

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50557 – 2010

重晶石防辐射混凝土应用技术规范

Technical code for barite concrete against radiation

2010 – 05 – 31 发布

2010 – 12 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 631 号

关于发布国家标准 《重晶石防辐射混凝土应用技术规范》的公告

现批准《重晶石防辐射混凝土应用技术规范》为国家标准,编号为 GB/T 50557—2010,自 2010 年 12 月 1 日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一〇年五月三十一日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008 年工程建设标准规范制订、修订计划(第一批)〉的通知》(建标〔2008〕102 号)的要求,规范编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定了本规范。

本规范的主要技术内容是:总则;术语和符号;材料;设计;混凝土配合比设计及性能;施工;质量验收。

本规范由住房和城乡建设部负责管理,湖南省住房和城乡建设厅负责日常管理,湖南省第六工程有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送湖南省第六工程有限公司《重晶石防辐射混凝土应用技术规范》编制组(地址:湖南省长沙市劳动西路 296 号,邮政编码:410015;E-mail:hn6j2008@163.com),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:湖南省第六工程有限公司

湖南省第四工程有限公司

参 编 单 位:湖南省建筑工程集团总公司

中南大学

湖南大学

湖南省建筑材料研究设计院有限公司

深圳中广核工程设计有限公司

湖南省劳动卫生职业病防治所

湖南科创高新工程检测有限公司

湖南建工混凝土有限公司

中广核工程有限公司

西南交通大学
长沙理工大学
中国建筑第三工程局有限公司
湖南省第二工程有限公司
湖南省电力勘测设计院

主要起草人：方东升 陈光乐 任 伟 肖 奕 伍灿良
李耀庄 刘忠良 张卫党 陈东辉 李世秋
向三祥 陈鸿钧 朱 林 陈 浩 虞 奇
唐昌辉 董占发 李再春 李固华 常 旗
杨 志 王景平 杨伟军 左恒忠 常科龙
王 军 朱前亮 张赛赛
主要审查人：叶可明 白生翔 杨承愬 沈蒲生 陈火炎
丁 威 王福川 黄政宇 张友亮 龚学余
林志凯 唐耀远 龚振斌

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	材 料	(4)
3.1	一般规定	(4)
3.2	重晶石粗细骨料	(4)
3.3	其他材料	(6)
4	设 计	(7)
4.1	防辐射设计	(7)
4.2	结构设计	(7)
4.3	构造要求	(8)
5	混凝土配合比设计及性能	(11)
5.1	混凝土配合比设计	(11)
5.2	混凝土性能	(13)
6	施 工	(15)
6.1	一般规定	(15)
6.2	混凝土制备	(15)
6.3	混凝土运输	(16)
6.4	模板及钢筋工程	(16)
6.5	混凝土浇筑和养护	(17)
7	质量验收	(19)
7.1	质量检验	(19)
7.2	工程验收	(19)

附录 A 重晶石防辐射混凝土检验批质量验收记录	(20)
本规范用词说明	(22)
引用标准名录	(23)
附:条文说明	(25)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Materials	(4)
3.1	General requirement	(4)
3.2	Coarse and fine aggregate of barite	(4)
3.3	Other materials	(6)
4	Design	(7)
4.1	Design of radiation shielding	(7)
4.2	Structural design	(7)
4.3	Detailing requirement	(8)
5	Design of mix proportion and performance of barite concrete	(11)
5.1	Design of mix proportion of barite concrete	(11)
5.2	Performance of barite concrete	(13)
6	Construction	(15)
6.1	General requirement	(15)
6.2	Preparation of barite concrete	(15)
6.3	Transportation of barite concrete	(16)
6.4	Formworks and steel bars	(16)
6.5	Pouring and curing of barite concrete	(17)
7	Quality acceptance	(19)
7.1	Quality inspection	(19)

7.2 Project acceptance	(19)
Appendix A Quality inspection and acceptance records for barite concrete against radiation	(20)
Explanation of wording in this code	(22)
List of quoted standards	(23)
Addition: Explanation of provisions	(25)

1 总 则

1.0.1 为确保重晶石防辐射混凝土的质量,做到安全适用、经济合理、质量可靠、技术先进,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于工业、农业、医疗、人防和科研试验等方面的现浇重晶石防辐射混凝土工程的设计、施工和质量验收,不适用于因环境温度或辐射发热导致结构内部温度超过 80°C 的工程。

1.0.3 未经设计许可或技术鉴定,不得改变重晶石防辐射混凝土结构用途和使用环境。

1.0.4 本规范规定了重晶石防辐射混凝土工程设计、施工和质量验收的基本技术要求。当本规范与国家法律、行政法规的规定相抵触时,应按国家法律、行政法规的规定执行。

1.0.5 重晶石防辐射混凝土工程的设计、施工和质量验收,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 重晶石 barite

以硫酸钡为主要矿物成分的矿石。本规范所指重晶石为硫酸钡含量(按质量计)不少于 85% 的矿石。

2.1.2 重晶石细骨料 fine aggregate of barite

由重晶石矿石经破碎、筛分而得的,粒径小于 4.75 mm 且不小于 75 μ m 的重晶石颗粒。

2.1.3 重晶石粗骨料 coarse aggregate of barite

由重晶石矿石经破碎、筛分而得的,粒径不小于 4.75mm 的重晶石颗粒。

2.1.4 重晶石粉 barite powder

重晶石骨料中硫酸钡含量(按质量计)不少于 80%,粒径小于 75 μ m 的颗粒。

2.1.5 混凝土表观密度 apparent density of barite concrete

混凝土拌和物捣实后的单位体积的质量。

2.1.6 化合水 combined water

参与物质分子组成,以 H^+ 基、 OH^- 基和 H_2O 分子形式存在于物质中的水,包括结构水和结晶水。

2.1.7 重晶石防辐射混凝土 barite concrete against radiation

重晶石骨料占骨料总质量不少于 70%,表观密度不小于 2800kg/m³ 的混凝土,用于防护和屏蔽辐射的混凝土。

2.1.8 重晶石防辐射混凝土结构 structure of barite concrete against radiation

以重晶石防辐射混凝土为主要材料建造并满足辐射防护要求的工程结构。

2.2 符 号

$f_{\text{cub},0}$ ——重晶石防辐射混凝土配制强度；

$f_{\text{cub},k}$ ——重晶石防辐射混凝土立方体抗压强度标准值；

σ_b ——重晶石防辐射混凝土的强度标准差；

α_a, α_b ——回归系数；

$\frac{W}{C}$ ——混凝土水灰比；

f_{ce} ——水泥 28d 抗压强度实测值；

ρ_b ——重晶石防辐射混凝土的表观密度；

f_{ckb} ——重晶石防辐射混凝土的轴心抗压强度标准值；

f_{tkb} ——重晶石防辐射混凝土的轴心抗拉强度标准值；

f_{cb} ——重晶石防辐射混凝土的轴心抗压强度设计值；

f_{tb} ——重晶石防辐射混凝土的轴心抗拉强度设计值；

E_{cb} ——重晶石防辐射混凝土的弹性模量。

3 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 同一工程的重晶石防辐射混凝土所用重晶石粗细骨料宜选用同一矿床或同一产地的重晶石。

3.1.2 重晶石防辐射混凝土可全部采用重晶石骨料,也可掺入部分普通混凝土用的砂、石或其他表观密度比普通混凝土用砂、石大的骨料。

3.1.3 对防中子射线要求较高的工程结构,宜在重晶石防辐射混凝土中掺加含化合水的矿石骨料或含锂、硼等轻元素的材料。

3.1.4 重晶石防辐射混凝土所用原材料除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

3.2 重晶石粗细骨料

3.2.1 重晶石细骨料宜为中砂,且颗粒级配宜符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 中Ⅱ区的规定。重晶石粗骨料应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 中连续级配的规定。

3.2.2 重晶石细骨料的质量与技术性能指标应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 重晶石细骨料的质量与技术性能指标

项 目	指 标		
	I 级	Ⅱ 级	Ⅲ 级
硫酸钡含量(按质量计,%)	≥95	≥90	≥85
放射性	合格	合格	合格
有机物	合格	合格	合格

续表 3.2.2

项 目	指 标		
	I 级	II 级	III 级
泥块含量(按质量计,%)	≤ 0.2	≤ 0.5	≤ 0.8
重晶石粉(按质量计,%)	≤ 8.0	≤ 6.0	≤ 4.0
硫化物及其他硫酸盐含量 (折算成 SO_3 按质量计,%)	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5

3.2.3 重晶石粗骨料的质量与技术性能指标应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 重晶石粗骨料的质量与技术性能指标

项 目	指 标		
	I 级	II 级	III 级
硫酸钡含量(按质量计,%)	≥ 95	≥ 90	≥ 85
表观密度(kg/m^3)	≥ 4400	≥ 4200	≥ 3900
放射性	合格	合格	合格
针片状颗粒(按质量计,%)	≤ 20.0	≤ 15.0	≤ 10.0
有机物	合格	合格	合格
泥块含量(按质量计,%)	≤ 0.1	≤ 0.2	≤ 0.4
重晶石粉(按质量计,%)	≤ 5.0	≤ 3.0	≤ 2.0
压碎指标(%)	≤ 30.0	≤ 25.0	≤ 25.0
硫化物及其他硫酸盐含量 (折算成 SO_3 按质量计,%)	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5

3.2.4 重晶石粗细骨料的硫酸钡质量含量应按照现行行业标准《非金属矿物和岩石化学分析方法》JC/T 1021.7 的规定进行检测。重晶石粗细骨料的放射性检测应按照现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定执行。重晶石粗细骨料的其他性能指标检测应按照国家现行标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 和现行国家标准《建筑用砂》GB/T 14684、《建筑用卵石、碎石》GB/T 14685 中的相关规定执行。

