

工程地质手册

(第二版)

《工程地质手册》编写组

中国建筑工业出版社

工程地质手册

(第二版)

《工程地质手册》编写组

中国建筑工业出版社

本手册主要介绍工业与民用建筑工程地质勘察的系统资料和数据。这次第二版是在第一版内容的基础上增订补充了大量的新资料，全书共分八篇五十章及七个附录。包括工程地质概述；工程地质测绘、航片解译、物探、钻探、取样等勘察方法；室内试验、动力触探、静力触探、载荷试验、野外剪切试验、旁压试验、同位素测试、地基动力参数测试等测试技术；地基土承载力的确定，变形验算、变形观测与地基处理；黄土、红粘土、软土、填土、膨胀土、冻土、盐渍土等地区性土和特殊性土；岩溶、斜坡稳定、地震效应、泥石流、采空区等不良工程地质现象的勘察；人工洞、天然洞、黄土洞等洞室工程勘察；高层建筑、动力基础、线路桥涵的地基勘察以及水文地质等，书末还附有外国著者人名索引与主要参考资料。

本书可供工程地质、水文地质、土建设计人员参考。

参加本书编写的单位及人员有：

第一机械工业部勘测公司 张苏民 钟龙辉
第二机械工业部地质四队 杨耀坤
第二机械工业部第四设计院勘察大队 汤福南
第三机械工业部勘测公司 黄志崙
第四机械工业部勘测公司 周 镗
第五机械工业部勘测公司 陈 群 项 勃
第六机械工业部勘测公司 徐应炳 王钟祥
第七机械工业部第七设计院勘测大队 钟文奇

工 程 地 质 手 册

(第 二 版)

〈工程地质手册〉编写组

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：31¼ 字数：840千字

1982年9月第二版 1984年7月第四次印刷

印数：47,661—63,960册 定价：4.40元

统一书号：15040·4247

1975年第一版前言

随着我国社会主义革命和建设的飞跃发展，工程地质勘测的发展也非常迅速。通过大量的工程实践，培养了大批勘测人员，也积累了丰富的经验和资料。为了总结和交流经验，便利生产实践，我们编写了这本《工程地质手册》。

勘测时大量的工作是野外作业，因此，本手册力求多编入有关资料和数据，以便于查考；同时为便于有实践经验的工人和新从事勘测工作的同志们学习技术理论，还选编了工程地质学的一些基本知识。本手册取材多为国内有关单位的先进经验与资料，同时遵照“洋为中用”的方针，摘录了国外部分参考资料。本手册中有些资料已被广泛应用，有的只是初步总结，有的是参考性意见。希望同志们在阅读和使用本手册时，要注意根据工程的具体情况加以分析和对比。至于一些理论分析、公式和方法也有待于通过实践进一步检验。由于水平所限，本手册中的缺点、错误在所难免，希望同志们批评指出，以便再版时订正。

第二版前言

《工程地质手册》自一九七五年出版以来，受到广大工程地质和土建设计人员的重视，在实际工作中发挥了一定的作用。但是，近几年来，随着我国建设事业的发展，对工程地质勘察工作提出了新的、更高的要求；工程地质这门学科从理论上和技术上也在不断地发展和革新；同时，一些规范也相继制订或修订出版。因此，原手册有的内容显得陈旧与落后，已不能适应工程地质勘察工作的现状。鉴于上述原因，我们对手册作了较大的修改和补充。第一版的编写组成员均参加了这次的修订工作。

增订后的《工程地质手册》共八篇五十章及七个附录。增订过程中除对原来的篇章作了若干调整、修改和补充外，还着重补写了以下十一章：第二篇补写了“工程地质勘察的基本要求”、“航空摄影像片工程地质解译”和“地球物理勘探”三章；第三篇补写了“旁压试验”和“放射性同位素测试”二章；第四篇补写了“地基土中的应力分布”一章；第六篇补写了“地震效应勘察”一章；第七篇补写了“高层建筑的地基勘察”、“动力机器基础的地基勘察”和“线路及桥涵的地基勘察”三章；第八篇补写了“地下水的不良作用和降低地下水的方法”一章。

自手册第一版出版以来，收到了不少单位和读者的来信，对手册的内容提出了许多中肯的意见和建议，有的读者还寄来了宝贵的资料，在第一版和这次第二版的编写过程中，不少兄弟单位为我们提供了大量宝贵的资料，对此我们一并在表示衷心的感谢。

本手册第一版书稿的有关章节分别请胡定、黄熙龄、王锺琦、潘复兰、秦宝玖、王家钧等进行了审阅，特予追记，并对他们致谢。

这一版书稿请林在贯、樊颂华作了审查，他们分别对全部书稿逐章逐节仔细地进行了审校，提出了非常宝贵的审阅意见，使本书减少了错误，充实了内容，对他们的帮助编者表示深切的谢意。

这次我们附了“主要参考资料”，由于参考的资料较多，遗漏而未列出者一定不少，特别是本书的第一版未列参考资料，因而引用第一版的大量内容时，难以查证原来的参考资料。为此，对未能列出资料名称的单位和作者表示歉意。

尽管我们作了很大的努力，但由于我们水平不高，经验不足，手册中仍难免有不少的缺点和错误，恳请读者批评指正。

本手册第一篇由杨耀坤编写；第二篇第一、二、三、五、六章和第三篇第七章由汤福南编写；第二篇第四章和第三篇第八章由黄志崙编写；主要符号、第二篇第七章、第六篇第五章、第七篇第一、二、三、五章和附录由陈群编写；第三篇第一、二章和第六篇第三章由张苏民编写；第三篇第三章、第四篇第五章和第五篇第一章由钟龙辉编写；第三篇第四、五、六章，第六篇第一、四章和第七篇第六章由项勃编写；第四篇第一、四章由王钟祥编写；第四篇第二、三、六章、第五篇第三章和第六篇第二章由徐应炳编写；第五篇第二、四、五、六、七章和第七篇第四章由周鑑编写；第八篇由钟文奇编写。全书由陈群、项勃总成。

编 者

一九八一年八月

主 要 符 号

符 号	代 表 意 义	出 现 的 篇 章 号
A	基础底边长度	3.8, 4.2, 4.4
A	土的活动度	3.1
A	触探探头锥底面积	3.2, 3.3
A	桩的截面积	3.3, 4.4, 4.5
A	振幅	3.8
A_0	冻土的融沉系数	5.6
A_r	取土器的面积比	2.6
a	地震最大水平加速度	1.5
a_0	土的引用压缩系数	5.6
$a_{1\sim 2}$	土的压缩系数(在1~2 kg/cm ² 压力下)	3.1, 4.1, 5.1, 5.3, 5.4, 5.5
B	基础底边宽度	2.1, 3.2, 3.4, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 7.5
B	建筑物宽度	4.3
b	载荷试验承压板宽度	3.4
b	洞室开挖宽度之半	7.2
C	地基变形系数	4.3
C	地基附加压力系数(附加应力 系数)	4.3
C_0	取土器的外间距比	2.6
C_c	土的压缩指数	3.1, 3.3
C_c	土颗粒的曲率系数(级配系数)	1.4, 3.1, 3.2
C_i	取土器的内间距比	2.6
C_m	岩体的完整性系数	2.4
C_N	动探土自重压力影响的校正 系数	3.2
C_{SL}	膨胀土的收缩系数	5.5
C_u	土的不均匀系数	1.4, 3.1, 3.2, 6.3

符 号	代 表 意 义	出 现 的 篇 章 号
C_o	土的固结系数	3.1
C_x	地基抗剪刚度系数	3.8
C_z	地基抗压刚度系数	3.8, 7.5
C_{γ}	地基抗弯刚度系数	3.8
C_{ω}	地基抗扭刚度系数	3.8
c	岩土的内聚力	3.1, 3.2, 3.5, 4.1, 5.1, 5.3, 5.4, 5.5, 6.2
ζ	岩土的阻尼系数	3.8
ζ_c	临界阻尼系数	3.8
c_d	土的动内聚力	3.1
c_r	土的残余内聚力	3.1
c_u	土的不排水剪抗剪强度	3.3, 3.5, 4.4, 5.3
D	基础埋置深度	3.2, 3.4, 3.6, 3.8, 4.4
D	十字板头直径	3.5
D	阻尼比	3.8
D_s	取土器管靴刃口内径	2.6
D_r	砂土的相对密度	3.1, 3.2, 6.2
D_s	取土器的取土管内径	2.6
D_t	取土器的取土管外径	2.6
D_w	取土器管靴刃口外径	2.6
D_v	填土的压实系数	4.4, 4.5
D_z	垂向阻尼比	3.8, 7.5
D_{ω}	扭向阻尼比	3.8
d	载荷试验承压板直径(或当量直径)	3.4
d	取土衬筒内径	2.6
d_{10}	土的有效粒径	1.4, 3.1, 6.3
d_{30}	土的中间粒径	1.4, 3.1
d_{50}	土的平均粒径	3.1, 6.3
d_{60}	土的界限粒径	1.4, 3.1
E	地震的能量	1.5

