DB

云南省工程建设地方标准

DBJ 53/T-××-20××

偏高岭土混凝土应用技术规程

Technical Specification for Application of Metakaolin in Concrete

20××－××－×× 发布 20××－××－×× 实施

云南省住房和城乡建设厅 发布

云南省工程建设地方标准

偏高岭土混凝土应用技术规程

Technical Specification for Application of Metakaolin in Concrete

DBJ 53/T-××-20××

主编单位：云南建投绿色高性能混凝土股份有限公司

批准部门：云南省住房和城乡建设厅

施行日期：20××年××月××日

云南省××××出版社

20×× 昆明

前 言

根据云南省住房和城乡建设厅《关于印发云南省<2018年工程建设地方标准编制计划>的通知》的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1 总则；2 术语和符号；3 原材料技术要求；4混凝土性能；5 配合比设计；6生产与施工；7 质量检验与验收；附录A 偏高岭土流动度比、活性指数、胶砂抗压强度增长比试验方法。

本规程由云南省住房和城乡建设厅负责管理，由云南建投绿色高性能混凝土有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄至云南建投绿色高性能混凝土有限公司（地址：云南省昆明市经济技术开发区信息产业基地林溪路188号建投发展大厦9楼23室；邮政编码：650501）。

主编单位：云南建投绿色高性能混凝土股份有限公司

参编单位：云南省建设投资控股集团有限公司

云南省建筑科学研究院

云南建投建材科技有限责任公司

云南建设基础设施投资股份有限公司

云南建投第三建设有限公司

云南建投第四建设有限公司

云南建投第五建设有限公司

云南工程建设总承包股份有限公司

云南中建西部建设有限公司

昆明理工大学

云南大学

云南建投高分子材料有限公司

云南建投曲靖建材有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[1 总则 1](#_Toc474755987)

[2 术语和符号 2](#_Toc474755988)

[2.1 术语 2](#_Toc474755989)

[2.2 符号 2](#_Toc474755990)

[3 原材料技术要求 3](#_Toc474755991)

[3.1 偏高岭土 3](#_Toc474755992)

[3.2 其他原材料 3](#_Toc474755993)

[4 混凝土性能 5](#_Toc474755994)

[4.1 拌合物性能 5](#_Toc474755995)

[4.2 力学性能 5](#_Toc474755996)

[4.3 长期性能与耐久性能 5](#_Toc474755997)

[5 配合比设计 6](#_Toc474755998)

[5.1 一般规定 6](#_Toc474755999)

[5.2 配合比计算和确定 6](#_Toc474756000)

[6 生产与施工 8](#_Toc474756001)

[6.1 一般规定 8](#_Toc474756002)

[6.2 原材料贮存与计量 8](#_Toc474756003)

[6.3 混凝土的制备、运输、浇筑和养护 9](#_Toc474756004)

[7 质量检验与验收 11](#_Toc474756005)

[7.1 混凝土原材料质量检验 11](#_Toc474756006)

[7.2 混凝土拌合物性能检验 11](#_Toc474756007)

[7.3 硬化混凝土性能检验 12](#_Toc474756008)

[7.4 混凝土工程验收 12](#_Toc474756009)

[附录A 偏高岭土流动度比、活性指数、胶砂抗压强度增长比试验方法 13](#_Toc474756010)

[本规程用词说明 15](#_Toc474756011)

[引用标准名录 16](#_Toc474756012)

[条文说明 18](#_Toc474756013)

CONTENTS

[l General Provisions 1](#_Toc425093952)

[2 Terms and Symbols 2](#_Toc425093953)

[2.1 Terms 2](#_Toc425093954)

[2.2 Symbols 2](#_Toc425093955)

[3 Raw Materials 3](#_Toc425093957)

[3.1 Metakaolin 3](#_Toc425093958)

[4.2 Other Materials 3](#_Toc425093959)

[4 Concrete Properties 5](#_Toc425093960)

[4.1 Mixture Properties 5](#_Toc425093961)

[4.2 Mechanical Properties 5](#_Toc425093962)

[4.3 Long-term Properties and Durable Properties 5](#_Toc425093963)

[5 Mix Design 6](#_Toc425093964)

[5.1 General Requirements 6](#_Toc425093965)

[5.2 Calculation and Determination of Mix Proportion 6](#_Toc425093966)

[6 Quality Control of Production and Construction 8](#_Toc425093968)

[6.1 General Requirements 8](#_Toc425093969)

6.2  [Storage and Metering of Concrete Components 8](#_Toc425093970)

[6.3 Production, Transportation, Casting and Curing of Concrete 9](#_Toc425093971)

[7 Quality Inspection and Acceptance 11](#_Toc425093973)

[7.1 Inspection and Acceptance of Concrete Components 11](#_Toc425093969)

7.2  [Inspection and Acceptance of Concrete Mxture Performance 11](#_Toc425093970)

[7.3 Inspection and Acceptance of Harden Concrete Performance 12](#_Toc425093971)

[7.4 Acceptance of Concrete Engineering 12](#_Toc425093971)

Appendix A：Test Method for Flow Ratio, Activity Index, Mortar Compressive Strength Growth Ratio of Metakaolin ............. 13

Explanation of Wording in This Specification 15

[List of Quoted Standards 16](#_Toc425093975)

[Explanation of Provisions 18](#_Toc425093976)

# 1 总则

**1.0.1** 为规范偏高岭土混凝土的应用，保证工程质量，做到技术先进、安全可靠、经济合理，制订本规程。

**1.0.2** 本规程适用于建设工程中将偏高岭土作为矿物掺合料使用的混凝土配合比设计、生产、质量检验和验收。

**1.0.3** 偏高岭土混凝土的应用除应符合本规程外，尚应符合国家有关标准的规定。

# 2 术语和符号

## 2.1 术语

**2.1.1** 偏高岭土 metakaolin

以高岭土类矿物为原料，在600℃~900℃下煅烧后经粉磨形成的以无定型铝硅酸盐为主要成分的粉体材料。

**2.1.2** 胶凝材料 binder

混凝土中水泥和活性矿物掺合料的总称。

**2.1.3** 偏高岭土混凝土 concrete with metakaolin

采用质量含量不低于5%偏高岭土的胶凝材料配制的混凝土。

**2.1.4** 偏高岭土影响系数 influence value of metakaolin

在推算掺加偏高岭土的胶凝材料28d胶砂抗压强度时，用于折减水泥28d胶砂抗压强度的系数，为无量纲的数值。

## 2.2 符号

——胶凝材料28d胶砂抗压强度（MPa）；

——水泥28d胶砂抗压强度（MPa）；

——粉煤灰影响系数；

——粒化高炉矿渣粉影响系数；

——偏高岭土影响系数。

# 3 原材料技术要求

## 3.1 偏高岭土

**3.1.1** 偏高岭土的技术指标要求及测试方法应符合表3.1.1的规定。

**表3.1.1偏高岭土的技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 技术指标 | 测试方法 |
| 细度（45µm方孔筛筛余）/% | | 5.0 | 按《水泥细度检验方法 筛析法》GB/T 1345水筛法进行测试。 |
| 活性指数/% | 3d | 90 | 按本规程附录A进行测试。 |
| 7d | 95 |
| 28d | 105 |
| 胶砂抗压强度增长比/% | | 90 |
| 流动度比/% | | 85 |
| SiO2含量（质量百分数）/% | | ≤55 | 按《水泥化学分析方法》GB/T 176进行测试。 |
| Al2O3含量（质量百分数）/% | | ≥35 |
| 游离CaO（质量百分数）/% | | ≤1.0 |
| 烧失量（质量百分数）/% | | 4.0 |
| SO3含量（质量百分数）/% | | 1.0 |
| 含水量（质量百分数）/% | | ≤1.0 | 按《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046的规定进行测试。 |
| 安定性（沸煮法） | | 合格 | 将偏高岭土与符合《通用硅酸盐水泥》GB 175要求的硅酸盐水泥按质量比1:9混合均匀，并按《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346进行测试，有争议时以基准水泥检验结果为准。 |

