

# 沌口长江大桥BOT+EPC模式下的共赢

方圆/文 柯祥虎、王向阳/图

由中交投资、中交二航局、中交二公院以BOT(建设—运营—移交)+EPC(设计—采购—施工总承包)模式投资建设的武汉沌口长江大桥南北两岸主塔已经封顶,2年内实现全桥主塔同时封顶,高效背后是大桥建设团队不懈努力以及沌口长江大桥BOT+EPC模式下带来管理变化引发的良性效应。

武汉沌口长江大桥是中交二航局第一次采用BOT+EPC模式施工的跨长江桥梁项目,也是中交二航局五分公司独立完成的第一座完整的跨江大桥,仅仅依靠一支建设团队完成这样一座超大体量、超紧工期的跨江大桥,这在过去是不可想象的。

在BOT+EPC管理模式,BOT解决了工程资金,EPC实现项目管理模式的变化,施工方成为股东,成为施工总承包,在整合社会资源、压缩招标和变更环节,提高效率、降低成本等方面体现出众多优势,这些优势最终转化为推动桥梁建设的内驱力让各方共赢。

在沌口大桥北岸,中交二航局自有设备重达3000多吨移动模架已经投入到现浇箱梁中,20多天就可以完成一跨现浇箱梁施工。这是在设计方案时经地比选最终敲定的方案,如果采用传统的施工招投标方式,设计方案无法与施工方对接,待施工招标结束后施工方极有可能根据施工情况对施工方案进行变更,这必然会对整个施工流程产生影响。在EPC模式下,设计单位有条件与施工方做更多交流,极早发现焦点问题极早解决,确保方案有序衔接。

作为资深设计专家,中交二航局副总经理吴迅指出,这种模式更有利于让设计、采购、施工各阶段工作合理深度交叉,实现资源最佳配置。沌口长江大桥分管合约的副经理黄香生介绍,在这个项目,施工方案变更并不多。这些都与设计与施工加强沟通有关,减少变更后更有利于让技术人员集中精力放在现场管理上,推进工程进度。

BOT+EPC建设模式不仅破解了融资瓶颈,还解决了建成后管理、维护上的难题,对于提升大桥整体运营质量起到推动作用。传统模式下,建设单位不必考虑后期养护问题。但在BOT+EPC模式下,总承包人作为股东,加强了主人翁意识,大桥后期维护成本与建设单位利益息息相关,建设单位必须看得长远,考虑建设中的质量问题还要承担维护中的责任。沌口长江大桥运营期30年,为了确保大桥建设质量,中交二航局沌口大桥项目部经常召开专家技术会议,优化方案。2015年8月,项目部聘请交通部原总工程师风懋润等9位桥梁专家在内的桥梁咨询会。会上,风懋润专家提出U肋内焊技术与项目部一直寻求提高正交异性钢桥面板抗疲劳方案不谋而



图一 封顶后的主塔



图二 北引桥



图三 南引桥



图四 T梁预制场



图五 青菱湖大桥

合。

作为武汉市四环线的一部分,沌口长江大桥建成后将成为大型重载车辆,长时间重载是对大桥质量的考验,桥面钢板下焊接U肋,可以有效增强抗扭、抗压等关键性能的,提高桥面板抗疲劳性。沌口大桥每块钢板长12米,钢板下需纵铺6根U肋,每根U肋长12米,密闭凹槽仅28厘米高、30厘米宽,无法钻入焊接。因此,以往U肋与钢板只能采用外部焊接方式,U肋与钢板的焊缝一般15年就需大修。如果进行内焊,将可有效延长维修年限,提高抗疲劳性能。

为此,项目部多方寻找厂家解决U肋内焊问题,这一计划得到了中交二公院原设计代表陈毅明大力支持,他当即表示:“如果需要技术支持,我们会全力配合”。业主单位也鼎力支持,一套方案四方认可,最终,项目部联系到厂家,通过比拳头略大的机器人进行焊接解决了U肋内焊问题,经过U肋内焊施工的U肋单元耐疲劳性能提高了2倍,可以大幅延长钢桥焊缝寿命。沌口大桥成为世界上首次应用此项技术的工程。

