

建筑工程施工人员常见问题300例

# 混凝土工

李 亮 编著

清华大学出版社  
北 京

## 内 容 简 介

本书共分九章,主要内容包括:普通混凝土配合比设计、混凝土工基本施工技术、预应力混凝土施工、泵送混凝土施工、常用特殊混凝土施工、钢筋绑扎工程施工、模板混凝土施工、构筑物混凝土施工、钢筋混凝土工冬期雨期施工等。本书语言生动,通俗易懂,并辅以大量直观的图表,能满足不同文化层次的技术工人和有关人员的需要。

本书可作为建筑业从业人员职业技能培训教材,也适合建筑工人自学以及相关专业的高职、中职学生参考使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

混凝土工/李亮编著.--北京:清华大学出版社,2014

(建筑工程施工人员常见问题 300 例)

ISBN 978-7-302-35357-7

I. ①混… II. ①李… III. ①混凝土施工—问题解答 IV. ①TU755-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 020913 号

责任编辑:秦 娜 洪 英

封面设计:

责任校对:刘玉霞

责任印制:

出版发行:清华大学出版社

网 址:<http://www.tup.com.cn>,<http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776269, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:北京富博印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:148mm×210mm 印 张:7.25 字 数:206 千字

版 次:2014 年 3 月第 1 版 印 次:2014 年 3 月第 1 次印刷

印 数:

定 价:

# 丛书编委会

李	亮	李	鹏	孟	帅	马	楠
张	克	赵	亚军	杜	海龙	孟	文璐
徐	阳	李	洪涛	蔡	丹丹	李	庆磊

# PREFACE

## 丛书序

随着我国经济建设的飞速发展,城乡建设规模日益扩大,建筑施工队伍不断增加,建筑工程基层施工人员肩负着重要的施工职责,是他们将图纸上的建筑线条和数据一砖一瓦建设成实实在在的建筑空间。他们技术水平的高低,直接关系到工程项目施工的质量和效率,关系到建筑物的经济效益和社会效益,关系到使用者的生命和财产安全,关系到企业的信誉、前途和发展。

建筑业是吸纳农村剩余劳动力转移就业的主要行业,是进城务工人员的用工主体,也是示范工程的实施主体。按照中央和国务院的部署,要加大进城务工人员的培训力度。通过开展示范工程,让企业和进城务工人员成为最直接的受益者。

本套丛书在编写上充分考虑施工人员的知识需求,形象具体地阐述了施工的要点及基本方法,使读者从具体的问题中掌握关键点,满足施工现场应具备的技术及操作岗位的基本要求,使刚入行的人员与岗位“零距离”接口,快速入门,尽快地从新手转变成为技术能手。

本套丛书不仅涵盖了先进、成熟、实用的建筑工程施工技术,还包括了现代新材料、新技术、新工艺和环境、职业健康安全、节能环保等方面的知识,力求做到技术较新内容实用,文字通俗易懂,语言生动,并辅以大量直观的图表,以满足不同文化层次技术工人和有关人员的需要。

“建筑工程施工人员常见问题 300 例”系列包括 11 个分册:《架子工》、《测量放线工》、《混凝土工》、《钢筋工》、《砌筑工》、《防水工》、《木工》、《抹灰工》、《建筑电工》、《模板工》和《水暖工》。

本套丛书的编写特点如下。

(1)将施工过程中常见的质量问题及防治办法罗列出来,加以讲解,并给出正确的施工方法,方便现场施工人员查阅、学习。

(2)涵盖的内容全面清晰,真正做到内容的广泛性与结构的系统性相结合,使复杂的内容变得条理清晰、主次明确,有助于广大读者更好地理解和应用。

(3)涉及施工技术、质量验收、安全生产等一系列生产过程中的技术问题,内容翔实易懂,最大限度地满足了施工人员对施工技术方面的知识需求。

编者

2013年12月

# FOREWORD

## 前言

建筑业是吸纳农村劳动力转移就业的主要行业,是进城务工人员的用工主体,也是示范工程的实施主体。按照中央和国务院的部署,要加大进城务工人员的培训力度。通过开展示范工程,让企业和进城务工人员成为最直接的受益者。本书结合住房与城乡建设部、劳动和社会保障部发布的《职业技能标准》编写,以全面提高进城务工人员的整体素质。

