

二滩水电站地下工程喷混凝土质量监理

罗毅

(二滩水电开发责任有限公司,攀枝花,617000)

摘要 对于新奥法支护,喷混凝土质量的好坏起着重要作用。新奥法支护的成败与否,直接决定着二滩水电工程建设是否能顺利进行。二滩水电工程公司(简称EEC)对I标喷混凝土施工的质量给予了高度重视,实施了有效的监理。

关键词 喷混凝土 质量 监理

1 概况

二滩水电站位于四川省雅砻江下游,距离攀枝花市约45 km。总装机容量330万kW,两条17.5m×23 m断面的导流洞长度均超过1 000 m。地下厂房长280 m,双曲拱坝高240 m。坝址属典型的河川峡谷地貌,新奥法支护广泛应用于复杂的地下洞室群工程。

二滩主体工程实行国际招标。土建工程分两标。I标为大坝标,负责双曲拱坝的施工,由意大利某公司和中国水电八局组成的联营体中标;II标为地下工程标,负责地下厂房系统、导流洞、泄洪洞、过木机道等工程的施工,由德国Holzmann、Hocktif和中国葛洲坝水电工程局组成的中德二滩联营体(简称SGEJV)中标。

对II标工程的喷混凝土质量监理分两个阶段给予介绍。

(1)导流洞工程开挖支护的前期阶段。具体由中国两个分包商(铁道部某工程局和电力工业部某工程局)进行施工。喷混凝土施工方法逐渐由干喷法转为湿喷法,喷混凝土强度较低,喷层厚度能达到要求。这一阶段是EEC按国际合同监理方法,改变和强化承包商和分包商的质量意识阶段。

(2)导流洞工程开挖支护的后期阶段及永久工程阶段。由SGEJV施工,强度和喷层厚度都能符合要求。这一阶段是EEC对质量监理的深化阶段。

2 质量监理强化阶段

导流洞开挖及支护前期阶段,因洞内通风、排风不畅,分包商在洞内采用干喷法施工,粉尘量大,能见度低,喷混凝土的水灰比得不到严格控制,回弹量

大。干喷混凝土时,常常是只听得见机械声,却难见到机械。喷射手连喷射面都无法看清,混凝土喷射质量当然不会好。为改善施工条件,EEC促使承包商尽快由干喷改为湿喷。

在这一阶段,由于:(1)设备条件差。分包商没有试验设施。采用的拌和机为简易的斜轴重力跌落式拌和机,拌和楼简陋。(2)承包商和分包商对喷混凝土质量均未给予足够重视。例如,某分包商拌和楼的人员几乎完全使用民工,未设称量器具。配料采用“几筐”甚至每种材料“几铲”的方法进行配料拌和。承包商对分包商的如此现状也未能给以有效制止。从而使得喷混凝土强度偏低,且波动很大。针对这种情况,EEC负责质量、试验的人员每天对承包商的拌和楼进行抽查,一旦发现拌和未按重量法称量配料,则要求立即停止拌和;而且EEC的人员坚守在拌和现场,直到分包商采用重量法配料才允许继续施工。经过强化地监理一段时间后,该分包商终于开始认真使用称量器具,采用重量法配料,使喷混凝土质量得到提高。但是,由于拌和楼简陋,精度难以达到要求,而且骨料质量不好,承包商又尚未建立起自己的实验室,不能进行骨料含水率的测定以校正材料重量比,所以配合比仍然不够准确。为此,EEC随即促使承包商尽快建立实验室。随着骨料生产系统的投入和实验室的正常运行,才使喷混凝土质量有了进一步的提高。

3 质量监理深化阶段

导流洞工程开挖支护的后期阶段及永久工程阶段,是质量监理的深化阶段。EEC已经促使承包商对喷混凝土质量给予了重视,并进一步按《合同文件》对喷混凝土的各种材料(包括减水剂、速凝剂、钢

纤维等)进行了严格监理。鉴于重力跌落式拌和机对湿喷混凝土拌和存在着新鲜混凝土质量不够好,波动性较大的问题。在 EEC 的监理下,承包商新建了一个喷混凝土专用拌和楼(新的拌和楼全套设备从国外进口,装有 1 m³ 强制式拌和机,衡量系统由电子系统控制)。该拌和楼拌出的新鲜混凝土的质量非常好。但 EEC 仍对每罐新鲜混凝土进行温度和塌落度等项目的检查。

