

三线建设与铁路桥隧工程技术发展

黄华平

(安徽师范大学 历史学院,安徽 芜湖 241002)

[摘要]三线建设初期,党和政府兴建的西南铁路干线多处于崇山峻岭、深沟险壑之中,沿线桥隧密集且地质复杂,工程建设困难重重。为攻克关键性的桥隧工程技术难题,党和政府设立了技术领导机构,制定了工程技术发展总方针,组建了技术攻关战斗组,并大力研制与引进桥隧施工机械。由此,我国铁路工程技术在桥梁、隧道及桥隧机械化施工等方面取得了显著成就。不仅推动了三线建设,促进了我国铁路桥隧工程技术迈向新台阶,也为我国铁路工程技术发展积累了宝贵的历史经验。

[关键词]三线建设;铁路桥隧;工程技术;西南铁路大会战

DOI:10.3969/j.issn.1002-1698.2022.01.019

近十年来,我国铁路科技创新能力不断提升,铁路总体技术水平已步入世界先进行列,部分技术已达到世界领先水平,^[1]这里的部分技术就包括铁路桥梁和隧道工程技术。^[2]我国铁路桥隧工程技术的巨大成就来之不易,是在党和政府领导下几代中国人不断努力的结果。

新中国成立初期,我国铁路桥梁、隧道工程技术落后,施工机械匮乏,尤其缺乏较大桥梁与隧道修筑的经验。20世纪60年代至70年代,在中国的中西部地区,秘密开展了以战备为中心的大规模国防、科技、工业和交通基础设施建设,被称为“三线建设”。^[3]铁路作为三线建设的重要组成部分,在西南、西北和中南等地区纷纷上马,形成了大规模的三线地区铁路建设热潮。但铁路经过地区多处于崇山峻岭、深沟险壑之间,需

要建设众多的桥梁与隧道,加上地质构造复杂,铁路设计与施工困难重重。为解决桥隧建设难题,党和政府开始大力发展铁路桥隧工程技术,取得了显著成效。目前,学界对三线建设时期的铁路问题已有所关注,^[4]但对其工程技术方面却罕有涉及。本文以桥隧工程最艰巨的西南铁路大会战为研究对象,^[5]考察了这一时期党和政府发展铁路桥隧工程技术的路径、取得的主要成就,并分析其产生的影响。

一、三线建设亟需发展铁路桥隧工程技术

20世纪60年代至70年代的三线建设广泛分布于中西部13个省区,^[6]尤其集中于西南的四川、云南和贵州三省。这些地区一方面承担着大量的三线建设任务,另一方面则面临交通基础

作者简介:黄华平,历史学博士,安徽师范大学历史学院教授,主要从事中国近现代铁路史研究。

设施落后,物资、人员输送难以保障的困局。特别是在西南地区,对外交通的铁路尤为匮乏,仅有新中国成立初期兴修的宝成和黔桂两路,运输能力很低,区域内的铁路也只有连接成都与重庆的成渝铁路。

1964年,中共中央作出三线建设的决策后,为支持攀枝花钢铁工业基地和六盘水煤炭基地等重点项目建设,成昆、川黔和贵昆^[7]等西南地区铁路建设被提上日程。1964年8月11日,铁道部副部长吕正操向中共中央提交了一份报告,其中提出:“成昆路是建设以攀枝花为中心的西南战略后方的主要干线,必须加速修建。但为了尽快增强西南边陲的国防力量,适应当前东南亚形势的迫切需要,并为开发滇东、黔西的煤炭基地,以便为建设攀枝花创造条件,还必须同时加速川黔、滇黔两线的修建。”^[8]8月17日,毛泽东在中央书记处北戴河会议上指示:“成昆路要快修。没有轨,拆其他铁路的。川黔、滇黔路也要快修,一定要保这三条路。投资、材料要多想办法。”20日,他在听取国务院副总理薄一波汇报工作时再次就西南铁路建设进行指示:“成昆路要两头修,滇黔路也可以两头开口,还可以更多的点开工。”^[9]在毛泽东的力促下,以成昆铁路为中心的西南铁路建设大会战拉开了序幕,但建设西南地区铁路并非易事,不仅面临人财物等供应困难,还要应对铁路建设工程等方面的难题。