**3.1.2** 偏高岭土的放射性核素限量应符合《建筑材料放射性核素限量》GB 6566的规定，放射性试验样品为偏高岭土与基准水泥或符合GB 175要求的硅酸盐水泥按质量比1:1均匀混合制备而成。

**3.1.3** 当偏高岭土用于活性骨料混凝土或有其他性能要求时，可限制偏高岭土的碱含量，碱含量限制值可由买卖双方根据实际情况协商确定。偏高岭土的碱含量应按Na2O+0.658K2O计算值表示。

**3.1.4** 偏高岭土用于清水混凝土或对混凝土颜色有特殊要求时，Fe2O3含量不宜大于1.0%。

## 3.2 其他原材料

**3.2.1** 水泥应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定。

**3.2.2** 粉煤灰应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596的规定，粒化高炉矿渣粉应符合《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046的规定。

**3.2.3** 骨料应符合《建设用砂》GB/T 14684、《建设用卵石、碎石》GB/T 14685。人工砂应符合《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241的规定。

**3.2.4** 外加剂宜优先选用聚羧酸高性能减水剂，其质量应符合《混凝土外加剂》GB 8076和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定，且外加剂与偏高岭土、水泥和其他矿物掺合料之间应具有良好的相容性。

**3.2.5** 混凝土拌合用水应符合《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

# 4 混凝土性能

## 4.1 拌合物性能

**4.1.1** 偏高岭土混凝土拌合物应具有良好的黏聚性、保水性和流动性，不得离析、泌水。坍落度和扩展度等级划分及其允许偏差应符合《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

**4.1.2** 偏高岭土混凝土拌合物的坍落度经时损失不应影响混凝土的正常施工，泵送施工时，坍落度经时损失不宜大于30mm/h。

**4.1.3** 偏高岭土混凝土拌合物的凝结时间应满足施工技术要求。

**4.1.4** 当有抗冻要求时，偏高岭土混凝土宜掺用引气剂，且含气量实测值不宜大于7%。

**4.1.5** 偏高岭土混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量实测值应符合《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

**4.1.6** 偏高岭土混凝土拌合物性能试验方法应符合《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080的规定。

## 4.2 力学性能

**4.2.1** 偏高岭土混凝土的强度等级应按28d立方体抗压强度标准值（MPa）划分为：C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60 、C65、C70、C75和C80。

**4.2.2** 偏高岭土混凝土的强度应满足设计要求，力学性能试验方法应符合《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081的规定，强度检验评定应符合《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的规定。

## 4.3 长期性能与耐久性能

**4.3.1** 当有预防碱骨料反应要求时，偏高岭土混凝土应符合《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733的规定。

**4.3.2**  偏高岭土混凝土长期性能与耐久性能试验方法应符合《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082的规定，耐久性能等级划分和检验评定应符合《混凝土质量控制标准》GB50164和《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193的规定。

# 5 配合比设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 偏高岭土混凝土配合比设计，应符合《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定，并应满足设计和施工要求。用于高强混凝土的偏高岭土混凝土配合比设计尚应符合《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281的有关规定。用于大体积混凝土的偏高岭土混凝土配合比设计尚应符合《大体积混凝土施工标准》GB 50496的有关规定。用于清水混凝土的偏高岭土混凝土配合比设计尚应符合《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169的有关规定。

**5.1.2** 偏高岭土不宜单掺使用，宜复掺粉煤灰、粒化高炉矿渣粉，复掺比例应通过试验验证。

**5.1.3** 偏高岭土混凝土的配合比试配应采用工程实际使用的原材料，进行混凝土拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能试验，试验结果应满足设计和施工的要求。

**5.1.4** 偏高岭土混凝土的设计配合比应在生产和施工前通过试配调整，必要时应进行试生产及试泵送试验，确定施工配合比。偏高岭土混凝土生产过程中，应及时测定粗、细骨料的含水率，并应根据其变化情况及时调整施工配合比。

**5.1.5** 当偏高岭土的质量或其他原材料的品种与质量有显著变化时，或对混凝土性能有特殊要求时，应重新进行混凝土配合比设计。

## 5.2 配合比计算和确定

**5.2.1** 偏高岭土在混凝土中的掺量应根据工程所处的环境条件和结构特点通过试验确定，且宜进行系统配合比试验。

**5.2.2** 偏高岭土最大掺量不宜超过胶凝材料总量的15%，当掺量超过15%时，应经过试验验证后方可使用。粉煤灰、粒化高炉矿渣粉和复合矿物掺合料的最大掺量应符合《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003的规定。复合矿物掺合料中各组分的掺量不宜超过任一组分单掺时的上限掺量。

**5.2.3** 配合比计算时，偏高岭土的掺量应计入胶凝材料用量。

**5.2.4** 配合比计算时，胶凝材料28d胶砂抗压强度宜根据试验确定。当胶凝材料28d胶砂抗压强度无实测值，且偏高岭土掺量不超过15%时，胶凝材料28d胶砂抗压强度值可按下式计算：

（5.2.4）

式中：—胶凝材料28d胶砂抗压强度（MPa）；

—偏高岭土影响系数，可按表5.2.4取值。

、—分别为粉煤灰影响系数和粒化高炉矿渣粉影响系数，可按《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定取值。

—水泥28d胶砂抗压强度 (MPa)。

表5.2.4 偏高岭土影响系数（）

|  |  |
| --- | --- |
| 掺量（%） |  |
| 0 | 1.00 |
| 5 | 1.05 |
| 10 | 1.10 |
| 15 | 1.05 |

注：当掺量在本表所列数值之间的，可采用线性插值估算；当掺量超过本表所列数值时，按实测值计算。

# 6 生产与施工

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 混凝土开盘生产前，混凝土生产单位应根据设计要求、工程性质、结构特点和环境条件等，编制偏高岭土混凝土生产质量控制方案；施工前，施工单位应根据设计要求、工程性质、结构特点和环境条件等，编制偏高岭土混凝土施工技术方案，并应做好各项准备工作。

