

87年清华大学

硕士学位论文摘要汇编

COLLECTION OF ABSTRACTS
OF MASTER'S THESES

TSINGHUA UNIVERSITY

第二分册

清华大学 1987 年硕士学位论文摘要汇编

清华大学研究生院编

清华大学出版社

内 容 简 介

本书收入清华大学 1987 年各专业毕业并授予硕士学位的研究生论文摘要 679 篇, 主要内容为从事这项研究的目的意义, 采用的研究方法, 主要工作内容, 获得的结论及其实用价值。重点介绍了论文的新见解及创造性部分。

本书可供高等学校、科研机构的广大研究生、研究生导师、科研人员、高年级大学生、指导毕业设计的教师及工矿企业从事有关研究工作或技术革新的同志参考。

1987 年硕士学位论文摘要汇编

清华大学研究生院编



清华大学出版社出版

北京 清华园

清华大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 6.2 字数: 121 千字

1990 年 9 月第一版 1990 年 9 月第一次印刷

印数: 0001~450 定价: 2.00 元

ISBN 7-302-00723-3/T·8

前 言

为促进校际学术交流，广泛听取同行专家们的意见，提高研究生培养质量，现汇编出版 1987 年 清华大学《硕士学位论文摘要汇编》，供大家参考。

本汇编共分五个分册，按学科进行编排，同一学科内以答辩日期先后次序排列。

第一分册包括建筑系、土木工程系、环境工程系及水利系各专业。

第二分册包括机械工程系、精密仪器系及热能工程系各专业。

第三册包括电机工程系、无线电电子学系、计算机科学与技术系及自动化系各专业。

第四分册包括工程物理系、化学与化学工程系及工程力学系各专业。

第五分册包括经济管理学院各系、核能技术研究所、现代应用物理系、应用数学系及生物科学技术系等各专业。

本期《硕士学位论文摘要汇编》共收入 1987 年毕业并授予硕士学位的 84 级和 85 级硕士研究生学位论文摘要 679 篇。这些论文均已通过专家评阅和论文答辩。论文全文收存于我校图书馆及各系资料室。

我们恳请各有关单位的专家、同行学者和广大读者对论文中存在的问题提出宝贵意见；对编校工作中的错误予以批评指正。对此我们深表感谢。

编者

一九八九年八月

第 二 分 册

机 械 工 程 系

连续铸造球墨铸铁塑性变形的研究	李超荣	2—1
Q780—2 铸态珠光体球铁曲轴铸造技术与力学行为研究	王冬生	2—1
提高低合金高强度硅锰铸钢韧性的研究	孙新军	2—3
呋喃树脂自硬砂工艺及其原砂处理方法研究	张华堂	2—3
离心铸造大型铸态球铁管用新型涂料的研究	刘志明	2—4
D 型石墨铸铁的研究	杨晓峰	2—5
铜液氧电势测氧法和脱氧过程的研究	兰民国	2—6
气冲紧实工艺特性的试验研究	杨军生	2—7
空气冲击造型机紧实机构的研究	吴勤方	2—7
垂直分型大量流水生产铸态铁素体球铁试验研究	傅 江	2—8
球铁凝固收缩特性的试验研究及浇冒口系统		
设计软件 (FTCAD) 综合开发	杜克波	2—9
轴对称变形类模锻件锻模 CAD 应用系统研究	张锦星	2—10
密栅云纹图象光电扫描全场处理系统研究	路 伟	2—11
注塑模中融体流动的试验研究	陈朝刚	2—12
微型机液压缸辅助设计系统的研究与开发	张健平	2—13
大型锻件镦粗技与拔长复合变形的云纹法模拟实验	邱 柯	2—14
压力机安全装置设计与测试研究	张国强	2—14
锅炉火管胀接与扳边的研究	卜庆新	3—15
超高压大间隙往复运动密封研究	赵仁永	2—16
疲劳寿命估算中三维有限元程序的编制	王志起	2—17
大型支承辊淬火过程的数值模拟及工艺优化	徐景宏	2—18
大型锻造用钢锭数值模拟中冒口边界条件的处理及实验验证	张 阮	2—19
九江桥 15MnVN _y 钢埋弧焊焊缝强韧性研究	赵其旺	2—20
Si ₃ N ₄ 陶瓷与钢的钎焊	阎 平	2—20
智能化焊接跟 Si ₃ 视觉传感器的研制	朱卫安	2—21
9 %N _i 钢焊接接头不完全混合压冷裂敏感性研究	肖黎明	2—22
焊接残余应力对断裂参数的影响	张 鑑	2—23
双相不锈钢制转鼓体中残余应力的研究	康飞宇	2—24
双相不锈钢固溶态的显微组织和力学性能	墙 宇	2—25
非晶态合金 Fe ₇₀ Si ₅ B ₁₀ 的氢脆特性	刘一辉	2—26
新型 M _n —B 系空冷贝氏体铸钢强韧性规律的研究	高 峰	2—27

