

地下通信(信息)管道工程丛书

地下通信(信息)管道 常用图表资料手册

吴达金 编著

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



地下通信（信息）管道工程丛书

地下通信（信息）管道 常用图表资料手册

吴达金 编著



机械工业出版社

本书共分4章,内容主要是以现行国内标准为依据;汇总、收集、归纳和整理国内长期地下通信(信息)管道工程的实践经验和数据以及资料,尤其是有些数据和资料具有权威性和强制性,例如工程图例、预算定额和施工及监理用表等,必须严格执行。

书中各章的主题分别是地基与基础、管道的建筑、人孔或手孔(包括通道)、常用的数据和有关资料。内容极为丰富、紧密结合实际,具有覆盖面宽、实用性强、便于使用等特点,对工程具体实施有较大的帮助。本书是《地下通信(信息)管道规划与工程设计》、《地下通信(信息)管道施工及工程验收》两书的续篇和补充,有些内容在两本书中都会涉及,所以在本书加以综合列入,以利于更好理解和便于使用。

本书是目前国内较少见到的地下通信(信息)管道工程的工具书和技术性的资料汇编。它是各个部门从事地下通信(信息)管道工程的专业人员必备的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

地下通信(信息)管道常用图表资料手册/吴达金编著. —北京:机械工业出版社, 2008. 4

(地下通信(信息)管道工程丛书)

ISBN 978-7-111-23905-5

I. 地… II. 吴… III. 地下通信-管道工程-图表-技术手册
IV. U172.6-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第052450号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:何文军 责任编辑:范秋涛 责任校对:李秋荣

封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

北京机工印刷厂印刷(北京樱花印刷厂装订)

2008年6月第1版第1次印刷

184mm×260mm·20印张·496千字

标准书号:ISBN 978-7-111-23905-5

定价:42.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68327259

封面无防伪标均为盗版

版 权 声 明

本书是以现行国内标准为依据,结合国内长期地下通信(信息)管道工程实践进行编写。书中有些内容纯属个人之见,恐有疏漏之处,且因各项科学技术日新月异地飞速发展,随着时间的推移,本书也有可能出现不妥或不足之处,甚至是错误。为此,必须与时俱进地加以修正、补充和完善。

因此,特作慎重声明:根据我国著作权法的规定,未经著作权人书面同意,不得以任何方式复制、抄袭、或断章取义、不求甚解擅自改编本书的部分或全部内容公开发表。

版权所有,侵权必究。

前言

地下通信（信息）管道工程是整个通信（信息）网的基础。它与国民经济、城乡建设和人民生活有着密切的关系。为了适应我国通信（信息）产业的发展形势和从事通信（信息）建设事业的需要，编写了这本书。本书共分4章，分别是地基与基础、管道的建筑、人孔或手孔（包括通道）、常用的数据和有关资料。内容极为丰富，紧密结合实际，具有覆盖面宽，实用性强，便于使用等特点，对管道工程具体实施有较大的帮助。

本书是《地下通信（信息）管道规划与工程设计》、《地下通信（信息）管道施工及工程验收》两书的续篇和补充，有些内容在两本书中都会涉及，所以在本书加以综合列入，以利于更好理解和便于全面执行。

本书绝大部分内容是根据现行国家标准和通信行业标准、规范和规定等编写的。其中不少数据和资料是在长期工程中积累和实际工作中使用的，证明它们是较有实效或切实可行的。在编写时，还参考或吸取了目前国内一些最新的标准和先进经验，力求符合目前和今后一定时期的使用需要。此外，对于某些技术虽较陈旧，考虑到目前仍继续使用，又不容易收集到的数据和资料，予以列入，以便工作中查考。

由于地下通信（信息）管道工程涉及多种学科和专业，要求较高，本人因知识有限，又受编写条件限制，书中内容恐有疏漏和不足。且因各项科学技术的迅速发展，随着时间的推移，本书也有可能出现问题，希望读者提出意见、批评指正，以便今后修正、补充和完善。

本书在编写过程中，曾得到不少单位或同行的关心、支持和鼓励，在此表示衷心的感谢。参加整理编写本书的人员有朱抗争等同志，在此致以谢意。

本套丛书成事之时，惊闻国内南方20个省市遭遇少见的严寒暴雪灾害，造成高低电压架空电力线路断杆倒，网络处于瘫痪状态，个别城市近月未见灯光，交通堵塞、通信阻断，损失之大，无法估计。前车之鉴，通信领域应以此为戒，通信线路应采用地下化为好，也希望本书出版对此有所帮助。

本套丛书问世之时，欣逢我国举办奥运盛会之年，仅以此祝愿祖国繁荣昌盛，人民幸福安祥。

作者 2007~2008年于北京

目 录

前言

第1章 地基与基础 1

- 1.1 名词术语 1
 - 1.1.1 地基与基础的定义 1
 - 1.1.2 土体或岩体的定义和形成 2
- 1.2 岩土的分类 6
 - 1.2.1 岩石（岩体）的分类 6
 - 1.2.2 土（土壤）的分类 12
 - 1.2.3 特殊性岩土的分类 16
- 1.3 工程现场有关土的鉴定方法 29
 - 1.3.1 岩石（岩体）的鉴定方法 29
 - 1.3.2 岩土的分类 29
- 1.4 地下水 35
 - 1.4.1 地下水对建筑工程的影响 35
 - 1.4.2 地下水的调查 36
 - 1.4.3 地下水的排泄措施 37
- 1.5 各种有关资料和数据 38
 - 1.5.1 工程场地环境类型 38
 - 1.5.2 地基处理 40
 - 1.5.3 基础 49

第2章 管道的建筑 52

- 2.1 管道沟槽 52
 - 2.1.1 管道沟槽的断面尺寸 52
 - 2.1.2 管道沟槽的土方量和挖刨路面面积 53
- 2.2 通信用气吹微管 57
 - 2.2.1 通信用气吹光缆和微管的发展 57
 - 2.2.2 微管等的定义和外表要求 58
 - 2.2.3 微管的性能和技术要求 59
 - 2.2.4 气吹管材类产品的主要规格 59
 - 2.2.5 气吹管材的试验方法 60
- 2.3 气吹管道的施工 63
 - 2.3.1 气吹管道的路由和位置的选择 63
 - 2.3.2 气吹管道的敷设 64
 - 2.3.3 气吹管道中的人孔或手孔 66
 - 2.3.4 气吹管道的有关数据和资料 66
- 2.4 通信用路面微槽 69

- 2.4.1 微槽的特点和适用场合 69

- 2.4.2 微槽的敷设要求和施工方法 70

- 2.5 管道工程设计、施工图样和图例 72

- 2.5.1 管道工程图纸要求和图样内容 72

- 2.5.2 管道工程图例 75

第3章 人孔或手孔（包括通道） 89

- 3.1 人孔或手孔过去标准系列 89

- 3.1.1 过去标准系列的基本特点和主要用途 89

- 3.1.2 过去标准系列的人孔或手孔类型和使用 90

- 3.1.3 过去标准系列的人孔或手孔的标准图 94

- 3.2 人孔或手孔现行标准系列 106

- 3.2.1 现行标准系列的基本特点和主要用途 107

- 3.2.2 现行标准系列人孔的类型和使用 107

- 3.2.3 现行标准系列人孔的规格尺寸 108

- 3.2.4 现行标准系列人孔的基本规定 109

- 3.2.5 现行标准系列人孔的标准图 111

- 3.2.6 现行标准通信电缆配线管道手孔 212

- 3.3 人孔铁件 220

- 3.3.1 人孔铁件的基本要求 220

- 3.3.2 过去标准系列的人孔铁件 221

- 3.3.3 现行标准系列的人孔铁件 221

- 3.4 通信电缆通道（隧道） 237

- 3.4.1 现行标准通道的概况 237

- 3.4.2 现行标准通道的技术要求 237

- 3.4.3 现行标准通道的标准图 241

- 3.4.4 现行标准通道的上覆配筋计算 253

- 3.5 人孔或手孔基坑 256

- 3.5.1 人孔或手孔基坑的断面尺寸 256

- 3.5.2 人孔或手孔基坑的土方量和挖刨路面面积的计算 257

- 3.5.3 土方量和路面面积的数据 257

3.6 人孔或手孔编号	259
3.6.1 长途通信塑料管道的人孔或手孔编号方法	259
3.6.2 城市地下通信(信息)管道的人孔或手孔编号方法	260
第4章 常用的数据和有关资料	261
4.1 地下通信(信息)管道工程预算定额	261
4.1.1 开挖(填)土(石)方	262
4.1.2 通信管道的施工和人(手)孔砌筑(包括通道)	268
4.1.3 其他工程和顶管	281

4.2 地下通信(信息)管道和人孔的体积及其他资料	287
4.2.1 管道管群组合和体积	287
4.2.2 其他资料和数据	293
4.2.3 长途塑料管道的敷设与安装	297
4.2.4 地下通信(信息)管道工程中施工和监理用的表格	299

附录 关于在城市建设中进一步搞好通信设施及管线配套建设的联合通知	313
参考文献	314

第1章 地基与基础

1.1 名词术语

1.1.1 地基与基础的定义

1. 地基

按照汉语名词的定义或解释,在房屋建筑工程领域中,地基是“承受建筑物重量的土层或岩层,土层一般经过夯实。有的地区称它为地脚。”有的地区把它推而广之说地基是“承受建筑物、机器设备等荷重的土层或岩层的统称。”显然含义更为广泛。

在我国国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)中,把地基定义为“支承基础的土体或岩体”。凡是基础直接设在未经处理的天然土层或岩层上的称为“天然地基”。为了提高地基土层的承载力,改善其变形性质或渗透性质而采取的人工方法,这种人工处理方法就是“地基处理”,经过人工处理的地基称为“人工地基”。例如换土垫层地基(它是把软弱的土层挖去,另用砂、碎石或灰土等人工配制的材料回填分层夯实)、压实加固地基和化学加固地基等。所以有时把部分土体被增强或被置换,而形成的由地基土层和增强体共同承担荷载的人工地基称为复合地基,它是人工地基中的一种。在我国地下通信(信息)管道工程中主要采用天然地基和人工地基,人工地基是多种多样的,具体可见《地下通信(信息)管道规划和工程设计》和《地下通信(信息)管道施工及工程验收》两书。

2. 基础

按照汉语名词的定义或解释,基础是“建筑物的根脚”,其含义与地基相似。它是把“建筑物、机器设备等等的荷重传递给地基的结构”。在房屋建筑工程中,“如柱基础、墙基础、桩基础等。一般用砖、石、混凝土及钢筋混凝土等材料建成。基础应有足够的底面面积和埋置深度,以保证地基的强度与稳定性,并且不发生太大的变形。”按照我国国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)中的规定,基础定义为“将结构所承受的各种作用传递到地基上的结构组成部分”。

在地下通信(信息)管道工程中,地基和基础是相辅相成、互相依赖的组成部分。它们共同承担所有在它们上面的全部荷载(包括路面车辆、人群、堆积物、管道和缆线以及土层等的重量)。

3. 地下通信(信息)管道的地基与基础

地下通信(信息)管道与建(构)筑物一样,建造在地球的表层,它形成通常工程建筑的环境条件和物质基础。通常把地表以上的建(构)筑物称为上部结构;地表以下专门设置的基础称为下部结构。管道等荷载都是通过基础传至土层,使土层产生附加应力和变形,由于土粒间的接触与传递,向四周土壤扩散,并逐渐减弱。我们通常把土层中产生附加应力与变形所不能忽略的部分土(或岩)层称为地基。

地基有一定深度与范围,基础下的土层称为持力层;在地基范围内持力层以下的土层称为下卧层,如强度低于持力层的下卧层称为软弱下卧层。为了保证管道的坚固牢靠、相对稳定,基础应建在良好的持力层上,地下通信(信息)管道具体的结构形态如图 1-1 所示。

1.1.2 土体或岩体的定义和形成

地下通信(信息)管道工程的地基与基础,同样是承受上面重量的土(岩)层或结构。为此,必然涉及土层或岩层,本节将对它们的定义和相关内容加以叙述,以便了解和掌握有关知识。

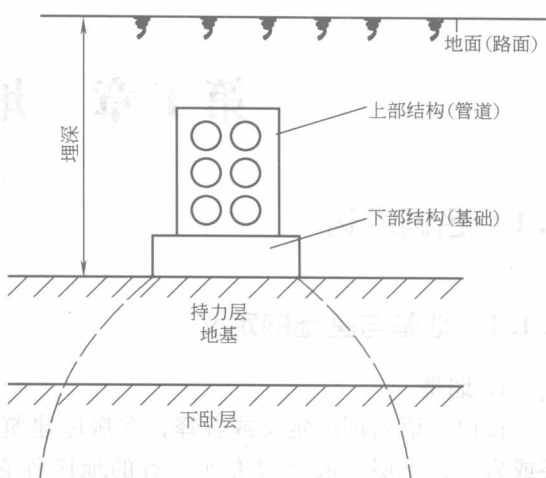


图 1-1 管道的地基与基础

1. 土体(土壤、土层、土)

(1) 土的定义和形成 土体又称土层或土壤,简称土。它是地球表面的一层疏松的物质,由各种颗粒状矿物质、有机物质、水分、空气、微生物等组成。它具有肥力且能生长植物的疏松表土层,所以可称为土层。由于土体是由岩石(或称岩体)风化而成,所以有时称为岩土,在自然因素和人为因素的作用下,不断地演变和发展。气候、生物等自然因素使土壤母质形成自然土壤;加上耕种、施肥、灌排等人为因素,改造利用而成为农业土壤。各地的自然因素和人为因素不同,形成各种不同类型的土壤。随着人类社会的进步和发展,促使某些因素的改变,土壤类型也会随着改变。因此,土壤是有发展历史的自然体,是农业的基本生产资料。它更是劳动的产物,也是人类赖以生存的基础资料和物质根源。

(2) 土的组成和体系

1) 土的组成和三相体系。土是岩体(石)经历风化、剥蚀、破碎、移动和沉积等过程而形成的产物,它是由固体矿物(固相)、水(液相)和气体(气相)三部分组成的三相分散体系。固体颗粒构成土的骨架,骨架之内存在大量孔隙,在孔隙中充填着水和气体。

土体三相的比例不同,土的状态及其工程性质也随之变异。例如:

① 固体+气体(液体=0)为干土,此时的黏土呈坚硬状态。

② 固体+液体(气体=0)为饱和土,此时松散的粉细砂或粉土如遇强烈地震,可能产生液化,使得房屋建筑工程遭受破坏。

③ 固体+气体+液体为湿土,此时黏土多为可塑状态。

由此可见,掌握土的各项工程性质,必须定量研究三相之间的比例关系,即土的物理性质指标的物理意义和它们的数值大小,在实际工程中经常会涉及。土的三相组成比例指标换算公式见表 1-1。