**6.1.2** 偏高岭土混凝土的施工应符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和《混凝土质量控制标准》GB 50164的有关规定。

**6.1.3** 偏高岭土混凝土应采用预拌混凝土搅拌站集中生产，并应符合《预拌混凝土》GB/T 14902的规定。生产偏高岭土混凝土的搅拌站（楼）应符合《混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171 的规定。

## 6.2 原材料贮存与计量

**6.2.1** 偏高岭土应按产地和批次单独贮存，并应防止受潮和被泥尘等其他杂质污染。

**6.2.2** 其他原材料的贮存应符合《混凝土质量控制标准》GB 50164的有关规定。

**6.2.3** 各种原材料贮存处应有显著标识，标识应注明材料品名、产地、厂家、等级、规格等信息。

**6.2.4** 原材料计量应采用电子计量设备，其精度应满足《混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171的要求，使用前应确认其工作正常。每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。每盘混凝土的原材料计量允许偏差应符合表6.2.4的规定，并应每班检查1次。在原材料计量过程中，应根据粗、细骨料的含水率变化及时调整水和粗、细骨料的称量。

表6.2.4 混凝土原材料计量允许偏差

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 原材料品种 | 水泥 | 骨料 | 水 | 外加剂 | 掺合料 |
| 每盘计量允许偏差（按质量计）/% | ±2 | ±3 | ±1 | ±1 | ±2 |
| 累计计量允许偏差（按质量计）/% | ±1 | ±2 | ±1 | ±1 | ±1 |

注： 累计计量允许偏差是指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量和的偏差。

## 6.3 混凝土的制备、运输、浇筑和养护

**6.3.1** 偏高岭土宜与其他胶凝材料一起投料搅拌，搅拌时间应适当延长；应采用强制式搅拌机搅拌，并应符合《混凝土搅拌机》GB/T 9142有关的规定。

**6.3.2** 偏高岭土混凝土制备应符合环保的规定，并宜符合《环境标志产品技术要求预拌混凝土》HJ/T 412的规定。粉料输送及称量应在密封状态下进行，并应有收尘装置。

**6.3.3** 偏高岭土混凝土拌合物应搅拌均匀，同一盘混凝土的搅拌匀质性应符合《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

**6.3.4** 搅拌运输车装料前，应将车内残留的其他品种的混凝土清洗干净，并将车内积水排尽。

**6.3.5** 采用泵送施工的偏高岭土混凝土，运输应能保证混凝土的连续泵送，并应符合《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10的有关规定。

**6.3.6** 在运输过程中，应控制混凝土不离析、不分层，并应控制混凝土拌合物性能满足施工要求。

**6.3.7** 偏高岭土混凝土拌合物进行调整时，应符合下列规定：

1 混凝土在运输及浇筑过程中严禁向拌合物中加水；

2 因运距过远、交通或现场等问题造成坍落度损失较大而卸料困难时，可采用在混凝土拌合物中掺入适量减水剂并快档旋转搅拌罐的措施,减水剂掺量应有经试验确定的预案。

3混凝土坍落度损失过大、离析严重、出厂时间超过3h时，混凝土不宜浇筑入模。

4 混凝土经采取措施调整后不满足其工作性能时，不得浇筑入模。

**6.3.8** 偏高岭土混凝土浇筑时，应在平面内均匀布料。偏高岭土混凝土浇筑后，应及时进行保湿养护，且应在混凝土初凝前和终凝前分别对混凝土裸露面进行抹面处理，抹面后应继续保持湿养护。保湿养护可采用洒水、覆盖、喷涂养护剂等方式。养护方式应根据现场条件、环境温湿度、构件特点、技术要求、施工操作等因素确定。养护时间不少于14d。

**6.3.9** 冬期施工时，应符合《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的有关规定。

**6.3.10** 偏高岭土高强混凝土的施工应符合《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281的规定，偏高岭土大体积混凝土的施工应符合《大体积混凝土施工规范》GB 50496，偏高岭土清水混凝土的施工应符合《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169的有关规定。

# 7 质量检验与验收

## 7.1 混凝土原材料质量检验

**7.1.1** 混凝土原材料进场时，应按规定批次验收型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件，外加剂产品尚应有使用说明书。

**7.1.2** 混凝土原材料进场时应对材料的外观、规格、等级、生产日期等进行检查，并按检验批随机抽取样品进行检验。每个检验批检验不得少于1次。

**7.1.3** 偏高岭土进场检验项目应符合下列规定：

1偏高岭土进场检验项目应包括细度、活性指数、胶砂抗压强度增长比、流动度比、烧失量、SiO2含量、Al2O3含量、CaO含量、SO3含量、含水量；当使用碱活性骨料的混凝土，偏高岭土进场检验项目尚应包括碱含量；偏高岭土用于清水混凝土或对混凝土颜色有特殊要求时，偏高岭土进场检验项目尚应包括Fe2O3含量；

2 细度、活性指数、流动度比、含水量应按批次检验，胶砂抗压强度增长比、烧失量、SiO2含量、Al2O3含量、CaO含量、SO3含量每 3个月应至少检验一次。

**7.1.4** 偏高岭土年产量超过1×105 t的，不超过200 t为一检验批；偏高岭土年产量在1×105 t以下的，不超过100 t为一检验批。不足一个检验批的按一个检验批计。每个批次的偏高岭土应来自同一厂家、同一矿源。在同一工程中，同一厂家生产的石灰石粉，当连续三次进场检验均一次检验合格时，后续的检验批量可扩大一倍。

**7.1.5** 其他混凝土原材料的检验项目及检验规则应符合《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

**7.1.6** 原材料的质量应符合本规程第3章的规定。

## 7.2 混凝土拌合物性能检验

**7.2.1** 在生产和施工过程中，应对偏高岭土混凝土拌合物进行抽样检验；偏高岭土混凝土拌合物工作性能应在搅拌地点和浇筑地点分别取样检验。

**7.2.2** 混凝土拌合物的检验频率应符合下列规定：

1 混凝土坍落度检验取样频率应按《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107中规定的强度检验频率执行；

2同一工程、同一配合比、采用同一批偏高岭土、水泥和外加剂的混凝土的凝结时间应至少检验1次；

3 同一工程、同一配合比的混凝土的水溶性氯离子含量应至少检验1次。

**7.2.3** 偏高岭土混凝土拌合物性能应符合本规程第4.1节的规定。

**7.2.4** 偏高岭土混凝土拌合物性能出现异常时，应查找原因，并应根据实际情况对配合比进行调整。

## 7.3 硬化混凝土性能检验

**7.3.1** 偏高岭土混凝土强度检验评定应符合《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的规定，其他力学性能应符合设计要求和有关标准的规定。

**7.3.2** 偏高岭土混凝土耐久性能检验和长期性能检验评定应符合《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193的规定。

**7.3.3** 偏高岭土混凝土的力学性能、长期性能和耐久性能应分别符合本规程第4.2节和第4.3节的规定。

## 7.4 混凝土工程验收

**7.4.1** 偏高岭土混凝土工程施工质量验收应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定。

**7.4.2** 偏高岭土混凝土工程验收时，应符合本规程对混凝土长期性能和耐久性能的规定。

# 附录A 偏高岭土流动度比、活性指数、胶砂抗压强度增长比试验方法

A.0.1 本方法适用于偏高岭土流动度比、活性指数、胶砂抗压强度增长比的测试。

A.0.2 主要仪器设备及材料应符合下列规定：

1 试验仪器应采用《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671及《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419中所规定的试验用仪器。

