

土方开挖及基坑支护工程施工方案

目 录

- 一、工程概况
- 二、场地地质条件
- 三、喷锚支护设计方案
- 四、施工总平面布置
- 五、喷锚施工工艺
- 六、土方开挖方案
- 七、主要施工机械设备
- 八、施工人员安排
- 九、安全施工措施
- 十、质量保证措施及检验
- 十一、施工进度计划

一、工程概况

用地面积约为 75000 平方米，总建筑面积约 30 万平方米，其中住宅面积约为 26 万平方米。场区内拟建 12 幢 27-30 层塔式住宅，其建筑高度控制在 100m 以内。另有 6 层别墅 10 幢左右，其余配套设施包括会所、商场、学校、地下停车库及调压站、变电站等。各塔楼结构型式为现浇剪力墙结构，采用大跨度单向或双向楼板，局部在二层以下转为框架—剪力墙结构，并有两层地下室（基坑深 9—10m），本建设群的高层建筑安全等级为一级。本项目工程为第一期住宅发展项目土方开挖及基坑支护工程。

基坑南北边长85m，东西边长135m，周长约440m，基坑开挖深度12m。基坑采用锚杆喷射混凝土支护方案，由广东省轻纺工业设计院设计。东、南边布置锚杆9排，不施加预应力；西、北边布置锚杆10排，其中第3、5、7排锚杆施加预应力。混凝土面层厚150，局部施加预应力处厚200。

二、场地地质条件

1.工填土层

（1）素填土层

一般呈灰黄，褐红及灰褐色，主要成份为粘性土，属新近堆填土，未经压实，呈松散状，层厚 0.5-3.5m，平均厚度 1.46m。

（2）杂填土

一般呈杂色，主要成份为建筑垃圾及少许粘性土，属新近堆填土，未经压实，呈松散状，层厚为 0.5-2.6m，平均分布厚度为 1.49m。

2.冲积土层

（1）粉质粘土

该层土体部分地段呈可塑状，部分地段则呈硬塑状。该层土体可细分为两个亚层：

A．可塑状粉质粘土：一般呈褐黄、灰褐及灰色，总体呈可塑状，局部接近于硬塑状，顶面埋深 0.0-5.0m，层厚 1.2-4.8m，平均层厚 3.5m。

B．硬塑状粉质粘土：一般呈褐红、褐黄色及灰褐色，总体呈硬塑状，局部为坚硬状，顶面埋深 0.0-1.9m，层厚 1.7-5.4m，平均厚度 2.88m。

(2) 粘土

该层土体部分地段呈可塑状，部分地段则呈硬塑状，同样可细分为两个亚层：

A．可塑状粘土：一般呈褐红、褐黄及灰色，总体呈可塑状，局部接近于软塑

或硬塑状，其顶面埋深 0.0-2.6m，层厚 1.3-4.3m，平均厚度 2.63m。

B．硬塑状粘土：呈褐红及褐黄色，总体呈硬塑状，呈透镜状分布，顶面埋深分别为 1.5、1.0、1.0，层厚分别为 3.5m、4.0m、5.2m。

(3) 淤泥

一般呈灰或深灰色，饱和流塑状，其顶面埋深为 3.0—6.2m，层厚 2.9-5.8m 平均层厚 4.11m。

(4) 淤泥质粉质粘土

一般呈灰或深灰色，饱和流塑状，顶面埋深为 2.5—8.0m，层厚 0.7-5.5m，平均层厚 3.19m。

(5) 中砂

呈褐黄及褐灰色，饱和松散状，层厚 0.3-3.1m，平均层厚 0.85m。

3.残积土层

(1)粉土

一般呈褐红色,稍湿、密实状,一般含砂粒 10%-15%,层厚 1.0-20.2m，平均层厚 8.35m。

(2)粉质粘土

一般呈褐红色,总体呈硬塑状,局部呈坚硬状,局部含少许砾石。层厚 1.1-10.1m，平均层厚 4.0m。

4.白垩纪基岩

(1)全风化：

A．全风化粉砂岩

一般呈褐红色,岩石风化剧烈,风化侵蚀锈斑发育,遇水易软化,一般呈坚硬土状,局部呈半岩半土状,内含岩块手捏易碎,其顶面埋深 0.0-20.7m，层厚 0.8-25.0m，平均厚度 3.90m。

B．全风化砾岩

呈褐红色，岩石风化剧烈，风蚀锈斑发育，岩质软，遇水易软化，一般呈坚硬土状，内含岩块手捏易碎。其顶面埋深分别为 6.0m、6.0m、6.0m，层厚分别为 1.0m、2.2m、1.7m。

(2)强风化

A．强风化粉砂岩

一般呈褐红色，岩石风化强烈，内含大量风蚀锈斑，岩质软，岩块敲击声哑，手折易断，岩体一般呈半岩半土状，局部呈碎石土状，其顶面埋深为 0.0-2.7m，层厚 0.6-15.6m，平均厚度为 4.1m。

B．强风化砾岩

一般呈灰褐色，岩石风化强烈，胶结物基本已风化成泥质物，岩体呈散体状结构。其顶面埋深为 0.5-30.0m，层厚 0.5-17.0m，平均厚度 3.9m。

(3)中风化：

A．中风化粉砂岩：

一般呈褐红色，风化裂隙较发育，内含少许风蚀锈斑，岩块敲击哑或较哑，锤击较易断。其顶面埋深为 5.9-27.6m，层厚 0.5-2.2m，平均厚度 1.24m。

B．中风化砾岩

一般呈灰褐色，风化裂隙较发育，内含少许风蚀锈斑，岩块敲击声哑或较哑，锤击较易断，其顶面埋深为 6.2-30.0m，层厚 0.7-4.1m，平均厚度为 1.61m。

(4)微风化：

微风化粉砂岩

一般呈褐红色，风化及构造裂隙不发育，岩芯一般呈短柱状—长柱状，岩块敲击声脆，锤击难断，偶见风蚀锈斑，岩质新鲜、坚硬，呈巨厚层分布，层理不明显，呈整体状结构，其顶面埋深为 1.5-35.41m，层厚 0.3-5.95m，平均厚度 2.30m。

微风化砾岩

一般灰褐色，局部为褐红色，风化及构造裂隙不发育，岩芯一般呈短柱状，部分呈长柱状，岩块敲击声脆，锤击难断，偶见风蚀锈斑，岩质新鲜、坚硬，呈巨厚层状分布，层理不明显，呈整体状结构，其顶面埋深为 2.1-31.0m，层厚 0.3-13.2m，平均厚度 4.24m。

三、支护设计方案

根据现场实际情况，基坑采用放坡和喷锚支护的明挖法施工，开挖深度约为10米。

1、 喷锚支护部分

1) 基坑AB、CD段采用喷锚支护施工，喷锚面坡度75°，锚杆角度15°，布置7排，第二排、第四排施加预应力，锚杆间距1.3m × 1.3m，钢筋混凝土面层厚120，局部施加预应力处厚200，混凝土强度等级C20。喷锚面布置泄水孔 $\phi 100@2000 \times 2000$ 。支护面积约1600m²，平均每平方米支护面积上布置锚杆7.9m。

2) 基坑BC段采用喷锚支护施工，喷锚面坡度75°，锚杆角度15°，布置7排，第二排、第四排施加预应力，锚杆间距1.3m × 1.3m，钢筋混凝土面层厚120，局部施加预应力处厚200，混凝土强度等级C20。喷锚面布置泄水孔 $\phi 100@2000 \times 2000$ 。支护面积约1600m²，平均每平方米支护面积上布置锚杆7.9m。

3) 基坑AN段采用喷锚支护施工，喷锚面坡度75°，锚杆角度15°，布置6排，第二排、第四排施加预应力，锚杆间距1.3m × 1.3m，钢筋混凝土面层厚120，局部施加预应力处厚200，混凝土强度等级C20。喷锚面布置泄水孔 $\phi 100@2000 \times 2000$ 。支护面积约1600m²，平均每平方米支护面积上布置锚杆7.9m。

4) 基坑KN段采用喷锚支护施工，喷锚面坡度90°，锚杆角度15°，布置3排，锚杆间距1.3m × 1.3m，钢筋混凝土面层厚120，局部施加预应力处厚200，混凝土强度等级C20。喷锚面布置泄水孔 $\phi 100@2000 \times 2000$ 。支护面积约1600m²，平均每平方米支护面积上布置锚杆7.9m。

共计布置 $\phi 22$ 锚杆2626条，计34008m， $\phi 25$ 预应力锚杆543条，计10136m，总计锚杆3169条，44144m。具体锚杆布置见设计图及锚杆一览表。

锚 杆 一 览 表

剖面	层数	锚杆长度 (m)	倾角 (°)	主筋	预应力 (KN)	条数	总长 (m)
AB、 CD	1	16	15	$\varnothing 22$		81	1296
	2	16	15	$\varnothing 25$	80	81	1296
	3	14	15	$\varnothing 22$		81	1134
	4	14	15	$\varnothing 25$	100	81	1134
	5	10	15	$\varnothing 22$		81	810
	6	8	15	$\varnothing 25$		81	648
	7	8	15	$\varnothing 22$		81	648
BC	1	20	15	$\varnothing 22$		37	
	2	22	15	$\varnothing 25$	120	37	
	3	22	15	$\varnothing 22$		37	
	4	20	15	$\varnothing 25$	120	37	
	5	18	15	$\varnothing 22$		37	
	6	16	15	$\varnothing 22$		37	
	7	14	15	$\varnothing 22$		37	
AN	1	14	15	$\varnothing 22$		95	1330
	2	12	15	$\varnothing 25$		95	1140
	3	10	15	$\varnothing 22$		95	950
	4	10	15	$\varnothing 25$		95	950
	5	8	15	$\varnothing 22$		95	760
	6	7	15	$\varnothing 22$		95	665
KN	1	14	15	$\varnothing 22$		51	714
	2	10	15	$\varnothing 22$		51	510
	3	8	15	$\varnothing 22$		51	408
合计							

锚杆主筋除局部预应力锚杆均采用 $\varnothing 25$ 钢筋。预应力锚杆合计 **10136m**，无预应力钢筋锚杆 **33894m**，另坡顶设垂直摩擦锚杆，长度 1.5m，间距 1.5m，合计 **414m**。

锚杆设计施工依据《土层锚杆设计与施工规范 CECS22:90》。

喷锚施工与土方开挖交替进行，分层开挖。

2、 放坡部分：

基坑DE～JK段采用放坡施工，总长492.5m，坡度为1:1.5，坡面处理采用土钉挂网、喷50厚的素砼面层， $\phi 16$ 土钉长2m，垂直打入坡面，间距为 2000×2000 ，上挂 $\phi 6@200 \times 200$ 的钢筋网。坡顶、坡脚设排水沟。

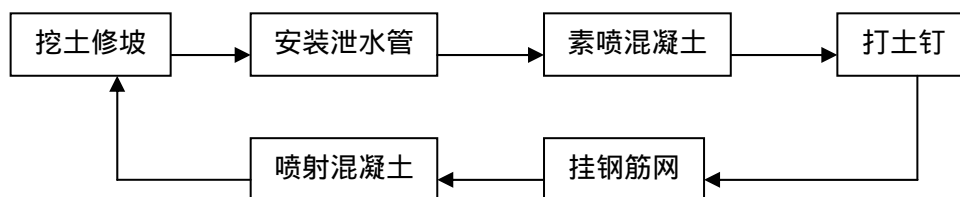
四、施工总平面布置

见施工总平面布置图（附图一）。

五、施工工艺

5.1 放坡施工

坡面处理采用土钉、挂网及喷素混凝土的方法，其施工工艺流程见下图（图 5-1）。



5-1 坡面处理施工工艺流程图

挖土修坡

按照设计边坡开挖土方，每次挖深约 3m，并留 200～300 厚的土层采用人工修整。

安装泄水管

按照设计间距，在修整好的边坡上放样，用钢管打眼，安放制作好

的 $\phi 50$ 泄水管，管外用水泥砂浆固定，管口用棉纱封堵。

喷射素混凝土

按照配合比在料斗中装入碎石、砂和水泥，并采用 12m^3 的空压机进行干喷，在喷射过程中根据喷射效果适当调节水分，喷射厚度为 $20 \sim 30\text{mm}$ 。

打土钉

用 $\phi 20$ 长 1500 的钢筋钎，打 $\phi 20@2000 \times 2000$ ，深 1000 的眼，再用 $\phi 16$ 长 2500 的钢筋插入，同时用铁锤将钢筋打入到设计深度。

钢筋网

在喷射过 $20 \sim 30$ 厚素混凝土的边坡上，以土钉为固定点挂设 $\phi 6@200 \times 200$ 的钢筋网，钢筋网下安放 $@1000 \times 1000$ 的砂浆保护层垫块。

喷射混凝土

钢筋网挂设完毕经检查验收后，进行第二次混凝土喷射，要求喷嘴离喷射点 $800 \sim 1500\text{mm}$ ，喷射面与喷射线的夹角控制在 $75^\circ \sim 85^\circ$ ，喷射厚度为 $5 \sim 6\text{cm}$ ，喷射完毕疏通泄水管。

5.2 锚杆施工

喷锚施工采用先锚后喷的施工顺序，具体为：

挖土修坡 → 预喷 50 厚混凝土 → 锚杆施工 → 挂钢筋网 → 喷射混凝土 → 养护。

锚杆施工前应先查明地下管线、地下隐蔽工程和相邻建筑物的基础桩位等。

施工前根据设计要求准备好钢筋、水泥及加工机具等。

1. 成孔

锚孔直径为 $\phi 130$ ，锚杆倾角 15° 。

锚杆采用100和300型地质钻机成孔，普通斜孔钻进工艺。主要钻进参数包括：(a) 钻杆转速；(b) 钻进压力；(c) 冲洗液泵量。对于不同地层，采用不同钻进参数。钻进松散土层时，采用“慢转速、小压力、小泵量”工艺；钻进密实土层时，采用“慢转速、小压力、大泵量”工艺；为保证锚孔能达到设计要求，施工时作好钻孔原始记录。根据钻进速度、冲洗液颜色、孔口返出的岩粉和钻屑成分、钻进所需压力变化及钻杆钻进时发出的响声等判断地层的变化情况。

2. 锚杆制作

φ22、φ25钢筋锚杆采用20MnSi钢（级钢）。

插入钻孔的锚杆要求顺直，并应除锈。每隔1.5m设置定位支架，全长注浆。

3. 灌浆

灌浆采用425#普通硅酸盐水泥配制的纯水泥浆，水灰比 $W/C=0.42$ ，加入0.4%的高效早强减水剂。

注浆体的立方体强度不得低于20MPa。

灌浆前应先洗孔，直至孔口返出清水为止。。

锚杆下入锚孔时，应将灌浆管与之同时放入，杆体插入孔内深度不应小于设计规定的锚杆长度的95%，注浆管内端应距孔底5~10cm以便于注浆。

水泥浆自孔底向外灌注，随着浆液的灌入，应逐步地灌浆管向外拔出直至孔口，拔管过程中应保证管口始终埋在水泥浆内。待孔口溢浆，即可停止注浆。

若发现孔口有漏浆或不饱满时，应及时进行补灌。

4. 张拉与锁定工艺

张拉设备采用OVM锚固体系。

按设计要求安装好支承座及锚垫板，并保证各段平直。

锚杆的张拉与锁定在注浆后14天进行，锚固体强度应达到设计强度的80%。

锚杆张拉前至少先施加一级荷载（即1/10的锚拉力），使各部紧固伏贴和杆体完全平直，保证张拉数据准确。

锚杆张拉荷载分级及观测时间应遵守下表规定：

张 拉 荷 载 分 级	观 测 时 间 (min)
$0.10N_t$	5
$0.25N_t$	5
$0.50N_t$	5
$0.75N_t$	5
$1.00N_t$	10
$1.1 \sim 1.20N_t$	15
锁定荷载	10

锚杆张拉锁定后，若发现有明显的预应力损失时，应进行补偿张拉。

5. 挂钢筋网

钢筋使用前清除污锈，钢筋网在钻孔灌浆完成后立即铺设。

钢筋网采用 $\phi 6@200$ 双向，面厚200处为 $\phi 12@200$ 双向。

加强筋采用2 $\phi 16@1300$ 双向，应与锚杆焊接牢固，喷射时钢筋网不得晃动。

6. 喷射混凝土

喷射前，应对机械设备、水管、电线等进行全面检查及试运转，喷射作业应分片依次进行，喷射顺序应自下而上。

喷射作业应配合锚杆施工进行，混凝土应两次喷成，后一层喷射应在前一层混凝土终凝后进行。若终凝1小时后再进行喷射，应先

清洗喷层表面。

喷头应与受喷面垂直，宜保持0.6 ~ 1.0m的距离。

开始喷射时，应减小喷头与受喷面的距离，并调节喷射角度，以保证钢筋与坡面之间砼的密实性；

喷射时，应控制好水灰比，保持混凝土表面平整，呈湿润光泽，无干斑或滑移流淌现象。

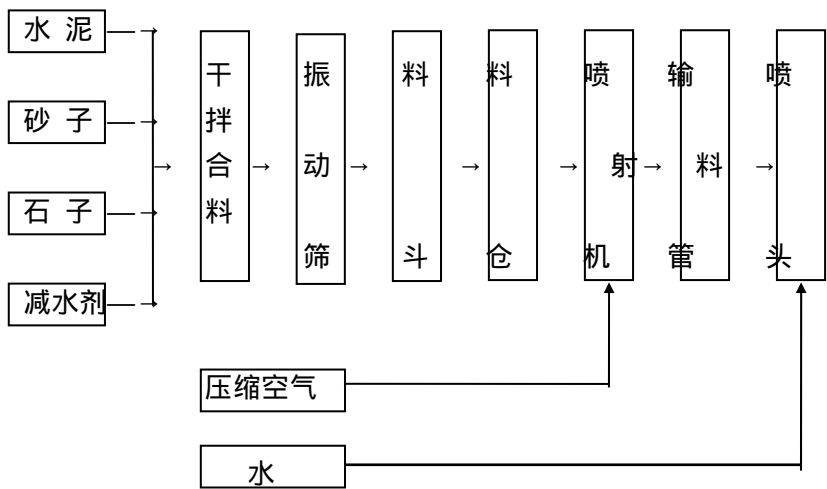
输料管应能承受0.8MPa以上的压力，并有良好的耐磨性能。

喷射机的工作风压，应满足喷头处的压力在0.1MPa左右。

喷射中如有脱落的砼被钢筋网架住，应及时清除。

喷射作业完毕或因故中断喷射时，必须将喷射机和输料管内的积料清理干净。

喷射混凝土施工的工艺流程如下图：



土方部分

一、土方工程概况

本标段工程地下室外周长约 650m，面积约 20000m²，采用防坡明挖法施工，按照基坑边坡设计，基坑顶面积 25000m²。基坑开挖深度 10m，西侧 152.125 m、北侧 m 部分按 75°放坡，边坡采用锚杆+喷射混凝土支护；其他部分均采用 1：1 放坡坡面采用喷锚护坡。土石方开挖总量约 225000m³，其中石方约 4500m³。

土方开挖时，做好标高标识，保证开挖底线控制的准确。

土方开挖与喷锚和锚杆施工按分层交叉进行。

二、施工部署与施工安排

（一）施工部署

为加快土方开挖速度，土方开挖总体上分两部分进行：第一部分基坑中部（离基坑顶边线 8000mm），按照 1：1.5 的边坡，分二个作业区，由二个出入口一次开挖到基坑底标高（见《基坑土方工况图 1》）；第二部分基坑修坡，在预留的边坡土台上，用挖掘机结合喷锚、锚杆施工进度分层修坡，剩余土方转移到基坑底，转移到第一部分的作业部位装车外运（见《基坑土方工况图 2》）。留东南角的车道直到最后的土方完成。

（二）施工安排

第一部分土方，每个工作面往两端分层退挖。每一工作面安排两组反铲挖掘机同时作业出土。每组用 3 台反铲挖掘机挖土并以“接力退挖”形式转运至地面装入自卸汽车运走。

石方开挖采用油压爆机进行凿岩，根据石方量和工期要求，安排二台油压爆机进行石方施工。

根据现场施工条件，土方外运实行三班作业，加快出土速度。前期施工时日平均出土量为 5000 m³/天，高峰期达到 9000 m³/天；后期日平均出土量为 1500m³/天。前期投入 30 台 15t 自卸汽车，三班出土，可满足计划要求。后期外运压力稍小，投入 10 台 15t 自卸汽车可以达到计划要求。

第二部分土方安排二台挖掘机随锚杆和喷锚施工进行，开挖一层安装一道，每层土方开挖至设计锚杆底 500mm 处，严禁超挖。

保证锚杆和喷锚施工与土方开挖形成流水交叉作业。

三、基坑开挖前的准备工作

1、做好土方开挖前的道路设置，根据开挖及出土工作面的安排相应设置路口，安排截、排水系统，并在出口处设置洗车槽。施工平面布置及洗车槽设置见图 3-1

《基坑施工平面布置图》。

- 2、落实好弃土场地。
- 3、沿基坑外四周设排水沟，保证场外地表水不流入基坑。
- 4、按工程监测要求，开挖前先布置各种类型的观测点，并测定初始数据。

四、基坑土方开挖施工方法

（一）土石方施工总流程

见《基坑土石方施工流程图》：

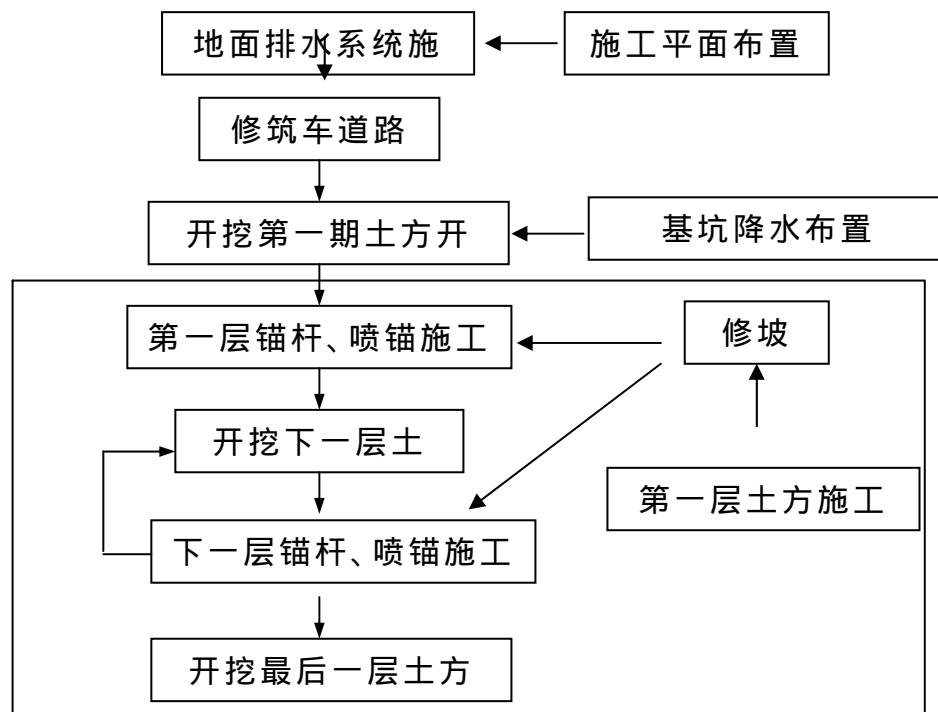


图 8-1 基坑土石方施工流程图

（二）土石方开挖方法和外运

- 1、土方开挖至风化岩，挖土机无法挖掘时，拟采用凿岩机进行施工。
- 2、土方开挖施工与降（排）水施工同时进行。
- 3、挖掘机无法直接转运的土方采用起重机垂直运输至地面归堆，装车运走。
- 4、外运土方的车辆应优先利用场内施工道路行走，以缓解交通疏导的压力。
- 5、为保证城市道路清洁，防止车辆漏、掉泥土，运输车采用广州市散体物料运输车。

6、泥土、泥浆不得混装，车厢顶用帆布覆盖。车辆出场前，用高压水冲洗，使车辆干净上路，车轮清洁不污染路面。

7、运输车辆进出施工现场路口时，设专人防护，统一指挥，及时疏导行人及车辆。

（三）基坑开挖的其他事项

- 1、严格按设计要求防坡、留设土台，禁止基坑顶边坡上堆土。
- 2、基坑开挖采用机械纵向分段分层开挖，随挖随刷坡。设计基底标高以上 20cm 的土层，采用人工开挖、清底、平整，严禁超挖。
- 3、基坑开挖过程中，不同土岩面标高须报驻地监理、业主确认并做好记录。当基底土层与设计不符合时或地基承载力要求达不到设计要求时，及时通知设计、监理处理。

五、土石方开挖机械设备使用计划

序号	设备名称	型号	数量	备注
1	反铲挖掘机	PC-04	6 台	1m ³
2	反铲挖掘机	加藤 B0-1100G 型	8 台	1.5m ³
3	自卸汽车	SX360	30 台	载重 15t
4	油压爆机	加藤 B0-1100G 型	2 台	

六、主要材料使用计划

- 1、支护材料
钢筋
水泥
- 2、其他材料
柴油 60 t

七、劳动力计划

工种	人数	工种	人数
管理人员	10 人	修理工	3 人
后勤	10 人	电工	3 人
杂工	10 人	吊机指挥	3 人
挖掘机司机	28 人	油压爆机司机	4 人

汽车司机	60 人	起重工	6 人
吊机司机	3 人	测量工	3 人

说明：因工期紧，人员按三班编制。

八、施工进度计划

施工第一部分的大面积土方，估算开挖土方量约 180000m^3 （其中石方约 40000m^3 ），需要施工时间 52 天。

施工第二部分的坡道及边角土方，估算开挖土方量约 45000m^3 （其中石方约 17000m^3 ），需要施工时间 28 天。

合计土方工期：80 天。

九、施工保障措施

（一）质量技术保障措施

（1）、土方开挖标高控制准确，与支撑安装紧密配合，不能随意超挖造成围护桩变形过大。

（2）、基坑底部换填土据地质实际情况确定，不符合要求的土要换填，符合要求的地基土不能超挖。

（3）基底留 0.2m 深，由人工修挖至设计标高。

（4）喷锚和锚杆要做到随挖随做，要紧紧跟随土方施工的进度。

（二）安全施工保障措施

（1）、使用时间较长的临时性挖方，土坡坡度根据工程地质和土坡高度，结合同类土体的稳定坡度值确定；

（2）、土方开挖从上到下分层分段依次进行，并随时做成一定的坡势以利泄水，且不应在影响边坡的稳定的范围内积水；

（3）、开挖过程中，如发现滑坡迹象（如裂缝、滑动等）时，暂停施工，所有人员和机械要撤至安全地点，再挖除滑坡处土方。

（4）、用挖土机施工时，挖土机的工作范围内，不进行其他工作。

（三）工期保障措施

（1）、如出现开挖时工期拖延，即采取增加挖运设备措施，确保工期。

（2）、锚杆和喷锚施工与土方开挖紧密配合，形成流水作业面。

（3）、依照总体施工进度计划，合理地安排施工顺序，各个工序做到有条不紊。

（4）、土方和锚杆、喷锚是交叉进行施工，要协调好两个施工队伍的

配合。

(5) 要有满足需要的挖掘机，要保证有足够的余泥运输车辆，及时将开挖的土方运走。

施工降（排）水施工

（一）基坑外降（排）水井措施

(1) 在基坑外设置排水（截水）沟和集水井，截止基坑外地表水流入基坑。集水井内的积水经沉淀后排放到市政雨水管道。

(2) 基坑顶的排水沟：采用人工挖掘，挖掘断面 880*500，两边砌筑 240 厚砖墙，沟底浇注 100 厚的素混凝土，形成净空 400*400 的排水沟，排水沟坡向集水井 0.2%。

(3) 设置的集水井和沉淀池：集水井尺寸为 1000*1000*1000，沉淀池尺寸为 2000*3000*1000。

(3) 基坑内的排水布置：土方开挖时，采用局部提前挖深降低本段内的地下水位，使土方开挖顺利进行。

（二）基坑排水处理措施

(1) 随土方的开挖，在基坑边缘用挖掘机挖一圈 1000*300 的排水沟。

(2) 在起挖点挖掘一个 1500 深 1000*1000 的集水井，集水井采用 $\Phi 16$ 钢筋制作 $\Phi 800$ 的钢筋笼，外面采用 100 目的尼龙网包裹三层滤水。

(3) 在井管中安放潜水泵降（排）水到基坑外的排水系统。

（三）基坑内排水系统的处理措施

1、土方挖至基底后，用碎石填充排水沟及集水井改做排水盲沟和暗集水井。
2、在排水盲沟和暗集水井上面铺设二层沥青油毡，同时在暗集水井上设置排水管。

3、浇筑混凝土垫层后，通过暗集水井上设置的排水管继续降低地下水，以确保基底的干燥，进行地下室底板和结构的施工。

第 9 章 基坑及周边建筑物施工监测

§ 9.1 监测的目的和必要性

在支护和结构施工、基坑的开挖、降水的过程中，施工对地层产生的扰动，基坑内外地基土应力的重分布，有可能会引起支护结构、地表及附近土层的变形或沉降，危及基坑、主体结构的稳定和附近建（构）筑物、地下管线的安全。因此，在基坑围护和结构施工过程中，必须制定详细的监测方案，并根据监测成果，及时反

馈信息，指导施工，以确保建（构）筑物及作业人员、居民的安全。

基坑施工的不可预见性因素较多，若施工期间的周围环境有变，或地质出现异常，就有可能使围护体系或基坑处于危险状态。此时，如果施工监测的工作没有跟上，或没有受到足够的重视，就使设计与施工出现偏差，一旦出现问题，不能及时预警，从而酿成事故。因此，加强围护施工与基坑开挖过程的监测，掌握基坑及附近环境的实际工作状态，对确保结构安全、经济、可靠和施工的顺利进行是非常必要的。

§ 9.2 监测项目设计与监测实施

9.2.1 监测项目设置

监测项目设置见表 9-1。

监测项目表					表 9-1
序号	监测项目	测点布置原则	监测目的与要求	量测频率	警戒值
1	地表水平位移及沉降，	在基坑四周地表上设置纵向测点	监测基坑开挖引起的地表及地下管线水平位移沉降及确保安全	开挖过程 2 次/天，主体施工 1 次/天	设计确定
2	支护结构水平位移及沉降监测	在支护结构内有代表性区埋设测点	监测基坑开挖引起的支护结构变位情况	开挖过程 2 次/天	设计确定
3	周围土体水平及竖向位移监测	在基坑四周土体埋设测点同上对应埋设	监测基坑开挖引起的周围土体变位情况	同序号 1	设计确定

说明：1、围护结构施工前作好场地及周围环境的仔细调查和记录、拍照、录像等。

2、设置变形观测点并测得初始数据。

9.2.2 监测设计

在整个土方开挖的施工过程中，将按表 9-1 所列的各监测项目分别进行监测。监测平面布置如图“基坑开挖监测布置图”所示。

沉降监测

支护部位：沿基坑边线的布置 20 个监测点，沿基坑监测线在基坑外围距基坑边 1m、2m、4m、8m 处，分别布设地表沉降点，共布设 8*3 个，边坡上布置三个点，地表沉降监测贯穿于基坑开挖和主体结构施工的全过程，并绘制沉降量~时间~距离的关系曲线。

(2) 土体水平位移监测

在围护结构上布设水平位移监测点，共埋设围护结构的变形测斜孔 5 孔。主要用来监测围护结构变位情况，确保基坑的稳定。在基坑开挖过程中，每天监测 2 次，结构施工阶段每天监测 1 次，如果监测数据出现异常，则必须加大监测频率。监测过程中应及时绘制位移~时间~深度的变化曲线。

测斜管应防止水泥浆、泥浆、杂物堵塞管孔。土体变形监测采用测斜仪。

9.2.3 监测实施

(1) 地表水平位移及沉降

运用一般工测方法，运用精密光学测量仪器，由基准点量测出各测点的变化情况，并做好记录，并与工程施工之前做好的原始数据记录相比较。地表水平位移及沉降监测从围护桩施工开始贯穿于整个施工过程。

(2) 土体变形监测

测斜管埋设好后，量测测斜管导槽方位、管口坐标及高程，及时做好孔口保护装置，作好记录。

量测时，将测头插入测斜管，使滚轮卡在导槽上，缓慢下到孔底，测量从孔底开始，自下而上沿导槽全长每隔一定距离测读一次，读数时，应将测头稳定在某一位置。测量完毕，将测头旋转 90 度插入同一导槽，按以上方法重复测量，两次测量的测点应在同一位置，此时各测点的读数应是数值相近、符号相反。如果测量数据有疑问，应及时补测。同法可利用另一导槽测量与之垂直方向的水平位移。

侧向位移的初始值是基坑开挖之前连续三次测量无明显差异读数的平均值，或取其中一次测量值作为初始值。

9.2.4 监测量测的数据处理

量测成果整理

每次量测后，将原始数据及时整理成正式记录，对每一个量测断面内每一种量测项目，均进行以下资料整理：

- (1) 原始记录表及实际测点图。
- (2) 位移值随时间及随开挖面距离的变化图。
- (3) 位移速度、位移加速度随时间以及随开挖面变化图。

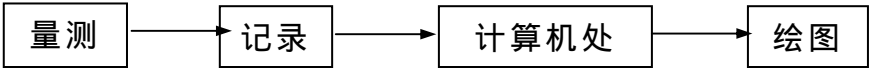
数据处理

每次量测后均应对量测面内的每个量测点（线）分别回归分析，求出各自精度最高的回归方程，并进行相关分析和预测，推算出最终位移和掌握位移变化规律，并由此判断基坑的稳定性。

利用已经得到的量测信息进行反分析计算，提供围护结构和周围建筑物的状态，预测未来动态，以便提前采取工程措施，验证设计参数和施工方法。

数据处理方式

本工程的测量数据全部输入计算机，由计算机计算并绘出各测量对象的变化曲线，然后按要求提交有关单位。由于基坑监控中采用的仪器很多是传感式的，其零漂移或温度补偿等均在计算机中设置，由计算机处理。其工作流程如下：



§ 9.3 监测要求和管理体系

9.3.1 监测要求

鉴于施工监测在基坑工程的重要性，招标文件和工程实际需要都对监测方法、频率、精度等提出严格要求。具体要求见表 9-2。

监测要求一览表

表 9-2

监测对象	监测项目	监测方法	量测精度	量测频率	备注
基坑围护体系	土体水平、垂直位移	精密光学测量滑动	±1mm	开挖过程中 2 次/天	各个边坡至少设一组

的稳定性		倾斜仪			
地表变形	地面水平位移及沉降	精密光学测量收敛仪	±1mm	结构施工中 1次/天，	15-20 米一组

9.3.2 监测管理体系

建立完善的监测小组

针对本工程监测的特点，拟建立 6 人组成的专业监测小组，由具有丰富施工经验、监测经验及有结构受力计算、分析能力的工程技术人员组成，并由公司驻地总工程师担任监测组组长，负责工程监测计划、组织及监测的质量审核。

建立良性的信息反馈机制

监测小组与驻地监理、设计、甲方及相关各方建立良性的互动关系，积极进行资料的交流和信息的反馈，优化设计，调整方案，保证工程顺利进行。

监测质量保证措施

为保证监测数据的真实性和可靠性，必须制定严谨的质量保证措施：

- 制定切实可行的监测实施方案；
- 制定基准点和监测点的保护措施；
- 量测设备、元器件等在使用前均必须经检测合格后方可使用；
- 量测仪器管理采取专人使用，专人保养，定期检验的制度；
- 各项目监测过程中应严格遵守相应的规范和细则；
- 量测数据现场检查，室内复核后才可上报；
- 根据分析的结果，及时调整监测方案实施；
- 量测数据的存贮，计算管理由专人采用计算机系统进行。
- 定期开展相应的 QC 小组活动，交流信息和经验。

§ 9.4 信息化施工

施工监测过程中，在可行、可靠的原则下收集、整理各种资料，各监测项目的监测值不能超过管理基准值，其值具体由设计确定。

除此之外，必须会同有关结构工程人员按照信息化施工程序（如图 9-2 所示）所示，对各项监测资料进行科学计算，分析和对比：

预测基坑及结构的稳定性和安全性，提出工序施工的调整意见及应采取的安全措施，保证整个工程安全、可靠推进。

优化设计，使主体结构设计达到优质、安全、经济合理、施工快捷的目的。

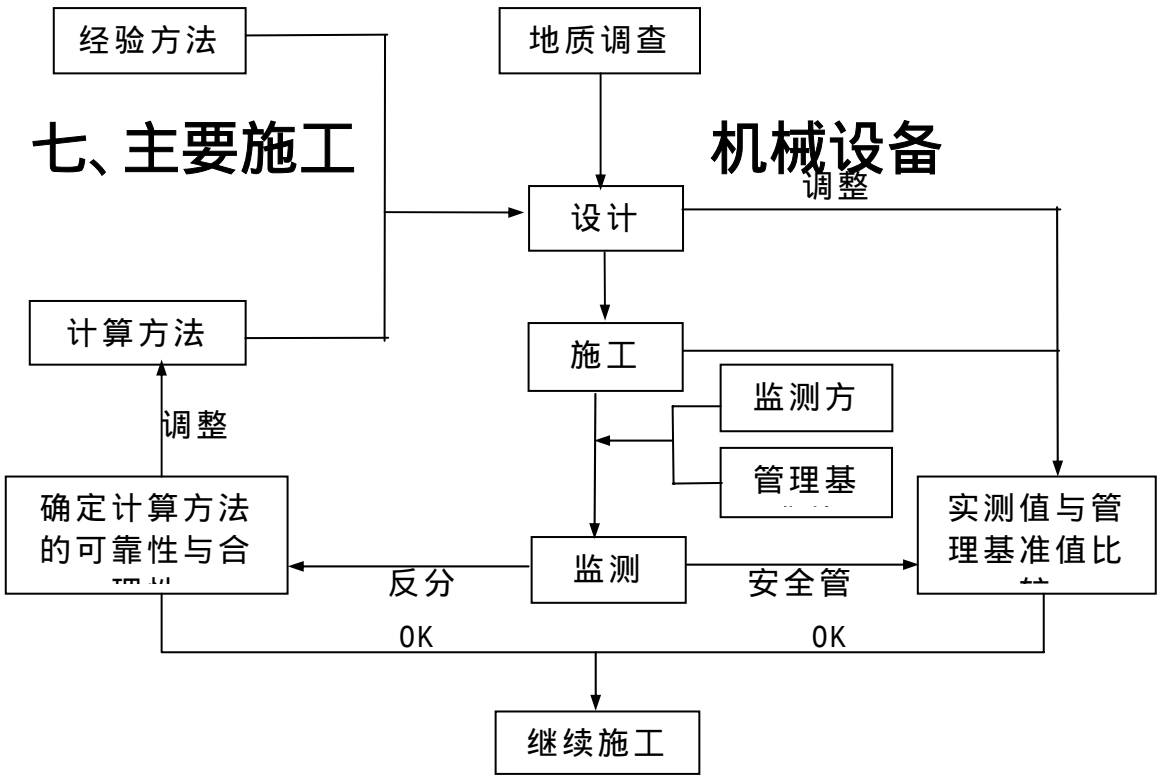


图 9-2：信息化施工程序图

序号	机 具 名 称	规 格	单 位	数 量
1	地质钻机	100或300型	台	18
2	砂轮切割机		台	6
3	电 焊 机	17KW	台	6
4	风 焊		套	3
4	灰浆搅拌机	卧式	台	4
5	砂 浆 泵	2SNS	台	4
6	千 斤 顶	YC 系列	台	2
7	电动油泵车	ZB4	台	2
序号	机 具 名 称	规 格	单 位	数 量
8	砼喷射机	PZ-5B	台	4
9	空 压 机	9m ³	台	4
10	经 纬 仪	6”	台	1

11	水准仪		台	1
----	-----	--	---	---

八、施工人员安排

管理人员(19人)

名 称	数 量	名 称	数 量
项目经理	1	技术负责	1
施 工 员	6	质 量 员	1
安 全 员	1	后 勤	2
材 料 员	2	资 料 员	2
测 量 员	2	仓 管 员	1

劳动力计划(134 人)

名 称	数 量	名 称	数 量
钻 工	48	电 焊 工	8
锚杆制作	20	电 工	5
灌 浆 工	20	机 修 工	5
喷 砼 工	20	钢 筋 工	8

九、安全施工措施

现场的安全主要是用电安全、机械使用安全和防火安全。

1. 用电安全

现场用电必须严格遵守《建设工程施工现场用电安全规

范 GB504194-93》。现场电线架设做到统一规划，严格执行三相五线制，按规范设置漏电保护开关，用电设备做到良好的接零和接地。

建立用电安全检查制度，定期对工地的用电情况进行检查，发现隐患及时整改。

2. 机械使用安全

现场所用机械设备的装设必须牢固稳定，所有机械设备严禁带故障作业，设专人定期进行检查、检修和保养。

所有设备由专业人员进行操作，特殊工种保证持证上岗，机械操作实行挂牌制度，严格按照操作规程进行操作。

3. 防火安全

现场临时设施的搭设必须遵守有关防火规定，选用不易燃烧的材料，现场配备足够数量的消防器材。

建立消防工作台帐，落实安全生产责任人，建立工地义务消防队，经常对工地的防火工作进行检查，对工人进行消防的交底和教育。

成立以工地负责人为组长的安全防火领导小组，以便安全、顺利地完成施工工作。

4. 现场文明施工

在抓好质量和安全的同时，也要搞好现场的文明施工，以促进质量的提高和保障施工的安全，主要做好以下几点：

施工现场必须在“三通一平”的前提下，认真进行施工总平面的布置，各生活生产设施都要做到整齐有序，认真做好开工前的一切准备工作。

施工现场按规定设置安全标语和色标，保持现场道路畅通，路面平坦无积水，保持场地整洁。

施工现场的材料要按施工总平面布置图规定的位置堆

放整齐，现场机械要按照平面布置图规定的位置和线路设置，不得任意侵占场内道路。并在各种机械的作业点挂要点牌，禁止无证人员操作，对设备及时清洁保养。

现场各职能办公室、材料房、机械房、宿舍、冲凉房等都要挂牌，并经常保持整洁有序和清洁卫生，办公室按规定挂各种图表。

十、质量保证措施及检验

1. 测量基准点、水准点须经严格复核签字后，方能使用。各部分的平面尺寸、标高要测量准确。
2. 锚杆正式施工前，在现场作施工前的基本试验，以选取合适的锚杆施工参数及考核施工工艺和设备的适应性。
3. 工程开工前，应向全体施工人员进行技术交底和安全交底，并做好记录。
4. 水泥、钢筋、锚具等均应有出厂合格证，并进行有关的质量检验测试，不合格不得使用。
5. 认真做好各工序的施工原始记录，严格签字验收。
6. 严格按有关规范及设计要求施工。
7. 锚杆基本试验、验收试验及张拉锁定按照《土层锚杆设计与施工规范CECS22:90》进行。
8. 水泥浆液每台班做1组试件，以作抗压试验。
9. 锚杆孔口浆液如有流失，应及时补充，确保灌浆饱满。
10. 锚杆的基本试验要求如下：

基本试验是为确定锚杆极限承载力和获得有关设计参数而进行的试验。任何一种新型锚杆或已有锚杆或已有锚杆用于未曾应用过的土

层时，必须进行基本试验。用作基本试验的锚杆参数、材料及施工工艺必须和工程锚杆相同。

基本试验锚杆的数量取为每排3条。

根据规范要求，基本试验加荷等级与锚头位移测读应遵守下列规定：

(1) 采用循环加荷，初始荷载宜取 $A \cdot f$ 的0.1倍，每级加荷增量宜取 $A \cdot f$ 的1/10 ~ 1/15。

(2) 基本试验加荷等级及观测时间如下表：

加 荷 增 量 $A \cdot f_0\%$	初始荷载	——	——	——	10	——	——	——
	第一循环	10	——	——	30	——	——	10
	第二循环	10	20	30	40	30	20	10
	第三循环	10	30	40	50	40	30	10
	第四循环	10	30	50	60	50	30	10
	第五循环	10	30	50	70	50	30	10
	第六循环	10	30	60	80	60	30	10
观测时间 (min)		5	5	5	10	5	5	5

上表中， A —锚杆杆体截面积； f —钢筋、钢绞线的强度标准值。

(3) 在每级加荷等级观测时间内，测读位移不应少于3次。

同时，最大试验荷载($Q_{\max}$)不应超过钢筋、钢绞线强度标准值的0.8倍。

基本试验的锚杆张拉在注浆后14天进行，由于加入外加剂，锚固体强度应达到设计强度的80%。

根据试验情况应按规范提交基本试验报告。

10. 锚杆的验收试验要求如下：

验收试验是为检验锚杆施工质量及承载力是否满足设计要求而进行的试验。验收试验锚杆的数量取锚杆总数的5%。

验收试验加荷等级与锚头位移测读应遵守下列规定：

(1) 初始荷载宜取锚杆设计轴向拉力值(N_t)的0.1倍。

(2) 验收试验锚杆的加荷等级与观测时间如下表：

加 荷 等 级	测 定 时 间 (min)
$Q_1=0.10N_t$	5
$Q_2=0.25N_t$	5
$Q_3=0.50N_t$	5
$Q_4=0.75N_t$	10
$Q_5=1.00N_t$	10
$Q_6=1.20N_t$	15

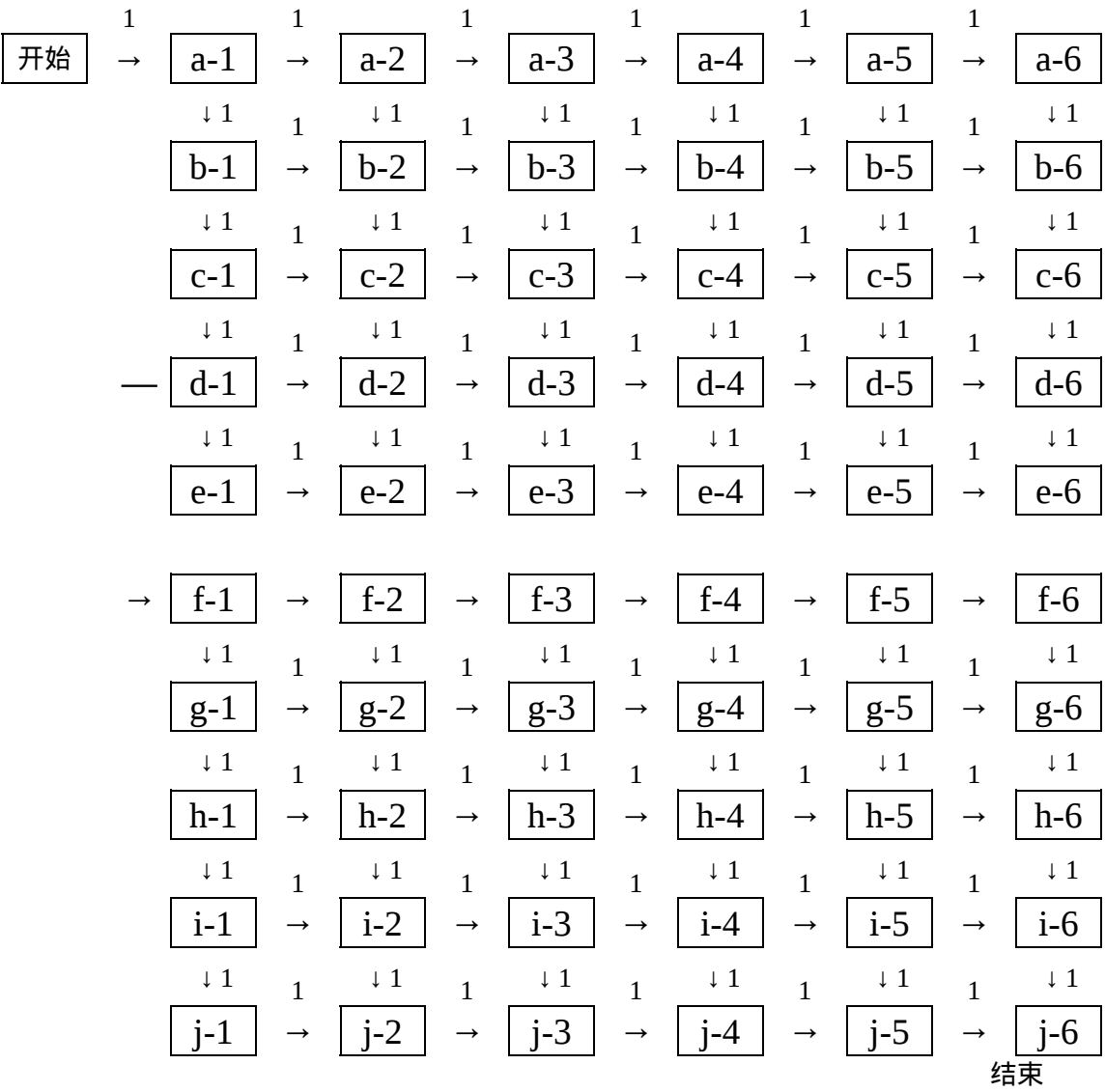
(3) 在每级加荷等级观测时间内，测读位移不应少于3次。

十一、施工进度计划

每层挖土及喷锚用14天完成，每层内的各工序流水作业如下表：

工 序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
a. 东南边挖土修坡	—	—	—	—	—	—								
b. 东南边喷50厚砼		—	—	—	—	—	—							
c. 东南边钻孔灌浆			—	—	—	—	—	—						
d. 东南边挂钢筋网				—	—	—	—	—	—					
e. 东南边喷射砼					—	—	—	—	—	—				
f. 西北边挖土修坡					—	—	—	—	—	—				
g. 西北边喷50厚砼						—	—	—	—	—	—			
h. 西北边钻孔灌浆							—	—	—	—	—	—		
i. 西北边挂钢筋网								—	—	—	—	—	—	
j. 西北边喷射砼									—	—	—	—	—	—

网络图如下：



全部挖土及喷锚在100天内完成，各工序安排见施工总进度表。

施 工 总 进 度 计 划 表

[illegible]

