

**T/CECS 689—20XX**

**中国工程建设标准化协会标准**

固废基胶凝材料应用技术规程

Technical specification for application of solid waste cementitious material

（**征求意见稿**）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

**中国计划出版社**

**中国工程建设标准化协会标准**

**固废基胶凝材料应用技术规程**

Technical specification for application of solid waste cementitious material

**T/CECS 689- 20XX**

主编单位：北京科技大学

XXXX

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：XXXX年XX月XX日

**中国计划出版社**

20XX年　北　　京

**前　　言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022年第二批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2022〕40号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分9章和2个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、固废基胶凝材料、固废基胶凝材料砂浆、固废基胶凝材料混凝土、固废基胶凝材料复合土、固废基胶凝材料砖和砌块、固废基胶凝材料公路路面基层等。

本规程替代T/CECS 689-2020《固废基胶凝材料应用技术规程》，与T/CECS 689-2020相比，出结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

1. 更改了适用范围（见第1章，2020年版的第1章）；
2. 增加了“固废基胶凝材料复合土、固废基胶凝材料砖和砌块、固废基胶凝材料公路路面基层”的术语（见2.0.4、2.0.5、2.0.6）；
3. 删除了通用胶砂强度、专用胶砂强度的术语（见2020版的2.0.4和2.0.5）；
4. 更改了基本规定（见3.0.1，2020版的3.0.1）；
5. 更改了固废基胶凝材料的分类、组分及原材料和性能的规定（见4.1、4.2，2020版的4.1和4.2）；
6. 增加了固废基胶凝材料复合土的一般规定、配合比、填筑设计、填筑施工、施工过程质量验收、竣工验收的规定（见第7章）；
7. 增加了固废基胶凝材料砖、砌块的一般规定、建筑工程、市政工程、水务工程、景观工程的规定（见第8章）；
8. 增加了固废基胶凝材料公路路面基层的一般规定、混合料组成设计、混合料生产、摊铺及碾压、施工质量标准与控制（见第9章）。

请注意，本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由北京科技大学负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：北京市海淀区学院路30号，邮政编码：100083，E-mail：sirwangkun@126.com），以供修订时参考。

主编单位：北京科技大学

XXXXX

参编单位：XXX

主要起草人：

主要审查人：

**目　　次**

[1　总　　则 1](#_Toc175581441)

[2　术　　语 2](#_Toc175581442)

[3　基本规定 3](#_Toc175581443)

[4　固废基胶凝材料 4](#_Toc175581444)

[**4.1**　分类与原材料 4](#_Toc175581445)

[**4.2**　性能 4](#_Toc175581446)

[**4.3**　进场检验和储存 5](#_Toc175581447)

[5　固废基胶凝材料砂浆 7](#_Toc175581448)

[**5.1**　一般规定 7](#_Toc175581449)

[**5.2**　配合比设计 7](#_Toc175581450)

[**5.3**　制备与施工 8](#_Toc175581451)

[**5.4**　施工质量验收 9](#_Toc175581452)

[6　固废基胶凝材料混凝土 10](#_Toc175581453)

[**6.1**　一般规定 10](#_Toc175581454)

[**6.2**　配合比设计 10](#_Toc175581455)

[**6.3**　制备与施工 11](#_Toc175581456)

[**6.4**　施工质量验收 12](#_Toc175581457)

[7　固废基胶凝材料复合土 13](#_Toc175581458)

[**7.1**一般规定 13](#_Toc175581459)

[**7.2**配合比 14](#_Toc175581460)

[**7.3**　填筑设计 16](#_Toc175581461)

[**7.4**　填筑施工 20](#_Toc175581462)

[**7.5**　施工过程质量检验 22](#_Toc175581463)

[**7.6**　竣工验收 22](#_Toc175581464)

[8　固废基胶凝材料砖和砌块 24](#_Toc175581465)

[**8.1**　一般规定 24](#_Toc175581466)

[**8.2**　建筑工程 25](#_Toc175581467)

[**8.3**　市政工程 25](#_Toc175581468)

[**8.4**　水务工程 26](#_Toc175581469)

[**8.5**　景观工程 28](#_Toc175581470)

[9　固废基胶凝材料公路路面基层 29](#_Toc175581471)

[**9.1**　一般规定 29](#_Toc175581472)

[**9.2**　混合料组成设计 30](#_Toc175581473)

[**9.3**　混合料生产、摊铺及碾压 31](#_Toc175581474)

[**9.4**　施工质量标准与控制 33](#_Toc175581475)

[用词说明 34](#_Toc175581476)

[引用标准名录 35](#_Toc175581477)

附：[条文说明 37](#_Toc175581478)

**Contents**

[**1　General provisions 1**](#_Toc10208701)

[**2　Terms 2**](#_Toc10208702)

[**3　Basic requirments 3**](#_Toc10208705)

[**4　Solid waste cementitious material 4**](#_Toc10208708)

[4.1　Classification、composition and raw materials 4](#_Toc10208709)

[4.2　Performance 4](#_Toc10208710)

[4.3　Entry inspection and storage 5](#_Toc10208713)

[**5　Solid waste cementitious material mortar 7**](#_Toc10208716)

[5.1　General requirements 7](#_Toc10208717)

[5.2　Mix proportion design 7](#_Toc10208718)

[5.3　Preparation and construction 8](#_Toc10208719)

[5.4　Acceptance of construction quality 9](#_Toc10208720)

[**6　Solid waste cementitious material concrete 10**](#_Toc10208724)

[6.1　General requirements 10](#_Toc10208717)

[6.2　Mix proportion design 10](#_Toc10208718)

[6.3　Preparation and construction 11](#_Toc10208719)

[6.4　Acceptance of construction quality 1](#_Toc10208720)2

[**7** **solid waste cementitious material composite soil**](#_Toc10208724) **13**

[7.1　General requirements](#_Toc10208717) 13

[7.2　Mix proportion 14](#_Toc10208718)

[7.3　Filling design 16](#_Toc10208719)

[7.4　Filling construction 20](#_Toc10208719)

[7.5　Inspection of construction process quality 22](#_Toc10208719)

[7.6　Completion acceptance 22](#_Toc10208719)

[**8** **solid waste cementitious material blocks 24**](#_Toc10208724)

[8.1　General requirements 24](#_Toc10208717)

[8.2　Construction project](#_Toc10208718) 25

[8.3　Municipal engineering 25](#_Toc10208719)

[8.4　Water works](#_Toc10208719) 26

[8.5　Landscape engineering](#_Toc10208719) 28

[**9** **solid waste cementitious material highway pavement base**](#_Toc10208724) **29**

[9.1　General requirements](#_Toc10208717) 29

[9.2　Mix composition design](#_Toc10208718) 30

[9.3　Mix production, spreading and rolling](#_Toc10208719) 31

[9.4　Construction quality standard and control](#_Toc10208719) 33

[**Explanation of wording in this specification**](#_Toc10208730) **34**

[**List of quoted standards**](#_Toc10208731) **35**

[**Addition：Explanation of provisions 37**](#_Toc529781458)

# 1　总　　则

**1.0.1**为规范固废基胶凝材料在工程建设中的应用，做到技术先进、安全适用、提高质量、经济合理，制定本规程。

**1.0.2**本规程适用于在工程建设中应用的固废基胶凝材料的性能检验以及固废基胶凝材料砂浆、混凝土、复合土和砖、砌块的配合比设计、制备、施工及质量验收。

**1.0.3**固废基胶凝材料在工程建设中的应用除应符合本规程外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

# 2　术　　语

**2.0.1**固废基胶凝材料　　solid waste cementitious material

以粒化高炉矿渣、钢渣、工业副产石膏等为主要原料，经磨细加工制成的水硬性胶凝材料。

**2.0.2**　固废基胶凝材料砂浆　　solid waste cementitious material mortar

采用固废基胶凝材料配制的砂浆。

**2.0.3**固废基胶凝材料混凝土　　solid waste cementitious material concrete

采用固废基胶凝材料配制的混凝土。

**2.0.4**　固废基胶凝材料复合土　　solid waste cementitious material composite soil

 采用固废基胶凝材料配置的复合土。

**2.0.5**　固废基胶凝材料砌块　　solid waste cementitious material block

采用固废基胶凝材料配置的砌块材料。

**2.0.6**　固废基胶凝材料公路路面基层　　solid waste cementitious material highway pavement base

采用固废基胶凝材料配置的公路路面基层。

# 3　基本规定

**3.0.1**采用固废基胶凝材料配制砂浆和混凝土时，可根据实际情况加入水泥和其他矿物掺合料。

**3.0.2**采用固废基胶凝材料配制砂浆和混凝土时，宜采用相对较低的水胶比和较低的单方用水量。

**3.0.3**固废基胶凝材料砂浆和混凝土施工后应加强保湿养护。

# 4　固废基胶凝材料

**4.1**　分类与原材料

**4.1.1**固废基胶凝材料按强度可分为22.5、32.5、42.5三个等级。

**4.1.2**粒化高炉矿渣应符合现行国家标准《用于水泥中的粒化高炉矿渣》GB/T 203的有关规定。

**4.1.3**钢渣应符合现行行业标准《用于水泥中的钢渣》YB/T 022的有关规定。

**4.1.4**工业副产石膏应符合现行国家标准《用于水泥中的工业副产石膏》GB/T 21371的有关规定

**4.1.5**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/T 1596中对Ⅰ级和Ⅱ级粉煤灰的质量规定。

**4.1.6**铁尾矿应符合现行行业标准《用于水泥和混凝土中的铁尾矿粉》YB/T 4561的有关规定。

**4.1.7**油页岩渣符合现行国家标准《用于水泥中的火山灰质混合材料》GB/T 2847-2022。

**4.1.7**硅锰渣符合应符合现行行业标准《用于水泥和混凝土中的硅锰渣粉》TB/T 4229-2010。

**4.2**　性能

**4.2.1**固废基胶凝材料的性能指标及检验方法应符合表4.2.1的规定。

**表4.2.1　固废基胶凝材料其他技术性能指标及检验方法**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 等　级 | 检验方法 |
| 42.5 | 32.5 | 22.5 |
| 三氧化硫/%（质量百分数） | ≥5.0且≤12.0 | 现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176 |
| 氯离子含量/%（质量百分数）注 | ≤0.1a | — | 现行行业标准《水泥原料中氯离子化学分析方法》JC/T 420 |
| 细度（45μm方孔筛筛余）/% | ≤12.0 | 现行国家标准《水泥细度检验方法 筛析法》GB/T 1345 |
| 初凝时间/min | ≥60 | ≥180 | 现行国家标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346、《水泥压蒸安定性试验方法》GB/T 750 |
| 终凝时间/min | ≤600 | ≤1440 |
| 安定性 | 沸煮法 | 合格 |
| 压蒸法 | ≤0.50 |
| 抗折强度/MPa | 3d | ≥4.0 | ≥3.0 | ≥1.0 | 现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671 |
| 28d | ≥6.5 | ≥5.5 | ≥3.5 |
| 56d | ≥7.0 | ≥6.0 | ≥4.0 |
| 抗压强度/MPa | 3d | ≥17 | ≥12.0 | ≥5 |
| 28d | ≥42.5 | ≥32.0 | ≥22.5 |
| 56d | ≥45.0 | ≥42.5 | ≥25.0 |
|  a当不与钢筋同时使用时，可不作限制。 |

