 **T/CECS ×××-20××**

0

**中国工程建设标准化协会标准**

超高层建筑用机制砂混凝土

应用技术规程

**Technical specification for the application of manufactured sand concrete used for ultra-high-rise buildings**

（征求意见稿）

**××××出版社**

中国工程建设标准化协会标准

**超高层建筑用机制砂混凝土**

**应用技术规程**

**Technical specification for the application of manufactured sand concrete used for ultra-high-rise buildings**

**T/CECS ×××-20××**

主编单位：

批准单位：

施行日期：

××××出版社

**20×× 北 京**

**前言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发《2019年第一批协会标准制定、修订计划》的通知》（建标协字[2019]12号）的要求，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，编制本规程。

本规程共分为10章和1个附录，主要技术内容包括：1 总则；2 术语与符号；3 基本规定；4 原材料；5 混凝土性能；6 配合比设计；7 生产与运输；8 超高泵送方案设计；9 泵送与浇筑；10 质量检验与验收。

本规程由中国工程建设标准化协会防水防护与修复专业委员会归口管理，由XXXX负责具体内容的解释。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。

主 编 单 位：

参 编 单 位：

主要起草人员：

主 要 审 查 人：

**目次**

[1 总则](#_Toc31297) 1

[2 术语与符号](#_Toc30899) 2

[2.1 术语](#_Toc17373) 2

[2.2 符号](#_Toc17373) 2

[3 基本规定](#_Toc9167) 4

[4 原材料](#_Toc16605) 5

[4.1 水泥](#_Toc28532) 5

[4.2 矿物掺合料](#_Toc23832) 5

[4.3 机制砂](#_Toc18406) 5

[4.4 粗骨料](#_Toc19582) 8

[4.5 拌合用水](#_Toc3874) 8

[4.6 外加剂](#_Toc14238) 8

[5 混凝土性能 9](#_Toc2013)

[5.1 拌合物性能 9](#_Toc10555)

[5.2 硬化混凝土性能 9](#_Toc323)

[6 配合比设计](#_Toc11634) 10

[6.1 一般要求 10](#_Toc4604)

[6.2 配合比计算 10](#_Toc22350)

[6.3 配合比的试配、调整与确定 11](#_Toc25594)

[7 生产与运输](#_Toc18361) 12

[7.1一般规定](#_Toc24611) 12

[7.2 原材料进场与存储](#_Toc26918) 12

[7.3 生产](#_Toc28014) 13

[7.4 运输](#_Toc31664) 13

[8 超高泵送方案设计](#_Toc18359) 14

[8.1 一般规定](#_Toc2733) 14

[8.2 泵的选择和布置](#_Toc27223) 14

[8.3 输送管配置](#_Toc14499) 14

[8.4 布料设备配置](#_Toc4373) 15

[8.5 截止阀配置](#_Toc23601) 16

[9 泵送与浇筑](#_Toc25144) 17

[9.1 一般规定 17](#_Toc11264)

[9.2 泵送 17](#_Toc17729)

[9.3 浇筑与养护 1](#_Toc14114)7

[10 质量检验与验收](#_Toc24949) 19

[10.1 原材料的质量检验 19](#_Toc13634)

[10.2混凝土性能检验与验收 19](#_Toc3131)

[附录 A混凝土泵送参数计算](#_Toc5181) 20

[本规程用词说明](#_Toc26744) 31

[引用标准名录](#_Toc23089) 32

[条文说明](#_Toc26392) 34

Contents

[1 General Provisions](#_Toc37150515) 1

[2 Terms and Symbols](#_Toc37150516) 2

[2.1 Terms 2](#_Toc37150519)

[2.2 Symbols 2](#_Toc37150519)

[3 Basic Requirements](#_Toc37150517) 4

[4 Raw Materials](#_Toc37150518) 5

[4.1 Cement](#_Toc37150519) 5

[4.3 Mineral Admixtures](#_Toc37150520) 5

[4.3 Manufactured Sand](#_Toc37150520) 5

[4.4 Coarse Aggregate](#_Toc37150520) 8

[4.5 Mixing Water](#_Toc37150520) 8

[4.6 Chemical Admixtures](#_Toc37150520) 8

[5 Properties of Concrete](#_Toc37150521) 9

[5.1 Mixture Properties](#_Toc37150522) 9

[5.2 Properties of Hardened Concrete](#_Toc37150523) 9

[6 Mix Design](#_Toc37150525) 10

[6.1 General Requirements 1](#_Toc37150526)0

[6.2 Mix Proportion Calculation](#_Toc37150526) 10

[6.3 Trial Mixing, Adjustment and Determination of Mix Proportion](#_Toc37150527) 11

[7 Production and Transportation](#_Toc37150528) 12

[7.1 General Requirements 12](#_Toc37150529)

[7.2 Raw Materials Mobilization and Storage](#_Toc37150529) 12

[7.3 Production](#_Toc37150530) 13

[7.4 Transportation](#_Toc37150530) 13

[8 Scheme Design of Ultral-high Pumping 14](#_Toc37150531)

[8.1 General Requirements 14](#_Toc37150532)

[8.2 Selection and Arrangement of Pumps](#_Toc37150532) 14

[8.3 Delivery Pipe Configuration](#_Toc37150533) 14

[8.4 Feeding Equipment Configuration](#_Toc37150534) 15

[8.5 Globe Valve Configuration](#_Toc37150535) 16

[9 Pumping and Casting](#_Toc37150531) 17

[9.1 General Provisions](#_Toc37150532) 17

[9.2 Pumping](#_Toc37150533) 17

[9.3 Casting and Curing](#_Toc37150534) 17

[10 Quality Inspection and Acceptance](#_Toc37150531) 19

[10.1 Quality Inspection of Raw Materials](#_Toc37150532) 19

[10.2 Inspection and Acceptance of Concrete Performance](#_Toc37150533) 19

[Appendix A Calculation of Concrete Pumping Parameters](#_Toc37150536) 20

[Explanation of Wording in This Specification](#_Toc37150537) 31

[List of Quoted Standards](#_Toc37150538) 32

Addition：[Explanation of Provisions](#_Toc37150539) 34

# 

# 总则

**1.0.1** 为合理利用机制砂资源，指导机制砂在超高层建筑混凝土中的应用，促进机制砂混凝土超高泵送技术的发展，保障工程质量，特制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于泵送高度大于200m的、强度等级C30及以上的机制砂混凝土，包括原材料、混凝土性能、配合比设计、生产与运输、泵送与浇筑及质量验收。

**1.0.3** 超高层建筑用机制砂混凝土的应用，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 术语与符号

* 1. **术语**

**2.1.1** 机制砂 Manufactured sand

经除土、机械破碎、整形、筛分、粉控等工艺制备的，粒径小于 4.75 mm 的岩石颗粒，不包括软质和风化颗粒。

**2.1.2** 机制砂混凝土 Manufactured sand concrete

含有机制砂作为细骨料的混凝土。

**2.1.3** 超高泵送 Ultra-high-rise pumping

单次泵送高度超过200m的混凝土泵送。

**2.1.4** 亚甲蓝（*MB*）值 Methylene blue value

用于判定机制砂中粒径小于75μm颗粒的吸附性能的指标。

**2.1.5** 石粉含量 Stone powder content

机制砂中粒径小于75μm的颗粒含量。

**2.1.6**  泥块含量 Clay lumps content

机制砂中原粒径大于1.18mm，经水浸洗、手捏后小于600μm的颗粒含量。

**2.1.7** 压碎指标 Crushing index

用于衡量机制砂在逐渐增加的荷载作用下抵抗破裂的能力。

**2.1.8** 饱和面干吸水率 Water absorption rate under saturated-surface dry (SSD) condition

机制砂内部孔隙含水达到饱和而表面干燥状态下的吸水率。

* 1. **符号**

*MB*——机制砂中亚甲蓝测定值；

*△P*H——混凝土在水平输送管内流动每米产生的压力损失；

*r*——混凝土输送管半径；

*K1*——粘着系数；

*K*2——速度系数；

*S*1——混凝土坍落度；

*t*2/*t*1——混凝土泵分配阀切换时间与活塞推压混凝土时间之比；

*V*2——混凝土拌合物在输送管内的平均流速；

*α*2——径向压力与轴向压力之比；

*Q*1——每台混凝土泵的实际平均输出量；

*Q*max——每台混凝土泵的最大输出量；

*α*——配管条件系数；

*η*——作业效率；

*N*2 —— 混凝土泵数量；

*Q* —— 混凝土浇筑数量；

*T*o —— 混凝土泵送施工作业时间；

*P*max——混凝土最大泵送阻力；

*L*——各类布置状态下混凝土输送管路系统的累计水平换算距离；

*P*f——混凝土泵送系统附件及泵体内部压力损失；

*L*max——混凝土泵最大水平输送距离；

*P*e——混凝土泵额定工作压力。

# 基本规定

**3.0.1** 超高层建筑用机制砂混凝土的拌合物性能应满足本规程的要求，硬化混凝土的力学性能、耐久性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010和《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476的规定。

**3.0.2** 超高层建筑用机制砂混凝土应采用预拌混凝土，并应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 和现行行业标准《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ328的规定。

**3.0.3** 超高层建筑用机制砂混凝土不宜直接使用矿山尾矿、不宜使用工业废渣制成的机制砂。

**3.0.4** 超高层建筑用机制砂混凝土的放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB6566的规定。

1. **原材料**
   1. **水泥**

**4.1.1** 超高层建筑用机制砂混凝土宜采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥，水泥的性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定。

**4.1.2** 超高层建筑用机制砂混凝土宜采用品质稳定且强度等级不低于42.5的水泥。

* 1. **矿物掺合料**

**4.2.1** 超高层建筑用机制砂混凝土的矿物掺合料可采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰等。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 的规定，粒化高炉矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T 18046 的规定，硅灰应符合现行国家标准《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736 的规定。

**4.2.2** 用于超高层建筑用机制砂混凝土的粉煤灰宜采用F类Ⅱ级及以上的粉煤灰。

**4.2.3** 用于超高层建筑用机制砂混凝土的粒化高炉矿渣粉等级不宜低于S95级。

**4.2.4** 用于超高层建筑用机制砂混凝土宜采用硅灰。

**4.2.5** 当采用其他矿物掺合料时，应通过充分试验进行验证，确定混凝土性能满足工程应用要求后再使用。

* 1. **机制砂**

**4.3.1** 超高层建筑用机制砂的试验方法应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 、现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量标准及试验方法》JGJ 52 和《高性能混凝土用骨料》JG/T 568的规定。

**4.3.2** 超高层建筑用机制砂按技术要求分为Ⅰ类、Ⅱ类，适用于不同强度等级混凝土的机制砂类别应符合表4.3.2的规定。

**表 4.3.2 超高层建筑用机制砂类别及适用混凝土强度等级**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ | Ⅱ |
| 强度等级 | ≥C60 | C55~C30 |

**4.3.3** 机制砂的粗细程度可按细度模数分为粗、中、细三种规格，并应符合表4.3.3规定。超高层建筑用机制砂混凝土宜采用中、粗砂，细度模数宜为2.3~3.2。

**表4.3.3机制砂粗细程度规格**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 规格 | 粗砂 | 中砂 | 细砂 |
| 细度模数 | 3.7~3.1 | 3.0~2.3 | 2.2~1.6 |

