

祁钦发 著

给水排水 工程施工 技术探新



HUIPAISHUIGONGCHENGSHIGONGJISHUTANXIN



中国建筑工业出版社

给水排水工程 施工技术探新

祁钦发 著

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

图书在版编目 (CIP) 数据

给水排水工程施工技术探新/祁钦发著. - 北京: 中国建筑工业出版社, 1997

ISBN 7-112-03234-2

I. 给… II. 祁… III. ①给水工程-工程施工-施工技术 ②排水工程-工程施工-施工技术 IV. TU99

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 04284 号

给水排水工程施工技术探新

祁钦发 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: 787×1092 毫米 1/32 印张: 6 字数: 131 千字

1997 年 9 月第一版 1997 年 9 月第一次印刷

印数: 1-6000 册 定价: 10.00 元

ISBN7-112-03234-2

TU·2483 (8377)

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)

本书探讨了近年来给水排水工程施工的一些新技术，采用理论与实践相结合的方法，既有施工中成功的经验和出现的问题等实践依据，又运用了与给水排水工程有关的基础理论和专业理论进行论证。

这些新技术包括基坑边坡、井点降水、抗渗混凝土施工、混凝土抗渗试验、水池冷缩-干缩裂缝、水池滴水试验、消化池气密性试验、给水管道水压试验、排水管道水准测量及施工技术规范等十个方面。

本书适用于从事给水排水和环境保护专业的施工、设计、运行管理人员以及大专院校师生。

前 言

在此科学技术快速发展的时代，给水排水工程施工的新技术不断涌现。本书所探讨的新技术包括创新、更新和革新。创新是对给水排水工程施工中长期存在尚未解决的技术问题，创立了新的科学的解决方法；更新是打破施工中长期应用的技术成规，更替为新的先进的技术；革新是对有局部问题或缺陷的施工技术，改革和补充为新的比较完善的技术。本书在探讨这些新技术时，采用了理论与实践相结合的方法，既有施工中的成功经验和出现的问题等实践依据，又运用与给水排水工程有关的基础理论和专业理论进行了论证。施工经验提高到理论的认识，才有普遍的指导意义。

本书所探讨的给水排水工程施工新技术，涉及基坑边坡、井点降水、抗渗混凝土施工、混凝土抗渗试验、水池冷缩-干缩裂缝、水池满水试验、消化池气密性试验、给水管道水压试验、排水管道水准测量及施工技术规范等十个方面。这些新技术新在何处？现作如下简介。

(一)

国家土方规范规定了硬塑轻亚粘土、亚粘土和粘土，深度在 5m 以内的基坑边坡最陡坡度，但可塑粘性土的边坡坡度如何选定？深度 4m 以内、3m 以内的基坑边坡坡度又如何选定？针对这一长期存在的技术问题，本书根据土坡稳定理论，运用条分法计算成果，绘制成粘性土基坑边坡稳定安

全系数图，并分析了基坑深度及土的抗剪强度指标、边坡坡度等与边坡稳定安全系数的关系，为不同土质不同深度的基坑边坡坡度，提供了新的科学的选定方法。

(二)

井点降水有许多施工技术成规，诸如在井点类型的选用上，土层渗透系数 $10 \sim 250\text{m/d}$ 、降水深度大于 15m 时，适用深井井点；单层轻型井点的降深范围为 $3 \sim 6\text{m}$ ；在井点安装上，轻型井点的井点孔口应用粘性土填塞；轻型井点干管沿抽水水流方向应有上仰的坡度。这些成规正确吗？还适用吗？根据各地实践经验，本书又从理论上证实，将这些成规一一予以打破，更新了原来的观点和方法。

(三)

抗渗混凝土施工技术的关键何在？如何才能确保混凝土的抗渗性？这是一项一直在逐步探索前进的施工技术问题。本书对抗渗混凝土的材料、配比、浇筑、养护、季节性施工等施工技术对混凝土渗透性的影响，进行了逐项分析论证，从而对抗渗混凝土各项施工技术的实际意义，有了比较深入的理解，并可掌握抗渗混凝土施工技术的关键。在提高这些认识的基础上，同时结合各地的实际施工经验，提出施工技术组织措施应包括的主要内容，使这一施工技术取得了新的较大的进展，从而混凝土的抗渗性更有保证。

