

文章编号:1009-6825(2010)19-0160-03

# 重晶石在泵送混凝土中的试验研究及应用

徐武洪 李丽霞

**摘要:**对重晶石及其在混凝土中的作用作了论述,并对其进行了试验研究及配比确定,工程应用结果表明:重晶石石矿破碎所得的不同级配碎石,经合理配制应用于工程中,使混凝土既具有抗辐射能力又可满足泵送混凝土要求。

**关键词:**重晶石,级配,外加剂,泵送混凝土

**中图分类号:**TU502

**文献标识码:**A

重晶石是以硫酸钡(BaSO<sub>4</sub>)为主要成分的非金属矿产品,其化学性质稳定,不溶于水、无磁性和毒性,可用在混凝土中作为建筑材料投入使用。用于混凝土的重晶石,材质要求BaSO<sub>4</sub>含量应不低于80%<sup>[1]</sup>。采用硅酸盐水泥等材料可与重晶石配制成均匀、密实的防X射线混凝土;在选择一定的配比参数后,其可以满足泵送混凝土的技术要求。

## 1 重晶石简介

重晶石主要成分为硫酸钡,纯重晶石显白色、有光泽,多呈白色或黄色晶状,由于杂质及混入物的影响也常呈灰色、浅红色、浅黄色等,结晶情况相当好的重晶石还可呈透明晶体出现。容重一般在3 000 kg/m<sup>3</sup>~4 700 kg/m<sup>3</sup>,具有比重大、硬度低、性脆的特点。重晶石主要用于石油、化工、油漆、填料等工业部门,其中80%~90%用作石油钻井中的泥浆加重剂。重晶石可按照混凝土中骨料的要求,破碎筛分为5 mm~25 mm和0 mm~5 mm等多种粒级;因矿源有差别,压碎值一般在15%~35%范围内。

## 2 重晶石在混凝土中的作用

将重晶石用于混凝土中一般称为重晶石混凝土,它是防辐射混凝土中的一种,主要是利用其硫酸钡成分屏蔽实验室内产生的X射线等<sup>[2]</sup>。目前作为防射线的屏蔽体,大多数情况均采用重骨料配成重质混凝土,达到防射线的目的。一般用于医院存放放射性医疗设备实验室的墙板梁等工程部位。在采用防X射线的建筑材料中,重晶石混凝土是目前混凝土施工市场的首选。

聚合物水泥防水涂料之名行偷减材料之便,是防水施工单位不顾工程质量只顾盈利而采取的胡乱行为,这就要求现场管理人员必须监督到位。

### 1.3 涂膜的厚度

涂膜的厚度也是影响工程质量的,在实验室时,试样制备分两次或三次涂覆,使试样厚度达到1.5±0.2,太厚的拉伸性能会差一点强度会高一点,太薄拉伸性能会好一点但强度相比而言会差一点,因此在试样的制作过程中应按照要求做。

## 3 试验内容

选择具有代表性的不同矿源重晶石进行试验,按照泵送混凝土对骨料的要求进行破碎筛分,并测试物理性能;不仅将重晶石作为全部粗细骨料用于混凝土试验,而且尝试将其与普通碎石和黄沙进行不同比例混合的混凝土试验;在试验中以常用的最具有代表性的C30强度等级为主,开展混凝土物理性能试验。

### 3.1 骨料

根据重晶石的分布情况,分别收集了矿石含量较多地区重晶石作为试验对象;普通骨料选择泵送混凝土中常用的河砂和天然碎石。

### 3.2 其他原材料

- 1) 水泥。选择上海海豹水泥集团公司生产的普通42.5级水泥。
- 2) 外加剂。选择高效减水剂和高性能减水剂两种。
- 3) 掺合料。选择泵送混凝土常用的粉煤灰和矿粉作为掺合料。

## 4 配比确定

1) 泵送混凝土强度等级为C30,将重晶石的不同粒级分别作混凝土的粗细骨料,考虑到重晶石密度及压碎值较大,配比中胶凝材料用量较普通泵送混凝土用量多一些,以保证混凝土强度满足要求。在配比计算中,分别考虑选用两种减水剂,并根据其不同的减水率确定最终用水量;矿粉和粉煤灰这两种掺合料总量不大于20%。配比设计中要求浆体体积不小于30%,骨料体积不大于70%;按照标准JGJ 55-2000普通混凝土配合比设计规程采用

## 2 结语

影响聚合物水泥基防水涂料涂膜性能的主要因素是:1)液粉比;2)灰聚比;3)成膜方法及厚度。合理的液粉比和灰聚比关系到涂膜的刚性与柔性,养护龄期和制度及成膜方法和厚度也影响着涂膜的拉伸性能。因此在检测及现场施工的过程中要求相关的人员做好相关的工作。

**参考文献:**

- [1] GB/T 23445-2009,聚合物水泥防水涂料[S].