3.3 其他材料

3.3.1 重晶石防辐射混凝土宜选用通用硅酸盐水泥,中、低热硅酸盐水泥,钡水泥和锶水泥等,并应符合国家现行有关标准的规定。

3.3.2 重晶石防辐射混凝土所用矿物掺和料宜选用粒化高炉矿渣粉、Ⅱ级及以上粉煤灰等材料,并应符合国家现行有关标准的规定。

3.3.3 重晶石防辐射混凝土所用的外加剂应符合国家现行标准《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119和《混凝土膨胀剂》JC 476的有关规定。

4 设 计

4.1 防辐射设计

4.1.1 辐射屏蔽设计应符合现行国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871 的有关规定。

4.1.2 重晶石防辐射混凝土结构应进行辐射屏蔽专项设计。辐射屏蔽设计应结合工程项目所使用的辐射源项的类型、射线能量、活度、工作负荷、建筑物的空间尺寸等情况,以及工程项目对重晶石防辐射混凝土表观密度、化合水含量的要求,依据国家现行有关辐射防护标准对剂量限值、剂量约束值、关键居留点的剂量率控制值的规定,确定重晶石防辐射混凝土厚度。

4.1.3 当重晶石防辐射混凝土结构中存在嵌入件或贯穿件等薄弱部位时,应由辐射屏蔽专业人员采用增设局部屏蔽体、管道在屏蔽结构内曲折穿行及合理调整嵌入件或贯穿件位置等措施。

4.2 结构设计

4.2.1 重晶石防辐射混凝土结构设计应采用概率极限状态设计法,以可靠指标度量结构构件的可靠度,采用分项系数的设计表达式进行设计。

4.2.2 重晶石防辐射混凝土结构设计使用年限宜按照现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的规定确定,也可由业主和设计人员共同确定。

4.2.3 重晶石防辐射混凝土结构构件设计应根据承载能力极限状态和正常使用极限状态的要求,分别对其承载力及稳定、变形、抗裂及裂缝宽度和温度应力进行计算或验算,并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

4.2.4 对于有抗震设防要求的重晶石防辐射混凝土结构,应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定进行结构构件的抗震设计,其抗震构造措施宜提高一度进行抗震设防。对于地震烈度为九度和已按国家现行有关标准要求提高抗震设防烈度的结构,不应再提高抗震设防烈度要求。

4.2.5 重晶石防辐射混凝土结构构件的最大裂缝宽度限值不应大于 0.2mm,且不得出现贯通构件厚度方向的裂缝。

4.2.6 重晶石防辐射混凝土的耐久性设计应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的规定。

4.3 构造要求

4.3.1 重晶石防辐射混凝土结构伸缩缝最大间距不宜超过表 4.3.1 的规定。当超过表中的限值时,应采取有效的抗裂措施或设置伸缩缝。伸缩缝的设置宜避开有辐射防护要求的部位。当伸缩缝无法避开有防辐射要求的部位时,其构造做法应满足辐射防护的要求。

表 4.3.1 重晶石防辐射混凝土结构伸缩缝最大间距(m)

结构类别		室内或土中	露天
剪力墙结构	现浇	40	25
地下室墙壁等	现浇	25	—

4.3.2 重晶石防辐射混凝土结构中钢筋主筋、箍筋、分布筋的混凝土保护层厚度不得小于相应钢筋的公称直径,板、墙等面形构件的最外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 20mm,梁、柱等条形构件的最外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 25mm,且均应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 中不同环境作用下钢筋的保护层最小厚度的规定,不得按有利环境作用考虑减小混凝土保护层厚度。

4.3.3 重晶石防辐射混凝土结构构件的纵向受力钢筋的最小配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

4.3.4 重晶石防辐射混凝土结构中板、梁、柱、墙及节点的基本规定和构造要求,除应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定外,尚应符合下列规定:

1 板的上、下面层沿纵横两个方向宜双向配筋。板钢筋直径不宜小于 12mm,间距不应大于 200mm。当板厚超过 1600mm 时,沿厚度方向间距不超过 800mm 应设置一层双向钢筋网片,钢筋直径不宜小于 12mm,钢筋间距不宜大于 200mm。

2 墙的水平钢筋和竖向钢筋间距均不应大于 200mm,钢筋直径不宜小于 12mm。墙的两侧配筋率均不宜小于 0.2%。当墙厚超过 1200mm 时,沿厚度方向间距不超过 600mm 应设置一层双向钢筋网片,钢筋直径不宜小于 12mm,钢筋间距不宜大于 200mm。

4.3.5 重晶石防辐射混凝土结构预留孔洞、穿墙线管和施工缝的留设及构造设计应符合下列规定:

1 墙体水平施工缝不得留设平缝,应留设成凹凸水平施工缝(图4.3.5-1)。重晶石防辐射混凝土结构不宜留设垂直施工缝,当需要留设时,应在垂直施工缝中间位置加设钢板带。梁、板需要留设水平施工缝时,其接合部位宜预设附加插筋。

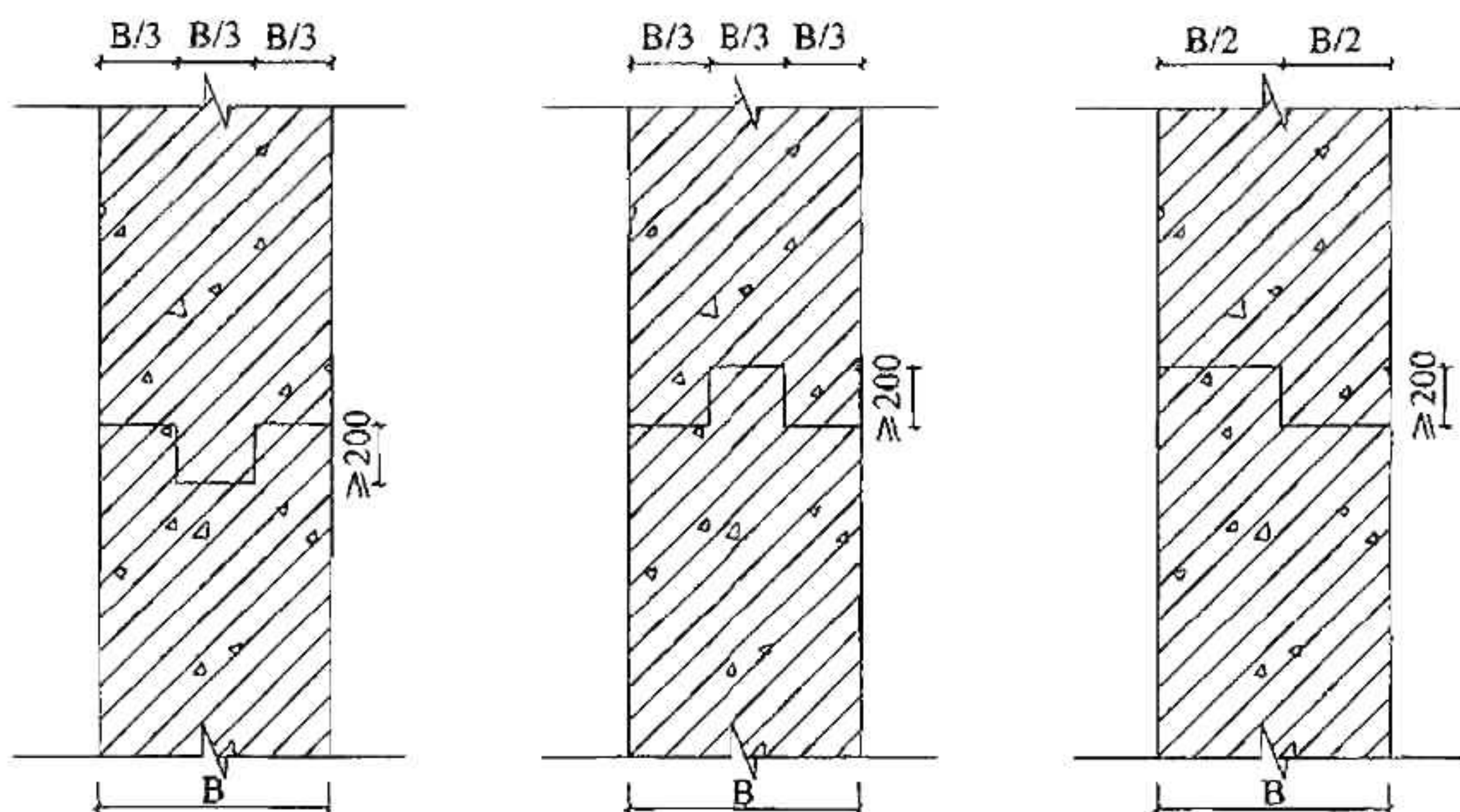


图 4.3.5-1 凹凸水平施工缝做法

2 重晶石防辐射混凝土结构中的主要防护墙、防护板上不得留设穿墙孔洞或线管。次要防护墙、防护板不宜留设直线型穿墙孔洞或线管,宜采用折线型或 U 字形预留穿墙孔洞或线管(图 4.3.5-2),折线形式和尺寸应根据孔洞或线管的大小和特征确定,并应使射线不能通过孔洞或线管直接穿过结构构件。预留孔洞或线管的相应部位应进行辐射防护补偿处理。当次要防护墙、防护板需要采用直线穿管时,直线穿管宜与防护墙或防护板斜交,并不得与射线方向平行,在套管空隙中应填注防辐射材料封堵或采用封板等其他有效的辐射防护措施。套管空隙的封堵及薄弱部位的防护补偿处理应符合辐射屏蔽设计专业的要求。

