

# 超大型泥水平衡盾构设备的全过程管理

孙 峻, 黄忠辉

(上海长江隧桥建设发展有限公司, 上海市 201209)

**摘要:** 该文对在上海长江隧道盾构机采购、设计、制造、安装、调试验收、掘进过程中, 运用全过程管理的理论和方法进行全过程管理的实践过程进行了论述, 期望通过对过程管理的总结, 对施工中特大型装备的管理有所借鉴。

**关键词:** 过程管理; 超大型; 盾构; 长江隧道; 上海市

中图分类号: U445.3 文献标识码: B 文章编号: 1009-7716(2007)09-0131-03

## 0 前言

全过程管理是一种基于活动或过程的控制方法, 以降低和消除无效或低效活动, 保证过程的稳定性和一致性, 并从事后控制转变为事前控制, 充分体现了需求管理、产品全生命周期管理、供应链管理和全面质量管理的思想和方法。同时, 全过程管理也包含了时间的过程管理和过程中的各要素(人、设备、材料、方法、环境、信息等)及相互关系演化过程的管理。过程管理力求通过过程的整合和优化, 确保实现过程的预期目标, 并使过程的有效性和效率不断提高, 从而降低成本和缩短周期。以往盾构设备的采购、制造, 往往是盾构设备供应商提供产品, 工程承包商井下验收和试掘进验收的模式, 但随着工程建设管理的要求越来越高和工程建设的风险越来越大, 有必要在大型盾构设备制造过程中采用过程管理的理论和方法实施管理, 以控制进度、质量、安全等管理目标。

## 1 长江隧道盾构的特点

上海长江隧道采用的两台泥水平衡盾构机直径为 15 430 mm, 是目前世界上直径最大的盾构机。盾构机全长 134 m, 由盾构机本体、一号车架(动力车架)、二号车架(联系车架)、三号车架组成。盾构机本体重量达 1 992.3 t, 三部车架(含设备)总计约 1 600 t, 总装机功率超过 8 200 kVA。

盾构设备是个复杂的系统工程, 长江隧道盾构由盾体、推进系统、盾尾、人行闸、刀盘、刀盘驱动装置、搅拌器、前闸门、管片拼装机、管片储运装置(喂片机)、泥水系统、同步注浆系统、管线延伸系统、同步道路施工设备、盾尾油脂系统、主轴承密封润滑系统、液压系统、工业水系统、空气平衡系统、工业空气系统、液压系统、电气控制系统

收稿日期: 2007-07-10

作者简介: 孙峻(1968-), 男, 江苏南京人, 工程师, 从事隧道施工管理工作。

统、隧道掘进导向系统、数据采集系统等各大系统组成。在设备功能配置上, 集光、机、电、液、传感、信息技术于一体, 代表了当前世界盾构制造水平。

## 2 盾构设备全过程管理的实践

盾构机作为隧道工程的主要设备, 根据以往的经验, 主要由设备制造商根据业主提供的相关技术资料进行设计、制造、安装、调试, 最后验收移交施工承包商使用, 但存在对设备设计、制造、安装、调试等过程控制缺失或不够深入的问题。为此, 必须针对特大型泥水盾构的特点, 从招标开始到施工全过程, 运用全过程管理的理念, 进行全过程管理。

### 2.1 招标采购

采用国际招标形式, 为目前世界上直径最大的盾构选择国际一流的设备制造商。首先, 从工程立项起就与世界上知名的盾构制造厂商如德国herrenknecht、德国wirth、日本三菱重工、川崎重工、日立建机、石川岛播磨、日立造船等进行大量而广泛的技术交流; 其后, 根据数月的技术交流成果以及工程技术要求编制招标文件。2004年底, 在最终参与投标的四家厂商中, 经专家对技术、商务的综合评定后确定了中标单位。在随后的一个月以内, 经过七轮商务和技术谈判, 于 2005 年 2 月 8 日与德国海瑞克公司签订了盾构机的采购合同。