## On inspection of polymer-cement waterproof coating materials

LI Xiao-ming

**Abstract:** By combining with the characteristics of polymer-cement waterproof coating materials, the paper from the stability of the waterproof coating, analyzes all kinds of factors which influence the membrane removal, so as to arouse the emphasis from the construction and inspection personnel.

**Key words:** polymer-cement waterproof coating materials, influential factor, ratio of water and cement, strength, thickness

收稿日期:2010-03-03

作者简介:徐武洪(1966-),男,工程师,中冶天工上海十三冶混凝土分公司,上海 201901

李丽霞(1973-),女,高级工程师,上海宝钢十三冶钱潘建筑材料有限公司研发中心,上海 200941

体积法计算配比各数据,见表 1。

表 1 骨料为重晶石的混凝土配比参数

重晶石类别	细骨料用量 kg/m <sup>3</sup>	粗骨料用量 kg/m <sup>3</sup>	混凝土容重 kg/m <sup>3</sup>	其他参数
	1 054	1 740	3 375	水胶比 0.44 用水量 177 kg/m <sup>3</sup> ~205 kg/m <sup>3</sup> 水泥用量 256 kg/m <sup>3</sup> ~330 kg/m <sup>3</sup> 粉煤灰和矿粉掺量为 20%
	968	1 720	3 269	
	1 024	1 525	3 130	
	1 100	1 800	3 481	

2) 按照上述配比内容分别进行混凝土试验。试验过程与普通混凝土相同,试验方法执行 GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准,试验结果见表 2。

表 2 各配比试验结果

重晶石种类	外加剂型号	坍落度 mm	倒坍时间 s	实测容重 kg/m <sup>3</sup>	各龄期抗压强度/MPa	
					7 d	28 d
BL-805		140	15	3 300	19.3	27.0
		90	22	3 270	26.7	41.2
		105	20	3 070	23.7	39.5
		165	12	3 550	41.2	43.5
LEX-9P		145	14	3 300	21.4	33.9
		115	20	3 305	27.4	44.0
		135	17	3 100	24.8	42.2
		200	10	3 590	43.9	47.0

3) 重晶石与普通砂石混合试验。考虑到部分重晶石的粗骨料压碎值较大、细骨料颗粒较多等特点,从改善上述混凝土中出现的和易性小、强度低等情况作为出发点,尝试将重晶石骨料与普通砂石按一定比例混合使用,对配比进行调整。

同时根据重晶石混凝土在工程中应具备防辐射性能的这一要求,从重晶石容重的角度进行考虑<sup>[2]</sup>,普通碎石黄砂的用量不宜超过 30%。根据重晶石,具体的级配情况,分别用普通砂石替代后进行试验。

结果表明:a.使用部分普通砂石明显改善了重晶石混凝土的和易性,混凝土坍落度都有了一定的增加,可以满足混凝土泵送的要求。b.普通砂石的使用,还使混凝土强度有了一定的改善,最低的强度也达到了设计值的 118%,较全部使用重晶石的混凝土强度提高了 28%。骨料改变前后的 28 d 龄期混凝土强度值比较见图 1。c.使用部分普通砂石后,由于其表观密度均比重晶石小,所以混凝土容重都有一定量减少,从试验结果看出,使用 30% 普通砂石后,重晶石混凝土的容重在 2 980 kg/m<sup>3</sup>~3 160 kg/m<sup>3</sup> 之间,较全部使用重晶石的混凝土容重相应减少 2.9%~5.5%。

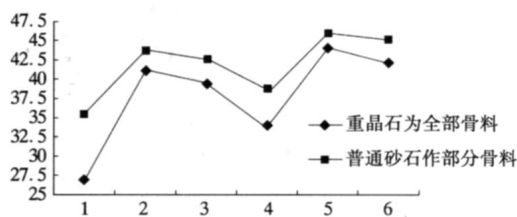


图 1 混凝土中全部使用重晶石粗骨料与使用部分普通砂石骨料的强度比较示意图

## 5 工程应用

### 5.1 工程简介

上海某人民医院扩建工程中地下室 1 层的两个直线加速器机房的墙、顶板和底板设计为重晶石混凝土。设计强度等级为 C30,密度不小于 3 200 kg/m<sup>3</sup>,混凝土方量共约 1 200 m<sup>3</sup>。分两次施工,全部在晚上浇筑。该工程距搅拌站 37 km。运输距离较远。医用直线加速器是放射性较强的医用设备,在使用中如果防护不当,其发出的射线会给周边人员造成伤害。为了防止射线的泄漏,其周边混凝土在成型后不应钻孔,更不能有穿透的施工缝。

