

# 国际招标水电工程的施工地质

5  
18-21

陈 昌 平

(国家电力公司成都勘测院成都水利水电建设工程有限公司, 四川 成都 610072)

1342  
TV51

摘 要:以二滩水电站工程为例,扼要介绍了国际招标水电工程在实行合同管理和工程监理的新建设体制下施工地质工作的概况,以供改进施工地质工作和类似工程参考、借鉴。

关键词:二滩水电站;国际招标工程;施工地质

中图分类号:TM622;TB16

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(1999)03-0018-04

## 1 前 言

二滩水电站为国际招标工程,实行合同管理和工程监理制,由国际上有经验的承包商组织施工,工程规模大,施工强度高,平行作业工作面多,进度快,因而对施工地质工作提出了新的、更高的要求;在标书合同文件编制中,也曾遇到一些涉及合同方面的地质工作。在这种全新的工程建设体制下,如何作好施工地质工作在国内尚缺乏成熟的经验。为适应国际招标工程的特点和合同管理体制的要求,本着更好地为工程服务的原则,二滩水电站在工程实践中不断探索着建立并逐步完善,形成了一套较为规范、系统的施工地质工作方法,为国际招标水电工程的施工地质积累了一定经验,从中也吸取了一些教训。现介绍于后,以供今后改进施工地质工作及类似工程参考、借鉴。

## 2 招标合同文件编制及合同争议中的地质工作

成都院受建设单位(业主)(EHDC)委托进行二滩工程招标合同文件编制,业主同时委托哈扎国际工程公司(Harza Engineering Conyany, Intionational)进行编标咨询。

招标合同文件是工程建设的基本依据。其中,地质基础资料在标书合同文件中具体如何表述?其反映的深度和广度应如何掌握方为适当?是我们首先遇到的一个新的问题。

地质条件是工程建设的重要基础,在自营体制情况下,是尽可能全面、详尽,无条件的提供给施工

单位,而在实行工程招标的情况下,一切都需从合同角度出发去思考和处理。由于地质条件自身的复杂性,施工过程中不可避免地会出现某些局部变化,严重的将导致重大设计变更或工期延误,承包商往往会以“地质条件变化”或“不可预见的地质条件”为由,根据合同技术规范相关条款提出索赔或争议。因此,招标文件中地质基础资料反映的深度和广度,其实质在于业主和承包商各自承担风险的大小,具体涉及到投标报价的高低。根据二滩工程投标须知和非迪克(FTDIC)条款的相关条款,业主对投标商(对业主提供的资料、数据)作出的推论、解释和结论概不负责,承包商应承担这一风险。虽然二滩主体工程的勘探和地质工作已具有相当的精度和深度,基础条件已十分明朗,但从合同管理的角度,为减小业主风险,在招标文件参考资料 CD-2“工程地质”中,仅概略地阐述了一般地质规律和主要工程地质问题,提供了部分典型、代表性钻孔柱状图和探洞展示图。在代表性地质图件上,勘探孔、洞仅选择性的标注,勘探范围以外的地质界线均为推测,所有的设计图上也均不反映地质内容。提供地质资料的内容、范围主要覆盖主体建筑物区。同时,为了与国际接轨,将二滩工程岩体质量分级与国际上较为流行的 Q 系统分类建立了联系,以便承包商更好地认识、理解二滩工程岩体条件并作出他自己的判断。二滩电站的工程实践表明,上述处理方式是行之有效的。

在整个施工过程中,承包商以“额外补偿”、“索赔”、“争议”提交工程师或争议评审团(Dispytes Reriev Board,简称 DRB)的诸多案例中,以拱坝标(ET/IC1)为例计有 9 件,其中 4 件与地质有关,其余属商务争议。地质案例中,多数是因所谓“岩石破碎”、“不利节理组合”等而引起的“地质超挖”,要求额外补偿。典型的所谓“地质条件变化”案例是 3 号、4 号索赔(后转化为 8 号争议),系指左岸 8 号公路 0