### 2.2 设计阶段

#### 2.2.1 设计联络会

设计联络会是以满足合同条件、用户需求, 完善功能配置为目的, 由相关利益主体参与的工作会议。业主、专家组、施工承包商、设备监造等相关单位与设备制造商在合同签订后的近 10 个月内进行了多达 11 次的设计联络会议, 对设计中的原则和细节问题进行了充分讨论, 组织各专业专家近 200 人次对各项设计方案进行了论证和优

化。

### 2.2.2 过程管理的组织框架

自设计联络会始，就确定了业主、设备制造商、施工承包商、专家组、设备监造等相关利益主体组成的过程管理组织框架，明确各方的工作任务和管理职能，制定管理工作流程和信息处理工作流程。图1为信息沟通环，在整个环中各相关的利益主体沟通形成封闭环结构，各方的意见得到充分且有效的沟通。

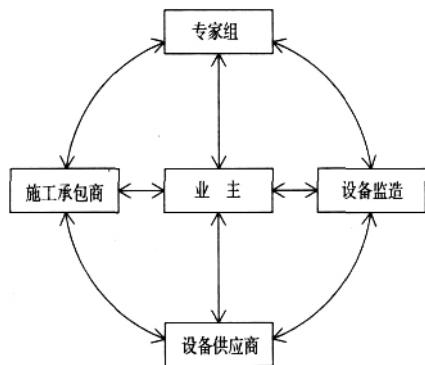


图1 过程管理信息沟通环

## 2.3 部件制造

### 2.3.1 标准件采购

随着盾构制造业和科学技术的发展，盾构技术发达的国家如日本、德国等都形成了一系列为盾构机开发研制的专项技术产品如推进油缸、液压泵、主轴承、轴承密封等，并形成系列成为标准产品。因此在采购合同中明确了各主要部件的国际供货商，监造工作则围绕这些部件的供货周期进行管理。

### 2.3.2 境外监造

除了标准件的采购，盾构机的刀盘、主驱动、拼装机系统、液压系统总成、盾尾紧急密封装置、盾构监控系统等主体部分均在境外工厂加工、装配完成。因此派出总共计30人次的专业技术人员驻厂进行设备监造，对刀盘、刀盘驱动齿轮啮合、刀具更换装置、刀盘驱动密封装置、盾尾紧急密封装置试验等主要设备及系统进行了全过程监造。

### 2.3.3 国内监造

盾构壳体、车架、仰拱块、管片储运装置等结构件的加工制造由制造商委托国内合作伙伴加工制造，对国内配套部件全程进行监造。

## 2.4 组装调试

### 2.4.1 车间组装

2006年2月，随着进口部件的陆续抵达及在国内壳体加工的完成，进入了工厂总装阶段。事先制定了安装工序及安装标准，驻厂进行全过程监

控。

组织每周的生产例会，对安装质量、进度进行实时监控，并根据设备安装情况及时提出整改要求。

经过近两个月的设备安装，2006年4月28日正式进入车间调试验收阶段。此前一个月，组织制造商、监造、施工承包商对设备的验收项目进行了多次讨论，确定了完整和切合验收实际的调试验收大纲。

随后的一个月，四方严格按照拟定的调试验收大纲对盾构机刀盘、盾体、刀盘驱动装置、拼装机、液压、水、空气回路、搅拌机、人行闸、电气系统、操作系统等11大项总计近500条目验收内容，进行车间验收。验收通过447项，对未通过验收的项目（如视频监控系统）提出整改意见，限期整改，做到事事有结论。图2为盾构机车间总装照片。



图2 盾构机的车间总装

### 2.4.2 现场安装调试

组织专家对盾构机井下安装的起重吊装方案进行评审，对起重的设备、工艺、流程进行论证，确保大吨位设备吊装万无一失。

2006年5月31日，随着第一块盾构壳体的吊装到位，进入工地总装阶段。为确保盾构机的安装质量和进度目标，每天召开工地例会，细分项目的节点计划，发现问题及时纠偏。

7月中旬开始设备的井底验收，完成验收项目991项，其中需整改或必须在掘进过程中完善的项目有50余项。

## 2.5 试掘进阶段

盾构机在工厂和井底的工况条件与实际掘进工况并不相符，故盾构机最终须经试掘进阶段的负载调试和施工参数设置的调整才能满足使用要求。同时试掘进阶段也是设备制造商对盾构操作

