

大型水电项目混凝土生产供应模式经济分析

郭海辉,成涛,李琼

(内蒙古呼和浩特抽水蓄能发电有限责任公司,内蒙古呼和浩特 010050)

摘要:论述大型水电项目混凝土工程的特点,研究5种混凝土生产供应模式的成本构成及差异,结合呼蓄工程案例,计算出各种模式的混凝土生产供应投资成本,探讨较为经济合理的混凝土生产供应模式。运用敏感性分析,分析各模式的风险性,分析结果表明,业主委托模式混凝土供应成本最少,方案最优。

关键词:大型水电项目;混凝土;生产供应;经济分析

中图分类号:F407.9

文献标识码:A

文章编号:1003-9511(2013)04-0019-04

1 大型水电项目混凝土生产供应概述

混凝土工程是大型水电项目的重点工程,工程量大,以三峡大坝为例,共投入1600多万 m^3 的水泥砂石料。同时大型水电项目标段划分多,建设周期长,一般持续5年以上,各个标段在不同的阶段对混凝土的需求强度差异变化较大。在保证混凝土供应的前提下,研究如何最大程度的降低混凝土生产供应成本,对混凝土工程的投资控制具有重要意义。

2 混凝土生产供应的特征和方式

2.1 大型水电项目混凝土工程特征

a. 建设周期长。大型水电项目的建设持续时间一般都在5年以上,有的甚至在10年以上,如三峡工程的计划工期达17年。

b. 标段划分多。由于大型水电项目涉及的专业较多,整个项目很难由一个公司完成,故需针对工程的特点划分成多个标段,各个标段对混凝土需求量差异很大。

c. 需求强度变化大。工程建设的每个阶段对混凝土的需求强度都会时刻发生变化。大型水电项目混凝土需求主要分为2个阶段:①筹建准备阶段。混凝土的主要用途为道路桥梁的浇筑、房屋的建设。该阶段混凝土的供需特点是需求分散,强度不高。②建设阶段。混凝土的主要用途为主体土建及安装工程,包括挡水建筑的浇筑、厂房混凝土的浇筑

等。该阶段混凝土的供需特点是需求集中,需求强度高。

2.2 混凝土生产供应模式^[1]

a. 承包商自建模式。各标段承包商根据自身的混凝土浇筑强度,在满足混凝土需求的前提下设计拌合楼容量大小,自行运行,负责自身的混凝土供应。优点:供应量容易保证,责任明确,由于拌合楼可以根据工程具体情况就近布置,混凝土运输距离短。缺点:拌合楼利用率无法保证,大型工程存在拌合楼重复建设的现象,造成资源的浪费。

b. 外购混凝土模式。全部由外购混凝土供应。优点:无需建设拌合楼,节约拌合楼的建设成本,质量由混凝土供应单位承担,可以转移混凝土质量风险。缺点:供应量和供应质量难以保证,由于外供混凝土拌合楼离工地较远,所以混凝土运输距离较远。

c. 业主委托模式。针对各标段工程分布情况、混凝土需求量和每个阶段的混凝土需求强度,设计拌合楼的容量大小并合理规划拌合楼的布局。通过招投标发包给专业混凝土生产单位进行建设、运行生产、供应管理。优点:拌合楼集约化建设,节约建设成本,且质量容易控制。缺点:混凝土由业主供应,质量由业主负责,加大业主风险;需要协调各标段混凝土供应,增加了协调工作。

d. 混合模式。①组合模式1:承包商自建模式+外购混凝土模式。各标段根据各时期混凝土平均需求强度设计拌合楼,在高峰期通过商品混凝土进

作者简介:郭海辉(1983—),男,江西吉安人,经济师,硕士,从事水电站建设工程技术经济管理工作。

行补充。优点:拌合楼容量减少,节约拌合楼建设成本。缺点:混凝土供应量和质量控制存在风险。

②组合模式2:业主委托模式+外购混凝土模式。根据工程各时期混凝土平均需求强度设计拌合楼容量大小,在高峰期通过商品混凝土进行补充。优点:拌合楼容量减少,节约拌合楼建设成本。缺点:混凝土供应量和质量控制存在风险,协调工作量较大。

