

· 施工技术 ·



骨料风冷系统在船闸混凝土生产中的应用*

涂伟成, 丁碧珍, 蒋华东, 刘松

(中交二航局第一工程有限公司, 湖北 武汉 430012)

摘要: 在富春江船闸扩建改造工程风冷系统实际施工过程中, 对粗骨料、拌合水、混凝土出机口温度以及浇筑温度进行实时监测, 研究风冷骨料及制冷水系统的冷却能力, 以指导后期施工。

关键词: 风冷系统; 船闸; 温度应力; 浇筑温度

中图分类号: U 641.4

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2015)08-0063-03

Application of aggregate air-cooling system in concrete production of lock

TU Wei-cheng, DING Bi-zhen, JIANG Hua-dong, LIU Song

(The First Construction Company of CCCC Second Harbor Engineering Co., Ltd., Wuhan 430012, China)

Abstract: According to the actual construction process of air cooling system of the Fuchun river lock expansion and improving project, through the real-time monitoring of coarse aggregate, mixing water, the concrete mixer outlet temperature and pouring temperature, this article gives a comprehensive study on the cooling capacity of the air-cooling aggregate and its cooling water system, to provide guidance for the later construction.

Keywords: air-cooling system; lock; temperature stress; pouring temperature

大体积混凝土浇筑后, 由于水泥水化散发大量水化热, 导致混凝土内部温度急剧上升^[1], 使混凝土体积发生不均匀变化而产生温度应力。拉应力易使混凝土产生裂缝, 因此必须采取温度控制措施以防止裂缝的出现或控制裂缝的扩展。控制混凝土浇筑温度是温度控制的重要措施之一^[2]。风冷骨料降低混凝土浇筑温度效果明显, 但成本较高。中国关于风冷系统的应用和研究一般偏向于大坝、水电站等大体积混凝土工程, 而风冷系统在水运工程如船闸方面的应用较少。富春江船闸工程对混凝土温度要求十分严格, 其夏季施工时混凝土要求的出机温度为 17 °C, 属典型的低温混凝土, 因此混凝土生产拟采取风冷骨料工艺。通过对该系统原材料冷却能力及降低混凝土浇筑温度能力的评测, 为后期施工过程中开始风冷时

间、风冷时长的确定等提供依据, 在满足温控标准的前提下最大化降低成本。

1 工程概述

富春江船闸扩建改造工程位于钱塘江中下游桐庐县富春江水电站枢纽右岸, 距下游杭州市约 110 km。工程拟在原有船闸下游新建一座 IV 级标准船闸 (兼顾 1 000 吨级船舶的过闸要求)。原有船闸加固后作为上游引航道, 新建船闸包括上游引航道、上闸首、闸室、下闸首和下游引航道, 混凝土浇筑总方量约 42 万 m³。

本工程混凝土方量大、工期短, 高峰期平均每天需浇筑约 2 000 m³。项目部设置 2 台 HLS180 型和 1 台 HZS75 型混凝土生产系统。2 台 HLS180 型搅拌机分别布置 1 套水冷系统, 布置 1 座骨料

收稿日期: 2015-05-20

*基金项目: 交通运输部企业技术创新项目 (201431542A060)

作者简介: 涂伟成 (1980—), 男, 工程师, 从事港航工程施工技术工作。

风冷料仓,料仓内设置4个仓格,包括2个粗骨料风冷料仓和2个砂仓,料仓顶部设置卸料小车载布料,仓底部胶带机出料,可向2个搅拌机供应风冷骨料^[3]。

2 风冷试验

2.1 试验目的

了解风冷骨料及制冷水系统的组成、冷却原理和冷却过程;通过对高温期施工一定时间内混凝土原材料温度(包括未风冷骨料温度、风冷骨料温度和冷却水温度)和混凝土出机口温度进行实时监测,评定系统冷却时效和冷却效果。结合相应温控标准,在达到标准的前提下优化风冷措施,降低成本、节约资源,避免过长且不必要的风冷时间,对后期施工做出指导。

2.2 试验设备及仪器

骨料风冷及制冷水系统、温度传感器、PX-2混凝土普通测温仪(小表)、智能化数字多回路温度巡检仪(自动测温仪器)。

2.3 温度监测方案^[4]

