

保煤运:大秦重载铁路建设 (1985—1998)

王斌

中国科学院自然科学史研究所,北京 100190

摘要 大秦铁路是中国第1条双线电气化、重载单元现代化铁路,是增强晋煤外运能力的国家重点建设工程。大秦铁路建设分一期、二期建设工程和三期配套工程,1985年正式开工,1998年配套工程竣工。采用一级重载路基,铺设重型钢轨,采用了先进的桥梁架设和隧道施工技术。引进和攻关研制了具有20世纪80年代先进水平的技术装备,坚持“自力更生为主、国际合作为辅”的方针,依靠多单位联合攻关和技术结合,以最终实现国产化为目标。大秦铁路重载运输能力的发展标志着中国铁路重载运输的技术水平进入世界先进行列。

关键词 大秦铁路;重载运输;晋煤外运

大(同)秦(皇岛)铁路是20世纪80年代为解决晋煤外运问题而修建的中国第1条双线电气化、重载单元运煤专线。由于原铁道部档案的非开放性和难以获取等因素,国内铁路史研究长期以来多集中于1949年以前的铁路问题,对大秦铁路等新中国成立以后的铁路事业关注不多。关于大秦铁路建设的资料整理和研究,最权威者为铁道部大秦铁路建设办公室编著的《大秦铁路》^[1],该书作为工程总结报告,详细介绍了大秦铁路各项工程建设和技术引进及研发的情况。其他关于重载铁路和大秦铁路的专业性论著,或偏重工程技术问题^[2-6],或为发展综述和一般性记述^[7-8]。本研究在搜集相关文

献资料的基础上,从技术史角度,探讨大秦重载铁路建设的背景和必要性,简述土建工程中采用的施工新技术,结合典型项目论述重载单元列车成套设备攻关项目的特点,最后评价大秦铁路项目的科技成就和经济效益。

1 重载铁路的界定

重载铁路是在一定的技术装备条件下,采用大功率内燃或电力机车,扩大列车编组长度,使牵引重量和输送能力达到一定标准的运输方式^[9]。重载铁路是一个广义的系统,由很多子系统构成,其核

收稿日期:2019-09-23;修回日期:2021-07-09

基金项目:中国科学院自然科学史研究所重大突破项目(Y621081)

作者简介:王斌,副研究员,研究方向为中国铁路史,电子信箱:wangbin@ihns.ac.cn

引用格式:王斌. 保煤运:大秦重载铁路建设(1985—1998)[J]. 科技导报, 2021, 39(19): 92-97; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2021.19.011

心内容是重载铁路工程和重载铁路运输两大系统,围绕两大系统的是技术装备配套。重载铁路运输是大宗货物运输的主要方式,具有运能大、效率高、运输成本低等显著优势,是世界铁路货物运输的发展方向,也是货运现代化的重要标志^[9]。

国际上对重载铁路的界定,主要以牵引重量、轴重和年运量为指标。随着世界重载运输的快速发展,重载运输的标准不断更新。国际重载运输协会先后于1986年、1994年、2005年3次重载运输会议中修订了重载铁路标准(表1)。

表1 国际重载铁路标准定义更新情况^[11]

会议	牵引重量	轴重	年运量	备注
1986年 加拿大会议	≥5000 t	≥21 t	≥2000 万 t	
1994年 北京会议	≥5000 t	≥25 t	≥2000 万 t	至少满足 其中两条
2005年 巴西会议	≥8000 t	≥27 t	≥4000 万 t	

