

王华生 赵慧如 编

中国计划出版社

HUNNINGTUGONGCAOZUOJISHUZHINAN

混凝土工 操作技术指南

建筑工人操作技术丛书



建筑工人操作技术丛书

混凝土工操作技术指南

王华生 赵慧如 编

中国计划出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土工操作技术指南/王华生, 赵慧如编. —北京:

中国计划出版社, 2000. 11

(建筑工人操作技术丛书)

ISBN 7-80058-876-9

I. 混... II. ①王...②赵... III. 混凝土施工-技术

IV. TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 49759 号

建筑工人操作技术丛书
混凝土工操作技术指南

王华生 赵慧如 编

☆

中国计划出版社出版

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906413、63906416)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

787×1092 毫米 1/32 16.25 印张 360 千字

2000 年 11 月第一版 2000 年 11 月第一次印刷

印数 1—6000 册

☆

ISBN 7-80058-876-9/TU·197

定价: 25.00 元

出版说明

提高施工一线操作工人的技术业务素质，是建筑安装企业应经常关注的课题。“建筑安装工人操作技术丛书”是以此为目的供建筑安装工人日常自学及技术培训需要而组织编写的。本丛书各分册按工种介绍基础理论知识、基本操作方法、材料机具使用知识、主要工艺要点和安全技术常识等。其中，建筑工种有：砌筑工、防水工、钢筋工、混凝土工、装饰工、木工；安装工种有：起重工、管道工、安装钳工、通风工、电气安装工、铆工、气焊工、电焊工等，陆续出版。

内 容 提 要

本书介绍混凝土的基本知识、组成材料、配合比设计、施工机械、基本工艺原理及现浇结构、预制构件等。重点介绍了特种混凝土、混凝土特种工艺、构筑物、冬期施工与混凝土工程质量评定等。内容简明实用，图文并茂。可作为混凝土工和混凝土制品工的自学读物及技术培训班教材，其他工种也可参考。

目 录

第一章 混凝土的基本知识	(1)
第一节 混凝土的组成与分类	(1)
第二节 混凝土拌合物性能	(4)
第三节 硬化混凝土的主要技术性能	(13)
第二章 混凝土的组成材料	(21)
第一节 水泥	(21)
第二节 细骨料—砂	(37)
第三节 粗骨料—石	(43)
第四节 拌合用水	(48)
第五节 外加剂	(49)
第六节 矿物掺合料	(62)
第三章 混凝土配合比设计	(66)
第一节 配合比设计的四项基本要求	(66)
第二节 配合比设计的三个参数	(66)
第三节 混凝土配合比设计所需要的基本 资料	(67)
第四节 配合比设计的方法和步骤	(68)
第五节 普通混凝土配合比设计实例	(76)
第四章 混凝土施工机械设备	(81)
第一节 材料称量设备	(82)
第二节 混凝土搅拌机械	(87)
第三节 混凝土搅拌楼 (站)	(103)

第四节	混凝土输送机械	(111)
第五节	混凝土喷射机	(133)
第六节	混凝土水平与垂直运输机具	(138)
第七节	混凝土振动器	(141)
第五章	混凝土施工基本工艺	(155)
第一节	施工准备	(155)
第二节	原材料称量	(159)
第三节	混凝土拌合物的搅拌	(163)
第四节	混凝土拌合物的运输	(172)
第五节	混凝土的浇筑	(176)
第六节	混凝土的振捣	(181)
第七节	混凝土的养护	(190)
第八节	拆模	(206)
第九节	混凝土的缺陷修整	(208)
第十节	混凝土工程质量要求	(224)
第十一节	混凝土质量检验	(238)
第六章	现浇结构混凝土的施工	(272)
第一节	基础	(272)
第二节	柱	(294)
第三节	肋形楼板	(299)
第四节	墙体	(304)
第五节	现浇框架混凝土的施工	(309)
第六节	悬挑构件、楼梯、圈梁和地坪的 施工	(315)
第七节	拱壳	(324)
第八节	滑模、大模板混凝土施工	(327)

第七章 预制构件混凝土的施工	(338)
(003) 第一节 柱的浇筑	(338)
(003) 第二节 钢筋混凝土屋架的浇筑	(339)
第三节 吊车梁的浇筑	(349)
第四节 预应力圆孔板的浇筑	(353)
第八章 特种混凝土的施工	(360)
第一节 耐酸混凝土	(360)
第二节 耐热混凝土	(369)
第三节 防水混凝土	(375)
第四节 轻骨料混凝土	(393)
第九章 混凝土特种施工工艺	(401)
第一节 泵送混凝土	(401)
第二节 喷射混凝土	(423)
第三节 大直径挖孔灌注桩	(430)
第四节 水下浇筑混凝土工艺	(432)
第五节 地下连续墙及“逆作法”施工	(448)
第十章 构筑物混凝土施工工艺	(457)
第一节 筒仓混凝土的浇筑	(457)
第二节 烟囱混凝土的浇筑	(462)
第三节 水塔混凝土的浇筑	(468)
第四节 水池混凝土的施工	(471)
第十一章 混凝土冬期施工	(481)
第一节 冬期施工的一般要求	(481)
第二节 负温对混凝土质量的影响	(484)
第三节 冬期混凝土的配制和搅拌	(488)
第四节 冬期混凝土的运输和浇筑	(491)
第五节 冬期混凝土养护	(493)

第六节 冬期混凝土的质量检查 (498)

附录 混凝土工技能标准 (500)

参考资料 (504)

(312)	混凝土配合比	第一章
(322)	混凝土配合比	第二章
(330)	混凝土配合比	第三章
(340)	混凝土配合比	第四章
(350)	混凝土配合比	第五章
(360)	混凝土配合比	第六章
(370)	混凝土配合比	第七章
(380)	混凝土配合比	第八章
(390)	混凝土配合比	第九章
(400)	混凝土配合比	第十章
(410)	混凝土配合比	第十一章
(420)	混凝土配合比	第十二章
(430)	混凝土配合比	第十三章
(440)	混凝土配合比	第十四章
(450)	混凝土配合比	第十五章
(460)	混凝土配合比	第十六章
(470)	混凝土配合比	第十七章
(480)	混凝土配合比	第十八章
(490)	混凝土配合比	第十九章
(500)	混凝土配合比	第二十章
(510)	混凝土配合比	第二十一章
(520)	混凝土配合比	第二十二章
(530)	混凝土配合比	第二十三章
(540)	混凝土配合比	第二十四章
(550)	混凝土配合比	第二十五章
(560)	混凝土配合比	第二十六章
(570)	混凝土配合比	第二十七章
(580)	混凝土配合比	第二十八章
(590)	混凝土配合比	第二十九章
(600)	混凝土配合比	第三十章

第一章 混凝土的基本知识

第一节 混凝土的组成与分类

1. 混凝土的组成

混凝土是工程建设的主要材料之一。广义的混凝土是指由胶凝材料、细骨料（砂）、粗骨料（石）和水按适当比例配制的混合物，经硬化而成的人造石材。但目前建筑工程中使用最为广泛的还是普通混凝土。普通混凝土是由水泥、水、砂、石以及根据需要掺入各类外加剂与矿物混合材料组成的。

在普通混凝土中，砂、石起骨架作用，称为骨料，它们在混凝土中起填充作用和抵抗混凝土在凝结硬化过程中的收缩作用。水泥与水形成水泥浆，包裹在骨料表面并填充骨料间的空隙。在硬化前，水泥浆起润滑作用，赋予拌合物一定的和易性，便于施工；水泥浆硬化后，则将骨料胶结成一个坚实的整体，并具有一定的强度。