1) 冷却水温度监测。

①从开启冷却设备起至使用冷却水拌和混凝土前每30 min收集1次数据;

②开始使用冷却水后,前2 h每30 min收集1次数据,2 h后(混凝土生产稳定后)每1 h收集1次数据(制冷水池自带测温设备,只需收集数据);

③在收集制冷车间冷却水数据的同时,在混凝土开始生产后,需同步监测收集拌合楼水箱内用水水温,如拌制混凝土采用的是制冷水与常温水混合水,需监测混合后的水温(使用小表收集)。

2) 风冷骨料温度监测。

①采用自动测温仪器,收集从开启风冷系统起至施工完成时风冷骨料仓温度数据,设置每10 min收集1次;

②在混凝土生产时,从下料运输皮带上收集风冷粗骨料,采用红外线测温仪监测骨料表面温度。然后使用设备将骨料破碎,监测骨料内部温度。监测频率及时间根据现场情况及人员确定。

3) 混凝土温度监测。

①使用风冷系统后,开始生产混凝土前2 h每30 min监测1次混凝土出机温度(若采用罐车运输,考虑到操作不便,可改为1 h监测1次);稳定生产后,每2 h收集1次(若采用罐车运输,考虑到操作不便,可每天收集4次);

②在监测混凝土出机温度的同时,监测混凝土浇筑温度、环境温度,监测频率根据现场实际情况而定。

3 试验结果与分析

3.1 冷却水监测结果

冷却水监测结果见图1。由图1可以看出,开启风冷及制冷水系统后,在2 h预冷期内水温下降速率很快,至开始使用时水温可下降为3~4℃;开始生产混凝土后预冷水被快速消耗,新的常温水补充进来继续冷却,由于冷却时间较短,拌合水温度会有所上升;5 h后循环水温趋于稳定,最终拌合水温度可控制在5~10℃。

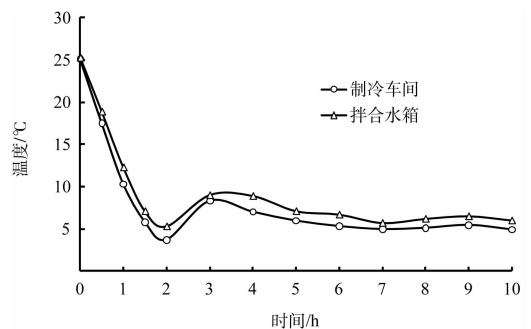


图1 冷却水温度随时间变化

3.2 风冷骨料温度监测

风冷骨料采用温度检测仪进行监测,每10 min记录1次数据。结果如图2所示。从图2可以看出:风冷系统开启后,前2 h粗骨料预冷时间未生产混凝土,粗骨料温度持续下降,由25.4℃下降至10.7℃;2 h后,开始混凝土生产,2~4 h之间,粗骨料温度仍缓慢下降,由10.7℃下降至约5℃;4 h后混凝土稳定生产,4~8 h之间粗骨料温度保持在5℃左右,同时上部开始加入新的粗骨料,补充消耗;8 h后开始使用新加入的粗骨料,粗骨料温度有所上升,但保持在10℃之下,有小幅度波动。

