

中国机械工程学会锻压学会

第四届学术年会

论文集



FSI

1987.6

中国机械工程学会锻压学会
第四届年会论文集

一九八七年六月

编辑出版：锻压学会秘书处

印 刷：河北联合印刷厂

定 价：10.00元

序 言

《中国机械工程学会锻压学会第四届年会论文集》在年会召开之际与大家见面了。这是广大会员、论文作者、各地方学会、各学术委员会和学会秘书处共同努力的结晶。

本论文集收集了由各地方学会和各学术委员会推荐的优秀论文204篇。其中宣读论文116篇，交流论文88篇。这些论文包括了锻压技术的各个领域，反映了三届年会以来国内锻压行业的广大工程技术人员、学者和工人在生产和科研实践中所取得的最新成就。通过这些论文，广大读者将可以了解国内锻压技术的发展现状。

这是锻压学会第一次出版年会论文集。这次年会论文征集的方法（采用以地方学会推荐为主的方法）和论文的表达方式都本着改革的精神，进行了新的尝试，并力图采用国际学术会议常用的方式。

锻压技术是人类历史上最古老的生产技术之一。尽管它在国民经济中占有重要的位置，但仍处在相对落后的状态。如果这本论文集能对中国锻压技术的发展起到一点促进作用，那将使每一个对它做出贡献的人感到极大的欣慰。

最后，对所有为本论文集做出贡献的同志表示衷心的感谢。

海 锦 涛

3月

目 录

一 综合部分	1 ~ 50
二 理论部分	51 ~ 116
三 锻造部分 (冷锻、大型锻、液态模锻、加热)	
.....	117 ~ 259
四 冲压部分	260 ~ 321
五 旋转成形部分 (特轧、斜轧、辊锻、摆辗)	
.....	322 ~ 369
六 设备部分	370 ~ 446
七 超塑性及其它部分	447 ~ 473
八 交流论文	474 ~ 563

目 录

1	一重厂转子锻件锻造工艺的演变和发展.....	谢云岫	(1)
2	锻造行业的节能途径浅析.....	涂敦修	(7)
3	专业化模锻厂技术工作的特点.....	李常泰	(12)
4	长沙地区锻造行业专业化的现状和几点看法.....	黄 樨	(15)
5	工程机械厂锻造生产的节能.....	易新都	(18)
6	我厂《六五》期间节能实践浅析.....	叶梓龙 陈履笃	(22)
7	冲压工艺设计的技术管理.....	陈德贵	(27)
8	关于锻件粗加工调质有关标准的改革.....	沈诗亭	(31)
9	高速锻锻工艺及其在我国机械工业中的应用.....	王象升	(35)
10	甘肃省机械工业锻压工艺水平分析与有关建议.....	周培杰	(39)
11	我国旋压技术的新进展与发展设想.....	陈迺先 张顺福	(43)
12	对锻件出口问题的探讨.....	朱王凡 俞明函	(47)
13	低拉应力半圆模优化设计力学模型的研究.....	俞新陆 颜永年等	(51)
14	金属塑性加工的传热与变形的复合分析.....	孙捷先 郭会光等	(55)
15	平面应变条件下粘塑性板材气压成形过程的一般分析方法.....	罗子健 郭乃成等	(59)
16	杯—杆型复合挤压过程的数值模拟.....	孙胜 赵振铎	(63)
17	自由浮动凹模闭式模锻的上限分析.....	林治平 夏泰明	(67)
18	液态模锻三种热力学模型.....	罗守靖 何绍元	(71)
19	大钢锭锻粗模拟实验中孔洞闭合规律与塑性有限元计算.....	陈森灿 孙世济	(74)
20	金属粉末等静压致密与单向压缩致密力能参数比较.....	王尔德 张连洪	(78)
21	6000 辆份 35VS 非调质易切钢空压机连杆的研制与应用.....	李颖悟 刘云生	(82)
22	在 P C 微机上用刚塑性有限元法分析金属成形问题.....	颜立来, 许松青	(86)
23	基元矩形技术的由来及应用.....	李双义 谭粉英	(90)
24	硬铝 LY12 热挤压非稳态过程的刚—粘性有限元分析.....	王川涛 陈如欣	(97)
25	热锭加热的理论计算法.....	陶永发 杨煜生	(103)
26	模具 CAD/CAM 系统研究—立体图形的消隐输出.....	谢保权 陈浩	(107)
27	关于声发射法在塑性加工中应用的研究.....	朱宝泉 真崎次	(111)
28	三通管接头多向模锻工艺及装置的研究.....	肖景荣 吴家贤	(117)
29	缸体多向模锻研究.....	杨先权	(121)
30	高速钢径向热精锻变形过程分析.....	苏长清 王维华	(124)
31	不锈钢大叶片精锻成形工艺分析.....	卫梦顺 黄健宁	(128)
32	用刚粘塑性有限元分析叶片精锻时的金属流动和变形组织.....	连建民 李训梯	(133)
33	对引进散热片级进模流水线的分析.....	张惟善 倪伯荣	(137)
34	锤上小飞边模锻工艺的研究与应用.....	张永亮	(141)
35	电铸型腔研制全塑凉鞋模具.....	姜天成 魏鸿萍	(144)
36	高铬铸铁锻造及其对机械性能影响的试验研究.....	孙逊 付元等	(147)