在斜拉索安装方案中同样面临养护问题,大桥受力将通过斜拉索传导到塔柱,做好斜拉索的养护对降低后期运营成本,确保大桥质量安全都具有重要意义,项目部经过比选确

定采用HDPE材料在斜拉索防雨罩上应用,这也是此项技术在防雨罩上的首次应用,以期解决传统铸铁及橡胶防雨罩防水防腐等问题。

虽然投入上有一定增加,但只要能推动工程建质无论是投资方还是建设方都会主动介入、积极推动。建设模式改变让参建各方由深度关注大桥建设质量到深度关注桥梁使用周期内的质量问题,这更有利于推动桥梁行业的进步。正如风懋润专家对大桥建设的寄语一样:“我们期待的是要推动我国桥梁技术进步,更要带动我国桥梁产业的发展。”

这种发展不仅体现在行业内也体现在中交二航局各单位的协同发展上。在该局装备公司,工人师傅正在对6台40吨的桥面吊机进行全面维修保养,这些设备即将投入到沌口长江大桥吊装箱梁工序中。作为总承包单位,中交二航局沌口长江大桥项目部不仅承担了传统模式下的土建施工,还要负责多达26项的专业分包。该局装备、房建等8家单位都参与到工程建设中。中交二航局董事长王世峰在考察沌口长江大桥时指出:沌口长江大桥不仅要让五分公司传承培育一批建桥技术人才更要让各专业人士一同进步,发挥战略协同效应。

这种协同效应为项目管理带来了成本、效率上的提升。

价他:有心、努力。对徐文杰来说之所以这样是因为沌口大桥4万吨加工的钢材需要在他手上把好最后一道关,如何把关需要靠行业标准,在短時間內成为别人专业内的行家里手,从外行变内行不付出、不努力肯定不行。

2016年9月份是这一年最后一次钢箱梁运抵现场的窗口期,错过9月长江水位,意味着要再等一年的时间,因此保证钢箱梁生产任务破在眉睫,这也是徐文杰的重要使命。

为了拿到第一手资料,徐文杰从技术术语入手,不懂的地方及时请教顾问专家。炎热夏季,守在钢结构加工厂房看工人进行操作和检验工程师一同检测工程质量。验收钢箱梁需要在一天温度最低时进行,于是每次验收时徐文杰凌晨2点会准时出现在现场。最终,在9月份保质保量完成了先期28幅钢箱梁生产任务。

在沌口长江大桥,不仅是专业分包管理人员需要学习,对于第一次接触BOT+EPC管理模式的每一名人员都要学习,因为涉及知识面太广泛。在中交二航局沌口长江大桥项目部总工程师张延河办公室里,两个书柜里除了技术类图书还摆满了机电等各种图书,因为场地受限,在工程部办公室还存放了另外装满图书的书柜。“虽然有过大桥总工程师的经验,但沌口长江大桥涉及到很多传统工程没有涉及的领域,以前这些工作我们参与,但现在我们是主导。”谈到模式转变带来的变化,张延河这样介绍。

在制订专业分包名录时,张延河查阅了大量的技术资料,从技术和性价比众多方面进行筛选,这涉及到后续如何开展工作,协同相关单位张延河几乎跑了3个月,有时一天要跑几个城市,有时一个城市要跑几个公司。回来以后又进行大量的计算和技术性能对比,才最终敲定分包名录。

张延河除了负责日常技术方案优化还要关注以前大桥建设并不需要建设单位关注的细节。桥面排水沟盖板往往采用钢质材料,不固定很容易被偷,固定后入内的垃圾又极难清理。一段时间内,只要外出办事,张延河就会观察其他工程排水沟盖板情况,最终,通过耐久性、实用性、性价比的综合考察,进行了优化变更。