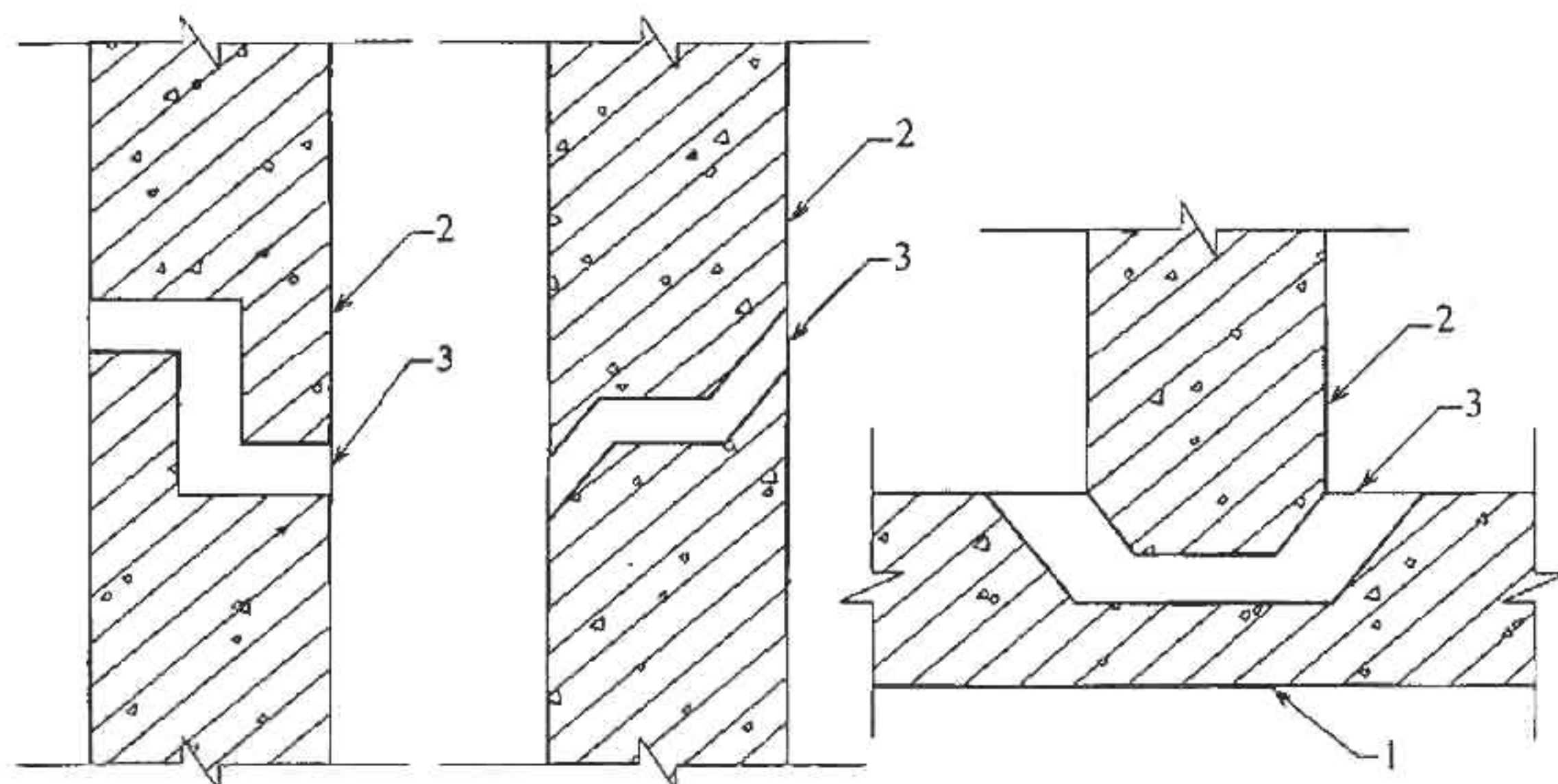


图 4.3.5-2 防护墙上预留孔洞、套管折线穿墙

1—底板;2—防护墙;3—折线穿墙预留孔洞(套管)

4.3.6 重晶石防辐射混凝土结构的薄弱部位或应力集中部位,应采取增加附加钢筋、暗柱、暗梁等构造加强措施。

4.3.7 对温差较大的地区,重晶石防辐射混凝土外露结构面层可增设温度钢筋网片,钢筋网片钢筋直径不宜小于 4mm,钢筋间距不宜大于 200mm。

5 混凝土配合比设计及性能

5.1 混凝土配合比设计

5.1.1 重晶石防辐射混凝土的配合比应根据其表观密度和强度等设计要求选择原材料进行计算,并应经实验室试配、调整后确定。

5.1.2 重晶石防辐射混凝土配制强度应按下式计算:

$$f_{\text{cub},0} \geq f_{\text{cub},k} + 1.645\sigma_b \quad (5.1.2)$$

式中: $f_{\text{cub},0}$ ——重晶石防辐射混凝土配制强度(N/mm²);

$f_{\text{cub},k}$ ——重晶石防辐射混凝土立方体抗压强度标准值(N/mm²);

σ_b ——重晶石防辐射混凝土强度标准差(N/mm²)。

5.1.3 重晶石防辐射混凝土强度标准差宜根据同品种、同强度等级重晶石防辐射混凝土的统计资料计算确定,且强度试件组数不应少于 25 组。当无统计资料时,重晶石防辐射混凝土强度标准差可按表 5.1.3 的规定确定。

表 5.1.3 重晶石防辐射混凝土强度标准差 σ_b 值(N/mm²)

混凝土强度等级	C20	C25~C35	C40
标准差 σ_b (N/mm ²)	4.5	5.5	6.5

5.1.4 重晶石防辐射混凝土的水灰比可按下式计算:

$$\frac{W}{C} = \frac{\alpha_a \cdot f_{\text{ce}}}{f_{\text{cub},0} + \alpha_a \alpha_b f_{\text{ce}}} \quad (5.1.4)$$

式中: α_a 、 α_b ——回归系数, α_a 取 0.55, α_b 取 0.45;

$\frac{W}{C}$ ——混凝土水灰比;

$f_{\text{cub},0}$ ——重晶石防辐射混凝土配制强度(N/mm²);

f_{cc} ——水泥 28d 抗压强度实测值(N/mm²)。

5.1.5 单位体积重晶石防辐射混凝土的基准用水量可按表5.1.5取值。当坍落度大于 90mm 时,重晶石防辐射混凝土的用水量可按表 5.1.5 中坍落度为 75mm~90mm 的用水量为基数,按坍落度每增大 20mm 用水量增加 5kg 进行调整;掺用外加剂或掺和料时,用水量应相应调整。

表 5.1.5 重晶石防辐射混凝土的基准用水量(kg/m³)

坍落度(mm)	重晶石粗骨料最大粒径(mm)			
	16.0	20.0	31.5	40.0
10~30	190	180	175	160
35~50	200	190	185	170
55~70	210	200	195	180
75~90	220	210	205	190

注:本表用水量系采用重晶石细骨料为中砂时的平均取值。采用重晶石细骨料为细砂时,每立方米重晶石防辐射混凝土用水量增加 4 kg ~8kg;采用重晶石细骨料为粗砂时,每立方米重晶石防辐射混凝土用水量减少 4 kg ~8 kg。

5.1.6 当无统计资料可供参考时,重晶石防辐射混凝土砂率的确定应符合下列规定:

1 坍落度为 10mm~60mm 的重晶石防辐射混凝土砂率可根据粗骨料粒径及水灰比按表 5.1.6 选取。

2 坍落度小于 10mm 或大于 60mm 的重晶石防辐射混凝土砂率应经过试验确定。

表 5.1.6 重晶石防辐射混凝土砂率(%)

水灰比(W/C)	重晶石粗骨料最大粒径(mm)			
	16.0	20.0	31.5	40.0
0.4	33~38	32~37	31~36	29~34
0.5	36~41	35~40	34~41	32~37
0.6	39~44	38~43	37~42	35~40

注:1 本表数值系重晶石细骨料为中砂的选用砂率,对重晶石细骨料为细砂或粗

砂可相应地减少或增大砂率。

2 砂率系指细骨料与粗细骨料总量的质量比,本表中所指粗细骨料为纯重晶石粗细骨料。

3 掺用普通粗细骨料的重晶石防辐射混凝土砂率应做相应调整。

5.1.7 重晶石防辐射混凝土配合比的试配与调整方法,可按照现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的相关规定执行。

5.2 混凝土性能

5.2.1 重晶石防辐射混凝土表观密度(ρ_b)可按表 5.2.1 的规定分为五个等级,配制密度等级为 1 级和 2 级的重晶石防辐射混凝土宜选用 I 级重晶石细骨料和粗骨料。

表 5.2.1 重晶石防辐射混凝土表观密度等级

密度等级	表观密度范围(kg/m ³)	密度等级	表观密度范围(kg/m ³)
1	$\rho_b \geq 3600$	4	$3000 \leq \rho_b < 3200$
2	$3400 \leq \rho_b < 3600$	5	$2800 \leq \rho_b < 3000$
3	$3200 \leq \rho_b < 3400$	—	—

5.2.2 重晶石防辐射混凝土的强度等级应按立方体抗压强度标准值确定,其强度等级可划分为 C20、C25、C30、C35、C40 五个等级。

5.2.3 重晶石防辐射混凝土轴心抗压强度标准值(f_{ckb})、轴心抗拉强度标准值(f_{tkb})应按表 5.2.3 的规定取值。

表 5.2.3 重晶石防辐射混凝土轴心抗压、
轴心抗拉强度标准值(N/mm²)

强度	重晶石防辐射混凝土等级				
	C20	C25	C30	C35	C40
f_{ckb}	11.4	14.2	17.1	19.9	22.8
f_{tkb}	1.30	1.50	1.70	1.85	2.05

5.2.4 重晶石防辐射混凝土轴心抗压设计值(f_{cb})、轴心抗拉强

度设计值(f_{tb})应按表 5.2.4 的规定取值。

表 5.2.4 重晶石防辐射混凝土轴心抗压、
轴心抗拉强度设计值 (N/mm^2)

