

简洁实用、简明快捷，
一套并不简单的施工实战工具书！

建筑施工快速计算 实例解读 混凝土工程

魏文彪 主编

百家施工
企业推荐

4 大优势

- 1 超大量施工计算实例；
- 2 瞬间理清思路、解决问题；
- 3 加强基础知识讲解、分类列举实例；
- 4 大幅提高工作效率。

精准的
计算公式

+

典型的
计算范例

+

清晰的
计算原理

= 快速解决计算难题

建筑施工快速计算实例解读

混凝土工程

魏文彪 主编

▲江苏人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

混凝土工程/魏文彪 主编.

—南京:江苏人民出版社,2011.11

(建筑施工快速计算实例解读)

ISBN 978-7-214-07444-7

I. ①混… II. ①魏… III. ①混凝土工程—工程计算 IV. ①TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 192740 号

混凝土工程

魏文彪 主编

责任编辑:翟永梅 蒋卫国

责任印制:马琳

出版:江苏人民出版社(南京湖南路1号A楼 邮编:210009)

发行:天津凤凰空间文化传媒有限公司

销售电话:022-87893668

网址:<http://www.ifengspace.cn>

集团地址:凤凰出版传媒集团(南京湖南路1号A楼 邮编:210009)

经销:全国新华书店

印刷:北京亚通印刷有限责任公司

开本:710 mm×1000 mm 1/16

印张:23.25

字数:455千字

版次:2011年11月第1版

印次:2011年11月第1次印刷

书号:ISBN 978-7-214-07444-7

定价:52.00元

(本书若有印装质量问题,请向发行公司调换)

建筑施工快速计算实例解读

编写委员会

主 任：魏文彪

副主任：周 胜

委 员：李 伟 侯永利 张建边 施殿宝 郭爱云
李 鑫 姚建国 姜 海 潘雪峰 郭俊峰
张永福 闫 盈 李奎江 高海静 吕 君
王秋艳 袁锐文 张永方 孙丹月

内 容 提 要

本书主要包括：混凝土工程施工快速计算、大体积混凝土裂控工程施工快速计算、预应力混凝土工程施工快速计算和模板工程施工快速计算。

本书例举了大量施工计算实例，简明扼要、通俗易懂，具有很强的实用性，可供施工技术人员使用，也可以供大中专院校土建专业师生参考。

前 言

我国建筑业蓬勃发展，建筑施工和管理亦步入信息化时代，工程质量和施工操作安全的检测、控制，除了对其进行一般的定性分析外，还常常需要对施工的各个方面进行必要的、严格精确的施工计算，做到心中有数，使施工活动更加科学可靠，以确保工程质量和施工安全，以期用科学定量的方法获得最优的施工技术效果和经济效益。

施工计算是一门复杂的、多学科的计算技术，是一种纯粹为施工控制和管理而进行的计算。与一般结构计算相比，施工计算具有实用性强、涉及面广的特点，除了需要应用一般的专业计算知识外，还常需要把其他各专业学科知识渗透、融合到施工计算中，因此，难度相对较大。虽然有的书籍对其有些零星介绍，但很不全面，因此迫切需要一套集中论述包括施工各个方面的施工计算手册作为施工参考和指导。

本丛书重点介绍了工业与民用建筑施工中各方面常用到的典型、先进、成熟、具有普遍意义的分析与计算方法，以便相关人员根据具体情况灵活地参照应用。读者遇到有关施工中的计算问题，一般查阅本丛书就可以基本得到解决。

本丛书编写目的旨在满足从事建筑施工的广大技术人员和高级技工的迫切需要，为他们提供一套施工计算方面的简明、实用、新颖、内容丰富、系统、全面的施工计算参考资料，以期增进其知识积累，帮助解决一些现场施工实际计算问题，有利于其工作开展及技术素质、现代化管理水平的提高，从而提高工程质量，推动建筑企业创新和发展，适应现代化建筑施工技术飞速发展的迫切需要。

本丛书共包括以下5分册：

- (1)《地基与基础工程》；
- (2)《建筑结构工程》；

(3) 《钢筋工程》;

(4) 《混凝土工程》;

(5) 《建筑施工现场设施》。

本丛书的编写主要根据现行的国家设计规范和施工验收规范及有关技术规程、标准、手册等,同时亦将近十年来国内各技术杂志、技术文献中出现的最新计算成果,尽可能地吸取和反映了进来。

在编写过程中作者虽尽了最大努力,但限于学识和时间,书中难免存在问题和不完备之处,敬请读者批评指正,以期在修订时,加以改正,使本书更加完善。

编 者

2011年10月

目 录

第一章 混凝土工程施工快速计算	(1)
计算 1 普通混凝土配合比计算	(1)
计算 2 粉煤灰混凝土配合比计算	(12)
计算 3 掺外加剂混凝土配合比计算	(16)
计算 4 抗渗混凝土配合比计算	(20)
计算 5 抗冻混凝土和轻骨料混凝土配合比计算	(24)
计算 6 砂的细度模数和平均粒径计算	(38)
计算 7 砂石堆体积计算	(41)
计算 8 混凝土施工骨料含水量的计算	(43)
计算 9 混凝土搅拌配料计算	(44)
计算 10 混凝土浇灌计算	(45)
计算 11 混凝土初凝时间和用量的计算	(47)
计算 12 混凝土泵车或泵输送施工计算	(49)
计算 13 补偿收缩混凝土施工计算	(54)
计算 14 混凝土强度的换算和推算	(55)
计算 15 混凝土弹性模量的推算	(58)
计算 16 混凝土碳化深度计算	(59)
计算 17 混凝土强度评定计算	(60)
计算 18 混凝土构件蒸汽养护计算	(66)
计算 19 混凝土构件计算	(69)
计算 20 加大截面法加固混凝土计算	(106)
计算 21 预应力加固混凝土计算	(110)
计算 22 外包钢加固混凝土计算	(120)
计算 23 粘钢加固混凝土计算	(129)

计算 24 粘碳纤维加固混凝土	(133)
第二章 大体积混凝土裂控工程施工快速计算	(141)
计算 1 混凝土温度变形值计算	(141)
计算 2 混凝土和钢筋混凝土极限拉伸值计算	(141)
计算 3 混凝土热工性能计算	(142)
计算 4 混凝土拌和温度计算	(147)
计算 5 混凝土掺冰屑拌和温度计算	(150)
计算 6 混凝土浇筑温度计算	(151)
计算 7 水化热计算	(153)
计算 8 混凝土收缩值和收缩当量温差计算	(158)
计算 9 混凝土弹性模量和变形系数计算	(160)
计算 10 大体积混凝土自约束裂缝控制施工计算	(163)
计算 11 外约束裂缝控制施工计算	(165)
计算 12 混凝土表面温度裂缝控制计算	(176)
计算 13 混凝土保温养护缝控制所需保温(隔热)材料的厚度计算 ..	(178)
计算 14 混凝土蓄水养护裂缝控制计算	(179)
计算 15 混凝土和钢筋混凝土结构伸缩缝间距计算	(181)
计算 16 混凝土和钢筋混凝土结构位移值计算	(186)
第三章 预应力混凝土工程施工快速计算	(189)
计算 1 预应力墩式台座计算	(189)
计算 2 预应力槽式台座计算	(197)
计算 3 预应力换埋式台座计算	(204)
计算 4 普通混凝土台面计算	(206)
计算 5 预应力混凝土台面计算	(207)
计算 6 预应力筋张拉力计算	(211)
计算 7 预应力筋有效预应力值计算	(212)
计算 8 预应力张拉控制计算	(213)
计算 9 预应力筋张拉伸长值计算	(216)
计算 10 预应力筋多曲线段伸长值计算	(218)
计算 11 预应力筋抛物线形曲线伸长值计算	(220)
计算 12 预应力钢丝束下料长度计算	(222)
计算 13 预应力钢绞线下料长度计算	(223)
计算 14 冷拉钢筋下料长度计算	(225)

计算 15	长线台座预应力钢筋计算	(227)
计算 16	预应力损失值计算	(230)
计算 17	预应力筋分批张拉计算	(239)
计算 18	预应力筋叠层张拉计算	(241)
计算 19	预应力筋放张施工计算	(243)
第四章	模板工程施工快速计算	(249)
计算 1	混凝土模板用量计算	(249)
计算 2	混凝土对模板的侧压力计算	(252)
计算 3	作用在水平模板上的冲击荷载计算	(255)
计算 4	模板拉杆计算	(258)
计算 5	模板支承钢楞计算	(262)
计算 6	模板柱箍计算	(267)
计算 7	钢管支撑计算	(272)
计算 8	钢管脚手模板支撑架计算	(275)
计算 9	门式钢管脚手模板支撑架计算	(278)
计算 10	混凝土模板计算	(281)
计算 11	梁模板计算	(290)
计算 12	柱模板计算	(299)
计算 13	墙模板计算	(306)
计算 14	梁模板简易计算	(309)
计算 15	柱模简易计算	(315)
计算 16	墙模板简易计算	(319)
计算 17	模板构件的临界长度计算	(321)
计算 18	大模板的强度与挠度计算	(325)
计算 19	大模板的稳定性简易分析与计算	(337)
计算 20	液压滑动模板施工计算	(339)
计算 21	滑模支承杆承载力及需要数量计算	(348)
计算 22	地脚螺栓锚固深度计算	(350)
计算 23	预埋铁件简易计算	(358)
参 考 文 献		(361)

第一章 混凝土工程施工快速计算

计算 1 普通混凝土配合比计算



基础知识

1. 普通混凝土配合比设计

混凝土配合比设计应包括配合比的计算、试配和调整等步骤。进行混凝土配合比设计时,应首先按下列步骤计算供试配用的混凝土配合比。

(1) 计算要求的试配强度

混凝土配制强度根据设计的混凝土强度等级按下式计算:

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

式中 $f_{cu,o}$ ——混凝土配制强度(MPa);

$f_{cu,k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值(MPa);

σ ——混凝土强度标准差(MPa);

1.645——保证率系数。

σ 的取值,如有近期混凝土强度的统计资料时,可按下式求得:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M f_{cu,i}^2 - N\mu_{f_{cu}}^2}{N-1}} \quad (1-2)$$

式中 $f_{cu,i}$ ——统计周期内同一品种混凝土第 i 组试件的强度值(MPa);

$\mu_{f_{cu}}$ ——统计周期内同一品种混凝土 N 组强度的平均值(MPa);

N ——统计周期内同一品种混凝土试件的总组数, $N \geq 25$ 。

当混凝土强度等级为 C20、C25,其强度标准差计算值低于 2.5 MPa 时,计算配制强度用的标准差应取用 2.5 MPa;当强度等级等于或大于 C30,其强度标准差计算值低于 3.0 MPa 时,计算配制强度用的标准差应取 3.0 MPa。如施工单位无近期统计资料时, σ 可按表 1-1 取用。

混凝土的施工试配强度,亦可根据混凝土强度等级和强度标准差采用插值法直接由表 1-2 确定。

表 1-1

 σ 值

(单位:MPa)

混凝土强度等级	低于 C20	C20~C35	高于 C35
σ	4.0	5.0	6.0

表 1-2

混凝土施工配制强度

(单位:MPa)

强度标准差		2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0
强度等级	C7.5	10.8	11.6	12.4	14.1	15.7	17.4
	C10	13.3	14.1	14.9	16.6	18.2	19.9
	C15	18.3	19.1	19.9	21.6	23.2	24.9
	C20	24.1	24.1	24.9	26.6	28.2	29.9
	C25	29.1	29.1	29.9	31.6	33.2	34.9
	C30	34.9	34.9	34.9	36.6	38.2	39.9
	C35	39.9	39.9	39.9	41.6	43.2	44.9
	C40	44.9	44.9	44.9	46.6	48.2	49.9
	C45	49.9	49.9	49.9	51.6	53.2	54.9
	C50	54.9	54.9	54.9	56.6	58.2	59.9
	C55	59.9	59.9	59.9	61.6	63.2	64.9
	C60	64.9	64.9	64.9	66.6	68.2	69.6

注:混凝土强度标准差按式 1-2 进行计算。

(2) 计算要求的水灰比

根据试配强度、水泥强度等级及骨料种类按下式计算混凝土所需水灰比。

$$\frac{W}{C} = \frac{\alpha_a f_{ce}}{f_{cu,0} + \alpha_a \alpha_b f_{ce}} \quad (1-3)$$

式中 $\frac{W}{C}$ ——混凝土所要求的水灰比; W ——每立方米混凝土的用水量(kg); C ——每立方米混凝土的水泥用量(kg); f_{ce} ——水泥的实际强度(MPa);无水泥实际强度数据时, f_{ce} 值可按下式确定

$$f_{ce} = \gamma_c f_{ce,k} \quad (1-4)$$

 $f_{ce,k}$ ——水泥强度等级的标准值(MPa); γ_c ——水泥强度等级标准值的富余系数,按实际统计资料确定,无资料时,一般取 $\gamma_c = 1.13$; $f_{cu,0}$ ——混凝土配制强度(MPa); α_a 、 α_b ——回归系数,根据工程所使用的水泥、骨料和通过试验建立水灰比

与混凝土关系确定;无试验统计资料时,其回归系数对碎石混凝土 α_a 可取 0.46, α_b 可取 0.07;对卵石混凝土 α_a 可取 0.48, α_b 可取 0.33。

计算所得的混凝土水灰比应与普通混凝土配合比设计规程中混凝土的最大水灰比和最小水泥用量表进行核对,如大于该表数值,应按表 1-3 取用。

表 1-3 混凝土的最大水灰比和最小水泥用量

项次	环境条件		结构物类别	最大水灰比值		最小水泥用量/kg	
				素混凝土	钢筋混凝土	素混凝土	钢筋混凝土
1	干燥环境		正常的居住或办公用房屋内	不作规定	0.65 (6.0)	200	260 (300)
2	潮湿环境	无冻害	高湿度的室内 室外部件 在非侵蚀性土和 (或)水中的部件	0.70	0.6 (0.60)	225	280 (300)
		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)
3	有冻害和除冰剂的潮湿环境		经受冻害和除冰剂作用的室内和室外部件	0.50	0.50 (0.50)	300	300 (300)

注:① 当用活性掺和料取代部分水泥时,表中的最大水灰比及最小水泥用量即为替代前的水灰比和水泥用量。

② 括号内数字为预应力混凝土相应数值。

(3) 选取混凝土的单位用水量

根据施工要求,按表 1-4 选取混凝土浇筑时的坍落度,然后再根据坍落度及骨料的品种、粒径选取单位体积混凝土的用水量 m_{w0} 。用水量一般可根据施工单位所用材料按经验取用或参照表 1-5 选用。

表 1-4 混凝土浇筑时的坍落度

项次	结构种类	坍落度/mm
1	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
2	板、梁及大型或中型截面的柱子等	30~60
3	配筋密列的结构(薄壁、斗仓、筒仓、细柱等)	50~70
4	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。

表 1-5 干硬性和塑性混凝土的用水量 (单位:kg/m³)

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

注:① 本表用水量系采用中砂时的平均取值,如采用细砂,每立方米混凝土用水量可增加 5~10 kg,采用粗砂则可减少 5~10 kg。

② 本表不适用水灰比小于 0.4 或大于 0.8 时的混凝土以及采用特殊成型工艺的混凝土。

③ 掺用各种外加剂或掺和料时,用水量应予以相应调整。

(4) 计算水泥用量

水泥用量可根据已定的用水量和灰水比按下式计算:

$$m_{co} = \frac{m_{wo}}{W/C} \quad (1-5)$$

式中 m_{co} ——每立方米混凝土的水泥用量(kg/m³);

m_{wo} ——每立方米混凝土的用水量(kg/m³);

其他符号意义同前。

计算所得的水泥用量小于表 1-3 所规定的最小水泥用量时,则应按表 1-3

取用。混凝土的最大水泥用量不宜大于 550 kg/m^3 。

(5) 选取砂率

砂率为砂子的重量与砂石总重量的百分率。一般根据施工单位对所用材料的使用经验选用合理的数值。如无使用经验,可按骨料品种、规格及混凝土的水灰比在表 1-6 的范围内选用。

表 1-6

混凝土砂率选用表

(单位: %)

水灰比(W/C)	卵石最大粒径/mm			碎石最大粒径/mm		
	10	20	40	16	20	40
0.40	26~32	25~31	24~30	30~35	29~34	27~32
0.50	30~35	29~34	28~33	33~38	32~37	30~35
0.60	33~38	32~37	31~36	36~41	35~40	33~38
0.70	36~41	35~40	34~39	39~44	38~43	36~41

注:① 表中数值系中砂的选用砂率。对细砂或粗砂,可相应地减少或增加砂率。

② 本表适用于坍落度为 $1\sim 6 \text{ cm}$ 的混凝土,坍落度如大于 6 cm 或小于 1 cm 时,应相应地增加或减少砂率。

③ 只用一个单粒级粗骨粒配制混凝土时,砂率值应适当增加。

④ 掺有各种外加剂或外掺混合料时,其合理砂率值应经试验或参照其他有关规定选用。

⑤ 配制大流动性泵送混凝土时,砂率宜提高至 $40\%\sim 43\%$ (中砂) 为准,对薄壁构件砂率取大值。

(6) 计算粗细骨料用量

在已知混凝土用水量、水泥用量和砂率的情况下,可用体积法和重量法求出粗、细骨料的用量。

1) 体积法。

体积法又称绝对体积法,系假定混凝土组成材料绝对体积的总和等于混凝土的体积,从而得到下列方程式,解之,即可求得粗细骨料用量。

$$\frac{m_{co}}{\rho_c} + \frac{m_{go}}{\rho_g} + \frac{m_{so}}{\rho_s} + \frac{m_{wo}}{\rho_w} + 10\alpha = 1000 \quad (1-6)$$

$$\beta_s = \frac{m_{so}}{m_{so} + m_{go}} \times 100\% \quad (1-7)$$

式中 m_{co} ——每立方米混凝土的水泥用量(kg/m^3);

m_{go} ——每立方米混凝土的粗骨料用量(kg/m^3);

m_{so} ——每立方米混凝土的细骨料用量(kg/m^3);

m_{wo} ——每立方米混凝土的用水量(kg/m^3);

ρ_c ——水泥的密度(kg/m^3),一般取 $\rho_c = 2900\sim 3100$;

ρ_g ——粗骨料的视密度(kg/m^3);

ρ_s ——细骨料的视密度(kg/m^3);

ρ_w ——水的密度(kg/m^3),一般取 $\rho_w=1000$;

a ——混凝土含气量百分数(%);当不使用含气型外加剂时,取 $a=1$;

β_s ——砂率(%).

2) 重量法。

重量法又称假定重量法。系先假定一个混凝土拌和物密度,从而根据各材料之间的重量关系,求出单位体积混凝土的骨料总用量(重量),进而分别求出粗、细骨料的重量,其计算式如下:

$$\begin{cases} m_{co} + m_{go} + m_{so} + m_{wo} = \rho_h & (1-8) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \beta_s = \frac{m_{so}}{m_{so} + m_{go}} \times 100\% & (1-9) \end{cases}$$

粗细骨料用量可按式计算:

$$m_{go} = (m_{go} + m_{so}) - m_{so} \quad (1-10)$$

$$m_{so} = (m_{go} + m_{so}) \times \beta_s \quad (1-11)$$

式中 ρ_h ——混凝土拌和物的假定密度(kg/m^3);可根据单位累积的试验资料确定。如无资料的,可根据骨料的密度、粒径以及混凝土强度等级在 $\rho_h=2400 \sim 2450 \text{ kg}/\text{m}^3$ 的范围内选用。

其他符号意义同体积法。

(7) 确定试配用混凝土配合比

求出混凝土各组成材料用量后,则试配用混凝土的重量比为

$$m_{co} : m_{go} : m_{so} : m_{wo} \quad (1-12)$$

$$\left\{ \begin{aligned} 1 : \frac{m_{go}}{m_{co}} : \frac{m_{so}}{m_{co}} : \frac{m_{wo}}{m_{co}} \end{aligned} \right. \quad (1-13)$$

或

$$\left\{ \begin{aligned} \beta_s = \frac{m_{so}}{m_{go} + m_{so}} \times 100\% \end{aligned} \right. \quad (1-14)$$

符号意义同前。

2. 混凝土配合比的试配、调整与确定

(1) 试配与调整

试配混凝土配合比确定后,首先用施工所用的原材料进行试配,以检查拌和物的性能。当试拌得出的拌和物坍落度或维勃稠度不能满足要求,或黏聚性和保水性能不好时,应在保证水灰比不变的条件下相应调整用水量或砂率,直到符合要求为止。并据此提出供混凝土强度试验用的基准配合比。

制作混凝土强度试块时,至少应采用三个不同的配合比,其中一个是按上述方法得出的基准配合比,另外两个配合比的水灰比,应较基准配合比分别增加或减少 0.05,其用水量与基准配合比相同,砂率可分别增加或减少 1%。当

不同水灰比的混凝土拌和物坍落度与要求值相差超过允许偏差时,可以通过增、减用水量进行调整。

制作混凝土强度试块时,尚应检验混凝土的坍落度或维勃稠度、黏聚性、保水性及拌和物表观密度等,并以此结果作为代表这一配合比的混凝土拌和物的性能。

每种配合比应至少制作一组(三块)试块,标准养护 28 d 后进行试压,混凝土立方体试件的边长不应小于表 1-7 的规定。

表 1-7 混凝土立方体试件的边长

项次	骨料最大粒径/mm	试件边长/mm
1	31.5 及以下	100×100×100
2	40	150×150×150
3	60	200×200×200

(2) 配合比的确定

经过试配和调整以后,便可按照所得的结果确定混凝土的施工配合比。由试验得出的各灰水比的混凝土强度,用作图法或计算法求出与混凝土配制强度($f_{cu,0}$)相对应的灰水比,这样,初步定出混凝土所需的配合比,并按下列原则确定每立方米混凝土的材料用量。

1) 用水量(m_w) 取基准配合比中的用水量,并根据制作强度试件时测得的坍落度或维勃稠度,进行调整。

2) 水泥用量(m_c) 应以用水量乘以选定出的灰水比计算确定。

3) 粗骨料(m_g) 和细骨料(m_s) 用量,取基准配合比中的粗骨料和细骨料用量,并按选定的灰水比进行适当调整。

当配合比经试验确定后,应按下列步骤校正。

1) 根据上文所述确定的材料用量。按下式计算混凝土的表观密度计算值:

$$\rho_{c,c} = m_w + m_c + m_s + m_g \quad (1-15)$$

2) 按下式计算混凝土配合比的校正系数:

$$\delta = \frac{\rho_{c,t}}{\rho_{c,c}} \quad (1-16)$$

式中 $\rho_{c,t}$ ——混凝土表观密度实测值(kg/m^3);

$\rho_{c,c}$ ——混凝土表观密度计算值(kg/m^3)。

当混凝土表观密度实测值与计算值之差的绝对值不超过计算值的 2% 时,则按以上试配的配合比应为最终确定的设计配合比;当二者之差超过 2% 时,应将配合比中每项材料用量均乘以校正系数 δ 值,即为最终确定的混凝土设计配合比。

3) 施工时,再根据粗、细骨料含水率,按下式计算确定施工配合比:

$$\text{水泥} \quad m'_{co} = m_{co} \quad (1-17)$$