2 试验用水泥应采用基准水泥或符合《通用硅酸盐水泥》GB 175规定的硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥。

3 试验用砂应符合《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671规定的标准砂。

4 试验用水应采用自来水或蒸馏水。

5 试验用偏高岭土应为受检的偏高岭土。

A.0.3 试验条件及方法应符合下列规定：

1 试验室条件应符合《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671的规定。试验用各种材料和用具应预先放在试验室内，使其达到试验室相同温度。

2 确定流动度比、活性指数及胶砂抗压强度增长比的胶砂配合比应符合表A.0.3的规定。

表A.0.3 胶砂配合比

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料 | 水泥/g | 偏高岭土/g | 标准砂/g | 水/g |
| 基准胶砂 | 450 | - | 1350 | 225 |
| 受检胶砂 | 405 | 45 | 1350 | 225 |

3 应按《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671的规定进行胶砂的搅拌。

4 偏高岭土的流动度比试验应按表A.0.3的胶砂配合比和《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419规定的方法进行试验，分别测定对比胶砂和试验胶砂的流动度。流动度比应按下式计算：

(A.0.3-1)

式中：F—偏高岭土的流动度比（％），保留至整数；

L—受检胶砂的流动度（mm）；

L0—对比胶砂的流动度（mm）。

5 偏高岭土的活性指数试验应按《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671的规定分别测试对比胶砂和试验胶砂的3d、7 d、28 d抗压强度。相应龄期的活性指数应按下式计算：

（A.0.3-2）

式中：A—偏高岭土的活性指数（％），保留至整数；

Rt —受检胶砂相应龄期的抗压强度（MPa）；

R0—对比胶砂相应龄期的抗压强度，MPa。

6 胶砂抗压强度增长比试验应按照《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671的规定分别测试对比胶砂和试验胶砂28d和90d的抗压强度。胶砂抗压强度增长比应按下式计算，结果保留至整数。

高岭土的胶砂抗压强度增长比按式（A.3）计算，结果保留至整数。

…………………………………（A.0.3-3）

式中：P—偏高岭土胶砂抗压强度增长比，％；

R90—受检胶砂90d的抗压强度，MPa；

R28—受检胶砂28d的抗压强度，MPa；

R0,90—比对胶砂90d的抗压强度，MPa；

R0,28—比对胶砂28d的抗压强度，MPa。

# 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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，在条件许可时，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 条文中指明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

1. 《通用硅酸盐水泥》GB 175
2. 《水泥化学分析方法》GB/T 176
3. 《水泥细度检验方法 筛析法》GB/T 1345
4. 《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346
5. 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
6. 《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419
7. 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
8. 《混凝土外加剂》GB 8076
9. 《混凝土搅拌机》GB/T 9142
10. 《混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171
11. 《建设用砂》GB/T 14684
12. 《建设用卵石、碎石》GB/T 14685
13. 《预拌混凝土》GB/T 14902
14. 《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671
15. 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
16. 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
17. 《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
18. 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
19. 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
20. 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
21. 《混凝土质量控制标准》GB 50164
22. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
23. 《大体积混凝土施工标准》GB 50496
24. 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
25. 《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733
26. 《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003
27. 《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10
28. 《人工砂混凝土应用技术规程》JG J/T 241
29. 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
30. 《混凝土用水标准》JGJ 63
31. 《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104
32. 《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169
33. 《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193
34. 《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281
35. 《环境标志产品技术要求预拌混凝土》HJ/T 412

云南省工程建设地方标准

偏高岭土混凝土应用技术规程

DBJ 53/T-××-20××

条文说明

编制说明

《偏高岭土混凝土应用技术规程》（DBJ 53/T-××-20××），经云南省住房和城乡建设厅20xx年xx月xx日以第xx号公告批准发布。

本规程编制过程中，编制组进行了广泛而深入的调查研究，总结了我国工程建设中偏高岭土混凝土应用技术的实践经验，同时参考了国内外先进技术法规、技术标准，通过试验取得了偏高岭土混凝土应用技术的相关重要技术参数。

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程时能正确理解和执行条文规定，《偏高岭土混凝土应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明，供使用者参考。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

[l 总则 21](#_Toc474755945)

[2 术语和符号 23](#_Toc474755946)

[2.1 术语 23](#_Toc474755947)

[3 原材料技术要求 24](#_Toc474755948)

[3.1 偏高岭土 24](#_Toc474755949)

[3.2 其他原材料 26](#_Toc474755950)

[4 混凝土性能 28](#_Toc474755951)

[4.1 拌合物性能 28](#_Toc474755952)

[4.2 力学性能 28](#_Toc474755953)

[4.3 长期性能与耐久性能 29](#_Toc474755954)

[5 配合比设计 30](#_Toc474755955)

[5.1 一般规定 30](#_Toc474755956)

[5.2 配合比计算和确定 31](#_Toc474755957)

[6 生产与施工 32](#_Toc474755958)

[6.1 一般规定 32](#_Toc474755959)

[6.2 原材料贮存与计量 32](#_Toc474755960)

[6.3 混凝土的制备、运输、浇筑和养护 32](#_Toc474755961)

[7 质量检验与验收 34](#_Toc474755962)

[7.1 混凝土原材料质量检验 34](#_Toc474755963)

[7.2 混凝土拌合物性能检验 34](#_Toc474755964)

[7.3 硬化混凝土性能检验 34](#_Toc474755965)

[7.4 混凝土工程验收 35](#_Toc474755966)