37	宽砧强压锻造效果的常温模拟实验研究	谢冰	杨正汉 (151)
38	圆柱体锻粗变形的声发射监测	王学文	李名尧 (155)
39	精密合金的热模拟试验研究	张质良	(159)
40	气瓶阀体少无飞边模锻工艺研究	吴安	陆祖寿 (163)
41	大型护环的制造	石振华	王谦和 (167)
42	铸态 ZH1357 镍基合金冲头试验研究情况	朱汉民	(171)
43	以综合多渠道方法最大限度提高锻模寿命	杨伟	(175)
44	45# 钢、GCr15 轴承钢温锻工艺研究	王耀祖	金志强 (179)
45	中小型轴承环塔形温冷挤压工艺的试验研究	王祖唐	陈园学 (183)
46	气氛保护加热在叶片生产中的研究及应用	机械部第二设计研究所	(187)
47	SiC—Al 复合材料热挤压研究	孙迁	(195)
48	回转体锻件造坯问题探讨	韩建渠	(199)
49	无毛边闭式胎模锻新工艺	刘日仓	杨宝琴 (202)
50	采用系统工程方法进行抽油杆产品开发经营的初步探讨	张廷堂	田景玉 (206)
51	用液态模锻方法制造双金属铸件	刘志学	(209)
52	铝合金大型阀体的胎模锻造	盛若川	(213)
53	湿热等温挤压润滑剂的研究	张柏年	(218)
54	低塑性 Al—Si—Cu 合金连杆铸锻联合工艺的研究	王以华	徐培英 (222)
55	大锻件新技术的应用	胡晗光	周均禾 (227)
56	螺旋式平焰烧嘴在锻造炉上的试用	孙伯华	(232)
57	计算机辅助自由锻工艺设计	朱在章	王淑娟 (235)
58	大型锻件几种常见缺陷的防止方法	马继祖	(238)
59	20Cr 筒状挺杆大变形量反挤压的试验研究	李朱辉	翟辅君 (242)
60	轮式装载机轮网螺钉冷锻工艺及其模具的探讨	郭长宁	(247)
61	无压余反挤压钢管的工艺研究	林秀安	高新 (252)
62	六瓣硬质合金螺母冷锻模的设计计算	谢懿	程志从 (256)
63	冲模粘结瘤的影响因素及预防对策	储家佑	俞建英 (260)
64	探讨我厂板料生产的技术改造方案	刑吉祥	(264)
65	通用单元冲模组合冲裁技术在大型复杂薄板 冲裁件制造中的技术经济效益	吴觉伪	(267)
66	解放 CA—141 型汽车中发动机罩加水孔的冲压变形 分析与工艺	李硕本	崔明伟 (273)
67	关于对向凹模冲裁变形机理的研究	钱晓农	涂光祺 (277)
68	冲裁模的计算机辅助设计与制造	肖景荣	肖祥藏 (281)
69	击裁模计算机辅助设计和制造的人机交互型程序系统	殷光复	范派书 (285)
70	NB140 高压柱塞泥浆泵液压站散热片冲孔、翻边 校平、切断连续模	苏金城	(289)