世界各国铁路由于运营条件、技术装备水平不同,所采用的重载列车形式和组织方式也各有特点。重载运输方式一般分为3种。(1)单元式重载列车,以固定的机车车辆组成一个运输单元,中途不编解,在装车站和卸车站之间循环运行。1958年,美国南太平洋铁路公司首创开行85辆矿石车组成的重载单元列车^[10]。这种运输方式随后推广到加拿大、澳大利亚、巴西和南非等国,上述国家均大量开行1万t以上的单元列车,列车重量甚至高达2万~3万t。(2)整列式重载列车,亦称超重型重载列车,由挂于头部的一台或多台机车联合牵引,中途需要解体和重新编组。(3)组合式重载列车,由2列及以上同类货车首尾衔接,组合成一个整列,牵引机车位于列车头部和中间。组合列车起源于苏联,曾进行过3万~4万t的重载列车试验^[1]。

2 中国重载铁路发展的背景和模式

与美国、苏联等国家相比,中国的重载铁路运输起步较晚。20世纪80年代,随着“以经济建设为

中心”的转移,国民经济通过调整进入正常发展的轨道,铁路运量增长很快,铁路运输的紧张局面越来越突出。当时,晋煤外运、南北通道、华东通道等14条既有铁路干线,营业里程只占全国铁路的30%,却担负着全国70%的货物周转量,已经接近或达到了这些线路所能承载的极限^[10]。然而,这些繁忙主干线所能承载的平均列车重量只有2400t,最大列车重量也只有3500t,而苏联1980年的最大列车重量已经达到6000t,美国最大列车重量更是达到15000t^[7]。因而,“扩能”成为这一时期中国铁路建设的中心工作。

由于当时国力、财力有限,国家还没有条件立即建造货运重载专线,因而选择了从既有线路改造入手,以期在短时间内缓解铁路货运的困难。主要对京包线(丰台—沙城—大同段,简称“丰沙大段”)、石太线、太焦线等进行了电气化改造,对胶济线、同蒲线、石德线、陇海线(郑州—徐州段)等增建第二线^[12]。

在既有线路改造的基础上,通过学习借鉴国外重载运输的成功经验,并结合中国铁路运输的自身特点,中国开始了重载铁路的研究试验,逐步探索出了适合中国国情的重载运输模式。

中国重载铁路发展也经历了3种模式。

1) 早期开行组合列车。1984年,铁道部成立重载组合列车开行试验领导小组,首先选择晋煤外运的北通道——丰沙大线作为试点,在大同—秦皇岛间开行组合式列车。列车由两列普通3700t列车合并成一列,采用ND5内燃机车双机牵引,1985年3月起正式开行。其后,沈山线、石太线、石德线、津浦线、京广线、京沪线等也开行了6500~8000t组合列车,显著提高了煤炭运输能力^[2]。

2) 修建重载专线、开行单元列车。1985—1998年,中国修建了第1条双线电气化重载运煤专线——大秦铁路,该线全长653km,分三期修建。

3) 开行整列式列车。1992年起,铁道部对京沪、京广、京哈等繁忙干线进行改造,开行整列式重载列车,采用双机牵引,将列车牵引定数由3500t提高到4000~6000t。

这3种模式至今仍是并存的,适应不同的需求^[10]。

3 大秦重载铁路建设概况

3.1 大秦铁路建设的必要性

20世纪80年代以来,全国铁路运输能力远远不能满足国民经济发展的要求,尤其以煤炭资源的运输压力为最大。山西、陕西和内蒙古西部(亦称“三西”)是中国最大的煤炭产地,其煤炭储量占全国的60%,其中山西大同煤炭蕴藏量300多亿^[2]。虽然三西地区煤炭产量成倍增长,但苦于外运能力不足,挖出的煤不能及时外运,常引起自燃,不得不以运定产;另一方面,华东和华北地区由于工矿企业用煤不能及时供应,严重影响工农业生产的发展,甚至出现大批工厂停产的状况^[8]。煤炭运输能力不足成为当时制约中国经济发展的严重障碍。为解决三西地区煤炭外运的困难,国务院决定修建一条重载运煤专线——大秦铁路,它成为雁北、平朔、内蒙、宁夏、陕北等地区煤炭外运的重要通道,煤炭由大同经这条铁路运至秦皇岛后,再通过海路

