

# 高寒地区面板混凝土防裂施工技术研究

刘 超

中国水利水电第四工程局有限公司 青海省西宁市 810000

**摘要:** 大坝的安全和使用寿命是大坝修筑首先要考虑的问题, 其中面板的优劣至关重要。面板是堆石坝的主体防渗结构, 也是混凝土面板坝的薄层结构。一般来说, 裂缝主要分为收缩裂缝和结构裂缝。要解决这样的裂缝发生, 我们要提高混凝土原材料的选优、性能优化, 而且要选择正确的时间浇筑, 并加强温控养护, 添加抗裂材料。混凝土面板在干缩和冷缩的情况下都可能造成裂缝。本篇文章通过联合裂缝控制理论, 结合收缩混凝土的面板防裂设计、面板防裂材料以及面板防裂施工等方面的知识, 提出一系列的措施来减少混凝土面板裂缝的产生。

**关键词:** 高寒地区; 面板裂缝; 控制措施

## 1 工程概况

蓄集峡水利枢纽大坝工程位于青海省海西州德令哈市蓄集峡乡。坝顶高程3472m, 坝顶长度358m, 坝顶宽度8.0m, 最大坝高121.5m, 大坝面板为不等厚结构(0.4+0.0035H), 大坝上游坝坡1: 1.4。面板混凝土分两期进行施工, 一、二期面板混凝土分界高程3400m。设计标号C30F300W12(二级配), 面板混凝土总量2.68万m<sup>3</sup>, 钢筋总量约1906.12t。

## 2 研究背景

蓄集峡水利枢纽地处高海拔高寒气候区域, 正是由于这样的水利条件, 蓄集峡水利枢纽大坝周围的气温低, 昼夜温差大, 大风天气多, 周围比较干燥, 还经常发生寒潮。面板混凝土在施工过程中会受到昼夜温差及湿度影响致混凝土内外温度不同引起应力变化, 会引起体积变形。

## 3 防裂措施

### 3.1 施工措施控制

#### (1) 预留足够的坝体沉降时间

蓄集峡一期面板混凝土施工前, 将面板顶部填筑至3415.6m高程(超高15.6m)。坝体沉降达到设计要求5个月, 其沉降速率满足设计要求。2019年1月17日, 大坝填筑至3470.50m高程, 进行大坝沉降, 2019年8月5日进行二期面板混凝土施工, 二期面板施工前大坝沉降时间满足设计要求6个月沉降期, 且沉降量满足设计要求。

#### (2) 适宜的施工时段

蓄集峡7、8、9月份昼夜温差不大, 外部气候条件相对较为适宜, 气候变化较小, 适宜施工, 这段时间气温较高, 利于水分蒸发。这样可以有效的降低混凝土的水化热升温, 改善混凝土的成型, 就能减少温度裂缝和

收缩裂缝。

### (3) 温控养护措施

温控养护措施要求我们严格的遵照混凝土浇筑流程。控制入仓温度, 采用一切必要措施进行降温。比如采用骨料料仓、溜槽、混凝土运输车来遮阳。同时我们可以, 使用储存罐进行降温, 除此之外, 我们应该在混凝土的表面用工程布进行覆盖与防风, 或者保湿。在混凝土初步凝固之后, 要用流水进行养护。冬季气候寒冷时对已完成施工的面板采用双层保温被苫盖等综合措施。

### 3.2 混凝土配合比优化

#### 3.2.1 混凝土配合比设计要求

为抑制碱骨料反应, 混凝土中最大总碱量限制在2.5kg/m<sup>3</sup>以下。

#### 3.2.2 配合比原材料组合设计

蓄集峡面板混凝土配合比采用普通硅酸盐水泥, 粉煤灰分别为青海邹新环保材料有限公司生产的邹新环保F类I级粉煤灰、永登连电粉煤灰有限责任公司生产的永登连电F类I级粉煤灰, 我们所用的减水剂和抗凝剂都从权威的公司进行采购, 保证质量安全, 这样有利于增强混凝土的密实和抗裂能力。骨料为大坝工程砂石料场生产的人工骨料, 配合比组合共有18种。

