

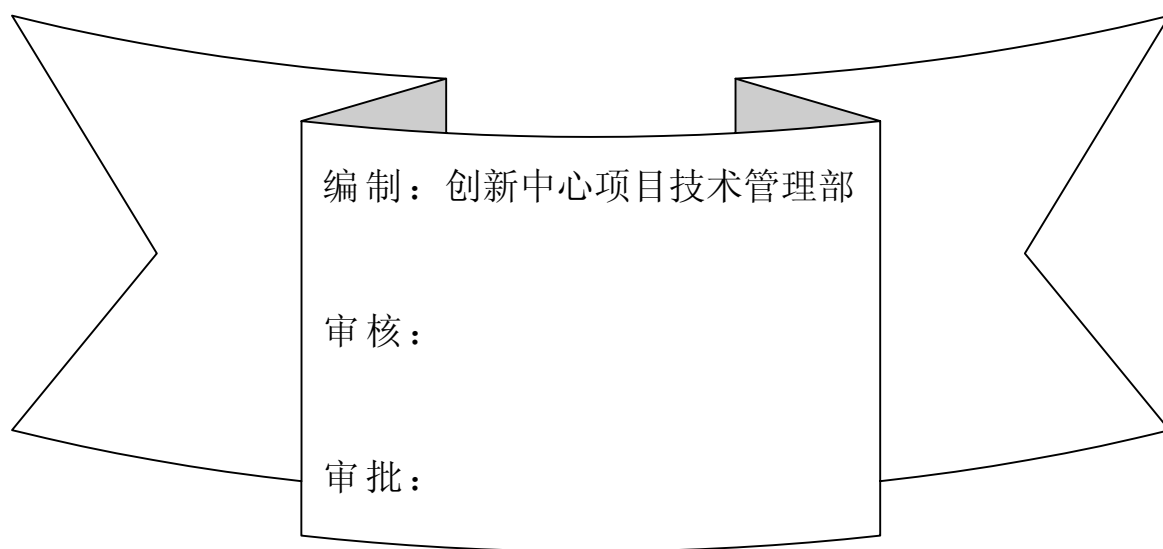
****科技园创新中心工程**

基坑护坡施工方案

*****局集团**

****科技园创新中心工程项目经理部**

二零零一年五月



编制：创新中心项目技术管理部

审核：

审批：

筑龙网 WWW.ZHULONG.COM

目 录

施工方案调整变更索引表	3
一、基坑护坡方案的设计	4
1. 设计依据	4
2. 方案选择	4
3. 设计方案	5
4. 计算书	5
二、基坑护坡施工方案 10	
1. 施工准备	10
2. 施工安排	11
3. 主要施工机械设备	11
4. 施工顺序及工艺流程	11
5. 喷锚施工方案及质量要求	12
6. 针对喷锚支护部分问题的解决措施	13
7. 信息化施工	14
8. 文明施工	15
9. 安全施工措施	16
10. 施工进度计划	16
三、基坑局部加深处护坡施工方案	18
1. 基坑局部加深处护坡设计方案	18
2. 基坑局部加深处护坡施工方案	20
四、西侧 28 号降水井处变形控制措施	21
附图：1. 喷锚护坡平面布置图	2. 加深部位护坡剖面图
3. 加深处护坡桩平面布置图	4. 降水井处控制变形施工图

施工方案调整变更索引表

[illegible]

一、基坑护坡设计方案

1.设计依据:

1. **勘察设计院 2001 初***号勘察报告。
2. 基坑开挖深度为 13.95 米（从自然地面算起）。
3. 土体重度统一取为 $\gamma=20\text{KN/M}^3$ 。
4. 地面超载按一般情况, 考虑为 $q=20\text{KN/M}^2$ 。
5. 设计与计算遵循国家及北京市有关规范, 主要有:

建筑地基基础设计规范 GBJ7--89

砼结构设计规范 GBJ10—89

建筑基坑支护技术规程 JGJ120-99

2.方案选择:

基坑护坡设计考虑了后续施工用地及场地情况, 在保证基础施工安全的前提下, 尽可能降低造价, 并最大可能的减小回填量, 基于以上原则, 我项目决定选用喷锚网（土钉墙）支护技术。