运至东部沿海和其他地区。

3.2 大秦铁路建设项目概况和主要技术标准

大秦铁路西起大同,东至秦皇岛,途径山西、河北、北京、天津4省市,全长653.02 km(图1),是一条双线电气化、开行重载单元列车的运煤干线,是国家重点建设工程,是增强运煤通道的战略重点。以铁道部第三勘测设计院(现为中国铁路设计集团)为总体设计单位,铁道部电气化铁道工程局负责电气化及电气化防护工程设计^[13]。该路按开行万吨重载单元列车设计,近期年输送能力为6000万t,远期为1亿t,采用一级重载铁路,其主要技术标准见表2。全线分一期、二期建设工程和三期配套工程,各期工程建设情况见表3。



图1 大秦铁路地理位置^[1]

表2 大秦铁路主要技术标准^[1,13]

技术分类	技术标准
线路等级	I级
正线数目	双线
限制坡度	上行(秦皇岛方向)4‰,下行(大同方向)12‰
最小曲线半径	一般地段800 m,困难地段400 m
牵引种类	电力
机车类型	SS4型机车,在SS4型机车未配备前采用SS1型或SS3型机车过渡
牵引定数	上行重载单元列车近期6000 t,远期10000 t;普通货物列车上行4000 t,下行2350 t
到发线有效长度	1050 m;为10000 t重载单元列车而设置的到发线有效长度1700 m
闭塞类型	自动闭塞
钢轨重量	近期:60 kg/m重轨;远期:75 kg/m重轨

表3 大秦铁路各期工程情况^[10]

工程分期	工程项目内容	说明
一期工程:大同—大石庄、与京秦联络线 (1985—1988年)	大秦线引入大同枢纽,韩家岭—茶坞段、茶坞—大石庄段,与京秦联络线,引入秦皇岛三期煤码头,长410.7 km	大同煤经该线、引到京秦线,再运至秦皇岛
二期工程:大石庄—秦皇岛 (1989—1992年)	大石庄—遵化段、遵化—秦皇岛段,长242.32 km	大同煤经大石庄,直达秦皇岛三期煤码头
三期工程:配套工程 (1995—1998年)	扩建湖东编组站、茶坞区段站,增建秦皇岛北牵引变电站和疏解线,大同枢纽云岗联络线增建第二线,以及通信、信号、电力、给排水等的配套工程,9个车站的到发线有效长达到1700 m	增扩建设备,大秦铁路成为双线电气化重载运煤专线

4 大秦铁路土建工程新技术

4.1 重载路基和轨道技术

大秦铁路采用一级重载路基,铺设重型钢轨。由于重载铁路运量大、车流密度高,路基承受的动载强度及疲劳作用加大,要求路基有更高的质量。大秦重载路基研究,通过现场观测、室内动力、静力模拟试验和轨道基础反应理论分析等方法,在中国首次提出了重载铁路路基技术条件^[5]。路堤基床厚 2.5 m,表层厚 0.6 m,底层厚 1.9 m。道床土质路基为双层,砂石路基为单层,道床厚度为 0.35 m,道床顶宽度为 3.1 m^[6]。铁道部第一工程局和铁道科学研究院共同研究了一整套“四区段、八流程”路基填筑压实工艺。从土石方装载、运输到整平、碾压,实现了机械化配套施工,采用重型压路机碾压,密实度达 95% 以上,达到建国以来新建铁路的最高水平。采用了国际上最先进的 MC-3 核子湿度密度仪和 K30 承载板检测设备进行施工检测,填补了国内空白、达到国外同类产品先进水平^[1]。

轨道采用 60 kg/m 重型钢轨及 75 kg/m 特重型钢轨,无缝线路^[10]。首次使用了 60 kg/m AT 轨新型道岔系列,提高了通过能力,延长了使用寿命。采用有碴桥面预应力混凝土枕,既提高了通过能力,又节约了木材,填补了国内空白^[1]。