成昆、贵昆和川黔三路沿线地形多样,地质构造复杂。以成昆铁路为例,“全线有300多公里穿过川西南和滇北山地,多为峡谷地段,山高坡陡,谷深壁峭,流急滩险,并通过纵向地层断裂带,构造运动活跃,地质极为复杂,滑坡、泥石流、崩塌、落石严重。软土地层较广,岩溶、流沙、岩爆发育且含有害气体。地下水旺盛,有较强烈的硫酸盐侵蚀性。沿线雨量充沛,气候变化大。有500公里地段属7至9度地震区。”^[10]除高山峻岭外,成昆铁路沿线河流密布,需跨越大渡河、牛日河、孙水河、安宁河、金沙江、龙川江及旧庄河,而且有的河流还要多次跨越,如牛日河需跨越

13次,孙水河为3次,安宁河为8次,旧庄河为19次,而龙川江则多达49次。这些河流坡陡流急,多数不通航,漂卵石河床,支岔多、沟谷深,洪水猛涨陡落。由于泸沽至西昌间泥石流分布很广,龙川江宽谷地段主流还经常随泥石流消长而摆动。^[11]

为克服复杂的自然条件,成昆铁路需要穿山越岭,跨沟过河,大量建设桥梁和隧道。据统计,成昆铁路沿线共有“大、中、小桥九百九十一座,总延长九十二点七公里,占线路长度的百分之八点五;涵管二千二百六十三座;隧道和明洞四百二十七座,总延长三百四十一公里,占线路长度的百分之三十一一点五。桥隧总延长四百三十三点七公里,占线路总长的百分之四十。在桥隧密集的一些地段,桥隧长度占线路的百分之八十以上”。^[12]这些桥梁和隧道距离长、规模大,全路200米以上的大桥有121座,500米以上的特大桥有8座,其中青衣江大桥以1816.64米居首。墩高在30米以上的桥梁就有50座,大田菁大桥长1165米,平均墩高30米以上;铁马大桥长882米,最高墩51.5米;密马龙5号大桥长227米,最高墩56米。^[13]全路2公里以上隧道有34座,3公里以上的长隧道有9座,分别为沙木拉打、关村坝、莲地、浮漂、前进、枣子林、赵坪1号、红卫和李子湾隧道。^[14]沙木拉打隧道全长6379米,为成昆铁路最长隧道,穿越牛日河与孙水河分水岭,海拔2244米,居成昆铁路最高点,最大埋深600米。洞身通过4组主要断层及4组裂隙带,地表沟谷发育,洞内有多处严重涌水地段,进口最大涌水量每昼夜7750吨,出口最大涌水量每昼夜约为12000吨。^[15]关村坝隧道长6107米,为成昆铁路第二长隧道,洞内温度高,并伴有严重的岩爆。^[16]

由于桥隧众多且沿线地形、地质构造复杂,桥隧建设成为西南铁路大会战的关键性工程。而我国当时的铁路桥隧工程技术尚处在起步阶段,其技术水平、建设经验及机械设备均难以适应西南铁路大会战的需要,加之三线建设突出强

调“多快好省”原则，成昆、川黔和贵昆三路的建设工期均非常紧凑。^[17]发展铁路桥隧工程技术势在必行。

二、党和政府发展铁路桥隧工程技术的途径

基于对铁路桥隧工程技术的迫切需要，党和政府设立了技术领导机构，制定了工程技术发展总方针，组建了技术攻关战斗组，并大力研制和引进铁路桥隧施工机械。

首先，设立技术领导机构。1964年9月11日，为统筹领导西南铁路建设，加速工程建设的开展，中共中央在成都设立西南铁路建设总指挥部，中共中央西南局第一书记李井泉任总指挥，吕正操等任副总指挥。^[18]西南铁路建设总指挥部下设西南铁路建设工地指挥部（简称“西工指”）、技术委员会和支持铁路修建委员会。其中，技术委员会着力解决重大工程技术问题，既是工程技术的决策者，同时也是承担工程技术的实施和鉴定机构，负责“制定技术政策，领导和组织新技术的采用，组织审查设计文件和科研成果”。^[19]国家科学技术委员会副主任彭敏担任主任，谭葆宪为总工程师。^[20]其委员均是来自全国铁路各单位、各专业的专家，包括铁道部第一院的陶斯咏，铁道部第二院的钟瑞清、潘明德、庄文虔、李维义、程维生，铁道部大桥局的赵遂章，上海铁路局的章则怀、黄森，铁道兵的陈余轩及南京铁路局的王一涵等人。技术委员会下设桥梁、隧道、线路、通信信号四个专业委员会，其中桥梁委员会由27人组成，金恒敦为主任；隧道委员会由32人组成，蔡报瑗和王子谦负责；^[21]两专业委员会分别负责桥梁和隧道的工程技术难题。