喷锚网支护技术是一种先进的新型岩土加固技术, 它充分利用原状土体自身的承载能力, 通过密布土钉及压力注浆, 彻底改善加固区原状土体的力学性能, 在边坡原状土体中形成加固区（土钉墙）以抵抗不稳定的侧向土压力; 边坡回固施工紧随开挖, 迅速封闭开挖面, 使得因开挖造成的土层应力的释放及时得到控制, 从而使边坡土体变形得到有效控制; 用土钉将不稳定的土压力引入深层土体中, 借助稳定土层自身的

承载力，提供有效的锚固力来平衡不稳定的压力，从而形成一种先进的深层承力主动支护体系，与土体共同作用，充分发挥土层能量，提高边坡土层的整体性的自身强度自稳定能力，使边坡得以稳定。

3. 设计方案:

本工程基坑护坡采用喷锚网支护。喷锚护坡按 1:0.1 开挖计算(开挖时可根据实际土质情况，按 1:0.1—1:0.2 开挖)，并采用计算机模拟施工过程分层计算，调整后设计如下：设 10 排土钉，从上至下配筋长度依次为 11 米 (1Φ25)、12 米 (考虑变形控制, 加长 1 米, 即 13 米, 1Φ25)、13 米 (考虑变形控制, 加长 1 米, 即 14 米, 1Φ25)、13 米 (1Φ25)、13 米 (1Φ25)、12 米 (1Φ25)、11 米 (1Φ25)、10 米 (1Φ25)、8.5 米 (1Φ25)、7.5 米 (1Φ25)，纵向间距分别为 1300mm、1400mm、1400mm、1400mm、1200mm、1400mm、1400mm、1400mm、1200mm、1300mm、500mm，横向间距均为@1400mm。以上设计的土钉倾角均为 5~20 度。横压筋 2Φ16 通长，竖压筋 2Φ16 长 200mm，与横压筋在土钉端部井字架型焊接。土钉成孔直径不小于 100mm；钢筋网片 $\Phi 6.5@180 \times 180$ ，现场扎丝绑编；面层喷射混凝土 C20，厚度不小于 100mm。坡顶喷射混凝土护顶宽度不小于 500mm。施工图详见《喷锚护坡平面布置图》。

本工程采取信息法施工，各段土钉的排数、长度、间距应根据实际情况和地下障碍情况及时作出变更和调整。

4. 计算书:

① 计算机模拟喷锚分层计算（涉及土层：7 层）：

土层 序号	内 聚 力 kpa	内摩擦角 度	土 容 重 kn/m ³	单层厚度 米	累 计 厚 度 米	土体侧摩阻 kpa
No.	C	FI	r	Hi	Hy	TA0
1	C= 20.0	FI=28.0	r= 20.0	Hi= 2.1	Hy= 2.1	TA0= 55.0
2	C= 30.0	FI=15.0	r= 20.0	Hi= 3.5	Hy= 5.6	TA0= 50.0
3	C= 35.0	FI=20.0	r= 20.0	Hi= 1.0	Hy= 6.6	TA0= 55.0
4	C= 30.0	FI=15.0	r= 20.0	Hi= 1.1	Hy= 7.7	TA0= 50.0
5	C= 10.0	FI=35.0	r= 20.0	Hi= 2.9	Hy= 10.6	TA0= 65.0
6	C= 20.0	FI=28.0	r= 20.0	Hi= 1.3	Hy= 11.9	TA0= 60.0
7	C= 15.0	FI=20.0	r= 20.0	Hi= 2.0	Hy= 13.9	TA0= 45.0

基坑实际深度：13.95 米；坡角：84.3 度；坡顶荷载取值 20Kpa。

土钉横向间距 1.4 米，纵向间距 1.2-1.4 米，梅花状排列。

不考虑水压力，遇滞水用排水管引出。

设计土钉 10 排，成孔直径不小于 100mm。

②计算理论与公式：

采用瑞典条分法计算，采用北京工业大学建筑工程学院土木综合研究室土钉墙计算程序计算模拟各层滑裂面，找出最大滑裂半径，计算各层土钉抗拔力，计算各层土钉自由段和锚固段长度，计算内部稳定性安全系数，输出计算结果。

土压力计算公式：采用郎金土压力

$$Ea=rhKa-2cKa^{1/2}$$

其中 Ea ---主动土压力 (Kpa)

r ---土容重 (KN/M³)

h ---土层厚度 (M)

Ka ---主动土压力系数 $Ka=\tan^2(45^\circ-\varphi/2)$ φ ---

内摩擦角

c ---内聚力 (Kpa)