收稿日期:1999-06-21

+615~0+768 m 段,包括厂房进水口上方、过木机道进口、缆机轨道栈桥段,以及混凝土骨料生产区下方这一区域,即主体工程以外的区域。承包商称“发现了一古老滑坡”,“左岸整体不稳定”,以“不可预见的地质条件”增加了额外开挖和额外费用为由,根据技术规范相关条款提出上述索赔。为此,成勘院提出了上述区域的专题地质报告,论证其为一套崩塌积土层,下伏全强风化岩及古老的松弛拉裂体,山体整体稳定。并会同业主聘请的国内外专家共同对此作出技术鉴定,作为“业主立场”和“工程师决定”的技术支持。此后,DRB 在其第 8 号建议中明确指出:“……缆机轨道周围所遇到的自然条件是可以为一个有经验的承包商所合理预见到的……”。拱坝标上述索赔、争议,大多数一并以“友好协商”的方式解决。地下厂房标(ET/IC2)在导流洞施工和地下厂房开挖中,也曾提到类似的索赔问题,如“不利节理组合”、“大型楔块”、“正长岩与玄武岩交替非均质岩体”,以及其它“非预计的不良地质因素”(如岩爆),造成了施工中的普遍超挖和工期延误,均归咎于“不可预见的地质条件”而提出 4 号索赔。成勘院均以标书参考资料“工程地质”中的相关陈述和实际编录资料,以及专题报告“关于对 SGEJVNo4 索赔文件中地质条件评价的立场”给予了业主相应的技术支持。承包商没有获得所期望的索赔费用额度,较好地维护了业主的利益。

### 3 工程建设期的施工地质工作

#### 3.1 施工概况

二滩水电站的土建工程,总体上分为准备工程和主体工程施工两个阶段。

施工准备工程,是指标书合同文件中明确由业主自建和业主为承包商提供公用设施的工程项目。其中,由成勘院设计的是以下 12 个单项工程:

- 左、右岸导流洞进口 1 030 m 高程以上的边坡开挖;
- 右岸导流洞出口 1 030 m 高程以上的边坡开挖;
- No1、2 尾水渠 1 030 m 高程以上的边坡开挖;
- 过木机道中挖楼建基面 1 204 m 高程以上的边坡开挖;
- 500 kV 开关站及 8 号公路 0+00~0+264 m 段 1 204 m 高程以上的边坡开挖;
- No1、2 进厂交通洞、No1、2 尾水交通洞、No7

公路隧道等。

准备工程于 1987 年 9 月陆续开工。边坡采用台阶式钻爆开挖、喷锚支护或局部挂网喷护;由于爆破控制欠佳,坡面多起伏不平,设计的马道绝大多数未能成型;混凝土喷层厚度、强度未完全达到设计要求。地下隧道为全断面机械钻爆掘进,除洞口段、隧道交叉段及局部软弱岩体分布段采用钢筋混凝土衬砌支护外,绝大多数洞段都是喷锚支护,少数挂网喷护,隧洞断面成型较好。准备工程的施工总体较顺利,边坡工程中所见最大塌方不过 300 m<sup>3</sup>;隧道开挖中,仅在 1 号进厂交通洞 1+396~1+410 m 段  $f_{26}$ 、 $f_{27}$  断层带处局部塌方,塌落高度 2.5~12.0 m。其中,2 号尾水渠施工过程中,内侧坡 T10+580~646 m 段,由于坡体地质条件较差,加之开挖、爆破不当,曾相继发生过一些不利于边坡稳定的事件,为增强边坡稳定安全储备,曾于 1990 年 11 月对边坡进行过修复和局部加固处理,于 1991 年 5 月完成。自 1992 年 1 月,Ⅰ 标承包商进行 1 030 m 高程以下的继续开挖,边坡中上部浅层岩体发生蠕滑拉裂,混凝土喷层出现裂缝并逐步扩展、贯通,边坡当时处于初期失稳的极限稳定状态。经充分研究,工程上及时采取了以预应力锚索加固为主的综合治理措施,锚索加固工程于 1993 年 2 月 8 日开工,至 4 月 21 日完成,大约在 3 月中旬部分锚索张拉之后,坡体变形即停止,至今边坡一直处于稳定状态。

