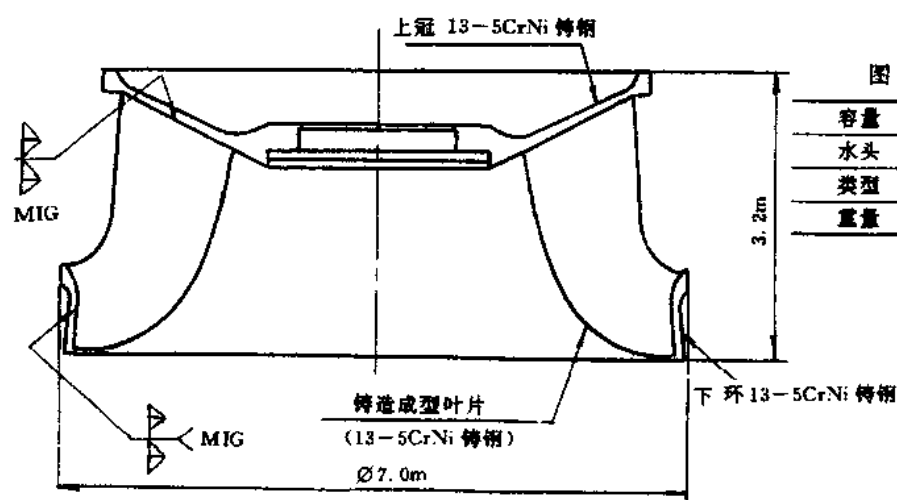


图 2 转轮

容量	265MW
水头	81m
类型	混流式
重量	110t

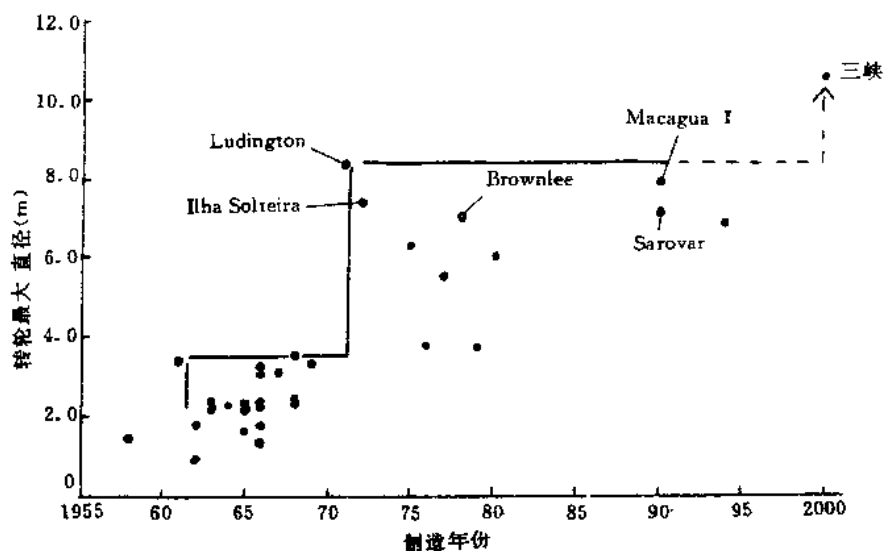


图3 日立焊接转轮的制造经验

日立的焊接转轮表

	电站名称	Ludington	Ilha-Solteira	Brownlee	Sardar Sarovar	Macagua I	三峡
1	类型	水泵水轮机	混流式	混流式	水泵水轮机	混流式	混流式
2	制造年份	1971	1972	1978	1990	1990	2000
3	叶片材料	钢板	钢板	13-5CrNi (铸件)	13-5CrNi (板材)	13-5CrNi (铸件)	13-5CrNi-铸件 或 13-5CrNi-板材
4	叶片成型方式	模压实心叶片	模压空心叶片 和实心叶片相 结合	铸造	模压实心叶片	铸造	铸造或 模压实心叶片
5	叶片最终 成型方式	板面不加工	板面不加工	打磨加工	板面不加工	数控加工	数控加工或 板面和数控加工
6	叶片的拼焊	电渣焊(ESW)	电渣焊(ESW) 埋弧焊(SAW)	—	电子束焊(EBW)	—	埋弧焊(SAW) 熔化极活性气体 保护焊(MAG)
7	组焊	电渣焊(ESW)	电渣焊(ESW)	熔化极惰性 气体保护焊 (MIG)	机器人熔化极活性 气体保护焊(MAG)	熔化极活性 气体保护焊 (MAG)	熔化极活性气体 保护焊(MAG)
8	最大直径(m)	8.375	7.380	7.024	7.096	7.907	10.600
9	重量(t)	300	106	110	120	178	450
10	最大叶片 厚度(mm)	110	175	136	70	185	265