l 总则

**1.0.1** 近年来，我国大力推广应用高性能混凝土。优质的矿物掺合料在混凝土中的使用不仅可以取代水泥、节约能源、减少环境污染，还是配制高性能混凝土的必要材料之一，被称为配制高性能混凝土的功能性组分材料。矿物掺合料通过复合胶凝效应、诱导激活效应、表面微晶化效应、界面藕合效应、微集料效应，可以改善混凝土的工作性能、力学性能和耐久性能。随着我国基础建设的大规模展开，粉煤灰、粒化高炉矿渣粉等传统矿物掺合料在一些地区日益紧缺，如何充分利用地方有限资源，为高性能混凝土提供优质的掺合料是目前需要面临解决的问题。偏高岭土是以高岭土为原料，在(600~900)℃下经脱水形成的无水硅酸铝，其分子排列是不规则的，呈现热力学介稳状态，在混凝土中的作用机理与硅灰及其它火山灰相似，可以有效提高混凝土的力学性能、抗渗性和耐蚀性, 抑制碱集料反应，被称为“超级火山灰”。偏高岭土还具有较好的补偿收缩性能，在硫酸盐和氢氧化钙的激发下，可生成具有膨胀效应的钙矾石，提高混凝土的体积稳定性。偏高岭土混凝土在工程建设中的推广应用可以提升建筑工程品质，有效延长建筑物使用寿命，提升混凝土综合性能，增强建筑结构可靠性，降低全寿命周期综合成本，推动节能减排，发展循环经济。近 30 多年以来，偏高岭土在国外建筑材料领域的应用研究取得了很大的进展，已成为一种广泛使用的混凝土矿物掺合料，法国还制订了《混凝土用凝硬性附加物—偏高岭土：定义、规范和一致性标准》NF P18-513-2012。近年来，我国在偏高岭土的作用机理以及偏高岭土作为掺合料配制混凝土方面也开展了大量实验室研究并取得了一些较好的研究成果，且我国偏高岭土产品的生产技术已成熟，国内已经可以批量生产。但在此之前，我国尚无相关标准对偏高岭土混凝土应用技术给予明确的规定。本规程根据我国在该领域的科研成果和工程实践经验，结合国内现有的标准规范，参考国外先进标准制定而成，旨在指导偏高岭土混凝土在建设工程中的科学合理应用，保证混凝土质量，促进许多杂质含量较高、白度低的低品位高岭土及高岭土尾矿在建筑领域的资源化利用，实现节能环保。

**1.0.2** 偏高岭土在我国很多领域都已开展了系统深入研究并得到应用，本规程主要适用于建设工程中将偏高岭土作为混凝土的一种矿物掺合料使用的情况。本规程是针对偏高岭土混凝土的技术要求、配合比设计、施工、质量检验与验收的专用标准，可以为设计、生产、施工、监理、质检和科研等单位的相关人员在确定或检验偏高岭土混凝土质量时，提供一个统一和规范的试验准则，使相关的试验及试验结果具有一致性和可比性，并有助于控制混凝土工程质量。

**1.0.3** 偏高岭土在混凝土中的应用涉及不同工程类别和国家标准或行业标准，且偏高岭土混凝土与普通混凝土相比，二者在制备工艺、施工工艺、工作性能与强度性能等诸方面有相同之处，又确无必要一一列入本规程。因此，在使用中除应执行本规程外，与本规程有关的、难以详尽的技术要求，尚应按所属工程类别符合有关的现行国家和行业标准规范的规定。本规程的有关内容，将随着偏高岭土混凝土技术的进步以及工程实践经验的不断积累，得到补充和完善。

2 术语和符号

2.1 术语

**2.1.1** 高岭土是以高岭石为主，多种粘土矿物组成的含水铝酸盐混合体，属层状硅酸盐结构，其结构式为Al4 [Si4O10](OH)8，简式为Al2O3•2SiO2•2H2O。高岭石的晶体结构特点是由Si-O四面体层和Al-(O，OH)八面体层联结而成，结构单元层间靠氢键联结成重叠的层状堆迭，其晶体结构决定了游离的Al2O3•2SiO2无法自由的和水泥水化产物Ca(OH)2 反应，因此无火山灰活性。高岭土煅烧过程中在保持原来的层状结构下，原子间发生较大位错，呈现热力学介稳状态，形成了结晶度很差的偏高岭土。煅烧温度是影响高岭土物相和理化性能的变化的关键因素，煅烧温度过低不利于结构水的完全脱去，温度过高将转变成不具有活性的莫来石晶相。大量试验研究表明，偏高岭土的最佳煅烧温度范围为600～900℃。

**2.1.2** 胶凝材料包括自身具有胶凝性能的水泥以及具有一定火山灰活性的粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、偏高岭土等矿物掺合料。

**2.1.3** 偏高岭土混凝土是指采用含有一定比例偏高岭土的胶凝材料配制的混凝土。一般情况下，偏高岭土占胶凝材料的质量比不应低于5%，也不宜高于15%。

**2.1.4** 偏高岭土影响系数的含义类似于粉煤灰影响系数、矿渣粉影响系数，可参见《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55。偏高岭土影响系数是在推算掺加偏高岭土的胶凝材料28d胶砂抗压强度时，用于折减水泥28d胶砂抗压强度的一个无量纲系数。

3 原材料技术要求

3.1 偏高岭土

**3.1.1** 本条对偏高岭土的技术指标要求及测试方法进行了规定。在这些技术指标中，细度、活性指数、流动度比、SiO2、Al2O3含量尤为关键。

1掺合料的细度表征方法主要有筛余和比表面积。偏高岭土比表面积在15000~30000m2/kg、平均粒径在2μm~4μm，45μm筛余在2%左右。由于偏高岭土比表面积较大，比表面积超出勃氏法测量范围，必须采用BET法进行测试，云南省相关生产厂家及相关检测单位设备配套条件达不到要求，检测费用也较高，因此考虑采用45µm方孔筛筛余进行表征。经试验验证，综合考虑偏高岭土粉磨能耗、活性指数、胶砂流动度比、经济效益等指标，偏高岭土45μm筛余不大于5%时，偏高岭土活性指数、胶砂流动度比较佳。因此，规定偏高岭土的细度（45µm方孔筛筛余）（质量分数）≤5.0%。

2矿物掺合料的流动性检测方法主要有两种，一部分掺合料标准采用需水量比指标来表征其对砂浆流动性的影响，如《用于水泥和混凝土中粉煤灰》GB/T1596、《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690；而另一部分采用流动度比指标来表征其对砂浆流动性的影响，如《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T18046、《水泥砂浆和混凝土用天然火山灰质材料》JG/T 315。需水量比试验方法实际操作起来，数据离散性较流动度比大，且需水量比试验次数较流动度比多；流动度比试验方法实际操作简便，数据离散性小，对试验操作者的熟练要求程度相对低。根据我省偏高岭土的品质、特性及其研究结果，规定采用采用流动度比来表征偏高岭土对砂浆流动度的影响，掺量为10%，流动度比应≥85%。流动度比越低，说明在同坍落度下，偏高岭土混凝土的单位用水量增加，或减水剂掺量增加；在同用水量下，偏高岭土混凝土的坍落度降低。

3活性指数是控制偏高岭土质量的关键指标。目前，检测矿物掺合料胶砂活性指数主要有两种方法，一种是固定用水量法，如《混凝土用复合掺合料》JG/T 486、《用于水泥和混凝土中粉煤灰》GB/T1596；而另一种采用固定胶砂流动度法来检测胶砂强度，如《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690、《高强高性能混凝土用矿物掺合料》GB/T18736。采用固定用水量法试验检测偏高岭土活性操作简便易行，方便，且不受外加剂的影响。而采用固定流动度法检测偏高岭土活性时，需要采用外加剂进行调整，试验次数较多，且外加剂的性能需固定，不利于实际操作，且不同的试验者检测数据存在偏差。因此，为快速检测偏高岭土活性，且排除外加剂对偏高岭土活性的影响，规定采用固定用水量来检测偏高岭土的并活性指数。一些学者和一些工程实际应用发现，由于掺合料的巨大市场空间，市场上存在部分“掺假”掺合料，即掺和料中加入一些具有早强成分的激发剂，导致掺合料早强强度满足要求，但后期强度增长缓慢，甚至倒缩，而这种情况在60d或90d龄期较为凸显。因此，为确保偏高岭土具有稳定的强度增长性能，本规程参照《混凝土用复合掺合料》JG/T486，规定偏高岭土的抗压强度增长比≥90%。通过大量试验研究及统计分析，本规程规定偏高岭土3d活性指数应≥90%，7d活性指数应≥95%，28d活性指数应≥105%，抗压强度增长比≥90%，以确保偏高岭土的质量满足要求。

