

汽轮发电机用材料汇编

(性能、化学成份、验收标准、试验方法、文献)

康大强
于燕山大学
1991年6月

哈尔滨电站设备成套设计研究所

哈尔滨大电机研究所

一九九〇年六月

**汽轮发电机用材品种,化学成份、
物理机械性能及性能补充试验**

目 录

用材品种、化学成份、物理机械性能及性能补充试验

1. 汽轮发电机转子、护环计算应力和安全系数	(3)
2. 汽轮发电机转子、护环和环锻件试验要求及试验部位	(6)
3. 汽轮发电机转子材料缺陷的处理	(18)
△ 4. 计算单位换算	(27)
5. 6MW发电机用材品种、化学成份和物理机械性能	(28)
6. 12MW发电机用材品种、化学成份和物理机械性能	(38)
7. 25MW发电机用材品种、化学成份和物理机械性能	(35)
8. 50MW和60MW发电机用材品种、化学成份和物理机械性能	(38)
9. 100MW和125MW发电机用材品种、化学成份和物理机械性能	(41)
10. 200MW发电机用材品种、化学成份和物理机械性能	(45)
11. 300MW发电机用材品种、化学成份和物理机械性能	(49)
12. 600MW发电机用材品种、化学成份和物理机械性能	(54)
13. 性能补充试验	(58)
14. 结 论	(82)

验 收 标 准 汇 编

一、中 国

1.1 JB1267—85 发电机转子用真空处理钢锻件技术条件	(88)
1.2 JB1265—85 汽轮机转子和主轴用真空处理的碳钢和合金钢锻件技术条件	(96)
1.3 汽轮发电机转子锻件订货技术条件 QZJ—84	(103)
1.4 汽轮发电机转子锻件供货技术协议 上电锻协80—004(2)	(115)
1.5 上电30万瓩汽轮发电机转子锻件技术协议	(117)
1.6 34CrNi ₃ Mo钢汽轮机低压主轴锻件技术条件 QDZW104—86	(124)
1.7 JB1268—85 发电机无磁性护环合金钢锻件技术条件	(129)
1.8 汽轮发电机护环锻件国内订货技术条件 (适用第二重机厂引进的300MW, 600MW汽轮发电机组)	(134)

1.9	12.5万千瓦汽轮发电机无磁性合金钢护环锻件订货技术协议 (QHJ88—一重125)	(139)
1.10	300MW, 600MW 汽轮发电机护环锻件国外订货技术条件 (适用电机行业和日本制钢所)	(143)
1.11	汽轮发电机无磁性合金钢护环锻件技术条件 (QHJ—84)	(148)
1.12	30万瓩 汽轮发电机无磁性护环锻件技术协议	(153)
1.13	汽轮发电机无磁性护环及电动机套环锻件供货 技术协议上电锻协80—03(2)	(157)
1.14	汽轮发电机无磁性合金钢护环锻件规范	(159)
1.15	JB1269—85 汽轮发电机用磁性环碳钢及合金钢锻件技术条件	(163)
1.16	JB1266—85 汽轮机转子轮盘及叶轮用真空 处理合金钢锻件技术条件	(167)