土钉抗拔力计算公式： $T=\pi DL\tau/f$

其中 T ---抗拔力

π ---圆周率

D ---注浆体直径

L ---锚固长度

τ ---土体侧摩阻

f ---安全系数

③ 计算结果：

土钉 排号	距坡底 高度 M	土钉长度 M	浆体影 响 直径 cm	成孔直径 cm	截面模量
No.	Hi	Li	Qi	Di	Ti
I= 1	Hi= .50	Li=7.5	Qi= 13.0	Di= .11	Ti= 3500.0
I= 2	Hi= 1.80	Li=8.5	Qi= 13.0	Di= .11	Ti= 3500.0
I= 3	Hi= 3.00	Li=10.0	Qi= 13.0	Di= .11	Ti= 3500.0
I= 4	Hi= 4.40	Li=11.0	Qi= 13.0	Di= .11	Ti= 3500.0
I= 5	Hi= 5.80	Li=12.0	Qi= 13.0	Di= .11	Ti= 3500.0
I=	Hi=	Li=13.0	Qi=	Di= .11	Ti=

6	7.20		13.0		3500.0
I=7	Hi=8.40	Li=13.0	Qi=13.0	Di=.11	Ti=3500.0
I=8	Hi=9.80	Li=13.0	Qi=13.0	Di=.11	Ti=3500.0
I=9	Hi=11.20	Li=12.0	Qi=13.0	Di=.11	Ti=3500.0
I=10	Hi=12.60	Li=11.0	Qi=13.0	Di=.11	Ti=3500.0

土钉 排号	锚固段 长度 m	锚固力 KN	配筋截 面积 cm ²	钢筋直径 mm	
No.	Lm	T	As	d	
I=1	Lm=7.20	T=105.3	As=3.40	25	
I=2	Lm=7.45	T=108.9	As=3.51	25	
I=3	Lm=8.30	T=118.3	As=3.82	25	
I=4	Lm=8.60	T=115.3	As=3.72	25	
I=5	Lm=8.95	T=118.9	As=3.84	25	

I=6	L _m =9.34	T=128.8	A _s =4.15	25	
I=7	L _m =8.87	T=123.7	A _s =3.99	25	
I=8	L _m =8.35	T=129.7	A _s =4.18	25	
I=9	L _m =6.89	T=119.0	A _s =3.84	25	
I=10	L _m =5.47	T=90.0	A _s =2.90	25	

最大滑裂圆心横坐标 $X_k = -34.99$

最大滑裂圆心纵坐标 $Y_k = 28.121$

最大滑裂半径 $L_k = 44.89$

最小安全系数 $K_{min} = 1.658$

二、基坑护坡施工方案

1. 施工准备:

- ①施工前施工场区做好“三通一平”。
- ②测量放线：根据现场测量控制点，放出基坑开挖上口线，并在场区四周围挡上作标记，以备开挖后测放边线。
- ③钢筋加工：在施工现场加工成型钢筋网片。
- ④其他准备工作：熟悉地质报告、施工方案、支护平面布置图及有关规范规程；查清支护结构及锚喷施工范围有无地下管线和构筑物；铺好施工临时排水管道及施工用水、供电管线；做好施工中所需各种材料的计划和供应工作，并提前进行试验，不合格的材料不得使用；对施工人

员进行技术、质量、安全责任教育。

2. 施工安排:

首先开始降水井施工，一边成井，一边洗井，并同时开始下泵临时抽水，当排水管线安装完毕后，由排水管线向外排出。

当降水井开始联动抽水 7 天时，可以开始进行 4.0 米以下喷锚护坡。土方开挖分两部分：基坑周边和中心岛部分同时进行，其中基坑周边的开挖分步以 2.0 米为宜，边开挖边喷锚护坡。

3. 主要施工机械设备:

考虑到场区内地层情况、设计要求及工期要求，主要施工机械设备选用如下:

空压机	2 台
喷射机	2 台
搅浆桶	2 个
注浆泵	2 台

4. 施工顺序及工艺流程:

①施工工序:

根据各分项工程的设计要求，各分项工程的施工工序安排如下:

场地三通一平 ⇒ 降水井施工 ⇒ 抽排地下水 ⇒ 土方开挖、施工喷锚 ⇒ 剩余土方开挖 ⇒ 收坡道。

②喷锚施工工艺流程:

修坡 $\Rightarrow$ 成孔 $\Rightarrow$ 下钢筋 $\Rightarrow$ 注浆 $\Rightarrow$ 编网 $\Rightarrow$ 喷射砼。