在该阶段,主要进行了以下几方面的工作。

3.1 材料的监理

材料质量直接影响着喷混凝土的各项性能。EEC 对材料的监理是十分严格的,所有材料必须按《合同文件》和有关规范对质量进行常规试验和不定期进行特殊项目的检查试验。例如,每天至少进行一次骨料的常规试验;每星期至少进行一次水泥、粉煤灰、硅粉试验。每半个月对外加剂进行一次试验。尤其是对钢纤维喷混凝土所使用的钢纤维,首先在国内进行筛选,确定了浙江某厂的产品,但在实际使用过程中,发现该产品质量仍然不够好,随即又在世界范围内进行筛选,经过广泛比较,最后才决定使用挪威的“Dramix”钢纤维。

对于新选定的材料,承包商不但要将厂商情况、选定材料的技术资料、选定材料的工程实际使用情况呈报给 EEC,而且需要在二滩进行试验,并将结果呈报 EEC。只有材料的所有特性均满足要求,EEC 才能批准承包商使用该材料。

3.2 对配合比的监理

与普通混凝土相比,喷混凝土的配合比需要考虑的因素更多。还必须考虑可泵性、回弹率以及混凝土在喷射面上的附着性等。为了确保 EEC 所批准的每一个喷混凝土配合比都是高质量的,EEC 的试验、质量控制工程师从材料筛选到强度试验的每一过程都亲身参加,从严监理。配合比在试验室筛选出来后,再进行现场喷射试验,主要目的是:(1)观察喷混凝土对喷射面的附着性,即喷射面上的新鲜混凝土是否会塌落;(2)硬化混凝土的强度,即试验板钻芯取样试件强度;(3)施工粉尘情况(湿喷混凝土不做该项观察);(4)对钢纤维喷混凝土,还需进行回弹料中的钢纤维含量观察。

EEC 认为现场试验结果满意后,才对承包商的配合比给以批准。对已批准的配合比,仍然不断地根据现场施工条件的变化和其它新问题作相应的调整。

3.3 对人员的监理

喷射手的操作水平直接关系到喷混凝土的质

量。EEC 不允许不熟练的人员进行实际施工喷射。一般要求施喷人员必须预先通过考试合格后才允许进行实际操作。一旦发现不熟练人员在现场进行喷射,则立即要求承包商更换熟练的喷射手。

3.4 现场施工监理

即使配合比再好,如果喷射面未达到要求,同样不能取得良好的新奥法支护效果。

现场监理主要由现场工程师进行。开挖后,进行清面,然后,工程师根据实际地质情况,对承包商提出的支护方案作出决定。承包商根据 EEC 的批复,进行喷混凝土前的准备工作。要求:(1)不存在欠挖情况或松动岩石;(2)岩面已经进行了认真细致地清洗;(3)岩面上没有流动水。上述条件都达到后,现场工程师签字同意,承包商即可实施喷混凝土作业。

施工过程中,如果工程师发现待喷的新鲜混凝土不符合要求,或者由于机械故障等原因造成混凝土停留过久,则不允许将这类混凝土喷射到岩面上。

3.5 喷混凝土的回弹率测定

喷混凝土回弹率情况,在一定程度上综合反映了诸如材料、配合比、喷射手、施工机构以及喷射面等情况。在二滩,回弹率是作为喷混凝土费用支付的重要依据(喷混凝土支付量=喷射量-回弹量-其它损失量)。所以,EEC 和承包商均对回弹率给予了足够的重视。双方一道对回弹率进行不定期测定。EEC 据之进行喷混凝土支付,而承包商则根据回弹率的测试结果,不断调整配合比和改进施工措施。

3.6 强度控制试验

按《合同文件》规定,喷混凝土的 28 d 设计强度是 30 MPa,8 h 时强度是 6 MPa。施工及质量评定按美国 ACI 506 规范进行。每 38 m³ 至少取一组试件,不足 38 m³ 则按 38 m³ 取样;试件为 76 mm×152 mm 的圆柱体。每组 3 个试件。取自现场喷射的试验板,也可从结构上取样。

在二滩工程中,实际使用的试件大部分为 49 mm×100 mm 圆柱体(原因将在下面予以说明)。

3.6.1 配合比设计时的强度试验

在配合比设计阶段,一般进行 3 d,7 d,28 d 强度试验。在试验室中对试验板注模,钻芯取样获得试件;试验严格按 ACI 506 和 ASTM 规范要求进行。目的是对一系列配合比进行筛选。

3.6.2 施工期的强度试验及喷混凝土厚度检查

按要求,由于开挖工作的不断进行,要在喷混凝土后 28 d 左右从结构上取样,但由于洞室尺寸大,工期紧,尤其对顶拱进行喷混凝土钻芯取样确实存在一定困难。经 EEC 同意后,承包商主要是进行试

