

第三届陈维稷优秀论文奖 论文汇编

中国纺织工程学会 编

A COLLECTION
OF OUTSTANDING ARTICLES
WINNING CHEN WEIJI PRIZE
AT THIRD SESSION

中国纺织出版社

第三届陈维稷优秀论文奖 论文汇编

中国纺织工程学会 编

中国纺织出版社

(京)新登字037号

内 容 提 要

本书汇集了中国纺织工程学会设立的陈维稷优秀论文奖第三届获二、三等奖论文34篇,包括纺织厂技术改造、化纤、印染、针织、环保、纺机制造、纺织新产品、计算机应用等方面的优秀论文。书中还刊登了表扬奖论文目录。

本书可供纺织工业各行业企业、科研单位、工程技术人员及纺织院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

第三届陈维稷优秀论文奖论文汇编/中国纺织工程学会编. —北京:中国纺织出版社, 1994

ISBN 7-5064-1082-6

I. 第… II. 中… III. 纺织工业-科学技术-文集 IV. TS1-53

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第04507号

中国纺织出版社出版发行

北京东直门南大街4号

邮政编码: 100027 电话: 01-4662932

河北定兴县印刷南厂印刷 各地新华书店经销

1994年10月第一版 1994年10月第一次印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 12

字数: 291千字 印数: 1500

定价: 12元

编 者 的 话

第三届陈维稷优秀论文奖的征文主题是纺织工业的技术改造,由中国纺织工程学会和原纺织工业部计划司联合发出征文通知。总会共收到各省市学会报来推荐论文 133 篇。按照“陈维稷优秀论文奖评选条例”和“陈维稷优秀论文奖评选条例实施细则”的规定,其中9篇经形式审查不符合评选条例和实施细则的规定,其余124篇分别经总会所属各专业委员会评审小组初评,总会评委会复评审定,共评出二等奖1篇,三等奖34篇,表扬奖38篇。评审结果公布后在争议期间,评委会收到对一篇三等奖的不同意见,经研究作缓评处理。本论文汇编刊载了二等奖论文全文,三等奖论文压缩稿和表扬奖论文目录。

参加本书编审工作的有梅自强、张永椿、范翔、蒋文惠、屠仁溥、夏鹤龄、余启武、林国梁、丁绍俭、黄肇培等,主编梅自强。

中国纺织工程学会学术委员会

1994年2月

目 录

纺机薄小件孕育铸铁的研制	李 俊 (1)
纤维截面异形度的研究	王府梅等 (10)
碳化温度对聚丙烯腈基碳纤维结构与性能的影响	唐龙贵等 (15)
国内外清梳联部分关键工艺设备的调研与分析	费 青 (20)
德国特吕茨施勒尔清梳联的先进技术与工艺效果分析	邱鸣韵 (27)
新型化纤盖板针布的设计与性能研究	邱镇南 (32)
高密浅齿金属针布的工艺参数初探	酆东洲 (38)
梳棉机道夫新颖防轧调速及制动装置的研讨	陆惠文等 (43)
新型棉纺悬锭粗纱机的设计	袁景山等 (46)
INA-V型牵伸装置的国产化及优化工艺研究	周景宝等 (51)
ZZF-168型转杯纺纱机的设计原理与实践	徐惠君等 (58)
“ A ”系列棉纺设备的配套技术改造与实践	赵 强等 (63)
石家庄市棉纺织工业技术改造的实践与探讨	许国鼎 (68)
一种新型的剑杆织机引纬机构	石书义 (74)
多功能涤纶仿真毛条的研制	蔡为渊等 (78)
技术改造是企业生产发展的根本途径	顾凤珍 (83)
改进苧麻梳麻机 提高梳麻条质量	汪家骏 (88)
还原漂白剂的还原性能及其在真丝绸精练中的应用	汪 澜 (92)
真丝朦胧染色绸	李启光等 (96)
浅析经编袜品的研制与开发	张金宝 (100)
电脑调线大横条圆机面料的工艺设计及质量控制	范 勤 (105)
活性染料热焙固色时助剂的作用效果及机理研究	宋心远等 (110)
海藻酸酯的合成和性能研究	王春兰等 (115)
高含固自交联水性聚丙烯酸酯涂层剂的研制及应用	陈水林等 (122)
短流程前处理工艺有关理论和工艺	徐谷仓等 (127)
染色针织物油污洗涤剂的研制	施予长等 (134)
棉针织物缩水率测试的新方法	邱冠雄等 (140)
CVD 多层复合涂层的研制与应用	宋锡坤等 (146)
BC6型下支承锥面钢领的性能与应用	易 珊等 (153)
针织纬编工艺CAD系统的开发与 应用	何欣生等 (158)
国产电脑测配色系统及其应用	潘新慰等 (163)
清花车间滤尘系统的改造	王锡章等 (171)
织布厂的噪声治理及其建筑措施	刘济平等 (176)

