

土钉墙在基坑边坡支护中的应用

郭树清

(甘肃地质工程总公司, 兰州 730000)

[摘要] 结合海口市某基坑支护, 描述了土钉墙支护的设计、施工工艺。与钻孔灌注桩相比, 该工法工期短、质量高、经济效益好。

[关键词] 土钉墙支护 设计与施工

[中图分类号] TV743.2 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2004)05-0090-02

我公司承接的海口市帝濠花园楼基础的边坡支护工程, 该工程由 A、B、C、D 高层建筑组成。A、C、D 三栋楼的基础开挖深度为 7.6 m, B 栋楼的开挖深度为 13.6 m。四栋楼 7.6 m 以上边坡部分均用土钉墙支护, B 栋楼 7.6 m 以下用钻孔灌注桩支护, 需用土钉墙支护的边坡长度 280 m, 支护面积 2100 m², 土钉 1421 根, 由于红线的限制, 边坡坡角设计为 70°~80°, 土钉长度 8 m, 直径 $\phi 130$ mm, 加筋杆直径 22 mm 的螺纹钢。该支护工程用一套设备 30 天完成。

下面结合实际情况, 利用王步云法介绍土钉墙的设计与施工。

1 土钉墙的设计

1.1 工程地质概况

根据工程地质勘察报告, 支护工程涉及地层的物理力学性质指标见下表。

表 1 地层物理力学性质

地层名称	层厚 H/m	含水量 ω (%)	摩擦角 φ (°)	凝聚力 c/kPa	容重 γ /kN·m ⁻³
泥质粉砂岩	1.66	13.1	27.4	9.50	20.40
砂砾混粘土	1.93	13.5	26.00	11.00	20.80
粘土	1.48	35.0	6.60	12.90	17.90
含砾中粗砂	2.53	30.6	31.00	10.00	20.60
加权平均值	7.60	23.3	21.90	10.70	20.08

1.2 土钉设计

1) 土钉长度 L /m

$$L = mH + S \quad (1)$$

式中: m —经验系数, 本工程取 0.9; H —基坑垂

直深度 m, 这里为 6.7 m; S —止浆器长度 m, 一般取 1.5 m。

由(1)式计算得, 土钉长度 = 8.0 m。

按(1)式计算的值为土钉的平均长度, 每一排土钉的具体长度可根据破裂面来确定, 本工程上部一排为 7.5 m, 下部一排为 6.5 m, 中间各排为 8.0 m。

2) 土钉直径 d_h /mm 及行列距 $S_x \cdot S_y$ /m

土钉直径一般要求大于 $\phi 100$ mm, 本工程取 130 mm; 土钉的行列距由下式确定:

$$S_x \cdot S_y \leq k_1 \cdot d_h \cdot L \quad (2)$$

式中: k_1 —注浆系数, 对于一次压力注浆工艺取 1.5~2.5, 本工程取 1.8。

由(2)式得 $S_x \cdot S_y \leq 1.87$, 取 $S_x = S_y = 1.2$ m, 即土钉行列距为:

$$S_x \times S_y = 1.2 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}$$

3) 土钉加筋杆直径 d_b /mm

$$d_b = (15 - 25) \times 10^{-3} S_x \cdot S_y \quad (3)$$

经计算得 $d_b = 22$ mm, 选用热轧 II 级螺纹钢, 其抗拉强度设计值为 290 MPa。

1.3 土钉墙内部稳定性的验算

在面层土压力作用于下, 不使土钉端部产生过量的伸长或屈服, 需要对主筋的直径进行验算; 同时在面层土压力作用下, 土钉内部潜在滑裂面后的有效锚固段应具有足够的界面摩阻力而不被拔出, 需要对锚固力也进行验算。

1) 拉断裂验算

使土钉杆过量伸长或屈服的条件为:

$$(\pi/4) d_b^2 f_y / E_i \geq 1.5 \quad (4)$$

[收稿日期] 2003-09-10; [修订日期] 2004-08-20; [责任编辑] 陈仁俊。

[第一作者简介] 郭树清(1956年-), 男, 1982年毕业于成都地质学院探工系, 高级工程师, 现主要从事探矿工程工作。

$$E_i = q_i S_x \cdot S_y \quad (5)$$

$$q_i = M_e \cdot K \cdot \gamma \cdot h \quad (6)$$

$$K = 1/2(K_0 + K_a) \quad (7)$$

式中: E_i —第*i*列单根土钉支承范围内面层上的土压力; q_i —第*i*列土钉处的面层土压力; M_e —工作条件系数,本工程取 $M_e = 1$; γ —土的天然容重,由附表可知 $\gamma = 20.08 \text{ kN/m}^3$; h —土压力作用点到坡顶的距离, $h = 3.48 \text{ m}$; K —土压力系数; K_0 、 K_a —分别为静止、主动土压力系数,其值为: $K_0 = 0.5$, $K_a = 0.47$ 。

经计算得 $E_i = 49.3 \text{ kN}$,再将已知数据代入(4)式并计算得:

$$(\pi/4) d_b^2 f_t / E_i \geq 1.5, \text{ 满足要求。}$$

2) 土钉锚固力的验算

$$F_i / E_i \geq F_t \quad (8)$$

$$F_i = \Gamma \pi d_a L_{ei} \quad (9)$$

式中: F_t —安全系数,一般用 $1.3 \sim 2.0$; F_i —第*i*列单根土钉的有效锚固力; L_{ei} —有效锚固段的长度; Γ —土钉界面摩阻力,采用经验数 $\Gamma = 27 \text{ kPa}$ 。

又 $L = 8 \text{ m}$, $H = 7.6 \text{ m}$,经计算 $L_{ei} = 5.72 \text{ m}$ 。

由(8)式可知: $F_i / E_i = 1.3$,故满足要求。

1.4 面层构造

土钉墙面层是传力体系的一个主要部分,起保护各土钉之间土体的局部稳定作用,特别在力学性质较差(c 、 φ 值较小)、地下水位埋藏较浅雨水较多的海口地区起着重要的挡土作用,本工程设计的面层构造为:首先在边坡层面上初喷 5 cm 厚C15砼,其次挂直径 $\phi 6 \text{ mm}$ 、行列距 $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ 的钢筋网,最后复喷 5 cm 厚的C15砼。危险面层横向土钉杆之间用金属件连成一体。

2 土钉墙的施工

2.1 设备选型

施工设备主要有两类:一是土钉的施工设备,选XY-1型钻机1台;直径 130 mm 洛阳铲20把;二是面层结构的施工设备,选ZPN型注浆泵1台;搅拌机1台;HPC-V型砼喷射机2台;W 8/6型空压机1台。

2.2 施工方法

土钉墙的施工流程为:降水→挖土→整理坡面→初喷→打孔眼→插杆→灌注→挂网→复喷。

2.2.1 降水

场地地下水位埋深 $0.3 \sim 1.0 \text{ m}$,为了防止作业时孔内坍塌和掉块,施工土钉时必须用井点降水,本工程共设置降水井32口,并在施工前3天开始降水。

2.2.2 开挖整理坡面

土钉支护是分层进行的,因此挖土深度不能超过设计深度,同时要保证坡角达到设计要求的 $78^\circ \sim 80^\circ$,坡面平整光滑,坡角未达到设计要求的则要进行专门修整。

2.2.3 初喷

为使已挖好的坡面不产生垮塌,凡挖好的坡面须立即进行砼喷射,以使表层固结。其混凝土材料的配合比为水泥:砂子:石子 $= 1: 1.5: 1.5$ 。水灰比 $= 0.5 \sim 0.6$ 。

2.2.4 钻孔

采用人工、机械一起作业的方法。钻孔下倾角度为 $15^\circ \sim 25^\circ$,采用干钻、静压的方法进行。人工挖土用的是洛阳铲,两人一组。

2.2.5 插杆与灌浆

成孔后按设计要求插入直径 $\phi 22 \text{ mm}$ 加筋杆,加筋杆每 1.5 m 焊接直径 110 mm 的扶正环,起导正作用。在插筋的同时,用加筋杆将注浆管(直径 1.5 in)带进离孔底 0.3 m 的地方,然后进行灌注,注浆材料的配合比为水泥:砂子 $= 1: 2$ 。水灰比 $= 0.4 \sim 0.5$ 。孔内一定要灌满,不能形成空洞和孔隙。

2.2.6 挂网

上道工序完工后,按设计要求,将直径 $\phi 6 \text{ mm}$ 的钢筋,按 $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ 的网距焊接,固定于坡面之上,同时,在危险坡面的土钉之间用金属件(如槽钢等)连接在一起,以进一步加强支护强度。

2.2.7 复喷

挂网后,整个坡面复喷混凝土,其喷射厚度达到要求。

APPLICATION OF SOIL - NAIL WALLS IN SUPPORT OF FOUNDATION PIT SLOPES

GUO Shu - qing

(Gansu Geological Engineering Head Company, Lanzhou 730000)

Abstract: Combined with the support of a foundation pit in Haikou City, the design and construction technique of soil - nail wall support are described. Compared with bore - filling piles, this construction method is shorter in work time limit, higher in quality and better in economic benefits.

Key words: Soil - nail wall support, Design and construction