2.3 混凝土供应系统选型^[2-4]

混凝土生产供应系统的选型主要从生产方式、运输方式、拌合楼的数量、拌合楼的生产能力等4个方面进行。大型水电项目的混凝土生产供应系统,普遍采用拌合楼生产,局部配备搅拌机补充生产,运输方式主要采用车载和泵送。

拌合楼数量和生产能力大小主要依据工程特点、工程标段划分、混凝土的需求总量、各阶段需求强度等进行设计、择优选择。例如抽水蓄能电站一般分为上水库工程、引水隧洞工程、厂房系统、下水库工程,所以需要在上水库周边和下水库周边各至少布置1个拌合楼。混凝土的需求强度则决定了拌合楼生产能力的大小,拌和系统设计生产能力为

$$Q_h = \frac{K_m Q_m}{MH\eta} \quad (1)$$

式中: Q_h 为拌合楼设计生产能力; K_m 为不均衡系数,一般取1.5; Q_m 为混凝土需求强度; M 为每月有效工作天数,一般取25d; H 为每天有效工作小时数,一般取20h; η 为拌合楼出力系数,一般取40%。

3 经济效益分析

需要综合考虑拌合楼的运行方式和供应方式,以求得最佳的经济效果。

3.1 成本分析^[5]

a. 承包商自建模式

$$T_{\text{总}} = \sum_1^n C_i + \sum_1^n D_i + \sum_1^n p_i q_i \quad (2)$$

式中: $T_{\text{总}}$ 为混凝土总成本; C_i 为标段*i*的拌合楼摊销成本; D_i 为拌合楼*i*的拆除和运输成本; p_i 为标段*i*混凝土生产供应综合单价; q_i 为标段*i*的混凝土需求量。

$$C_i = C'_i \frac{n}{N} (1 - f_1) b + a(1 - f_2) \quad (3)$$

式中: N 为拌合楼的折旧年限,假设为5a; C'_i 为标段*i*拌合楼的建设成本; n 为拌合楼在工程现场的使用年限; f_1 为拌合楼的残值,假设残值为5%; b 为设备费用占拌合楼总投资的比例,经测算*b*一般取

70%; a 为土建及附属设备费用占拌合楼总投资的比例,经测算*a*一般取30%; f_2 为土建项目回收残值,假设取值残值为5%。由于土建项目无法移动,拌合楼拆除后无法回收利用,因此,土建项目只计回收残值。

各种产量的拌合楼投资额采用生产能力指数法进行估算,函数为

$$C'_i = C_0 \left(\frac{Q_i}{Q_0} \right)^t f \quad (4)$$

式中: C_0 为已建类似项目的投资额; Q_i 为拟建项目的生产能力; Q_0 为已建类似项目的生产能力; t 为生产能力指数,在正常情况下, $0 \leq n \leq 1$ (若已建类似项目的规模和拟建项目的规模相差不大,生产规模比值在0.5~2.0之间,则指数*n*的取值近似为1;若已建类似项目的规模和拟建项目的规模相差较大,但不超过50倍,且拟建项目规模的扩大仅靠增大设备规模来达到时,则*n*取值在0.6~0.7之间),本文取0.7; f 为价格综合调整系数。

已建类似拌合楼的投资额包括^[1]:土建费用和设备费用。例如,经测算,一座HZ200的拌合楼成本为主设备费用320万元(含搅拌机、粉罐、输送机)、供电设备费用30万元、土建及配套设施费用150万元。

混凝土生产供应单价分析:

$$p_i = p_{\text{出}} + p_{\text{运}} + p_{\text{超}} s \quad (5)$$

式中: $p_{\text{出}}$ 为混凝土出机口单价; $p_{\text{运}}$ 为运费基本费用,在5km以内只计算基本运费; $p_{\text{超}}$ 为超出5km以外每公里运费; s 为5km以外的运距。

b. 外购混凝土模式

$$T_{\text{总}} = \sum_1^n p_i q_i \quad (6)$$

c. 业主委托模式(投资成本计算同式(2))

d. 组合模式1

$$T_{\text{总}} = \sum_1^n C_i + \sum_1^n D_i + \sum_1^n p_i q_i + \sum_1^n p'_i q'_i \quad (7)$$