### 5.2 远距离施工模拟试验

1) 按照工程中对混凝土容重的要求,选用重晶石作为此次工程应用的粗细骨料及其相应混凝土配比;2) 在搅拌站内实际生产时,考虑到混凝土密度较大,因此每一盘搅拌方量为 0.6 m<sup>3</sup>;3) 为防止重晶石骨料在搅拌过程中过粘,搅拌时间定为 20 s;4) 根据搅拌车的载重量,每车运输方量定为 5 m<sup>3</sup>;5) 考虑到该重晶石混凝土的密度达到普通混凝土密度的 1.36 倍,同时此次运输距离为 40 km,因此选择使用上海施维英机械制造有限公司的固定式输送泵;6) 模拟现场施工条件,铺设泵管 70 m 及设置 4 个弯头;7) 现场振捣时要求振到即可,振捣时间不宜长,避免骨料较重产生下沉现象;8) 浇筑完毕后,及时进行覆盖养护;9) 模拟试验中混凝土计划方量为 10 m<sup>3</sup>,浇筑处为一块 500 mm 厚的地坪。

混凝土运至模拟现场后,和易性良好,泵送过程顺利。卸料后,局部振捣,目测表面没有外露碎石即可。该混凝土第 2 天全部凝固,随即进行洒水养护。7 天后观察侧面没有开裂等现象。混凝土性能检测结果见表 3。

表 3 混凝土现场模拟试验结果

取样位置	坍落度 mm	容重 kg/m <sup>3</sup>	各龄期强度/MPa			
			3 d	7 d	14 d	28 d
搅拌站	190	3 390	12.0	22.6	31.5	38.1
模拟现场	165	3 410	11.5	19.9	28.9	36.2

### 5.3 实际应用

2009 年 4 月 1 日和 5 月 3 日共供应重晶石混凝土 1 300 m<sup>3</sup>,配备固定泵两台,采用试验时使用的固定泵,其中一台备用;搅拌车 20 台,施工时间选择在晚上。生产中全部按照模拟试验中的技术要求进行,即搅拌时间为 20 s,每辆搅拌车内装 5 m<sup>3</sup>。供应过程顺利,现场泵送没有发生堵泵堵管现象;出场坍落度控制在 180 mm~200 mm,到现场后实测为 160 mm。每小时实际泵送 30 m<sup>3</sup>。施工单位进行了覆盖洒水养护,混凝土硬化后表面平整,没有裂缝,混凝土强度等情况见表 4。

表 4 生产的混凝土质量情况

供应时间	各龄期强度/MPa					容重 kg/m <sup>3</sup>
	3 d	7 d	14 d	21 d	28 d	
2009.04.08	17.7	23.6	29.3	33.0	35.7	3 280
2009.05.09	17.2	22.5	30.1	32.7	38.4	3 450

## 6 结语

1) 该矿石易与其他较轻矿石混长,在应用于工程时要严格执行表观密度等项目的检测,减少材料不均质可能产生的不良影响。对不同产地材料都应试验后才根据其具体性能运用到工程中。2) 由于重晶石压碎值偏大,运输过程中易粉碎,储备材料时 5 mm 以上颗粒应适当增加数量,5 mm 以下的则应适当减少;并且在混凝土配比设计及试验中注意砂率和用水量的调整,通过测试坍落度值和倒坍时间等,控制和易性可以满足泵送商品混凝土的要求。3) 以混凝土满足泵送要求为着眼点,配比设计应考虑以下几个因素:水泥浆体积不应小于 30%;混凝土密度的满足主要通过重晶石解决;当密度指标很高时,应考虑胶凝材料的更换;混凝土和易性应反复验证后方可应用于泵送施工中。4) 宜选择固定式泵,泵送量宜控制在 30 m<sup>3</sup>/h~45 m<sup>3</sup>/h。泵送时坍落度宜控制在 140 mm~160 mm。5) 由于重晶石混凝土较重,在施工时应组织好施工队伍及时处理好接管拆管等工作,不能因此而耽误混凝土浇筑时间。

### 参考文献:

[1] 李继业,刘福圣. 新型混凝土实用技术手册[M]. 北京:化学工业出版社,2005:330-344.