录音磁头磨损性能和电磁性能与走带速度之间关系的研究	吴永玲	2—28
结构陶瓷材料的磨损研究	狄向东	2—29
塑料模具刷镀光亮镍镀层的研制	刘建光	2—30
非晶态刷镀层的晶化和微晶态刷镀层特性的研究	郑文杰	2—31
阴极保护对海洋结构用钢(16MnNb)低周腐蚀疲劳行为的影响的研究	王宝康	2—32
破碎硬矿石齿板的耐磨性及表层组织转变的研究	朱征瑜	2—33
低合金钢磨球材料 M/B 组织耐磨性的研究	周旭芒	2—34
半导体器件外引线的电镀生产工艺及其问题的研究	张弓	2—35

精密仪器与机械学系

磁盘平面度测量的实验研究	黄克坚	2—36
激光光纤准直仪的研制	陈京念	2—36
蛋白电泳激光扫描光密度计系统设计分析及实验研究	史祺	2—36
高效率多光束二维分光元件及其在光学逻辑处理中的应用	卞新高	2—37
红外数字波面干涉仪的数据采集及处理	许自阳	2—37
光电混合法空间频谱分析及其在机器视觉中的应用研究	孙一斌	2—38
二维旋光准直仪的信号处理及自动补偿	陈文正	2—39
光盘预刻槽刻划机构中直线进给速度伺服控制系统的研制	黄小萍	2—40
磁镜偏频激光陀螺的改进研究	韩宗虎	2—41
激光外差干涉用于磁盘轴向偏摆测量的实验研究	吴昌青	2—41
面阵 CCD 图象测量系统及其在高精度激光准直中的应用	张云祥	3—43
多波长激光器二级合成波长校准方法的研究	谢正	2—44
分离机床主轴轴向窜动的大轴端面圆跳动和全跳动测量的实验研究	汪茜	2—45
汉语浊音特征提取及识别方法的研究	章超	2—46
微尺寸测量计算机控制及信号处理系统的研究	张利群	2—46
光栅扫描光电微尺寸测量系统的研究	孙维	2—47
单片机控制静压轴承微进给系统的实验研究	傅晓艺	2—48
0.633 μm He—Ne 纵向塞曼激光器稳频方法的研究	邵学	2—49
应用 SSPDA 的激光干涉测量系统的实验研究	王剑	2—50
伺服式超低频振动传感器的研究	周宣菁	2—51
汉语浊音基音同步采样装置	刘小兵	2—52
静电陀螺罗经的设计与实验研究	李劲冬	2—53
静电陀螺精度测试装置的设计与实验研究	黄健	2—54
汉语音节中浊音的特征提取及识别	张晶	2—54
光盘伺服系统的实验研究	张毅	3—55
激光衍射血红细胞膜变形性测量仪的研究	邓琪	2—56
静电陀螺平台测角系统的设计与实验研究	林川	2—57
塑料齿轮注射模 CAD 研究	陈国琦	2—58

渗碳材料接触疲劳问题的实验研究	符 晶	2—58
人体动力特性的遥测及研究	朱 勇	2—59
可穿戴动力式下肢截瘫患者助行器的研究	陈明山	2—60
多跨转子不对中的载荷分配与振动响应研究	季林红	2—61
自支承圆弧齿轮泵的动压分析和试验	万书波	2—62
滚动轴承典型故障的振动分析与诊断系统设计	薛 强	2—63
液晶添加剂摩擦学特性的试验研究	翟 骥	2—63
移动式机器人系统的研究与开发	荣松年	2—64
硬磁盘涂层表面高点铲刮实验研究	成 晔	2—65
机器人柔性手腕理论分析与试验研究	冯立群	2—66
轴类热锻模 CAD/CAM 集成技术的研究	曾铁军	2—66
双足步行装置控制逻辑的试验研究	化中强	2—67
降低冲床振动和噪声的试验研究	郁肅文	2—68
非圆表面数控车削系统的实验研究	薄建全	2—69
Si ₃ N ₄ 陶瓷磨削性能研究	龚惠民	2—70
模态分析与结构修改微机软件系统及其在加工中心中的应用	尉锡瀚	2—71
铣削自适应控制的实验研究	陈 光	2—72

热 能 工 程 系

利用模糊数学方法和电容传感器测量两相流含气率的研究	刁其忠	2—73
三角形斜波纹与人字形波纹槽道内的传热、流阻和流型显示	於云林	2—73
关于高分子聚合物添加剂对于较高流速下的		
过冷核流动沸腾强化的实验研究	贺建刚	2—74
管一翅片空冷器的传热、流阻和流型显示的实验研究	龚茂勤	2—75
水平管内强制对流凝结换热的实验研究	许 路	2—75
物体表面形状对热像仪测温的影响	袁浩江	2—77
声学法测量流体热物性的研究	李敬茂	2—77
流体 PVT 性质膨胀法实验装置的研制及流体($E_c = 0.27$)		
热力性质普遍化解析关联式的研究	赵国昌	2—78
10T/H 沸腾燃烧锅炉的动态模型与计算机控制系统的仿真研究	张 力	2—79
水平管内汽液两相流型鉴别和流型转换的研究	王名坚	2—80
锅炉对流受热面模块化数学模型	郑 力	2—80
L 型阀内气固两相流体流动特性实验研究	王安波	2—81
钢铁联合企业能源管理优化模型的研究	常安中	2—81
小型制冷系统动态特性实验研究	徐永晖	2—82
空调系统的参数自适应控制	朱 熙	2—82
溴化锂吸收式制冷机的优化与模拟研究	邵 伟	2—83
电站凝汽及回热系统模块化通用动态仿真软件	楼振飞	2—84