二、美 国

2.1	西屋公司标准	
2.1.1	PDS10325RR—RU 合金钢转子锻件	(171)
2.1.2	PDS10325RA—RE 合金钢转子锻件	(177)
2.1.3	PDS10325BH 合金钢转子锻件	(185)
2.1.4	PDS10325UA—UE 合金钢汽轮机转子锻件	(194)
2.1.5	PDS10325GP 合金钢透平转子锻件	(204)
2.1.6	PDS10325AB 合金钢透平转子锻件	(209)
2.1.7	PDS10725BM—BS 无磁性合金钢护环锻件	(217)
2.1.8	PDS10325NW 无磁性合金钢环锻件	(222)
2.1.9	PDS10725EU—EY 高强度无磁性合金环锻件	(225)
2.1.10	PDS10325SJ—ST 合金钢锻件	(229)
2.1.11	PDS10325DW 合金钢轮盘锻件	(235)
2.1.12	PS84800VH 对生产PDS10325AB转子锻件 供货厂的资格审查	(238)
2.2	通用电器公司标准	
2.2.1	汽轮发电机转子锻件(B50A375)	(245)
2.2.2	镍钼钒钢发电机转子锻件(B50AM286)	(253)
2.2.3	无磁性护环合金钢锻件(B50A743)	(258)
2.3	ASTM (美国材料试验协会) 标准	
2.3.1	ASTMA469—80 发电机转子用真空处理锻件标准	(261)
2.3.2	ASTMA293—77 汽轮机转子和主轴用的碳钢和 合金钢锻件标准	(266)
2.3.3	ASTMA289—88 发电机无磁性护环合金钢锻件标准	(272)

2.3.4	ASTMA288—77 汽轮发电机磁性环用的碳钢及合金钢锻件标准	(276)
2.3.5	ASTM289—70 发电机无磁性护环合金钢锻件标准	(280)
2.3.6	ASTMA 汽轮机叶轮和轮盘用合金钢锻件标准	(283)
三、英 国		
3.1	镍铬钼钒钢发电机转子 NO30/076	(288)
四、西 德		
4.1	电机锻件供货规范(BBC公司)	(294)
4.2	锻件供货规范—制造, 试验及其它(BBC ZLMO3004)	(300)
4.3	电机锻件的质量和材料缺陷所允许的极限 (BBC ZLM0 3001)	(303)
4.4	26NiCrMoV115 发电机转子材料供货规范(KWU公司)	(311)
五、日 本		
5.1	日立制作所 汽轮发电机转子锻件技术条件 TGR—SI	(313)
六、苏 联		
6.1	苏联出口汽轮发电机转子技术条件	(325)
6.2	K—200—130—1汽轮机整体转子锻件技术条件 ГОСТ 5, 1017—71	(333)
七、罗马尼亚(引自1976年赴罗考察大锻件超声波报告)		
7.1	技术任务书及验收标准	(334)
7.2	大锻件探伤检查及验收标准	(342)

试 验 方 法 汇 总

1. 国内试验方法

1.1	钢制品机械性能试验方法 JB/ZQ6117—87	(355)
1.2	锻钢件的磁粉检验方法 JB/ZQ6101—85	(359)
1.3	锻件残余应力测定方法(切环法)(哈尔滨电机厂)	(366)
1.4	汽轮发电机转子锻件硫印试验方法(哈尔滨电机厂)	(366)
1.5	汽轮发电机转子锻件冷酸洗试验方法(哈尔滨电机厂)	(367)
1.6	汽轮发电机护环应力腐蚀开裂试验方法	(367)
1.7	汽轮机, 汽轮发电机转子和主轴锻件超声波探伤方法 JB 1581 — 85	(369)
1.8	汽轮发电机用钢制护环超声波探伤方法 JB4010—85	(375)
1.9	汽轮机和发电机转子锻件超声波探伤方法 JB/ZQ6104—84	(379)
1.10	汽轮发电机用钢质护环的超声波检验方法 JB/ZQ6112—84	(384)
1.11	汽轮机和发电机转子中心孔超声波探伤方法 (西安热工研究所)	(390)

- 1.12 60万千瓦汽轮发电机护环油压试验(哈尔滨大电机研究所)..... (393)

I、西 德

- 2.1 超声波探伤试验(汽轮机和燃汽轮机轴锻件以及发电机锻件的试验规范) HZLM21007 (BBC)..... (396)