人员岗位培训的最好时机。

在200 m试掘进阶段(见图3),各方24 h跟班作业,及时发现施工中的问题并与设备制造商联系,以最快速度完善设备。

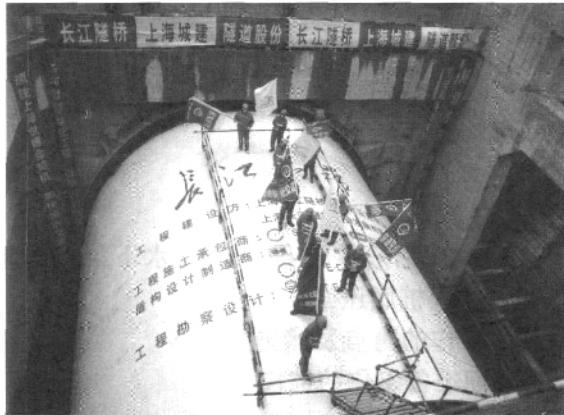


图3 200 m试掘进

## 2.6 设备运行

### 2.6.1 现场管理

正确的设备操作和使用对设备的完好率是至关重要的,必须对每个岗位的操作人员由设备制造商进行技术理论和实践的操作培训,考核合格后上岗。

各工序操作行为必须标准化。对盾构司机、管片拼装工序、同步注浆、起重作业、车架纠偏、泥水接管等关键工序制定《岗位技术操作规程》,对上述工序及电工、焊工、机修工、驾驶员制定《岗位安全操作规程》,力求做到标准化操作。

### 2.6.2 设备维护保养

根据设备制造商提供的设备使用手册和保养手册,制定《盾构设备维护保养考核办法》,量化设备维护保养指标,确立工作标准和考核机制。设备维护保养的量化,用设备管理的“三率”来体现,即设备“完好率、故障率、利用率”,设备管理“三率”的高低直接反映了设备维护保养的质量。

根据盾构机系统划分,制定详细的日、周、月、年保养计划和设备保养记录表。编制设备维修保养月报,全面反映该月度盾构设备的运行情况。维修保养管理过程中注重制度落实和维护保养的实际,做好故障部位、时间的统计工作,对系统性故障全面分析其原因。

成立设备故障状态检测小组和分析小组,负责定期对设备运行和设备故障状态进行分析,制定相应措施并予以实施,以确保有效改善盾构设备技术状况。

为提高盾构设备维护保养的工作质量,及时择优明确设备维护保养的检查监督单位。

### 2.6.3 备品备件管理

由于盾构设备的使用工况恶劣,连续工作时间长,加之设备本身价值巨大,故备品备件及耗材的使用绝对数额巨大,因此备品备件的管理也是过程管理的重要组成部分。

制定备品备件管理制度和办法。管理制度综合考虑到施工的实际状况,既要有效又必须考虑到长距离盾构掘进施工的特点,并通过试掘进阶段的经验和不断摸索设备维护保养的规律,对诸如拼装机密封条等耗材在车架上设立小型仓库,专人负责取用,及时入帐。

超大型泥水平衡盾构设备超长距离掘进施工,涉及机、液、气、电、控制等多专业,上万种备品备件,采购周期各不相同,大量零部件为国外进口,因此维护保养工作的预见性十分重要,否则势必造成浪费和资金的大量积压。

### 2.6.4 管理实效

从专业人员配置、现场人员的整合、责任制建立、工作制度的坚持、制度执行的监督等方面着手,强化设备维修保养工作制度的执行,强化盾构设备维修保养考核制度,坚决杜绝因维修保养不善而造成的设备故障。随时认真分析施工过程中出现的问题,提高盾构设备的可靠性,降低盾构设备的故障率。目前盾构设备维修保养工作已趋于正常,盾构设备人为故障大大减少,盾构有效工作时间(盾构推进和管片拼装所占时间比例)逐步提高。