**4.2.3**固废基胶凝材料的放射性要求和检验方法应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB/T 6566的有关规定。

**4.2.4**固废基胶凝材料的浸出毒性要求应符合现行国家标准《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》GB 5085.3的有关规定。浸出毒性检验方法应符合现行国家标准《固体废物 浸出毒性浸出方法 翻转法》GB 5086.1的有关规定。

**4.3**　进场检验和储存

**4.3.1**同一批次的散装固废基胶凝材料应按每500t为一个检验批；袋装固废基胶凝材料应按每200t为一个检验批。不同批次或非连续供应的不足一个检验批量的产品应作为一个检验批。

**4.3.2**固废基胶凝材料进场时，应按本规程4.3.1条规定的检验批验收型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件。

**4.3.3**　固废基胶凝材料进场时，应对材料的品种、外观、规格、生产日期等进行检查，并应按检验批随机抽取样品进行检验，取样方法应按现行国家标准《水泥取样方法》GB/T 12573的有关规定进行，检验项目应包括本规程表4.2.1、表4.2.2中的所有项目。每个检验批的检验次数不得少于1次。

**4.3.4**　固废基胶凝材料应单独储存，并应防止受潮和混入杂物。出现结块的胶凝材料不得用于砂浆和混凝土制备。

**4.3.5**　固废基胶凝材料出厂时间超过三个月时，应对本规程表4.2.1和表4.2.2的所有项目进行复检，检验合格后方可使用。

# 5　固废基胶凝材料砂浆

**5.1**　一般规定

**5.1.1**固废基胶凝材料可用于配制砌筑砂浆、抹灰砂浆和地面砂浆。

**5.1.2**　提高砂浆的强度及耐久性应采用低水胶比、低单位体积用水量的方式，M15及以上强度等级砂浆的设计用水量不宜超过300kg/m3。

**5.1.3**　固废基胶凝材料砂浆的其他原材料应符合国家现行标准《预拌砂浆》GB/T 25181和《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220的有关规定。

**5.1.4**冬期砂浆施工应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的有关规定。

**5.1.5**固废基胶凝材料抹灰砂浆应符合现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220的有关规定；当采用机械喷涂抹灰施工时，固废基胶凝材料抹灰砂浆还应符合现行行业标准《机械喷涂抹灰施工规程》JGJ/T 105的有关规定。

**5.1.6**　固废基胶凝材料砂浆用于建筑砌体结构的砌筑时，应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203的有关规定。

**5.2**　配合比设计

**5.2.1**配制各强度等级的固废基胶凝材料砂浆时，每立方米砂浆的材料用量宜符合表5.2.1的规定。

**表5.2.1　每立方米砂浆的材料用量(kg/m3)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 强度等级 | 固废基胶凝材料 | 砂 | 水 |
| M5 | 200～240 | 砂的堆积密度值 | 200～320 |
| M7.5 | 240～270 |
| M10 | 270～300 |
| M15 | 300～340 |
| M20 | 320～380 |
| M25 | 350～420 |
| M30 | 420～480 |

注：施工现场气候炎热或干燥季节，可适量增加用水量。

**5.2.2**固废基胶凝材料砂浆配合比计算与试配应符合下列规定：

**1**应根据砂浆设计强度等级、施工方法要求、外加剂性能和耐久性指标要求以及本规程第5.2.1条的规定，初步确定胶凝材料用量和用水量；

**2**每立方米砂浆中的砂用量，应按干燥状态砂的堆积密度值作为计算值；

**3**　砂浆中可掺入保水增稠材料、减水剂等，掺量应经过试配确定；

**4**　砂浆配合比的试配、调整和确定应按现行行业标准《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98的有关规定执行。

**5.3**　制备与施工

**5.3.1**以预拌方式生产的固废基胶凝材料砂浆的制备，应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181的有关规定，施工应符合现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223的有关规定。

**5.3.2**　现场配制的固废基胶凝材料砂浆的原材料储存与计量，应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181中对湿拌砂浆的有关规定。

**5.3.3**现场配制固废基胶凝材料砂浆时，宜采用强制式搅拌机搅拌，并应拌合均匀。搅拌时间应符合下列规定：

**1**　仅由固废基胶凝材料、细骨料和水配制的砂浆，应从全部材料投料完毕开始计算，搅拌时间不宜少于120s；

**2**　掺有外加剂或添加剂的砂浆，应从全部材料投料完毕开始计算，搅拌时间不宜少于180s。

**5.3.4**　使用现场配制的固废基胶凝材料砂浆时，应符合下列规定：

**1**砂浆宜在拌制后的4h内用完；当施工环境最高气温超过30℃时，宜在拌制后的3h内用完；

**2**　掺加缓凝成分的砂浆，使用时间可根据具体情况适当延长；

**3**　现场拌制好的砂浆应采取防止水分蒸发的措施；夏季应采取遮阳措施，冬季应采取保温措施；砂浆存放地点的环境温度宜为10℃～35℃；

**4**　当砂浆拌合物出现少量泌水现象，使用前应再次拌合均匀；

**5**　砂浆施工应符合现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223的有关规定。

**5.4**　施工质量验收

**5.4.1**固废基胶凝材料砌筑砂浆、地面砂浆和预拌抹灰砂浆的施工质量验收，应按现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223的有关规定执行。

**5.4.2**　现场配制的固废基胶凝材料抹灰砂浆的施工质量验收，应按现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220的有关规定执行。

# 6　固废基胶凝材料混凝土

**6.1**　一般规定

**6.1.1**固废基胶凝材料混凝土用原材料应符合下列规定：

**1**　骨料应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684和《建设用卵石、碎石》GB/T 14685的有关规定；

**2**　外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076的有关规定；防冻剂应符合现行行业标准《混凝土防冻剂》JC 475的有关规定。外加剂与固废基胶凝材料的适应性应经过试验验证；

**3**　混凝土用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的有关规定。

**6.1.2**采用预拌方式生产的固废基胶凝材料混凝土应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164和《预拌混凝土》GB/T 14902的有关规定。

**6.1.3**固废基胶凝材料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标准》GB/T 50476的有关规定。

**6.1.4**在满足设计要求的条件下，固废基胶凝材料混凝土的耐久性评定宜采用56d或84d龄期。

**6.1.5**　固废基胶凝材料可用于生产C10～C80强度等级的预拌混凝土及混凝土制品。

**6.1.6**提高固废基胶凝材料混凝土的耐久性应采用低水胶比、低单位体积用水量的方式，C25及以上强度等级混凝土的设计用水量不宜超过175kg/m3。

**6.1.7**固废基胶凝材料混凝土的养护时间不应少于14d。

**6.1.8**　在混凝土拌合物的运输和浇筑过程中严禁加水。

**6.2**　配合比设计

**6.2.1**固废基胶凝材料混凝土配合比设计应满足混凝土和易性、强度和耐久性要求。

**6.2.2**配制固废基胶凝材料混凝土时，水胶比、胶凝材料用量宜符合表6.2.2的规定。

**表6.2.2　固废基胶凝材料混凝土的水胶比、胶凝材料用量**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 强度等级 | 水胶比 | 固废基胶凝材料用量（kg/m3） |
| C10 | 0.55～0.58 | ≥320 |
| C15 | 0.53～0.56 | ≥340 |
| C20 | 0.49～0.54 | ≥350 |
| C25 | 0.43～0.48 | ≥365 |
| C30 | 0.39～0.44 | ≥375 |
| C35 | 0.37～0.42 | ≥390 |
| C40 | 0.34～0.39 | ≥410 |
| C45 | 0.32～0.37 | ≥430 |
| C50 | 0.30～0.33 | ≥450 |
| C55 | 0.27～0.30 | ≥475 |
| C60 | 0.25～0.28 | ≥500 |
| C65 | 0.24～0.27 | ≥515 |
| C70 | 0.23～0.26 | ≥530 |
| C75 | 0.22～0.25 | ≥545 |
| C80 | 0.20～0.23 | ≥560 |

注：混凝土抗冻等级要求大于或等于F200时，水胶比不宜大于0.40。

**6.2.3**固废基胶凝材料混凝土配合比计算与试配应符合下列规定：

**1**　水胶比、胶凝材料用量、外加剂掺量和砂率应根据混凝土设计强度等级、施工方法要求、耐久性指标要求以及本规程第6.2.2条的规定等因素进行初步确定，并计算出单位体积混凝土用水量和外加剂用量；

**2**粗、细骨料用量应按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定，采用质量法或体积法进行计算；

**3**　混凝土配合比的试配、调整和确定，应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定。

**6.3**　制备与施工

**6.3.1**原材料计量应采用电子计量设备，设备的精度应符合现行国家标准《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171的有关规定。每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。混凝土原材料的计量允许偏差应符合表6.3.1的规定，并应每班检查1次。

**表6.3.1　混凝土原材料的计量允许偏差（%）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 原材料品种 | 胶凝材料 | 骨料 | 水 | 外加剂 |
| 每盘计量允许偏差 | ±2 | ±3 | ±1 | ±1 |
| 累计计量允许偏差 | ±1 | ±2 | ±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。

**6.3.2**原材料的计量应根据粗、细骨料含水率的变化调整水和粗、细骨料的称量设定值。含水率宜每班抽测2次，雨天应随时抽测，并应按测定结果调整混凝土施工配合比。

**6.3.3**　混凝土应采用强制式搅拌机搅拌，并应搅拌均匀。混凝土搅拌的最短时间应通过生产性试验确定，不应少于60s。

**6.3.4**　混凝土中砂浆密度的相对误差不应大于0.8%，单位体积混凝土中粗骨料质量的相对误差不应大于5%。混凝土匀质性的试验方法应符合现行国家标准《混凝土搅拌机》GB/T 9142的有关规定。

**6.3.5**　混凝土中的减水剂宜采用聚羧酸系高性能减水剂，混凝土用水量中应扣除减水剂溶液中的水量。

**6.3.6**　固废基胶凝材料混凝土的运输应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和《预拌混凝土》GB/T 14902的有关规定。

**6.3.7**　固废基胶凝材料混凝土的浇筑和养护，应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

**6.3.8**　拆除模板时，除构件必须达到规定强度外，混凝土内外温差不应大于20℃，大体积混凝土降温速率不宜大于2℃∕d。大风或气温急剧变化时不应拆模。炎热和大风干燥季节，应采取逐段拆模、边拆边覆盖的拆模工艺。拆除模板时，不得影响或中断混凝土的养护工作。