强度	重晶石防辐射混凝土等级				
	C20	C25	C30	C35	C40
f_{cb}	8.2	10.1	12.2	14.2	16.2
f_{tb}	0.95	1.10	1.20	1.35	1.45

5.2.5 重晶石防辐射混凝土的受压或受拉弹性模量(E_{cb})应按实际情况通过试验确定。当缺乏试验资料时,可按照表 5.2.5 的规定取值。

表 5.2.5 重晶石防辐射混凝土的受压或受拉弹性模量($\times 10^4 \text{N/mm}^2$)

混凝土强度等级	C20	C25	C30	C35	C40
E_{cb}	2.15	2.40	2.55	2.65	2.75

5.2.6 当温度为 $0^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$ 时,重晶石防辐射混凝土线膨胀系数可按 $(1.6 \sim 2.0) \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ 取值。

5.2.7 重晶石防辐射混凝土的化合水含量应满足工程设计防中子射线的要求。

5.2.8 重晶石防辐射混凝土的最大水灰比与最小水泥用量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

6 施 工

6.1 一 般 规 定

6.1.1 在重晶石防辐射混凝土工程施工前,应编制专项施工方案,并应经审查批准后施工。

6.1.2 重晶石防辐射混凝土施工时,应针对其拌和物表观密度较大、容易产生离析和重晶石骨料性脆易碎等特点,采取相应技术措施。当采用泵送施工时,应按照现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 的相关规定执行。浇筑后,应加强养护。

6.1.3 重晶石防辐射混凝土制备宜采用预拌混凝土搅拌站集中生产,并应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

6.1.4 重晶石防辐射混凝土拌和物制备后和浇筑前,应对工作性能和表观密度进行检验,检验时每 100m^3 同配合比重晶石防辐射混凝土应至少随机抽检 2 次,且每一工作班不应少于 1 次。工作性能检验尚应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902、《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。对有抗冻要求的重晶石防辐射混凝土,应测定其含气量。

6.1.5 对大体积重晶石防辐射混凝土,应按照现行国家标准《大体积混凝土施工规范》GB 50496 的相关规定执行。

6.2 混凝土制备

6.2.1 重晶石粗细骨料的储存应保证均匀性,同时应将不同品种、规格的骨料分别储存。骨料储存场所的地面应为能排水的硬质地面,并应避免雨淋。

6.2.2 重晶石防辐射混凝土应采用强制式搅拌机拌制。搅拌机在使用前应清洗干净,在使用过程中不得搅拌其他品种的混凝土。

6.2.3 重晶石防辐射混凝土原材料的计量均应按质量计。原材料计量的允许偏差应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

6.2.4 原材料投料时,宜先投入粗细骨料、水泥和掺和料,再加入水和外加剂,预拌混凝土搅拌站搅拌时间不应少于 30s,且不宜大于 60s。

6.2.5 重晶石防辐射混凝土制备时,应根据其表观密度与普通混凝土表观密度的比值,相应减少单盘搅拌容量。

6.3 混凝土运输

6.3.1 重晶石防辐射混凝土运输工具应能保证混凝土拌和物的均匀性,宜采用混凝土搅拌运输车。运输量宜根据重晶石防辐射混凝土的表观密度与普通混凝土表观密度的比值相应减少。重晶石防辐射混凝土搅拌运输车应符合现行行业标准《混凝土搅拌运输车》JG/T 5094 的规定。当使用翻斗车运送重晶石防辐射混凝土时,应保证运送容器不漏浆,并应进行覆盖。翻斗车不得用于运送坍落度大于 50mm 的重晶石防辐射混凝土。

6.3.2 重晶石防辐射混凝土从搅拌机出料到施工现场入模的间隔时间不宜超过 90min。当超过 90min 时,应采取相应的技术措施确保混凝土拌和物的性能。

6.4 模板及钢筋工程

6.4.1 重晶石防辐射混凝土结构模板的设计、制作和安装应按现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的规定执行。模板系统荷载计算时,重晶石防辐射混凝土自重应按其设计表观密度取值,模板及支架自重应根据实际情况进行计算。

6.4.2 重晶石防辐射混凝土水平构件宜按混凝土一次浇筑成型的原则进行模板支架系统设计,也可根据实际情况经过设计审核批准后,按照叠合结构分层施工原理设计模板支架系统。

6.4.3 钢筋工程的原材料、加工、安装和验收,应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

6.5 混凝土浇筑和养护

6.5.1 重晶石防辐射混凝土宜采用输送泵输送。根据现场施工条件,也可采用塔吊进行吊运输送,但应采取措施保证连续施工。

6.5.2 重晶石防辐射混凝土拌和物应具有良好的和易性。泵送重晶石防辐射混凝土的可泵性应符合现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 的规定,入泵坍落度不宜大于 180mm。

6.5.3 采用泵送重晶石防辐射混凝土时,最大水平泵送距离应根据重晶石防辐射混凝土的表观密度、输送泵功率、配管情况、输出量等经计算确定,且计算方法应按照现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 的规定执行。

6.5.4 重晶石防辐射混凝土泵送前,应检查确认混凝土泵和输送管中无异物,且混凝土泵和输送管内壁应采用同重晶石防辐射混凝土配合比的重晶石砂浆进行润滑。当润滑用重晶石砂浆用于重晶石防辐射混凝土结构时,应按现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 和施工方案的要求执行。

6.5.5 重晶石防辐射混凝土拌和物的自由倾落高度不应大于 1.5m。

6.5.6 重晶石防辐射混凝土竖向构件应分层浇筑,每层高度不应大于 500mm;浇筑重晶石防辐射混凝土水平构件时,宜采用斜面分层连续浇筑。分层浇筑时,上层与下层的浇筑间歇时间不得超过混凝土的初凝时间。

6.5.7 重晶石防辐射混凝土的振捣应采用插入式振捣器。振捣泵送重晶石防辐射混凝土时,振动棒移动间距宜为 400mm,振捣时间宜控制在 15s~25s,且宜以表面出现浮浆为准。分层振捣时,振动棒应插入下层 50mm。重晶石防辐射混凝土结构板面除应采用插入式振捣器振捣外,尚应采用平板式振捣器配合振捣密实。

6.5.8 施工缝处继续浇筑重晶石防辐射混凝土时,已浇筑重晶石防辐射混凝土的抗压强度不应小于 1.2N/mm^2 。施工前应对结合层重度凿毛、清洗,并应提前 24h 用水湿润。水平施工缝宜先铺设 10mm~15mm 同重晶石防辐射混凝土配合比的重晶石砂浆,再浇筑后续重晶石防辐射混凝土。

6.5.9 重晶石防辐射混凝土入模温度宜控制在 $5^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。当遇炎热、低温、大风或雨雪天气时,应采取保证混凝土浇筑质量符合设计和国家现行有关标准要求的技术措施。

6.5.10 重晶石防辐射混凝土结构构件浇筑完毕后应在 12h 内开始养护,养护持续时间不得少于 14d。竖向构件宜采用带模养护的方法,带模养护时间不宜少于 3d。

7 质量验收

7.1 质量检验

7.1.1 重晶石防辐射混凝土粗细骨料的质量和技术指标应按本规范第 3.2.2 条、第 3.2.3 条的规定进行检验。当所用重晶石粗细骨料由同一矿床的重晶石破碎加工形成时,粗细骨料均应按 300t 为一批,不足 300t 时应作为一批。当所用重晶石粗细骨料不是由同一矿床的重晶石破碎加工形成时,应分批进行检验。

7.1.2 重晶石防辐射混凝土的表观密度应按本规范第 6.1.4 条的规定进行检验,并应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的规定。

7.1.3 重晶石防辐射混凝土的强度检验评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GBJ 107 的规定。

7.2 工程验收

7.2.1 重晶石防辐射混凝土工程的质量验收除应符合本规范的规定外,尚应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定执行。

7.2.2 重晶石防辐射混凝土的原材料及配合比设计检验批和施工检验批应分别按本规范附录 A 中表 A.0.1 和表 A.0.2 进行检查验收。

7.2.3 重晶石防辐射混凝土工程施工完毕后,应委托具备相应资质的检测机构对重晶石防辐射混凝土结构的防辐射效果进行检测和验收,经检测和验收合格的工程方可投入使用。

附录 A 重晶石防辐射混凝土检验批 质量验收记录

**表 A.0.1 重晶石防辐射混凝土原材料及配合比
设计检验批质量验收记录表**

单位(子单位)工程名称					
分部(子分部)工程名称				验收部位	
施工单位				项目经理	
施工执行标准名称及编号					
施工质量验收规范的规定				施工单位检查评定记录	监理(建设)单位验收记录
主控项目	1	重晶石细骨料质量技术指标	第 3.2.2 条 第 7.1.1 条		
	2	重晶石粗骨料质量技术指标	第 3.2.3 条 第 7.1.1 条		
	3	水泥进场检验	第 3.3.1 条		
	4	外加剂质量及应用	第 3.3.3 条		
	5	混凝土中氯化物、碱的总含量控制	GB 50204		
	6	配合比设计	第 5.1 节		
一般项目	1	矿物掺和料质量及掺量	第 3.3.2 条		
	2	拌制混凝土用水	GB 50204		
	3	开盘鉴定	GB 50204		
	4	按砂、石含水率调整配合比	GB 50204		
施工单位检查评定结果		专业工长(施工员)		施工班组长	
		项目专业质量检查员： 年 月 日			
监理(建设)单位验收结论		专业监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)： 年 月 日			