## 3 结语

上海长江隧道工程两台超大直径气泡平衡泥水盾构机已经历九个月的掘进施工,过程管理起到了明显的效果。以设备关键性评定为基础,有针对性地开展监造活动,更注重过程,侧重预防为主和主动控制,涉及从设计、制造、安装、调试、验收、掘进的全过程,涉及到质量体系的各方面。

实践也证明,盾构设备全过程管理将业主的组织、管理、协调作用,施工承包商的施工专业经验,盾构监造方的设备管理经验与设备制造商的设计制造经验相结合,以标准、规范和合同为依托,利益相关主体参与进行的全过程管理,有效地保证了盾构设备采购合同的实现,从而为整个上海长江隧道工程项目总体目标的实现提供了重要的保障。

## 参考文献

- [1] 丁士昭. 工程项目管理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [2] 柴邦衡, 刘晓论. 制造过程管理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.

**Abstract:** In the light of the optimizing objective in the selection of the deep foundation pit supporting construction scheme, and on the basis to set up the index system of evaluating the supporting scheme, the article discusses the detail steps of the fuzzy synthetic judging method to optimize the deep foundation pit supporting scheme, and through the engineering experimental example to verify. The result makes clearly that it is feasibly and efficiently to carry out the optimization of the deep foundation pit supporting scheme by the fuzzy synthetic judging method, which can be referred for the engineering practices.

**Keywords:** fuzzy synthetic judging method, index system, fuzzy weight, scheme optimization

Application Analysis of EPS New Material Paving Construction .....

..... Fan Weihua, Shen Weixing, Zhou Jianqiang( 121)

**Abstract:** Combined with the practice of Huning Expressway Widening Project, the article puts the emphasis on analyzing the advantages and disadvantages of the paving to replace the conventional filling materials, studies the construction method and technology of EPS paving, and puts forward the viewpoint to control the construction quality by the reasonable construction scheme.

**Keywords:** widening project, EPS, construction method, construction quality, Huning Expressway

Measures Preventing Concrete Crack on Xingzhu Road (E) No.1 Bridge in Guiyang City .....

..... Pan Zuguang, Wang Jian( 123)

**Abstract:** The concrete structural crack is always the evil mostly common and hard to overcome in the construction. The article introduces the measures to prevent the concrete crack taken in the construction of Xingzhu Road (E) No.1 Bridge (6-span pre-stressed continuous box girder) in Guiyang City.

**Keywords:** concrete crack, preventing measures, Guiyang City

Integrated Welding Process Technology and Hoisting of Pipe ..... Wang Xin( 127)

**Abstract:** In order to cross or pass through the rivers, bridge culverts, structures and underground obstacles, the pipes are always integrally processed, then hoisted in the pipe construction. Owing to the special environment where the pipe is placed, it is difficult to do rush repairs after used. Therefore, the process quality of the pipe is strictly required. It means that a perfect process technology is required in the integrated process of the pipe so as to ensure its quality. Taking the construction of the crossing-river inverted pipe in the municipal construction as an example, the article sets forth and analyzes the quality control and hoist of the integrated welding process of the pipe.

**Keywords:** integrated process, strength check, integrated hoist, mechanical arrangement

Management in Full Process of Super-large-sized Soil Water Balance Shield Equipment .....

..... Sun Jun, Huang Zhonghui( 131)

**Abstract:** The article discusses the practice of the full process management by applying the full process of the management theory and method in the course of purchase, design, manufacture, installation, commissioning and acceptance, and driving of the shields for Changjiang River Tunnel Shanghai, and is looking forward to the reference for the management of the super-large equipment in the construction through the summing up of the process management.

**Keywords:** process management, super-large-sized, shield, Changjiang River Tunnel, Shanghai

Construction Supervision of Large-diameter Cast-in-situ Pile ..... Song Xiaoyong( 134)

**Abstract:** The article briefly introduces the links having to be importantly controlled in the course of