**6.4**　施工质量验收

**6.4.1**对28d无承载要求的固废基胶凝材料混凝土结构的强度可按56d或84d龄期验收。但对处于有化学腐蚀性环境的结构，各项指标均应根据构件接触环境作用的时间确定验收龄期。

**6.4.2**　固废基胶凝材料混凝土的施工质量验收，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。

# 7　固废基胶凝材料复合土

**7.1**一般规定

**7.1.1**固废基胶凝材料复合土适用于边坡回填、肥槽回填、空间充填以及路基填筑，可分为减荷填筑和充填填筑。

**7.1.2**固废基胶凝材料复合土的强度等级应按立方体抗压强度标准值确定，并应符合表7.1.2的规定。

**表7.1.2　固废基胶凝材料复合土强度等级**

|  |  |
| --- | --- |
| 强度等级 | 强度（MPa） |
| F0.4 | ≥0.4且单组值≥0.3 |
| F0.6 | ≥0.6且单组值≥0.5 |
| F1.0 | ≥1.0且单组值≥0.8 |
| F1.5 | ≥1.5且单组值≥1.2 |
| F2.5 | ≥2.5且单组值≥2.0 |
| F3.5 | ≥3.5且单组值≥2.8 |
| F5.0 | ≥5.0且单组值≥3.0 |
| F7.5 | ≥7.5且单组值≥6.0 |

**7.1.3**固废基胶凝材料复合土的密度等级应按表观密度确定，并应符合表 7.1.3 的规定。

**表7.1.3　固废基胶凝材料复合土强度等级**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 密度等级 | 表观密度（kg/m3） | 密度等级 | 表观密度（kg/m3） |
| D300 | 250＜ρ≤350 | D1000 | 950＜ρ≤1050 |
| D400 | 350＜ρ≤450 | D1100 | 1050＜ρ≤1150 |
| D500 | 450＜ρ≤550 | D1200 | 1150＜ρ≤1250 |
| D600 | 550＜ρ≤650 | D1300 | 1250＜ρ≤1350 |
| D700 | 650＜ρ≤750 | D1400 | 1350＜ρ≤1450 |
| D800 | 750＜ρ≤850 | D1500 | 1450＜ρ≤1550 |
| D900 | 850＜ρ≤950 | D1600 | 1550＜ρ≤1650 |

**7.1.4**固废基胶凝材料复合土的流动度宜控制在 160mm～180mm，并应符合本规程附录 A 流动度试验的规定。

**7.1.5**固废基胶凝材料复合土应按抗压强度设计值试配，其抗压强度宜按下式确定：

*q*u ≥1.05*q*c （7.1.5）

式中：*q*u——固废基胶凝材料复合土抗压强度（MPa）；

*q*c——固废基胶凝材料复合土设计抗压强度（MPa）

**7.1.6**固废基胶凝材料复合土工程的质量检验应分为材料质量检验、施工过程质量检验、成品质量检验，应符合现行国家标准《建筑地基基础施工质量验收规范》GB 50202 和《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的相关规定。

**7.1.7**质量检验应以连续分布的成型填筑体为基本单位。

**7.2**配合比

**7.2.1**固废基胶凝材料复合土的配合比设计宜符合下列规定：

1 每立方米各种材料用量宜按下式计算：

 （7.2. 1-1）

 

式中：*m*c——每立方硅固废基胶凝材料复合土的胶凝材料用量（kg）；

*ρ*c——胶凝材料表观密度（kg/m3）；

*m*w——每立方固废基胶凝材料复合土的用水量（kg）；

*ρ*w——水的密度（kg/m3）；

*m*f——每立方固废基胶凝材料复合土的气泡群用量（kg）；

*ρ*f——气泡群密度（kg/m3）；

*m*s——每立方固废基胶凝材料复合土的细集料用量（kg）；

*ρ*s——砂子密度（kg/m3）；

*m*m——每立固废基胶凝材料复合土的掺合料用量（kg）；

*ρ*m——掺合料密度（kg/m3）。

2 单位体积固废基胶凝材料胶凝材料用量宜按下式计算：

*m*c=0.812*m* （6.2. 1-2）

式中：*m*——拟配制固废基胶凝材料复合土单位体积的质量（kg）。

3 单位体积现浇固废基胶凝材料复合土用水量宜按式计算：

 （7.2. 1-3）

式中：*w*/*B*——固废基胶凝材料复合土的水胶比，不掺外加剂时，宜取0.55～0.65；

掺入外加剂时，应通过试验确定，宜取 0.20～0.55。

4 配制固废基胶凝材料复合土应选择三个不同的配合比，其中一个为基准配合比，另外两个配合比的发泡剂用量分别增减1%，每个配合比各取3组试件试验，经试验其工作性能后确定最终施工配合比。

**7.2.2**试配固废基胶凝材料复合土试样宜采用搅拌机拌制。搅拌机应符合现行国家标准《混凝土试验用搅拌机》JG 244 的规定，每盘试配的最小搅拌量不宜小于搅拌机额定搅拌量的 1/4。

**7.2.3**试配试验时，应进行湿密度、流值和消泡试验，当流值和消泡试验确定的湿密度增加率均满足要求时，应立即制取试件并进行养护。当消泡试验确定的湿密度增加率不满足要求时，应调整发泡剂的稀释倍率或种类，或调整配合比组成材料的种类和用量，重新进行试配试验。

**7.2.4**固废基胶凝材料复合土试件制作应符合下列规定：

1 每种配合比至少应制作一组试件，试件尺寸宜为 100mm×100mm×100mm 立方体；

2 固废基胶凝材料复合土应装满试模并略高于试模顶面，宜采用保鲜膜覆盖；

3 拆模前，应先沿试模顶面刮平试件；拆模后，应在 20℃±2℃条件下密封养生试件至 28 天。

**7.2.5**固废基胶凝材料复合土的弹性模量可按现行国家标准《蒸压加气混凝土性能试验方法》GB/T 11969 确定。当无试验资料时，可按下式计算。

*E*c=250*q*u （7.2.5）

式中：*E*c——固废基胶凝材料复合土弹性模量（MPa）；

*q*u——固废基胶凝材料复合土抗压强度（MPa）。

**7.2.6**固废基胶凝材料复合土与土体接触面的滑动摩擦系数可取0.4～0.6。

**7.2.7**固废基胶凝材料复合土的抗剪强度指标宜通过试验确定，当无试验资料时，粘聚力可取*q*u/2，内摩擦角可取0°。

**7.3**　填筑设计

**7.3.1**减荷填筑应进行固废基胶凝材料复合土气泡群、湿密度、抗压强度、弹性模量等物理力学指标设计和填筑体截面形状、构造设计，截面形状应满足强度要求和滑移稳定性、倾覆稳定性、抗浮稳定性要求。

**7.3.2**充填填筑应进行固废基胶凝材料复合土湿密度、抗压强度等物理力学指标设计和构造设计。

**7.3.3**除以下情况，应对填筑体最不利截面进行局部稳定性验算：

1 填筑体四周有侧限；

2 最不利截面底面水平长度总和大于斜面长度总和；

3 最不利截面最大高度小于最大宽度。

**7.3.4**局部稳定性验算时，应符合下列规定：

1 正常使用极限状态下，填筑体底面抗滑移安全系数不应小于1.25，偏心距不应大于底面宽度的1/6；

2 考虑地震作用时，填筑体底面抗滑移安全系数不应小于1.05，偏心距不应大于底面宽度的1/3；

**7.3.5**整体稳定性验算时，软土地基的抗滑安全系数不应小于 1.1，滑坡地基的抗滑安全系数不应小于 1.2。

**7.3.6**填筑体存在浮力作用时，应按下列公式验算抗浮稳定性，抗浮安全系数不应小于1.2。

 （7.3.6-1）

*γ*d=0.95 *γ*s （7.3.6-2）

式中：*F*s——抗浮安全系数；

*γ*d——填筑体干容重（kN/m3 ）；

*γ*s——填筑体饱和容重（kN/m3 ）；

*V*1——填筑体体积（m3 ）；

*V*2——填筑体计算水位下体积（m3 ）；

*W*——填筑体顶部压力（kN）；

*ρ*w——水的密度，取 1000kg/m3；

*g*——常数，取 10N/kg。

**7.3.7**减荷填筑，填筑体的最小强度、最小湿密度和容许密度应符合表 7.3.7 的要求。

**表7.3.7　固废基胶凝材料复合土强度等级**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 环境条件 | 湿密度 (*ρw* ) | 容许密度 (*ρa* ) | 强度等级 |
| 地下水位以上 | 无渗水接触 | D400 | *ρw* | F0.4 |
| 有渗水接触有防排水措施 | D400 | *ρw* | F0.4 |
| 有渗水接触有防排水措施 | D500 | 1.1*ρw* | F0.6 |
| 地下水位以下 | 地下水位以下不超过3m有防水措施 | D500 | 1.1*ρw* | F0.6 |
| 其他 | D900 | (1+9.5) *ρw* | F1.0 |

注： 1 渗水指降雨或人工临时排水等由缝隙下渗形成的；

2 防水措施指能隔断渗水或地下水对固废基胶凝材料复合土的直接浸泡。

**7.3.8**减荷填筑路基时，填筑体的最小抗压强度应符合表 7.3.8 的要求。

**7.3.8　减荷填筑路基填筑体最小强度**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 填筑部位 | 路面底面以下深度( m ) | 抗压强度 (MPa) |
| 城市快速路、高速道路、一级道路、主干路 | 二级及二级以下道路 |
| 路床 | 0.0~0.8 | ≥0.6 | ≥0.5 |
| 上路堤 | 0.8~1.5 | ≥0.5 | ≥0.4 |
| 下路堤 | ＞1.5 | ≥0.4 | ≥0.4 |

**7.3.9**充填填筑时，应按饱满性、施工性和经济性综合确定填筑体的强度等级和密度。

**7.3.10**在冻融环境中填筑时，抗冻性指标可按现行国家标准《蒸压加气混凝土性能试验方法》GB/T 11969 试验确定。

**7.3.11**减荷填筑时，填筑体底面宽度不宜小于 2m，直立填筑高度不宜超过 15m，最小填筑厚度不宜小于 0.5m。顶面可设置台阶，台阶高差不宜超过 50cm，沿台阶方向各平台的长度均不宜小于2m。

**7.3.12**减荷填筑路基时，横向单侧富余宽度宜宽出路基顶面0.5m，最小填筑厚度不宜小于1.0m；除加宽路基外，固废基胶凝材料复合土路基与常规路基衔接面的坡度不宜大于1：1，且固废基胶凝材料复合土路基应置于常规路基上；填筑高度超过 3m 时，衔接面宜设置台阶过渡，台阶宽度不宜小于 1.5m。