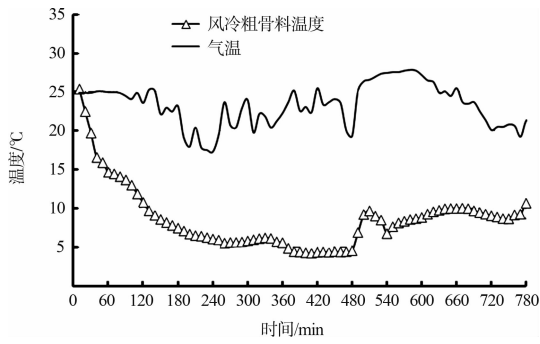


图 2 风冷骨料温度随时间变化

结果显示, 预冷 2 h 后, 基本可保证骨料温度低于 10 °C, 达到该系统最大冷却能力。

3.3 混凝土温度监测

混凝土出机口温度、浇筑温度以及相应时间环境温度监测结果见图 3。从图 3 可以看出: 生产第 1 车混凝土时, 骨料在经 2 h 预冷后温度为 10 °C 左右, 而此时水温较低, 混凝土出机口温度可控制在 22 °C; 生产混凝土 0.5 h 左右制冷水箱开始补充常温水, 出机口温度有所上升至 24 °C; 1 h 后循环冷却水温度停止上升并有所下降, 风冷骨料温度趋于稳定, 混凝土出机口温度随之下降, 并在开始生产约 4 h 时到达最低点 19.3 °C; 4 h 后添加新的粗骨料, 混凝土温度随之波动。受运输过程中环境温度影响, 浇筑温度较之出机口温度上升 0.5 ~ 1.0 °C。在风冷系统运行过程中, 浇筑温度基本可以满足 ≤ 25 °C 的温控标准。对比高温施工期间不开风冷时混凝土浇筑温度 (30 ~ 32 °C), 开启风冷及制冷水系统可有效降低浇筑温度 7 ~ 10 °C。

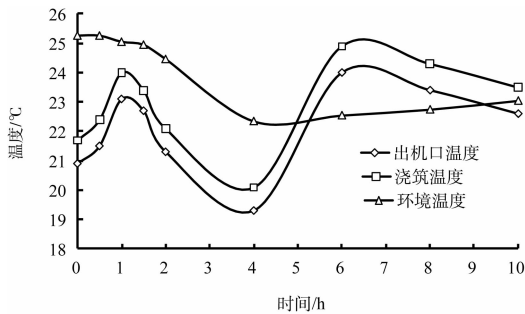


图 3 混凝土温度监测结果

3.4 系统实际降温能力与设计降温能力对比^[4]

根据上述实验数据, 将风冷及制冷水系统实际降温能力与设计降温能力进行对比 (表 1)。

表 1 系统实际降温能力与设计降温能力对比

降温点	设计降温能力	实际降温能力
粗骨料	28 °C 降至 10 °C	最低降至 4 °C
冷却水	28 °C 降至 4 °C	最低降至 3.7 °C
出机口温度	19.3 °C	最低可达 19.3 °C

从表 1 可以看出: 风冷及制冷水系统在单独风冷粗骨料和制冷水方面完全满足设计要求, 而由于现场施工过程需要不断补充原材料, 所以混凝土出机口温度具有较大的波动性, 并不一定是系统运行时间越长出机口温度就越低。根据实验数据可知, 实际施工中最低出机口温度也满足设计要求。

4 结语

1) 开启风冷及制冷水系统后, 在 2 h 预冷期内可将粗骨料温度由 25 ~ 28 °C 降至 10 °C 左右, 拌合水温由 25 °C 降至 3 ~ 4 °C 左右, 浇筑温度由 30 ~ 32 °C 降至 20 ~ 25 °C。实验证明, 对粗骨料及拌合水采取预冷 2 h 的措施是行之有效的。

2) 骨料风冷及制冷水系统的有效运行, 确保了混凝土的出机温度低于 17 °C, 从而有效地预防了大体积混凝土裂缝的产生。

3) 由于风冷系统运行时间较短, 数据的收集尚不完备, 在后续施工过程中需要持续关注风冷系统运行状态、冷却能力, 加强对粗骨料内表面温度的监测分析, 完善数据资料的收集和整理, 并结合混凝土现场浇筑及温控情况进行评测, 充分了解风冷机制冷水系统冷却能力, 优化冷却措施, 以在满足温控标准的条件下最大化降低成本。

参考文献:

- [1] 龙慧文, 张骏. 混凝土预冷二次风冷骨料技术研究与应用[J]. 水力发电学报, 2009(6): 131-134.
- [2] 谢修发. 风冷骨料技术在葛洲坝工程中的应用[J]. 人民长江, 1980(2): 45-53.
- [3] 谢修发. 三峡工程首创二次风冷骨料新工艺[J]. 人民长江, 1999(12): 1-4.
- [4] 戴荣华. 东风工程风冷骨料配风型式试验分析[J]. 人民长江, 1997(6): 33-35.

(本文编辑 郭雪珍)