

三峡船闸项目建设与管理实践

樊启祥, 杨宗立, 刘刚

(中国长江三峡集团公司, 湖北宜昌 443002)

[摘要] 三峡双线五级船闸是当今世界设计总水头和单级输水水头最大、工程的技术问题十分复杂的特大型通航建筑物。船闸工程建设,集先进技术、先进设备、先进工艺与材料和先进项目管理于一体,极具挑战性的世界级工程。三峡船闸通过17年建设和9年运行,有效解决了设计、施工、设备制造与安装、系统调试中的各种难题。从三峡船闸二期主体工程项目管理实践出发,对工程项目管理理念、管理体系、管理方法、技术创新、团队建设等进行了总结。

[关键词] 项目管理;三峡工程;船闸

[中图分类号] C931;TV6;U641 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2011)07-0091-05

1 前言

1.1 三峡船闸组成与主要特点

三峡双线五级船闸是世界上设计总水头和闸室输水水头最大,工程技术相当复杂的特大型通航建筑物。每线船闸由上、下游引航道与船闸主体段6个闸首和5个闸室组成。船闸布置在坝址左岸坛子岭左侧,线路总长6 442 m。船闸闸室有效尺寸280 m×34 m×5 m(长度×宽度×槛上最小水深),闸首和闸室全部采用衬砌式结构,两侧开挖边坡最大高度170 m,直立边坡开挖最大高度70 m。闸室一次充(泄)水体积最大达23.7万m³,一次充(泄)水时间小于12 min。船闸人字门最大高度38.5 m宽20 m,最大单扇门重850 t,第一闸首人字门最大淹没水深36 m。船闸监控有集中和现地,自动和手动两套方式。船闸工程建设共完成土石方开挖量3 779万m³,混凝土浇筑量355万m³。

1.2 三峡船闸建设过程

根据三峡工程总进度安排,船闸工程分成三期施工。一期工程从1993年到1997年,进行船闸高边坡山体排水洞开挖与排水孔施工,船闸地面工程揭顶开挖与支护,地下输水系统施工洞开挖。二期

工程从1998年到2003年,是关键施工期,以实现2003年6月试通航为目标,由船闸地面与地下输水系统土建工程,船闸上下游引航道开挖和防淤隔流堤填筑,船闸金属结构与机械设备和集中控制系统制造、安装与调试等项目组成。三期工程从2003年到2009年,为船闸完工与正常水位运行期。船闸上游运行水位按照枢纽建设进度,分为135(139)-156-140 m三期。因此双线五级连续船闸的第一、第二闸首的槛和金属结构及其机械、电气控制系统相应需要分期进行建设,以满足三峡工程蓄水位变化的要求。2006年9月15日至2007年1月20日,南线船闸完工并恢复通航。北线船闸随即开始完工工程施工及船闸检修,2007年5月1日恢复通航。两线船闸均具备按照三峡工程正常蓄水位运行的条件。

1.3 三峡船闸运行情况

2003年6月18日三峡船闸投入试运行,2004年7月通过135~139 m水位通航验收。2009年,172 m试验性蓄水,2010年10月26日,175 m水位试验性蓄水。截至2010年底,三峡船闸共运行6.37万个闸次,通过船舶44.8万艘次。船闸年平均通航率94%~98%,通过旅客926万人次;通过

[收稿日期] 2011-05-08

[作者简介] 樊启祥(1963—),男,湖北仙桃市人,教授级高级工程师,博士,主要从事水电工程建设与管理工

E-mail: fan_qixiang@ctgpc.com.cn

货物 3.6 亿 t,超过了三峡工程蓄水前葛洲坝船闸投运 22 年过闸货运量的总和 2.1 亿 t。2010 年,全年过闸船舶实载货物共 7 880 万 t,其中下行 4 281 万 t,达到 2030 年船闸设计通过能力 5 000 万 t 的 85.62 %。

三峡船闸经历了上游最高通航水位的检验,水工建筑物、金属结构与机电设备运行正常。两线船闸的日运行闸次由最初的 20 个提高到 32 个,四级运行平均过闸总历时明显缩短,由最初的 4.2 h 缩短到目前的 3.1 h,各项技术指标满足设计要求。实现了“安全、平稳、有序、畅通”的通航目标。

