

UDC

中华人民共和国行业标准



P

JGJ/T 296-2013

备案号 J 1519-2013

高抛免振捣混凝土应用技术规程

Technical specification for application of high
dropping non vibration concrete

2013-05-09 发布

2013-12-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布



1 5 1 1 2 2 3 7 2 3

统一书号: 15112 · 23723
定 价: 10.00 元

中华人民共和国行业标准

高抛免振捣混凝土应用技术规程

Technical specification for application of high
dropping non vibration concrete

JGJ/T 296 - 2013

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2013年12月1日

中国建筑工业出版社

2013 北京

中华人民共和国行业标准

高抛免振捣混凝土应用技术规程

Technical specification for application of high
dropping non vibration concrete

JGJ/T 296-2013

中华人民共和国行业标准
高抛免振捣混凝土应用技术规程

Technical specification for application of high
dropping non vibration concrete

JGJ/T 296-2013

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：1 1/4 字数：45千字

2013年8月第一版 2013年8月第一次印刷

定价：10.00元

统一书号：15112·23723

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部

公告

第27号

住房和城乡建设部关于发布行业标准
《高抛免振捣混凝土应用技术规程》的公告

现批准《高抛免振捣混凝土应用技术规程》为行业标准，编
号为JGJ/T 296-2013，自2013年12月1日起实施。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版
发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2013年5月9日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2010年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2010]43号)的要求,规程编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程的主要技术内容是:1.总则;2.术语和符号;3.基本规定;4.原材料;5.混凝土性能;6.配合比设计;7.制备、运输与泵送;8.施工;9.检验与验收。

本规程由住房和城乡建设部负责管理,由重庆建工集团股份有限公司、重庆建工住宅建设有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送重庆建工住宅建设有限公司(地址:重庆市渝中区桂花园43号,邮政编码:400015)。

本规程主编单位:重庆建工集团股份有限公司

重庆建工住宅建设有限公司

本规程参编单位:重庆大学

山东省建筑科学研究院

中铁四局集团建筑工程有限公司

厦门市建筑科学研究院集团股份有限公司

云南省建筑科学研究院

重庆建工新型建材有限公司

重庆建工第二建设有限公司

重庆建工第三建设有限责任公司

武汉理工大学

安徽建筑工业学院

上海城建集团建设机场道路工程有限公司

四川建筑职业技术学院

中交二航局第二工程有限公司

重庆市建筑科学研究院

重庆交通大学

重庆建工设计研究院有限公司

重庆富皇混凝土有限公司

本规程主要起草人员:杨镜璞 陈 晓 唐建华 龚文璞

郑建武 周尚永 陈怡宏 陈世权

曹兴松 刘宗建 蒋红庆 邓 斌

张兴礼 张 意 张庆明 黄 杰

罗庆志 杨长辉 吴建华 叶建雄

王守宪 沈文忠 伍 军 董燕因

林燕妮 黄小文 陈家全 邓 岗

陈 维 许国伟 陈国福 向中富

刘大超 陈友治 何夕平 曹亚东

刘 剑 明 亮 于海祥 王俊如

魏河广 邓朝飞 李文科 李浩武

本规程主要审查人员:冷发光 黄政宇 路来军 陈昌礼

何昌杰 黄啓政 王自强 刘晓亮

周忠明

目次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	2
3 基本规定	4
4 原材料	5
5 混凝土性能	7
5.1 混凝土拌合物性能	7
5.2 硬化混凝土性能	7
6 配合比设计	9
6.1 一般规定	9
6.2 试配强度的确定	9
6.3 配合比设计、试配、调整与确定	10
7 制备、运输与泵送	13
7.1 一般规定	13
7.2 原材料贮存、计量和混凝土搅拌	13
7.3 运输与泵送	14
8 施工	15
8.1 模板与钢筋工程	15
8.2 浇筑	15
8.3 养护	16
9 检验与验收	17
9.1 原材料质量检验	17
9.2 混凝土拌合物性能检验	17
9.3 硬化混凝土性能检验	18

附录 A 混凝土拌合物离析率试验方法	19
附录 B 混凝土拌合物间隙通过性试验方法 (U形箱高差法)	21
附录 C 扩展时间 (T_{500}) 的试验方法	23
本规程用词说明	25
引用标准名录	26
附: 条文说明	29

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirements	4
4	Raw Materials	5
5	Concrete Properties	7
5.1	Mixture Properties	7
5.2	Hardened Concrete Properties	7
6	Design of Mix Proportion for Concrete	9
6.1	General Requirements	9
6.2	Determination of Compounding Strength	9
6.3	Design, Trial Mix, Adjustment and Determination of Mix Proportion	10
7	Production, Transportation and Pumping	13
7.1	General Requirements	13
7.2	Storage, Weight of Raw Materials and Concrete Mixing	13
7.3	Transportation and Pumping	14
8	Construction	15
8.1	Formwork and Steel	15
8.2	Placing of Concrete	15
8.3	Curing	16
9	Quality Inspection and Acceptance of Concrete	17
9.1	Quality Inspection of Raw Materials	17
9.2	Performance Inspection of Concrete Mixture	17

9.3	Performance Inspection of Hardened Concrete	18
Appendix A	Test Method for Concrete Mixture Ratio of Separation	19
Appendix B	Test Method for Concrete Mixture Performance through the Gap of Reinforce (Height Difference of U-Box)	21
Appendix C	Test Method for Slump-Flow Time (T_{500})	23
	Explanation of Wording in this Specification	25
	Lists of Quoted Standards	26
	Addition: Explanation of Provisions	29

1.0.1	Performance based on of Hardened Concrete	15
Appendix A	Test Method for Concrete Mixture Design	16
1.0.2	Separation strength	17
Appendix B	Test Method for Concrete Mixture Performance	18
1.0.3	through the Gap of Rebar (Hole Distance)	19
1.0.4	of (Box)	20
Appendix C	Test Method for Slump Flow (mm)	21
1.0.5	Explanation of Words in the Specification	22
1.0.6	List of Quoted Standards	23
1.0.7	Additional Explanation of Provisions	24
1.0.8	Material Properties	25
1.0.9	Mixture Properties	26
1.0.10	Hardened Concrete Properties	27
1.0.11	Design of Mix Proportion for Concrete	28
1.0.12	1.1 General Requirements	29
1.0.13	1.2 Determination of Compressive Strength	30
1.0.14	1.3 Design, Trial Mix, Adjustment and Determination of Mix	31
1.0.15	Proportion	32
1.0.16	2 Production, Transportation and Pumping	33
1.0.17	2.1 General Requirements	33
1.0.18	2.2 Storage, Delivery, Truck Mixture and Concrete Mixing	34
1.0.19	2.3 Transportation and Pumping	35
1.0.20	3 Construction	36
1.0.21	3.1 Formwork and Scaffolding	36
1.0.22	3.2 Placement of Concrete	37
1.0.23	3.3 Curing	38
1.0.24	4 Quality Inspection and Acceptance of Concrete	39
1.0.25	4.1 Quality Inspection of Raw Materials	39
1.0.26	4.2 Performance Inspection of Concrete Mixture	40

1 总 则

- 1.0.1 为规范高抛免振捣混凝土应用，做到技术先进、经济合理、安全适用，保证工程质量，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于高抛免振捣混凝土的原材料质量控制、配合比设计、制备、运输、施工和验收。
- 1.0.3 高抛免振捣混凝土的应用除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 高抛免振捣混凝土 high dropping non vibration concrete

