(1)劲性砼结构：劲性砼柱由钢骨和外包砼组成。与钢结构相比，由于外包砼阻止了钢骨翼缘的局部屈曲，使钢材强度得到充分发挥；柱的刚度大；耐火性能好。与钢筋砼结构相比，由于含钢率高，柱截面小；钢骨特别是实腹十字型钢骨对核心区砼的约束，砼的延性得到改善，加上钢骨本身良好的塑性，使柱子具有良好的延性及耗能能力。但是在高轴压比条件下，柱子易发生小偏压破坏，外包砼被压坏而使柱子承载力下降较快，同时高轴压比条件下钢骨与外包砼易发生粘结破坏，抗震性能较差。文4认为，轴压力限值可按式3计算：

$$N/N_0 \leqslant \mu_n - 0.1 \qquad (3)$$

N——考虑地震作用组合的轴压力设计值

$N_0 = f_c A_c + f_a A_a$

f_a——钢骨强度设计值；A_a——钢骨面积

μ_n——规范[2]规定的轴压比限值

若根据轴压比限值确定柱断面，由式3及规范[2]的公式$\mu_n = f_c A_c$可得出劲性砼柱与砼柱之间的面积关系

$$\frac{A_{SRC}}{A_{RC}} = \frac{f_c \mu_n}{[f_c(1-\rho_s) + f_a \rho_s](\mu_n - 0.1)} \qquad (4)$$

式中 A_{SRC}——劲性砼柱面积

A_{RC}——砼柱面积

$\rho_s = A_a/A$ 钢骨含钢率

假定砼强度等级C40，钢材16Mn、抗震等级二级，ρ_s=3%－8%，则A_{SRC}/A_{RC}=0.79－0.52。(2)钢管砼结构：由于钢管内的砼受到钢管的侧向约束，使得砼的极限压应变得到很大的提高，砼特别是高强砼的延性得到显著改善，在地震区只要选择适当的套箍指标，柱子延性可不受轴压比的控制[5]。规程[6]规定，钢管砼单肢柱的承载力可按式5计算

$$N \leqslant \varphi_1 \varphi_e N_0 \qquad (5)$$

式中 $N_0 = f_c A_c (1 + \sqrt{\theta} + \theta)$

$\theta = \frac{f_a A_a}{f_c A_c}$ 套箍指标 $0.3 < \theta < 3$

φ_1, φ_e 的物理意义及计算方法见规程[6]

由式5可看出，当选用了高强砼和合适的套箍指标后，柱子承载力可大幅度提高，通常柱截面可比普通砼柱减少了一半以上，消除了短柱并具有较好的抗震性能。但是钢管砼柱也存在与现浇砼梁的接点较复杂，耐火性能比砼柱差和截面通常为圆型等问题，使用中应根据工程实际妥善解决。

以上几种处理方案在实际工程中既可单独使用，也可综合运用，以达到满意的效果。

参考文献

1. 包世华、方鄂华：高层建筑结构设计 1990年10第二版

2. 中华人民共和国行业标准：钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程(JGJ3－91)中国建筑工业出版社 1991

3.《多层及高层房屋结构设计》编写组：多层及高层房屋结构设计 上海科学技术出版社 1983年10月

4. 叶列平、方鄂华、周镇海、刘凤阁：钢骨混凝土柱轴压力限值. 建筑结构学报 1993年第5期

5. 顾维平、蔡绍怀、冯文林：钢管高强砼长柱性能和承载力的研究 建筑科学 1997年第3期

6. 中国工程建设标准化学会标准：钢管混凝土结构设计与施工规程 (CECS28:90)中国计划出版社 1992

收稿日期：1998.3.11.

·岩土工程·

福州第四纪沉积物工程地质特征研究

朱本清 (福州市开发区建筑设计院 350004)

提要：本文将福州第四系划分为七组，研究了各级分布特征，物理力学性质，并从持力层的选择、基坑支护、地基处理等方面进行了工程对策研究分析

关键词：第四系 空间分析 岩土工程对策

Research on engineering geology features of Fuzhou quaternary sediments

Zhu Benqing (Architectural Designing Institue Fujian Fuzhou Economical & Technical Development District 350004)

Abstract: The quaternary sediments in Fuzhou are classified into 7 groups. The features of distrubution, physical－mechanical properties of each group are studied, analysis of engineering countermeasures are conducted based upon the selection bearing stratum, foundation pit bracing, ground treatment.

Keywords: Quaternary spatial distribution geotechnical engineering countermeasure

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一、前言

第四纪沉积物工程地质性质是工程地质学科长期以来研究的主要课题之一。福州第四纪沉积物厚度较大，分布广泛，性质变化很大，直接影响工程建筑物持力层选择，基坑边坡支护方案设计，地基处理及基础类型的确定。系统全面地研究福州地区第四系类型，成因、分布。工程地质性质及相应工程对策，对于充分利用现有地质环境，避免地质灾害，最大限度地实现工程建筑物安全稳定前提下的经济合理具有重要意义。

本文分析，整理了福州市大量工程地质勘察资料，并结合近几年来科研成果，对福州第四系划分，空间分布，物理力学性质及工程对策进行了全面系统讨论，以促进福州城市规划和建设中地质环境的合理开发利用。

二、区域地质背景

福州市位于第四纪断陷盆地的平原区。从工程地质分区角度分析表明，大多属于闽江古河道漫滩冲淤积亚区(Ⅳ1－3)与闽江古河道洼地淤积亚区(Ⅳ2－1)过渡地段。因此，其沉积的地层主要是一套第四纪上更新世(Q3)至全新时期(Q4)的河、海相沉积物。第四系覆盖层的厚度最深处大于60m它们的分布与厚度明显受古地理条件控制，其下伏的基岩大多为燕山晚期侵入的黑云母花岗岩(γ_5^3)及岩脉，具很大的承载力。区内发育一系列构造断裂带，呈北北东--北东走向，倾向南东，倾角65°－75°，其中主要是长乐至诏安活动断裂带。

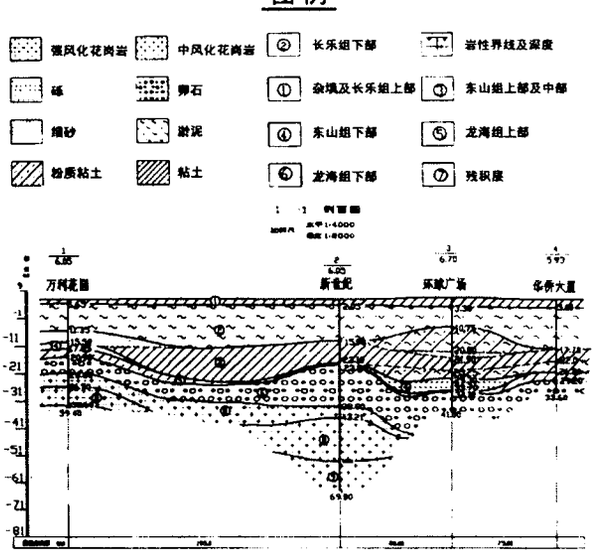
三、第四系类型

依据地质成因，形成时代及岩性组合特征，将研究区第四系综合划分为七种类型：全新统，相当与长乐组、分为(1)上长乐组陆相层和(2)下长乐组海相层；上更新统，相当于东山组和龙海组，分为(3)上更新统上层，(4)上更新统，(5)上更新统中层，(6)上更新统下层，(7)中更新统，此外还有人工填土。

(1)长乐组上部：即上全新统Q_4^3，定名粘土I，陆相，多为灰黄色，饱和，软－可塑，粘性很强，含有氧化物和少量粗砂，V_s＝150m/s。

(2)长乐组下部：即下中全新统Q_4^{1-2}，定名为淤泥，滨岸旋回结构，各层并非普遍存在，且各层厚度也变化较大，东山组下部泥质砂砾卵石主要分布于研究区内古河床中，在仓山，青口，马尾，快安一带均有分布，龙海组上部Q_3^2粉质或砂质粘土层，厚度不大，大部分泥质砂石层下均有分布，不过厚度各不相同，龙海组下部Q_3^1泥质砾卵石层分布与东山组下部分布差不多，同安组粉质粘土在研究区内仅个别地方出露。

笔者针对福州市第四纪典型地层的分布情况做了两条纵横剖面，大体上能说明其分布情况，见附图。



夹有砂相、海相及海陆过度相，灰黑色、饱和、软塑、含少量腐植物，V_s＝80－90m/s。

(3)东山组上部及中部：即上更新统上层Q_3^3，海陆过渡相为主，顶部多为粘土II，其下分别为泥砂交互层，岩性表现为淤泥，淤泥中细砂互层，粉质粘土，含泥砾粗中砂，中砂，粗砂，淤质土等，呈二元结构。V_s＝120－250m/s。

(4)东山组下部即上更新统Q_3^2陆相，岩性主要为泥质砂砾卵石，褐黄－褐色，饱和，中密－密实，以砂砾为主，d＞2cm＞50%。磨园度好，大小分布比较均匀，卵石园砾间为细砂土充填。V_s＝350－400m/s。

(5)龙海组上部：即上更新统中层Q_3^2，陆相，岩性表现为粘土，砂质粘土或粉质粘土，褐黄色，褐灰色，湿，可塑－硬可塑，有时呈过度状，局部夹园角砾，分布不均匀。V_s＝250－350m/s。

(6)龙海组下部：即上更新统中层Q_3^1，陆相(底部偶含硅藻)，岩性为黄色泥质砾卵石，偶夹黄粘土，卵石含量不等，大小不均，成份复杂。V_s＝400－500m/s。

(7)同安组即中更新统Q2，陆相，岩性为砂质粘土，黄绿色，褐红色，湿，可塑－硬可塑，石英砂具良好分选性。V_s＝220－280m/s。

四、第四系分布

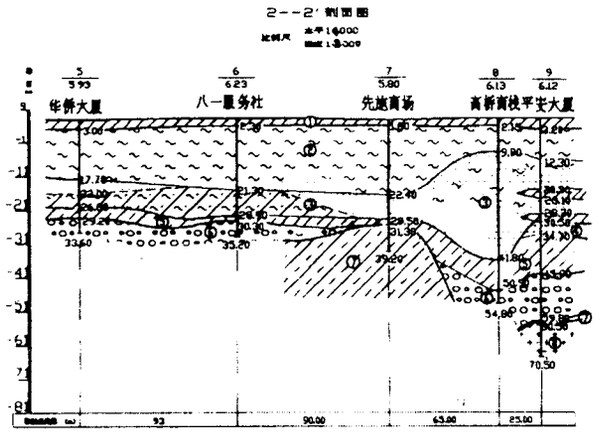
由于受地质、地貌、水文和气象等条件的控制和影响，福州地区第四系厚度变化较大，在空间分布上，福州盆地中部较厚，向四周靠山渐浅，沉积物厚度较大。

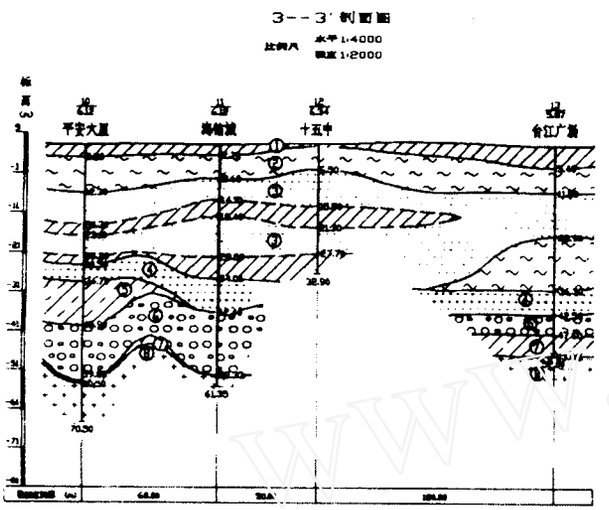
长乐组上部分布较广，厚度0－2m。长乐组下部淤泥层分布很广，且厚度变化大，在0－50多m，东山组上部岩性复杂，在剖面上呈二元。

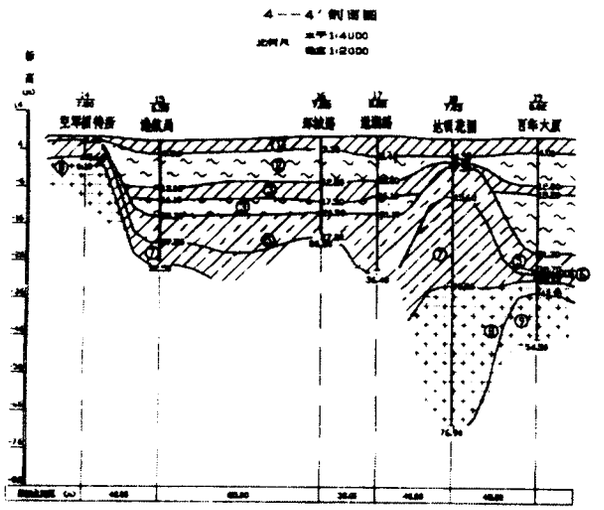
五、工程对策分析

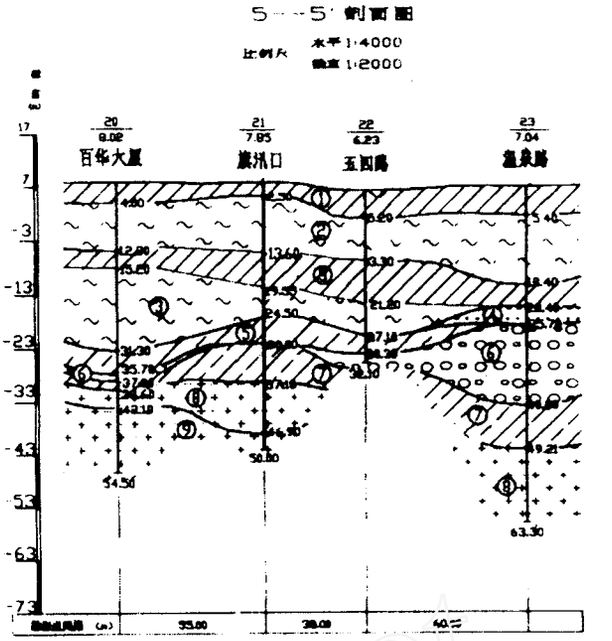
(1)桩基持力层

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net









桩基持力层的选择是工程地质勘察中一个很重要的问题，其选择应综合考虑建筑物的层数，柱轴力，持力层的均匀性，埋深及其桩端承载力等。存在主楼和裙楼时，一般应分开考虑。龙海组下部可作为高层建筑的桩基持力层，多层建筑可根据不同情况选择东山组上部及中部或东山组下部作为持力层。低层建筑可先考虑浅基或复合地基。桩型可考虑沉管灌注桩，冲钻孔灌注桩、锚杆桩、预制桩、搅拌桩、碎石桩等。

工程实例：

高层：1)环球广场：32 层，龙海组下部泥质砾卵石层顶板埋深 34m 左右，采用打入式预制桩，500×500 和 450×450 两种，设计承载力分别为 2750kN 和 2500kN，经检测满足设计要求。2)万利大厦：地上 26 层，地下一层，最大柱轴力 25380kN，设计采用冲钻孔灌注桩，持力层为龙海组下部泥质卵石层，桩径 700、800、900、1000、1200 五种，经检测满足设计要求。

多层：沉管桩(市科技馆)，冲钻孔灌注桩(鳌峰小区 12#楼)、锚杆桩(马尾外运仓库)、预制桩(新榕房地产杨桥住宅小区)、水泥搅拌桩(台江公安分局住宅)、碎石桩(马尾革新机器厂厂房)。

(2)基坑开挖与支护

随着城市建设的发展逐渐向高、大、深方向，基坑开挖深度也随基础埋置深度的增加而增加，从而所遇到的坍踢、滑移、地表变形等问题逐渐增多。目前采取的基坑开挖形式可为两类；即放坡开挖，侧壁支护开挖。

1)放坡开挖：适用于开挖深度较小(全新统软土开挖深度小于 5m，更新统硬粘土及砂砾石层开挖深度小于 7m)，基坑周边距建筑物，地下管线和其它工程设施较远的基坑开挖。放坡坡度需经计算或根据经验确定，一般取值为 1：0.5—1：1。工程实例：福建省高级人民法院审判大楼，地下室一层，地层自上而下为①杂填土 3－3.5m；②粘土 0.5－1.0m；③淤泥埋深＞4m。经计算采用放坡开挖，坡度为 1:1，正在施工。

2)支护开挖：当开挖深度较大，场地条件不允许放坡开挖时，为节约施工用地和便利施工，基坑侧壁常需求垂直开挖。为保证施工安全，侧壁的稳定和相邻建筑物的安全，须对侧壁

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

稳定性进行验算，凡不能靠自身强度维持稳定的，应进行支护。

根据区内情况，深基坑开挖常采用以下两种支护形式：①人工挖孔桩系统②冲钻孔灌注桩系统。一般灌注桩径可采用60－80cm，桩间距1.0－1.5m，人工挖孔桩桩径为90－100mm，桩间距1.2－1.5m。

对于基坑开挖可能产生流砂，崩塌的地层应注意探明情况，提出降水、止水、胶结或支挡等建议措施。

工程实例：(1)环球广场，两层地下室，围护桩采用人工挖孔桩，桩径900，桩距1.8m，桩长18m，井字梁支撑。已建成使用。(2)中美大厦，两层地下室，围护桩采用冲钻孔灌注桩，桩径700，桩距1.0m，桩长18m，井字梁支撑。已建成使用。

(3)降水问题：在基坑开挖中，通常会遇到降水问题，福州地区上层滞水水量不大，靠临时性集水沟及集水井，用潜水泵抽排即可，在遇到上层承压水时，由于其水量较大，水头较高，会造成坑底涌砂，涌泥。必要时可打几个中深井，将其水头降至离坑底3m左右。同时应注意因降水而引起的不良反应，及时处理。

工程实例：屏山综合楼(II)区，在基坑开挖中发现水量较大，在场地中间挖两个深井，井深20m，用两部潜水泵抽水，保持水位在8m以下。

(4)地基处理：区内场地全新统海相或河流相沉积物具低强度高压缩性之特点，为满足建筑物对地基变形和强度的要求，在此区修建建筑物时须对软土地基进行处理加固。地基处理的方法很多，具体方法的选择需根据场地地质条件，建筑物结构类型，使用要求，对周围环境影响，材料情况，施工条件及技术经济情况等因素进行综合考虑，做到技术先进，经济合理，安全适用，保值保量。目前本市常用的方法有以下几种：

1)振冲碎石桩：振冲碎石桩法在区内主要采用置换法，桩身材料采用1－5cm的碎石或卵石，含泥量＜10%，桩身伸至较硬层顶面。

工程实例：①北方水果批发市场，三层框架，采用碎石桩，长5m、径850mm，桩距1.4m和1.5m两种，承载力分别为130kPa和120kPa，持力层为第五层粘土层，检测的十点复合地基，其承载力均超过设计要求，现使用正常。②锰得塑胶(福建)有限公司射压车间：设计承载力170kpa，碎石桩径800mm，距1.8m等边三角形分布，桩长12－15m，经检测三根复合基pa分别为215kpa、414kpa、393kpa，均超过设计要求。

2)水泥搅拌桩：本区主要应用深层搅拌桩，它是固化剂水泥浆通过深层搅拌机输入到软土中并加以充分拌和，固化剂与软土之间产生一系列物理化学反应，形成抗压强度比天然土高得多并具整体性，水稳性的桩柱体，由若干根这类桩柱体和桩周土构成复合地基。

工程实例：市开发区设计院安淡宿舍住宅楼，六层半框架结构，地层为杂填土0.5m，粘土1.0－1.5m，淤泥6.0－7.0m，含泥中细砂顶板埋深7.5－8.5m，采用水泥搅拌桩，径40cm，桩距1.3m，桩长8－9m，复合基pa＝130kpa，已建成使用。

3)换土垫层法：适用于软土层厚度较小，且埋藏较深的情况，福州郊区四层以下民房多采用此法，方法是先挖掉杂填土，后分层填砂，每层厚0.3－0.5m，灌水，砂填好后铺入两层条石，最后再用条基处理。

4)袋装砂井法：马尾开发区幼儿园场地地质为软土地基，设计采用砂桩兼片筏处理，砂桩桩径Φ70、长13m、间距1.1m，正方形分布，砂桩打完后进行预压，淤泥排水固结后沉降40cm，后采用片筏基础，建成使用正常。

5)强夯法：在本区软土处理中已有所尝试，台江临江楼、望江楼住宅即采用此法加固地基，工程建成后使用正常。

参考文献

1. 林宗元．岩土工程治理手册．辽宁科学技术出版社

2. 福建省第二水文地质大队．福州开发区(福州、马尾、亭江、馆头)地质详查报告

3. 福建省标准．建筑地基基础勘察设计规范DBJ13－07－91

收稿日期：1998.1.14.

·地基基础·

软土地层中人工挖孔围护桩的优化设计

詹素华　陈书申　(福建建专基础工程公司)

提要：本文着重论述以卵圆形断面为代表的人工挖孔围护桩，当其长轴方向挡土时由于断面惯性矩大大提高从而具有很强的抗弯能力，减少变形，使得该桩型在一定条件下具有难以替代的经济、技术上的优势，同时也探讨了软土中围护桩合理净距的确定方法。

关键词：卵圆形围护桩　大刚度　小变形　土拱　合理桩距

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net