试验板钻芯取样,即在喷混凝土的过程中,将试验板置于喷射面上或喷射面下角处,喷射手连同试验板一起喷射;约24h后,将试验板运回试验室,进行钻芯取样,将试件按ACI 506和ASTM规定养护于水中。在实际取样中,由于结构喷混凝土厚度一般为100mm,而且使用76mm直径的钻机相对较重;同时,也不能从试验板取得152mm长的圆柱体试件,所以,EEC同意承包商采用49mm×100mm的试件进行抗压强度试验。考虑到试件尺寸的变化,需要对非标准试件的试验结果进行修正。通过多次对比试验,得出回归分析方程:

$$Y = 0.92 X + 1.772 \text{ (MPa)}$$

式中 Y为ACI 506的标准试件强度;X为49mm×100mm圆柱体试件强度。

在实际使用中,EEC与承包商达成协议: $X > 35.0$ 时, $Y = 0.96 X$; $X \leq 35.0$ 时, $Y = 0.98 X$ 。根据28d的Y值进行强度质量评定。

从试验结果可知,喷混凝土3d和7d的抗压强度基本相同,故后期只进行3d和28d的强度试验。

至于8h强度试验,由于喷混凝土强度还低,不可能进行钻芯取样,所以,采取150mm×150mm

立方体试模用喷模法进行试验。几次试验均表明,拆模时试件边角会受到损坏,不能正常试验,当然也就不能反映喷混凝土的8h强度情况。

3.6.3 结构上实际喷混凝土的质量检查

喷混凝土试件最好能从结构上直接取样。根据《合同文件》和ACI 506,EEC可以要求承包商进行结构钻芯取样试验和检查实际喷射厚度。由于种种原因,现场结构钻芯取样数量较少。但从所取得的现场试验资料看,喷混凝土的抗压强度与试验板钻芯取样的抗压强度试验结果相吻合;喷混凝土厚度也都能达到合同要求。