本书在编写上充分考虑建筑施工人员的知识需求,以使读者从理论和技能两方面掌握关键点,满足施工现场所应具备的技术及操作岗位的基本要求,使刚入行的人员与上岗“零距离”接口,快速入门,尽快地转变成为一个技术高手。

本书共分为9章。第一章由李亮老师参编,主要介绍了普通混凝土配合比设计步骤和方法、配合比计算;第二章由孟帅老师参编,主要介绍了混凝土的运输、混凝土的搅拌、混凝土的浇筑和振捣、现浇结构混凝土浇筑、混凝土养护与拆模、施工缝设置;第三章由李鹏老师参编,主要介绍了桩和柱的预制、起重机梁预制、屋架预制;第四章由杜海龙老师参编,主要介绍了混凝土的拌制和运输、混凝土压送及浇筑;第五章由张克老师参编,主要介绍了特种功能混凝土、特种材料混凝土;第六章由徐阳老师参编,主要介绍了钢筋绑扎施工、地下室混凝土浇筑、框架结构混凝土浇筑、剪力墙结构普通混凝土施工;第七章由赵亚军老师参编,主要介绍了大模板混凝土施工、永久性模板安装、滑升模板混凝土施工、地下室模板施工、现浇框架模板施工;第八章由李洪涛老师参编,主要介绍了水塔混凝土施工、筒仓混凝土施工、烟囱混凝土施工;第九章由蔡丹丹老师参编,主要介绍了钢筋混凝土工冬期施工、钢筋混凝土工雨期施工。

蔡丹丹、刘雷雷、李庆磊、韩磊在本书编写过程中帮助整理了大量资料并完成了排版工作,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中不妥和错误之处恳请读者批评指正。

编者

2013年12月

# CONTENTS

## 目 录

第一章 普通混凝土配合比设计 .....	1
第一节 普通混凝土配合比设计步骤和方法 .....	1
第二节 配合比计算 .....	3
第二章 混凝土工基本施工技术 .....	10
第一节 混凝土的运输 .....	10
第二节 混凝土的搅拌 .....	12
第三节 混凝土的浇筑和振捣 .....	27
第四节 现浇结构混凝土浇筑 .....	36
第五节 混凝土养护与拆模 .....	58
第六节 施工缝设置 .....	68
第三章 预应力混凝土施工 .....	73
第一节 桩和柱的预制 .....	73
第二节 起重机梁预制 .....	76
第三节 屋架预制 .....	79
第四章 泵送混凝土施工 .....	84
第一节 混凝土的拌制和运输 .....	84
第二节 混凝土压送及浇筑 .....	85
第五章 常用特殊混凝土施工 .....	92
第一节 特种功能混凝土 .....	92
第二节 特种材料混凝土 .....	103
第六章 钢筋绑扎工程施工 .....	111
第一节 钢筋绑扎施工 .....	111
第二节 地下室混凝土浇筑 .....	116
第三节 框架结构混凝土浇筑 .....	135

---

第四节	剪力墙结构普通混凝土施工 .....	142
第七章	模板混凝土施工 .....	144
第一节	大模板混凝土施工 .....	144
第二节	永久性模板安装 .....	159
第三节	滑升模板混凝土施工 .....	176
第四节	地下室模板施工 .....	195
第五节	现浇框架模板施工 .....	199
第八章	构筑物混凝土施工 .....	204
第一节	水塔混凝土施工 .....	204
第二节	筒仓混凝土施工 .....	205
第三节	烟囱混凝土施工 .....	209
第九章	钢筋混凝土工冬期雨期施工 .....	212
第一节	钢筋混凝土工冬期施工 .....	212
第二节	钢筋混凝土工雨期施工 .....	217
参考文献	.....	219