表 A.0.2 重晶石防辐射混凝土施工检验批质量验收记录表

单位(子单位)工程名称					
分部(子分部)工程名称				验收部位	
施工单位				项目经理	
施工执行标准名称及编号					
施工质量验收规范的规定				施工单位检查评定记录	监理(建设)单位验收记录
主控项目	1	混凝土外观密度	第 7.1.2 条		
	2	混凝土强度等级及试件的取样和留置	第 7.1.3 条 GB 50204		
	3	混凝土抗渗及试件取样和留置	GB 50204		
	4	原材料每盘称量的偏差	第 6.2.3 条		
	5	初凝时间控制	第 6.5.6 条 GB 50204		
	6	混凝土养护	第 6.1.5 条 第 6.5.10 条		
	7	施工缝的位置和处理	设计要求 第 6.5.8 条		
一般项目	1	后浇带的位置和浇筑	GB 50204		
	2	工作性检查	第 6.1.4 条		
施工单位检查评定结果		专业工长(施工员)		施工班组长	
		项目专业质量检查员： 年 月 日			
监理(建设)单位验收结论		专业监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)： 年 月 日			

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件允许时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指定应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《混凝土强度检验评定标准》GBJ 107
- 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
- 《混凝土外加剂》GB 8076
- 《建筑用砂》GB/T 14684
- 《建筑用卵石、碎石》GB/T 14685
- 《预拌混凝土》GB/T 14902
- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871
- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068
- 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
- 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
- 《大体积混凝土施工规范》GB 50496
- 《混凝土泵送施工技术规范》JGJ/T 10
- 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
- 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
- 《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162
- 《非金属矿物和岩石化学分析方法》JC/T 1021.7
- 《混凝土搅拌运输车》JG/T 5094
- 《混凝土膨胀剂》JC 476

中华人民共和国国家标准

重晶石防辐射混凝土应用技术规范

GB/T 50557 - 2010

条文说明

制 定 说 明

《重晶石防辐射混凝土应用技术规范》GB/T 50557—2010,经住房和城乡建设部 2010 年 5 月 31 日以第 631 号公告批准发布。

本规范制定过程中,《重晶石防辐射混凝土应用技术规范》编制组进行了重晶石矿石、防辐射工程的调查研究,总结了我国防辐射工程建设的实践经验,同时参考了国外先进技术法规、技术标准,通过试验取得了重晶石混凝土的配合比设计和重晶石混凝土性能指标等重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《重晶石防辐射混凝土应用技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(31)
2	术语和符号	(32)
2.1	术语	(32)
3	材 料	(33)
3.1	一般规定	(33)
3.2	重晶石粗细骨料	(34)
3.3	其他材料	(36)
4	设 计	(39)
4.1	防辐射设计	(39)
4.2	结构设计	(39)
4.3	构造要求	(41)
5	混凝土配合比设计及性能	(43)
5.1	混凝土配合比设计	(43)
5.2	混凝土性能	(44)
6	施 工	(47)
6.1	一般规定	(47)
6.2	混凝土制备	(47)
6.3	混凝土运输	(48)
6.4	模板及钢筋工程	(49)
6.5	混凝土浇筑和养护	(50)
7	质量验收	(52)
7.1	质量检验	(52)
7.2	工程验收	(52)

1 总 则

1.0.1 由于核工业及核技术的发展和放射性同位素在工业、农业、医疗、人防及科研试验等方面的广泛应用,主要用于屏蔽 x 、 γ 和中子射线的重晶石防辐射混凝土应用越来越广泛。目前,对于重晶石防辐射混凝土国内还缺乏相应的执行标准,国外能搜索到的相关资料到目前为止也很少。因此本规范的制定填补了国内这一领域的空白,为现浇重晶石防辐射混凝土的设计、施工和质量验收等提供执行和评价的依据,对促进本领域的技术进步具有现实意义。

1.0.2 根据国防科工委发布的标准《混凝土辐射屏蔽》EJ/T 1144 等资料显示,结构内部温度上升到 80°C 以上时,混凝土中的水分会急剧丧失,防辐射混凝土对中子射线的屏蔽效果将大幅下降,同时对混凝土的耐久性等其他性能也有较大影响。因此本规范规定不适用于因环境温度或辐射发热导致结构内部温度超过 80°C 的工程结构。

1.0.3 重晶石防辐射混凝土的配合比、设计、施工和验收等与结构的用途和使用环境密切相关。重晶石防辐射混凝土在高温等恶劣环境下的防辐射效果尚没有充分的理论和试验依据。若任意改变其用途和使用环境,可能明显影响其防辐射效果,危及结构的安全性和耐久性。因此,改变前需经过设计许可或技术鉴定,否则有可能造成严重的后果。

1.0.5 我国对于普通混凝土已建立较完整的标准体系,重晶石防辐射混凝土与普通混凝土相比主要是在原材料和用途上有较强的特殊性,在其他许多方面具有相同或相似之处。因此,重晶石防辐射混凝土除应符合本规范的相关规定外,尚应满足普通混凝土的相关规范和标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 通过对全国主要重晶石产地和重晶石防辐射混凝土工程的调查,硫酸钡含量为 85% 及以上的矿产较为普遍,且采用硫酸钡含量为 85% 及以上的重晶石,对于防辐射混凝土的表观密度指标控制较为有利。因此,将本标准的重晶石硫酸钡含量下限值定为 85%。

2.1.4 由于重晶石性脆易碎,在重晶石骨料的加工与运输过程中很容易产生一部分粉状颗粒,硫酸钡含量越高的重晶石矿石越易成粉,其粉料中的硫酸钡含量也很高。同时在重晶石矿石的加工过程中,矿石外缘先被破碎,部分成粉,但其硫酸钡含量相对较低。综合调研和试验结果,本规范将重晶石粉的硫酸钡含量下限定为 80%。

2.1.5 重晶石混凝土的表观密度是影响防辐射效果的主要因素。目前工程上在检测混凝土表观密度时,通常是检测捣实后的混凝土拌和物单位体积质量。

3 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 重晶石是以硫酸钡为主要成分的矿物,因成矿年代与环境的不同,不同地区之间的重晶石矿的物理力学性能可能有较大差别,即使是同一地区不同矿床出产的重晶石矿石性能有时也有较明显的差别。为做好材料选择、检测、验收、质量评定工作,保证工程质量,同一工程的重晶石粗细骨料应优先选用同一矿床的重晶石。当同一矿床的重晶石数量不能满足要求时应选用同一产地的重晶石,并做好加工均化工作,力求同批次重晶石粗细骨料的基本性质相同。如受条件所限,同种重晶石矿资源较少,需不同矿床或不同产地的重晶石矿才能满足工程需要时,应分别对不同矿床的重晶石材料进行相关试验,经相关单位确认符合工程设计要求后,方可允许用于同一个工程。

3.1.2 重晶石是含硫酸钡的天然矿石。硫酸钡含量越高,重晶石的表观密度越大,其压碎指标值越大,强度越低,所配制混凝土的强度亦越低。全部用重晶石粗细骨料可配制表观密度为 $2800\text{ kg/m}^3 \sim 4000\text{ kg/m}^3$,混凝土强度为 C20~C40 的重晶石防辐射混凝土,但难以配制强度更高(大于 C40)和表观密度更大的重晶石防辐射混凝土。因此,本规范规定根据工程实际需要,可选用压碎指标值相对较小的普通砂石代替部分重晶石骨料配制强度较高的重晶石防辐射混凝土,或选用干净的钢铁块、铁砂、铁矿石骨料等代替部分重晶石骨料,以配制强度更高、表观密度更大的重晶石防辐射混凝土。配制时应根据试验确定其掺入数量。

3.1.3 原子量小的轻元素对中子射线的防护有利,水是含最轻元素氢最多又易得的材料。尽管混凝土含有一定量的化合水,能防

护一般辐射强度的中子射线,但混凝土所含水的数量有限。为防护较强的中子射线,宜掺加含结晶水的矿物骨料如褐铁矿、蛇纹石或含锂、硼等轻元素的材料,代替部分重晶石骨料配制重晶石防辐射混凝土。配制时应根据防中子射线的要求,来确定含结晶水骨料或含锂、硼等轻元素材料的数量。

3.1.4 重晶石防辐射混凝土的主要材料是重晶石粗细骨料,重晶石的质量最为重要。重晶石粗细骨料除应符合本规范的指标要求外,还应符合国家现行标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52、《建筑用砂》GB/T 14684 和《建筑用卵石、碎石》GB/T 14685 的其他规定要求。重晶石防辐射混凝土拌和用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定要求。

3.2 重晶石粗细骨料

3.2.1 重晶石防辐射混凝土比普通混凝土容易产生分层离析,细骨料的级配对混凝土的工作性、强度、匀质性等有重要影响。良好的细骨料级配可制得流动性好、不易离析、泌水少和均匀密实的混凝土,这对防辐射混凝土非常重要。因此,对用于重晶石防辐射混凝土的细骨料级配要求较严,本规范规定重晶石细骨料的级配宜为Ⅱ区中砂。粗骨料的间断级配较连续级配容易导致混凝土分层离析。因此,重晶石粗骨料宜采用连续级配。过大的重晶石粗骨料对混凝土拌和物的工作性和匀质性不利,故其最大粒径的选择应考虑钢筋间距,并宜选择偏小的数值,对泵送混凝土更应如此。

3.2.2 重晶石为含硫酸钡的矿物,密度大,化学性质稳定,矿物中主要伴生有石英、方解石、萤石、铁矿石、黏土等。硫酸钡含量越高,重晶石表观密度越大,则所配混凝土的密度愈大,防辐射能力愈强。伴生矿物对重晶石混凝土的表观密度影响较大,对重晶石混凝土的其他性能影响较小。根据对全国重点重晶石矿区和重晶石防辐射混凝土工程的调研,参考其他行业用重晶石的分级情况,本规范将重晶石防辐射混凝土所用重晶石细骨料分为三个级别。