二滩主体工程土建施工分两个标进行。地面工程为拱坝标(ET/IC1),由意大利英波基洛公司和中国水电八局为代表的二滩联营体(Ertan Joint Venture,简称 EJV)组织施工;地下工程为地下厂房标(ET/IC2),由德国菲利浦霍兹曼公司和中国葛洲坝水电工程局为代表的中德二滩联营体(Sino-German Ertan Joint Venture,简称 SGEJV)组织施工。主体工程由成勘院负责设计供图,按合同文件有关条款,上、下围堰、人工骨料场及缆机道等临时设施由 EJV 自行设计、施工。按土建分标,Ⅰ 标(EJV)承担的主要工程项目是:拱坝(含灌浆、排水廊道)、水垫塘、二道坝、厂房进水口(含 8 号公路 0+264~0+768 段)、泄洪洞进口、过木机道进口等明挖工程;Ⅱ 标(SGEJV)承担的主要工程项目是:左、右岸导流隧洞、压力管道、地下厂房、主变压器室、尾水调压室、尾水洞、泄洪洞、过木隧道等洞挖工程。

1991 年 9 月 14 日,二滩主体工程发布开工令。1993 年 2 月左右岸导流洞贯通,同年 11 月 26 日实现大江截流;坝基开挖左、右岸分别于 1992 年 12 月和 1993 年 4 月开始,至 1994 年底完成,历时近两

年;地下厂房、主变室、尾水调压室等洞室开挖,自1993年3月至1996年6月陆续完成。1995年2月大坝混凝土浇筑开工,至1998年5月1日下闸蓄水时,最大浇筑高程已达196m。1997年6月上围堰拆除,大坝开始挡水。1998年3月通过蓄水前大坝安全鉴定,同年4月通过国家的蓄水阶段验收。1998年8月13日,首台6号机组正式并网发电。

主体工程施工中的开挖与支护,在合同技术规范中均有明确的规定与要求:明挖工程中,“对所有开挖边坡达到0.75:1(水平:垂直,下同)或更陡的永久边坡均应采用预裂爆破”,“当开挖坡度较0.75:1为缓时,其每一层的爆破高度必须随着向下开挖深度的增加而减小”,“除预裂孔外,爆破孔的底高程均应高于其岩面30cm”,“所有明挖均应在尽可能短的时间里加以支护”。洞挖工程中,“在隧道洞室以及井道的所有顶部、边墙上,应使用周边爆破的方法”,“周边爆破应为岩面爆破或预裂爆破,不论采取那种爆破方式,半孔率应不低于50%,欠挖应不大于20cm”,“在整个施工中,承包商要负责根据需要支护岩体以保证其施工期的稳定”。所有的开挖与支护都应经工程师批准或按工程师指示、决定施行。从实施情况看,总体上开挖质量差,承包商没有严格地按合同技术规范要求施工,超挖是普遍的,左岸坝基预留30cm保护层没有形成,平整度未达到设计要求,爆破松动普遍。

二滩设计工程边坡均为喷锚支护。原则上根据坡体结构条件,按岩体质量分级确定大的支护类型。一般为系统锚杆支护,对较差岩级(E-3、F、D-2、E-1、E-2级)加喷混凝土或挂网喷混凝土。据开挖揭露的具体条件,由工程师对支护参数进行现场调整。

