

HUNNINGTUGONG

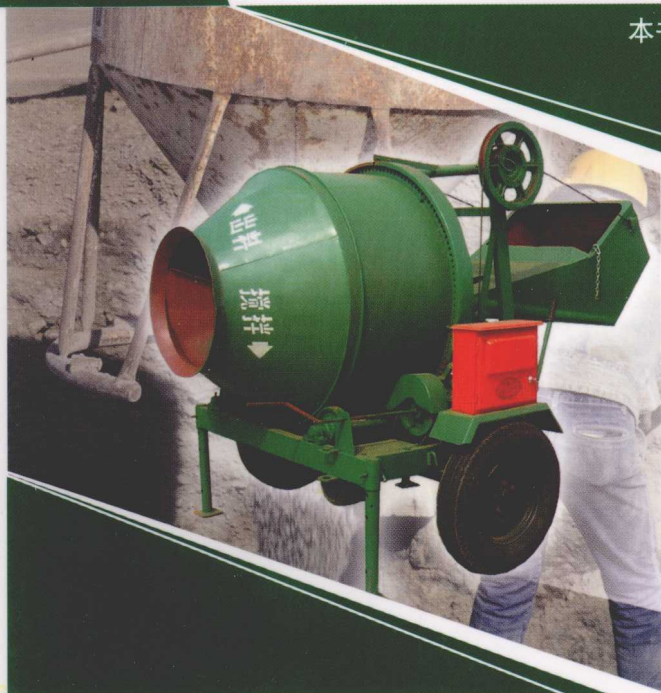
新世纪劳动力转移与职业技能培训教材

混凝土工

快速入门

Kuaisu rumen

本书编委会 编



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

混凝土工快速入门/《混凝土工快速入门》编委会编. —北京:
北京理工大学出版社, 2009. 1

新世纪劳动力转移与职业技能培训教材

ISBN 978-7-5640-1988-4

I. 混… II. 混… III. 混凝土施工-技术培训-教材
IV. TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 171232 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心)
68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通州京华印刷制版厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/32

印 张 / 10

字 数 / 235 千字

版 次 / 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

定 价 / 17.80 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 母长新

对本书内容有任何疑问及建议,请与本书编委会联系。邮箱:bitdayi@sina.com

图书出现印装质量问题,本社负责调换

内 容 提 要

本书根据建筑工程混凝土施工操作人员的工作特点,重点对混凝土施工人员的上岗操作技能和专业技术知识进行了阐述。全书主要包括混凝土概述,建筑识图,混凝土组成材料,混凝土施工常用机具,混凝土工程的施工过程,现浇结构混凝土施工,泵送混凝土施工,预制构件混凝土施工,构筑物混凝土施工,大模板、滑升模板和升板混凝土施工,常用特殊混凝土施工和混凝土雨期施工等。

全书资料翔实、内容丰富、图文并茂、编撰体例新颖,是进行农村剩余劳动力转移培训、建设施工企业进行技术培训以及下岗职工进行再就业培训的理想教材。

混凝土工快速入门

编委会

主 编：崔 岩

副主编：李媛媛 于海丽

编 委：崔奉伟 韩国栋 胡丽光 李建钊

李 丽 李闪闪 梁 贺 刘亚祯

卢晓雪 卢月林 彭 顺 王翠玲

王秋艳 王艳妮 王 胤 吴丽娜

辛国静 徐晓珍 张青立 张小珍

前言

我国是个农业大国,农村面积占国土面积的90%以上,农业人口占全国人口的70%。农业对全国经济发展,对整个社会稳定和全面进步起着不可估量的作用。“三农问题”(即农业、农村和农民问题)是长期围绕中国经济发展的一大难题。解决农村剩余劳动力出路,对中国现代化和实现发展是一个重要关键。农村剩余劳动力能否成功转移直接影响到城乡的经济发展和社会稳定,关系到中国现代化问题。

建筑业是我国国民经济的支柱产业,属于劳动密集型产业,具有就业容量大,吸纳农村剩余劳动力能力强等特点。当前建筑业已成为转移农村剩余劳动力的主要行业之一,建筑劳务经济的发展对促进农民增收,提高生活水平发挥了重要作用。加强农村剩余劳动力的培训是实现农村剩余劳动力顺利转移的重要保证。

近几年来,随着我国国民经济的快速发展,建筑工程行业也取得了蓬勃发展,建筑劳务规模也正不断壮大。而由于广大农村劳务人员文化程度普遍较低,观念落后,技能水平较低,加之现阶段国家出于建筑工程行业发展的需要,对建筑工程材料、工程设计及施工质量验收等一系列标准规范进行了大规模的修订,各种建筑施工新技术、新材料、新设备、新工艺也得到了广泛的应用,如何在这种形势下提升建设行业从业人员的整体素质,加强建设工程领域广大农村劳务人员的技术能力的培养,提高其从业能力,已成为建设工程行业继续发展的重要任务。

为了进一步规范劳动技能和农村剩余劳动力的转移培训工作,满足广大建设工程行业从业人员对操作技能和专业知识的需求,我们组织有关方面的专家,在深入调查的基础上,结合建设行业的实际,体现建设施工企业的用工特点,编写了这套《新世纪劳动力转移与职业技能培训教材》。本套教材共包括《抹灰工快速入门》、《混凝土工快速入门》、《钢筋工快速入门》、《建筑电工快速入门》、《建筑木工快速入门》、《砌筑工快速入门》、《模板工快速入门》、《水暖工快速入门》、《油漆工快速入门》和《建筑防水工快速入门》。

本套教材编写时收集整理了大量的新材料、新技术、新工艺和新设备,突出了先进性。丛书注重对建设工程从业人员专业知识和技能的培养,融相关的专业法规、标准和规范等知识为一体。全书资料翔实、内容丰富、图文并茂、编撰体例新颖,是进行农村剩余劳动力转移培训、建设施工企业进行技术培训以及下岗职工进行再就业培训的理想教材。

本套教材在编写过程中,得到了有关专家学者的大力支持与帮助,参考和引用了有关部门、单位和个人的资料,在此深表谢意。限于编者的水平及阅历,加之编写时间仓促,书中错误及疏漏之处在所难免,恳请广大读者和有关专家批评指正。

本书编委会

目 录

第一章 混凝土概述	(1)
第一节 混凝土的组成和分类	(1)
第二节 混凝土的主要性能和试件的留置	(3)
第三节 普通混凝土配合比设计	(12)
第二章 建筑识图	(24)
第一节 施工图基础知识	(24)
第二节 常见的图例和代号	(26)
第三节 建筑施工图的阅读	(52)
第四节 结构施工图的阅读	(58)
第三章 混凝土组成材料	(65)
第一节 水泥	(65)
第二节 细骨料、粗骨料和水	(79)
第三节 混凝土外加剂	(84)
第四节 粉煤灰的应用	(94)
第四章 混凝土施工常用机具	(97)
第一节 混凝土搅拌机械	(97)
第二节 混凝土搅拌楼(站)	(104)
第三节 混凝土振动设备	(109)
第四节 混凝土运输机械设备	(113)
第五章 混凝土工程的施工过程	(122)
第一节 混凝土的配料与拌制	(122)
第二节 混凝土运输和浇筑	(127)
第三节 混凝土养护	(141)
第四节 混凝土施工质量控制	(153)
第六章 现浇结构混凝土施工	(157)
第一节 混凝土基础的浇筑	(157)



第二节	混凝土柱、墙的浇筑	(167)
第三节	悬挑构件、楼梯、圈梁的浇筑	(172)
第四节	混凝土肋形楼盖的浇筑	(176)
第五节	现浇框架混凝土施工	(179)
第七章	泵送混凝土施工	(192)
第一节	泵送混凝土基础知识	(192)
第二节	混凝土的拌制和运输	(204)
第三节	混凝土压送及浇筑	(207)
第八章	预制构件混凝土施工	(214)
第一节	预应力混凝土基础知识	(214)
第二节	施工准备	(218)
第三节	桩和柱的预制	(221)
第四节	屋架预制	(224)
第五节	吊车梁预制	(230)
第九章	构筑物混凝土施工	(235)
第一节	烟囱混凝土施工	(235)
第二节	筒仓混凝土施工	(239)
第三节	水塔混凝土施工	(243)
第十章	大模板、升板和滑升模板混凝土施工	(246)
第一节	大模板混凝土施工	(246)
第二节	升板混凝土施工	(250)
第三节	滑升模板混凝土施工	(255)
第十一章	常用特殊混凝土施工	(261)
第一节	特种功能混凝土	(261)
第二节	特种材料混凝土	(280)
第十二章	混凝土季节施工	(299)
第一节	混凝土夏期和雨期施工	(299)
第二节	混凝土冬期施工	(301)
参考文献		(311)

第一章 混凝土概述

第一节 混凝土的组成和分类

一、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，赋予拌和物一定的和易性，便于施工；水泥浆硬化后，则将骨料胶结成一个坚实的整體，并具有一定的强度。

二、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. 按表观密度分类

(1) 重混凝土。表观密度为 $1\,900 \sim 2\,500 \text{ kg/m}^3$ 。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。

(2) 特重混凝土。表观密度大于 $2\,600 \text{ kg/m}^3$ 。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。

(3) 轻混凝土。表观密度在 $500 \sim 1900 \text{ kg/m}^3$ 。用火山灰渣、黏土陶粒和陶砂、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 及以下的多孔混凝土。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。

2. 按胶结材料分类

(1) 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。

(2) 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。

(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。

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。

此外，随着混凝土的发展和工程的需要，还出现了膨胀混凝土、加气混凝土、纤维混凝土等各种特殊功能的混凝土。

随着混凝土应用范围的不断扩大，混凝土的施工机械也在不断发展。泵送混凝土、商品混凝土以及新的施工工艺给混凝土施工带来很大的方便。

4. 按混凝土的结构分类

(1) 普通结构混凝土。以碎石或卵石、砂、水泥和水制成

的混凝土为普通混凝土。

(2) 细粒混凝土。由细骨料和胶结材料制成，主要用于制造薄壁构件。

(3) 多孔混凝土。这种混凝土无粗细骨料，全由磨细的胶结材料和其他粉料加水拌成料浆，用机械方法或化学方法使之形成许多微小的气泡后再经硬化制成。

(4) 大孔混凝土。由粗骨料和胶结材料制成。骨料外包胶结材料，骨料彼此以点接触，骨料之间有较大的空隙。主要用于墙体内隔层等填充部位。

第二节 混凝土的主要性能和试件的留置

在混凝土建筑物中，由于各个部位所处的环境不同，工作条件也不相同，对混凝土性能的要求也不一样，故必须根据具体情况，采用不同性能的混凝土，达到在满足性能要求的前提下，经济效益显著的目的。

一、混凝土的强度

强度是混凝土最重要的力学性能，通常用混凝土强度来评定和控制混凝土的质量。混凝土的强度包括抗压强度、抗拉强度、抗折强度、抗剪强度和与钢筋的粘结强度等。其中抗压强度最大，抗拉强度最小，所以，一般讲的混凝土强度，是指抗压强度，在结构设计、施工、验收中均以抗压强度为依据。

(1) 立方体抗压强度 ($f_{cu,k}$)。混凝土抗压强度的大小是以强度等级来表示的。混凝土强度等级按立方体抗压强度标准值 ($f_{cu,k}$) 划分。立方体抗压强度标准值系指按标准方法制作的边长为 150 mm 的立方体试件，在标准环境中（温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 95% 以上），经 28 d 养护，采用标准的测试方法测得的抗压强度值，称为混凝土立方体试件抗压强度（单

位: MPa)。

当按骨料最大粒径选用非标准尺寸的试件时,应将其抗压强度按表 1-1 系数换算成标准尺寸试件的抗压强度。

表 1-1 混凝土试件尺寸及强度的尺寸换算系数

骨料最大粒径/mm	试件尺寸/mm	强度的尺寸换算系数
≤ 31.5	100×100×100	0.95
≤ 40	150×150×150	1.00
≤ 63	200×200×200	1.05
注:对强度等级为 C60 及以上的混凝土试件,其强度的尺寸换算系数可通过试验确定。		

(2) 影响混凝土强度的因素。混凝土是由几种材料组合在一起的复合材料,需要经过一定的施工工艺才能达到一定强度。所以影响混凝土强度的因素很多,但从混凝土的破坏情况分析,影响强度的主要因素是水泥的强度、水灰比、骨料的性质、养护条件和龄期等。施工方法和施工质量也有较大的影响。

1) 养护的湿度和温度。养护的湿度较大,有利于混凝土中水泥的水化作用,进而有利于混凝土强度的增长。同时水泥的水化作用,需一定的温度,在一定的温度范围内,温度越高,强度发展越快。

2) 骨料的种类及性质。当其他条件相同时,碎石拌制的混凝土强度较卵石混凝土高,但砂、石中含有较多杂质时,拌制的混凝土强度较低。

3) 水灰比。当采用的水泥品种及强度等级确定后,混凝土的强度则随水灰比的增大而有规律地降低。在一定范围内水灰比越大,混凝土的强度越低。

4) 水泥强度。在其他条件相同时,水泥强度等级越高,则混凝土的强度越高。

5) 养护龄期。混凝土在正常养护条件下,其强度随龄期增长的规律与水泥是一致的。混凝土强度在最初3~7 d内增长较快,以后逐渐缓慢,28 d后强度增长更慢,但增长过程可延续几十年。

二、混凝土的耐久性

混凝土的耐久性包括混凝土在使用条件下经久耐用的性能,如抗渗性、抗冻性、抗侵蚀性及抗碳化性等,通称为混凝土的耐久性。

(1) 混凝土的抗冻性。抗冻性是指混凝土在饱和水状态下,能经受多次冻融循环而不破坏,同时也不严重降低强度的性能。抗冻性用抗冻等级(符号“F”)表示。抗冻等级是以龄期28 d的混凝土试件在吸水饱和后,承受反复冻融循环,以抗压强度下降不超过25%,而且重量损失不超过5%时所能承受的最大冻融循环次数来确定,混凝土的抗冻等级分为:F25、F50、F100、F150、F200、F250、F300次。

抗冻等级等于或大于F50级的混凝土称为抗冻混凝土。

(2) 混凝土的抗渗性。抗渗性是指混凝土抵抗液体在压力作用下渗透的性能。抗渗性是混凝土的一项重要性质,它除关系到混凝土的挡水作用外,还直接影响抗冻性和抗侵蚀性的强弱。当混凝土的抗渗性较差时,由于水分容易渗入内部,易于受到冰冻或侵蚀作用而破坏。抗渗性用抗渗等级(符号“P”)表示,抗渗等级是以28 d龄期的抗渗标准试件,在标准试验方法下所能承受最大的水压力来确定的。抗渗等级分为P2、P6、P8、P10、P12等。相应表示混凝土能抵抗0.6 MPa、0.8 MPa、1.0 MPa及1.2 MPa的水压力,并且不渗漏。

抗渗等级等于或大于P6级的混凝土称为抗渗混凝土。



(3) 混凝土的碳化。混凝土的碳化作用是指空气中的二氧化碳与水泥石中的氢氧化钙作用，生成碳酸钙和水。碳化作用对混凝土有不利的影晌，首先是减弱对钢筋的保护作用，使钢筋表面的氧化膜被破坏而开始生锈；其次，碳化作用还会引起混凝土的收缩，使混凝土表面碳化层产生拉应力，可能产生微细裂缝，从而降低混凝土的抗折强度。

(4) 混凝土的抗侵蚀性。当工程所处的环境有侵蚀介质时，对混凝土必须提出抗侵蚀性的要求。混凝土的抗侵蚀性取决于水泥品种、混凝土的密实度以及孔隙特征。密实性好的，具有封闭孔隙的混凝土，侵蚀介质不易侵入，故抗侵蚀性能好。

混凝土所处的环境和使用条件不同，对其耐久性的要求也不相同，提高混凝土耐久性的措施有以下几个方面：

(1) 根据工程情况，合理选择水泥品种。

(2) 适当控制水灰比及水泥用量。水灰比大小是决定混凝土密实度的主要因素，它不但影响混凝土的强度，而且也严重影响其耐久性，所以必须严格控制。

保证足够的水泥用量，同样可以起到提高混凝土密实度和耐久性的作用。

(3) 选用质量良好、技术条件合格的砂、石骨料，是保证混凝土耐久性的重要条件。

(4) 掺用引气减水剂，对提高混凝土的抗渗性和抗冻性有良好作用。

(5) 改善施工操作，保证施工质量。

三、混凝土拌和物的性能

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和物。对混凝土拌和物的要求，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。

1. 和易性

混凝土拌和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,是指混凝土拌和物容易拌和,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、粘聚性和保水性等含义。

(1) 粘聚性。是指混凝土拌和物在施工过程中其组成材料之间的黏聚力。在运输、浇筑、捣实过程中不致产生分层、离析、泌水,而保持整体均匀的性质。混凝土拌和物是由密度不同,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,一旦配合比例不当,就会出现分层和离析现象;使硬化后的混凝土成分不均匀,甚至产生蜂窝、狗洞等工程质量事故。

(2) 流动性。是指混凝土拌和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,混凝土拌和物的流动性大(反之则小),浇筑时易于填满模型。

(3) 保水性。是指混凝土拌和物保持水分,不易产生泌水的性能。保水性差的拌和物在浇筑过程中,由于部分水分从混凝土内析出,形成渗水通道;浮在表面的水分,使上、下两混凝土浇筑层之间形成薄弱的夹层;部分水分还会停留在石子及钢筋的下面形成水囊或水膜,降低水泥浆与石子及钢筋的胶结力。这些都将影响混凝土的密实性,从而降低混凝土的强度和耐久性。

影响混凝土拌和物和易性的因素很多，其中主要有水泥浆用量、水灰比、砂率、水泥品种与性质、骨料的种类与特征、外加剂、施工时的温度和时间等。

2. 和易性的测定和坍落度的选择

和易性的含义比较复杂，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和物的流动性，并辅以直观经验来评定粘聚性和保水性。

流动性大的可采用坍落度法；流动性小的可用维勃稠度法。

(1) 维勃稠度法。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和物，提起坍落度筒，在混凝土拌和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和物已密实，所读秒数称为维勃稠度。维勃稠度仪见图 1-1。

(2) 坍落度法。混凝土拌和物坍落度用坍落度筒来测定，将混凝土拌和料分三次装入坍落度筒中，每次装料约 $1/3$ 筒高，用捣棒捣插 25 下，刮平后，将筒垂直提起，测定拌和物由于自重产生坍落的毫米数，称为坍落度，见图 1-2。坍落度越大，表示混凝土拌和物的流动性越大。

在测定坍落度时，还需同时观察混凝土拌和物的粘聚性和保水性：用捣棒在已坍落的混凝土拌和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；如果锥体突然倒塌，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和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，则表明此混凝土拌和物的保水性能不好；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，则表示此混凝土拌和物保水性良好。

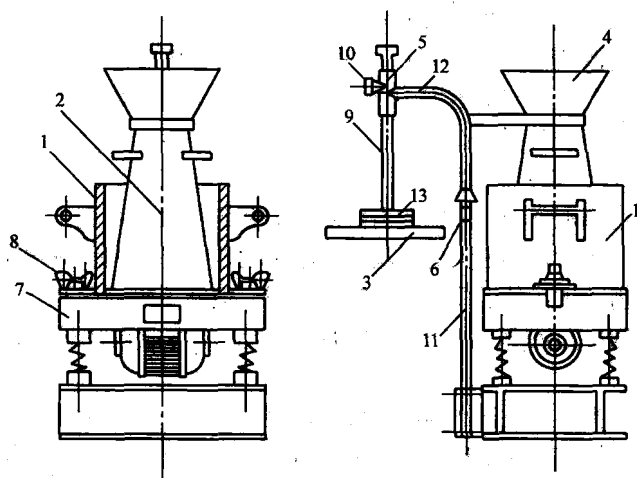


图 1-1 维勃稠度仪

- 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

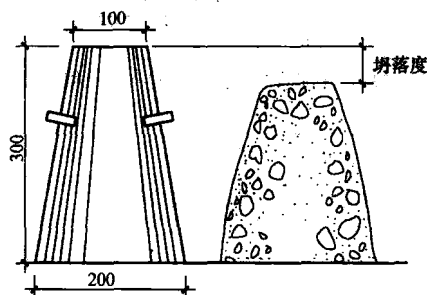


图 1-2 混凝土拌和物坍落度的测定

坍落度筒测定流动性的方法，只适用于粗骨料粒径小于 40 mm，坍落度值不小于 10 mm 的混凝土拌和物。