I级重晶石硫酸钡含量不低于95%，II级重晶石硫酸钡含量不低于90%，III级重晶石硫酸钡含量不低于85%。

重晶石细骨料中的放射性检测按现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 执行。

重晶石细骨料中的有机物检验按比色法确定。

骨料的泥块含量影响混凝土的需水量、强度和耐久性，也影响重晶石混凝土表观密度和防辐射性能，参考现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的相关规定相应地对重晶石细骨料的泥块含量做了限制。

重晶石矿物性脆易碎，在重晶石矿的开采、破碎加工及运输过程中均会产生一定的粉料，且硫酸钡含量越高的重晶石产生的粉料越多，这种粉料往往硫酸钡含量高，能增加混凝土浆量，对提高混凝土拌和物的工作性能和防止混凝土分层离析有利。但过高的粉料含量也对混凝土性能产生不利影响。因此，根据实践情况和结合试验数据，将细骨料中允许的粉料含量做了相应的限制。

同普通混凝土对细骨料的要求一样，重晶石细骨料不应混有草根、树叶、树枝、塑料、煤块和炉渣等杂物。

重晶石为含钡硫酸盐矿物，化学性质稳定，对混凝土性能没有影响。而除硫酸钡外的硫化物及其他硫酸盐对混凝土性能有不利影响。因此，本规范规定硫化物及其他硫酸盐含量指标即指除硫酸钡外的硫化物及硫酸盐含量的指标。

重晶石细骨料其他质量要求与普通混凝土用砂要求相同，其检测方法一样。

3.2.3 根据重晶石硫酸钡的含量，将重晶石粗骨料分为3级，I级重晶石硫酸钡含量不低于95%，II级重晶石硫酸钡含量不低于90%，III级重晶石硫酸钡含量不低于85%。

重晶石粗骨料中的放射性检测按现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 执行。

重晶石粗骨料中的有机物检验按比色法确定。

重晶石防辐射混凝土的表观密度和强度主要决定于重晶石粗骨料。由于重晶石性脆易碎,高强度等级混凝土的破坏往往首先是粗骨料破坏。而重晶石的硫酸钡含量越高,表观密度越大,其性愈脆,压碎指标值越大。太易碎的重晶石矿石对混凝土的强度不利。因此,本规范根据试验结果对重晶石粗骨料的压碎指标值做了规定。

针片状颗粒数量对混凝土质量有不利影响。针片状颗粒多,混凝土工作性差,进而影响混凝土施工,影响混凝土密实性和强度。由于重晶石为斜方晶系的矿物,晶体多呈板状和柱状,因此破碎加工的重晶石碎石较普通碎石有更多的针片状颗粒,且重晶石硫酸钡含量越高其碎石中的针片状颗粒数量越多。参考现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 和相关试验结果,本规范确定Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级重晶石粗骨料的针片状颗粒的上限值分别为20.0%、15.0%、10.0%。在选择重晶石矿时,宜选择隐晶质重晶石矿,避免选择矿物解理完全的重晶石矿。

重晶石矿物性脆易碎,在加工及运输过程中均会产生一定的粉料,硫酸钡含量越高的重晶石矿物其重晶石粉料越多,因此在粗骨料中容许含有一定的重晶石粉料。

本规范规定硫化物及其他硫酸盐含量指标即指除硫酸钡外的硫化物及硫酸盐含量指标。

重晶石粗骨料其他质量要求与普通混凝土用石要求相同,其检测方法一样。

3.2.4 由于重晶石骨料易碎,机械筛分时易产生粉料,因此在进行相关试验时重晶石骨料宜手工筛分。

3.3 其他材料

3.3.1 重晶石防辐射混凝土中所用水泥的选择与普通混凝土所用水泥的选择相比应考虑如下特点:配制重晶石防辐射混凝土首先考虑的性能是混凝土的表观密度,其次是混凝土的强度;特别是

高强度等级的重晶石防辐射混凝土强度主要由重晶石粗骨料决定,而水泥强度的影响居于次要位置;重晶石防辐射混凝土一般为大体积混凝土,应充分考虑水泥水化热对混凝土性能的影响;与水结合得越多的水泥对防中子射线越有利。

显然,水化热较低、与水结合较多且同时强度又较高的水泥是最好的。而水化热较高的水泥宜与较多矿物掺和料配合使用,同时综合考虑其对混凝土强度、表观密度的影响,以满足工程结构和防辐射的要求。钡水泥和铈水泥能增加混凝土的表观密度,在条件许可的前提下,可选用钡水泥、铈水泥。

重晶石防辐射混凝土所用水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 和《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥》GB 200 等的规定要求。

3.3.2 矿物掺和料有利于改善混凝土工作性能、降低混凝土温升、增加混凝土后期强度、提高混凝土体积稳定性和耐久性、降低材料成本,已被广泛使用。但矿物掺和料的单位体积质量相对较小,本身不具胶凝性,不利于混凝土的表观密度和早期强度的提高。因此,重晶石防辐射混凝土选用矿物掺和料时应本着经济、对混凝土表观密度无较大影响和提高其他性能的原则,宜选用粒化高炉矿渣粉、Ⅱ级及Ⅱ级以上粉煤灰等高活性矿物掺和料,并综合考虑其对混凝土强度、表观密度及其他性能的影响。

在重晶石防辐射混凝土中可掺加提高混凝土强度、降低混凝土温升、增加混凝土表观密度的复合掺和料或其他矿物掺和料,但需综合考虑其对混凝土表观密度、温升和其他性能的影响,经试验确定。

粒化高炉矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB 18046 的规定,粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB 1596 的规定。

3.3.3 混凝土外加剂特别是高效与高性能减水剂对改善混凝土和易性、泵送性和提高混凝土质量具有重要作用,是当今混凝土的

重要组成部分。重晶石防辐射混凝土由于骨料与浆料的密度相差较大而易于沉降、分层和离析,因此宜选用减水率高、和易性好、保坍性好、强度增长快的高效和高性能减水剂。

混凝土凝结太快、水化热大、温升快,既不利于混凝土施工,混凝土也易于开裂。因此,重晶石防辐射混凝土宜选用能较长延缓水泥凝结时间、对混凝土其他性能无不良影响的高效缓凝剂。

混凝土膨胀剂是抵抗混凝土收缩开裂的材料,在地下工程和大体积混凝土工程中已普遍使用。重晶石防辐射混凝土结构要求混凝土密实、匀质、无空洞、无裂缝,且一般设计在地下,大多为大体积混凝土工程,因此可选用混凝土膨胀剂。但考虑到重晶石防辐射混凝土对表观密度的要求宜选用高效混凝土膨胀剂。

重晶石防辐射混凝土中由于骨料的密度与其他组成材料的密度相差较大,重晶石骨料容易沉降,造成混凝土离析泌水。因此在配制流动性好、表观密度要求较大(大于或等于 3200kg/m^3)的重晶石防辐射混凝土时可选用增黏剂等防沉降离析的材料。

4 设 计

4.1 防辐射设计

4.1.1 现行国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871中提出了辐射防护的三原则,即实践的正当化、防护的最优化和剂量限值。因此,在重晶石防辐射混凝土工程的设计中,应当遵循辐射防护的要求。

在本规范中关于重晶石防辐射混凝土工程的设计过程,必须要考虑防护的最优化,即对于来自一项实践中的任一特定源的照射,应使防护与安全最优化,使得在考虑了经济和社会因素之后,个人受照剂量的大小、受照射的人数及受照射的可能性均保持在能够合理达到的尽可能低的水平。这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件。

对于一项实践,只有在考虑了社会、经济和其他因素之后,其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时,该实践才是正当的。

4.1.2 由于辐射防护的特殊性,辐射屏蔽计算方法的多样性,需要考虑的因素的复杂性,作为一般的建筑工程设计人员,很难深入准确掌握辐射防护领域的各项要求,需要在辐射防护专业人员指导下才可能完成辐射屏蔽设计。针对不同的辐射源项和有关标准中不同的防护要求,以及工程项目对重晶石防辐射混凝土表观密度、化合水含量的要求,采取相应的辐射屏蔽计算方法,计算出重晶石防辐射混凝土的厚度。

4.2 结构设计

4.2.1 本规范对重晶石防辐射混凝土结构的设计原则基本上采

用与普通混凝土结构相同的基本设计规定。本规范按照现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 要求采用荷载分项系数、材料性能分项系数(为简便,以材料强度设计值直接表达)和结构重要性系数进行设计。荷载分项系数按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定取用。

4.2.2 按照现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068的规定,重晶石防辐射混凝土结构设计使用年限根据其特性和重要性,普通房屋建筑和构筑物设计使用年限为 50 年,特别重要的建筑结构为 100 年。同时,考虑到业主对建筑物设计使用年限的具体要求,条文中增加了在必要情况下,设计使用年限可由业主提出,业主和设计人员共同确定的规定。

4.2.3 对结构构件承载能力极限状态计算规定和正常使用极限状态的验算规定,均应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。由于重晶石防辐射混凝土结构的使用特性基本不涉及须进行疲劳验算的使用工况,因此本规范未包括疲劳验算的设计规定的内容。温度应力可参照现行行业标准《水工混凝土结构设计规范》DL/T 5057 进行分析。

4.2.4 考虑到重晶石防辐射混凝土结构为辐射防护用途,地震破坏产生的后果较严重,且修复难度较大,故按照抗震设计的基本原则,本规范规定抗震构造措施宜提高一度进行抗震设防。地震烈度为九度的则不再提高,在设计中已按其他规范中对抗震烈度作出提高规定的也不应再提高。

4.2.5 现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 规定了裂缝控制等级和最大裂缝宽度限值。本规范对最大裂缝宽度限值的要求,既要满足钢筋混凝土结构因钢筋锈蚀影响的裂缝宽度限值要求,还要考虑裂缝对防辐射的不利影响。受力产生的正常结构裂缝,会造成一定的辐射屏蔽性能的削弱,而目前已使用的工程和国内外的相关资料均未对防辐射混凝土结构的抗裂要求作特殊规定。综合上述