II、日 本

- 3.1 发电机转子锻件与护环锻件的质量检查(日立制作所)..... (402)
 3.2 日本制钢所无磁性钢护环超声波探伤检查标准..... (408)
 3.3 350MW 1、2号机组转子轴,护环检查
 上海宝山火力发电厂(三菱电机株式会社、神户制作所)..... (411)
 3.4 电站用汽轮机转子无损检测规程(附编制说明)
 JEAC 3202—1979..... (415)
 3.5 钢的硫印试验方法(推荐) JISG0 560 (1980)..... (433)
 3.6 钢的非金属夹杂物的显微试验方法 JISG0 555 (1977)..... (434)
 3.7 日本制钢所(JSW)的大型转子锻件强度评定方法..... (436)
 3.8 大型汽轮发电机用大轴材料的旋转试验..... (440)

IV、美 国

- 4.1 钢产品的力学性能试验标准方法和说明
 ANSI/ASTM A370—77..... (442)
 4.2 金属材料平面应变断裂韧性标准试验方法
 (ASTM E399—81)..... (476)
 4.3 锻钢件的磁粉检验方法标准 (ASTM A275—80)..... (491)
 4.4 锻钢件宏观侵蚀试验和检查的标准方法 (ASTM A317—65)..... (499)
 4.5 锻钢件液体渗透检查的标准方法 (ASTM A462—64)..... (501)
 4.6 大型锻件超声波检查的方法标准 (ASTM A388—80)..... (504)
 4.7 汽轮机和发电机转子锻件的超声波检验方法标准
 (ASTM A418—77)..... (510)
 4.8 汽轮发电机钢质护环的超声波检验推荐操作方法标准
 (ASTM A531—79)..... (516)
 4.9 转子锻件超声波检查(实心 and 带中心孔通用)西屋电气公司
 (PS84350NW RevE)..... (522)
 4.10 合金钢和无磁性钢护环锻件超声波检查(西屋电气公司)
 (PS84350PC Rev E)..... (529)
 4.11 汽轮机转子内孔磁粉探伤 (PS84350GQ)..... (532)
 4.12 汽轮机转子的超声波探伤 (PS600490)..... (537)
 4.13 汽轮机转子内孔超声波探伤 (PS84357YG)..... (542)
 4.14 汽轮机转子内孔超声波探伤 (PS84357AA)..... (548)

专题研究文献汇编

1. 现代汽轮机优良锻件的发展..... (558)
2. 先进的制钢技术对转子锻件技术要求趋势的影响..... (561)
3. 汽轮机转子锻件质量的关键问题..... (562)
4. 超洁净的3.5Ni—Cr—Mo—V低压转子锻件的生产和性能..... (565)
5. 超大型发电机轴的质量和低压整体转子的试制..... (566)
6. 大型低压整体转子的制造和质量..... (569)
7. 锻造钢锭的制造和质量..... (572)
8. ASEA—SKF 100吨钢包精炼炉真空脱气与锻件质量..... (575)
9. 大型发电机转子运行中的检查和评定技术..... (577)
10. 锻件钢中氢的存在、测定和控制..... (578)
11. 降低氢含量的方法..... (579)
12. 在氢介质中Ni—Mo—V钢近门槛的疲劳裂纹扩展的研究..... (580)
13. 各种含氢环境对4340和3.5Ni—Cr—Mo—V钢 K_{ISCC} 的影响..... (581)
14. 发电机护环用材料..... (581)
15. 汽轮发电机护环钢18Mn18Cr的应用..... (587)
16. 电厂发电机无磁性护环设计和应用..... (590)
17. 无磁性护环新材料的发展和电力工业的应用..... (593)
18. 具有优良冷作硬化性能的高强度奥氏体钢..... (594)
19. 原子能电厂发电机18—18钢抗腐蚀护环..... (598)
20. 发电机的抗腐蚀无磁性护环钢..... (599)
21. 对于直径46吋转子上由日本制钢所生产的屈服强度为
185,000Psi护环的评价..... (605)
22. 江油电厂六号机护环事故分析..... (613)
23. 宝鸡发电厂4汽轮发电机转子护环的损坏及其修复..... (615)
24. 由于环境产生裂纹的发电机转子护环..... (616)
25. Ni—Cr—Mo—V锻钢的化学成份和机械性能促进韧性的改进
(法国阿尔斯通公司)..... (618)
26. 利用现在和可预见的锻件性能设计汽轮机—发电机转子的极限
(日本东芝公司)..... (621)
27. KWU设计的汽轮机—发电机转子锻件(西德KWU公司,
美国中央电力公司)..... (622)
28. 大型整体低压转子的发展(日本日立公司)..... (624)
29. 通用电器公司转子锻件设计极限(美国通用电器公司)..... (626)
30. 汽轮机和发电机转子锻件需要中心孔的重要论点(西德)..... (627)