4.2 桥隧施工技术

大秦铁路采用了 V 型桥墩,有效增大跨径,降低梁高,在中国铁路桥梁史上为首创。钢筋混凝土连续刚架旱桥,结构轻巧,基础型式灵活。16 m 先张法部分预应力混凝土梁,减少预应力钢筋。混凝土基桩无损检测,能准确判定桩身缺陷的性质和位置,达到国际水平^[1]。

隧道工程方面,创造了黄土质潜埋软弱地层隧道“暗挖法”和软岩隧道“眼镜法”施工新技术,隧道超前地质预报方法、毫秒爆破合理时差技术和防排水综合技术均有新突破,双线隧道机械化施工技术得到了全面推广^[14]。为保证隧道施工进度,购进 5700 万美元的大型施工机械,极大地提高了隧道施工能力。大秦铁路修建的双线隧道超过了中国当时双线隧道的总和^[1]。

5 大秦铁路重载列车成套设备攻关研制项目及其特点

1983 年 9 月,根据国务院的要求,由铁道部、交通部、国家经委、煤炭部、冶金部、机械工业部、电子工业部、船舶总公司组成大秦铁路重载列车成套设备领导小组。大秦铁路重载列车成套设备攻关研制列入国家重大技术装备项目,包括 51 项国内研制攻关项目、35 项引进项目以及 5 项国内新设备购置项目,共 91 项,其中包括 SS4 型大功率电力机车、装有转动车钩的 C63 新型运煤专用敞车、光缆数字通信系统、微机化调度集中系统、红外线轴温监测装置、机车低恒速控制装置、AT 供电系统及远动装置等。以下以几个典型项目为例,说明攻关研制的特点。

1) 坚持“自力更生为主、国际作为辅”方针。

大秦铁路攻关研制项目始终坚持立足国内,凡国内经过攻关努力能够实现的设备,一律不安排引进;已批准的引进计划项目,一旦发现国内能够研制,也一律取消引进计划,改为国内研制。国内短期内研制不了的,采取引进关键设备与国内配套相结合,引进国外先进技术与国内研制、开发、创新相结合,最终以实现国产化为目标。

车辆轴温红外线监测系统就是由最初的引进项目,改为国内研发并获得成功。车辆轴温红外线监测系统是通过轴箱红外辐射能量的变化来测定轴箱温度的变化,从而判断轴箱工作状态是否正常。20 世纪七八十年代,中国曾引进法国和美国的红外线轴温监测设备,但由于中国车型复杂,在形状、构造、轴距方面均不相同,外国设备在中国不同种类的轴承面前失去了辨认能力。哈尔滨铁路科学技术研究所 20 世纪 70 年代开始研制红外系统,但受条件所限,第一代产品性能不理想。1982 年起,该所利用微机进行第二代红外系统的研制工作,终于在 1987 年研制成功^[8]。该系统能适应中国车型复杂、气候条件恶劣的实际情况,在计轴计辆、滚滑判别、热轴跟踪等技术上,居世界领先水平^[1]。

电气化接触网工程采用的大截面连铸连轧无接头铜导线,由泰安电力机车线厂研制。按国内原

来的生产技术水平,一根铜导线长度最多 600 m,靠焊接将它们连为一体,但焊接头越多,越容易出事故。对此,铁道部电气化工程局要求以日本铁路技术为参照,研制出每根在 2000 m 以上的铜导线。前期招投标过程中,某国内大型专业企业投标报价 220 万元,外加 40 万美元,而集体所有制小企业泰安电车线厂只报 70 万元,不要一点外汇,最后成功中标^[1]。该厂经自主研发,在国内首次采用连铸连轧新工艺,研制成功大截面、无焊接铜电车线,使 2000 m 导线无接头,主要性能指标都达到或超过日本国铁标准。除了供应大秦线,该厂生产的铜导线还供应衡广线、鹰厦线、川黔线、西陇海线等^[8]。

2) 多单位联合攻关。

以 C63 型运煤专用敞车为例。这种新车型最关键的是要解决三大难题:一是车体备有可旋转车钩,从而使煤车卸煤时可以连续翻车卸煤,无须摘钩分解;二是配置大容量的缓冲器;三是装配全新的制动系统。上述三大关键部件最初都由美国进口^[1]。根据攻关项目研发协议,齐齐哈尔车辆厂主持新车型的生产,并研制可旋转车钩;制动系统由铁道部科学研究院机车车辆研究所和眉山车辆厂等单位联合攻关;大容量缓冲器由戚墅堰机车车辆工艺研究所、四方车辆研究所等单位联合攻关。1989 年,上述关键部件研制成功。1990 年,成功进行了牵引 123 辆 C63 车的万吨级列车运行试验,列车总长度 1.7 km,总载重量 10570 t^[8]。

3) 技贸结合。

大秦铁路的许多引进项目,大都规定有技术转让或合作、合营的政策,引进、合作是为了消化吸收最终实现国产化。一期工程引进部分重要设备,通过引进把技术学过来,二期工程基本实现国产化。

以大秦铁路光缆数字通信系统为例。光缆通信以玻璃纤维代替铜轴电缆,具有中继距离长、传输能力大、输送消耗小、抗高压电磁干扰能力强等优点。20 世纪 80 年代初期,只有美国、日本和欧洲少数国家使用。1986 年通过招标谈判,大秦铁路光缆数字通信项目由日本古河、西德 SEL、芬兰 NOKIA、英国 CASE 等公司中标^[8]。其中,一期工程所用光缆引进日本古河电工以 UV 为光纤护层的

单模光纤、适宜直埋的光缆,二期工程采用了与一期工程同期引进光缆生产技术的西古光纤光缆有限公司生产的光缆,其结构与一期光缆基本相同。一期工程光传输设备由德国 SEL 公司提供,二期工程由引进德国 SEL 公司生产线的天津光电通信公司提供^[1]。除了集中监视维护管理系统和程控数字交换系统在一、二期都引进芬兰 NOKIA 的产品以外,其余系统设备在二期均已实现国产化。大秦铁路光缆通信系统的招标采购和研制开发,促使中国光缆通信技术由小范围、小系统的零星突破进入到一个大范围、大系统内的广泛推行,对整个中国通信事业的发展起到巨大的推动作用^[8]。

6 结论

大秦铁路重载列车成套设备攻关研制项目,坚持立足国内的方针路线,即节约了投资,又成功地研制出符合国情的成套设备,带起了国内一批骨干企业,培养了一支科研开发和工程设计队伍,锻炼了一批组织管理人才。同时,大大提高了中国铁路的技术装备水平,使中国初步具备了建设一条现代化重载运输铁路并为其提供整套技术装备的能力,使中国铁路重载运输的技术水平进入世界先进行列。在 1991 年 3 月召开的国家重大技术装备第二次表彰会上,大秦铁路万吨级重载单元列车成套设备项目被授予特等奖。在 1991 年 9 月召开的国家“七五”科技攻关总结表彰大会上,大秦万吨级重载列车成套设备又获得成果表彰奖^[1]。

大秦铁路分期建设,逐步配套,效益良好。它不仅大幅度增加了三西地区煤炭外运能力,满足华东和华北地区工农业用煤的需要,而且增加了煤炭出口创收,支援国家建设。2002 年起,大秦铁路进行了第一次扩能改造,设计能力达到年运量 1 亿 t,并不断进行技术创新。例如,2003 年自主研制出 C80 型铝合金运煤敞车,该车轴重 25 t,载重由 60 t 提高到 80 t,速度由 80 km/h 提高到 100 km/h^[15]。2006 年,将欧洲 GSM-R 通信技术和美国 Locotrol 无线同步控制技术相结合,开发出新的网络化无线同步操纵系统,解决了机车间通信距离限制问题,实