**4.3.4** 机制砂颗粒级配宜符合表4.3.4的规定，除筛孔为4.75mm 和600μm 的累计筛余外，其余筛孔的累计筛余可超出表4.3.4中限定范围，但超出量不应大于5%。超高层建筑用机制砂宜优先选用1区和2区颗粒级配，且300μm筛孔的颗粒通过量不宜超过30%、150μm 筛孔的颗粒通过量不宜超过15%。

**表 4.3.4 机制砂的颗粒级配**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 筛孔尺寸 | | 9.5mm | 4.75mm | 2.36mm | 1.18mm | 600μm | 300μm | 150μm |
| 累计筛余（%） | 1区 | 0 | 10~0 | 35~5 | 65~35 | 85~71 | 95~80 | 97~85 |
| 2区 | 0 | 10~0 | 25~0 | 50~10 | 70~41 | 92~70 | 94~80 |
| 3区 | 0 | 10~0 | 15~0 | 25~0 | 40~16 | 85~55 | 94~75 |

**4.3.5** 机制砂*MB*值应≤1.4或快速法试验合格，且石粉含量和泥块含量应符合表4.3.5的规定。当机制砂中石粉含量大于10%但小于等于15%的情况下，根据使用的部位和用途，经试验证明能确保工程质量的前提下，经质量管理部门认可后方可使用。

**表 4.3.5 机制砂的石粉含量和泥块含量**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ | Ⅱ |
| 石粉含量（%） | ≤5.0 | ≤10.0 |
| 泥块含量（%） | 0 | ≤0.5 |

**4.3.6** 超高层建筑用机制砂的压碎指标应符合表4.3.6的规定。

**表4.3.6机制砂压碎指标值**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ | Ⅱ |
| 单级最大压碎指标（%） | ≤20 | ≤25 |

**4.3.7** 超高层建筑用机制砂的坚固性，采用硫酸钠溶液循环浸泡法检验，应符合表4.3.7的规定。

**表4.3.7 机制砂坚固性指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ | Ⅱ |
| 质量损失率（%） | ≤6.0 | ≤8.0 |

**4.3.8** 超高层建筑用机制砂中不应混有草根、树叶、树枝、塑料、煤块、炉渣、沥青等杂物。机制砂中的云母、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐、氯化物等有害物质含量应符合表4.3.8的规定。

**表4.3.8 机制砂中有害物质限量**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ | Ⅱ |
| 云母含量（按质量计）/% | ≤1.0 | ≤2.0 |
| 轻物质含量（按质量计）/% | ≤1.0 | |
| 硫化物及硫酸盐含量（按SO3质量计）/% | ≤0.5 | |
| 氯化物（以氯离子质量计，%） | ≤0.01 | ≤0.02 |
| 有机物含量 | 颜色不应深于标准色 | |

**4.3.9** 超高层建筑用机制砂的表观密度、松散堆积密度和松散堆积空隙率应符合表4.3.9的规定。

**表4.3.9 机制砂的表观密度、松散堆积密度及空隙率**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ | Ⅱ |
| 表观密度（kg/m3） | ≥2500 | |
| 松散堆积密度（kg/m3） | ≥1500 | ≥1450 |
| 松散堆积空隙率（%） | ≤40 | ≤42 |

**4.3.10** 超高层建筑用机制砂的饱和面干吸水率应符合表4.3.10的规定。

**表4.3.10 机制砂的吸水率**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | Ⅰ | Ⅱ |
| 饱和面干吸水率（%） | ≤2.0 | |

**4.3.11** 超高层建筑用机制砂混凝土严禁采用具有碱活性的机制砂。

* 1. **粗骨料**

**4.4.1** 超高层建筑用粗骨料应符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685、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《高性能混凝土用骨料》JG/T 568的规定。

**4.4.2** 超高层建筑用粗骨料宜采用级配良好的卵石或碎石，针片状颗粒含量不宜大于5%。

**4.4.3** 超高层建筑用粗骨料宜采用连续级配或2个及以上的单粒级搭配使用，最大粒径不宜大于25mm，且最大粒径与输送管径之比宜符合表4.4.3的规定。

**表4.4.3 粗骨料的最大粒径与输送管径之比**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 粗骨料品种 | 泵送高度（m） | 粗骨料最大粒径与输送管径之比 |
| 碎石 | 200~400 | ≤1:6.5 |
| >400 | ≤1:7.5 |
| 卵石 | 200~400 | ≤1:6.0 |
| >400 | ≤1:7.0 |

* 1. **拌合用水**

**4.5.1** 超高层建筑用机制砂混凝土拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

**4.5.2** 混凝土搅拌、运输设备清洗和水洗砂回收水不得用于生产超高层建筑用机制砂混凝土。

* 1. **外加剂**

**4.6.1** 超高层建筑用机制砂混凝土用外加剂，应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076和《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119的规定。

**4.6.2** 外加剂与水泥、矿物掺合料及机制砂石粉应具有良好的适应性，并应经试配验证。

**4.6.3** 配制超高层建筑用机制砂混凝土宜选用高性能减水剂，减水率不宜低于25%。

1. **混凝土性能**
   1. **拌合物性能**

**5.1.1** 超高层建筑用机制砂混凝土拌合物性能指标宜符合表5.1.1的规定。

表5.1.1超高层建筑用机制砂混凝土拌合物性能指标要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 技术指标 |
| 扩展度 | ≥600mm |
| 倒置排空时间 | ≤10s |
| 扩展度3h损失 | ≤50mm |
| 压力泌水率 | ≤1% |
| 含气量 | ≤4% |

**5.1.2** 超高层建筑用机制砂混凝土的凝结时间应满足施工要求。

**5.1.3** 超高层建筑用机制砂混凝土拌合物性能的试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能测试方法》GB/T50080的规定。

* 1. **硬化混凝土性能**

**5.2.1** 超高层建筑用机制砂混凝土的强度设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010和《混凝土强度检验评定标准》GB50107的规定。

**5.2.2** 超高层建筑用机制砂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/T50476的规定，耐久性应符合《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193的规定。

1. **配合比设计**
   1. **一般规定**

**6.1.1** 超高层建筑用机制砂混凝土应根据工程结构形式、施工工艺以及环境因素进行配合比设计。

**6.1.2** 超高层建筑用机制砂混凝土配合比设计应以合理使用材料和节约水泥等胶凝材料为原则。

**6.1.3** 耐久性设计应针对机制砂混凝土结构所处的高空环境中劣化因素的作用，使结构在设计使用年限内不超过容许劣化状态。

* 1. **配合比计算**

**6.2.1** 超高层建筑用机制砂混凝土配合比设计应满足施工要求的工作性能，还应满足混凝土结构对强度和耐久性要求。配合比计算应按照现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55的规定执行，并应符合下列规定：

**1．**配合比设计宜采用体积法计算。

**2．**胶凝材料用量不宜小于380kg/m3；

**3．**单位用水量宜在现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55规定的单位用水量基础上，增加5~10kg/m3；

**4．**砂率应根据机制砂自身细度模数、颗粒级配、石粉含量，并按所选单位用水量及碎石最大粒径通过试验进行调整。

**5．**外加剂使用时，宜考虑机制砂石粉对外加剂的吸附作用，适当增加外加剂用量。达到饱和掺量后，保证混凝土施工性能无明显变化、无离析和泌水前提下，可适当增加外加剂掺量。

* 1. **配合比的试配、调整与确定**

**6.3.1** 超高层建筑用机制砂混凝土配合比试配、调整与确定，应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55的规定。

**6.3.2** 对于调整确定的机制砂混凝土配合比，应测定拌合物中水溶性氯离子含量，试验结果应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB50164的规定。

**6.3.3** 对耐久性能有设计要求的机制混凝土应进行相应耐久性能验证试验，试验结果应符合设计要求。

**6.3.4** 遇有下列情况时，应重新进行混凝土配合比设计：

**1．**当混凝土性能指标发生变化时；

**2．**当原材料品质发生明显改变时；

**3．**同一配合比的混凝土生产间断三个月以上时。

1. **生产与运输**
   1. **一般规定**

**7.1.1** 超高层建筑用机制砂混凝土的生产与运输过程中，宜加强通信联络、调度，确保泵送施工的连续均衡供料。

**7.1.2** 超高层建筑用机制砂混凝土的生产与运输过程中，宜对原材料计量、混凝土搅拌、拌合物运输进行全过程控制。

**7.1.3** 对于施工部位与设计要求相同、采用同一配合比 生产的机制砂混凝土，其原材料宜采用同一批次。

**7.1.4** 超高层建筑用机制砂混凝土的生产与运输除应符合本章的规定外，尚应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902、现行行业标准《混凝土泵送技术规范》JGJ/T 10和《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ328的规定。

**7.1.5** 超高层建筑用机制砂混凝土从搅拌机卸料到浇筑完成过程中，严禁加水。

**7.1.6**  冬季生产和运输时，应符合现行行业标准[《建筑工程冬季施工规程》JGJ/T 104](https://www.so.com/link?m=aR67KgCKUrZyvs1C43htWkPRnzLnIhrXdPJy3Rz2oGy8RgSAHLO/t17QA1LUBgJOCF529YaKLmMYSeZxwZXXkk0h3TpyZAVAyo0sF0jBXtOicBB6sNf4QOYWmG2YQ19jTSy/eMXqvXPLLfdLwlEYsJpFXeNJkQHJxsa2krjwVUz7E7COoWXUo37hpvgd4BUI+GBv4vEMXlP6YtVEMf44alv6F2LCpYAS6PagwWEyeJ1pzn87arYHOBLx1r4DQZ0U8Jc0NnA==)的有关规定。

* 1. **原材料进场与存储**

**7.2.1** 水泥、矿物掺合料、粗骨料、外加剂等原材料进场应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

**7.2.2** 机制砂的进场除应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定外，尚应符合以下规定：

**1．**机制砂供应方应提供型式检验报告、出厂检验报告和出厂合格证；

**2．**机制砂进场时，应按本规程4.4章节的规定进行进场检验，并应确认品种、规格、数量；

**3．**机制砂应按不同品种、规格分批运输和堆放，避免混杂；

**4.** 机制砂料堆处周围宜设置排水系统，防止积水浸泡。

* 1. **生产**

**7.3.1** 原材料计量应符合现行国家标准《混凝土搅拌站(楼)》GB/T 10171和现行行业标准《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241的规定。

**7.3.2** 超高层建筑用机制砂混凝土的生产应在预拌厂中进行，并采用强制式搅拌机拌制生产。

**7.3.3** 搅拌混凝土前，应严格测定粗、细骨料的含水率，以便及时调整生产配合比。

**7.3.4** 夏季施工时，可采用低温水搅拌混凝土或在晚间搅拌混凝土等措施，保证混凝土入模温度不应高于30℃。

**7.3.5** 超高层建筑用机制砂混凝土出厂时应进行拌合物性能检测，检测结果满足设计要求后方可进行运输。

* 1. **运输**

**7.4.1** 超高层建筑用机制砂混凝土的运输应采用搅拌运输车运输，运输车性能应符合现行国家标准《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408的规定。

**7.4.2** 混凝土拌合物卸料前，应使搅拌运输车高速旋转20s~30s，再将混凝土拌合物卸出。

**7.4.3** 在机制砂混凝土拌合物的运输过程中，严禁向混凝土拌合物中加水。

1. **超高泵送方案设计**

## 一般规定

**8.1.1** 混凝土泵送方案应根据混凝土工程特点、浇筑工程量、拌合物特性以及浇筑进度等因素设计和确定。

**8.1.2** 机制砂混凝土超高泵送方案包括泵送参数计算、泵送设备选定与调试、泵管选型与布设和泵送过程控制。

## 泵的选择和布置

**8.2.1** 混凝土泵应根据机制砂混凝土的泵送高度、浇筑方量、泵送压力等进行选择。

**8.2.2** 混凝土泵的实际平均输出量、额定工作压力、最大水平输送距离的确定按照附录A计算确定。

**8.2.3** 混凝土泵应由具备相应能力的专职人员进行操作。

**8.2.4** 混凝土泵应安装在稳固的地基上，宜搭设防护棚进行遮挡。

**8.2.5** 混凝土泵的集料斗应设置网筛。

## 输送管配置

**8.3.1**  混凝土输送管规格应根据粗骨料最大粒径、混凝土输出量和输送距离以及拌合物性能等进行选择，宜选用内径不小于125mm的输送管，并应符合现行国家标准《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T17395的有关规定。