31.中心孔讨论(EPRI).....	(629)
32.ENEL电厂汽轮机和发电机转子运行经验(意大利电气公司).....	(632)
33.过去,现在和将来的转子锻件生产(英国钢铁公司当河工厂).....	(635)
34.发电机转子失败经验(西屋电器公司).....	(637)
35.真空炭脱氧(VCD)对转子锻件性能的影响(日本制钢所).....	(639)
36.汽轮机和发电机大轴用钢锭的制造(西德梯森钢铁公司).....	(640)
37.转子和发电机锻件(美国西屋电器公司).....	(642)
38.汽轮机—发电机转子锻件技术的发展(英国派生斯公司).....	(642)

一、编写依据

“七五”国家重大技术装备科技攻关项目专项合同中,本课题攻关成果形成,包括下列内容:

- (1)用材品种、化学成份和物理机械性能;
- (2)验收标准汇总;
- (3)试验方法汇总;
- (4)专题研究文献。

此外,还有性能补充试验。

上列内容中,第1项即为用材品种、化学成份、物理机械性能。汽轮发电机材料性能和系列化的主要内容应包括本编新列内容。发电机组的设计、制造和安全运行,材料起到了很重要的作用。研究机组容量发展的历史,发现材料是主要关键问题,单机容量的提高都关系到新钢种的出现,以发电机转子为例,最初使用碳钢,逐步发展铬—钼钢,镍—钼—钒钢,镍—铬—钼—钒钢,促进了机组大型化的发展。目前世界上考虑发电机容量的发展目标为1500MW~1600MW,转子两极直径1.3米,长度17米,重量110吨,而要求材料的机械性能为:抗拉强度大于 100kg/mm^2 ,屈服强度(0.02%)大于 85kg/mm^2 (日本东芝公司资料),目前制造转子用的3.5%Ni—Cr—Mo—V钢的性能可达:抗拉强度867~951MPa,屈服强度(0.02%)747~845MPa,延伸率16.9~20.5%,断面收缩率59.2~67.0%,脆性转变温度 $-76\sim-116^\circ\text{C}$ 和冲击强度(J)95~125(法国阿尔斯通公司统计资料),而这样的强度性能尚不能满足1500MW以上发电机转子的要求,就目前供应转子锻件能力很强的几个钢厂,如美国伯利恒钢厂,英国钢铁公司当河钢厂,法国克鲁索钢厂,意大利台尔尼钢厂,西德克虏伯钢厂,日本制钢所,日本神户制钢所和日本铸、锻钢公司等都具有制造巨型转子锻件的能力,它们都有系统的制造规程,检验方法和钢种系列。今后在冶金学家,材料学家、无损检验专家,应力分析专家和设计师的互相合作下,对现行用钢系列中的有关化学成份,物理机械性能,缺陷检测和分析进行研究,可以解决巨型转子锻件的制造问题,满足1500MW以上发电机的生产。