**7.3.13**减荷填筑加宽路基时，固废基胶凝材料复合土路基与旧路基衔接面的坡度不宜大于1：0.5，加宽路基底宽不宜小于2m。

**7.3.14**减荷填筑软基路段的桥台背时，紧邻桥台位置工后沉降不应超过 10cm，过渡段总长不宜小于 30cm，填筑厚度沿桥台至台背方向宜分 2～3 级过渡。

**7.3.15**减荷换填软基路段的新建桥台背预压填土时，填筑范围除应满足本规程第 7.2.14条规定外，紧邻桥台的换填厚度应按下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
| *PT* - *Pa* | （7.2. 15-1） |
| *PT* | （7.2. 15-2） |

 （6.2. 15-3）

式中：*H*F——固废基胶凝材料复合土换填厚度（m），小于 1m 时，取 1m ，大于 1.2*H*E时，不宜考虑固废基胶凝材料复合土换 填预压填土；

*ρ*T——常规填土路基表观密度（kg/m3）；

*ρ*a——固废基胶凝材料复合土容许密度（kg/m3）；

*α*——安全系数，软土层厚度小于 15m 时，取 1.2 ，其他 取 1.5；

*H*y——常规填土预压路堤高度（m）；

*U*t——地基平均固结度；

*S*t——换填时实测累计沉降（mm）；

*S*∞——采用常规填土预压路堤时的总沉降（mm）；

*H*E——常规填土路基路面永久荷载换算高度（m）；

*ρ*L——路面结构层平均表观密度（kg/m3）；

*H*0——路面结构层底至原地面高差（m）；

*D*——路面结构层厚度（m）。

**7.3.16**减荷换填既有桥台背常规路基时，填筑范围除应满足本规程第 7.2.14 条规定外，紧邻桥台的换填厚度应按下列公式计算：

 （6.3.16-1）

*H*1 = *h*1 + *d*1  （6.3.16-2）

*PT*

*H*2 = *h*2 + *d*2  （6.3.16-3）

*PT*

式中：*β*——系数，取 0.75；

*H*1 、*H*2——旧路改造前、后常规填土路基路面永久荷载换算高 度（m）；

*h*1 、*h*2——旧路改造前、后路面结构层底至原地面高差（m）；

*H*F＞*h*2 时，固废基胶凝材料复合土可换填原地面以下土；

d1 、*d*2——旧路改造前、后路面结构层厚度（m ）。

**7.3.17**裸露的填筑体宜设计由挡板和基础组成的保护壁，并应符合下列规定：

1 挡板应满足安全、耐久和外观要求，宜采用混凝土类、石材砌块类或薄壁式混凝土挡墙；

2 砌块类挡板，单块平面面积不宜超过 0.3m2；薄壁式混凝土挡墙沿长度方向每隔 10m 应设置的沉降缝，沉降缝位置宜与填筑体沉降缝对应；软土地基上的挡板最大厚度不应超过 20cm，其他不宜超过 50cm；

3 挡板基础应采用混凝土基础，强度等级不宜低于 C25；

4 挡板稳定性验算时，应考虑固废基胶凝材料复合土硬化前单层浇筑厚度产生的侧压力，宜按下式计算。

*p*= 10*ρ*w*h* （6.3. 17）

**7.3.18**填筑体沉降缝设置应符合下列规定：

1 填筑体长度超过 15m 时，宜每隔 10m～15m 设置一道沉降缝，缝宽不宜小于 10mm；

2 填筑体底面有突变时，应在突变位置增设沉降缝；

3 沉降缝填缝材料宜采用 20mm～30mm 厚的聚苯乙烯板或10mm～20mm 厚木板。

**7.3.19**防排水设计应符合下列规定：

1 排水可采用渗水盲沟、泄水孔或滤水层等。渗水盲沟宜采用碎石盲沟，泄水孔宜采用塑料管，滤水层宜采用碎石。

2 防水可在填筑体顶面、底面铺设防水土工膜，在侧临空面设置保护壁等。防渗土工膜宜选用聚乙烯或聚氯乙烯复合土工膜，其产品应满足现行国家标准《土工合成材料聚乙烯土工膜》GB/T 17643 和《土工合成材料聚氯乙烯土工膜》GB/T 17688 的规定。

**7.3.20**抗滑锚固设计应符合下列规定：

1 陡坡路段、滑坡路段或道路加宽路段，固废基胶凝材料复合土的直立填筑高度超过 5m 时，应设置抗滑锚固措施；

2 填筑体高宽比大于2、衔接面坡率大于 1:0.75 时，宜在衔接面设置锚固设施；

3 抗滑锚固件宜采用镀锌水管，直径不宜小于 DN20，长度不宜小于 1m；

4 抗滑锚固件可按 1 根/2m2～1 根/4m2的布置，布置形式可为梅花形或矩形。

5 抗滑锚固件进入基床斜面的垂直深度不应小于 0.5m。

**7.3.21**下列情况，宜在填筑体内设置金属网：

1 填筑体顶部有其他使用结构时；

2 填筑体底部形态有突变时；

3 厚度小于 1.5m、平面面积大于 100m2 的板状填筑体。

**7.3.22**填筑体内金属网的设置，宜符合下列规定：

1 填筑体顶部有其他使用结构时，宜在填筑体顶部 0.5m～1.0m 的位置设置 1～2 层金属网；

2 填筑体底部形态突变时，宜在突变面及其上 1m 位置各设置 1 层金属网；

3 板状填筑体，宜在内部设置 2 层金属网。

4 金属网材质宜为镀锌铁丝或不锈钢丝，丝径不宜超过4mm，网眼宜为正方形、边长不宜超过 10cm。

**7.4**　填筑施工

**7.4.1**施工前，应踏勘现场、复核工程测量、核对设计图纸，确定施工方案，编制施工组织设计。

**7.4.2**施工前，应完成场地三通一平，按施工组织设计组织施工设备进场，做好安装、调试及标定工作，按原材料使用计划，组织进场、检验。

**7.4.3**采用机械开挖换填时，应预留 30cm～50cm 人工清理层，人工清理完后应压实坑底，并报验。

**7.4.4**填筑前，应清除浇筑区基底杂物，排除基底积水；地下水位较高时，应降水，严禁在基底有水的情况下填筑施工。

**7.4.5**施工过程，应做好施工废水、工程废料的清运工作。

**7.4.6**施工设备包括发泡设备、搅拌设备和泵送设备，应符合下列规定：

1 施工设备的生产能力和设备性能应满足连续作业要求；

2 发泡设备应能设置稳定的发泡倍率，并生成标准泡沫密度的泡沫；

3 搅拌设备应具备胶凝材料、水及添加材料的配料和自动化计量功能。拌和制作固废基胶凝材料复合土时，应能调节浆料或泡沫流量。

4 搅拌设备的计量精度应符合表 5.4.6-1 的规定。

5 无落差水平单级泵送距离宜按表 5.4.6-2 选用，超过该泵送距离时，可增加中继泵。

**7.4.7**气泡群应采用发泡设备通过压缩空气与发泡剂水溶液混合的方式预先制作，严禁采用搅拌方式制作。

**7.4.8**固废基胶凝材料复合土宜采用直接泵送或配管泵送方式；当填筑方量较小时也可采用车辆运送或其他工具运输的方式。

**7.4.9**气泡群应及时与硅铝聚合浆料混合均匀，硫铝泡沫轻质土在泵送设备及泵送管道中停置时间不宜超过 2h。

**7.4.10**除空洞充填类工程外，出料口离填筑点的高差宜控制在1m 以内。

**7.4.11**填筑作业应分区分层完成，单层填筑厚度宜取 0.3m～0.8m，填筑区内填筑层的施工时间宜小于固废基胶凝材料复合土的初凝时间；当填筑层终凝后方能进行上层的填筑施工。

**7.4.12**大雨或持续小雨天气填筑作业时，应对未硬化的固废基胶凝材料复合土采取遮雨措施。

**7.4.13**夏季高温时段不应填筑作业，冬季应采取保温防冻措施。

**7.4.14**临时降水措施应在固废基胶凝材料复合土养护龄期不少于 3 天且满足抗浮稳定要求的条件下撤除。

**7.4.15**填筑完成的固废基胶凝材料复合土表面宜覆盖塑料薄膜或土工布养护，养护时间不宜少于 7 天。

**7.4.16**硫铝泡沫轻质土抗压强度未达到设计要求时，不得行驶机械或车辆。

**7.4.17**填筑过程的质量控制应符合表 5.4.17 的规定。

**7.4.18**填筑体保护壁施工应符合下列规定：

1 混凝土挡墙类保护壁，可在固废基胶凝材料复合土填筑前一次性完成；

2 砌块类保护壁，应随浇随砌。砌筑砂浆应不低于 M7.5，砌缝宜采用勾缝，缝宽不应超过 1cm，每次砌筑高度应超过当前固废基胶凝材料复合土浇筑面 3 层砌块高度。

**7.4.19**防水土工膜施工应符合下列规定：

1 铺设前，应清除基层表面尖锐物，宜先铺设一层无纺针刺土工布垫护；

2 土工膜搭接宽度不宜小于 10cm，应胶粘。

**7.4.20**金属网施工应符合下列规定：

1 金属网不应有明显锈迹；

2 金属网搭接宽度宜为 5cm～10cm，搭接部位宜用铁丝绑扎，绑扎点间距不应超过 10 倍网眼边长；

3 变形缝位置，金属网应断开铺设。

**7.5**　施工过程质量检验

**7.5.1**施工过程质量检验的主控项目为湿密度和泡沫密度。

检验数量：每工作日 2 次

检验方法：湿密度检验方法宜按本规程附录 B 执行，检验值与设计值偏差不超过 10%为合格；泡沫密度直接采用容积为 1L 的量筒，取 1L 泡沫进行称重测定，检验值与标准泡沫密度的偏 差不超过 10%为合格。