人工空气负离子与室内环境的关系.....	刘 燕	2—85
煤粉燃烧器内的三维湍流流场的实验研究.....	姜鹏志	2—86
陶瓷气门杆弹性接触应力及疲劳强度的研究.....	刘 勇	2—87
IBM/PC—DJM310A 混合仿真系统的建立及		
FCC 系统的混合实时仿真.....	刘少英	2—87
燃气轮机—加热炉联合系统优化设计的研究.....	李健民	2—88
旋转机械故障诊断的方法研究.....	刘利群	2—89
振动叶片粘性振荡流场研究.....	钟 山	2—90
温室型干燥系统的实验与模拟研究.....	范 新	2—91
化油器工作过程研究.....	王 璋	2—91
新型出油阀装置消除异常喷射的试验研究与机理分析.....	顾 新	2—93
汽油机微机控制系统开发装置的研制.....	扬瑞民	2—93
阻尼阀喷射系统的模拟计算研究.....	何建光	2—94
斜齿轮变形刚度和弯曲强度的研究.....	陈立新	2—94
影响车辆动力性和燃油经济性部份参数的敏感性分析.....	陆建辉	2—95
方向盘角阶跃瞬态响应试验数据处理方法的研究.....	宋 洁	2—95
坦克独立悬挂系统振动模态分析.....	唐劲松	2—96
汽车平顺性试验人体模型的研究.....	林 维	2—96
子结构灵敏度分析及修改方法初探.....	成 波	2—96
鼓式制动器低频振颤试验研究.....	王晓冬	2—98
汽车转向机构的优化设计.....	张宁一	2—98

连续铸造球墨铸铁塑性变形的研究

铸造专业研究生 李超荣 指导教师 吴德海

用 70 年代发展起来的,具有优异性能的水平连续铸造球铁棒材进行塑性加工,具有重大的工程价值。为此,本文研究了连续铸造球铁棒材的高温塑性、锻造和轧制的成型及其性能;并对利用加工后的余热在不同冷却条件下的组织性能及变形后的石墨形貌进行了研究。

研究得出,连续铸造球铁的压缩变形率要高于砂型铸造球铁;可自由锻造成各种形状;可模锻成球;可轧制成较完整的球。合金球铁用水玻璃介质处理能淬硬且沿断面硬度均匀,对于 $\phi 60\text{mm}$ 的球,硬度 HRC45—52,冲击韧性可达 $3.1\text{kg}/\text{cm}^2$ 。利用锻压后的余热进行等温处理,可达 $142\text{kg}/\text{cm}^2$ 、 $\delta = 8.7\%$ 、 $\alpha_k = 11.8\text{kgm}/\text{cm}^2$ 的优异性能。球铁经锻压后,石墨变成条状,铁素体也相应呈条状且数量增多。本文为连续铸造球铁的成型开拓了新的前景。

答辩日期:1987 年 12 月 5 日

Q780—2 铸态珠光体球铁曲轴铸造技术与力学行为研究

铸造专业研究生 王冬生 指导教师 柳百成

铸态珠光体球铁具有成本低,生产周期短,节省能源和设备等优点,因而在工业上得到较广泛的应用。目前,国内在生产上应用较多的铸态珠光体球铁的牌号一般为 Q760—2、Q770—2。为了扩展铸态珠光体球铁的应用范围,满足机械对材质性能更高的要求,有必要研制更高性能的铸态珠光体球铁。洛阳第一拖拉机厂引进的 100 系列柴油机曲轴要求其球铁材质的牌号达到 Q780—2,这提供了一个研究并应用高强度铸态球铁的机会。本文以 Q780—2 铸态球铁曲轴材质的研制为中心,研究了获得铸态球铁 Q780—2 所需的工艺及成份,并研究了二者对其组织、性能的影响;实验还测试了 Q780—2 球铁材质的断裂韧性 K_{IC} 并对其抵抗断裂的能力进行了评价。磷、锰是球铁中易于偏析,恶化其机械性能的元素,这种影响在铸态时更为明显。以前对磷、锰偏析的研究侧重于其组成与形成机制,本文应用电镜动态微观分析手段,直观、明了地揭示了磷共晶复合物对球铁断裂影响的微观机制。铜、锡作为强珠光体化元素,在铸态球铁的生产中得以广泛应用,但在其促进球铁珠光体化机理方面还有待进一步深入研究,本文对此进行了一些机理性探讨。

研究得出以下主要结论:

采用冲入法球化处理和随流孕育工艺, 在 $C=3.6-3.8\%$, $Si=1.8-2.2\%$, $P\leq 0.04\%$, $Mn\leq 0.3\%$, $S<0.02\%$, $Mg=0.04-0.065\%$, $Re=0.03-0.04\%$, $Cu=0.8-1.0\%$, $Sn=0.04\%$ 的成份范围内可以得到 QT80-2 铸态球铁, 其机械性能为: $\sigma_b 85-95 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_s 49-51 \text{ kg/mm}^2$, $\delta 5.3-5.6\%$, $\alpha_K 3.7-4.1 \text{ kgm/cm}^2$, HB: 287—305。