71	拉伸切边复合模.....	刘洪宾	(292)
72	双圆筒件的整体拉深.....	张振强 应剑英	(294)
73	狭板弯曲变形的经验分析与计算.....	朱季韬	(298)
74	锥形件拉深过渡工序的改进.....	陈继祥	(301)
75	高强深中含磷钢板控轧中动态相变点研究.....	明旭光 吕贵喜	(304)
76	圆锥形拉深模的设计与应用.....	赵秀英	(308)
77	HF131 汽车后制动器底板拉延模的设计与计算.....	陈笃炎	(311)
78	钢管无凹模冲孔.....	胡伟丽 王鼎康	(315)
79	叠片成型新工艺.....	王裕根	(319)
80	长棒料精密楔横轧汽车球头销自动生产线研究.....	朱超甫 叶昌贵	(322)
81	尾杆及双联齿轮毛坯斜轧成型研究.....	谷正生 李玉京	(326)
82	楔横轧变形载荷的测试与计算.....	白志斌 张承鉴	(330)
83	拖拉机零件楔横轧成形工艺研究.....	张炎昌 潘必刚	(334)
84	三辊楔横轧轴件研究及其在工业上的应用.....	栾瑰覆 郭长武	(338)
85	摆辗机四种运动轨迹的形成及对设备的影响.....	裴兴华 李富根	(342)
86	摆动辗压封闭式锻锻成型工艺曲线的建立.....	王澄冬 张晓林	(347)
87	辊锻模等离子喷焊.....	高世义 刘喜方	(351)
88	机引犁铧辊锻工艺试验研究.....	付沛福 李宽龙	(355)
89	锻件热锻辗成形的研究.....	姜士俊	(358)
90	双轮辗压初析.....	李运坤	(363)
91	筒形件变薄旋压最佳变薄率的研究.....	汪 涛 王圣平	(365)
92	气液螺旋压力机的研究.....	黄树槐 何永标	(370)
93	信息处理技术在锻压机械动态测试中的应用.....	周乃贤 郝邦萍	(374)
94	立式金属弹力旋压机的研制.....	李秀超 马春庚	(378)
95	大规模双辊式楔形模横轧机的研制.....	林开湖	(382)
96	有限条与有限元法在平面问题上的联合应用.....	孙育智 罗中华	(385)
97	压力机多杆机构分析的自动生成.....	蒋志斌 郭 钢	(389)
98	空气锤噪声的测试及其对策.....	成肇京 覃昌到	(393)
99	压力机新型无级制动安全装置.....	阎润汉	(397)
100	电机铁芯自动叠装技术的应用.....	张道生 严秀华	(400)
101	折弯机的机—液伺服同步系统动态特性分析 与微机控制.....	杨启真 王运赣	(404)
102	JML-Z 组合式机械随动增压摩擦离合器、 制动器设计与研究.....	杨明生	(408)
103	环形定子电动螺旋压力机运动分析.....	李培武 解春雷	(412)
104	液体成形双动薄板拉伸液压机的研制.....	张声栋	(417)
105	分离式安全刚性离合器—兼论安全刚性 离合器的几个问题.....	何德誉 洪 诤	(422)

106	开式压力机急停、寸动机能研究——兼谈冲压生产安全保护问题	赵家耀	(426)
107	J23-80B开式压力机机身伏化设计	汤达 李裕华	(429)
108	六面顶超高压液压机油缸与铰链楔结构分析	张荣贵	(433)
109	应用近似工艺负荷分析螺旋压力机锻机过程	杨文成	(438)
110	TR锻锻技术在我厂的应用	武汉锻造厂	(443)
111	金属模具超塑成形技术研究	张耀宗 高全长	(447)
112	Zn-22%Al 锌铝合金超塑性拉伸晶界滑动的研究	林兆荣	(452)
113	微处理机控制的金属板材超塑性吹塑成形研究	刘渭贤 英江晓	(456)
114	工业铝合金LD10的超塑性研究	刘玉文 刘文俊	(461)
115	聚氨酯摩擦强制拉深	何声健 陆恩常	(465)
116	超塑性大变形本构方程的探讨	金泉林 白秉哲	(469)

交流论文

1	分模模锻国外发展概况综述	谢光耀	(474)
2	对国内液压锤研制工作的一些看法	吴梦旦	(476)
3	汽车半轴采用摆辗工艺与平锻工艺技术经济性比较	陈载柱	(477)
4	推广应用塑性成形新技术、振兴安徽机械工业	洪深泽 刘成刚	(478)
5	关于锻造行业开展班组经济核算的探讨	刘荣华	(479)
6	江西省模具工业技术发展预测	刘景辉	(480)
7	论模具设计标准化	范兰英	(481)
8	提高冷挤压模具寿命的技术措施——润滑对模具寿命的影响	张明太	(482)
9	降低厚板冲裁噪声的试验研究	朱乃潘	(483)
10	一种有限元网格自动生成的方法	杨津光 金宁	(484)
11	微型机在锻粗时接触正应力分布规律研究中的应用	钟约先	(485)
12	用有限元方法对塑性加工中摩擦机理的探索	宾峰 罗子健	(486)
13	烧结体平面应力问题的特征线理论	华林 赵仲治	(487)
14	高水基介质齿轮泵的容积效率分析	卢怀亮 金涤尘	(488)
15	组合机身紧固接触面和滑动接触面的应力分析和实验研究	张存德 杨志诚	(489)
16	用金相模拟预测塑性成形的变形力	董仕深 李林章	(490)
17	剖分式受拉连杆的应力应变分析(有限单元法)	阎德琦 梁应彪	(491)
18	Sn-Pb共晶合金超塑性挤压动力学的视塑性法研究	林法禹 邱少伟	(492)
19	挤压产品心部破裂或因及防止方法的探讨	杨荣奎 赵志苏	(492)
20	粉末直接温锻机理的研究	尚保忠 陈凯旋	(493)

