

# 越良大厦基坑支护技术

尹敬泽

(广东省公路建设公司 广州 510600)

郭建芝

(广东省基础工程公司 广州 510620)

**摘要** 介绍了广州越良大厦根据施工现场的不同地质情况, 采取了灵活多样的基坑支护技术的成功经验, 对今后类似工程的设计、施工有一定的参考价值。

**关键词** 基坑支护, 人工挖孔桩, 土钉墙, 锚杆, 树根桩, 土方开挖

**分类号** TV 223, TU 47

## 1 工程概况

越良大厦位于广州市越秀北路与东濠涌之间, 该大厦由两栋塔楼组成, 主楼高 25 层, 两层地下室。大厦两边为交通繁忙的越秀北路, 东边为东河涌及高架桥, 南北均紧邻已有建筑物, 场地呈狭长形, 长边约 110 m, 短边约 30~ 40 m, 场地面积约 4 100 m<sup>2</sup>。场地位于低丘台边缘, 西高东低, 北高南低, 东西向相对高差 2.3~ 4.3 m, 南北向相对高差 3.7~ 4.9 m, 最大相对高差 6.7 m, 基坑开挖深度为 4.5~ 11.0 m。

## 2 地质条件

地层情况由上而下依次为:

- (1) 人工填土: 杂填土为主, 厚度 0.90~ 6.15 m,  $N_{63.5} = 10$  击。
- (2) 东濠冲积层: 分布于场地东南部, 厚度 0.6~ 3.5 m, 以粉土为主, 个别夹有粗砂, 松散或软塑~ 可塑,  $N_{63.5} = 7.9$  击。
- (3) 风化残积层: 以粉土为主, 硬可塑~ 可塑, 厚度 0.3~ 8.25 m, 西边浅, 东边深,  $N_{63.5} = 28.3$  击。
- (4) 上白垩系碎屑岩: 岩性主要为红色泥质粉砂岩, 少数钻孔夹有中细砂和含砾粉砂岩。根据岩石的风化程度可将其分为:

强风化岩: 西北边较浅, 平均埋深 10.32 m,

风化程度不均匀, 多呈半岩半土状, 岩块质软。

中偏强风化: 埋深 7.65~ 17.85 m, 平均埋深 13.0 m, 厚度平均 2.41 m, 裂隙较发育, 锤击声脆而闷。

中风化岩: 北段岩层较浅, 南段岩层埋深较深, 敲击声脆, 岩性较坚硬, 局部夹有中偏微风化岩。

微风化岩: 岩层埋深平均 13.28 m, 西北部较浅, 东南部较深, 岩性坚硬。

场内地下水丰富, 水性较弱, 局部含有少量孔隙水, 基岩裂隙水较弱, 地下水平均埋深为 2.26 m。

施工现场两主要断面的地质剖面如图 1 所示, 剖面图中标出土层下部即为风化程度不一的泥质粉砂岩层。

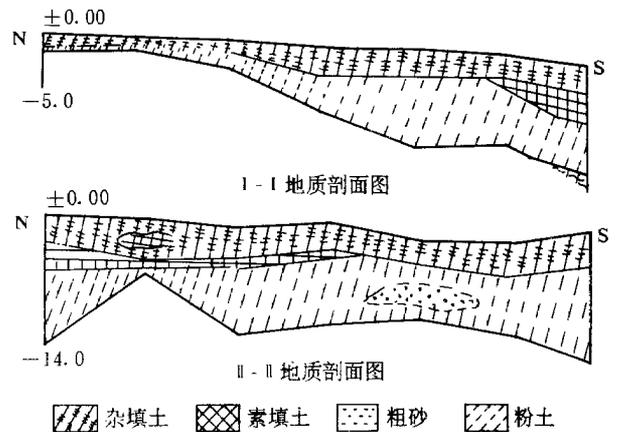


图 1 地质剖面图

Fig 1 Geological profile

1998年6月23日收到初稿, 1998年9月17日收到修改稿。

作者尹敬泽简介: 女, 31岁, 硕士, 1994年毕业于西安公路交通大学公路系岩土工程专业, 现任工程师, 主要从事高速公路软基处理方面的研究工作。

### 3 基坑特点及支护方案的选择与施工

本工程地处闹市区，西边紧邻交通主干道，东边紧邻东濠涌，南北均紧邻多层建筑物，场地狭窄，寸土寸金，场地地质情况复杂，基岩埋深起伏变化大。因此，基坑支护一方面要绝对排除地下室土方及结构施工中周围道路、房屋及地下管线等设施产生危害，保证基坑和周围建筑物的安全；另一方面要根据工程施工场地的地质条件、现场条件及周边环境，从基坑支护工程的安全可靠性、技术可行性、经济合理性及施工工艺出发，选择造价低、工期短、施工工艺先进成熟的支护方案。而本工程施工场地西高东低，北高南低，相对高差较大，地层中岩层深浅不一。由地质剖面 I-I、II-II 可以看出，在场地西边及北边地面下 2.20m 为强风化泥质粉砂岩，下部岩面连续，上部为杂填土，而场地西边及南边一段地面下 13.5m 为强风化泥质粉砂岩，上部杂填土及粉质粘土并夹有淤泥。设计院原设计中基坑支护结构为地下连续墙及排桩，其设计中以土层及上部荷载及施工工况最不利的情况为依据，从安全稳定及施工工艺方面看，此支护方案有一定的优越性；但从经济效益、施工工期方面看，此方案不尽合理。因此，作为施工单位的我们根据多年的施工经

验及现场的实际条件，将整个基坑分为 5 部分，采用了 5 种不同的支护结构形式，如支护结构平面布置图 2 所示。

#### 3.1 AB 区支护方案

AB 区位于场地南边，建筑外墙边紧邻建筑红线，此区岩面埋深 10.0m 左右，采用人工挖孔桩挡土支护。由于受到建筑红线及建筑物外墙的影响，将地下室底板以上部分的挡土桩做成半边桩，在桩顶设置工字钢支撑。在土方开挖后，半边桩形成了一个平整的支护面，将之稍加处理后即可作为地下室外墙的模板。且挡土桩和工程桩排列在同一轴线上，在有限空间上增加了建筑面积，既节省了工程造价，也产生了一定的经济效益。具体如图 3 所示。

由于 AB 区有 4 根  $\Phi 1200$  工程桩，为方便工程桩的施工，满足挡土排桩的设计要求，将工程桩与挡土桩同时在地面开挖，桩径均为  $\Phi 800$ ，4 根工程桩开挖至地下室底板下 2.0m 时，将直径缩为  $\Phi 200$  挖至设计标高。挖孔桩底板底以下满孔浇注混凝土，至底板底标高时，在桩中设置模板，在挡土侧的半孔浇注混凝土，纵向钢筋加强，靠近基坑半孔用粘土或砂填实。钢筋笼分两段制作，即圆形部分和半圆形部分，先将圆形钢筋笼安装就位，再将半圆形钢筋笼安装就位，半圆形钢筋笼锚入下部桩中。

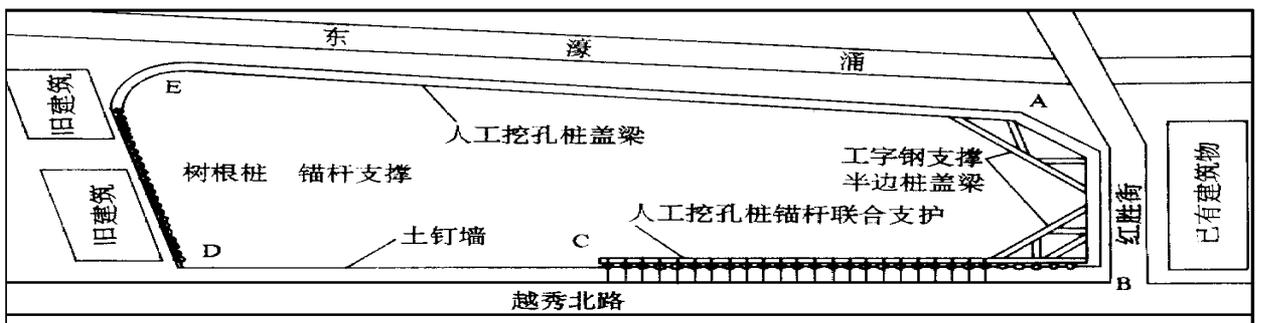


图 2 越良大厦基坑支护结构平面布置图

Fig 2 The plane outlay of foundation pit propping structure of Yueliang Building

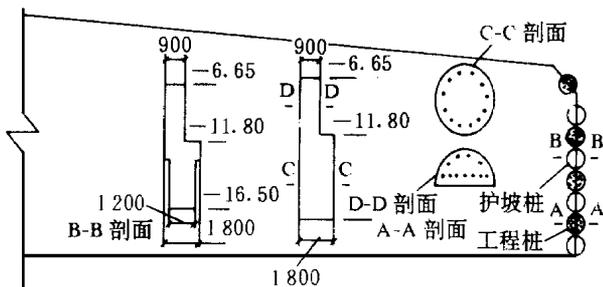


图 3 半边桩支护结构示意图

Fig 3 The schematic diagram of semi-pile propping structure

#### 3.2 BC 区支护方案

BC 区紧邻越秀北路，岩面埋深较深，强风化泥质粉砂岩在地面下 13.5m 左右。该区基坑开挖深度为 10m 左右，基坑内外地面标高相差近 3.0m，所以在基坑未开挖前就存在近 3.0m 高的边坡，表明该区上部土层的工程性质较好。查看该区的地质工程报告，发现其土层含水量低，无连续丰富砂层，土体抗剪强度指标较高，因此，BC 区采用疏散的人工挖孔桩加锚杆作为支护结构，如图 4 所示。BC 区采用人工挖孔桩和锚杆联合支护，保证了桩顶不至于发生较大的位移，同时拉大挖孔桩间距，桩间用造