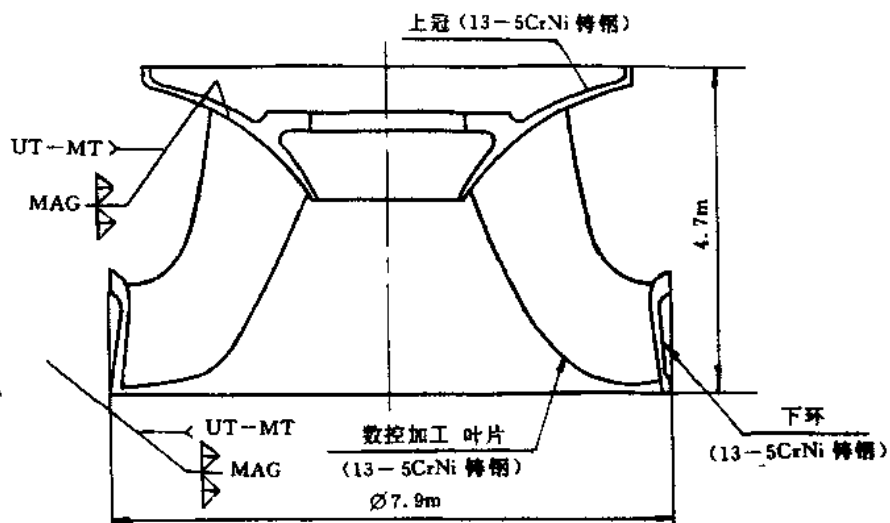


图 4 转轮

容量	216MW
水头	50.5m
类型	混流式
重量	178t

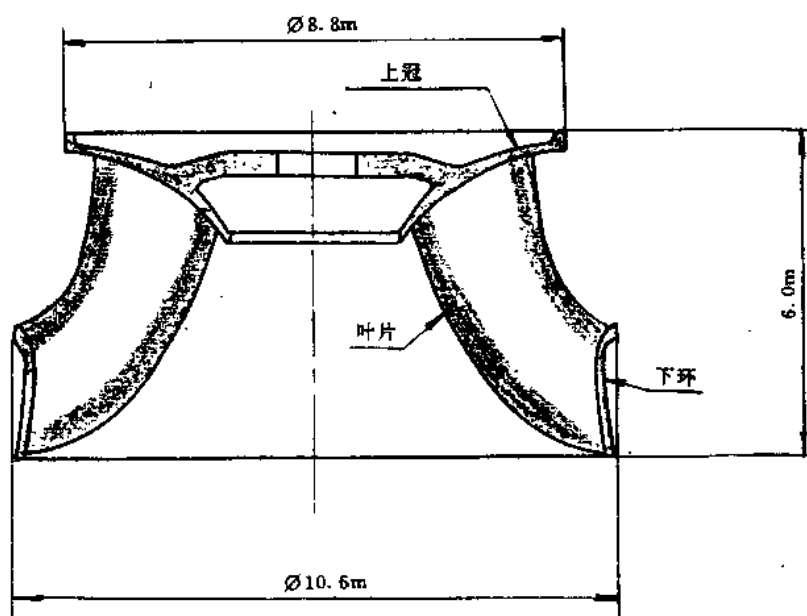


图 5 三峡转轮

重量 430t

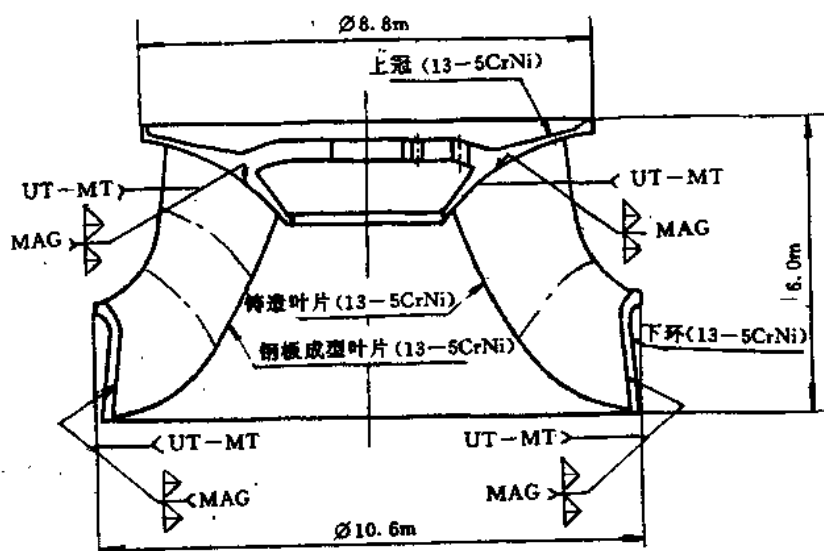


图 6 三峡转轮
重量 430t

13-5CrNi 不锈钢材料

无论用 13-5CrNi 不锈钢铸材, 还是用 13-5CrNi 不锈钢板材作为转轮材料, 日立都有实际的应用经验。

13-5CrNi 不锈钢在强度, 水中耐疲劳强度, 抗空蚀和抗磨损性能, 可焊性等方面均有良好特性。

1 强度及成分

强度

材 料	σ_s (MPa)	σ_b (MPa)	δ (%)	HB	冲击值 (J/cm ²)
13-5CrNi 铸材: (2RM2)	Min. 500	Min. 700	Min. 16	220~280	Min. 80 U 型缺口 0℃
13-5CrNi 板材: (R410N15)	Min. 550	Min. 750	Min. 20	220~280	Min. 60 V 型缺口 -10℃