4偏高岭土中含有结晶完好的石英，这部分SiO2不具有活性。因此，控制偏高岭土的活性Al2O3和SiO2含量是保证偏高岭土质量的重要保证，尤其是要控制Al2O3的最低含量，SiO2的最高含量，从而控制偏高岭土中的石英杂质含量。同时为实现我省低品质偏高岭土在混凝土工程中的推广应用，根据不同批次偏高岭土的化学成分分析及不同活性组分含量的偏高岭土活性试验结果，参考《高岭土及其试验方法》GB/T 14563-2008的化学成分限值，规定SiO2含量≤55%、Al2O3含量≥35%。

**3.1.2** 偏高岭土的放射性含量限值参照《建筑材料放射性核素限量》GB 6566执行。编制组对偏高岭土的放射性进行检测，检测结果满足该标准要求，但同时也发现部分样品放射性指数较高，Ira为0.91，Ir为1.57。

**3.1.3** 编制组对云南省13个偏高岭土样品进行化学分析表明，9个样品的碱含量（Na2O+0.658K2O）低于1.0%，4个样品碱含量超过1.0%。当偏高岭土的碱含量过高时，在潮湿环境下，会与具有碱活性的集料发生碱-骨料反应，引起混凝土开裂破坏。《普通混凝土配合比设计规程》将混凝土碱含量控制在3.0kg/m3以内，混凝土中碱含量是测定混凝土中各原材料碱含量计算之和，而偏高岭土、粉煤灰、粒化高炉矿渣粉等矿物掺合料碱含量并不是参与碱骨料反应的有效碱含量，偏高岭土的碱含量取实测值的1/2。因此，本条规定当偏高岭土用于活性骨料混凝土或有其他性能要求时，可限制偏高岭土的碱含量，碱含量限制值宜为1.0%，也可由买卖双方根据实际情况协商确定，但应控制混凝土的碱含量满足设计和施工要求，防止发生碱骨料反应。

**3.1.4** 优质偏高岭土颜色为白色或亚白色，Fe2O3含量高的偏高岭土颜色为粉红色、淡红色。编制组对我省13个高铁偏高岭土样品进行了化学成分分析，Fe2O3含量在1.5%~3.5%范围，铁含量较高，白度降低，导致在陶瓷、造纸、精细化工领域的应用受到限制，其在混凝土中的应用对混凝土性能不会造成显著影响，但铁含量较高，对混凝土的颜色影响较大，不宜在装饰混凝土、清水混凝土中应用。因此，为实现低品位偏高岭土在建设工程中的应用，促进节能环保，本条规定偏高岭土用于清水混凝土或对混凝土颜色有特殊要求时，Fe2O3含量不宜大于1.0%。

3.2 其他原材料

**3.2.1** 采用通用硅酸盐水泥配制掺加偏高岭土的混凝土有一定技术和经济的合理性。一般情况下，硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥之外的通用硅酸盐水泥内掺混合材比例高，胶砂强度较低，与之比较，宜采用质量稳定的普通硅酸盐水泥进行配制。

**3.2.2** 粉煤灰含有大量的玻璃微珠，磨细矿渣粉为质地光滑致密的玻璃质颗粒，能降低偏高岭土混凝土的需水性，改善新拌混凝土的工作性能。

**3.2.3** 连续级配粗骨料堆积相对紧密，空隙率比较小，可以节约其他原材料和改善混凝土性能。混凝土中粗骨料最大公称粒径应考虑到结构或构件的截面尺寸以及钢筋间距，粗骨料最大公称粒径太大不利于混凝土浇筑成型。混凝土的粗、细骨料应满足《建设用砂》GB/T 14684和《建设用卵石、碎石》GB/T 14685的规定。采用人工砂时，应符合《人工砂混凝土应用技术规程》JG J/T 241的规定。

**3.2.4** 偏高岭土颗粒呈层片状，比表面积较大，需水量大，不具备粉煤灰的形态优势，因而在配制混凝土时，较难达到混凝土初始工作状态，混凝土凝结时间缩短，且混凝土拌合物的坍落度损失加快，不利于泵送混凝土的质量控制。聚羧酸高性能减水剂具有掺量低、减水率高、混凝土拌合物的流动性和流动保持性好、坍落度损失低、低收缩、分子结构可设计性强、合成工艺绿色环保等优点，已被广泛应用。试验研究还表明：偏高岭土与不同水泥和不同的外加剂之间的相容性各异，与聚羧酸减水剂的相容性较好。因此，采用具有高坍落度保持能力和高减水低粘度的聚羧酸减水剂配制偏高岭土混凝土可以有效解决偏高岭土混凝土黏度大、经时损失快、凝结时间短等技术难题。工程实践还表明，外加剂品种多，差异大，掺量范围也不同，在实际工程应用时，不同产地、品种或品牌的水泥对外加剂和矿物掺合料的相容性情况有差异，可能与水泥和矿物掺合料产生相容性不良问题。因此，只有经过试验验证，确定与水泥及偏高岭土等其他矿物掺合料具有良好相容性的外加剂才能使用，禁止使用与水泥、矿物掺合料相容性不良或不相容的外加剂。相容性试验方法应符合《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119附录A混凝土外加剂相容性快速试验方法的规定。砂浆的初始扩展度应为（35020）mm，且聚羧酸高性能减水剂掺量低、砂浆扩展度经时损失小时相容性最优。

**3.2.5** 混凝土用水包括拌合用水和养护用水。现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63对混凝土的各种用水进行了规定。混凝土用水主要控制项目包括pH值、不溶物含量、可溶物含量、硫酸根离子含量、氯离子含量、水泥凝结时间差和水泥胶砂强度比。搅拌站循环水碱含量及pH值较高，在使用搅拌站循环水拌制混凝土时，应经试验试配验证，满足要求后方可使用。当混凝土骨料为碱活性时，混凝土用水主要控制项目还包括碱含量，且混凝土用水不得采用搅拌站循环水。

4 混凝土性能

## 4.1 拌合物性能

**4.1.1** 本条规定了偏高岭土混凝土的工作性能技术指标、坍落度和扩展度等级划分依据。偏高岭土混凝土拌合物工作性能的好坏是决定混凝土质量的重要因素之一，因此，在配制偏高岭土混凝土时应主要调整拌合物的黏聚性、保水性和流动性，防止离析和泌水，并严格控制混凝土的坍落度以满足施工要求。