医用纺织品的现状与前景.....	薛迪庚 (182)
附录.....	(186)
一、公告.....	(186)
二、第三届陈维稷优秀论文表扬奖论文目录.....	(187)

纺机薄小件孕育铸铁的研制

中国纺织机械股份有限公司 李 俊

(二等奖)

一、引言

纺机铸件多为薄壁小件,长期以来一直沿用HT150牌号进行大批量流水作业生产。这种铸铁强度低,易加工,但精度不高,使用寿命短。全国有80万台织布机,年消耗配件竟高达28000t以上,这种铸铁根本无法适应新型纺机对材质性能的要求。而用一般高强度铸铁,因白口倾向大,也无法生产新型纺机上的薄小件。所以研制适应新型纺机薄小件的高强度铸铁孕育处理工艺(用这种工艺生产的高强度铸铁称孕育铸铁),是我国纺机铸造行业所面临的紧迫而艰巨的任务。

为解决从国外引进的喷气织机及剑杆织机薄小件高强度铸铁的生产,上海中国纺织机械厂以TP500剑杆织机铸件为典型件,前后进行了3年多的生产研制工作,取得一定经验和教训。这类铸件形状复杂,除墙板外均系50kg以下的薄壁小件。要求材质强度高(200~300N/mm²),硬度低(小于HB210),组织均匀,断面敏感性小,在4mm壁厚处无白口。完成上述技术目标,应从熔炼工艺、化学成分组成和)孕育处理等进行全方位试验和研究。

二、试验条件

熔炼设备为3t/h冷风冲天炉、二排大间距、直线炉型。主要参数:送风强度130m³/m²·min,风压11000Pa,焦炭消耗15%,燃烧比60%,炉渣FeO小于2%,出铁温度1480~1530℃。

新生铁全部采用本溪生铁。焦炭使用一级镇江铸造焦。各种孕育剂均经破碎和筛分,验收合格后方可使用。

每次试验和试生产都对铸铁的抗拉强度、布氏硬度、白口深度、断面敏感性、石墨形态、基体组织和共晶团进行测定。

三、试验过程

从1985年3月开始,我们先后使用9种孕育剂如表1所示,分别对HT150、HT200、HT250、HT300牌号的铁水进行了百余次孕育处理试验,于1987年研制出适用于TP500织机薄小件生产的孕育铸铁工艺,并获1987年和1988年国家级QC成果奖。到1991年9月,已成功地浇注了TP500织机上的全部铸铁件及其它要求高的高强度铸铁件600余吨。

四、孕育剂选择

用表1中各种石墨化孕育剂对低碳当量铁水进行孕育处理试验,结果表明(图1),碳

硅 (TG-1) 和复合孕育剂 (TG-1、SrI) 消除白口能力强, 孕育效果最好。尽管 硅铁也有一定孕育效果, 但与其它石墨化孕育剂相比较, 消除白口能力差。表 2 数据还说明, 随着时间延长, 硅铁要比硅钡衰退得快, 所以硅铁不宜作纺机薄小件的孕育剂。

表 1 孕 育 剂 成 分

孕育剂名称	代 号	化 学 成 分 (%)					
		Si	Ca	Ba	Al	Mn	其它元素
硅铁	75Fe-Si	75	—	—	<1.5	—	—
硅钡合金	SrI	73~78	0.1	—	0.5	—	Sr0.6~1.0%
硅钼合金	SMZ	60~65	0.5~1.5	—	1.0~1.5	5~7	Zr5~7%
硅钡合金	Ba I	60~65	1.5~3.0	4~6	1.0~1.5	—	—
硅钡合金	Ba II	60~65	1.5~3.0	4~6	1.0~1.5	9~11	—
硅钡合金	Ba III	60~65	1.5~3.0	14~16	1.0~1.5	—	—
低钛高品位稀土	—	36~37	1.80	—	—	1.26	ERE33% Ti0.9
稀土钙钡	Ba-Ca-ΣRE	48~52	1~3	2~4	—	—	ΣRE4~6
碳硅合金	TG-1	33~40	4~6	—	<0.10	—	C30~38

