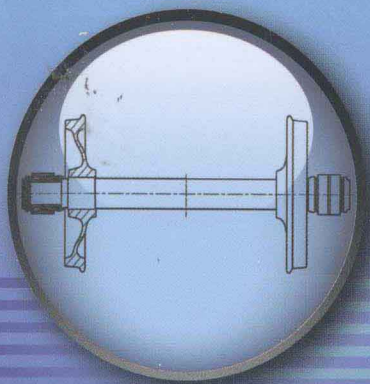


CHELIANG LUNZHOU  
JIAGONG YU ZUZHUANG



# 车辆轮轴 加工与组装

刘胜勇 编著



- 国内轮轴工艺生产线的建设和应用
- 车辆轮轴加工与组装的工艺分析
- 车辆轮轴加工组装用工艺生产线设备的选用
- 生产过程中常见质量问题原因分析

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

# 车辆轮轴加工与组装

刘胜勇 编著

中国铁道出版社

2012·北京

## 内 容 简 介

本书主要以国内铁路新造车辆轮轴的加工、组装技术为基础,对正确应用轮轴基础生产线以期提高车辆轮轴加工、组装质量进行了详细论述。首先,对车辆轮轴加工、组装图纸进行了分析,介绍了人员培训方案、工卡量具和工装方案。其次,对车辆轮轴加工、组装工艺生产线所选用的相应设备性能和技术参数进行了介绍,重点讲述了如何正确使用和调整设备,以期能够节约制造成本和提高产品质量。最后,作者还依据在现场多年积累的车辆轮轴管理、设备使用调整等经验,对车辆轮轴加工、组装过程中普遍存在的问题和一些特例进行了原因分析,提出了整改措施。

本书适用于铁路货车车辆轮轴加工、组装人员,验收管理人员及检修维护人员。

## 图书在版编目(CIP)数据

车辆轮轴加工与组装/刘胜勇编著. —北京:中国铁道出版社,2012.3

ISBN 978-7-113-14228-5

I. ①车… II. ①刘… III. ①铁路车辆:货车—轮轴—加工 ②铁路车辆:货车—轮轴—组装 IV. ①U270.331

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 040486 号

书 名:车辆轮轴加工与组装

作 者:刘胜勇 编著

责任编辑:孙 楠 编辑部电话:010-51873421 电子信箱:tdpress@126.com

封面设计:崔 欣

责任校对:胡明锋

责任印制:陆 宁

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>

刷:三河市兴达印务有限公司

版 次:2012年3月第1版 2012年3月第1次印刷

开 本:880mm×1230mm 1/32 印张:5.5 字数:163千

印 数:1~4 000册

书 号:ISBN 978-7-113-14228-5

定 价:15.00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)51873170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

# 前 言

车辆轮轴是以转向架为载荷承受体的铁路货车运输的重要零部件,其质量状况直接关系到铁路运营的安全,也是影响铁路货车制造成本的重要组成部分。车辆轮轴技术的发展和运用,体现了一个国家货物重载和高速运输的水平,是铁路大发展的“瓶颈”之一。

本书共分4章,第1章介绍了国内轮轴工艺生产线的建设和应用情况,指出了工艺生产线投用后在产品加工和日常维护方面所面临的严峻形势和迫切需求。第2章对车辆轮轴加工与组装的图纸进行了分析,根据部文规定和生产现状,设置了生产工序,制定了相应制度,培训了人员,选择了工卡量具和工装。第3章介绍了车辆轮轴加工与组装生产线选用设备的性能和技术参数,重点讲述了如何正确使用和调整这些设备。第4章对车辆轮轴加工与组装过程中普遍存在的问题和一些特例进行了原因分析并提出了整改措施。

本书融入了作者近十年的车辆轮轴加工组装管理经验和设备使用调整心得,对国内外车辆轮轴的加工与组装具有非常强的指导意义和参考价值。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评、指正。

