

“老科学家学术成长资料采集工程”系列报道④

方秦汉,1925年出生,浙江省黄岩县人。1950年毕业于清华大学土木工程系。中国铁路大桥勘测设计院教授级高级工程师,1997年当选中国工程院院士,2000年被聘为华中科技大学教授和土木工程与力学学院名誉院长。曾参与武汉长江大桥的设计,先后主持了在中国铁路桥梁建设史上具有里程碑意义的南京长江大桥、九江长江大桥和芜湖长江大桥等桥梁的设计和科研。研究、开发、创新、推广多种新材料、新结构、新工艺是方秦汉设计建造大桥的主线条。他主持设计建造的桥梁工程均达到同期的国际先进水平,为贯彻落实新中国制定的铁路桥梁建设要“高强、大跨、轻型、整体”的技术政策作出了巨大贡献。他先后获得5项国家科学技术进步奖和多项省部级科学技术进步奖,1997年获“詹天佑铁道科学技术奖大奖”。2014年10月14日,方秦汉因病在武汉逝世,享年90岁。

方秦汉:钢锁苍龙 霸贯九州

■“方秦汉学术成长资料采集工程”课题组

正是凭借方秦汉院士为主导的一批科技人员的努力,一座座跨长江大桥逐渐建起,似根根钢制绳缆制服了汹涌奔腾的长江巨龙,改变了旧中国的铁路公路线“逢江即断”的落后局面,使中华大地越来越便捷地连通起来。“钢锁苍龙、霸贯九州”之说,既是对方秦汉院士巨大贡献的描述,又概括了他的人格魅力。



武汉长江大桥:初出茅庐结桥缘

方秦汉1925年出生于浙江黄岩的一个较为殷实的橘农家庭,在家乡泾岸初级小学无忧无虑读完小学之后,因抗战爆发,家道开始中落。幸得益于大哥哥世渊的支持,才在黄岩中学顺利念完初中和高中。1946年考入清华大学土木工程系,在张维、刘仙洲、张光斗、钱伟长等名师教育和影响下刻苦钻研专业知识,为日后的桥梁设计打下了坚实的理论基础。

1950年方秦汉从清华大学毕业时,正值国家开始着手武汉长江大桥的建设,他因此有幸分配到铁道部武汉长江大桥设计组实习。大学一毕业就有机会参与到建设“万里长江第一桥”的工作,为其从事大型桥梁设计奠定了很好的基础。更幸运的是他还遇到了一位好导师——武汉长江大桥设计组中方组长、当时国内最顶尖的桥梁设计专家王序森。实习工作开始时,方秦汉发现大学所学的土木工程专业知识并不能满足桥梁设计的需要。如何从一个土木工程的通才锻炼成一个桥梁设计的专才?实习导师王序森一步步教给他答案。方秦汉的许多桥梁设计理论知识和实践能力就是在王序森的言传身教中慢慢习得的。

命运从来都只青睐勤奋和有准备的人。凭借踏实肯干和虚心好学的精神,方秦汉很快从同辈人中脱颖而出。不到5年时间,他就从一个初出茅庐的学生成长为一有经验的技术员。自1956年开始,不到30岁的他逐渐被委以重任,独立主持了衡阳湘江桥的修复设计、贵州乌江桥的设计建造和重庆白沙沱长江大桥的设计工作。当时新中国不仅建桥技术落后,而且建桥环境艰苦,要想完成这些任务,吃苦和创新是最重要的两个品质。如在设计乌江桥时,由于恶劣的生态环境,晚上回驻地时他几次差点掉到乌江湍急的水流里。几十年后方秦汉回忆这一情形时仍然后怕,同时也很庆幸地调侃说:“如果掉下去了,哪还有机会去建设南京桥、九江桥和芜湖桥啊!”

