

动力机器基础 / 波动 / 动力测桩 /  
地下管线抗震 / 瞬态动力学特性 / 随机过程特性



# 应用土动力学

Applied Soil Dynamics

谢定义 编著



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

APPLIED  
SOIL DYNAMICS



动力机器基础 / 波动 / 动力测桩 /  
地下管线抗震 / 瞬态动力学特性 / 随机过程特性

YINGYONG TU DONGLIXUE

# 应用土动力学

## Applied Soil Dynamics

谢定义 编著



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容提要

本书是2011年由高等教育出版社出版的《土动力学》的续篇。它在《土动力学》系统地讨论了作为土动力学基础的动力荷载、动力试验、动力特性以及土体的动力反应与土体的动力稳定等问题的基础上,进一步讨论了实际应用中的某些土动力学问题,包括动力机器基础问题、弹性波动理论及应用问题、动力测桩问题、地下管线抗震问题等,并从实际土体主要承受不规则或随机波的情况和深化土动力学研究着眼,介绍了从瞬态动力学理论和随机过程理论角度探讨土动力学特性研究的一些思路与方法。本书可以作为土木工程类研究生和大学本科高年级学生的教材以及土动力学教学与科研工作者的的重要参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

应用土动力学 / 谢定义编著. --北京:高等教育出版社,2013.10  
ISBN 978-7-04-038290-7

I. ①应… II. ①谢… III. ①土动力学-高等学校-教材 IV. ①TU435

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 199372 号

策划编辑 焦建虹 责任编辑 焦建虹 封面设计 李卫青 版式设计 王莹  
插图绘制 尹莉 责任校对 李大鹏 责任印制 毛斯璐

---

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社址	北京市西城区德外大街4号	网址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
邮政编码	100120		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
印刷	北京中科印刷有限公司	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>
开本	787mm×1092mm 1/16		<a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
印张	20.5	版次	2013年10月第1版
字数	340千字	印次	2013年10月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定价	39.00元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究  
物料号 38290-00

# 前 言

由于土动力学从总体上可以分为弹性范围内的问题(小应变问题)、弹塑性范围内的问题(中等应变问题)和塑性范围内的问题(大应变问题),因此,土动力学除了应该包括土的动应力、动应变问题(即动本构模型问题)、初始液化问题及与它们密切相关的土体动力反应问题等这些土动力学的基础课题之外,土体上的动力机器基础问题、土体中的弹性波传播理论与应用问题、土体中桩基的动测技术问题等这些小应变方面的问题也应该是土动力学的重要内容。土体中地下管线的抗震这个被称为“生命线工程”抗震的问题也是一个在实际应用中的重要问题。考虑到2011年由高等教育出版社出版的《土动力学》已经系统地讨论了作为土动力学基础的动力荷载、动力试验、动力特性以及土体的动力反应与土体的动力稳定等问题,本书将进一步对动力机器基础问题、弹性波动理论及应用问题、动力测桩问题、地下管线抗震问题等这些土动力学领域内相当重要的、在工程建设中起着非常重要作用的土动力学内容予以讨论。同时,为了使土动力学的研究进一步与实际相靠近,也将简要介绍一下从瞬态动力学理论和随机过程理论的角度探讨土动力学特性研究的一些思路与方法。将以上这些与土动力学实际应用有密切关系但涉及小应变幅和不规则波的问题作为《应用土动力学》(即本书),以补《土动力学》在完整性方面的不足。

本书分为7章,除第1章的绪论外,还包括动力机器基础、波动理论及其在岩土工程中的应用、动力测桩的理论与技术、地下管线的抗震、瞬态极限平衡理论与土动力学研究和随机过程理论与土动力学研究等6章。在讨论以上各章的各类问题时,编著者力图将问题发展的现状、基本的理论或实用的方法作为重点,以便为读者对它们的研究和应用打下一个基础。对于更多、更具体的内容,还需要参考有关的论著或规程。目前涉及讨论问题方面的文献与书籍已经有了不少,而编著者对它们的学习仍然有限,失当之处在所难免,恳请各有关文献的作者或读者能够及时给予批评指正,编著者对此表示衷心的感谢!