21	屈服准则在提高板料成形稳定性中的应用.....	丁德槐	(4 9 5)
22	对调夹模锻适用范围曲线的修正.....	李广珍 王化统	(4 9 6)
23	n 值计算方法及最佳取值区间探讨.....	王志恒	(4 9 7)
24	湿挤压工艺及应用.....	瞿孝文	(4 9 8)
25	锤锻模新材料—双金属模块.....	杨良伟 朱和彬	(4 9 9)
26	球头长杆高效锻.....	郑文达	(5 0 0)
27	锌基合金模具在专用汽车成形件上的应用.....	周银仁	(5 0 2)
28	齿轮锻造余热调质的研究.....	赵英才 林建国	(5 0 3)
29	锻模材料复合热处理试验研究.....	管子弘	(5 0 4)
30	SSS—JL型发生煤气加热炉.....	孔昭田 狄荣春	(5 0 5)
31	LD铝合金精锻工艺试验研究.....	黄琼 周耀忠	(5 0 6)
32	液态模锻铝合金自行车曲柄工艺研究.....	计伟志 胡国方	(5 0 7)
33	FR系列金属材料热变形保护润滑剂的研制.....	李光远 栾慧智	(5 0 8)
34	高温高强钛合金大型压气机盘超塑性等温锻造 工艺研究.....	刘建宇 夏诚敬	(5 0 9)
35	锻模斜度在压入成形中的作用.....	光心敬	(5 1 0)
36	钎头模.....	余本源	(5 1 1)
37	自由锻造水压机锻造次数的估计.....	丁康之	(5 1 2)
38	电磁成形几个影响因素的研究.....	张守彬 程刚	(5 1 3)
39	柴油机连杆锻件图剖析.....	李寿国	(5 1 4)
40	锤上开式模锻打击能量对飞边料耗的影响.....	禹玉柱	(5 1 5)
41	D2801 钢整锻支承辊锻造技术.....	彭芸	(5 1 6)
42	重型柴油发动机曲轴的模锻.....	乔金山	(5 1 8)
43	双金属电渣熔铸模块.....	陈光富	(5 1 9)
44	滑动叉模锻和反挤压联合工艺.....	汤耀明	(5 2 1)
45	液态模锻复合浮右—铝复合材料的铝液渗透 深度的研究.....	何绍元 张锦升	(5 2 2)
46	成组锻模的设计与应用.....	王尚义	(5 2 2)
47	关于轴承套圈温挤压成形工艺方案的几点看法.....	金会栋	(5 2 3)
48	用模块扩孔法生产大型汽轮发电机护环.....	叶伟蓉 王太甲	(5 2 3)
49	管材卷边原理与模具参数优化设计.....	杨合 林兆荣	(5 2 4)
50	组合冷冲模具.....	侯振淑 王正平	(5 2 5)
51	斜齿轮齿部精冲成形.....	刘玉理	(5 2 6)
52	金属冲压零件的塑料化.....	韩英淳	(5 2 8)
53	黑色金属轴对称正挤压工艺及模具的设计 辅助设计.....	夏萼辉 张兴华	(5 2 9)
54	冲切滚压平面刀具的设计与应用.....	边国藩	(5 3 0)
55	锌基合金贝氏体叠层冲模的研究.....	潘书华	(5 3 2)

56	薄壁管缩口的应力、变形和缩口——拉拔成型法.....	陈先保	(533)
57	对H62黄铜板和L5—Y2铝板冲裁间隙初探	陈秀雄	(534)
58	M8X150长杆螺栓多工位冷锻机	殷洪福	(535)
59	方盒形件强制润滑拉深研究.....	刘良沐 李小玲	(536)
60	130汽车后桥半轴套管成形方法及横轧机.....	陈玉宝	(537)
61	电瓷钢脚的楔横轧工艺.....	叶绿波	(538)
62	CJ83系列液压模锻锤的研究.....	张天鹏 姜维林	(540)
63	压力机液压减振降噪装置的试验研究.....	李佐文 郭青山	(541)
64	顶杆联锁盘式离合器的噪声控制.....	程玉龙 尹元华	(542)
65	现代切边压力机的发展.....	区炎光	(543)
66	几类锻压机械的模拟加载方法.....	济南铸锻所三室	(544)
67	精密模锻伞齿轮的“一火两锻”新工艺研究.....	舒其复 张强努	(544)
68	锻锤砧下橡胶—弹簧隔振机理及设计原理.....	杨国泰 何成宏	(545)
69	C43—400公斤模锻空气锤的研制.....	刘荣丰	(546)
70	锻锤打击力的频谱分析及量值确定.....	黄吕权	(547)
71	Y26—100型100吨精密冲裁液压机结构设计.....	邹天凤	(548)
72	液压锤液压系统动态特性分析.....	李永堂 余祥贵	(549)
73	DDJS—1型多功能锻锤激光测试仪.....	霍启初 何金田	(550)
74	开式压力机机身计算及绘图程序.....	翟良贵 戚小慧	(551)
75	拌料机.....	管伯侠	(552)
76	对称式三辊卷板机的主驱动功率计算.....	杨日光	(552)
77	锌基合金制模工艺中控制收缩的研究.....	曾健华 曾光全	(553)
78	微型电子计算机在专用模具设计上的试.....	严治和	(554)
79	橡胶挤压工艺在自行车行业的应用及理论探讨.....	徐云生	(555)
80	楔形流动静压支承工作原理及计算方法.....	侯祥知	(556)
81	微机控制电液比例系统的研究.....	王懋瑶	(557)
82	连续模工位布置的计算机辅助设计.....	杨洪琴 储家佑	(558)
83	发生炉煤气对流快速加热炉的研究与设计.....	徐龙啸 黄遵循	(559)
84	提高机车车轴抗疲劳强度的探讨.....	李廷杰 李建辉	(560)
85	中频感应加热技术在我厂的应用.....	高业祥 黄英珪	(561)
86	美国波音747T1—6A1—4V下连杆锻件的化铣.....	史宏德	(562)
87	粘土质松轻体空心微珠耐火保温砖在锻造加热炉上应用.....	刘久禄 甄运通	(563)