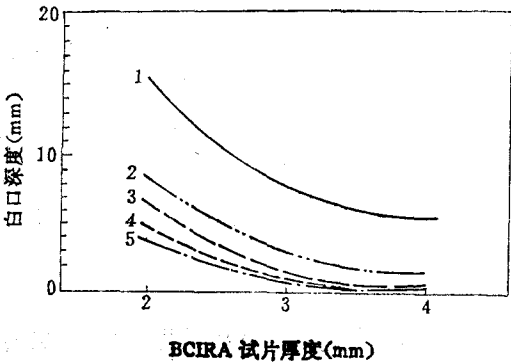


图 1 各种石墨化孕育剂对白口倾向的影响

1—孕育前 2—硅铁 3—硅钡 (SrI) 4—TG-1 5—TG-1、SrI

表 2 硅钡和硅铁孕育效果

取样时间	BCIRA 试片不同厚度上的白口深度					
	$\phi=2\text{mm}$		$\phi=3\text{mm}$		$\phi=4\text{mm}$	
	硅 钡	硅 铁	硅 钡	硅 铁	硅 钡	硅 铁
孕育前	白10、麻5	白10、麻5	白3.5	白3.5	白0.5	白0.5
孕育后30s	白3、麻2	白4、麻3	白1.5	白2	灰口	白0.5、麻1
孕育后13min	白2	白2.5	白1.0	白2	灰口	麻1.5

五、生产高强度铸铁途径

为了生产优质高强度铸铁, 从四个方面进行了工艺试验。

1. 改变化学成分 一般高强度铸铁仅以调整化学成分来得到, 这种工艺生产的铸铁综合性能一般较差, 白口倾向大, 难以加工 (表3), 且铸件断面敏感性大, 易产生裂纹。同时,

由于这类铸铁是靠降低碳当量来获得的,因而铸造性能差,废品率高,这一传统工艺将随着熔炼工艺水平提高而变化,因为它不能满足新型织机及其它机械对铸铁材质的要求。

表 3 一般高强度铸铁

碳 当 量 (%)	抗拉强度 (N/mm ²)	倾 向	
		$\delta=3\text{mm}$	$\delta=5\text{mm}$
3.96	255.78	白口	白 口
4.10	241.08	白口	2mpa白口

2. 用稳定型孕育剂处理高碳当量铁水 采用低钛商品位稀土、硅锆、稀土钙钡等稳定型孕育剂对HT150高碳当量铁水进行孕育处理,希望能提高铸铁机械性能,但是从表4和表5的试验数据中发现:(1)强度虽略有提高,但不足以提高一个牌号,而综合性能却有所改善,见表4。(2)布氏硬度有明显上升的趋势,见表5。

表 4 孕育剂对铸铁性能及组织的影响

指 标 加入量 (%)	抗拉强度 (N/mm ²)	相对强度 (RG)	相对硬度 (RH)	质量指标 (GZ)	金 相 组 织		
					石墨形态	石墨长度 (mm)	珠光体量 (%)
未孕育	227	1.10	1.00	1.10	A+B	40~50	90~95
0.15高品位稀土	232	1.31	1.02	1.28	A+B	30~40	>95
0.15硅锆	239	1.16	1.05	1.12	A少+B多	35~40	>95
0.20高品位稀土	232	1.51	1.08	1.40	A+B	25	>98
0.30高品位稀土	230	1.42	0.96	1.48	A+B	25	>98
0.40高品位稀土	240	1.64	1.02	1.61	A+B	25	>98

表 5 高品位稀土对铸铁硬度的影响

加入量 (%)	布氏硬度 (HB)		相对硬度 (RH)	
	孕育前	孕育后	孕育前	孕育后
高品位稀土0.15	186.75	199.80	0.9867	1.027
高品位稀土0.2	186.75	215.00	0.9380	1.080
高品位稀土0.3	186.75	197.00	0.910	0.960
高品位稀土0.4	179.00	209.00	0.910	1.02

据此,可以说对碳当量在4.3%以上的铁水进行孕育处理,很难获得较好的孕育效果,但由于布氏硬度提高,影响了加工性能,所以高碳当量铁水不宜进行孕育处理。

3. 用石墨化孕育剂处理低碳当量铁水 采用TG-1、SrI、BaI等石墨化孕育剂对HT200以上牌号的低碳当量铁水进行孕育处理,结果表明,抗拉强度并没有明显的提高,见表6。多年来生产数据也证明了这一点,即以石墨化孕育处理提高铸铁强度是不大可能的。

4. 高温熔炼提高铁水温度 冲天炉用铸造焦熔炼,铸造焦的各项技术指标优于冶金焦(表7)。使用铸造焦强化熔炼,在焦耗不变时铁水出炉温度要提高30~50℃以上,一般出炉温度在1480℃以上。由于铁水过热温度高,生铁的粗大石墨消熔后重新结晶,石墨变得细

小，多呈A型，见图2。冶金焦熔炼的铁水温度偏低，石墨多呈粗片状，见图3。熔炼HT200铁水时，由于冲天炉过热温度高，炉内渗碳率也相应提高，由用冶金焦时10%提高到40%以上。因此可大幅度增加废钢配比，由20%提高到45%以上。尽管废钢配入量增加，但由于炉

