

简析 EPR 核岛重晶石防辐射混凝土的施工控制

On Construction Control of EPR Nuclear Barite Radiation Protection Concrete

杨洋 YANG Yang; 申琪玉 SHEN Qi-yu

(华南理工大学土木与交通学院, 广州 510640)

(Civil and Traffic College, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

摘要: 在 EPR 第三代欧洲压水堆技术的代表工程——台山核电厂一期工程中, 有部分重晶石防辐射混凝土结构, 总量约在 203.84m³。本文在详细研究工程中的重晶石防辐射混凝土施工的基础上, 收集了大量的施工数据。用系统的分析方法, 将重混凝土施工从配合比设计、适配, 到拟定原材料的规格型号, 再到现场浇筑、养护等整个过程详细讨论, 并明确其中每一步的施工控制措施。

Abstract: In the first-stage project of Taishan nuclear power plant which is the representative project of EPR third generation European pressurized water reactor technology, there is a part of barite concrete structure with a total amount about 203.84m³. Based on the detailed study of barite anti radiation concrete construction, a lot of construction data are collected. The mixture ratio design, adaptation, determination of raw material specifications, on-site pouring and maintenance are discusses in detail by systematic analysis method, and the control measures for each step are presented.

关键词: 重晶石防辐射混凝土; 施工控制; 数据

Key words: barite radiation protection concrete; construction control; data

中图分类号: TU755

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311(2014)07-0113-02

1 工程相关简介

文章以台山核电厂工程作为切入点, 利用的是当代最为前沿的第三代欧洲压水堆技术。其中的燃料厂房(厂房编号 HK)和废物处理厂房(厂房编号 HQA)局部结构为重晶石混凝土(以下简称重混凝土)结构, 总量约为 203.84m³。其能够在核电厂运行环节里, 对其所发出的 α 、 γ 射线以及中子辐射予以消除。

下述将以重混凝土工程为基础, 用多层次的分析措施, 将重混凝土施工从配合比设计、适配, 到拟定原材料的规格型号, 再到现场浇筑、养护等整个过程详细讨论, 并明确其中每一步的施工程序。

2 比例设计与择取原材料的方法

2.1 对水泥的选用原则 在整个工程过程, 防辐射混凝土我们主要选择那些高密度、需水量以及水化热偏低的水泥。该工程中选用的是水化热较低、有害成分含量少、质量稳定的 P. II 42.5 普通硅酸盐水泥。

2.2 对水的采用原则 拌合水要与《混凝土拌合用水硬性指标》为基准。

2.3 粗骨料以及细骨料的选用原则 一般来说防辐射混凝土的密度应大于 3.4t/m³。为满足要求, 粗细骨料都必须采用重晶石, 其 SiO₂ 含量小于 5%, BaSO₄ 含量在 90%~96% 范围内, 石粉的密度 >4.2, 砂和砾石的密度 >4.2。重晶石为此工程过程所选用的主要骨料。

2.4 对外加剂的选用原则 不要选择含氯离子的聚羧酸减水剂。其作用为对新拌混凝土的塑化, 让其在同等用水量的情况下, 提升混凝土的流动以及和易性。

2.5 配合比的一些选用原则 对重混凝土的配合比进行了研究性试验、敏感性试验、信息试验和适用性试验, 以满足重混凝土的密度、强度等技术要求, 并最终确定了配

合比。

3 全程模拟试验

模拟试验的主要目的是对重混凝土的运输、生产以及浇灌等工艺是不是满足了设计条件等一系列在施工前实施的检验, 而且对一些施工数据进行搜集, 并反馈到以后的施工过程。所以, 我们构建了一个重混试验块体去采集这些参数。

3.1 试验的程序 试验块体为长 1 米、宽 0.7 米以及高为 3.0 米的重混凝土试块。

模拟试验我们将其分成三个部分: ①产出量试验; ②浇筑试验; ③钻孔取芯。其中浇筑试验涵盖了下述几点: 重混的生产运输、模板支设、浇筑振捣、养护成型以及缝处理等, 上述都是以现场操作为基础。以检验浇筑的程序安排以及操作手段的适应程度; 而产出量实验和浇筑试验一起实施, 产出量实验主要是为了检验重混凝土的产出量以及凝结耗时; 钻孔取芯主要是利用将试块钻孔取样, 分析其内部的密度、均匀状态等, 因此更为深入的验证工程环节与操作方法的匹配性。