地下工程采用分层分序台阶式预裂爆破开挖,最初支护与最终支护相结合的支护型式。除洞室进出口及有水力学要求的部位采用混凝土衬砌支护外(如导流洞边墙、压力管道、尾水管,泄洪洞奥其段和边墙等),均采用喷锚支护系统,包括砂浆锚杆、挂网喷混凝土或钢纤维混凝土、预应力锚索等联合支护型式。实施的支护则根据开挖揭露的具体地质条件和开挖过程中因应力调整而产生的围岩松动、板裂、剥落、混凝土喷层开裂和脱空等工程现象,有针对性的作了相应调整。以三大洞室为例,由于地质条件优越(I、I类围岩),开挖初期洞室空间尚小,交叉部位较少,二次应力问题不甚突出,围岩变形小,根据二滩特别咨询专家组(SBC)8号报告的建议,对永久支护的锚索工程量作了较大幅度的调整,减少了设计总量的44.6%。但随着开挖的继续,二次应力

问题渐趋突出,局部围岩出现较大变形,于是恢复了取消的锚索,并对围岩变形较大、松动明显的部位进行了以锚索为主的补强支护。随着开挖的逐步完成,围岩变形渐趋收敛直至稳定。

### 3.2 施工地质及现场设代工作

二滩工程现场设代及施工地质工作,严格按全面质量管理中的三环节、四循环工序流程运作,并针对二滩工程国际招标、实行合同管理和工程监理的新建设体制,以及高强度、快节奏的施工特点,建立了一套较为完善的现场设代及施工地质工作制度,编制了一套适应二滩工程特点的技术大纲和产品运作要求,实践证明是行之有效的。主要做法是:

(1)为便于与国际接轨,在招标文件中,将二滩电站岩体质量分级和水电围岩分类与国际上较为流行的Q系统分类相联系,建立了二滩工程统一的岩体质量评价标准。

(2)为保持与前期工作技术上的连续性,并使大多数未参加过前期地质工作的技术人员尽快熟悉和掌握二滩工程地质基础资料,以适应施工地质工作的需要,在施工初期编辑了一套“二滩水电站施工地质实用手册”,包含下列主要内容:

- 各类图幅规格及图题,常用地质图例,地质图着色标准;
- 常用地质词语中英文对照;
- 二滩常用基础资料;
- 前期主要成果资料;
- 有关技术规定细则;
- 与二滩工程有关的技术参考资料等。

(3)为适应国际招标工程施工特点和合同管理体制要求,并为今后类似工程积累经验,本着更好地为工程服务的原则,参照部颁水利水电工程有关规程规范,针对二滩工程实际情况,编制了“二滩水电站施工地质工作若干技术规定”,(以下简称“规定”),以及相应的实施细则,不失原则和精度要求地对现行施工地质规程有关要求作了必要的修正和补充。主要是以下几方面:

①招标合同文件是二滩建设的基本依据,故在“总则”中补充强调了参加施工地质的全体人员,应了解、熟悉并掌握与开挖、支护有关的合同技术规范及其它合同条款;在“施工地质工作的任务”中,补充明确了与业主签订的设计合同中所要求的相关内容,如参加与地质有关的承包商车间图审查,配合现场咨询专家组工作,为业主提供技术支持等。

②“二滩岩体质量分级”是本工程在长期实践中逐步形成的工程岩体质量体系,已成为各专业间认

识岩体质量优劣的桥梁,是坝基、洞室围岩、边坡岩体质量评价、工程岩体稳定分析和合同文件编制的重要基础。因此,在“规定”中明确指出:“在施工地质工作中,应以此为基础开展工作,并在工程实践中针对不同客观条件和需要进行必要的补充和完善,以达到既保持技术上的连续性避免造成混乱,又满足客观条件的需要”。

③为使施工地质工作目标明确、重点突出,在坝基、边坡、地下洞室施工地质工作的有关技术要求条款之前,概略地描述了相应各工程类型的基本地质条件和需要注意的主要地质问题。