式中: p'_i 为标段*i*商品混凝土生产供应综合单价; q'_i 为标段*i*的商品混凝土需求量。

e. 组合模式2(投资成本计算同式(7))

3.2 方案比选分析

a. 总投资比选。通过计算各方案的总投资,对比分析,选择混凝土生产供应总投资最少的方案。

b. 敏感性分析。假设某因素增加或减少一定幅度,计算总投资变化量,对方案的敏感程度进行排序,为混凝土工程的生产供应模式的决策提供依据。

4 大型水电项目混凝土生产供应实例

4.1 呼蓄工程概况

呼和浩特抽水蓄能电站(以下简称呼蓄工程)位于内蒙古自治区呼和浩特市北部大青山山区,距离呼和浩特市中心约 20 km。电站安装 4 台单机容量为 300 MW 的可逆式水泵水轮机组,总装机容量 1 200 MW。主要承担电网的调峰、填谷、事故备用等任务,同时兼有调频、调相的作用。电站枢纽主要由上水库、水道系统、地下厂房系统、下水库工程等组成。

4.2 呼蓄工程混凝土需求强度分析

各标段混凝土需求量分析见表 1。各年混凝土强度需求分析见表 2 和表 3。

表 1 各标段混凝土需求量分析

序号	标段	需求量/万 m ³	计划需求时间	混凝土有效施工时间/月	一般强度/(万 m ³ ·月 ⁻¹)	高峰强度/(万 m ³ ·月 ⁻¹)	高峰期
1	道路工程	7.19	2006-01—2007-06	10	0.72	1.44	2006-06—2006-08
2	上水库	14.20	2010-05—2013-09	26	0.55	2.30	2012-06—2012-08
3	通风洞工程	0.22	2006-01—2007-06	10	0.02	0.10	2006-06—2006-08
4	交通洞工程	0.32	2006-01—2007-06	10	0.03	0.10	2006-06—2006-08
5	地下厂房系统	4.27	2010-04—2012-10	21	0.20	0.29	2011-11
6	引水系统	5.17	2010-05—2014-05	48	0.11	0.40	2011-08,2013-04
7	泄洪排沙洞	1.94	2010.05—2011-08	11	0.18	0.40	2010-07
8	下水库工程	51.82	2010-06—2013-06	21	2.47	5.50	2012-05—2012-09
9	机电设备安装工程	5.23	2011-09—2015-06	46	0.11	0.30	每年 5—9 月

表 2 各年混凝土强度需求分析 万 m³/月

年份	一般强度	高峰强度
2006	0.77	1.64
2007	0.77	1.64
2010	3.50	8.89
2011	3.61	8.90
2012	3.44	8.79
2013	3.24	8.10
2014	0.22	0.70
2015	0.11	0.30

表 3 各标段混凝土运距 km

序号	标段	场内运距	场外运距
1	道路工程	6.0	20.5
2	上水库	1.0	24.2
3	通风洞工程	1.0	15.5
4	交通洞工程	2.5	17.0
5	地下厂房系统	2.0	16.5
6	引水系统	3.0	20.5
7	泄洪排沙洞	1.5	16.0
8	下水库工程	1.0	15.5
9	机电设备安装工程	2.0	16.5

表 4 各方案生产供应成本及排序

排序	生产供应模式	拌合楼建设费用/万元	混凝土生产供应费用/万元	费用合计/万元	成本上浮比例/%
1	业主委托模式	1 107.78	21 204.88	22 312.66	0
2	承包单位自建模式	1 558.92	21 204.88	22 763.80	2.02
3	组合模式 1	800.50	22 639.53	23 440.03	5.05
4	组合模式 2	794.80	23 771.65	24 566.45	10.10
5	外购混凝土模式	0	29 188.26	29 188.26	30.81