乌江不仅“险”,而且“怪”,怪在其有特殊水文环境,汛期时常会出现其他河流少见的“壅水”现象,即下游的水位反而高于上游,这就造成了桥址处的流速在涨水时反而低于枯水时,历史上最大水位差曾达到27米。面对此“怪”,方秦汉决定采用钢与钢筋混凝土共同作用的结合梁方案。为什么联合两种材料呢?因为钢与钢筋混凝土这两种材料各有优劣。混凝土的弱点是抗拉强度小,但有横向约束时抗压强度增大;钢材的弱点是容易压缩屈曲和生锈,但抗拉强度大。在乌江这种特定地貌条件下,结合两种材料的钢桁架结构能发挥这两种材料的优点,克服其缺点。而且,这种混合材料的设计,与单纯的钢材材料相比能节省钢材、减少冲击,增加疲劳度,降低钢梁腐蚀,减少噪音和修养护工作量;与单纯的钢筋混凝土桥相比,又显现出重量轻、制造安装容易、施工速度快和工期短的优点。

这些建桥经验及其养成的良好品质,为方秦汉后来独立设计长江上里程碑式的超大型跨江桥梁(南京长江大桥、九江长江大桥和芜湖长江大桥)作好了理论、实践和意志品质上的储备。

南京长江大桥:危难受命显身手

1958年,年仅33岁的方秦汉被任命为南京长江大桥设计组组长,而此时风云变幻的国际国内环境对南京长江大桥的设计建设带来了巨大的困难。困难之一是中苏关系破裂,苏联单方面撤回全部在华专家,并终止提供建设南京长江大桥所需的特殊钢种。困难之二是从1959年至1961年我国遭受的三年自然灾害以及“大跃进”时期的政策失误,加之1966年爆发的“文化大革命”,造成南京桥建设物资供应紧张,工程处于时断时续的状态。

作为设计组长,摆在方秦汉面前的首要难题就是桥梁用钢问题。为了研制出抗拉、抗压和抗剪强度都很高且相对较轻的匀质材料,方秦汉一方面自学钻研钢材资料,另一方面积极与鞍山制钢厂交流合作。功夫不负有心人,经过各方面的协调努力,终于独立自主地研制出两万吨名为16锰低合金钢的新钢种。其强度比武汉长江大桥用的原苏联3号钢提高了30%,符合建造南京长江大桥的要求。此事轰动全国,被国人称为“争气钢”。“争气钢”的研制激发了方秦汉为工程需要研发新钢材的动力,他后来的各大成就不无与此有关。

新钢种研制成功后,并不意味着南京桥的建设一帆风顺,尤其是在高强度螺栓表面处理上,需要增加摩擦力,减少磨损和防锈。当时流行的做法是对螺栓表面进行喷砂、喷锌或采用复性油漆,方秦汉经过试验发现这些方法不仅不能完全解决问题,反而会带来环境污染和极大的安全隐患。于是他急切地向上级部门反映情况,因为心情迫切,他形容自己当时说话很急,是“呱呱啦啦”。当时中国正处在“文化大革命”的运动中,方秦汉这样的行为被认为是拒绝新事物,因此被“戴帽子”。但他没被帽子吓倒,而是多方咨询和联络,最终协同宝鸡桥梁厂攻克了这个难题,他们使用在工厂里喷铝的方法来处埋高强度螺栓表面技术,这样一方面不危害人体健康,另一方面又耐风化,同时也符合技术标准。

有耕耘就有收获,南京长江大桥终于以其先进的设计和优秀的质量获得了很高的评价。1985年,南京长江大桥建桥新技术获得国家科学技术进步奖特等奖。作为桥梁建设的主要技术负责人方秦汉,从此奠定了他在桥梁建设领域的地位。