2) 土中固体颗粒。土中固体物质的颗粒大小、形状、成分以及粒径大小的搭配情况是决定土的物理力学性质的主要因素。

① 土的粒组划分。在自然界的土都是由大小不同的土粒所组成,一般是由多个粒组混合的状态。在工程中常用土中各个粒组的相对含量(即各种粒组占土粒总量的百分数)来

表 1-1 土的三相组成比例指标换算公式

序号	指标名称	符号	表达式	单位	常用换算公式	常见值	备注
1	土粒相对密度 (相对密度)	d_s	$d_s = \frac{m_s}{V_s \rho_w}$		$d_s = \frac{S_r e}{w}$		d_s 为固体矿物的质量与同体积纯水质量的比值
2	密度	ρ	$\rho = \frac{m}{V}$	t/m ³		1.6 ~ 2.2	土在天然状态下, 单位体积土的质量
3	重度	γ	$\gamma = \rho g$ $\gamma = \frac{G}{V}$	kN/m ³	$\gamma = \gamma_d (1 + w)$ $\gamma = \frac{\gamma_w (d_s + S_r e)}{1 + e}$	16 ~ 22	土在天然状态下, 单位体积土的重力
4	含水量	w	$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\%$		$w = \frac{S_r e}{d_s}$ $w = \frac{r}{r_d} - 1$	砂土: 2.65 ~ 2.69 粉土: 2.70 ~ 2.71 黏性土: 2.72 ~ 2.75	土在天然状态下, 土中水的质量与土颗粒的质量之比称含水量
5	干密度	ρ_d	$\rho_d = \frac{m_s}{V}$	t/m ³	$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w}$ $\rho_d = \frac{d_s}{1 + e} \rho_w$	1.3 ~ 2.0	土中无水时, 单位体积内土颗粒的质量称干密度和干重度
6	干重度	γ_d	$\gamma_d = \rho_d g$ $\gamma_d = \frac{G_s}{V}$	kN/m ³	$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + w}$ $\gamma_d = \frac{\gamma_w d_s}{1 + e}$	13 ~ 20	
7	饱和重度	γ_{sat}	$\gamma_{sat} = \frac{G_s + V_v \gamma_w}{V}$	kN/m ³	$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_w (d_s + e)}{1 + e}$	18 ~ 33	土体孔隙被水完全充满时, 单位体积饱和土的质量或重度
8	孔隙比	e	$e = \frac{V_v}{V_s}$		$e = \frac{\gamma_w d_s (1 + w)}{\gamma} - 1$ $e = \frac{\gamma_w d_s}{\gamma_d} - 1$	砂土: 0 ~ 40% 黏性土: 20% ~ 60%	土中孔隙体积与土粒体积之比, 称孔隙比
9	有效重度	γ'	$\gamma' = \frac{G_s - V_s r_w}{V}$	kN/m ³	$\gamma' = \frac{\gamma_w (d_s - 1)}{1 + e}$ $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	8 ~ 23	
10	孔隙率	n	$n = \frac{V_v}{V} \times 100\%$		$n = \frac{e}{1 + e}$ $n = 1 - \frac{\gamma_d}{\gamma_w d_s}$	30% ~ 50%	土的孔隙体积与土的总体积之比, 称为孔隙率
11	饱和度	S_r	$S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$		$S_r = \frac{w d_s}{e}$ $S_r = \frac{w \gamma_d}{n \gamma_w}$		土中水的体积与孔隙体积之比, 称饱和度

分析，这就是土的颗粒级配。因为土的粒径发生变化，其主要性质也相应发生变化。例如土的粒径从大到小，相应的特性发生变化，可塑性从无到有；黏性从无到有；透水性从大到小；毛细水从无到有。这就使得它们的工程性质有较大的差别。为了便于研究，把土的粒径按性质相近的原则划分为6个粒组，如图1-2所示，其粒径范围见表1-2。

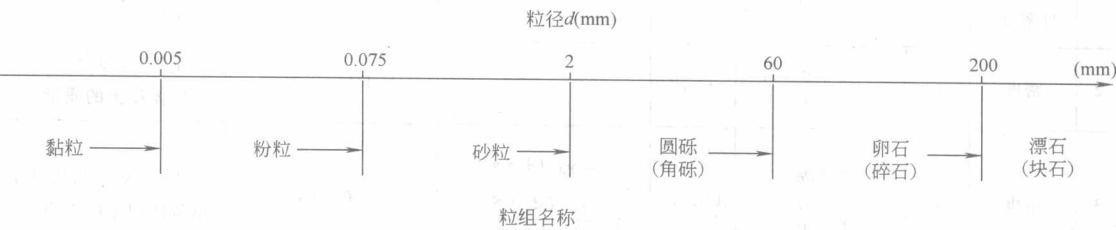


图 1-2 土的粒径分组

表 1-2 土粒粒组的划分

序号	粒组统称	粒组名称	粒径范围/mm	一般特性
1	巨粒	漂石（块石）粒	$d > 200$	透水性很大，无黏性，无毛细水
		卵石（碎石）粒	$60 < d \leq 200$	
2	粗粒	砾粒 粗粒 细粒	$20 < d \leq 60$ $2 < d \leq 20$	透水性大，无黏性，毛细水上升高度不超过粒径大小
		砂粒	$0.075 < d \leq 2$	易透水，无黏性，遇水不膨胀，干燥时松散，毛细水上升高度不大
3	细粒	粉粒	$0.005 < d \leq 0.075$	透水性小，湿时稍有黏性，遇水膨胀小，干时稍有收缩，毛细水上升高度较大，易冻胀
		黏粒	$d \leq 0.005$	透水性很小，湿时有黏性、可塑性，遇水膨胀大，干燥时收缩显著，毛细水上升高度大，但速度慢

同一粒组中的土，其工程性质相似。通常是粗粒土的压缩性低、强度高、渗透水性大；带棱角，表面形状粗糙的土粒，不易滑动，因而其抗剪强度比表面圆滑的要高，承载力相对较大。

② 土的颗粒级配。土的颗粒级配是指大小土粒的搭配情况，通常以土中各个粒组的相对含量（即各粒组占土粒总量的百分数）来表示和分析。

天然土常常是不同粒组的混合物，其性质主要取决于不同粒组的相对含量。在实际工程中，为了了解其颗粒级配情况，需要进行颗粒分析试验，常用的试验方法有筛分法和密度计法两种。从以往工程实践证明，当土粒粒径大小相差悬殊时，较大颗粒间的孔隙都被较小的颗粒所填充，土的密实度较好，一般称为级配良好的土；相反，粒径相差不大，比较均匀时，土的密实度不好，称它为级配不良的土。

为了定量反映土的颗粒级配特征，在实际工程中常用两个级配指标来考虑：

不均匀系数： $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$

曲率系数： $C_e = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}}$

式中 d_{10} ——有效粒径，小于某粒径的土粒质量占总质量的 10% 时相应的粒径；

d_{60} ——限定粒径，小于某粒径的土粒质量占总质量的 60% 时相应的粒径；

d_{30} ——小于某粒径的土粒质量占总质量的 30% 时相应的粒径。

不均匀系数 C_u 反映大小不同粒组的分布情况，即土粒大小（粒组）的均匀程度。 C_u 越大，表示土粒分布越不均匀，土的级配良好。曲率系数 C_c 用于描述级配曲线的整体形状，具体反映某个粒组是否缺少的情况。采用两个级配指标进行分析，目前国内有两种情况有所区别。

级配连续的土，采用单一指标 C_u 即可判断。在实际工程中对 $C_u < 5$ 的土视为级配不良的土； $C_u > 10$ 时为级配良好的土。

级配不连续的土（缺少 $d_{60} \sim d_{10}$ 之间的某粒组），采用单一指标 C_u 难以判断土的级配好坏。因此，在砾类土或砂类土同时满足 $C_u \geq 5$ 和 $C_c = 1 \sim 3$ 两个条件时，为级配良好；不能同时满足两个条件时，为级配不良。

3) 土中水。土中水是溶解各种离子的溶液，其含量会直接影响土的性质。土中水按其形态可分为液态水、固态水和气态水三种。

① 固态水。它是指土中的水在温度降到 0°C 以下时结成的冰。水结冰后体积会增大，使土体发生冻胀，破坏土的结构，冻土融化后使土体强度大为降低。

② 气态水。它是指土中出现的水蒸气，一般说对土的性质影响不大。

③ 液态水。按照水与土相互作用的强弱，土中的液态水分为结合水和自由水两类。

a) 结合水。它是指受土粒表面电场吸引的水，又可分为强结合水和弱结合水。强结合水是紧靠土粒表面的结合水，其性质接近固体，不传递静水压力，在 100°C 时不蒸发，有很大的黏滞性、弹性和抗剪强度。黏性土只含有强结合水时，呈固体状态。弱结合水是存在于强结合水外围的一层结合水。因引力降低，弱结合水的水分子排列不紧密，也不能传递静水压力，呈黏滞体状态，它对于黏性土的影响较大。

b) 自由水。它是不受土粒电场吸引的水，存在于土粒表面电场范围以外的水，其性质与普通水相同，能传递静水压力，冰点为 0°C ，有溶解能力。自由水分为重力水和毛细水两种。

重力水存在于地下水位以下的土孔隙中，在重力或压力差的作用下流动，能传递水压力，对土粒有浮力作用。

毛细水位于地下水位以上的土孔隙中，土中的自由水通过土粒间的孔隙贯通，形成无数不规则的毛细管，逐渐上升，形成毛细水。实践证明，毛细管直径越小，毛细水的上升高度越高，所以粉粒土中毛细水上升高度比砂类高，在地下通信（信息）管道工程中要注意人孔地基土的湿润、冻胀及基础防潮，以保证工程质量。

4) 土中气体。土中气体是指充填在土固体颗粒孔隙中的气体，包括与大气连通的自由气体和不连通的封闭气泡两种。与大气连通的气体与空气成分相似，当土受到外力作用时，很快从孔隙中挤出，对土的工程性质无多大影响。封闭气泡因与大气隔绝，存在于黏性土中，如土层受荷载作用时，封闭气泡缩小，卸载时气泡又膨胀，使土体具有伸缩的弹性，俗称“橡皮土”，使土体难以压实。如封闭气泡较多，将使土体的压缩性增高，渗透性降低，对于地下通信（信息）管道工程影响较大，必须加以注意和关注。

2. 岩体（岩层、岩石、岩土）

岩体是岩层、岩石和岩土统称。它是地壳中形成的,有时成层称为岩层,它是由一种或几种矿物组成的集合体,具有一定的化学成分和矿物成分、结构和构造。一般指性质坚硬的种类,但广义的岩石也包括自然产出的松散的砂泥和火山碎屑等岩土。按成因可分为火成岩、水成岩(又称沉积岩)和变质岩。由于岩体是自然界的物质,其成因、成分、构造、分类等知识极为繁多,由此产生岩石学,其分支有岩类学(又称岩相学)、岩理学(又称岩石成因学)、岩组学、岩石化学、实验岩石学和工艺岩石学等。随着科学的发展,岩石的三大成因门类都已分别形成学科,即火成岩岩石学、沉积岩岩石学和变质岩岩石学。此外,还有岩体力学(又称岩石力学),它是工程地质学与工程力学相结合派生出来的一个新的学科,是研究岩体受力后所发生的力学过程的科学。其主要任务是研究岩体和岩石的工程地质性质(即物理—力学性质,特别是岩石的强度和变形特性)以及岩体的稳定性,以便解决有关水利、建筑、采矿、交通和国防等各项建设领域中所提出的工程设计和工程地质问题。为此,地下通信(信息)管道工程有时也有可能涉及这些学科,需要深入探讨研究。

我国早在20世纪90年代编制的国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—1994)(简称《94规范》)就把岩和土合为一体统称为“岩土”。作为勘察方面的“母规范”适用于全国的技术标准,要求十分严格。

在2002年1月发布的国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001),它是在《94规范》的基础上修订而成的,基本保持《94规范》的适用范围和总体框架,只作局部调整,加强和补充了近年来的新技术和新经验;改正或删除了《94规范》中某些不适当和不确切的条款。对于岩土的名词继续使用。

此外,在国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)等文件中,同样使用岩土等名词。如从岩土分类来看,岩和土是有区别的,它们的形态是不同的。应该说从整体性和坚硬强度来看是“岩”;松散性和软化程度来看是“土”,对此应该予以分清,以免混淆。

1.2 岩土的分类

在自然界里,土壤的种类较多,其工程性质各异。在实际工程中,必须对所在的工程环境的土壤进行分析判断和评论确定,以便进行工程设计与施工。作为建筑物地基的岩土,主要按其工程性质和力学性能划分,按新的国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)中规定,分为岩石、碎石土、砂土、粉土、黏性土和人工填土六类。

1.2.1 岩石(岩体)的分类

1. 岩石划分的规定

岩石应该是颗粒之间牢固地联结,形成整体或具有节理裂隙的岩体。它的工程性质多种多样,差别很大。在实际工程中进行分类是极为必要的,有利于工程建设。因此,过去规范中先按坚固性分类为“硬质岩”和“软质岩”,列举了代表性的岩石名称,以新鲜岩块的饱和单轴抗压强度30MPa为分界标准。在实施中因新鲜的未风化的岩块在现场很难找到而无法执行。此外,只分“硬质”或“软质”,显得太粗,执行也有难度。虽然过去规范中要求再进行风化分类,由于上述因素而难于具体实施。

在修订新规范时，是以地质分类和工程分类来对岩石进行分类的。

(1) 地质分类 根据其地质成因、矿物成分、结构构造和风化程度，可以用地质名称加风化程度表达，如强风化花岗岩、微风化砂岩等。这样对于工程的勘察设计是十分必要的。

(2) 工程分类 主要根据岩体的工程性质、状态和要求，对于它有较为明确的工程特性概念。

地质分类是基本分类，工程分类应在地质分类的基础上进行，目的是为了较好地概括其工程性质，便于工程的评论和具体实施。

新的规范除确定地质名称和风化程度外，还增加了“岩块（石）的坚硬程度”和“岩体的完整程度”的划分，并分别提出了定性和定量的划分标准和方法。对可以取样试验的岩石，应尽量采用定量方法；对难以取样的破碎和极破碎的岩石采取定性方法，可操作性较强。

2. 岩石的分类

岩石的分类方法较多，具体规定如下：

(1) 岩石的坚硬程度 岩石的坚硬程度直接和地基的强度和变形性质有关，极为重要。应根据岩石（块）的饱和单轴抗压强度 f_{rk} 按表 1-3 分为坚硬岩、较硬岩、较软岩、软岩和极软岩五级。如缺乏饱和单轴抗压强度资料或不能进行这项试验（采用点荷载试验强度换算，换算方法按国家标准《工程岩体分级标准》施行）时，可在现场通过观察定性划分，划分标准可按表 1-3 执行。

表 1-3 岩石坚硬程度的分类

岩石坚硬程度的类别及其名称		坚硬程度的定量分析 (饱和单轴抗压强度标准值 f_{rk}/MPa)	坚硬程度的定性划分	代表性岩石
硬质岩	坚硬岩	$f_{rk} > 60$	锤击声清脆，有回弹，振手，难击碎 基本无吸水反映	未风化~微风化的花岗岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英岩、硅质砾岩、石英砂岩、硅质石灰岩等
	较硬岩	$30 < f_{rk} \leq 60$	锤击声较清脆，有轻微回弹，稍振手，较难击碎 有轻微吸水反映	1. 微风化的坚硬岩 2. 未风化~微风化的大理岩、板岩、石灰岩、钙质砂岩等
软质岩	较软岩	$15 < f_{rk} \leq 30$	锤声不清脆，无回弹，较易击碎 指甲可刻出印痕	1. 中风化的坚硬岩和较硬岩 2. 未风化~微风化的凝灰岩、千枚岩、砂质泥岩、泥灰岩等
	软岩	$5 < f_{rk} \leq 15$	锤击声哑，无回弹，有凹痕易击碎 浸水后，可捏成团	1. 强风化的坚硬岩和较硬岩 2. 中风化的较软岩 3. 未风化~微风化的泥质砂岩、泥岩等
极软岩		$f_{rk} \leq 5$	锤击声哑，无回弹，有较深凹痕，手可捏碎浸水后，可捏成团	1. 风化的软岩 2. 全风化的各种岩石 3. 各种半成岩

(2) 岩石的坚固程度 岩石的坚固程度是用岩石坚固性系数来区分，符号为“ f ”。它是由前苏联学者普罗托基亚阔诺夫（1874 ~ 1930）提出，所以称“岩石普氏系数”。它是以单向抗压强度为 $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 时，取 f 为 1，例如某岩石的单向抗压强度为 $400\text{kg}/\text{cm}^2$ ，则 $f = \frac{400}{100} = 4$ 。根据 f 值的大小，将各种岩石的坚固程度分为十级，具体见表 1-4。

表 1-4 按普氏系数岩石坚固程度分级

等级	坚固程度	坚固性系数 f	岩 石
I	极硬岩石	20	最致密的胶结性最大的石英岩和玄武岩等
II	很硬岩石	15	很硬的花岗岩，最硬的砂岩、石灰岩等
III	硬岩石	8 ~ 10	花岗岩、很硬的砂岩、石灰岩、铁矿等
IV	相当硬的岩石	5 ~ 6	一般砂岩、铁矿、砂质页岩等
V	中硬岩石	3 ~ 4	不硬的砂岩，石灰岩，硬的黏土页岩等
VI	相当软的岩石	1.5 ~ 2	软页岩，很软的石灰岩，无烟煤，硬化黏土，石膏等
VII	软岩石	0.8 ~ 1.0	致密的黏土，软烟煤，黄土等
VIII	土质岩石	0.6	腐植土，泥煤，湿砂等
IX	疏松岩石	0.5	砂、填方土，采出的煤等
X	流动岩石	0.3	流砂、含水黄土等

(3) 岩石的风化程度 岩石的风化程度分为未风化岩、微风化岩、中风化岩（又称中等风化岩、弱风化岩）、强风化岩和全风化岩以及残积土。具体见表 1-5。

表 1-5 岩石按风化程度分类

风化程度	野 外 特 征	风化程度参数指标	
		波速比 k_r	风化系数 k_i
未风化岩	岩质新鲜，偶见风化痕迹	0.9 ~ 1.0	0.9 ~ 1.0
微风化岩	岩石结构基本未变，仅节理面有渲染或略变色，有少量风化裂隙	0.8 ~ 0.9	0.8 ~ 0.9
中风化岩（又称中等风化岩、弱风化岩）	岩石部分结构破坏，沿节理面有次生矿物，风化裂隙发育，岩体被切割成岩块。用镐难挖，岩芯钻方可钻进	0.6 ~ 0.8	0.4 ~ 0.8
强风化岩	岩石结构大部分破坏，矿物成分显著变化，风化裂隙很发育，岩体破碎。用镐可挖，干钻不易钻进	0.4 ~ 0.6	< 0.4

(续)

风化程度	野外特征	风化程度参数指标	
		波速比 k_f	风化系数 k_i
全风化岩	岩石结构基本破坏,但尚可辨认,有残余结构强度,可用镐挖,干钻可钻进	0.2~0.4	—
残积土	岩石组织结构全部破坏,已风化成土状,锹镐易挖掘,干钻易钻进,具有可塑性	<0.2	—

- 注: 1. 波速比 k_f 为风化岩石与新鲜岩石压缩波速度之比。
2. 风化系数 k_i 为风化岩石与新鲜岩石饱和单轴抗压强度之比。
3. 岩石风化程度除按表列野外特征和定量指标划分外,也可根据当地经验划分。
4. 花岗岩类岩石,可采用标准贯入试验划分; $N \geq 50$ 为强风化; $50 > N \geq 30$ 为全风化; $N < 30$ 为残积土。
5. 泥岩和半成岩,可不进行风化程度划分。

(4) 岩石的其他规定 在我国国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)中对岩石还有其他的规定,在工程中应予以注意,其中有以下几项较为重要。

1) 关于软化岩石的规定。由于软化岩石浸水后其承载力会显著降低,在工程中应加以重视。为此,根据国内外的长期工程经验,规定以软化系数 0.75 为界限,当软化系数等于或小于 0.75 时,应定为软化岩石。

2) 关于特殊性岩石的规定。当岩石具有特殊成分、特殊结构或特殊性质时,应定为特殊性岩石。例如易溶性岩石(岩盐和石膏)、膨胀性岩石、崩解性岩石、盐渍化岩石、膨胀性泥岩、湿陷性砂岩等,它们都性质特殊,对地下工程有不同程度的危害,必须专门研究,采取相应的对策,另有章节介绍,它们都不同于一般性的岩土。

3) 关于岩石描述的规定。对野外岩石的描述十分重要,为此,规范中对描述的内容作出规定。具体描述内容有地质年代、地质名称、风化程度、颜色、主要矿物、结构、构造和岩石质量指标 RQD。它是国际上通用的鉴别岩石工程性质好坏的方法,具有切实可行的特点,在国内已有较多经验。所以在现行国家标准中作了相应明确的规定。

根据岩石质量指标 RQD,可分为好的($RQD > 90$)、较好的($RQD = 75 \sim 90$)、较差的($RQD = 50 \sim 75$)、差的($RQD = 25 \sim 50$)和极差的($RQD < 25$)。

对于沉积岩应着重描述沉积物的颗粒大小、形状、胶结物成分和胶结程度。

对于岩浆岩和变质岩应着重描述矿物结晶大小和结晶程度。

在我国国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)中,对于上述内容也有类似的规定。因为上述类型的岩石通常具有特殊的工程性质,例如某些泥岩(膨胀性泥岩)有很高的膨胀性;泥质砂岩、全风化花岗岩等有很强的软化性(饱和单轴抗压强度可以等于零);有的第三纪砂岩遇水崩解,呈现极不稳定的流砂性质状态。划分出极破碎的岩石(体)也很必要,因为有时开挖过程中很硬,一旦暴露后逐渐崩解(如崩解性岩石)。片岩石各向异性特别显著,所以其稳定性很差,挖掘管道沟槽和人孔基坑时应特别注意。

3. 岩体的分类

岩体的分类与岩石的分类相似,在新的现行标准中内容较多,其中主要有岩体的完整程度和按岩体的结构划分等。岩体的完整程度反映了它的裂隙性,而裂隙性是岩体十分重要的特性,破碎岩体的强度和稳定性与完整的岩体比较是大大削弱或降低了,尤其是在地下通信(信息)管道工程中的沟槽和基坑挖掘时更显出其突出和重要。

在规范中对岩体的描述和分类都有规定，具体的要求和规定有以下内容。

(1) 岩体的描述 岩体的描述在工程中极为重要，规定的内容也是必要的。岩体的描述应包括结构面、结构体、岩层厚度和结构类型，并要符合以下规定和要求，以利于工程建设。

- 1) 结构面的描述包括类型、性质、产状、组合形式、发育程度、延展情况、闭合程度、粗糙程度、充填情况、充填物性质和充水性质等。
- 2) 结构体的描述包括类型、形状、大小和结构体在围岩中的受力情况等。
- 3) 岩层厚度的分类应按表 1-6 的规定。

表 1-6 岩层厚度的分类

层厚分类	单层厚度 h/m	层厚分类	单层厚度 h/m
巨厚岩层（巨厚层）	$h > 1.0$	中厚岩层（中厚层）	$0.1 < h \leq 0.5$
厚岩层（厚层）	$0.5 < h \leq 1.0$	薄岩层（薄层）	$h \leq 0.1$

(2) 岩体的完整程度 岩体的完整程度是现行国家标准的新增部分的分类方法，且提出了定性和定量的划分标准和方法。对于可以取样试验的岩石（体），应尽量采用定量的方法，具体见表 1-7。对于难以取样使工程中缺乏有关试验数据时，可采用定性方法，可操作性较强。具体可见表 1-8。

表 1-7 岩体完整程度定量的分类

完整程度等级	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎
完整性指数	> 0.75	$0.75 \sim 0.55$	$0.55 \sim 0.35$	$0.35 \sim 0.15$	< 0.15

注：完整性指数为岩体纵波波速与岩块纵波波速之比的平方。选定岩体、岩块测定波速时，应注意有代表性。

表 1-8 岩体完整程度定性的分类

完整程度	结构面发育程度		主要结构面的结合程度	主要结构面类型	相应结构类型
	组数	平均间距/m			
完整	1~2	> 1.0	结合好或结合一般	裂隙、层面	整体状或巨厚层状结构
较完整	1~2	> 1.0	结合差	裂隙、层面	块状或厚层状结构
	2~3	$1.0 \sim 0.4$	结合好或结合一般		块状结构
较破碎	2~3	$1.0 \sim 0.4$	结合差	裂隙、层面、小断层	裂隙块状或中厚层状结构
	≥ 3	$0.4 \sim 0.2$	结合好		镶嵌碎裂结构
		$0.4 \sim 0.2$	结合一般		中、薄层状结构
破碎	≥ 3	$0.4 \sim 0.2$	结合差	各种类型结构面	裂隙块状结构
		≤ 0.2	结合一般或结合差		碎裂状结构
极破碎	无序		结合很差		散体状结构

注：平均间距指主要结构（1~2组）间距的平均值。

(3) 岩体的基本质量等级分类 现行国家标准将岩石的坚硬程度和岩体的完整程度各分五级，两者综合又分为五个基本质量等级。它们与国家标准《工程岩体分级标准》（GB 50218—1994）和《建筑地基基础设计规范》（GB 50007—2002）的内容一致。岩体基本质量等级分类见表 1-9。