**8.3.2** 超高层建筑用机制砂混凝土泵送施工中，为降低管道内的混凝土对混凝土泵的背压冲击，混凝土管道的布置应遵循以下原则：

**1．**地面水平管的长度应大于垂直高度的五分之一；

**2．**平管尽量少接弯管，在平管转立管处，应布置90°弯管；

**3．**在地面水平管道上应布置截止阀。

**8.3.3** 混凝土输送管的水平换算长度，可按表8.3.3换算：

表8.3.3混凝土输送管的水平换算长度表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 管类别或布置状态 | 换算单位 | 管规格 | | 水平换算长度（m） |
| 向上垂直管 | 每米 | 管径（mm） | 125 | 4 |
| 150 | 5 |
| 倾斜向上管  （输送管倾斜角为*α*，图8.3.3） | 每米 | 管径（mm） | 125 | cos*α*+4sin*α* |
| 150 | cos*α*+5sin*α* |
| 垂直向下及倾斜向下管 | 每米 | — | | 1 |
| 锥形管 | 每根 | 锥径变化  （mm） | 175→150 | 4 |
| 150→125 | 8 |
| 弯管（弯头张角为β，β≤90°，图8.3.3） | 每只 | 弯曲半径（mm） | 500 | 12β/90 |
| 1000 | 9β/90 |

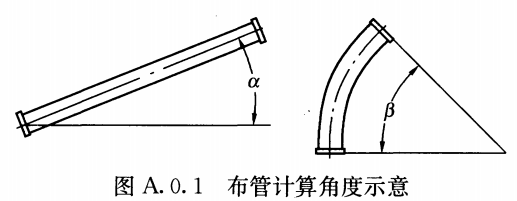


图8.3.3 布管计算角度示意

**8.3.4** 混凝土输送管强度应满足泵送要求，应具备高耐磨性，不得有龟裂、孔洞、凹凸损伤和弯折等缺陷，采用高耐磨的S管阀与眼镜板等配件。

## 布料设备配置

**8.4.1** 布料设备的选型与布置应根据浇筑混凝土的平面尺寸、配管、布料半径等要求确定，并应与混凝土输送泵相匹配。

**8.4.2** 布料设备应安装牢固和稳定，安装基础应进行结构强度校核，满足布料设备的重量和抗倾覆要求。若布料设备布置在核心筒模架施工平台上，应对模架平台进行受力验算。**8.4.3** 布料设备的作业半径宜覆盖整个混凝土浇筑范围。

## 截止阀的配置

**8.5.1** 混凝土泵机出料口处应设置截止阀，宜设置于混凝土泵机出口3m~6米m处。

**8.5.2** 水平管道与竖向管道连接处的90°弯头前应设置截止阀，宜设置于距离立管3m~6m处，用于堵管时排出立管内的混凝土。

1. **泵送与浇筑**
   1. **一般规定**

**9.1.1** 超高层建筑用机制砂混凝土的泵送与浇筑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、《混凝土结构工程质量验收规范》GB50204和现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T10的规定，并应满足国家和地方有关绿色施工的要求。

**9.1.2** 混凝土施工时遇雨期、高温、冬期等情况时，应符合下列规定：

**1．**雨季和降雨期间应按雨期施工要求采取措施，严禁在下雨而无防护措施下进行施工。

**2．**当日平均气温达到30℃及以上时，应按高温施工要求采取措施。

**3．**根据当地气象资料，当室外日平均气温连续5日温度低于5℃时，必须采取冬期施工措施，符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的规定。

**9.1.3** 当混凝土浇筑点风力等级≥6级或风速≥10.8m/s时，不得进行浇筑施工。

**9.1.4** 泵送管道的布置完成后，应仔细检查全部泵管与接头及管道壁厚，在泵送过程中不得出现漏水、漏浆等现象。当输送管堵塞时，应及时拆除管道，排空混凝土，避免立管堵塞。

* 1. **泵送**

**9.2.1** 超高层建筑用机制砂混凝土应加强入泵前拌合物性能的检测，测试结果均达到设计要求后方可进行泵送施工，不满足设计要求的机制砂混凝土应作退货处理。

**9.2.2** 超高层建筑用机制砂混凝土泵送过程中，有计划中断时，应在预先确定的中断浇筑部位，停止泵送，中断时间不宜超过30min。

**9.2.3** 超高层建筑用机制砂混凝土泵送过程中，当混凝土泵出现压力升高、油温升高、输送管明显震动等现象且泵送困难时，严禁强行泵送，应立即查明原因、采取措施排除。

* 1. **浇筑与养护**

**9.3.1** 钢筋密集的构件，应先预留浇筑口，高度超过2m的竖向构件，宜提前设置串筒、溜管等装置，防止混凝土出现离析和蜂窝孔洞。

**9.3.2** 混凝土浇筑后，在混凝土初凝前和终凝前，宜分别对混凝土裸露表面进行进行抹面处理，并在强度达到1.2MPa以前，不得在其上踩踏、堆放物料、安装模板及支架。

**9.3.3** 钢管柱混凝土的浇筑与养护应满足现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》 GB 50936的规定。

**9.3.4** 水平结构混凝土浇筑后，应采取喷雾、洒水、覆盖、喷涂养护剂等措施及时进行养护。

**9.3.5** 对于核心筒、大跨度竖向结构混凝土，宜采用带模养护的方式，带模养护时间不得少于7d。

1. **质量检验与验收**
   1. **原材料的质量检验**

**10.1.1** 超高层建筑用机制砂混凝土的原材料质量应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902的有关规定，并按检验批量随机取样进行原材料进场检验。

**10.1.2** 超高层建筑用机制砂混凝土用原材料检验项目和检验批量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB50164的有关规定。

* 1. **混凝土性能检验与验收**

**10.2.1** 超高层建筑用机制砂混凝土的质量控制应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902和国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的有关规定。

**10.2.2** 超高层建筑用机制砂混凝土强度等级评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的规定，耐久性能检验评定应符合现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193的规定。

**10.2.3** 超高层建筑用机制砂混凝土的拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能的测定方法，应分别符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法》GB/T 50080、《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081和《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》GB/T 50082的规定。

**10.2.4** 超高层建筑用机制砂混凝土性能的检验结果应符合本规程第5章的规定以及设计施工的要求。

**10.2.5** 超高层建筑用机制砂混凝土的验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定执行。

# 附录 A混凝土泵送参数计算

**A.0 混凝土泵送阻力损失计算**

A.0.1 泵送阻力计算公式为：

P=a×水平直管长度+b×垂直直管长度+c×弯管个数 （A.0.1）

其中a:每米水平直管压力损失系数；b：每米垂直直管压力损失系数；c:每个水平弯管压力损失系数。a、b、c取值可按照A.0.2、A.0.3、A.0.4中参考数值进行选取。

A.0.2 150mm管径压力损失计算结果

（1）入口流量为10 m3/h（=0.157m/s）压力损失计算结果

表A.0.2-1 混凝土密度为2300kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.01 | a | 0.013 | a | 0.015 | a | 0.018 | a | 0.02 | a | 0.023 | a | 0.025 |
| b | 0.032 | b | 0.035 | b | 0.037 | b | 0.04 | b | 0.043 | b | 0.047 | b | 0.049 |
| c | 0.014 | c | 0.019 | c | 0.023 | c | 0.027 | c | 0.032 | c | 0.036 | c | 0.041 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.013 | a | 0.015 | a | 0.018 | a | 0.021 | a | 0.023 | a | 0.026 | a | 0.028 |
| b | 0.034 | b | 0.038 | b | 0.041 | b | 0.044 | b | 0.047 | b | 0.049 | b | 0.052 |
| c | 0.018 | c | 0.023 | c | 0.028 | c | 0.032 | c | 0.036 | c | 0.041 | c | 0.045 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.015 | a | 0.018 | a | 0.02 | a | 0.023 | a | 0.026 | a | 0.028 | a | 0.031 |
| b | 0.037 | b | 0.04 | b | 0.043 | b | 0.046 | b | 0.05 | b | 0.052 | b | 0.056 |
| c | 0.023 | c | 0.028 | c | 0.032 | c | 0.036 | c | 0.041 | c | 0.045 | c | 0.05 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

表A.0.2-2混凝土密度为2500kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.01 | a | 0.013 | a | 0.015 | a | 0.018 | a | 0.02 | a | 0.023 | a | 0.025 |
| b | 0.034 | b | 0.037 | b | 0.04 | b | 0.043 | b | 0.045 | b | 0.048 | b | 0.051 |
| c | 0.014 | c | 0.019 | c | 0.023 | c | 0.028 | c | 0.032 | c | 0.036 | c | 0.041 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.013 | a | 0.016 | a | 0.018 | a | 0.021 | a | 0.023 | a | 0.026 | a | 0.028 |
| b | 0.037 | b | 0.039 | b | 0.042 | b | 0.045 | b | 0.048 | b | 0.051 | b | 0.054 |
| c | 0.019 | c | 0.023 | c | 0.028 | c | 0.032 | c | 0.037 | c | 0.041 | c | 0.046 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.015 | a | 0.018 | a | 0.02 | a | 0.023 | a | 0.026 | a | 0.028 | a | 0.031 |
| b | 0.04 | b | 0.042 | b | 0.045 | b | 0.049 | b | 0.051 | b | 0.054 | b | 0.057 |
| c | 0.023 | c | 0.028 | c | 0.032 | c | 0.037 | c | 0.041 | c | 0.046 | c | 0.05 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

（2）入口流量为20 m3/h（=0.314m/s）压力损失计算结果

表A.0.2-3混凝土密度为2300kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.017 | a | 0.0221 | a | 0.0276 | a | 0.0326 | a | 0.0373 | a | 0.0425 | a | 0.0481 |
| b | 0.0373 | b | 0.0432 | b | 0.049 | b | 0.0549 | b | 0.0607 | b | 0.0665 | b | 0.0724 |
| c | 0.0232 | c | 0.0321 | c | 0.041 | c | 0.0498 | c | 0.0583 | c | 0.0673 | c | 0.0764 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.0199 | a | 0.025 | a | 0.0303 | a | 0.0351 | a | 0.0406 | a | 0.0452 | a | 0.051 |
| b | 0.0402 | b | 0.0456 | b | 0.0521 | b | 0.0576 | b | 0.0636 | b | 0.0692 | b | 0.0754 |
| c | 0.0281 | c | 0.0368 | c | 0.0456 | c | 0.0544 | c | 0.0634 | c | 0.0719 | c | 0.0812 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.0225 | a | 0.0277 | a | 0.0328 | a | 0.0377 | a | 0.0435 | a | 0.0479 | a | 0.053 |
| b | 0.0432 | b | 0.0487 | b | 0.0545 | b | 0.0601 | b | 0.0665 | b | 0.072 | b | 0.0773 |
| c | 0.0325 | c | 0.0413 | c | 0.0501 | c | 0.059 | c | 0.068 | c | 0.0767 | c | 0.0855 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

表A.0.2-4混凝土密度为2500kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.0171 | a | 0.0222 | a | 0.0273 | a | 0.0326 | a | 0.0374 | a | 0.0426 | a | 0.0476 |
| b | 0.0391 | b | 0.046 | b | 0.0507 | b | 0.0589 | b | 0.0628 | b | 0.071 | b | 0.0743 |
| c | 0.0235 | c | 0.0323 | c | 0.041 | c | 0.0501 | c | 0.0586 | c | 0.0677 | c | 0.0763 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.0199 | a | 0.025 | a | 0.0303 | a | 0.0352 | a | 0.0407 | a | 0.0454 | a | 0.0509 |
| b | 0.0419 | b | 0.0498 | b | 0.0559 | b | 0.062 | b | 0.0681 | b | 0.0742 | b | 0.0803 |
| c | 0.0281 | c | 0.0369 | c | 0.0458 | c | 0.0545 | c | 0.0636 | c | 0.0723 | c | 0.0813 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.0229 | a | 0.0277 | a | 0.033 | a | 0.0379 | a | 0.0431 | a | 0.0483 | a | 0.0531 |
| b | 0.0465 | b | 0.053 | b | 0.059 | b | 0.064 | b | 0.0713 | b | 0.0775 | b | 0.0836 |
| c | 0.0326 | c | 0.0415 | c | 0.0505 | c | 0.06 | c | 0.0682 | c | 0.077 | c | 0.0858 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

（3）入口流量为30 m3/h（=0.47m/s）压力损失计算结果

表A.0.2-5混凝土密度为2300kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.0241 | a | 0.032 | a | 0.0394 | a | 0.047 | a | 0.0553 | a | 0.0624 | a | 0.0708 |
| b | 0.0433 | b | 0.053 | b | 0.0608 | b | 0.0696 | b | 0.078 | b | 0.0871 | b | 0.0955 |
| c | 0.0323 | c | 0.046 | c | 0.0587 | c | 0.0719 | c | 0.0854 | c | 0.0987 | c | 0.1119 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.027 | a | 0.035 | a | 0.0421 | a | 0.05 | a | 0.0573 | a | 0.065 | a | 0.0735 |
| b | 0.0458 | b | 0.0561 | b | 0.0632 | b | 0.073 | b | 0.0805 | b | 0.0941 | b | 0.0986 |
| c | 0.0371 | c | 0.0503 | c | 0.0635 | c | 0.0768 | c | 0.0897 | c | 0.1031 | c | 0.1166 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.0298 | a | 0.0374 | a | 0.0454 | a | 0.053 | a | 0.0602 | a | 0.0677 | a | 0.0763 |
| b | 0.0489 | b | 0.0588 | b | 0.0671 | b | 0.0765 | b | 0.083 | b | 0.0946 | b | 0.1019 |
| c | 0.0418 | c | 0.0548 | c | 0.0682 | c | 0.0815 | c | 0.0944 | c | 0.1078 | c | 0.1215 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

表A.0.2-6 混凝土密度为2500kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.0243 | a | 0.0318 | a | 0.0397 | a | 0.0472 | a | 0.0547 | a | 0.0625 | a | 0.0698 |
| b | 0.046 | b | 0.0552 | b | 0.0638 | b | 0.0721 | b | 0.0805 | b | 0.0896 | b | 0.0974 |
| c | 0.0326 | c | 0.0458 | c | 0.0591 | c | 0.0724 | c | 0.0855 | c | 0.0987 | c | 0.1118 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.027 | a | 0.0346 | a | 0.0424 | a | 0.0503 | a | 0.0574 | a | 0.0652 | a | 0.073 |
| b | 0.0497 | b | 0.0581 | b | 0.0677 | b | 0.0753 | b | 0.0841 | b | 0.0926 | b | 0.1012 |
| c | 0.0372 | c | 0.0504 | c | 0.0637 | c | 0.0772 | c | 0.0901 | c | 0.1034 | c | 0.1167 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.03 | a | 0.0373 | a | 0.0451 | a | 0.0533 | a | 0.0601 | a | 0.068 | a | 0.0762 |
| b | 0.0523 | b | 0.0617 | b | 0.0701 | b | 0.0789 | b | 0.0873 | b | 0.0958 | b | 0.1049 |
| c | 0.0416 | c | 0.055 | c | 0.0681 | c | 0.0818 | c | 0.0946 | c | 0.108 | c | 0.1218 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

A.0.3 125mm管径压力损失计算结果

（1）入口流量为10.43 m3/h（=0.236m/s）压力损失计算结果

表A.0.3-1混凝土密度为2300kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.018 | a | 0.023 | a | 0.028 | a | 0.034 | a | 0.039 | a | 0.045 | a | 0.05 |
| b | 0.039 | b | 0.046 | b | 0.052 | b | 0.059 | b | 0.065 | b | 0.071 | b | 0.078 |
| c | 0.026 | c | 0.035 | c | 0.045 | c | 0.054 | c | 0.064 | c | 0.073 | c | 0.082 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.021 | a | 0.026 | a | 0.032 | a | 0.037 | a | 0.043 | a | 0.048 | a | 0.053 |
| b | 0.043 | b | 0.05 | b | 0.056 | b | 0.062 | b | 0.069 | b | 0.075 | b | 0.081 |
| c | 0.031 | c | 0.04 | c | 0.05 | c | 0.06 | c | 0.069 | c | 0.079 | c | 0.088 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.024 | a | 0.029 | a | 0.035 | a | 0.04 | a | 0.046 | a | 0.051 | a | 0.056 |
| b | 0.046 | b | 0.053 | b | 0.058 | b | 0.065 | b | 0.072 | b | 0.078 | b | 0.085 |
| c | 0.036 | c | 0.046 | c | 0.055 | c | 0.065 | c | 0.075 | c | 0.084 | c | 0.093 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

表A.0.3-2 混凝土密度为2500kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.018 | a | 0.023 | a | 0.029 | a | 0.034 | a | 0.039 | a | 0.045 | a | 0.05 |
| b | 0.041 | b | 0.048 | b | 0.054 | b | 0.061 | b | 0.067 | b | 0.074 | b | 0.08 |
| c | 0.026 | c | 0.035 | c | 0.045 | c | 0.054 | c | 0.064 | c | 0.073 | c | 0.083 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.021 | a | 0.026 | a | 0.032 | a | 0.037 | a | 0.043 | a | 0.048 | a | 0.053 |
| b | 0.045 | b | 0.051 | b | 0.058 | b | 0.065 | b | 0.071 | b | 0.077 | b | 0.084 |
| c | 0.031 | c | 0.041 | c | 0.05 | c | 0.06 | c | 0.069 | c | 0.079 | c | 0.088 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.024 | a | 0.029 | a | 0.035 | a | 0.04 | a | 0.046 | a | 0.051 | a | 0.056 |
| b | 0.048 | b | 0.055 | b | 0.062 | b | 0.068 | b | 0.074 | b | 0.08 | b | 0.087 |
| c | 0.036 | c | 0.046 | c | 0.056 | c | 0.065 | c | 0.075 | c | 0.084 | c | 0.094 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

（2）入口流量为13.87 m3/h（=0.314m/s）压力损失计算结果

表A.0.3-3混凝土密度为2300kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.022 | a | 0.029 | a | 0.037 | a | 0.044 | a | 0.051 | a | 0.058 | a | 0.066 |
| b | 0.044 | b | 0.052 | b | 0.06 | b | 0.069 | b | 0.077 | b | 0.086 | b | 0.094 |
| c | 0.032 | c | 0.045 | c | 0.057 | c | 0.07 | c | 0.083 | c | 0.095 | c | 0.108 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.025 | a | 0.033 | a | 0.04 | a | 0.047 | a | 0.054 | a | 0.062 | a | 0.069 |
| b | 0.047 | b | 0.056 | b | 0.064 | b | 0.072 | b | 0.081 | b | 0.089 | b | 0.098 |
| c | 0.038 | c | 0.05 | c | 0.063 | c | 0.075 | c | 0.088 | c | 0.101 | c | 0.114 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.029 | a | 0.036 | a | 0.043 | a | 0.05 | a | 0.058 | a | 0.065 | a | 0.072 |
| b | 0.051 | b | 0.059 | b | 0.068 | b | 0.076 | b | 0.083 | b | 0.092 | b | 0.101 |
| c | 0.044 | c | 0.056 | c | 0.068 | c | 0.081 | c | 0.093 | c | 0.106 | c | 0.119 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

表A.0.3-4混凝土密度为2500kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.022 | a | 0.03 | a | 0.037 | a | 0.044 | a | 0.051 | a | 0.058 | a | 0.065 |
| b | 0.046 | b | 0.054 | b | 0.063 | b | 0.071 | b | 0.079 | b | 0.088 | b | 0.096 |
| c | 0.032 | c | 0.045 | c | 0.058 | c | 0.07 | c | 0.083 | c | 0.096 | c | 0.108 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.025 | a | 0.033 | a | 0.04 | a | 0.047 | a | 0.054 | a | 0.062 | a | 0.069 |
| b | 0.049 | b | 0.057 | b | 0.067 | b | 0.075 | b | 0.083 | b | 0.092 | b | 0.1 |
| c | 0.038 | c | 0.05 | c | 0.063 | c | 0.076 | c | 0.088 | c | 0.101 | c | 0.113 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.029 | a | 0.036 | a | 0.043 | a | 0.05 | a | 0.058 | a | 0.065 | a | 0.072 |
| b | 0.053 | b | 0.061 | b | 0.07 | b | 0.079 | b | 0.087 | b | 0.095 | b | 0.104 |
| c | 0.044 | c | 0.056 | c | 0.068 | c | 0.081 | c | 0.094 | c | 0.106 | c | 0.119 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

（3）入口流量为20 m3/h（=0.45m/s）压力损失计算结果

表A.0.3-5混凝土密度为2300kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.0303 | a | 0.0408 | a | 0.0511 | a | 0.0614 | a | 0.0718 | a | 0.0822 | a | 0.0927 |
| b | 0.0516 | b | 0.0638 | b | 0.0748 | b | 0.0876 | b | 0.0977 | b | 0.1099 | b | 0.1231 |
| c | 0.0433 | c | 0.0615 | c | 0.0794 | c | 0.0978 | c | 0.1156 | c | 0.1341 | c | 0.1524 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.0337 | a | 0.044 | a | 0.0546 | a | 0.0646 | a | 0.0751 | a | 0.0856 | a | 0.0956 |
| b | 0.0547 | b | 0.0664 | b | 0.0792 | b | 0.0898 | b | 0.1028 | b | 0.1146 | b | 0.1266 |
| c | 0.0489 | c | 0.067 | c | 0.0852 | c | 0.1033 | c | 0.1217 | c | 0.1393 | c | 0.1577 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.0369 | a | 0.0474 | a | 0.0579 | a | 0.068 | a | 0.0782 | a | 0.0888 | a | 0.099 |
| b | 0.0588 | b | 0.0705 | b | 0.0823 | b | 0.0946 | b | 0.1067 | b | 0.1177 | b | 0.131 |
| c | 0.0544 | c | 0.0724 | c | 0.0907 | c | 0.1087 | c | 0.1269 | c | 0.1446 | c | 0.1634 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

表A.0.3-6 混凝土密度为2500kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.0303 | a | 0.0408 | a | 0.0512 | a | 0.0617 | a | 0.0716 | a | 0.0822 | a | 0.0921 |
| b | 0.0533 | b | 0.0656 | b | 0.0777 | b | 0.0896 | b | 0.1014 | b | 0.1131 | b | 0.1252 |
| c | 0.0436 | c | 0.0616 | c | 0.0799 | c | 0.0977 | c | 0.1159 | c | 0.1342 | c | 0.1522 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.0336 | a | 0.0442 | a | 0.0545 | a | 0.0648 | a | 0.0752 | a | 0.0856 | a | 0.0956 |
| b | 0.0573 | b | 0.0686 | b | 0.0818 | b | 0.0925 | b | 0.1053 | b | 0.1157 | b | 0.1287 |
| c | 0.0491 | c | 0.0673 | c | 0.0853 | c | 0.1033 | c | 0.1216 | c | 0.1396 | c | 0.1576 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.037 | a | 0.0473 | a | 0.0576 | a | 0.068 | a | 0.0783 | a | 0.0888 | a | 0.0989 |
| b | 0.061 | b | 0.0733 | b | 0.0852 | b | 0.0967 | b | 0.1095 | b | 0.1193 | b | 0.1312 |
| c | 0.0546 | c | 0.0728 | c | 0.0909 | c | 0.109 | c | 0.1271 | c | 0.1449 | c | 0.1632 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

A.0.4 100mm管径压力损失计算结果

（1）入口流量为2.26m3/h（=0.08m/s）压力损失计算结果

表A.0.4-1 混凝土密度为2300kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.011 | a | 0.013 | a | 0.016 | a | 0.019 | a | 0.022 | a | 0.024 | a | 0.027 |
| b | 0.034 | b | 0.037 | b | 0.041 | b | 0.045 | b | 0.048 | b | 0.052 | b | 0.056 |
| c | 0.017 | c | 0.022 | c | 0.027 | c | 0.032 | c | 0.036 | c | 0.041 | c | 0.046 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.014 | a | 0.017 | a | 0.02 | a | 0.023 | a | 0.025 | a | 0.028 | a | 0.031 |
| b | 0.039 | b | 0.042 | b | 0.046 | b | 0.049 | b | 0.053 | b | 0.056 | b | 0.059 |
| c | 0.023 | c | 0.028 | c | 0.033 | c | 0.038 | c | 0.043 | c | 0.047 | c | 0.052 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.017 | a | 0.02 | a | 0.023 | a | 0.026 | a | 0.029 | a | 0.032 | a | 0.034 |
| b | 0.043 | b | 0.047 | b | 0.05 | b | 0.054 | b | 0.058 | b | 0.06 | b | 0.064 |
| c | 0.029 | c | 0.034 | c | 0.039 | c | 0.044 | c | 0.049 | c | 0.054 | c | 0.058 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

表A.0.4-2 混凝土密度为2500kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.011 | a | 0.014 | a | 0.016 | a | 0.019 | a | 0.022 | a | 0.024 | a | 0.027 |
| b | 0.036 | b | 0.039 | b | 0.043 | b | 0.047 | b | 0.05 | b | 0.054 | b | 0.057 |
| c | 0.018 | c | 0.023 | c | 0.027 | c | 0.032 | c | 0.037 | c | 0.042 | c | 0.046 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.014 | a | 0.017 | a | 0.02 | a | 0.023 | a | 0.026 | a | 0.028 | a | 0.031 |
| b | 0.041 | b | 0.044 | b | 0.048 | b | 0.051 | b | 0.055 | b | 0.058 | b | 0.062 |
| c | 0.024 | c | 0.029 | c | 0.034 | c | 0.038 | c | 0.043 | c | 0.048 | c | 0.053 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.017 | a | 0.02 | a | 0.023 | a | 0.026 | a | 0.029 | a | 0.032 | a | 0.034 |
| b | 0.045 | b | 0.048 | b | 0.053 | b | 0.056 | b | 0.06 | b | 0.063 | b | 0.064 |
| c | 0.029 | c | 0.035 | c | 0.04 | c | 0.045 | c | 0.05 | c | 0.054 | c | 0.059 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

（2）入口流量为4.44 m3/h（=0.157m/s）压力损失计算结果

表A.0.4-3 混凝土密度为2300kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.0174 | a | 0.0227 | a | 0.0281 | a | 0.0337 | a | 0.0391 | a | 0.0441 | a | 0.0481 |
| b | 0.041 | b | 0.0478 | b | 0.0544 | b | 0.0611 | b | 0.0678 | b | 0.0744 | b | 0.0797 |
| c | 0.0268 | c | 0.0362 | c | 0.0457 | c | 0.055 | c | 0.0643 | c | 0.0732 | c | 0.0817 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.021 | a | 0.0263 | a | 0.0314 | a | 0.0366 | a | 0.0415 | a | 0.0467 | a | 0.0528 |
| b | 0.0453 | b | 0.0514 | b | 0.0583 | b | 0.0644 | b | 0.0711 | b | 0.0775 | b | 0.0862 |
| c | 0.0334 | c | 0.0426 | c | 0.0517 | c | 0.0608 | c | 0.0699 | c | 0.0791 | c | 0.0891 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.025 | a | 0.0302 | a | 0.0354 | a | 0.0404 | a | 0.0453 | a | 0.0504 | a | 0.0569 |
| b | 0.0504 | b | 0.0571 | b | 0.0639 | b | 0.0685 | b | 0.0751 | b | 0.0815 | b | 0.0892 |
| c | 0.0397 | c | 0.0488 | c | 0.0583 | c | 0.0672 | c | 0.0764 | c | 0.0856 | c | 0.0957 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

表A.0.4-4 混凝土密度为2500kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.0176 | a | 0.0227 | a | 0.0279 | a | 0.033 | a | 0.0381 | a | 0.0442 | a | 0.0491 |
| b | 0.0431 | b | 0.049 | b | 0.0556 | b | 0.062 | b | 0.0686 | b | 0.0768 | b | 0.0832 |
| c | 0.0274 | c | 0.0367 | c | 0.0459 | c | 0.0551 | c | 0.0642 | c | 0.0741 | c | 0.0831 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.0213 | a | 0.0268 | a | 0.0319 | a | 0.0366 | a | 0.0416 | a | 0.0479 | a | 0.053 |
| b | 0.0477 | b | 0.0541 | b | 0.061 | b | 0.0668 | b | 0.0732 | b | 0.0811 | b | 0.0874 |
| c | 0.0339 | c | 0.0433 | c | 0.0526 | c | 0.0615 | c | 0.0706 | c | 0.0806 | c | 0.0903 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.0247 | a | 0.0302 | a | 0.0352 | a | 0.0408 | a | 0.0458 | a | 0.0511 | a | 0.0572 |
| b | 0.0519 | b | 0.0585 | b | 0.0645 | b | 0.0727 | b | 0.0794 | b | 0.0852 | b | 0.0919 |
| c | 0.04 | c | 0.0495 | c | 0.0589 | c | 0.0681 | c | 0.0775 | c | 0.0862 | c | 0.0962 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

（3）入口流量为8.88m3/h（=0.314）压力损失计算结果

表A.0.4-5 混凝土密度为2300kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.0308 | a | 0.0415 | a | 0.0523 | a | 0.063 | a | 0.0738 | a | 0.0849 | a | 0.0953 |
| b | 0.0549 | b | 0.0678 | b | 0.0809 | b | 0.0941 | b | 0.1071 | b | 0.1201 | b | 0.1327 |
| c | 0.0464 | c | 0.0651 | c | 0.0837 | c | 0.1023 | c | 0.121 | c | 0.1403 | c | 0.1588 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.0346 | a | 0.0454 | a | 0.0565 | a | 0.0665 | a | 0.0778 | a | 0.0879 | a | 0.0984 |
| b | 0.0591 | b | 0.0723 | b | 0.0852 | b | 0.0982 | b | 0.1108 | b | 0.1235 | b | 0.136 |
| c | 0.0527 | c | 0.0716 | c | 0.0908 | c | 0.109 | c | 0.1279 | c | 0.1465 | c | 0.1649 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.0384 | a | 0.0491 | a | 0.0595 | a | 0.0713 | a | 0.0813 | a | 0.0923 | a | 0.1023 |
| b | 0.0639 | b | 0.077 | b | 0.0897 | b | 0.1029 | b | 0.1154 | b | 0.1277 | b | 0.1404 |
| c | 0.0594 | c | 0.0776 | c | 0.0962 | c | 0.1158 | c | 0.1348 | c | 0.1537 | c | 0.1721 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

表A.0.4-6 混凝土密度为2500kg/m3压力损失计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 混凝土塑性粘度 | | | | | | | | | | | | | |
|  | 30 | | 45 | | 60 | | 75 | | 90 | | 105 | | 120 | |
| 混凝土屈服应力100pa | a | 0.0307 | a | 0.0417 | a | 0.0528 | a | 0.063 | a | 0.0735 | a | 0.0844 | a | 0.095 |
| b | 0.0569 | b | 0.0701 | b | 0.0834 | b | 0.0962 | b | 0.1099 | b | 0.1227 | b | 0.1351 |
| c | 0.0469 | c | 0.0656 | c | 0.0844 | c | 0.1027 | c | 0.1213 | c | 0.1402 | c | 0.1593 |
| 混凝土屈服应力200pa | a | 0.0347 | a | 0.0452 | a | 0.0564 | a | 0.0672 | a | 0.0771 | a | 0.0881 | a | 0.0989 |
| b | 0.0615 | b | 0.0747 | b | 0.0877 | b | 0.1008 | b | 0.1137 | b | 0.1266 | b | 0.1389 |
| c | 0.0533 | c | 0.0721 | c | 0.091 | c | 0.1097 | c | 0.1278 | c | 0.1467 | c | 0.1657 |
| 混凝土屈服应力300pa | a | 0.0176 | a | 0.0489 | a | 0.0599 | a | 0.0704 | a | 0.0818 | a | 0.0917 | a | 0.1028 |
| b | 0.0667 | b | 0.0794 | b | 0.092 | b | 0.1057 | b | 0.1183 | b | 0.1303 | b | 0.1436 |
| c | 0.0599 | c | 0.0782 | c | 0.0974 | c | 0.1163 | c | 0.1353 | c | 0.1533 | c | 0.1718 |
| 备注 | a:每米水平直管压力损失；b：每米垂直直管压力损失；c:每个水平弯管应力损失 | | | | | | | | | | | | | |

**A.1 混凝土泵的实际平均输出量计算**

A.1.1 混凝土泵的实际平均输出量可根据混凝土泵的最大输出量、配管情况和作业效率，按下式计算：

（A.1.1）

式中：*Q1*——每台混凝土泵的实际平均输出量（m³/h）；

*Q*max——每台混凝土泵的最大输出量（m³/h）；

*α*1——配管条件系数，可取0.8~0.9；

*η*——作业效率。根据混凝土搅拌运输车向混凝土泵供料的间断时间、拆装混凝土输送管和布料停歇等情况，可取0.5~0.7。

**A.2 混凝土泵台数计算**

A.2.1混凝土泵的台数可根据混凝土浇筑数量、单机的实际平均输出量和施工作业时间，按下式计算：

*N2*＝*Q*/（*Q*1ｘ*T*o）　　　 （A.2.1）

　式中：*N*2 —— 混凝土泵数量（台），其结果取整，小数部分向上修约；

*Q* —— 混凝土浇筑数量（m3）；

*Q*1 —— 每台混凝土泵的实际平均输出量（m3/h）；

*T*o —— 混凝土泵送施工作业时间（h）。

A.2.2 重要工程的混凝土泵送施工，混凝土泵的所需台数，除根据计算确定外，宜有一定的备用台数。

**A.3 混凝土泵额定工作压力计算**

A.3.1 混凝土泵的额定工作压力应大于按下式计算的混凝土最大泵送阻力：

 （A.3.1）

式中：*P*max——混凝土最大泵送阻力（MPa）；

*L*——各类布置状态下混凝土输送管路系统的累计水平换算距离，可按本规程表8.3.3换算累加确定（m）；

△*P*H——混凝土在水平输送管内流动每米产生的压力损失，可按本规程附录A公式（A.0.2-1）计算（Pa/m）；

*P*f——混凝土泵送系统附件及泵体内部压力损失，当缺乏详细资料时，可按本规程附录A表A.0.1取值累加计算（MPa）。

**A.4 混凝土泵最大水平输送距离计算**

A.4.1 混凝土泵的最大水平输送距离，可按下列方法之一确定：

1. 由试验确定；

2. 根据混凝土泵的最大出口压力、配管情况、混凝土性能指标和输出量，按下式计算：

（A.4.1）

式中：*L*max——混凝土泵最大水平输送距离（m）；

*P*e——混凝土泵额定工作压力（MPa）；

3.根据产品的性能表（曲线）确定。

# 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 规程中指定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. 《混凝土结构设计规范》GB 50010
2. 《普通混凝土拌合物性能测试方法》GB/T 50080
3. 《普通混凝土力学性能试验方法》GB/T 50081
4. 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》GB/T 50082
5. 《混凝土强度检验评定标准》GB 50107
6. 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
7. 《混凝土质量控制标准》GB 50164
8. 《混凝土结构工程质量验收规范》GB 50204
9. 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
10. 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
11. 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
12. 《通用硅酸盐水泥》GB 175
13. 《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥》GB/T 200
14. 《建设用卵石、碎石》GB/T 1468
15. 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
16. 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
17. 《混凝土外加剂》GB 8076
18. 《混凝土搅拌站(楼)》GB/T 10171
19. 《混凝土泵》GB/T 13333
20. 《建设用砂》GB/T 14684
21. 《预拌混凝土》GB/T 14902
22. 《用于水泥和棍凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T 18046
23. 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736
24. 《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 17395
25. 《混凝土搅拌运输车》GB/T 26408
26. 《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10
27. 《普通混凝土用砂、石质量标准及试验方法》JGJ 52
28. 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
29. 《混凝土用水标准》JGJ 63
30. [《建筑工程冬季施工规程》JGJ/T 104](https://www.so.com/link?m=aR67KgCKUrZyvs1C43htWkPRnzLnIhrXdPJy3Rz2oGy8RgSAHLO/t17QA1LUBgJOCF529YaKLmMYSeZxwZXXkk0h3TpyZAVAyo0sF0jBXtOicBB6sNf4QOYWmG2YQ19jTSy/eMXqvXPLLfdLwlEYsJpFXeNJkQHJxsa2krjwVUz7E7COoWXUo37hpvgd4BUI+GBv4vEMXlP6YtVEMf44alv6F2LCpYAS6PagwWEyeJ1pzn87arYHOBLx1r4DQZ0U8Jc0NnA==)
31. 《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193
32. 《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241
33. 《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ 328
34. 《高性能混凝土用骨料》JG/T 568

中国工程建设标准化协会标准

超高层建筑用机制砂混凝土

应用技术规程

T/CECS XXX-20xx

# 条文说明

**目次**

[1 总则 9](#_Toc31297)

[2 术语与符号 10](#_Toc30899)

[2.1 术语 10](#_Toc17373)

[2.2 符号 10](#_Toc17373)

[3 基本规定 11](#_Toc9167)

[4 原材料 12](#_Toc16605)

[4.1 水泥 12](#_Toc28532)

[4.2 矿物掺合料 12](#_Toc23832)

[4.3 机制砂 12](#_Toc18406)

[4.4 粗骨料 15](#_Toc19582)

[4.5 拌合用水 15](#_Toc3874)

[4.6 外加剂 15](#_Toc14238)

[5 混凝土性能 17](#_Toc2013)

[5.1 拌合物性能 17](#_Toc10555)

[5.2 硬化混凝土性能 17](#_Toc323)

[6 配合比设计 18](#_Toc11634)

[6.1 一般要求 18](#_Toc4604)

[6.2 配合比计算 18](#_Toc22350)

[6.3 配合比的试配、调整与确定 19](#_Toc25594)

[7 生产与运输 20](#_Toc18361)

[7.1一般规定 20](#_Toc24611)

[7.2 原材料进场与存储 20](#_Toc26918)

[7.3 生产 21](#_Toc28014)

[7.4 运输 21](#_Toc31664)

[8 超高泵送方案设计 22](#_Toc18359)

[8.1 一般规定 22](#_Toc2733)

[8.2 泵的选择和布置 22](#_Toc27223)

[8.3 输送管配置 22](#_Toc14499)

[8.4 布料设备配置 24](#_Toc4373)

[8.5 截止阀的配置 24](#_Toc23601)

[9 泵送与浇筑 25](#_Toc25144)

[9.1 一般规定 25](#_Toc11264)

[9.2 泵送 25](#_Toc17729)

[9.3 浇筑与养护 26](#_Toc14114)

[10 质量检验与验收 27](#_Toc24949)

[10.1 原材料的质量检验 27](#_Toc13634)

[10.2混凝土性能检验与验收 27](#_Toc3131)

# 总则

**1.0.1** 近年来，随着河砂资源的逐渐枯竭和禁采政策的实施，机制砂在混凝土中的应用量越来越大，与此同时，超高建筑的建设量越来越大。机制砂的技术特性与天然河砂存在较大的差异，且目前国内尚无超高层建筑用机制砂混凝土相关的国家、行业或团体标准，沿用现有相关技术标准指导超高层建筑用机制砂混凝土的应用存在明显缺失。制定本规程的目的是结合机制砂技术特点与超高泵送混凝土技术要求，明确机制砂原材料选择与指标控制，指导机制砂混凝土在超高层建筑中的应用，保证工程质量，推动行业应用技术水平的提升。

**1.0.2** 本条规定了本规程适用范围。当泵送高度超高200m时，混凝土原材料的选型指标要求，混凝土的拌合物性能、配合比、泵送设备等与常规混凝土泵送有较大的差别，故将200m定为超高泵送的最低高度。根据目前对机制砂混凝土的调研来看，实际工程中采用的超高层建筑用机制砂混凝土未见C30以下强度等级，故对超高层建筑用机制砂混凝土强度等级做了规定。

**1.0.3** 超高层建筑用机制砂混凝土应用专业性较强，为与相关标准、规程及规范相协调，本规程中未作出规定的，按国家现行相关标准、规程及规范执行。

# 术语

**2.1.1** 本条列出的术语参考了现行国家标准《建筑用砂》GB/T 14684和《高性能混凝土用骨料》JG/T 568的规定。

**2.1.2** 本条列出的术语参考了国家现行标准《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241的规定。

**2.1.3** 本条规定了超高层建筑用机制砂混凝土术语。特指超高层建筑中垂直泵送高度超过200米的机制砂混凝土。

**2.1.4~2.1.8** 本条列出的术语，与现行国家标准《建筑用砂》GB/T14684 和现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52一致。

# 基本规定

**3.0.1** 超高层建筑用机制砂混凝土的拌合物性能应满足泵送施工的要求，力学性能、长期性能和耐久性能应满足设计要求，在设计使用年限内必须满足结构承载和正常使用功能要求。

**3.0.2** 超高层建筑用机制砂混凝土应采用预拌混凝土，应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T14902 的规定和现行行业标准《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ328 的规定。

**3.0.3** 考虑到超高泵送工程中未见采用矿山尾矿、工业废渣制备的机制砂，且为保证超高层建筑用机制砂混凝土质量稳定性，故对机制砂种类做了规定。

**3.0.4** 为保证建筑环境辐射安全， 超高层建筑用机制砂混凝土放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB6566 的规定。

1. **原材料**
   1. **水泥**

**4.1.1** 本条对超高层建筑用机制砂混凝土用水泥做出规定，水泥的性能执行现行国家标准GB 175的规定。

**4.1.2** 考虑超高层建筑存在核心筒、钢管柱等较高强度等级需求的混凝土，因此对水泥强度等级做了更严格规定。

* 1. **矿物掺合料**

**4.2.1** 对超高层建筑用机制砂混凝土中适宜掺用的矿物掺合料品种进行了规定。相关性能技术要求按照国家现行相关标准的规定执行。

**4.2.2** 粉煤灰掺入混凝土中，可包裹在骨料的表面形成浆体层并填充在骨料之间的空隙，使拌和物的流动性增加。粉煤灰也可以对水泥颗粒起到分散作用，使水泥均匀的分散到骨料的四周，进一步提高混凝土的泵送性能。C类粉煤灰为高钙灰，由于潜在的游离氧化钙问题，技术安全性不及F类粉煤灰。

**4.2.3** 磨细矿渣粉可用于改善和保持超高层建筑用机制砂混凝土泵送性能，提高超高层建筑用机制砂混凝土硬化后的强度，S95级粒化高炉矿渣活性好，需水量低，宜配制超高泵送混凝土。

**4.2.4** 硅灰可以显著改善混凝土的包裹性，改善超高层建筑用机制砂混凝土的流变性能。

* 1. **机制砂**

**4.3.1** 本条规定机制砂的试验方法，按照国家现行标准《建设用砂》GB/T 14684 、现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量标准及试验方法》JGJ 52 和《高性能混凝土用骨料》JG/T 568的规定执行。

**4.3.2** 按照现行国家标准《建筑用砂》GB/T14684的规定，对机制砂按技术要求进行分类。各类适用的混凝土强度等级，按照现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量标准及试验方法》JGJ 52的规定执行。目前，未见III类机制砂用于配制超高层建筑用机制砂混凝土，从严格控制混凝土质量角度考虑，本标准未予列出。

**4.3.2** 本条规定机制砂的粗细程度按照现行国家标准《建筑用砂》GB/T14684的规定执行，超高层建筑用机制砂细度模数范围参考现行行业标准《高性能混凝土用骨料》JG/T568的规定。

**4.3.4** 本条规定机制砂的颗粒级配按照现行国家标准《建筑用砂》GB/T14684的规定执行。对超高层建筑用机制砂300μm和150μm颗粒通过量加以限制，是为了进一步优化机制砂混凝土配合比，增大其流动性，提高泵送性能。

**4.3.5** 本条规定机制砂中的亚甲蓝值（MB）限定范围、石粉含量和泥块含量，对机制砂亚甲蓝值进行限定（MB<1.4），是为了保证超高层建筑用机制砂混凝土性能稳定。同时，在亚甲蓝指标限定范围内，可适当提高石粉含量限制。一是因为大量研究表明适当的石粉含量对于减少机制砂混凝土胶凝材料用量、改善机制砂混凝土拌合物工作性能、提高机制砂混凝土密实度、强度、耐久性均为有利影响作用；二是适当放宽有益于石粉的综合回收利用，减少机制砂生产过程中粉尘排放造成环境污染，提高机制砂生产效益。但石粉含量的提高应根据使用的部位和用途，经试验证明能确保混凝土性能，经质量管理部门认可后方可使用。泥块的存在，对于机制砂混凝土性能是不利的，本标准提出了更加严格的泥块含量控制，也可以促进机制砂企业从生产机制砂原材料的源头做好含泥量控制工作。

**4.3.6** 机制砂压碎指标综合反映了机制砂坚固性和粒形状况，在一定程度上也反映了生产机制砂的母岩强度和质量。本标准规定机制砂单级最大压碎指标按照现行国家标准《建筑用砂》GB/T14684、现行行业标准《高性能混凝土用骨料》JG/T568的规定执行，同时总压碎指标应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量标准及试验方法》JGJ 52的规定。

**4.3.7** 本条规定了机制砂的坚固性指标，II类机制砂按照现行国家标准《建筑用砂》GB/T14684的规定执行，对I类机制砂规定更加严格，参考了现行行业标准《高性能混凝土用骨料》JG/T568的规定，与机制砂混凝土强度等级相协调。

**4.3.8** 本条按照现行国家标准《建筑用砂》GB/T14684的规定执行。

**4.3.9** 本条规定机制砂的表观密度、松散堆积密度和松散堆积空隙率指标，表观密度指标按照现行国家标准《建筑用砂》GB/T14684的规定执行，对松散堆积密度和松散堆积空隙率指标的规定更加严格。

**4.3.10** 本条规定了机制砂的饱和面干吸水率。吸水率从一定程度上反映了机制砂母岩岩性和机制砂颗粒质量，也是控制机制砂混凝土制备工艺和用水量的技术指标。指标定量参考了现行行业标准《人工砂混凝土应用技术规范》JGJ/T241的规定。

**4.3.11** 为保证超高层建筑用机制砂混凝土质量稳定性，本条规定严禁采用有碱活性的机制砂。

* 1. **粗骨料**

**4.4.1** 本条按国家现行标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685、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《高性能混凝土用骨料》JG/T 568的规定执行。

**4.4.2** 本条规定了粗骨料的针片状颗粒含量。超高层建筑用机制砂混凝土泵送过程中，混凝土拌合物的工作性能受粗骨料粒形影响较大。粒形越规整，混凝土的泵送性能（流动性）越好。针片状颗粒含量是表征粗骨料粒形和颗粒组成的基本指标。因此，本条对粗骨料的针片状颗粒含量进行了限制性规定，指标定量参考了现行行业标准《高性能混凝土用骨料》JG/T568的规定。

**4.4.3** 级配主要影响骨料的空隙率，空隙率越小，填充用砂浆越少，混凝土的匀质性越好，超高层建筑用机制砂混凝土中粗骨料通常采用连续级配或二级配及以上搭配。试验研究和工程实践表明，超高泵送混凝土的最大粒径不宜大于25mm。超高层建筑用砂混凝土泵送管道压力损失与泵送高度和泵送管径相关，并受输送管径与粗骨料最大粒径之比的影响。因此，本条根据泵送高度，对不同类型粗骨料的最大粒径与泵送管径的比值做出了规定。

* 1. **拌合用水**

**4.5.1、4.5.2** 规定了混凝土拌合用水技术要求应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。考虑到混凝土搅拌机、运输设备清洗回收水为高碱水，且为保证超高层建筑用机制砂混凝土质量稳定，特规定水洗砂回收水为不得用于拌制超高层建筑用机制砂混凝土。

* 1. **外加剂**

**4.6.1** 外加剂包括减水剂、引气剂、泵送剂、缓凝剂、增塑剂、膨胀剂等。本条对其性能要求做出了相应规定。

**4.6.2** 外加剂与水泥及矿物掺合料的适应性，对混凝土拌合物工作性能和浇筑成型质量具有显著影响。由于机制砂中石粉含量较高，不同母岩制备机制砂的石粉化学组成也不同，与外加剂的适应性也成为需要测试的一个指标，本条对此做出了特别规定。

**4.6.3** 泵送混凝土拌合物在输送管道中的保塑性和抗离析性对于浇筑成型质量至关重要，采用高性能减水剂是在保证水泥胶凝材料水化反应需水量前提下，有效降低拌合物用水量，以达到尽可能减少混凝土内游离水的重要措施。为此，本条对高性能减水剂的最小减水率提出了要求。

1. **混凝土性能**
   1. **拌合物性能**

**5.1.1** 本条规定的超高层建筑用机制砂混凝土拌合物性能的指标应符合相关指标要求，以满足泵送需求。

**5.1.2** 本条规定了超高层建筑用机制砂混凝土的凝结时间应满足施工要求。

**5.1.3** 本条规定了超高层建筑用机制砂混凝土的工作性按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能测试方法》GB/T 50080的规定进行测试。

* 1. **硬化混凝土性能**

**5.2.1、5.2.2** 规定了超高层建筑用机制砂混凝土的配制强度、强度与耐久性设计应符合相关国家标准。

1. **配合比设计**
   1. **一般规定**

**6.1.1、6.1.2** 本条规定了超高层建筑用机制砂混凝土配合比设计的基本原则。

**6.1.3** 本条规定了超高层建筑用机制砂混凝土在高空环境中的耐久性设计原则，因超高层建筑特有的高空环境，进行耐久性指标设计时应考虑其结构所处环境中的劣化因素的作用，使结构在设计使用年限内不超过容许劣化状态。

* 1. **配合比计算**

**6.2.1** 本条规定了配合比设计的总目标。由于机制砂混凝土使用在结构上的部位有所不同，对耐久性的要求需要根据实际需要确定。考虑水泥与矿物掺合料、机制砂与粗骨料的密度差异，配合比计算时宜采用体积法。机制砂具有多棱角、表面粗糙的颗粒形貌特征，拌合物达到一定流动性需要包裹更多的浆体材料，同时也有利于混凝土硬化后保证密实性，提高耐久性能。因此，本条规定了与普通混凝土相比较大的机制砂混凝土胶凝材料用量。根据机制砂的颗粒形貌特性和石粉具有一定的吸水性，考虑获得与天然砂相同的混凝土拌合物工作性能，对机制砂混凝土单位用水量和砂率进行了调整。外加剂使用时，宜考虑机制砂石粉对外加剂的吸附作用，适当增加外加剂用量。达到饱和掺量后，保证混凝土施工性能无明显变化、无离析和泌水前提下，可适当增加外加剂掺量。

* 1. **配合比的试配、调整与确定**

**6.3.1** 本条按照现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55的规定执行。

**6.3.2** 本条规定了对于调整确定的机制砂混凝土配合比，应测定拌合物中水溶性氯离子含量，试验结果应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB50164的规定。

**6.3.3**  本条规定了对耐久性能有设计要求的机制砂混凝土应进行相关耐久性能验证试验，试验结果应符合设计要求。

**6.3.4** 本条规定了超高层建筑用机制砂混凝土重新进行配合比设计的条件。

1. **生产与运输**

## 一般规定

**7.1.1、7.1.2** 超高层建筑用机制砂混凝土的供应必须保证混凝土泵能连续的工作，应考虑混凝土原材料供应情况、气候条件和道路交通条件等，合理安排超高层建筑用机制砂混凝土的生产和运输，加强调度协调，确保超高层建筑用机制砂混凝土质量和混凝土输送管路不因混凝土供应中断而发生堵塞事故。

**7.1.5** 任意加水会导致混凝土的配合比发生改变，严重影响超高层建筑用机制砂混凝土强度和耐久性，应严格控制和纠正。搅拌运输车在形式过程中，给混凝土泵喂料前和喂料过程中均不得往搅拌筒内加水，以保证混凝土质量。

## 原材料进场与存储

**7.2.1、7.2.2** 为保证超高层建筑用机制砂混凝土的质量，本条强调原材料进场应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。原材料进（厂）场后应及时通过目测等简单的检验方法，检查外观质量，并按照检验检测规范重点对水泥、砂石、外加剂、掺合料的性能进行检测，质量合格和满足要求后方可接收和用于拌制超高层建筑用机制砂混凝土，质量不合格的原材料应进行退货处理。

## 生产

**7.3.1** 在超高层建筑用机制砂混凝土的生产中，为了贯彻施工配合比，保证机制砂混凝土的拌制质量，同时为了机制砂混凝土拌制快速高效的进行，应对投入的混凝土原材料进行计量，如出现混凝土质量异常，应及时查明原因并对原材料用量进行一定的调整。

**7.3.2**  为加强超高层建筑用机制砂混凝土质量监管以及降低超高泵送混凝土生产过程中对环境的污染，超高层建筑用机制砂混凝土应当在正规的预拌厂中进行拌制，并安排经验丰富的专职技术人员对其进行质量控制。

**7.3.3** 超高层建筑用机制砂混凝土生产过程中，粗细骨料的含水率会严重影响超高层建筑用机制砂混凝土的各项性能，因此搅拌超高层建筑用机制砂混凝土前，应严格测定粗细骨料的含水率，准确测定因天气变化引起的粗细骨料含水量的变化，以便及时调整施工配合比，确保测超高层建筑用机制砂混凝土的质量可控。

**7.3.4** 夏季施工时，环境温度较高，混凝土水分散失快，并且水化速度快，使得混凝土的工作性能损失大，为确保超高层建筑用机制砂混凝土顺利施工，可采取在骨料堆场搭设遮阳棚、采用低温水搅拌混凝土或在晚间搅拌混凝土等措施，保证混凝土入模温度不高于30℃。

**7.3.5** 超高层建筑用机制砂混凝土应满足施工要求的工作性能，在机制砂混凝土拌和过程中，应密切观察出机混凝土拌合物状态及质量，适当加大坍落度、扩展度的检测频率。

## 运输

**7.4.1~7.4.3** 在现场施工组织不畅而导致混凝土压车或因交通阻塞延长运输时间等场合下，搅拌运输车中的超高层建筑用机制砂混凝土拌合物坍落度损失较大或离析等现象，容易出现卸料和泵送困难的问题，为保证超高层建筑用机制砂混凝土质量和顺利泵送，当罐车达到浇筑现场时，应使搅拌罐车高速旋转20s~30s，使得超高层建筑用机制砂混凝土在拌筒内充分拌合均匀，再将超高层建筑用机制砂混凝土拌合物卸出。

# 泵送设备及管道的选择与布置

## 一般规定

**8.1.1、8.1.2** 施工技术条件分析是泵送工艺控制的首要环节，技术条件涵盖了混凝土工程特点、浇筑工程量、拌合物特性以及浇筑进度等因素，由此来综合评估泵送工艺的可行性，并制定出泵送方案，包括混凝土运输方案、混凝土输送方案、混凝土浇筑方案等，尽可能降低设备和管路线等因素对机制砂混凝土超高泵送施工的影响。

## 泵的选择和布置

**8.2.1、8.2.2** 我国现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》 JGJ/T 10规定：混凝土泵的型号要根据配管计划、输送管水平换算距离及平均单位时间所需的输送量等参数来确定。选型的重点是确定混凝土泵的额定压力、额定排量、台数等参数。

**8.2.3** 混凝土泵属于贵重复杂设备，操作起来具有一定的难度，理应由具有一定专业知识，并经过培训合格的专职人员进行操作，确保施工安全性和混凝土泵送质量。

**8.2.4** 混凝土泵的自重较大，同时泵送混凝土时振动的反作用冲击力也较大，为确保泵的稳定性、安全性，应将泵置于较为稳定的地基上，同时宜加盖防护棚，防止上方高空落物，维护泵安全、持续工作。

**8.2.5** 为防止粒径过大骨料或异物入泵造成堵塞，以及防止人体误入搅拌区造成伤害，混凝土泵集料斗应设置网筛。

## 输送管配置

**8.3.1** 日本建筑学会以及我国多年来在机制砂混凝土超高泵送施工方面的实践经验表明，混凝土输送管应根据工程特点、施工场地条件、混凝土浇筑方案等进行合理选型和布置。输送管布置宜平直，宜减少管道弯头用量，以减少压力损失。鉴于机制砂混凝土超高层泵送特点，混凝土的泵送压力较大，为确保施工安全和混凝土不堵管，宜选用目前内径较大的输送管，即最小内径为125mm的输送管。

**8.3.2** 当超高层建筑用机制砂混凝土泵送到高处时，混凝土的势能较大，混凝土存在回流的趋势，因此应在混凝土泵与垂直配管之间铺设一定长度的水平管道，以保证足够的阻力阻止混凝土回流。水平配管长度与垂直管长度的比值 从1:3~1:10皆有，考虑到机制砂混凝土超高层泵送时高度较高，安全风险较大，同时结合现有行业标准《混凝土泵送施工技术规程》 JGJ/T 10，地面水平管的长度应大于垂直高度的五分之一，即最少为40m（超高层泵送垂直高度至少为200m）；平管尽量少接弯管，能够在一定程度上降低泵送阻力，使得机制砂混凝土顺畅地泵送；在地面水平管道上应布置截止阀，截止阀的作用是处理超高层泵送时遇到堵管，方便人员安全处理堵管。

**8.3.3**  混凝土输送管的水平换算长度参照日本建筑学会1979年年修订的《混凝土泵送施工规程》及日本土木学会1985年编制的《混凝土泵送施工规程》中输送管的水平换算长度。

**8.3.4** 混凝土输送管强度应满足要求，应具备高耐磨性，不得有龟裂、孔洞、凹凸损伤和弯折等缺陷。

## 布料设备配置

**8.4.1~8.4.3** 为有效控制浇筑过程中混凝土的均匀性和密实性，确保各浇筑区域之间混凝土在初凝时间内结合，布料设备的选型与布置应根据浇筑混凝土的平面尺寸、配管、布料半径等要求确定，并应与混凝土输送泵相匹配，预先划分好混凝土浇筑区域。同时，为了避免将混凝土集中布入一个地方，处应合理布置水平移动布料管外，还应配备足够的操作人员和辅助设备。若布料设备布置在核心筒模架施工平台上，应对模架平台进行受力验算，确保模板平台具有足够的承载力以及抗冲击力。

## 截止阀的配置

**8.5.1** 日本土木学会制定的《混凝土泵送施工规程》中规定原则上要安装截止阀。另外根据我国超高泵送混凝土施工经验，垂直输送高度超过200m时，应在混凝土泵机出料口处应设置截止阀，且宜设置于混凝土泵机出口3m~6m处（即1~2节输送管），同时方便人员安全处理堵管等。

**8.5.2** 水平管道与竖向管道连接处的90°弯头前应设置截止阀，且宜设置于距离立管3m~6m处，用于堵管时排出立管内的混凝土，同时方便人员安全处理堵管等。

1. **泵送与浇筑**
   1. **一般规定**

**9.1.2** 为保证超高层建筑用机制砂混凝土的泵送施工质量，在雨季时，应设置防雨棚、排水设施等，避免雨水灌入到混凝土中；在炎热季节时，应用湿布、湿袋等材料遮盖露天的混凝土输送管，避免暴晒；在严寒季节时，应用保温材料包裹混凝土输送管，防止管内混凝土受冻，并保证入模温度。

**9.1.3** 超高层建筑用机制砂混凝土在泵送施工过程中，还需要考虑高空强风对拌合物性能的影响，以及大风作业时，设备因受到较大附加荷载而存在倾覆的危险，因而当高空风力等级≥6级或风速≥10.8m/s时，不得进行施工。

**9.1.4** 泵送管道的布置完成后，应仔细检查全部泵管与接头及管道壁厚，在泵送过程中不得出现漏水、漏浆等缺陷。当输送管堵塞时，应及时拆除管道，排空混凝土，避免立管被堵塞。

* 1. **泵送**

**9.2.2** 机制砂混凝土泵送施工成败的关键因素之一是能否连续泵送，如果机制砂混凝土在输送管中时间过长，则会因混凝土入模质量不合格，造成混凝土结构存在质量安全风险。鉴于超高泵送时，泵送垂直管道较长，机制砂混凝土从入泵到浇筑完成所需要较长的时间，应尽量减少中断泵送的时间，当不得已中断时，应采取慢速和间歇泵送，使得中断时间不超过30min，仅仅留足布料入模的最低时间。

**9.2.3** 为避免堵管等现象的出现，当超高层建筑用机制砂混凝土供应不及时，应根据现场运输车积压状态及强度等级，放慢泵送速度，且采用间歇泵送和反泵的方式，可有效防止超高层建筑用机制砂混凝土结块或离析沉淀造成管道堵塞事故。

* 1. **浇筑与养护**

**9.3.1** 为了浇筑超高层建筑用机制砂混凝土时减少对钢筋的冲击，防止混凝土产生离析，应控制混凝土自由倾落高度，高度超过2m的竖向构件，宜提前设置串筒、溜管等缓冲装置，避免混凝土离析导致构件不密实。

**9.3.4、9.3.5** 为保证水泥的水化需要的温度和湿度条件，混凝土带模养护期间，应采取带模包裹、[浇水](https://baike.baidu.com/item/%E6%B5%87%E6%B0%B4)、喷淋洒水等措施进行保湿、潮湿养护，保证模板接缝处不致失水干燥。超高层建筑用机制砂混凝土去除表面覆盖物或拆模后，应对混凝土采用蓄水、浇水或覆盖洒水等措施进行潮湿养护，也可在混凝土表面处于潮湿状态时，迅速采用麻布、草帘等材料将暴露面混凝土覆盖或包裹，再用塑料布或帆布等将麻布、草帘等保湿材料包覆。

1. **质量检验与验收**
   1. **原材料的质量检验**

**10.1.1、10.1.2** 要保证超高层建筑用机制砂混凝土的质量，应建立严格的质量控制体系。超高层建筑用机制砂混凝土原材料必须合格，为此规定对原材料进行检验验收的方法。同时为防止材料变质和使用混乱，故对原材料的保管、存放做了规定。为了满足超高层建筑用机制砂混凝土连续作业要求，故又对原材料储备量的做了要求。

* 1. **混凝土性能检验与验收**

**10.2.1~10.2.4** 混凝土的质量是影响混凝土工程和混凝土构件质量的一种非常重要因素，原材料的质量及其变化，施工环境的改变以及操作人员技术素质的差异等等，都会对超高层建筑用机制砂混凝土质量产生一定的影响。混凝土质量检验可分为内在质量（抗压强度、抗折强度、抗冻性、抗渗性、抗氯离子渗透性和钢筋保护层厚度等）、表面质量和外形尺寸质量三大方面。为保证超高层建筑用机制砂混凝土施工质量，促进技术进步，提高工程效益，应对超高层建筑用机制砂混凝土生产、施工各道工序进行控制，确保混凝土的质量控制、评定和性能检测等符合质量控制基本要求、国家有关标准规范和施工设计要求。

**10.2.5**  超高层建筑用机制砂混凝土施工质量验收是施工质量控制的重要环节，也是保证施工质量的重要手段，它包括阶段验收、最终验收、资料验收以及验收程序等内容。

# 附录 A混凝土泵送阻力计算

**A.0 混凝土泵送阻力损失计算**

**A.0.1** 泵送阻力计算公式为：

P=a×水平直管长度+b×垂直直管长度+c×弯管个数 （A.0.1）

其中a:每米水平直管压力损失系数；b：每米垂直直管压力损失系数；c:每个水平弯管压力损失系数。a、b、c取值可按照A.0.2、A.0.3、A.0.4中参考数值进行选取。

**A.1 混凝土泵的实际平均输出量计算**

混凝土泵的实际平均输出量要考虑到混凝土泵的最大输出量、配管情况和作业效率，其计算公式（A.1.1）是根据《建筑技术》1990年11期中《混凝土泵送的机理及计算方法》一文提出的。

日本学者毛见虎提出混凝土泵的平均输出量计算公式中提供的作业效率*η*在建筑工程中平均为0.6左右，取值为0.4~0.9.根据我国实际施工情况，作业效率取值为0.5~0.7较为适宜

**A.2 混凝土泵台数计算**

日本建筑学会规定，确定混凝土泵的台数，必须核对每小时平均输出量和预订型号的最大输出量，同时要考虑操作上产生的各种中断造成的效率降低的因素。日本土木学会规定：混凝土泵的数量，必须根据所需要的泵送量和预订型号的的输出量来确定。我国在实际施工中，可按公式（A.2.1）计算混凝土泵的台数：

*N*2*＝Q/（Q*1*ｘT*o*）*　　　 （A.2.1）

重要工程的混凝土泵送施工，混凝土泵的所需台数，除根据计算确定外，宜有一定的备用台数。

**A.3 混凝土泵额定工作压力计算**

混凝土泵的额定工作压力应大于按下式计算的混凝土最大泵送阻力：

**  （A.3.1）

**A.4 混凝土泵最大水平输送距离计算**

在泵送混凝土施工中，有时需要明确混凝土泵的最大输送距离，以此来判定其是否满足施工要求。如具备试验条件，可根据试验来确定；也可以按照泵最大出口压力、实际配管情况、混凝土性能和输出量，根据公式（A.4.1）确定；如制造商能提供可靠地产品性能表（或曲线），亦可参照确定。

（A.4.1）