④针对二滩工程规模巨大、施工强度高、平行作业面多、进度快的施工特点,强调施工地质编录与测绘应重点突出、注重实效、快速准确,并做到标准化、规范化;首先对地质编录与测绘的主要内容、方法及要求,按建筑物的重要性分类(进行),重点做好关键工程的地质编录,对一般项目适当简化。继而针对不同工程类型编制了一套标准化、系统化的地质编录卡,如地基(边坡)地质编录卡(1号)、典型区段裂隙统计卡(2号)、边坡地质观测记录卡(3号)、地质点记录卡(4号)、RQD、Jcm 测量统计卡(5号)、地下洞室施工地质编录卡(6号)、关键块体稳定分析卡(7号)、大坝建基面检查标准表(8号)等。这样便于操作,加快编录速度。

(4)二滩工程实行合同管理,任何地质编录、地质预报的延误,都可能对工程施工造成影响或发生索赔争端,因此,地质编录、测绘的先进、快速显得尤为重要。高边坡、大跨度、高边墙的洞室在快速开挖情况下,给地质编录带来很大困难。工作初期,曾试验研究过近景摄影在地质编录中的应用,但因成本太高、缺乏生产实用价值而未能采用。二滩电站实施的地质测绘基本采用传统的方法,如何简化地质编录,采用快速、简捷的手段,以减少地质劳动强度、提高工作效率,仍然是需要继续探讨研究的问题。

(5)设计代表处是代表设计院在现场及时处理和解决工程施工中所发生的与设计有关的各种问题,是设计院对外的重要窗口。为做好这方面的工作,制定了一套严格的规章制度,明确了设代处的任

务、设代处各级人员岗位责任制、交接班制度、外事工作注意事项等。为适应施工特点,满足工程要求,达到及时预报、迅速反馈,现场地质人员坚持每天巡视、及时复核。为保证现场工作的持续性,设代人员实行轮休制,设代处处长、专业组组长基本长驻工地。

## 4 结 语

通过上述工作体会如下:

(1)地质条件的变化及设计变更,在工程实践中是不可避免的,在招标文件中过于详尽地罗列地质资料并强调其可信度,以求投标商降低报价,相反地可能带来不必要的索赔争端。二滩工程招标文件中提供的地质参考资料与哈扎公司(HARZAR)编标咨询时提供的范本比较是最详细的。这样做的目的,从工程角度讲,是为了使承包商更加清楚地了解基础地质条件,促进工程的顺利实施,从合同角度上看,是最大限度地兼顾了主业和承包商双方的利益。恰当的尺度只能是根据各个工程的实际去把握。

(2)合同争议中的地质工作,必须以事实为依据,以合同技术规范为准则,以此指导思想为业主提供技术支持,对争议中的地质问题作出科学、合理的技术鉴定。只有科学、合理,才是公正的。

(3)施工地质人员应树立为业主服务的观念,改变传统的施工地质技术工作模式,应了解、熟悉并掌握与开挖、支护、基础处理有关的技术规范和合同条款,一切从合同出发去思考和处理问题。

(4)施工过程中,准确的地质预报和快速反馈,是加快施工进度和避免“二次开挖”等合同纠纷的重要保证。

(5)如何采用先进、简捷的手段进行施工地质工作测绘和编录,以适应高边坡、大断面洞室快速开挖施工条件,减轻地质工作劳动强度,提高工效,仍然是需要继续探讨研究的问题。

作者简介:

陈昌平,男,国家电力公司成都院成都水利水电建设工程公司副主任工程师,高级工程师。

## 国务院决定改革国家科技奖励制度

1999年4月28日,在由国务院总理朱镕基主持召开的国务院第16次常务会议上,审议并原则通过了《科技奖励制度改革方案》和《国家科学技术奖励条例(草案)》。

此次改革的主要内容是:设立国家最高奖,完善国家级

科技奖,加强对部门、地方和社会各种科技奖励的管理的指导,修改现行法规、规章,制定发布《国家科学技术奖励条例》,将改革方案用法律形式固定下来。

本刊记者 李燕辉