

DOI: 10.3724/SP.J.1224.2021.00176

“传统工艺与大国工匠：技艺、精神与传承” 专刊

大国工匠焊轨专家郭晋龙的技术创新

李云霞¹, 仪德刚²✉

(1. 内蒙古师范大学 科学技术史研究院, 呼和浩特 010022;
2. 东华大学 人文学院, 上海 200051)

摘要: “和谐号”和“复兴号”高铁列车的研制成功,对运行轨道提出了较高的要求。钢轨焊接接头是轨道强度的薄弱环节,焊缝的牢固程度决定着列车的行驶速度、运行安全和舒适程度。深入访谈了为我国铁路提速和安全运行做出重大贡献的焊轨专家郭晋龙,总结其40多年来基于本职工作积极拓展设备维修技能和进行焊轨装备改良创新,从一名普通技术工人成长为“工人院士”的成长历程,弘扬了新时代的大国工匠精神。

关键词: 钢轨焊接机; 高铁列车; 大国工匠

中图分类号: K826.16 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-4969(2021)02-0176-11

近几年,我国高速铁路建设飞速发展,取得了令世人瞩目的成绩。高铁的开通,带给我们的不仅是社会经济的发展和舒适安全的出行体验,更提升了我国在世界制造业领域中的地位。我国的高铁从2004年实施战略部署到现在,短短十几年的发展就能领跑世界,与幕后无数铁路建设者们的创新和努力是分不开的。郭晋龙就是其中的一位,他解决了高铁线路的关键技术,使我国的高铁跑出了今天的速度。

郭晋龙是中铁呼和浩特局焊轨段的一名普通电工,是我国第一条长钢轨生产线建设的亲历者。他在平凡的工作岗位上不断钻研技术,努力创新,练就了高超的钢轨焊接机维修技能,为全国的焊轨基地解决技术难题,并参与和主持了呼铁局的百余项技术创新项目,研发出的钢轨焊缝双频正火设备和工艺,被广泛运用于我国无缝长钢轨焊缝热处理中,大大提高了钢轨焊缝的质量,满足

了高速列车运行要求,实现了中国人的高铁梦。他创新性地完成了钢轨焊接机的研发,使我国拥有了适用于国内不同轨型和使用条件的自主知识产权的钢轨焊接机。郭晋龙默默无闻地工作了35年,终于在2010年获得了全国劳动模范和国家科学技术进步二等奖。国内多家主流媒体对郭晋龙的先进事迹和科研成果进行了集中报道,他也受到了国家领导人胡锦涛的亲切接见。全国铁路系统掀起了向郭晋龙学习的热潮,郭晋龙成为了名副其实的“大国工匠”。2015年“五一”劳动节期间,央视推出了《大国工匠——匠心筑梦》专题片,使大国工匠成为流行的热词。2016年李克强总理在政府报告中提出工匠精神,随之企业、职业学校等各行各业掀起了学习工匠精神的热潮。一时间专家、学者们以哲学、社会学、教育学、传播学等为研究视角,对大国工匠和工匠精神进行了大量研究。本文以郭晋龙技能提升和技术创新为

收稿日期: 2020-08-02; 修回日期: 2020-12-08

基金项目: 高等学校博士学科点专项基金项目“中美两国装备制造业技术创新与政策演变百年历程的比较研究”(20131502110001)

作者简介: 李云霞(1982-),女,博士研究生,研究方向为技术史。E-mail: 125296086@qq.com

✉仪德刚(1971-),男,教授,博士生导师,研究方向为技术史、物理学史与科技战略。E-mail: yidegang@aliyun.com
(通讯作者)

视角,从焊轨设备维修技能提升、岗位技术创新和技艺传承三个方面总结郭晋龙的重要成就,试图展现郭晋龙从普通工人成长为大国工匠的技术成长轨迹,对我国工匠培养和精神培育具有借鉴意义,同时为新一代的技工成长指明方向。

1 郭晋龙的成长经历

郭晋龙,1957年出生,河北人。50年代初,他的父母为了谋生从河北农村搬到山西太原,父亲在太原铁路材料厂工作。1960年他的父亲支援边疆铁路建设并举家迁至呼和浩特,他父亲成为了呼和浩特铁路材料厂的一名工人。在文化大革命这个特殊时期,他父亲被以莫须有的罪名打成“反革命”进了监狱,家人也受到了牵连,他母亲被认为没有和“反革命”划清界限而遭到了批斗,上小学三年级的郭晋龙也没有躲过一劫,经常遭受同学们的欺侮、打骂,被迫辍学和母亲一起担负起家庭的重担。虽然后来郭晋龙又断断续续地复课,但是初一只读了两个月,遇上政治事件又被迫离开了学校。1973年,郭晋龙再次复课读初三,由于小学只上了三年、初一只上了两个月,根本听不懂老师讲的内容,再加上他的母亲因长期遭受恐惧患上了精神疾病需要照顾,又被迫中断了学业。年幼的郭晋龙亲眼目睹了父母被批斗的可怕场景,亲历了被造反派抄家和打骂的恐惧,经历了生活的艰辛和不易,也看到了父母对待生活的坚强态度和对“造反者”的宽容,虽然特殊时期中断了学习生涯,但这一切使郭晋龙从小养成了坚强、独立、积极向上的性格。

童年时目睹一次电工给家里修理电灯的经历,让郭晋龙对身穿工作服、腰挂工具袋、能将黑暗变成光明的电工充满敬佩,他希望自己长大也能当一名电工。1975年,他父亲平反后,国家落实政策,将郭晋龙分配到呼和浩特铁路电务工程队工作,当了一名电力工。电力工与电工虽是一字之差,工作性质却大不相同,电力工干的是

苦力活,而电工干的是技术活。此后,郭晋龙一直在为能当一名电工而努力。1981年呼铁局工务修配厂筹建国内第一条500m长钢轨焊接生产线,需要电力施工人员,郭晋龙主动提出申请调到工务修配厂(现呼和浩特铁路局焊轨段)工作,因电工要求高中毕业,新单位下的调令依然是电力工,郭晋龙通过自学,经过近十年的努力,完成了初中和高中阶段的课程,并拿到了考试合格证,终于从电力工转为电工。为了学习电工知识,他白天在单位跟随师傅学习实践操作,晚上下班去电工班学习理论知识。由于知识薄弱,电工初级班内容,他一连学了三期才听明白。为了学习,郭晋龙毫不吝啬自己的时间和金钱,不仅自费购买书籍,系统学习了电气自动化的专业课程,甚至为了掌握焊轨段引进的淬火生产线微机控制技术,在月收入只有70元的情况下,花掉近三年的工资够买了一台中华学习机^[1],反复拆装直至掌握了其中的工作原理。郭晋龙勤奋好学的态度,使他的设备维修技能水平不断提升,让他从一名只有小学文化的普通电力工成长为全国焊轨设备的维修能手。后来,郭晋龙两次荣获全国五一劳动奖章,被评为全国劳动模范、全国技术能手,获得了中国技术工人的最高荣誉——中华技能大奖,成为了享受国务院特殊津贴的技术专家。

2 焊轨设备维修技能的提升

郭晋龙从一名只会换灯泡的电工,抱着不仅要处理本单位的焊轨设备问题,还要解决全国焊轨基地疑难杂症的目标,凭借勤奋好学的态度,用了近20年的时间,练就了维修钢轨焊接机、中频电源设备、探伤列车、长钢轨焊接列车等焊轨设备的高超技能,掌握了快速处理故障的本领^[2]。以下将选择对郭晋龙焊轨设备维修技能提升起到关键作用的几项实例进行总结,从而揭示郭晋龙从普通电工成长为全国技术能手的内在动力和其专注的敬业精神。

2.1 首次独自维修设备

1984年,郭晋龙所在工作单位的一台上海仿苏联制造的“MR500型”钢轨焊接机出现故障。由于师傅外出,只能由他这个平时只会处理简单故障的徒弟去维修,但事与愿违,他不仅没有修好设备,还捅坏了继电器,造成了生产线的全线停工。车间主任的批评、工友的嘲讽挖苦让他十分惭愧,回家后他和父亲讲了发生的事情并提出了换工种的想法。“你是一个工人,应该努力学习知识,提高你的专业技能,而不是换工作。”看似朴素的一席话给了郭晋龙极大的动力,他下定决心一定要当一名优秀的工人^[3]。

这段尴尬的经历后,为了提高维修技能,郭晋龙买回了电工方面的专业书籍,利用业余时间自学电工知识。只有小学文化的他基础薄弱,根本看不懂电工专业术语,所以他报名参加了电工初级学习班,每期三个月,每晚一个半小时。他对同一个内容的课程连学了三期,才明白了电工方面的基础知识,从此他对电工这个行业产生了浓厚的兴趣。第一次维修设备的经历,让郭晋龙至今记忆犹新,也是这一次失败促使他不断努力前行。

2.2 第一次外出维修设备

由于蒙古国铁路轨距和我国铁路轨距不同,所以从乌兰巴托开往北京的列车要在内蒙古二连浩特更换轮对。1985年8月,二连浩特换轮车间换轮检验设备出现了故障,该车间的电工工长一时难以找到解决方法,影响了国际列车的正常开行,于是想邀请呼和浩特市铁路局焊轨段最有名的电工师傅——郭师傅前往维修(郭晋龙当年的师傅),焊轨段的领导答应了这个事情,但是由于郭师傅有事无法前往,领导只好派同姓的郭晋龙去维修以解燃眉之急。只有二级电工资质的郭晋龙不得不硬着头皮去完成任务。到二连后,负责接待的四级电工李淼工长并不看好他,认为四级电工都解决不了的问题一个二级电工不可能解

决,那种蔑视的表情让郭晋龙内心更加紧张。去到现场后,郭晋龙向工作人员了解了设备的工作原理,观看了设备运行情况,通过观察和判断,他确定是因为沙尘卡住了电路中的一个继电器。郭晋龙马上拆卸清理,再次开机,设备正常运行。郭晋龙仅用半天时间就成功地解决了困扰他们多日的问题,让李工长刮目相看并亲自为他送行。这次代替郭师傅外出维修设备的机会使郭晋龙出了名,从此,开启了他外出维修全国铁路焊轨设备的大门。

2.3 GAAS80/580 钢轨焊接机安装及维修

1992年,呼和浩特市铁路局焊轨段引进了一台瑞士施拉特公司的GAAS80/580钢轨焊接机(见图1)。该钢轨焊接机采用微机监测,可编程控制器逻辑控制,是自动化程度很高的机电一体化设备。当时签订的合同是设备组装由单位负责,电气控制部分由外方承担。通过联系得知原定外方来华调试人员需要近两个月的时间才能到呼和浩特,为了不影响焊轨计划,领导提出由本单位自己负责安装电气控制部分的所有工作。郭晋龙接到任务后发现,由于技术资料全是英文,电路图的画法与中国不同,而且要赶在瑞士专家来调试前完成安装,时间紧,任务重,面临较大困难。他边查英文边通过翻译熟悉了钢轨焊接机的技术资料、电器安装中的注意事项、焊机电器控制工作原理图等,采取安装一部分,测试一部分,发现问题及时解决。郭晋龙在工作中一丝不苟,不敢丝毫放松,白天黑夜连续干,困了就用凉水洗脸,仅用一周就圆满完成任务。瑞士专家来调试时,检查电气线路安装状况后发现完全正确,对郭晋龙的工作给出了高度评价。在试车时,焊机显示和手动操作一切正常,当进入自动焊接试验时焊机停止了工作,故障一时无法修复,瑞士专家只能通过传真与瑞士总部联系来寻求处理办法,连续几天没有结果,调试工作无法进行。郭晋龙仔细分析故障,核对图纸,通过翻译和专家

交流并说出了自己的看法,经外方专家同意,郭晋龙经过反复检测,确定故障出现在焊机内部计算机与可变编程控制器的连接点,修复后焊机启动完全正常。这一工作的完成,使郭晋龙在瑞士施特拉公司出了名,第二年另一名外国专家来焊轨段做售后服务时,点名要与郭晋龙搭档。

钢轨焊机生产厂家为适应日新月异的科技发展,产品不断更新换代,一些新的设计和改进尚未经可靠性检验就投入使用,使得钢轨焊机的故障频出。其中有一些是共性问题,例如:钢轨焊机正常工作3~4小时就突然死机,休息一个多小时才可再启动。郭晋龙经过一连几夜的蹲点观察,发现每当出现故障时,SWEP06内部的十三块电路板中KS板上有一个器件很热,而且输出指示灯亮度不够,检测其故障时的输出电压比正常时的输出电压低0.4伏。由于厂家不提供SWEP06内部电路图,郭晋龙把电路板放在玻璃上,下面用100瓦的灯泡照着,将电路板上的每个点、每条线都用万能表进行了检测,根据实物画出KS板电路图,确认是因为外国专家设计时未考虑中国环境温度的影响,导致电路板的带载能力不足导致的,事后瑞士厂家接受了郭晋龙指出的问题,重新设计了电路板,命名MF板,并为我国所有进口该设备的单位都更换了MF板。另外,该焊机在使用过程中偶尔会出现电流信号缺失的情况,导致钢轨焊机停机,但是联系厂家更换设备会延误工期,而且寄来的零部件使用寿命不长,为了节省时间,郭晋龙用分立元件组装电路,经过多年使用无任何故障,为单



图1 GAAS80/580钢轨焊机(郭晋龙提供)

位节省了成本。郭晋龙从简单的设备维修,到能为国外厂家提出改进建议,在全国焊轨基地的名气大增。

2.4 中频电源柜维修

1995年8月,武汉线路工程段卫家店焊轨基地淬火生产线的中频电源柜出现故障。该单位聘请了专家和大学教授都没有修好,基地连续停产10多天,800多名工人在线路上等待施工,武汉线路工程段焊轨基地的领导们非常着急,时间紧、任务重,只能向铁道部请求支援,希望能派技术人员前来帮忙维修。铁道部领导知道郭晋龙技术过硬,就点名请呼和浩特铁路局焊轨段派郭晋龙前往武汉维修设备,接到任务后的郭晋龙拿到图纸后紧急前往武汉。到达现场后,由于停电维修工作无法进行,郭晋龙没有休息,而是抓紧时间熟悉电路图纸,零点过后,郭晋龙接到了电话说:“单位已来电,什么时候方便来车接您?”郭晋龙说:“现在就可以。”郭晋龙的敬业精神让对方听后非常激动,没想到这么晚了郭晋龙还没有休息,做好了随时前往现场的准备,到现场已经是凌晨1点多了,郭晋龙认真查看设备后,发现是由于设备出现故障后维修人员把电流互感器控制信号接反了,导致触发信号与他激震荡信号不同步,使中频电源柜无法启动,郭晋龙仅用1个小时20分钟就将故障排除。之后,郭晋龙还为在场的维修人员讲解了该设备的工作原理并传授了维修技术。郭晋龙认真的工作态度和敬业精神,让在场的人都非常敬佩,这也使他在焊轨界赢得了极高的赞誉。

2.5 探伤列车维修

2011年的腊月二十九,郭晋龙接到铁道部领导交办的去南昌铁路局维修钢轨探伤列车任务。春运期间,铁路运输任务重,如果无法检测,将会影响到春运安全。在特殊情况下,为了能够维修好探伤列车,郭晋龙抓紧时间去呼铁局工务处现场了解了同类型探伤列车的结构和设备,通过

电话和北京的维修人员了解了故障情况，并翻阅书籍资料，做了充分准备，大年初二就赶到南昌。

该探伤列车采用的是美国技术，2007年5月通过验收，2007年11月正式投入使用，2010年开始故障频出，先后烧毁车体箱壁内的一段线路（图2），300V直流电源一个，主控探伤设备供电控制接触器一个，工控机开关电源三个、工控机底板一块和工控机主板三块（图3、图4）。通过南昌探伤列车工作人员的描述，郭晋龙查看了烧毁的电气设备，对发电机供电质量、供电线路和用电设备的动力分配进行检测，发现三相用电分配严重不均衡，电流谐波值超出正常范围、波形曲线严重畸变，判断是三相电的动力分配不均衡和高次谐波导致的故障。电线烧毁原因是探伤列车用电力分配不均，使中性线电流增大，导线全部被阻燃发泡填成保温层包裹，无法散热，加剧了电线老化，烧毁了线路。另外，这列探伤列车的工控机采用AT电源，开机后不能自动关闭电源，由于存在电流高次谐波，电网浪涌波动时，就会烧毁工控机底板、主板还有工控机开关。郭晋龙通过在工控机底板与外壳之间加装绝缘防护，用ATX电源替换AT电源，在供电端加装380V/220V变压器，以减少其他用电设备开启和关断时产生的浪涌波动和尖峰脉冲，减少高次谐波通过中性线对工控机和探伤设备的干扰，并更换高性能净化电源或采用UPS电源给回路用电设备供电。试运行列车状况良好，修好当天就进行了线路检测了。郭晋龙的这一次维修解决了探伤列车之前的所有故障。



图2 车体箱壁内烧毁的电路（郭晋龙提供）



图3 烧毁的工控机底板（郭晋龙提供）



图4 烧毁的工控机主板（郭晋龙提供）

3 焊轨技术创新

焊轨段属于工附业生产加工企业，全员不到240人，企业领导为了提高生产效率、产品质量和增加职工收入，对科技创新非常重视，激励全体员工参与技改和科技创新工作。从1985年开始，郭晋龙就利用业余时间开始参与单位的小改小革，配合铁科院、呼铁局等完成了一些科研项目，在技术创新方面取得了丰硕的成果。以下将对郭晋龙技术成长有着重大意义的三项成果进行分析，从中可以看出郭晋龙研发工作的动力、思路和方法，进而体现大国工匠应有的品质和精神。

3.1 钢轨胶结绝缘接头设备研发

1998年，郭晋龙接到领导交给的一项研发任务，设计钢轨胶结绝缘接头加热炉温度自动控制电路，需要一个月完成。设计要求用两根6米多长的钢轨胶接在一起，胶接成12米的绝缘钢轨，然后焊接在长钢轨线路上。由于钢轨加热区域只有1米多的长度，外露部分的钢轨散热速度很快，加热区域的钢轨还要完成除锈、配比、涂胶、加热、恒温、保温、胶接固化等工序，任务非常艰

巨, 如果加热超温会破坏绝缘造成短路, 固化温度低了就会使钢轨断裂, 轻则影响铁路信号指挥系统, 重则造成列车追尾或颠覆的重大事故^[4]。当年国内只有一家企业可以生产, 但是设备工艺保密, 只能靠自己的力量开发。郭晋龙通过查阅资料结合自己多年的电气理论基础和实践, 耗时三个月, 完成了“钢轨胶接绝缘接头设备控制电路设计”(图 5、图 6), 这是郭晋龙第一次独立完成的设计研发工作, 首次拿到了呼铁局科技进步三等奖的证书, 也是第一个有他名字的奖项, 对他后来的工作影响很大, 激发了他研发创新的激情。



图 5 钢轨胶接绝缘接头生产设备电气控制柜外观
(郭晋龙提供)



图 6 钢轨胶接绝缘接头生产设备内部(郭晋龙提供)

3.2 钢轨焊缝双频正火工艺

3.2.1 钢轨焊缝双频正火工艺的研发过程

1997 年以来, 铁路进入全面提速的阶段, 几

乎每年提速一次, 到 2007 年, 再难提速, 主要原因是钢轨焊缝的机械性能和力学性能达不到焊接标准, 落锤试验常发生断轨, 所以必须用鱼尾板连接(图 7)。以国内钢厂生产的 25m 钢轨为例, 钢轨焊接每公里要产生 78 个焊缝, 468 个鱼尾板连接孔。如果按 10 公里线路计算, 会产生 789 个焊缝, 增加鱼尾板连接孔 4734 个^[5], 人工成本和材料成本是一笔不小的费用。由此可见, 焊缝的质量对于列车的高速、高密、重载、安全和舒适起着至关重要的作用。那么, 如何提高焊缝的质量, 成为中国铁路急需解决的重大课题。



图 7 安装鱼尾板的钢轨(郭晋龙提供)

钢轨焊缝正火热处理是钢轨连接的一个重要环节, 焊轨厂家用这一方法来提高焊缝强度和韧性, 使其达到母材的材料性能和力学性能。早期是通过火焰加热来对焊缝进行热处理, 但是这种方法热处理效果差, 落锤试验常发生断轨, 钢轨合格率低, 对于列车运行存在安全隐患, 不得不进行正火技术和设备的革新。后来又发明了中频电感应正火, 频率选择在 900Hz 左右, 中频电感应正火效果比火焰加热正火效果有了明显的提高, 但是由于钢轨是不规则形状, 轨头厚、轨底薄, 所以进行热处理时, 轨头、轨腰和轨底角对温度的需求不同, 采用单一频率正火, 轨头金属厚, 通过电流大, 轨底两侧金属薄, 通过电流就小, 特别是轨底底角位置, 在该频率段正火加热后期由于电流的“抵消”作用温度不再上升, 达不到奥氏体相变要求温度, 在轨底角易产生粗晶组织, 使钢轨焊缝达不到母材的力学性能, 效果

还是不够理想, 因此钢轨焊缝正火效果成为影响铁路提速的一个关键因素^[6]。

1985年, 郭晋龙参与了铁道部科学研究院研发的第一台钢轨焊缝中频电感应正火设备, 在之后的工作中, 也一直对正火设备和正火工艺非常关注。列车运行中钢轨的轨底承受着拉应力, 因此提高钢轨轨底底角的正火效果达到母材的性能是关键。郭晋龙想到了双频正火, 但是由于焊轨段不是科研单位, 研发经费少, 无法承担这样重大的科研项目, 这一工作一直无法进行。2001年, 为了研发这项技术, 郭晋龙自筹资金30多万元, 借用北京华电自动化设备厂的场地进行科研试验(图8), 他前往北京、上海等地参观国际机床、先进设备、电子展会; 去西安、合肥、邢台、北

京、沈阳等地学习调研。经过不断地摸索和试验, 经历了无数次的失败, 历时三年(2004年中断一年)完成了型钢轨焊缝双频正火工艺及设备, 2005年5月在北京通过了空载实验, 受到了全国焊轨行业的广泛关注。

这项工艺是利用低频加热能够深入钢材内部的特点和高频率加热有表面和边角积聚的特征, 对钢轨焊缝的轨头和轨底底角不均匀断面或异型钢材实现均匀加热的一种正火工艺^[7]。该工艺根据钢轨轨种不同, 调节频率和加热时间, 使其达到不同部位的温度要求, 解决了钢轨焊缝正火温度不均匀问题。以50kg/m、60kg/m、68kg/m、75kg/m钢轨为例, 不同钢轨低频段和高频段设定的功率、温度和加热时间如表1所示。

表1 不同轨型正火表

钢轨轨种 (kg/m)	低频加热				高频加热				底角 温度(°C)
	功率 (kW)	频率 (Hz)	温度 (°C)	加热时间 (s)	功率 (kW)	频率 (Hz)	温度 (°C)	加热时间 (s)	
50	60	1100~1200	500~730	60	70	2600~2700	730~850	70	850
60	70	1000~1100	500~730	110	65	2300~2400	730~850	80	850
68	80	900~1000	500~730	120	75	2200~2300	730~850	80	850
75	80	800~900	500~730	130	75	2000~2300	730~850	100	850



图8 郭晋龙正在进行正火试验(郭晋龙提供)

对以上四种钢轨, 低频加热功率设置为60~80kW, 频率为800~1200Hz, 加热60~130s, 高频加热功率为60~75kW, 频率为2000~2800Hz, 对钢轨的焊缝加热70~100s^[8]。

3.2.2 采用双频正火工艺的优势

双频正火解决了两个问题: 第一, 对于不同轨种和轨型通过低频和高频两个频率来实现均匀加热, 优势在于可以根据钢轨轨种和轨型的不同, 通过低频和高频两个频率来实现均匀加热, 克服了以往中频率正火的不均匀性, 完全解决了轨底底角的正火温度达不到要求, 在焊缝两侧区域形成灰斑缺陷, 影响焊缝的强度和韧性, 降低钢轨寿命等问题; 第二, 对于异型钢材的加热处理也同样适用, 一个正火线圈可以对应多个轨型, 正火频率和温度可设定, 工作频率比较宽泛, 在800~4000Hz范围内可调, 使用和调节都非常方便^[9]。

3.2.3 钢轨焊缝双频正火设备和正火工艺的使用情况

2006年6月, 中铁第四工程局在安徽合肥、

贵州都匀的长钢轨焊接基地引进了这项技术,试用后正火效果良好,操作人员提出该设备的参数设置繁琐,频率调整需要人工干预,需要简化。郭晋龙再次进行了改进,把时序控制改为了编程器控制,在设备上增加了红外线温度检测探头,温度检测控制仪表,实现了一键操作完成全部热处理工序。焊接后的钢轨合格率从 85%提高到了 98%,省掉了工人加装鱼尾板的工序,节省了大量的材料费用,减轻了工人的劳动强度。这项技术后来被中铁四局合肥焊轨基地、济南铁路局济南焊轨厂、柳州铁路局柳州焊轨厂等全国的 16 家焊轨基地和 30 多条生产线引进,经过正火的钢轨已经铺设到了全国的高速铁路线上(图 9),满足了高速列车和重载列车的安全通行要求。改进后的“钢轨焊缝双频正火设备及工艺”获得了 2010 年度国家科技进步二等奖,郭晋龙成为中国铁路唯一一位登上国家最高奖项的技术工人。2013 年 9 月,投资 271 亿元人民币,总长 344 公里,设计时速 200km/h 的海南省西环线高铁线路,使用了钢轨焊接双频正火设备和工艺。2015 年 12 月 30 日正式通车运营后,至今运行状况良好。



图 9 使用正火设备和工艺焊后的钢轨(郭晋龙提供)

3.3 钢轨焊接机研发

从 20 世纪 90 年代以来,我国钢轨焊接设备一直采用进口乌克兰移动式交流焊接机和瑞士固定式三相次级整流钢轨焊接机。由于移动式交流

电源特有的集肤效应,以及固定式三相次级整流非纯直流特性,流经焊接接头处的电流不稳定,钢轨横截面上的电流不均匀,使我们的钢轨焊接质量受到很大影响,焊接工艺强度测试不佳,常会发生断轨。另外,焊轨设备经过近 30 年的发展,美国、日本等发达国家的焊轨技术都已经更新换代,而我国依然用的是 30 年前的陈旧设备,自动化程度偏低,操作起来较为复杂。针对我国使用的焊轨机存在的不足和所采用的焊接电源先天缺陷等问题,郭晋龙从 2012 年开始关注钢轨焊接机的研发,2016 年初在上海组建了科研团队,于 2017 年 7 月带领团队完成了全数字闭环控制中频直流(移动、固定)闪光焊轨机研发工作(图 10),这一研发成果填补了国内焊轨设备的空白,焊轨技术水平同美国、日本、奥地利、加拿大等发达国家持平,现已申请 6 项发明专利技术和 5 项实用新型专利技术。



图 10 郭晋龙科研团队研发的固定式钢轨焊接机(郭晋龙提供)

全数字闭环控制中频直流闪光焊轨机,使用中频直流焊接电源,电流纹波小,分布均匀,焊接过程中热量均匀分布在钢轨端面上,克服了以往交流电作为焊接电源时,流经焊接处的电流不均匀的问题;该焊接机采用了次级端电流闭环检测控制系统,焊接电流采样位于被焊钢轨上,真实、精确,更可控性高;屏蔽了焊接中飞渣短路、阻抗磁抗等引起的电流损耗,保证了钢轨端面热

梯度的稳定性, 均匀性和可控性; 提高了对焊接中杂质的排异性能, 减少了热响应区对母材的影响, 降低了设备对环境、操作者技能的要求。通过多次焊接试验, 焊轨机焊接效果良好、焊接质量稳定, 可以实现不同型号的钢轨闪光焊接。该设备硬件包括静夹具、动夹具、输送架和输送轮, 软件采用采用计算机控制技术, 具有大数据保存分析能力, 工业通讯协议全覆盖, 实现网络远程控制和问题诊断。

在工作的 40 余年里, 郭晋龙参与研发的中频柜控制双 AT 尖轨加热炉、淬火钢轨失速报警器、谐波治理功率因数补偿装置等成果共有 73 项获得市(局)级以上奖。其中, 他担纲研发的有 43 个市(局)级奖项、7 项省部级奖、2 项分别获得全国创新成果二等奖和优秀奖、1 项获得国家科技部进步二等奖。他的研发成果全部免费推广使用, 现已推广到国内 21 个省市自治区, 共计 131 台/套。

4 技术经验的分享

郭晋龙将自己多年的工作经验和方法总结成《中频电源柜维修》和《郭晋龙工作法: 钢轨焊机维修》供同行使用, 为兄弟单位节省了的维修时间和修理费用, 受到焊轨界同仁的好评, 通过讲解和指导, 提升了我国钢轨焊机维修技工们的整体水平。

《中频电源原理与维修》书中全面而详细地介绍了可控硅中频电源、集成触发电路中频电源、计算机控制数字式恒功率快速型中频电源的内部控制电路工作原理和功能, 并根据常见的故障详细介绍了排除故障的流程, 通过常见的故障实例, 分析其原因并给出快速解决的方法, 是一本非常实用的电工维修手册。该书详细地画出了中频电源内部电路图并对每一部分进行了详细描述, 所以也是维修电工学习的一部很好的教材^[10]。

由于进口设备 GAAS80/580 钢轨焊机提供

的技术资料不全, 出了故障很难解决, 特别是电路故障, 因电路图画法标准不同, 核心技术保密, 维修难度很大。郭晋龙自编了《郭晋龙工作法: 钢轨焊机维修》一书, 书中通过钢轨焊机使用准备及故障确认方法、钢轨焊机维修实例以及钢轨焊机的 PLC 显示三个方面, 详细介绍了 GAAS80/580 钢轨焊机的正常显示和常见故障分析, 并提供了详尽的解决方法。书中对液压泵站和冷却系统故障、安全继电器、SWEP06 内部板卡故障、传感器故障、推瘤刀架、空气开关脱扣故障、漏电打火、钢轨焊机线路信号故障及钢轨焊机常见故障共选取了 65 个实例, 全面而详细地介绍了故障的快速判断方法和维修方法, 为铁路系统各个焊轨单位的钢轨焊机维修提供了极大方便, 节省了请外国专家的直接成本和耽误工期的间接成本^[11]。书中的故障维修方法对于乌克兰 K 系列和瑞典 E 系列钢轨焊机也具有一定的实用性和借鉴性。

2011 年呼铁焊轨段为培养青年职工成长成才, 成立了青年职工技术创新协会, 郭晋龙作为全国劳动模范承担起定期培训青年职工岗位成才的责任, 他对每批新入职的大学生及复转军人进行上岗前的岗位安全和技能培训; 同年, 郭晋龙与昆明铁路局工务机械段成立的“郭晋龙技术攻关小组”签订了联创帮扶协议, 利用自己掌握的技术知识, 通过现场指导、电话沟通、网络教学等方式, 帮助昆明铁路局科研人员完成的科研项目获得 2014 年度云南省科技进步二等奖。退休后的郭晋龙依然工作在一线, 一方面担负起了内蒙古呼和浩特市城市轨道交通建设有限责任公司首席顾问兼创新工作室领衔人的工作, 利用自己所掌握的技术保障呼和浩特人民的安全出行; 另一方面, 继续发扬劳模精神, 为航天科工高技能人才提升、全国各地职业技术学院的学生培养以及企业青年工匠的培育进行指导, 将自己多年的学习和工作经验传授给更多的技工们。

5 结论

“大国工匠”是在推动中国制造业转型的时代背景下出现的热词,从2015年国家提出《中国制造2025》行动纲领之后,社会各界高度关注高技能人才的培养和发展,尽管国家顶层制定了一系列政策保证劳动型、技能型、创新型人才的培养,但是对于建设制造强国这一新常态还是远远不够的。通过对大国工匠的深入调查发现,能成为大国工匠必须具有三个方面的基本因素。首先在思想上,父母的教育非常关键。父母是孩子的第一任老师,家庭中父母的言传身教对孩子的工作、生活都有重要的影响。其次工作上,必须有好师傅带领的带领。师傅不仅要传授技术经验,更重要的是其工匠精神对年轻技工们产生着潜移默化的影响。第三是自身原因,勤奋好学、刻苦钻研以及对技术的领悟能力是成长为高技能人才至关重要的因素。建议在技能人才的培养上,除了客观上给予技术工人的发展创新的平台和条件,如提高福利待遇、打通晋升渠道,建立长期雇佣制度等,更应该充分发挥现有“大国工匠”的作用,开拓校、企与当代“大国工匠”深度融合、长期合作的培养模式,在快速提高青年学生和职工技能成长的同时,使他们树立正确的职业价值观、建立职业自信,快速成长为行业的领军人物。由于条件所限,本文只对具有代表性的“大国工匠”之一郭晋龙的技术进步及工作中潜移默化的技术和精神传承进行了研究,具有一定局限性,

对众多大国工匠的特质和成长路径还需要进一步深入探讨,以期对高技能人才的培养有一定的帮助。

致谢

本文是在郭晋龙的访谈配合下整理而成,特此致谢!

参考文献

- [1] 铁道部政治部宣传部,呼和浩特铁路局党委. 郭晋龙:用知识创造奇迹的工人[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,2006:129-134.
- [2] 郭晋龙. 工人也能当专家[J]. 实践,2013(12):33.
- [3] 孙照峰,李运生,安弘,等. 蓝领专家郭晋龙[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,2006:29-36.
- [4] 呼和浩特铁路局党委宣传部,呼和浩特铁路局工会. 郭晋龙一路登攀著华章[G]. 内部资料,2012:8.
- [5] 央视网. 郭晋龙. [EB/OL]. (2019-01-12)[2020-08-10]. <http://news.cctv.com/2019/01/12/ARTIN7fLIMAGZtZ15dVt2iOr190112.shtml>
- [6] 郭晋龙,刘伟,李平,等. 感应加热技术在钢轨热处理中的应用研究[J]. 铁路技术创新,2016(2):47-51.
- [7] 郭晋龙,刘伟,蔡庄厚,等. 钢轨焊缝双频正火工艺[P]. 中国,ZL201010127785.72013.
- [8] 郭晋龙,刘伟,蔡庄厚,等. 钢轨焊缝双频正火设备及正火工艺[P]. 中国,ZL201010127782.72013.
- [9] 贺勇. 钻研铸尖端——记呼和浩特铁路局焊轨段“蓝领专家”郭晋龙[N]. 人民日报:2011-05-02.
- [10] 郭晋龙. 中频电源原理与维修[G]. 呼和浩特市铁路局焊轨段,内部资料,1995.
- [11] 郭晋龙. 郭晋龙操作法——钢轨焊接机维修[M]. 北京:中国工人出版社,2018.

Technologica Innovation of Guo Jinlong: A Great Rail Welding Expert of China

Li Yunxia¹, Yi Degang²✉

(1. *Institute for the History of Science and Technology, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022, China;*

2. *College of Humanities, Donghua University, Shanghai 200051, China*)

Abstract: The successful development of China Railway puts forward higher requirements on the rail. The welding joint is the weak part of the rail, and the firmness of the welding joint determines the speed, safety, and comfort of the train. Guo Jinlong is a rail welding expert who has made a significant contribution to the speeding up of China's railways and ensuring their safe operation. By interviewing Guo and examining relevant literature, the author summarized how Guo developed equipment maintenance skills and innovated rail welding equipment; further, based on Guo's career over the past 40 years, the author reproduced the process of an ordinary worker growing into "Worker Academician," carrying forward the great craftsmanship of the new era.

Key Words: rail welding machine; high speed train; great country craftsman