# 第一章

## 普通混凝土配合比设计

### 第一节 普通混凝土配合比设计步骤和方法

#### 1. 水灰比调配比例不当

水灰比决定着水泥浆的稀稠程度。为获得密实的混凝土,所用的水灰比不宜过小;为保证拌和物有良好的黏聚性和保水性,所用的水灰比又不能过大。水灰比一般以 0.5~0.8 为宜。在此范围内,当混凝土中用水量一定时,水灰比的变化对流动性影响不大。

#### 2. 工人不清楚水泥的适用范围

部分水泥的适用范围见表 1-1。

表 1-1 部分水泥的适用范围

项次	水泥名称	水泥标准编号	基本用途	可用范围	不适用范围	使用注意事项
1	硅酸盐水泥	GB 175—2007	混凝土,钢筋混凝土和预应力混凝土的地上、地下和水中结构		受侵蚀水(海水、矿物水、工业废水等)及压力水作用的结构	使用加气剂可提高抗冻能力

续表

项次	水泥名称	水泥标准编号	基本用途	可用范围	不适用范围	使用注意事项
2	抗碳酸盐硅酸盐水泥	GB 748—2005	受碳酸盐水溶液侵蚀,反复冻融及干湿循环作用的混凝土及钢筋混凝土结构	受硫酸( $\text{SO}_4^{2-}$ 离子浓度在 2500 mg/L 以下)水溶液侵蚀的混凝土及钢筋混凝土结构		配制混凝土的水灰比应小些
3	高抗硫酸盐水泥		受硫酸盐水溶液侵蚀,反复冻融及干湿循环作用的混凝土及钢筋混凝土结构	受硫酸( $\text{SO}_4^{2-}$ 离子浓度在 2500~10000 mg/L 以下)水溶液侵蚀的混凝土及钢筋混凝土结构		严格控制水灰比
4	矾土水泥(高铝水泥)	GB 201—2000	(1)耐热( $< 1300^\circ\text{C}$ )混凝土; (2)抗腐蚀(如弱酸性腐蚀,硫酸盐、镁盐腐蚀)的混凝土和钢筋混凝土	(1)特殊需要的抢修抢建工程; (2)在 $-5^\circ\text{C}$ 以上施工的工程	(1)蒸汽养护的混凝土; (2)连续浇筑的大体积混凝土; (3)与碱液接触的工程; (4)不宜制作薄壁构件	(1)后期强度有下降,混凝土应以最低强度稳定值作为设计强度; (2)不得与硅酸盐水泥、石灰及碱性物质混合; (3)未经试验不得使用外掺剂; (4)钢筋混凝土结构的钢筋保护层应加大 1~2 cm; (5)在混凝土硬化过程中,环境温度不得超过 $30^\circ\text{C}$

### 3. 工人对配合比设计步骤不清楚

- (1) 计算混凝土配制强度,并求出相应的水灰比。
- (2) 选取每立方米混凝土的用水量,并计算出每立方米混凝土的水泥用量。
- (3) 选取砂率,计算粗集料和细集料的用量,并提出供试配用的计算配合比。
- (4) 混凝土配合比试配。
- (5) 混凝土配合比调整。
- (6) 混凝土配合比确定。
- (7) 根据粗集料与细集料的实际含水量,调整计算配合比,确定混凝土施工配合比。

## 第二节 配合比计算

### 1. 混凝土强度达不到标准

解决方法:

- (1) 采用高强度等级水泥。
- (2) 采用干硬性混凝土拌和物。
- (3) 采用湿热处理:分为蒸汽养护和蒸压养护。蒸汽养护是在温度低于 $100^{\circ}\text{C}$ 的常压蒸汽中进行。一般混凝土经 $16\sim 20\text{ h}$ 的蒸汽养护后,强度可达正常养护条件下 $28\text{ d}$ 强度的 $70\%\sim 80\%$ 。蒸压养护是在 $175^{\circ}\text{C}$ 的蒸压釜内进行。在高温高压的条件下,可有效提高混凝土强度。
- (4) 改进施工工艺:加强搅拌和振捣,采用混凝土拌和用水磁化、混凝土裹石搅拌等新技术。
- (5) 加入外加剂:如加入减水剂和早强剂等,可提高混凝土强度。