#### 3.2.3 配合比设计优化目的

根据设计要求, 配制出既满足工作性、强度及耐久性, 又经济合理的混凝土配合比。

#### (1) 为减小面板混凝土的裂缝, 采取以下措施:

- ①进行掺入高性能减水剂、引气剂的混凝土性能试验;
- ②进行掺入聚丙烯纤维的混凝土性能对比试验;
- ③进行掺加增密剂的混凝土性能试验, 进行对比分

表3-2 面板混凝土配合比试验材料组合

组合序号	水泥	粉煤灰	减水剂	引气剂	纤维	增强剂(或防裂剂)
1	昆仑山P·O42.5	邹新环保F类I级粉煤灰	江苏苏博特PCA®-I聚羧酸高性能减水剂	江苏苏博特GYQ®-I混凝土高效引气剂	/	/
2	昆仑山P·O42.5	邹新环保F类I级粉煤灰	江苏苏博特PCA®-I聚羧酸高性能减水剂	江苏苏博特GYQ®-I混凝土高效引气剂	武汉三源阻裂SY-A纤维	/
3	昆仑山P·O42.5	邹新环保F类I级粉煤灰	江苏苏博特PCA®-I聚羧酸高性能减水剂	江苏苏博特GYQ®-I混凝土高效引气剂	/	武汉天衣WHDF抗裂减渗剂
4	昆仑山P·O42.5	邹新环保F类I级粉煤灰	江苏苏博特PCA®-I聚羧酸高性能减水剂	江苏苏博特GYQ®-I混凝土高效引气剂	/	武汉三源CDA混凝土增强密实抗裂剂
5	昆仑山P·O42.5	邹新环保F类I级粉煤灰	江苏苏博特PCA®-I聚羧酸高性能减水剂	江苏苏博特GYQ®-I混凝土高效引气剂	武汉三源阻裂SY-A纤维	武汉三源CDA混凝土增强密实抗裂剂
6	昆仑山P·O42.5	邹新环保F类I级粉煤灰	江苏苏博特PCA®-I聚羧酸高性能减水剂	江苏苏博特GYQ®-I混凝土高效引气剂	武汉三源阻裂SY-A纤维	武汉天衣WHDF抗裂减渗剂
7	昆仑山P·O42.5	邹新环保F类I级粉煤灰	山西桑穆斯SMS聚羧酸系高性能减水剂	山西桑穆斯AE引气剂	/	/
8	昆仑山P·O42.5	邹新环保F类I级粉煤灰	山西桑穆斯SMS聚羧酸系高性能减水剂	山西桑穆斯AE引气剂	武汉三源阻裂SY-A纤维	/
9	昆仑山P·O42.5	邹新环保F类I级粉煤灰	山西桑穆斯SMS聚羧酸系高性能减水剂	山西桑穆斯AE引气剂	/	武汉天衣WHDF抗裂减渗剂
10	昆仑山P·O42.5	邹新环保F类I级粉煤灰	山西桑穆斯SMS聚羧酸系高性能减水剂	山西桑穆斯AE引气剂	/	武汉三源CDA混凝土增强密实抗裂剂
11	昆仑山P·O42.5	邹新环保F类I级粉煤灰	山西桑穆斯SMS聚羧酸系高性能减水剂	山西桑穆斯AE引气剂	武汉三源阻裂SY-A纤维	武汉三源CDA混凝土增强密实抗裂剂
12	昆仑山P·O42.5	邹新环保F类I级粉煤灰	山西桑穆斯SMS聚羧酸系高性能减水剂	山西桑穆斯AE引气剂	武汉三源阻裂SY-A纤维	武汉天衣WHDF抗裂减渗剂
13	祁连山P·O42.5	永登连电I级粉煤灰	山西黄河HJSX-A聚羧酸高性能减水剂	山西黄河HJAE混凝土引气剂	/	/
14	祁连山P·O42.5	永登连电I级粉煤灰	山西黄河HJSX-A聚羧酸高性能减水剂	山西黄河HJAE混凝土引气剂	武汉三源阻裂SY-A纤维	/
15	祁连山P·O42.5	永登连电I级粉煤灰	山西黄河HJSX-A聚羧酸高性能减水剂	山西黄河HJAE混凝土引气剂	/	武汉天衣WHDF抗裂减渗剂
16	祁连山P·O42.5	永登连电I级粉煤灰	山西黄河HJSX-A聚羧酸高性能减水剂	山西黄河HJAE混凝土引气剂	/	武汉三源CDA混凝土增强密实抗裂剂
17	祁连山P·O42.5	永登连电I级粉煤灰	山西黄河HJSX-A聚羧酸高性能减水剂	山西黄河HJAE混凝土引气剂	武汉三源阻裂SY-A纤维	武汉三源CDA混凝土增强密实抗裂剂
18	祁连山P·O42.5	永登连电I级粉煤灰	山西黄河HJSX-A聚羧酸高性能减水剂	山西黄河HJAE混凝土引气剂	武汉三源阻裂SY-A纤维	武汉天衣WHDF抗裂减渗剂