二、编写用材品种、化学成份和物理机械性能的意义

1. 做为钢种系列化的基本数据

根据机组容量不同,选用钢种和性能级别都有区别,但化学成份,物理机械性能则是设计和制造中的重要数据,按机组容量采用的钢种和各项性能,形成了用钢系列。

2. 标志着机组用材水平

最初小型机组转子锻件采用碳钢,只考核材料的化学成份和强度性能,对韧性没有要求,由于出现事故和机组容量增大,对用材品种和考核范围逐渐增加,形成今日比较完整的钢种和验收考核项目,如化学成份、强度、塑性、韧性、大截面性能的均匀性和内部的坚实性等代表着机组用材水平的提高,满足机组容量的增大和安全运行。

3. 表明机组用材的发展方向

研究发电机转子的重量，本体直径和材料的屈服强度和抗拉强度的要求，同时还要考虑到塑性、韧性和磁性性能的要求来选用不同钢种。我国3MW及以下的发电机转子采用碳钢，6MW~25MW转子采用Cr—Mo钢，50MW~600MW采用Cr—Ni—Mo钢，现在正在过渡采用Ni—Mo—V钢和Ni—Cr—Mo—V钢。美国西屋公司对发电机转子本体直径为40英寸及以下者采用Ni—Mo—V钢，超过40英寸者采用Ni—Cr—Mo—V钢。因为根据Ni—Mo—V钢转子的一系列性能试验表明：转子本体直径最大1米以内，可以保证各项性能要求，因钢中缺铬元素、淬透性不高，转子直径再增大，就必须选用含Cr的Ni—Cr—Mo—V钢，才能满足各项性能要求。今后发电机转子本体直径再要增大，的确受到钢种的限制，因此，美国西屋公司提出设计超导发电机转子，采用超导合金Inconel 706和718，英国派生斯公司也拟采用316LN合金制造超导发电机转子。

三、编写用材品种，化学成份和物理机械性能的目标

- 1.按不同发电容量的转子，护环及各种环锻件编写。
- 2.通用技术要求及有关参考数据、图例等尽可能列入，以供比较参考之用。
- 3.完成机组用钢系列，为设计、制造、运行提供实用资料。

四、后 记

- 1.编写中采用的数据，选自生产中的一般中等水平，并非最高或最低数据；
- 2.大型机组因特殊要求或积累资料之用而进行的性能补充试验数据则分章、节专门论述。
- 3.编制人员：

哈尔滨电站设备成套设计研究所

李文槎 盛大瑜

哈尔滨大电机研究所

马最眉 郭成海 常毓红 李文君 过 洁

汽轮发电机转子、护环计算应力和安全系数

1. 国内生产的25MW~600MW汽轮发电机转子的计算和安全系数见下表(1)

发电机型号及功率 (MW)			QF	QFS	QFQ	TQN	QFS	QFSS	QFS	QFS
			25	50	75	100	125	200	300	600
轴 伸 处	额定 负荷 时	扭应力(kg/mm ²)	2.23	3.12	4.65	5.78	4.32		5.47	5.97
		安 全 系 数	10.3	6.74	5.91	6.65	7.6		6.58	6.48
	突然 短路 时	扭应力 (kg/mm ²)	12.82	20.00	24.40	32.60	23.00		27.20	37.40
		安 全 系 数	1.87	1.05	1.1	1.18	1.4		1.32	1.03
中心 孔表 面	切向拉应力 (kg/mm ²)		23.80	20.22	25.40	25.85	26.70	26.00	31.95	38.70
	安 全 系 数		1.89	2.22	1.77	1.93	2.06	1.42	1.88	1.80
齿 根	径向拉应力 (kg/mm ²)		25.00	22.80	25.60	26.40	24.60	25.60	30.95	34.50
	安 全 系 数		1.8	1.97	1.76	1.89	2.23	1.93	1.94	1.79
齿头 颈部	径向拉应力 (kg/mm ²)		7.40	16.95	16.85		13.40		18.10	7.05
	安 全 系 数		6.08	2.65	2.67		4.10		3.31	6.85
材料规定的屈服点 (kg/mm ²)			45	45	50	55	55	55	60	67