化学成分(%)

%	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
铸材(2RM2)	≤0.06	0.25~0.50	0.50~1.00	≤0.03	≤0.02	4.8~5.8	12.0~14.0	0.20~0.50
板材(R410N15)	≤0.06	0.30~0.40	0.50~0.70	≤0.025	≤0.007	4.8~5.8	12.0~14.0	0.20~0.35

2 水中耐疲劳强度

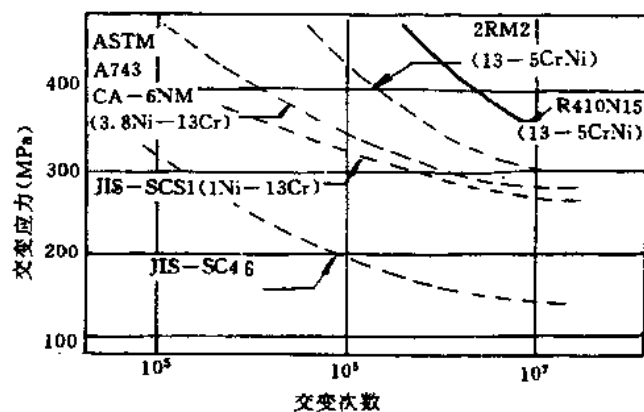


图 7

3 抗空蚀性能

试验条件

试验方法	磁振法
频率	6.5kHz
幅值	120 μ m
试验介质	自然水
试验时间	120 分钟

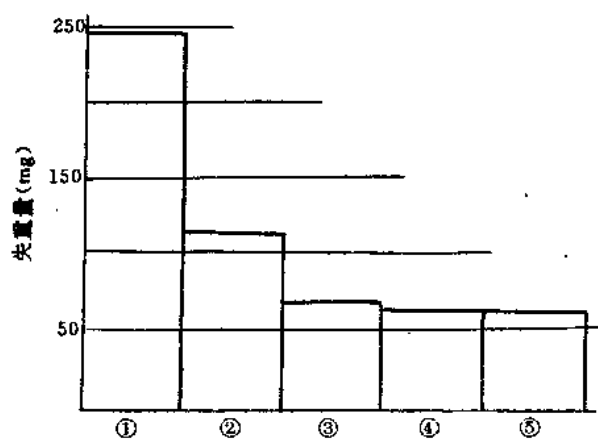


图 8

① - SC46 中碳铸钢 ② - SCS-1 低 Ni13Cr 铸钢
③ - 13-5CrNi 铸钢 ④ - 13-5CrNi 钢板 ⑤ - 18-8CrNi 铸钢

4 良好的可焊性

由于韧性良好,能够有效地抑制焊接裂纹的产生,预热温度低(约 30~50℃)。

转轮叶片铸造方法的比较

方案 编号	铸 造 方 法	成品率 (%)	质量部位		费用 指数	优/缺点	评价
			表面	内部			
1	进水边朝上， 整叶片立铸	60	○	△	100	1、难于保证内在质量 2、在铸模中冷却时 变形大	△
2	靠上冠侧朝 上整叶片立 铸	60	○	×	100	1、由于高度太高，使 铸造困难且不易保 证内部质量	×
3	叶片吸力面 朝上整叶片 水平铸造	40	×	○	150	1、在铸模中冷却时 叶片变形大 2、叶片上表面存在 大量表面缺陷	○
4	垂直方向分 两瓣立铸	60	○	○	120	1、需要拼焊 2、是满足质量要求 的最佳方案	◎