九江长江大桥:据理力争彰霸气

在与方秦汉院士的一年访谈之中,他提到最多的就是九江长江大桥,其原因不仅在于难度更大,而且还在于一场轰动当时中国建桥界

的“京都大辩论”。

一说难度。1975年,方秦汉被任命为九江长江大桥设计组组长。九江长江大桥的主跨需达到216米,大大超过南京桥的160米,这就意味着原来为南京桥设计的钢材和连接螺栓已不适合九江桥。“争气钢”已不符合要求,首先必须研制新钢种!方秦汉凭借丰富的钢材设计经验,依托山海关桥梁厂,严格按照各种技术指标和参数要求,研制出符合要求的新钢种15锰钒氮钢。其次要改南京桥的单一栓接为复合的栓焊结合连接。什么样的栓焊和工艺符合这么大跨度的要求呢?方秦汉没有迷信经验,而是在施工工地旁自制实验室进行断裂力学的“疲劳机”实验,最终确定采用15MnVnQ钢焊接接头和H04MnMoE焊丝+HJ603或HJ350焊剂的焊缝连接,显著提高了断裂韧性。第三是风振问题。九江桥桥址存在巨大的风旋。大桥合拢后一个晚上,工地上的负责人急匆匆地敲响了方秦汉的门:“哎呀,不得了了,九江大桥上的吊杆晃动剧烈,整个大桥宛如在跳舞,工人们吓得光着屁股就跑了。”方秦汉明白这是“风致涡振”现象,1940年美国华盛顿州建成才4个月的塔科

如果说“能吃苦”“善创新”和“信实验”是方秦汉主持设计多座优质大桥工作的前三大法宝的话,敢于坚持原则就是第四个法宝,其“钢霸”雅号即由此而来。

马海峡大桥就是因此而垮塌。多数人建议采用传统的“打腰带”方法,即用钢索把多根吊杆中央连接起来。方秦汉觉得这种传统方法不仅增加桥梁自身重荷,而且极不美观。他找来风振专家顾金钧一起讨论设计,最后通过实验确定采用“耳垂方案”,即在吊杆上设置多个质量调谐阻尼器(TMD),其减振原理为在主振系统上附一个小质量的动力消振系统,通过调谐使主振系统的振动能量最大限度地转移到附加的消振系统上,从而降低或消除主振系统的振动。TMD挂在吊杆上形似女人耳垂上吊着的坠子,因而被形象称为“耳垂方案”。

二说大辩论。用创新和实验克服三大技术难点之后,方秦汉正全心投入桥梁建设之中时,一场突如其来的风波,险些让他的努力付之东流。1990年7月25日上午,正在工地上指挥钢梁架设的方秦汉突然接到一个电话通知,要他立即赶到北京参加会议。会议中他了解到一位同事向当时的国务院总理李鹏写了封信,反映正在架设的九江长江大桥有严重的技术问题,建议大桥停止施工。方秦汉发现是写信举报者的计算依据有问题,但他的辩解却很难消除会议专家的疑问。这样,他不得不一次次去北京向专家们报告数据和参数。此后经过多次会议“辩论”,直到次年的1月17日,专家们终于确认了方秦汉的设计方案是安全的结论,这就是历时半年之久的、震动中国建桥界的“京都大辩论”。这项大辩论表面是

围绕九江桥的设计,实质是桥梁设计技术上的保守和创新之争。九江长江大桥是在我国挣脱“文化大革命”和极左思潮统治的时代背景下开始正式上马的,科学技术为这座桥的设计建设预示了一个良好的前景,方秦汉适时抓住了这个机会,拟将数十年所学基础和实践经验结合起来,通过创新,把九江桥建成一座世界级水平的桥梁。但如遭遇到保守势力的阻碍,幸运的是经过艰难的据理力争和持久的辩论,终于打消了各方质疑,为我国建设了一座高技术含量的大桥。因为采用了大量先进技术,创造了十多项全国第一,九江长江大桥的建设,不仅总体工程获得了国家科技进步奖一等奖,而且其独特的“耳垂”减震方案和合拢技术还分别获得了国家科技进步奖三等奖和铁道部科技进步奖二等奖。

芜湖长江大桥:老骥伏枥谱新篇

1996年,71岁的方秦汉又接受了一个新的任务:担任芜湖长江大桥的钢梁设计和科研负责人。此时的方秦汉对一座桥梁设计的眼光更为长远,既不希望停留于复制前人,也不局限于