表 6

孕育对铸铁抗拉强度的影响 (N/mm²)

孕育前	编 号 σ_b	A60 288.12	A215 225.59	A84 246.92	A87 287.14	A92 265.58	A171 312.03
孕育后	编 号 σ_b	A60 ¹ 297.92	A215 ¹ 237.16	A84 ¹ 246.96	A87 ¹ 287.26	A92 ¹ 277.34	A171 ¹ 280.26

表 7

镇江铸造焦和上海吴泾焦组分比较

焦炭名称 \ 焦炭组分	固 定 碳 (%)	灰 份 (%)	挥 发 物 (%)	硫 (%)
镇江一级铸造焦	91.03	8.24	0.67	0.62
上海吴泾冶金焦	85.32	14.05	0.63	0.996

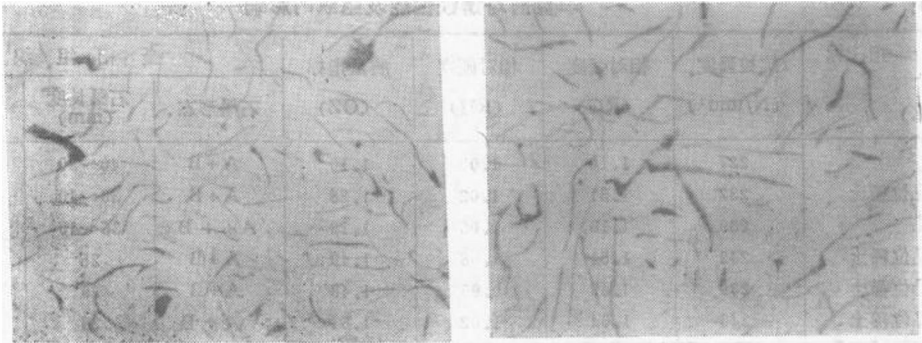


图 2 铸造焦熔炼的铸铁石墨形态100 ×

图 3 冶金焦熔炼的铸铁石墨形态100 ×

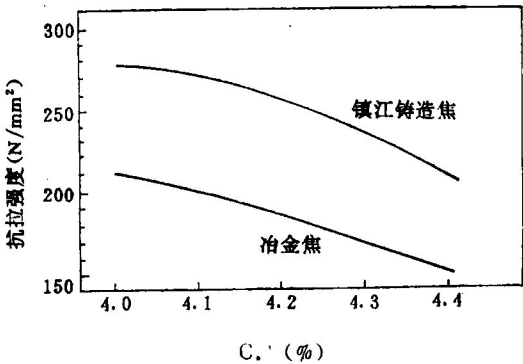


图 4、两种焦炭熔炼铸铁强度对比

内渗碳率高，所以铁水最终含碳量并没有降低，却由于石墨形态改善而提高了铸铁强度，见图4。从图4中看到，用两种焦炭熔炼，在相同碳当量条件下，经铸造焦熔炼的铸铁强度总

要比冶金焦熔炼的高出一个牌号，一般要提高40N/mm²以上。从使用两种焦炭的生产统计数据分析（表8），用铸造焦后，相对强度有明显的提高。

表 8 相同碳当量采用不同焦炭和废钢配比的强度变化

碳当量 C.E (%)	焦炭种类	废钢配比 (%)	增碳率 (%)	抗拉强度 (N/mm ²)	相对强度 (RG)
4.06~4.07	吴泾焦	23	12	214.61	0.973
	镇江焦	50	60	261.17	1.10
4.2	吴泾焦	20	10	208.74	0.977
	镇江焦	45	55	246.96	1.20
4.30~4.31	吴泾焦	8	0	166.60	0.93
	镇江焦	35	32	213.15	1.18

用传统的仅以改变化学成分来生产高强度灰铸铁的方法，白口倾向大、性能差，不能生产纺机薄小铸件。用稳定型孕育剂处理高碳当量铁水或用石墨化孕育剂处理低碳当量铁水，都不能使铸铁强度提高。使用铸造焦高温熔炼，采用较高配比废钢量，能显著地提高铸铁强度。

六、孕育处理对断面敏感性的影响

把不同孕育剂处理的铁水浇注如图5的阶梯试块，测定各断面上的布氏硬度值及断面敏感性，从而判断各种孕育剂的处理效果。硬度值是在阶梯试块两边各铣去5mm的表面测定的，测定值见表9。从表9发现，TG-1、SrI复合孕育处理的铁水，断面敏感性最小，最宜浇注纺机薄小铸件及其壁厚相差悬殊而又要求高的铸件。