一重厂转子锻件锻造工艺的演变和发展

第一重型机器厂 谢云岫

一重厂从五十年代末和六十年代初就开始试制转子锻件，二十年来，转子锻件的生产经历了两个发展阶段：1965年和1966年转子锻件的生产总合格率分别高达88%和85%，形成转子锻件生产的第一个高水平；自1974年后，转子锻件的生产又出现了第二个高水平。

一、转子锻件锻造工艺的第一次变革（1964—1967）

本次变革的主要内容是：

高温扩散加热、宽砧、大压下量锻造法（KD锻造法）的创立和应用。

1、起点和当今的水平

五十年代末和六十年代初，一重厂开始试制5万瓩以下汽轮发电机转子锻件，至1963年以前，未能试制成功2.5万瓩及以上的转子锻件，基本原因，是由于当时一重厂处于建厂初期，技术人员、工人和干部在转子锻件的生产方面都还缺乏经验。

廿年来，经多方面的努力，转子锻件的质量水平，以20万瓩转子锻件为例，已赶上或接近日本进口的同类产品水平。

从表1和表2可以看出，两国转子中心孔芯棒的强度指标接近，部分塑性，如断面收缩率，一重厂稍低，而冲击值一重厂则远远高于日本达一倍以上。晶粒度一重厂一般为5到6级，日本为7到8级，日本占优势，而日本转子的脆性转变温度FATT值在零度以上，中国（一重）的则在零度以下，大大优于日本。

2、高温扩散加热、宽砧，大压下量锻造法（简称KD锻造法）的创立。

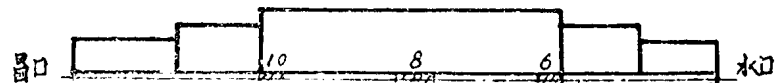


表1 20万瓩转子中心孔芯棒性能

从1963年下半年起，各级领导开始重视转子的生产，工艺人员查阅了国外，特别是苏联转子锻件生产方面的有关资料，吸取国外先进经验，针对以往失败的原因，提出了一系列改进转子锻件锻造工艺的技术措施和合理化建议。

（1）由锻粗、压扁方，经中间退火，再压圆出成品的原工艺方案改为经两次中间锻

熔 炼 号		σs		σb		δ%		ψ%		ak					
		— 重 优 级 品													
		≥55		≥70		≥16		≥30							
1	18041	6	65	65	77	77	21.5	20	72	70.5	25.5	26.3	26	28.1	
	28085	8	66.5	66	79	79	18.5	19.5	66	65	21.9	22.7	20.7	22.5	
		10	67	67	77.5	78	21	20.5	72	71.5	25	26.8	25	27.9	
2	18046	6	65	64.5	76.5	77	23	22.5	73.5	73	29.2	28.8	28.2	26.5	
	28064	8	66	65	79	79	21	19.5	65.5	68.5	23.5	21.8	22	24.5	
		10	65	64.5	78	78	21.5	20	70	69	25.5	24.6	25.8	24	
3	日本进口	6	61.9	63.8	75.4	75.2	21.2	21.6	70.3	69.8	17.9	11.8			
	20万转	8	66.1	66	77.7	77.7	19.5	20	68.6	69.8	8.8	13.2			
	子	10	67.6	67.1	80.9	80.9	20.5	20.4	69.8	69.2	12	11.4			

粗再拔长出成品的工艺
方案。

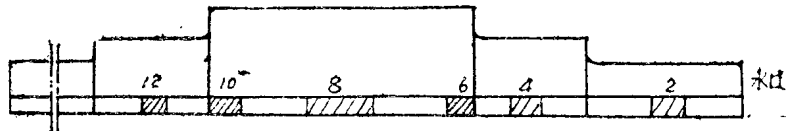
表 2

20万瓩电机转子指标目中对比

序号	熔炼号	超声波探伤	中心孔 检查	H_2 ml/ 100g	取 样 部 位	金 相 检 验				F A T T ℃
						金相组织	晶粒度	氧化物	硫化物	
1	18041 28059 (一重)	无 $\Phi 2$ 以上 缺 陷	合 格	2.1	6	索氏体	5-6个别4	1	2	
					8	"	"	1	1.5	- 9
					10	"	"	1	1.5	- 29
2	18046 28064 (一重)	无 $\Phi 2$ 以上缺 陷,有草状波, 波幅 $< \Phi 2$ 当 量波高时底波 没明显影响	合 格	1.79	6	"	5-6个别4	1	2	
					8	"	5-6	1.5	1.5	- 14
					10	"	5-6	1	1.5	- 34
3	日本进口 20万转子	未发现缺陷	未发现 缺 陷		6					+ 6
					8	索氏体				+ 12
					10					+ 9

明显的。
根据以上分析,决
定去除压扁方工序。为
不减少锻比,采用两次
中间 敦粗工序代替 敦
粗压扁方中间退火的锻
造工艺。

(2) 采用宽砧子
锻造



从金属压力加工原
理可知,为了锻合钢锭内部冶金缺陷,使金属致密改善锻件质量,在锻造时,应使变形金
属体内任一点作用着三向压应力,并力求在一些局部变形状态图中,避免作用着明显的拉
应力。研究结果表明,当相对进给量 $L/H \geq 0.5$ 时,在横截面这一部分,拉应力不明显,
随 L/H 值的增加,开始作用压应力。

一重厂 12500吨自由锻造水压机的普通砧宽为 850毫米, L/D 值小于 0.5, 特别当
锻造 10 万瓩以上转子锻件时, L/D 值更小,不能满足锻合钢锭内部缺陷的要求,为此,
专门设计制造了 1200毫米宽砧。表 3 为两种不同宽度的砧子在锻不同容量的转子锻件时
的 L/D 值。

表3 两种宽度砧子 L/D 值一览表

(3) 采用大 压下量锻造和高温 扩散加热 金属内部缺陷 锻合的过程大致可 分为两个阶段:第 一个阶段为闭合;	电机转子容量(万瓩)	钢锭坯料敦后直径 D	相对进给量 L/D	
			850毫米	1200毫米
第二个阶段为焊合。	2.5	$\Phi 1900$	0.45	0.63
	5	$\Phi 2200$	0.39	0.55
	10	$\Phi 2400$	0.35	0.50
	20	$\Phi 2600$	0.33	0.46
	30	$\Phi 2800$	0.30	0.43

闭合阶段,要求压机单次压下具有大的压下量,以使锻件心部产生足够的锻比,使
钢锭中原有的气孔,疏松等缺陷内壁达到闭合的程度。

在跟班生产中,工艺人员进一步观察并总结出,在高温下施以大压下量锻造,可使
钢锭坯料表面已存在的横向裂纹伸开。

根据上述研究和实践经验,决定改变原12500吨水压机拔长锻造压下量一般不超过200毫米的规定,对不同容量的转子在敦粗后拔长的压下量分别给予规定,见表4。

表4 压实锻造大压下量之规定

转子容量(万kW)	2.5~5	10	20~30
敦后直径(毫米)	1900~2200	2400	2600~2800
单次压下量(毫米)	250~300	300~400	400~500

缺陷焊合阶段,需要具有高温的条件。

在锻造温度下,延长保温时间,可提高钢锭心部温度并使其与钢锭表层温度差减少,为心部缺陷焊合创造有利条件。

此外,延长锻造温度下的保温时间,可使钢锭微观偏析(枝状晶内化学成份偏析)经高温扩散而部分被消除或减弱。

为此,决定延长敦粗拔长一火的加热保温时间为普通锻件加热保温时间的二倍以上或更多,见表5。

表5 压实前高温扩散加热保温时间

高温扩钢号	30Cr2MoV(P ₂), 34Ni3Mo, 26Cr2Ni ₄ MoV, 34CrMo1A		
敦加热、宽锭重(T)	22~57	70~125	≥137
砧、大压保温时间(h)	25~30	35~40	45~60

下量锻造法(以下简称KD锻造法)从此诞生。KD锻造法的创立和应用于转子锻件的生产是本阶段转子锻造工艺变革的重要内容,也是一重厂转子锻造工艺中最显著的特点。

(4) 锭型的选择及其有效利用

与炼钢专业人员相结合,采用大冒口和大锥度锭型,以提高原钢锭的内部质量;加大水口端切除量,由原工艺的5~7%增至10~15%,汽机转子为15~20%。

(5) 进行减少中间敦粗次数的试验。

2.5万千瓦及以上转子锻件在本阶段变革初期均已改为采用两次中间敦粗工序。

一些资料介绍,当敦粗后拔长锻比大于3.5~4时,锻件纵向和横向机械性能,特别是塑性和韧性已无明显增加。

1965年起,采用一次中间敦粗工序生产2.5万千瓦转子锻件已成为可能。

1966年初对投产的八支2.5万千瓦的转子钢锭在经第一次中间敦粗拔长之后,经退火冷却全部进行了毛坯探伤,检验结果非常令人满意,所有锻坯均未发现大于Φ2当量的缺陷。

本阶段锻造工艺的变革,特别是KD锻造法的创立和应用,为促使转子锻件生产质量第一个高水平的出现起了重要作用。

二、锻造工艺的第二次变革(1974—1980)

在这段时间内,我们对转子锻造工艺进一步开展了科研和试验工作,并在一些重大课题的研究上取得了显著成果。这些课题包括:中心压实法锻造;用上下V型宽砧锻造(高温扩散加热、宽砧、大压下量锻造法的发展)和减少敦粗次数的试验等。

这一阶段工艺变革的显著特点是:一次中间敦粗加中心压实法锻造或用上下V型宽砧、大压下量锻造(KD锻造法之发展)取代了二次敦粗加上平下V型宽砧锻造。

1、中心压实法锻造

中心压实法锻造又称硬壳锻造,在日本称为“JTS”法,亦称“降温锻造法”①。

中心压实锻造法

(1) 用中心压实法锻造10万千瓦转子锻件试验方案的制订

1973年上重厂曾用一根废转子做了中心压实试验，并用上、下对称小砧子进行转子锻件的压实锻造。后来又用中心压实法，采用一个10万千瓦转子锻件的钢锭(87吨)，给予一定的锻造比，然后，再施以中心压实法锻造。在压实前后，锻坯进行扩氢细化晶粒处理和经机加工至同样表面光洁度，进行超声波检验。

1) 敦粗后拔方至中

1300后，扩氢退火，并经两次正火以细化晶粒。

2) 邻近两侧面加工至W5后进行探伤。

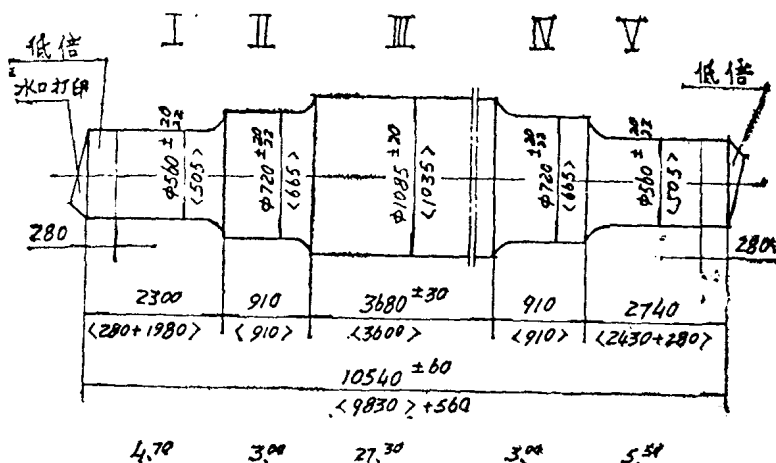


图1 一重厂10万千瓦电机转子锻件中心压实试验方案锻件名称：10万千瓦汽轮发电机转子

材质S34crN13Mo

锻件重43.5T 锭重：87T 锻造比2.44

3) 中心压实及热处理后在原加工面加工至W5再进行探伤。

(2) 中心压实工序操作规程

1) 降温将坯料套在套筒上，喷水冷却适当进行移动与转动，力求表面各处温度均匀温降至750~700℃(表面)无明显回升时开锻。

3) 中心压实

(a) 顺锤压下，满砧进给压下200

(b) 旋转90°

按同一方法压另一侧

当温度高于800℃

时喷水冷却表面

750~700℃压实。

一重厂使用上小

砧和下平台进行中心压实，可最大限度地保持硬壳，起到“封闭模膛”的作用。

至1978年，一重厂采用中心压实法锻造的转子锻件，共计31根。

中心压实工艺参数

坯料加热温度(℃)	开压温度	上锤宽×长	上砧宽与坯料宽比	压下量	压下比%
1220℃	750~700℃	900×1200	70%	100~120	7.7~9.2

2、上下V型宽砧锻造——高温扩散加热、宽砧 大压下量锻造法(KD锻造法)的发展。

(1) 课题的提出

30Cr₂MnV(P2)钢是我国汽轮机高中压转子锻件采用的钢种,该钢的锻造性较差,锻造时常因产生裂纹而报废。还由于冶炼时钢水流动性差,非金属夹杂物不易上浮等原因,致使超声波探伤和中心孔检验时因非金属夹杂物超标者更多,因此P2钢汽轮机转子的成品率很低。

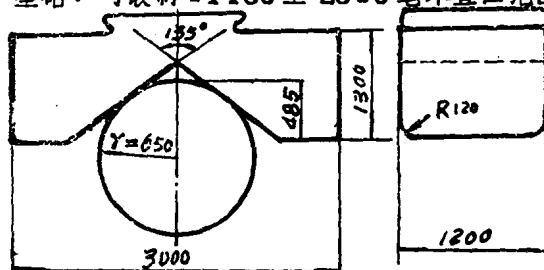
为了提高汽轮机转子钢的锻造温度下的表面塑性,减少开裂并有效地锻合内部冶金缺陷,在总结国内外经验的基础上,提出了采用上下V型宽砧锻造汽轮机转子锻件的技术措施。

