

向家坝水电站右岸机组设备监造工作的思考

(蔡东、王保成、王浩)

长江三峡技术经济发展有限公司机电事务部 四川成都 610042

Thoughts on Plant Supervision to Xiang Jia Ba Right Bank Turbine Generator Unit

Cai Dong, Wang Baocheng, Wang Hao

Yangtze Three Gorges Technology & Economy Development Co.,Ltd, Chengdu 610042

Abstract: As Plant supervision is adopted in order to ensure the quality and investment efficiency in Xiang Jia Ba project. The article gives a introduction of the characteristics and methods of the plant supervision to the right bank of the XJB underground turbine generator unit, and also the approaches to a few typical cases. Finally some thoughts on the plant supervision work were brought out.

Key Words: XJB, Hydroelectric Facility, plant Supervision, Quality Control

摘要: 向家坝项目机组设备采取了设备监造制度, 本文介绍了向家坝右岸地下机组设备监造的特点、方法及监造人员对典型案例的处理, 提出作者对监造工作的相关思考。

关键词: 向家坝; 水电设备; 监造; 质量控制

1 概述

1.1 电站概况

向家坝电站位于金沙江下游, 是金沙江水电基地下游 4 级开发中的最末一个梯级电站, 坝址位于云南省水富县和四川省宜宾县的金沙江下游河段上。本电站主要以发电为主, 兼顾防洪、航运、灌溉, 同时具有拦沙

和为溪洛渡水电站进行反调节等综合作用。目前为中国第三大水电站, 其左岸坝后厂房与右岸地下厂房分别安装 4 台 800MW 混流式水轮发电机组, 装机规模仅位于三峡、溪洛渡水电站之后。

1.2 设备监造简介

设备监造主要是设备监理过程中对生产制造阶段进行的监督、控制和管理过程, 指承担设备监造工作的单位受项目法人或建设单位的委托, 按照与项目法人或建设单位签订的监造合同的约定, 根据国家有关法规、规章、技术标准, 对工程项目所需设备在制造和生产过程中的质量和进度等实施监督和控制^[1]。向家坝水电站作为国家大型基本建设项目, 为保证其设备的质量、进度、投资效益等采用了设备监理制度, 其设备监理过程由长江三峡技术经济发展有限公司负责, 本文主要介绍向家坝右岸地下水轮发电机组设备监造的质量控制。

2 设备主要参数及质量控制特点

2.1 主要参数

向家坝右岸地下水轮发电机组的主要技术参数如表 1 所示。

表 1 机组主要技术参数

项 目	参 数
水轮机	
型式	立轴混流式
转轮标称直径 (mm)	9300
额定水头 (m)	100.0
额定出力 (MW)	812
额定转速 (r/min)	71.4
发电机	
额定功率 (MW)	800
额定电压 (kV)	23
额定效率 (%)	98.80
额定转速 (rpm)	71.4
发电机冷却方式	定子绕组、定子铁心

2.2 向家坝水轮发电机组设备质量控制的特点

2.2.1 技术要求高

向家坝项目水轮机、发电机技术要求高。国际上通常采用 $H_{max} * D_1^2$ (H_{max} 为最大水头, D_1 为转轮标称直径) 表示水轮机制造难度, 向家坝电站的 $H_{max} * D_1^2$ 值为 9877, 在世界各大型水电站中其制造难度排在世界前列 (三峡电站为 12287, 大古力 III 电站为 10626, 伊泰普电站为 9047 等)。向家坝机组单机容量高达 800MW, 发电机额定电压高达 23kV, 定子、转子绕组绝缘等级高。

2.2.2 部件尺寸大、数量多

向家坝水电站水轮发电机组目前是世界上单机容量最大的水轮发电机组, 单台机组总重近万吨, 尺寸巨大, 如转轮标称直径 9300mm, 重量达 430 吨; 定子机座由 5 瓣组成, 直径达 21070mm, 重 203.7 吨; 水轮机主轴尺寸为 4000×7280mm, 重约 130 吨等等。同时设备类型多样, 部件数量大, 也给设备监造的质量控制带来一定难度。

2.2.3 设备制造时空跨度大

水电设备制造工序多, 包括原材料采购、下料、焊接、机加工、预装、检验试验等, 生产过程周期长, 如转轮从铸造到完成发货历时两年多。同时水电设备结构复杂, 很少由一个制造厂独立完成所有设备的所有生

