

现代建筑技术实用丛书

混凝土工程新技术

傅 温 主 编
王宏彬 副主编



中国建材工业出版社

现代建筑技术实用丛书

混凝土工程新技术

傅 温	主 编
王宏彬	副主编

中国建材工业出版社

(京) 新登字 177 号

内容提要

本书为现代建筑技术实用丛书之一。该书比较全面系统地介绍了目前国内外各种混凝土工程新技术, 包括多项特种混凝土, 有高强混凝土、高效混凝土、纤维增强混凝土、彩色混凝土、泵送混凝土、树脂混凝土、沥青混凝土、沸石粉混凝土、明矾石混凝土、粉煤灰混凝土及普通混凝土搅拌、成型、养护、切割的新材料、新工艺、新设备, 如无滤布吸垫、水磁化、配合比诺模图等; 混凝土原材料、拌合物和混凝土工程检测新技术, 如0.5 h快速推定混凝土强度、新拌混凝土流变性能测定、拉拔法等; 还有多种类型模板及其施工技术, 如飞模、提模、爬模、筒子模、隧道模、竹胶合模、钢框胶合模、喷塑钢模等。本书主要读者对象为建筑、建材、市政、公路、铁路、机械、水利、电力、冶金、化工、煤矿等工程设计、科研和施工人员, 也可作为大专院校、技工学校师生的参考书。

现代建筑技术实用丛书

混凝土工程新技术

傅 温 主 编

王宏彬 副主编

*

中国建材工业出版社

(北京百万庄国家建材局内 邮政编码: 100831)

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经销

百善印刷厂(北京昌平)印装

*

开本: 787×1092mm 1/16 印张: 47.25 字数: 1180千字

1994 年第 1 版第 1 次印刷 印数: 6000册

ISBN 7-80090-296-X/TU·51 定价: 36.80 元

努力推廣科技
成果不斷提高
隊伍素質

題現代建築技術實用叢書

癸丑年冬 葉如棠



中華人民共和國建設部副部長葉如棠
為現代建築技術實用叢書題詞

现代建筑技术实用丛书顾问

许溶烈

《混凝土工程新技术》编辑委员会委员

王铁梦	冯乃谦
王福春	孟凡宗
鲍 威	朱福民
孔淑英	王学洲
李铁臣	张良杰
仲晓林	吴文俊
冯才兴	汪大林
张晓林	王绍民
韩本正	张仁瑜
徐有邻	戴振国
杨永建	丁林宝
王书亭	张凤梧
王宏彬	傅 温

目次

普通混凝土初步计算配合比诺模图	(1)
现场搅拌混凝土配合比调整	(6)
振动挤压混凝土配合比设计	(11)
微膨胀混凝土的配合比设计	(16)
水下浇筑混凝土配合比	(19)
混凝土泵选择经验公式	(29)
MCCS 系列混凝土搅拌站(楼)微机自动控制系统	(30)
JD250 型混凝土搅拌机	(34)
MC80-3 型混凝土搅拌微机控制系统	(41)
国外高强混凝土制备	(47)
混凝土拌合用水磁化技术	(56)
混凝土裹砂石搅拌法	(60)
泵送混凝土施工	(61)
现浇钢筋混凝土结构工程小流水施工	(68)
露天长线台座施工技术	(79)
预应力混凝土多孔板内振拉模施工技术	(83)
化学灌浆技术	(87)
酷暑期混凝土施工	(91)
混凝土流变度控制	(95)
流态混凝土坍落度损失控制	(100)
混凝土小砌块建筑施工技术	(106)
混凝土垂直面真空脱水工艺	(111)
混凝土真空脱水新型无滤布吸垫	(116)
水泥浆体学说及其表达式	(122)
厚楼板混凝土分层浇筑施工	(128)
机械化喷射混凝土施工技术	(131)
施工缝的预留方法	(142)
大体积混凝土施工“保温法”	(148)
超长大体积混凝土裂缝控制	(153)
利用太阳能养护钢筋混凝土构件	(159)
混凝土制品循环湿热空气养护工艺	(165)
混凝土负温养护工艺	(170)
混凝土冬期综合养护工艺	(177)
裂缝灌浆修补技术	(186)

钢筋混凝土基础内部缺陷压浆补强技术	(193)
用喷射混凝土修复烧损钢筋混凝土建筑物	(197)
RI-1 系列钢筋阻锈剂	(204)
851 系列高效隔离剂	(211)
JS 系列混凝土脱模剂	(213)
混凝土防碳化涂料	(222)
用养护剂养护水泥混凝土	(227)
YJ-3 缓凝高效减水剂	(234)
XP 早强高效减水剂及工程应用	(242)
预制混凝土圆孔板生产机具	(246)
高强混凝土	(249)
高强混凝土技术	(266)
大型水池沥青混凝土施工技术	(278)
彩色混凝土颜料及其对混凝土性能的影响	(290)
特快硬水泥混凝土	(294)
高效能混凝土 (HPC)	(299)
明矾石膨胀混凝土	(303)
碳纤维增强混凝土	(308)
掺沸石粉混凝土	(312)
掺 F 矿粉混凝土技术	(316)
沸石粉混凝土技术	(322)
粉煤灰混凝土技术	(331)
高强粉煤灰混凝土	(338)
高粉煤灰掺量高流动性高强混凝土	(347)
高性能 FKJ 混凝土	(352)
泵送混凝土技术	(358)
YJ-2 型减水剂和粉煤灰配制的泵送混凝土	(365)
树脂混凝土	(370)
钢纤维混凝土	(375)
CGM 灌浆料	(379)
低聚灰比聚合物水泥混凝土	(385)
自防水混凝土技术	(390)
成熟度计及其应用	(399)
新拌混凝土流变性能测定仪	(402)
混凝土硬化强度依“自缩吸水率”的检测	(405)
射钉法检测混凝土强度	(406)
用电位滴定法测定混凝土外加剂中氯离子含量	(412)
热电偶测温技术	(420)
流态混凝土分层度测定	(423)

预制构件外观质量及尺寸偏差检验	(427)
预制混凝土构件结构性能检验	(433)
碳化钙气压法快速测定砂子含水率	(440)
0.5h 快速推定混凝土强度	(445)
混凝土早期强度估算法	(453)
混凝土强度拔出法检测技术	(456)
JDL-I、JSL-II 型混凝土强度测试拉拔仪	(469)
混凝土抽样的误差和偏倚	(473)
便携式建筑电子测温仪	(481)
混凝土拌合物中水泥含量快速分析法	(484)
用成熟度推测混凝土早期强度	(489)
混凝土强度检测新技术	(497)
混凝土强度拉拔法测试技术	(500)
冲击反射法检测混凝土内部缺陷与厚度	(504)
SS-I 型砂, 石碱活性快速测定仪	(508)
工程混凝土质量检测	(513)
工程混凝土强度测试仪	(518)
现浇混凝土模板简易计算	(525)
预制构件钢模板实用变形算法应用	(530)
钢框胶合板半隧道模板	(533)
钢框胶合板三铰链筒子模	(540)
框架梁钢木合用模板支模	(544)
静电喷塑钢模板	(548)
钢框高强胶合模板	(552)
高空无支架吊挂支模施工	(559)
钢框胶合板折叠式楼面梁板移动台模	(562)
盒子房屋构件整浇成型自动脱模模板	(566)
定型钢模板组合刚度利用	(569)
组合钢模板拉条固定法	(576)
全现浇剪力墙结构楼板组合式飞模施工	(583)
钢框胶合板组合模板	(587)
钢框胶合板模板在桥梁工程上的应用技术	(594)
水泥筒仓提模施工	(599)
单向铰提模施工	(603)
现浇框架柱电动滑模施工	(610)
多层楼板支模二次支撑	(616)
自动爬升模板	(619)
预制构件钢模板新技术	(622)
GZ 工具式早拆支模技术	(626)

气动拆模玻璃钢模壳	(633)
国外现浇混凝土模板	(637)
废归钢模板整修技术	(654)
带助钢筋挤压连接技术	(657)
钢筋电渣压力焊新技术与应用	(661)
MH-36 型钢筋对焊机应用技术	(664)
优选混凝土外加剂厂家产品名录	(676)
附优秀专业厂家产品简介	
阜新市矿山机械厂	(679)
北京市建筑工程研究院、郑州建筑模板总厂	(682)
青岛瑞达模板总公司	(683)
北京市北新施工技术研究所	(686)
北京利建模板公司	(692)
北京市奥宇模板厂	(698)
北京星河模板脚手架工程有限公司	(699)
北京第一通用机械厂	(701)
北京冶建新技术公司	(702)
冶金部建筑研究总院机械室	(704)
河北省高碑店市焊接设备厂	(705)
无锡县新兴钢筋焊接设备厂	(706)
无锡市华南实验仪器有限公司	(707)
郑州市长城建筑机械厂	(710)
郑州市管城中州建筑钢模板厂	(712)
北京市建筑工程研究院模板脚手架开发部	(713)
北京铁路工程总公司机械厂	(715)
北京宏达建筑仪器经营部	(716)
北京市融新施工技术开发公司	(717)
北京海淀华迪合成材料联合有限公司	(719)
北京市密云县机械厂	(721)
北京市琉璃河水泥厂特殊水泥试验厂	(723)
上海广厦施工技术开发公司	(725)
新华金属制品有限公司	(726)
河北省石家庄市自动化研究所	(728)
广州市光华建材机械厂	(729)
核工业国营二一〇厂	(730)
苏州市苏京异型模板厂	(732)
江阴市金凤公路机械厂	(733)
宜兴矿山机械厂	(734)
山东省寿光混凝土外加剂厂	(736)

陕西省建三公司新型建筑机械修造厂	(737)
锦州市东电水泥厂	(739)
荣河光明助剂厂	(740)
混凝土抗压强度最新检测技术	(741)

普通混凝土初步计算配合比诺模图

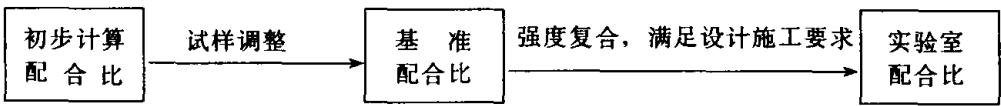
普通混凝土是由水泥、砂、石子和水组成的一种复合材料，其配合比是指这几种材料用量之间的比例关系，有时还注明外加剂用量。一般情况下采用重量比，即以每 m^3 混凝土所用水泥 (C)、水 (W)、砂 (S) 和石子 (G) 的重量表示。也可以水泥重量为 1 来表示其它 3 种材料用量的相对关系。

混凝土的基本性质取决于原材料本身的特性及其相对含量。其衡量参数为水灰比 (W/C)、单位用水量 (W) 和砂率 (S_p)，统称为混凝土配合比设计三要素。确定这三要素的基本原则是：

- (1) 在满足抗压强度、耐久性的条件下，取水灰比较大值。
- (2) 在符合坍落度要求的条件下，取单位用水量较小值。
- (3) 在满足粘聚性要求的条件下，取砂率较小值。

混凝土配合比设计任务，就是要根据原材料的技术性能和施工条件，合理选择原材料，并确定出能满足工程要求的技术经济指标的各项材料用量。

设计步骤是由初步计算配合比经试验室进行试样调整，得出基准配合比，然后经强度复核定出满足设计和施工要求并比较经济合理的实验室配合比，即



1 普通混凝土配合比设计的数学模型

1.1 两种方法

1.1.1 绝对体积法

该法认为混凝土材料的体积等于水泥、砂、石和水 4 种材料的绝对体积和含空气体积之和，即

$$\frac{C}{\gamma_c} + \frac{W}{\gamma_w} + \frac{S}{\gamma_s} + \frac{G}{\gamma_g} + 10\alpha = 1000 \tag{1}$$
$$\frac{S}{G+S} = S_p$$

式中 C、W、S、G 分别为每 m^3 混凝土的水泥用量、水用量、砂用量和粗集料用量，单位 kg； γ_c 、 γ_w 、 γ_s 、 γ_g 为相应材料的密度，单位， g/cm^3 ； α 为混凝土含气量百分数 (%)，在不使用含气型外加剂时可取 $\alpha=1$ ； S_p 为砂率；1000 为混凝土 1m^3 的体积，以 L 计。

1.1.2 假定容量法

先假定混合料一个适宜的容重值 γ_h ，当求得每 m^3 混合料各组分用量后，测试并复核混合料的容重，然后按实测容重重新调整。所依据的模型为

$$\begin{cases} C+W+S+G=\gamma_h \\ \frac{S}{S+G}=S_p \end{cases} \quad (2)$$

式中混合料容重 γ_h ，在无资料时可取 $2350 \sim 2450\text{kg/m}^3$ ，式中其它符号意义同式(1)。

1.2 配合比设计三要素

由式(1)、(2)可知，含 5 个未知数，而只有两个方程。从数学角度此方程无法解出。必须先确定 3 个未知数，才能使方程组得出唯一解。根据式(2)

$$\begin{cases} S+G+\gamma_h-(C+W)=\gamma_h-W[1+(W/C)^{-1}] \\ \frac{S}{S+G}=S_p \end{cases} \quad (3)$$

由式(3)可以看出，只要事先确定出 W 、 W/C 和 S_p ，方程组(3)就有唯一解，就可解出 S 和 G ，因此，三要素 W 、 W/C 和 S_p 是混凝土配合比设计最基本的参数。

2 配合比设计诺模图

混凝土配合比设计关键是定出三要素，但尚无理论公式可循。一般来说，在确定初步计算配合比时， W/C 按混凝土强度公式算出；单位用水量由坍落度值按表查出；砂率也是根据经验或按表选用。这对于初学者或施工现场计算，显得很不方便。

为此，依据《普通混凝土配合比设计技术规定》，由计算机编绘出混凝土配合比诺模图。该图由 6 种单图组合而成。

2.1 单位用水量确定

单位用水量直接影响所配制混凝土的性能和经济性，是配合比设计中的一个重要环节，它取决于坍落度和集料品种、粒径。根据 JGJ55-81 中用表（如表1 所示），采用数值方法编绘 $W=f(T, D_m)$ 曲线，见图 1。 T 表示坍落度， D_m 表示骨料最大粒径。

表 1 混凝土用水量选用表

所需坍落度 (mm)	卵石最大粒径 (mm)			碎石最大粒径 (mm)		
	10	20	40	15	20	40
10~30	190	170	160	205	185	170
30~50	200	180	170	215	195	180
50~70	210	190	180	225	205	190
70~90	215	195	185	235	215	200

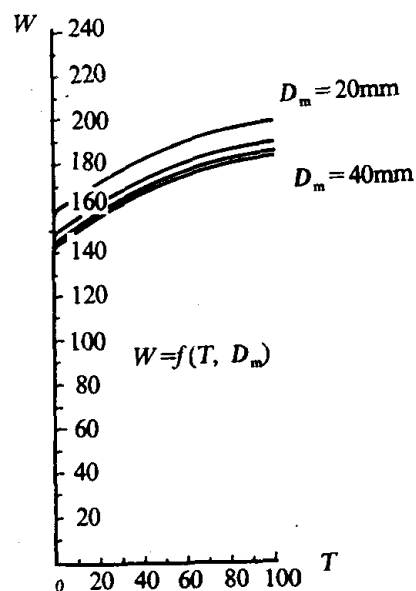


图 1 $W=f(T, D_m)$ 曲线

2.2 水灰比 W/C 确定

水灰比按混凝土强度公式算出，即

$$W/C = \left(\frac{R_h}{0.46R_c} + 0.52 \right)^{-1} \quad (4)$$

$$W/C = \left(\frac{R_h}{0.48R_c} + 0.61 \right)^{-1} \quad (5)$$

式中 W/C 为水灰比; R_b/R_c 为混凝土设计时控制强度与水泥实际强度的比值。式 (4) 适用于碎石, 式 (5) 适用于卵石。

由于在实际施工中混凝土各组分的使用量会有波动, 配合比称量控制上的误差以及拌合、运输、浇捣、养护等工序也难以始终如一。因此, R_b 应根据施工质量控制的水平和设计所规定的强度保证率定出。即

$$R_b = \frac{1}{1 - t \cdot C_v} R_{\text{设}} \tag{6}$$

式中 $R_{\text{设}}$ 为结构设计时要求的混凝土标号。 t 为相对一定保证率下的概率度, 如保证率 $P=95\%$ 时 $t=1.64$, $P=85\%$ 时 $t=1.04$, $P=80\%$ 时 $t=0.84$, $P=75.8\%$ 时 $t=0.70$; C_v 为混凝土强度离散系数, 又称变异系数, 如施工管理等级优秀 $C_v<0.10$, 良好时 $C_v=0.10 \sim 0.15$, 一般时 $C_v=0.15 \sim 0.20$ 。

R_c 是水泥的实际强度, 它需在 28d 龄期时才能试压测得, 使用很不方便, 但水泥标号作为水泥的强度特征, 一般都是事先知道的, 因此,

$$R_c = K_c R_c^b \tag{7}$$

式中 R_c^b 为水泥标号值; K_c 为水泥的富余系数, 它对于不同水泥厂和不同种水泥都不相同。这就要求使用单位可按积累的数据和经验选取。

$W/C=f(R_b/R_c)$ 曲线如图 2 所示。

2.3 砂率确定

在砂石混合集料中, 砂子含量与集料总量的重量百分数称砂率 S_p 。如用砂子的体积 (外观) 填满石子空隙的原则计算砂率, 则

$$\begin{cases} S_p = \frac{\gamma_{\text{砂}} \cdot P_{\text{石}}}{\gamma_{\text{砂}} \cdot P_{\text{石}} + \gamma_{\text{石}}} \cdot a \\ P_{\text{石}} = 1 - \frac{\gamma_{\text{石}}}{\gamma_G} \end{cases} \tag{8}$$

式中 $\gamma_{\text{砂}}$ 、 $\gamma_{\text{石}}$ 分别为砂、石的松散容重; $P_{\text{石}}$ 为石子空隙率; a 为砂率的剩余系数, $a>1$ 以满足混合料的工作性。

由于影响砂率的因素太多, 式 (8) 虽有一定理论价值, 但 a 波动太大, 实际上并不能用此式计算出准确的最优砂率。依据 JGJ55-81 中用表 (如表 2), 采用数值方法编绘 $S_p=f(W/C \cdot D_m)$ 曲线, 如图 3。

2.4 水泥用量确定

水泥用量 C 由下式定出, 即 $C=W/(W/C)$

或利用 $C=f(W, W/C)$ 曲线, 如图 4 所示。

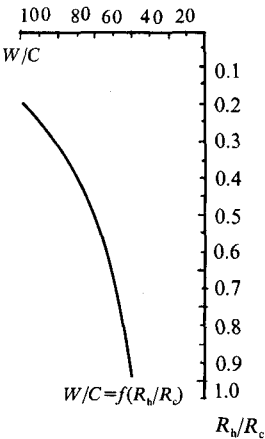


图 2 $W/C=f(R_b/R_c)$ 曲线

表 2 混凝土砂率选用表

水灰比 (W/C)	碎石最大粒径 (mm)			卵石最大粒径 (mm)		
	15	20	40	10	20	40
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	33~43	36~41	36~41	35~40	34~39