### 2. 混凝土耐久性达不到标准

抗渗性、抗冻性、抗侵蚀性、抗碳化性以及防止碱-集料反应等,统

称为混凝土的耐久性。提高耐久性的主要措施如下：

(1) 选用适当品种的水泥。

(2) 严格控制水灰比并保证足够的水泥用量。

(3) 选用质量好的砂、石，严格控制集料中的泥及有害杂质的含量。采用级配好的集料。

(4) 适当掺用减水剂和引气剂。

(5) 在混凝土施工中，应搅拌均匀、振捣密实、加强养护等，以增强混凝土的密实性。

### 3. 工人配置的混凝土强度不达标

为了使所配制的混凝土在工程使用时其强度标准值具有不小于 95% 的强度保证率，配合比设计时的混凝土配制强度应高于设计要求的强度标准值。混凝土配制强度按下式计算：

$$f_{\text{cu},0} \geq f_{\text{cu},k} + 1.645\sigma$$

式中： $f_{\text{cu},0}$ ——混凝土配制强度，MPa；

$f_{\text{cu},k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值，MPa；

$\sigma$ ——混凝土强度标准差，MPa。

(1) 遇到下列情况时应提高混凝土配制强度中的“大于”条件：

① 现场条件与实验室条件有显著差异时；

② C30 级及其以上强度等级的混凝土采用非统计方法评定时。

(2) 混凝土强度标准差宜根据同类混凝土统计资料计算确定，并应符合下列规定：

① 计算时，强度试件组数不应小于 25 组。

② 当混凝土强度等级为 C20 级和 C25 级，其强度标准差计算值小于 2.5 MPa 时，计算配制强度用的标准差应取不小于 2.5 MPa；当混凝土强度等级等于或大于 C30 级，其强度标准差计算值小于 3.0 MPa 时，计算配制强度用的标准差应取不小于 3.0 MPa。

③ 当无统计资料计算混凝土强度标准差时，其值应按现行国家标准 GB 50204—2002 的规定取用，见表 1-2。

表 1-2 混凝土强度标准差取值表

混凝土强度等级	<C15	C20~C35	>C35
$\sigma/\text{MPa}$	4	5	6

(3)对预拌混凝土厂和预制混凝土构件厂,其统计周期可取为 1 个月;对现场拌制混凝土的施工单位,其统计周期可根据实际情况确定,但不宜超过 3 个月。

#### 4. 水泥用量超标

根据用水量和灰水比,便可计算  $1\text{ m}^3$  混凝土水泥用量  $m_c$ ,为

$$m_c = \frac{m_c}{m_w} m_w$$

为保证混凝土的耐久性和一定的密实度,采用的水灰比和水泥用量应根据设计要求或满足表 1-3 中最大水灰比和最小水泥用量的要求。如不能满足时,则应采用表 1-3 中规定的数值,此时,在不影响操作的情况下,用水量可不减,增加水泥用量,但配制普通混凝土的水泥用量不应大于  $550\text{ kg/m}^3$ 。

表 1-3 混凝土的最大水灰比和最小水泥用量

环境条件	结构物类别	最大水灰比			最小水泥用量/( $\text{kg/m}^3$ )		
		素混凝土	钢筋混凝土	预应力混凝土	素混凝土	钢筋混凝土	预应力混凝土
干燥环境	正常的居住或办公用房屋内部件	不作规定	0.65	0.60	200	260	300
潮湿环境	无冻害 高湿度的室内部件 室外部件在非侵蚀性土和(或)水中的部件	0.70	0.60	0.60	225	280	300