符 号	代 表 意 义	出现的篇章号
E	岩石的静弹性模量	3.1,3.8,7.1
E	无线电波的电场强度	2.4
E_0	土的变形模量	3.1,3.2,3.3, 3.4,3.6,4.2, 4.3,4.4
E_0	发射源的电场强度	2.4
E_d	岩土的动力弹性模量	2.4,3.1,3.8,7.5
E_s	土的压缩模量	3.1,3.2,3.3, 4.1,4.3,4.4, 5.3,5.4
e	土的孔隙比	3.1,4.1,4.3, 4.4,5.1,5.3, 5.4,5.5
e	偏心距	3.5,4.2
e_p	膨胀土的膨胀率	5.5
e_{ps}	膨胀土的胀缩总率	5.5
e_{sl}	膨胀土的线缩率	5.5
F	基础底面积	3.8,4.2,4.4
F	岩石露头面积	2.2
F	桩周表面积	4.4
F	地震力	6.2
F_s	静探头摩擦筒表面积	3.3
F_s	膨胀土的自由膨胀率	5.5
f	岩石坚固性系数	1.2,7.1
f	摩擦系数	2.4,2.6,3.1,6.2
f	取土器与土层的摩擦阻力	2.6
f	频率	3.8
f_0	频率效应	2.4
f_n	桩的负摩擦力	4.4
f_0	静探头侧壁摩擦力	3.3,4.4
f_u	桩周土层的极限摩阻力	4.4
G	土的比重	2.6,3.1,4.5
G	弹性剪切模量	3.8

符 号	代 表 意 义	出 现 的 篇 章 号
G_a	岩土动剪切模量	2.4,3.1,3.8,7.5
G_m	泥石流固体物质比重	6.4
G_s	干岩石重量	3.1
G_{w1}	岩石的吸水重量	3.1
G_{w2}	岩石的饱和吸水量	3.1
g	重力加速度	1.5,3.8,6.2, 6.3,7.5
g_s	土颗粒重量	3.1
g_w	土中水的重量	3.1
H	岩层真厚度	2.2
H	落锤(动探、打桩)高度	3.2,4.4,4.5
H	十字板头高度	3.5
H	边坡高度	6.2
h	震源深度	1.5
h	建筑物高度	4.3
h	土层厚度	4.3
h	有效夯实深度	4.5
h_c	毛细管上升最大高度	8.1
l	水力坡度	3.1,8.1,8.3
I	电流	2.4
I	放射线强度	3.7
I_0	震中烈度	1.5
I_L	土的液性指数	3.1,3.2,4.4, 5.1,5.3,5.4, 5.5
I_P	土的塑性指数	1.4,3.1,4.4, 5.1,5.3,5.4, 5.5
i_0	冻土的相对含水量	5.6
K	电探电极装置系数	2.4
K	经纬仪视距常数	2.7
K	岩石松散(胀余)系数	6.1

符 号	代 表 意 义	出 现 的 篇 章 号
K	地震系数	1,5,6.2,6.3
K_0	静止土压力系数	3.1,6.3
K_0	岩石弹性抗力系数	3.1
K_0	土的固结应力比	3.1
K_c	十字板常数	3.5
K_d	岩石的软化系数	3.1
K_d	地基振动变形系数	3.8
K_f	裂隙率	2.2
K_w	岩石的饱和系数	3.1
K_x	地基抗剪刚度	3.8
K_x	地基抗压刚度	3.8
K_φ	地基抗弯刚度	3.8
K_ψ	地基抗扭刚度	3.8
k	岩石的渗透系数	3.1,8.1,8.3
L	建筑物长度	4.3
L	面波	1.5
L	土样长度	2.6
L	波长	3.8
L	静探头有效侧壁长度	3.3
l	相邻柱基的中心距离	4.3
M	地震震级	1.5
M	力矩	4.2
m	旁压试验的旁压系数	3.6
m	机器及基础的质量	3.8
m_B	基础宽度承载力修正系数	4.4
m_D	基础深度承载力修正系数	4.4
m_s	沉降计算的经验系数	4.3
m_v	土的体积压缩系数	3.1
N_B, N_C, N_D	承载力系数	3.2,3.6,4.4
N_{10}	轻便触探锤击数	3.2,4.4,5.4
N_{25}	中型动力触探锤击数	3.2,4.4
$N_{(63.5)}$	重型动力触探锤击数	3.2,4.4

符 号	代 表 意 义	出 现 的 篇 章 号
$N_{63.5}$	标准贯入试验锤击数	3.2, 4.4
n	土的孔隙度	3.1
n	静力触探的摩阻比	3.3
n	静力触探头的温飘系数	3.3
n	阻尼特性系数	3.3
n_{10}, n_{20}, n_{30}	分别为贯入10、20、30厘米的 锤击数	3.2
OCR	土的超固结比	3.1
P	纵波	1.5
P	总压力	4.2, 7.2
P	轴心压力	2.6.3.6
P_r	单桩容许承载力	3.3, 3.4.4.4
P_h	洞室拱脚水平推力	7.2
P_u	单桩极限承载力	3.3, 4.4
P_v	洞室拱脚垂直压力	7.2
P_r	扰力幅值	3.8
p	基础底面的接触压力	4.2
p_0	载荷试验的比例界限	3.4, 3.6
p_0	上覆土层的自重压力	3.1
p_0	桩尖处土的有效覆盖压力	4.4
p_c	土的前期固结压力	3.1
p_c	基础底面以上土自重压力	3.8, 4.2.4.5
p_{cr}	临塑荷载	4.4
p_{cr}	软弱下卧层顶面土自重压力	4.2, 4.5.5.1
p_s	旁压试验弹性膜的约束力	3.6
p_D	膨胀土的膨胀力	5.5
p_s	静力触探的比贯入阻力	3.2, 3.3, 4.4.6.3
p_{sh}	湿陷性黄土的湿陷起始压力	4.5.5.1
p_u	极限荷载	3.4, 3.6, 4.4
p_r	山岩压力	7.1
p_r	地基土的附加压力	4.2, 4.5, 5.1
$p_{1/4}$	临塑阶段荷载	4.4
\hat{p}	土的基本承载力	3.4

符 号	代 表 意 义	出 现 的 篇 章 号
Q	乐夫波	1.5
Q	动力触探锤重	3.2,4.5
Q	打桩锤重	4.4
q	桩重	4.4
q_c	静力触探锥头阻力	3.2,3.3,4.3,6.3
q_p	桩的端承力	3.3
q_u	土的无侧限抗压强度	3.1,3.2,4.4,5.3
R	瑞雷波	1.5
R	土的抗压强度	2.6
R	圆形基础半径	4.3,4.4
R	修正后的岩石的容许承载力	4.4,7.5
[R]	岩石的容许承载力	3.1,3.2,3.4,3.6, 4.3,4.4,5.1, 6.3
R_b	岩石饱和单轴极限抗压强度	1.2,1.4,3.1,7.1
R_c	岩石单轴抗压强度	2.4,3.1,4.4
R_{cm}	岩体准抗压强度	2.4
R_d	动力触探动贯入阻力	3.2
R_s	岩石的抗剪强度	7.1
R_t	岩石的抗拉强度	2.4,3.1,7.1
R_{tm}	岩体准抗拉强度	2.4
R_u	砂土的极限承载力	3.2
S	横波	1.5
S	载荷试验沉降量	3.4
S	基础最终沉降量	4.3
S	地基胀缩变形量	5.5
S	岩石的抗剪强度	3.1,4.1,4.4,6.2
S_0	基础中心沉降量	4.3
S_n, S_c, S_D	基础形状系数	4.4
S_c	基础角点及圆形基础周边 沉降量	4.3
S_H	膨胀土地基膨胀变形量	5.5
S_L	膨胀土地基收缩变形量	5.5

符 号	代 表 意 义	出 现 的 篇 章 号
S_m	基础范围内的平均沉降量	4.3
S_r	土的饱和度	3.1,4.1,5.1, 5.2,5.3
S_r	土的残余抗剪强度	3.1
S_r	土的灵敏度	3.1,5.2
T	土的卓越周期	6.2
T	自振周期	3.8
t_a	概率系数	4.1
U	桩身周长	3.3,4.4
u	孔隙水压力	3.1,6.2
u	土的含水比	4.4,5.2
V_a	土中空气体积	3.1
V_p	冻土的冻胀量	5.6
V_s	土颗粒体积	3.1
V_w	土中水的体积	3.1
v	地下水流速	2.4,3.8
v	土的渗透速度	3.1
v_0	基础振动的初速度	3.8
v_c	岩样的波速	2.4
v_m	岩体的波速	2.4
v_m	泥石流流速	6.4
v_p	纵波波速	2.4,3.1,3.8
v_R	面波波速	3.8
v_s	横波波速	2.4,3.8
w	土的含水量	3.1,3.3,4.4,5.1
w_L	土的液限(圆锥仪测定)	3.1,5.1
w'_L	土的液限(碟式仪测定)	3.1
w_p	土的塑限	3.1,5.1
$w_{s,r}$	土的饱和含水量	3.1
w_y	土的最优含水量	3.1,4.5
w_0	冻土的起始冻胀含水量	5.6

符 号	代 表 意 义	出 现 的 篇 章 号
w_1	岩石的吸水率	3.1, 7.1
w_2	岩石的饱和吸水率	3.1
Z_n	地基压缩层计算深度	2.1
\dot{Z}	基础的振动速度	3.8
\ddot{Z}	基础的振动加速度	3.8
α	地面坡角	2.2
α	触探杆长度校正系数	3.2
α	静力触探头锥角	3.3
α	桩端阻力系数	3.3
α	土的能量吸收系数	3.8
α	应力系数	4.2
α	地震影响系数	6.3
β	岩层倾角	2.2
β	边坡坡角	6.2
β	电波衰减系数	2.4
β	触探杆的侧壁摩擦或重量的校正系数	3.2
β'	岩层的视倾角	2.2
γ	岩土的天然容重	3.1, 3.2, 3.4, 3.5, 3.8, 4.1, 4.3, 4.4, 5.1, 5.5, 6.2
γ'	土的水下浮重	3.1, 4.4
γ_d	土的干容重	3.1, 3.2, 5.6
γ_m	泥石流的容重	6.4
γ_{sr}	土的饱和容重	3.1
γ_w	水的容重	3.1, 4.5
Δ_s	湿陷性黄土的分级湿陷量	5.1
Δ_{zs}	黄土的计算自重湿陷量	5.1
Δ'_{zs}	黄土的实测自重湿陷量	5.1

符 号	代 表 意 义	出 现 的 篇 章 号
δ	地基沉降系数	4.3
δ	洞室的隙跨比	7.1
δ_s	湿陷性黄土的湿陷系数	5.1
δ_{zs}	自重湿陷系数	5.1
ϵ	介电常数	2.4
ϵ	应变	3.3
ϵ_d	动应变	3.1
λ_d	土的动阻尼比	3.1
λ_z	自振圆频率	3.8
μ	岩石的泊松比	3.1,3.4,3.6,3.8, 4.2,4.3,7.1
μ	岩层的给水度	8.1
μ_d	岩石的动泊松比	2.4,3.8,7.5
ξ	土的侧压力系数	2.6,3.1,3.6, 4.2,7.1
ρ	岩石的电阻率	2.4
ρ	物质的密度	3.7,3.8
ρ_s	岩石的视电阻率	2.4
σ	法向应力(正应力)	3.1,3.8
σ_{cz}	土自重应力	4.3
σ_d	动应力	3.1
σ_z	土的附加应力	4.3
σ_c	基础底面的附加应力	4.3
σ_1, σ_3	最大、最小主应力	3.1
τ	剪应力	3.1,3.5,6.2
φ	岩石的内摩擦角	3.1,3.2,3.5,

符 号	代 表 意 义	出现的篇章号
		4.1,5.1,5.4, 5.5,6.2
φ	静力触探头锥底直径	3.3
φ_d	土的动内摩擦角	3.1
φ_r	土的残余内摩擦角	3.1
ψ	滑坡传递系数	6.2
ω	扰力的圆频率	3.8
ω	基础面积系数	4.3