2 三峡船闸项目施工管理理念与实践

2.1 树立系统管理思想,把握项目整体与局部的关系

工程项目的各部分是一个有机的整体。项目管理要处理好整体与局部的关系,尤其在结合点与转折点上要不失时机妥善处理好轻重缓急的矛盾。三峡船闸主体段地面闸首闸室工程与地下工程输水系统是一个完整的系统,当项目分标方案将两个部分由不同施工主体实施时,一定要及早地、动态地把握处理结合面矛盾的时机,以争取主动。要根据资源配置、现场条件、专业特点,从最有利于项目总体目标出发、发挥施工主体积极性,必要时采取果断地调整生产关系(合同主体)的措施。对此,业主会付出一定的代价,但必将获得工程重新回到正常程序,并使项目总目标得到实现的回报。

三峡船闸采用分阶段、分标段的建设程序,通过招标择优选择土建工程、金结安装工程与调试工程的施工主体。船闸中标承建的土建单位有三大联营体 6 个施工局,金结安装与现地调试有两大联营体 5 个施工局,设备制造供货单位近十家,存在工序交叉、作业主体交叉的情况,更需要树立施工一盘棋思想,从船闸总体目标的全局与大局出发进行协调。

2.2 把握项目阶段性特征,抓住重点,推动工程全面进展

项目施工由一个个阶段形成,阶段由一个个连续的生产过程所组成。船闸施工点多、面广、单位多,必须非常重视工作的计划性和条理性。

加强施工组织设计及总进度研究,确定总体施工布局。三峡船闸要经历土石方开挖,开挖岩体的锚固支护,混凝土浇筑,建筑物基础岩体灌浆,山体排水与闸室混凝土结构缝排水系统施工,永久金属

结构与机械设备安装,液压控制系统安装与调试,船闸计算机现地和集中控制系统安装调试,船闸运行各种工况下土建、金属结构与控制系统的联合调试,船闸试通航,船闸正式通航等不同阶段。这些阶段既有很强的专业特点,又相互关联。通过提前对地面工程两个标段的混凝土与锚固工程、地下输水系统工程以及船闸金结安装工程进行施工组织设计及总进度计划研究,明确了标段间的边界关系,落实了重大技术问题,调整了施工重点与次序,落实了工序条件,确定了施工道路总体布局,制定了风险防控预案。在研究方法手段上,注重应用计算机网络施工进度计划管理理论与 P3 软件,并通过施工组织设计优化、月旬周计划分解、实施进度动态管理,使项目进度计划得到了有效落实。

动态把握施工阶段间的转换。施工转换的准备工作既要细致充分,又要不拘泥、不纠缠于一些局部,要留有余地,掌握主动。除了做好验收程序与标准、设计与施工的技术、资源和管理等准备外,施工主体能力与素质的转换更加重要。在这一方面,对地下输水系统开挖完成向混凝土浇筑的转换管理就比较被动,反映出建设各方对船闸混凝土施工质量、对作业队伍素质的认识不足。转换初期不宜多面迅速铺开,上岗培训要注重将字面要求与严格规范管理的理念相结合,采用现场培训与观摩等方式,在新阶段的第一个过程中,通过样板示范,具体生动地落实到实际操作过程中,从而建立统一规范的流程和工艺标准。这一阶段既要借鉴前一阶段好的管理成果与良好的合作关系,又要注意破除有害的习惯性思维。通过总结教训和整改提高,对地面锚固工程向混凝土浇筑的转换,以及地面混凝土工程向闸首交通工程的转换、向金属结构安装的转换就抓得主动,保证了新阶段的顺利展开直至取得成功。