(四)

混凝土“抗渗标号”的含义是什么？它与渗透系数有什么关系？现行的抗渗试验对这两点基本概念都不太清楚，而

且试验的准确性较差，试验方法劳神费时，确有改革必要。本书根据渗透理论，结合现行试验方法进行论证，提出混凝土抗渗性能改用其渗透系数来表达的新建议，同时提出能直接读取渗水量的“混凝土渗透系数试验仪”的初步设计，以试验结果确定混凝土的“渗透等级”，取代现行的“抗渗标号”，使抗渗试验技术彻底更新。

(五)

混凝土水池的冷缩-干缩约束应力如何计算？冷缩-干缩裂缝如何防止？针对这一长期未得解决的问题，本书根据混凝土冷缩-干缩理论及应力应变理论，结合水池结构、施工情况及有关试验资料，推导出水池池壁冷缩-干缩约束应力计算公式，并提出相应的防裂措施，使混凝土水池的冷缩-干缩裂缝可以预知预防。

(六)

有的水池在满水试验中测得的渗水量竟是零，甚至得负值，成为一时不解之谜。本书根据现场实测和理论分析得出结论，主要是由于试验初读与末读（读取水位）间池内水温变化，使水的体积发生胀缩所致，应消除温差影响，以保证所测渗水量的准确性。同时提出了具体的水温测量方法和调整计算渗水量的计算公式。

(七)

消化池气密性试验，按现行施工技术规范规定，要消除试验期大气压变化及气室内气温变化对所测气压降的影响。气态方程包括气体的绝对压力、绝对温度和体积三个因素。

气室体积在试验期会不会发生变化？其变化对所测气压降能有多大影响？本书根据现场调查分析论证，提出消除消化池气室体积变化影响的必要性，从而进一步提高气密性试验的准确性。

(八)

在给水管道的液压试验中，渗水量与降压有什么关系？管内存气对试压有多大影响？怎么能够知道管内存有多少气？石棉水泥接口在试压时会不会遭受破坏？以已铺设的石棉水泥接口管段作试压后背是否安全？对这些问题一直没有明确的认识。本书对承插普压铸铁管水压试验中的一些力学关系进行了全面分析，解答了以上问题。全面掌握水压试验中的力学关系，使在试压中发现的问题处理自如，从而保证了试验的准确性和试验的顺利进行。

(九)

排水管道施工水准测量的闭合差，长期没有统一的限差标准，其标准定在什么水平上较妥？本书分析了施工水准测量误差对排水管道重力流流量的影响，分析了排水管道使用上对施工水准测量精度的要求，同时考虑城市整体建设的需要和施工测量技术可能达到的水平，提出科学的限差标准，已被国家采纳，列入施工技术规范。

(十)

施工技术规范的不断修订，正是由于施工技术不断创新的结果。本书对《给水排水构筑物施工及验收规范》提出的修订建议，就是根据理论与实践分析，指出我们的施工技术

已突破规范的规定，提前为规范的修订提供了依据。例如规范只规定在水池满水试验中进行外观检查“不得有漏水现象”，本书论证认为也“不得有渗水现象”。实际调查了许多工程，绝大部分都可做到，所以应对规范修订补充。

本书所探讨的创新、更新和革新技术，有的已比较广泛地推行，有的则是刚刚起步。一个新的技术观点又常常需要经过若干周折甚至反复，才能最后成立。破旧立新，才表达事物的进步。本书出版，就是希望有更多的施工单位试行和探讨这些新技术，同行技术人员、专家和学者参与讨论这些新技术。通过试行和讨论，使这些新技术得到进一步修订和完善，逐步为广大给水排水工程建设者所承认，所采用，为国家所承认，重要的列入国家规范。这将使给水排水工程施工技术前进一大步，从而对提高工程质量，提高工程效益，起到一定的作用。

目 录

一、粘性土基坑边坡坡度的科学选定方法	1
二、井点降水打破成规	19
三、掌握技术关键，制订完整措施， 确保抗渗混凝土的抗渗性能	36
四、混凝土抗渗性能改用其渗透系数来表达	48
五、钢筋混凝土水池冷缩-干缩裂缝可以 预知预防	60
六、保证水池满水试验所测渗水量的准确性 和允许渗水量标准的科学性	83
七、消除消化池气密性试验气室体积变化的影响， 进一步提高试验的准确性	100
八、全面掌握给排水管道水压试验中的力学关系	107
九、排水管道施工水准测量制订了科学的 闭合差限差标准	129
十、对《给水排水构筑物施工及验收规范》的 修订建议	139
附录一 粘性土基坑边坡稳定安全系数 计算程序及计算成果	147
附录二 国家标准（GBJ82—85）抗渗性能试验 及其条文说明	177

一、粘性土基坑边坡坡度的科学选定方法

前 言

给水排水等工程的施工基坑（或沟槽以下同），当为粘性土并且深度较浅时，边坡可作成直立壁，不加支撑；基坑较深时，除受某种条件限制，边坡作成直立壁并加支撑外，一般还是采取放坡的方法。边坡过缓，将增加施工的土方量，造成浪费；边坡偏陡，将不能保证施工安全。如何选定边坡坡度，国家土方规范有规定：深度在 5m 内的基坑边坡最陡坡度，当坡顶无荷载时，硬塑的轻亚粘土为 1:0.67（高:宽，以下同），硬塑的亚粘土、粘土为 1:0.33。这些规定是比较粗略的，在实际应用中还有许多值得探讨的问题。轻亚粘土和亚粘土、粘土，其塑性（指数）都有一个范围。规范规定的边坡坡度，对该土类的塑性较小或较大均适用，对塑性较大者则偏于安全，边坡可放陡一些，能放陡多少？规范规定是基坑深度在 5m 以内的最陡坡度，对 4m、3m 或 2m 等深度较浅的基坑，边坡当然可放陡一些，又能放陡多少？规范只规定了硬塑条件下的边坡，如是可塑，边坡坡度又如何选定？规范中还说明，当有成熟经验时，可不受规定的限制。实际上也确有许多地区根据经验采用了陡于规范规定的边坡坡度。专靠经验，并没有很大的把握，如能再从理论上对各种土质不同边坡坡度的稳定性有所认识，理论联系实际去选定边坡坡度，就可运用自如了。本文根据土坡稳定

理论，采用条分法，运用电子计算机，计算了粘性土不同抗剪强度，不同边坡的稳定安全系数，绘制成粘性土基坑边坡稳定安全系数图，并分析了基坑深度及土的抗剪强度指标、边坡坡度等与边坡稳定安全系数的关系，为不同土质不同深度的基坑边坡坡度，提供了新的科学的选定方法。

(一) 粘性土基坑边坡稳定安全系数图

计算粘性土的边坡稳定安全系数，有许多方法，其中条分法原理简单，又便于分析问题，应用最为广泛。本文就是根据条分法计算成果，绘制了一张粘性土基坑边坡稳定安全系数图。根据此图可以很快地查得各种土质不同边坡的稳定安全系数，供施工中分析边坡、选定边坡使用。

1. 制图依据

条分法的力学关系如图 1-1 所示。

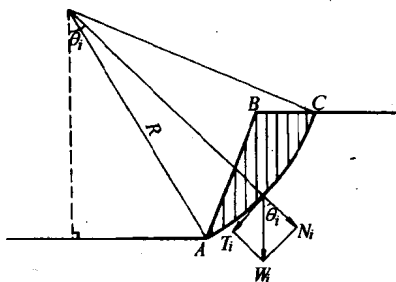


图 1-1 条分法基坑边坡滑动面力学关系图

边坡稳定安全系数就是边坡的抗滑力矩与滑动力矩之比。其计算式如下：

$$K = \frac{M_r}{M_s}$$

$$M_r = R \left(\tan \varphi \sum_{i=1}^n W_i \cos \theta_i + C \widehat{AC} \right)$$

$$M_s = R \sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i$$

将 M_r 、 M_s 式代入前式，得：

$$K = \frac{\tan \varphi \sum_{i=1}^n W_i \cos \theta_i + C \widehat{AC}}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i} \quad (1-1)$$