具有高流动性、稳定性、抗离析性,浇筑时从高处下抛就能实现流动自密实的混凝土。

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 增稠材料 plastic material

用于改善混凝土拌合物黏性,提高混凝土拌合物抗离析性能的材料。

2.1.4 水胶比 water-binder ratio

混凝土中用水量与胶凝材料用量的质量比。

2.1.5 浆体体积 volume of slurry

每立方米混凝土拌合物中浆体的体积。

2.1.6 坍落扩展度 slump-flow

自坍落度筒提起至混凝土拌合物停止流动后,坍落扩展面最大直径和与最大直径呈垂直方向的直径的平均值。

2.1.7 U形箱高差 height difference of U-box

混凝土拌合物通过设有钢筋栅的U形箱后的高差。

2.1.8 离析率 segregation percent

标准法筛析试验中,拌合物静置规定的时间后,流过公称直径为5mm的方孔筛的浆体质量与混凝土质量的比例。

2.1.9 扩展时间 slump-flow time

用坍落度筒测量混凝土扩展度时,自坍落度筒提起开始计时,至拌合物坍落扩展面直径达到500mm的时间。

2.2 符 号

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值;

f_{ck} ——混凝土轴心抗压强度标准值;

$f_{cu,i}$ ——第*i*组的试件强度平均值;

$f_{cu,k}$ ——高抛免振捣混凝土立方体抗压强度标准值;

$f_{cu,0}$ ——高抛免振捣混凝土的配制强度;

f_m ——离析率;

H ——浇注高度,浇注时混凝土的出管与浇筑点的落差;

m_a ——每立方米混凝土中外加剂的用量;

m_b ——每立方米混凝土中胶凝材料的用量;

m_c ——每立方米混凝土中水泥的用量;

m_{fcu} ——*n*组试件的强度平均值;

m_g ——每立方米混凝土中粗骨料的用量;

m_s ——每立方米混凝土中细骨料的用量;

m_w ——每立方米混凝土中的用水量;

S_p ——砂率;

T ——混凝土的龄期;

T_{500} ——扩展时间;

V_b ——浆体体积;

W/B ——水胶比;

α ——每立方米混凝土中的含气量;

σ ——高抛免振捣混凝土的强度标准差;

Δh ——U形箱试验前后槽混凝土拌合物的高差;

ρ_b ——胶凝材料的表观密度;

ρ_c ——水泥的表观密度;

$\rho_{c,c}$ ——混凝土拌合物表观密度计算值,即每立方米混凝土所用原材料质量之和;

$\rho_{c,t}$ ——混凝土拌合物表观密度实测值;

ρ_g ——粗骨料的表观密度;

ρ_s ——细骨料的表观密度。

3 基本规定

3.0.1 采用高抛免振捣混凝土工艺前,应根据工程特点、施工条件,制定专项技术方案,并进行技术交底。

3.0.2 高抛免振捣混凝土宜用于抛落高度为 3m~12m、混凝土强度等级为 C25 及以上的工程。当结构形状复杂、有特殊要求、混凝土强度等级低于 C25 或抛落高度大于 12m 时,应进行混凝土高抛模拟试验确定混凝土配合比。

3.0.3 高抛免振捣混凝土生产和使用过程中,应采取措施,保证混凝土生产、运输、泵送、施工的连续性。

4 原材料

4.0.1 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定,并宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。

4.0.2 粗骨料的性能指标应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定,并宜采用连续级配,且最大公称粒径不宜大于 20mm,针片状含量不应大于 8%。当粗骨料颗粒级配不满足要求时,可采用多个粒级级配粗骨料组合的方式进行调整。

4.0.3 细骨料的性能指标应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 和《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241 的规定,并宜采用级配 II 区的中砂,且天然砂的含泥量和泥块含量应符合表 4.0.3 的规定。

表 4.0.3 天然砂的含泥量和泥块含量

项 目	含泥量 (%)	泥块含量 (%)
指标	≤2.0	≤0.5

4.0.4 掺合料可采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰或复合掺合料,且粉煤灰等级不应低于 II 级,粒化高炉矿渣粉等级不应低于 S95 级。粉煤灰和粒化高炉矿渣粉应分别符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 和《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的规定。硅灰的技术要求应符合表 4.0.4 的规定。

表 4.0.4 硅灰的技术要求

项目	SiO ₂ (%)	比表面积(m ² /kg)	需水量比 (%)	活性指数 28d (%)
指标	≥85	≥15000	≤125	≥85

4.0.5 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土膨胀剂》GB 23439 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定。

4.0.6 高抛免振捣混凝土的拌合用水和养护用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

5 混凝土性能

5.1 混凝土拌合物性能

5.1.1 高抛免振捣混凝土拌合物性能应满足设计和施工要求。

5.1.2 高抛免振捣混凝土拌合物性能指标应符合表 5.1.2 的规定，并根据结构形式、截面尺寸、配筋的密集程度等进行确定。坍落扩展度试验应按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 执行，离析率、U 形箱高差和扩展时间 (T_{500}) 试验应按本规程附录 A、附录 B 和附录 C 执行。

表 5.1.2 高抛免振捣混凝土拌合物性能指标

性能指标		技术要求
扩展时间 (T_{500}) (s)		$3 \leq T_{500} \leq 5$
坍落扩展度 (mm)	I 级	$600 < I \leq 650$
	II 级	$550 < II \leq 600$
	III 级	$500 < III \leq 550$
离析率 f_m (%)		≤ 10
U 形箱高差 (Δh) (mm)		≤ 40

注：表中将坍落扩展度分为 3 个级别，各别适用范围如下：

I 级：适用于结构形式复杂、构件截面尺寸小的钢筋混凝土结构及构件的浇筑，钢筋的最小净间距为 35mm~60mm；钢筋最小净距在 35mm 以下时，骨料公称粒径需要适当减小；

II 级：适用于钢筋最小净间距为 60mm~200mm 的钢筋混凝土结构及构件的浇筑；

III 级：适用于钢筋最小净间距为 200mm 以上、构件截面尺寸大、配筋量少以及无配筋的钢筋混凝土结构及构件的浇筑。

5.2 硬化混凝土性能

5.2.1 高抛免振捣混凝土力学性能应满足设计要求和国家现行

有关标准的规定。高抛免振捣混凝土力学性能试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081的规定；试件成型方法应按自密实混凝土试件的成型方法进行，并应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283的规定。

5.2.2 高抛免振捣混凝土的长期性能和耐久性能应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定和设计要求。高抛免振捣混凝土的长期性能和耐久性能的试验方法应符合现行国家标准《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。

混凝土强度等级	混凝土抗拉强度标准值
C15	1.75
C20	2.39
C25	3.00
C30	3.60
C35	4.20
C40	4.80
C45	5.40
C50	6.00
C55	6.60
C60	7.20
C65	7.80
C70	8.40
C75	9.00
C80	9.60

6 配合比设计

6.1 一般规定

6.1.1 高抛免振捣混凝土配合比应根据工程结构形式、施工条件以及环境条件进行设计，并应在满足拌合物性能、力学性能、耐久性能要求的基础上确定设计配合比。

6.1.2 高抛免振捣混凝土的最大水胶比应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

6.1.3 高抛免振捣混凝土的胶凝材料用量不宜低于 $380\text{kg}/\text{m}^3$ ，并不宜超过 $600\text{kg}/\text{m}^3$ 。