续表

环境条件		结构物类别	最大水灰比			最小水泥用量/(kg/m <sup>3</sup> )		
			素混凝土	钢筋混凝土	预应力混凝土	素混凝土	钢筋混凝土	预应力混凝土
潮湿环境	有冻害	经受冻害的室外部件 在非侵蚀性土和(或)水中且经受冻害的部件 高湿度且经受冻害的室内部件	0.55	0.55	0.55	250	280	300

## 5. 水灰比比例不正确

(1)根据混凝土配制强度和耐久性要求可按下式计算相应的水灰比:

$$\frac{W}{C} = \frac{m_w}{m_c} = \frac{\alpha f_{ce}}{f_{cu,0} + \alpha_a \alpha_b f_{ce}}$$

式中:  $\alpha_a, \alpha_b$ ——回归系数;

$f_{ce}$ ——水泥 28 d 抗压强度实测值, MPa。

(2)当无水泥 28 d 抗压强度实测值时, 其值可按下式确定:

$$f_{ce} = \gamma_c f_{ce,g}$$

式中:  $\gamma_c$ ——水泥强度等级值的富余系数, 可按实际统计资料确定;

$f_{ce,g}$ ——水泥强度等级值, MPa。

①回归系数  $\alpha_a$  和  $\alpha_b$  应根据工程所使用的水泥、集料, 通过试验由建立的水灰比与混凝土强度关系式确定。

②当不具备试验统计资料时, 回归系数可按表 1-4 采用。

表 1-4 回归系数选用表

石子品种 系数	碎石	卵石	石子品种 系数	碎石	卵石
	0.46	0.48		0.07	0.33

## 6. 粗、细集料用量不正确

### 1) 质量法

质量法是假定混凝土拌和物的表观密度等于各组成材料的质量之和,按以下两式计算:

$$m_{c0} + m_{g0} + m_{s0} + m_{w0} = m_{cp}$$

$$\beta_s = \frac{m_{s0}}{m_{g0} + m_{s0}} \times 100\%$$

式中:  $m_{c0}$ ——每立方米混凝土的水泥用量, kg;

$m_{g0}$ ——每立方米混凝土的粗集料用量, kg;

$m_{s0}$ ——每立方米混凝土的细集料用量, kg;

$m_{w0}$ ——每立方米混凝土的用水量, kg;

$\beta_s$ ——砂率, %;

$m_{cp}$ ——1 m<sup>3</sup> 混凝土拌和物的假定质量, kg, 其值可取 2350~2450 kg。

联立求解即可解得混凝土各组成材料的用量。

### 2) 体积法

体积法是假定 1 m<sup>3</sup> 混凝土的体积应等于各组成材料的绝对体积之和,按以下两式计算:

$$\frac{m_{c0}}{\rho_c} + \frac{m_{g0}}{\rho_g} + \frac{m_{s0}}{\rho_s} + \frac{m_{w0}}{\rho_w} + 0.01\alpha = 1$$

$$\beta_s = \frac{m_{s0}}{m_{g0} + m_{s0}} \times 100\%$$

式中:  $\rho_c$ ——水泥密度, kg/m<sup>3</sup>, 可取 2900~3100 kg/m<sup>3</sup>;

$\rho_g$ ——粗集料的表观密度, kg/m<sup>3</sup>;

$\rho_s$ ——细集料的表观密度, kg/m<sup>3</sup>;

$\rho_w$ ——水的密度, kg/m<sup>3</sup>, 可取 1000 kg/m<sup>3</sup>;

$\alpha$ ——混凝土的含气量百分数, 在不使用引气型外加剂时, 可取为 1。

联立求解可解得混凝土各组成材料的用量及混凝土的配合比。

## 7. 混凝土用水量过多

每立方米混凝土用水量的确定与成型工艺有关。常规成型工艺

的干硬性混凝土或塑性混凝土用水量与粗集料的品种、粒径及施工要求的混凝土拌和物稠度有关。水灰比在 0.4~0.8 范围时,用水量见表 1-5。

表 1-5 中用水量系采用中砂时的平均取值。采用细砂时,每立方米混凝土用水量可增加 5~10 kg;采用粗砂时可减少 5~10 kg。掺用各种外加剂或掺合料时,用水量应相应调整。