产制造过程, 往往有许多外协厂家、外购部件, 空间分布广。

2.2.4 质量问题具有隐蔽、不易返修性

水电设备大而复杂, 包含了各种不同类型的零部件, 部分设备质量问题不易甚至不能经济地测量出来, 但在设备使用阶段会暴露出来, 如有些加工缺陷、疲劳寿命等, 这时设备的返修和返工往往难度大、成本高^[2]。这些质量问题若是出现在机组的运行过程中, 更是会严重影响电站的安全运行。

2.2.5 协调、沟通难度大

设备监造过程中, 监造单位首先需与厂家就质量、进度等问题进行协调沟通, 其次, 水轮发电机组设备零部件数量巨大, 外协厂家众多、地域分散, 也增加了协调、沟通难度。设备监造单位需要协调好有关各方之间的权益矛盾, 维护合同双方合法权益, 坚持设备监造的公平、公正性。

3 监造方法及典型案例

3.1 设备监造实施方法

在向家坝右岸地下水轮发电机组的设备制造过程中, 监造单位对制造的准备过程、制造过程、验收出厂过程进行了全过程监造。向家坝右岸地下水轮发电机组设备外协、外购量大, 我们采取驻厂监造为主, 区域监造为辅的监造模式。区域监造即针对某些项目生产制造过程中外协量大、分散性强的特点, 利用就近的监造站点辅助主监造站对某一项目的部分设备的生产制造过程实施监督、控制。监造的实施过程中采用文件见证、现场见证与停工待检三种方法监督厂家的质量体系运转情况, 检查产品质量及进度情况。

3.2 向家坝右岸机组设备监造的典型案例

3.2.1 厂内制造时发现某台机线棒返修率高

线棒制造过程中返修率较高, 主要问题为线棒弯部冒烟及电晕现象, 少量线棒有爬电、介损不合格。线棒作为核心设备, 对机组发电效益、安全等影响巨大。监造对发现的质量问题在周报、月报等报告中予以及时反映, 并加强巡检、旁站监督、试验见证及文件审查, 与厂家召开专题会议分析原因、督促质量。业主组织专家进行检查、会诊, 同时厂家国外技术中心派专家赴制造厂查

清原因并加强工艺控制并增加抽检项目比例。

在后续机组线棒的制造过程中，厂家改进了工艺方案，采取增加真空浸渍时间、控制高阻带缠绕力度等措施，更加细化、严格地对工艺、制造过程进行控制，线棒质量得到提高。

3.2.2 现场反馈某台机顶盖组合缝间隙偏大

现场反馈顶盖在工地安装时出现合缝间隙超差问题。监造收到现场反馈情况后：

(1) 立即进行内部分析，查找原因：a. 顶盖精加工后存在反复焊接、热加工去除吊耳现象，顶盖精加工面存在受热变形；b. 顶盖加工完成后无整体预装检查序。(2) 对见证点进行动态调整，与厂家协商，要求在后续机组的顶盖出厂前进行预装检查、见证；(3) 加强顶盖制造过程的监督，对出现的吊耳反复焊接问题向厂家开出《不符合项报告》，要求整改。厂家制定修复方案，对该台顶盖合缝面高点进行修磨、抛光，处理后满足安装要求，并对后续机组的顶盖进行出厂前预装检查。

3.2.3 某台外协生产的定子铁芯定位筋部分形位公差超差

监造人员对某台定子铁芯定位筋进行抽检检查，发现其直线度、平面度、粗糙度不能满足图纸要求。监造人员发现问题后：

(1) 立即开出《不符合项报告》，要求向家坝右岸机组设备承包商采取有效措施保证产品质量；(2) 同时开出《专题报告》向上级部门反映情况，并与向家坝右岸机组设备承包商相关负责人员进行会议研究、讨论；(3) 增加对定位筋的抽检检查及检验见证点，并加强后续机组的定位筋生产制作过程的检查、见证，确保产品质量。承包商方面加强对外协厂家的工艺指导，派遣经验丰富的检验人员对定位筋进行检验，增加质量控制力度。最终，后续机组的定位筋生产质量得到改善。