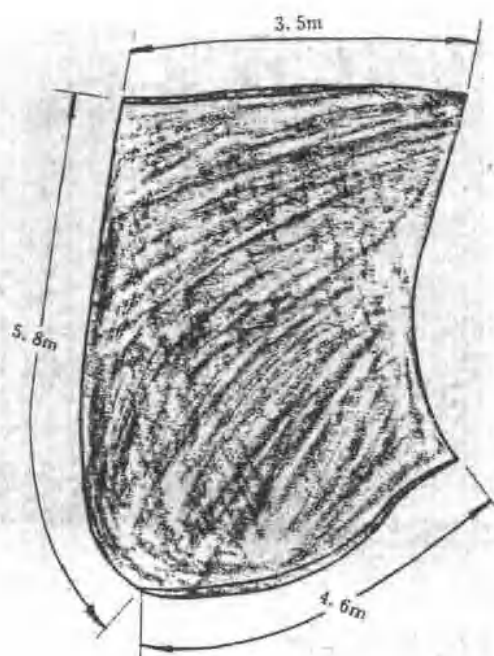


图9 叶片

材料:13-5CrNi 重量:16t

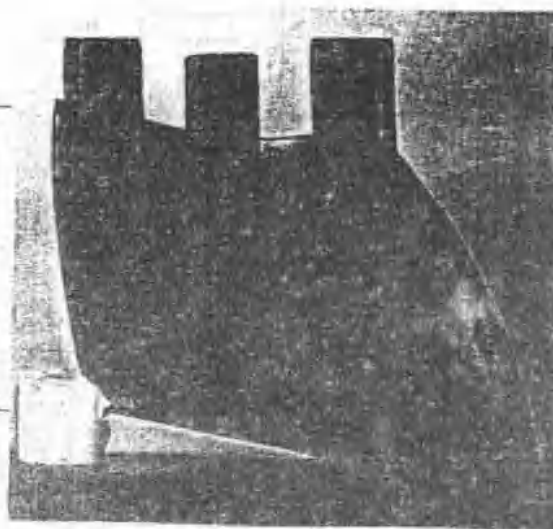
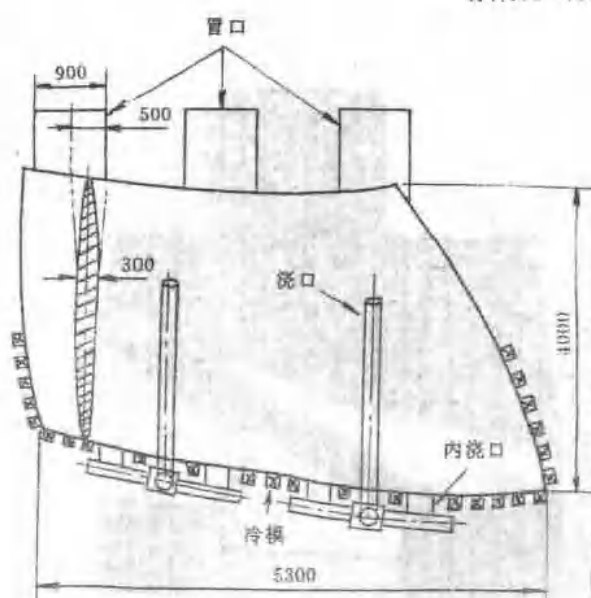


图10 方案1:进口边朝上整叶片立铸方案

浇铸温度:1560±10℃

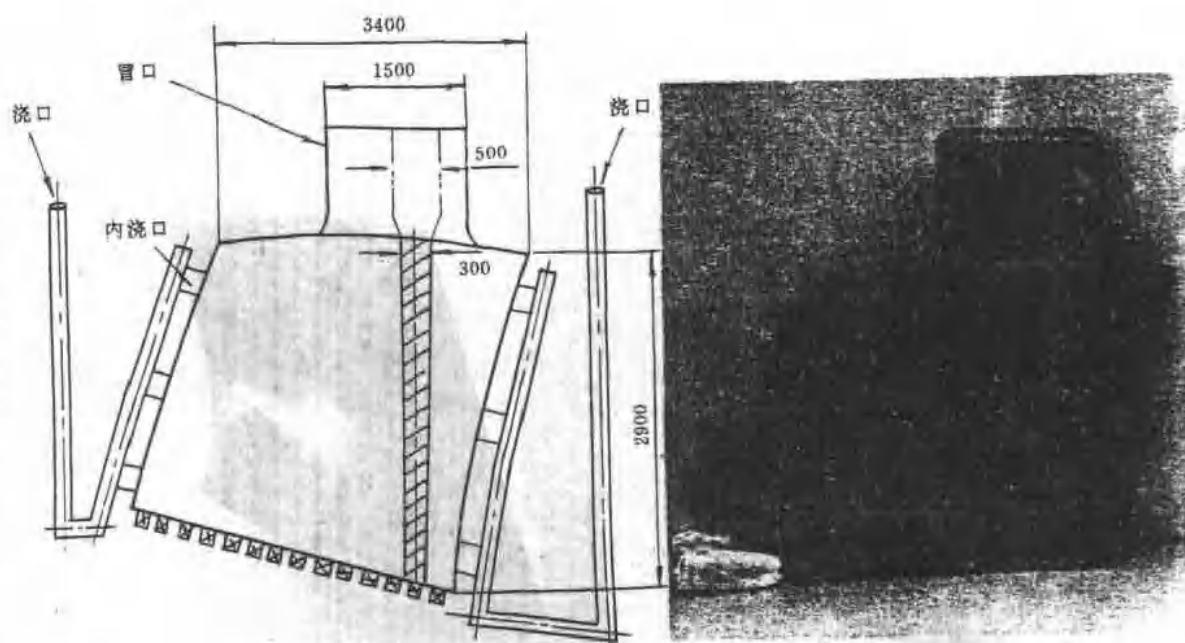


图 11 方案 4:垂直方向分两瓣立铸方案(A 瓣)