**4.1.2** 混凝土坍落度经时损失为混凝土初始坍落度与混凝土拌合物静置至规定时间（从加水搅拌时开始计算）后的坍落度保留值的差值。试验研究表明，偏高岭土在等量取代水泥的情况下，在一定程度上会降低混凝土的坍落度和坍落度经时损失。胶凝材料为400kg，水胶比为0.41，偏高岭土等量取代5%~15%水泥时，混凝土的1h经时损失随偏高岭土掺量的增加而增加，偏高岭土掺量超过10%时，经时损失显著增加，1h坍落度损失超过40mm，1h扩展度损失超过100mm。因此，应采取混凝土原材料优选、配合比设计优化、选用高保坍聚羧酸减水剂等措施控制偏高岭土混凝土的坍落度经时损失在30mm/h内。

**4.1.3** 偏高岭土的掺入会缩短混凝土的凝结时间。试验研究表明：偏高岭土比表面积大，活性高，会促进水泥早期水化，从而缩短混凝土凝结时间。与同等级普通混凝土相比，混凝土凝结时间会缩短1~2h。因此，掺加偏高岭土的混凝土拌合物控制其凝结时间以满足工程施工和混凝土性能要求。

**4.1.4** 偏高岭土的掺入可以改善混凝土的抗冻性能，掺加引气剂时，混凝土抗冻性能会显著改善，但含气量不宜过大，含气量超过7%时，混凝土的强度会大幅度降低。因此，对于有抗冻设计要求时，偏高岭土混凝土中可掺加引气剂，但应控制含气量限值，建议控制含气量实测值上限为7%。

**4.1.5** 本条规定的偏高岭土混凝土拌合物的水溶性氯离子含量与国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164一致。对处于存在氯离子的潮湿环境的钢筋混凝土，应严格控制水溶性氯离子最大含量，防止钢筋锈蚀破坏。

**4.1.6** 本条规定偏高岭土混凝土拌合物性能的试验方法应按国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080的规定执行。

## 4.2 力学性能

**4.2.1**  本条规定了偏高岭土混凝土抗压强度等级的划分。偏高岭土主要应用于中高强度等级混凝土，在低等级混凝土中增强效果不明显，且掺量低，生产计量控制难度大。因此，规定偏高岭土混凝土的最低强度等级为C30。根据我省目前混凝土的应用情况，规定最高强度等级不宜超过C80。

**4.2.2** 本条规定了偏高岭土混凝土的强度检验评定标准和力学性能试验方法标准。国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107和《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081规定了混凝土取样、试验、混凝土强度检验与评定，为各建设行业所采用。偏高岭土混凝土力学性能主要包括抗压强度、轴压强度、弹性模量、劈裂抗拉强度和抗折强度等。

## 4.3 长期性能与耐久性能

**4.3.1** 当有预防碱骨料反应要求时，偏高岭土混凝土应符合《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733的规定。试验表明，偏高岭土中含有一定的碱，其碱含量一般在1%以内，但部分偏高岭土碱含量在1.0%~1.5%。因此，当混凝土可能存在碱骨料反应危害时，偏高岭土混凝土应符合现行国家标准《 预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T50733 的规定。

**4.3.2**  本条对偏高岭土混凝土长期性能与耐久性能等级划分、检验评定及试验方法进行了规定，主要耐久性能项目应按普通混凝土的试验方法进行测试。

5 配合比设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 本条明确了偏高岭土混凝土的配合比设计方法应与相关国家标准相协调。行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55关于混凝土配合比试配、调整与确定的相关规定同样适用于偏高岭土混凝土。当偏高岭土混凝土用于高强混凝土、大体积混凝土、清水混凝土工程时，应符合《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281、《大体积混凝土施工标准》GB 50496和《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169的相关规定。

**5.1.2** 偏高岭土的掺入会增大混凝土的需水性和胶凝材料之间的摩擦力，且随掺量的增加而显著增大，同时偏高岭土的掺入还会降低混凝土的凝结时间和增加坍落度经时损失。为充分发挥偏高岭土的火山灰活性和良好的填充效应，降低其对新拌混凝土工作性能的不良影响，采用掺合料多元复合优化可以合理调整胶凝材料体系的粒径范围和降低水泥颗粒之间的空隙，实现密实颗粒堆积，有效控制混凝土的单位用水量，提高硬化水泥浆体的密实度和改善水泥浆体的微观结构，大幅度提高硬化体的强度和耐久性能。研究表明：偏高岭土与粉煤灰、矿渣复掺可以大幅度改善水泥与高效减水剂的相容性，提高水泥的抗压强度，偏高岭土、矿渣、粉煤灰三掺效果最佳。

**5.1.3** 采用工程实际使用的原材料进行偏高岭土混凝土的配合比试配可以更好地指导混凝土的生产。配合比试配采用的工程实际原材料，以基本干燥为准，即细骨料含水率小于 0.5%，粗骨料含水率小于 0.2%。混凝土配合比设计不仅应满足强度要求，还应满足施工性能、其他力学性能和耐久性能的要求。

**5.1.4** 采用设计配合比进行试生产并对配合比进行相应调整是确定施工配合比的重要环节。粗、细骨料的含水率会变化会影响混凝土的水胶比和用水量，因此，在生产过程中，应根据粗、细骨料的含水率变化情况及时调整配合比。

**5.1.5** 工程结构使用的水泥、粗细骨料、外加剂、偏高岭土的品种或质量有显著变化，偏高岭土混凝土的配合比需要通过试配确定，以满足工程施工和混凝上性能的要求。原材料质量显著变化是指诸如水泥胶砂强度、外加剂减水率和偏高岭土活性等发生明显变化；对混凝土性能有特殊要求是指偏高岭土混凝土工程结构对混凝上性能有诸如抗硫酸盐性能、抗碳化性能、抗冻性能等的规定。

## 5.2 配合比计算和确定

**5.2.1** 工程所处的环境和结构部位不同，对混凝土强度、工作性能、水化热、抗冻性能等技术指标要求不同，偏高岭土在混凝土中的最佳掺量也不同。开展系统配合比试验研究，可以获得偏高岭土掺量与混凝土性能的相关规律，有效指导混凝土的配合比设计。

**5.2.2** 本条规定偏高岭土最大掺量主要是为了保证混凝土的拌合物性能、力学性能、耐久性能以及配合比的经济性。试验研究表明，偏高岭土在混凝土中的掺量在15%以内时，混凝土各项性能良好。超过15%，混凝土拌合物的流动性能变差、凝结时间缩短，且配合比不经济。国家标准《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003对粉煤灰、粒化高炉矿渣粉和复合矿物掺合料的最大掺量进行了明确规定。因此，为保证偏高岭土混凝土质量，规定复合矿物掺合料中各组分的掺量不宜超过任一组分单掺时的上限掺量。