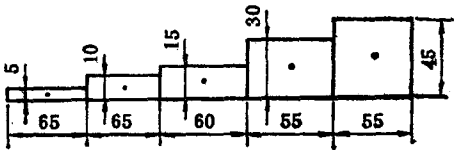


图 5 阶梯试块尺寸图 (试块宽65)

表 9 碳当量3.80%~3.83%时不同孕育剂对断面敏感性影响

性 能 孕育剂	阶梯试块不同厚度上的布氏硬度值 (HB)					ΔHB (mm)
	5mm	10mm	15mm	30mm	45mm	
75Fe-Si	468	274	263	232	230	238
BaⅢ	442	278	250	225	232	210
Sr I	313	266	245	232	231	82
TG-1	302	285	263	236	289	63
TG-1, Sr I	242	213	214	212	210	32

七、复合孕育处理效果

用TG-1及SrI两种石墨化孕育剂对低碳当量铁水进行复合孕育处理，获得更为理想的综合效果。

1. 复合孕育对机械性能的影响 采用TG-1和SrI复合孕育，发现孕育前后抗拉强度变化不大（见表10）。但抗弯强度和挠度值却大幅度地提高。图6和图7分别是孕育前后抗拉

强度与抗弯强度、抗拉强度与挠度的关系图。

表 10 用0.2%TG-1、SrI复合孕育前后强度变化 (N/mm²)

编 号	A ₅ A ₆	A ₈₀ A ₈₁	A ₁₆₇ A ₁₆₈	A ₁₈₉ A ₁₉₀	A ₂₀₆ A ₂₀₇	A ₇₈₄ A ₇₈₅	A ₃₁₇ A ₃₄₈
对 比							
孕育前	248.92	254.80	263.62	287.14	211.68	234.22	244.02
孕育后	236.18	266.56	262.64	290.08	214.62	233.24	241.08

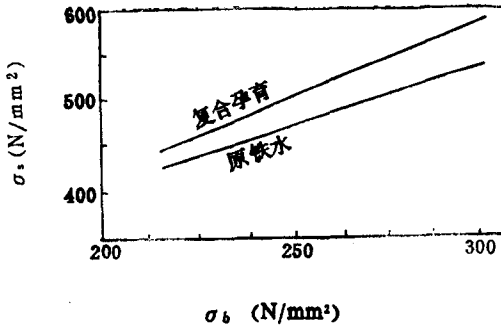


图 6 孕育前后抗拉与抗弯强度的关系

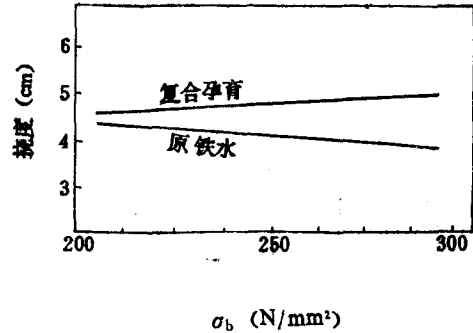


图 7 孕育前后抗拉强度与挠度的关系

2. 复合孕育对布氏硬度的影响 采用TG-1和SrI复合孕育后, 铸铁的布氏硬度有所下降, 见表11。

复合孕育处理后, 抗拉强度与布氏硬度之间关系见图8。从图8的回归分析结果看出, 经复合孕育处理的铸铁硬度比一般铸铁 ($HB=100+0.438\sigma_b$) 低得多。

表 11 复合孕育后布氏硬度(HB)变化

孕育前	编号HB	A ₅ 198	A ₈₀ 208	A ₉₄ 213	A ₁₃₁ 209	A ₁₈₀ 202	A ₁₈₉ 204	A ₂₀₆ 188
孕育后	编号HB	A ₅ ['] 186	A ₈₀ ['] 198	A ₉₄ ['] 209	A ₁₃₁ ['] 196	A ₁₈₀ ['] 195	A ₁₈₉ ['] 199	A ₂₀₆ ['] 183

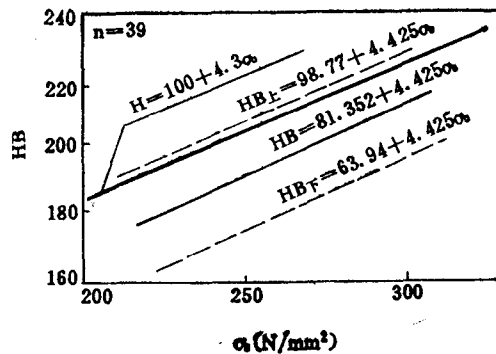


图 8 几年来孕育铸铁机械性能回归分析 (置信度95%)