浇铸温度: $1560 \pm 10^\circ\text{C}$

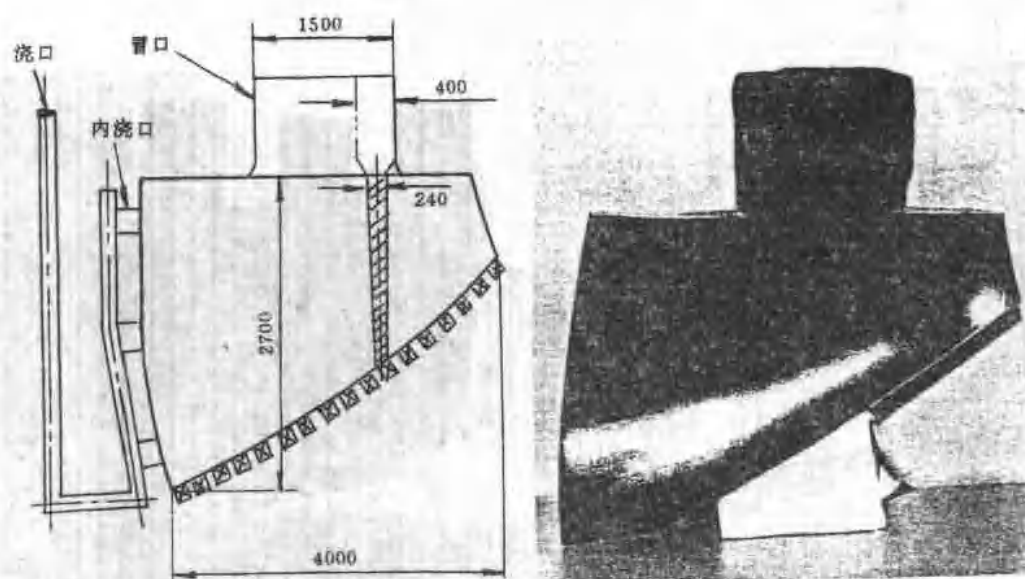


图 12 方案 4:垂直方向分两瓣立铸方案(B 瓣)

浇铸温度: $1560 \pm 10^\circ\text{C}$

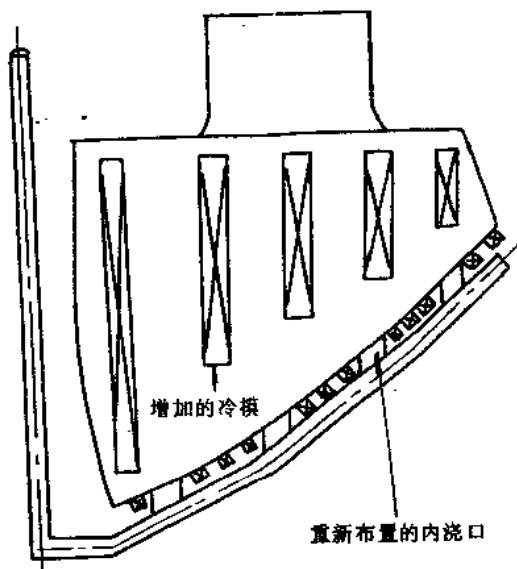


图 13 A瓣铸造的改进方案

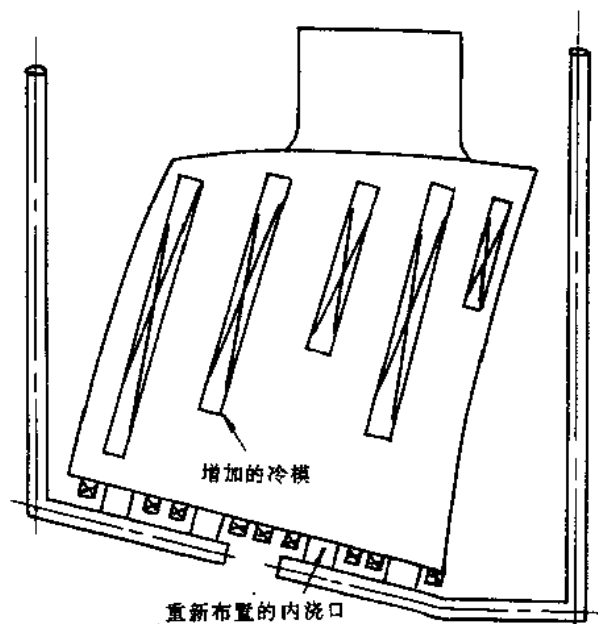


图 14 B瓣铸造的改进方案

铸造流程图

制模→浇铸→脱模→正火(980℃)
回火(600℃)→气割冒口,内浇口→喷砂→尺寸检查→无损探伤
NDI(MT,UT)→补焊、焊合两瓣叶片→消应退火(590℃)→无损探伤 NDI(MT,UT)→
尺寸检查→铸造完成。

铸造叶片质量检查标准的一个例子

区域	超声波探伤 UT	磁粉探伤 MT	着色探伤 PT
1 表层($\leq 5\text{mm}$) 里层($5\sim 20\text{mm}$)	ASTM (RT-1 级)相当 ASTM (RT-2 级)相当	ASME Boiler & pressure Vessel Code. Section VIII—Division 1 Appendix 7	
2 表层($\leq g$) 里层(h)	ASTM (RT-1 级)相当 ASTM (RT-3 级)相当		
3	—	ASME Sec. VIII— Div. 1, Appen. 7	—
4	—	—	龟裂: 不允许 线状球状缺陷: $< 5\text{mm}$

