

# 水工普通混凝土质量控制与试验检测

黄雪东<sup>1</sup> 张大钊<sup>2</sup> 欧跃川<sup>1</sup>

1 九正众智检测有限公司 2 中国水电基础局有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i4.5377

**[摘要]** 混凝土作为水工建筑物使用最广泛的建筑材料,其质量的高低直接影响建筑物的安全和使用年限,为保证建筑物在合理使用年限内能安全运行,在施工建造过程中加强对混凝土的质量控制尤为重要,在质量控制过程中,试验、检测更是必不可少的技术措施和依据。因此,将试验、检测技术切实应用到混凝土质量控制的全过程,对保证水工建筑物的质量安全有着积极的现实意义。

**[关键词]** 水工建筑物; 混凝土; 质量控制; 试验; 检测

**中图分类号:** TV331 **文献标识码:** A

## Quality control and test test of hydraulic ordinary concrete

Xuedong Huang<sup>1</sup> Dazhao Zhang<sup>2</sup> Yuechuan Ou<sup>1</sup>

1 Jiuzheng Zhongzhi Testing Co., Ltd 2 Sinohydro Infrastructure Bureau Co., Ltd

**[Abstract]** concrete as the most widely used hydraulic building materials, the quality of the height directly affect the safety and the service life of buildings, in order to ensure the safe operation of the building within the reasonable service fixed number of year, strengthen in the construction of concrete quality control is particularly important, in the process of quality control, test, testing is essential technical measures and basis. Therefore, applying the test and testing technology to the whole process of concrete quality control has a positive practical significance to ensure the quality and safety of hydraulic structures.

**[Key words]** hydraulic structures; concrete; quality control; test; test

## 引言

混凝土质量控制贯穿于混凝土工程施工的全过程,包括:原材料生产或采购、拌合物生产和运输、浇筑与养护以及质量评定与验收,其中的每一个环节都离不开试验、检测。控制的重点和目的既要满足施工工作性能要求,又要满足设计要求的物理力学性能。本文围绕混凝土工程施工的四个方面并结合工程实例,主要就水利工程普通混凝土质量控制与试验检测的策略进行了探讨。

### 1 原材料质量控制

#### 1.1 材料选择

水工普通混凝土所用原材料主要包括:水泥、骨料(石子、砂)、外加剂、掺合料、水等。各原材料的种类、规格应根据设计要求结合工程实际需要选择,质量检验应符合下列规范、标准要求:水泥应符合《通用硅酸盐水泥》(GB175)的规定;外加剂应符合《混凝土外加剂应用技术规范》(GB50119)和《混凝土外加剂》(GB8076)的有关规定;粉煤灰应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T1596)的有关规定;骨料料场勘察应按照《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》(SL251)的有关规定执行,其质量检验应符合《水工混凝土施工规范》(SL677)和《水

利水电工程单元工程施工质量验收评定标准-混凝土工程》(SL632)的有关规定。

#### 1.2 质量稳定性控制

水泥、掺合料、外加剂基本上均由专业厂家生产,产品质量稳定性基本能得到较好的控制。而混凝土骨料无论是自行生产还是外购,均存在质量不稳定,容易出现不合格的情况,会对混凝土工作性能和物理力学性能造成显著的影响,因此,混凝土骨料的质量控制十分重要。

(1) 切实按照料场勘察规程要求开展料场勘察,尽力选择 I 类料场,保证料场岩性的单一性。无条件时,应彻底清除无用、有害夹层,确保骨料加工所用原岩满足质量要求。(2) 粗骨料加工应根据岩石的矿物成分、结构和构造的不同,以及对粗骨料粒型和级配要求,选择相适宜的破碎机械,优化生产工艺,控制粗骨料针片状颗粒的含量,必要时可配备粗骨料整形设备。筛网应根据所需粒径和生产需要设置,筛网孔径、安装、更换应符合质量保证需要,确保超粒径含量得到有效控制。(3) 人工砂生产主要分干法制砂和湿法制砂。干法制砂石粉含量一般较高,时常出现大于质量标准的情况。湿法制砂石粉含量较低,多数时候需回收部分石粉再后期添加来满足质量标准。无论采用何种制砂工

艺,均应对石粉含量的稳定性严格控制,因粒径0.075mm以下的颗粒对减水剂吸附作用明显,其含量波动越大,对混凝土拌合物质量控制越不利。

材料质量符合规范标准规定是质量控制的基本要求,在进行配合比设计时所用人工砂的石粉含量可能为定值(6%~18%之间),而在混凝土实际生产过程中就可能出现因石粉含量波动过大,最终影响混凝土的各项性能。因此,混凝土骨料质量稳定性控制应基于试验检测数据和配合比设计,在骨料生产、使用过程中应严格按照SL632标准规定控制质量。

## 2 混凝土拌合物生产与运输

### 2.1 配合比设计

混凝土配合比设计是指导混凝土生产的重要技术文件,其本质是根据组成混凝土的各种材料的有关技术参数,经试验验证,确定相应的掺用比例,使混凝土的各项性能满足施工和设计要求且经济合理,具体方法和要求应执行《水工混凝土试验规程》(SL/T352)的规定。为便于混凝土生产过程中能够及时根据砂的石粉含量、细度模数波动情况调整生产配合比(配料单),配合比设计时应建立石粉含量、细度模数与单位用水量、外加剂掺量和砂率的变化关系模型,明确调整方法与原则。

