

从零开始学技术—土木工程系列

混凝土工

HUNNINGTUGONG

杜海龙 主编

从零开始 学习技术
一技之长 造福社会

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

从零开始学技术—土木工程系列

混凝土工

杜海龙 主编



中国铁道出版社

2012年·北京

内 容 提 要

本书是按住房和城乡建设部、劳动和社会保障部发布的《职业技能标准》和《职业技能岗位鉴定规范》的内容,结合农民工实际情况,将农民工的理论知识 and 技能知识编成知识点的形式列出,系统地介绍了混凝土工的常用技能,内容包括混凝土配合比设计、混凝土工程施工技术、混凝土工程施工等。本书技术内容最新、最实用,文字通俗易懂,语言生动,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读者的需要。

本书可作为建筑业农民工职业技能培训教材,也可供建筑工人自学以及高职、中职学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土工/杜海龙主编. —北京:中国铁道出版社,2012.6

(从零开始学技术. 土建工程系列)

ISBN 978-7-113-13586-7

I. ①混… II. ①杜… III. ①混凝土施工 IV. ①TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 203810 号

书 名: 从零开始学技术——土建工程系列
混 凝 土 工
作 者: 杜海龙

策划编辑:江新锡 徐 艳

责任编辑:徐 艳

电话:010-51873193

助理编辑:董苗苗

封面设计:郑春鹏

责任校对:胡明锋

责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:化学工业出版社印刷厂

版 次:2012年6月第1版 2012年6月第1次印刷

开 本:850mm×1168mm 1/32 印张:4.125 字数:102千

书 号:ISBN 978-7-113-13586-7

定 价:13.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部联系调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

从零开始学技术丛书

编写委员会

主 任:魏文彪

副主任:郭丽峰 周 胜

主 审:岳永铭

委 员:范首臣 侯永利 姜 海 靳晓勇
李 伟 李志刚 闫 盈 孟文璐
彭 菲 施殿宝 吴丽娜 吴志斌
熊青青 袁锐文 赵春海 张海英
赵俊丽 张日新 张建边 张福芳
张春霞 周 胜 危 莹 闫 晨
杜海龙

前 言

随着我国经济建设飞速发展,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,是他们依据图纸上的建筑线条和数据,一砖一瓦地建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。

建筑业是吸纳农村劳动力转移就业的主要行业,是农民工的用工主体,也是示范工程的实施主体。按照党中央和国务院的部署,要加大农民工的培训力度。通过开展示范工程,让企业和农民工成为最直接的受益者。

丛书结合原建设部、劳动和社会保障部发布的《职业技能标准》和《职业技能岗位鉴定规范》,以实现全面提高建设领域职工队伍整体素质,加快培养具有熟练操作技能的技术工人,尤其是加快提高建筑业基层施工人员职业技能水平,保证建筑工程质量和安全,促进广大基层施工人员就业为目标,按照国家职业资格等级划分要求,结合农民工实际情况,具体以“职业资格五级(初级工)”、“职业资格四级(中级工)”和“职业资格三级(高级工)”为重点而编写,是专为建筑业基层施工人员“量身订制”的一套培训教材。

同时,本套教材不仅涵盖了先进、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,力求做到技术内容先进、实用,文字通俗易懂,语言生动,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读者的需要。

本丛书在编写上充分考虑了施工人员的知识需求,形象具体地阐述施工的要点及基本方法,以使读者从理论知识和技能知识

两方面掌握关键点。全面介绍了施工人员在施工现场应具备的技术及其操作岗位的基本要求,使刚入行的施工人员与上岗“零距离”接口,尽快入门,尽快地从一个新手转变成为一个技术高手。

从零开始学技术丛书共分三大系列,包括:土建工程、建筑安装工程、建筑装饰装修工程。

土建工程系列包括:

《测量放线工》、《架子工》、《混凝土工》、《钢筋工》、《油漆工》、《砌筑工》、《建筑电工》、《防水工》、《木工》、《抹灰工》、《中小型建筑机械操作工》。

建筑安装工程系列包括:

《电焊工》、《工程电气设备安装调试工》、《管道工》、《安装起重工》、《通风工》。

建筑装饰装修工程系列包括:

《镶贴工》、《装饰装修木工》、《金属工》、《涂裱工》、《幕墙制作工》、《幕墙安装工》。

本丛书编写特点:

(1)丛书内容以读者的理论知识和技能知识为主线,通过将理论知识和技能知识分篇,再将知识点按照【技能要点】的编写手法,读者将能够清楚、明了地掌握所需要的知识点,操作技能有所提高。

(2)以图表形式为主。丛书文字内容尽量以表格形式表现为主,内容简洁、明了,便于读者掌握。书中附有读者应知应会的图形内容。

编者

2012年3月

目 录

第一章 混凝土配合比设计	(1)
第一节 设计的方法和步骤	(1)
【技能要点1】设计方法	(1)
【技能要点2】设计步骤	(1)
第二节 设计参数	(2)
【技能要点1】混凝土强度的确定	(2)
【技能要点2】水灰比的确定	(3)
【技能要点3】稠度	(4)
【技能要点4】砂率	(5)
【技能要点5】用水量	(8)
【技能要点6】水泥用量	(9)
第三节 计算方法	(9)
【技能要点1】假定容重法	(9)
【技能要点2】绝对体积法	(10)
第四节 适配、调整和确定	(12)
【技能要点1】混凝土配合比试配	(12)
【技能要点2】混凝土配合比调整	(13)
第二章 混凝土工程施工技术	(15)
第一节 混凝土搅拌	(15)
【技能要点1】搅拌要求	(15)
【技能要点2】材料配合比的确定	(16)
【技能要点3】搅拌时间	(17)

【技能要点 4】原材料	(21)
【技能要点 5】搅拌要点	(23)
【技能要点 6】拌合物性能要求	(24)
【技能要点 7】特殊季节混凝土拌制	(25)
【技能要点 8】泵送混凝土的拌制	(28)
【技能要点 9】混凝土搅拌的质量要求	(29)
第二节 混凝土运输	(29)
【技能要点 1】运输时间	(29)
【技能要点 2】运输要求	(30)
【技能要点 3】运输工具的选择	(30)
【技能要点 4】运输道路	(32)
【技能要点 5】运输质量要求	(32)
第三节 混凝土浇筑与振捣	(32)
【技能要点 1】浇筑准备	(32)
【技能要点 2】浇筑厚度	(34)
【技能要点 3】浇筑时间要求	(34)
【技能要点 4】浇筑要点	(35)
【技能要点 5】混凝土的振捣	(36)
第四节 混凝土养护与拆模	(37)
【技能要点 1】混凝土养护	(37)
【技能要点 2】混凝土拆模	(40)
第五节 施工缝的处理	(44)
【技能要点 1】施工缝留设	(44)
【技能要点 2】施工缝的处理	(49)
【技能要点 3】后浇带的设置	(50)
第三章 混凝土工程施工	(51)
第一节 普通结构混凝土工程施工	(51)
【技能要点 1】混凝土基础施工	(51)



【技能要点2】混凝土柱、墙板施工	(56)
【技能要点3】混凝土梁结构施工	(63)
【技能要点4】混凝土特殊部位施工	(66)
第二节 复杂结构混凝土施工	(68)
【技能要点1】框架结构混凝土施工	(68)
【技能要点2】地下室混凝土施工	(77)
【技能要点3】剪力墙混凝土施工	(83)
第三节 构筑物混凝土施工	(89)
【技能要点1】筒仓混凝土施工	(89)
【技能要点2】烟囱混凝土施工	(90)
【技能要点3】水塔混凝土施工	(93)
第四节 预应力混凝土施工	(96)
【技能要点1】先张法预应力混凝土施工	(96)
【技能要点2】后张法预应力混凝土施工	(98)
第五节 特性混凝土施工	(100)
【技能要点1】轻骨料混凝土施工	(100)
【技能要点2】高强混凝土施工	(103)
【技能要点3】泵送混凝土施工	(104)
【技能要点4】防水混凝土施工	(108)
第六节 模板混凝土施工	(111)
【技能要点1】大模板混凝土施工	(111)
【技能要点2】滑升模板混凝土施工	(114)
参考文献	(121)

第一章 混凝土配合比设计

第一节 设计的方法和步骤

【技能要点1】设计方法

(1)要使混凝土拌和物具有良好的和易性。和易性是保证便于施工以达到质量要求的重要条件。

(2)保证混凝土具有满足工程结构设计或施工进度所要求的强度。

(3)具有良好的耐久性,满足工程使用及气候条件所要求的强度。

(4)在保证工程质量前提下,应尽量地节约水泥,合理地使用材料,降低成本。

【技能要点2】设计步骤

具体步骤,如图1—1所示。

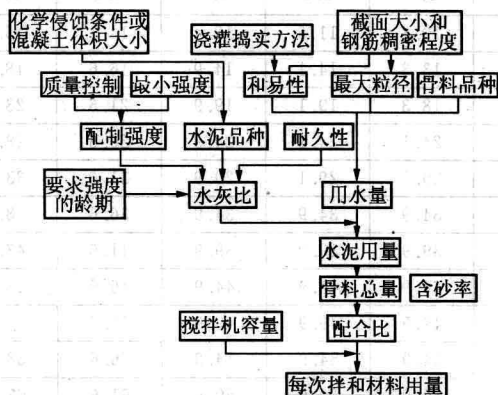


图 1—1 普通混凝土配合设计步骤图解

第二节 设计参数

【技能要点1】混凝土强度的确定

(1)混凝土的施工配制强度可按式确定：

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

式中 $f_{cu,0}$ ——混凝土的施工配制强度(MPa)；

$f_{cu,k}$ ——混凝土的设计强度标准值(MPa)；

σ ——施工单位的混凝土强度标准值(MPa)。

(2)施工单位的混凝土强度标准差反映了施工制作混凝土和管理的水平,由试验统计计算,当施工单位不具有近期的同一品种混凝土强度资料时, σ 可按表 1—1 选用。

表 1—1 混凝土强度标准值 (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

注:在采用本表时,施工单位可根据实际情况,对 σ 值作适当调整。

(3)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—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	69.9

**【技能要点2】水灰比的确定**

水灰比公式是混凝土配合的基本公式,分碎石混凝土和卵石混凝土,这两种混凝土的水灰比分别计算。

(1)碎石混凝土计算式:

$$f_{cu,0} = 0.46 f_c^0 \left(\frac{C}{W} - 0.52 \right)$$

(2)卵石混凝土计算式:

$$f_{cu,0} = 0.46 f_c^0 \left(\frac{C}{W} - 0.61 \right)$$

式中 $f_{cu,0}$ ——混凝土的配制强度(N/mm²);

f_c^0 ——水泥实际强度(N/mm²);如未测出, $f_c^0 = \lambda f_{ck}^0$;

λf_{ck}^0 ——水泥标准抗压强度(N/mm²);

$\frac{C}{W}$ ——灰水比,其倒数即为水灰比。

(3)混凝土的最大水灰比和最小水灰泥用量应符合表 1—3 的要求。

表 1—3 混凝土的最大水灰比和最小水泥用量

混凝土所处的环境条件	最大水灰比	最小水泥用量(kg/m ³)			
		普通混凝土		轻骨料混凝土	
		配筋	无筋	配筋	无筋
不受雨雪影响的混凝土	不作规定	250	200	250	225
受雨雪的露天混凝土; 位于水中或水位升降范围 内的混凝土; 在潮湿环境中的混凝土	0.70	250	225	275	250
寒冷地区水位升降范围 的混凝土; 受水压作用的混凝土	0.65	275	250	300	275



续上表

混凝土所处的环境条件	最大水灰比	最小水泥用量(kg/m^3)			
		普通混凝土		轻骨料混凝土	
		配筋	无筋	配筋	无筋
严寒地区水位升降范围内的混凝土	0.60	300	275	325	300

- 注:1. 本表中的水灰比,对普通混凝土系指水与水泥(包括外掺混合材料)用量的比值,对轻骨料混凝土系指净用水量(不包括轻骨料1h吸水量)与水泥(不包括外掺混合材料)用量的比值。
2. 本表中的最小水泥用量,对普通混凝土包括外掺混合材料,对轻骨料混凝土不包括外掺混合材料;当采用人工捣实混凝土时,水泥用量应增加 $25 \text{ kg}/\text{m}^3$,当掺用外加剂且能有效地改善混凝土的和易性时,水泥用量可减少 $25 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。
3. 当混凝土强度等级低于C10时,可不受本表的限制。
4. 寒冷地区系指最冷月份平均气温为 $-15^\circ\text{C} \sim -5^\circ\text{C}$;严寒地区系指最冷月份平均气温低于 -15°C 的地区。

【技能要点3】稠度

(1)混凝土浇筑时坍落度的要求见表1—4。

表1—4 混凝土浇筑时的坍落度(单位:mm)

结构种类	坍落度
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

- 注:1. 本表系采用机械振捣混凝土时的坍落度,当采用人工捣实混凝土时其值可适当增大;
2. 当需要配制大坍落度混凝土时,应掺用外加剂;
3. 曲面或斜面结构混凝土的坍落度应根据实际需要另行选定;
4. 轻骨料混凝土的坍落度宜比表中数值减少10~20mm。



(2)一般情况下,流动性混凝土的选择坍落度以 100~150 mm 为宜。泵送高度较大以及在炎热气候下施工时可采用 150~180 mm 或更大的大流动性混凝土。

(3)混凝土拌和物按坍落度分级见表 1—5。

表 1—5 混凝土按坍落度分级及允许偏差

级别	名称	坍落度(mm)	允许偏差(mm)
T1	低塑性混凝土	10~40	±10
T2	塑性混凝土	50~90	±20
T3	流动性混凝土	100~150	±30
T4	大流动性混凝土	>160	±30

【技能要点 4】砂率

按骨料品种、规格及水灰比值,通过查表 1—6 确定,也可根据自己的经验选用。如确有必要,可按下列原则经试验确定合理的砂率值。

表 1—6 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	38~43	36~41	36~41	35~40	34~39

注:1. 表中数值系中砂的选用砂率。对细砂或粗砂,可相应的减少或增加砂率;

2. 本砂率表适用于坍落度为 10~60 mm 的混凝土。坍落度如大于 60 mm 或小于 10 mm 时,应相应的增加或减少砂率;

3. 只用一个单级级粗骨料配制混凝土时砂率应适当增加;

4. 掺有各种外加剂或掺和料时,其合理砂率值应经试验或参照其他有关规定选用。

(1)混凝土拌和物的合理砂率是指在用水量及水泥用量一定的情况下,使混凝土拌和物获得最大流动性,且能保持黏聚性及保水性良好时的砂率值。



(2) 进行确定合理的砂率试验时,至少应拌制五组不同砂率的拌和物。各组的用水量及水泥用量应相同,而砂率值应以每组相差 2%~3% 的间隔变动。分别测定每组的坍落度值,并同时检验其黏聚性及保水性情况,然后,各制作强度试块备用。对坍落度值小于 10 mm 的干硬性或半干硬性混凝土,应以维持稠度值作为合理砂率值的基础。

砂的质量要求

配制混凝土的砂子,要求颗粒坚硬、洁净,砂中各种有害杂质的含量必须控制在一定范围之内。所谓有害杂质是指黏土、淤泥、云母片、轻物质、硫化物、硫酸盐及有机质等。

砂中黏土、淤泥、云母片、轻物质、有机物含量超过允许量,则会降低混凝土的强度;硫化物、硫酸盐含量超过允许值会影响混凝土的耐久性,并引起钢筋的锈蚀。砂的质量要求可参见表 1—7。

表 1—7 砂的质量要求

质量	项目		质量指标
含泥量(按重量计%)	混凝土强度等级	≥C30	≤3.0
		<C30	≤5.0
泥块含量(按重量计%)		≥C30	≤1.0
		<C30	≤2.0
有害物质限量	云母含量(按重量计%)		≤2.0
	轻物质含量(按重量计%)		≤1.0
	硫化物及硫酸盐含量(折算成SO ₃ 按重量计%)		≤1.0
	有机物含量(用比色法试验)		颜色不应深于标准色,如深于标准色,则应按水泥胶砂强度试验方法,进行强度对比试验,抗压强度比不应低于0.95



续上表

质量	项目		质量指标	
坚固性	混凝土所处的环境条件	在严寒及寒冷地区室外使用并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土	循环后重量损失(%)	≤ 8
		其他条件下使用的混凝土		≤ 10

砂应采用天然砂,砂中含泥量、泥块含量限值应符合表 1—8 的规定;砂中有害物质限值应符合表 1—9 的规定。

表 1—8 砂中含泥量、泥块含量限值

混凝土强度等级	$\geq C30$	$< C30$
含泥量(按重量计%)	≤ 3.0	≤ 5.0
泥块含量(按重量计%)	≤ 1.0	≤ 2.0

表 1—9 砂中有害物质限值

项目	质量指标
云母含量(按重量计%)	≤ 2.0
轻物质含量(按重量计%)	≤ 1.0
硫化物及硫酸盐含量(折算成 SO_3 , 按重量计%)	≤ 1.0
有机物含量(用比色法试验)	颜色不应深于标准色,如深于标准色,则应按水泥胶砂强度试验方法,进行强度对比试验,抗压强度比不应低于 0.95



(3)用坐标纸作坍落度值—砂率关系图,一般情况下如砂率过大,骨料的总表面积和空隙率都增大,混凝土拌和物显得干稠,流动性较小。如砂率过小,则砂浆量不足,也将降低拌和物的流动性。因此,在图上将出现一个坍落度的极大值,与此相应的砂率值即为合理砂率值。在水灰比及用水量比较大的情况下,砂率过小会引起混凝土的离析及泌水。此时,坍落度值大而不稳定,以致在关系图上反映不出极大值点来。因此,合理砂率值应为黏聚性及保水性保持良好,且混凝土坍落度值为最大时所相应的砂率值。

(4)砂率对混凝土强度的影响在一定的范围内并不明显。因此,合理的砂率值主要由黏聚性、保水性、坍落度来确定,各组强度试验结果作为分析时参考之用。

【技能要点5】用水量

(1)用水量指 1 m^3 混凝土的用水量,它与骨料的品种、规格及坍落度有关,一般可按下式计算:

$$W = \frac{10(T+K)}{3}$$

式中 W —— 1 m^3 混凝土的用水量(kg);

T ——坍落度(cm);

K ——骨料常数,见表 1—10。

表 1—10 流动性混凝土用水量的骨料常数

粗骨料最大粒径(mm)		10	20	40	80
K	碎石	57.5	53.0	48.5	44.0
	卵石	54.5	50.0	45.5	41.0

注:采用火山灰质水泥时, K 增加 4.5~6.0;采用细砂时, K 增加 3.0。

(2)用水量也可以参照表 1—11 选用。

表 1—11 混凝土用水量选用表(单位:kg/ m^3)

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