

建筑工人实用操作技巧丛书

JIANZHUGONGRENSHIYONG
CAOZUOJIQIAOCONGSHU



混凝土工操作技巧

HUNNINGTUGONGCAOZUOJIQIAO

李立权 编著

中国建筑工业出版社

建筑工人实用操作技巧丛书

混凝土工操作技巧

李立权 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土工操作技巧 / 李立权编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

(建筑工人实用操作技巧丛书)

ISBN 7-112-05755-8

I. 混... II. 李... III. 混凝土施工
IV. TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 071211 号

建筑工人实用操作技巧丛书

混凝土工操作技巧

李立权 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市彩桥印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 7 字数: 186 千字

2003 年 10 月第一版 2003 年 10 月第一次印刷

印数: 1—4,000 册 定价: 14.00 元

ISBN 7-112-05755-8

TU·5054 (11394)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书以混凝土工为主要读者对象，详细介绍了混凝土工在施工中一些技术要领、技巧以及相关基本知识。主要内容有：混凝土与混凝土建筑的基本知识、混凝土的制备、混凝土的浇筑和混凝土新技术。本书内容实用，语言通俗易懂，可作为工人技术培训的辅助教材。

* * *

责任编辑 周世明

出版说明

当前正是工程建设事业蓬勃发展的时期，为了满足广大读者的需要，并结合施工企业年轻工人多，普遍文化水平不高的特点，我社特组织出版了“建筑工人实用操作技巧丛书”。这套丛书是专为那些文化水平不高，但又有求知欲望的普通技术工人而编写。其特点是按实际工种分册编写，重点介绍操作技巧，使年轻工人阅读后能很快掌握操作要领，早日成为合格的技术工人；在叙述语言上力求通俗易懂，少讲理论，多介绍具体作法，强调实用性且图文并茂，让读者看得进去。

希望这套丛书问世以后，能帮助广大年轻工人解决工作中的疑难问题，提高技术水平和实际工作能力。为此，我们热诚欢迎广大读者对书中的不足之处批评指正，协助我们编好这套丛书。

中国建筑工业出版社

2003年7月

前 言

现在，混凝土已成为全世界用途最广、用量最大的建筑工程材料。我国混凝土用量 2001 年为 15 亿 m^3 ，占全世界产量的 1/3。

从前，混凝土工被看作是无尺、无墨线、无随身工具的三无工人，是力工。但谁预计到，现在的混凝土工已是具有一定科学文化水平，操纵着自动化、联动化机械的现代工人。

万丈高楼平地起，现代建筑工人必须要有文化，要练基本功，掌握技术，更要有技巧。本书就是以此为目的，将混凝土工的各种基本功和新技巧，以及混凝土的科学知识和各种混凝土的新结构、新技术，贡献给混凝土工、技术人员和关心混凝土发展的工作人员作参考。

本书用词浅显，图文清楚，例题丰富，可供初中文化的工人、技校学生、技术人员作参考。

目 录

1 混凝土与混凝土建筑的基本知识	1
1.1 混凝土建筑简介	1
1.1.1 混凝土建筑的结构体系	1
1.1.2 混凝土楼盖的构造	1
1.1.3 现浇混凝土的模板类型	3
1.2 混凝土的特性	4
1.2.1 水泥的水化	4
1.2.2 混凝土的黏聚性	6
1.2.3 混凝土的工作性	6
1.2.4 混凝土强度的形成	7
1.2.5 混凝土的堆聚过程	7
1.2.6 混凝土的强度和耐久性	9
2 混凝土的制备	10
2.1 材料	10
2.1.1 水泥	10
2.1.2 砂子	12
2.1.3 石子	13
2.1.4 水	15
2.1.5 外加剂	15
2.1.6 掺合料	17
2.2 普通混凝土配合比设计技巧	19
2.2.1 配合比设计参数及其程序	20
2.2.2 骨料用量的两种计算方法	25
2.2.3 综合例题	27

2.2.4	技巧举例	29
2.2.5	特种混凝土配合比设计	35
2.3	混凝土的拌制	42
2.3.1	搅拌机及其生产线	43
2.3.2	供料系统	48
2.3.3	搅拌新技巧	52
2.3.4	人工拌制	54
3	混凝土的浇筑	57
3.1	混凝土浇筑的相关事项	57
3.1.1	模板	57
3.1.2	施工前的工作	64
3.1.3	现浇结构的质量标准	69
3.2	混凝土浇筑的基本工艺：布料和捣固	73
3.2.1	布料的基本准则	74
3.2.2	布料的技巧	75
3.2.3	捣固的技巧	79
3.2.4	振动器组合的技巧	87
3.2.5	混凝土捣实的观察	90
3.3	结构项目的浇筑	91
3.3.1	浇筑工艺的基本技巧	91
3.3.2	基础的浇筑	94
3.3.3	框架和墙体的浇筑	98
3.3.4	拱壳结构的浇筑	109
3.3.5	其他构造	118
3.4	混凝土养护的技巧	133
3.4.1	基本要求	133
3.4.2	养护工艺	133
4	混凝土新技术	136
4.1	泵送混凝土	136
4.1.1	泵送设备	136

4.1.2	泵送混凝土的配合比	142
4.1.3	泵送混凝土的操作技巧	144
4.2	大体积混凝土	151
4.2.1	基本知识	151
4.2.2	控制裂缝的技巧	152
4.2.3	基础底板和设备基础	159
4.2.4	转换层	167
4.3	钢管混凝土	171
4.3.1	混凝土的配合比	172
4.3.2	浇筑工艺	173
4.4	清水混凝土	177
4.4.1	混凝土的拌制	178
4.4.2	模板的制作、安装	178
4.4.3	保护层的设置	179
4.4.4	混凝土的浇筑	180
4.5	轻骨料混凝土	181
4.5.1	轻骨料混凝土的种类	182
4.5.2	轻骨料混凝土的制备	183
4.5.3	轻骨料混凝土的浇筑	195
4.6	无砂大孔混凝土	196
4.6.1	发展概况	196
4.6.2	材料	197
4.6.3	无砂大孔混凝土的配合比	197
4.6.4	搅拌	199
4.6.5	浇筑、养护	200
4.7	混凝土施工裂缝防治技巧	200
4.7.1	沉降裂缝	201
4.7.2	干缩裂缝	203
附录		205
附录一	混凝土配合比设计拌合物试配、	

调整及确定的程序和方法	205
(一) 试配	205
(二) 稠度的调整	205
(三) 强度的检测及调整	207
(四) 用料量的调整	208
附录二 主要相关标准、规范、规程	210
主要参考文献	211

1 混凝土与混凝土建筑的基本知识

1.1 混凝土建筑简介

1.1.1 混凝土建筑的结构体系

房屋建筑采用混凝土结构，最简单的是以砖砌体为承重墙、以混凝土为楼盖的砖混结构。现代常用的是以钢筋混凝土或钢筋混凝土为结构的多层或高层建筑。

这些多层或高层建筑的结构体系如图 1-1 所示。其中：

(a) 为框架结构，或称纯框结构。其主要承重构件为梁、柱，通常用于高度在 100m 以下的多层建筑。

(b) 为框架剪力墙结构，除可承担框架结构的荷载外，剪力墙可以承受一定的侧向荷载如风力和地震力，通常用于高度在 150m 以下的高层建筑。

(c) 及 (d) 为剪力墙结构，(c) 为横向剪力墙，(d) 为纵向剪力墙，能承受较大的侧推力。通常用于平面布置较规整的住宅、办公楼或旅馆等高度在 150m 以下的高层建筑。

(e)、(f)、(g) 为筒体结构，抗侧向力大于剪力墙结构。通常用于高度在 100m 以上的高层建筑。(e) 为内筒外框结构，如广州市高度为 364m 的中信广场。(f) 为筒中筒结构。(g) 为成束筒结构，美国芝加哥西尔斯大厦就采用此种结构。