### 2.2 配料单调整与计算

配料单是混凝土生产配料的依据,将直接影响混凝土的质量,其计算与调整极其重要,混凝土开盘生产前,应根据当前所使用骨料状态进行计算和调整,在计算与调整时必须依据材料试验数据和配合比设计进行,过程中还应注意以下两个问题:一是水工混凝土配合比设计计算采用的是绝对体积法,骨料的含水状态为饱和面干状态,在进行配料单计算时要特别注意,避免配料单的错算错用;二是进行原材料试验时一定要确保样品的代表性和试验数据的准确性。

### 2.3 拌合与运输

混凝土拌合过程中对混凝土质量影响主要有以下几方面:一是材料称量系统的准确性与可靠性;二是拌合时间的长短;三是拌合设备的磨损程度与可靠性。生产拌合、运输过程中的质量控制应严格执行《水工混凝土施工规范》(SL677)的有关规定。需特别注意的是:拌合设备的磨损程度和拌合时间成反比关系,磨损越严重所需的拌合时间越长,达到一定程度时将无法通过延长拌合时间的方式解决,因此,生产过程中应经常检查拌合机及叶片的磨损程度、投料口阀门的可靠性,选择合适的拌合时长,防止因拌合时间不够或投料阀门漏料等情况引起拌合不均匀、夹带生料等情况发生;拌合完成后应对出机口混凝土的坍落度、含气量(有抗冻要求时)、温度(有温度要求时)进行检测,混凝土运至浇筑点时,也应对上述指标进行检测,特别是对浇筑方法有特殊要求时(如:水下浇筑)。

## 3 浇筑与养护

### 3.1 浇筑

混凝土浇筑方法应符合规范或施工方案要求,有温控要求时,混凝土浇筑的块段划分应严格按照设计或经批准的施工方

案执行。浇筑过程中的质量控制应严格执行《水工混凝土施工规范》(SL677)的有关规定,无论采用何种入仓方式,均应防止混凝土骨料分离、堆叠,并及时平仓振捣,振捣应有序依次进行,避免漏振和过振,边角和接触部位应加强振捣,确保混凝土的密实性。同时,模板制作安装质量控制是保证混凝土外观质量的前提,工序质量必须严格控制,并经验收合格后才能浇筑。

### 3.2 养护

水工混凝土的胶结材料通常为水泥,其凝结过程对环境条件有着一定的要求,混凝土的养护目的就是为其硬化凝结、防止表面裂缝产生提供有利条件。混凝土养护及温度控制应执行《水工混凝土施工规范》(SL677)的有关规定,夏季高温期宜采用自流养护或机具喷洒,冬季低温期宜采用表面覆膜、覆盖保温材料进行养护,防止霜冻。

## 4 缺陷检测

主要分为外部缺陷、内部缺陷、物理力学性能检测。

### 4.1 外部缺陷检测

外部缺陷检测主要采用调查、描述、目测、量测、摄录等方法,主要内容包括蜂窝麻面、孔洞、裂缝、疏松区分布、伸缩缝、变形、表面平整度等。检测方法应按照《水工混凝土结构缺陷检测技术规程》(SL713)、《水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准-混凝土工程》(SL632)的有关规定进行。新浇筑混凝土在模板拆除后应立即进行外部缺陷检测,并及时进行缺陷处理。

### 4.2 内部缺陷检测

混凝土内部缺陷检测应优先采用无损方法检测(超声波法、冲击一回波法、探地雷达法等),必要时可采用破坏性检测(钻孔取芯)。超声波法是混凝土内部缺陷常用的检测技术,可以用于检测混凝土抗压强度和均匀性、混凝土裂缝深度、裂缝宽度、空洞、架空、夹泥层、低强度区等,应根据不同的缺陷类型和试验条件选择相适宜的设备与方法,具体检测方法应按《水工混凝土结构缺陷检测技术规程》(SL713)、《水工混凝土试验规程》(SL/T352)的有关规定执行,检测桩基础时,应按《建筑桩基检测技术规范》(JGJ106)的有关规定执行。探地雷达法在混凝土内部缺陷检测中应用也比较广泛,主要适用于混凝土结构内部空洞、疏松区、脱空区的平面位置和深度检测,检测过程中应根据检测深度和现场条件,选用不同频率或频率组合的雷达天线,检测前应对混凝土的相对介电常数或电磁波波速做现场标定,具体检测方法应按《水工混凝土结构缺陷检测技术规程》(SL713)的规定执行。钻孔取芯检测为破坏性检测,主要用于对无损检测结果进行验证或不具备无损检测条件时,在工程实践中,钻孔取芯往往和超声波法(单孔法、跨孔法)、孔内电视、压水试验、芯样强度等检测结合进行。