因素,本条对最大裂缝宽度限值作了比普通混凝土结构更为严格的规定。由于贯通结构构件厚度方向的裂缝对辐射防护非常不利,增加了不得出现贯通结构构件厚度方向裂缝的严格限制条文。贯通裂缝指结构构件平行于射线方向出现连贯穿透的裂缝。

4.3 构造要求

4.3.1 重晶石防辐射混凝土结构伸缩缝的设置参照了现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 关于伸缩缝设置的要求,由于重晶石防辐射混凝土结构一般为现浇混凝土,墙、板厚度较大,本规范对部分内容作了略为严格的要求。当超过表 4.3.1 的规定需采取抗裂措施时,可采用留设后浇带、添加膨胀剂增设膨胀后浇带或其他有效的抗裂措施。当伸缩缝无法避开有防辐射要求的部位时,可采用加设铅板防护等措施。

4.3.2 根据重晶石防辐射混凝土结构的板、墙厚度尺寸和配筋均较大的特点,参考现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 及搜集到的相关工程实例的实际数据,本条文按照现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 在不同环境作用下钢筋的保护层最小厚度的规定执行,但不考虑在 I-A、I-B 环境中室内混凝土结构构件可适当减小混凝土保护层厚度的规定。同时规定了板、墙等面形构件的最外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 20mm,梁、柱等条形构件的最外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 25mm,比普通混凝土结构构件略有提高,进一步使钢筋免受锈蚀,保证构件耐久性。

本条文规定不适用于处于环境类别为 IV、V 类和环境作用等级为 E、F 级环境的结构。

4.3.3 重晶石防辐射混凝土结构构件的纵向受力钢筋的最小配筋率参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定未作调整,根据重晶石防辐射混

凝土中主要骨料重晶石的脆性特征,宜适当提高纵向受力钢筋的最小配筋率值,以改善其脆性特征;但因重晶石防辐射混凝土主要结构构件需满足防辐射要求,均为大尺寸构件,其配筋量常常由最小配筋率控制。根据实际受力情况,在满足承载力、变形和抗裂要求的前提下,大尺寸构件可适当降低最小配筋率。因此,按照两种调整情况综合考虑,对重晶石防辐射混凝土结构构件的纵向受力钢筋最小配筋率按普通混凝土的规定未做调整。

4.3.4 重晶石防辐射混凝土结构中板、梁、柱、墙及节点的基本规定和构造要求包括截面尺寸、配筋设计、节点连接、构造措施等内容均按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定执行。

4.3.5 由于重晶石防辐射混凝土结构中起辐射防护作用的结构构件板、墙等在辐射防护中所起的作用和重要性不同,本条对其留设孔洞、线管和套管的做法和要求分别进行了说明和图示。

4.3.6 防护结构薄弱部位是指构件截面尺寸削弱处、预留孔洞周边等部位。本条文提出了对这些薄弱部位和应力集中处进行构造加强处理的相关技术措施。

5 混凝土配合比设计及性能

5.1 混凝土配合比设计

5.1.1 影响重晶石防辐射混凝土配合比的因素很多,也很复杂。不同的材料性能,不同的施工工艺,混凝土不同的使用要求都会影响到混凝土的配合比。本条规定了重晶石防辐射混凝土配合比设计的基本原则。

防辐射性能是重晶石防辐射混凝土有别于其他混凝土的主要特征,而表观密度是决定重晶石防辐射混凝土防辐射能力的重要指标。因此,应根据设计的重晶石防辐射混凝土的表观密度来进行配合比设计。

5.1.2、5.1.3 在重晶石防辐射混凝土配合比设计时,除了考虑其防辐射的特性外,也需要考虑其强度要求。为了使所配制的混凝土在工程使用时,其强度标准值具有不小于 95% 的强度保证率,配合比设计时的混凝土配制强度应比设计要求的强度标准值高。公式(5.1.2)中的“ $\geq$ ”符号,表示当现场条件与实验室条件有显著差异时,要提高重晶石防辐射混凝土的配制强度。

关于重晶石防辐射混凝土配制强度所必需的强度标准差的确定原则,当有统计资料时,应采用统计的方法进行标准差的计算。

由于重晶石材料性脆,重晶石防辐射混凝土强度离散性比普通混凝土大,根据近几年来重晶石防辐射混凝土工程应用的资料统计及实验室针对性的试验分析结果,制定表 5.1.3,供没有统计资料时参考使用。

5.1.4 重晶石性脆易碎,高强度等级的重晶石混凝土破坏一般首先是重晶石粗骨料破坏。因此,重晶石的强度等级比较低,水灰比与混凝土强度的线性关系较好,水灰比的计算公式采用鲍罗米公式。

f_{ce} 为水泥的28d实际强度。考虑到有时难以取得水泥的实际强度,可根据水泥的强度等级值及具体情况取一富余系数(若无统计资料,则按照现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55取1.13),保证用于计算的数值比实际强度等级有富余。

影响混凝土水灰比数值的鲍罗米公式中的回归系数,分别采用湖南、广西、云南、福建四个省份产的重晶石和重晶石砂,在实验室配制90组不同强度的重晶石防辐射混凝土,并结合国内外相关研究资料和国内相关工程的重晶石防辐射混凝土应用资料,进行线性回归计算, α_a 取为0.55, α_b 取为0.45。

5.1.5 本条文规定了重晶石防辐射混凝土用水量选择原则,即根据设计要求的坍落度和重晶石粗骨料最大粒径选择重晶石防辐射混凝土的用水量。表5.1.5是在普通混凝土用水量基础上,根据试验结果进行了相应的调整,提供了重晶石粗骨料最大粒径为16.0mm、20.0mm、31.5mm和40.0mm时重晶石防辐射混凝土所需的用水量。应注意的是,通过试验和工程实践可知,重晶石粉的含量对用水量的影响很大,重晶石粉含量高,将大大增加单位用水量。

5.1.6 砂率对混凝土的和易性影响很大,砂率太低,混凝土黏性不够;砂率太高,混凝土黏性太强,生产成本增加,而且也没必要。因此,合适的砂率是重晶石防辐射混凝土配合比设计的一个重要指标。根据实验室的试验结果,对坍落度在10mm~60mm的重晶石防辐射混凝土给出了推荐的砂率范围。坍落度大于60mm及小于10mm的重晶石混凝土砂率应根据试验确定。特别是泵送重晶石防辐射混凝土,应根据配合比试验确定其合理砂率。

5.1.7 重晶石防辐射混凝土的试配和调整与普通混凝土的方法相同,因此本条规定可参照普通混凝土的试配与调整方法。

5.2 混凝土性能

5.2.1 重晶石防辐射混凝土的表观密度越大,其防辐射性能越好。本条将重晶石防辐射混凝土的表观密度由高到低分为五个等

级,有利于对重晶石防辐射混凝土结构的防辐射设计。

重晶石粗细骨料的表观密度对重晶石防辐射混凝土的表观密度具有较大的影响,低表观密度的重晶石骨料难以配制出高表观密度的重晶石防辐射混凝土,因此,本条规定配制密度等级为1级或2级的重晶石防辐射混凝土宜选用Ⅰ级重晶石骨料。配制其他密度等级的重晶石防辐射混凝土时,可选用各种等级的重晶石骨料。根据实际调研和试验测试的结果,一般情况下配制密度等级为3级或4级的重晶石防辐射混凝土选用Ⅱ级重晶石骨料,其他密度等级的重晶石防辐射混凝土可选用Ⅲ级重晶石骨料。

5.2.3、5.2.4 根据在实验室对不同料源,不同强度等级重晶石防辐射混凝土立方体抗压强度与轴心抗压强度的测试,每个强度等级的重晶石防辐射混凝土测试了30组试件。试验结果表明,对于相同强度等级的重晶石防辐射混凝土和普通混凝土,重晶石防辐射混凝土的轴心抗压强度比普通混凝土的小,约为普通混凝土的0.85倍。

5.2.5 重晶石防辐射混凝土的弹性模量根据相关资料和配制相应强度等级的混凝土进行试验验证得出。对比数据,同强度等级的重晶石防辐射混凝土的弹性模量比普通混凝土的弹性模量要小15%左右。在计算和设计中要充分认识到这一特性。

5.2.6 重晶石防辐射混凝土的抗冻性差,线膨胀系数比较大。根据试验结果,重晶石防辐射混凝土的线膨胀系数为普通混凝土的1.8倍左右。

5.2.7 一定厚度的重晶石防辐射混凝土能屏蔽一般辐射强度的中子射线,但还不足以屏蔽辐射强度较大的中子射线。水是最容易得到又最经济的防中子射线材料,故本条规定重晶石防辐射混凝土化合水含量应满足防中子射线的设计要求。参考国内外相关资料,中子的透射曲线都是对应于含水量为5.5%的混凝土得到的。在混凝土含水量低于5.5%的情况下,可以通过修正因子对失水造成的屏蔽效能减弱进行调整。但对于防中子射线要求较高

的重晶石防辐射混凝土,其化合水含量不宜少于 5.5%。一般采取在重晶石防辐射混凝土中加入含结晶水的矿石材料等方式,使其中的化合水含量达到 5.5%的要求。混凝土化合水的含量可通过对混凝土配合比进行理论计算和对相关材料结晶水进行检测的方法来进行测定。

6 施 工

6.1 一 般 规 定

6.1.1 由于重晶石防辐射混凝土结构的重要性和其施工方法相对于普通混凝土结构的特殊性,应对重晶石防辐射混凝土工程的施工单独编制专项施工方案并审批。

6.1.3 针对重晶石防辐射混凝土对表观密度和匀质性要求非常严格的特点,采用预拌混凝土搅拌站集中生产供应,有利于保证配合比计量准确,搅拌均匀。

6.1.4 由于重晶石防辐射混凝土的表观密度是影响其辐射防护性能的最主要因素之一,故与普通混凝土相比,增加了对表观密度的检验。在工程实践中,通常是测定捣实后的重晶石防辐射混凝土拌和物的表观密度。由于重晶石防辐射混凝土质量控制较普通混凝土更加严格,所以规范相应增加了对重晶石防辐射混凝土拌和物的检验频率。重晶石防辐射混凝土的工作性能检验其他要求按现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902、《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