1.1.2 混凝土楼盖的构造

在上述各种结构体系中，楼盖的构造可分为图 1-2 所示的各种形式，其中：

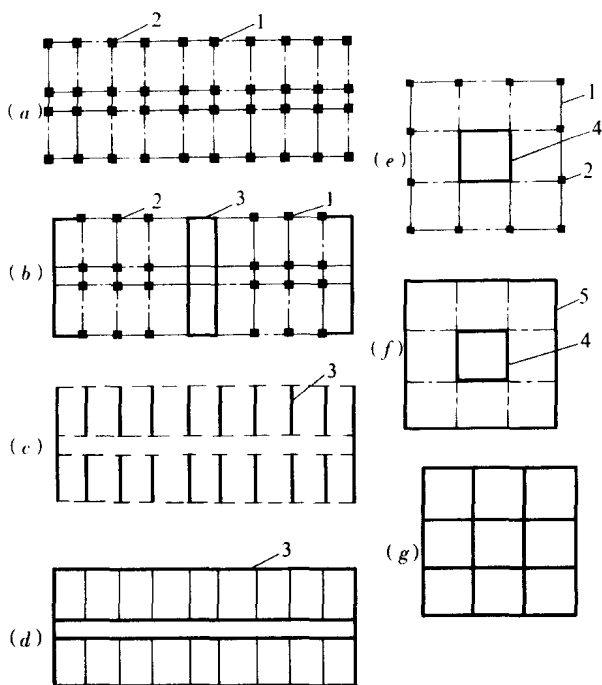


图 1-1 高层混凝土建筑结构体系平面布置图
 (a) 框架结构；(b) 框架剪力墙结构；(c)、(d) 剪力墙结构；
 (e)、(f)、(g) 筒体结构
 1—梁；2—柱；3—剪力墙；4—内筒体；5—外筒体

(a) 为梁板式楼盖。这是楼盖的传统形式。但当房间宽大，梁板的跨度过大时，梁的高度要占用室内空间，则较少采用。

(b) 为平板式楼盖，亦称无梁楼盖。在框架结构中常将梁高压缩至与楼板同高，成为板中的暗梁，这种结构称为板柱结构。在剪力墙结构中采用此法，则称墙板结构。

(c) 为柱帽平板。其做法是加大柱帽，即是缩短暗梁的跨度，亦属无梁楼盖形式。多用于各种大厅大堂。

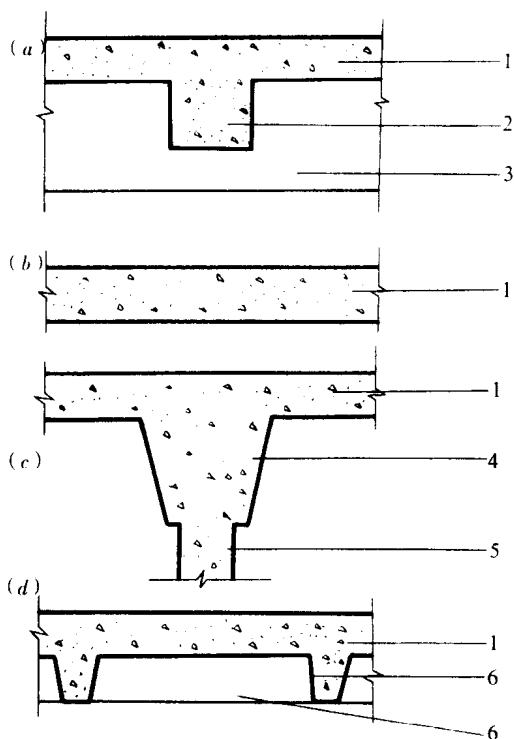


图 1-2 各种楼盖构造

1—楼板；2—小梁；3—大梁；4—柱帽；
5—柱；6—肋梁

(d) 为密肋楼盖。通常将楼板厚度缩小至 50mm 或 60mm，梁则用方格小梁，双向承重。此种楼盖施工较复杂，通常采用标准模壳（俗称模胆）。如将方格加以美化，可制成富丽堂皇的藻井形式。

1.1.3 现浇混凝土的模板类型

在混凝土技术发展的同时，也带动模板体系的发展。模板的类型可分为三类：一是老式的组合模板，在现场按照设计图纸临时组合；二是工具式模板，是根据建筑物的标准开间制成统一的

工具式模板，可多次重复使用，在现行施工中使用较多；三是永久性模板，多采用金属板制作，混凝土浇筑后即与混凝土结合成为建筑结构的一部分。

工具式模板现行通用的下列 6 种类型，与混凝土浇筑工作密切相关，将在第 3 章介绍。

1. 大模板 可作内、外墙使用，外墙与爬升系统结合，称为爬模。

2. 筒模 常用于筒形结构，当房间较小或用于电梯井时，可以整体组合，亦可整体缩形吊运。

3. 滑升模板 用于竖向结构的整体性模板。其操作原理是利用先浇筑的混凝土已出现强度后的稳定性可承受一定压力，边脱模、边滑升。其操作程序要求严格，设备复杂精细。在面积较大的高层建筑上现已少用。但对圆筒形贮罐、烟囱、高大桥墩等，仍多采用。

4. 隧道模 可同时浇筑横墙与楼板，可整体装拆，较为简便。

5. 台模 用于浇筑梁与板的整体模，俗称缩脚模，即其支柱可以伸缩，便于整体装拆，亦称飞模。

6. 早拆系统模 用于梁板结构，事先按模板跨度考虑，利用缩短跨度可提前拆模的原理，留有中部支柱作支撑，大部分可提前拆模，便于重复使用，加快模板周转。

1.2 混凝土的特性

决定混凝土性能的因素很多，但主要因素有二：一是材料的性能和材料配合比，二是操作工将材料拌和得是否均匀、浇筑得是否密实和养护得是否合理。

为了未来的工作，我们先了解混凝土成型的过程。

1.2.1 水泥的水化

混凝土强度的产生，是由于水泥与水化合起胶结作用，将各

种材料胶结成复合材。其过程如图 1-3 所示。

水泥水化时，有大部分水和水泥起化学作用，它以原子的形态参加凝胶晶体保全在混凝土内，称为结晶用水，或叫化学用水；另有一部分水在拌和混凝土时起润滑作用，是工作性用水，或叫物理用水；其余剩余的水被蒸发掉的，叫蒸发水；还有一些未被蒸发的仍留在混凝土中的叫游离水。凡此种在混凝土中造成的孔隙，是混凝土在成型中遗留的缺陷。

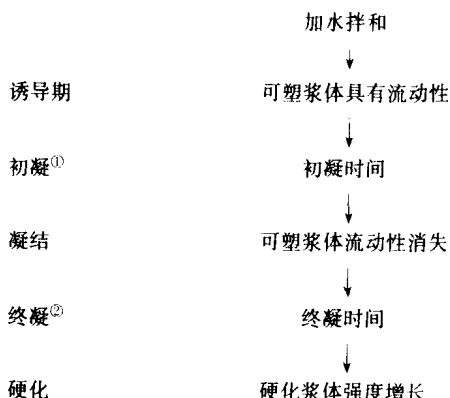


图 1-3 水泥初凝和终凝时间示意图

说明：国家标准规定，①各种水泥，初凝不得早于 45min。②硅酸盐水泥 I·II，终凝不得迟于 6.5h；普通水泥、粉煤灰水泥、火山灰水泥和矿渣水泥，均不得迟于 10h。

水泥水化凝结过程的快慢，与水泥中熟料的含量有关。国家标准给出的时间，是给浇筑工序的控制值：在初凝阶段，就是浇筑工作的时间；如在终凝后再对混凝土扰动，就会破坏混凝土已形成的结构。

在水泥水化期间，会释放出一定的热量，称为水化热。浇筑中心温度可高达 70℃。此时，应根据外界气温，针对构件体积

的大小，采取适当的技术措施，保证混凝土内外温差控制在25℃以内，避免出现温差裂缝。

1.2.2 混凝土的黏聚性

混凝土从搅拌机卸出后，我们首先关注的是它的黏聚性。

黏聚性，从反面来说就是混凝土的分离性。通常从两方面来观察，一是离析，二是泌水。这两种现象应尽量避免。观察这两种现象的技巧如下：

1. 离析

离析的原因是粗骨料粒径和重量都较大，容易从混凝土中分离出来。可随意取少量拌合物置于手掌上，两手用力紧握成团，手放松后，粗骨料如出现离散缝隙，是为离析。避免的方法可将配合比设计的砂率加大，减少粗骨料的用量。如不修改配合比，混凝土硬化后可能内部有孔洞，外部有蜂窝或麻面。

2. 泌水

在新拌混凝土捣固成型后，混凝土骨料沉实时，浆水上浮，尤其是在柱、墙和深梁等构件上表面出现泌水层。用上述试验离析方法紧握混凝土时，如有水分从手指缝中渗出，便是泌水。泌水量过大时，容易出现裂缝，也影响混凝土的密实性和强度的不均匀。如施工工艺需要大流动性混凝土，可以掺用外加剂，不应临时加大用水量。

离析和泌水，也会在浇筑过程中因操作不良时产生，其克服办法，将在本书“3 混凝土的浇筑”中介绍。

1.2.3 混凝土的工作性

混凝土的工作性，是根据施工项目浇筑的难易程度提出的对混凝土稠度的要求，是根据混凝土工艺需要的可塑性、流动性、易密性等要求而提出的。故又称和易性。其指标是通过坍落度筒等仪表检测而得。现浇施工所需的是塑性或流动性混凝土。

但坍落度检测不能完全代表混凝土的和易性，通常将之分为4级：

①干硬性混凝土，多用于预制构件，用维勃稠度仪检测，工作性指标为 5s ~ 20s；

②塑性混凝土，坍落度为 10mm ~ 100mm；

③流动性混凝土，坍落度为 100mm ~ 150mm；

④大流动性混凝土，坍落度大于 160mm，适用于泵送混凝土。均可用有关检测仪表作检测，详见本书“2 混凝土的制备”。

1.2.4 混凝土强度的形成

水泥与水拌合后叫水泥净浆。水泥净浆硬化后称水泥石。水泥净浆与砂石之间的结合，能产生强度机理，有三种力：一是物理作用所形成的粘结力；二是由于砂和石子有凹凸不平的外表面，能与水泥净浆紧密地咬合在一起，形成啮合作用力；三是石子、砂在一定的条件下能与水泥的组分发生反应，形成了较强的化学粘结层。其中，石子表面生成的碳酸，可使界面粘结层强化。这时，化学键取代了物理作用的粘结力，提高了混凝土的强度。

从上面叙述的原因，除水泥的作用外，砂、石子的粒形粗糙、表面清洁和级配紧密，均起着重要的作用。

1.2.5 混凝土的堆聚过程

混凝土组成材料的性能，仅是决定混凝土性能的内在因素；但怎样将它们合理地堆聚在一起，组织成为一个良好的结构体，则是一个人为的因素，也是混凝土操作工的一个主要任务。

新拌混凝土由于材料颗粒的大小不一，再加上浆体的流动性，在布料振捣成型过程中发生沉降和上升运动，也就形成了不同程度的分层现象。如图 1-4，其中 (a) 表示不同粒径的颗粒在粘性流体中的沉降速度。(b) 表示气体或浆体向上升，粗大颗粒向下沉，作分层的流动。(c) 表示分层的结果，粗骨料在下层，浆体在上层。这种现象在混凝土工艺学上叫做“外分层”。其结果是造成下部强度大于中部，上部则是最弱的部位。