2. 国内生产的25MW~600MW汽轮发电机护环计算的切向应力和安全系数见下表(2)

发电机型号及功率 (MW)		切向应力(kg/mm ²)	安全系数	材料规定的屈服点(kg/mm ²)
QF	25	47.40	1.69	80
QFS	50	51.00	1.57	80
QSQ	75	47.84	1.77	85
TQN	100	45.60	1.85	85
QFS	125	52.90	1.61	85
QFSS	200	49.25	1.82	90
QFS	300	61.70	1.46	90
QFS	600	70.45	1.42	100

3. 苏联汽轮发电机转子、护环和环锻件计算应力和安全系数见下表 (3)

名称	型号、功率 (MW)	T2-4-2 4	T2-6-2 6	T2-12-2 12	T2-25-2 25	T2-50-2 50	T ₄₃₇₆ 142	TB2-100-2 100	TB2-150-2 150
转 子	轴身直径及重量	φ580/4.3T	φ680/6.5T	φ750/9.8T	φ825/17.9T	φ1000/31T	φ1340/58.5T	φ1010/45T	φ1080/57.5T
	计算应力 (张力)								
	1. 齿部 (kg/mm ²)	11.7	12.7	16.6	19.6	27.9	13.0	28.4	29.2
	2. 转子中心 (kg/mm ²)	5.9	6.7	/	/	/	/	/	/
	3. 转子中心孔表面 (kg/mm ²)	/	/	16.8	20.5	28.4	12.6	28.5	32.2
护 环	材料屈服点 (kg/mm ²)	25	30	30	40	50	30	55	60
	安全系数	约2.1	约2.3	约1.8	约2.0	约1.8	约2.3	约1.9	约2.0
	锻件直径外径/内径	600/500	700/585	765/650	848/730	1065/895	1320/1250 (磁性护环)	1065/895	1160/930
	计算应力 (张力)								
	1. 离心力 (kg/mm ²)	17.8	24.2	26.5	34.0	47.0	30.8	46.8	55.5
中 心 环	2. 最大配合张力	30.7	29.2	42.0	50.0	50.0	36.0	51.0	67.1
	材料屈服点 (kg/mm ²)	60	60	60	72	85	55	85	90
	安全系数	约2.0	约2.0	约1.7	约1.7	约1.7	1.5	约1.7	约1.6
	计算应力 (张力) (kg/mm ²)	11.3	12.7	15.1	19.0	24.0	8.4	10.8	20.0
	材料屈服点 (kg/mm ²)	30	30	30	30	40	25	70	85
	安全系数	约2.6	约2.4	约2.0	约1.6	约1.7	约3.0	约3.5	约4.2

续表三

名 称	型号, 功率 (MW)	T2-4-2 4	T2-6-2 6	T2-12-2 12	T2-25-2 25	T2-50-2 50	T- 4376 142	TB2-100 2 100	TB2-150-2 100
风 扇 环 (离 心 式)	计算应力 (kg/mm ²)								
	1. 大环	7.6	12.0	12.0	22.5	32.0	/	/	/
	2. 中环	/	/	17.0	19.5	32.0	24.5	/	/
	3. 小环	13.2	14.4	18.4	22.0	38.0	25.0	/	/
	材料屈服点 (kg/mm ²)	30	30	45	45	90	38	/	/
	安全系数	约2.3	约2.1	约2.4	约2.0	约2.4	约1.5	/	/
螺 旋 桨 风 扇	叶板, 计算应力(张力)(kg/mm ²)							14.9	14.9
	材料屈服点 (kg/mm ²)							45	45
	安全系数							约3.0	约3.0
	轮股, 计算应力(张力)(kg/mm ²)							41	41
	材料屈服点 (kg/mm ²)							85	85
								约2.1	约2.1

4. 国外汽轮发电机转子应力计算及安全系数见下表(4)