重晶石防辐射混凝土容易形成泌浆析水现象,因而应加强观察拌和物黏聚性及保水性,不得发生外缘泌浆析水和中心骨料堆积现象。

为了保证重晶石防辐射混凝土到达现场后的工作性能,要求其具有较小的坍落度经时损失,并且浇筑前的混凝土坍落度应严格满足设计要求。

6.2 混凝土制备

6.2.1 为了消除由于骨料含水率变化导致重晶石防辐射混凝土

质量波动,也考虑到细骨料含有的粉料遇水容易结块,故应对骨料的储存采取仓储或加屋顶遮盖的方法。

6.2.2 通常情况下,与配制普通混凝土相比,重晶石防辐射混凝土单位质量较大或砂率较高,为了确保新拌制重晶石防辐射混凝土的匀质性,应使用强制式搅拌机拌制。在制备重晶石防辐射混凝土过程中,考虑重晶石细骨料与重晶石粗骨料的配料计量要求,应避免制备其他品种的混凝土,以免混凝土混杂而影响混凝土质量。

6.2.3 本条文规定了原材料的计量方法及原材料计量允许偏差值。特别是骨料的计量偏差直接影响到重晶石防辐射混凝土的表观密度,应作为关键控制。

6.2.4 考虑重晶石表观密度大且易碎的特点,搅拌时间过长会破坏骨料和增加混凝土中粉料的含量。搅拌时间过短则搅拌不均匀。现根据调研和工程实际应用资料显示,预拌混凝土搅拌站生产重晶石防辐射混凝土的搅拌时间一般都控制在30s~50s。实际应用时,最佳搅拌时间应通过工艺试验确定,以重晶石防辐射混凝土搅拌均匀,水泥能裹住所有骨料为准。

6.2.5 本条文是考虑重晶石防辐射混凝土比普通混凝土在相同体积时重量要更大,并考虑重晶石易碎的特点作出的规定。生产时应充分考虑搅拌机的承受能力,避免设备超负荷运转。

6.3 混凝土运输

6.3.1 本条是考虑重晶石防辐射混凝土表观密度大及重晶石易碎的特点而做出的规定。为了满足不同工程条件,考虑了混凝土搅拌运输车和翻斗车两种运输工具及其适用的范围。翻斗车仅限用于运送坍落度不大于50mm的混凝土拌和物,这个指标是经过工程应用实践得出的。为避免重晶石防辐射混凝土离析,一般情况应避免采用翻斗车。

6.3.2 本条规定了重晶石防辐射混凝土场外运输时间。混凝土

尽量以近似搅拌结束时的状态进行运输、浇筑至关重要。运输必须快捷,应控制从搅拌开始到运至现场的时间,根据现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定,在外界气温低于 25°C 时,采用搅拌车运输,小于 C30 的混凝土不宜大于 120min,大于 C30 的混凝土不宜大于 90min;超过 25°C 时,小于 C30 的混凝土不宜大于 90min,大于 C30 的混凝土不宜大于 60min。现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 中规定采用搅拌运输车运送的混凝土,宜在 1.5h 内卸料;采用翻斗车运送的混凝土,宜在 1.0h 内卸料;当最高气温低于 25°C 时,运送时间可延长 0.5h。规定 90min 是考虑到时间越长混凝土的坍落度损失就会越大,不能保证混凝土的工作性。实际应用时,当性能不能满足要求时,可以在试验验证的基础上通过加入外加剂进行调整,不允许加水。通常采用掺加有缓凝效果的外加剂来延长混凝土凝结时间等技术措施。

6.4 模板及钢筋工程

6.4.1 考虑重晶石防辐射混凝土表观密度较大的特点,本规范强调应按实际设计表观密度取混凝土自重值。鉴于重晶石防辐射混凝土的模板及支架系统较一般混凝土的更加复杂,所以不应按现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 规范上的表取模板及支架系统自重值,而应根据实际情况计算。

6.4.2 本条一是强调为了保证重晶石防辐射混凝土结构整体质量,宜一次浇筑成型,不宜留设施工缝,故模板支架系统宜按照一次浇筑成型的原则设计;二是提出遇到特殊情况如:上层重晶石防辐射混凝土结构施工时,其下层结构不具备承受上层施工荷载的能力;超大、超厚重晶石防辐射混凝土结构采用一次浇筑成型方式难以保证支模架系统安全性,或可能造成支模架系统装拆难以施工等不利情况时,可考虑按照叠合结构的原理进行分层施工,由先期浇筑的混凝土构件承受部分荷载,以减轻支模系统承受的荷载,保证施工安全。按照叠合结构原理进行施工时,应遵守相应的技

术要求。

6.5 混凝土浇筑和养护

6.5.1 重晶石防辐射混凝土输送方式宜选用泵送,保证连续施工,但应充分考虑现场实际情况,做好施工组织和准备工作,必要时制订预备应急方案。同时本条提出当施工条件不利于布管、浇筑点距离太远等情况下可采用塔吊吊运方式。

6.5.3 本条文提出了泵送时最大水平泵送距离的确定依据,与普通混凝土泵送相比,应充分考虑重晶石防辐射混凝土的表观密度和重晶石混凝土易离析的特点。

6.5.4 本条提出了润滑用重晶石砂浆应按照现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 的要求分散布料,不得在同一处集中浇筑。且在施工方案中应对重晶石砂浆的使用作出明确规定,在实际施工中应严格遵照执行。

6.5.5 考虑重晶石防辐射混凝土表观密度大、易离析的特点,本条规定比普通混凝土 2m 的要求更严格,落距大于 1.5m 时可采用串筒、溜槽等方式下料。

6.5.6 针对重晶石防辐射混凝土结构的特殊功能并考虑表观密度大等特点,应保证浇筑的连续性,防止产生混凝土冷缝。

6.5.7 与普通混凝土相比,重晶石防辐射混凝土最长振捣时间减少 5s,主要是考虑重晶石防辐射混凝土密度大且骨料易碎、易产生离析而作的规定。本条文还提出了结构板面的振捣要求,通过平板式振捣器振捣板面,有利于保证构件表面平整、密实,减少表面收缩裂缝。

6.5.9 本条明确规定了重晶石防辐射混凝土入模温度限值,以防止混凝土温度过高或过低。同时指出了在特殊气候条件下施工时,一定要采取切实可行的技术措施,如:天气炎热时,通过风冷、加冰、拌和水降温等措施来降低混凝土入模温度;低温天气时,通过采用热水拌和,加热骨料来提高混凝土入模温度等。

6.5.10 本条文提出应通过严格的养护措施,如带模养护,覆盖塑料薄膜、麻袋、阻燃保温被等,加强对混凝土湿度和温度的控制,达到混凝土强度正常增长、防止有害裂缝发生的目的。

7 质量验收

7.1 质量检验

7.1.1 重晶石防辐射混凝土最关键的性能是表观密度,而影响表观密度的最重要的因素就是重晶石骨料的硫酸钡含量。因此,应对重晶石骨料的硫酸钡含量进行检测,以确定是否达到设计要求。至于采用 300t 为一批,则是参照了现行国家标准《建筑用砂》GB/T 14684 和《建筑用卵石、碎石》GB/T 14685 的相关规定。其他需要说明的问题请参阅本规范第 3.1.1 条的条文说明。

7.1.2 本条文提出了重晶石防辐射混凝土表观密度的检测依据。表观密度是重晶石防辐射混凝土是否能够达到防辐射效果的最重要的指标之一,必须达到设计要求。

7.1.3 我国现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GBJ 107 对混凝土的取样,试件的制作、养护和试验以及强度的评定做了详细的规定,同样适用于重晶石防辐射混凝土。

7.2 工程验收

7.2.1 重晶石防辐射混凝土与普通混凝土的最基本区别是其表观密度比较大,有其共性也有其特殊性。鉴于重晶石防辐射混凝土其他大部分性能与普通混凝土类似,因此除本规范有特殊要求的检测和验收规定以外,还应按照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定进行工程质量的检验和验收。

7.2.2 重晶石防辐射混凝土的原材料和配合比设计的要求与普通混凝土存在区别,施工工艺也与普通混凝土不完全一样。为了便于对重晶石防辐射混凝土的原材料及配合比设计以及施工等进

行检查验收,本规范在普通混凝土原材料及配合比设计检验批和施工检验批的基础上,增加了重晶石防辐射混凝土相关的技术要求,设计了相应的原材料及配合比设计检验批和施工检验批质量验收记录表。

7.2.3 对重晶石防辐射混凝土结构的基本要求是能够具备相应的辐射防护功能,以减少对周围环境和 workplaces 的辐射危害,保护周围公众和工作人员的健康。因此,对重晶石防辐射混凝土结构,应按照国家辐射防护相关标准《放射治疗机房的辐射屏蔽规范》GBZ/T 201.1、《X、 γ 射线头部立体定向外科治疗放射卫生防护标准》GBZ 168、《工业 γ 射线探伤卫生防护标准》GBZ 132、《钴-60 辐照装置的辐射防护与安全标准》GB 10252、《核电厂环境辐射防护规定》GB 6249、《集装箱检查系统放射卫生防护标准》GBZ 143 等标准的规定,结合环境保护、职业病防治和核安全的要求,由具备相应资质的检测机构确定检测方法、检测项目和检测仪器,对重晶石防辐射混凝土结构防辐射的效果进行检测、验收,只有经检测、验收合格后才能投入使用。