做事的时候,张延河喜欢看桥梁方面的资料,同样一份资料,做传统项目时和做BOT+EPC项目后的感觉并不一样。在总承包管理模式下,项目建设过程中承担了传统项目业主的部分职能,因此,对每一名管理者都提出了更高的技术管理要求。沌口长江公路大桥项目正在向投资人、运营服务人的角色转变,争创国优工程的同时,力争创PPP模式典范。

# 江桥写真



中交二航局武汉沌口长江公路大桥项目部主办 第24期(总第24期)2016年11月[内部资料]  
刊名题写:蒋成双 顾问:徐刚 李潜军 主编:张伟 田春华 编辑:柯祥虎

## 武汉第九座长江大桥主塔成功封顶 四环线关键性工程 中国交建投资52亿 2017年底建成



(本报讯 综合报道)11月8日,武汉市第九座长江大桥——沌口长江公路大桥主塔成功封顶。从当天的封顶仪式获悉,该项目是武汉四环线的重要组成部分和关键性控制工程之一,位于白沙洲长江大桥和军山长江大桥之间,起点接武汉市四环线西段,终点接四环线南段,工程概算总投资52.25亿,2014年10月正式开工建设,2017年底建成。

当天,省交通运输厅建设处副处长周炎新、武汉市交委总工程师贺敏、武汉市交委计划处处长蔡文波、华中区域总部总经理彭亮星、党委书记肖继生、中交二航局总经理由瑞凯、党委副书记、工会主席张文胜以及中交二公院总经理杨志胜等出席封顶仪式。其中,中交投资有限公司总经理赵晖宣布主塔封顶。仪式由项目公司总经理李芳武主持。项目经理徐刚汇报了项目建设情况。

据武汉中交沌口长江大桥投资有限公司介绍,沌口长江公路大桥是湖北省境内首次采用BOT+EPC(投资、设计、施工、运营一体化)模式建设的长江大桥。2011年8月26日,武汉市政府与中国交建签订项目投资框架协议,由该集团下属的中交投资有限公司、

中交二航局、中交二公院三家全资子公司共同投资建设。

沌口长江公路大桥为五跨一联双塔双索面钢箱梁斜拉桥,全长8.599公里。其中,跨江大桥主体工程3.22公里,跨江主桥长1510米,两岸连接线5.39公里;主跨为760米钢箱梁斜拉桥,主塔高233.7米;桥面宽46米,按高速公路标准设计为双向8车道,设计时速100公里,货车比重超过40%。

开工以来,施工单位中交二航局克服了主墩基础地质异常复杂的困难、经受了汛期主墩承台施工的严峻考验。其中,4#主墩(武昌岸)32根钻孔桩遇溶洞率高达65.5%,最大溶洞高度8.1米,如同“糖葫芦”一样的溶洞群和蜘蛛网般的裂隙发育给施工人员带来困难,这算是二航局建桥史上遇到的罕见地质情况。经过努力,全线I类桩比例为99.1%,其中,主桥112根直径3m的钻孔桩均为I类桩。

项目成立了以“全国五一劳动奖章”获得者,全国知名桥梁专家徐刚命名的“徐刚创新工作室”,带领一批具有较高工作经验和创新能力的青年职工,围绕工作中的重难点,开展创新课题研究,为项目建

设提供精神动力、智力支持和组织保证。目前,该工作室在主桥深水基础、超宽连续箱梁大型移动模架、钢箱梁部分顶板U肋内焊新工艺应用、桥面结构铺装“设计科研、施工、管养一体化”的建设模式、项目BIM管理系统应用以及全寿命周期监控与健康监测有机结合确保大桥整个生命周期安全等多方面开展了一系列科研攻关工作。

沌口长江公路大桥是中交二航局建设的第一座完整的长江大桥,对其“反哺江城”桥品牌的打造具有重要意义。项目建设团队力争把该桥打造成“全国交通行业典型示范工程”和中交特大桥投资品牌,成为中国交建投资、设计、施工、运营全优化价值链模式。

据了解,该项目建成后,对于实施国家促进中部地区崛起战略,完善湖北省高速公路网,缓解武汉主城区过江交通压力,提高武汉西部组团、西南组团、南部组团、东南组团的通行效率,带动区域经济和交通运输的发展,拓展城市发展空间,推进“两圈一带”建设,促进沿线经济社会协调发展均具有重要意义。

封顶聚焦 (二)

精进求索路 炼“刚”铸桥魂

深秋，暖日。两座高耸入云的“钻石型”主塔巍然屹立于波光粼粼的江面上，分明的棱角、流畅的线条、优雅的体态，在金色阳光的映照下，熠熠生辉。是谁手持彩练当空舞？是谁甩斧神工开天物？正是如钻石般坚韧执着的沌口长江大桥建设团队——“刚桥旅”。

一、匠心传承，凝心聚力

桥，是中交二航局最亮丽名片。上世纪90年代，中交二航局审时度势，抓住交通部投资兴建黄石长江公路大桥的历史性机遇，高起点进军桥梁施工领域，不仅吹响了中交二航局向特大型桥梁工程施工领域进军的集结号，更培养了大批优秀人才为打响中交二航桥品牌前赴后继。光阴荏苒，作为中交二航局第一代建桥人、作为项目经理领衔建造14座长江大桥的国内知名建桥专家杨志德，已步入花甲之年，仍为中交二航局建桥事业鞠躬尽瘁，而受其建桥理念影响，不断成长壮大的新一代建桥精英团队，也正如续写中交二航桥品牌砥砺前行。其中，师承杨志德的沌口大桥项目经理徐刚带领的“刚桥旅”，正是这样一支传承中交二航建桥文化、彰显中交二航建桥实力、为中交二航桥品牌可持续发展矢志追求、拼搏奉献的铮铮铁军。
“刚桥旅”的锻造非一日之功。以徐刚为核心的团队成员成长于拥有“神州第一轴”的阳逻长江大桥，成军于建造“世界第一隧道锚”的坝陵河大桥，锤炼于荣获国内建筑工程质量最高奖“鲁班奖”的九江长江公路大桥，并最终以成熟稳健的面貌，代表中交二航局五分公司最高建桥水平，担负起沌口长江大桥的建设重任。
但与以往不同，沌口长江大桥是中交二航局直接投资和独立承担整桥施工的首座长江大桥，其经济、社会、品牌战略意义重大，在项目筹备阶段召开的党建工作策划会上，中交二航局领导就明确强调：“要将沌口大桥项目团队塑造成一支能征善战、尽善尽美、至高至强的卓越团队。”
此时的“刚桥旅”正经历吸纳骨干力量与青年人才，队伍不

二、在改变的时代改变自己

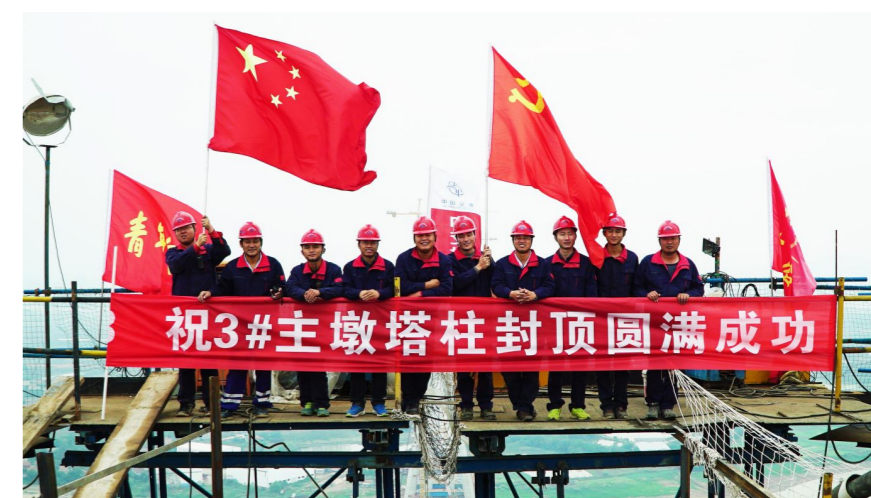
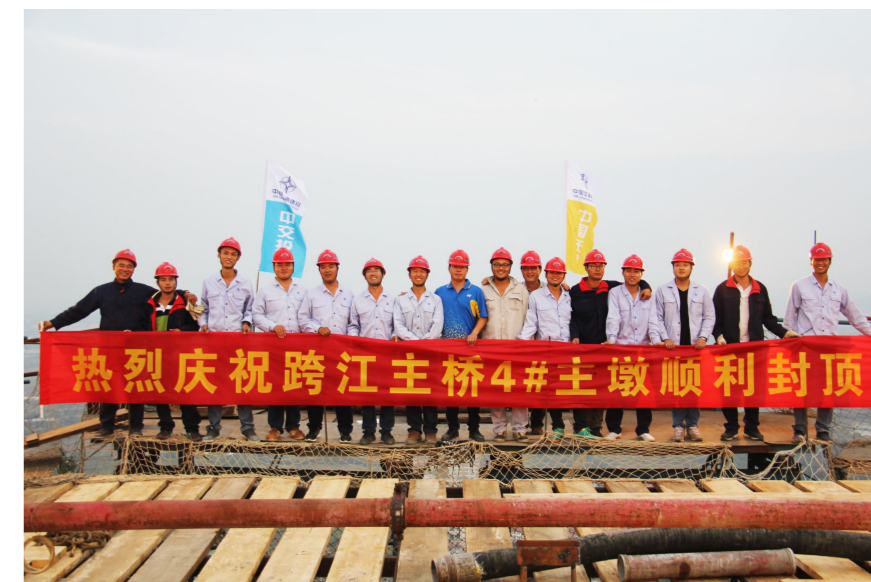
在沌口大桥项目部第一次生产调度会上，徐刚分享了文章《在改变的时代改变自己》，他说：“我们不要以为凭借老一套，就可以一劳永逸。不思改变，没有创新，我们最终会跟不上这个瞬息万变的时代，不管我们曾经有多少光环，有多少头衔，如果墨守成规、固步自封，那我们离成功将始终遥不可及……我们需要改变。”
“可以看出，徐经理十分强调团队创新意识，他经常要求我们在每一个细节都尝试求变与创新。”南岸分部总工程师如是说。
原来，在混凝土梁现浇施工中，通常采用满堂支架法，但该方法存在支架模板消耗量大、工期长等诸多弊端。鉴于此，徐刚带领技术骨干探讨创新方案，并提出装配式施工概念，参与装配式支架设计的罗航对此深有感触，“装配式支架采用法兰连接，减少了现场焊接，支架构件还可以周转利用，既绿色环保，又节省了人力、设备、用电成本，更重要的是，类似这样一次次抓细节创新的实践，使我们的创新思维能力得到不断提升。”
正是在打破成规、寻求突破的创新思维引领下，项目部的技术骨干们以“徐刚创新工作室”为阵地，针对大桥特点、难点开展课题研究，对诸如主墩深水基础施工、超宽连续箱梁大型移动模架设备应用、钢箱梁部分顶板的U肋内焊新技术应用的深入研究，一刻也未曾停歇。而随着BIM技术在国内基建领域初露锋芒和大有作为的应用前景，项目技术力量积极投入到基于BIM进行项目集成管理的应用探索中，为项目管理创造价值的同时，更成为团队坚实有力的技术后盾。
2016年5月，中交二航局沌口大桥项目部召开中期策划会，一项针对BOT+EPC模式下的项目管理新举措提上议程——成立总承包管理部。
原来，作为总承包的沌口大桥项目部所涉及的专业分包项目多达26项，尤其合同额最大的钢结构制造及安装专业分包，涉及到全线47352吨钢结构，对项目进度、技术、质量、安全等方面的影响不可小觑，必须提前谋划，专项管理，确保履约质量，才能保障项目建设处于良好受控状态。
于是，总承包管理部针对各专项管理设置管理组，并对配置专业管理工程师与工程顾问，这些来自项目团队的专业人才，迅速投入到专业分包商务谈判、场外专业分包调研，建立沟通对接机制等各项工作中。
南接线分部总工程师张天文曾任总承包管理部副经理，在他看来，管

