

秦山三期工程土建设计审查与改进

Qinshan Phase III Civil Work Design Review & Its Improvement

张贵宝

(秦山第三核电有限公司, 浙江海盐 314300)

摘要: 通过介绍业主对秦山三期土建设计审查所取得的良好效果说明了设计审查的必要性和重要性, 以供借鉴。

关键词: 秦山三期 土建 设计审查 改进

Abstract: This paper, by citing good results achieved by owner in the civil work design review of Qinshan Phase III project, illustrates the necessity and importance of design review.

Key words: Qinshan Phase III project Civil work Design review Improvement

中国核工业集团公司(CNNC)和加拿大原子能有限公司(AECL)签订的主合同, 经过几年的执行, 有许多值得总结和推敲之处, 其中有两大特点是值得业主秦山第三核电有限公司(TONPC)在执行合同时高度关注的: 一、设备和主要材料采购及费用由AECL及其合作伙伴包干; 二、建安设计由AECL及其伙伴负责, 而费用由TONPC承担。这就势必造成: 一、对AECL采购并提供的设备和材料在审查、监造、验收时如何防止其提供廉价货, 必须严把设备和材料的质量关; 二、对建安设计审查时要高度关注在满足质量的前提下, 如何防止不必要的浪费。

秦山三期工程是一项庞大而复杂的高科技系统工程, 其土建工程包括了建筑物、构筑物的建造, 其中有地上结构, 也有水下结构, 有钢筋混凝土结构, 也有钢结构, 而且建筑选材大多为国外型号。因此, 设计审查不仅工作量大, 而且技术难度大。但TONPC通过对土建工程设计的审查与所作的改进, 取得了良好的技术效果和经济效益, 为秦山三期工程节约了大量的投资。本文仅列举几个重要的实例, 以供借鉴。

1 汽轮机厂房钢筋混凝土底板厚度和配筋

汽轮机厂房地板为大体积钢筋混凝土结构, 该底板长×宽=104×68.2≈7093(m²), 系美国Bechtel公司设计。原设计底板平均厚度为9.000m, 经过审查, 并以充分理由说服和要求设计者将平均厚度改为5.500m。主要原因是设计者忽视了参考电站与秦山三期地质条件的差异, 并将抗浮安全系数取得太大(1.70), 而我们要求其结合秦山三期的地质情况, 将抗浮安全系数改为符合我国规定和实际的1.05。

从而节省混凝土: $7093 \times 3.5 \times 2 = 49\ 651$ (m³)

节省负挖石方: 49651 m³

节省钢筋: 1750 t

分别节省投资: $65 \times 8.3 \times 4.9651 \approx 2679$ (万元)

综 述
核 电 设 计
工 程 管 理
工 程 建 造
运 行 维 护
核 安 全
核 电 前 期
核 电 论 坛
核 电 经 济
核 电 国 产 化
质 量 保 证
核 电 信 息

$30 \times 4.9651 \approx 149$ (万元)

$780 \times 8.3 \times 0.1750 \approx 1133$ (万元)

总计节省人民币：3961万元（以上还未计模板等其他费用）

2 循环水排水涵管长度

循环水排水涵管由美国Bechtel公司设计，其概念设计为排水涵管伸入海里120 m，该设计被我们以充分的理由推翻。后来，详细设计出图后，排水涵管伸入海里46 m左右。我们根据排水涵管的特点和水流流态、泥沙淤积状态，以及以往的经验，认为外伸46 m仍没有必要，而且施工难度和费用都很大。物理模型试验表明外伸15 m左右即满足排水要求。经过与Bechtel设计人员谈判和讨论，最终说服Bechtel同意了这一设计修改。

现在排水涵管施工只有15.5 m，花费约1280万元人民币，故减短涵管后，估计节约投资在2000万元以上。

3 厂区道路厚度

原AECL对厂区道路所做的概念设计，厚度为40 cm的混凝土路面。我们认为，对于路基为基岩或高密实度的级配回填材料，其厚度只需20 cm即可。经过反复讨论，使得AECL的设计者接受了我们的意见，将厚度由40 cm改为20 cm。

现厂区道路厚度按照20 cm已施工完毕，且使用情况良好。与40 cm厚度相比，节约混凝土4365 m³，节约投资269万元。

4 安全壳预应力结构试验梁

为检查和验证安全壳预应力结构在役期间受力情况，AECL在技术规格书中要求做36根试验梁，600 m²的堆放场地，并要求很高的环境条件、复杂的检查内容和检查设备，在40年寿期内按规定的年限进行检查。

我们根据经验和对规范的研究，认为做这样的试验梁没有必要，也比较麻烦，且与实际情况不同，检查结果难以评价。经过与AECL设计者反复艰苦的讨论，并征得国家核安全局的同意，取消了做试验梁的要求，改为在每个安全壳上设置2道环向灌油（蜡）束代替。

此项设计改进，节约费用未详细计算，估计在100万元左右。

5 汽轮机厂房防火涂料

汽轮机厂房支撑结构为钢结构，钢结构上要求涂刷防火涂料，面积约52000 m²，耐火等级为2小时。Bechtel设计者原采用的是卡宝拉因涂料产品。根据我们对卡宝拉因及其产品的了解，不仅产品价格贵，而且服务质量差。