5、喷锚施工方案及质量要求:

①成孔:

采用人工成孔，隔孔跳打，孔位成梅花形布置；

孔位允许偏差 $\pm 100\text{mm}$ ；

孔深允许偏差 $\pm 50\text{mm}$ ；

孔径不允许负偏差；

孔内渣土应清理干净；

遇地下障碍达不到设计深度时应及时上报，经现场技术人员同监理研究后再行施工。

②注浆:

采用二次注浆法，注浆至孔口溢浆为止，初凝前应补浆 1~2 次至浆液灌注饱满，注浆时间间隔过长应及时洗管。

注浆采用全长压力灌浆，注浆压力不小于 0.1Mpa 。

注浆采用纯水泥浆，浆液水灰比 1: 0.5—1: 0.6，水泥为普通 425R，浆液应随搅随用，搅拌均匀。

③制锚:

锚筋要达到设计长度，孔口外露统一为 100。

锚筋全长每 2 米加焊支架。

锚筋外露段严禁悬挂重物。

④喷射混凝土:

面层喷射砼 C20, 厚不小于 10cm。为加快工期, 在滞水地段砼中掺加适量速凝剂, 掺量 5-10%。喷完混凝土 24 小时后派专人洒水养护。混凝土应留置试块, 经同条件养护, 其 3 天强度不应低于设计强度的 50%。

钢筋网片为 $\Phi 6.5@180 \times 180$, 采用绑扎而成, 铺设时每边搭接长度应不小于 200mm。

横竖压筋要双面满焊, 不得有气孔、咬肉。

⑤滞水处理:

设置滞水排水管, 用塑料软管连接排水管, 将水引至槽底排水沟, 经集水井集中抽排。

6. 针对喷锚支护部分问题的解决措施:

①阳角加固措施: 将锚杆向水平方向斜打, 形成一个水平角度, 打入阴角土体中, 将两层土体通过锚杆连接起来, 有效拉接阴阳角土体, 从而对阳角土体进行加固。可考虑不留阳角, 圆弧开挖。

②开挖时的应急措施: 如果监测坡面变形过大, 护坡速度则需减慢, 重新划分护坡流水段, 使流水段划分合理化。若出现大面积土体脱落, 用挖掘机挡住后在分步进行处理。遇到大面积塌方, 护坡要分 500mm 或 1000mm 分步施工。

③滞水层流沙处理措施: 先预喷混凝土, 混凝土中掺入速凝剂和早强剂; 插入导水管进行明排滞水; 减小动水压力制止流沙, 同时加大锚杆角度, 穿透该层土打至下一层土之中, 有效拉接流砂层; 局部地区采取锚杆加密措施。

④坡道留置: 根据现场施工的情况, 坡道的设置分两个阶段: 阶段 1:

第一步土方开挖时，在基坑南边东侧留置一个临时坡道，土方挖运在基坑内形成循环道路，避免在土方开挖初期因运输任务较重、车辆较多而出现交通阻塞，坡道宽 8.0 米，两侧放坡坡度为 1:0.7，坡道为内坡道。

阶段 2: 从中心岛土方开挖第二步时开始，先挖掉坡道地面以下 3 米，待坑边作上护坡后，垫好草袋子再往下清除坡道，以确保坡道壁的安全。

7、信息化施工:

由于本工程基坑支护深度较深，所以必须采用信息法施工，进行动态管理。

①护坡面渗水观测:

随着土方开挖、喷锚护坡的进行，观察基坑边坡。如坑壁有水渗出，应判断水源性质。对上层滞水，可以采用插排水管的方法处理；如水量持续较大，可能为周围市政管道的泄漏，必须查清水源，予以根治。

②地质观测:

在土方开挖时，必须观察土质情况，在喷锚施工前对照设计方案，对于局部土质不符合地质报告，原设计无法保证安全时，应及时调整支护设计方案和土方开挖方案。

③位移观测:

位移观测点布置：在第一步喷锚护壁完成后，即在喷锚墙顶面设置位移观测点，并做好明显标记，予以保护，保证观测值的准确可靠。在基坑四角必须设置观测点，在基坑四边，应按 40 米间距设置。

工作基点的布置：工作基点应视现场情况布置在变形区以外的稳定地区，并做好明显标记，予以保护，保证观测值的准确可靠。

观测方法：位移观测方法采用准线法，选用 J2 型经纬仪进行观测，观测时使每段观测点与两端工作基点布成一条准直线，将仪器设于一端工作基点上，后视另一工作基点，确定各观测点相对于准直线的垂直偏移量。观测时，各观测点必须至少测一回测，以保证观测精度。