断壮大的发展阶段，不仅在项目部下设的南接线分部组建了新班底，还先后引进了逾40名大学生。如何使扩张的团队稳步迈向卓越之路，中交二航局沌口大桥项目部书记李潜军一语中的：“拥有凝聚力的团队才有战斗力。”
而凝聚“刚桥旅”的思想纽带，正是团队成员共同秉承的匠心之道——注重在每一个细节上做到精益求精。
“这源于徐经理极其严谨、细致、务实的工作作风，和对项目管理精细化、标准化的注重与坚持。”与徐刚共事逾十年的项目部副书记田春华深有体会。
因此，在沌口大桥项目部，即使刚入职的大学生也会强烈感受到项目管理的高标准、严要求。入职两年的梅沛文至今仍清晰记得：“入职之初，徐经理就对我们技术人员提出‘四能’要求——要能想、能说、能写、能干。”南接线支部书记张伟则认为，正是由于作风扎实、讲求精细的团队文化基因不断传承，才使得南接线分部团队迅速融入“刚桥旅”的价值观体系，与整个项目团队顺利度过磨合期，迅速实现了总分模式的同频共振。
“我们拥有共同的目标与使命”，李潜军语气坚定，“在‘建国优工程，创投资品牌’的总体目标下，把沌口长江大桥打造成‘全国交通行业典型示范工程’和中交特大桥投资品牌。”
正是同心同向汇智聚力，使强调前瞻谋划的项目质量管理大纲、严格过程管控的精细化管理“72张表格”等卓有成效的管理举措得以传承发扬，成为推行标准化管理的善事利器，成为让目标可衡量、职责更明晰、过程更高效、风险更受控的匠心之道，成为“刚桥旅”在沌口长江大桥建功立业的精准矢量。

理部的成立是一项深谋远虑的决策：“部门的成立打开了PPP投资项目专业分包管理的新思路，更为我们拓宽视野、创新思维提供了用武之地。”
如何按照合同条款对分包单位进行约束？如何建立多方有效沟通渠道与分级对接机制？如何对节点目标与过程风险进行有效管控？如何及时高效解决各种专业问题？对于张天文而言，还有更多统筹协调协调工作：“最重要的是，应对这些艰巨的挑战，让整个团队形成了专业分包管理的思想。”在总承包管理部的历练，使张天文受益匪浅，“各项专业分包的管理既有通用性，又有其特殊性。在管理过程中，我们会针对每项专业分包，在各个阶段及时总结经验教训，从而不断提高自身管理水平。”
不断思考，不断改进，不断提升的团队工作理念在标杆超越中也得到充分实践。
“徐经理反复强调，不要自以为是、坐井观天，要走出去，放眼量，向同行学习，向对手学习，不断挖掘潜能，实现自我突破。”项目总工程师张延河表示，徐刚经理曾多次亲自带队，组织项目技术骨干、管理干部到成贵铁路学梁场建设、到港珠澳大桥学钢桥面现浇式沥青混凝土铺装、到沪通大桥学现场标准化施工、文明施工……
罗航清晰地记得，当时沌口大桥全线桩基大面积开工，现场安全文明施工管理难度非常大，“徐经理要求项目构造物都必须是内外兼修的精品，于是，他组织大家去沪通大桥现场观摩，看别人是怎么做的，有哪些好的经验可以学习借鉴，取长补短，借石攻玉。”
当时，沪通大桥通过在承台周边放置沙袋，在整个承台铺满细沙的方式，来保证上方施工对承台表面不产生污染或破坏，这一举措令罗航印象深刻，“还有现场的钢栈桥布置、模板外观控制、钢筋加工场标准化布置……我们吸取了很多宝贵经验。”
“走出去，不仅让参与学习交流的人得到有效提升，他们回来后，还会通过经验集成，将学习成果传递给每一位技术人员和现场管理人员，实现团队能力的整体提升。”田春华这样评价对标管理效果。
“我们的团队建设目标正在求变与创新中不断实现”，李潜军表示，“打造中坚力量，促成裂变效应，使三个支部形成三支作风扎实、技术过硬、能独立完成特大型桥梁施工任务的建桥团队。”
在改变的时代改变自己，在沌口大桥项目的沃土播种创新，“刚桥旅”将无往不胜，所向披靡！