价低的少筋混凝土板连接和支撑,降低了基坑单位面积上的支护造价,既安全又经济。

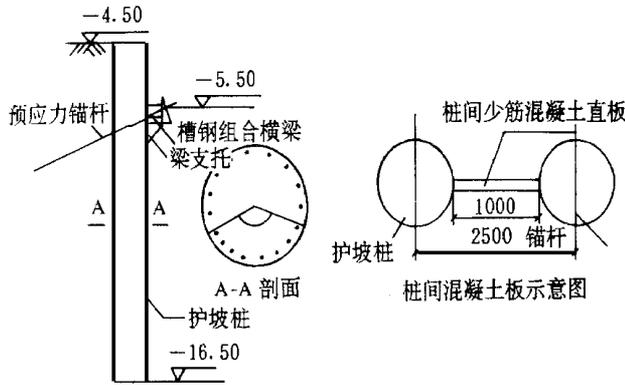


图 4 疏排人工挖孔桩加锚杆支护结构示意图

Fig 4 The propping structure schematic diagram of hand dug draining pile with a belt support

人工挖孔桩直径 1.2m, 间距 2.5m, 桩间采用 100mm 厚钢筋混凝土挡板, 板内配置纵向筋为  $\Phi 2@100$ , 横向筋为  $\Phi 6@500$ , 并将横向筋用冲击钻锚入相邻桩内大于 100mm, 挖孔桩桩顶设置 1200mm × 600mm 压顶梁。在每根桩打入一条  $\Phi 30$  锚杆, 锚杆长 25.0m, 倾角 30°; 单锚最大轴向抗拉力为 600kN, 锚索采用 4 束 7 $\Phi$  钢绞线, 灌浆材料为 0.45 水灰比纯水泥浆。

### 3.3 CD 区支护方案

CD 靠近越秀北路, 由图 1(a)可以看出, 该区强风化岩面埋深较浅, 在地面下 2.0m 左右。由于岩面自身稳定性好, 上部土层含水量低, 抗剪强度指标较高, 选择了造价相对较低的土钉墙(喷锚)支护技术, 保持土层稳定, 防止土体滑动剥落, 保证土方开挖过程中基坑的稳定与安全, 如图 5 所示。

在强风化岩面以上, 土钉墙土钉间距 1.5m, 倾

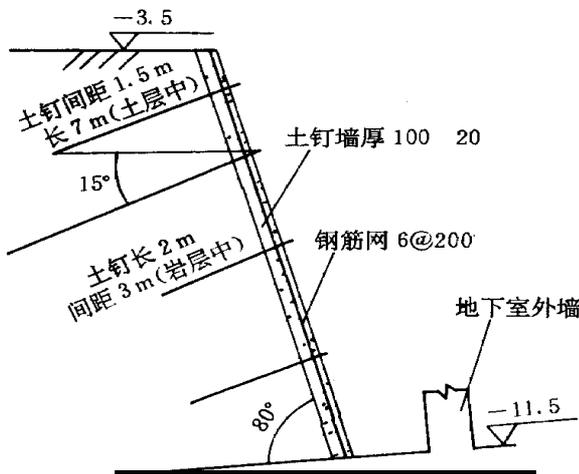


图 5 土钉墙支护结构示意图

Fig 5 The schemafic diagram of soil nail wall propping structure

角 20°, 长 7.0m, 直径 110mm, 为 1 $\Phi 25$  螺纹钢, 0.45 水灰比纯水泥浆, 梅花型布置。要求土钉锚固段中点落在土体滑动面以外, 满足承载力要求。坡面铺设  $\Phi 8@150$  钢筋网, 在土钉锚头位置设 200 × 200 × 16 钢垫板, 垫板下加设 4 $\Phi 6$  钢筋加强, 坡面混凝土厚 80~100mm, 强度等级 C15。土方开挖至强风化岩面以下时, 土方以 80° 角向下挖进, 在裸露岩面上采用 50~80mm 厚混凝土面保护, 内挂  $\Phi 6@200$  钢筋网, 土钉间距 3.0m, 土钉长 1~2m, 梅花型布置。在土方开挖过程中, 根据岩面软弱破坏情况局部加密加长土钉。

### 3.4 DE 区支护方案

DE 区地下室外墙边距已有多层建筑物, 距外墙边只有 1.15m, 且该区岩面埋深变化很大, 西边自然地面下 2.5m 即为中风化岩层, 东边基岩埋深为 14.5m 左右。根据此特点, 采用了树根桩加锚杆联合支护技术, 树根桩为小直径钻孔灌注桩, 以前多用于软弱地基处理。由于本工程施工场地狭窄, 我们充分利用了其施工机械小、轻便、所需工作面小、施工工艺成熟的特点, 而将其应用于基坑的围护结构, 如图 6 所示。

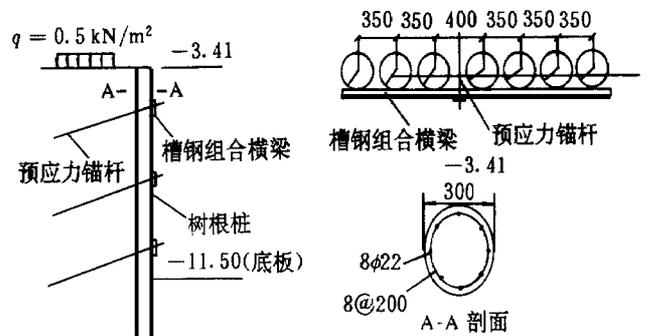


图 6 树根桩加锚杆联合支护结构示意图

Fig 6 The schematic diagram of combined propping structure of root pile with bolt

树根桩的主要技术参数如下:

树根桩直径为 300mm, 间距 350mm, 根据基岩埋深变化大的特点, 树根桩在基岩埋深浅的范围施工到岩面, 若基岩埋深在底板以下则以设计长度控制钻深(底板以下 1.5m), 基坑底板以上暴露出来的岩面采用土钉墙加以处理。

### 3.5 EA 区支护方案

EA 区靠近东濠涌, 邻近除高架桥外无其他建筑物, 由于高架桥基础为桩基础, 故不存在支护结构对高架桥的影响。EA 区以抵抗土体压力, 水压力为主, 另外要防止东濠涌的水渗入基坑。因此该区采用了  $\Phi 1200@1500$  人工挖孔桩悬臂挡土, 在桩间高压注浆止水, 水泥浆液渗入土体缝隙中, 凝固后加

固土体和堵塞水流通道从而起到防渗作用。另外考虑了人工挖孔桩悬臂挡土的稳定性问题,减少桩的臂悬高度及入土深度,局部采取了卸载方式,以减轻外部荷载对排桩的影响。

#### 4 支护的效果与体会

目前本工程的主体结构已施工完成,在土方开挖、基础及地下室施工过程中,基坑稳定安全,有效地保护了周围建筑物的安全。主要有以下几点体会:

(1) 灵活采用了多种支护结构形式,既适应了该场地复杂的地质条件和周围环境,又给业主节约了大量的资金。同原设计的地下连续墙支护结构相比节省造价 50 万元,且缩短工期 20 d。

(2) 树根桩应用于挡土结构,其刚度介于大直径混凝土灌注桩与钢板桩之间,树根桩作为挡土结构的受力机理及计算模型有待进一步研究。

(3) 采用半边人工挖孔桩挡土,充分发挥了钢

筋混凝土的作用,节省造价,同时减少了占地面积。

(4) 如将人工挖孔桩挡土的少筋混凝土板改为少筋混凝土拱形板,可进一步加大桩间间距,更能发挥人工挖孔桩钢筋混凝土的作用,降低造价。

(5) 基坑支护应根据不同的地质条件及周围环境,采用不同的支护形式。有时单一的支持形式不能满足要求,采用多种结构组合更为合理,降低造价。

#### 参 考 文 献

- 1 黄强编著 深基坑工程支护设计技术 北京: 中国建筑出版社, 1995
- 2 魏希成编著 支挡结构设计手册 北京: 中国建筑出版社, 1995
- 3 广东省土木学会与同济大学岩土工程研究所 地基与基础 1995
- 4 陈肇元 土钉支护技术 见: 深基坑开挖的土钉支护技术研讨会论文集 北京: 清华大学出版社, 1996
- 5 Proterfield J A. Soil nailing field inspectors manual: soil nail walls FHWA/SA-93/068, 1994

### THE PROPPING TECHNOLOGY OF FOUNDATION PIT OF YUELIANG BUILDING

Yin Jingze<sup>1</sup> Guo Jianzhi<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup> Guangdong Provincial Highway Construction Company, Guangzhou 510600 China

<sup>(2)</sup> Guangdong Provincial Foundation Engineering Company, Guangzhou 510620 China

**Abstract** The propping technology of foundation pit of Yueliang Building is presented briefly. Several kinds of propping structure are adopted according to the specific geology situation of the construction site, which effectively propped the foundation pit and optimized the design.

**Key words** foundation pit propping, hand dug pile, soil nail wall, bolt, root pile, earth excavation