其次，确立工程技术发展总方针。在设立技术委员会的同时，“西工指”党委还专门作出《关于成昆线采用和发展新技术的决定》，决定在成昆铁路建设中，“在牵引动力、通信信号、线路上部建筑、桥隧土石方各项工程快速施工等四个方面，有目的地采用各种新技术、新设备、新工艺、新结构、新材料和新的施工方法，以改变我国铁

路技术装备和施工技术的落后面貌，提高铁路的运输能力，改进铁路的施工方法。”^[22]这是西南铁路大会战中，党和政府发展铁路工程技术的总方针。桥梁和隧道作为当时最为艰巨的工程，包括桥梁结构、架设、墩台，隧道开挖、隧道支护以及机械化施工等均成为桥隧工程新技术发展的重点方向。

再次，组建技术攻关战斗组，开展技术革命。为攻克铁路工程技术难题，技术委员会将来自全国许多科研、设计、院校、施工、制造、运营等单位的有关科技人员，分项目统一组成40多个战斗组，全国各地1200多名专家和工程技术人员参加。^[23]由于桥隧技术难题最多，此类战斗组也最多。其中，桥梁方面的战斗组主要有钻孔桩基础、预应力拼装墩、栓焊梁、预应力梁、拱桥、^[24]新型架桥机、重型铺轨机及拆装式简易架桥机等8个。^[25]隧道方面战斗组则有16个之多，包括关村坝隧道快速施工、沙木拉打隧道快速施工、蜜蜂菁2号隧道全断面掘进、碧鸡关隧道快速施工、赵坪1号隧道快速施工、长虹隧道快速施工、不良地质隧道、白石岩1号隧道全断面掘进、机械配套、地层压力与衬砌支护量测、喷混凝土、化学防水、电钻、施工通风及防尘、运营通风、整体道床及轨枕板等综合或单项新技术战斗组。^[26]

每个战斗组实行研究、试验、设计、制造、检验、安装、使用等七件事一贯到底的负责制，其所需的资金、材料、设备，由确定负责实施新项目的施工单位纳入该工点的工程计划。^[27]关村坝隧道是成昆铁路北段的重点工程，隧道长，岩爆严重，且隧道位于谷深湍急的大渡河边，地形陡险，作业条件较差。^[28]为解决关村坝隧道的施工问题，技术委员会牵头组建关村坝隧道快速施工战斗组，国家科学技术委员会、重庆大学、同济大学、西安矿业学院、铁道部科学研究院西南研究所、铁道部专业设计院、铁道部第一设计院、铁道部第二设计院、冶金部井巷三队及煤炭部京西一队等十余家单位参与协作，铁道部第二工程局第十一处具体负责工程技术的实施。通过多次试

验和实践,战斗组先后改进、创造和推广了移车器、自动风门、锚杆支撑、风动水泵、导坑作业流程图、循环调车、多机多循环作业及快速装碴等先进技术和经验,^[29]在较短的时间内取得了较好成果。

最后,大力研制与引进铁路桥隧施工机械。西南铁路大会战前,我国铁路建设队伍机械数量少、性能差、品种不全,施工机械不是主要力量,基本上靠人力施工,占用劳动力多,工效低,建设速度慢,这与当时成昆铁路的工程量和工期要求极不适应。

为早日实现成昆铁路的通车,党和政府一方面组织国内有关部门自主研制和生产供应铁路施工所需的机械设备。1966年,大连机车车辆厂研制出中国第一台筒支式架桥机-66型;1968年,武汉工程机械厂与有关单位联合试制出胜利型130筒支式单臂架桥机;1970年,武汉工程机械厂、西南交通大学与中铁大桥局等单位共同改进设计、制造13台胜利型130架桥机。中铁大桥局根据BII系列振动打桩机原理研制出中-160型、中250型、中-30型振动打桩机以及蒸汽打桩机。^[30]另外,铁道部还组织生产了移山-80、红旗-100推土机,W-501、W-1001挖掘机,Z2-120装载机,C3-6铲运机和CA-340自卸汽车等国产工程装备。^[31]