表 1-5 干硬性混凝土的用水量  $\text{kg}/\text{m}^3$

拌和物稠度		卵石最大粒径			碎石最大粒径				
项目	指标	10 mm	20 mm	40 mm	16 mm	20 mm	40 mm		
维勃稠度	16~20 s	175	160	145	180	170	155		
	11~15 s	180	165	150	185	175	160		
	5~10 s	185	170	155	190	180	165		
坍落度	10~30 mm	190	170	160	150	200	185	175	165
	35~50 mm	200	180	170	160	210	195	185	175
	55~70 mm	210	190	180	170	220	205	195	185
	75~90 mm	215	195	185	175	230	215	205	195

(1)水灰比小于 0.40 的混凝土以及采用特殊成型工艺(如碾压等)的混凝土用水量应通过试验确定。

(2)不掺外加剂的流动性和大流动性混凝土的用水量以表 1-5 中坍落度 90 mm 的用水量为基础,按坍落度每增大 20 mm 时用水量增加 5 kg 计算。掺外加剂的混凝土用水量可按下式计算:

$$m_{wa} = m_{w0}(1 - \beta)$$

式中:  $m_{wa}$ ——掺外加剂混凝土每立方米混凝土的用水量,kg;

$m_{w0}$ ——未掺外加剂混凝土每立方米混凝土的用水量,kg;

$\beta$ ——外加剂的减水率(应经试验确定)。

## 8. 砂率达不到标准

砂率是指砂的质量占砂、石总质量的百分率。砂率可根据本单位对所用材料的使用经验确定,如无使用经验,可按集料品种、规格及混

凝土的水灰比参照表 1-6 选用。

表 1-6 混凝土砂率

%

水灰比( $m_w/m_c$ )	卵石最大粒径			碎石最大粒径		
	15 mm	20 mm	40 mm	10 mm	20 mm	40 mm
0.40	30~35	29~34	27~32	26~32	25~31	24~30
0.50	33~38	32~37	30~35	30~35	29~34	28~33
0.60	36~41	35~40	33~38	33~38	32~37	31~36
0.70	39~44	38~43	36~41	36~41	35~40	34~39

注:(1)表中数值系中砂的选用砂率,对粗砂或细砂,可相应地增加或减少砂率。

(2)本表适用于坍落度为 16~60 mm 的混凝土,坍落度如大于 60 mm 或小于 10 mm 时,应相应地增加或减小砂率。

(3)只用一个单粒级粗集料配制混凝土时,砂率值应适当增大。

## 第一节 混凝土的运输

### 1. 混凝土搅拌运输车运输过程中出现离析现象

输送过程中,应保持混凝土的均匀性,避免产生分层离析现象,混凝土运至浇筑地点,应符合浇筑时所规定的坍落度(表 2-1);运输工作应保证混凝土的浇筑工作连续进行;运送混凝土的容器应严密,其内壁应平整光洁,不吸水,不漏浆,黏附的混凝土残渣应经常清除。

表 2-1 混凝土浇筑时的坍落度

mm

结构种类	坍落度
基础或地面等的垫层、无配筋的厚大结构(挡土墙、基础或厚大的块体等)或配筋稀疏的结构	10~30
板、梁和大型及中型截面的柱子等	30~50
配筋密列的结构(薄壁、斗仓、筒仓、细柱等)	50~70
配筋特密的结构	70~90

注:(1)本表系指采用机械振捣的坍落度,采用人工捣实时可适当增大。

(2)需要配制大坍落度混凝土时,应掺用外加剂。

(3)曲面或斜面结构的混凝土,其坍落度值应根据实际需要另行选定。

(4)轻集料混凝土的坍落度,宜比表中数值减少 10~20 mm。

(5)自密实混凝土的坍落度另行规定。

### 2. 混凝土输送超出规定的时间

混凝土应以最少的转载次数和最短的时间,从搅拌地点运至浇筑地点。混凝土从搅拌机中卸出后到浇筑完毕的延续时间应符合表 2-2