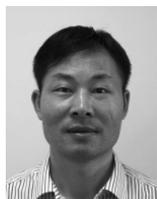


· “长江南京以下12.5 m深水航道建设”专栏 ·



重大水运建设工程建设期科技创新 管理实践与思考

王子明¹, 曹民雄^{2,3}

(1. 南京大学政府管理学院, 江苏南京 210008; 2. 长江南京以下深水航道建设工程指挥部, 江苏南京 210017; 3. 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院, 江苏南京 210024)

摘要: 长江口和长江南京以下12.5 m深水航道工程建设期间的科技创新管理实践值得总结借鉴。其启示意义在于, 加强重大水运建设工程建设期科技创新管理工作, 应注重强化科技创新管理意识, 充分利用科技创新支撑平台, 处理好科技保障与科技创新、基础研究和技术创新、建设单位引导与参建单位发挥自身积极性等各方面的关系, 科学引导重大建设工程科技创新实践和科技创新管理工作。

关键词: 重大水运建设工程; 科技创新管理; 实践与思考

中图分类号: U 61

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)08-0001-07

Thinking and practice of science and technology innovation management during implementation of major waterborne construction project

WANG Zi-ming¹, CAO Min-xiong^{2,3}

(1. Nanjing University School of Government, Nanjing 210008, China;

2. Nanjing Yangtze River Deepwater Channel Construction Headquarters, Nanjing 210017, China;

3. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210024, China)

Abstract: Science and technology innovation practice in the implementation of the Yangtze River estuary deepwater channel construction project and the Nanjing Yangtze River deepwater channel construction project is worthy of reference. Its significance lies in science and technology innovation management, strengthen the major waterway construction during the implementation period, should pay attention to strengthening the consciousness of innovation management of science and technology, make full use of the supporting platform of innovation of science and technology, handling technology support and innovation of science and technology, basic research and technology innovation, the construction units and construction units to guide the play its positive relationship etc., continuous innovation and technology innovation management.

Key words: major waterborne construction project; science and technology innovation management; thinking and practice

科技创新管理是发挥“科学技术是第一生产力”这一要素功能的关键。若干研究者对此进行了很有价值的探讨。例如, 张来武^[1]提出了在知识经济背景下建立公共治理型科技创新宏观管理体

制的观点, 认为推进科技创新公共治理, 关键是要培育和发展第三方力量, 促进创新主体的创新活力。邓甘庆^[2]从最大限度激发和调动科技人才的积极性和创造性的角度, 提出了在科技创新管理

收稿日期: 2013-01-31

作者简介: 王子明(1973—), 男, 博士研究生, 研究方向为公共管理, 从事工程建设管理工作。

中的宏观激励制度和微观激励机制设计路径,宏观制度设计包括财政和税收制度、信用担保制度与政府采购制度、科技创新公共服务平台制度,微观机制设计包括补偿机制与竞争性晋升机制相结合、通过投资税减免措施解决企业技术创新的利益诉求机制、风险分担机制等。还有的认为应从建立合理的资源配置机制、建立科学的项目管理机制、整合创新资源以构建结构合理的科技管理体系等方面创新科技管理体制^[3]。在实际的科技创新管理中,诸如产学研结合、项目化管理等做法也在若干行业中得到运用,并取得了一定的成果。通过这些理论上和实践上的探索,对于我国开展重大水运建设工程建设期科技创新管理具有较强的参考价值。

长江是世界第三大河,自2005年以来成为世界上运量最大、运输最繁忙的通航河流。长江深水航道建设是进一步发挥长江黄金水道功能、加快长江流域经济社会发展具有国家层面的战略举措。建设长江口及长江南京以下至河口段12.5 m深水航道不仅是亘古未有的壮举,也是当代我国水运行业面临的极为复杂的技术难题和挑战。长江南京以下至河口段的12.5 m深水航道工程包括已经建成通航的长江口12.5 m深水航道工程和在建的长江南京以下12.5 m深水航道工程,前者分三期实施并已全部建成,后者也是规划分三期实施,目前正在实施的是一期工程(即太仓至南通河段)。这两个项目由于工程建设条件的艰难性、工程建设规模的宏大性以及工程技术的复杂性,使得工程建设期间的科技创新成为工程能否顺利实施的关键所在。而这两个项目在科技创新方面的卓有成效管理对于类似工程的建设则具有典型而重要的启示和借鉴意义。