研究关系全局的关键技术与资源配置。船闸衬砌式结构混凝土设计标号高,级配少,初步设计与招标设计中,要求严格混凝土温度控制,夏季不容许浇筑闸室底板与边墙结构混凝土。船闸高边坡开挖、锚固工程因故比计划滞后,根据工程总进度安排,夏季浇注结构混凝土不可回避。为此,系统研究了船闸地面、地下混凝土温度控制标准,制定了结构分缝、混凝土龄期与标号调整、粉煤灰掺量提高、混凝土配合比优化、全面预埋冷却水管、运用滑模技术、及时流水养护、加大预冷混凝土生产能力等一系列结构、施工与管理的综合措施,从而保证了混凝土的

质量。

2.3 树立一次性做好项目的思想

从现代工业产品“零缺陷管理”目标出发,对传统工艺与作业比较粗放的水电工程应树立“从一开始就把各项工作一次性做好的思想”。为做好这项工作,必须在首批、首件、首套、首个单元工程,首道工序上,从技术措施、资源保证、组织指挥、工艺、后勤保障等全面地做好工作后,才开始运转与实施,以此建立每一类工作的范例。项目实施切忌盲目全面展开,以免留下过多的缺陷,增加处理工作量甚至返工。

利用虚拟现实技术,开展施工预演。地下输水系统阀门井闸室段结构体型十分复杂,混凝土工程中的钢筋作业、模板作业、混凝土浇筑作业的次序与通道的规划,对保证工程质量、施工安全,提高施工效率至关重要。为此,在施工前各项措施的审查中,强调运用施工模拟技术,以提高措施的针对性与可操作性。正式施工前,组织监理单位与施工单位的全体人员,按施工程序进行实际岗位的现场施工预演与管理岗位模拟,有效保证了施工质量与速度。

建立联合调试制度,确保设备制造质量。船闸联合调试是对设计、制造、施工各项工作质量与功能的全面系统检查。考虑到船闸设备供货单位多,监造单位有两家,总成设计与工厂图纸设计单位多,设备制造采购合同中不仅安排了单设备、单系统的调试与验收,而且进行了液压启闭机、液压控制系统与现地电气控制系统的联合调试验收。按实际运行参数与工况对系统功能的完整性、配套接口设计质量、设备制造质量进行了全面实际验证。基本消除了设备设计、制造过程中发生的问题,为现场安装与调试打下了良好基础。

建立全程跟踪审查咨询把关的专项专家组制度。船闸集中控制系统与现地控制系统由两个施工主体分别承担。为确保五级连续船闸集中控制系统的安全可靠性,成立了包括总体设计、过闸工艺、计算机、控制程序、工业电视等专业背景的有经验的八位专家组成的船闸控制系统专家组,负责集中控制系统合同执行及船闸调试过程的设计审查与专项咨询。在此基础上,安排集控系统承包商参加了两次现地机、电、液联合调试,进行适当的实物对接试验与接口数据采集。在现地控制系统最后一批设备出厂验收时,安排集中控制系统进行了对接实验,对确保船闸集控系统工作质量起到了重要作用。

2.4 坚持“零质量事故”、“零安全事故”的“双零”管理目标

2000年三峡工程建设提出的“双零”(零质量事故、零安全事故)管理目标,对全体建设者的管理思想是一次深刻的激励。

“零质量管理”要落实到全面、全员、全过程。质量是三峡工程建设的生命。船闸建设中,将工作重点放到质量管理上,勇于检查、暴露、反思质量问题,制定了混凝土生产、浇筑、温度控制与养护等一系列的质量管理方法和措施,建立了混凝土与金属结构焊接专业质量总监制度,强制实施混凝土仓面工艺设计。

“零安全事故”是工程顺利进行的保障。设立现场安全巡视员,加强对危险源的检查及清除。对平行交叉施工安全隐患大的部位,加强现场统一协调。对经常性安全事故分类剖析,加强预防,避免重复出现。

加强危机管理与突发事件的处理。船闸建设过程中,2000年夏季,发生混凝土施工用高架门机被大风吹跑倒塌的设备事故;2002年上半年,发生大风将已安装到位的人字门吹动的设备事故;2002年5月,发生阀门井施工脚手架整体坍塌的重大安全事故;2002年夏季出现98.7拌和楼氨泄露事故;这些事故均属于不可预见与意外原因。虽然事故发生后都及时进行了处理,但暴露出项目管理中风险分析、危机管理意识与主动预防措施欠缺。目前,项目管理的能力更多地体现在管理者对危机与可能突发事件的预见、防范上。

2.5 建立职责明确,反应快速的项目管理体系

项目管理应用系统工程与目标管理等技术,优化组织结构,简化管理层次,减少管理上的交叉点,实行以合同为基础的分项目管理。

明确各层级项目管理责任制。船闸建设过程中,随项目进展的专业管理与综合管理需要,实行分级协调的对口责任人制度,形成项目建设各方职责分明、团结合作、协调及时、决策快速的现场管理体系,实行“重点部位分解,责任落实到人,资源配置到位,重点目标考核”。

理顺监理与施工管理责任体系。业主要强化监理工程部门对现场安全、工程质量、进度、技术、合同结算支付及组织协调等全面负责的责任;树立监理工程师的现场管理权威,建立各项目监理负责人24小时值班制;规范监理行为,加强对监理负责人

及监理工程师的监督,根据工作表现,对其任用具有表决权。

建立严格的生产管理次序。强调参建各方必须维持工程统一的建设管理体制及正常的生产管理秩序。管理者要善于多渠道地听取意见。利用综合协调会与专题协调会,让在管理、技术、质量、施工组织上有突出表现的施工单位进行专题发言,努力调动参建各方的积极性和能动性。

2.6 加快合同变更,建立激励机制

对于三峡船闸这样一个超大型的没有先例的项目,工程建设过程中的修改调整是合同执行工程中的一项关键性的工作,是合同执行过程的正常情况。

深化对工程合同变更条件的客观认识。对船闸高边坡地质情况的具体认识,是随着开挖的进行逐步暴露,逐步加深的。高边坡开挖中揭露的 f1050、f1239、f1096 等断层就带来了边坡支护设计、混凝土结构与地质体处理的变更。三峡船闸土建工程一般采用单价合同,及时的合同变更与工程结算是保证项目进展顺利的重要方面。

严格合同变更管理。针对船闸项目的合同变更及索赔,制定了每半个月一次的工程变更定期讨论制度,采用标准格式及审批程序,规范合同变更及索赔处理。另外,建立了合同变更、索赔处理台帐,及时归档。运用三峡工程信息管理系统(Three Gorges Project Management system, TGPMs),加快合同结算、决算及验收工作。对一些重大变更问题,考虑处理的时间相对较长,采用垫资形式缓解主要设备与资源投入上的经济困难。同时,成立专项经济工作组,利用社会力量,系统解决大宗变更问题。对工程变更项目及索赔事件的了解,在确定合理变更的同时要尽量减少索赔事件的进一步发展并尽量避免索赔事件的再次发生。

完善合同激励措施。根据合同目标奖励条款,将完成目标一次性奖励即奖励在最终目标完成后一次实行的办法,调整为在合同执行过程中分次奖励。由此将目标分解,并由业主与施工单位签订补充协议。对于合同中明确的用于特殊事件处理的综合奖条款,也在项目执行的过程中及时使用。这一奖励的使用要避免多家施工单位间的平均主义,切实使用到关键项目与关键时刻,奖励创新者与领先者。

2.7 把技术与工艺进步贯穿于项目建设的全过程

面向工程需求,通过生产试验,进行施工技术创新。在地下竖井应用 MY-BOX 防止混凝土垂直下

料的分离与冲击,进行了闸室衬砌墙 MY-BOX 三级配混凝土垂直入仓试验。滑模技术在闸室衬砌与输水系统斜井得到了创新应用,如上游引航道靠船墩整体滑模,闸室衬砌墙单侧滑模、单侧滑框倒模与对称滑模,桥机排架柱变截面滑模,地下输水系统阀门井滑框翻模,检修井倒吊滑模,斜井底、顶拱分离滑模和全断面变径滑模。在地下平洞混凝土模板工艺中,顶拱模板采用小型钢管拱架减轻了劳动强度,底板倒角模板采用小型钢管拱架与小型钢板配合,适时拆除倒角模板以运用抹面技术消除混凝土表面气泡。反弧门整体吊装,人字门节间焊缝工艺与焊接变形控制,人字门背拉杆液压张拉安装工艺,人字门承压条高强度环氧填料灌注等方面,运用了新材料与新工艺。