3. 复合孕育对白口深度的影响 采用英国铸铁研究协会 (BCIRA) 标准试块, 见图 9。用厚度分别为2、3、4mm的薄片断面白口深度来测定复合孕育处理对减少白口倾向的效果, 见图10。

试验与生产表明, 复合孕育处理后, 各断面的白口深度明显下降, 4mm的断口处均未见白口。

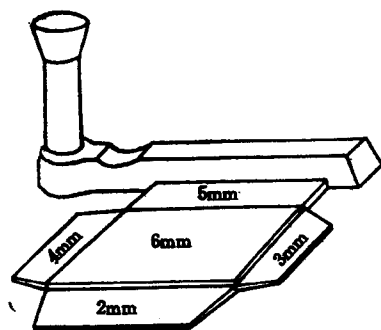


图 9 英国BCIRA试块 (图上数字为断面厚度)

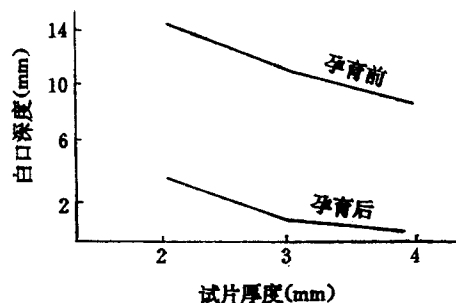


图 10 复合孕育前后白口深度变化

4. 复合孕育对综合性能的影响 复合孕育处理后, 抗拉强度虽没有明显的提高, 但综合性能指标却普遍提高, 见表12。综合性能一般指RG、RH和GZ三个指标。RG、RH用来评定和分析孕育效果, RG小于1和RH大于1都表示孕育效果不好⁽¹⁾。上海中国纺织机械厂孕育铸铁RH一般控制在0.8~1.0。GZ称为品质系数, 它是表示材质优劣、判断工艺水平的重要指标, 不能小于1。纺机薄小铸件孕育铸铁的生产工艺水平就是用此三项指标来衡量。

表 12 复合孕育前后综合性能变化

编 号	孕育对比	碳当量 (%)	抗拉强度 (N/mm ²)	布氏硬度 (HB)	相对强度 (RG)	相对硬度 (RH)	质量指标 (GZ)
5 A 6	孕育前	3.96	253	198	0.97	0.95	1.02
	孕育后	4.10	244	186	1.06	0.91	1.165
131 A 132	孕育前	4.04	275	209	1.12	0.95	1.18
	孕育后	4.25	258	196	1.31	0.93	1.41
189 A 190	孕育前	4.20	247	202	1.19	0.98	1.21
	孕育后	4.31	262	195	1.43	0.92	1.55
376 A 377	孕育前	3.93	273	190	1.02	0.875	1.17
	孕育后	4.16	284	184	1.29	0.83	1.54
1809 A 1810	孕育前	4.05	245	187	1.02	0.89	1.15
	孕育后	4.26	242	178	1.24	0.87	1.43

八、孕育铸铁的布氏硬度

一般高强度铸铁和孕育铸铁的重要区别之一就是布氏硬度值有明显差异。表13列出的国

内外各种标准硬度值表明，国内高强度铸铁首先以提高布氏硬度为前提，而意大利厂标的低硬度值说明他们工艺高水平，上海中国纺织机械厂孕育铸铁硬度值已符合意大利国标要求，这是孕育处理技术应用成功的结果。

同一铸件硬度值差距小，是孕育处理的效果。但硬度值高低可通过工艺手段来调节。纺机薄小件应控制低硬度；中件应适当放宽硬度值；厚大件的硬度值应提高，但决不能提到原国标规定的那种水平。在提高硬度值的同时，不要疏忽缩小同一铸件不同断面的硬度差。

表 13 高强度铸铁各种标准硬度值

牌 号	标 准 国 标 GB976—67 HB	意大利 UNI5007—69 HB	意大利厂标 TOVAGLIERI HB	中纺机 孕育铸铁 HB
HT 200	170~241	206	170~190	205
HT 250	187~255	220	180~200	215
HT 300	187~255	236	190~210	230

九、复合孕育对金相组织及共晶团的影响

铸铁经复合孕育后，消除了过冷石墨（见图11），增加A型石墨（见图12），尤其是共晶团数量显著增加，由孕育前的150个（见图13），增加到孕育后的300个（见图14）。