试验之前, 针对三次试验编制专项方案并报业主审核和批准。方案中应明确试验场地、人员人数、机具设备、模板支设、质量要求、安全注意事项等方面的内容。

3.1.1 浇筑试验的方法 用一块 5 米×5 米的空地, 在此地开始浇筑垫层, 其厚度要合理并将外表抹平。由于重混凝土的密度超过普通混凝土近两倍, 所以在匹配模板时对龙骨以及对拉丝要进行加密程序。要预留溜槽以及串筒, 这样能够确保混凝土的下落高度少于 1.5 米。要预设测温线, 测温线可以判断且引导后期的保养以及护理。

此次试验我们动用了 2 台水泥罐车以及 1 个搅拌机组, 1 台汽车吊, 1 个料斗。在实验环节里, 注意搜集相关施工参数(如产出、坍塌情况、振捣耗时、凝结耗时以及浇筑的措施等), 并在过程中进行相应的分析以及记录, 用以辅助未来的施工。

3.1.2 针对产出量的试验 一般都要将产出量试验和

作者简介: 杨洋(1985-), 男, 山西晋中人, 工学硕士, 助理工程师, 研究方向为工程管理; 申琪玉(1967-), 女, 河南南阳人, 工学博士, 硕士生导师, 研究方向为建筑施工技术。

浇筑试验同时进行,在试验场地旁找出一个 1.5m×1.5m 的空地即可。产出量试验使用了一个 1m(长)×1m(宽)×1.2m(高)的试模,在模板里的 1 米高的地方进行标记。在浇筑试验环节里,把一盘混凝土逐渐的倒进试模中。而在完成后要对混凝土的高度进行记录,我们要得出混凝土运输车所倾倒的混凝土量,这也就是文中所提的产出量。

在重混凝土浇筑结束后,中间每半小时就用振捣棒进行一次搅拌,查看振捣棒拔出后混凝土的复原状态,要到混凝土不能恢复或振捣棒难以深入为止。同时要对所需时间进行记录,这样就会得到凝结所需的耗时。

3.1.3 钻孔取芯 一般在试块浇筑结束后七天里,拆除模板且在试块外边进行点的选择,且用画出其具体位置。用工程钻机钻孔取芯,在芯样被取出后,查看芯样外边的密度。

3.2 数据的记录以及实验效果评定 我们进行模拟试验的根本目的是为以后施工给出依据。不但要对浇筑振捣、生产、加固以及运输等工艺进行评定,还要做一次提前演练以减少突发事件的应对过程。

所以,试验当中的数据应当有详细的记录,并需对它们进行必要的分析。图 1 是试块中的温度变化。

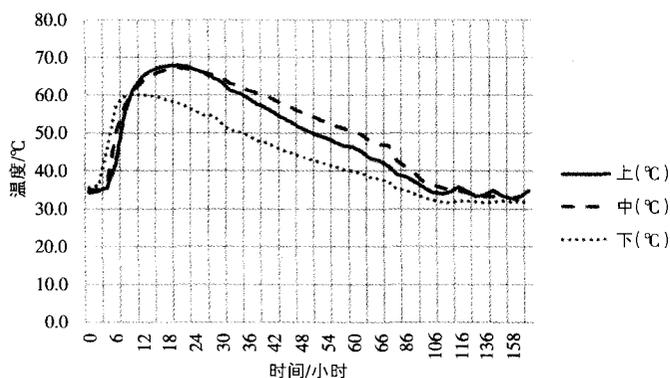


图 1 试块内温度变化曲线

4 正式施工过程中的质量控制措施

4.1 生产以及运输 重混凝土的生产以及运输程序与常规混凝土的运输较为相似,但是有几点要特别注意:第一点,重混凝土骨料和常规混凝土有所差异,通过机械化搅拌站所生产混凝土的先决条件下,上料时严禁利用机械。第二点,搅拌耗时要超过两分钟以上;第三点,重混凝土从出机到入模之间的时间应尽可能短,无论如何,期间放置要少于 90 分钟;第四点,为确保浇筑程序的流畅,要配置 2~5 台水泥罐车;第五点,重混凝土在出机与入模过程,一定要查看其坍落情况,不符合相应要求的,不予运输及使用。