另一方面,则是有计划地从日本、西德、英国、法国、瑞典、瑞士、匈牙利、捷克和东德等国家引进先进的工程技术装备,为此中央政府专门划拨4.5亿元用于购置设备。^[32]1964年和1965年,铁道部还专门组成两个铁路代表团分赴日本和法国考察隧道技术和机械化施工,^[33]重点引进隧道机械,当时在隧道开挖、清碴、衬砌三条作业线上分别引进了日本、瑞典和英国的工程装备,包括用于开挖工序上的全断面凿岩台车和装药器,用于清碴工序上的大型装碴机、自卸式大斗车、槽式列车和大型牵引机车,用于衬砌工序上的混凝土拌和塔、混凝土输送车、混凝土输送泵、自动捣固衬砌模板台车,以及用于支护衬砌

上的混凝土喷射机。^[34]至1966年,从上述国家共引进18类31种隧道机械达276件,使全路较60年代初保有的隧道机械设备增加了5-10倍。^[35]

此外,为及时有效进行工程技术的试验与实践,党和政府还大力组织和动员科技人员“下楼下院”奔赴西南铁路建设前线,^[36]并贯彻了技术与设计、施工相结合,科技人员与领导、工人相结合^[37]的技术协作模式,有力推动了铁路桥隧工程技术的发展。

三、铁路桥隧工程技术发展的主要成就

通过上述一系列的发展举措,20世纪六七十年代我国铁路工程技术在桥梁、隧道及桥隧机械化施工等方面取得了显著成就。

首先,桥梁工程技术方面。一是发展栓焊钢桥新技术。栓焊钢桥是指在工厂用焊接工艺制造构件,运到工地,用高强度螺栓组装成桥跨结构,与铆接钢桥相比,具有构造简单、节约钢材、制造和安装速度快、养护维修简便等优点。20世纪60年代初期,栓焊钢桥已在湘桂铁路雒容桥及浪江桥进行初步试验。西南铁路大会战开始后,为加速成昆铁路桥梁架设速度,技术委员会组织铁道部科学研究院西南研究所、铁道部第二工程局、山海关桥梁厂、宝鸡桥梁厂、清华大学、中国科学院声学研究所及铁道兵一、五、七、八、十师等路内外单位共68人,组建栓焊梁战斗组,再次进行栓焊梁的研制,先后在成昆铁路全线修建13种不同跨度和结构型式的栓焊钢桥,计43座109孔,用钢量1.2万吨,使用高强度螺栓近100万套。其中,112米跨度的拉旧大桥已接近当时世界上同类型铁路栓焊钢桥的最大跨度。^[38]

二是研制出新型架桥机。成昆铁路由于山高谷深,桥隧相连,原来使用的悬臂式架桥机很难适应。为解决难题,加速桥梁铺架工程,1965年,技术委员会从武汉工程机械厂,大连机车车辆工厂,铁道部科学研究院,铁道部第二、三、四

设计院,铁道部第二、三工程局,唐山、北京、长沙铁道学院及铁道兵第一师等单位,抽调62名技术人员组成新型架桥机战斗组,在短短7个月时间内就成功设计、制造出新中国第一台简支式架梁的66型架桥机。新型架桥机安全可靠,操作方便,既可架桥也可铺轨,而且隧道内外均可架梁。66型架桥机共制造2台,先后在成昆线架桥641孔梁,成功地解决了桥隧相连地段架梁的难题。^[39]

三是应用轻型墩台技术。西南铁路大会战前,我国铁路桥墩多为重力式实体墩台,粗笨重,圻工量大,费时耗材,空心轻型墩台技术尚没有普遍应用。1966年,中铁大桥局在成昆铁路安宁河3号桥首次使用滑动钢模板灌注钢筋混凝土空心墩新工艺取得成功,空心轻型墩台技术得到广泛应用,成昆铁路全线21座大桥计165个墩采用这种空心墩,最高达51.5米。1966年11月,金河口1号桥首次设计并建成23个柔性桥墩,最高17米,它是轻型墩台的一种,是把墩和梁联结在一起,形成一个共同受力体,使桥墩混凝土受压强度得到充分发挥,节省了大量圻工。^[40]

其次,隧道工程技术方面。一是应用全断面开挖法。20世纪60年代,我国铁路隧道的开挖方法以分部开挖法为主,其开挖工艺包括上导坑先拱后墙、上下导坑先拱后墙、漏斗棚架先墙后拱、蘑菇开挖法及正反台阶法等,但分部开挖工艺均存在共性问题,即分部多、工序多,相互干扰,使用料具数量多,施工管理不方便。1965年初,中铁四局在丰沙二线落坡岭隧道施工中,首次试点使用全断面开挖法。^[41]这种开挖法工序少,施工干扰少,有利于提高单工作面的掘进速度,同时还具有施工人员少、工效高、劳动强度低,施工组织简单等优点。1966年,为推广这种开挖方法,技术委员会在引进国外先进凿岩台车及配套设备的基础上,组织了由施工、设计、科研和有关厂、院校参加的第一和第二两组全断面掘进战斗组,在成昆铁路的蜜蜂菁2号、白石岩1

号、一支山、深溪沟、巴格勒及雪区2号等15座隧道进行实践,掘进总长度达7876.68米,取得显著成效。^[42]

二是推广喷锚支护技术。20世纪60年代初期,我国铁路隧道支护以矿山膨胀式木锚杆和灌浆木锚杆为主,硬岩隧道表面以喷射混凝土作为衬砌。^[43]西南铁路大会战期间,隧道工程量大增,木锚杆所需木材太多,已不能适应高速发展的隧道施工,遂改用楔缝式金属锚杆,但由于灌浆设备不足,喷敷在岩面上的砂浆层很薄,不能有效稳定岩面。为此,1966年技术委员会组织由铁道部第二工程局、铁道兵部队、铁道部科学研究院西南研究所、铁路专业设计院、中国科学院工程力学研究所及清华大学等单位参与建立喷混凝土新技术战斗组。1966年12月,中国科学院工程力学研究所成功研制出“红星一号”水泥速凝剂,填补了中国水泥速凝剂的空白,使喷射的混凝土能迅速凝结变厚;同时,从德国、瑞士等国引进混凝土喷射机。由此喷锚支护技术得到推广,成昆铁路全线采用该技术的隧道长达5公里。^[44]

三是铺设整体道床。整体道床是一种在坚实基底上直接浇筑混凝土以取代传统道碴层的新型轨下基础。它具有整体性强、稳定性好、轨道变形小、外形美观、养护维修工作量小等优势,主要适用于铁路隧道和地下铁道等线路上。^[45]1965年之前,整体道床在中国铁路建设中应用寥寥。西南铁路大会战开始后,技术委员会组建整体道床战斗组,“改进了以往的设计,制订了施工方法和施工组织措施,并首次设计制造了整体道床的专用扣件,制造了施工机具,完善了施工工艺”,在成昆铁路百家岭、赵坪1号、沙木拉打、莲地及碧鸡关等30座隧道进行了铺设,线路长达63多公里。^[46]

最后,桥隧机械化施工方面。一是铁路施工机械数量和人员大幅增加。据统计,1962年我国隧道机械化程度仅为14.8%,1963年全路施工单位仅有空压机1331台,通风机730台,电瓶

车96台,装岩机62台,混凝土拌和机402台。^[47]至1966年底,经过二年多的大力发展,成昆铁路全线施工机械数量增加了10倍左右。^[48]在成昆线北段施工中,仅一个综合工程局就有土石方机械600台(套)。^[49]隧道施工机械增加最为显著,计有机械设备50余种、5136台。^[50]机械设备增加的同时,机械人员也较初期增加4.6倍,基本满足需要。^[51]

二是桥隧主要工序普遍实现机械化。隧道施工中普遍使用气腿凿岩机钻孔、机械通风、机械供排水、机械拌和混凝土、机械提升运输,千米以上隧道还普遍使用铲斗式装碴机装碴、电瓶车牵引有轨运输及机械化喷锚。同时还引进全断面施工机械和自制钻孔台车、导坑梯架台车、简易衬砌台车、调车设备、电动空压机以及自动、半自动控制通风设备等。^[52]桥梁施工中也普遍使用机械架桥、机械打桩、电动钻孔及电动搅拌混凝土。

三是施工机械配套有所改善。施工机械的生产能力能否最大发挥,与其设备的生产线、零配件以及管理与维修等配套水平密切相关。西南铁路大会战前,我国铁路桥隧施工机械数量、品种较少,还谈不上配套问题。经过几年的研制和引进,不仅机械数量大幅增加,而且机械配套水平也逐渐提升。在隧道施工中,“西工指”按照隧道长度和工期,制定出分等级的机械配备标准和生产定额,装备二百多个隧道口开工急需的机械,尤其是2千米以上的长隧道机械设备配套较为完善。在6千米分步开挖有平行导坑的隧道,配有空压机150台、凿岩机32台、装碴机4台、电瓶车10台、混凝土搅拌机2台、灌浆机2台、通风机18台、抽水机7台、卷扬机10台、钻头磨床2台、锻钎机1台、混凝土振捣器20台、供电容量1400KW及修理设备1台,6千米以下至1千米隧道配套设备则相应减少;全断面和正台阶开挖的隧道,除不配套通风设备外,其余设备均有配套。^[53]为保证机械修理任务,各施工单位还努力培养施工队伍的自修能力,扩建成都、

贵阳两机械厂,并将兴平、武汉两机械厂的一部分迁至昆明与六枝,承担西南铁路建设的机修任务。^[54]

除上述所列外,这一时期铁路桥隧工程技术成就还包括大跨空腹石拱桥技术、钻挖孔桩技术、隧道通风防尘技术、辅助导坑充分利用以及压注化学浆液堵水技术等。

四、铁路桥隧工程技术发展的影响及意义

铁路桥隧工程技术的快速发展,最直接和显著的影响在于大大提升了铁路桥隧施工的工效。

1965年1月,成昆铁路关村坝隧道首创双口各百米成洞纪录,至1965年底全线“已有150个口次达到单口月成洞百米以上,其中有17个口次达到150米,12个口次和4个口次突破单口成洞200米和300米”,“全线隧道平均单口月成洞达43.7米”。^[55]1966年,成昆铁路隧道掘进速度继续攀升,超过百米以上月成洞的隧道达466口次,其中200米以上19口次,300米以上8口次,400米以上4口次,500米以上2口次。^[56]并且创造了“单口导坑最高月掘进305米,单口最高月成洞571.2米”^[57]和“全年隧道平均单口月成洞52.52米”^[58]的先进纪录。新中国铁路隧道的平均每端月成洞,从宝成线的15.2米,贵昆线的20.3米,提高到成昆线的33.7米。^[59]

桥梁架设进度也成倍增长,成桥工效不断提高。1965年成昆铁路全线完成成桥12295米、工效129工天/米。1966年完成成桥36089米、工效110工天/米,进度比1965年增长2倍,工效提高17%。1967年尽管受政治干扰,仍完成成桥28631米。三年累计成桥77015米,连同1965年之前完成的,占全部成昆铁路桥梁任务的77.3%。^[60]

铁路桥隧施工工效的提升,保障了诸多控制性工程按期完成,甚至是提前完成,为西南铁路大会战最后竣工奠定了坚实基础。

成昆铁路沙木拉打隧道自1965年5月正式复工以来,在开展技术革命和各类群众运动的基

基础上,隧道月成洞工效显著提升,1966年3月首创月成洞302.01米纪录,7月达到360.05米。至1966年11月,仅用18个月时间就完成隧道主体工程。^[61]关村坝隧道月成洞工效1966年“以单口月成洞100米为起点,其后连续四个月每口成洞150米,又连续三个月提高到每口成洞200米,以至双口分别达到月成洞300米,一九六六年三月决战中,更获得了双口共完成成洞672米的空前纪录”。由此关村坝隧道工程进展迅速,至1966年5月16日建成贯通,比原定工期提前了13个月零14天,为成昆北段提前铺轨通车创造了良好的条件。^[62]

桥梁建设方面则涌现出许多“大桥不过月、中桥不过旬、小桥不过日”的工点,旧庄河9号大桥29天完工,11号大桥24天完工,哈利大桥挖基10048立方米,圻工总量1731米,完成全部工程仅7天,永岗2号大桥完成全部工程仅用15天。^[63]位于关村坝与长河坝之间老昌沟的一线天石拱桥,由于桥址两旁是悬崖峭壁,沟深达200米,而宽度仅50米,^[64]架桥尤其困难,铁道部第二工程局第七工程处在拱桥战斗组和大专院校师生的协助下,仅用55天就完成了主体工程,包括卸落拱架及收尾工程也只用了99天,刷新了修建石拱桥速度的纪录。^[65]