6.1.4 高抛免振捣混凝土的含气量宜控制在 $2.0\%\sim 4.0\%$ 。

6.1.5 强度等级为 C25 及以下的高抛免振捣混凝土宜采用复合掺合料或增稠材料，且掺量应经过混凝土试配确定。

6.1.6 遇有下列情况时，应重新进行高抛免振捣混凝土配合比设计：

- 1 当混凝土性能指标有变化或对混凝土性能有特殊要求时；
- 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。

6.2 试配强度的确定

6.2.1 高抛免振捣混凝土的配制强度应符合下列规定：

- 1 当设计强度等级小于 C60 时，配制强度应按下列公式确定：

$$f_{cu,0} \geq f_{cu,k} + 1.645\sigma \quad (6.2.1-1)$$

式中： $f_{cu,0}$ ——高抛免振捣混凝土的配制强度（MPa）；

$f_{cu,k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值（MPa）；

σ ——高抛免振捣混凝土的强度标准差（MPa）。

- 2 当设计强度等级不小于 C60 时，配制强度应按下列公式

确定:

$$f_{cu,0} \geq 1.15f_{cu,k} \quad (6.2.1-2)$$

6.2.2 高抛免振捣混凝土的强度标准差可按表 6.2.2 取值。

表 6.2.2 高抛免振捣混凝土的强度标准差 (MPa)

混凝土立方体抗压强度标准值	C25 及以下	C30~C45	≥C50
σ	4.0	5.0	6.0

6.3 配合比设计、试配、调整与确定

6.3.1 高抛免振捣混凝土初步配合比设计应按下列步骤进行:

1 先确定矿物掺合料及其掺量,再按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定计算水胶比 (W/B);

2 确定不同强度等级混凝土浆体体积 (V_b),并宜按表 6.3.1 取值;

表 6.3.1 不同强度等级混凝土浆体体积 (m^3)

混凝土强度等级	浆体体积 (V_b)
C25~C45	0.30~0.33
C45~C55	0.33~0.36
≥C60	0.36~0.39

注:本表用水量是采用中砂和 5mm~20mm 碎石时的取值,当采用其他种类和规格的骨料时,用水量需要在本表基础上,通过试验进行调整。

3 按下列公式计算每立方米混凝土中胶凝材料的用量 (m_b)、用水量 (m_w):

$$\frac{m_b}{\rho_b} + \frac{m_w}{\rho_w} + \alpha = V_b \quad (6.3.1-1)$$

$$\frac{m_w}{m_b} = W/B \quad (6.3.1-2)$$

$$\rho_b = \frac{1}{\frac{\alpha_c}{\rho_c} + \frac{\alpha_f}{\rho_f} + \frac{\alpha_{sl}}{\rho_{sl}}} \quad (6.3.1-3)$$

式中: ρ_b ——胶凝材料的表观密度 (kg/m^3);

ρ_w ——水的密度 (kg/m^3),可取 $1000kg/m^3$;

α ——每立方米混凝土中含气量百分数,根据外加剂引气量确定,宜取 2%~4%;

V_b ——混凝土浆体体积 (m^3);

W/B——混凝土的水胶比;

α_c ——水泥占胶凝材料的质量比;

α_f ——粉煤灰占胶凝材料的质量比;

α_{sl} ——矿渣粉占胶凝材料的质量比;

ρ_c ——水泥的表观密度 (kg/m^3);

ρ_f ——粉煤灰的表观密度 (kg/m^3);

ρ_{sl} ——矿渣粉的表观密度 (kg/m^3)。

4 按下列公式计算每立方米混凝土中细骨料 (m_s)、粗骨料 (m_g) 的用量:

$$S_p = \frac{m_s}{m_s + m_g} \times 100\% \quad (6.3.1-4)$$

$$\frac{m_s}{\rho_s} + \frac{m_g}{\rho_g} = 1 - V_b \quad (6.3.1-5)$$

式中: S_p ——砂率 (%),并宜为 40%~50%;

ρ_s ——细骨料的表观密度 (kg/m^3);

ρ_g ——粗骨料的表观密度 (kg/m^3)。

5 按下式计算每立方米混凝土中外加剂的用量:

$$m_a = m_b \cdot \beta_a \quad (6.3.1-6)$$

式中: m_a ——每立方米混凝土中外加剂的用量 (kg/m^3);

β_a ——外加剂的掺量 (%),应经混凝土试验确定。

6.3.2 高抛免振捣混凝土试配应采用强制式搅拌机搅拌。

6.3.3 高抛免振捣混凝土试拌时,宜在水胶比不变、胶凝材料用量与外加剂用量合理的原则下调整浆体体积、砂率等参数,并应在拌合物性能符合本规程表 5.1.2 的规定后确定试拌配合比。每盘混凝土的最小搅拌量不宜小于 50L。

6.3.4 高抛免振捣混凝土在进行强度试验时,应至少采用三个不同的配合比。当采用三个不同的配合比时,其中一个应为本规程第 6.3.3 条确定的试拌配合比,另外两个配合比的水胶比与试拌配合比相比,宜分别增加和减少 0.05。

6.3.5 高抛免振捣混凝土配合比的调整应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定。

6.3.6 在确定设计配合比前,应测定混凝土拌合物表观密度,并按下式计算配合比校正系数(δ):

$$\delta = \frac{\rho_{c,t}}{\rho_{c,c}} \quad (6.3.6)$$

式中: $\rho_{c,t}$ ——混凝土拌合物表观密度实测值(kg/m^3);

$\rho_{c,c}$ ——混凝土拌合物表观密度计算值,即每立方米混凝土所用原材料质量之和(kg/m^3)。

6.3.7 当混凝土拌合物表观密度实测值与计算值之差的绝对值超过计算值的 2% 时,应将配合比中每项材料用量均乘以配合比校正系数(δ)。

6.3.8 配合比调整后,应测定拌合物水溶性氯离子含量,并应对设计要求的混凝土耐久性能进行试验,符合设计要求和国家现行有关标准规定的氯离子含量和耐久性能要求的配合比,可确定为设计配合比。

7 制备、运输与泵送

7.1 一般规定

7.1.1 高抛免振捣混凝土的制备、运输与泵送应按专项技术方案组织实施。

7.1.2 高抛免振捣混凝土应采用预拌混凝土。

7.2 原材料贮存、计量和混凝土搅拌

7.2.1 高抛免振捣原材料贮存应符合下列规定:

1 水泥应按品种、强度等级和生产厂家分别贮存,并应防止受潮和污染;

2 掺合料应按品种、质量等级和产地分别贮存,并应防雨和防潮;

3 骨料宜采用仓储或带棚堆场贮存,不同品种、规格的骨料应分仓贮存;

4 粉状外加剂贮存应采取防晒、防雨、防潮措施;液态外加剂应贮存在密闭容器内,并应防晒和防冻。

7.2.2 高抛免振捣混凝土计量应符合下列规定:

1 计量设备的精度应符合现行国家标准《混凝土搅拌站(楼)》GB/T 10171 的有关规定,并应定期校准,使用前设备应归零;

2 水泥、骨料、掺合料等的计量应按重量计,水和外加剂溶液可按体积计,允许偏差应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的有关规定。

7.2.3 高抛免振捣混凝土的搅拌应采用强制式搅拌机。混凝土的生产设备应符合现行国家标准《混凝土搅拌站(楼)》GB/T 10171 和《混凝土搅拌机》GB/T 9142 的规定。

7.2.4 高抛免振捣混凝土搅拌的最短时间应在现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 规定的基础上适当延长,且延长时间应经试验确定。

7.3 运输与泵送

7.3.1 高抛免振捣混凝土拌合物的运输宜采用混凝土搅拌运输车;运输车性能应符合现行行业标准《混凝土搅拌运输车》JG/T 5094 的规定。

7.3.2 运输车在装料前应将筒内积水排尽。

7.3.3 运输和等待泵送过程中,搅拌运输车滚筒应保持 $3\text{r}/\text{min} \sim 5\text{r}/\text{min}$ 的慢速转动,卸料前应至少高速旋转滚筒 20s。

7.3.4 采用搅拌运输车运输混凝土,当混凝土的坍落度损失较大,不能满足施工要求时,可在运输车滚筒内加入适量的与原配合比相同成分的高效减水剂。高效减水剂加入量应事先由试验确定,并应做记录。加入高效减水剂后,搅拌运输车滚筒应快速旋转,并应使混凝土的工作性能满足施工要求后再泵送或浇筑。

7.3.5 高抛免振捣混凝土拌合物在运输、输送、浇筑过程中严禁加水。

7.3.6 高抛免振捣混凝土从搅拌完毕、运送至施工作业面到泵入模内的时间应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

7.3.7 运输车在运送过程中应采取避免遗撒的措施。

7.3.8 混凝土输送管的铺设应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 的规定。

7.3.9 当施工环境温度达到 30°C 及以上时,应采取混凝土暑天施工措施。冬期施工应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的规定。

8 施 工

8.1 模板与钢筋工程

8.1.1 模板和支架系统应根据结构形式、荷载大小、基础承载力、施工顺序、施工机具等条件进行确定,模板及支架系统应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定,并应能抵抗混凝土的高抛冲击力,宜对模板和支架进行抗冲击性能模拟试验。

8.1.2 高抛免振捣混凝土的钢筋宜采用机械连接,并应定位牢固。钢筋定位件应能抵抗混凝土的高抛冲击力。

8.2 浇 筑

8.2.1 浇筑高抛免振捣混凝土前,应根据工程的浇筑区域、构件类别、钢筋配置状况、高抛高度等选择机具与浇筑方法。

8.2.2 混凝土泵的种类、台数、输送管径、配管距离等应根据施工的实际条件进行确定。

8.2.3 浇筑时,高抛免振捣混凝土拌合物性能应符合本规程第 5.1.2 条的规定。

8.2.4 高抛免振捣混凝土浇筑布料点的间距应根据拌合物性能和工程特点选择,且不宜大于 4m;相邻布料点应均匀卸料;当构件钢筋最小净距小于 35mm 时,宜缩小布料点的间距,且布料点间距宜通过试验确定。

8.2.5 浇筑高抛免振捣混凝土的过程中,应保持泵送和浇筑的连续性。

8.2.6 钢管混凝土柱采用高抛免振捣混凝土施工时,混凝土施工缝位置宜错开钢管连接位置。

8.3 养 护

8.3.1 高抛免振捣混凝土浇筑完毕后,应及时养护,且养护时间不得少于 14d。

8.3.2 浇筑后的高抛免振捣混凝土可采用覆盖、洒水、喷雾、喷养护剂或用薄膜保湿等养护措施。

8.3.3 高抛免振捣混凝土冬期施工的养护应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的规定。

9 检验与验收

9.1 原材料质量检验

9.1.1 原材料的质量检验应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

9.1.2 骨料的质量应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定,粗骨料的最大粒径应符合本规程第 4.0.2 条的规定。

9.2 混凝土拌合物性能检验

9.2.1 在制备和施工过程中,应分别对混凝土拌合物性能进行出厂检验和交货检验。取样应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

9.2.2 混凝土拌合物性能出厂检验项目应包括扩展时间(T_{500})、坍落扩展度、含气量、U 形箱高差(Δh)、离析率(f_m)。每 100m³ 相同配合比的混凝土取样检验不得少于 1 次,当一个工作班相同配合比的混凝土不足 100m³ 时,其取样检验也不得少于 1 次。

9.2.3 混凝土拌合物性能交货检验项目应包括扩展时间(T_{500})、坍落扩展度。每 100m³ 同配合比的混凝土检验不得少于 1 次;当一个工作班相同配合比的混凝土不足 100m³ 时,其取样检验也不得少于 1 次。

9.2.4 混凝土强度试件的制作取样频率应符合下列规定:

1 对于出厂检验,混凝土强度应每 100m³ 同配合比的混凝土检验不少于 1 次;每个工作班相同配合比的混凝土不足 100m³ 时,检验不得少于 1 次。

2 对于交货检验,当一次连续浇筑不足 1000m³ 时,混凝土

强度每 100m^3 的同配合比的混凝土检验不得少于 1 次, 每工作班相同配合比的混凝土不足 100m^3 时, 其取样检验不得少于 1 次; 当一次连续浇筑超过 1000m^3 时, 相同配合比的混凝土每 200m^3 取样检验不得少于 1 次。

3 每次取样检验不得少于 1 组。

9.3 硬化混凝土性能检验

9.3.1 混凝土强度检验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, 其他力学性能检验应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

9.3.2 混凝土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。

9.3.3 混凝土长期性能检验规则可按现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的有关规定执行。

附录 A 混凝土拌合物离析率试验方法

A.0.1 本方法用于测定高抛免振捣混凝土拌合物的离析率 (f_m)。

A.0.2 高抛免振捣混凝土拌合物的离析率试验应采用下列仪器设备:

1 拌合物离析率检测筒: 应由硬质、光滑、平整的金属板制成, 检测筒内径应为 115mm , 外径宜为 135mm , 且应分三节, 每节高度均应为 100mm , 并应用活动扣件固定 (图 A.0.2)。

2 跳桌: 振幅应为 $25\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 。

3 天平: 应选用称量 10kg 、感量 5g 的电子天平。

4 试验筛: 应选用公称直径为 5mm 的方孔筛, 其性能指标应符合现行国家标准《金属穿孔板试验筛》GB/T 6003.2 的规定。

A.0.3 高抛免振捣混凝土拌合物的离析率试验应按下列试验步骤进行:

1 将高抛免振捣混凝土拌合物用料斗装入拌合物离析率检测筒内, 平至料斗口, 垂直移走料斗静置 1min , 用抹刀将多余的拌合物除去并抹平, 且应轻抹, 不得压抹;

2 将拌合物离析率检测筒放置在跳桌上, 每秒转动一次摇柄, 使跳桌跳动 25 次;

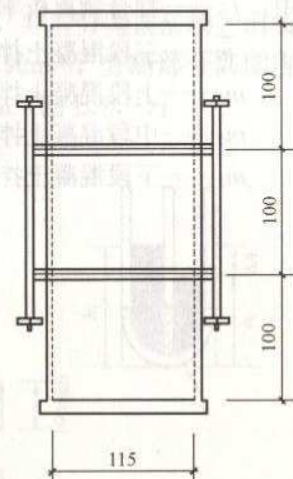


图 A.0.2 拌合物离析率检测筒

3 分节拆除拌合物离析率检测筒,并将每节筒内拌合物装入孔径为 5mm 的方孔筛中,用清水冲洗拌合物,筛除浆体,将剩余的骨料用海绵拭干表面水分,用天平称其质量,精确到 1g,分别得到上、中、下三段拌合物中骨料的湿重 m_1 、 m_2 、 m_3 。

A.0.4 高抛免振捣混凝土拌合物的离析率应按下列公式计算:

$$f_m = \frac{m_3 - m_1}{\bar{m}} \times 100\% \quad (\text{A.0.4-1})$$

$$\bar{m} = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3} \quad (\text{A.0.4-2})$$

式中: f_m ——拌合物离析率 (%);

$\bar{m}$ ——三段混凝土拌合物中湿骨料质量的平均值 (g);

m_1 ——上段混凝土拌合物中湿骨料质量 (g);

m_2 ——中段混凝土拌合物中湿骨料质量 (g);

m_3 ——下段混凝土拌合物中湿骨料质量 (g)。

附录 B 混凝土拌合物间隙通过性 试验方法 (U 形箱高差法)

B.0.1 高抛免振捣混凝土拌合物间隙通过性的 U 形箱高差试验应采用 U 形箱,并应符合下列规定:

1 U 形箱应采用硬质不吸水材料制成,高度应为 680mm,宽度应为 200mm,厚度应为 280mm,并应分为前后槽,前后槽应在底部连通,连通部分高度应为 190mm,分隔部分高度应为 490mm,后槽高度可比前槽低 200mm (图 B.0.1);

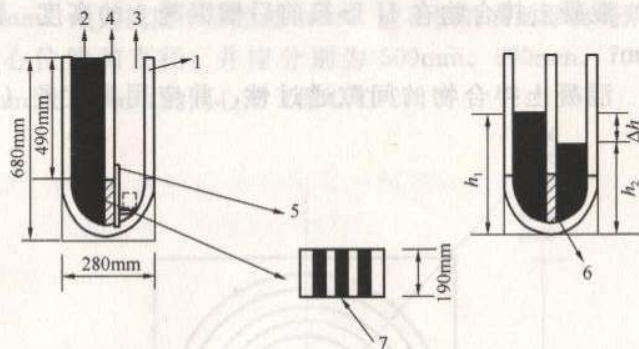


图 B.0.1 U 形箱

1—U 形箱; 2—前槽; 3—后槽; 4—隔板;
5—闸板; 6—混凝土拌合物; 7—钢筋栅

2 槽中央底部连通部位应有隔板,隔板下应留有高度为 190mm 的间隙,且隔板处应设有闸板;

3 在 U 形箱中央隔板的后槽一侧设置的垂直钢筋栅应由直径 $\Phi 12$ 光圆钢筋组成,钢筋净间距应为 40mm。

B.0.2 高抛免振捣混凝土拌合物间隙通过性的 U 形箱高差试验

应按下列步骤进行,且整个试验应在 5min 内完成:

- 1 将 U 形箱水平放在地面上,并保证活动门可以自由开关;
- 2 润湿箱内表面,清除多余的水;
- 3 用混凝土拌合物将 U 形箱前槽填满,并抹平;
- 4 静置 1min 后,提起闸板使混凝土拌合物流进后槽;
- 5 当混凝土拌合物停止流动后,分别测量前后槽混凝土高度 h_1 、 h_2 ;
- 6 计算得 U 形箱高差 (Δh)。

B.0.3 试验报告应包含下列内容:

- 1 试验日期 (年,月,日);
- 2 混凝土编号;
- 3 混凝土拌合物在 U 形箱前后槽混凝土的高度,精确至 1mm;
- 4 混凝土拌合物的间隙通过性,并应用高度差 (Δh) 表示。

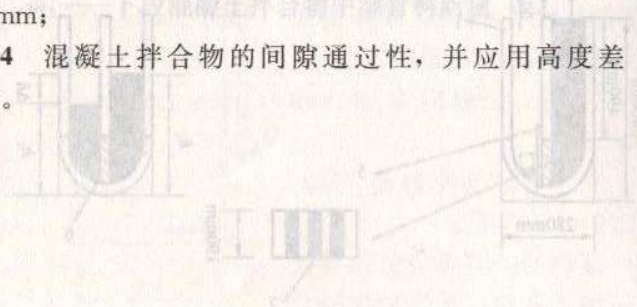


图 B.0.3 U 形箱

附录 C 扩展时间 (T_{500}) 的试验方法

C.0.1 本方法用于测量新拌高抛免振捣混凝土的扩展时间 (T_{500})。

C.0.2 高抛免振捣混凝土的扩展时间 (T_{500}) 试验应采用下列仪器设备:

- 1 混凝土坍落度筒:应符合现行行业标准《混凝土坍落度仪》JG/T 248 的相关规定;
- 2 底板:应为硬质不吸水的光滑正方形平板,边长应为 1000mm,最大挠度不应超过 3mm,应在板的表面标出坍落度筒的中心位置和直径,并应分别为 500mm、600mm、700mm、800mm 及 900mm 的同心圆 (图 C.0.2)。

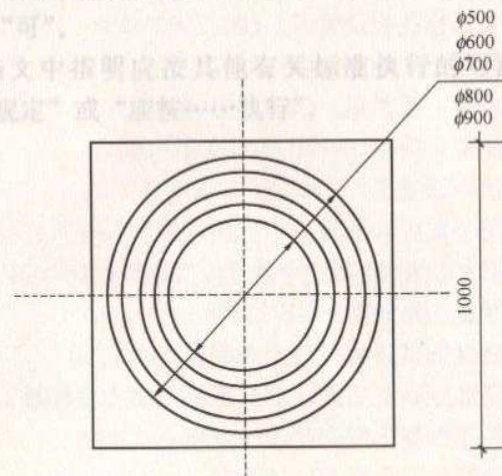


图 C.0.2 底板

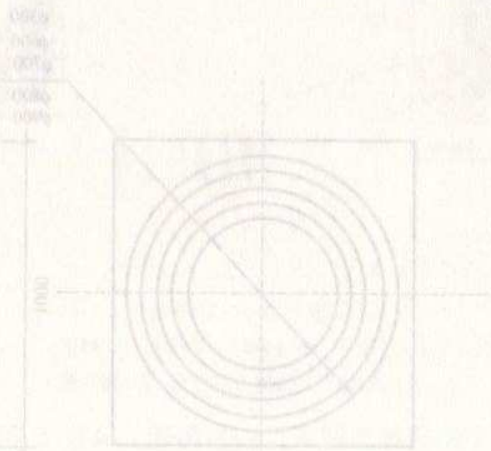
C.0.3 高抛免振捣混凝土的扩展时间 (T_{500}) 试验应按下列试

验步骤进行:

1 润湿底板和坍落度筒,且坍落度筒内壁和底板上应无明水;底板应放置在坚实的水平面上,并把筒放在底板中心,然后用脚踩住两边的脚踏板,坍落度筒在装料时应保持在固定的位置;

2 在混凝土拌合物试样不产生离析、不分层的状态下,一次性均匀地填满坍落度筒,自开始入料至填充结束应在 1.5min 内完成,且不得施以任何捣实或振动;

3 用抹刀刮除坍落度筒顶部多余的混凝土,然后抹平,随即将坍落度筒沿铅直方向匀速地向上提起 30cm 的高度,自坍落度筒提起时开始,至混凝土拌合物扩展开的混凝土外缘初触平板上所绘直径 500mm 的圆周为止,以秒表测定时间,精确至 0.1s,该时间记为 T_{500} 。



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,非这样做不可的用词:

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用词:

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用词:

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用词,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 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 2 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 3 《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
- 4 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
- 5 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 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 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 9 《通用硅酸盐水泥》GB 175
- 10 《金属穿孔板试验筛》GB/T 6003.2
- 11 《混凝土外加剂》GB 8076
- 12 《混凝土搅拌机》GB/T 9142
- 13 《混凝土搅拌站(楼)》GB/T 10171
- 14 《预拌混凝土》GB/T 14902
- 15 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
- 16 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
- 17 《混凝土膨胀剂》GB 23439
- 18 《混凝土泵送施工技术规范》JGJ/T 10
- 19 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
- 20 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
- 21 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 22 《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104
- 23 《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193
- 24 《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241

- 25 《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283
- 26 《混凝土坍落度仪》JG/T 248
- 27 《混凝土搅拌运输车》JG/T 5094

GB/T 1491《普通硅酸盐水泥》 25

GB/T 1491《普通硅酸盐水泥》 25

GB/T 1491《普通硅酸盐水泥》 25

GB/T 1491《普通硅酸盐水泥》 25

1 《混凝土结构设计规范》GB 50010 1

2 《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 2

3 《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 2

4 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 3

5 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 4

6 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 5

7 《混凝土质量控制标准》GB 50164 6

8 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 7

9 《通用硅酸盐水泥》GB 175 8

10 《金属穿孔板试验标准》GB/T 6003 9

11 《混凝土外加剂》GB 8076 10

12 《混凝土搅拌机》GB/T 9142 11

13 《混凝土搅拌机（楼）》GB/T 10171 12

14 《预拌混凝土》GB/T 14602 13

15 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 14

16 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18446 15

17 《混凝土减水剂》GB 23439 16

18 《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 17

19 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 18

20 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 19

21 《混凝土用水标准》JGJ 63 20

22 《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 21

23 《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 22

24 《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241 23

中华人民共和国行业标准

高抛免振捣混凝土应用技术规程

JGJ/T 296-2013

条文说明

1 总则	32
2 术语和符号	33
3 基本规定	34
4 材料	35
5 配合比设计	36
6 施工	37
7 检验与验收	38
8 附录	39
9 术语和符号	40
10 基本规定	41
11 材料	42
12 配合比设计	43
13 施工	44
14 检验与验收	45
15 附录	46
16 术语和符号	47
17 基本规定	48
18 材料	49
19 配合比设计	50
20 施工	51
21 检验与验收	52
22 附录	53
23 术语和符号	54
24 基本规定	55
25 材料	56
26 配合比设计	57
27 施工	58
28 检验与验收	59
29 附录	60
30 术语和符号	61
31 基本规定	62
32 材料	63
33 配合比设计	64
34 施工	65
35 检验与验收	66
36 附录	67
37 术语和符号	68
38 基本规定	69
39 材料	70
40 配合比设计	71
41 施工	72
42 检验与验收	73
43 附录	74
44 术语和符号	75
45 基本规定	76
46 材料	77
47 配合比设计	78
48 施工	79
49 检验与验收	80
50 附录	81
51 术语和符号	82
52 基本规定	83
53 材料	84
54 配合比设计	85
55 施工	86
56 检验与验收	87
57 附录	88
58 术语和符号	89
59 基本规定	90
60 材料	91
61 配合比设计	92
62 施工	93
63 检验与验收	94
64 附录	95
65 术语和符号	96
66 基本规定	97
67 材料	98
68 配合比设计	99
69 施工	100
70 检验与验收	101
71 附录	102
72 术语和符号	103
73 基本规定	104
74 材料	105
75 配合比设计	106
76 施工	107
77 检验与验收	108
78 附录	109
79 术语和符号	110
80 基本规定	111
81 材料	112
82 配合比设计	113
83 施工	114
84 检验与验收	115
85 附录	116
86 术语和符号	117
87 基本规定	118
88 材料	119
89 配合比设计	120
90 施工	121
91 检验与验收	122
92 附录	123
93 术语和符号	124
94 基本规定	125
95 材料	126
96 配合比设计	127
97 施工	128
98 检验与验收	129
99 附录	130
100 术语和符号	131

制 订 说 明

《高抛免振捣混凝土应用技术规程》JGJ/T 296-2013 经住房和城乡建设部 2013 年 5 月 9 日以第 27 号公告批准、发布。

本规程编制过程中,编制组进行了高抛免振捣混凝土应用情况的调查研究,总结了高抛免振捣混凝土生产和应用经验,同时参考了国内外技术标准,并经过试验研究,取得了制订本规程所必要的重要技术参数。

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,《高抛免振捣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、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。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

1 总则	32
2 术语和符号	33
2.1 术语	33
3 基本规定	34
4 原材料	36
5 混凝土性能	37
5.1 混凝土拌合物性能	37
5.2 硬化混凝土性能	37
6 配合比设计	38
6.1 一般规定	38
6.2 试配强度的确定	38
6.3 配合比设计、试配、调整与确定	39
7 制备、运输与泵送	41
7.1 一般规定	41
7.2 原材料贮存、计量和混凝土搅拌	41
7.3 运输与泵送	42
8 施工	43
8.1 模板与钢筋工程	43
8.2 浇筑	43
8.3 养护	44
9 检验与验收	45
9.1 原材料质量检验	45
9.2 混凝土拌合物性能检验	45
9.3 硬化混凝土性能检验	45

1 总 则

1.0.1 随着我国建筑技术的不断进步,高抛免振捣混凝土在工程上的应用逐渐增多。为加强高抛免振捣混凝土工程质量的控制,保证工程质量,制定本规程。本规程不包括高抛免振捣混凝土结构设计等方面的内容。

1.0.2 本规程的适用范围为工业与民用建筑混凝土结构工程,尤其适用于振捣困难的结构以及对施工进度、噪声有特殊要求的工程。对于港工、水工、道路等工程,除按照各行业标准执行外,也可参照本规程执行。

1.0.3 高抛免振捣混凝土的生产和应用除应符合本规程外,尚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质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和施工项目设计文件提出的各项要求。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 高抛免振捣混凝土的重要特征是必须从高处抛落,使混凝土利用其自身重量由高处抛落时产生的动能来实现免振捣流动并充满模板,即要求拌合物具有很高的流动性、间隙通过性且不离析、不泌水。

2.1.2 胶凝材料的术语定义在混凝土工程技术领域已被普遍接受。

2.1.3 高抛免振捣混凝土拌合物性能要求较高,特别是抗离析性能,混凝土增稠剂的研究和应用已有多年,并能很好的提高混凝土拌合物的黏性、抗离析性能。

2.1.4、2.1.5 随着混凝土矿物掺合料的广泛应用,国内外已经普遍采用水胶比、浆体体积。

2.1.6~2.1.8 为高抛免振捣混凝土拌合物性能要求指标。

项目	指标	单位	备注
坍落度	≥180	mm	坍落度筒
扩展度	≥350	mm	扩展筒
泌水率	≤1	%	泌水率
离析率	≤1	%	离析率
含气量	≥12	%	含气量
凝结时间	≤120	min	凝结时间
初凝时间	≤120	min	初凝时间
终凝时间	≤120	min	终凝时间

3 基本规定

3.0.1 高抛免振捣混凝土具有特殊的应用范围,工程施工时,除应满足普通混凝土施工所需要的混凝土力学性能及施工性能外,对混凝土配合比、原材料、模板、钢筋等有严格的要求,应根据结构形式、荷载大小、施工顺序等制定有针对性的技术方案;技术要求应对相关人员进行交底,切实贯彻执行。

3.0.2 当高抛免振捣混凝土用于形状复杂、有特殊要求的结构时,混凝土的填充性能能否满足要求;当混凝土强度等级低于C25时,混凝土的水胶比大、浆体少,混凝土拌合物的性能是否能够满足要求,充满模板达到密实;以及当混凝土的抛落高度大于12m时,将对混凝土拌合物性能产生较大影响;这些情况下,宜进行混凝土高抛模拟试验,对试验室混凝土配合比进行验证后,确定混凝土设计配合比。

通过多次试验(表1),确定混凝土的抛落高度宜选择在3m~12m,超过12m则需要验证模板以及混凝土相关性能;混凝土浇筑布点间距不宜大于4m。

表1 混凝土抛落高度试验

模板、试模尺寸	浇筑方法	拌合物性能	抛落高度	拆模后混凝土外观质量
钢模(直径1.5m、高度3.0m) 无配筋	泵送	满足要求	3m	有少量气孔、无蜂窝麻面,混凝土表面平整致密,超声检测测试区域内部混凝土密实、较均匀,浇筑的混凝土结构质量良好
	吊斗吊装			
钢管高度12m, 无配筋	泵送		12m	无明显气孔、无蜂窝麻面,混凝土表面平整致密
	吊斗吊装			

续表1

模板、试模尺寸	浇筑方法	拌合物性能	抛落高度	拆模后混凝土外观质量
木模(长6m×宽1m×高2m),距底部1m以下配有钢筋,净间距分别为40mm、35mm和20mm,各2m长	泵送	满足要求	8m, 部分12m	在浇筑点2m内,无论有无配筋,混凝土表面质量良好;离浇筑点2m远处开始出现明显气孔、蜂窝、麻面,在不连续浇筑的部位出现明显的施工缝
木模(长0.8m×宽0.8m×高3m),无配筋	泵送		12m, 部分15m	混凝土表面质量良好;当浇筑高度超过12m,混凝土下落的冲击力使模板不稳

3.0.3 混凝土生产、运输、泵送、施工等每个环节应保证连续性,各种资源的配置(如搅拌、运输和泵送设备等)应充足,并有应急措施。

4 原材料

4.0.2 粗骨料的粒形对混凝土拌合物性能影响较大,所以要求骨料针片状含量不应大于8%。由于直接破碎的粗骨料一般均不能满足连续级配的要求,为了保证粗骨料为连续级配,应采用多个粒级级配粗骨料组合的方式进行调整。粗骨料粒径过大,则混凝土拌合物性能难以满足高抛免振捣的要求,所以粗骨料最大粒径不宜大于20mm。

4.0.3 高抛免振捣混凝土中粉体的含量相对较大,所以对细骨料含泥量和泥块含量均按高限要求执行。

4.0.4 矿物掺合料的使用直接影响到混凝土拌合物性能,而高抛免振捣混凝土对拌合物的性能要求较高,所以在采用矿物掺合料时不宜选择等级过低的。

对于低强度等级高抛免振捣混凝土,在要求足够数量的粉体时,不必使用活性矿物掺合料,可采用复合矿物掺合料,在复合掺合料中掺加有一定量的石灰石粉、白云石粉等惰性掺合料。惰性掺合料的技术性能指标只要不含有对混凝土力学性能、长期耐久性不良影响的成分,并满足一定的细度即可。其技术指标参考标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476,并满足表2的要求。

表2 惰性掺合料的技术要求

项目	Cl ⁻ (%)	SO ₃ (%)	比表面积 (m ² /kg)
指标	≤0.02	≤4.0	≥350

4.0.5 高抛免振捣混凝土拌合物性能要求较高,可选用高效减水剂。

5 混凝土性能

5.1 混凝土拌合物性能

5.1.2 高抛免振捣混凝土拌合物性能是进行高抛免振捣施工的关键,所以要求混凝土的坍落扩展度不宜过大,否则容易离析。

在拌合物性能的要求上,混凝土的抗离析性能高于普通混凝土,通过试验研究,如果采用普通混凝土拌合物的性能指标,由于高抛施工时,混凝土从高处抛落产生的势能转变为动能而易造成离析,所以指标要求取本规程表5.1.2。

5.2 硬化混凝土性能

5.2.1、5.2.2 硬化高抛免振捣混凝土性能包括力学性能、长期和耐久性能,均按现行国家标准、规范执行。但混凝土试件成型如果按普通混凝土的成型方式,则与实体的高抛施工混凝土相差较大。高抛免振捣混凝土试件制作如何能体现高抛免振捣要求,国内还无明确要求,经过大量模拟高抛免振捣混凝土成型的试件与自密实混凝土成型方法的试件强度对比,证明两种方法成型的混凝土试件强度基本相当,故试件的制作采取《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283中试件的成型方法。

6 配合比设计

6.1 一般规定

6.1.1 不同的工程结构条件、施工条件要求高抛免振捣混凝土有不同的流动性、稳定性、抗离析性以及填充性,而不同的环境条件则影响到混凝土的耐久性和其他的性能要求。高抛免振捣混凝土的配合比设计必须保证配制或生产的混凝土拌合物以及硬化后的混凝土的性能满足工程要求。

工程结构条件主要包括断面尺寸与形状、钢筋间距、配筋量;施工条件主要包括模板材质、模板形状、施工区间、泵送距离、抛落高度、混凝土水平流动距离;环境条件包括环境温度、侵蚀介质等。

6.1.4 有抗冻要求的混凝土其含气量按《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 选择。

6.1.5 从满足设计强度要求的角度,C25 及以下强度等级的高抛免振捣混凝土胶凝材料用量较少,难以满足高抛免振捣混凝土工作性能。复合掺合料或增稠材料的使用有助于提高高抛免振捣混凝土拌合物的黏聚性,因此,采用复合掺合料或增稠材料对保证混凝土拌合物性能,满足高抛免振捣混凝土密实要求十分必要。

6.2 试配强度的确定

6.2.1 高抛免振捣混凝土的配制强度对生产施工的混凝土强度应具有充分的保证率。对于强度等级小于 C60 的混凝土,实践证明传统公式是合理的,因此仍然沿用传统的计算公式;对于强度等级不小于 C60 的混凝土,传统的计算公式已经不能满足要求,修订后采用公式 (6.2.1-2)。

6.2.2 根据实际生产技术水平和大量的调研,适当调高了强度标准差值,并给出表 6.2.2 的强度标准差取值,这些取值与目前实际控制水平的标准差比较,是偏于安全的,也与国际上提高安全性的总体趋势是一致的。

6.3 配合比设计、试配、调整与确定

6.3.1 水胶比的确认与新修订的《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 中相同,主要是通过水泥品种、矿物掺合料的品种和掺量以及强度等级等因素决定。水胶比、浆体体积、砂率是配制良好高抛免振捣混凝土工作性能的重要参数,选择合理的浆体体积、用水量和砂率是保证高抛免振捣混凝土性能的先决条件。

本条款中推荐的浆体体积、砂率的值均采用天然中砂时的配制参数,当采用其他种类和细度模数的砂时,应做适当的调整,并通过试验最终确认。

计算过程分为:

1 用浆体体积和水胶比、含气量算出胶凝材料、用水量(用水量宜小于 185kg/m^3);

2 用砂率、骨料的体积计算出粗细骨料的用量。

6.3.3 在试配过程中,首先是试拌,调整混凝土拌合物性能。在试拌调整的基础上,尽量保持水胶比不变,采用适当的胶凝材料用量,通过调整外加剂和砂率,使高抛免振捣混凝土拌合物性能满足施工要求,提出试拌配合比。

试拌时如果搅拌量太小,由于混凝土拌合物浆体黏性等因素影响或体量不足等原因,拌合物则不具有代表性。

6.3.4 调整好高抛免振捣混凝土拌合物性能并形成试拌配合比后,即开始混凝土强度试验。无论是计算配合比还是试拌配合比,都不一定能保证混凝土配制强度满足要求,混凝土强度试验的目的是通过三个不同水胶比的配合比性能测试取得能够满足配制强度要求的、胶凝材料用量经济合理的配合比。由于混凝土强度是在混凝土拌合物调整适宜后进行,所以强度试验采用三个不

同水胶比的试验配合比,混凝土拌合物性能应维持不变,即维持用水量不变,增加或减少胶凝材料用量,并相应减少或增加砂率,外加剂掺量也作减少或增加的微调。

6.3.6、6.3.7 混凝土配合比是指每立方米混凝土中各种材料的比例。在配合比计算、混凝土试拌和配合比调整过程中,每立方米混凝土各种材料混合而成的混凝土可能不足或超过 1m^3 ,即通常所说的亏方或盈方,通过配合比较正,可使依据配合比计算的混凝土生产方量更为准确。

6.3.8 在确定设计配合比前,对高抛免振捣混凝土氯离子含量和耐久性能的试验验证是非常必要的。

7 制备、运输与泵送

7.1 一般规定

7.1.1 高抛免振捣混凝土生产单位应建立质量管理体系,除此之外,考虑到高抛免振捣混凝土配合比设计及施工工艺的特殊性,应有完善的生产、运输、泵送专项技术方案。

7.1.2 高抛免振捣混凝土施工属于预拌混凝土的一种特殊施工工艺,两者的生产方法本质上是一致的。

7.2 原材料贮存、计量和混凝土搅拌

7.2.1 用水量对高抛免振捣混凝土拌合物性能影响较大,为减少骨料含水率变化导致混凝土质量波动,建议对骨料采取仓储和加屋顶遮盖处置。在多雨季节,应严格控制砂、石的含水率,稳定混凝土质量;在高温季节,挡雨棚能够避免太阳直射骨料,降低骨料温度,进而降低混凝土拌合物温度。

不同类型的外加剂间的相容性较差,如聚羧酸系减水剂与萘系减水剂不相容,相混时容易出现混凝土流动性变差、用水量急增、坍落度损失严重等现象,因此,使用不同类型的化学外加剂时,必须严格分类储存避免相混。

7.2.2 高抛免振捣混凝土采用原材料与预拌混凝土基本一致,配合比设计方面更偏重预拌混凝土的高流动性和抗析水性,因此,直接引用《预拌混凝土》GB/T 14902 的计量规定。

7.2.3 目前,预拌混凝土搅拌站、预制混凝土构件厂和施工现场搅拌站基本采用双卧轴强制式搅拌机,但一些条件落后的地方还在使用自落式搅拌机。

混凝土拌制投料法宜采用二次投料法,此法可明显改善混凝土拌合物和易性,保证混凝土质量,并且增稠材料应最后添加。

7.2.4 目前,预拌混凝土搅拌站、预制混凝土构件厂和施工现场搅拌站的混凝土搅拌时间一般都不足 60s。高抛免振捣混凝土拌合物的性能要求相对普通混凝土要高,所以为保证混凝土拌合物的性能,应适当延长搅拌时间。

7.3 运输与泵送

7.3.2 工程案例中,由于管理不善,类似问题导致的混凝土报废和结构质量问题比较普遍,因此将此条单独列出。

7.3.4 在遇暑期作业等情况时,由于各种原因导致混凝土拌合物工作性能损失的现象非常普遍。常规的处理方法即为二次添加外加剂,经快速搅拌后改善其性能。

7.3.5 在生产施工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。

7.3.6 《预拌混凝土》GB/T 14902 中规定:混凝土的运送时间指混凝土从搅拌机卸入运输车开始至该运输车开始卸料为止。运送时间应满足合同规定,当合同未作规定,采用搅拌运输车运送的混凝土,宜在 1.5h 内卸料;当最高气温低于 25℃ 时,运送时间可延长 0.5h。如需延长运送时间,则应采取相应的技术措施,并应通过试验验证。

7.3.9 混凝土炎热气温施工的定义温度,美国是 24℃,日本和澳大利亚是 30℃,《铁路混凝土工程施工技术指南》中规定,当昼夜平均气温高于 30℃ 时,按照暑期规定施工。针对高抛免振捣混凝土高流动性的要求,考虑到高温对混凝土拌合物的流动性影响非常显著,因此单独列出此条。

暑天施工通常需要采取一定措施,如砂石原材料避免阳光直射,必要时喷水降温;拌合用水输送管线及设施可埋入地下或用隔热材料覆盖;控制原材料水泥等的入机温度;掺入缓凝剂,延长混凝土凝结时间等措施。

8 施 工

8.1 模板与钢筋工程

8.1.1 高抛免振捣混凝土施工时,模板及支架系统除了要承受混凝土自重、侧压力及施工荷载外,还要承受混凝土的高抛冲击力。模板及支架系统设计要重点考虑混凝土高抛冲击力影响;必要时,应对拟采用的模板、支架进行模拟冲击试验。

8.1.2 高抛免振捣混凝土施工的特点决定了高抛冲击力对钢筋接头影响大,钢筋连接采用搭接和焊接时,冲击易导致接头破坏,且接头处钢筋断面增大,高抛影响大;因此不宜采用搭接和焊接,宜采用机械连接。混凝土高抛时,钢筋易发生移位现象,应采用有效的定位装置固定。

混凝土垫块等钢筋保护层控制措施在混凝土的高抛冲击力下易发生变形或移位,为保证工程质量,应采取有效措施。

8.2 浇 筑

8.2.1、8.2.2 规定了结合高抛混凝土的特殊性和施工现场的实际情况,确定浇筑方法、施工机具、混凝土泵的种类、台数、输送管径、配管距离等。

8.2.4 高抛免振捣混凝土浇筑布料点应结合拌合物特性和工程特点选择适宜的间距,不宜大于 4m。特殊情况下混凝土布料点下料间距应通过试验确定。

8.2.5 高抛免振捣混凝土施工部位一般具有特殊性,如形成了施工缝难以按施工缝相关要求施工。因此,混凝土的泵送和浇筑应保持其连续性。

8.2.6 钢管混凝土柱钢管焊接时,温度高,对混凝土质量有影响。所以,每段钢管混凝土柱的浇筑位置应适当考虑焊接高温对

混凝土质量的影响。

8.3 养 护

8.3.1 为保证工程质量,从严控制,规定适当延长养护时间,养护时间不得少于 14d。

8.3.2 为保证混凝土的养护质量,应根据浇筑部位、季节等具体情况,制定养护方案,采取覆盖、洒水、喷雾、喷养护剂或薄膜保湿等有效的养护措施。

9 检验与验收

9.1 原材料质量检验

9.1.1 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。应在混凝土原材料交货时检验把关,不合格的原材料不能进场。混凝土原材料每个检验批的量不能多于《混凝土质量控制标准》GB 50164 规定的量。

9.1.2 粗骨料复检时增加对粗骨料最大粒径检验,检验结果符合本规程要求时为合格。

9.2 混凝土拌合物性能检验

9.2.1 混凝土拌合物性能检验在搅拌地点和浇筑地点都要进行,搅拌地点的出厂检验为控制性自检,浇筑地点的交货检验为验收检验。

9.2.2 出厂检验包括扩展时间 T_{500} 、坍落扩展度、含气量、U 形箱高差 (Δh)、离析率 (f_m),检验合格后方可出厂使用。

9.2.3 鉴于现场检验的条件限制,交货不检验含气量、U 形箱高差 (Δh)、离析率 (f_m)。

9.3 硬化混凝土性能检验

9.3.1~9.3.3 现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 和现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 中包括了相应混凝土强度和混凝土耐久性的检验规则。