式中 K ——边坡稳定安全系数；

M_r ——抗滑力矩 ($\text{MN} \cdot \text{m}$)；

M_s ——滑动力矩 ($\text{MN} \cdot \text{m}$)；

R ——滑动圆半径 (m)；

φ ——土的内摩擦角 ($^\circ$)；

C ——土的内聚力 (MN/m^2)；

W_i ——各土条的重力 (MN/m^3)；

θ_i ——各土条重力方向与滑动面垂直方向的夹角 ($^\circ$)；

$\widehat{AC}$ ——滑动面的弧长 (m)。

公式虽然简单，因要分条计算，又要计算许多不同弧面，求其稳定性最差者，计算一个数据就相当费时。要计算不同土质、不同边坡的大量数据，必须使用电子计算机。由于编制计算机程序的需要，将公式 (1-1) 进一步整理简化如下：

$$K = \tan \varphi K_\varphi + CK_c \quad (1-2)$$

式中

$$K_{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cos \theta_i}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i}$$

$$K_c = \frac{\hat{AC}}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i}$$

这样每个滑动弧面的 K_{φ} 和 K_c 值算出后，将便于对不同的 φ 值和 c 值在计算过程中重复使用。

式中 W_i 是各土条的重力，即土条长、宽、高和单位体积重力 (r) 的乘积。为使不同基坑深度 (H) 划分的条数相等，土条宽度取 $0.05 H$ 。由于土条宽度不大，土条高度即按土条的中心高度 (H_i) 近似计算。土条的长度均为 1m 。

$$W_i = 1 \times 0.05 H \cdot H_i \cdot r$$

据此，式 (1-2) 中的 K_{φ} 及 K_c 二式，则可进一步简化如下：

$$K_{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i \cos \theta}{\sum_{i=1}^n H_i \sin \theta}$$

$$K_c = \frac{\hat{AC}}{0.05 H \sum_{i=1}^n H_i \sin \theta}$$

式中 K_{φ} ——用于内摩擦角 φ 的稳定系数；

K_c ——用于内聚力 C 的稳定系数；

H ——基坑深度 (m)；

H_i ——各土条的中心高度 (m)；

r ——土的单位体积的重力 (MN/m^3)。

本文计算中土的容重平均取 $2\text{t}/\text{m}^3$ ，则：

$$r = 0.0196(\text{MN}/\text{m}^3)$$

r 值代入 K_c 式，则：

$$K_c = \frac{1020 \hat{AC}}{H \sum_{i=1}^n H_i \sin \theta}$$

根据上式按基抗深度 5m 计算的成果，绘成粘性土基坑边坡稳定安全系数图如图 1-2。粘性土基坑边坡稳定安全系数计算程序及计算成果列于附录，以供对本图进行核对和进一步探讨之用。也可直接运用计算成果表查算稳定安全系数。

图中的粘性土塑性线（坚硬、硬塑、低可塑、高可塑、软塑、流塑），可供根据 φ 值和 C 值查图时，对土的塑性有个基本了解。这一组线是根据《地基与基础》一书介绍的，根据已有资料计算的粘性土抗剪强度指标 φ 、 C 的统计平均值绘制。其数值见表 1-1。

粘性土的 φ 、 C 值

表 1-1

名称 I_L	$\varphi(^{\circ})$			C (MPa)		
	轻亚粘土	亚粘土	粘土	轻亚粘土	亚粘土	粘土
< 0	28	25	22	0.020	0.060	0.100
$0 \sim 0.25$	26	23	20	0.015	0.040	0.060
$0.25 \sim 0.50$	24	21	18	0.010	0.025	0.040
$0.50 \sim 0.75$	20	17	14	0.005	0.015	0.020
$0.75 \sim 1.0$	18	13	8	0.002	0.010	0.010
> 1.0	≤ 14	≤ 10	≤ 6	0.001	≤ 0.005	≤ 0.005

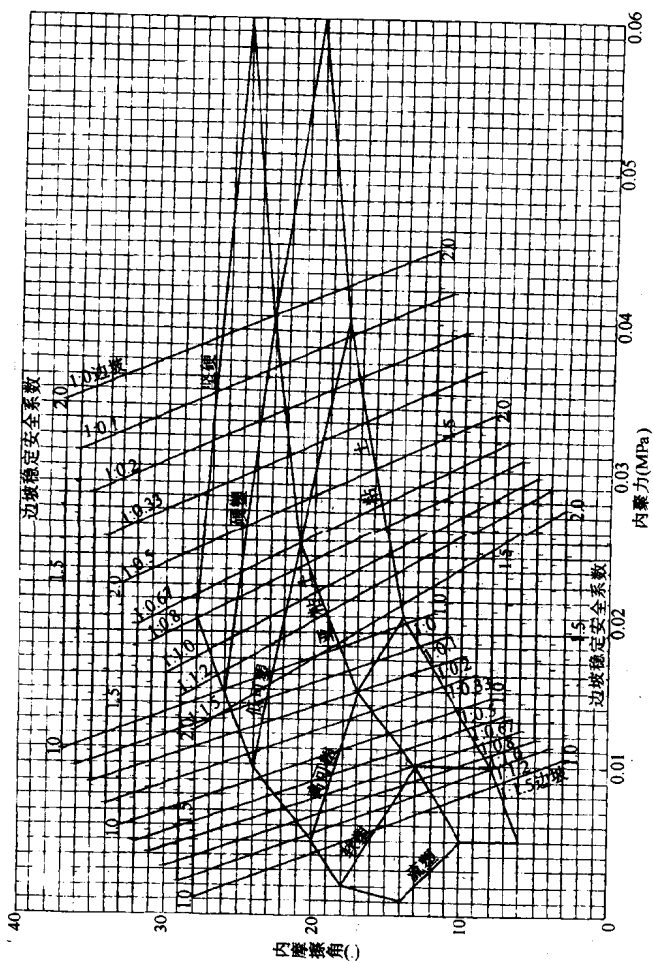


图 1-2 粘性土基坑边坡稳定安全系数图
(基坑深度5m)

2. 本图的使用方法

现将图 1-2 的使用方法举例介绍如下。

设硬塑轻亚粘土的内聚力 $C = 0.015\text{MPa}$ ，内摩擦角 $\varphi = 26^\circ$ 。在图中找出它的 x 、 y 坐标点 $(0.015, 26)$ ，用直尺靠近此点，并使直尺大致平行于图中的边坡线。当取边坡 $1:0.67$ 时，移动直尺，使 $1:0.67$ 框图的上、下“边坡稳定安全系数”标尺的相同值，与坐标点 $(0.015, 26)$ 在一直线上，得稳定安全系数 $K = 1.52$ 。如取边坡 $1:0.5$ ，则 $K = 1.39$ 。现将国家土方规范规定的硬塑轻亚粘土基坑边坡的 $1:0.67$ ，根据图 1-2 查得的稳定安全系数如表 1-2。

**硬塑轻亚粘土基坑边坡
(1:0.67) 的稳定安全系数** 表 1-2

$\varphi(^{\circ})$	$C(\text{MPa})$	K
27	0.010	1.22
26	0.015	1.52
25	0.020	1.81

从上表来看，硬塑轻亚粘土如一律采用 $1:0.67$ 的边坡，对塑性指数较大者偏于安全。至于硬塑亚粘土及粘土如按规范采用 $1:0.33$ 的边坡，其安全系数均大于 2，显然有点保守了。

3. 本图的误差

本图的误差，首先在于条分法本身的误差，其次是制图误差。条分法对土质、滑动面等有许多假设条件，而且是按平面问题考虑，《地基与基础》一书介绍，其计算结果误差可能在 $10\% \sim 15\%$ 。至于制图，根据计算结果数据分析，每种边坡的同一稳定安全系数，在 C 、 φ 这个坐标图上都基