QT80-2 铸态珠光体球铁 K_{Ic} 测试与分析表明, 这种球铁是一种具有较高抵抗断裂能力的材质; QT80-2 铸态球铁的 K_{Ic} 121—135 $\text{kg/mm}^{-3/2}$ 。

电镜动态显微观察揭示了含有磷共晶复合物球铁的微观断裂机制: 在石墨球周围因塑性变形形成裂纹之前, 磷共晶复合物已经开裂; 复合物形成的裂纹经石墨球或直接与主裂纹连接, 使得球铁快速断裂; 在这个过程中, 磷共晶复合物既是裂纹源又起着裂纹在基体中扩展的桥梁与导向作用。

俄歇电子探针测试表明锡、铜在石墨球与基体界面处基体一侧有富集; 初步认为这个锡、铜富集层通过破坏铁素体生核基底与阻碍碳原子向石墨球的扩散, 阻碍球铁中牛眼状铁素体的形成, 从而促进球铁中奥氏体向珠光体转化。热分析测试表明: 锡还使球铁共析转变温度升高。

答辩日期: 1988 年 5 月 30 日

提高低合金高强度硅锰铸钢韧性的研究

铸造专业研究生 孙新军 指导教师 吴德海

自六十年代超高强度钢问世以来, 如何提高这类钢的韧性而不降低其强度一直是材料工作者重点研究的课题之一。本文作者选择价格低廉的低合金高强度中碳马氏体硅锰铸钢作为研究对象, 在分析了各种提高低合金高强度钢韧性方法的基础上, 重点研究了采用稀土复合变质处理以及高温奥氏体化淬火综合措施, 试图通过使组织净化和细化来提高该钢种的韧性。目标是在不降低强度的条件下, 力争使其冲击功 $24 \text{ J} (AK \geq 31 \text{ kg/cm}^2)$ 大于。

作者系统地研究了稀土硼、稀土钛、稀土硼钛三种复合变质剂加入量以及奥氏体化淬火温度对硅锰钢各种性能的影响, 确定了各种复合变质剂的最佳配比和最佳奥氏体化淬火温度。研究表明, 稀土硼、稀土钛和稀土硼钛复合变质处理以及高温奥氏体化淬火均能大幅度并稳定提高硅锰铸钢的强韧性, 其中以稀土硼处理效果最为显著。在实验室条件下, 经最佳处理后, 其冲击韧性和断裂韧性分别提高 1.3 倍和 20%, 达 55.3 J 和 117.5 Mpa-M ; 抗拉强度和屈服强度均提高 100 Mpa 以上, 达 1700 和 1400 Mpa; 延伸率提高 50%, 达 5.4%; 疲劳强度提高 14%; 达 288 Mpa; 而硬度为 HRC 48—52, 与原硅锰钢相当。同时可显著提高硅锰钢的低温冲击韧性, 在 -60°C 时, 冲击功仍可保持在 24 J 以上, 并显著提高硅锰钢的淬透性, 半马氏体距离由原来的 45 mm 增加到 60 mm 以上。

通过对组织观察和对夹杂物数量、尺寸以及表面化学成分, 韧窝密度, 马氏体尺寸, 奥氏体晶粒度和残余奥氏体数量的定量测量, 作者认为稀土复合变质剂可净化钢

液,显著减少夹杂物数量,消除气孔等铸造缺陷;它富集于夹杂物表面,阻止夹杂物长大,细化了夹杂物并控制其形态和分布;它富集于晶界,消除铸态针状铁素体,减弱或抑制网状铁素体;同时它能细化钢的组织,消除柱状晶及其缩松。在此基础上,在高温奥氏体化淬火时,可获得均匀、细小、具有位错亚结构的板条马氏体,并促进回火碳化物在板条马氏体晶内弥散析出,同时在板条马氏体之间获得微量残余奥氏体薄膜,由此,导致低合金高强度硅锰铸钢强韧性的显著提高。

此外,本文还对所研究的新工艺进行了生产验证,共浇注履带板 4 万余片,衬板 3 付,齿板 5 付,其中有 3 付齿板进行了实际装机试验。试生产和实际装机试验结果表明,改良后的硅锰铸钢(经最佳处理后,机械性能达(AK28J、 δ_b 1721Mpa、 δ_6 85%、HRC50)可代替高锰钢制造拖拉机履带板,颚式破碎机齿板和球磨机衬板,其使用寿命与高锰钢相当或稍有提高,而成本大为降低(每吨铸件可降低成本 300 余元)因而具有很大的技术经济价值。

答辩日期:1988 年 6 月 3 日

呋喃树脂自硬砂工艺及其原砂处理方法研究

铸造专业研究生 张华堂 指导教师 于震宗 余笃武

呋喃树脂自硬砂工艺是化学硬化砂工艺的最新发展,在国外已得到广泛应用。在国内,经过近二十年的实验研究和试生产,也已开始应用于生产,具有广阔的发展前景。但是,自硬砂工艺在应用中还存在不少问题,主要有:由于生产中没有有效的控制和检测自硬砂硬化反应的手段和仪器,因而由原材料、生产条件等因素变化而造成的生产不稳定得不到及时调整、改善;由于原砂质量差,因而使树脂加入量很高,所以自硬砂的成本一直降不下来。本课题正是在解决这两个问题上作了尝试。