### 4.3 物理力学性能检测

混凝土物理力学性能检测主要包括抗压强度、抗拉强度、劈裂强度、抗渗等级、抗冻等级、抗冲耐磨强度等。工程实践中,上述物理力学性能检测主要通过制作混凝土试样进行室内

测试,在质量检查与验收过程中现场试验以检测混凝土抗压强度为主,常用的检测方法有回弹法、超声波法、超声回弹综合法及钻孔取芯(芯样强度),具体检测方法应按《水工混凝土试验规程》(SL/T352)的有关规定执行。经工程实践,回弹法更适合混凝土强度的普查,当对回弹法检测结果或实体质量存疑时,可采用其他方法进一步检测、验证,回弹法检测结果不宜直接作为代表实体质量的证明文件,特别是存在混凝土碳化严重或异常、强度分布不均、表里质量差异大等情况时。

## 5 工程实例

### 5.1 工程概况

某一中型水库除险加固工程设计整治内容主要包括新建钢筋混凝土防渗心墙、重建溢洪道驼峰堰、重建排水棱体、放水设施及坝坡整治等,混凝土浇筑量约4万 $\text{m}^3$ ,主要为二级配C25、C30混凝土,其中防渗心墙混凝土强度等级为C25,采用水下浇筑。工程所用混凝土由集中拌合站统一生产,混凝土骨料均为灰岩加工的人工骨料,掺合料为F类2级粉煤灰,外加剂主要为聚羧酸高效减水剂。

### 5.2 发生的事件

(1)拌合站试运行,出机口拌合物经常夹带生料(未拌合均匀的灰团)。(2)拌合站运行初期,浇筑的C20混凝土挡墙出现混凝土强度波动大,回弹强度略低于设计强度。(3)防渗心墙水下混凝土浇筑过程中,经常出现堵管或浇筑不畅,水下扩散不佳。

### 5.3 问题解决

5.3.1关于拌合物拌合不匀夹带生料。第一次排查原因时,将拌合时间从75s调整至120s,情况有所改善,但问题仍未得到有效解决;第二次排查时,更换了磨损严重的拌合机叶片,情况明显改善,但仍夹带有小团生料;经再次排查,发现在拌合过程中,投料口阀门因磨损严重,闭合不严,随着搅拌机的振动,料斗中的水泥、煤灰、砂不断掉落至拌合机内。经更换阀门后,拌合不匀、夹带生料的问题得到了彻底解决。

5.3.2关于混凝土强度波动大,回弹强度略低于设计强度。经查阅拌合设备运行记录、配合比、配料单,及询问施工过程有关情况,发现以下问题:一是配料单的计算存在错误,计算用水量时,使用的是骨料含水率,而非表面含水率;二是骨料含水率测试频率、取样代表性均不满足规范和实际需要;三是浇筑过

程中存在卸料过程中加水的情况。根据上述情况,施工单位立即对拌合站生产质量管理进行了规范,更正了配料单计算错误,根据气温、骨料进场情况加大了骨料含水的测试频率,并及时调整配料,避免了因混凝土和易性不满足现场施工需要,而在卸料过程中加水的情况,问题得到了有效解决。经对挡墙实体行芯样强度检测,其强度代表值为21.3~29.4MPa,满足设计要求。

5.3.3关于水下混凝土浇筑堵管、扩散不佳。经查阅施工过程资料、试验数据和询问调查,配合比试配所用人工砂石粉含量为13%,细度模数为3.0,减水剂掺量为1.6%,砂率为45%,实际生产所用人工砂石粉含量为6%~16%,细度模数为2.8~3.1,生产过程中根据设计配合比、骨料含水状态和超径含量计算、调整了相应的材料用量,减水剂掺量、砂率、胶材用量及水胶比均未做调整,现场浇筑发生堵管情况时,拌合物多呈现泌水、离析、黏聚性差的状态,特别是卸料即将结束时极易堵管。据此推断,造成问题的主要原因为:生产所用人工砂的粉含量相对于试配所用人工砂波动过大,生产过程中未根据波动情况及时调整配料,在粉含量过低和减水剂实际掺量过大的双重作用下,导致拌合物泌水、黏聚性差,粗骨料不能随浆材流动扩散而堵管和扩散不佳。为此,施工单位根据人工砂的实际情况做了补充试验,建立了粉含量、细度模数与外加剂掺量和砂率的变化关系模型,有效解决了保证拌合物工作性能稳定的问题。

## 6 结束语

总之,采取上述措施严格把关混凝土浇筑四个环节的施工质量,切实加强每个环节的试验、检测,就能有效控制水工混凝土浇筑质量。

### [参考文献]

- [1]王宏利.混凝土建筑材料试验检测及相关质量控制核心思路[J].科技创新与应用,2022,12(06):152-154.
- [2]陈娅.公路桥梁工程钢筋混凝土试验检测技术及相关管理问题研究[J].运输经理世界,2021,(36):143-145.
- [3]潘蕾.公路桥梁工程钢筋混凝土试验检测技术及相关管理问题研究[J].交通世界(下旬刊),2021,(7):36-37.

### 作者简介:

黄雪东(1991--),男,汉族,四川达州市开江县人,本科,工程师,研究方向:水利水电工程施工及质量检测。