1 长江口12.5 m深水航道治理工程建设期科技创新管理实践

长江口12.5 m深水航道治理工程按照“一次规划、分期实施、分期见效”的原则来实施,一期工程自1998年开工至2002年9月通过国家验收,实现航道水深由7 m加深到8.5 m并同步延伸到南

京;2005年11月二期工程通过国家验收,航道水深由8.5 m加深到10.5 m并同步上延到南京;三期工程于2010年3月实现12.5 m水深全航槽贯通,并于2011年初延伸至江苏太仓。历经13年的建设,长江口12.5 m深水航道治理工程全面建成,形成了一条长92 km、宽350~400 m、水深12.5 m的水上高速公路,满足了第三、四代集装箱船和5万吨级船舶(实载吃水 ≤ 11.5 m)全潮双向通航,同时兼顾满足第五、六代大型远洋集装箱船、10万吨级散货船和20万吨级散货船减载乘潮通过。长江口深水航道治理工程被誉为世界最为复杂的河口航道整治工程,被列入《中国国家地理》百年中国地理大发现榜单项目。工程实施期间所需解决的技术难题堪称水运建设之最。正是通过卓有成效的科技创新管理,克服了众多难以想象的技术挑战,取得了大型河口治理成套技术的重大突破。其一、二期工程分别获得詹天佑大奖和国家优质工程金质奖,在大型河口治理成套技术等方面取得了70余项科技创新成果,获得了2007年度国家科技进步一等奖,促进了中国大型河口治理技术跻身世界领先水平。围绕工程实施所开展科技创新管理主要体现在以下几个方面^[4]。

1.1 强化科技创新组织管理

长江口深水航道治理工程缺乏成功经验,因此在建设期间,首先在科研、设计、施工等各方面强化科技组织创新。

为便于模型试验成果与设计及实测资料间相互印证,交通部果断作出决策,在长江河口所在地投资1亿多元组建了上海河口海岸科学研究中心,建立了平面比尺为1:1 000、垂直比尺为1:125的大型长江口模型,与南京水利科学研究所的平面比尺为1:2 000、垂直比尺为1:150的长江口模型一起开展“背靠背”式的平行研究,从而避免了因研究团队的个人认识或不同研究比尺带来的可能影响,保障整治方案科学合理。

针对风、浪、流、沙运动复杂的长江口工程设计,工程设计以上海航道设计院作为总体院,中交一航院、三航院、四航院等参与结构设计。由总体设计院负责工程总体设计,其他设计单位

各自分段负责某一个建筑物的结构设计, 整治效果由总体院负责。

因工程量巨大, 中交系统的4个航务工程局及上海航道局都参加了工程施工。可以说, 当时我国在港口航道这一领域顶尖的科研、设计和施工单位的主要力量都投入到长江口工程中, 形成了长江口治理工程在科技创新上的强强组合。

1.2 重视基础理论和基础技术探索

长江口整治工程的开创性和唯一性, 决定了大量技术问题的解决都需要从基础理论研究和基础技术探索开始。

首先是泥沙基本理论研究。在河口复杂的动力条件下, 泥沙运动复杂, 深水航道的建设首先要保证航深的畅通, 需要研究泥沙的起动与输移, 正确掌握泥沙特性和运动规律是工程实施的关键。以窦国仁院士为首的科研团队对长江口等工程泥沙问题进行了长期研究, 提出了泥沙起动流速、泥沙絮凝沉降速度、波浪与潮流共同作用下的挟沙能力等规律性认识, 为整个工程设计、施工奠定了坚实的理论基础。而且在实施过程中, 委托天津大学开展了地基土软化的动荷载下土力学实验, 这一问题的把握为解决导堤稳定性问题提供了坚实的理论支持。

二是现场监测与理论分析。针对长江河口可动性极强、工程施工周期长的特点, 建设单位确立了动态管理的思路。在国内水运工程行业首次制定并推出了一整套科学、严密的监测制度和技术方案, 每季度进行一次大面积河势监测和南北槽分流分沙监测, 每月进行一次固定断面测量和沉降观测, 观测结果及时应用于工程施工控制, 保证了整治建筑物不因局部冲淤变化而遭破坏。在动态管理思路指导下, 开发应用了无验潮水水下地形测量技术, 直接利用GPS-RTK技术同步获得高精度的水下地形测点的平面坐标和高程, 不仅大大减少了水下地形测量的内外作业量, 而且切实提高了测量精度和作业效率。同时, 建成了国内第一套大型水文、泥沙、波浪自动监测系统, 对长江口水域徐六泾断面流量、北槽、南槽7个点的水流、泥沙、波浪、盐度和温度等数据进行实

时监测、自动存储、无线传输, 不仅可用于工程建设, 而且可用于工程建成后的航道维护以及航道规划。

三是创新物理模型实验技术。物理模型实验是重大水运工程建设不可缺少的重要技术支撑手段。试验中采用了自行设计的双向可逆泵技术, 首次实现了对长江口外旋转流的模拟, 为研究口外水流泥沙运动、工程的平面布置、施工程序、抛泥区选址等提供了技术保证。发展了大型复杂河口模型动床模拟技术, 首次开发了能够适应大型潮流模型特点的适时悬沙加沙系统, 研发了能够适应大型潮流模型特点的大跨距准三维地形测量系统。泥沙物理模型模拟技术的创新为长江口深水航道工程优化平面布置、施工顺序、抛泥地选择和航道回淤等关键技术的研究创造了条件, 也为物理模型试验技术的发展作出了贡献; 首次采用了水槽试验和大模型试验相结合的方法, 在小比尺变态物理模型上实现了对局部工程透水结构的模拟, 解决了导堤部分区段堤身结构及对整治效果影响的问题。首次探索和发展了随淤随挖方式下的航道回淤量物理模型和数学模型模拟技术, 解决了随淤随挖方式下模型试验成果与实际回淤量的换算问题, 使得通过模型实验研究长江口航道回淤量成为可能。在大型整体物理模型上实现了对悬沙、底沙和近底层高浓度泥浆等运动形态的概化模拟, 为工程合理确定吹泥站的贮泥坑位置和抛泥区的选划提供了科学依据。物理模型试验创新成果直接解决了长江口深水航道治理工程中的长期河势预报、平面优化布置、建筑物结构选型、施工工艺、疏浚土处理、航道回淤预测等关键技术难题。多项研究成果应用于工程实施中, 产生了近10亿元的经济效益。

四是创新数学模型研究技术。从荷兰引进大型数学模型计算软件DELFT3D, 这是当时国际上先进的商业化数值计算软件。通过进一步创新和改进, 在此基础上开发出具有自主知识产权的波、流、盐、泥沙综合数学模型“长江口航道核心计算平台SWEM2D/3D”。该模型中的航道回淤预测泥沙模型, 针对长江口泥沙实际情况, 首次

提出3层航道回淤泥沙模式, 预报了长江口航道月度回淤量及其分布, 预报结果达到指导实际疏浚工程的精度, 解决了长江口航道回淤量准确预报的世界性难题。这套综合数学模型的成功开发推动了我国数值模拟技术的发展。

1.3 集中力量攻关最复杂的技术难题

作为极为复杂的大型河口整治工程, 在解决最复杂的技术难题上离不开专业论证、权威诊断和技术会战。在二期工程实施期间, 导堤受强寒潮袭击造成严重失稳, 建设单位随即组织科研、设计单位和国内外的知名学者、专家, 对造成严重失稳的原因进行深入调查分析。通过一年多的现场调查、现场勘探和实验, 得出了这是典型的地基土软化的结论, 就是在波浪作用下的地基软化而造成工程被破坏。之后, 结合物模和数模的计算分析, 对结构形式进行了修正, 最终使得工程结构的稳定性和安全性得到保证。同样, 对于三期工程实施中出现的严重回淤难题, 也是组织各方面科研攻关力量进行了长达2年的原因分析和实验研究, 并做了上百个方案进行比选, 最后才确定解决该问题的实施方案, 真正体现了集体的智慧。

1.4 发挥施工单位技术创新主力军作用

施工单位是现场施工的主力, 他们在技术创新上的积极性和主动性对工程建设尤为重要。例如, 三航局在工地现场成立专门的课题攻关小组, 选派员工参加培训班, 成立QC活动小组, 对重点、特殊岗位和工种技术带头人进行选拔培养, 为技术创新提供充分的人才储备。他们创造性地开展了护底软体排施工可行性研究工作, 研制开发出护底软体排施工工艺和成套设备, 采用由复合土工布为基底的混凝土联锁块及砂肋护底软体排, 开发了步履式水下整平机, 这些都属于国内首创。三航局与上航局联合成立长江口工程测量攻关小组, 依靠国内最具权威的专家力量, 充分利用原有国家测量基准点资源, 经济合理、满足精度要求、技术可行的GPS测量控制网络, 确定了GPS系统与施工定位系统之间的平面和高程转换关系, 并在后期工程中进一步成功地开发出

GPS无验潮水下地形测量系统。上航局技术人员和船员一起攻关, 研制各类“加宽耙头”、“主动耙头”、“新型液压耙头”, 这些新设备化解了“铁板沙”疏浚的“顽题”。一航局为了抓住工程时机, 大胆突破导堤不能有两个合龙口的惯例, 在北导堤施工中采取多头施工、多头合龙的工艺和办法, 将原来两个合龙口, 变为三个合龙口, 从而实现平行作业, 加快施工进度。中港疏浚公司研制了“导流罩”推进系统, 显著改善了船舶推进动力, 提高航速, 特别是顶流施工效果明显改进。

2 长江南京以下12.5 m深水航道工程建设期科技创新管理实践

长江南京以下12.5 m深水航道建设工程被列为“十二五”期国家内河高等级航道建设的重点工程。工程按照“整体规划、分期实施、自下而上、先通后畅”的思路, 规划分三期实施。一期工程主要对太仓至南通河段进行整治, 二期工程主要对南通至南京河段进行整治, 三期工程主要是在一、二期工程基础上进行完善巩固深水航道。一、二期工程计划于“十二五”期末完成, 届时12.5 m航道实现由长江口直通南京, 可满足5万吨级集装箱船全潮、5万吨级散货船和油船乘潮双向通航、10万吨级以上船舶减载乘潮通航到南京的要求。一期工程已于2012年8月正式开工建设。目前工程进展顺利, 已累计完成投资超过40%。

长江南京以下12.5 m深水航道工程由交通运输部和江苏省人民政府共同组建了专门的机构——“长江南京以下深水航道建设工程指挥部”负责组织实施。指挥部在长江口深水航道治理工程建设期科技创新管理经验的基础上, 针对长江南京以下12.5 m深水航道一期工程的潮汐河段的特性与深水航道工程的特点, 进行了科技创新管理的全方位探索。

2.1 建立专业、高效的科技创新管理体制

鉴于项目的技术复杂性, 交通运输部成立了长江南京以下深水航道工程的咨询专家组, 由部

总工程师担任组长, 根据工程实施的需要, 及时召开专家咨询会研究重大技术问题。指挥部专门成立科研处, 负责组织实施科技创新管理工作。科研处职能明确, 根据工程设计与建设中需要解决的主要技术问题: 编制并审定科研项目计划; 按计划向相关单位发送项目邀请书; 通过项目竞聘确定承担单位; 依程序进行合同签订; 研究工作大纲; 中间成果以及最终成果评审与实施等。

2.2 科研承担单位遴选机制创新

科研攻关必须依靠优秀的科研机构。工程指挥部经报上级主管部门批准同意, 创新提出并采取科研单位“短名单”确定办法。所谓短名单, 即通过广泛的调研, 深入了解多年来一直跟踪、参与相关工程科研论证的科研单位情况, 结合已经基本明确的科研课题类型及期望达到的科研目标, 初步确定一份水运工程相关的研究院、大学、设计院、勘测和测量单位等科研课题有能力承担单位名单。

项目承担单位确认流程严谨。指挥部向2家以上的备选科研单位发出科研项目邀请书, 并邀请行业内有关专家组成评审小组, 对各备选科研单位响应的项目申请书进行评审, 主要就项目研究内容的完整性、技术方案的合理性、实施计划的可行性、试验或计算条件的可靠性、代表性等进行评估, 据此确定项目承担单位。

2.3 重视施工一线技术、设备、工艺和工法创新

工程设计与工程科研成果要转化为工程实体, 依赖于施工企业的现场施工。如科研和设计单位提出了护底软体排加抛石的护滩结构, 但是实施中则可能遇到床面冲刷异常变化情况以及由此造成了超深铺排的难题, 为此施工企业通过改建大型深水铺排船和探索超长深水软体排施工技术, 解决了遇到的难题。

长江航道局通州沙一标项目部排布快速展排装置申请了国家发明专利, 经济改进型连锁块、铺排搭接实时检测系统开发、防缩排构件及装置申请了实用新型专利。这些创新成果实时应用于工程施工, 取得了很好的效益。

中交一航局通州沙二标项目部, 其母公司的

技术研发中心将承担的标段工程列入研发重点项目, 开发改造了两艘目前国内最大深水铺排船; 针对深水抛石整平的要求, 增加了垫板接触式抛石基床整平检测装置, 开发了半圆体立式预制和空中翻转技术, 显著提高了预制构件的整体质量, 加快了模板的周转速度, 而且操作起来大为简便, 这是一项重大的工法创新。

中交上海航道局白茆沙一标项目部开发了超短基线水下声学测量定位监控系统, 能够准确地掌握水下软体排的铺设位置和搭接情况, 可以根据水深、水流情况适当预留搭接宽度, 使得以往仅依靠经验预留的搭接宽度有了理论数据支持, 并杜绝了脱开现象, 提高了软体排铺设施工质量。开发3GPS定位网格法抛石, 通过吊机顶部的1台GPS和驾驶室顶部的2台GPS形成的数据指导水下抛石, 提高了水下块石抛投安放精度。

中交三航局白茆沙二标项目部针对性地研发了护底软体排水下平面坐标实时测定技术, 解决了传统铺排工艺中, 缺乏平面位置过程质量控制的难题。开发的无线遥控水下步履式整平机通过整平架的支撑腿可以直接坐落于抛石基床上, 通过无线信号传输方式, 使整平机完成各个动作, 一举解决了水下安装定位和质量检测的技术难点。

3 重大水运建设工程实施期间科技创新管理的思考

国家重大水运工程建设管理的主导者一般都是各级政府及其相关部门, 属于政府建设项目。工程实施过程中的科技创新管理既要遵循社会主义市场经济体制下合同管理要求, 也要反映政府及其相关部门在推动国家科技进步方面的目标要求。因此, 如何推动重大水运建设工程实施期间的科技创新, 有赖于项目建设的主管机构及政府科技管理部门的大力支持, 有赖于建设单位发挥自身的组织协调职能以及通过机制创新争取和统筹运用的各方面资源, 形成工程实施期间科技创新的合力。从长江口和长江南京以下深水航道一期工程实施期间的科技创新管理实践来看, 加强重大水运工程实施期间的科技创新管理, 需要关