功 率 MW	50	100	200	300	500	600
直径mm	911	1005	1105	1200	1200	1200
钢锭重(吨)	60	105	128	150	175	190
材料屈服点(kg/mm ²)	50	55	61.9	71.5	71.5	71.5
应力计算(kg/mm ²)						
3000(转/分)	17.5	22.0	28.0	32.0	32.0	32.0
3750(转/分)	27.0	34.0	40.5	50.0	50.0	50.0
此时应力+10%内应力	31.0	38.0	44.5	55.0	55.0	55.0
安全系数为30%以及在超速时所要求的屈服点(kg/mm)	46.8	49.4	58.0	71.5	71.5	71.5
在超速下实际安全系数%	61	45.0	39.0	30.0	30.0	30.0
无10%内应力的实际安全系数%	/	/	53.6	43.0	43.0	43.0

注: (1) “汽轮发电机转子与护环的受力情况和对材料的设计要求” 上海电机厂 戴国征 1979

(2) “汽轮发电机转子与护环的受力情况和对材料的设计要求” 上海电机厂 戴国征 1979

(3) 苏联“电力”工厂标准规范2C10 “汽轮发电机转子主要零件的材料和安全系数”

(4) “对100万千瓦以下的两极和四极大型汽轮发电机大轴的意见” 作者: Eduard Maurer 国外发电设备大锻件译文集—机部机械院 1972

汽轮发电机转子、护环和环锻件试验要求及试验部位

一、汽轮发电机锻件对质量综合性要求

对汽轮发电机锻件的质量要求, 可归纳为下面的四个方面:

1. 强度要求

设计经常考虑锻件是在弹性极限以内运行, 但是, 应力往往具有反复性和交变性, 当发生塑性流动时, 它必须在一定范围内, 并且要防止在运行中因连续应力而产生破坏。应力也可能具有冲击性质。

2. 尺寸和光洁度要求

3. 对可能涉及到的制造工序, 例如机械加工、冶炼、铸锭、冷或热加工等等, 必须在一定标准以内。

4. 材料均匀性: 不存在过多的材质不均匀性或金属内部缺陷, 如裂纹、气孔、非金属夹杂物等。

对上述要求, 简要综合介绍如下表:

性 能	目 的	质 量 控 制 方 法
强度:		
抗拉强度	设计时考虑安全因数	拉力试验、硬度试验
屈服应力	弹性变形范围内设计	拉力试验(屈服应力试验)
塑 性	承受局部塑性变形	拉力试验(延伸率和断面收缩率)弯曲试验
韧 性	抵抗脆性破坏	冲击试验FATT、k1c测定
疲劳强度	抵抗反复作用应力	疲劳试验
强度均匀性	重量效应	硬度试验
尺 寸	保持形状和强度	尺寸测量
光洁度对制造工艺的反应	表面接触防止应力集中	光洁度测量
机械加工性	机械加工成本、加工光洁度和加工可能性	硬度试验(成份控制)
可焊接性	是否可以施焊	成份控制
塑变性	接受弯曲或成型能力	拉力试验($\delta\%$; $\psi\%$;)弯曲试验
淬硬性	对热处理的效果	热处理试验(jominy端淬)
质量均匀性	性能均匀	硫印
冶金缺陷不坚实性	不存在此缺陷	肉眼检查、超声波检查、着色检查
非金属夹杂物	不存在此缺陷	截面后光显微检查
内部裂纹	不存在此缺陷	取试片检验, 裂纹超声波检查
外部裂纹	不存在此缺陷	肉眼检查, 磁粉检查, 着色检查
偏 析	不存在此缺陷	取微观试样, 酸洗检查, 硫印检查