通过对技术规格书的研究，以及对国内防火涂料产品进行的调研，我们将拟选用的国内防火涂料产品取样送至国家权威试验单位进行了试验。试验结果证明，国内产品完全能够满足2小时耐火等级要求。经过与Bechtel设计者反复讨论，以及以试验的结果为依据，说服设计者同意采用国内产品--福建华强防火涂料厂的产品（BGW-97（CB））。在施工期间，再次对所用涂料在现场进行抽样，送至国家权威试验单位进行了试验，试验结果仍满足要求。

根据在选择防火涂料供应商期间，各潜在供应商的总报价：

卡宝拉因：3800万元，德国帕玛泰克斯：2800万元，福建华强：600万元。

故此设计修改节省投资至少在2000万元以上。

6 BOP备用给水箱基础

该水箱基础由Bechtel设计，为直埋式混凝土基础。对于2号机组的备用给水箱基础，由于场地限制，无法进行大开挖再施工基础，我们建议采用灌注桩基础，得到了Bechtel设计者的同意。但其在修改设计时居然用12个1m直径的灌注桩。我们根据荷载情况，经过认真计算，结果表明根本不需要12个灌注桩，只需要6个就足够了。最终在我们的努力下，与设计者进行了讨论，说服设计者同意采用8个灌注

桩。如此处理，既节省了投资，又缩短了工期，同时还避免了大开挖造成的交通中断和大量的回填工程量。节省费用未详细计算。

7 取水涵管沟槽回填

Bechtel 公司的设计人员由于对现场泥沙淤积状态缺乏研究，要求用砼进行取水涵管沟槽回填。我们根据取水涵管的结构形式和泥沙淤积状态，认为没有必要用砼回填。Bechtel 接受我们的意见，但将回填材料由砼改为块石，块石上部再用50cm厚砼压顶。我们认为这仍没有必要且不可行。

关于没有必要，原因是涵管呈方型，壁厚500 mm，不但放置在由岩石开挖的基槽中，而且四周已用砼包裹，毫无移动余地。久而久之，泥沙自然将沟槽淤满。

关于不可行，块石回填最厚处达10 m以上，如此厚的块石层，不但短时间内很难稳定，而且孔隙很大，在其上浇注砼很难密实；而且随着块石的移动，砼必然破裂成块，形同虚设。

根据以上分析，我们向Bechtel 设计人员直至项目总经理指出其设计存在的问题，并提出我们的意见。经过两年多的讨论、协商，Bechtel 公司最终认同了我们的意见，决定取消回填的要求。

如此处理，共节省水下砼4600 m³（不考虑流失混凝土量的因素），节约投资610万元。

8 NSP门的采购和制造

AECL设计的NSP门，共569樘，并要求全部在国外采购和制造。我们认为，这些门在国内完全可以制造，没有必要在国外采购。我们对门的技术规格书进行仔细研究，与设计者反复进行探讨，经过多次努力，最终将其中的485樘门全部改在国内采购和制造。

在询价时，其中522樘门的国外报价就高达215万美元，改为国内采购或制造后，全部费用才100万美元左右，从而节约投资人民币800万元以上。

9 越浪水排水阀

该排水阀AECL原设计采用国外供货，共有7个，每个报价3万美元。我们根据以前的经验和该阀的功能，认为毫无花大价钱进口的必要。经过与设计者讨论，并说服其同意，决定改为国内加工。这项设计修改，节约投资150万元左右。

10 固体废物暂存库开挖

该开挖设计是由上海核工程研究设计院完成的。我们对开挖设计图审查时，发现其开挖量偏大，提出减少开挖量的修改意见，又很慎重地委托勘探单位进行勘察论证，经过多方面的工作，最终设计院接受了我们的意见，将开挖图按照我们的意见进行了修改，从而节约开挖工程量约5万m³，节约投资150多万元。

11 大围堰

大围堰系美国Bechtel 公司设计的水工构筑物，底宽6 m，其作用为海水泵房的开挖和施工在无水条件下进行提供保障。

由于Bechtel 公司设计人员对现场水文条件和各建/构筑物之间的施工顺序以及工艺逻辑关系缺乏了解，故只考虑了该构筑物本体的施工要求。我们在进行设计审查时发现，如果按照原设计进行施工，一是延误其他建筑物的工期，二是对其他已开挖的场地造成受淹的潜在风险。后我们与施工单位共同研讨，在施工时，将原大围堰改变为底宽2.5m的小围堰和第二步到达原设计的宽度和标高，同时将原预埋的预制涵管改为现浇，从而保证了工期和其他建筑物场地顺利开挖，还节约投资110万美元左右，折合人民币900多万元。

12 结束语

通过业主以严谨的工作作风、科学的态度、丰富的经验对外方设计所进行的认真审查，使得以上几项设计修改总计节省了投资9940万元人民币。

综观产生设计修改的原因，主要有：

外方设计者不負責任，以減少自身的風險；

外方設計者不切合實際地照搬參考電站圖紙，以節省人力和費用投入；

對廠址條件不熟悉了解；

其他因素。

因此，任何一項工程，業主為了控制投資、節約成本，對其進行設計審查是非常必要和重要的，尤其是对以盈利為唯一目的的外方公司的設計。