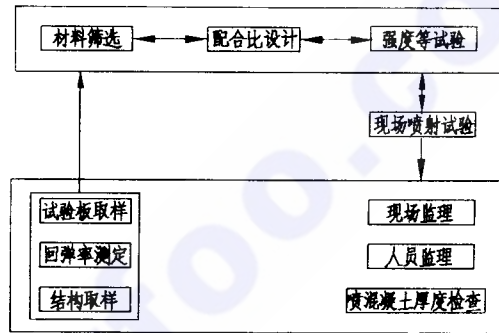


图1 喷混凝土质量监控制图

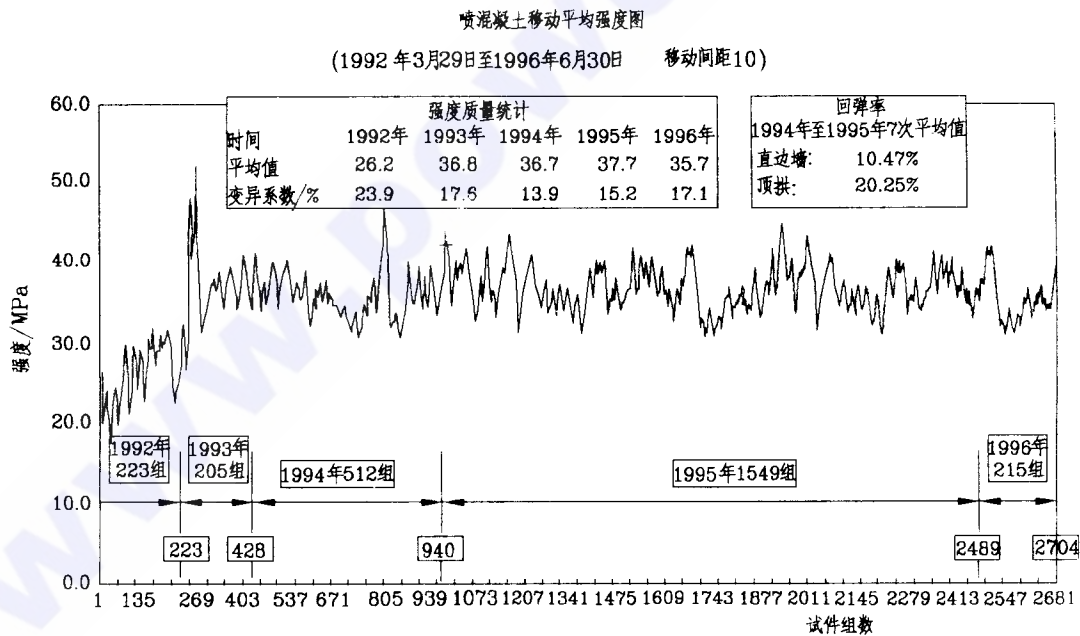


图2 喷混凝土质量提高过程及主要质量情况图

4 喷混凝土质量的不断改进

二滩水电工程中,对喷混凝土质量的监理不但贯穿于施工过程每一环节,而且贯穿于整个工程建设过程。不断地通过反馈信息,对每一环节进行调

整,使喷混凝土质量不断提高。其监理的基本控制过程如图1所示。图2表明了喷混凝土质量不断提高的过程以及喷混凝土的主要质量情况。

作者简介

罗毅男 二滩水电开发责任有限公司 标监部 高级工程师
(收稿日期:1996-09-09)

CONTENTS.

General Situation and Prospect of Sichuan Electric Power Industry Development	<i>Ma Huaixin</i> (1)
Study on Hydropower Rolling Development at Dadu River	<i>Zhang Dengshi Dai Weiyang</i> (4)
Derivation of Mean Annual Sediment Content in Rivers Without Sediment Data in Sichuan	<i>Cao Jianxinag</i> (9)
Rainfall Runoff Forecast Based on Nervous Network	<i>Chen Ke</i> (12)
Elementary Study on Sediment Deposit at Gongzui Reservoir	<i>Zhang Xiangjin</i> (17)
Derivation of Design Flood at Substation Project in Very Small Basin	<i>Cai Xinghe</i> (20)
Fracture Geometry Properties in Fissure Effect of Clay Mass	<i>Hu Xiewen Wand Shiping</i> (22)
Application of Relative Approximation in Rock Quality Sequencing	<i>Shang Xinsheng</i> (27)
Landsliding Treatment during the Construction Period in 220 kV Step-up Substation at Longtan Hydropower Station	<i>Li Daipei</i> (29)
Study on Hybrid Finite Element Method for Stress Intensity Factor of Three Dimensional Interface Crack	<i>Tian Winye Huang Shongmei Jian Zheng</i> (31)
Raise Reaming Machine and Its Application in Chinese Hydropower Project	<i>Liang Haibo Ma jiming Gu Zhaoqi Liu Zhiqiang</i> (34)
Probing into Controlled Blasting in Rock Trench near Newly Placed Concrete	<i>Xu Chengguang</i> (37)
Discussion on Crack Grouted With Epoxy Material in the Block 6 at Baozhusi Hydropower Station	<i>Wang Zhengsheng</i> (39)
Construction of Roof Beam With Prestressing Steel Strand in Main Erection Bay of Powerhouse at Boazhusi Hydropower Station	<i>Jie Jianjun Zhao Jun</i> (42)
Brief Comment on Construction of Giant Hydropower Station (I)	<i>Deng Nianyuan</i> (48)
Effect of Asymmetric Wire Breakage on Relay Protection for Generator and Transformer at Gongzhui Hydropower Station (II)	<i>Liu Bingzhang</i> (54)
Application of 700 t Metal and Elastica Fluorite Plastic Thrust Bearing Liner made in China in Generators in Our Plant	<i>Lin Yunhai</i> (63)
Treatment of Capping Plate Cracking in Runner at Gongzhui Hydropower Station	<i>Lui Fukun</i> (64)
Review on Hydraulic Study and Application of Stilling Basin for Flood Discharge from Surface and Middle-level Outlets on High Arch Dam	<i>Zeng Xiang Xiao Xingbing</i> (66)
Elementary Study on Hydraulic Property of Stepped Spillway	<i>Wu Xiansheng</i> (73)
Field Coordinated Management by Engineer Under FIDIC Contract Conditions	<i>Gao Zhongcheng</i> (78)
Supervision on Shotcrete Quality in Underground Works at Ertan Project	<i>Luo Yi</i> (82)
Schedule Control by Supervision Engineer in Construction of International Bidding Project	<i>Li Ming</i> (85)
Maintaining Normal Operation of Equipment by Scientific Advance	<i>Xiang Jin</i> (90)
Strengthening Environmental and Legal Senses and Law Enforcement	<i>Pu Jidong</i> (93)

Editor: Editorial Office of Sichuan Water Power

Post Address: Qingyanggong, Chengdu, Sichuan, China

Post Code: 610072

Chief Editor: Li Yuanhui

Distributor: China International Book Trading Corporation (P. O. Box, 399, Beijing, China)