

铁路货车铸造技术

——摇枕、侧架、车钩

王春山 编著 陈伯施 主审

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

014044219

U27
03

铁路货车铸造技术

——摇枕、侧架、车钩

王春山 编著

陈伯施 主审



中国铁道出版社

2014年·北京



U27
03

内 容 简 介

铁路货车摇枕、侧架、车钩铸造技术是中国货车制造技术的重要组成部分,本书分为14章,包括绪论,摇枕、侧架、车钩结构及运用,技术标准,铸造工艺设计,铸造工艺数值模拟,造型技术,制芯技术,下芯、合箱、浇注技术,冶炼技术,材料及热处理技术,清理及焊补技术,检测及试验,无损检测,铸造技术管理等。

本书系统阐述了我国铁路货车关键零部件摇枕、侧架、车钩制造技术和管理的发展历程、技术创新、制造工艺及检验、工艺设计和技术管理,对我国铁路货车铸造行业近年来取得的技术进步和创新进行了全面总结。本书是编写组各成员长期理论研究和实践经验的积累,对铁路货车铸造技术的发展具有指导意义。

本书是从事铁路货车铸造技术研发、产品制造、检验及应用等工程技术人员,大专院校的师生,以及关注铁路货车铸造技术发展的相关人员系统、全面了解中国铁路货车铸造技术的窗口,是一本极具价值的专业技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路货车铸造技术:摇枕、侧架、车钩/王春山编

著. —北京:中国铁道出版社,2014.3

ISBN 978-7-113-18089-8

I. ①铁… II. ①王… III. ①铁路车辆—货车—车体
结构—铸造 IV. ①U272

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 034824 号

书 名:铁路货车铸造技术——摇枕、侧架、车钩

作 者:王春山 编著

责任编辑:黄 璐 王风雨

编辑部电话:010-51873138

电子信箱:tdpress@126.com

封面设计:崔丽芳

责任校对:马 丽

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京尚品荣华印刷有限公司

版 次:2014年3月第1版 2014年3月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:20.75 字数:414 千

书 号:ISBN 978-7-113-18089-8

定 价:80.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前言

信息、材料和能源是现代科学技术与人类文明进步的三大支柱。铸造技术作为材料科学技术的重要组成部分,是一门古老而又集多门现代科学技术于一体的材料成型技术。铸造技术的出现、应用和发展在人类社会发展中曾起到划时代作用,成为影响社会生产力发展的关键因素。今天,铸造技术在现代科学技术和人类生产活动中发挥着重要作用,在航天航空、交通运输、矿山冶金、电力机械、石油化工、现代国防等领域得到十分广泛的应用。

摇枕、侧架和车钩是铁路货车十分重要的铸钢件,不仅影响铁路货车的运行性能,而且关系到铁路运输的安全。我国铁路货车技术的不断发展,运行速度和载重逐步提高,对铁路铸钢件的制造技术和产品质量提出了更新、更高、更严的要求。积极推动铁路铸钢件制造技术进步,提升产品质量,对保证铁路运输安全具有极为重要的意义。

近年来,我国铁路货车铸造技术不断创新,尤其是以摇枕、侧架整体芯和自动化下芯工艺为代表的先进制造技术的研究应用,使我国铁路货车铸钢件制造技术达到世界领先水平,已形成一套系统的工艺方法、技术标准和管理规范。

本书系统地阐述了我国铁路货车摇枕、侧架、车钩的发展历程、技术规范、制造及检验技术,对我国铁路货车铸造技术的创新和进步进行了总结,是铁路货车铸造工程技术人员长期研究、实践成果的沉淀。本书是从事铁路货车研发、制造、检验及应用等工程技术人员,大、中专院校的师生,关注铁路货车铸造技术发展的相关人员系统、全面地了解中国铁路货车铸造技术的窗口。

本书由王春山编著、陈伯施主审。参加编撰的单位有:齐齐哈尔轨道交通装备有限责任公司、南车长江车辆有限公司、南车眉山车辆有限公司、内蒙古第一机械制造(集团)有限公司、晋西车轴有限公司、太原轨道交通装备有限责任公司、南车二七车辆有限公司。参加编写的人员有:焦辉、