(2) V型砧角度的设计和锻造操作

工艺人员在设计V型砧角度时,采纳了车间提出的角度尽可能大一些,以减少换砧次数的建议,最后确定上砧为135度角。为了充分发挥现有附具的作用,暂用现有110度下V型砧块。第二步再向上下135度V型宽砧过渡。

采用上135度角,下110度角的V型砧,可锻制Φ1180至2850毫米直径范围的锻坯。图2为135度角上V型宽砧。

经生产实践总结出,使用上下V型砧拔坯时的操作要点:一定要沿进给方向依次拔长完一趟锤,再翻转90度进行拔长。



(3) 试验情况与结果

1975年,用上下V型砧试验锻造了二根20万瓩电机转子,熔炼号分别为375051和375052。上述两根转子在毛坯粗加工后探伤时,水口端轴颈和轴头均发现有连续性的非金属夹杂物存在,而375051尚被怀疑存在有裂纹,但缺陷均沿中心分布,在打中心孔后复探时,缺陷均被除去,可见采用上下V型砧锻造是使锻件中心线与钢锭中心保持重合的一种有效锻造法。

由于使用上下V型宽砧,在高温下施以大压下量锻造;单次压下量可达450—550毫米,因而可充分锻透,有效地锻合内部缺陷。

(4) 1975年,东北重型机械学院锻压教研室与一重厂锻造科一起做了上平,下V型砧,上下平砧,上下V型砧锻造压实效果的模拟试验。

试验结果表明,无论从锻合能力,中心变形程度,还是从试件心部的应力测定来看,采用上下V型砧均比采用上平下V型砧有利。

1975年以后,扩大了使用上下V型砧拔坯锻制转子锻件的批量生产。

使用上下V型宽砧锻制30Cr₂MnV(P2)转子,由于确立了一个使金属塑性得到提高的主应力图,所锻制的转子由于钢锭表面开裂而报废的情况还未遇到过。

三、对中心压实锻造法和上下V型宽砧

大压下量锻造法之评价

1、在对采用上下V型宽砧和中心压实法生产的转子锻件的质量进行比较之后,认为在目前所生产转子的尺寸和重量等级的情况下,两种锻造方法均能满足提高锻件内部质量

的要求。使用上下V型宽砧大压下量锻造，比使用中心压实法锻造具有如下优越性：

- (1) 可确立一个使金属塑性得到提高的主应力图；
- (2) 工辅具简单，锻造前花费换工具的时间短；
- (3) 操作方便；
- (4) 节约能源，不须降温锻造。

2、中心压实锻造法更适用于尺寸大，重量大的汽轮机和汽轮发电机转子、核电站转子的锻件的锻造，或综合使用两种方法锻造。

3、依上述分析，于1978年经研究决定，30万瓩及以下的电机转子锻件和包括60万瓩高中压汽轮机转子在内的全部汽轮机转子锻件（30万瓩汽轮机低压整体转子除外），均采用上下V型宽砧大压下量锻造法锻造。表6为1974年以来用上下V型宽砧和中心压实法锻制的锻件明细。

4、1974年至1980年，一重厂生产了2万瓩汽轮发电机转子共16根，质量全部合格，并荣获一机部颁发的质量信得过产品。

表6 74年以来用上述两种方法锻制的转子

后 记

本文至此介绍了一重厂1964年至1980年转子锻件锻造工艺的演变和发展，1982年以来，一重厂转子锻件的生产技术水平有了新的提高，锻造工艺也正在向完善化阶段发展。

年度	74	75	76	77	78	79	80	小计
中心压实	1	2	13	6	9			31
上下V型		5	4	22	11	13	2	57

一、30万瓩汽轮发电机转子锻件获机械部优质产品证书

1983年投料的两根30万瓩汽轮发电机转子锻件，两根转子各项检验指标均满足技术条件要求，并达到或接近国际先进企业标准——美国西屋电器公司标准的要求。机械部于1985年11月正式批准一重厂30万瓩汽轮发电机转子锻件为部优质产品。

二、高温扩散加热，上下V型宽砧、大压下量锻造法（KD锻造法）之完善

KD锻造法中关于大压下量锻造之压下量，在1985年以前只规定了最大压下量的范围，在锻坯压实过程中，还缺少严格的压下规程。自1985年以来，已初步制订了大压下量锻造之压下操作规程，并试用于生产，收到了良好效果。KD锻造法将趋于完善。

三、将综合使用中心压实法锻造和KD锻造法等锻造大型转子锻件

锻造专业人员将与炼钢和热处理等专业人员一起为一重锻件的更高水平做出自己的贡献。