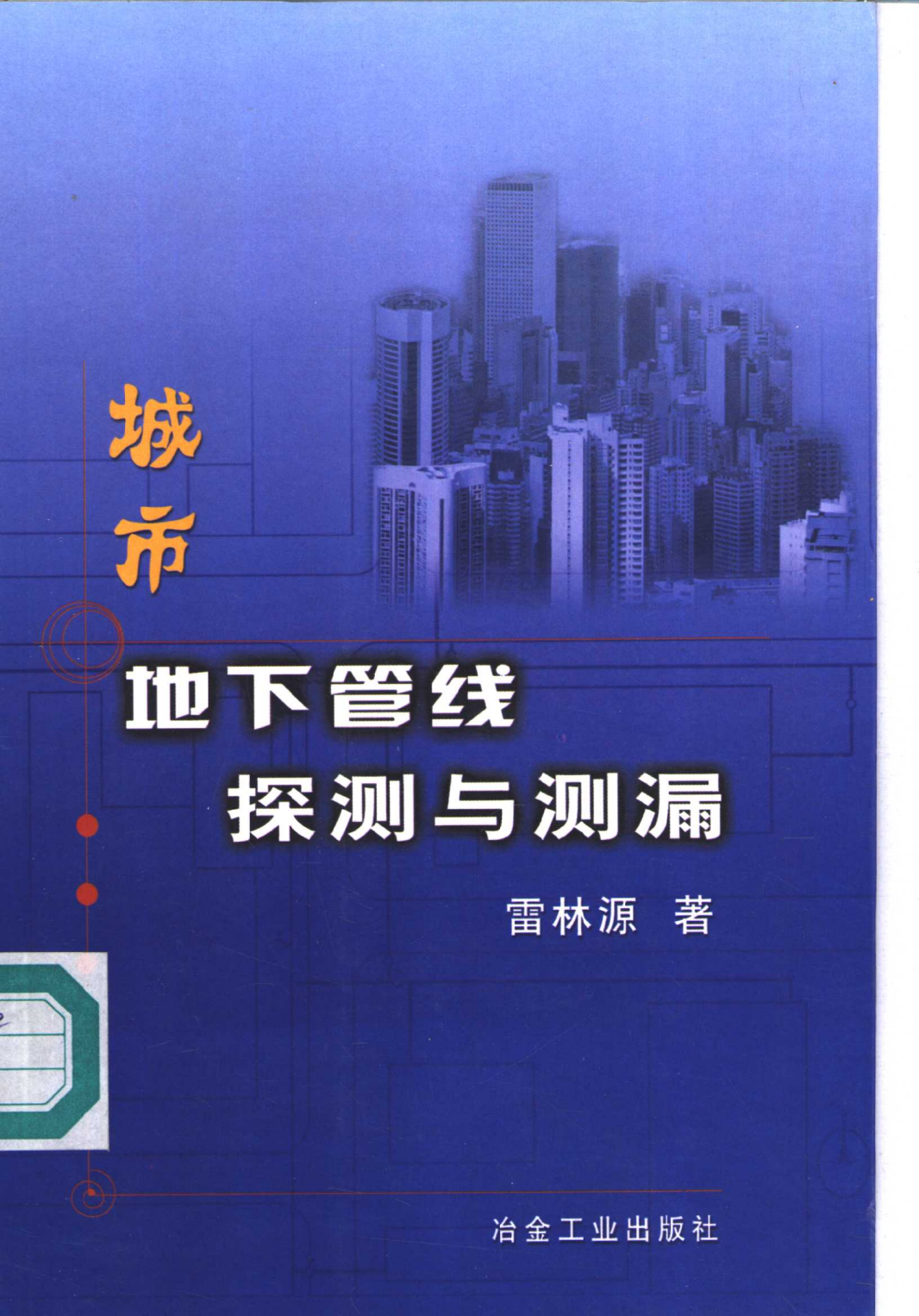




城市

地下管线
探测与测漏

雷林源 著



冶金工业出版社

86.42

1043

城市

地下管线探测与测漏

雷林源 著

北 京

冶金工业出版社

2003

007936

内 容 简 介

全书共 13 章, 分上、下两篇。上篇主要论述地下管线的探测理论、方法和技术, 侧重阐明电磁感应探测法(目前最主要的探测法)的基本原理, 正、反演理论和方法以及探测的精度与误差问题, 还详细介绍了探测非金属管线的地质雷达法的基本原理、方法和技术。下篇主要论述地下管道测漏的理论、方法和技术, 侧重阐明当前最先进的相关测漏法的基本原理以及相关测漏的正演问题。同时, 还将最新科学研究成果“人工神经网络预测法”和“灰色系统理论预测法”应用于地下管道泄漏位置的定位技术中。

本书可作为广大从事地下管线探测与测漏工作的技术人员的参考书, 也可作为大专院校相关专业的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

城市地下管线探测与测漏/雷林源著. —北京:
冶金工业出版社, 2003.1

ISBN 7-5024-3165-9

I. 城… II. 雷… III. ①市政工程—地下管道—
电磁感应—探测②市政工程—地下管道—检漏(管道)
IV. TU990. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 089896 号

出版人 曹胜利(北京沙滩高祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 王之光 美术编辑 熊晓梅 责任校对 白 迅 责任印制 李玉山
北京兴华印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2003 年 1 月第 1 版, 2003 年 1 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 7.75 印张; 202 千字; 235 页; 1-3000 册

20.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

作者简介

雷林源, 出生于1937年, 湖北仙桃市人。桂林工学院教授, 硕士研究生导师, 国务院特殊津贴专家。1962年毕业于中南矿业学院应用地球物理专业教师班(五年制)。1979年调桂林工学院筹建物探本科专业, 先后任物探系和应用物理与计算机系主任。在《地球物理学报》和《物探和化探》等重要刊物上发表论文40余篇, 先后三次参加国际地球物理学术会议并宣读论文, 曾应邀赴美国和加拿大访问, 并在多伦多大学(University of Toronto)做过学术报告, 主持完成城市物探工程项目60多项(含两项国家八五重点项目和一项省九五重点项目)。现为全国地下管线技术与管理专业委员会常务委员。出版学术专著两部。

地下管线是城市的生命线。
应用地球物理方法探测地下管
线并测漏,是國民经济建设中
城市化的重要工作,应该大力发
展。

刘光鼎
2002年10月20日
广西北海

(刘光鼎同志现任中国地球物理学会理事长、中国科学院院士)

新编建筑工程常用材料手册(第2版)

刘麟瑞 等编

16开 平装 523千字 定价 40.00元

本书是一本集实用性和知识性于一体的综合性工具书。全书共10章,计有建筑钢材、木材、水硬性胶凝材料、气硬性胶凝材料、玻璃、琉璃与陶瓷、墙体和屋面材料、防水材料、装饰材料以及建筑涂料。

简明建筑结构设计实用手册

王晓鹏 等主编

16开 平装 324千字 定价 24.00元

本书内容包括建筑结构荷载、建筑抗震、钢筋混凝土结构、砌体结构、基础设计等五章。

桩基动力学

雷林源 著

16开 平装 385千字 定价 29.80元

本书共10章内容,主要有动力测桩的工程力学基础,动力测桩的土力学基础,振动与波动理论基础,数据处理的基础理论与方法,桩的静载荷实验法和高应变动力检测法原理,低应变动力测桩分类及其观测系统,低应变动力测桩的正演理论,稳态动测导纳响应的正演理论及低应变动力测桩的反演问题和反演方法。

目 录

上篇 地下管线探测理论·方法·技术

1 概论	3
1. 1 我国城市地下管线的基本状况	3
1. 2 城市地下管线普查与管理	5
1. 3 地下管线的类别和探测方法的分类	7
2 电磁感应探测法的基本原理	11
2. 1 一次场的性质	11
2. 2 发射场的磁感强度	12
2. 3 感生电流 I_2 的形成机理	17
3 电磁感应探测法的正演问题	20
3. 1 单根有限长载流管线的磁场正演模型	20
3. 2 总场垂直分量的正演模型	25
3. 3 总场水平分量的正演模型	30
3. 4 地下管线有效长度对 B_r 和 B_z 的影响	34
3. 5 两根有限长载流管线的正演模型	37
3. 6 三根有限长载流管线的正演模型	58
4 电磁感应探测法的反演问题	61
4. 1 利用水平分量 $B_x(x)$ 的反演方法	61
4. 2 利用垂直分量 $B_z(x)$ 的反演方法	64
4. 3 同时利用 B_r 和 B_z 两个分量的反演方法	67
5 地下管线埋深反演方法的误差问题	70
5. 1 测线或接收线框法线与地下管线 不正交引起的误差	70
5. 2 地下管线有效长度 L 有限引起的反演误差	72

6	电磁辐射(地质雷达)探测法	77
6.1	电磁波在媒质中传播的波阻抗	77
6.2	波阻抗分界面上电磁波的反射与透射	79
6.3	媒质中电磁波传播速度及反射波相位	81
6.4	地下管线埋深的反演方法	84

下篇 地下管网测漏理论·方法·技术

7	控制供水管网漏损的紧迫性和重要性	91
7.1	国内外控制供水管网漏损的现状	91
7.2	国内漏水调查效果	94
7.3	我国测漏技术水平概况	98
8	国内外供水漏损情况与分析	102
8.1	水资源状况	102
8.2	供水管网漏损问题	103
8.3	检漏实践的初步效果	111
8.4	漏损率控制后的变化	112
9	控制供水管网漏损的技术	116
9.1	供水管网漏损的部分原因分析	116
9.2	供水管网泄漏调查工作方法概述	123
9.3	检漏技术与仪器分类	130
10	相关检漏法的基本原理	138
10.1	泄漏信号的数学模型及传播特性	138
10.2	相关分析基础	139
10.3	泄漏信号的相关函数与泄漏位置	141
10.4	泄漏信号的传播速度问题	146
10.5	相关检漏的正演算例	149
10.6	相关检漏的现场观测实例	153
11	地下管道泄漏点的神经网络定位法	159
11.1	人工神经网络的基本知识	159
11.2	人工神经网络的训练类型和方法	162

11. 3	泄漏点的神经网络定位法	166
12	地下管道泄漏点的灰色系统定位法	169
12. 1	灰色系统分析基础	169
12. 2	建立灰色模型	172
12. 3	泄漏点的灰色系统预测法	175
13	供水管网管理技术概述	179
13. 1	计算机管理技术的应用	179
13. 2	供水系统专业检漏队伍问题	183
附录 1	城市地下管线探测技术规程 CJJ 61—94	185
附录 2	《城市地下管线探测技术规程》中几个问题的商榷 ...	229
参考文献		234

上 篇

地下管线探测 理论·方法·技术

1 概 论

我国解放后,特别是改革开放以后,社会主义现代化建设取得了辉煌成就,我国的城市化建设获得了高速发展,城市面貌日新月异,城市功能也日臻完善。与此同时,对城市基础设施的建设与管理就提出了更高的要求。

地下管线是城市基础设施的重要组成部分,地下管线大致分为:(1)给排水管;(2)雨水与污水管;(3)煤气管道;(4)石油与化工管道;(5)照明电缆与有线电视电缆;(6)工业与其他专用性动力电缆;(7)通信电缆与光缆等等。这些地下管线就如人体的“神经”和“血管”,日夜担负着水、电、信息和能量的供配与传输。有人把这些地下管线誉为城市的“生命线”,是城市赖以生存和发展的物质基础。因此,查明城市中现有地下管线的分布和规划好未来的地下管线的布局,就成为我国城市建设和国民经济发展中一件十分重要的工作。

1.1 我国城市地下管线的基本状况

众所周知,由于历史和现实的各种原因,20 世纪 80 年代以前,我国城市地下管线的管理严重滞后于城市的发展和国际同行业水平,具体表现在以下几个方面。

1.1.1 地下管线状况不详的现象十分普遍

全国除少数几个城区进行过地下管线的普查和建档工作外,绝大多数城市的地下管线的分布与状况还不清楚,与这些城市的快速发展形成了强烈的反差,并形成了限制城市高速发展的瓶颈作用。

1.1.2 事故频繁、损失严重

由于地下管线分布与状况不明,因而在城建施工中地下管线

遭到破坏的现象频繁发生,造成停电、停水、停气、通讯中断,甚至火灾和爆炸事故时有发生,据前几年的统计,我国每年发生管线破坏事故上万起,不但造成经济损失以亿元计,而且造成许多人员伤亡。就 1996 年 1 年内统计的主要重大事故有:

某大型钢铁厂控制中心的电缆被挖断,导致两个高炉停产,造成损失达 2000 多万元。

武汉市由于一煤气管道被打穿,造成重大煤气泄漏事故,损失达 100 万元。

某飞机场指挥中心的通信电缆被挖断,造成数十架航班停飞。

北京某商业集团在施工中钻断北京电信管理局所属国家一级通信网中两条长途电缆和一条国际专线电缆,影响国际通信线路 70 条,长途电话 480 条,造成严重政治影响和重大的经济损失。

福建省新华印刷厂因水管碾断,使印刷机和纸张被浸泡,造成经济损失达 150 万元并导致全省中小学课本无法按时到位的严重后果。

扬州市除夕晚上发生煤气大爆炸,造成严重的社会影响。

1.1.3 地下管线乱埋乱设,构成城市未来发展的严重祸患

由于城市各类地下管线的经费来源和所属单位不同,没有统一管理体制,埋设时间不同,故而很多城市地下管线的管径、管材、走向、埋深等十分混乱和错综复杂。形成牵一动十的不良现象。如济南市发生的电缆爆炸的特大事故,爆炸长度达 2.2km,造成了 13 人死亡,48 人受伤的惨剧,就是因煤气管道和电力电缆过于靠近铺设,煤气泄漏到电缆沟内,最后遇火引起爆炸。又如东北某市曾发生煤气管道爆炸,使建筑在煤气管道上的一栋居民楼遭到严重破坏,并造成 8 人死亡,多人受伤的惨剧。

我国城市地下管线状况落后而且十分混乱,与我国现代化建设和经济快速发展极不适应。导致这种状态的原因很多,也很复杂:

(1) 地下管线资料流失和残缺现象严重。许多大中城市,尤

其是一些历史悠久的城市,地下管线铺设的历史太久,有的城市地下管线施工档案不全,有的部分或全部流失,有的根本就没有档案资料,这就给管理工作带来巨大困难。

(2) 地下管线多次、重复铺设,分布错综复杂。许多城市的地下管线由于所属单位不同,也是在不同时期内施工铺设的,这样容易构成复杂情况,后来施工者稍有不慎就会造成严重后果。如一船厂在检修上水管时,竟把邻厂的主水管挖断,造成停水停产。又如沿海某市在建一大楼时,在施工中将该市主供水管破坏,顷刻间工地变成了湖泊。这样就形成“不动不行,一动就出问题”的严重局面。

(3) 只注重地上建筑、忽视地下建设。尽管由于地下管线事故频频发生,损失也很严重,但往往还未能引起人们的足够重视,那种长期以来各自为政、条块分割、多头管理的局面仍继续存在。有些地方领导认为搞地上建筑看得见摸得着,成绩明显,搞地下管线是白花钱,看不见,摸不着。

(4) 地下管线普查手段落后。过去有一些城市也认识到健全地下管线资料对城市规划建设的重要性,开展了一些普查工作,但由于普查手段和方法落后,往往没有什么作用,收不到应有的效果。

1.2 城市地下管线普查与管理

改革开放以来,经济建设发展,城市功能的重要性日益明显,良好的基础设施和完美的城市功能所形成的良好的投资环境,是加快经济发展,加速现代化进程的重要保障。这样对城市的建设要求越来越高,城市负载也越来越重,于是对地下管线的依赖性也越来越强。地下管线越铺越密,越铺越多,越铺越宽,越铺越远。若不及早结束城市地下管线的错综复杂、混乱无序的状态,若不实现对地下管线现代化科学普查和动态管理,那么,城市地下管线非但发挥不了城市的“神经与血管”和城市生命线的作用,相反会成为城市的隐忧祸患和危害根源,会引发各种预料不到的事故,危及人民生命安

全和影响城市的发展,后果不堪设想。在频繁发生事故从而造成重大经济损失并危及广大人民生命安全的惨痛教训面前,人们深刻认识到地下管线的问题已经到了非彻底解决不可的地步。

1992年首次召开了全国地下管线探测技术研讨会,并出版发行了《全国地下管线探测技术研讨论文集》,随之,于1993年成立我国第一个地下管线探测公司——金迪公司,并相继进口和自行研制了一大批地下管线探测仪器和相应的资料处理软件系统。1995年以后,全国许多中、大城市相继开始进行大规模的地下管线普查和重新建立科学管理档案,并成立了全国“地下管线管理技术专业委员会”,成为城市地下管线探测和管理的行业指导性机构。在开展地下管线普查的初期阶段,就取得了可喜的成绩。自1993年到1996年的4年间有116个单位查明31万km的地下管线,建立了5000幅图的数据库,形成了400多个的探测队伍,每年可完成3万km的管线探测任务。在管理软件方面也消化和引进了ARC/INFO和GAN/MPGIS系统。在一些城市建立起60多个计算机动态管理工作站,并于1996年开始制定了近期和远期工作规划,用5~8年时间,将我国600多个城市的地下管线普查清楚,其中58个大中城市在5年内完成普查及建立动态管理数据库工作。组织专家在1年左右时间内,审定或编制出我国统一的地下管线普查及建立数据库的试行标准,用以指导我国地下管线普查与管理工作。倡议在相关院校开设地下管线探测技术与管理方面的课程,广泛开展学术研究与交流活动,同时举办发行《地下管线管理》刊物。经过10年的努力,使我国的城市地下管线的管理水平达到国际现代化城市一般水平,全国20个超百万人口的大城市达到国际先进水平。几年来按上述工作规划取得了巨大的成绩:

(1) 我国已有10多个省60多个城市建立了地下管线信息管理系统,且越来越多的城市正在积极准备建立之中,这些管理系统在城市建设、规划和管理方面发挥了重要作用;

(2) 我国城市地下管线探测技术不断在提高并日趋完善和成

熟,同时不断研究建立标准高、质量好的管理系统;

(3) 城市地下管线探测与管理的工作标准与相应规程正在建立并不断完善,这些都标志着我国城市地下管线工作正逐步走向标准化和规范化;

(4) 我国通过近 10 年的发展,已建立起一支具有相当水平的地下管线探测、测绘和管理软件系统的专业人员的队伍。这支专业队伍完全能高标准、高质量地完成国家城市地下管线的探测、测绘及相应的动态管理软件系统编制的全部任务。

1.3 地下管线的类别和探测方法的分类

1.3.1 地下管线的类别

地下管线可按用途、材质和管形等方法来分类,通常按用途可大体分为:

- (1) 给水、排水管;
- (2) 雨水、污水管;
- (3) 煤气、暖气管;
- (4) 石油、天然气管;
- (5) 工业化学液流管;
- (6) 照明电缆;
- (7) 有线电视电缆;
- (8) 高压电缆;
- (9) 专用动力电缆;
- (10) 通讯电缆;
- (11) 通讯光缆等等。

1.3.2 地下管线的探测方法分类

一般根据地下管线的材质、埋深和地质条件不同,采取不同的探测方法。

1.3.2.1 直接法和插钎法

当阀门井和消防井分布较密时,可采取在井内直接观测和追索的方法,这是一种可行又直观的简便方法。在埋深较浅且覆盖层又很松软时,可采用钢钎触探方法,这是一种经济简便有效和可行的方法。

1.3.2.2 磁探测法

磁探测法是属于地球物理探测法中的一种,通常称为磁法探测。由于铁质性管道在地球磁场的作用下被磁化,便或多或少地带有磁性。管道被磁化后的磁性强弱与管道的铁磁性材料有关,钢、铁管的磁性强,铸铁管的磁性较弱,非铁质管则无磁性。被磁化的铁质管道就成了一根磁性管道,因而形成它自身的磁场,通过在地面观测铁质管道的磁场的分布,便可发现铁质管道并推算出管道的埋深。

1.3.2.3 电探测法

这也属于地球物理探测法之一,通常称之为电法探测。电法探测可分为直流电探测法与交流电探测法两大类。

(1) 直流电探测法。这种方法是用人工通过两个供电电极向地下供直流电,电流从正极供入地下再回到负极,在地下形成一个电流密度分布空间,当存在金属管线时,由于金属管线的导电性良好,它们对电流有“吸引”作用,使电流密度的分布产生异常情况,若地下存在水泥或塑料管道,它们的导电性极差,于是对电流则有“排斥”作用,同样也使电流密度的分布产生异常情况,通过在地面布置的两个测量电极便可观测到这种异常,从而可以发现金属管线或非金属管线的存在及其位置。这种方法是金属管线或非金属管线与其周围的土层存在导电性差异为前提条件的。常用的直流电探测法又可分为:

- 1) 联合剖面法;
- 2) 对称四极剖面法;
- 3) 中间梯度剖面法;
- 4) 赤道偶极剖面法等等。