4.2 模板支设 按照第 3 节的原则:对斜撑、主次背楞和对拉螺杆适当加密。我们在正式施工过程中,面板是使用普通的菲林模板;对拉螺杆使用 M16 高强对拉螺杆,按横向 1000 毫米、纵向 500 毫米布置;次背楞使用 50×100 毫米木方按间距 200 毫米布置;主背楞使用 [10 双槽钢按间距 500 毫米予以布置;而墙体模板背面上中下三道外撑,则选择 $\Phi 48 \times 3.5$ 钢管依照间距 1000 毫米进行设置。

需要注意的是,在设置对拉螺杆时,考虑到射线会沿着对拉螺杆传导至结构外侧,须在丝杆中间焊接一块 50×50×3mm 的小钢板,以制造射线迷路,防止射线外漏。

4.3 浇筑、振捣、压面和养护

4.3.1 浇筑 因重混凝土结构横断面尺寸较小,一般选取全面分层的工程方法予以布料,通常布料厚度小于 350 毫米。布料过程所用料斗与串筒、溜槽共同进行浇筑,保证其自由下落高度不超过 1.5 米。在进行的过程速度要进行一定的控制,防治对模板造成太大的压力。重混凝土振捣要使用直径 $\Phi 50$ 的振捣棒,遵循快速插入、缓慢拔出的原则,且振捣棒要始终保持垂直状态。每次振捣时间控制在 20~30 秒。当重混凝土表面开始泛浆时应立即停止振捣。重混凝土的振捣应与布料一同实施,振捣上层重混凝土要把振捣棒插入下层约 5 厘米的位置,用以让其可以结合到一起。振捣棒插入的位置则利用行列的方式,从而避免插棒凌乱而造成漏振。同时振捣棒与模板之间的振动要保持一定的距离。

4.3.2 压面 在抹压过程,用抹子反复的进行抹平,防治重混凝土外边出现裂缝。因为表面的浮浆有一定的厚度,所以要随时查看混凝土外表的状态,若有裂缝,要第一时间予以压面。

4.3.3 相关的养护措施 重混凝土墙体作为防辐射的结构,其裂缝控制至关重要。裂缝的产生主要分为表面风干开裂和温度应力所致,为了减少裂缝产生的可能性,一方面注意压面(4.3.2 节),另一方面在养护中还应注意如下内容:通过模拟试验的测温数据(详见图 1)可以看出:升温时间大概为 20 个小时;3 天后温度曲线趋于平缓;在未做原材料降温的前提下,极端温度为 68.0°C,满足技术要求。为了降低重混凝土结构在温度改变时出现的裂缝,那么就要在养护环节做到其外部环境的恒温控制:一般带模养护要在 4 天以上,期间在主次背楞间要添加麻袋进行保温;表面要淋洒热水进行养护,用多层塑料布铺设;养护三天后可拆模,拆模后要第一时间涂刷养护剂,且悬挂塑料布,让其与墙面保持紧贴状态,且进行必要的保湿。整个养护期应不少于 7 天。

4.4 处理施工缝 基于阻断射线的作用,根据国标,重混凝土结构的施工缝,除做凿毛和清理的处理外,还一定要做成直角阶梯状。阶梯的垂直面一定要超过 30 毫米。重混凝土和常规混凝土间的缝支模法;与常规的混凝土基本一样。若图纸在施工缝横向的尺寸上并没有明确规定。可用 50×100mm 木方嵌入以流出直角台阶。

5 总结

通过我单位的细致的策划以及全面准备,台山核电厂工程中的重混凝土结构目前均已顺利完工。表面没有出现蜂窝、漏筋与裂缝等问题,工程质量不但超出了相应的规范,同时也获得了业主的一致好评。

参考文献:

- [1]刘桐,刘友忠,徐风广,孙梅.重晶石防辐射混凝土的施工[J].混凝土与水泥制品,2011(2):66-68.
- [2]黄兆恩.重晶石防辐射混凝土的施工[J].城市道桥与防洪,2011(3):64-65.
- [3]覃明勇.重晶石防辐射混凝土的应用[J].广东建材,2008(10):52-53.
- [4]吴华平.防辐射混凝土的质量控制[J].四川建筑科学研究,2002(2):66-67.
- [5]卫继明.防辐射混凝土施工技术[J].山西建筑,2004(10):55-56.