四、设备监造质量控制工作的思考

大型设备的制造过程难免存在着各种各样的质量问题，监造作为制造厂质量保证体系外的另一道关卡，应尽量发现质量问题并将其控制在厂内，确保产品质量。通过对

向家坝右岸地下机组设备监造过程中的质量案例进行统计、分析，得出以下结论及思考：

(1) 技术基础是监造工作的前提，水电设备监造要求监造人员具有广泛的知识面和丰富的设备监造经验。监造人员要做好前期准备工作，熟悉合同、图纸、标准规程和技术规范等文件，适应设备监造工作需要。对于现场关键的安装尺寸，影响设备性能的特征参数，影响质量的核心问题等须心中有数。要发扬团队合作精神，弥补各自知识的不足，保证产品质量得以受控。

(2) 做好首件、外协件验收工作。向家坝右岸地下项目中厂内与外协、外购产品质量问题的分布情况如图 1 所示，其中外协、外购件的质量问题所占份额不容小视，外协、外购件因厂家情况不同，产品质量优劣不等，且监造往往不能进行全过程监督，质量控制中必须做好外协件的验收及外购件的回厂检验。各台机组质量问题的分布情况如图 2 所示，首台机组的生产、制造过程中产生质量问题的概率较大。生产过程也是工艺进步、经验积累的过程，首件、首台设备的生产过程中问题较多，需要严格做好首件验收工作。

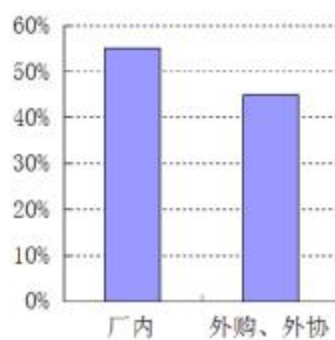


图 1 厂内与外协、外购产品质量问题的分布情况

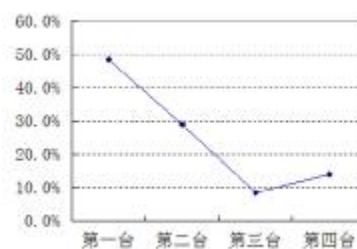


图 2 各台机组质量问题的分布情况

(3) 实时监督厂家的质量保证体系，使其有效运作来达到质量控制目标。通过图3可以看出，影响设备质量的五大因素“人、机、料、法、环”中“人”与“法”在质量问题产生原因中所占比例较大，由于同一质量问题可以由多种影响因素导致，人员和方法的影响均超过了50%。“人”与“法”的可变性大，且监造作为独立的第三方无法对其进行直接管理，需要通过协调、沟通使其受控，减少质量问题的产生，而这也是厂家质量保证体系的目的。厂家质量保证体系的有效运作，可以从实质上提升产品质量，提高监造的工作效率，因此监造要努力使其更好地发挥效用。

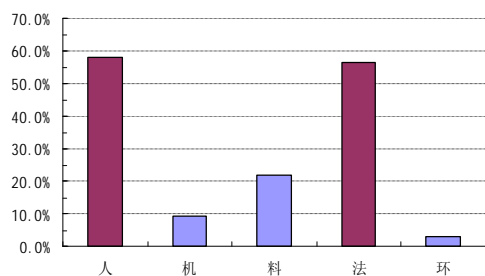


图3 质量问题产生原因中各影响因素所占比例

(4) 以质量为中心，及时沟通、协调，持续改进。监造要与厂家形成共识，以质量为中心开展监造活动。监造对发现的问题要及时与厂家及业主进行沟通，进行偏差处理时，对《不符项报告》、《专题报告》等质量工具的使用要把握得当，客观、公正地对质量问题进行处理。保持质量例会制度，对质量问题进行跟踪、处理及总结，在后续机组的监造中，针对发生的质量问题要合理增设见证点，持续改进避免同一问题重复发生。

五、结语

监造事业任重道远，如何建立对制造方的评估体系，为厂家提供改善产品质量的依据，为业主提供理解产品生产环境的信息；如何完善信息系统，使各类知识资料有效共享，使监造经验得到不断的循环积累、储存、运用等，这些问题仍需我们再今后的工作中不断探索、改善。在做好这些本职工作的同时，监造人员还要认真落实“科学、公平、公正、规范、诚信”原则，树立良好的监造

形象，促进监造事业的发展。

参 考 文 献：

- [1]中国设备监理协会.设备工程监理导论[M].天津：天津大学出版社，2006
- [2]中国设备监理协会.设备工程监理质量控制[M].天津：天津大学出版社，2006
- [3]张建波.浅谈核电设备监造的质量控制[N].建设监理.2009年第4期

作者简介：

蔡东（1988），男，江苏盐城，本科，助理工程师，水力发电设备监理