**7.5.2**施工过程质量检验的一般项目为流值。

检验数量：每工作日 2 次

检验方法：宜按本规程附录 B 执行，合格标准为 170mm ±10mm。

**7.6**　竣工验收

**7.6.1**主控项目为抗压强度，检测方法宜按本规程附录 C 执行。除设计另有规定外，抗压强度的龄期为 28 天。

**7.6.2**抗压强度检验的试件制取及养护应符合以下规定：

1 应在出料口取样制作试件。

2 每 400m3制取 1 组试件，每组 3 块；不足 400m3时，按 400m3制取。

3 试件脱模后，应置于密封塑料袋中养护，养护环境温度为 20℃～25℃。

**7.6.3**单组试件抗压强度检验合格标准应符合下式规定：

*q*un≥*q*c （6.6.3）

式中： *qun*——单组试件抗压强度平均值或代表值（MPa）；

*qc*——抗压强度设计值（MPa）。

**7.6.4**一般项目为准干密度、顶面高程、平面位置及尺寸。

**7.6.5**准干密度检验的试件制作的合格标准应符合下式规定：

*ρ*n≤*ρ*y （6.6.5）

式中： *ρn*——单组试件准干密度平均值或代表值（kg/m3）；

*ρy*——湿密度设计值（kg/m3）。

**7.6.6**填筑体顶面高程采用水准仪测量，沿长轴中线每 10m 检查 1 处，偏差不应超过 5cm；平面位置采用经纬仪检验，沿中轴线 每 10m 检查 1 处，偏差不超过 5cm；平面尺寸采用钢卷尺测量，平面尺寸按长、宽方向各检查 1 次，填筑边界不应小于设计边界。

**7.6.7**竣工验收不合格的，施工单位应修补缺陷或返工，并重新组织质量检验与验收。

# 8　固废基胶凝材料砖和砌块

**8.1**　一般规定

**8.1.1** 固废基胶凝材料砖、砌块产品的外形宜为六面体，其规格应符合表8.1.1的规定。

**表8.1.1 固废基胶凝材料砌块产品规格尺寸**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 品类 | 长（mm） | 宽（mm） | 高（mm） |
| 砌块 | 390 | 390 | 190 |
| 实心砖 | 240 | 115 | 53 |
| 空心砖 | 240 | 115 | 90 |
| 路面砖和透水砖 | 100、150、200、250、250、300、400、500 | 50、60、80、100、120 |
| 植生砖 | 200、300、400、500、600 | 80、100 |

注：其他规格尺寸可由供需双方商定。

**8.1.2** 固废基胶凝材料砖、砌块产品的抗压强度分为MU3.5、MU5.0、MU7.5、MU10.0、MU15.0、MU20.0、MU25.0、MU30.0、MU35.0、MU40.0、MU50.0等不同等级。固废基胶凝材料砖、砌块产品抗压强度等级应符合表7.1.2的规定。

**表8.1.2 固废基胶凝材料砖、砌块产品抗压强度等级**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 强度等级 | 平均值（MPa） | 单块最小值（MPa） |
| MU3.5 | 3.5 | 2.8 |
| MU5.0 | 5.0 | 4.0 |
| MU7.5 | 7.5 | 6.0 |
| MU10.0 | 10.0 | 8.0 |
| MU15.0 | 15.0 | 12.0 |
| MU20.0 | 20.0 | 16.0 |
| MU25.0 | 25.0 | 22.0 |
| MU30.0 | 30.0 | 26.0 |
| MU35.0 | 35.0 | 28.0 |
| MU40.0 | 40.0 | 32.0 |
| MU50.0 | 50.0 | 42.0 |
| MU60.0 | 60.0 | 50.0 |

注：路缘石强度等级应符合参照《混凝土路缘石》JC/T 899相关规定。

**8.2**　建筑工程

**8.2.1** 用于工业和民用建筑工程的固废基胶凝材料砌块、砖类产品可分为砌块（砖）、小型空心砌块、非承重空心砖、承重多孔砖、实心砖。

**8.2.2** 砌块、砖类产品用于砌体工程时，结构设计应符合国家现行标准《砌体结构设计规范》GB 50003和《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》JGJ/T 14的相关设计指标、结构计算原则和计算方法的规定。

**8.2.3** 砌块（砖）、承重小型空心砌块、承重多孔砖、实心砖可用作砌筑承重墙体。

**8.2.4** 砌块（砖）、非承重小型空心砌块、非承重空心砖可用于砌筑建筑工程中的非承重墙体。其适用部位及其最低强度等级的选用，应符合表8.2.4的规定。

**表8.2.4　再生砌块、砖类产品砌体部位选用及强度等级要求**

| 砌体部位 | 砌块、砖类产品 | 最低等级 |
| --- | --- | --- |
| 地面以上内墙 | 砌块（砖） | MU3.5 |
| 非承重型小型空心砌块非承重空心砖 | MU5.0 |
| 地面以上的外墙和潮湿环境的内墙 | 砌块（砖）、非承重型小型空心砌块、非承重空心砖 | MU5.0 |

**8.2.5** 砌块、砖类产品不得用于防潮层以下部位和长期处于浸水和经常干湿交替的部位。

**8.2.6** 砌块、砖类产品墙体系统的抗震设计应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011和《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》JGJ/T14的相关规定。

**8.2.7** 使用砌块、砖类产品砌筑时施工应按如下规定执行：

1 砌块用于砌体砌筑时，施工要求可按照行业标准《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》JGJ/T 14的相关规定执行。

2 砖用于砌体砌筑时，施工要求可按照行业标准《砌体结构设计规范》GB 50003的相关规定执行。

**8.2.8** 不同品种的砌体和砖不得在同一楼层混砌。

**8.2.9** 砌体工程质量的验收应按照国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203的相关规定执行。

**8.3**　市政工程

**8.3.1** 应用于市政工程的砌块、砖类产品主要包括砌块（砖）、小型空心砌块、非承重空心砖、承重多孔砖和非烧结工程余士砌块（砖）和地面砖、透水砖、植草砖和路缘石等产品。

**8.3.2** 根据砌块、砖类产品的不同性能、参数及特点，可应用于道路工程、给排水工程、电气工程、燃气工程等各类市政工程附属设施及相关部位。

**8.3.3** 市政工程中块材类砌块、砖类产品的适用场合（部位）及等级要求参考见表8.3.3规定。

**表8.3.3　砌块、砖类产品适用场合（部位）及其常用参数要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 砌块、砖类产品 | 适用部位 | 等级要求 |
| 砌块（砖） | 人行步级砌体、基础砖胎模、护坡等部位 | MU3.5、MU5、MU7.5、MUI0、MU15、MU20 |
| 小型空心砌块 | 人行步级砌体、基础砖胎模、护坡等部位 | MU5、MU7.5、MU10、MU15、MU20、MU25 |
| 承重多孔砖 | 人行步级砌体、基础砖胎模、护坡等部位 | MU15、MU20、MU25 |
| 非承重空心砖 | 侧石砌体，管沟、电缆沟，基础砖胎模等部位 | MU5、MU7.5、MU10 |
| 地面砖 | 人行道、自行车道、景观道路（绿道）、停车场、广场等市政工程的路面部位 | MU20、MU25、MU30、MU35、MU 40、MU50、MU60 |
| 透水砖 | 人行道、自行车道、景观道路（绿道）、广场等市政工程的路面部位；绿化小区的围护部位 | MU20、MU25、MU30、MU35、MU40、MU50、MU60 |
| 植草砖 | 景观道路（绿道）、广场、停车场等市政工程的路面部位；绿化小区、绿化护坡的围护部位；河岸及海岸的水工部位。 | MU5、MU7.5、MU10、MU15、MU20、MU25、MU30 |
| 路缘石 | 机动车道、人行道、自行车道、立交、地铁、广场等道路交通工程的路缘部位 | 参照《混凝土路缘石》JC/T 899有关要求 |

**8.3.4**砌块、砖类产品用于市政道路时，路面设计应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169的相关规定。

**8.3.5**砌块、砖类产品在市政道路的人行道路面、非机动车道路面铺筑，在路基防护工程的挡土墙砌体、护坡砌体砌筑，在道路附属设施的道牙、侧石砌块等施工和验收，应按照现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1的相关规定执行。

**8.3.6**砌块、砖类产品应用于市政给排水工程的给排水检测井、管道基座、管道井室、雨水口、支管工程中的砌筑施工和验收，应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的行相关规定执行。

**8.4**　水务工程

**8.4.1** 应用于水务工程的砌块、砖类产品主要包括有砌块（砖）、小型空心砌块、非承重空心砖、承重多孔砖、地面砖、透水砖、植草砖和路缘石等。

**8.4.2** 根据砌块、砖类产品的不同性能、参数及特点，可将其应用于水资源利用及供水保障工程、防洪减灾工程、水污染治理工程、河道整治工程及水土保持工程等各类水务工程中。

**8.4.3** 再生骨料砌块（砖）、再生骨料混凝土小型空心砌块、再生骨料非承重混凝土空心砖、再生骨料承重混凝土多孔砖、烧结工程余土空心砌块（砖）等再生砌块、砖类产品，可根据具体情况，应用于堤防护坡、护岸、管沟和水工建筑物非承重墙体等处。

**8.4.4** 再生骨料地面砖、再生骨料透水砖、再生骨料植草砖和再生骨料路缘石等铺设物块材类再生产品，适用于水务工程中的堤顶人行道和景观园路等处。

**8.4.5** 护坡护岸用再生砌块、砖类产品可分为如下几类：

1 按照外观形状可分为棱柱体预制砌块（砖）和异型体预制砌块（砖）。

2 按有无贯穿孔洞分为实体预制砌块（砖）和开孔预制砌块（砖）。

3 按护坡作用效果可分为一般预制砌块（砖）和植生预制砌块（砖）。

4 按护坡之间连接形式分为普通预制砌块（砖）、联锁式预制砌块（砖）、铰接式预制砌块（砖）。

5 按生产方式可分为预制场预制砌块（砖）和现场预制砌块（砖）。

**8.4.6** 应根据工程条件、环境要求等，选择砌块、砖类产品的几何形状。

**8.4.7** 护坡护岸用砌块、砖类产品的选择宜根据以下几种情况：

1 位于弯道顶冲处、风浪冲蚀严重处，选用铰接式、连锁式普通预制砌块、砖类产品。

2 有水环境要求时，选用植生预制砌块、砖类产品。

3 位于设防水位以下时，选用实体预制砌块、砖类产品；位于设防水位以上时，选用开孔或植生预制砌块、砖类产品。

4 无特殊要求的水利工程，选用实体预制砌块、砖类产品。

5 宜根据基层土性条件，选用带有排水孔的预制砌块、砖类产品，排水孔设于砌块中心部位，圆孔直径80mm。

**8.4.8** 对有防浪要求的砌块和砖类产品宜设置消浪坎，一般为三角状嵌于预制砌块和砖类产品面层，坎高约150mm。

**8.4.9** 应根据护坡工程防滑要求，设置砌块和砖类产品防滑条。防滑条平行于砌块和砖类产品长边通长或交错铺设，高度不低于5mm。

**8.4.10** 根据各地水文气象资料，护坡护岸用砌块、砖类产品的类型选择和厚度范围，宜按照表8.4.10选用。

**表8.4.10 护坡护岸用砌块、砖类产品护坡技术及结构尺寸选用**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 水务类型 | 防护对象 | 结构类型 | 砌块厚度（mm） |
| 大江、大河 | 迎流冲顶 | 铰接式 | 150～220 |
| 一般堤坡 | 实体、联锁式 | 120～150 |
| 重要支流河道 | 山区支流河道 | 联锁式 | 120～150 |
| 平原支流河道 | 普通式 | 100～120 |
| 水库 | 大中型水库 | 铰接式 | 150～220 |
| 联锁式 | 120～150 |
| 小型水库 | 联锁式 | 120～150 |
| 普通式 | 100～120 |
| 中小河流 | 山区河道 | 联锁式 | 120～150 |
| 平原河道 | 普通式 | 100～120 |
| 人工渠道 | 渠道抗冲刷 | 联锁式 | 80～120 |
| 城镇河道 | 水环境治理 | 植生 | 80～120 |

**8.4.11** 砌块、砖类产品用于水务工程时，其他相关设计应符合国家现行标准《堤防工程设计规范》GB 50286的相关规定。

**8.4.12**砌块、砖类产品用于水务工程时，施工评定应符合现行行业标准《水利水电工程施工质量检验与评定规程》SL 176相关规定。

**8.4.13**砌块、砖类产品用于水务工程时，施工验收应按照现行业标准《水利水电建设工程验收规程》SL 223相关规定执行。

**8.5**　景观工程

**8.5.1**应用于景观工程的砌块、砖类产品主要包括有砌块（砖）、小型空心砌块、非承重空心砖、承重多孔砖、地面砖、透水砖、植草砖和路缘石等。

**8.5.2**根据砌块、砖类产品的不同性能、参数及特点，可将其应用于园林景观工程中的地面工程、广场、园路、人行道、登山道、花池、景墙、小品、小型亭廊、花架、停车场、水池（塘）、排水沟及其它小型工程等。

**8.5.3**砌块（砖）、小型空心砌块、非承重空心砖、等砌体、砖类产品，可根据具体情况应用于景观工程中构筑物、室外围墙、景墙、园路、道路、广场和花树池等处。

**8.5.4**地面砖、透水砖、植草砖和路缘石等再生砌块、砖适宜用于景观工程中地面工程、广场、停车场、园路、人行道和登山道等处。

**8.5.5**在设计利用砌块、砖类产品干垒或砌筑矮墙、碎花铺地时，应标明材料品种、规格及墙体的高度、宽度，并验算其稳定性和材料的耐磨性能。

**8.5.6**砌块、砖类产品在园路、广场地面铺装工程施工中，地面工程基层、面层所用材料的品种、质量、规格，各结构层纵横向坡度、厚度、标高和平整度应符合设计要求；面层与基层的结合（粘结）必须牢固，不得空鼓、松动，面层不得积水。有关施工和验收应符合现行《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82的规定。

**8.5.7**　砌块、砖类产品在园林理水工程施工中，水景水池应按设计要求预埋各种预埋件；穿过池壁和池底的管道，应采取防渗漏措施；池体施工完成后，应进行灌水试验方法。有关施工和验收应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的规定。

# 9　固废基胶凝材料公路路面基层

**9.1**　一般规定

**9.1.1**公路路面基层材料混凝土用原材料应符合下列规定：

**1**缓凝剂和早强剂的技术要求应符合现行《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30的规定。

**2**用水应符合现行《公路路面基础施工技术细则》JTG/T F20的规定。

**3**用作被稳定材料的粗集料宜采用各种硬质岩石或砾石加工成的碎石，也可直接采用天然砾石。粗集料应符合《公路路面基础施工技术细则》JTG/T F20的规定。

**4**细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配。高速公路和一级公路用细集料技术要求应符合《公路路面基础施工技术细则》JTG/T F20的规定。

**9.1.2**应根据公路等级、交通荷载等级、结构形式、材料类型等因素确定材料技术要求。

**9.1.3**用于基层的固废基胶凝材料稳定材料，强度满足要求时，尚宜检验其抗冲刷和抗裂性能。

**9.1.4**固废基胶凝材料稳定材料宜在2h之内完成碾压成型，应取混合料的初凝时间与容许延迟时间较短的时间作为施工控制时间。

**9.1.5**对级配碎石材料，基层压实度应不小于99%，底基层压实度应不小于97%。

**9.1.6**在施工过程中，应配备有相关试验资质的试验操作人员。每个工地试验室的试验操作人员宜不少于8人，同时应明确每个质量控制环节上的责任人。

**9.2**　混合料组成设计

**9.2.1**水泥稳定材料的7d龄期无侧限抗压强度标准Rd应符合表9.2.1的规定。

**表9.2.1 水泥稳定材料的7d龄期无侧限抗压强度标准Rd(MPa)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 结 构 层 | 公路等级 | 极重、特重交通 | 重 交 通 | 中、轻交通 |
| 基层 | 高速公路和一级公路 | 5.0～7.0 | 4.0～6.0 | 3.0～5.0 |
| 二级及二级以下公路 | 4.0～6.0 | 3.0～5.0 | 2.0～4.0 |
| 底基层 | 高速公路和一级公路 | 3.0～5.0 | 2.5～4.5 | 2.0～4.0 |
| 二级及二级以下公路 | 2.5～4.5 | 2.0～4.0 | 1.0～3.0 |

注:1.公路等级高或交通荷载等级高或结构安全性要求高时，推荐取上限强度标准。

2.表中强度标准指的是7d龄期无侧限抗压强度的代表值，本节以下各表同。

**9.2.2**应根据试验确定的最佳含水率、最大干密度及压实度要求成型标准试件，验证不同结合料剂量条件下混合料的技术性能，确定满足设计要求的最佳剂量。

**9.2.3**固废基胶凝材料稳定材料配合比试验推荐固废基胶凝材料试验剂量可采用表9.2.2中的推荐值。

**表9.2.2 固废基胶凝材料稳定材料配合比试验推荐固废基胶凝材料试验剂量**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 被稳定材料 | 条件 | 推荐试验剂量（%） |
| 有级配的碎石或砾石 | 基层 | Rd≥5.0MPa | 5、6、7、8、9 |
| Rd＜5.0MPa | 3、4、5、6、7 |
| 土、砂、石屑等 | 塑性指数＜12 | 5、7、9、11、13 |
| 塑性指数≥12 | 8、10、12、14、16 |
| 有级配的碎石或砾石 | 底基层 | — | 3、4、5、6、7 |
| 有级配的碎石或砾石 | 塑性指数＜12 | 4、5、6、7、8 |
| 塑性指数≥12 | 6、8、10、12、14 |
| 碾压贫混凝土 | 基层 | — | 7、8.5、10、11.5、13 |

**9.2.4**对固废基胶凝材料稳定材料,固废基胶凝材料的最小剂量应符合表9.2.3的规定。材料组成设计所得固废基胶凝材料剂量少于表9.2.3中的最小剂量时，应按表9.2.3 采用最小剂量。

**表9.2.3 固废基胶凝材料的最小剂量（%）**

|  |  |
| --- | --- |
| 被稳定材料类型 | 拌和方法 |
| 路拌法 | 集中厂拌法 |
| 中、粗粒材料 | 4 | 3 |
| 细粒材料 | 5 | 4 |

**9.2.5**对无机结合料稳定级配碎石或砾石材料，应根据当地材料特点和技术要求，优化设计混合料级配，确定目标级配曲线和合理的变化范围。

**9.2.6**应根据已确定的各档材料使用比例和各档材料级配的波动范围，计算实际生产中混合料的级配波动范围；并应针对这个波动范围的上、下限验证性能。

**9.2.7**根据目标配合比确定的各档材料比例，应对拌和设备进行调试和标定，确定合理的生产参数。

**9.3**　混合料生产、摊铺及碾压

**9.3.1**根据公路等级的不同，宜按表9.3.1选择基层、底基层材料施工工艺措施。对于边角部位施工，混合料拌和方式应与主线相同，可采用推土机摊铺、平地机整平的人工方式摊铺，并与主线同步碾压成型。

**表9.3.1 施工工艺选择表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 材 料 类 型 | 公路等级 | 结构层位 | 拌 和 工 艺 | 摊 铺 工 艺 |
| 推荐 | 可选择 | 推荐 | 可选择 |
| 无机结合料稳定中、粗粒材料 | 二级及二级以上 | 基层 | 集中厂拌 | — | 摊铺机摊铺 | — |
| 无机结合料稳定细粒材料 | 底基层 | 集中厂拌 | — | 摊铺机摊铺 | 推土机摊铺，平地机整平 |
| 固废基胶凝材料 | 二级以下 | 基层和底基层 | 集中厂拌 | — | 摊铺机摊铺 | — |
| 其他各种无机结合料稳定材料 | 基层和底基层 | 集中厂拌 | 人工路拌 | 摊铺机摊铺 | 推土机摊铺，平地机整平 |
| 级配碎石 | 二级及二级以上 | 基层和底基层 | 集中厂拌 | — | 摊铺机摊铺 | — |
| 二级以下 | 基层和底基层 | 集中厂拌 | 人工路拌 | 摊铺机摊铺 | 推土机摊铺，平地机整平 |

**9.3.2**稳定材料层宽11~12m时，每一流水作业段长度以500m为宜；稳定材料层宽大于12m时，作业段宜相应缩短。宜综合考虑下列因素，合理确定每日施工作业段长度：

**1**　施工机械和运输车辆的生产效率和数量；

**2**　施工人员数量及操作熟练程度；

**3**　施工季节和气候条件；

**4**　固废基胶凝材料的初凝时间和延迟时间；

**5**　减少施工接缝的数量。

**9.3.3**无机结合料稳定材料结构层施工应选择适宜的气候环境，针对当地气候变化制订相应的处置预案，并应符合下列规定：

**1**　宜在气温较高的季节组织施工。无机结合料稳定材料施工期的日最低气温应在5℃以上，在有冰冻的地区，应在第一次重冰冻到来的15~30d之前完成施工。

**2**　宜避免在雨季施工，且不应在雨天施工。

**9.3.4**应将室内重型击实试验法确定的干密度作为压实度评价的标准密度。

**9.3.5**根固废基胶凝材料结合料稳定材料压实标准应符合表9.3.2的规定

**表9.3.2固废基胶凝材料结合料稳定材料压实标准**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 公路等级 | 结构层位 | 压实标准（%） |
| 高速公路和一级公路 | 基层 | ≥98 |
| 二级及二级以下公路 | 稳定中、粗粒材料 | ≥97 |
| 稳定细粒材料 | ≥95 |
| 高速公路和一级公路 | 稳定中、粗粒材料 | 底基层 | ≥97 |
| 稳定细粒材料 | ≥95 |
| 二级及二级以下公路 | 稳定中、粗粒材料 | ≥95 |
| 稳定细粒材料 | ≥93 |

**9.3.6**对级配碎石材料，基层压实度应不小于99%，底基层压实度应不小于97%。

**9.3.7**高速公路和一级公路在极重、特重交通荷载等级下，基层和底基层的压实标准可提高1~2个百分点。

**9.4**　施工质量标准与控制

**9.4.1**基层、底基层施工质量标准与控制应包括原材料检验、施工参数确定、施工过程中的质量检查验收等方面，并应符合下列规定：

**1** 按本细则的相关要求备料，严把进料质量关。

**2** 按施工需求合理布置建设场地，选择适宜的拌和、摊铺和碾压机械。

**3** 将试验段确定的施工参数作为施工过程中质量控制的标准。

**4** 健全工地试验室能力，试验、检验数据真实、完整、可靠。

**5** 各个工序完结后，应检查验收；合格后，方可进行下一个工序。

**9.4.2**施工过程中发现质量缺陷时，应加大检测频率；必要时应停工整顿，查找原因。

**9.4.3**施工关键工序宜拍摄照片或录像，作为现场记录保存。

**9.4.4**施工结束后，应清理现场，处理废弃物，恢复耕地或绿化，做到工完场清。

**9.4.5**高速公路和一级公路，应在拌和厂内或距离不超过1km的范围内设有功能完备的试验室。

**9.4.6**在施工过程中，应配备有相关试验资质的试验操作人员。每个工地试验室的试验操作人员宜不少于8人，同时应明确每个质量控制环节上的责任人。

# 用词说明

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”。

# 引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《混凝土质量控制标准》GB 50164

《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203

《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标准》GB/T 50476

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

《水泥化学分析方法》GB/T 176

《用于水泥中的粒化高炉矿渣》GB/T 203

《水泥密度测定方法》GB/T 208

《水泥压蒸安定性试验方法》GB/T 750

《水泥细度检验方法 筛析法》GB/T 1345

《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T 2419

《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》GB 5085.3

《固体废物 浸出毒性浸出方法 翻转法》GB 5086.1

《建筑材料放射性核素限量》GB 6566

《混凝土外加剂》GB 8076

《混凝土搅拌机》GB/T 9142

《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171

《水泥取样方法》GB/T 12573

《建设用砂》GB/T 14684

《建设用卵石、碎石》GB/T 14685

《预拌混凝土》GB/T 14902

《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671

《用于水泥中的工业副产石膏》GB/T 21371

《预拌砂浆》GB/T 25181

《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55

《混凝土用水标准》JGJ 63

《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98

《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104

《机械喷涂抹灰施工规程》JGJ/T 105

《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220

《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223

《水泥原料中氯离子化学分析方法》JC/T 420

《混凝土防冻剂》JC 475

《用于水泥中的钢渣》YB/T 022

《用于水泥和混凝土中的铁尾矿粉》YB/T 4561

中国工程建设标准化协会标准

固废基胶凝材料应用技术规程

T/CECS xxx—xxxx

条 文 说 明

**目　　次**

[1　总　　则 40](#_Toc175590494)

[2　术　　语 41](#_Toc175590495)

[3　基本规定 42](#_Toc175590496)

[4　固废基胶凝材料 43](#_Toc175590497)

[**4.1**　分类、组分及原材料 43](#_Toc175590498)

[**4.2**　性能 43](#_Toc175590499)

[**4.3**　进场检验和存储 44](#_Toc175590500)

[5　固废基胶凝材料砂浆 45](#_Toc175590501)

[**5.1**　一般规定 45](#_Toc175590502)

[**5.2**　配合比设计 45](#_Toc175590503)

[**5.3**　制备与施工 45](#_Toc175590504)

[6　固废基胶凝材料混凝土 46](#_Toc175590505)

[**6.1**　一般规定 46](#_Toc175590506)

[**6.2**　配合比设计 46](#_Toc175590507)

[**6.3**　制备与施工 46](#_Toc175590508)

[**6.4**　施工质量验收 47](#_Toc175590509)

[7　固废基胶凝材料复合土 48](#_Toc175590510)

[**7.1**　一般规定 48](#_Toc175590511)

[**7.2**　配合比 48](#_Toc175590512)

[**7.3**　填筑设计 49](#_Toc175590513)

[**7.4**　填筑施工 49](#_Toc175590514)

[8　固废基胶凝材料砖和砌块 51](#_Toc175590515)

[**8.2**　建筑工程 51](#_Toc175590516)

[**8.4**　水务工程 51](#_Toc175590517)

[**8.5**　景观工程 51](#_Toc175590518)

[9　固废基胶凝材料公路路面基层 52](#_Toc175590519)

[**9.1**　一般规定 52](#_Toc175590520)

[**9.2**　混合料组成设计 52](#_Toc175590521)

[**9.3**　混合料生产、摊铺及碾压 52](#_Toc175590522)

[**9.4**　施工质量标准与控制 52](#_Toc175590523)

# 1　总　　则

**1.0.1**钢渣、铁尾矿作为大宗工业固体废弃物，在我国的综合利用率较低，在胶凝材料中应用较少。固废基胶凝材料利用钢渣中的二价金属氧化物、氢氧化物协同工业副产石膏对矿渣、粉煤灰、铁尾矿等激发形成胶凝性，在现代混凝土中具有技术可行性。大量试验和工程应用证明，采用固废基胶凝材料配制的砂浆和混凝土具有良好的施工性能、体积稳定性和耐久性，完全适用于工程建设。

在国家政策大力倡导工业固废综合利用的背景下，目前尚无固废基胶凝材料应用技术的国家或行业标准，鉴于固废基胶凝材料在砂浆和混凝土中的应用技术与普通硅酸盐水泥存在一定差异，为了科学、合理的在工程建设中推广使用固废基胶凝材料，达到提高相应产品性能、保证质量的目的，需要制定专门的技术规程。

**1.0.2**　本规程对固废基胶凝材料在工程建设用砂浆、混凝土中的应用技术做出了规定，在工程应用中应按照本规程执行。本规程未做规定的应按照国家和行业现行的有关标准和规范执行。

# 2　术　　语

**2.0.1**　固废基胶凝材料是以粒化高炉矿渣、钢渣、工业副产石膏为基本组分，粉煤灰、铁尾矿为混合材料，依靠钢渣中的二价金属氧化物、氢氧化物和工业副产石膏对粒化高炉矿渣、粉煤灰、尾矿的激发形成胶凝性能。

**2.0.4、2.0.5**　采用两种胶砂强度并行评定，一种是参照水泥胶砂强度检测方法，术语中定义为通用胶砂强度；一种是掺加聚羧酸高性能减水剂，水胶比为0.32的胶砂强度，术语中定义为专用胶砂强度。主要是考虑采用固废基胶凝材料配制高性能混凝土时，需要加入高性能减水剂且水胶比不高于0.35。

# 3　基本规定

**3.0.1**　固废基胶凝材料是各种原料按照一定比例和细度、经过粉磨均化的整体性胶凝材料，为满足其砂浆和混凝土技术要求及环境、经济效益，在配制砂浆、混凝土时不宜再加入水泥和其它矿物掺合料。

**3.0.2**　固废基胶凝材料具有良好的颗粒级配和较低的需水量，采用较低水胶比和用水量能够保证砂浆和混凝土具有满足工程要求的强度和耐久性。

**3.0.3**　良好的养护对于无熟料胶凝体系制备的砂浆和混凝土硬化性能至关重要，我国混凝土中的很多质量问题都源于养护的缺失。大量的混凝土开裂是由于温度应力和早期干缩、碳化造成的，控制混凝土内外温差、加强养护是防止混凝土开裂的重要措施。

# 4　固废基胶凝材料

**4.1**　分类、组分及原材料

**4.1.1、4.1.2**大量试验和实践证明，固废基胶凝材料各组分比例不同，产品的强度和适用范围也不同。本条规定了固废基胶凝材料的分类、三种类型的组分比例和适用范围。

**4.2**　性能

**4.2.1**根据大量试验数据，规定了固废基胶凝材料的强度应满足的要求。固废基胶凝材料由于不含水泥熟料，早期水化速度较慢，所以3d强度相对较低；同时，为保证后期强度具有足够的增长率，对56d强度提出要求。

**4.2.2**　固废基胶凝材料类似于超硫酸盐水泥（supersulfated cement），英国标准《Supersulfated cement-Composition, specifications and conformity criteria》BS EN 15743:2010中规定SO3的范围是≥5%且≤12%，固废基胶凝材料的大量试验结果与此基本一致。

矿渣粉的密度一般分布在2.8g/cm3～2.9g/cm3之间，脱硫石膏的密度一般分布在2.2g/cm3～2.3g/cm3之间，粉煤灰的密度一般在2.1g/cm3～2.3g/cm3之间，钢渣粉的密度一般在3.0g/cm3～3.1g/cm3之间，尾矿微粉的密度一般分布在2.9g/cm3～3.1g/cm3之间。试验研究表明，固废基胶凝材料的密度超过2.8g/cm3，因此规定固废基胶凝材料密度不低于2.8g/cm3。

细度采用负压筛析法，提出45μm筛余不大于10%。

标准稠度用水量是胶凝材料的重要技术指标，规定为不大于28.5%，有利于保证良好的需水行为和混凝土拌合物和易性。

凝结时间的初终凝值参考复合水泥适当延长，原则是不影响正常施工进度。

安定性是胶凝材料重要的技术指标，采用沸煮法和压蒸法同时检测，是考虑到游离氧化钙和游离氧化镁可能带来的安定性问题。

**4.2.3、4.2.4**　为保证产品对人体无害，型式检验需要检测放射性、浸出毒性。

**4.3**　进场检验和存储

**4.3.2**使用单位对固废基胶凝材料质量检验包括型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件的查验和收存。

**4.3.4**　本条规定了固废基胶凝材料的储存要求，固废基胶凝材料受潮结块后，质量会受到影响。

**4.3.5**水泥的保质期是三个月，沿用水泥的要求，固废基胶凝材料出厂超过三个月应进行复检。

# 5　固废基胶凝材料砂浆

**5.1**　一般规定

**5.1.2**相对较低的水胶比、低单位体积用水量是提高砂浆硬化体强度和耐久性的前提条件，为了保证M15及以上强度等级砂浆的强度和耐久性，规定设计用水量不宜超过300kg/m3。

**5.2**　配合比设计

**5.2.1**经过大量试验和数据积累，确定了配制M5～M30固废基胶凝材料砂浆的胶凝材料用量推荐范围。

**5.3**　制备与施工

**5.3.3**考虑到砂浆拌合物的匀质性，现场配制的砂浆宜采用强制式搅拌机搅拌，并规定了搅拌时间。

**5.3.4**　为了确保砂浆的工作性能，控制现场拌制砂浆的存放时间和环境温度非常重要，本条对此做了规定。

# 6　固废基胶凝材料混凝土

**6.1**　一般规定

**6.1.4**对于耐久性检测龄期的规定是因为固废基胶凝材料属于无熟料胶凝材料，水化时间较长，有利于降低混凝土结构早期水化温峰，提高混凝土结构早期抗裂性，是高性能混凝土技术的发展方向。采用56d或84d是与现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193对耐久性测试龄期的规定相一致。

**6.1.6**C25及以上强度等级混凝土多用于主体结构，为了提高混凝土耐久性，规定其设计用水量不宜超过175kg/m3。

**6.1.7**　固废基胶凝材料早期水化速度较慢，必须要有充分的养护才能形成致密的混凝土硬化体，养护时间不应少于14d。

**6.1.8**在运输和浇筑过程中向混凝土拌合物中加水会严重影响混凝土力学性能、长期性能和耐久性能，对混凝土工程质量危害极大，必须严格禁止。

**6.2**　配合比设计

**6.2.1**混凝土配合比不仅应满足混凝土强度要求，还应满足混凝土施工性能和耐久性能的要求。

**6.2.2**在某一强度等级下，水胶比与胶凝材料的组成是相关的。当胶凝材料组成一定时，水胶比也应该在一个特定范围内。根据大量的试验和生产数据，确定了采用固废基胶凝材料配制C10～C80预拌混凝土的水胶比和胶凝材料用量推荐范围。

**6.2.3**水胶比、胶凝材料用量按本规程第6.2.2条的要求确定，并由此确定单位体积混凝土用水量。外加剂掺量根据外加剂性能和混凝土工作性要求初步确定。

**6.3**　制备与施工

**6.3.1**采用电子计量设备有利于保证计量精度，符合现行国家标准《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171规定的称量装置可以满足表6.3.1的要求。

**6.3.2**在执行配合比进行计量时，粗、细骨料计量包含了骨料含水，拌合水计量时应把骨料含水的量扣除。雨天骨料含水率变化大，应当加大抽测频率，并及时调整施工配合比。

**6.3.3**考虑到混凝土拌和效率与拌合物的匀质性，预拌混凝土搅拌站、预制混凝土构件厂和施工现场搅拌站要求采用强制式搅拌机。混凝土的搅拌时间应通过生产性试验确定，不应少于60s。

**6.3.5**聚羧酸减水剂具有更高的减水率、更低的掺量，且使混凝土收缩更小，有利于混凝土开裂控制。减水剂计量时包含了减水剂中所含的水，所以应从拌合水计量中扣除。

**6.3.8**混凝土结构内外温差的控制是防止结构开裂的重要技术措施，在拆模时间的把握上必须注意这一点，尤其是在天气变动比较大的时候更应该采取相应措施加以应对。对于水化热可能带来开裂风险的结构，降温速率也应加以控制，升温阶段要注意冷却，降温阶段要注意保温，热天要降温，冷天要保温这些都是操作关键。夏季拆模后混凝土表面温度较高不可以直接用冷水养护，以防表面开裂。

**6.4**　施工质量验收

**6.4.1**在不影响结构承载安全和不接触侵蚀性介质的前提下，鼓励和倡导用长龄期来验收和评定强度，这样可以降低混凝土结构水化温峰，提高混凝土结构早期抗裂性。

# 7　固废基胶凝材料复合土

**7.1**　一般规定

**7.1.2**大量试验和实践证明，固废基胶凝材料各组分比例不同，产品的强度和适用范围也不同。本条规定了固废基胶凝材料的分类、三种类型的组分比例和适用范围。。

**7.1.2**经过大量试验和数据积累，确定了配制F0.4～F7.5固废基胶凝材料复合土的强度等级。

**7.1.3**　表观密度是指材料在自然状态下（长期在空气中存放的干燥状态），单位体积的干质量。密度等级则是一个更具体的术语，通常用于描述混凝土等材料的性能指标之一，对于混凝土结构的强度、耐久性、防水性等多方面具有重要的影响作用。通过表观密度代表密度等级，有助于快速判断混凝土性能指标。

**7.1.5** 设计抗压强度是指在结构设计中使用的抗压强度值，它考虑了材料的可靠性和安全裕度。根据《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010的规定，混凝土的强度等级应按立方体抗压强度的标准值确定，该标准值是具有95%保证率的抗压强度值。

**7.2**　配合比

**7.2.1** 根据《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55-2011，并经过全国范围内固废基胶凝材料试验验证得出。

**7.2.3** 这种调整方法旨在通过优化发泡剂和材料的使用比例，提高泡沫轻质土的性能，使其达到预期的工程标准。因此，在实际操作中，必须严格按照相关技术规程进行调整和试验，以确保最终产品的质量和性能。

**7.2.6** 铁路桥涵地基和基础设计规范提供了地基土与基础之间的摩擦系数，根据大量固废基胶凝材料相关实验得出滑动摩擦系数。

**7.2.7** 内部摩擦角表示土粒子之间的摩擦或咬合强度，其值越大，土的剪切强度越高；粘聚力c与内摩擦角相关，通过公式c = mcP + (1-m)cs计算，其中φp为固化土的内摩擦角，cs为固化土的粘聚力。

**7.3**　填筑设计

**7.3.3** 在进行边坡整体稳定性验算的同时，还需要对原场地地基和填筑地基进行局部稳定性验算。

**7.3.7** 填筑体的最小强度、最小湿密度和容许密度的具体数值需要根据工程类型、材料性质以及设计要求来确定，经过大量试验和数据积累，确定了配制不同环境条件下固废基胶凝材料复合土的最小强度、最小湿密度和容许密度。

**7.3.12** 本条规定了固废基胶凝材料复合土设计最小厚度，考虑填筑体厚度太薄易引起断裂、减载效果不显著等因素路堤填筑时，最小设计高度建议值为1.0 m。台阶宽度考虑了压实机械作业和基坑开挖等因素，以便采用压实机械对台阶或基底进行压实。预留宽度综合考虑了填筑体顶部荷载的集中作用效应及填筑体安全性和耐久性。预留宽度宜根据不同公路等级选取。如有生态景观要求时，可对预留宽度适当进行调整。

**7.3.17** 对于支挡结构与防护结构的混凝土强度等级，不应低于C25，以保证结构的耐久性。

**7.3.18** 对于填筑宽度超过15m的路堤，填筑体衔接面存在抗滑要求时，不应在横向间距设置变形缝，避免填筑体失稳。

**7.3.19**聚氯乙烯排水板或排蓄水板的铺设方式是将底部双面自粘胶带满粘，可确保渗透水流入收集管并降低渗漏概率。

**7.3.21** 在填筑体顶部附近设置金属网是为了防止填筑体的变形和沉降，从而保护上方结构的稳定。在填筑体底部形态有突变时，设置金属网可以增强结构的稳定性，防止因地形变化导致的不均匀沉降。在填筑体中设置金属网是为了提高其整体稳定性和承载能力。

**7.3.22** 可提高固废基胶凝材料复合体抗裂性能。

**7.4**　填筑施工

**7.4.6** 设备生产的固废基胶凝材料复合土料浆匀质性应满足湿重度差异率不大于3%。

**7.4.11** 固废基胶凝材料初凝时间通常为2-4小时左右，终凝时间约为6-8小时，初凝时间和终凝时间对施工准备、效率和混凝土强度发展的影响重大。

**7.4.12** 固废基胶凝材料复合土吸水膨胀软化，强度急剧衰减，失水收缩开裂，因此，路基施工宜连续尽量避开雨季：路堤填筑完工后，应及时做好路基的保湿防渗。

**7.4.13** 夏季高温时施工，应采取避开高温时段施工及掺入适当的缓凝剂延长固废基胶凝材料凝结时间，防止因高温导致提前失去塑性。冬季低温施工时应采取防冻、保温措施，因固废基胶凝材料低温情况下水化速度慢，还应掺入适当的早强剂或促凝剂。

# 8　固废基胶凝材料砖和砌块

**8.2**　建筑工程

**8.2.2**确保设计的合理性和安全性

**8.2.5**砌块长期处于受水浸泡环境，会降低强度:长期浸水或经常受干湿交替的部位不包括经防水处理的浴室和厕所墙体。在可能出现0℃以下地区，易局部冻融破坏。长期在高温环境下易开裂。长期处于有振动源的环境中易产生损伤，降低砌体强度和耐久性。

**8.2.8**确不同品种的砖由于其收缩特性的差异容易造成墙体收缩裂缝的产生，影响整体结构的稳定性和耐久性，因此在实际施工中应避免这种做法。

**8.4**　水务工程

**8.4.6**选择砌块、砖类产品的几何形状需要综合考虑工程的具体需求、环境条件以及相关标准的要求，以确保建筑结构的稳定性和安全性。

**8.4.8**这种设计旨在减少水浪对边坡或堤岸的冲击，从而提高结构的稳定性和耐久性。

**8.4.9**根据护坡工程防滑要求，设置砌块和砖类产品防滑条时，应确保防滑条的高度不低于5mm，安装牢固且不得翘曲，类型可选金属或橡胶，间距为60mm-80mm，平行于砌块和砖类产品长边通长或交错铺设，且直线偏差和高度偏差分别控制在≤2mm和≤1.5mm以内。

**8.5**　景观工程

**8.5.6**确保地面工程的质量和美观性。

# 9　固废基胶凝材料公路路面基层

**9.1**　一般规定

**9.1.3**强度是无机结合料稳定材料重要的技术指标，但并不意味着强度满足要求就可以用于基层。无机结合料稳定细粒材料，如水泥稳定土、水泥稳定石屑，强度可以满足技术要求，但是抗冲刷性和抗裂性不足，并不适用于基层。

**9.1.6**工程质量的过程化控制，关键在于人。工地试验室的人员配置是保证生产过程中质量控制的必要措施之一。

**9.2**　混合料组成设计

**9.2.2**验证的混合料性能主要指90d或180d龄期弯拉强度和抗压回弹模量、7d龄期无侧限抗压强度。

**9.2.4**表9.2.3中水泥的最小剂量是根据拌和均匀性规定的。

**8.4.9**根据护坡工程防滑要求，设置砌块和砖类产品防滑条时，应确保防滑条的高度不低于5mm，安装牢固且不得翘曲，类型可选金属或橡胶，间距为60mm-80mm，平行于砌块和砖类产品长边通长或交错铺设，且直线偏差和高度偏差分别控制在≤2mm和≤1.5mm以内。

**9.3**　混合料生产、摊铺及碾压

**9.3.2**过分潮湿路段指路段湿度水平超过所用无机结合料稳定材料所适应的湿度水平的上限。

**9.3.3** 重冰冻的标准一般指气温达到 -3~ -5℃。

**9.4**　施工质量标准与控制

**9.4.6**工程质量的过程化控制，关键在于人。工地试验室的人员配置是保证生产过程中质量控制的必要措施之一。