为了测定硬化反应特性,研制了一树脂砂硬化特性测定仪。采用该仪器,可方便、准确地测定出自硬砂的硬化特性曲线,从而可确定出其可使用时间、起模时间等参数。生产试验表明,使用该仪器可以方便地检测出由于原材料、环境条件等因素变化而引起的硬化特性的变化,从而有利于及时调整配方、工艺等,以保证生产稳定,具有直观、准确的优点。本文对影响呋喃树脂自硬砂硬化和强度的因素进行了研究,对原砂、树脂和固化剂等原材料进行了选择,给出了合适的材料、最佳配方等。生产试验表明:采用选择的配方等生产砂型或砂芯可得到表面光洁、缺陷少的铸件,并可大大降低生产成本。

本文研究了原砂的处理方法,并选择了擦磨处理法。擦磨砂含泥量稳定在 0.06% 左右,其角形比原砂更圆,需酸量降低。采用擦磨砂生产自硬砂可显著降低树脂加入量,从而大大降低成本。擦磨砂生产率高、简单易行,具有广泛推广使用的价值。

实验中采用了图象分析仪对原砂的角形参数、尺寸参数进行了测定,具有准确、方便等优点,是一种有效的检测手段。采用扫描电镜对砂粒表面状况、自硬砂试样断口以及粘接桥断裂形式进行了检测,从而使实验结果更准确、更可靠。另外,采用拟合法和规定比值法对平均细度乘数进行了修正,其中规定比值法得到的乘数与砂粒理论比表面积成严格的比例关系,可作为计算平均细度的标准乘数。

答辩日期:1988 年 6 月 7 日

离心铸造大型铸态球铁管用新型涂料的研究

铸造专业研究生 刘志明 指导教师 于震宗 姜不居

用国产绝热涂料代替进口涂料应用于热模法生产大型铸态高韧性离心球铁管是国内亟待解决的问题。本文通过大量试验,首先对铸态球铁管涂料用耐火粉料硅藻土及粘结剂和悬浮剂用膨润土进行研究,根据我国目前硅藻土的开采使用状况,对几种质量较好的硅藻土原粉进行分析比较,选择了性能优良的长白一级硅藻土作为涂料用绝热耐火粉料,其二氧化硅含量高达 90% 以上,内部呈典型的硅藻多孔结构,耐火度高,绝热保温作用好。为消除硅藻土原粉中含有的约 3—8% 结合水,防止涂料发气过大,导致铸管出现气孔等缺陷,经试验确定硅藻土的煅烧工艺为:焙烧温度 800—850℃,煅烧后硅藻土熟料的灼减量小于 0.6%。由于硅藻土原粉的颗粒较粗大,为保证涂料具有良好的喷涂性能,还对硅藻土的超细粉碎方法进行研究,试验结果表明,经气流粉碎的硅藻土平均粒径在 8 μm 左右,并且能保持其硅藻多孔结构。

通过试验决定采用性能优良的刘房子钠质膨润土作为涂料的粘结剂和悬浮剂。

在大量实验的基础上确定了铸态球铁管用绝热涂料的配方为硅藻土 17.6%,膨润土浆为 11.8%、水 70.6%。在邢台钢铁厂铸管生产实践中证明,自制涂料的绝热性能好,发气量低、高温强度较高,清理性好,工艺性能稳定。用这种涂料生产的 $\phi 500\text{ mm} \times 6\text{ m}$ 的铸态球铁管,铁素体含量可达 80%,抗拉强度大于 48Kg/mm²,延伸率 3—6%,水压试验大于 35Kg/Cm²,铸管合格率达 80—90%。由此可见,自制涂料是性能优良的铸态离心球铁管用涂料。

用自制涂料代替西德进口涂料,经济效益显著,每年可节约人民币 20 万元以上,并可节约大量外汇。

本文还初步探讨小型离心铸管凝固过程的数值模拟方法及实际测温技术。采用直接差分方法对小型铸管的凝固过程模拟结果和实测铸管的冷却曲线大体吻合。自行设计的碳制、滑环装置对旋转物体温度场的测试是可行的。实测和计算结果表明,在试验条件下铸管表现为双向凝固,故铸管易在内部产生缩孔、缩松等缺陷。同时发现,涂料的绝热作用对铸管的凝固方式有重要影响,减薄涂料有利于铸管自外而内的顺序凝固,可有效防止针孔、缩松,龟裂相贯通,对提高铸管合格率有利。其它导热能力较强的涂料,如锆英粉涂料等,虽然能明显加强铸管自外而内的顺序凝固,获得较致密的铸态组织,但无法保证铸态铁素体基体的形成。

尽管本课题对涂料有关研究工作是针对邢台钢铁厂铸管生产而言的,但研制这类涂料还决定着热模法铸态球铁管这种工艺能否在我国推广使用,对我国今后球铁管的发展也有重要的现实意义。

答辩日期:1988 年 6 月 7 日

D型石墨铸铁的研究

铸造专业研究生 杨晓峰 指导教师 黄惠松

金型 D 型石墨铸铁具有比一般灰铁良好的机械性能、致密性和易切削性；与砂型灰铁相比，省能源、省力、环境清洁。因此在日本、欧美等国得到广泛的研究，目前世界金型铸铁年产量已达到 120 万吨，主要用于液压、气压等另件。

但是，金型快冷带来的白口倾向和 D 型石墨对过冷度的依赖，使消除白口和防止 D 型石墨粗化形成一个矛盾。另外有关金型 D 型石墨铸铁高强机制及进一步提高性能的方法也有很大争议。

因此，针对白口问题，本实验在前人工作基础上，从控制铸件冷却速度，增强孕育效果并使用 TiFe 合金来防止石墨粗化三个方面同时入手，首先解决稳定获得无白口细小 D 型石墨铸铁件问题，在此基础上，针对 D 型石墨铸铁中的两大特征—D 型石墨和奥氏体枝晶，用扫描电镜研究其在动态断裂过程中对裂纹的影响，希望能从材料断裂的角度理解其高强度的机制。最后，针对热处理能提高强度问题，系统讨论了热处理的作用规律及作用机制。

实验是在本校实验室进行的，用感应炉熔化首钢生铁，浇注 $\phi 20$ mm 金型试棒，模拟一般金型铸铁成份，所得结果如下：

在 $CE = 4.0 - 4.1$ ， $Si/C = 0.7 - 0.9$ 的铁水条件下，通过硅钼孕育剂、TiFe 合金和硅藻土涂料的联合作用，消除了 $\phi 20$ 金型试棒上白口和 A 型石墨，得到细小的 D 型石墨。这种铸铁的共晶团细小 ($4000 - 5000$ 个/ cm^2)，铸态下为铁素体基体，强度 $\sigma_b = 25 - 31 kg/mm^2$ 。经热处理后，石墨产生园钝化（粒状化），使 σ_b 提高 20—50%。热处理效果与保温度和加 Ti 量有直接关系，与保温时间及冷却方式（空冷、炉冷）关系不大。

对铸铁动态断裂过程的观察发现 D 型石墨比 A 型的细小、分枝频繁、断裂时，裂纹也相应发生频繁的分叉，有效地减缓了裂纹尖端的应力集中，致使裂纹扩展困难。从这一角度看，D 型石墨铸铁比 A 型的具有较高的强度。当奥氏体枝晶垂直于裂纹时，表现出强烈的阻碍裂纹扩展作用，但在本实验所得的 D 型石墨试棒中，奥氏体二次枝晶不发达，一次枝晶呈方向性排列，垂直于试棒，裂纹沿枝晶间的石墨区域扩展。此时，奥氏体枝晶对裂纹扩展没有显著的阻碍作用。

答辩日期：1988 年 6 月 8 日

铜液氧电势测氧法和脱氧过程的研究

铸造专业研究生 兰民国 指导教师 黄惠松 张九民

氧对铜中产生气孔、脆性、夹渣等缺陷影响很大。在铜的生产和铸造中，解决氧的测定问题，不仅可以有效地控制脱氧时间，防止脱氧不足或过度脱氧，提高铜及铜铸件的质量，而且可以缩短冶炼和熔炼的时间，提高生产率节省能源。随着铜的复合脱氧的发展，研究各种脱氧剂的脱氧速度和效果，会有利于制定更合理的生产工艺。

目前国内外生产上使用的测氧方法有，发气试样法、观察断口法、碳棒和收缩棒结合法、浓差电池氧活度法。前三种测氧方法的准确性不理想。在国外，浓差电池在铜液中测氧的应用研究，始于六十年代，七十年代已成功地应用于生产中了。我国从七十年代中期，开始了这方面的研究。现在已有两家工厂在使用浓差电池这一测氧技术。虽然浓差电池氧活度测氧法快速、简便、精确，但它测得的结果具有不可比性。用此法测得的结果指导制定控氧工艺，有时会出现混乱。为了生产高质量的铜，需要一种更好的测氧方法。

目前关于脱氧剂脱氧速度和效果的研究很少。据资料介绍，只有日本学者福迫达一等人研究了几种脱氧剂的脱氧速度及效果。一般关于脱氧剂脱氧效果的定性研究较多，而定量研究很少。现在铜液的脱氧剂加入量和脱氧时间，只凭生产经验估计。这种情况，不能满足生产高质量铜铸件的需要。

本文首先在理论和实验上证明了氧电势在铜水过热温度范围内 ($1100^{\circ}\text{C} - 1300^{\circ}\text{C}$)，近似与温度无关，而仅取决于铜水的化学成份等因素。提出了氧电势测氧法，并证明了此方法的可行性。探讨了影响氧测头和测试质量的各种因素。运用氧电势法测定了磷铜、铝、锌、钛、混合稀土五种脱氧剂的脱氧速度及效果，以及残余脱氧剂对铜的导电率的影响。

浓差电池氧电势测氧法，比氧活度法更简便、经济、可比性强。磷铜、铝、锌、钛、混合稀土的脱氧完成时间大约分别为，2分、4.7-5分、3-3.3分、5-13.3分、5.5-5.6分。铝和钛的脱氧产物在铸件中有残留。这五种脱氧剂中，磷铜的脱氧效果最好，残余磷对铜的电导率影响最大。