**5.2.3** 偏高岭土具有较高的火山灰活性，被称为超级火山灰。作为混凝土掺合料使用时，在计算时应将偏高岭土的用量计为胶凝材料总量的一部分。

**5.2.4** 在混凝土配合比水胶比计算中，偏高岭土的影响系数应经试验确定，在试验无实测值时，也可按本节表5.2.4取值。试验研究表明，掺5%、10%、15%偏高岭土的胶砂28d抗压强度比分别为109%、114.9%和110.3%；胶凝材料总量和水胶比固定，与普通混凝土相比，等量取代5%、10%、15%水泥的偏高岭土混凝土28d抗压强度比分别为112%、115%、114%。因此，在试验无实测值时，偏高岭土影响系数按本节表5.2.4取值可以很好满足混凝土的配合比设计要求。

6 生产与施工

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 本条强调偏高岭土混凝土生产施工前应制定详细、周密的技术方案，施工过程中应进行全过程控制。技术方案应包括以下两个方面：混凝土开盘生产前，混凝土生产单位编制的技术方案应涉及原材料、配合比设计、混凝土制备和运输等环节；施工前，施工单位编制的技术方案应涉及浇筑、成型、养护及其相关的工艺和技术等环节。完整的生产施工技术方案和施工全过程控制能够充分研究确定各个环节及相互联系的控制技术，有利于做好充分准备，保证偏高岭土混凝土工程的顺利实施，进而保证混凝土工程质量。

**6.1.2** 本条规定了偏高岭土混凝土施工的标准依据。

**6.1.3** 本条规定了采用预拌混凝土搅拌站集中生产偏高岭土混凝土的标准依据。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。

## 6.2 原材料贮存与计量

**6.2.1** 偏高岭土产地和批次不同，其原矿品质可能存在差异，导致偏高岭土的性能会有所差异，因此宜分别贮存，同时避免与其他粉料相混，并注意防潮。

**6.2.2** 本条规定了其他原材料贮存的标准依据。

**6.2.3** 原材料分别标识清楚有利于避免混乱和用料错误。

**6.2.4** 采用电了计量设备有利于保证计量精度，保证偏高岭土混凝土的生产质量。符合国家标准《混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171规定称量装置可以满足表6.2.4的规定。如果堆场上的粗、细骨料的含水率发生变化，而称量不变，对水胶比和用水量会有影响，从而影响偏高岭土混凝土的性能。

## 6.3 混凝土的制备、运输、浇筑和养护

**6.3.1** 偏高岭土宜与其他胶凝材料一起投料，采用双卧轴强制式搅拌机有利于偏高岭土混凝土的搅拌。偏高岭土比表面积较大，较难分散均匀，一般情况下，搅拌时间宜延长30s~60s。

**6.3.2** 本条规定了偏高岭土混凝土生产制备在清洁生产等环保方面的标准依据。

**6.3.3** 本条规定了偏高岭土混凝土拌合物搅拌质量的控制依据。国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164关于同一盘混凝土的搅拌匀质性的规定有两点：混凝土中砂浆密度两次测值的相对误差不应大于0.8%；混凝土稠度两次测值的差值不应大于混凝土拌合物稠度允许偏差的绝对值。

**6.3.4** 搅拌运输车罐内积水或残留其他品种的混凝土会使偏高岭土混凝土配合比欠准确，且影响偏高岭土混凝土的质量。

**6.3.5** 本条规定了偏高岭土混凝土泵送施工过程质量控制依据。

**6.3.6** 本条规定了偏高岭土混凝土拌合物在运输过程中的质量控制依据。

**6.3.7** 本条规定了混凝土在运输及浇筑过程中因工作性能不能满足施工要求需进行调整的原则。在运输及浇筑过程中向混凝土拌合物中加水会严重影响混凝土的力学性能、长期性能和耐久性能，对混凝土工程质量危害极大，必须禁止。搅拌运输车到达浇筑现场时，应使搅拌罐高速旋转20s~30s后再将混凝土拌合物卸出。需通过补加外加剂进行拌合物性能调整时，应符合下列规定：⑴应采用同种减水剂；⑵减水剂掺量应有经试验确定的预案；⑶减水剂掺入混凝土拌合物后，应使搅拌罐高速旋转不少于120s。

**6.3.8** 在平面内均匀布料可避免混凝土流动距离过远。试验证明，混凝土拌合物在大风环境下的水分蒸发过快，不利于水泥水化和强度发展，同时可能导致混凝土干缩大，引起混凝土开裂。故偏高岭土混凝土拌合物在大风条件下浇筑时，宜采取适当挡风措施。

**6.3.9** 本条规定偏高岭土混凝土的冬期施工应符合《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的有关规定。

**6.3.10** 本条规定掺偏高岭土的高强混凝土、大体积混凝土和清水混凝土的施工应分别符合行业标准《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T281、国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496、《清水混凝土应用技术规程》JGJ169的有关规定。

# 7 质量检验与验收

## 7.1 混凝土原材料质量检验

**7.1.1** 偏高岭土混凝土原材料质量检验应包括型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件的查验和收存。

**7.1.2** 本条规定了偏高岭土混凝土原材料的进场检验要求。应在偏高岭土混凝土原材料进场时检验把关，不合格的原材料不能进场。

**7.1.3~** **7.1.4** 本条规定了偏高岭土及其他原材料的检验项目。偏高岭土混凝土原材料进场检验和生产中抽检的项目不能少于规定的项目。

**7.1.5** 本条规定了偏高岭土及其他原材料的检验批量。

**7.1.6** 符合本规程第3章规定的原材料为质量合格，可以验收。

## 7.2 混凝土拌合物性能检验

**7.2.1** 偏高岭土混凝土拌合物质量控制是关键环节之一。本条规定了偏高岭土混凝土拌合物的检验项目及检验地点

**7.2.2** 本条规定了偏高岭土混凝土拌合物有关性能的检验频次。水泥和外加剂及其相容性是影响混凝土凝结时间的主要因素，且不同批次的偏高岭土、水泥和外加剂对混凝土凝结时间的影响可能会有变化。

**7.2.3** 本条规定了偏高岭土混凝土拌合物性能应符合的质量要求。符合本规程第4.1节规定的混凝土拌合物为质量合格。

**7.2.4** 偏高岭土混凝土拌合物性能出现异常，可能是偏高岭土的原因，也可能是其他方面的原因，需要及时分析，然后作出针对性处理。

## 7.3 硬化混凝土性能检验

**7.3.1** 本条规定了偏高岭土混凝土强度检验评定及其他力学性能检验的标准依据。

**7.3.2** 本条规定了偏高岭土混凝土长期性能和耐久性的检验评定依据。

**7.3.3** 本条规定了偏高岭土混凝土的力学性能、长期性能和耐久性能应符合的质量要求。符合本规程第4. 2节和第4. 3节规定的偏高岭土混凝土的力学性能、长期性能和耐久性能为质量合格，可以验收。

## 7.4 混凝土工程验收

**7.4.1** 本条规定了偏高岭土混凝土的质量验收依据。偏高岭土混凝土工程施工质量验收的一般要求与不掺偏高岭土的混凝土工程无异。

**7.4.2** 本条强调将偏高岭土混凝土的长期性能和耐久性能作为验收的主要内容之一。