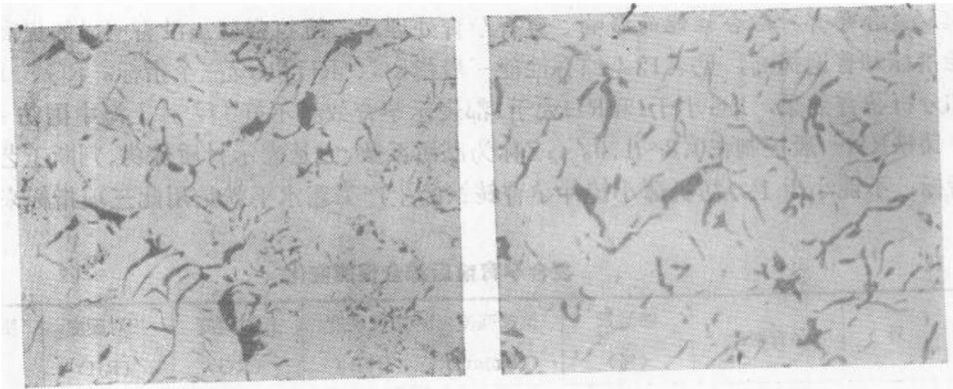


图 11 孕育前 100 ×

图 12 孕育后 100 ×

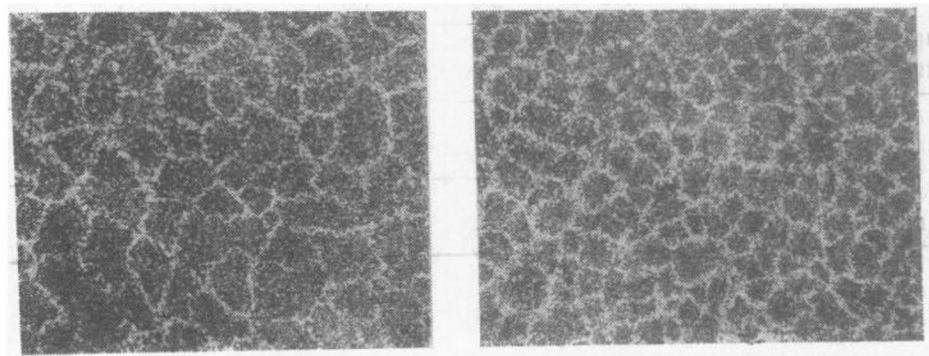


图 13 孕育前 100 ×

图 14 孕育后 100 ×

十、孕育铸铁特性

通过几年试生产表明,上海中国纺织机械厂已逐步形成一套较为完整的,特别适用于纺机薄小铸件的高强度孕育铸铁工艺技术。它是用高碳当量的高温铁水,经复合孕育处理后,得到一种既有高强度低硬度,又有最小断面敏感性、低应力铸铁。有4mm壁厚部分的铸件可不经热处理直接去加工。经生产测试,这种铸铁数据已接近意大利水平,见表14。

表 14 综合性能对比

生产厂	指 标	碳当量	抗拉强度	布氏硬度	综 合 性 能		
		C.E (%)	(N/mm ²)	(HB)	RG	RH	GZ
中国纺织机械厂 TOVAGLIERI		4.15	284	191	1.29	0.88	1.47
		4.20	308	205	1.50	0.88	1.70

十一、结语

1. 纺机薄小件孕育铸铁研制成功,突破了高强度铸铁在4mm薄壁处没有白口的难关,解决了纺机薄小件不能用高强度铸铁批量生产的难题。

2. 生产优质高强度铸铁应该采用提高铁水温度,改善石墨形态工艺,而不应该仅仅是调整化学成分。

3. 经复合孕育处理的铸铁,改善了综合性能,具有组织均一、断面敏感性小、应力低、便于机械加工的性能。

4. 铸铁孕育处理后,A型石墨增加,珠光体数量增多,共晶团数量增加,使铸件致密,确保铸件使用性能。

参 考 文 献

[1] 黄惠松、祝光荣,《现代铁水质量检测技术》,机械工业出版社,1988年。

[2] 《意大利灰铸铁》国标UNI5007—69,1962年。

纤维截面异形度的研究

西北纺织工学院 王府梅 赵 林 裴豫明

(三等奖)

一、引言

异形度是指纤维横截面的非圆形程度。下面简单剖析几种常见^[1,2]的异形度指标。

圆系数 = 异形纤维横截面积 / 异形纤维横截面外接圆面积 (1)

周长系数 = 异形纤维横截面积 / 异形纤维横截面周长组成之圆面积 (2)

这两个指标很类似, 其理论概念较适用于多边形、多叶形截面纤维, 但不适用于柞蚕丝、维纶以及其他鞋底形、L形等条状截面纤维。对于任何种类的纤维求其圆系数或周长系数时都涉及到求异形纤维的截面积或其周长, 这项工作的工作量很大, 精度很低, 且很难实施。

异形度 = (异形横截面外接圆周长 - 内切圆周长) / 外接圆周长 (3)