# 水暖电气

文章编号:1009-6825(2010)19-0162-02

## 天然气管网定线研究

王 鑫 沈致和

**摘 要:**在分析和研究最新给水管网计算和物流输配计算的基础上,对天然气管网的设计方案进行了评价,使用图论方法分析了天然气管网的定线问题,并在最短生成树的基础上尝试使用贪心算法定量的讨论天然气调压站选址,以使得天然气初投资最省。

**关键词:**管网优化,最短生成树,贪心算法

**中图分类号:** TU996.7

**文献标识码:** A

集输管网的优化,是一个多学科互相交叉运用的课题,涉及到最优化、运筹学、图论方面的数学理论、技术经济评价以及如何通过计算机实现优化的问题等方面。天然气集输管网系统的优化设计主要解决以下三个问题:1)布局优化问题:确定网络的拓扑形式,即确定管网连接形式以及布站方式;2)位置优化问题:确定中间站的位置;3)参数优化问题:确定各管径、壁厚等参数。

将各个子问题统一起来,求得整个天然气集输管网系统的优化设计方案。

本文研究了国内外天然气设计的成果,在此基础上重点讨论了天然气调压站布局和天然气管网布线及管网的水力计算。尝试用新的思路简化复杂的天然气布局最优化问题,并基于贪心算法,图论中的最短树思想使用 C++ 软件编制了一套程序,定量分析了一个工程实例中遇到的调压站选址问题及其布线问题。

### 1 天然气管网定线作用

一般来说天然气管网定线问题包括两个部分:1)选择在一个城镇的道路管网中,哪些道路铺设天然气管网。很显然并不是所有的道路都需要铺设天然气管网,这一点在人口密度相对稀疏的地区尤其明显,在人口稠密的地区,天然气管线繁多,天然气管网的铺设更多考虑根据用气区的用户分布,然后按街道形状布置。而人口稀疏的地区天然气管网也相对稀疏,在这种情况下管网的定线,对整个天然气管网设计的经济性都有非常大的影响。2)选择调压站的数量、位置、作用半径。我们把天然气管网的初投资大致分为:管网投资+调压站投资。调压站是天然气管网不同于其他管网的一个显著特点,它连接中压天然气管道和低压天然气管道。相对于低压管网而言,我们可以把各个调压站看作一个个气源。而每一个小气源的作用半径都是有限的,而且气源的位置对管道的布线显然也有影响。所以如何确定调压站的个数、位

置,使得管道和调压站之间达到比较协调的组合是我们要考虑的第二个问题。

### 2 实例演示

图 1 的背景是一个城镇的道路图,因为天然气管道是沿着道路铺设的,所以我们将道路模型提炼出来,将各个节点标注,并注明各个节点之间的距离。

#### 2.1 问题描述

天然气管道布局的最优化问题可简略的概括为:在保证所有用户都能正常用气的情况下,使总投资最省。总投资包括两个方面:1)调压站投资;2)管道投资。

这两项投资是此消彼长的关系,我们可以想象一下如果只先用一个调压站,那么只有把几乎所有道路都铺设管道才能达到每个用户用气的目的。这样管道的投资必然是最大的,但相反使调压站的投资变得最小。反之亦然增加调压站投资,但可以减少管道的投资。

#### 2.2 三个假设

为了使得下一步优化分析得以进行,有必要先提出三个假设:

1)确定网络图的权值,假设存在平均管道价格。根据山东烟台恒泰实业有限公司的 SDR17.6, de40 管价格为 4.32 元/m,我们先假定低压干管平均价格采用 de40 管的价格(如果在水力计算时发现假定管径平均值和计算出入较大,可修改该数值),加上开挖填埋费用 6 元/m,故总管道费记作 10.32 元/m。

2)调压站价格,根据河北鑫星调压器有限公司出品的 RTZ-31FQ 型燃气调压箱,输出管径 DN32~DN63,价格为 2 000 元,我们采用两台调压器串联组成的工作监控调压器,加上配套设施,一个调压站价格记为 5 000 元。

3)家用煤气灶的额定压力为 784 Pa 或 980 Pa。为达到这一

[2] 雍 本.特种混凝土配合比手册[M].北京:科学技术出版社,2003:372-376.

社,2003:372-376.

## Experimental research and application of barite in pumping concrete

XU Wu hong LILi xia

**Abstract:** This thesis describes the barite and its role in the concrete, and makes an experiment study and ratio identification for the barite. The engineering application shows that: if different graded broken stones through barite crushing quarry are applied in the project after reasonable preparation, it will make the concrete not only possess anti-radiation capacity but also meet with pumping concrete requirements.

**Key words:** barite, grading, additive agent, pumping concrete

收稿日期:2010-03-07

作者简介:王 鑫(1983-),男,合肥工业大学硕士研究生,安徽 合肥 230009

沈致和(1963-),男,教授,合肥工业大学,安徽 合肥 230009