监测周期：支护施工期间，监测周期为 1-2 次/1 日，当相邻两次位移量大于 3mm 或总变形量达 10mm 时，应缩短监测周期。同时及时分析位移原因，并向有关部门报告；当相邻两次位移量较小时，可将监测周期延长至 1 次/7 日，直至变形速率为零或接近零时，方可停止监测。如局部设计方案发生调整，须对局部的位移监测缩短周期，以观察方案调整是否合理。

监测记录：监测工作必须指派专人负责进行，同时严格按监测周期进行，并作好监测记录。对于监测记录，每次测后要进行整理，制变形曲线，观察位移变化是否合理。

8、文明施工：

①合理进行施工现场的平面布置，做到计划用料，使现场材料堆放降到最低值，保证场内道路通畅；

②运输散装材料时，车厢后封闭，避免撒落，混凝土罐车离场前，派人用水将料槽及车身、轮胎冲洗干净；

③建立有效的排污设施、二级沉淀池，，保证现场和周围环境整洁文明；

④合理安排作业时间，采用低噪施工机械设备，减少噪音扰民；

⑤夜间灯具集中照射，避免灯光扰民；

⑥根据文明施工要求，现场施工人员统一着装，并确保现场

整洁、卫生。

9、安全施工措施：

- ①施工前要向全体参加施工人员进行安全交底。
- ②土方施工机械和运输车辆在进场前进行彻底的检修保养，确保施工期间车辆的正常运转。
- ③进入施工现场人员要戴好安全帽。
- ④施工中禁止向基坑内投掷物品，以免砸伤槽底施工人员。
- ⑤土方开挖后，按现场安全防护要求在基坑的周围搭设安全保护栏杆，避免人员坠落坑中，造成工伤。
- ⑥夜晚施工时在挖土机前方设置灯具，便于挖土司机确定其高度位置。
- ⑦施工中如遇地下障碍物（包括古墓、各种管道、管沟、电缆）时，立即暂停施工，及时报告业主，待妥善处理后方可继续施工。

10、施工进度计划：

计划 5 月 9 日开挖第一步，按现场总进度计划要求，应在 5 月 31 日完成护坡工作。据此推算，每日应完成护坡面积 250 平方米以上，护坡高峰期劳动力将达 80 人。由于护坡工作的时效性及本工程上层滞水制约护坡速度等因素，验收配合要及时到位，以保工期。

根据本工程实际情况，排定如下劳动力及施工进度控制表：

①劳动力调配表：

5. 9-5. 12	5. 13-5. 16	5. 17-5. 20	5. 21-5. 28	5. 29-5. 31
------------	-------------	-------------	-------------	-------------

40 人	60 人	70 人	80 人	60 人
------	------	------	------	------

②施工进度计划控制表：

工程内容	工作日	开始日期	结束日期
第一步护坡	3d	5 月 9 日	5 月 12 日
第二步护坡	2d	5 月 13 日	5 月 14 日
第三步护坡	2d	5 月 15 日	5 月 16 日
第四步护坡	2d	5 月 17 日	5 月 18 日
第五步护坡	2d	5 月 19 日	5 月 20 日
第六步护坡	2d	5 月 21 日	5 月 22 日
第七步护坡	2d	5 月 23 日	5 月 24 日
第八步护坡	2d	5 月 25 日	5 月 26 日
第九步护坡	2d	5 月 27 日	5 月 28 日
第十步护坡	3d	5 月 29 日	5 月 31 日

三、基坑局部加深处护坡施工方案

1. 基坑局部加深处护坡设计方案：

由于设计图纸变更，本工程基础底板增设五处局部抗浮底板，使底板垫层底标高局部加深至-17.45 米和-16.45 米，原设计的土钉墙护坡方案需作局部调整及加固处理：底板垫层底标高在-15.45 米以上范围内的基坑护坡，仍按原土钉墙方案施工；底板垫层底标高在-15.45 米以下范围内的基坑护坡，采用锚拉桩方案处理。具体护坡方案如下：