景丹、刘文中、贾非、郝施奇、李竹、苟春林、岳国志、刘俊岭、宋仲明、刘胜田、刘成勇、宋德晶、秦晓峰、高金生、马庆林、崔世海、肖利民、赵庚宁、唐忠云、李岩、李正强、贾敏、陈拥军、刘幼平、王之成、杨晓明、张超德、石胜平、杜伟。

鉴于编者水平有限，书中不足之处敬请读者批评指正。

编 者

目 录



1 绪 论	1
1.1 我国摇枕、侧架及车钩制造技术的发展	1
1.2 我国摇枕、侧架和车钩关键制造技术	2
1.2.1 整体芯及自动下芯	3
1.2.2 B+级钢	3
1.2.3 钢水炉外精炼技术	3
1.2.4 射线探伤	3
1.2.5 荧光磁粉探伤	3
1.2.6 超声波探伤	4
1.2.7 尺寸检测	4
1.2.8 热处理技术	4
1.3 制造技术标准	4
1.4 技术管理	4
1.5 展 望	5
2 摇枕、侧架、车钩结构及运用	6
2.1 摇枕、侧架	6
2.1.1 货车转向架	6
2.1.2 摇枕、侧架的发展	8
2.1.3 摇枕、侧架结构	9
2.1.4 摇枕、侧架运用工况	12
2.1.5 摇枕、侧架典型运用故障	14
2.2 车 钩	16
2.2.1 车钩发展	16
2.2.2 车钩结构	17
2.2.3 车钩运用工况	22
2.2.4 车钩典型运用故障	24

3 摇枕、侧架、车钩技术标准	28
3.1 技术标准的发展	28
3.1.1 摇枕、侧架标准	28
3.1.2 车钩标准	29
3.2 现行技术标准	29
3.2.1 摇枕、侧架标准	29
3.2.2 车钩标准	38
3.3 国外技术标准	40
3.3.1 美国摇枕、侧架制造和检验标准	40
3.3.2 俄罗斯摇枕、侧架制造和检验标准	42
3.3.3 美国车钩制造和检验标准	46
3.3.4 俄罗斯车钩制造和检验标准	46
4 铸造工艺设计	48
4.1 铸钢工艺特点	48
4.1.1 一般铸钢件工艺特点	48
4.1.2 产品结构工艺性	49
4.1.3 铸钢件工艺设计原则及内容	49
4.2 摇枕、侧架铸造工艺特点	50
4.3 车钩铸造工艺特点	51
4.4 摇枕、侧架铸造工艺设计	51
4.4.1 浇注位置与分型面	51
4.4.2 浇注系统与冒口	54
4.4.3 砂芯设计	63
4.4.4 工艺参数	64
4.4.5 冷铁和铸筋	67
4.5 车钩铸造工艺设计	69
4.5.1 浇注位置与分型面	70
4.5.2 浇注系统与冒口	71
4.5.3 砂芯设计	76
4.5.4 工艺参数	77
4.5.5 冷铁和铸筋	79
5 铸造工艺数值模拟	81
5.1 铸造工艺数值模拟目的和意义	81
5.2 铸件充型和凝固	82
5.2.1 充 型	82
5.2.2 凝 固	83

5.3	铸造模拟技术原理	83
5.4	国内外铸造模拟软件	84
5.5	铸件数值模拟软件应用	85
5.5.1	软件组成	85
5.5.2	数值模拟的使用	87
5.6	摇枕、侧架铸造过程模拟.....	89
5.6.1	摇枕、侧架浇注过程模拟计算结果.....	89
5.6.2	模拟结论	97
5.6.3	试验验证	98
5.6.4	摇枕、侧架热应力及变形分析.....	98
6	造型技术.....	101
6.1	概 述.....	101
6.2	水玻璃砂造型.....	101
6.2.1	水玻璃自硬砂造型.....	101
6.2.2	CO ₂ 硬化水玻璃砂造型	108
6.2.3	水玻璃砂真空置换硬化造型.....	110
6.3	自硬树脂砂造型.....	111
6.3.1	呋喃树脂自硬砂造型.....	111
6.3.2	碱性酚醛树脂自硬砂造型.....	115
6.4	V法造型	115
6.4.1	V法造型工艺流程	116
6.4.2	V法造型注意事项	118
6.5	湿型砂造型.....	119
6.5.1	湿型砂性能和影响因素.....	119
6.5.2	湿型砂的配比.....	120
6.5.3	湿型砂混碾.....	121
6.5.4	湿型砂造型注意事项.....	121
6.6	涂 料.....	121
6.6.1	涂料的作用及性能.....	121
6.6.2	涂料的种类.....	122
6.6.3	涂料的涂敷.....	123
6.6.4	涂料的应用.....	123
7	制芯技术.....	127
7.1	概 述.....	127
7.1.1	摇枕、侧架制芯技术发展	127
7.1.2	车钩制芯技术发展.....	131

