

多舛人生 一力担当

——访中国铁路栓焊钢梁奠基人潘际炎

○ 王晓彤

潘际炎居住在北京铁道科学院家属区中，电梯门一开，就看到他已早早站在门口等待访客。面对相机和录音笔，这位亲切又严谨的耄耋老人再一次谦言：“我太普通了，没有什么好采访的。”

诚然，潘际炎这个姓名的前缀既不是院士也非大师，但他作为中国铁路栓焊桥梁的奠基人之一，一生致力于发展大跨度栓焊钢桥及其用钢的研发，为填补我国大跨度焊接钢桥的材料、工艺、结构、理论空白做出了重大贡献。

战火年代 因桥得救

1924年12月10日，潘际炎出生于江西省九江市。潘父头脑聪慧，13岁中科举，在邻里间是小有名气的“文化人”。在清末科举制被废除后，进入铁路学堂学习。正是在铁路上工作了一辈子的父亲，看到了当时国家的工业水平极度落后，便萌生了一定要让3个儿子“上大学、学工科”的念头，认为只有这样才能为国家富强出一份切实的力量。潘母贤惠，勤俭持家，对教育一事也早有开化，虽然自己文化水平不高，但对儿子做人做事的要求简单明确：读好书，做好人。

就这样，潘家成为那个年代里多少有些与众不同的家庭，生活条件虽然清苦，却时时刻刻都将孩子上学读书作为头等大

事。潘际炎8岁时被父母送入私塾念四书五经，晚上潘母则会在光线好的地方摆上板凳，督促他补习英语和算术。1935年，潘际炎参加了江西同文小学的入学考试，准备转入正式的学校学习文化知识。放榜那天，他的名字赫然挂在榜首，还未来得及高兴，就发现本该进入六年级的他，只获得被五年级录取的资格，所取得的第一也只是五年级的榜首。这一番哭笑不得的转折令潘际炎被望子成龙的父母严厉“教育”了一番，也促进了他更加刻苦学习的决心。

好景不长，1937年潘际炎小学毕业之时正逢“七七事变”爆发，潘氏兄弟安安稳稳的读书时光戛然而止。1937年12月，日本侵略者在南京实施大屠杀，潘父日日见到越来越多的难民和伤兵跑到九江，忌



潘际炎（左）与清华同学、桥梁专家方秦汉（右）合影于九江长江大桥通车前



潘际炎接受越南民主共和国劳动勋章

惮战争的蔓延，决定携妻儿和老父亲南下逃难。后来潘家辗转多地落脚云南昆明七家村，一家人租住的房子在苗族老乡家的牛棚上面。那时潘际炎就读的云端中学离家有一二十公里，上下学路上与他同行的除了弟弟，还有狼嚎和一座又一座需要翻越的大山。一个周日的下午天降大雨，潘际炎和弟弟在父母的要求下坚持返校。两人走在大坝上的时候，弟弟手中的伞突然被风吹飞了，潘际炎一手被弟弟拽着，一手去捡伞，一不小心两人顺着高而陡的坝堤滑落到泄洪河槽中。大雨中的泄洪槽水流湍急，两个人被水冲出去几里地，直到冲至一座桥下，被几个正从上面赶集回家的老乡发现，合力用竹竿将潘际炎和弟弟救起。这大概是他第一次与桥结缘。

一直到1940年，潘际炎都是在躲避战火中度过的，初中6个学期他就读过5所学校。天南初中毕业之后，因为没有合适的高中，他只好停学。刚刚大学毕业的哥哥建议他研习范氏大代数和解析几何，在家自学，日后以“同等学力”考大学。那时哥哥还会时常拿回些美国士兵传阅的小说

给他看。这些读物，在后来他的成长道路上也起了一定的作用。

1941年，潘际炎考进云南镇南联中高三年级。1942年高中毕业后，考取西南联合大学理工先修班。后因国家时局动荡以及家中实在贫穷，他只好弃学从工。3年后抗战胜利，潘际炎再一次回到西南联大，重拾书本考入清华大学，1946年秋天随清华从昆明迁回北京。

造就“英雄桥”

1950年8月，潘际炎以优秀的成绩从清华大学土木工程组毕业，并如愿分配到铁道部，进入铁道部设计局武汉长江大桥设计组做实习生。1953年，武汉长江大桥开工，大桥局成立，他随设计组部分人员留在北京，组成大桥设计事务所，继续负责处理各地的桥梁问题。这期间，潘际炎完成了多项工程——从26岁起，第一次担纲修建西宁线河口黄河木便桥；驻扎在京沈线大凌河桥畔，破解桥墩因未封底被水流冲歪的顽疾，完成日方留下的后续工程；借鉴船工造船技术，解决南宁邕江桥深水筑岛沉井；在詹东线上的太行山口修建丹江一号桥，这座跨度88米的拱桥今天仍在服役……

经历了8年的锤炼后，他发现自己积累的实践经验日渐丰富起来。50年代末，潘际炎被委以重任——担任南昌赣江长江大桥、南京长江大桥和芜湖长江大桥的设计副总体，参与全面指导大桥的设计、预算及施工工作。

可惜的是，1959年赣江大桥尚未完工，潘际炎就被一纸调令派到越南援建。接到命令潘际炎迅速到北京铁道部外事局报到，几日后便与铁道部工程师王庆璋

□ 人物剪影

一同南下赴越。因开始定下的援建期为半年，所以潘际炎的行李很简单。到达河内稍事休息后，越方安排潘际炎、王庆璋在河内交通部工作。

中国驻越南大使馆援越办事处领导给潘际炎二人下达了明确的援建指令——修建清化麻江咸龙公铁两用大桥（下称清化大桥）。清化大桥位于越南南方与北方沟通的交通要道，是运送作战物资的生命线，桥址经过石灰岩地区，河床下遍布着大大小小的溶洞，且基岩高低相差悬殊，大桥最难修建的部分就是基础。此外，清化大桥临海，潘际炎实地考察后，很快明白，对这座大桥而言，最怕的是海上军舰的炮火，为了抗战，他发誓一定要将大桥修得牢固无比。

其实在潘际炎和王庆璋之前，就已经有两位法国桥梁工程师在此桥有过实践。但不幸的是，第一位的结局以建桥失败跳江自杀告终；第二位为了避开桥址区的地质地貌难点而修建了拱桥，最后大桥被敌军炸毁。原南越广播电台预言，中国专家帮助越南兴建清化大桥也必将失败，但是这两位专家并没有让预言成真。潘际炎和王庆璋两人依据个人所长，分别负责基础和钢梁部分。他们克服现场难点，为了备战，结构设计时尽量采用静不定结构和适当加大安全系数两点原则。也正是出于对战争的考虑，潘际炎和王庆璋选择放弃对清化大桥外观的追求。很快，周恩来总理听到了越南方面的不满，但是在了解二人的苦心后，总理表示出支持：“我们国家的设计人员思路是对的。”

半年时间已过，潘际炎和王庆璋没能回到祖国。国内正在经历大饥荒，没有充裕的资金援助越南，清化大桥工程因此

推进得很慢。潘际炎在越南期间，除了负责清化大桥的设计施工，还协助越方桥梁技术人员承担了很多越南国内公路、铁路桥梁战后的修复设计工作。他每天都会工作到深夜12点以后，这样的工作强度他坚持了4年之久。

直到1963年，贯穿了中国桥梁专家设计思想和技术理论的清化大桥终于顺利建成。1965年，美越战争爆发，美国空军向清化大桥发射的32枚导弹全部命中目标，但在硝烟中大桥屹立不倒，局部遭到轰炸时，白天炸夜晚修，天不亮就能通车，保证了越方作战物资的运输供应。越南人民以清化大桥为傲，赋予它一个满载功勋的名字——“英雄桥”。为感谢和表彰中国援建专家，时任越南主席胡志明亲自为潘际炎等人颁发了越南共和国劳动奖章。

当时国内的《人民日报》也刊登了有关清化大桥的报道，但是现在已无从找寻。意外的是，两年前，潘际炎的孙子在网上浏览到一篇美国人写的文章，题为《炸不垮的清化大桥》，从美方角度完整地记述了这座“英雄桥”抵抗美军空袭的故事，甚至称清化大桥是“上帝保佑炸不垮的大桥”。



潘际炎接受中国工程院光华科技工程成就奖

秀才挂帅：栓焊钢桥零突破

1963年10月，潘际炎回到中国。因为在越南清化大桥上才华毕露，造桥的才能深受铁道部和铁道科学院铁建所赏识，于1964年被调到北京工作，随即他就与大批科研人员一起奔赴正在开工兴建的成昆铁路。

如果说越南的清化大桥是潘际炎事业的第一个高峰期，那么这次赴祖国西南他将迎来事业的第二个重要组成部分。当时欧洲大量的桥梁在经历“二战”后都处于待修状态，为加快修复，国际上兴起了焊接的应用热潮。为了加快成昆线的修建和我国桥梁事业的发展，潘际炎与同事一起上谏国家铁道部，建议在成昆铁路的修建中，以迎水村桥为试点，研究试建中国的栓焊钢桥。建议虽得到了铁道部的批准，但是苦于国内尚无成熟的栓焊钢桥的建造经验和理论基础，一时间无人敢贸然担当此项目的负责人，时任铁道部部长吕正操拍板说：“就让潘际炎‘秀才挂帅’吧！”

为使栓焊钢桥这一新技术工程得以实现，西南铁路建设总指挥部技术委员会下令组成栓焊钢桥新技术研究战斗组，负责研究、试验、设计，指导制造、施工。战斗组由铁道部铁道科学院、设计院、工程局、铁道兵、清华大学、中科院声学研究所和机械部哈尔滨焊接研究所等十多家单位抽调的90余名工程技术人员组成，潘际炎任战斗组组长。工程在1965年5月开工，力学试验地点在北京，设计和焊接试验地点在山海关，高强度螺栓研究在上海，潘际炎在一年半的时间内往返三地主持大局。新型栓焊梁最大的难题还是摆在了潘际炎的面前：不知如何进行焊接。庆幸的是，幼时曾与潘际炎一同落水的胞弟、如今的中国科学院院士潘际銮，在当

时已是我国首屈一指的焊接工程专家，他为成昆铁路栓焊钢桥焊接难题的解决给予了莫大的帮助。

1967年初，迎水村桥的栓焊梁便架好了，潘老回忆起我国这座新型栓焊钢桥，告诉记者：“建成的迎水村桥外观苗条，质量优良，火车通行没有任何问题！而且建造的速度很快。”鉴于此，西南铁路建设总指挥部为加快成昆铁路线的建设，根据施工的需要，决定再增加栓焊钢桥43座，全部由战斗组组长潘际炎继续负责。于是在接下来的几年中，潘际炎继续挂帅，根据这43座桥的地形地质特点以及行车要求，又率领战斗组完成了13种不同结构、不同跨度的栓焊钢梁设计。1965—1970年，成昆铁路44座栓焊钢桥全部建成，最大跨度达112米，使我国栓焊钢桥从零的起步，实现了与国际水平的接轨。

栓焊钢桥和铆接钢桥相比，可以节约10%~15%的钢材，加快施工速度，但成昆线的栓焊桥用钢是南京桥铆接桥的用钢16Mnq，这种钢修不了特大桥。1967年铁道部计划在枝城长江修栓焊特大桥，并将任务交给了潘际炎。潘际炎与冶金部联系，请求提供国产高强度新钢材，鞍钢钢研所建议采用15MnVN钢。在一起奋战了5年的栓焊钢梁战斗组被文化大革命冲散了，铁道部只好将任务又交还给原单位按铆接设计，但潘际炎与鞍钢对高强度钢的研究并未停止。1973年鞍钢钢研所对15MnVN钢在实验室的研究完成，可以投产。潘际炎征得铁道部同意，联系专业设计院选定沙通线北京密云水库白河为试验点，在白河上建造应用国产高强度15MnVN新钢种的试验桥。试验桥1976建成，取得了很多用高强度钢焊接钢桥的经验，但结果并不理想，强度和焊后韧性没

□ 人物剪影

有达到预期的要求。

1973年，九江长江桥开始上部结构设计的研究。设计方案有两种意见，一种意见也是原设计意见，按照武汉桥、南京桥修建米字形铆接连续桁梁；另一种是潘际炎等的意见，要用国产高强度钢建造一个“高强、大跨、轻型、整体”的栓焊新型结构。两种意见争论很激烈，相持不下。后经铁道部上报，由计委、建委、科委批复，同意栓焊结构方案。采用此方案，在当时却是阻碍很多。首先是要解决国产高强度钢的问题，自1976年至1986年，铁道部开会决定以15MnVN钢作为制造九江大桥的用钢。通过冶金、焊接、设计、研究各方面参加人员的努力，根据白河桥的经验，对15MnVN钢进行大量试验。1986年，15MnVN优化终于试验成功，于1992年应用国产优化的15MnVNq钢九江栓焊大桥建成，彻底地完成了铁路钢桥由铆接向栓焊过渡。

15MnVN的优化试验过程并不十分顺利，一次次的失败，迫使这些土木工程师不得不深入钻研钢材所涉的化学元素、冶炼轧制工艺以及焊接的影响。潘老几乎成了土木界最懂钢材的人，2015年他还荣获钢结构协会颁发的“中国钢结构30年领军人物奖”和“终身成就奖”。在潘际炎代表铁道部与冶金部及鞍钢的谈判中，从安全与经济出发，制定了15MnVNq-A、15MnVNq-B、15MnVNq-C三种不同规范的优化型高强度钢应用于九江长江大桥钢梁不同部位的建造标准。当时受设备和资源所限，15MnVNq钢的降碳、脱硫、脱磷不够，加入的合金元素V与N也不够理想，因此对焊接工艺要求极其严格。有人生动形容说：“这个钢很难伺候，在焊接

时既怕冷又怕热。”