注以下几个方面。

3.1 应强化科技创新管理的意识

大型深水航道建设工程较之于其他交通建设项目的特殊性更为突出。这类项目由于河势、水文、水沙、泥沙等条件的特定性而可能具有唯一性和不可重复性, 是任何模型实验也不可能完全模拟的工况, 因此每一个这类项目的实施都是一次重大科研课题集中攻关的难得良机。作为项目主管机关和直接负责项目建设管理的机构都应该从项目启动之时就树立起科技创新的机遇意识、率先意识和超前意识。确立建一项工程、出一批科研成果、解决几个重大技术难题的科技创新管理目标, 并将这一目标纳入到工程总体实施计划和方案中, 并在设施设备和专项经费上给予必要的支持。比如, 长江南京以下深水航道一期工程在开工伊始就提出了打造内河水运科技创新示范项目的目标, 这对于整个项目的科技创新工作无疑是一个有力的动员和推动。

3.2 应充分利用科技创新的支撑平台

科技创新支撑平台的层次越高, 越能够为科技创新课题和科研攻关课题提供更充分的力量保障。目前由国家科技主管部门负责组织实施的国家科技主体计划有重大专项计划、863计划、973计划、科技支撑计划、科技基础条件平台等, 以及火炬、星火、新产品、软科学、技术创新引导工程等政策引导类计划。由国家交通运输主管部门负责组织实施的科技项目主要有国家科技项目、西部交通建设科技项目、信息化项目、联合攻关项目和长江重大科技项目等。这些国家层面的科技计划和科技项目能够在专家评估、过程管理、成果鉴定、成果宣传等方面为科研攻关项目的推进提供扎实的支持条件。因此理所当然地是重大水运建设工程开展科技创新管理可以借助和依凭的支撑平台。通过争取将重大水运建设工程中梳理出来的重大科技创新课题列入国家层面的科技计划和科技项目中, 可以为这些课题的开展提供有力的专家支持和过程管理支持, 也可以为课题取得的成果提供权威的评估鉴定平台和宣传推广平台。

3.3 应处理好科技保障与科技创新的关系

大型深水航道整治工程的启动, 具有技术方案的不确定性。如何确保优质安全建成并达到预期的使用功能, 项目决策前期阶段开展大量的技术论证工作和科研攻关外, 还应为工程提供动态技术保障决策机制和保障预案。例如长江口二期工程实施中遇到导堤局部失稳难题, 建设单位即启动保障应急机制, 集中有效力量进行科研攻关, 终于摸索出在极不稳定地基上建造导堤的技术, 成功地发挥了科技创新管理的科技保障作用。长江南京以下深水航道一期工程狼山沙滩沿汛期冲刷剧烈, 建设单位启动保障应急机制, 集中科研、设计人员分析讨论, 及时调整了施工方案。

3.4 应摆正基础理论研究在技术创新中的位置

夯实理论研究基础, 在基础理论上求得突破, 是技术创新的重要前提和必不可少的基础条件。窦国仁院士在对长江口等工程泥沙问题的长期研究中, 形成了有关泥沙基本理论方面的许多重要成果, 特别是提出的泥沙起动流速公式、絮凝沉速公式、波浪与潮流共同作用下挟沙能力公式, 对于解决长江口治理工程中的泥沙问题提供了重要的理论支撑依据。

市场经济环境下, 基础理论研究的重要性和技术地位往往会被忽视。重视基础理论与重视产值、业绩都具有现实意义, 而重视前者产生的长远价值则是后者所不可比拟, 这些都应该成为重大工程项目的“硬道理”。因此, 在重大工程科技创新管理中, 既要重视技术创新, 也要重视基础理论研究, 两者缺一不可。审视整个工程建设过程, 加强基础理论研究产生的效果除了直接的经济效益外, 还有专业队伍水平的明显提高和技术装备、技术手段的显著提升。

3.5 应发挥好建设单位引导作用与参建单位积极性

建设单位的重要职能就是通过科学合适的管理措施, 将各参建单位的科技创新积极性激发出来。一方面应通过市场经济的手段, 在重大水运建设工程领域将有实力有水平的科研机构汇集到由建设单位组织实施的重大科技攻关上来; 另一方面, 就是应注重让实际参与工程施工的企业在