答辩日期：1988年6月8日

气冲紧实工艺特性的试验研究

铸造专业研究生 杨军生 指导教师 吴浚郊

气冲造型是近年来逐渐发展起来的一种新的砂型紧实法。研究其工艺特性，对于实际生产中，模样的设计和在模板上的布置以及改善气冲的紧实效果和均匀性具有重要的意义。

本文在接近实际生产条件的气冲造型试验机上,用不可拆砂箱和自制的可拆式砂箱(砂箱尺寸 600×450),利用砂型强度作为紧实度的衡量指标,从型腔轮廓和砂型侧面两个方面,对气冲紧实的工艺特性进行了探讨和研究。

模样的几何形状和尺寸,包括模样的高、长、顶面宽、拔模斜度、结构圆角以及由不同壁厚模样形成的吊砂的尺寸等,影响气冲紧实的工艺特性。通过试验和研究发现,气冲造型可紧实较高、较长和较宽的模样(实际造型和浇注的结果验证了此结论),模样的拔模斜度可以减小,紧实薄壁吊砂(模样壁厚 $\leq 6 \text{ mm}$)比厚壁吊砂(模样壁厚 $\geq 20 \text{ mm}$)更容易。

实际生产中,当模样的几何形状和尺寸确定后,模样在砂箱中的布置,即其吃砂量,对气冲紧实的工艺特性具有显著的影响。

引入“砂型强度相对变化率”的概念,分析了模样的几何形状和尺寸(主要是长、宽和高)以及吃砂量等对砂型强度的影响。结果表明,吃砂量是影响砂型强度的最重要因素。

当模样的吃砂量较小或厚壁吊砂的深凹比较大时,在砂胎或吊砂的入口(或根部)出现了“相对低紧实区”,该处砂型强度很低,这是气冲造型的一个弱点,它极大地影响着紧实的效果和均匀性。为探讨其形成机理,采用铺设膨润土薄层或不同颜色型砂的方法研究了型砂的流动。试验表明,“相对低紧实区”的形成可能是“楔形”砂流和型砂在模样顶面突然滞止而产生的横向流动和冲击推挤力综合作用的结果。据此发明了阻挡元件,它可阻止上述的横向干扰作用,从而消除“相对低紧实区”,减小模样的吃砂量,扩大吊砂的深凹比范围。

为了对气冲紧实的效果和均匀性进行定量评价,提出了“气冲紧实效果判据” γ_u 和用以评价紧实均匀性的指标“综合相对砂型强度” γ_c 。利用 γ_c 对气冲紧实效果进行了划分: $\gamma_c 25\%$ 为“相对低紧实”, $25\% < \gamma_c < 50\%$ 为“过渡紧实”, $\gamma_c 50\%$ 为“相对高紧实”。据此,可对模样的吃砂量和吊砂的深凹比提出具体要求,以指导实际生产。

文中还就排气塞对气冲紧实工艺特性的影响进行了试验和研究。

答辩日期:1988年6月9日

空气冲击造型机紧实机构的研究

铸造专业研究生 吴勤方 指导教师 任邦弼

空气冲击造型是利用快速释放压缩空气产生的冲击波作用在松散型砂上面使其一次性紧实的造型新工艺。为了把这种工艺很好地用于实际生产,本研究采用先进的动态测试系统在接近实际生产的条件下对空气冲击造型机紧实机构进行系统深入的研究。本研究以紧实效果(即冲击紧实后砂型的性能)为衡量紧实机构的主要性能指标,以冲击紧实时动态曲线为重要分析手段,通过改变紧实机构各参数进行了大量试验研究。试验结果表明,冲击紧实时型砂上方的气压 p_1 快速上升,当 p_1 达到所谓的冲击气压 Δp 时型砂开始向下运动,最后撞击模板被制动而紧实。型砂条件一定时,冲击气压 Δp

或升压速率 $\frac{\Delta p}{\Delta t}$ 与紧实效果有一定的对应关系。而 $\Delta p = \frac{16.24\sqrt{T_0} p_0}{V_1} \int_0^{\Delta t} S dt + p_{10}$, ($\Delta p/p_0 < b$ 时), 可见 Δp 由紧实机构中重要部件冲击阀和储气包的参数决定。通过对各种冲击阀的研究分析提出了决定冲击阀工作性能的三个结构要素: 冲击阀开启时阻流面积增长速率 dS/dt 、开启后阻流面积 S_0 的大小及分布、余隙容积 V_1 。冲击阀的设计原则是取 V_1 尽可能小、选择 dS/dt 和 S_0 的最佳配合以达到一定的冲击气压 Δp 。而 $\frac{dS}{dt} = k(v_0 + \int_0^{\Delta t} \frac{\sum F}{m} dt)$, 由此可以进一步分析并确定影响冲击阀工作性能的结构参数 k 、 v_0 、 $\sum F$ 、 m 等。除了 S_0 的大小对 Δp 有影响外, S_0 在砂箱面积上的分布影响 Δp 的分析, 对紧实效果也有较大影响。 S_0 的分布原则是在型砂难以紧实的上方适当加大 S_0 , 以增大该处的冲击力, 最终得到紧实均匀的砂型。储气包参数 (p_0 、 V_0 、 T_0) 决定了冲击紧实能源的大小。 $\Delta p \propto \sqrt{T_0} p_0$, 故生产中可改变 p_0 来灵活地调节砂型的紧实程度。对 V_0 的大小有一定的要求, 保证 V_0/V_1 的大小合适。此外, 填砂高度对冲击紧实效果也有一定影响, 发现空气冲击造型特别适合紧实砂箱较高的砂型。冲击紧实时顶紧机构将模板砂箱一起顶紧, 当顶紧力足够大时才能保证不喷砂, 从而得到良好的紧实效果。