铁路桥隧工程技术的发展不仅推动了三线建设,促进了我国铁路桥隧工程技术迈向新台阶,也为我国铁路工程技术发展积累了宝贵的历史经验。

20世纪60年代之前,受制于战争创伤及国民经济的恢复,大规模的铁路建设还没有开始,新中国铁路桥隧工程技术处于起步阶段,桥隧施工以人力和小型机械为主。20世纪六七十年代,三线铁路建设大规模开启后,特别是西南铁路大会战期间,我国铁路桥隧工程技术有了较大发展。桥梁工程技术上呈现出跨梁结构多样化、墩台轻型拼装化及索道吊装机械化等趋势,^[66]隧道的施工方法及工艺也呈现多样化,尤其是在掘进技术上引进了全断面施工机械和施工方法,

并配套了电钻台车、简易衬砌台车和自动装碴车等设备,使隧道掘进在挖、装、运和卸等方面趋向轻型机械化。^[67]成昆铁路也因此获得了1985年“国家科学技术进步特等奖”,^[68]我国铁路桥隧工程技术迈上初步发展阶段。

三线建设尤其是西南铁路大会战期间,党和政府在发展铁路桥隧工程技术的路径上,既坚持立足国内,自力更生开展工程技术革新,也非常重视引进、消化和吸收国外关于这方面的新技术、新方法和先进施工装备,并“通过使用,批判地吸取其优点,结合我国的实际情况,创造我国自己的施工机械,走我国自己施工机械化的道路。”^[69]这既是我国铁路工程技术发展的早期尝试,也成为后来我国铁路科技事业发展路径的蓝本。同时,党和政府还充分发挥了“社会主义能集中力量办大事”的制度优势,建立了权威性的管理机构统一指挥桥隧工程技术发展,集中了全国技术力量组建战斗组,对桥隧工程技术的缺项与难点进行了“一条龙”式攻关。正是凭借着这些宝贵的历史经验,21世纪以来我国铁路科技事业得以迅速崛起,后来居上。

综上所述,20世纪六七十年代党和政府为推动三线地区铁路建设,不仅注重劳动力动员、思想政治工作和地方支援,^[70]也很重视铁路工程技术问题的解决,并采取了诸多切实可行的发展举措,为三线建设和我国铁路工程技术进步作出了积极贡献。当然,受制于特殊的历史环境,这一时期的铁路工程技术发展存在着匆匆上马、盲目引进以及质量安全等方面问题,^[71]应引以为训。

注释:

[1]傅志寰、孙永福等:《交通强国战略研究》第三卷,北京:人民交通出版社股份有限公司,2019年,第77页。

[2]才铁军:《中国铁路40年(1978-2018)》,北京:中国言实出版社,2018年,第54页。

[3]当代中国研究所:《中华人民共和国简史(1949—2019)》,北京:当代中国出版社,2021年,第49页。

[4]相关研究成果主要有:Covell Meyskens,“Third Front

Railroads and Industrial Modernity in Late Maoist China”, *Twentieth - Century China*, 2015; 周明长:《铁路网建设与三线城市体系研究》,《宁夏社会科学》2020年第4期;李彩华:《三线建设研究》,长春:吉林大学出版社,2004年,等等。

[5]西南铁路大会战是指20世纪六七十年代,党和政府为推进三线建设,在西南地区以建设成昆铁路为中心的大规模铁路建设运动,所建铁路包括成昆、贵昆和川黔三条。

[6]13个省区包括四川(含重庆)、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、湖南、湖北、河南、山西、广东和广西。参见《三线建设》编写组:《三线建设》,编者印行,1991年,第3页。

[7]成昆铁路自成都经彭山、眉山、夹江、峨眉、峨边、甘洛、喜德、西昌、德昌、米易、元谋、禄丰、安宁而抵昆明,全长1100公里;贵昆铁路东起贵阳南站,西行经湖潮、安顺、六枝、水城、产底(梅花山),树舍转向南跨可渡河入云南省境,经宣威、沾益、曲靖、塘子至昆明西站,全长642公里;川黔铁路从成渝铁路上的小南海站,经珞璜、五岔、綦江、赶水、蒙渡、桐梓、娄山关、遵义、息烽至贵阳站,全长424公里。