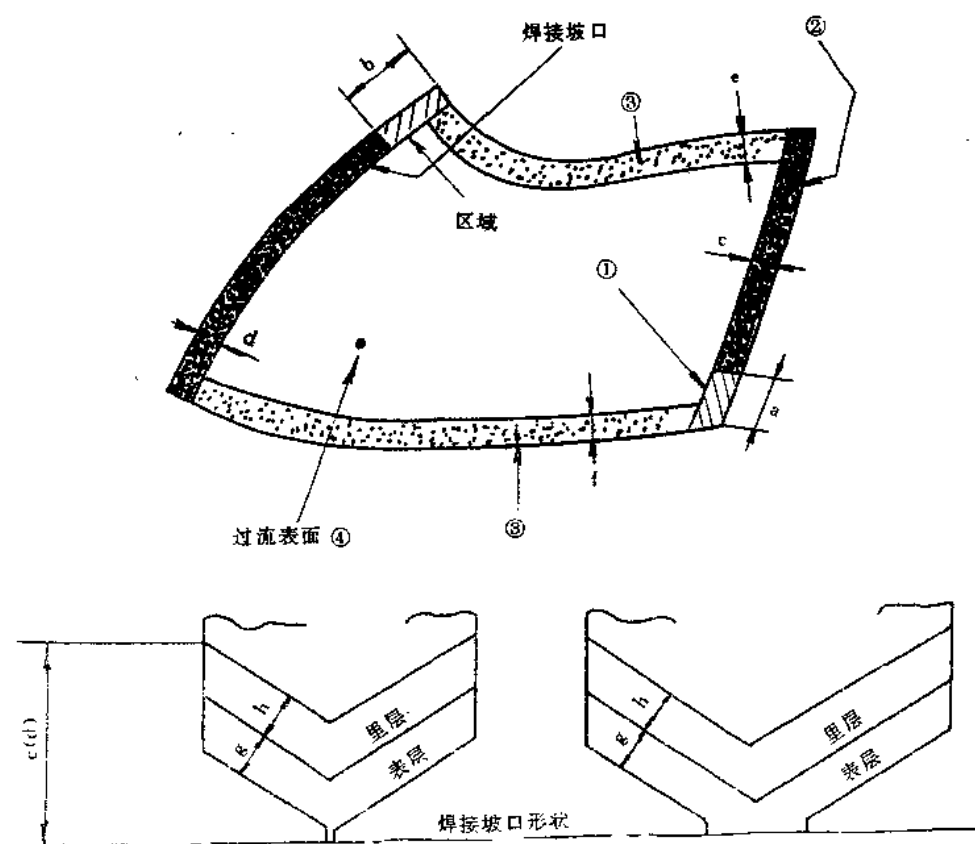


图 15 焊接坡口形状

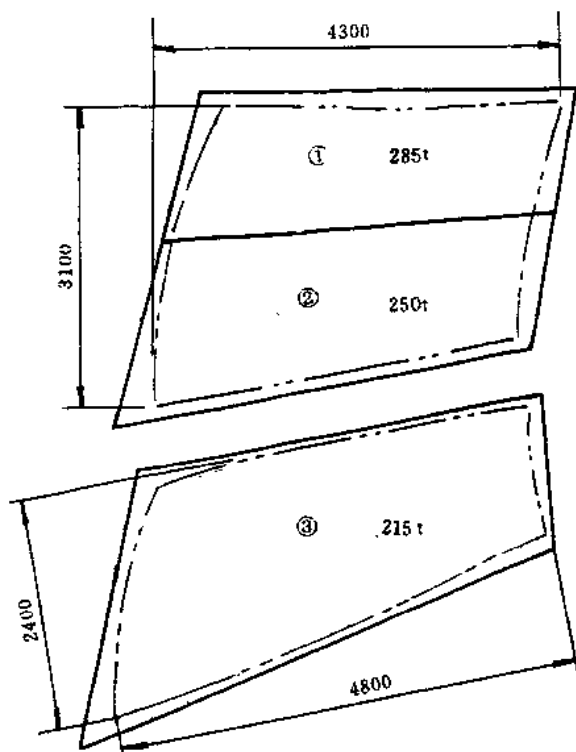


图 16 钢板成型叶片及其毛坯设计

钢板成型叶片的制作过程

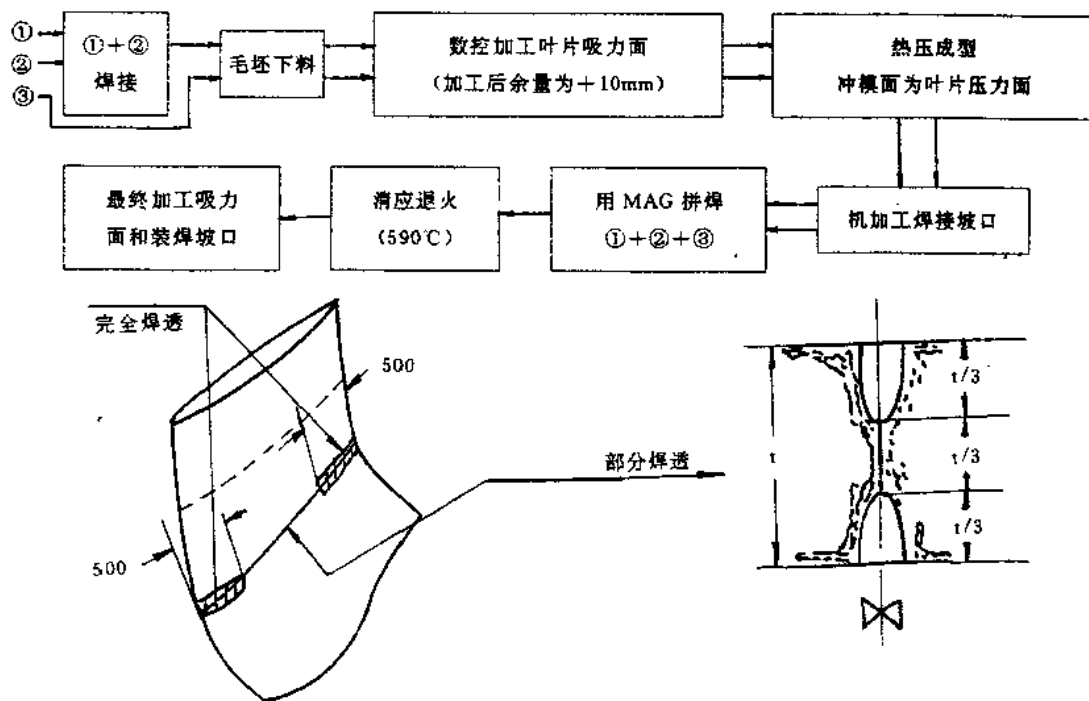


图 17 钢板成型叶片的焊接

铜板成型叶片的制作过程(对照方案)

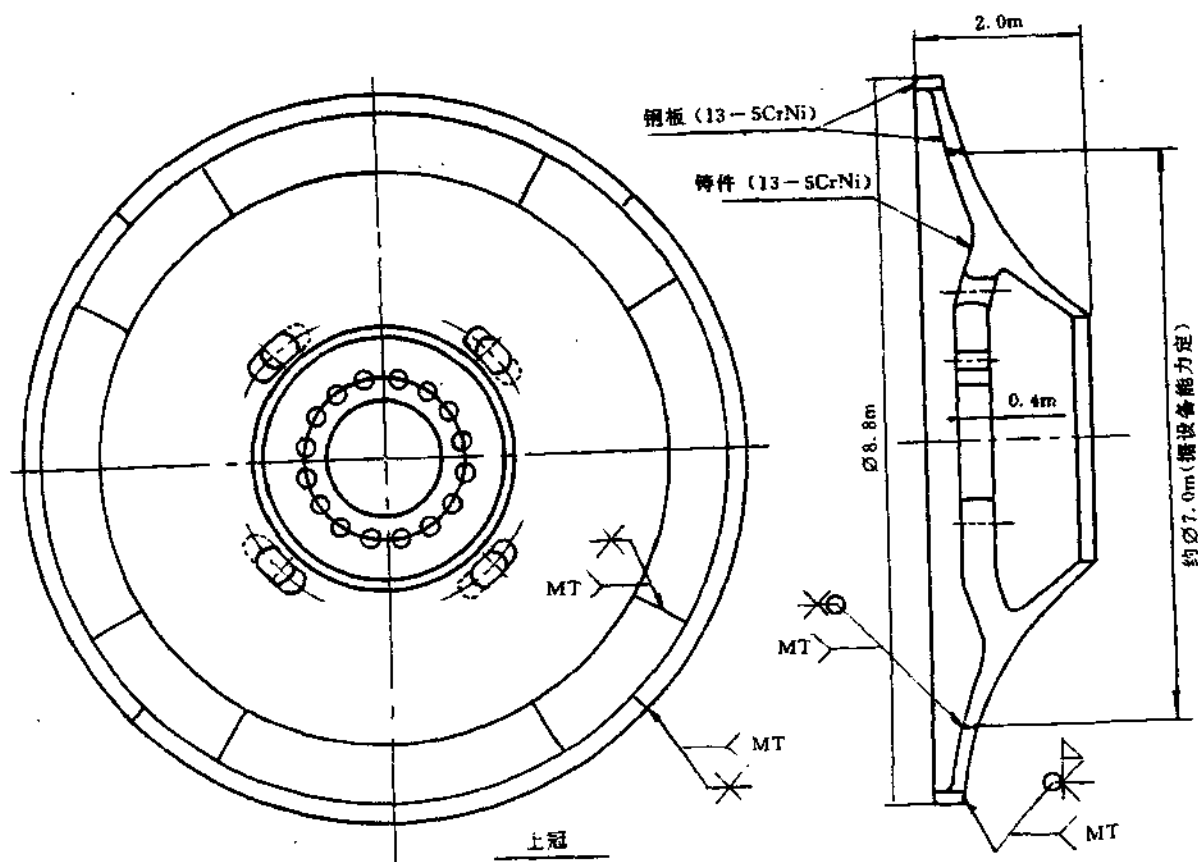
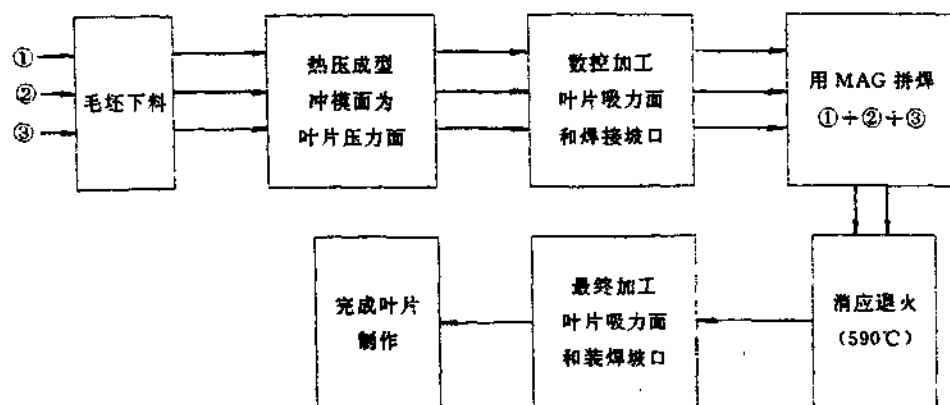