二、汽轮发电机转子锻件质量检查、技术要求和试验部位

1. 化学成份

试 验 目 的	技 术 要 求	试 验 方 法	试 验 部 位
1.符合钢种成份 2.表明钢的纯净度 3.测定钢的成份偏析	1.按JB1267-85 2.专用技术标准	1.GB223-81<钢铁化学分析方法> 2.ASTM E350<碳钢, 低合金钢, 硅钢片, 生铁和熟铁的化学分析 标准方法> 3.ASTM E415<碳钢和合金钢用真空光谱仪进行光谱化学分析标准方法> 4.ASTM E830-80<钢, 铸铁, 平炉生铁和熟铁的化学分析> 5.JB/ZQ6106-84<钢, 铸 铁, 平 炉 生 铁 和 熟 铁 的 化 学 分 析> 6.JB/ZQ6126-84<碳钢, 低合金钢, 电工硅钢, 工业纯铁和熟铁的化学分析>	1.钢水包取样分析或在钢锭, 锻件上取代替试样 2.成品复验: (1)锻件轴头1/2 半径处、或 (2)径向试样

2. 机械性能

试 验 目 的	技 术 要 求	试 验 方 法	试 验 部 位
1. 测定所要求的材料机械性能① 2. 为设计提供：设计应力和安全系数计算、②疲劳设计资料③断裂设计数据 3. 评定材料的均匀性，可加工性，塑变性等。 4. 建立各部位之间的材料性能关系 5. 为评定转子锻件的可用性积累资料	1. 按JB1267-85 2. 专用技术标准	1. JB/ZQ6117-84 2. ASTMA370-77 <钢制品的机械性能试验方法>	见图1

3. 磁性性能

试 验 目 的	技 术 要 求	试 验 方 法	试 验 部 位
1. 转子电磁设计 2. 评定材料特性及制造工艺的稳定性	所有转子均适用： JB1267-85附录B 当25安匝/厘米 $B \geq 14400$ 高斯 50安匝/厘米 $B \geq 16000$ 高斯 100安匝/厘米 $B \geq 17200$ 高斯 150安匝/厘米 $B \geq 18000$ 高斯 200安匝/厘米 $B \geq 18700$ 高斯 500安匝/厘米 $B \geq 20000$ 高斯	1. ASTMA341 2. JB/ZQ6167-84 <用直流导磁仪和冲击试验方法测定直流磁性的试验方法>	转子锻件本体 试环上切取

4. 残余应力试验

试 验 目 的	技 术 要 求	试 验 方 法	试 验 部 位
1 防止转子机械加工过程及电站运行时发生变形 2 消除或减少运转和超速时的叠加应力、避免发生破坏 3. 检验消除应力退火是否完善	1. 按JB1267—85附录B规定: 1.2级转子锻件残余应力不得大于40MPa(4.kg/mm), 其它级别锻件残余应力不得大于规定屈服强度值的10%。 2. 专用标准	1. 切环法 2. 环芯法	1. 切环法在转子本体两端 2. 环芯法在转子本体两端及转子本体长度的1/2处。

5. 晶粒度试验

试 验 目 的	技 术 要 求	试 验 方 法	试 验 部 位
1. 检验热处理是否正常 2. 解释塑性、韧性情况 3. 为评定转子质量积累资料	1. JB1267—85 附录B规定: 报告需方不作验收依据。 2. 按转子专用标准	1. YB27—77 2. JB/ZQ6123-84<金属平均晶粒度测定方法>	1. 本体径向试样靠齿根部位端面 2. 中心孔试样端面

6. 硫印试验

试 验 目 的	技 术 要 求	试 验 方 法	试 验 部 位
1. 确定钢锭中心与锻件中心的偏离程度 2. 确定硫化物偏析程度 3. 表明材料的纯净程度	1. 硫印级别按JB1267—85规定不大于大锻件硫印标准五级中的前三级(所有转子), 参考苏联新克拉马尔机器厂标准的前三级 2. 钢锭中心与锻件中心偏离限度10mm(参考)	工厂标准方法	1. 大轴轴头两端面 2. 大轴本体两端面 3. 本体两端向外200毫米的一段R过渡区 4. 两个轴承部位