表 5 需求量变动时各方案生产供应成本及排序

生产供应模式	减少 50%		减少 25%		增加 25%		增加 50%	
	费用/万元	成本上浮比例/%	费用/万元	成本上浮比例/%	费用/万元	成本上浮比例/%	费用/万元	成本上浮比例/%
业主委托模式	11 163.38	0	16 749.55	0	27 810.65	100.00%	33 196.53	0
承包商自建模式	11 523.74	3.23	17 215.06	2.78	28 411.54	102.16%	33 979.09	2.36
组合模式 1	11 688.74	4.71	17 519.86	4.60	29 080.59	104.57%	35 271.25	6.25
组合模式 2	12 379.14	10.89	18 472.24	10.28	30 492.95	109.64%	36 881.26	11.10
外购混凝土模式	14 594.13	30.73	21 891.20	30.70	36 485.33	131.19%	43 782.39	31.89

4.3 呼蓄工程拌合楼运行方案成本比较

a. 总投资比选。各方案生产供应成本及排序见表 4。

b. 敏感性分析。假设混凝土需求发生一定程度的变化,对应各方案投资情况如表 5 所示。

5 结论

a. 针对以上分析结果,业主委托模式混凝土供应成本最少,方案最优,尽管需求工程量不断变化,但业主委托模式成本增速最慢,且始终最小,为最优方案。所以业主委托模式具有较大的风险抵抗能力。但随着混凝土需求量的减少,各方案之间的成

本差异也在逐渐减少。

b. 业主委托模式需要承担较大的质量责任和经济风险,且存在一定的混凝土调配难度,增加协调工作,需要承包单位定期上报混凝土浇筑计划,以便统筹安排供应。

c. 在实际工程中,业主为规避风险,减少管理难度,常采用承包商自建模式,例如呼蓄工程就是采用这种模式,但这种模式存在拌合楼重复建设问题,经测算呼蓄工程约增加投资约 1000 万元,对投资造成一定的浪费。针对这种情况,呼蓄工程在实施过程中也做了调整,将引水标段及机电设备安装工程原承包商自建的 3 座拌合楼取消,改由上水库工程、地下工程标段拌合楼供应,节约拌合楼建设成本约 500 万元。

d. 由于大型水电项目混凝土需求量大,推行业

主委托模式供应混凝土,对节约国家投资具有重要意义。

参考文献:

- [1] 方必和,王晰. 铁路施工混凝土供应模型研究[J]. 价值工程, 2008(4):81-83.
- [2] 孔宪卓. 混凝土预拌设备发展概况及选型原则[J]. 混凝土, 2000(7):51-56.
- [3] 王桂玲. 怎样选择商品混凝土搅拌站[J]. 混凝土, 2005(8):77-79.
- [4] 汪永剑. 混凝土拌和站(楼)生产能力设计时应考虑的关键因素[J]. 人民珠江, 2010(3):10-11.
- [5] 江春先. 建设中小型商品混凝土搅拌站成本及效益分析[J]. 山西建筑, 2009(10):259-260.

(收稿日期:2013-01-21 编辑:方宇彤)

《水利经济》征订启事

中国科技核心期刊 RCCSE 中国核心学术期刊
全国水利系统优秀期刊 全国农业系统优秀期刊

(邮发代号 28-252, CN32-1165/F, 双月刊)

《水利经济》是由河海大学与中国水利经济研究会共同主办的以技术性为主、兼顾学术性和管理性的科技期刊。《水利经济》1983 年创刊,是全国唯一的水利经济研究方面的专业性期刊。

主要刊登内容:水经济学理论;水权、水市场与水价研究;水利工程建设中的经济效益、社会效益和环境效益评价与分析,水利工程经济评价和财务评价,水利工程资本运作与费用分摊研究;水利工程管理研究,以及水利事业和水利建设的管理体制体制改革研究;水库移民经济研究;农业经济与管理研究;生态与环境经济研究,生态建设领域中的水资源可持续发展研究等。

主要读者对象:从事水经济、水利水电技术、经济管理、生态、环境、农业经济及管理工作的有关工程技术人员、科研人员、管理人员以及高等院校师生。

订阅办法:读者可通过邮局订阅,也可直接向编辑部订阅。2013 年每期定价 10 元,全年 6 期共计 60 元。

编辑部地址:南京市西康路 1 号 河海大学《水利经济》编辑部

邮政编码:210098

电话/传真:025-83786350

E-mail:jj@hhu.edu.cn

网址:http://kkb.hhu.edu.cn/web/indexjj.asp?d_id=43