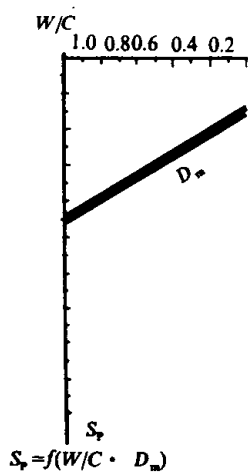


图3 $S_p = f(W/C, D_m)$ 曲线

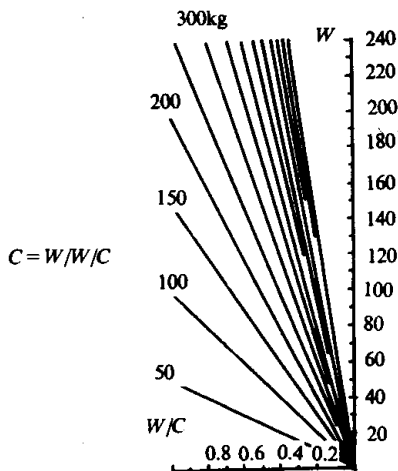


图4 $C = f(W, W/C)$ 曲线

2.5 粗、细骨料用量 (G_0, S_0) 确定

粗细骨料用量采用重量法确定, 即

$$S_0 = [\gamma_h - (C + W)] S_p \quad (9)$$

$$G_0 = [\gamma_h - (C + W)] (1 - S_p) \quad (10)$$

式中 γ_h 为混凝土容量, kg/m^3 。如图 5、6 所示。

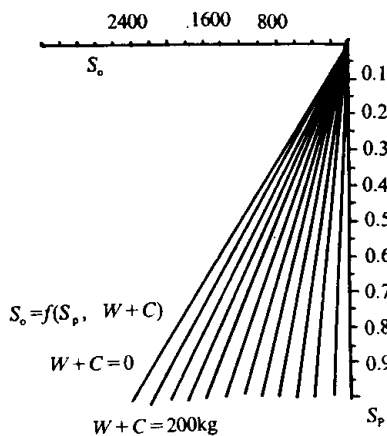


图5 $S_0 = f(S_p, W+C)$ 曲线

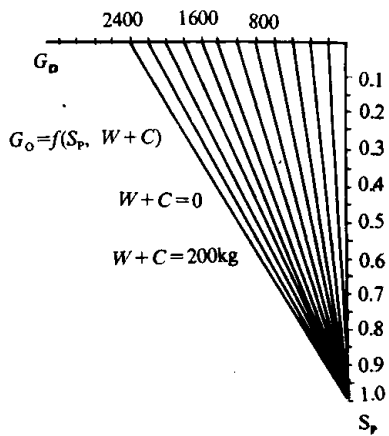


图6 $G_0 = f(S_p, W+C)$ 曲线

2.6 配合比诺模图

综合图 1 ~ 6, 得到普通混凝土初步计算配合比诺模图, 如图 7 所示。

其使用方法如下:

- (1) 由要求坍落度 T 和粗骨料最大粒径 D_m , 查出单位用水量 W ;
- (2) 计算 R_h 和 R_c , 由 R_h/R_c 查出水灰比 W/C ;
- (3) 根据 W 和 W/C 查出水泥用量 C ;
- (4) 由 W/C 和 D_m 查出砂率;
- (5) 根据砂率 S_p 和 $C+W$, 查出 S_0 和 G 。

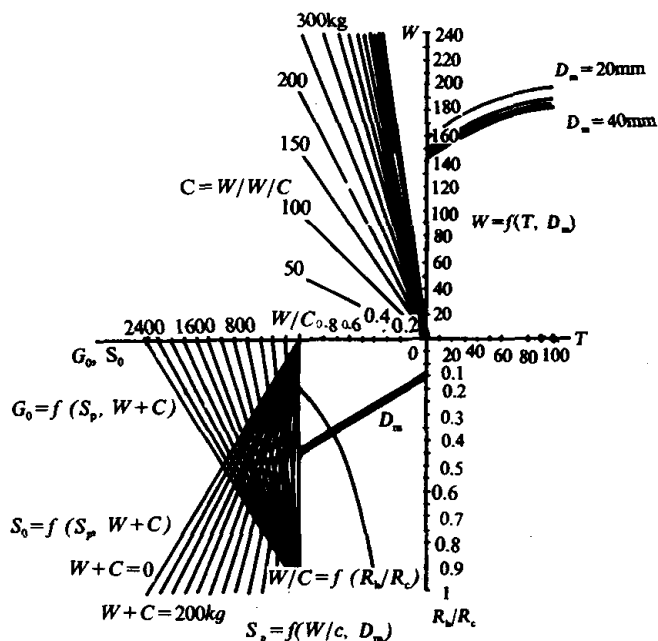


图 7 混凝土配合比诺模图

3 验证与算例

用最大粒径 40mm 的碎石，中砂和新出厂的 425 号硅酸盐水泥配制坍落度为 40mm 的 220 号普通混凝土。

据诺模图（图 7），由 $T=40\text{mm}$ 、 $D_m=40\text{mm}$ 查得 $W=180\text{kg}$ 。由 $R_h/R_c=0.52$ 查得 $W/C=0.61$ ，则 $C=290\text{kg}$ 。由 $W/C=0.61$ 和 $D_m=40\text{mm}$ 查得 $S_p=0.36$ 。由 $S_p=0.36$ 和 $C+W=470\text{kg}$ 查得 $S_0=650\text{kg}$ ， $G_0=1250\text{kg}$ 。最后得到 $W:C:S_0:G_0=180:290:650:1250$ 或 $0.62:1:2.24:4.31$ 。

按上述配合比配制混凝土 $15\text{cm}\times15\text{cm}\times15\text{cm}$ 试件标准养护 28d，经测定 $R_h=23.0\text{MPa}$ ，满足工程要求。

4 结论

普通混凝土初步计算配合比诺模图共由 6 种单图组合而成。它是依据《普通混凝土配合比设计技术规定》由计算机编绘的，只适用于普通混凝土初步计算配合比的确定。

该诺模图使用方便、简捷，安全可靠，可供设计人员和施工现场使用。

（王立久 大连理工大学土木系

辽宁省大连市凌水河 116024）

现场搅拌混凝土配合比调整

混凝土配合比可设计成干骨料配合比和湿骨料配合比，然而都不是太科学合理的。对于建筑用普通混凝土，我国标准规定是以干骨料为基准计算，并以重量计算为主。现场用的混凝土骨料包括粗骨料和细骨料，均有一定的含水量，不管是雨雪天还是晴天，骨料的含水或多或少都是有的，尤其是细骨料。这就需要将设计配合比调整成为实际生产用配合比。怎样进行调整呢？我国的常规作法是检测现场骨料的含水率。检测方法一般采用烘干法，从用水量中扣除骨料中的水分，适当补充水分所占重量的骨料。这种作法在实际作业当中往往是不符合自然规律的，不能拌制出理想的混凝土。比如在一个 C28 配合比中，测得砂含水率为 5.9%，碎石含水率为 4.0%，调整后的用水量只有 100kg 左右，根本拌制不出理想的混凝土，不仅一点坍落度没有，而且连一点胶凝性都显示不出来，现场工人只有自行决定增加水的用量。这究竟是什么原因呢？其主要原因是没有正确地调整混凝土的配合比。

1 骨料的含水状态

要想能准确地调整生产混凝土配合比，必须首先弄清楚并且随时掌握骨料的含水状态。骨料的含水状态一般可分为图 1 所示 4 种状态。

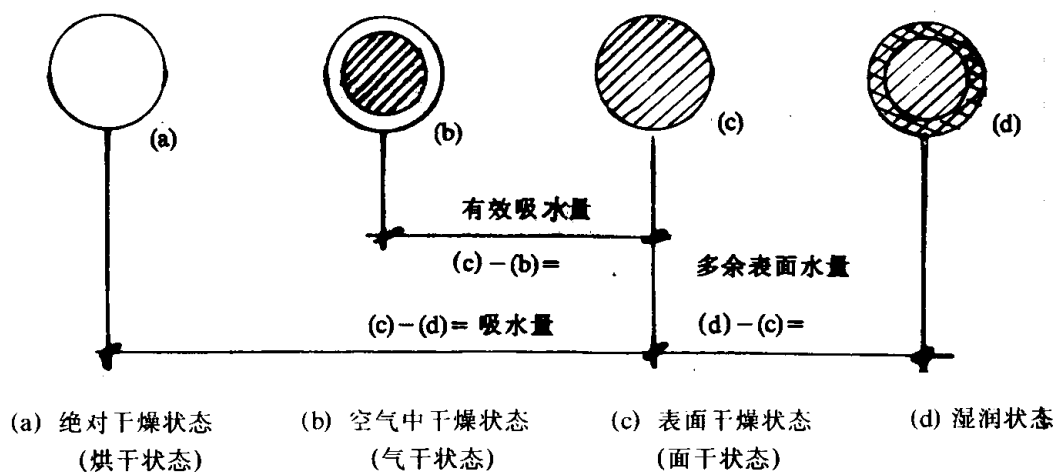


图 1

(1) 烘干状态（绝对干燥状态）

就是在干燥箱内不超过 110℃ 的温度下烘干，达到恒重的状态。

(2) 气干状态（空气中干燥状态）

这是在室内自然条件下放置时的骨料的含水状态，不仅骨料颗粒的表面是干燥的，而且，骨料的内部也有一部分为干燥状态。

(3) 面干状态（面干饱和状态）

这时骨料颗粒的表面是干燥的，而内部孔隙被水所充满。现场中的骨料含水状态大部分属于这种状态，降雨过后不久，骨料表面湿润水很快被风吹干，而骨料内部仍然含水，这种情况对于粗骨料更为突出。

(4) 湿润状态

这时不仅骨料颗粒的内部被水充满，而且表面也吸附有水。

以上为骨料含水的4种基本状态。每种基本状态有一定的范围，在该范围内又有一定的差异。

2 骨料含水在拌制混凝土时的作用

在拌制混凝土时，含水的骨料在拌制过程中析释出水分，增大坍落度，起到了增加用水量的作用；干燥的骨料在拌制时吸收水分，降低坍落度，起着减少用水量的作用。但是，真正起这些作用的只是骨料的表面水，只有湿润状态的骨料才能发挥释水的作用，增加坍落度，而气干状态的骨料在拌制时仍然吸水。而干状态的骨料在拌制时既不吸水也不释水，处于平衡状态。

所谓含水量是指骨料颗粒中所含的全部水量，所谓表面水量是指吸附在骨料颗粒表面的水量，即从第4种状态减去第3种状态的水量之值，一般用表面水量占面干饱和状态的试料重量的百分率表示。

在表示混凝土的设计配合比时，我国标准主要是以烘干（绝对干燥状态）骨料为基准进行计算，这给配合比调整带来很多不便。应以骨料的面干状态（面干饱和状态）为基准进行计算。如果骨料处于湿润状态，吸附有表面水，在拌制混凝土时就多出了这部分表面水量；反之，如果骨料是处于气干状态，则骨料吸收拌合用水就减少了这部分的吸入水量。绝对干燥状态的骨料在拌制过程中具有与气干状态的骨料相同的性质，面干骨料的内部含水是不起作用的。通过试验可知，面干骨料的内部含水是不能在搅拌振捣的振荡中释出的，这部分水只能在混凝土干缩过程中逐渐被析出，而且，不会影响混凝土的设计强度。

无论是吸水还是释水，哪种情况都会引起水灰比的变化。如将骨料的实际表面水量少测定了1%，则坍落度就会影响3~5cm，抗压强度就会影响6%~8%。所以，现场配制生产混凝土时必须进行水量调整。要想准确地调整用水量，就要采取科学的方法准确地测定出骨料表面的含水状态。现场的骨料尤以细骨料为主，通常是处于湿润状态。而像重矿渣碎石这类的粗骨料，常常是处于气干吸水状态，这样，就有必要尽可能快速地测定出它们的表面含水量和表面吸水量。

3 骨料表面水量的测定方法

骨料表面水量的测定在世界各国有很多方法，比较多用的主要有重量法和体积法两大类。

3.1 长颈瓶法

这种方法属体积法的一种，是一种测定骨料表面含水量的方法，采用查普曼长颈瓶针对细骨料进行试验。

首先，将 $20\pm5^{\circ}\text{C}$ 的清水注入瓶中至200mL刻度处，然后加入具有代表性的砂样500g，待空气排净，如读出砂子试样与水的总体积 $V(\text{mL})$ ，而且知道骨料的密度 $G(\text{g}/\text{cm}^3)$ 就可以用下面的公式求得表面含水率：

$$W_h(\text{表面含水率}\%) = \frac{V - \frac{500}{G} - 200}{200 + 500 - V} \times 100 \quad (1)$$

如果测得结果是正值，说明是骨料表面含水，需减少用水量；如果测得结果是负值，说明骨料表面吸水，需增加用水量。