局部的技术创新,而是放眼如何将我国的整体桥梁设计与国际接轨,力争达到国际领先水平。

方秦汉像一名从容的“棋手”,指挥着芜湖长江大桥这局大棋有条不紊地展开。他不仅指导设计出符合我国桥梁事业长远发展的新钢种“14锰钒桥梁钢”,还创造性地设计出符合实际情况的桥梁形式——大跨低塔斜拉桥,并且根据大型试验和小型试验的结果,得到了14MnNbq钢及其焊接接头的断裂抗力表达式。采用断裂力学的K概念,建立起了14锰钒桥梁钢各韧性级别的极限厚度表,确定了与此钢相匹配的焊接材料,制定了焊接工艺要点,为我国今后的桥梁制造规范提供了依据。经过数千名建设者连续三年半的艰苦奋战,芜湖长江大桥于2000年9月30日建成通车。大桥建成后产生了良好的经济效益和显著的社会效益,2001年被评为国家优质工程鲁班奖,2003年获詹天佑土木工程大奖。

如果说“能吃苦”“善创新”和“信实验”是方秦汉主持设计多座优质大桥工作的前三大法宝的话,敢于坚持原则就是第四个法宝,其“钢霸”雅号即由此而来。

“钢霸”之说,起初源于一座桥梁厂的技术工人之间。1989年,方秦汉把完成的钢梁工艺设计图纸和方案交予该桥梁厂进行试制。可是,厂方出于成本考虑,竟擅自改动设计图纸、简化生产流程。这样的改动很快就被前来了解钢梁试制进度的方秦汉发现了,当即责成更改回

来。可等他一离厂,厂家又将图纸改了过来。当方秦汉第二次来桥梁厂检查时发现图纸再次被改,他怒不可遏,厂方终于妥协。从此,该厂上上下下都知道方秦汉的“厉害”了。谁知道更“厉害”的还在后面,为验收第一批试制出的钢梁,方秦汉第三次来到了该厂。这一次,虽然设计没有擅自改动,可是他发现钢梁焊接处加热不到位,原本设计标准要求的100℃~120℃,生产时却只有60℃~80℃。他脸色即刻阴沉下来,从技术人员、车间负责人到厂领导,他逐一责问了一遍,当即要求所有试制钢梁全部报废重来。可厂方允诺接下的钢材一定按标准来,而已经生产出的19吨钢材希望能够继续使用,因为这不仅涉及巨大的经济利益,更关系到厂家的声誉和领导的威信。然而,方秦汉始终一句“规章制度摆在那里”的话,意思是必须坚持原则,致使双方僵持不下,怎么也谈不拢。方秦汉心想,九江长江大桥可是百年大计,马虎不得,也耽误不得,于是他马上直接进京,找铁道部基建总局的领导告状:“九江长江大桥,百年大计啊!能马虎吗?敢马虎吗?这新技术联合攻关项目,是周总理生前决定的,能这么应付吗?每一根钢材都绝对不能出任何质量问题!”总局的领导对方秦汉的这番话肃然起敬,当即宣布不合格的钢梁全部报废。桥梁厂这下没辙了,转而向方秦汉说情,可是却遭到方秦汉的痛斥:质量问题,绝不姑息!于是该厂上上下下又得从头开始忙。从那以后,该厂的人背地里谈起方秦汉的时候,都戏谑地说:“这老头,真是‘钢霸’!”慢慢地,这个绰号就在从事桥梁建设的同事和工人之间传开了。

大家都知道,在材料质量和施工质量面前,方秦汉是严格坚持设计标准而不近人情的。平时的方秦汉话语不多,和和气气,可一旦工作起来,就像换了一个人似的。在重大技术问题上,他从来是理不认人。他和领导“吵”,和同事“吵”,和工人“吵”。在一次又一次“争吵”中,完成了一项又一项气势恢宏的钢梁设计。

方秦汉这种严谨、认真的态度感染了身边的很多人,于是“钢霸”由绰号变雅号。这一雅号既是他科学严谨工作态度的写真,也是对他精通桥梁钢材的褒奖。因为在建设大型跨江桥梁方面的突出贡献,方秦汉1997年入选中国工程院院士。

原《科技日报》社总编辑张飙看了方秦汉院士的事迹之后,深为他的科学创造精神和人格魅力所感动,即兴填词《鹧鸪天》:一生与桥共沧桑,桥桥手塑锁大江。千慧人桥成钢霸,万情融桥写华章。秦桥拱,汉桥昂,今桥等闲万丈长。方将我魂化桥魂,心桥如虹飞广袤。