图 18 上冠

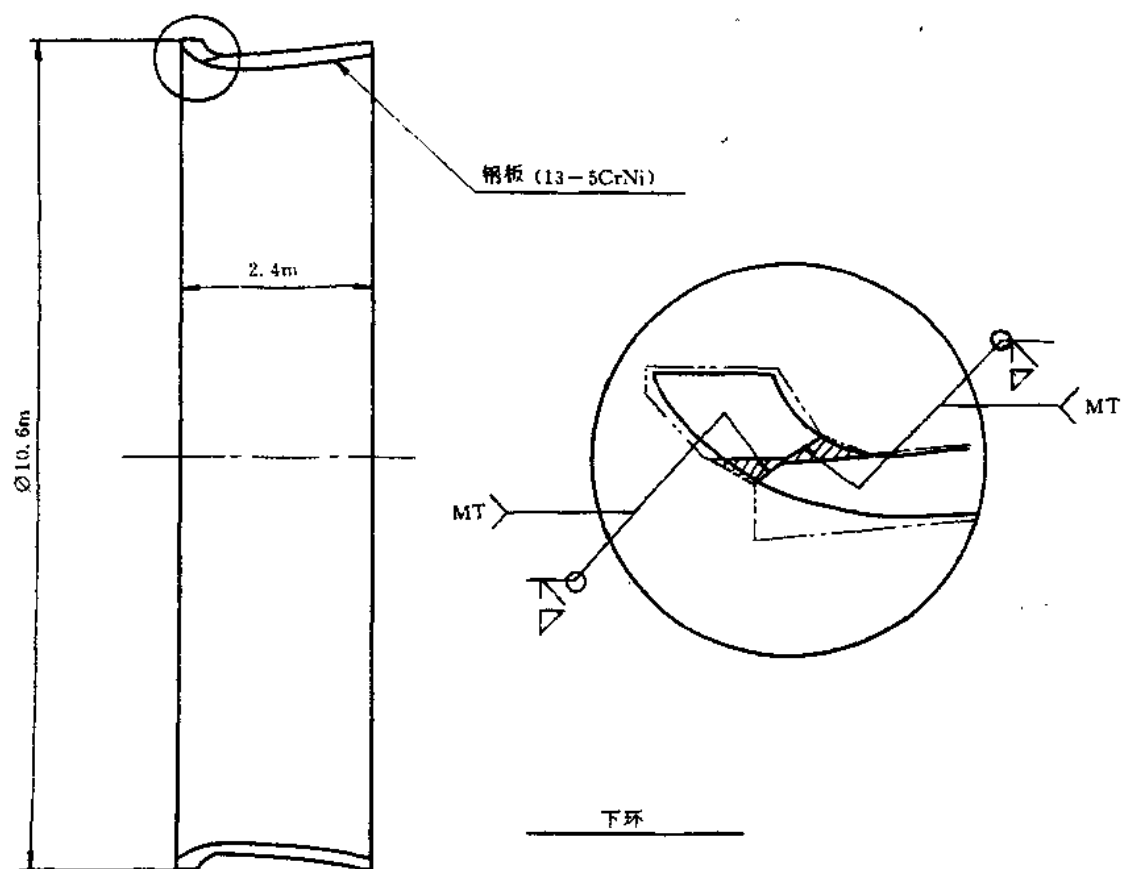


图 19 下环

三维多层自动焊接机器人参数

项目	参数
型式	铰接
维数	5 轴+驱动单元
运动范围	$\theta 1: 60^\circ, \theta 2: 90^\circ, \theta 3: 60^\circ, \theta 4: 120^\circ, \theta 5: 90^\circ, Z: 7$ 米
智能功能	根据图像处理器信号运动
插补功能	直线, 弧形插补
精度	$\pm 0.56\text{mm}$
总体尺寸	300mm(高) $\times$ 400mm(宽) $\times$ 500mm(长)
重量	18kg
焊接方法	MAG 焊接(熔化极活性气体保护电弧焊), 最大电流 500A