现了列车控制方面的重大突破^[7]。2007年大秦铁路年运量达到3亿t。2008年进行了第二次扩能改造,2010年运量达到4亿t,2014年试验开行3万t重载列车,成为中国重载运输的又一个里程碑。2015—2016年,由于煤炭行业调整,煤炭运输经历了低迷期,大秦铁路年运量下降至3.5亿t^[6]。2017年起煤炭运输又逐步恢复,2018年大秦铁路运量再次超过4.5亿t^[7]。大秦铁路已经成为具有自主知识产权的重载运输技术体系,列车质量、速度、密度匹配,成为世界上年运量最高的重载铁路,标志着中国铁路重载运输技术达到世界先进水平^[2]。

参考文献(References)

- [1] 铁道部大秦铁路建设办公室. 大秦铁路[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1995: 5-9, 43-51, 216, 296-312, 453-456.
- [2] 耿志修. 大秦铁路重载运输技术[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2009: 1-5.
- [3] 阚叔愚. 重载铁路工程[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1994: 22-23.
- [4] 张建峰. 大秦重载铁路轨道强化技术方案的探讨[J]. 铁道建筑, 2012(6): 136-138.
- [5] 侯文葳. 大秦重载铁路修建及运营管理技术[J]. 中国铁道科学, 2001(6): 135-136.
- [6] 左大超. 大秦线重载铁路路基设计[J]. 铁道工程学报, 1988(4): 170-172.
- [7] 刘建新, 蔡久凤. 改革开放40年中国重载铁路的发展[J]. 长安大学学报, 2018(6): 68-79.
- [8] 莫伸. 乌金通道——大秦铁路建设工程纪实[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1995: 36-38, 111-126, 140-156, 164-189, 197.
- [9] 沈熙俸. 我国铁路货运新突破——重载运输[J]. 交通与运输, 2010(5): 11-12.
- [10] 中国铁路建设史编委会. 中国铁路建设史[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2003: 64, 613-619.
- [11] 薛继连. 重载铁路技术创新模式: 30 t轴重神华重载铁路运输技术创新探索与实践[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2014: 2.
- [12] 庄正. 中国铁路建设[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1990: 31.
- [13] 中铁电气化工程局史志编纂委员会. 铁道部电气化工程局志[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2000: 257.
- [14] 孙永福. 铁路建设管理论集[C]. 北京: 中国铁道出版社, 2004: 472.
- [15] 李庆生, 孙海富. 中国重载铁路发展及技术标准[J]. 工程建设标准化, 2015(4): 54.
- [16] 张建峰. 大秦重载铁路轨道强化技术方案的探讨[J]. 铁道建筑, 2012(6): 136.
- [17] 科技助力大秦铁路刷高铁夹人新历史纪录[EB/OL]. (2019-02-19)[2019-09-10]. <http://www.cnrailnet.com/t/zhanduan/153207.html>.

Ensuring coal transportation: The development of Datong-Qinhuangdao heavy haul railway (1985—1998)

Wang Bin

The Institute for the History of Natural Sciences, CAS, Beijing 100190, China

Abstract Datong-Qinhuangdao railway is the first double-line electrified and heavy haul unit modern railway in China. It is also a national key construction project to enhance Shanxi coal transportation capacity. Officially started in 1985, the first-stage project was completed in 1988, second-stage project completed in 1992, and third-stage auxiliary project completed in 1998. The project introduced and developed a series of advanced technologies and equipment, adhered to the principle of "self-reliance first, international cooperation second", and finally realized localization of production. The successes in research, development, introduction and digestion of complete equipment for heavy haul train of Datong-Qinhuangdao railway improved the technical equipment level and the ability of developing and supporting manufacturing equipment of China's railway. The development of heavy haul transportation capacity of Datong-Qinhuangdao Railway marks that the technical level of China's railway heavy haul transportation has entered the world's advanced rank.

Keywords Datong-Qinhuangdao railway; heavy haul transportation; Shanxi coal transportation ●



(责任编辑 陈广仁)