7.2 芯砂及制芯工艺	133
7.2.1 酯硬化水玻璃砂制芯	133
7.2.2 甲酸甲酯硬化水玻璃砂制芯	134
7.2.3 CO ₂ 硬化水玻璃砂制芯	135
7.2.4 CO ₂ 硬化碱性酚醛树脂砂制芯	136
7.2.5 三乙胺催化固化树脂砂制芯	136
7.2.6 Pep-set 酚醛树脂砂制芯	137
7.2.7 呋喃树脂自硬砂制芯	137
7.2.8 聚丙烯酸钠树脂砂制芯	138
7.2.9 覆膜砂制芯	138
7.3 整体芯制芯工艺	139
7.3.1 摇枕、侧架传统制芯工艺	139
7.3.2 整体芯制芯基本方法	142
7.3.3 振实挤压整体制芯工艺	144
7.3.4 盒内挤压锁芯整体制芯工艺	148
7.3.5 冷芯盒整体射芯工艺	151
7.3.6 壳芯锁芯整体制芯工艺	154
7.3.7 中央方框承台整体芯	156
7.3.8 车钩整体芯	157
7.4 制芯工装	159
7.4.1 芯盒结构	159
7.4.2 吊具结构	162
7.5 制芯设备	162
7.5.1 摇枕、侧架制芯线	162
7.5.2 摇枕、侧架整体芯射芯机	163
7.5.3 车钩射芯机	165
7.5.4 砂芯智能化存放库	165
8 下芯、合箱、浇注技术	167
8.1 下芯技术	167
8.1.1 下芯技术的发展	167
8.1.2 摇枕、侧架自动下芯	168
8.1.3 车钩机械或自动下芯	177
8.1.4 自动下芯的效果	178
8.2 合 箱	178
8.3 浇 注	180
8.3.1 钢包与浇注方式	180

8.3.2	浇注工艺参数	181
9	冶炼技术	183
9.1	电弧炉冶炼方法概述	183
9.2	电弧炉设备	184
9.3	冶炼工艺制订原则	185
9.3.1	冶金质量控制	185
9.3.2	技术经济指标	185
9.4	碱性电弧炉氧化法冶炼	185
9.4.1	补 炉	185
9.4.2	装 料	186
9.4.3	熔化期	186
9.4.4	氧化期	189
9.4.5	还原期	194
9.4.6	出 钢	197
9.5	钢水精炼技术	198
9.5.1	炉外精炼	199
9.5.2	摇枕、侧架、车钩钢水精炼	199
9.6	冶炼新技术	201
9.6.1	冶炼设备	201
9.6.2	电炉底吹搅拌技术	203
9.6.3	泡沫渣埋弧技术	203
9.6.4	二次燃烧技术	204
10	材料及热处理技术	205
10.1	材 料	205
10.1.1	摇枕、侧架用铸钢	205
10.1.2	车钩用铸钢	207
10.1.3	合金元素对铸钢性能的影响	207
10.1.4	有害元素及气体对铸钢性能的影响	210
10.2	金相组织及夹杂物	211
10.2.1	典型金相组织	211
10.2.2	非金属夹杂物	212
10.3	热处理技术	214
10.3.1	热处理工艺	214
10.3.2	热处理设备	221
11	清理及焊补	225
11.1	概 述	225

11.2	清砂及浇冒口去除	225
11.2.1	清砂方法	225
11.2.2	浇冒口去除	226
11.3	抛丸处理	229
11.3.1	抛丸强化工艺	229
11.3.2	抛丸设备	233
11.4	焊 补	234
11.4.1	焊补前缺陷清除	234
11.4.2	焊前预热	235
11.4.3	焊条选择	235
11.4.4	焊补操作	236
11.4.5	焊补质量要求	238
11.5	精 整	238
11.5.1	精整的内容和方法	238
11.5.2	表面质量评定	238
12	摇枕、侧架、车钩检测及试验	243
12.1	概 述	243
12.2	几何尺寸检测	243
12.2.1	样板检测	243
12.2.2	划线基准的确定	245
12.2.3	三坐标检测	248
12.2.4	超声波壁厚测量	248
12.3	材料检验	252
12.3.1	化学成分检验	252
12.3.2	金相组织检验	257
12.3.3	力学性能试验	262
12.4	摇枕、侧架强度试验	270
12.4.1	静载荷试验	270
12.4.2	疲劳试验	272
12.5	车钩强度试验	273
12.5.1	静强度试验	273
12.5.2	疲劳试验	274
13	无损检测	275
13.1	磁粉探伤	275
13.1.1	摇枕、侧架的磁粉探伤	276
13.1.2	车钩磁粉探伤	280

13.2	渗透探伤	283
13.2.1	渗透探伤的工作原理和操作步骤	283
13.2.2	渗透探伤痕迹和缺陷的评定	286
13.3	超声波探伤	287
13.3.1	摇枕、侧架超声波探伤	287
13.3.2	耦合剂	287
13.3.3	探伤灵敏度	289
13.3.4	探伤工艺过程	289
13.3.5	缺陷判别	289
13.4	射线探伤	290
13.4.1	射线检测系统	291
13.4.2	射线探伤工艺	291
13.5	DR 和工业 CT 检测	301
14	铸造技术管理	306
14.1	技术管理要点	306
14.1.1	工艺管理及文件控制	307
14.1.2	原辅材料的管理	308
14.1.3	测量装置和生产装备的管理	309
14.1.4	标志和可追溯性	309
14.1.5	人力资源	311
14.2	主要过程控制	312
14.2.1	冶炼	312
14.2.2	造型、制芯、合箱	314
14.2.3	焊修	314
14.2.4	热处理	315
	参考文献	317
	结束语	319

1

绪 论

20 世纪 90 年代以来,我国铸造业快速发展。2000 年开始我国各类铸件总产量连续稳居世界首位,2007 年各类铸件总产量达 3 127 万吨,约占世界铸件总产量的 $1/3^{[1]}$ 。近年来,铸造基础理论研究、制造技术和材料研究等方面取得的丰硕成果,装备能力和产品质量的大幅提升,为我国从铸造大国向铸造强国的转变奠定了良好基础。

随着国民经济发展和铁路货车重载提速运输的需要,我国铁路货车关键技术取得重大突破,形成了较为完善的研发平台和标准体系,整机制造水平逐步达到了世界先进水平,铁路货车大量出口至多个国家。

铸造技术在机车车辆行业中占有重要地位,铸钢件年产量约 22 万吨,占全国铸钢件产量的 20%左右;在货车三大件结构转向架中,铸钢件约占转向架总重的 50%左右。经过铸造工作者不断努力和创造,我国铁路货车摇枕、侧架和车钩制造水平得到了长足发展,特别是近几年来,铁路货车制造业联合攻关,对摇枕、侧架、车钩铸造技术进行了系统研究,我国铸钢摇枕、侧架、车钩的工艺、材料、检测技术得到了大幅度提升,制造技术和产品质量达到了世界领先水平。

1.1 我国摇枕、侧架及车钩制造技术的发展

摇枕、侧架和车钩涉及铁路货车的运行性能,关系到铁路运输的安全,是铁路货车十分重要的零部件。摇枕、侧架的制造技术和产品质量一直受到各国铁路车辆主管部门以及制造企业和运营商的高度重视。

20 世纪 50 年代,原苏联发明 CO_2 硬化水玻璃砂工艺,该工艺方法简便易行、价格低廉、污染程度低。我国机车车辆制造行业从 50 年代开始推广采用水玻璃砂工艺生产摇枕、侧架和车钩,到 60 年代中期,水爆清砂工艺的使用,解决了水玻璃砂清砂困难的难题,并逐步形成了完整的水玻璃砂生产普通碳素钢摇枕、侧架和车钩的工艺和装备体系。

由于水爆清砂要求铸件在高温下入水(650℃左右),铸态组织铸件在激冷条件下容易产生毛细裂纹,从而大大缩短了摇枕、侧架和车钩的疲劳寿命。为改善水爆清砂工艺带来的弊病,从1987年开始,我国在摇枕、侧架和车钩制造工艺上推广水浴清砂工艺,将铸件清砂入水温度降低到500℃以下,一定程度上减小了铸件裂纹倾向。

随着国内外对水玻璃粘结、改性机理研究的深入和对采用树脂砂生产铸钢件工艺技术的不断改进,“九五”和“十五”期间,技术上突破了有机酯—水玻璃砂仅应用于单件或小批量生产铸钢件的局限性,大部分铁路货车摇枕、侧架和车钩生产企业对原有传统水玻璃砂系统进行了技术改造,采用有机酯—改性水玻璃砂工艺大批量生产摇枕、侧架和车钩,并实施干法清砂。部分企业建成了摇枕、侧架和车钩有机酯—改性水玻璃砂造型、制芯生产线,还有部分企业建成了树脂砂造型线、潮模砂抛砂造型生产线和Pep-set树脂砂制芯线、潮模砂气冲造型生产线、真空置换硬化改性水玻璃砂造型(简称:改性水玻璃砂VRH法造型)生产线。淘汰水浴清砂工艺,解决了铸件因激冷而产生毛细裂纹的问题。

20世纪80年代中期,为提高材料的综合力学性能,我国对世界发达国家铁路标准体系和铁路运用情况进行了系统分析研究。1986年研制了B级钢,并开始用于生产铁路货车摇枕、侧架;1987~1989年研制了C级钢和E级钢,逐步用于生产5000t、10000t货物列车车钩。

20世纪末开始,逐步淘汰了燃重油热处理炉。21世纪初,采用整体磁化连续法湿法磁粉探伤方法对摇枕、侧架和车钩关键部位进行检测。

综上所述,从20世纪90年代中后期开始,我国铁路货车摇枕、侧架和车钩的制造技术发展,主要有以下几个方面:

- (1)采用干法清砂工艺,淘汰水浴清砂。
- (2)全面采用B级钢生产摇枕、侧架,采用C级钢和E级钢生产车钩,淘汰普通碳素钢材质。
- (3)采用炉温自动控制热处理炉进行热处理,淘汰燃重油热处理炉。
- (4)采用整体磁化连续法湿法磁粉探伤方法对摇枕、侧架和车钩重要部位进行检测等。

这些技术的实施,初步改变了我国摇枕、侧架和车钩制造技术水平落后局面,产品质量也有了进一步提高。实践表明,我国摇枕、侧架和车钩制造技术随着国民经济的发展和铁路运输的需要、社会科技进步和铁路技术政策的激励,始终在不断发展、进步。

1.2 我国摇枕、侧架和车钩关键制造技术

随着我国铁路货车重载提速运输快速发展,对摇枕、侧架和车钩的产品质量和制造技术提出了更高要求。从2005年开始,铁路货车制造企业对货车摇枕、侧架和车钩等关键零部件的制造技术进行了联合攻关,依靠自身力量进行技术创新和管理创新,

并取得了重要成果,适应了铁路运输快速发展的需要,铸件可靠性有了质的飞跃。

1.2.1 整体芯及自动下芯

世界各国摇枕、侧架铸造工艺普遍采用分层分段制芯、组合下芯工艺,该制芯技术难以满足高质量铸件的批量生产要求。通过自主创新,我国开发了长大复杂砂芯整体制芯技术和整体砂芯机器人自动下芯工艺,实现了铸件内腔无披缝、无台阶,提高了铸件壁厚的尺寸精度,大幅减少了砂眼和芯撑熔合不良等铸造缺陷。

车钩钩体采用整体射芯工艺,提高了主要作用面尺寸精度。钩舌 S 面采用整体芯工艺,增加钩舌 S 面连挂受力面积,提高了钩舌疲劳寿命。

1.2.2 B+级钢

通过系统研究低合金铸钢材料成分、组织和性能的关系,研制了 B+级钢材料 (ZG25MnCrNi)。B+级钢通过提高钢中奥氏体组织的稳定性,降低了热处理的临界转变温度 A_{r3} ,细化了铁素体和珠光体组织,铸件的力学性能、抗疲劳性能得到较大提高,最大疲劳循环次数比 B 级钢提高 30% 以上,材料的临界裂纹尖端张开位移 (CTOD) 比 B 级钢提高了 10%。

1.2.3 钢水炉外精炼技术

在优化冶炼工艺和规范操作的基础上,采用了 LF 钢包炉、钢包吹氩+喂丝等钢水精炼技术,钢的气体和有害元素的含量大幅降低,改善了钢中夹杂物的形貌,减少了夹杂物数量,提高了钢水纯净度,钢的综合力学性能和铸件内在质量进一步提高。

1.2.4 射线探伤

对铸钢摇枕、侧架射线照相检验技术进行了系统的研究,通过对摇枕、侧架的射线检验和疲劳试验检验以及实物解剖验证,获得了大量的试验数据和摇枕、侧架 A 部位和 B 部位铸件内部各类缺陷 X 射线图片,确定了缺陷定性、定量标准,并制定了射线照相检验标准图谱,为铸造工艺和过程质量的改进提供了依据。

为进一步提高铸钢摇枕、侧架和车钩内部缺陷的检测能力,X 射线 DR 成像检测系统和工业 CT 成像检测系统开始用于铸钢摇枕、侧架、车钩等关键铸钢件生产过程中的工艺研究。

1.2.5 荧光磁粉探伤

通过开展紫外线辐照度与环境白光照度之间对应关系的研究,测试和绘制了白光强度与紫外线辐照强度关系曲线图,为无暗室荧光磁粉探伤的应用提供了理论和实践依据。摇枕、侧架和车钩表面采用整体磁化连续法湿法荧光磁粉探伤工艺,提高了铸件表面缺陷的对比度和识别度,从而提高了产品的可靠性。

1.2.6 超声波探伤

通过探索铸件内部缺陷特征与超声波反射传播之间的关系,进行了大量试验,积累了数以万计的基础数据,系统研究摇枕、侧架超声波探伤技术,并用于生产质量控制和工艺改进,提高了摇枕、侧架内部缺陷的日常检测和控制水平。

1.2.7 尺寸检测

摇枕、侧架和车钩生产过程中,采用三坐标测量仪检测铸件的形位尺寸,采用超声波测厚仪检测铸件壁厚尺寸,提高了铸件检测精度和检测效率。

1.2.8 热处理技术

采用温度自动控制和全纤维炉衬热处理炉、连续式自动控制热处理炉,对摇枕、侧架、车钩进行热处理,提高了炉温均匀性,改善了铸件金相组织,提高了铸件力学性能,降低了能源消耗,减少了环境污染。

1.3 制造技术标准

通过大量基础研究、试验验证、运行考验,逐步完善了摇枕、侧架和车钩的制造技术标准,形成了金属材料、制造工艺、检测技术等制造技术标准体系。

(1)降低钢中磷、硫等有害元素,以及氧、氢等气体含量,使钢水达到优质钢标准。

(2)增加了金相组织及非金属夹杂物的检测要求,其中Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ型非金属夹杂物要求比TB/T 2451提高了一个等级。

(3)增加了表面湿法荧光磁粉表面探伤要求和内部缺陷的超声波、射线探伤检查要求。

(4)提高了摇枕、侧架疲劳试验标准。

1.4 技术管理

制订和实施了摇枕、侧架、车钩生产技术管理要点。该要点以管理为基础、过程为核心、质量为目标、安全为导向,对策划、设计、试制和生产等过程和技术管理环节作出了详细规定,提高了管理水平和产品质量,实现了全员、全过程、全要素的质量管理,保证了摇枕、侧架、车钩工艺和质量的稳定性。

为强化行业管理,实行了摇枕、侧架、车钩生产准入制度,并对各生产企业实行定期的质量稳定性评估,强化了行业管理。

1.5 展 望

随着铁路货车重载提速运输的发展以及科学技术进步,我国摇枕、侧架和车钩等铸钢件制造技术,将在以下方面做进一步探索:

- (1) 研究高强度、高韧性、抗疲劳的新型金属材料,实现摇枕、侧架、车钩轻量化。
- (2) 研究精确成型技术提高摇枕、侧架和车钩的形位尺寸精度和内、外表面质量,保证和改善车辆性能。
- (3) 研究应用纯净、低消耗的钢水冶炼技术。
- (4) 研究发展先进、可控的凝固技术,获得更精细、致密的凝固组织,控制宏观组织(凝固组织形态和尺寸)、微观组织(亚晶界、枝晶间距等)、强化相的形态和分布,保证组织的均匀性,进一步提高摇枕、侧架和车钩的可靠性。
- (5) 应用仿真技术和快速制造技术,实现摇枕、侧架、车钩的快速制造。
- (6) 发展低能耗、低污染的环境友好型制造工艺技术,提高综合社会效益和经济效益。