作者

2012.1 于济南

# 目 录

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 1 绪 论 .....                 | 1   |
| 1.1 车辆轮轴技术的发展 .....         | 1   |
| 1.2 车辆轮轴工艺生产线的建设情况 .....    | 4   |
| 2 车辆轮轴加工与组装的工艺分析 .....      | 11  |
| 2.1 车轴加工的工艺分析 .....         | 11  |
| 2.2 轮对组装的工艺分析 .....         | 52  |
| 2.3 本章小结 .....              | 68  |
| 3 车辆轮轴加工组装用工艺生产线设备的选用 ..... | 69  |
| 3.1 车轴加工的设备选用 .....         | 69  |
| 3.2 轮对组装的设备选用 .....         | 112 |
| 3.3 本章小结 .....              | 130 |
| 4 生产过程中常见质量问题原因分析 .....     | 131 |
| 4.1 车轴加工过程中常见质量问题原因分析 ..... | 131 |
| 4.2 轮对组装过程中常见质量问题原因分析 ..... | 156 |
| 4.3 本章小结 .....              | 168 |
| 参考文献 .....                  | 169 |

# 1 绪 论

## 1.1 车辆轮轴技术的发展

### 1.1.1 国外车辆轮轴技术的发展

轮轴(见图 1-1)是铁路机车车辆走行部位的重要部件,轮轴的加工、组装质量直接关系到行车的安全性,也是影响铁路货车制造和运行成本的重要因素。在铁路诞生以来的 160 多年中,随着铁路运输的发展,轮轴技术的进步一直是世界各国铁路所关注的热点。

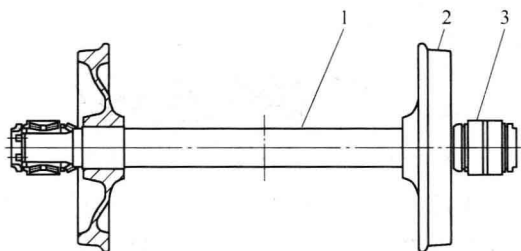


图 1-1 车辆轮轴示意图

1—车轴;2—车轮;3—轴承

自 20 世纪 50 年代以来,世界铁路迎来高速、重载运输发展的新时期,许多发达国家依照本国情况,竞相开行重载货物列车。这一举措有力地促进了高速、重载轮轴技术的开发和应用,例如在列车因振动产生的噪声、车轮与轮轨的摩擦、车轮的材质和外形、车轴的材质和外形、车轴的运用周期以及轮轴的最优化设计等方面进行的理论研究和大量科学试验,截至目前已有许多研究成果被投入到轮轴的实际生产和运用过程中。

澳大利亚的重载铁路运输在世界上是比较先进的,其重载铁路上运行着世界上最重、最长的货运列车(即 2001 年 6 月 21 日在纽曼山—海德兰铁路线上由 8 台 AC 6000 型机车牵引的 682 辆货车,列车全长 7 353 m、

总重 99 734 t,净载重 82 000 t;见图 1-2);该国货车的轴重已达到了 30 t 及以上。为了满足车辆高速、重载的要求及进一步提高车辆的使用可靠性,包括澳大利亚在内的世界各国都在不断地改进轮轴的结构,如缩短车轴载荷中心到轴颈根部的距离以降低车轴轴颈根部的应力和弯曲变形,及对轴承内圈和密封装置进行优化设计以使其结构紧凑和有效改善微振磨蚀对轴承性能的影响(见图 1-3)等。

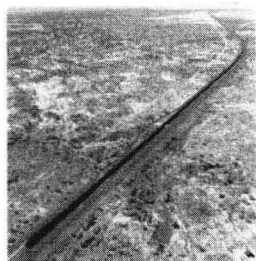


图 1-2 澳大利亚纽曼—海德兰铁路线上的货车

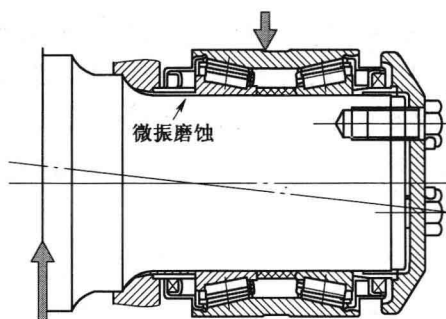


图 1-3 微振磨蚀对轴承性能的影响

美国和加拿大的铁路以重载运输为主,其中美国铁路货车(见图 1-4)的轴重为 29.8 t、载重级别为 90~100 t 的 F 轴。目前,美国的主型新造货车普遍采用轴重为 32.43 t、载重级别为 110 t 级的超 F 轴;并且已逐渐淘汰了大部分轴重为 25 t 的货车。而欧洲铁路现有货车的轴重为 18~22.5 t,列车最高运行速度可达 140~160 km/h。近年来,欧洲开始研究试验开行 25 t 轴重的重载货车和 200 km/h 的轻快货车。

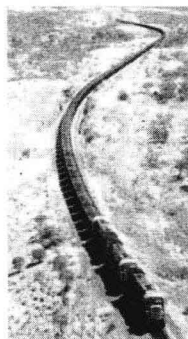


图 1-4 美国的重载铁路货车

当今的高速重载轮轴技术在结构设计上还有许多亟待开发和研究的问题,如在高速车轮上采用复合材料等新材、重载轮轴的轻量化和抗疲劳研究以及在高速运输中推广使用空心轴(见图 1-5)等。

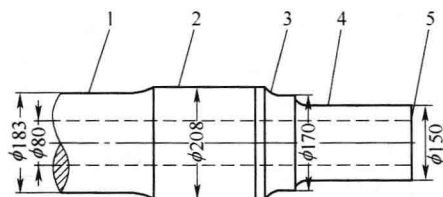


图 1-5 空心车轴局部结构图

1—轴身;2—轮座;3—过渡圆弧;4—轴颈;5—内孔

### 1.1.2 国内车辆轮轴技术的发展

与国外高速、重载铁路运输的大发展相比,中国在高速、重载铁路运输方面技术相对薄弱,起步较晚,且运用前景广阔。近几年来,为提高我国铁路货物运输能力,缓解制约国民经济发展的瓶颈问题,有效降低能源消耗,在铁路快速发展战略的指导下,铁路货车系统全面落实科学发展观,坚持技术引进与自主创新相结合,走引进、消化吸收再创新与自主创新之路,在提速、重载方面通过集成创新和通力合作,及时推出了一系列的货车新品种及配套技术,成功实现了铁路货车由 60 t 级向 70 t 级的全面升级换代。2005 年 3 月,铁道部组织国内各厂家联合研制了 C<sub>70</sub> 型载重级别为 70 t 的通用敞车,配置 25 t 轴重的转 K5 或转 K6 型转向架(见图 1-6)。作为装用在 C<sub>76</sub> 型敞车、C<sub>80</sub> 型敞车、X<sub>2K</sub> 型平车上的转 K6 型转

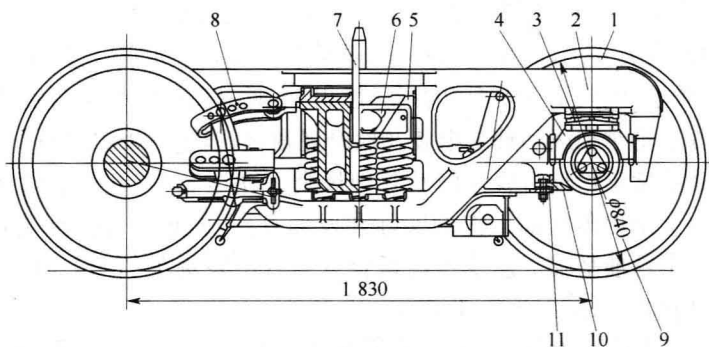


图 1-6 转 K6 型转向架结构示意图

1—轮对组成;2—侧架组成;3—轴箱橡胶垫;  
4—承载鞍;5—斜楔;6—摇枕组成;7—中心销;  
8—制动装置;9—滚动轴承装置;10—挡键;11—调整垫

向架,经过数十万公里的运用考验,以其技术成熟和安全的相对优势,成为 70 t 级新型货车的主型转向架,且国内 18 家铁路货车生产企业中有 17 家已经引进了转 K6 型转向架的技术并全面投产。转 K6 型转向架所采用的 RE<sub>2B</sub> 型车轴,与以往的车轴形式相比,车轴载荷中心距仍为 1 981 mm,但车轴载荷中心到轴颈根部的距离缩短为 110 mm,可进一步降低轴颈根部的应力和弯曲变形(见图 1-7)以及 RE<sub>2B</sub> 型车轴无卸荷槽的短轴颈和防尘板座结构等,使得 RE<sub>2B</sub> 型车轴成为我国现行乃至今后铁路货车运输的主型车轴,自 2006 年起全路货车招标以全部购置 25 t 轴重的货车为主。

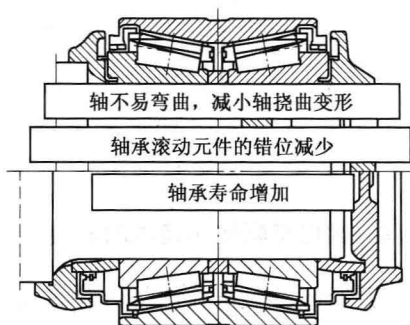


图 1-7 短轴颈的运用优势

在未来的几年内,我国将从增大轴重和载重及降低车辆自重系数等方面入手,进一步提高铁路货车的运能。

## 1.2 车辆轮轴工艺生产线的建设情况

为了加强铁路货车轮轴的组装工作,适应铁路货车装备现代化对车辆轮轴的发展要求,满足货车提速、重载的需要,贯彻“以工装保工艺、以工艺保质量、以质量保安全”的指导思想,不断提高轮轴组装的质量,根据《铁路货车轮对和滚动轴承组装及检修规则》(铁辆[1998]2号)——现修订为《铁路货车轮轴组装检修及管理规则》(铁运[2007]98号)及有关要求,结合全路货车轮轴工作的实际和发展方向,铁道部专门研究制定了《铁路货车轮轴基础工艺线建设指导意见》(运装货车[2005]311号),对各铁路局和公司提出了具体要求。

1. 各铁路局和公司要以货车轮轴基础工艺线建设为契机,逐步实现货车轮轴“检修及加工数控化、检测及组装自动化、过程管理信息化”的目标。

2. 对货车轮轴生产中的关键工序要实现数控加工和自动监测,并加

快配备车轴成型数控磨床,在 2006 年底之前配备轮对全自动压装机或轮对自动组装单元和荧光磁粉车轴探伤机。

3. 各铁路局和公司要重视轮轴信息化的建设,轮轴基础工艺线的调整和改造要结合货车轮轴管理系统一并实施,生产过程的管理信息要达到实时准确地自动采集,以实现轮轴过程管理的信息化。

4. 承担新制轮对的单位须在 2006 年底之前全部完成车轴和车轮加工、组装工艺线的建设。

5. 对按期达到或提前完成项目改造并通过铁道部认证的公司和铁路局,在 2007 年货车第一次招标中作为评标因素给予适当加分,对不按期完成改造项目或不按要求进行工艺布局调整和改造的单位,将根据具体情况在以后的招标中进行考核或取消其生产资质。

《铁路货车轮轴基础工艺线建设指导意见》(运装货车〔2005〕311 号)规定了车轴和车轮加工组装工艺线的相应工序设置,车轴加工(无卸荷槽)工序的设置见图 1-8 所示,车轮加工工序的设置见图 1-9 所示,轮对组装工序的设置见图 1-10 所示。

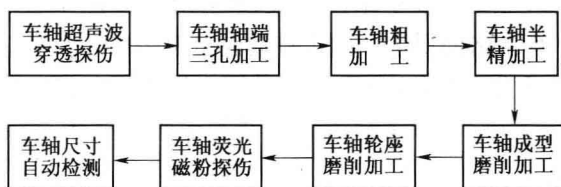


图 1-8 车轴加工(无卸荷槽)工序的设置

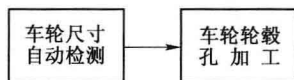


图 1-9 车轮加工工序的设置

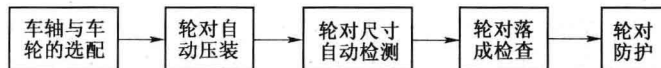


图 1-10 轮对组装工序的设置

为了进一步抓好货车轮轴基础工艺线建设的落实,促进铁路货车轮轴造修工作又好又快地发展,不断提高货车轮轴造修质量,确保铁路第六次大提速的持续安全和稳定,运输局装备部组织了 10 个货车轮轴质量检

查组,于2007年11月16日至11月30日对18个铁路局及21个造修厂的货车轮轴工作进行了专项检查。检查结果显示,轮轴基础工艺线成效显著,但建设水平参差不齐。近两年来,各铁路局和公司根据铁道部运输局《铁路货车轮轴基础工艺线建设指导意见》(运装货车〔2005〕311号),均做了大量的工作,轮轴基础工艺线建设相对比较完善的单位有齐车公司和沈车公司等单位;工艺线建设不完善或比较差的有铜陵车辆厂等单位。

### 1.2.1 A厂轮轴工艺生产线的建设状况

A厂按照《铁路货车轮轴基础工艺线建设指导意见》(运装货车〔2005〕311号)的要求,耗资4000多万元,购买了3台台湾优冈卧式数控车床、2台车轴成型数控磨床(1台美国西蒙斯公司生产的SIMMONS480-2轴成型磨床、1台德国肖特公司生产的PF61-S3000成型磨床)、1台上海机床有限公司生产的MK1350×3000型数控外圆磨床、1台CJW-3000Z车轴荧光磁粉探伤机、1台台湾油机工业股份有限公司生产的YV1200-A立式数控车床、1台美国西蒙斯公司生产的SN-841立式车轮镗床和1套泰格公司生产的全自动轮对组装单元及车轴自动测量机和轮对自动测量机各1台,并于2006年10月全部完成了轮轴工艺生产线的建设工作。该厂向铁道部申请了货车轮轴工艺生产线的技术质量认证。

2006年11月16日,由铁道部组织的7人专家组来到A厂对货车轮轴工艺生产线进行了技术质量认证,这是铁道部首次在全路货车轮轴新造和检修系统中对轮轴工艺生产线建设进行的技术质量认证。最后,专家组一致认为,A厂货车轮轴工艺生产线和轮轴管理子系统建设(HMIS)满足运装货车〔2005〕311号文件要求,车轴和车轮的加工与组装以及轴承与轮对的压装均符合产品图样和有关技术质量文件的要求,产品质量稳定、可控,同意通过部级技术质量认证;并形成如下意见:

1. A厂按照运装货车〔2005〕311号文件的要求,完成了新造货车轮轴基础工艺线的建设。轮轴制造的关键工序中采用了进口成型数控磨床、车轴自动测量机、车轮立式数控车床、全自动轮对压装机等先进设备,实现了“加工数控化、检测及组装自动化”的目标和要求,达到了国内领先

水平。

2. 轮轴加工与组装的工艺流程合理,工序设置和主要工艺装备符合运装货车〔2005〕311号文件要求,各工序的工艺文件和检测器具配备齐全,能够满足轮轴生产和质量控制的需要。

3. 经现场检测,轮轴各部件的加工与组装精度均符合产品图样和有关技术质量文件的要求;提供的认证资料基本齐全。

### 1.2.2 路内轮轴工艺生产线的建设情况

路内各单位,为了在激烈的市场竞争中多争得一定份额的铁路货车招标数量,均按照《铁路货车轮轴基础工艺线建设指导意见》(运装货车〔2005〕311号)的要求,斥巨资购买了车轴成型数控磨床、车轴自动测量机、轮对压装机和轮对自动测量机及车轮数控镗床或数控车床等自动化程度非常高的精密数控设备,如某公司花费2亿元从国外进口整条轮轴工艺生产线,以期满足“轮轴加工数控化、检测及组装自动化、过程管理信息化”的要求。

路内部分单位的轮轴基础工艺线建设还需要在三方面进一步完善:

1. 尽快配齐自动化检测设备,进一步调整工艺流程,合理设置加工工序。

2. 在已具备新轴加工能力的单位中,目前还没有形成轮对自动组装能力的应尽快配置到位轮对自动组装单元。

3. 尽快对原有的车轮加工设备进行数控化改造。

铁道部在2007年11月16日至11月30日组织的货车轮轴质量检查中共发现存在问题473件,其中涉及铁路局系统44个车间的问题共计301件(见表1-1),涉及工厂系统21个车间的问题共计172件(见表1-2)。

表 1-1 铁路货车轮轴质量检查发现问题明细表(铁路局)

| 铁路局 | 车辆段  | 车间           | 发 现 问 题                                            |
|-----|------|--------------|----------------------------------------------------|
| 哈尔滨 | 齐齐哈尔 | 齐齐哈尔<br>轮轴车间 | 因未配备成型磨床,现不具备新车轴(RE <sub>2B</sub> 型)加工条件,未建成新组装工艺线 |
| 沈阳  | 苏家屯  | 苏家屯车轮车间      | 车轴加工流水线的布局不合理,车轴、轮对尺寸全自动检测机和轮对全自动压装机未配置            |

续上表

| 铁路局  | 车辆段   | 车间             | 发 现 问 题                                |
|------|-------|----------------|----------------------------------------|
| 沈阳   | 吉林    | 吉林车轮车间         | 立车没有进行数控改造,车轴、轮对参数自动检测设备没有配置           |
| 呼和   | 包头    | 包头轮轴车间         | 工艺线存在布局不合理,有流程不顺现象                     |
| 武汉   | 江岸    | 武昌南车轮车间        | 工艺线建设有差距,有的关键设备没到位,如:车轴检测机、轮对支出自动检测设备等 |
| 上海   | 杭州北   | 杭州北轮轴车间        | 轮对压装机没有微机控制压装力曲线打印功能                   |
| 昆明   | 昆明北   | 昆明北轮轴车间        | 未配备轮对尺寸自动测量机,轴端三孔钻床未投入使用               |
| 兰州   | 兰州西   | 兰州西检修车间和轮轴车间   | 立式车床不是数控                               |
| 乌鲁木齐 | 乌鲁木齐西 | 乌鲁木齐西检修车间和轮轴车间 | 立式车床不是数控                               |

表 1-2 铁路货车轮轴质量检查发现问题明细表(工厂)

| 工 厂  | 发 现 问 题                                                                                    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 沈 阳  | 采用国产非全自动轮对压装机组装轮对时,还在通过目视判断车轴水平的方法,很不规范                                                    |
| 铜 陵  | 工艺线建设有差距,关键设备不全。车轴自动检测机虽购,但未安装使用                                                           |
| 戚墅堰  | (1)车轴检测机、轮对检测机正在调试中,还未正式投用;<br>(2)车轮数控加工设备还没有改造完毕                                          |
| 江 岸  | 工艺线建设不彻底,有些关键设备还未配备,如车轮数控精加工设备                                                             |
| 武 昌  | (1)在车轴磨削方面没有使用规定的成型数控磨床;<br>(2)轮对压装机还是采用老设备,没有配备轮对自动压装单元;<br>(3)主要自动检测设备没有配置,如车轴检测机、轮对检测机等 |
| 柳 州  | 未配备成型数控磨床及相关自动检测设备                                                                         |
| 重庆铸锻 | 未配备微控轴端标记刻打机                                                                               |
| 西 安  | 轮对收入支出自动检测设备未配备                                                                            |

### 1.2.3 路外工厂轮轴工艺生产线的建设情况

路外的晋西铁路车辆公司从 2004 年开始对原轮轴工艺生产线进行

了整改和完善,购置了立车数控车床(2台)、成型数控磨床(1台)和全自动轮对压装机(1台)等设备,配置了车轴尺寸自动检测机(1台)、车轴荧光磁粉探伤机(1台)和超声波探伤仪(1台)等检验测试设备,以满足轮轴加工和检测的要求。至此,现行轮轴工艺生产线年生产轮轴能力可达到1万条。

另外,晋西铁路车辆公司为适应铁路大发展的要求,还投资建设了一条年产2万条轮轴的加工与组装生产线,以增强公司轮轴的生产能力。目前,该生产线中的设备已基本到位,其中西蒙斯数控外圆磨床已投入使用,轮对超声波探伤机、轮对自动压装机和轮对动平衡自动检测去重机已安装调试完毕,轮对尺寸激光自动检测机正在安装调试过程中,2台台湾产立式数控车床正在海关办理入关手续,轮对预组装机将于2007年11月底到货;根据生产线建设计划,所有设备将于2007年12月20日投入使用。