[8]中国社会科学院、中央档案馆:《1958—1965 中华人民共和国经济档案资料选编·交通通讯卷》,北京:中国财政经济出版社,2011年,第344页。

[9]中国人民解放军历史资料丛书编审委员会:《铁道兵·综述·大事记·表册》,北京:解放军出版社,2000年,第117页。

[10][16]铁道部基建总局:《铁路修建史料1963—1980》第1册,中华人民共和国铁道部,1990年,第89、608—611页。

[11][13][24][38][39][60][63]成昆铁路技术总结委员会:《成昆铁路:桥梁》,北京:人民铁道出版社,1980年,第1、1、4、57—59、592—593、7、564—565页。

[12][22][27][34][48][54][55][58][69]成昆铁路技术总结委员会:《成昆铁路:综合总结》,北京:人民铁道出版社,1980年,第4、13、13、135、134、25、47、47、135页。

[14][33][35][37][47][50][53][67]《中国铁路隧道史》编纂委员会:《中国铁路隧道史》,北京:中国铁道出版社,2004年,第56、58、58—59、65、327、327、327—328、58页。

[17]川黔铁路计划1965年修通,贵昆铁路计划1966年底修通,成昆铁路初定1970年修通,后两次修改,最后定为1968年修通。

[18]刘建章:《我的九十年》,北京:中国铁道出版社,2000年,第358页。

[19]李本深:《忆西南铁路建设大会战:纪念“西工指”成立三十周年》,编者印行,1994年,第9页。

[20]彭敏,新中国铁路桥梁建设的卓越领导者,先后主持修建武汉长江大桥、郑州黄河大桥、重庆白沙沱长江大桥、湖南湘

江大桥和广州珠江大桥等。谭葆究,清华大学土木工程系铁路毕业,先后参加京赣(皖赣)、湘桂、丰沙、汉丹、成昆和阳安等铁路线的工程建设,主持设计与鉴定京广线大瑶山隧道。

[21]彭倍勤、于平生:《彭敏的路桥情缘》,北京:中共党史出版社,2017年,第302页。

[23]《中国铁路建设》编辑办公室:《中国铁路建设》,北京:中国铁道出版社,1990年,第273页。

[25][30][31][41][43][49][52]《中国铁路志》编委会办公室:《中国铁路志·建设志·管理组织卷》(送审稿),编者印行,2014年,第368、368—370、362、546、416、362、376—377页。

[26][29][42][44][46][51][56][57][59]成昆铁路技术总结委员会:《成昆铁路:隧道》,北京:人民铁道出版社,1979年,第5—6、57、155、184—185、284、43、37、10、10页。

[28][64]《当代四川》丛书编辑部:《当代四川铁路》,成都:四川人民出版社,1993年,第111、113页。

[32]刘统晟、何宁:《铁路隧道工程》,北京:中国铁道出版社,1995年,第204页。

[36]铁道部科学研究院史编辑委员会:《铁道部科学研究院史(1950.2—1987.12)》,编者印行,1995年,第45页。

[40]《中国铁路桥梁史》编纂委员会:《中国铁路桥梁史》,北京:中国铁道出版社,2009年,第117页。

[45]铁道部工务局:《轨道》(修订版),北京:中国铁道出版社,1979年,第215页。

[61]《中铁隧道股份有限公司志》编委会:《中铁隧道股份有限公司志》,北京:中国铁道出版社,2006年,第87页。

[62][65]铁道部第二工程局革命委员会:《成昆铁路北段施工技术总结》,编者印行,1975年,第6、275页。

[66]王春才:《中国圣火》,成都:四川人民出版社,1993年,第72页。

[68]国家统计局科技统计司:《中国科学技术发展四十年1949—1989》,北京:中国统计出版社,1990年,第160页。

[70]参见Covell Meyskens,“Third Front Railroads and Industrial Modernity in Late Maoist China”, *Twentieth - Century China*, 2015, pp. 238—260。

[71]“匆匆上马”是指为赶工期,诸多工程技术没有经过多次试验直接应用;“盲目引进”是指引进国外先进机械,但对设备的性能和操作方法没能充分了解,未能充分发挥效能;“质量安全”是指铁路桥隧施工过程中安全事故频发,桥隧建成后也存在着一一定程度的病害。

【责任编辑:陶婷婷】