1992年，九江长江大桥建成，正桥钢梁全长1806米，主跨216米，是一座高强度、大跨度、轻型整体的栓焊钢桥，兼具了雄伟和秀丽的特点。九江大桥采用的高强度钢的力学性能和焊接性能，达到了当时国际同类钢的先进水平，钢梁厚度也已经超过了国际铁路钢桥的规定。它的建成是潘际炎栓焊钢桥事业的提升，也彻底解决了栓焊技术在铁路特大桥梁上的应用问题。在潘老看来，九江长江大桥是我国铁路桥梁继武汉长江大桥、南京长江大桥之后的第三座里程碑。

难求的人师

清华毕业，几经磨砺，以“书生之姿”担下重任的潘际炎，在72岁还是迎来了退休的那一天。但这位为国家奉献了一辈子的老人并没有就此歇息，他被返聘到还在建设中的芜湖长江大桥上担任建桥顾问，进行钢材、钢材焊接、钢梁制造、钢梁架设及疲劳问题的研究。芜湖长江大桥是我国20世纪栓焊钢桥的深入发展，钢梁材料采用新钢种14MnNbq，该钢种的成功应用开拓了桥梁对中强度钢需要不同板厚



潘际炎与夫人在芜湖长江大桥合龙现场

的市场，与既有桥梁钢形成了我国国产桥梁用钢系列化。此外，为使桥梁的设计制造更加正规，在芜湖桥修建期间潘际炎还系统地完成了钢桥疲劳试验，制定了疲劳设计规则；参与制定了钢桥制造规则等。2000年，芜湖长江大桥建成通车，潘老对同事说：“我的任务完成了，如今没人会说我国栓焊桥不行了，我们国家有技术有材料，完全可以做大跨度栓焊桥了。”

2007年之前潘老身体尚好，即便退休还是天天在铁科院的办公室坐镇，坚持做顾问工作，2007年他生了场大病，之后家便成了他的办公室。这期间，他的学生弟子们成了家中的常客，潘际炎的大弟子、中国铁路工程总公司原总工张健峰便是其中之一。“虽然现在我的研究重点不是栓焊梁了，但是潘老师所教的东西我现在还很受用。”张健峰正色道：“虚心学习、科学严谨，这是影响我至今的工作品质。”

现为美国加利福尼亚交通厅高级工程师的龙文艺于1982年初考入潘际炎门下攻读硕士研究生。他说：“在做潘老的学生期间，得到了老师悉心的指导和耐心帮助。常听老师说起前辈工程师修建成昆铁路时逢山开道、遇壑架桥的动人故事。对老师、铁科院及其他单位的工程师们充满羡慕和敬意。”

潘老的学生们如今已经各司其职，遍布海内外，但只要回到北京，总是想方设法抽时间去看望老师。他们之间甚至还有一个微信群，以“潘老师弟子群”命名，无论是沟通专业问题还是相约去拜访潘老师，总有一如当年做弟子时的归属感。学生感言，中国有句古话，“经师易得，人师难求。”潘老师就是这样的人师。

兢兢业业一辈子的潘际炎在2012年停

止了全部的工作，因为他的老伴儿在这一年一病不起。与大多数桥梁工程师一样，潘际炎投身于科研事业时常年不在家，夫人独自带着一对双胞胎女儿，尝尽艰辛，还保持着难得的豁达，潘老对夫人和孩子深感愧疚。老伴缠绵于病榻后，已是口不能言，潘老天天陪在她身边，拉着她的手每日絮叨着琐碎的家常，这一病就是3年。2015年底，老伴儿的病逝给了潘老最沉重的打击。也就是在那段时间，他养成了用电脑写文章的习惯。92岁高龄的老人，操作电脑极是熟练，令人佩服。

如今的潘际炎已经逐渐走出了老伴离去的阴影，对生与死这个严肃的话题看得很平常。潘老还告诉记者，现在他身体不好，很少出门，平日里最常做的两件大事就是写回忆录和工作纪事，前者留给子孙，后者留给后辈，所有文章均不想出版。

潘际炎的时代是最坏的时代，也是最好的时代。幼年左为战火，右为父训，“兴邦”二字在心里埋下了深深的烙印，更成就了他压不垮的坚毅精神。大学毕业后恰逢国家百废待兴，大有可为，国家铁路栓焊钢桥的事业经他手从零起步，遇到所有的困难都不曾有过半分推诿，全部承担下来。负责设计研究建成的桥共有54座，完成了我国铁路钢桥从铆接钢桥到栓焊钢桥的研究，结束了我国使用了一百多年铆接钢梁的历史，让钢材从16Mnq钢到15MnVNq钢再到14MnNbq钢成体系发展。共培养了硕士、博士研究生17人，现均已成为工程中的骨干。对这“一生开拓，一力担当”的总结，潘际炎说：“毕业时我的老师叮嘱我，‘要为国家健康地工作50年。’如今我的国家需要，我总要为她做些事情。”