-17.45 米加深处：采用直径 600 护坡桩，桩顶设 400x600 冠梁，梁上皮标高-15.45 米，桩顶标高-15.85 米，桩底标高-20.45 米，桩长 4.6 米；每根护坡桩配筋 10 ϕ 16，冠梁 8 ϕ 16，箍筋 ϕ 6.5@200，砼均为 C25；冠梁上设锚杆一道，一桩一锚，锚杆自由段长 2 米，锚固段长 12 米，锚筋为 2 ϕ 25，端部锚入冠梁。

-16.45 米加深处：采用直径 600 护坡桩，桩顶设 400x600 冠梁，梁上皮标高-15.45 米，桩顶标高-15.85 米，桩底标高-18.95 米，桩长 3.1 米；每根护坡桩配筋 10 ϕ 16，冠梁 8 ϕ 16，箍筋 ϕ 6.5@200，砼均为 C25；冠梁上设锚杆一道，一桩一锚，锚杆自由段长 2 米，锚固段长 10 米，锚筋为 2 ϕ 25，端部锚入冠梁。

计算书：

临空长度：HDEEP=2.00m；换算附加荷载：Qcz=300.0Kpa；

涉及土层数：Nsoil=2；锚杆入射位置：Hmao=0.20m。

序号	内聚力	内摩擦角	土容重	土层厚度	土压力系数 1	土压力系数 2
1	25.00	20.00	20.00	2.00	0.70	0.49
2	2.00	32.00	20.00	5.00	0.55	0.31

序号	土层上皮压力	土层下皮压力	土压力	土压力作用点
1	112.08	131.69	243.76	0.97
2	102.25	132.98	588.06	2.39

反弯点位置： $y=1.20$ ；锚点力矩： $M_o=579.84$ ；

水平锚力： $T_h=193.07$ ；桩径： $D_{pile}=0.60$ ；桩距： $S_{pile}=1.30$ ；
桩净距： $F_{pile}=0.70$ 。 $I_{soil}=0$ $XX=1.61$ $H_i=0.00$ 。

混凝土抗压强度： $F_{cm}=13.5\text{Mpa}$ ；钢筋抗拉强度： $F_y=310.0\text{Mpa}$ ；
配筋： $A_s=7.436\text{cm}^2$ 。

锚杆间距： $S_{mao}=1.30$ ； $a=16.0$ ；侧向磨阻力： $T_{ao}=75.0$ ；

钢筋屈服强度： $F_{pk}=3350.0$ ；锚力安全系数： $F_{as}=1.30$ ；

侧磨阻安全系数： $F_{tao}=1.50$ 。

设计锚力： $T=261.11\text{KN}$ ；锚杆配筋： $A_s=10.13$ ；

自由段长度： $L_f=1.50$ ；锚固段长度： $L_m=11.08$ ；锚长： $L=12.58$ 。

土压力差： $P_o=112.20$ ；反弯点以下长度： $XXT=1.62$ ；

嵌固长度： $t=2.99\text{m}$ 。

基坑局部加深处护坡桩的平面布置及施工方法详见《加深处护坡桩平面布置图》和《加深部位护坡剖面图》。

2. 基坑局部加深处护坡施工方案：

先将基坑西南角和西北角加深处土方挖至 -15.45 米，然后在基坑加深范围内距坡脚 2 米处开始，按 $1:0.5$ 放坡将土方开

挖至-17.25 米和-16.25 米，土方开挖全槽后退。在 2 米平台上由人工进行护坡桩成孔和锚杆成孔，锚杆注浆后开挖冠梁土模，将护坡桩钢筋笼下放，冠梁绑筋和锚杆锚筋同时完成后，浇灌护坡桩及冠梁混凝土。

进度计划：6 月 11 日晚进钢筋；6 月 12 日开始锚筋、护坡桩钢筋笼及冠梁钢筋制作；6 月 13 日开始护坡桩施工；6 月 15 日开始钢筋绑扎；6 月 16 日进行护坡桩、冠梁的混凝土浇注；最后人工清槽。

四、西侧 28 号降水井处变形控制措施：

由于 28 号降水井距离基坑边较近，致使该处边坡水平变形位移较大（30mm），为有效控制变形的继续扩大，特制定如下

措施：

1. 利用该井西侧周围的 4 口水文观测废井作地锚，向内注浆后插入一根 $\Phi 25$ 长 12M 的钢筋，顶部露出 300mm 向外做拉锚，锚位设在工地西侧围挡以外 1 米远处。施工示意见《降水井处控制变形施工图》。
2. 在 28 号观测点的北边及南边 5 米处，各增设一观测点，并加强观测。