注重技术进步的流程再造与生产关系调整。针对船闸人字门顶枢预应力锚杆一期安装精度高的情况,在采用专用测量网、使用高精度测量仪器的基础上,综合考虑测量技术的运用、现场多工种作业程序及质量验收程序,进行了施工作业与管理流程的再造,使安装时间由 2~3 个月缩小到 20~30 d。

充分发挥工程管理信息系统的作用。三峡工程建立了功能完整的信息管理系统,可以看到工程进度、施工质量、施工安全、工程结算等方面的数据。对船闸项目,建立了项目管理日报、周报、月报制,统一制定了各项目、各类报告格式,项目进展情况在 NOTES 网上及时发布。

创新思维与创新主体来源于项目实践。在三峡船闸建设的过程中,创新思维更加重要。采用逆向思维,将地下输水系统南、北五级阀门井与检修井间的安装平台提前施工,解除了关键路线的约束。困境、逆境推动创新思维。

3 项目团队建设是项目管理成功的保证

在项目前期展开不顺利的情况下,在对后期项目认识不确定性的情况下,在项目工期几乎没有回旋的余地,项目管理团队的压力是相当大的。一支团结、和谐、有战斗力与凝聚力的项目管理团队是项目成功的保证。

团队建设的核心是团队班子和项目经理。项目经理作为一个团队的核心,必须深刻理解并掌握所管理项目的特点,从整体、全局的高度,有节奏地把握项目建设脉搏。实施过程中,项目经理应把握好各类重大问题的角色定位,按照“不以外部原因掩

盖内部原因,不以客观条件放弃主观努力不够”的原则,预见性地指出工程建设中的问题,做好授权范围内决策及相关问题的建议工作,善于发挥施工单位、监理单位及设计、业主单位的力量解决问题。项目经理在规范内部管理及业务工作的基础上,重点放在解决合同执行中的主要问题、争议问题、困难问题上。

团队建设要发挥每个成员的积极性和作用。要根据团队每个成员的特点,加强内部合同项目与分层次管理责任制的建立。项目团队要用平等的积极心态,建立起与业主、设计、施工各层级项目管理者的沟通渠道,建立起相互信任,有效协调的工作机制。

要建立现场导向、制度保障的项目团队文化。

从“管理严、管理细、管理直接(指岗位职责明确、管理层次少、有利于面对面管理)、沟通及时,增强团队意识与全局意识”等方面培育团队文化。要靠制度规范团队的行为,建立健全各种规章制度,使管理规范化、制度化、可操作化。

4 结语

三峡船闸是集通航建筑物总体布置、船闸输水系统和船闸水力学、水工结构、航运建筑、岩土工程、泥沙试验、闸阀门金属结构与机电工程、计算机控制、特大型项目管理于一体的综合性复杂系统。三峡工程及其双线五级船闸建设,实现了内河航运工程的新跨越,从设计到施工、从管理到应用均取得了突破性成就。

The practice of project construction and management of Three Gorges ship-lock

Fan Qixiang, Yang Zongli, Liu Gang

(China Three Gorges Corporation, Yichang, Hubei 443002, China)

[**Abstract**] The double-line five-step ship-lock of Three Gorges Project is an extra-large navigation structure with the maximum design total head and single-step delivery head in the world and complicated technical problems. The ship-lock is a challenging and world-class project integrating the advanced techniques and equipment, the up-to-date technologies and materials, as well as the advanced project management. Through 17-year construction and 9-year operation of the ship-lock, various difficulties in design, construction, equipment manufacturing and installation as well as system debugging have been overcome effectively. The project management ideas, management system, management methods, technological innovation and team building are summarized according to the management practice of the second stage main works of Three Gorges ship-lock.

[**Key words**] project management; Three Gorges Project; ship-lock