三、琢玉成器，助梦远行

2014年7月14日，刚从重庆交通大学研究生院桥梁与隧道工程专业毕业、怀揣“在祖国江河湖海上建桥，留下自己点滴痕迹”梦想的罗长维，成为沌口长江大桥建设团队的一员。
他与同校师弟郑宗昊一同被分配到大桥南岸分部4号主墩工区，“这是我人生的‘桥塔’，我的梦想就在这里起飞！”
武汉的盛夏，骄阳似火，办公室的同事调侃他们：“要不了多久，你们都会跟你们的师傅一样黑咯！”郑宗昊毫不在乎地回应：“我已经做好做一个黑人的准备了！”小罗也暗下决心，要甩开膀子踏踏实实地干，让目标找准起跑线，让梦想插上腾飞的翅膀。
迅速投入主墩工区的小罗主要负责前场施工技术管理，“才来的时候，对很多东西都不熟悉，感觉现场实际和书本所学的差距很大。”但分部经理杜俊对他充满信心：“小罗是已经打好底座的油苗，只需稍微勾勒，就可以成为一张世界名画。”
小罗的师傅——4号主墩工区经理于东却很严格，师徒结对，要求先行：能吃苦，多动手，擅思考，讲团结。
于东的严格不无道理：“你只有实践过、研究过，才不是纸上谈兵的指挥家，才能做一个明白人；一个团队，只有心往一处想，劲往一处使，才能像攥紧的拳头，打出去有气力。”
于东曾在九江长江公路大桥主墩工区从技术员起步，做到上部结构施工副经理，当年带他的师傅就是杜俊。他还清楚地记得：“当时泵管堵了，杜总和我们一起，手套一戴，扳手一抡，就和工人一起解决问题。”
小罗理解师傅的良苦用心：“严格要求对青年员工是好事，端正了态度，也养好了习惯。”他也在实践中用心领悟，“比如进行结构计算，在课本上都是数字概念，对力学没有直观感受，但工作后，这些计算都要用于现场，这就和课本知识有了相互印证，那种喜悦、那种顾虑和疑惑的消除、那种对施工的感性认识的提升，感受特别深。”
小罗还从工区副经理马文兵身上学到很多东西。马文兵是中交二航局五分公司无人不知、无人不晓的“建桥明星”，沌口长江大桥是他参建的第六座世界级桥梁，经验丰富的他，在工区技术员眼中是“万能”马哥，“他动手实践能力特别强，设备、起重、施工用电……他都会，技术非常全面，只要我肯学，他会毫无保留地传授经验。”
工区的标语——“让我们在主墩燃烽火一样的青春”更是激励着小罗：“干这个主墩就是要特别能吃苦，特别有责任心。”小罗也在时刻践行自己的初心，对钢围堰焊



(张延涵/文 柯祥虎、卞国庆、王向阳/图)