析选取外掺料的可行性、掺加的种类及掺量。

(2) 为了降低水化热,我们需要在里边掺加适量的粉煤灰,降低混凝土内部温度,减少面板裂缝,同时抵制混凝土的碱骨料反应,选择20%、25%两个掺量进行试验,确定出满足设计技术指标和相关规范要求的最大粉煤灰掺量。

(3) 要降低混凝土产生裂缝的可能,就要减少混凝土因干燥而收缩,降低混凝土绝热温升值,这就需要我们尽量少量食用胶材用量。

(4) 试验研究出和易性、抗分离性、均匀性好的混凝土配合比,防止混凝土产生不均匀的收缩,减小面板混凝土裂缝的产生。

(5) 根据施工条件, 尽可能减小混凝土坍落度, 减少或防止混凝土产生干缩裂缝。

(6) 尽可能的使混凝土有良好的施工性能, 使混凝土的施工易于保证混凝土浇筑质量, 防止和减少混凝土裂缝。

#### 3.2.4 原材料要求

42.5级普通硅酸盐水泥比较稳定, 其碱含量不大于0.6%; 掺合料采用F类I级优质粉煤灰, 其中粉煤灰的碱含量小于2.0%。尽量使用烧失量低、需水量比小的F类I级优质粉煤灰。混凝土拌和和养护用水应符合《水工混凝土施工规范》SL677-2014的有关规定。

#### 3.2.5 配合比优化结果

试验结果表明, 优化的混凝土配合比参数对于各种原材料组合均可适应其混凝土拌和物性能、力学性能、耐久性指标均满足设计要求。

##### (1) 原材料方面

两种普硅水泥除水化热超出中热水泥规定外, 所有的其他要求我们都会严格满足。从两种水泥化学成份分析结果来看, 指标较好, 其中碱含量和游离氧化钙的含量均对混凝土的反应十分有利, 而且对于维持混凝土安定有效。

永登连电I级粉煤灰和邹新环保I级粉煤灰其 $45\mu\text{m}$ 方孔筛筛余量、所有指标均满足规范要求。

考虑到混凝土中最大总碱量限制在 $2.5\text{kg}/\text{m}^3$ 以下, 建议水泥采用低碱水泥, 控制碱含量在0.6%以下, 粉煤灰碱含量控制在2%以内, 减水剂碱含量控制在10%以内。

##### (2) 混凝土方面

优化的配合比参数对各种材料组合均能适应, 拌和物性能差别不大, 均能满足施工要求。从西北高海拔高寒地区工程案例角度看, 武汉天衣WHDF抗裂减渗剂曾应用于青海门源石头峡水电站面板混凝土, 青海积石峡面板混凝土, 青海察尔汗盐湖晒盐池, 甘肃苗家坝水电站面板混凝土, 新疆科克塔斯水电站面板工程, 新疆罗布泊钾盐池, 陕西渭南洞峪水库等, 并对于面板混凝土减少裂缝有显著作用。

##### 参考文献:

- [1] 高寒、高蒸发地区面板坝钢筋混凝土面板防裂抗裂技术探讨[J]. 赵庆, 苗喆, 李学强. 西北水电. 2014 (04)
- [2] 严寒、高震、深覆盖层混凝土面板坝关键技术研究综述[J]. 邓铭江. 岩土工程学报. 2012 (06)
- [3] 寒冷地区混凝土面板堆石坝垫层的设计[J]. 党连文. 水利水电技术. 1995 (04)
- [4] 寒冷地区混凝土面板堆石坝设计[J]. 关志诚, 杨辉, 王常义. 水利水电技术. 1993 (12)