总之, 通过本研究的大量工作初步建立了空气冲击造型机的紧实效果 $\longleftrightarrow$ 冲击动态曲线 $\longleftrightarrow$ 紧实机构参数之间的关系, 为空气冲击造型机紧实机构的开发设计、性能改进提供了一定的理论和实验依据。

答辩日期: 1988 年 6 月 9 日

垂直分型大量流水生产铸态铁素体球铁试验研究

铸造专业研究生 傅 江 指导教师 柳百成, 白天申

近十年来, 球墨铸铁生产发展的一个重要标志之一是采用型内孕育工艺生产铸态铁素体球铁。这种工艺方法的使用, 不但改善了生产环境, 方便省事, 而且经济效益很明显。我国从 1984 年正式采用这种方法生产汽车底盘球铁件, 但仅用在水平造型线上, 用的是石蜡型孕育块。石蜡型孕育块在生产条件不符合规范要求时, 容易在铸件上表面产生“亮点”缺陷。

本文描述了在垂直分型 DISA 造型线上采用型内孕育生产高质量铸态铁素体球铁的方法。通过使用自行研制的新型 TH-1 型内孕育块, 配以相应的反应室和横浇道, 可获得满意的效果。

为了试验检验孕育过程及其效果, 设计制做了二个专门试验模型——VM-1 模型和 HM-2 模型。在垂直分型 VM-1 模型中, 每个试棒都依照严格次序顺序充型; 在水平分型 HM-2 模型中, 横浇道位置比反应室底部低, 以便定量描述孕育块对铁水的孕育量。

大量筛选性试验结果表明, TH-1 孕育块具有室温强度高, 表面光洁、坚强, 发

气量适中,浇注对孕育块熔化速度影响小,孕育效果和抗衰退性明显等优点,是目前球铁生产中最为适合和高效的型内孕育块。

进一步试验研究表明,TH-1 孕育块的熔化是较为理想的逐层熔化。孕育块 熔 化表面积、质量、形状和模数等都对孕育块的孕育效果有不同程度的影响。工艺参数,如浇注温度和铸件壁厚等对孕育块的孕育效果也有重要影响。

对反应室具有残留孕育块部位检测与分析得出:TH-1 孕育块的孕育机理之一是由于Si 和 AL 的成分起伏,促进石墨形核、生长。

在中试车间生产现场浇注的减速器和转向螺杆箱均达到了预期的目的。铁素体量大于 75%,机械性能超过 QT 42-10 牌号。

此外,采用数理统计工艺控制法(SPC),结合电子计算机,研制开发出一套 THSPC 软件系统,用于对大量流水生产铸态球铁件的工艺过程控制和废品分析。通过对某球铁厂在采用石蜡型孕育块生产铸态铁素体球铁时出现的“亮点”和平均铁素体量偏低问题的分析,证明 THSPC 软件系统功能较强,实用可靠,是一个很有发展前途的 SBC 软件系统。

答辩日期:1988 年 6 月 9 日

球铁凝固收缩特性的试验研究 及浇冒口系统设计软件(FTCAD)综合开发

铸造专业研究生 杜克波 指导教师 白天申

国内外许多铸造工作者已对球铁凝固收缩过程作了大量研究,并编制了一些工艺设计程序。本文旨在研究浇注温度、铸型硬度、化学成分、孕育处理、碳当量、冒口颈模数等对产生球铁收缩缺陷的影响,并在原有工作的基础上全面开发了一套球铁浇冒口系统设计软件——FTCAD 软件。

作者以工厂实际生产条件为背景,设计了以六个不同模数的冒口颈连接六个模数为 1 Cm 的冒口对六个模数为 1 Cm 的立方块铸件进行补缩的试验方案,对各种不同的工艺因素如化学成分、铸型硬度、浇注温度、冒口颈模数等对球铸缩孔缩松的影响进行了综合研究,得出了一些有益的结果,并采用回归分析方法通过计算机处理导出了各工艺因素与收缩缺陷之间的定量关系式,为球铁工艺设计提供了新的依据。

本文还根据 DISA 线的生产要求,对两个汽车底盘件减速器壳和转向螺杆箱进行了工艺设计,并采用了平造立浇的模拟方法进行了现场浇注,尽管因手工造型铸型硬度较低,但通过调整工艺参数获得了一些成功的实例,找到了合理的工艺因素范围,为将来上线生产提供了试验依据。

此外,作者通过建立与 AutoCAD 接口技术,实现了浇冒口系统和模板图绘制功能,并且编制了 DISA 工艺设计程序,从而进一步完善和全面开发了球铁浇冒口系统设计软件(FTCAD)。该软件包括以下主程序,并可实现各主程序下的各种功能: