复杂场地基坑喷锚支护设计

杜秀忠 杨光华 李思平 蔡晓英 方大勇 周 辉
（广东省水利水电科学研究所，广州，510061）

提 要 在老城区开发中，地下室基坑往往紧靠临近的旧建筑物，受场地限制基坑不能采用刚性支护，同时又要保证周边建筑物的安全。本文通过一个工程实例在复杂场地采用注浆钢管结合喷锚支护，很好地解决了这个矛盾。目前基坑开挖已基本完成，实践证明设计是非常成功的。

一 工程概况

某拟建大厦位于广州市东山区内，用地面积 6265m^2。地形平坦，场地呈不规则的 L 形式。设两层地下室，地下室基坑开挖深度约为 9m，地下室平面布置如图 1 所示。根据平面布置及实际放线，基坑紧挨临近建筑物和马路，其中东边仅为 50cm，且临近建筑物为 2~3 层砖结构旧民居等建筑物。另外，场区地质条件很复杂，局部含有砂层和淤泥质土层。场地狭小，开挖深度大。在这种复杂条件下我们采有用喷锚支护并取得成功，实测最大位移约为 3cm，对同类工程具有很好的参考价值。

二 场区工程地质情况

场地属珠江三角洲冲积平原地带，为旧房拆迁地，地面稍有起伏。代表性的地质剖面如图 2 所示，地质层包含有：(1)杂填土层，(2)冲积层，由淤泥质粉质粘土、粉质粘土及粉细砂（局部中、粗砂）层组成，其中淤泥质粉质粘土孔隙比 e_0=1.144，含水量 ω=41.8%。(3)残积层，局部可塑状，$N_{63.5}$=4.7~11.0 击，平均 7.6 击。局部硬塑状，$N_{63.5}$=10.9~24.8 击，平均 16.0 击。(4)强风化岩带，$N_{63.5}$=37.1~46.4 击，平均 42.8 击。

场地内地下水主要包括上部松散杂填土层、冲积粉细砂层孔隙水及基岩裂隙水，地下水位 0.15~1.13m。由于松散杂填土层、冲积粉细砂层透水性较好，局部强风化、中风化岩岩芯呈块状，裂隙略为发育，具一定透水性，且场地邻侧自来水管破裂造成的自来水长期泄漏，判定场地富水性程度中等且分布不均匀性。

三 支护结构设计和计算

1. 支护方案的选择

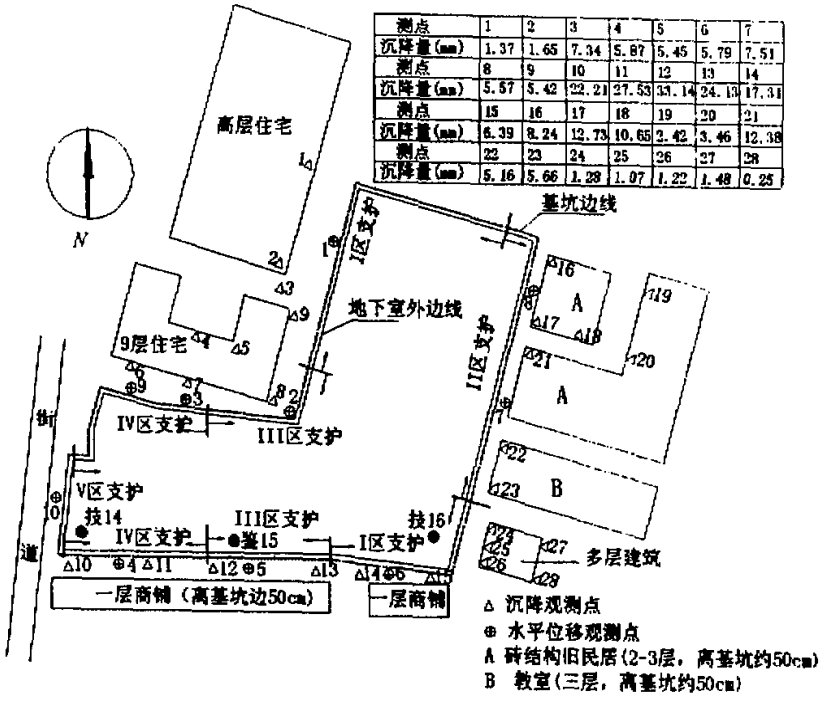


图 1　支护结构平面布置、周边建筑物、测点布置及沉降观测结果

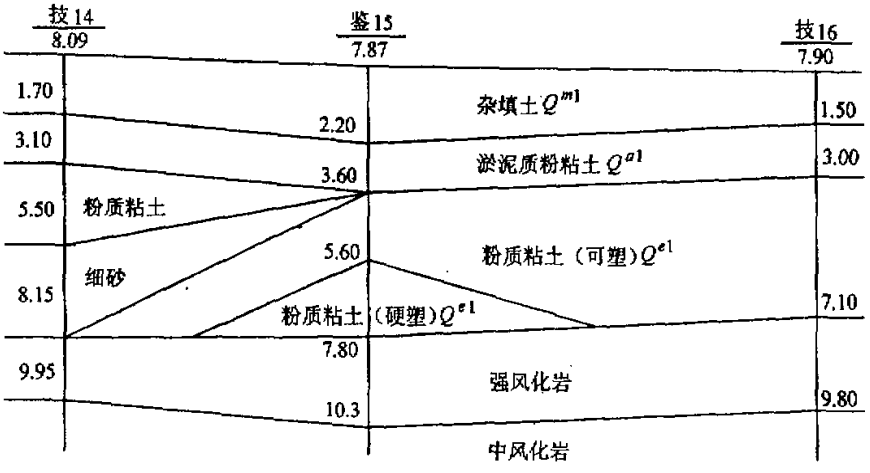


图 2　典型地质剖面图

原设计为挡土桩，考虑到一是场地不够，二是造价贵，故采用喷锚支护方案。采用喷

锚支护除保证基坑边坡稳定外，关键是控制位移和解决淤泥质土和砂层的垂直开挖问题。为此，采用了预应力锚杆和注浆钢管进行处理。

2．支护方案及平面布置图

支护结构平面布置如图 1 所示，其中 1/A-4 轴以东，根据地质报告不存在砂层，但存在淤泥质土，用注浆钢管结合喷锚进行支护。由于地质条件和周边环境存在差异，故把该区域分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三种支护区。1/A-4 轴以西则存砂层，除注浆钢管和喷锚支护外，为防止开挖过程中砂层局部坍塌，在注浆钢管之间加打 ϕ48 花管并注浆，在开挖之前固化开挖面砂层。根据工程地质条件和周边环境把该区域分为Ⅳ、Ⅴ两种支护区。

3．支护结构设计

这里由于篇幅限制仅列出Ⅱ、Ⅳ两种代表性的断面。

(1)Ⅱ区支护结构设计

Ⅱ区支护结构的设计断面和计算时对应的地质情况及地面荷载如图 3 所示，该区地质条件较好，但周边建筑物离基坑边只有 50mm 左右，且建筑物为 2~3 层天然地基的砖结构旧民居和 3 层高的小学教学楼，建筑物内都有人居住或上课。为控制边坡的水平位移和建筑物的沉降，该区除加 ϕ150 @ 600，L=12m 的注浆钢管外还在第二、第三排锚杆加 120kN 的预应力。

(2)Ⅳ区支护结构设计

Ⅳ区支护结构的设计断面和计算时对应的地质情况及地面荷载如图 4 所示，该区地质条件较差，冲积层较厚且存在粉细砂层，故该区除先打 ϕ150 @ 600，L=12m 的注浆钢管外，为防止开挖过程中砂层局部坍塌，在注浆钢管之间加打 48 花管并注浆，后再进行喷锚开挖，并且在第二、五排锚杆分别加 150 kN 和 120kN 的预应力。

4．支护后基坑边坡整体稳定性计算参数和计算结果

根据工程地质勘察报告，并结合我们在基坑开挖设计方面的经验，基坑支护深度内岩、土体的整体稳定性计算参数取值如下：

(1)杂填土（湿、松散）

γ=19kN/m^3，c=10kPa，φ =15^0

(2)淤泥质粉质粘土（很湿、软塑、含腐木）

γ=19kN/m^3，c=15kPa，φ =8^0

(3)粉质粘土（湿、可塑）

γ=19kN/m^3，c=15kPa，φ =18^0

(4)细砂（很湿、松散、含泥）

γ=19kN/m^3，c=0kPa，φ =24^0

(5)粉质粘土（湿、硬塑）

γ=19kN/m^3，c=25kPa，φ =28^0

(6)强风化泥质粉砂岩（半岩半土状、稍硬）

γ=20kN/m^3，c=60kPa，φ =28^0

注浆钢管加喷锚支护整体稳定性计算采用中国水利水电科学研究院《土质边坡稳定分析程序 STAB95》计算，经计算Ⅱ、Ⅳ区整体稳定安全系数分别为 1.429、1.327，安全系数均大于 1.3，满足《广州地区建筑基坑支护技术规定》要求。

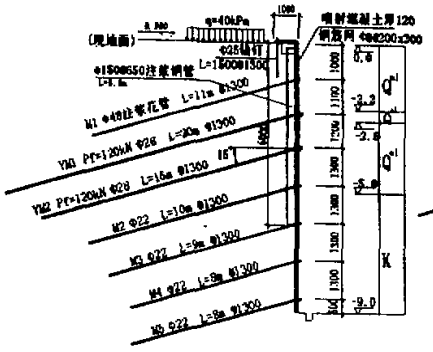


图 3　II区支护断面图

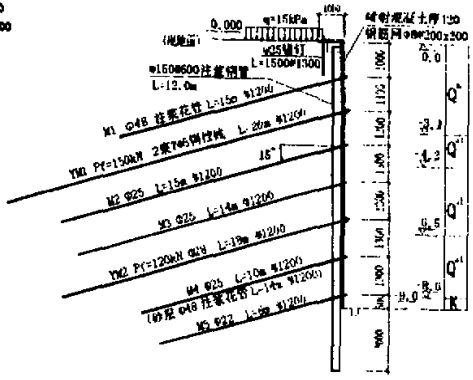


图 4　IV区支护断面图

基坑严格按设计要求进行施工和监测，目前基坑开挖已基本完成，现在正在进行工程桩(人工挖孔桩的)施工，并经受了广州雨季的考验。

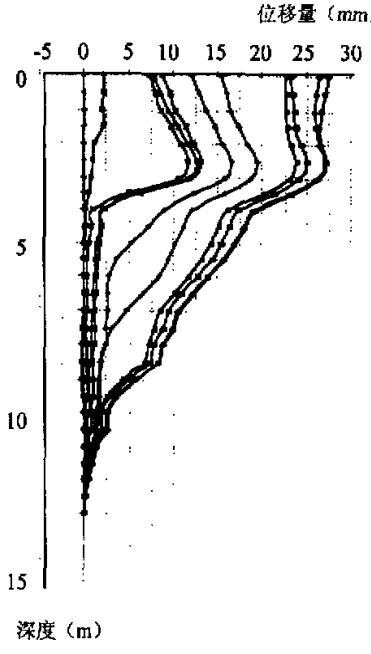


图 5　4#测孔位移随开挖变化的观测结果

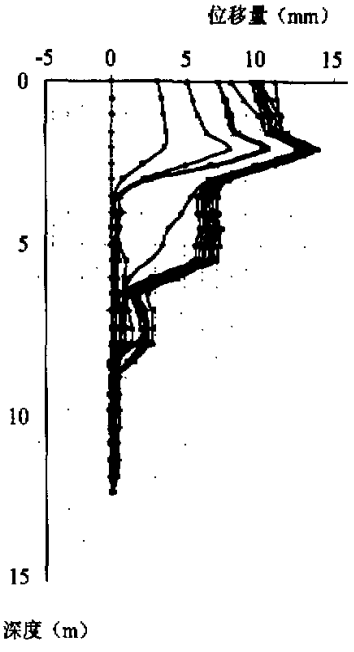


图 6　8#测孔位移随开挖变化的观测结果

基坑水平位移观测点的平面布置如图 1 所示，至今年 4 月 5 日止各测点的最大位移如下表 1 所示，两个典型测点的位移随开挖过程的变化如图 5、6 所示。由以上图表可知基

坑总体位移不大，最大位移约 3cm，随着基坑开挖的完成基坑位移也趋于稳定，说明基坑是安全的。

表 1　水平位移观测结果

测点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最大位移（mm）	24	23	8	28	32	26	15	14	23	31

周边建筑物、地面沉降观测点布置及观测结果如图 1 所示，周边建筑物的最大沉降为 1.3m，紧靠基坑边地面的最大沉降为 3.3m，说明基坑开挖对周边环境造成的影响不大。

五　结　论

从开挖和监测结果来看，设计是非常成功的。通过采用注浆钢管结合喷锚支护（局部采用预应力锚杆）可严格控制位移并确保周边建筑物的安全，同时还可以在地质条件较差的地方进行喷锚支护。既解决了在闹市区内基坑开挖场地的限制又节约了投资，又克服了局部有淤泥和砂层垂直开挖的问题，是一种经济和处理复杂场地较为成功的基坑支护形式。

参考文献

[1]《建筑基坑工程技术规范（YB9258-97）》。

[2]《广州地区建筑基坑支护技术规定（GBJ02-98）》。