编著者  
2012.3

# 符 号 表

$a$  振幅

$b = Q / (\gamma F \sqrt{F})$  地基基础特征值

$C_x, K_x$  水平振动机器地基的抗剪刚度系数、抗剪刚度

$C_z, K_z$  垂直振动机器地基的抗压刚度系数、抗压刚度

$C_\varphi, K_\varphi$  回转振动机器地基的抗弯刚度系数、抗弯刚度

$C_\psi, K_\psi$  扭转振动机器地基的抗扭刚度系数、抗扭刚度

$C_0, E_0$  球应力下的压缩、回胀物态

(C, P, E, S) 空间特性域的不同物态

$c_p, v_p$  P 波的波速

$c_R, v_R$  R 波的波速

$c_s, v_s$  S 波的波速

$c(\omega)$  波动的相位速度

(c, p, e, s) 时域特性域的不同物态

$E_e, E_c, E_p$  和  $E_s$  弹性模量、剪缩模量、剪胀模量和反向剪缩模量

$E_{ws}$  等效的体积模量

$EI$  管道的截面刚度

$f$  频率

$G_h, G_v$  水平向、竖直向的剪切模量

$G_x(\omega)$  自功率谱密度函数

$G_{xy}(\omega)$  互功率谱密度函数、传递函数

$H$  应力历史边界面

$H(\omega)$  频率响应函数(复数)

$h(t)$  脉冲响应函数

$I_G$  龟裂指数

$I_L$  液化指数

$I_p$  基础对通过底面形心并垂直于扭转轴的面积矩

$I_y$  基础对通过底面形心并垂直于回转轴的面积矩

$J_c \left( = \frac{J'}{Z} \right)$  Case 阻尼系数

$K$  等效的地基弹簧常数

- $K_d, K_s$  动刚度、静刚度  
 $L$  状态边界面、促使液化的力  
 L波 勒夫波  
 $P(x)$  概率密度函数  
 $P_f(l)$  破坏概率  
 $P_{f|D_L, G}$  损坏的条件概率  
 $P_N(c)$  倒置次数为  $c$  时的倒置概率  
 $p_x(\omega)$  自能量谱密度函数  
 $p_{xy}(\omega)$  互能量谱密度函数  
 P波 拉压波、纵波  
 $P_1$ 波 孔隙水纵波  
 $P_2$ 波 骨架纵波和骨架横波  
 $P_3$ 波 气体 P 波  
 $q_r (=q-q_m), \varepsilon_{sqr} (= \varepsilon_{sq} - \varepsilon_{sm})$  随动坐标量的偏应力、偏应变  
 $R$  阻抗液化的力  
 $R_x(t_1, t_2)$  非平稳的自相关函数  
 $R_x(\tau)$  自相关函数  
 $R_{xy}(\tau), R_{yx}(\tau)$  互相关函数  
 $R_1, R_2$  失稳类型的判别因子  
 R波 瑞利波  
 $S, e$  偏应力、偏应变  
 $S_x(\omega)$  自谱密度函数  
 $S_x(\omega_1, \omega_2)$  非平稳的谱密度函数  
 $S_{xy}(\omega), S_{yx}(\omega)$  互谱密度函数  
 S波 剪切波、横波  
 $T$  相态转换面、周期  
 $t$  时间  
 $U_g$  地震行波的位移  
 $u/\sigma'_{3c}$  孔压比  
 $\overline{W}(\omega)$  谱窗函数  
 $w(x)$  权重系数  
 $X(\omega)$  频域内的变化过程  
 $|X(\omega)|$  振幅谱  
 $x(t)$  时域内的变化过程

- $x_{\max}$ 、 $L$ 、 $\mu$ 、 $\sigma^2$ 、 $\sigma$ 、 $\varphi^2$ 、 $\varphi$  总体特征值的峰值、极差、均值、方差、标准差、均方值、均方根值  
 $\bar{x}$ 、 $S^2$ 、 $S$ 、 $\overline{\varphi^2}$ 、 $\overline{\varphi}$  样本统计值的均值、方差、标准差、均方值、均方根值  
 $Y$  塑性屈服面  
 $Z$  ( $=EA/C$ ) 桩身的阻抗  
 $Z_1$  ( $=A_1\rho_1c_1$ ) 入射波的广义阻抗  
 $Z_2$  ( $=A_2\rho_2c_2$ ) 反射波的广义阻抗  
  
 $\gamma$   $t$ 时刻剪破面上的剪应变速率  
 $\delta$  地基的沉降  
 $\delta_b$  ( $=h_i/\sqrt{F}$ ) 机器基础的埋深比  
 $\varepsilon$  初相角  
 $\varepsilon_{vc}$  球应力引起的体应变  
 $\varepsilon_{vp,c}$  球应力加荷载压缩的体应变  
 $\varepsilon_{vp,c0}$  压缩物态初始时的体应变  
 $\varepsilon_{vp,s}$  球应力卸荷载回胀的体应变  
 $\varepsilon_{vp,s0}$  回胀物态初始时的体应变  
 $\varepsilon_{vqt0}$  荷载反向点起始剪应变  
 $\varepsilon_{vq,n0}$  孔隙比  $e_{n0}$ 各物态初始时的体应变、孔隙比  
 $\eta$  土的动粘滞系数  
 $\theta_{\max}$  最大倾斜角  
 $\lambda$ 、 $G$  二阶拉梅常量  
 $\mu$  泊松比  
 $\mu_x$   $x$ 的均值  
 $\hat{\mu}$ 、 $\hat{\sigma}^2$ 、 $\hat{\sigma}$ 、 $\hat{\varphi}^2$ 、 $\hat{\varphi}$  总体估计值的均值、方差、标准差、均方值、均方根值  
 $\mu_{hh}$  水平向应力引起水平向应变的泊松比  
 $\mu_{hv}$  水平向应力引起竖直向应变的泊松比  
 $\mu_{vh}$  竖直向应力引起水平向应变的泊松比  
 $\sigma_{fjt}$   $t$ 时刻的动摩阻应力  
 $\sigma_{ijt}$   $t$ 时刻的应力状态  
 $\sigma_x$   $x$ 的标准值  
 $\sigma_{\eta jt}$   $t$ 时刻的动粘阻应力  
 $\sigma'_t$   $t$ 时刻剪破面上的法向有效应力  
 $\sigma'_1$ 、 $\sigma'_3$  最大有效主应力、最小有效主应力

- ( $+\sigma_d$ ) 压半周的峰值动应力  
( $-\sigma_d$ ) 拉半周的峰值动应力  
 $\tau_f$  土的抗剪强度  
 $\tau_{ft}$   $t$ 时刻剪破面上土颗粒间的动摩阻力  
 $\tau_t$   $t$ 时刻的切向剪应力  
 $\tau_{\eta t}$   $t$ 时刻剪破面上的动粘滞阻力  
 $\tau'_{dt}$   $t$ 时刻的动有效抗剪强度或瞬态动有效抗剪强度  
 $\varphi(\omega)$  相位谱  
 $\varphi'_s$  土的静有效内摩擦角  
 $\varphi'_d$  土的动有效内摩擦角  
 $\omega$  圆频率  
 $\omega(\tau)$  滞后窗函数



## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

# 目 录

第 1 章 绪论 .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 本书讨论问题的选择 .....	2
1.3 小结 .....	5
参考文献 .....	6
第 2 章 动力机器基础 .....	8
2.1 概述 .....	8
2.1.1 动力机器的类型 .....	8
2.1.2 动力机器的基础 .....	9
2.2 质-弹-阻模式的动力机器基础设计理论 .....	12
2.2.1 概述 .....	12
2.2.2 质-弹-阻模式中地基的刚度与地基的阻尼 .....	12
2.2.3 质-弹-阻模式的动力基础计算 .....	29
2.3 弹性半空间模式的动力机器基础设计理论 .....	35
2.3.1 Reissner 理论 .....	36
2.3.2 Lysmer 简化比拟法 .....	38
2.4 对动力机器基础两种传统设计模式的讨论 .....	42
2.5 动力机器基础的算例 .....	47
2.5.1 曲柄连杆式机器的基础 .....	47
2.5.2 冲击式机器的基础 .....	52
2.6 小结 .....	54
参考文献 .....	58
第 3 章 波动理论及其在岩土工程中的应用 .....	59
3.1 概述 .....	59
3.2 单相均匀弹性介质中的波动 .....	60
3.2.1 无限弹性介质中的波动 .....	60
3.2.2 半无限弹性介质中的波动 .....	62
3.2.3 有界弹性介质中的波动 .....	63
3.2.4 波动的衰减 .....	63
3.3 两相均匀弹性介质中的波动 .....	64

3.3.1	两相介质(饱和土)中的体波 .....	65
3.3.2	两相介质(饱和土)中的面波 .....	68
3.4	三相均质弹性介质中的波动 .....	68
3.4.1	悬液型的三相土 .....	69
3.4.2	孔隙连通型的三相土 .....	69
3.4.3	孔隙孤立型的三相土 .....	70
3.5	非均质弹性介质中的波动 .....	71
3.5.1	层状均质各向同性弹性介质中的波动 .....	71
3.5.2	均匀横观各向同性弹性介质中的波动 .....	74
3.6	非弹性介质中的波动 .....	76
3.7	土介质中的波动 .....	78
3.7.1	概述 .....	78
3.7.2	土介质的弹性与塑性在波动研究中的处理 .....	79
3.7.3	土介质中波动问题研究的理论向导 .....	79
3.8	地脉动及其频谱特性 .....	84
3.8.1	地脉动的一般特性 .....	84
3.8.2	地脉动的频谱特性与地基的自振特性 .....	85
3.9	波动理论在岩土测试中的应用 .....	88
3.9.1	概述 .....	88
3.9.2	直达波法 .....	89
3.9.3	表面波法 .....	92
3.9.4	反射波法 .....	94
3.9.5	折射波法 .....	100
3.9.6	地脉动随机波法 .....	104
3.10	波速在岩土工程中的应用 .....	107
3.10.1	波速与土性参数间的联系 .....	107
3.10.2	波速与地基特性参数间的联系 .....	110
3.10.3	波速与地基基础处理效果间的联系 .....	116
3.10.4	对波速统计关系的讨论 .....	118
3.11	小结 .....	119
	参考文献 .....	124
<b>第4章</b>	<b>动力测桩的理论与技术 .....</b>	<b>126</b>
4.1	概述 .....	126
4.2	高应变测桩技术 .....	129
4.2.1	概述 .....	129

4.2.2	Case 法	136
4.2.3	CAPWAP 法	142
4.3	低应变测桩技术	147
4.3.1	概述	147
4.3.2	机械阻抗法	149
4.3.3	应力波反射法	153
4.3.4	反射波信号拟合法	159
4.3.5	水电效应法	161
4.3.6	共振试桩法	162
4.3.7	低应变动力测桩技术的若干发展	167
4.4	小结	178
	参考文献	180
<b>第 5 章</b>	<b>地下管线的抗震</b>	<b>182</b>
5.1	概述	182
5.2	地震区地下管线的工作特性	182
5.2.1	液化区地下管线的工作特性	183
5.2.2	行波作用下地下管线的工作特性	186
5.2.3	断层影响下地下管线的工作特性	187
5.3	地震区地下管线的设计	189
5.3.1	概述	189
5.3.2	经过液化区的管道	190
5.3.3	经过地基沉降影响区的管道	191
5.3.4	经过断层区的管道	193
5.4	地下管线的可靠性评价	194
5.5	地下管线的抗震措施	197
5.6	小结	198
	参考文献	199
<b>第 6 章</b>	<b>瞬态极限平衡理论与土动力学研究</b>	<b>201</b>
6.1	概述	201
6.2	瞬态极限平衡理论	202
6.2.1	概述	202
6.2.2	应力相关的极限平衡	203
6.2.3	应变相关的极限平衡	207
6.3	动力特性发展过程的阶段与类型	208
6.3.1	土动力特性发展过程的主要阶段	208

6.3.2	土动力特性发展过程的基本类型 .....	211
6.4	动力过程中土的物态特性在作用时间域内的变化 .....	213
6.4.1	土的物态变化特性 .....	213
6.4.2	不同动力发展阶段内物态变化的特性 .....	216
6.4.3	瞬态孔压特点的分析 .....	220
6.5	动力过程中土的物态特性在应力空间域内的变化 .....	222
6.5.1	应力空间特性域的类型 .....	222
6.5.2	应力空间特性域的判别 .....	227
6.6	描述不同物态特性的本构模型 .....	228
6.6.1	概述 .....	228
6.6.2	不同物态的瞬态模量与瞬态模量场 .....	229
6.6.3	有效应力的物态本构关系 .....	231
6.7	土体抗震的瞬态动力学分析 .....	249
6.8	小结 .....	253
	参考文献 .....	255
<b>第7章</b>	<b>随机过程理论与土动力学研究 .....</b>	<b>257</b>
7.1	概述 .....	257
7.2	随机过程理论分析的基础 .....	258
7.2.1	平稳过程与各态历经过程 .....	258
7.2.2	概率密度函数与概率分布函数 .....	259
7.2.3	输入与输出(激励与响应) .....	259
7.2.4	时域与频域以及正变换与逆变换 .....	260
7.2.5	自相关函数与自谱密度函数 .....	264
7.2.6	窄带过程与宽带过程 .....	265
7.2.7	自功率谱密度函数与自能量谱密度函数 .....	266
7.2.8	振幅谱与相位谱 .....	266
7.2.9	幅值分析与频谱分析 .....	267
7.2.10	互相关函数与互谱密度函数 .....	268
7.2.11	互功率谱密度函数与互能量谱密度函数 .....	269
7.2.12	频率响应函数与脉冲响应函数 .....	270
7.2.13	相关系数与相干系数 .....	272
7.2.14	单输入与多输入 .....	273
7.3	随机过程理论应用的基础 .....	276
7.3.1	用样本描述总体的各种特性参数 .....	276
7.3.2	离散傅氏变换与快速傅氏变换 .....	277

---

7.3.3	随机过程与伪随机过程 .....	285
7.3.4	平稳过程与非平稳过程 .....	287
7.3.5	非线性系统与等效线性系统 .....	290
7.4	随机过程理论与土动力学试验研究 .....	291
7.4.1	概述 .....	291
7.4.2	随机过程数据的形成 .....	292
7.4.3	随机过程特性参数的选择 .....	297
7.4.4	土动力特性研究与随机过程理论联系思路 .....	297
7.5	小结 .....	302
	参考文献 .....	305
	中英文名词对照表 .....	306

# 第1章 绪 论

## 1.1 概 述

(1) 作为土动力学的基本问题,我们曾在《土动力学》(高等教育出版社,2011)里讨论了动力荷载、动力试验、动力特性以及土体的动力反应与土体的动力稳定等方面的问题,建立了各个问题的基本概念,介绍了解决相应问题的基本方法,并对它们作出了适当的评价,为通常意义的土动力学搭建了基本体系,为有关土动力学问题的进一步深化提供了基础性和系统性的准备。但是,在实际上,涉及土动力学的问题,无论是从深度上和广度上,还是从应用上和基础上,都还存在着一系列值得深化研究和正确应用的问题。如果把在《土动力学》中讨论过的问题作为土动力学的基础部分,那么,那些在紧密结合实际中土动力学需要正确应用和深化研究,但在《土动力学》中没有作出讨论的问题就可以作为《应用土动力学》,即本书,它仍然包含了极其丰富的内容。因此,本书只能选择一些在工程实践中已有广泛应用的专题,或在面对应用时深化研究中亟待解决的一些专题作为讨论的对象,它可以看做是《土动力学》以外但与实际应用有密切联系的若干专题部分。

(2) 土动力学既然是以动力作用时土材料的力学特性和土介质体的力学反应与特性为框架的科学,那么,不同的土质类型、不同的动力类型、不同的介质体工作条件以及不同的简化假定和处理方法,都会定性、定量地影响到土材料的动力特性和土体的动力反应与动力稳定性。在理论研究与实际应用中区分这些不同方面与具体条件间的关系与差别,自然就有着十分重要的意义。土动力学的问题从总体上讲可以分为三个层面上的问题。第一个层面上的问题属于弹性范围内的问题(小应变问题),如动力机器基础问题、弹性波动问题、动力测桩技术问题。对于这个层面上的问题,由于已有的理论和方法已经得到了比较丰富的经验,目前研究的重点是这些理论和方法在实际应用上的新拓展。这些新拓展的不断出现,为解决复杂问题提供了一定的科学依据,有着广阔的应用领域。第二个层面上的问题属于中等应变的弹塑性范围内的问题,土动力学中的动应力、动应变问题(即本构模型问题),初始液化问题和与它们密切相关

的动力反应问题等是它的核心问题,它们是通常土动力学研究的主要对象。对于这些问题,目前虽已有了相当广泛的研究,但由于它摆脱不了一系列的简化假定和很大的局限性,仍然处于发展的早期阶段。它需要在容纳复杂的静力条件、不规则变化的动力条件、动应力条件的实际变化规律等方面做大量深入细致的工作,以便获取这些工作经受实际应用考验的结论,并使土工抗震与建筑抗震相结合,把土工抗震问题的解决推向新阶段。第三个层面上的问题主要属于塑性范围内的问题(大应变问题),如土体的动强度、动变形稳定性问题,液化及初始液化后无振动期内的再固结或继续振动期内的较大变形问题。自然,这个层面上问题的重点是土体中塑性区发展的规律和范围以及残余变形的发展。前者正在深化,后者也开始引起了国内外一些学者的关注,成为土动力学研究的新课题。

(3)由此可见,对第一个层面上那些属于弹性范围内小应变问题的理论和方法在实际应用上的新拓展作进一步的了解,也是土动力学在其发展和应用中少不了的课题。为了将第二个层面上研究的问题与实际中最为广泛的不规则随机波相联系,同样是当前应用土动力学所需面对的问题。至于第三个层面上研究的问题,在目前工程中以土体稳定性为主的前提下,应是工程进一步发展中另外的一个新课题。

## 1.2 本书讨论问题的选择

(1)由于篇幅所限,在选择本书讨论的问题时,以注意问题的基础理论性和广泛应用性为原则,从拓宽和补充第一个层面上土动力学问题的角度,本书将重点讨论动力机器基础问题、弹性波传播理论与应用问题和桩基动测技术问题;同时,从加深研究第二个层面上土动力学问题的角度,除补充了作为“生命线工程”的地下管线的抗震问题外,考虑到土动力学关于土工抗震问题的深入发展,应该进一步把注意力投向实际上最常遇到的不规则波或随机波作用下土动力特性的研究,本书将同时对有关于土瞬态动力学特性的研究和不规则随机波的理论等方面的问题作为讨论对象。

(2)目前,关于土瞬态动力学特性方面的研究已经有了一个较好的框架。它和随机过程理论相结合,寻求并得到能够综合描述不规则波作用的合理参数,拓宽土的动力特性规律,将是土动力学进一步深化发展和推进应用的一个方向。已有的研究表明:从动荷载作用的波型条件看,冲击型波荷载作用下,孔隙水压力突然增高;在振动型波荷载作用下,孔隙水压力逐渐上升。冲击型波下达到液化的应力比要大于振动型波下达到



液化的应力比;它们都要超过在通常正弦型波作用时测得的液化应力比。同时,应力脉冲作用顺序的试验也表明,较大的应力脉冲,不管它的位置如何,都可产生较大的孔压增量;而且,不规则应力波还具有明显的波序效应,它有应变和孔压的反应,主要取决于大应力脉冲作用的大波效应,有在大脉冲前,中应力脉冲出现越早、反应越大的首波效应;有在大脉冲后,中应力脉冲出现越早、反应越大的连波效应;有在大脉冲前,后连的应力脉冲越小、反应的终值越小的缓冲效应;有在大脉冲后,前行的应力脉冲越小、反应的终值越小的强化效应;还有孔压发展较高时,小脉冲的作用会显著地加速变形破坏进程的加速效应等。这些不同的作用说明了动荷载作用波型、频率和幅值变化的复杂影响,远不是一个简单的“等效”所能反映的。对土的瞬态动力学特性和随机过程理论在土动力学中的应用问题引起重视是非常重要的。

(3) 基于以上认识,本书选择的专题大体上涉及如下的主要方面。

① 动力机器基础问题。动力机器基础问题是土动力学的一个重要而且发展较早的问题。动力机器基础是机器、基础和它的地基构成的一个动力运动体系。这个体系不仅有自己的运动,而且还会导致邻近土体,甚至建筑物发生振动,有可能危及建筑物的安全或人们正常的生活与工作。因此,动力机器基础的设计必须将基础实际可能产生的振幅(或振动速度或振动加速度)限制在能够确保机器的正常工作、人的身心健康、建筑物的安全等所能许可的范围以内。这种设计应该视机器动力作用的不同振型(垂直振动型、水平振动型、回转振动型、扭转振动型或组合振动型等),即动力机器的不同类型(匀速旋转运动的机器、匀速旋转并有往复直线运动的机器、非匀速旋转或非匀速往复运动的机器、冲击式运动的机器等),并考虑它与基础底面尺寸、基础结构形式、系统质量分布以及地基土体的差异等,作出认真的设计分析与计算。

② 弹性波传播理论与应用问题。波动是振动在介质中传播的现象,波动理论就是研究振波在介质中传播特性规律的理论。它以研究波动作用下介质中的位移场和应力场随时间变化为主要内容,需要揭示出振波的分类特性、波速特性、衰减特性、弥散特性、界面特性以及能量特性等各种波动特性及其变化的规律,寻找它们与实际应用间的密切联系。

③ 桩基的动测技术问题。桩基动测技术的理论是波动理论在测桩应用上的延伸。所谓桩的动测技术,一般是指对已完成工程桩基中各桩的完整性和承载力所进行的动力测试。它使波动理论扩展到它与桩的设计和施工相结合,在桩基设计、施工和应用的全过程中发挥了重要的作用。桩的动测技术就是给桩一个激励(输入),使桩通过桩和桩周土体系