#### 1.2.4 轮轴工艺生产线所面临的形势

随着铁路发展步伐的加快,高速、重载已逐渐成为当前乃至今后一段时间内我国铁路货车发展的终极目标。铁路货车运用频次的显著增加,对货车的运用安全性是一个非常严峻的考验,进而迫切需要提高车辆轮轴的造修质量以有效地保证行车安全。为此,运输局装备部颁布了《铁路货车轮轴基础工艺线建设指导意见》(运装货车〔2005〕311号),并提出了“轮轴检修及加工数控化、检测及组装自动化、过程管理信息化”的具体要求。

国内各轮轴生产单位为迅速跟上铁路大发展的步伐,近两年来均购置了大批量的数控设备,包括数控车床、成型数控磨床和数控镗床及一系列的自动化检测设备,并为了及早完工,能够成为全路第一家通过部级轮轴工艺生产线认证的厂家,便仓促调试投用这些设备。这些数控设备的短时间内全部消化吸收便成为了各生产单位的主题,有的单位还专门成立了数控设备服务中心或维修中心。各单位的工艺人员和设备技术人员及机床操作者的知识层次存在一定的差异,其自身技能也有一定的差别,因此他们对数控设备的正确使用与维护维修有着不同的理解,致使数控设备加工出的产品与图纸的要求存在一定的差距,从而生产出批量的问

题轮轴。这些问题轮轴一旦装车使用,将给铁路货车的行车安全造成很大的安全隐患,甚至导致车毁人亡,给国家和人民带来不可估量的损失。另外,轮轴工艺生产线中的多数数控设备购买于美国、德国和西班牙等国家,且属于单一、关键型,当它们发生故障而停机时,轮轴生产单位无法依靠内部技术人员来诊断和排除机床的故障而只能邀请机床制造厂家的技术人员上门维修,且须向机床制造厂家支付高额的售后服务费用(除维修费用外,还包括技术人员的机票、住宿和餐费等)。

鉴于此,非常有必要对轮轴工艺生产线运用后,轮轴组装过程中出现的各类问题的原因进行分析汇总,并制定有针对性的整改措施,以便更最大限度地发挥工艺线的优势,从而有效降低制造成本,进一步提高轮轴组装质量,保证行车安全。

## 2 车辆轮轴加工与组装的工艺分析

铁路车辆轮轴的加工、组装质量,直接影响着车辆运行的安全;其质量必须严格按照《铁路货车轮轴组装检修及管理规则》(铁运〔2007〕98号)的具体要求进行控制。在铁路货车的新造厂中,有个通常的说法:工艺保质量。因此,非常有必要按照  $RE_{2B}$  型车轴和车轮及  $RE_{2B}$  型轮对组装的图纸进行工艺分析。

### 2.1 车轴加工的工艺分析

图 2-1 所示为铁路主型货车的转 K6 型转向架采用的  $RE_{2B}$  型车轴(半精加工)示意图,它是 LZ50 钢车轴毛坯生产厂家(如晋西、铜陵和包一机等)按照铁路相关标准为货车新造单位供应半光轴的图纸;其技术要求为:车轴需符合 TB/T 2945—1999《铁道车辆用 LZ50 钢车轴及钢坯技术条件》,不同直径过渡部分允许以标注的长度为半径制圆弧,轴颈、防尘板座和轮座部分允许存在接刀痕迹,未注公差按 GB/T 1804—2000《一般公差、未注公差的线性和角度尺寸的公差》中的 V 级要求,未注粗糙度  $Ra50$ 。

图 2-2 所示为铁路主型货车的转 K6 型转向架采用的  $RE_{2B}$  型车轴(成品)示意图,它是铁路货车新造单位对采购进厂的 LZ50 钢半光轴(参照图 2-1 加工而成的半成品车轴),采用数控车床、三孔钻床和成型数控磨床等自动化设备进行加工的图纸;相应的放大图、剖视图和技术要求见图 2-3。

#### 2.1.1 图纸分析和工序划分

当前大多数铁路货车单位(包括该厂在内)仅对 LZ50 钢车轴的三颈(轴颈、防尘板座和轮座)及轴颈根部、防尘板座根部和轴端螺栓孔进行加工。