混凝土作为建筑材料之所以被广泛应用，是因为它具有许多其他材料所不能取代的优点。如：

(1) 在凝结前具有良好的可塑性，因此可以用不同型式的模板浇制成各种形状和尺寸的构件或结构物。

(2) 随着组成成分的改变，可使混凝土具有不同的物理力学性能，以满足工程需要。

(3) 它与钢筋有良好的粘结力，能制作钢筋混凝土结构和构件。

(4) 混凝土硬化后抗压强度高，耐久性、耐火性良好。

(5) 在组成材料中, 砂石等地方材料占 80% 以上, 符合就地取材和经济的原则。

(6) 同其他 (钢材、玻璃、砖、瓦、塑料) 材料相比还有三少的特点, 即: 能源消耗少、环境污染少、维修费用少。

但普通混凝土也存在一些缺点, 如抗拉强度低, 一般只有其抗压强度的 $1/10 \sim 1/20$; 自重大; 浇筑成型受气候条件 (温度、湿度、雨雪等) 影响。

由于普通混凝土 (以下简称混凝土) 具有上述各种优点, 随着建筑业的发展, 对存在的缺点正在被逐步克服, 其应用会更加广泛。从材料科学发展的观点看, 今后混凝土技术发展的主攻方向还是轻质、快硬、高强、多功能。

2. 混凝土的分类

混凝土的品种繁多, 它们的性能和用途也各不相同, 一般按以下四方面进行分类。

(1) 按胶结材料分类。

①无机胶结材料混凝土: 水泥混凝土、硅酸盐混凝土、石膏混凝土、水玻璃氟硅酸钠混凝土。

②有机胶结材料混凝土: 沥青混凝土、硫磺混凝土、聚合物混凝土。

③有机无机复合胶结材料混凝土: 聚合物水泥混凝土、聚合物浸渍混凝土。

(2) 按表观密度分类。

①特重混凝土: 表观密度大于 2600 kg/m^3 。是用特别密实和特别重的骨料制成的, 例如重晶石混凝土、钢屑混凝土等。它们具有防辐射的性能, 主要用作原子能工程的屏蔽材料。

②重混凝土: 表观密度为 $1900 \sim 2500 \text{ kg/m}^3$ 。是用致密

的天然砂、石作为骨料制成的，也称普通混凝土，主要用于各种承重结构。

③轻混凝土：表观密度在 $500 \sim 1900 \text{ kg/m}^3$ 。用火山灰渣、粘土陶粒和陶砂、粉煤灰陶粒和陶砂等轻骨料制成的轻骨料混凝土。表观密度在 500 kg/m^3 以上的多孔混凝土，包括加气混凝土和泡沫混凝土、大孔混凝土，其组成中不加或少加细骨料。轻混凝土主要用作结构材料、结构绝热材料。

④特轻混凝土：表观密度在 500 kg/m^3 以下，包括 500 kg/m^3 以下的多孔混凝土。特轻骨料如：膨胀珍珠岩、膨胀蛭石、泡沫塑料等。制成的轻骨料混凝土，主要用作保温隔热材料。

(3) 按用途和施工方法分类。主要有结构混凝土、防水混凝土、隔热混凝土、耐酸混凝土、装饰混凝土、纤维混凝土、防辐射混凝土、沥青混凝土、泵送混凝土、喷射混凝土、高强混凝土、高性能混凝土等。

(4) 按流动性分类。混凝土流动性按坍落度和维勃稠度划分为：干硬性混凝土、低流动性混凝土、塑性混凝土、流态混凝土。如表 1-1 所示。

混凝土按流动性分类

表 1-1

项 次	混凝土种类	坍落度 (mm)	维勃稠度 (s)
1	干硬性混凝土	0	30~180
2	低流动性混凝土	10~30	15~30
3	塑性混凝土	50~90	5~15
4	流态混凝土	180~200	—

第二节 混凝土拌合物性能

混凝土的各组成材料按一定比例搅拌而制得的未凝固的混合材料称为混凝土拌合物。对混凝土拌合物的要求，主要是使运输、浇筑、捣实和表面处理等施工过程易于进行，减少离析，从而保证良好的浇筑质量，进而为保证混凝土的强度和耐久性创造必要的条件。一般是以混凝土拌合物的和易性来判别拌合物质量的优劣。

1. 和易性

混凝土拌合物的和易性是指混凝土在施工中是否易于操作，是否具有能使所浇筑的构件质量均匀、成型易于密实的性能。所谓和易性好，是指混凝土拌合物容易拌和，不易发生砂、石或水分离析现象，浇模时填满模板的各个角落，易于捣实，分布均匀，与钢筋粘结牢固，不易产生蜂窝、麻面等不良现象。和易性是一项综合的技术性质，包括有流动性、粘聚性和保水性等三方面的涵义。

流动性是指混凝土拌合物在自重或施工机械振捣的作用下，能产生流动，并均匀密实地填满模板的性能。流动性的大小主要取决于单位用水量或水泥浆量的多少。单位用水量或水泥浆量多，混凝土拌合物的流动性越大，浇筑时容易填满模型。

粘聚性是指混凝土拌合物在施工过程中其组成材料之间有一定的粘聚力。在运输、浇筑、捣实过程中不致产生分层（混凝土拌合物出现层状分离现象），离析（混凝土拌合物内水泥、砂、石、水互相分离的现象），泌水（又称析水，从水泥浆中泌出部分拌合水的现象），而保持整体均匀的性质。混凝土拌合物是由密度不同、颗粒大小不一的固体材料和水组

成的混合物，在外力作用下，各组成材料移动的倾向性不同，如果各组成材料配合得不适当，很容易发生分层和离析现象，使硬化后的混凝土成分不均匀，甚至产生蜂窝、麻面等质量事故。

保水性是指混凝土拌合物在施工过程中，具有一定的保持水分不易析出的能力。混凝土拌合物在施工过程中，随着较重的骨料颗粒下沉，而水的密度比骨料小，因此被迫逐渐上升到混凝土拌合物的表面，造成泌水。泌水会在混凝土内部形成泌水通道，使混凝土的密实性变差，降低混凝土的质量。

由此可见，混凝土拌合物的流动性、粘聚性和保水性有其各自的内容，它们三者之间既互相联系，又存在着矛盾。例如，增加用水量可提高混凝土拌合物的流动性，但同时也增加了分层泌水的可能。因此，和易性就是这三方面性质在某种具体条件下矛盾统一的概念。

2. 和易性的测定方法

和易性的涵义比较复杂，难以用一种简单的测定方法来全面地表达，我国标准用坍落度和维勃稠度来测定混凝土拌合物的流动性，并辅以直观经验来评定粘聚性和保水性。

(1) 坍落度试验。将混凝土拌合物按规定方法分三次装入坍落度筒内，装满刮平后，将坍落度筒垂直向上提起，移到混凝土拌合物一侧，混凝土拌合物因自重将会产生坍落现象。然后测量出筒高与坍落后混凝土拌合物试体最高点之间的高度差，(图 1-1)，用 mm 表示，此值即为混凝土拌合物的坍落度值。坍落度愈大，表示混凝土拌合物的流动性愈大。

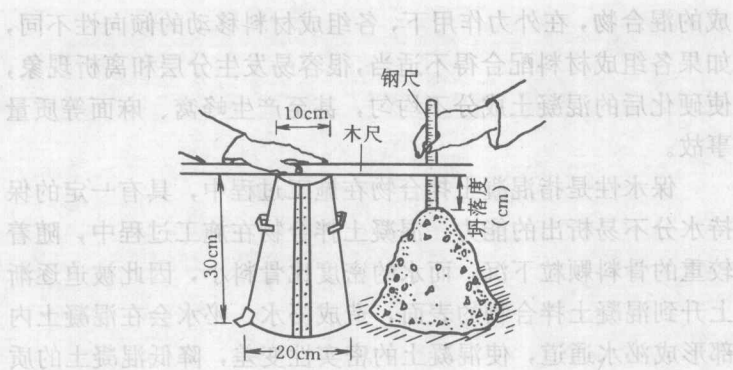


图 1-1 混凝土拌合物坍落度值的测定

为了同时评定混凝土拌合物的粘聚性和保水性，在测定坍落度时，还应观察下列现象：用捣棒在已坍落的混凝土拌合物锥体一侧轻轻敲打，此时如果锥体逐渐下沉，则表示粘聚性良好，如果锥体突然倒坍，部分崩裂或出现离析现象，则表示粘聚性不好。保水性是以混凝土拌合物中稀浆析出的程度来评定。提起坍落度筒以后，如果有较多的稀浆从底部析出，锥体部分也因失浆而骨料外露，则表明此混凝土拌合物的保水性能不好；如果提起坍落度筒以后，没有稀浆或仅有少量稀浆从底部析出，则表示此混凝土拌合物保水性良好。

(2) 维勃稠度试验。干硬性混凝土的和易性用维勃稠度法评定。测定时，在坍落度筒中按规定方法装满混凝土拌合物，提起坍落度筒，在混凝土拌合物试体顶面放一透明圆盘，开启振动台，同时用秒表计时，到透明圆盘的底面完全为水泥浆所布满时，停止秒表、关闭振动台。此时可认为混凝土拌合物已密实，所读秒数称为维勃稠度。维勃稠度仪见图 1-2。

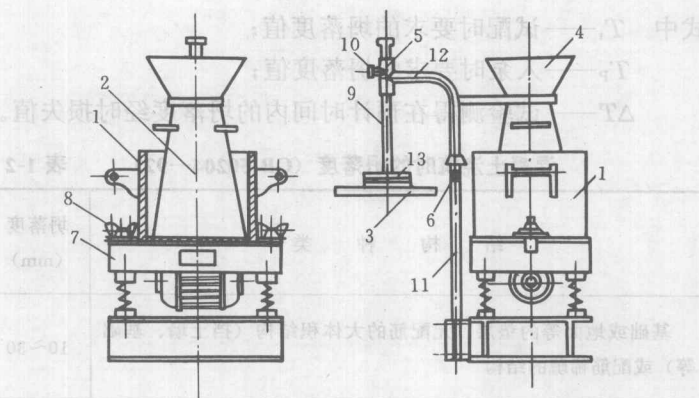


图 1-2 维勃稠度仪

- 1—容器；2—坍落度筒；3—透明圆盘；4—喂料斗；
5—套管；6—定位螺栓；7—振动台；8—固定螺丝；9—测杆；
10—测杆螺丝；11—旋转架支柱；12—旋转架；13—荷重

3. 流动性（坍落度）的选择

选择混凝土拌合物的坍落度，要根据构件截面大小、钢筋的疏密程度和捣实方法，按国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB 50204—92) 选定。当构件截面尺寸较小或钢筋较密，或采用人工插捣时，坍落度可选大些。反之，如构件截面尺寸较大，或钢筋较疏，或采用振动器振捣时，坍落度可选择小些。混凝土拌合物浇筑时的坍落度宜按表 1-2 选用。

采用泵送工艺的泵送混凝土拌合物的坍落度，应根据混凝土泵送高度，按表 1-3 选用，同时应考虑在预计时间（运输、输送到浇筑现场所需要消耗的时间）内的坍落度经时损失，故

试配时要求的坍落度值应按下式计算：

$$T_t = T_P + \Delta T$$

式中 T_t ——试配时要求的坍落度值；

T_P ——入泵时要求的坍落度值；

ΔT ——试验测得在预计时间内的坍落度经时损失值。

混凝土浇筑时的坍落度 (GB 50204—92)

表 1-2

结 构 种 类	坍落度 (mm)
基础或地面等的垫层、无配筋的大体积结构（挡土墙、基础等）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

混凝土入泵坍落度选用表 (JGJ/T 55—96)

表 1-3

泵送高度 (m)	<30	30~60	60~100	>100
坍落度 (mm)	100~140	140~160	160~180	180~200

4. 影响和易性的主要因素

混凝土拌合物的和易性取决于各组份的特性和相对含量，以及外界环境。影响和易性的主要因素有以下几方面。

(1) 水泥浆的数量。混凝土拌合物中的水泥浆，赋予混凝土拌合物以一定的流动性。在水灰比不变的情况下，单位