该指标适用的纤维种类与前两个指标相同, 在理论上解决了前两个指标中面积与周长的测量困难, 但实际上绝大多数纤维的内、外包络线为扁圆, 很难作出所谓的内切圆及外接圆。



图 1 具相同指标数值的两种纤维截面

形状系数 = (横截面周长)² / 异形面积 (4)

表面系数 = 横截面周长 / 纤度 (5)

这两个指标的最大缺点是周长测量难度大、精度低。从形式上看, 它们适用于任何种类纤维, 实际上这两个指标的分辨能力很低, 对于截面形态完全不同的纤维(如图1所示)可得到指标数值相同的结果。

二、异形截面特征分析及分类

1. 轮廓线多次凹凸变化, 形成叶片或凸起的粗糙小块 凹凸的深度(叶长)及频次是两个非常重要的因素。凹凸块或叶的形态受凹凸深度、频次、纤维细度、喷丝板成形等多种因素制约。

2. 轮廓线的内包络线形态 内包络线的形态反映截面的大致形态或者说忽略边廓高频波动后的形态, 称为截面的主体形态。现有异形纤维截面的主体形态有扁圆和折曲条状两种。

3. 截面内有否空隙及其大小

以上三大特征之间基本是相互独立的。用数学语言讲, 其本身构成一个三维以上的空间, 不可能用一维向量(单一指标)表达这个多维空间的事物。所以, 我们确定用多指标表达纤维的异形程度。

异形纤维可分为实心纤维和中空纤维两大类。实心纤维又可分为叶状截面纤维和折曲条状截面纤维。叶状截面是指截面的轮廓线相对于扁圆形内包络线多次凹凸变化,使截面显示为多叶形或多边形。叶状截面主要包括3、4、5、6叶各种多边形、双十形、卅字形、鞋底形和不规则叶状的粘胶纤维、腈纶、聚酯纤维等。折曲条状截面是指截面的主体形态为有弯折的条形。条状截面轮廓线的凹凸变化,使条的宽度非单调地变化。条状截面主要包括L形、弧形、桥形的维纶和一些改性腈纶等。而中空纤维可分为叶状、圆和折曲条状三类。

三、异形度指标

针对异形纤维的三大特征,选定了三方面共4个指标。

1. 凸叶高度D 对于叶状中空截面纤维

$$D = 20e/n\sqrt{ab} \quad (6)$$

对于折曲条状中空截面纤维

$$D = 4[(b_{\max}/b_{\min}) - 1] \quad (7)$$

2. 椭圆度

$$T = (a/b) - 1 \quad (8)$$

3. 截面折曲角

$$\theta = \text{条形截面中位线的初矢量与终矢量的夹角} \quad (9)$$

4. 空隙率

$$k(\%) = (A_1/A_0) \times 100 \quad (10)$$

式中: a 为叶状截面内切圆的长径或条状截面的中位线长; b 为叶状截面内切扁圆的短径或条状截面的平均宽度; n 为叶数; e 为叶总高(各叶高之和); $b_{\max}$ 和 $b_{\min}$ 分别为折曲条状(中空)截面的最大宽和最小宽; A_0 为异形截面轮廓线围成的面积; A_1 为中空部分的面积。中位线是指处在折曲条状截面宽度的中央,显示纤维截面弯折大趋势的折曲线。过中位线的起点和终点作切线,并将中位线由始到终的方向规定为二切线的方向,则构成两个矢量,分别称为中位线的初、终矢量。

凸叶高度 D 表示叶的相对高度,即截面轮廓线凹凸变化的平均深度。(6)式效果很好,常见异形纤维的 D 值分布在 $0 \sim 25$ 之间,同时满足灵敏度和稳定性两方面的要求。从原理上讲,折曲条状截面纤维也可用类似(6)式的凸叶高度指标,但由于条状截面宽度方向尺寸较小,截面轮廓线相对于内包络线的凹凸深度往往很小,作内包络线和测凹凸深度既费时又会带来较大误差,故确定选用(7)式。截面轮廓线单调变化时,规定 $D = 0$ 。

椭圆度 T 和截面折曲角 θ 用于表示截面的大致形态,叶状截面的 $\theta = 0$ 。空隙率 k 用于表示纤维中空度的大小。

上述指标可能对于某些种类的纤维数值恒定为零,即多种纤维实际所需的异形度指标个数小于4,如圆中空纤维的 $D = T = \theta = 0$,只需空隙率 k 一个指标就足够了。各类异形纤维实际所需的异形度指标见表1。

表1中4个指标能较全面地反映异形截面的主要特征。从理论上讲,不可能用有限维数组(有限个指标)确定任意纤维截面形态。因为,只有圆才能用1个指标(半径)表达;椭圆则需长、短径两个指标,三边形需3个指标;四边形需5个指标;确定其他复杂图形所需