正是凭借方秦汉院士为主导的一批科技人员的努力,一座座跨长江大桥逐渐建起,似根根钢制绳缆制服了汹涌奔腾的长江巨龙,改变了旧中国的铁路公路线“逢江即断”的落后局面,使中华大地越来越便捷地连通起来。“钢锁苍龙、霸贯九州”之说,既是对方秦汉院士巨大贡献的描述,又概括了他的人格魅力。

延伸阅读

概要桥史留财富

2003年10月16日至17日,“21世纪国际桥梁技术的发展与展望”技术论坛在武汉香格里拉大酒店隆重举行,来自国内外的230余位专家学者参加了这次会议。会上,方秦汉院士作了题为《中国铁路钢桥发展的回顾与展望》专题报告,报告中他对中国铁路钢桥的历史和技术发展进行了概要总结:

新中国成立后,建设面貌为之一新,各项建设蓬勃开展,桥梁事业亦不例外,对推动我国铁路桥梁发展起决定性作用的有武汉、南京、九江、芜湖四座长江上的桥梁。这四座大桥都是公铁两用桥,铁路为双线,公路为四车道。武汉长江大桥在新中国成立后的1950年即着手兴建,正桥长1156米,采用三联三等跨128米的连续钢桁梁。钢梁的钢材是进口苏联的三号桥梁钢,技术方面有苏联专家援助,主要还是我国自己设计和建造,是我国自力更生建设现代化桥梁的开端。南京长江大桥,1958年规划兴建,1968年建成通车,正桥全长1567米,为三联3×160米连续钢桁梁加一孔128米简支梁。新中国

成立后,我国被封锁禁运,初期还有苏联的援助,上世纪50年代末,苏联也停止了对我国的援助,该桥是完完全全在独立自主、自力更生的条件下建成的,建设这座大桥在材料方面遇到的最大困难是钢材。在旧中国,钢的年产量不到100万吨,新中国成立后的短短几年内,在钢材底子很薄弱,的情况下,为本桥开发出屈服强度350MPa的16锰桥梁钢(16Mnq),的确是件重大的成就。武汉、南京两桥钢梁均是铆接的。我国栓焊钢梁在上世纪50年代开始研制。1961年湘桂线雅容江桥换梁时,用了一孔41.62米栓焊梁。在三线建设时大量推广应用,跨度大多在40米以下,最大跨度112米,当时的16锰桥梁钢(16Mnq),铆接梁是可以的,用在栓焊梁,材质是欠缺的,我国栓焊梁的跨度长期停留在双线铁路桥80米,单线铁路桥112米。所有附件都是栓接的,是少焊多栓的栓焊梁。九江长江大桥正桥全长1806.7米,主跨180m+216m+180m的刚性梁柔性拱,专门开发了15锰钒氮桥梁钢(15MnVNq),焊接构

件最大板厚达56mm及材质35VB的大直径高强度螺栓,建成了双线铁路、四车道公路最大跨度达216米的栓焊梁,也是少焊多栓,从此铆接钢桥退出新建铁路钢桥的历史舞台。芜湖长江大桥正桥全长2193.7米,主跨为180m+312m+180m矮塔斜拉桥,加劲梁为钢筋混凝土板与钢桁梁结合共同受力的结合钢桁梁,开发了综合性能优异的14锰钒桥梁钢(14MnNbq),实现了厚板(50mm)焊接整体节点的栓焊梁,达到了多焊少栓的焊接桥梁,为全焊无栓的铁路桥梁打下基础。因受飞行净空的限制,桥塔高度受到限制,如果是高塔,跨度可以增大。所以这种体系的桥梁,增大跨度留有很大空间。

就这样,在封锁禁运、独立自主、自力更生条件下,中国桥梁工程师奋斗了几十年,初步实现了上世纪70年代初期制订的“高强、大跨、轻型、整体”的铁路桥梁发展目标。

这一报告既浓缩了新中国桥梁建设发展史,又浓缩了方秦汉从事桥梁建设事业60年的奋斗历程。



①1992年方秦汉在九江长江大桥工地讨论施工问题。

②1998年方秦汉在芜湖长江大桥建设工地。

③2009年南京长江大桥建成40周年,方秦汉回访。