

上海市 电子计算机应用技术资料汇编

第十四辑

1986年上海市计算机应用进展

上海科学技术文献出版社

上海市
电子计算机应用技术资料汇编

第十四辑

1986年上海市计算机应用进展

本汇编编辑部 编

本汇编编辑委员会名单:

名誉主编	刘振元
名誉副主编	顾训方
主 编	严洪范
编 委	张 整 高毓乾
	蔡振铎 蔡永德



上海科学技术文献出版社

编辑 蔡振敏

上海市电子计算机应用技术资料汇编

(第十四辑)

1986年上海市计算机应用进展

本汇编编辑部 编

(上海市湖南路30号)

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号)

新华书店经销 昆山亭林印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 14.5 字数 361,000

1987年10月第1版 1987年10月第1次印刷

印数: 1—2,500

ISBN 7-80513-068-X/T·38

定 价: 7.35 元

《科技新书目》154-275

序

最近半个世纪以来,世界上曾出现了很多激动人心的发明,这些发明产生了许多新的产品、新的生产方法和新的产业,并导致生产率的增长。但是在诸多的发明中最重要的还是首推电子计算机的诞生,以至于人们认为人类已经面临着又一次新的技术革命。

一个新的发明要成为一次新的革命,它必须几乎可以用于经济和社会的一切部门。在发达的国家和地区,电子计算机已经渗入到整个经济和社会,并在所有部门中建立起基层组织。在上海,虽然今天对很多人来讲还没有直接使用计算机,但计算机却在不知不觉中应用得越来越广泛了。我们将会看到,计算机是一个强有力的工具。强有力的工具会产生令人信服的效果。这种工具一经广泛使用,就可以促进社会发生显著的变化,甚至会产生我们现在难以预料的影响。

计算机的广泛使用是一个渐进的过程。过程需要时间,时间会带来忘却。因此有必要将这个渐进痕迹记录下来,这就是我们决定连续编辑出版《上海市计算机应用进展》的目的,每年出版一本。当我们走完了一段路程,《上海市计算机应用进展》一定会再现我们在应用计算机上所走过的历程。

上海市副市长 刘遵元
上海市电子振兴领导小组组长

1987年1月

编 者 的 话

本汇编旨在总结交流上海市各行各业应用电子计算机的经验，推动促进计算机应用工作的开展。本辑着重反映 1986 年度(1985 年 11 月至 1986 年 10 月)上海市计算机应用的水平及进展，主要包括上海市计算机应用大事记以及计算机应用系统、计算机管理与控制、数据处理及数据库、数学模型及应用软件等内容。本辑共刊登二十六篇文章，其中介绍了 256 路自动转报系统和报刊发行要数处理系统，也介绍了调房系统，工厂质量管理和商店、医院管理系统，同时还介绍了银行金融应用系统和铁路售票系统、经济信息管理系统和数据库决策系统以及工业控制系统和智能仪器仪表，所有这些项目都在实际应用中发挥着巨大的作用，反映了 1986 年度上海市计算机应用的进展和水平。

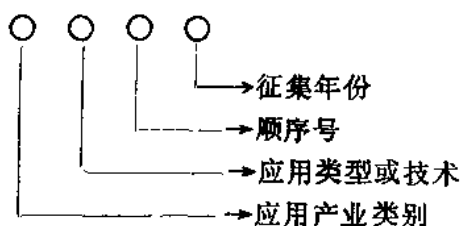
本次共收到论文 118 篇，入选论文按“分类代码说明”编号。在附录中列出了未入选论文的明细清单。

本汇编编辑部

1986 年 12 月

分类代码说明

本分类代码仅作本汇编文章分类之用,不能作标准引用。



应用产业类别

代 码	产 业	代 码	产 业
01	农业	22	保险
02	林业	23	房屋、土地
03	水产、捕鱼以及鱼类养殖	24	运输与电信
04	采矿	25	电力、煤气与水
05	建筑	26	服务业
06	食品	27	一般服务
07	纺织及纺织品	28	数据处理服务
08	纸浆、纸及纸类产品	29	医院
09	出版与印刷	30	大学
10	化学制品及石油精炼	31	中学
11	陶瓷	32	其它学校
12	钢铁	33	省、市政府
13	金属制品	34	中央政府
14	机械	35	政府直属机构
15	电机	36	群众团体
16	运输设备	37	文化、艺术
17	精密机械(电子、仪表、光学等)	38	科学、技术
18	其它制造	...	
19	批发、零售、商店	...	
20	金融	99	其它
21	政法		

应用类型或技术

代 码	类 型 或 技 术	代 码	类 型 或 技 术
01	数值计算	14	远程通信技术
02	信息处理与管理	15	图像处理技术
03	连续生产过程或单体参量控制	16	图形处理技术
04	断续加工和位移控制	17	语言处理技术
05	辅助设计/制造/测量	18	文字(条码)识别技术
06	辅助教学	19	软件工程技术
07	办公自动化	20	标准化技术
08	专家系统	21	智能仪器仪表
09	数字信息网络/增值网络	22	综述
10	专用产品中应用	23	数学模型
11	数据库技术	...	
12	网络技术	...	
13	中文信息处理技术	99	其它

目 录

- (1) 上海市计算机应用大事记(1985年11月至1986年10月) 本汇编编辑部 (1)

数 值 计 算

- (2) 05.01.65.86 桩结构的有限元程序理论
..... 中国船舶工业总公司第九设计院 强 枫 (3)

信息处理与管理

- (3) 28.02.07.86 计算机绘图技术在社会经济图中的应用
..... 上海市计划委员会电子计算站 徐建华
..... 上海市统计科学应用研究所 顾学东 (12)
- (4) 24.02.27.86 报刊发行要数处理系统.....上海市长途电信局 邵俊法 (19)
- (5) 23.02.54.86 全国第一次城镇房屋普查上海市计算机统计分析系统
..... 上海市房屋管理科学技术研究所 戴立明等 (24)
- (6) 29.02.56.86 医院业务统计系统.....松江县中心医院 姜建国 (32)
- (7) 29.02.58.86 OMNINET网络在医院管理中的应用
..... 华东计算技术研究所 周永义等
..... 第二军医大学附属长征医院 李学伟等 (37)
- (8) 20.02.62.86 上海市“四平衡”综合分析数据处理系统的设计与应用
..... 中国工商银行上海市分行 周廉辉 (44)
- (9) 26.02.76.86 铁路DSP-2A型电子售票机微机系统
..... 上海铁路局科研所 柳余功 (55)
- (10) 19.02.101.86 运用电脑管理商店.....上海时装公司 汤志浩
..... 上海市计算技术研究所 顾鼎铭等 (65)
- (11) 17.02.106.86 彩电生产线计算机工序质量管理体系
..... 上海无线电十八厂 谢蔚文 (72)
- (12) 17.02.112.86 物质管理信息系统.....上海自动化仪表一厂 唐培珠 (78)
- (13) 18.02.116.86 企业管理信息系统.....求新造船厂 黄嘉兴 (90)

连续生产过程或单体参量控制

- (14) 18.03.115.86 橡胶等效硫化微机群控系统
..... 上海橡胶制品一厂 谈宏淦等 (98)

断续加工和位移控制

- (15) 14.04.79.86 8035单片微型计算机在烫折机上的应用
..... 上海汽轮机厂研究所 张 跃 (104)

辅 助 教 学

- (16) 30.06.52.86 EEDC 系统——计算机辅助教学系统
..... 华东师范大学 董志澄等 (111)

办 公 自 动 化

- (17) 30.07.55.86 汉字化机械业、电子业计算机辅助企业管理系统(CMEMIS)
的设计及评价..... 华东师范大学 陆大绚等 (119)

专业产品中的应用

- (18) 17.10.105.86 用 8039 单片微处理器研制的模糊控制器
..... 上海仪器仪表公司职工大学 都志杰等 (127)

数 据 库 技 术

- (19) 28.11.04.86 上海市能源数据库应用系统
..... 上海市经济信息中心 张国曙等 (136)
- (20) 28.11.43.86 省厅级财务决算汇总处理系统——EONIS 中文数据库的
开发与应用..... 山东省纺织工业厅 王靖江等
华东师范大学 刘福生 (148)
- (21) 38.11.80.86 统计分析管理决策的有力工具——RDAS
..... 上海市计算技术研究所 叶 瀚 (156)
- (22) 34.11.103.86 全国出口纺织品配额管理数据库联机系统
..... 上海对外经济贸易计算中心 陈文培等 (163)

网 络 技 术

- (23) 30.12.98.86 DIRN 网络的组成和功能..... 复旦大学 张世永等 (173)

中文信息处理技术

- (24) 05.13.81.86 中文操作系统 ACBIOS
..... 上海市第五建筑工程公司 王 岗 (182)

远 程 通 信 技 术

- (25) 24.14.113.86 256 路自动转报系统..... 上海市长途电信局 陶正山 (188)

智能仪器仪表

- (26) 17.21.63.86 微机控制可焊性测试仪
 上海市电子元件研究所 陈子中等 (197)
- (27) 18.21.72.86 XTZ 系列电脑控制全自动洗衣脱水机
 上海申星洗涤设备厂 孙吉敏 (205)
- * * * * *
- (28) 未入选本辑的论文清单.....本汇编编辑部 (213)

本汇编第十五辑要目预告

1. 中、大规模集成电路 CAD 双向系统.....
 上海交通大学
2. 微机自动布线系统 MARS
 华东计算技术研究所
3. 微机交互式图形系统
 上海交通大学
4. 通用机械 CAD 系统的开发和 应用
 上海交通大学
5. CFS-1 计算机辅助服装设计系统
 中国纺织大学
6. PFS-1 微机辅助皮鞋优化设计系统
 上海大学工学院
7. 计算机辅助船舶钢结构绘图系统
 上海造船厂
8. QXHT-1 微机绘图集成系统
 上海求新造船厂
9. 数学线型设计——曲面法
 上海交通大学 复旦大学
10. 高层建筑结构图形处理软件
 华东建筑设计院

上海市计算机应用大事记

(1985年11月至1986年10月)

本汇编编辑部

· 1985年 ·

- 11月1日 * 上海市第一届计算机应用活动周闭幕。
* 上海市计算机应用汇报展览会举行,共展出由上海市14个委办的1171个应用项目。
* 上海市科技干部局颁发上海市首届计算机应用软件人员水平考试程序员级合格证。
- 12月30日 * 公布“六五”期间上海市计算机应用基本情况,通用计算机总台数为18693台,从事计算机应用技术人员达10665人。
- 12月 * 上海电子计算机厂开发成功东海0520国产微机系统,获市经委新产品一等奖,开始进行批量生产。
* 上海市计算技术研究所研制成RDAS关系式数据分析软件包通过部级鉴定,获市经委新产品一等奖。

· 1986年 ·

- 1月7日 * 中国科学院上海分院建成智能数据通讯计算机网络。
- 1月21日 * 上海电视台举办“娃娃学电脑”知识竞赛。
- 1月24日 * 上海市机电工业管理局上海高压油泵厂建成计算机管理系统。
- 1月29~31日 * 全国纺机监测试点“计算机布机监测系统(上海第六织布厂、上棉九厂)”通过纺织部鉴定。
- 1月 * 上海工业自动化仪表研究所研制成DJK-100工业控制机、上海仪器仪表研究所研制成CAMAC系统通过机械部部级鉴定。
* 上海长途电讯局与上海电子计算机厂、复旦大学共同研制成DJS-131机电报自动转报系统,获国家科学技术进步二等奖。
* DJS-131机获国家银质奖。
- 8月3日 * 上海远洋运输公司为全市计算机管理系统试点单位举办“软件工程”讲座。
- 8月29日 * 公布上海市高级程序员级水平考试大纲。
- 8月31日 * 复旦大学开发成功PC电话网中文通讯系统。
- 4月21日 * 向公众介绍上海中文电子办公印刷系统。
- 4月28日 * 上海市教育局召开中学计算机教育工作会议。
- 5月12日 * 上海服装一厂服装CAD/CAM系统投入运行。
- 5月13日 * 上海交通大学、上海长途电讯局研制成相片传真图像处理系统。

- 5月20日 * 举办上海市组织人事信息自动化管理系统微机应用演示展览会。
- 5月25日 * 举行上海市1986年程序员级计算机应用软件人员水平考试。
- 6月5日 * 全国计算机应用展览会在北京开幕。
- 6月14日 * 上海交通大学、上海第二轻工业局、上海模具研究所开发成功“冲裁模CAD系统”。
- 6月24日 * 全国计算机应用工作会议召开。
- 6月30日 * 公布上海微、小型机使用率情况,使用时间在25小时/周以上的达50%。
- 7月12日 * 上海电视台举办LOGO语言大奖赛。
- 7月16日 * 上海市软件行业协会成立。
- 8月19日 * 上海市航天局研制成功异种机“计算机报表通讯软件”。
- 8月28日 * 上海沪兴电子有限公司正式开业,批量生产5 $\frac{1}{4}$ 英寸软盘片。
- 9月11日 * 上海应用软件培训中心1985年度学员结业及1986年度学员开学典礼。
- 9月23日 * 上海工商银行与上海电子计算机厂联合开发成功微机银行信息业务处理系统。
- 9月16日 * 召开上海市1986年计算机应用工作会议。
- 9月25日 * 上海电表厂引进BASF软盘生产设备通过验收。
- 10月10日 * 上海王安电脑发展公司正式开业。
- 10月13日 * 中、英、美国际计算机教育讨论会在上海举行。
- 10月17日 * 上海市房屋管理科研所研制成功“房屋普查计算机管理系统”。
- 10月23日 * 上海市经委主办的“计算机应用基础知识”视讲座开播。
* “上海时装公司商业业务管理系统”正式使用。
- 10月26日 * 举行上海市首届高级程序员级水平考试。
- 10月27日 * 1986年上海市计算机应用活动周开幕。
* 上海市计算所和上海计算机厂举办首次上海市“三C”技术沙龙。
- 10月28日 * 上海微电脑应用协会金山石化总厂分会成立。
- 10月30日 * 上海计算机用户协会活动日。
* 上海交电批发公司计算机待运信息管理系统投入使用。
- 10月31日 * 上海市CAD精选展示会开幕,共展出53项。

桩结构的有限元程序理论

中国船舶工业总公司第九设计研究院 强 枫

一、概 述

桩结构在土木工程中的应用是非常广泛的,在公路、铁路、建筑、海岸等工程中桩基础有着十分重要的地位。但在目前的工程设计中往往采用的是上部结构与桩基结构分开来设计的方法,这对于科学技术飞速发展,计算机应用广泛普及的今天是不相适应的。在海洋桩基结构工程设计中波浪荷载的影响是非常重要的,但波浪荷载对结构作用的整体分析则是一个非常复杂的问题,在目前海岸工程中还不多用。

QF8603 程序就是为解决上述两个问题而设计的,一方面它可以进行桩基空间杆系结构和空间高桩墩台结构的整体分析(也可以计算一般性的空间杆系结构),另一方面它可以自动考虑波浪荷载。

本文意在简述 QF8603 程序的理论依据和实现方法,因篇幅关系波浪荷载不在文章中讨论。

二、桩 单 元

1. 全部埋入土中桩的横向刚度系数

在线弹性范围内,桩的横向地基反力系数仅是深度 x 的函数 $k(x)$, 其结构与荷载形式见图 1。此时,桩的基本方程式为:

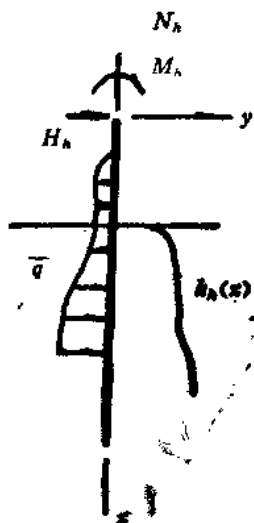


图 1

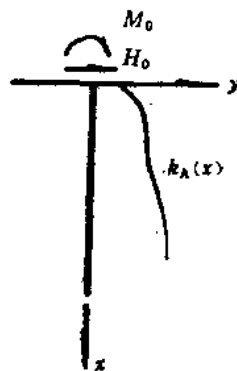


图 2

$$\frac{d^2}{dx^2} \left(EI \frac{d^2 y}{dx^2} \right) + \frac{d}{dx} \left(N \frac{dy}{dx} \right) + Bk_h(x) \cdot y = \bar{q}(x) \quad (1)$$

其中, B 为桩宽度。

而在线弹性、小变形假设的前提下, 当认为土中无荷载 $\bar{q}(x)$ 作用时 (见图 2), 全部埋入土中桩的弯曲方程为:

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} + B \cdot k_h(x) = 0 \quad (2)$$

这个方程可用多种方法求解, 而差分法则是一个简便明确的方法, 尤其适用于计算机处

理。差分法虽是个近似的方法, 但对于工程应用上来讲适当地选取差分长度, 精度是能满足需要的。差分法还有一个优点, 计算简单且效率高。全部埋入土中的桩差分点如图 3 所示。

差分公式:

$$\left(\frac{dy}{dx} \right)_i \approx \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2\lambda} \quad (3)$$

$$\left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)_i \approx \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{\lambda^2} \quad (4)$$

$$\left(\frac{d^3 y}{dx^3} \right)_i \approx \frac{y_{i+2} - 2y_{i+1} + 2y_{i-1} - y_{i-2}}{2\lambda^3} \quad (5)$$

$$\left(\frac{d^4 y}{dx^4} \right)_i \approx \frac{y_{i+2} - 4y_{i+1} + 6y_i - 4y_{i-1} + y_{i-2}}{\lambda^4} \quad (6)$$

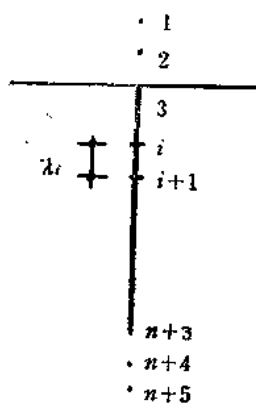


图 3

把差分公式代入弯曲方程 (2) 得到:

$$y_{i+2} - 4y_{i+1} + (6 + A_i)y_i - 4y_{i-1} + y_{i-2} = 0 \quad (7)$$

$$A_i = \frac{Bk_h}{EI} \lambda^4$$

全部埋入土中桩的边界条件:

$$(H)_{x=l} = 0; \quad y_{n+5} - 2y_{n+4} + 2y_{n+2} - y_{n+1} = 0 \quad (8)$$

$$(M)_{x=l} = 0; \quad y_{n+4} - 2y_{n+3} + y_{n+2} = 0 \quad (9)$$

$$(H)_{x=0} = H_0; \quad y_5 - 2y_4 + 2y_2 - y_1 = \frac{2\lambda^3}{EI} H_0 \quad (10)$$

$$(M)_{x=0} = M_0; \quad y_4 - 2y_3 + y_2 = \frac{\lambda^2}{EI} M_0 \quad (11)$$

$$(y)_{x=0} = y_0; \quad y_3 = y_0 \quad (12)$$

$$\left(\frac{dy}{dx} \right)_{x=0} = \theta_0; \quad y_4 - y_2 = 2\lambda\theta_0 \quad (13)$$

由式 (8) 和 (9) 得:

$$y_{n+5} = 2y_{n+4} - 2y_{n+2} + y_{n+1} = 4y_{n+3} - 4y_{n+2} + y_{n+1} \quad (14)$$

这样:

$$y_{n+4} = B_{n+4} \cdot y_{n+3} + C_{n+4} \cdot y_{n+2} \quad (15)$$

$$B_{n+4} = 2$$

$$C_{n+4} = -1$$

当 $i = n+3$ 时, (7) 式为:

$$y_{n+5} - 4y_{n+4} + (6 + A_{n+3})y_{n+3} - 4y_{n+2} + y_{n+1} = 0 \quad (16)$$

把 y_{n+5} , y_{n+4} 代入得:

$$y_{n+3} = B_{n+3} \cdot y_{n+2} + C_{n+3} \cdot y_{n+1} \quad (17)$$

$$B_{n+3} = -2C_{n+3}$$

$$C_{n+3} = -2/(2 + A_{n+3})$$

当 $i = n+2$ 时, 把 y_{n+4} , y_{n+3} 代入 (7) 式, 整理后得:

$$y_{n+2} = B_{n+2} \cdot y_{n+1} + C_{n+2} \cdot y_n \quad (18)$$

$$B_{n+2} = C_{n+2}(B_{n+3} - 4)$$

$$C_{n+2} = -1/[6 + A_{n+2} + B_{n+3} \cdot (B_{n+4} - 4) + C_{n+4}]$$

当 $i = n+1, \dots, 4, 3$ 时, 可推导出:

$$y_i = B_i \cdot y_{i-1} + C_i \cdot y_{i-2} \quad (19)$$

$$B_i = C_i \cdot (B_{i+1} - 4)$$

$$C_i = -1/[6 + A_i + B_{i+1} \cdot (B_{i+2} - 4) + C_{i+2}]$$

将上式代入 (10) 式中得:

$$y_2 = A_2 + B_2 \cdot y_1 \quad (20)$$

$$A_2 = C_2 \cdot \left(-\frac{2\lambda^3}{EI} \right) H_0$$

$$B_2 = C_2(C_3E_2 - 1)$$

$$C_2 = -1/[2 + B_3E_2 + C_4 \cdot (B_2 - 2)]$$

$$E_2 = B_4 \cdot (B_5 - 2) + C_5$$

由条件 (11) 式有:

$$y_1 = C_1 A_1 \quad (21)$$

$$A_1 = A_2 \cdot E_1 - \frac{\lambda^2}{EI} M_0$$

$$C_1 = -1/[B_2 \cdot E_1 + C_3 \cdot (B_4 - 2)]$$

$$E_1 = 1 + B_5 \cdot (B_4 - 2) + C_4$$

把上述相应各式代入 (12) 和 (13) 式得:

$$\left. \begin{aligned} y_0 &= \gamma_{11} H_0 + \gamma_{12} M_0 \\ \theta_0 &= \gamma_{21} H_0 + \gamma_{22} M_0 \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

式中:

$$\gamma_{11} = [B_3C_2 + (B_3B_2 + C_3)C_1E_1C_2](-2\lambda^3/EI)$$

$$\gamma_{12} = \gamma_{21} = -(B_3 \cdot B_2 + C_3)\lambda^2/EI$$

$$\gamma_{22} = [(B_4B_3 + C_4) \cdot B_2 + B_4B_3 - B_2]\lambda/EI$$

对方程组 (22) 求逆:

$$\left. \begin{aligned} H_0 &= K_{11}y_0 + K_{12}\theta_0 \\ M_0 &= K_{21}y_0 + K_{22}\theta_0 \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

式中:

$$\left. \begin{aligned} K_{11} &= \gamma_{11}/D \\ K_{12} &= K_{21} = -\gamma_{12}/D \\ K_{22} &= \gamma_{22}/D \\ D &= (\gamma_{11}\gamma_{22} - \gamma_{12}\gamma_{21}) \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

式(24)就是平面问题中全部埋入土中桩的横向刚度系数。当对结构进行整体分析后可得到 y_0, θ_0 , 经过式(23)得到 M_0, H_0 , 这样由(21)式开始反向回代, 就可求得全部的 y_i 。因而各点的倾角 θ_i , 弯矩 M_i 及剪力 $S_i (i=3, 4, \dots, n+3)$ 可用下式计算:

$$\left. \begin{aligned} \theta_i &= -\frac{1}{2\lambda} \cdot (y_{i+1} - y_{i-1}) \\ M_i &= -\frac{EI}{\lambda^2} \cdot (y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}) \\ S_i &= -\frac{EI}{2\lambda^3} (y_{i+2} - 2y_{i+1} + 2y_{i-1} - y_{i-2}) \\ P_i &= k_{ni} y_i \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

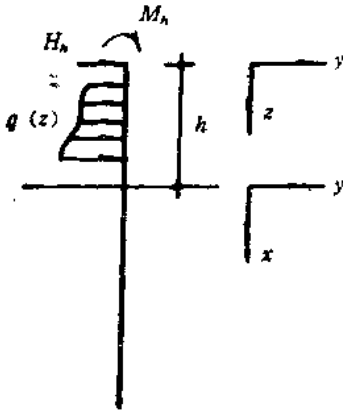


图 4

2. 有地上部分桩的横向刚度系数

当桩有地上部分时, 在结构分析中可把地上部分看成是梁单元, 地下部分为桩单元 (见图 4)。前面已叙述过全部埋入地下的桩单元的横向刚度系数的求法, 但桩分成两部分, 计算结果也必须分成两部分, 这样给使用上带来很多不便, 给计算机辅助设计也带来困难。再有, 一根桩分成两部分就必须多占内存, 多用机时, 而对于多桩结构 (如海岸结构工程中的码头结构) 所需内存和机时将很大, 这样就不适应在微机上实现。

当桩的地上部分与地下部分整体考虑时, 地表以下部分有式(22), 地上部分的基本方程为:

$$EI \frac{d^4 y}{dz^4} = \bar{q}(z) \quad (26)$$

其通解为:

$$\left\{ \begin{aligned} y_z \\ \frac{dy}{dz} \\ \frac{d^2 y}{dz^2} \\ \frac{d^3 y}{dz^3} \end{aligned} \right\} = \begin{bmatrix} 1 & z & z^2 & z^3 \\ & 1 & 2z & 3z^2 \\ & & 1 & 6z \\ & & & 6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{bmatrix} + \frac{1}{EI} \begin{bmatrix} T(z) \\ S(z) \\ R(z) \\ Q(z) \end{bmatrix} \quad (27)$$

边界条件为:

$$\left. \begin{aligned} 1. (M_z)_{z=0} &= -2EI a_3 = -M_0 \\ 2. (S_z)_{z=0} &= -6EI a_4 = -H_0 \\ 3. (y_z)_{z=h} &= (y_z)_{z=0} = y_0 \\ & a_1 + a_2 h + a_3 h^2 + a_4 h^3 + T(h)/EI = \gamma_{11} H_0 + \gamma_{12} M_0 \\ 4. (dy/dz)_{z=h} &= (dy/dz)_{z=0} = -\theta_0 \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

$$\left. \begin{aligned} a_2 + 2a_3h + 3a_4h^2 + S(h)/EI &= -\gamma_{21}H_0 - \gamma_{22}M_0 \\ 5. \quad M_h + H_h \cdot h + R(h) &= M_0 \\ 6. \quad H_h + Q(h) &= H_0 \end{aligned} \right\}$$

由边界条件可求出积分常数 a_1, a_2, a_3, a_4 , 这样桩头位移 y_h, θ_h 可表示为:

$$\left. \begin{aligned} y_h &= R_{11}H_h + R_{12}M_h + \bar{y}_h \\ \theta_h &= R_{21}H_h + R_{22}M_h + \bar{\theta}_h \end{aligned} \right\} \quad (29)$$

式中:

$$R_{11} = \gamma_{11} + (\gamma_{12} + \gamma_{21}) \cdot h + \gamma_{22} \cdot h^2 + h^3/3EI$$

$$R_{12} = R_{21} = \gamma_{21} + \gamma_{22} \cdot h + h^2/2EI$$

$$R_{22} = \gamma_{22} + h/EI$$

$$\bar{y}_h = (\gamma_{11} + \gamma_{21} \cdot h) Q(h) + (\gamma_{12} + \gamma_{22} \cdot h) R(h) + \frac{s(h) \cdot h - T(h)}{EI}$$

$$\bar{\theta}_h = \gamma_{21} \cdot Q(h) + \gamma_{22} \cdot R(h) + S(h)/EI$$

方程组 (29) 可表达为:

$$\left. \begin{aligned} H_h &= K_1 y_h - K_2 \theta_h - \bar{H}_h \\ M_h &= -K_3 y_h + K_4 \theta_h - \bar{M}_h \\ K_1 &= R_{22}/D \\ K_2 &= K_3 = R_{12}/D \\ K_4 &= R_{11}/D \\ D &= R_{11} \cdot R_{22} - R_{12} \cdot R_{21} \\ \bar{H}_h &= K_1 \bar{y}_h - K_2 \bar{\theta}_h \\ \bar{M}_h &= -K_3 \bar{y}_h + K_4 \bar{\theta}_h \end{aligned} \right\} \quad (30)$$

上述所求的桩头刚度系数和等效结点荷载是桩头刚接的情况。对于桩头铰接时, 桩头刚度系数和等效结点荷载的求法与刚接的情况相同, 其边界条件除 $M_h = 0$ 外, 均与刚接相同。求解后得:

$$H_h = K_1 y_h - \bar{H}_h \quad (31)$$

$$K_1 = 1/(h^3/3EI + \gamma_{21}h + \gamma_{22}h^2 + \gamma_{11} + \gamma_{12}h)$$

$$\bar{H}_h = [-T(h)/EI + (h/EI) \cdot S(h) + (\gamma_{11} + \gamma_{21}h) \cdot Q(h)$$

$$+ (\gamma_{22}h + \gamma_{12}) R(h)]/K_1$$

$$K_2 = K_3 = K_4 = 0$$

3. 全部埋入土中桩的纵向刚度系数

如果 n 层地基中各层内桩的截面积及滑移系数 C_s 相同, 则对于第 i 层可建立下式 (见图 5):

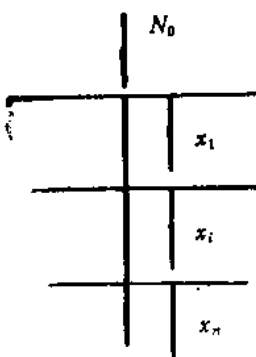
$$(EA)_i \frac{d^2 v_{xi}}{dx_i^2} - U C_{si} v_{xi} = 0 \quad (32)$$

其中, U 为桩的周长。

其通解为:

$$\left. \begin{aligned} v_{xi} &= C_{2i-1} e^{\alpha_i x_i} + C_{2i} e^{-\alpha_i x_i} \\ \alpha_i &= \sqrt{(C_s U / EA)_i} \end{aligned} \right\} \quad (33)$$

2n 个积分常数可由下面的边界条件确定:



$$\left. \begin{aligned} (EA)_1 \left(\frac{dv_{x1}}{dx_1} \right)_{x_1=0} &= -N_0 \\ (v_{xi})_{x_i=l_i} &= (v_{xi+1})_{x_{i+1}=0} \\ (EA)_i \left(\frac{dv_{xi}}{dx_i} \right)_{x_i=l_i} &= (EA)_{i+1} \left(\frac{dv_{xi+1}}{dx_{i+1}} \right)_{x_{i+1}=0} \\ (EA)_n \left(\frac{dv_{xn}}{dx_n} \right)_{x_n=l_n} &= -A_i k_v (v_{xn})_{x_n=l_n} \end{aligned} \right\} \quad (34)$$

其中, $n=2, 3, \dots, n-1$, A_i 为桩尖面积, k_v 为桩尖处土的弹性系数。

图 5

当各 (EA) 相同时, 可得到如表 1 所示的 $2n$ 元联立方程 (表中 $i=2, 3, \dots, n-1$)。

表 1

C_1	C_2	C_{2i-1}	C_{2i}	C_{2n-1}	C_{2n}	右 边
-1	1					$\frac{Nl_1}{EA\lambda_1}$
1	$e^{-\lambda_1 l_1}$	$-e^{-\lambda_{i-1} l_{i-1}}$	$-e^{-\lambda_{i-1} l_{i-1}}$			0
a_i	$-a_i e^{-\lambda_i l_i}$	$-a_i e^{-\lambda_{i-1} l_{i-1}}$	$-a_i e^{-\lambda_{i-1} l_{i-1}}$			0
		1	$e^{-\lambda_i l_i}$	$-e^{-\lambda_{n-1} l_{n-1}}$	$-e^{-\lambda_{n-1} l_{n-1}}$	0
		a_n	$-a_n e^{-\lambda_n l_n}$	$-a_n e^{-\lambda_{n-1} l_{n-1}}$	$a_n e^{-\lambda_{n-1} l_{n-1}}$	0
				$\lambda_n + \gamma_n$	$(\lambda_n - \gamma_n) e^{-\lambda_n l_n}$	0

表 1 中, $a_i = \sqrt{\left(\frac{C_2 U}{EA} \right)_i}$, $\lambda_i = a_i l_i$, $\gamma_n = \frac{A_i k_v l_n}{EA}$

因为

$$v_0 = C_1 + C_2$$

又从方程第一行可以看出, C_1, C_2 是 N 的线性函数, 既然 C_1, C_2 可表示为:

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= M_1 N \\ C_2 &= M_2 N \end{aligned} \right\} \quad (35)$$

式中, M_1, M_2 的量纲为 $[m]/[N]$ 。

所以 $K_p^0 = N/v_0 = N/(C_1 + C_2) = N/(M_1 N + M_2 N) = 1/(M_1 + M_2)$

由此可知, 解方程组可先设 $N=1$, 解出 C_1, C_2 后 (此时的 C_1, C_2 就是 M_1, M_2), 由式 $K_p^0 = 1/(C_1 + C_2)$, 就可得到全部埋入土中桩的纵向刚度系数。

4. 有地上部分桩的纵向刚度系数

设作用在桩地上部分的荷载为 $q(z)$, 并向下为正 (见图 6), 则可以建立下式: