

# 深路堑及填方路基监控量测技术方案

## 一、编制依据

1、《XXXXXXXXX 高速公路工程两阶段施工图设计第一合同段》文件及现场踏勘和掌握的边坡地质情况；

2、《工程测量规范》（GB50026—2007）；

3、《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2004）；

4、《公路路基施工技术规范》（JTG F10-2006）；

5、《公路工程施工安全技术规程》（JGJ076-95）；

6、《公路工程施工安全技术规范》（JTGF90-2015）；

## 二、主要监控项目

### 1、主要监控项目

1) 、高填路基：填土高度 $\geq 20\text{m}$ ；

2) 、高填陡坡路基：填土高度 $\geq 20\text{m}$ 且地面横陡坡于 1:2.5；

3) 、高路堑边坡：土质坡高 $\geq 20\text{m}$ 或岩质坡高 $\geq 30\text{m}$ 路堑。

## 三、工程概况

XXXX 至 XXXX 高速公路土建 TJ-1 合同段路线起于 XXXXXXXXXXXX 镇上村，接长深高速公路，途径 XXXXX 村、XXXXX 村、XXXX 村、XXXXX 村，终点位于 XXXXX 干才村，顺接 XXXX 高速公路 TJ-2 合同段，起止桩号为 K0+000~K7+500，路线全长为 7.5km。

本项目区域底层岩性主要为残坡积（Qel+dl层序号为②、③、④）、白垩系（Ky+Kg层序号为⑤）、侏罗系（Jz+Jsd层序号为⑥）地层类组成。路线所经地区在中低山，穿越地带主要有山林及部分果园、鱼塘、农田旱地。山林植被茂密。

本标段内，深挖路堑边坡共计 18 处,高填路堤及高陡路堤共计 9 处。具体段落见下表：

深路堑段落一览表

| 序号 | 起止桩号          | 边坡长度 | 边坡级数 | 最大边坡高度 | 量测内容 | 量测位置 | 位移桩数量 | 备注       |
|----|---------------|------|------|--------|------|------|-------|----------|
|    |               | (m)  |      | (m)    |      |      | (处)   |          |
| 1  | K0+500~K0+600 | 100  | 3    | 31.66  | 深挖路基 | 右侧   | 18    | 上村互通高填深挖 |

|    |               |     |   |        |      |    |     |          |
|----|---------------|-----|---|--------|------|----|-----|----------|
| 2  | K0+623~K0+700 | 77  | 3 | 26.15  | 深挖路基 | 左侧 | 9   | 上村互通高填深挖 |
| 3  | K0+620~K0+700 | 80  | 3 | 28.7   | 深挖路基 | 右侧 | 12  | 上村互通高填深挖 |
| 11 | K5+500~K5+660 | 160 | 3 | 30.42  | 深挖路基 | 左侧 | 24  | 城北停车场    |
| 12 | K5+500~K5+670 | 170 | 5 | 42.41  | 深挖路基 | 右侧 | 24  | 城北停车场    |
| 4  | K0+700~K0+835 | 135 | 3 | 30.15  | 深挖路基 | 右侧 | 15  |          |
| 7  | K1+890~K2+005 | 115 | 3 | 26.37  | 深挖路基 | 右侧 | 8   |          |
| 8  | K2+175~K2+350 | 175 | 3 | 29.417 | 深挖路基 | 右侧 | 12  |          |
| 9  | K3+240~K3+385 | 145 | 3 | 22.86  | 深挖路基 | 右侧 | 10  |          |
| 14 | K6+475~K6+725 | 250 | 7 | 70.25  | 深挖路基 | 右侧 | 63  |          |
| 16 | K6+805~K7+015 | 210 | 5 | 45.29  | 深挖路基 | 右侧 | 32  |          |
| 18 | K7+125~K7+310 | 185 | 5 | 49.93  | 深挖路基 | 右侧 | 28  |          |
| 5  | K1+215~K1+305 | 90  | 3 | 23.54  | 深挖路基 | 左侧 | 8   |          |
| 6  | K1+825~K2+025 | 200 | 5 | 44.97  | 深挖路基 | 左侧 | 28  |          |
| 10 | K3+245~K3+385 | 140 | 2 | 17.5   | 深挖路基 | 左侧 | 5   |          |
| 13 | K5+930~K6+085 | 155 | 4 | 36.82  | 深挖路基 | 左侧 | 18  |          |
| 15 | K6+510~K6+720 | 210 | 5 | 47.11  | 深挖路基 | 左侧 | 32  |          |
| 17 | K6+845~K7+005 | 160 | 5 | 41.5   | 深挖路基 | 左侧 | 24  |          |
|    |               |     |   |        |      |    |     |          |
|    |               | 合计  |   |        |      |    | 370 |          |

**高填路堤及高陡路堤段落一览表**

| 序号 | 起止桩号            | 边坡长度 | 边坡级数 | 填筑高度  | 所在地段 | 量测位置   | 位移钉数量 | 沉降板(块) | 地表位移桩(个) | 备注      |
|----|-----------------|------|------|-------|------|--------|-------|--------|----------|---------|
|    |                 | (m)  |      | (m)   |      |        | (个)   |        |          |         |
| 1  | K3+130~K3+245   | 115  | 3    | 25.38 | 高填路堤 | 路基两侧   | 18    | 3      | 2        | K3+190  |
| 4  | K5+700~K5+930   | 230  | 4    | 32.24 | 高填路堤 | 路基两侧   | 30    | 3      | 2        | K5+830  |
| 7  | K7+310~K7+495   | 185  | 3    | 22.54 | 高填路堤 | 路基两侧   | 24    | 3      | 2        | K7+380  |
| 2  | K2+025~K2+175   | 150  | 3    | 23.32 | 高陡路堤 | 路基两侧   | 24    | 3      | 2        | K2+140  |
| 3  | K2+690~K2+975   | 285  | 3    | 24    | 高陡路堤 | 路基两侧   | 36    | 3      | 2        | K2+800  |
| 5  | K6+720~K6+845   | 125  | 3    | 25.38 | 高陡路堤 | 路基两侧   | 18    | 3      | 2        | K6+760  |
| 6  | K7+005~K7+135   | 130  | 3    | 25.38 | 高陡路堤 | 路基两侧   | 18    | 3      | 2        | K7+080  |
| 8  | YK0+000~YK0+150 | 150  | 3    | 24.56 | 高填路堤 | 右广场右侧左 | 24    | 3      | 2        | YK0+080 |
| 9  | ZK0+200~ZK0+300 | 100  | 4    | 26.36 | 高填路堤 | 广场右侧   | 18    | 3      | 2        | ZK0+240 |
|    |                 |      |      |       |      |        |       |        |          |         |
|    |                 | 合计   |      |       |      |        | 210   | 27     | 18       |         |

## 2、地层岩性：

本项目区域底层岩性主要为残坡积（Qe1+d1 层序号为②、③、④）、白垩系（Ky+Kg 层序号为⑤）、侏罗系（Jz+Jsd 层序号为⑥）地层类组成。

①、残坡积（Qe1+d1 层序号为②、③、④）主要为粉质黏土、碎石土。现分述如下

②-1 淤泥质粉质黏土；

③-2 粉质黏土：褐红色，稍湿，可塑~硬塑，以黏粒、粉粒为主，土质不均匀，含少量砂岩碎块及植物根茎。

④-1 碎石土：灰褐色，稍湿，稍密，碎石成分以沙岩为主。

②、白垩系（Ky+Kg 层序号为⑤）主要为泥质粉砂岩、砂岩。现分述如下：

⑤<sub>1</sub>-1 全风化泥质粉砂岩：褐黄杂灰白色，岩石受风化作用剧烈，原岩结构已完全被破坏，岩芯风化呈砂土状，手掰易碎，泡水易软化。

⑤<sub>1</sub>-2 强风化泥质粉砂岩：褐红色，岩石风化裂隙极发育，岩体破碎，岩芯呈2~8cm 碎块状，少量岩芯呈短柱状，岩质软，敲击易碎。

⑤<sub>1</sub>-3 中风化泥质粉砂岩：紫红色，泥质粉砂结构，中厚层状构造，岩石节理裂隙发育，岩体破碎，岩芯多呈3~10cm 碎块状及短柱状，少量呈10~20cm 柱状，岩质较硬，不易击碎。

⑤<sub>2</sub>-2 强风化砂岩：灰黄色，岩石风化裂隙极发育，裂隙面见灰黄色风化物，岩体易碎，岩芯呈2~10cm 块状及短柱状，最大节长13cm 岩质软，锤击声哑、易碎，风化不均，局部岩芯呈半岩半土状。

⑤<sub>2</sub>-3 中风化砂岩：紫红、暗红、灰色，砂质结构，中厚层状结构，岩石节理裂隙发育，岩体较破碎，岩芯多呈2~7cm 块状，少量呈8~23cm 柱状，岩质较硬，不易击碎。

③ 侏罗系（Jz+Jsd 层序号为⑥）主要为泥质粉砂岩、砂岩。现分述如下：

⑥<sub>1</sub>-2 强风化泥质粉砂岩：褐黄色，灰白色，灰褐色，岩体破碎，岩芯多呈碎块状，质软，锤击易碎，少量岩芯呈半岩半土状，泡水软化，手掰可碎。

⑥<sub>2</sub>-1 全风化砂岩：褐色，灰白，紫红色，密实土状，遇水易软化，主要由粉粒和少量粘粒组成，局部含碎岩块。

⑥<sub>2</sub>-2 强风化砂岩：黄褐色，灰白色，岩体破碎，岩石风化强烈，岩芯呈半岩半土状，手掰易碎，遇水软化、崩解；岩芯呈碎块状，质软，锤击易碎。

## 3、深挖路堑水文地质概况：

场区位于半山~山顶位置，地势较高，地表无常年性水流，仅在在雨季有短暂地表径流；地下水由上部土层孔隙和深部基岩裂隙水组成，含水量较小，其补给来源主要靠大气降水的入渗补给，排泄基准面为山坡底部的冲沟。勘察期间，钻孔钻孔未测得地下水位。

---

#### 4、边坡变形机理分析及稳定性评价：

该段路堑开挖后，边坡出露地层以坡残积粉质黏土层、全风化、强风化、中风化砂岩为主，应按土质边坡、类土质边坡及岩质边坡进行设计。粉质粘性土结构较松散，强度不高，自稳能力较差；全、强风化砂岩呈散体状，岩质软，遇水易软化、崩解，这对边坡的稳定不利。

#### 5、边坡坡形、坡率与防护加固形式：

##### ① 、边坡坡形、坡率

边坡采用台阶式边坡，详见路基横断面设计图。

边坡平台设置宽度有 2.0m、8.0m、10.0m、15.0m。

##### ② 、边坡防护工程设计

采用锚杆格梁+人字行骨架+客土喷播植草措施等综合防护处理。

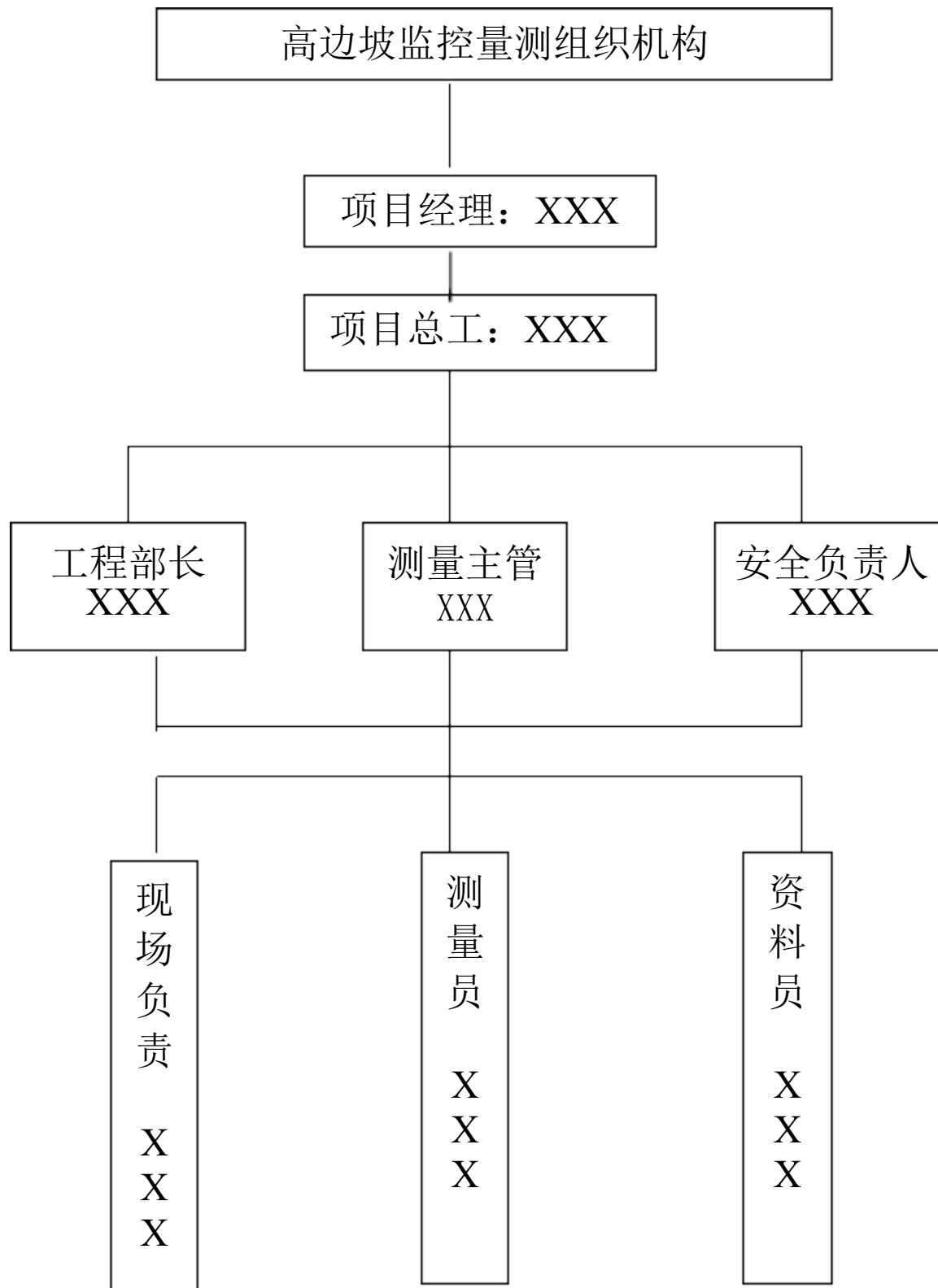
##### ③ 、排水设计

①、每级平台均设置截水沟；

②、边坡坡脚设置边沟；

## 四、监控量测组织机构与管理

### 1、组织机构



### 2、人员安排

- ① 监控量测组在项目总工直接领导下进行测点理设、日常量测和数据的处理工作，并及时将信息反馈报告监理工程师。
- ② 测量组承担项目的量测任务。
- ③ 现场负责人员负责埋点、人工巡视及裂缝观测工作。
- ④ 资料员负责收集资料，整理上报。

## 五、高填方路基的监测

为及时了解和掌握路基填筑过程中的位移和变形，确保路基填筑的顺利完成和控制不均匀沉降，同时根据测定数据预测稳定时间和工后沉降量，同时利用观测数据监测地表水平位移及隆起情况和侧向变形情况，以确保路堤填筑施工安全和稳定。所以对路基填筑施工进行全过程

现场监测是非常必要的。

### 1、监测点位布设原则

监测点布设在土路肩及坡脚处，根据边坡的地质情况按照 50m 间距布设一条横断面且每处高填或陡坡路堤不少于一条监测断面。

监测点位的布设位置应符合如下原则：

1

）同一路段监测项目的测点布置在同一断面上，这样有利于测点保护，便于集中观测，统一观测频率，更重要的是便于各观测项目数据的综合分析。

2

）测点及观测元件的埋设位置应符合设计要求，且埋设准确、埋设稳定。观测期间对测点采取有效的保护措施，防止施工机械的碰撞，人为因素的破坏，务必使观测数据能连续，确保数据的有效性。

### 2、监测断面类型及适用条件(见表 1-监测断面类型表)

表 1 监测断面类型表

| 监测断面类型 | 监测项目组合     | 备注   |
|--------|------------|------|
| I      | 坡脚位移边桩（两侧） | 高填路堤 |
| II     | 位移边桩（两侧）   | 深挖路堑 |
| III    | 位移边桩（一侧）   | 陡坡路堤 |

位移桩埋设位置：设计路基坡脚线向外 1m 处、5m 处各 1 个，路基填土前埋设。

### 3、监测频率

沉降观测频率取决于沉降量的大小、加载方法。本项目的路堤填筑采用分级填筑加载的方法，要求施工期每填筑1 层应观测一次，若两层填筑间隔较长时，则每7 天应观测一次，直到路基施工期结束，沉降稳定，路槽交验结束。

### 4、判稳条件

路堤在填筑过程中，如沿路堤中线地面沉降速率 $\geq 1.0\text{cm/d}$  或水平位移速率 $\geq 0.5\text{cm/d}$ ，视为不稳定状态出现，应立刻停止填土。当停止填筑后每天仍需进行观测，当连续观测三次沉降量或位移量在规定控制范围之内时，才能继续填筑施工。当填筑至上路床顶面时，连续两个月的观测沉降量每月不超过 8mm，确定为沉降稳定，此时方可开始路面施工。

### 5、测桩埋设

对土质边坡，选择好监测基点位置之后，挖除表土并开挖一个  $0.2 \times 0.2\text{m}$  的坑约 50cm 深度，用钢筋混凝土浇注底盘至地面高度，在底盘中心埋设一根钢筋，钢筋头伸出底盘面约 0.2cm，钢筋顶端锯切十字标记作为观测点，观测点埋设完毕后，应稳定 2-3 天之后再行初测。对石质边坡可以利用稳固石块作为观测标记代替观测桩。

## 6、监测仪器的选取与测试

监测仪器宜选取采用精度 $\leq 1''$ 的高精度全站仪，本项目监测仪器为全站仪 1 台，并已标定合格。量测采用角度交汇法进行观测。

### 施工监控程序

施工监控程序见 图 1- 路堤施工监控程序。

## 7、监测警戒值与监测成果提交

### 监测项目的警戒值

根据规范要求与有关工程经验，该项目施工期的控制标准为：

路基中心沉降 1cm/d；

工后允许总沉降应小于 0.3m；

路基沉降稳定标准：路堤中心月沉降速率连续两个月小于 8mm。

路基填筑变形观测流程图

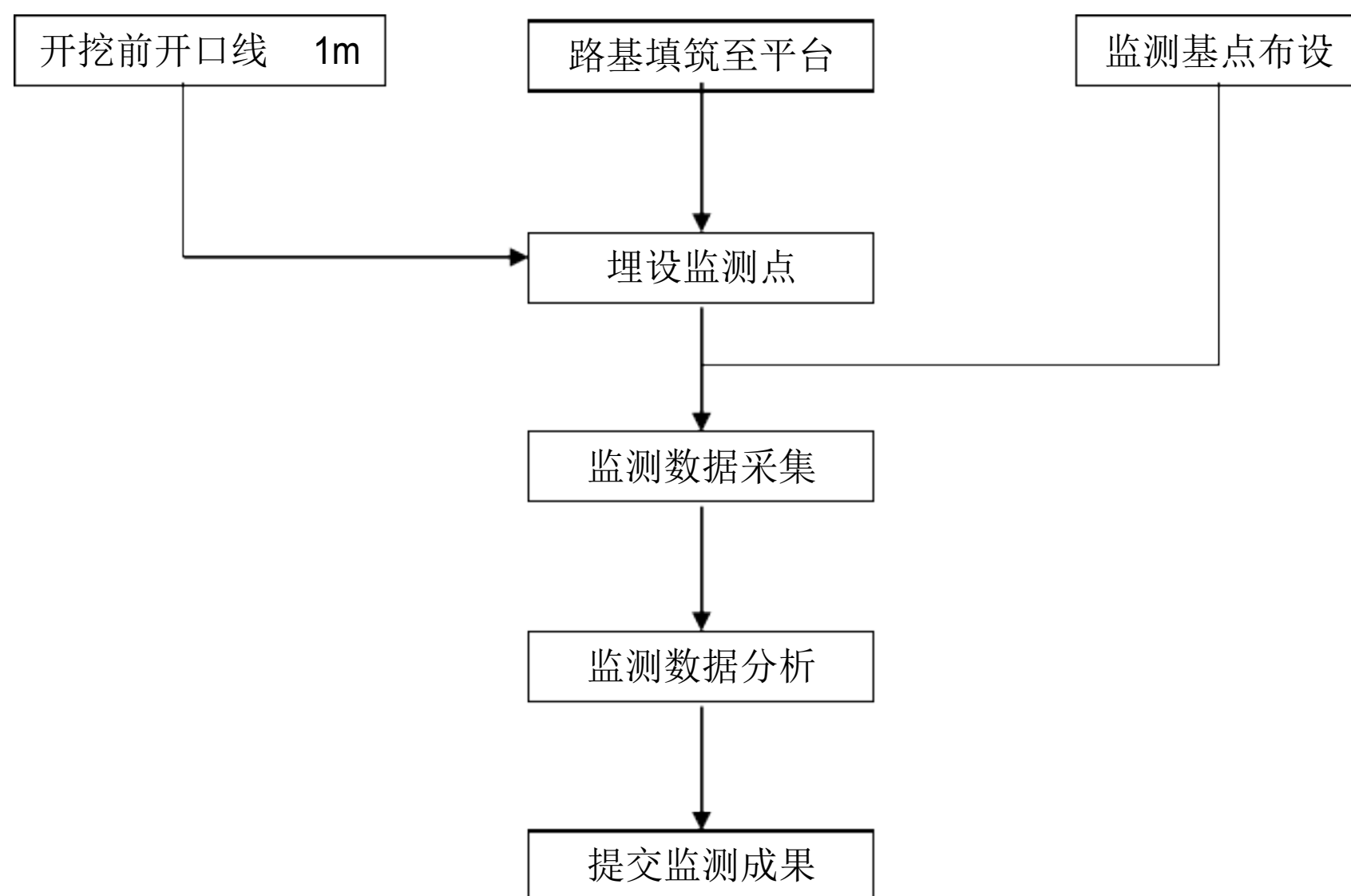


图 1- 路堤施工监控程序

### 监测成果提交

在施工期间应做到当日报表当日提交，当周报表应在下周一提交，当月报表应在下月初提

交，同时依据业主要求提供阶段监测报告、中期监测报告和终期监测报告，以及辅助施工的加载、停载、卸载、路面铺筑申请报告等。

## 六、高路堑边坡监测

### 1、监测目的

边坡稳定是一个复杂的、多参数岩土力学问题，尤其对于地质条件复杂、有较大潜在危害的路堑高边坡，单靠理论分析很难把握其稳定状态，必须建立动态监测体系。只有对路堑边坡表面、地下变形以及支挡结构物受力状态监测获取的信息进行综合分析，才能把握路堑边坡的安全稳定。高边坡监测的主要目的有以下几点：

- ①、通过对边坡变形的监测，判断边坡的滑动面深度、滑动范围及其变形发展趋势，评估开挖施工对边坡自身稳定性和周围建构筑物的影响情况，提供预警信息；
- ②、通过动态监测，依据实际情况进行工序和工艺的调整，以便采取更为合理、有效的支护措施，及时指导施工，优化施工方案。避免边坡工程事故的发生，确保施工安全、快捷地进行；
- ③、通过动态监测，掌握控制边坡的稳定性个中参数和因数随时间和空间上的不断变化的过程，为动态化设计，变更设计方案提供依据；
- ④、通过对张拉过程中以及施工期监测，为高边坡科研提供原始观测数据，从而分析预应力在张拉过程中以及后期的变化规律，了解预应力随时间和开挖卸荷过程的长期变化情况，解释其长期变化规律、影响因素；
- ⑤、检验边坡加固效果，评价安全稳定性；
- ⑥、积累量测数据，总结经验，为未开挖区段的施工提供工程类比的依据。为节省工程投资，提高高危路堑边坡的设计和施工水平提供科学依据和技术保证。

### 2、监测工作内容

监测主要内容包括地面位移监测、深层位移（测斜）监测及人工巡视监测。工程承包人根据设计要求进行地表位移监测，具体如下：

| 序号 | 量测项目 | 量测仪器 | 主要工作内容 |
|----|------|------|--------|
|----|------|------|--------|

|   |           |         |               |
|---|-----------|---------|---------------|
| 1 | 地面位移检测    | 全站仪 1 台 | 分析坡面几何外观的变化情况 |
| 2 | 人工巡视及裂缝观测 | 游标卡尺    | 坡体的变形情况和破坏趋势  |

### 3、监控量测方法

#### 1、坡面外观观测

##### ①、量测目的

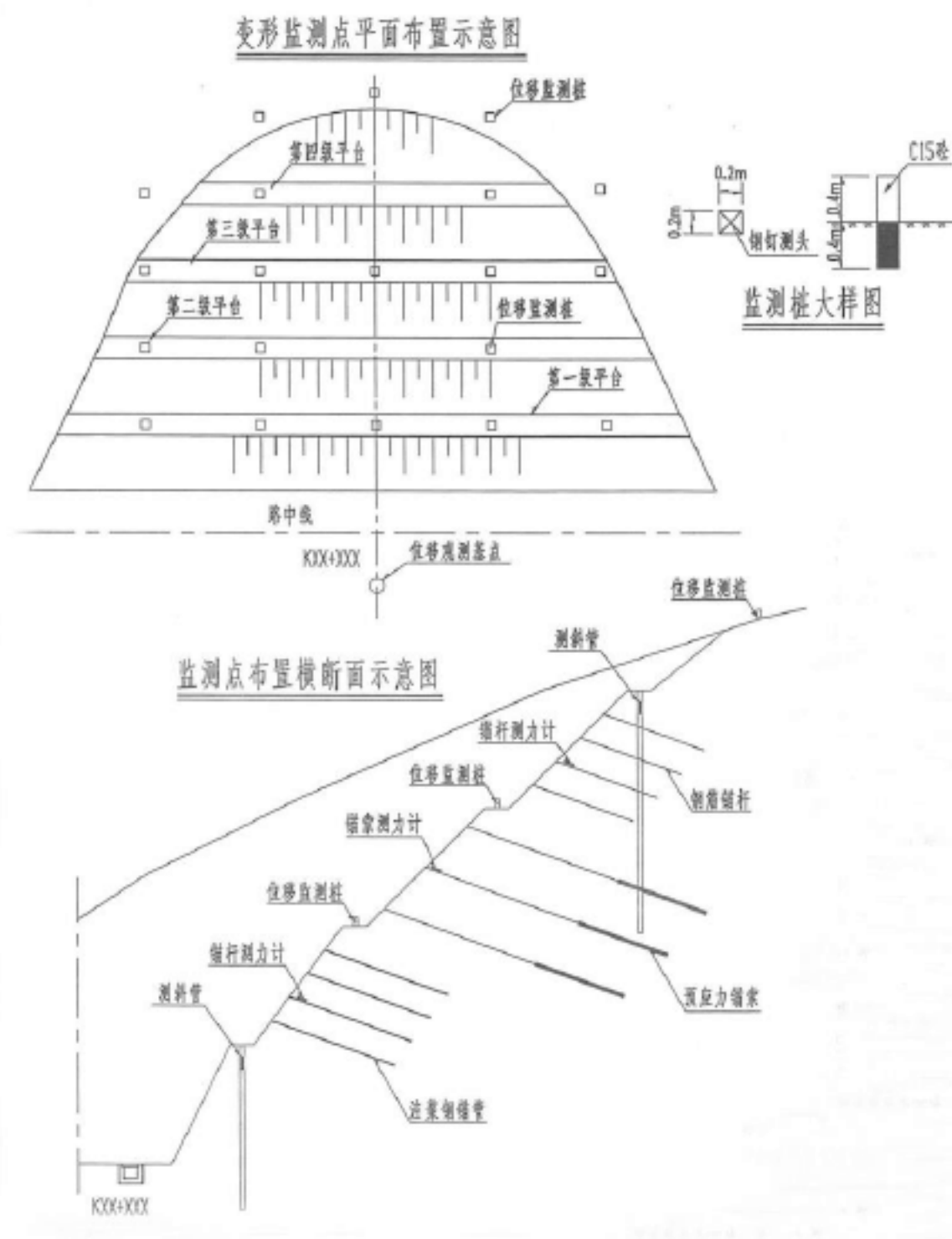
在平台上设置坡面变形观测点，利用全站仪进行观测。通过数据处理分析，分析坡面几何外观的变化情况，绘制坡面各点在施工过程中的水平位移变化情况，了解边坡滑动范围和滑动情况，提供预警信息。

##### ②、测点布置

一般来说，通过对高边坡坡面的变形观测是一种最简单，最直接的宏观监测方法，但是在坡面的变形监测中最重要的一点就是对监测基点的选取，它直接关系到监测成果的准确性。监测基点宜设置在稳定的区域并远离监测坡体，避免在松动的表层上设点。边坡体上的监测点布置在各级边坡平台上，观测点间距50-100m。对有可能形成的滑动带、重点部位及可疑点应加深、加密布点。

当同一边坡设有深层位移观测点时,坡面上其中一条纵向观测线应与深层位移观测点在同一直线上,以便观测数据的相互验证和对比分析。

坡面观测点布置示意图如下：



坡面观测点布置示意图

### ③、测桩埋设

对土质边坡，选择好监测基点位置之后，挖除表土并开挖一个  $0.2 \times 0.2\text{m}$  的坑约  $50\text{cm}$  深度，用钢筋混凝土浇注底盘至地面高度，在底盘中心埋设一根钢筋，钢筋头伸出底盘面约  $0.2\text{cm}$ ，钢筋顶端锯切十字标记作为监测基点，观测点埋设完毕后，应稳定  $2-3$  天之后再行初测。对石质边坡可以利用稳固石块作为观测标记代替观测桩。

### ④、监测仪器的选取与测试

监测仪器宜选取采用精度  $\leq 1''$  的高精度全站仪，本项目监测仪器为全站仪 1 台，并已标定合格。量测采用角度交汇法进行观测。

### ⑤、监测频率

测点埋设后即开始监测，一般来说监测过程持续至边坡加固工程完成后六个月或当年雨季结束后三个月无明显位移即可结束。在此期间的监测频率按下表控制。

边坡监测频率表

| 时间        | 施工期间       | 施工完成       |
|-----------|------------|------------|
| 旱季和少雨季节   | 2~3 次/30 天 | 1~2 次/30 天 |
| 雨季        | 2~3 次/周    | 1 次/周      |
| 暴雨期和雨后数天内 | 1 次/天      | 1 次/2 天    |

## 1、人工巡视和裂缝观测

### ①、量测目的

人工巡视是一项经常性的工作，项目部派专人坚持每天进行巡视，当坡体表面发现裂缝时及时报给监理工程师，在监理工程师指导下，在裂缝处埋设裂缝观测装置，通过观测裂缝的变化过程和变化规律来分析坡体的变形情况和破坏趋势。

### ②、裂缝监测点设置

在人工巡视发现裂缝的位置埋设裂缝监测点，裂缝一般产生在边坡平台和边坡体边缘，部分分布在边坡体上结构层。如果边坡在开挖过程中坡面没有出现裂缝，则此类测点无需布置。

### ③、裂缝监测

由于一般的裂缝变形是微小而且蠕变的，本工程项目部选择游标卡尺对边坡的变形裂缝进行监测。首先，在裂缝的两边稳定土体内开挖一个 A4 纸平面大小的洞约 50cm 深，之后用混凝土浇注至地面高度，用两块长方形铁片分别埋设在裂缝两边的混凝土内，并使这两块铁片在裂缝处相互搭接约 5cm 长，在搭接处用红油漆涂色，如果裂缝变形增大，则在搭接处两块铁板的红油漆涂色处就会产生一个裂隙，只要用游标卡尺测出这条裂隙的宽度数据，读数据就是所测边坡裂缝增加的宽度。

## 2、量测数据的分析和整理

量测数据采集完成，应及时整理分析，绘制各种曲线图。数据呈收敛趋势时，及时回归分析，推测地面的最终位移值及稳定时间，评价高边坡的安全性、施工方法和工程措施的有效性。

### ①、地面变形数据的分析与整理

地面变形主要为平面位移，监测相关数据整理完后，及时绘制边坡位移量  $u$  与时间  $t$  的关系曲线、边坡位移量  $u$  与开挖高度  $h$ 、速率  $v$  与边坡开挖高度  $h$  的关系曲线。

### ②、裂缝观测数据的分析与整理

裂缝观测数据收集整理后，绘制的曲线有裂缝发展宽度  $u$  与时间  $t$ （即  $u-t$ ）的关系曲线，裂缝发展宽度  $u$  和速率  $v$  与开挖高度  $h$ （即  $u-h$  和  $v-h$ ）的关系曲线。

### ③、减载数据的分析与整理

当边坡滑移过大,进行减载处理的情况下还需绘制边坡滑移量  $u$  与边坡滑移速度  $v$  与荷载

w 关系曲线,裂缝发展宽度 u 和速率 v 与荷载 w 的关系曲线。

#### ④、边坡滑移监测及裂缝监测回归分析

u-t 曲线趋于平缓时,及时进行数据处理或回归分析,推算最终位移和掌握位移变化规律。高边坡前期采用对数  $u=1/\log(1+ti)$ 、指数  $u=a.e^{-(b/ti)}$  和双曲线  $u=ti/(a+bt_i)$  三种回归函数分别进行回归分析,取其中相关系数 r 最趋近于 1 的那个函数,推测高边坡变形的最终位移量和最终稳定时间。

在对前期的数据进行分析后,采用其中最实用的一种函数作为高边坡监测的回归分析函数。

u-t 曲线出现反弯点时,表明破体和支护已呈不稳定状态,此时必须密切监视高边坡体动态,并加强支护,必要时暂停开挖。同时报告监理工程师及第一监测项目部。

#### ⑤、预警管理标准

边坡稳定性评价主要根据以下几点进行综合判断:

a 、水平位移速率  $\leq 5\text{mm/d}$ ; 竖向位移速率  $\leq 2\text{mm/d}$  b

、边坡开挖停止后位移速率呈收敛趋势;

c 、坡面、坡顶有无开裂,裂缝的变化趋势如何;

d 、根据位移时态曲线的形态来判别:

当坡体位移速率 v 持续下降时 ( $du_2/d_2t < 0$ ), 坡体趋于稳定状态;

当坡体位移速率 v 无收敛趋势时 ( $du_2/d_2t = 0$ ), 坡体不稳定, 应加强支护;

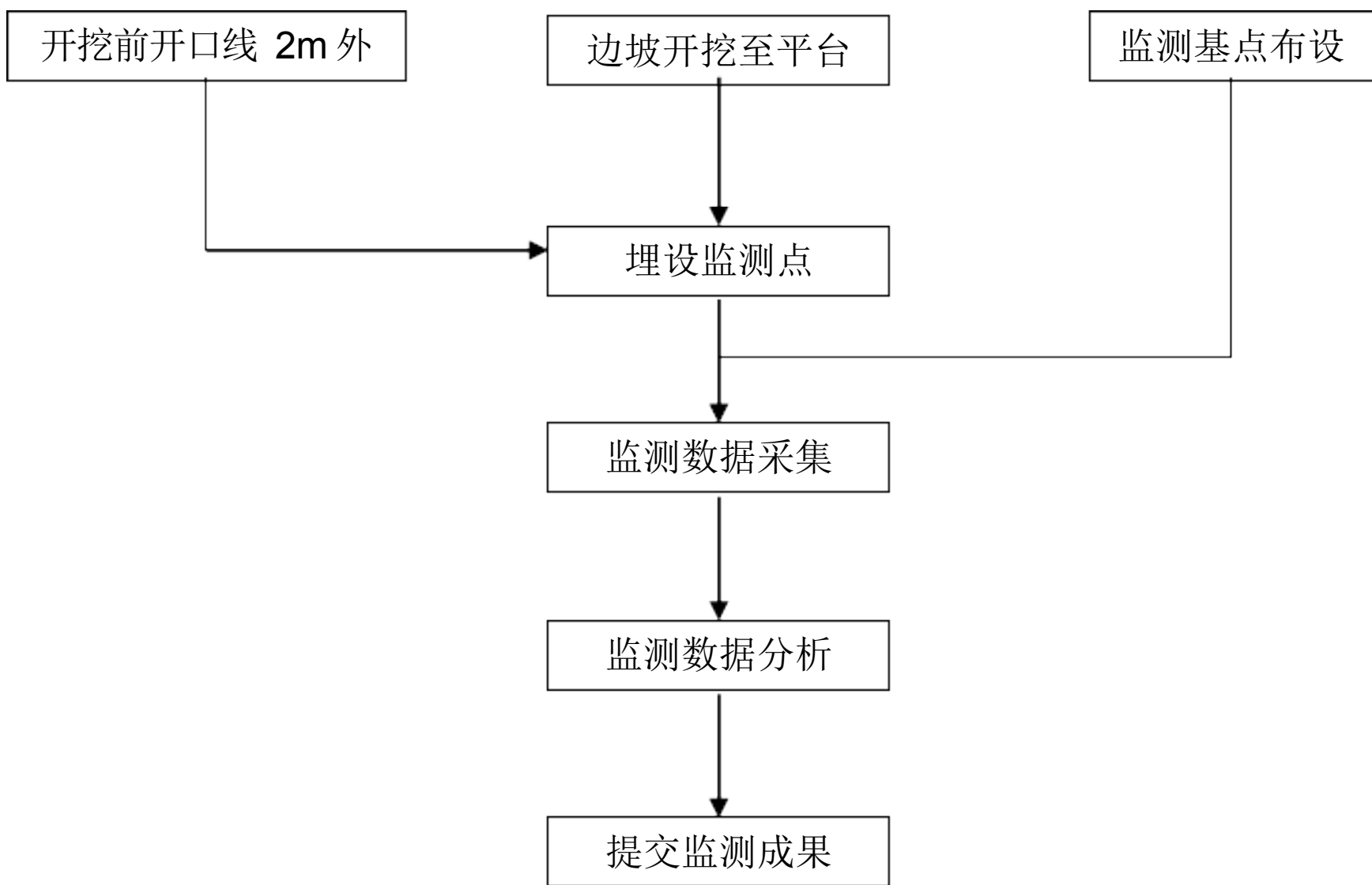
当坡体位移速率 v 出现增长时 ( $du_2/d_2t > 0$ ), 坡体进入危险状态, 必须立即停止开挖, 必要时减载处理, 加强支护。

在实际监测的过程中如果出现有上述一点或几点现象时, 都应引起注意, 并通过其它项目的监测资料相互进行对照、比较分析, 以进一步讨论边坡的稳定性, 以便及早发现安全隐患情况, 采取相应的补救措施。

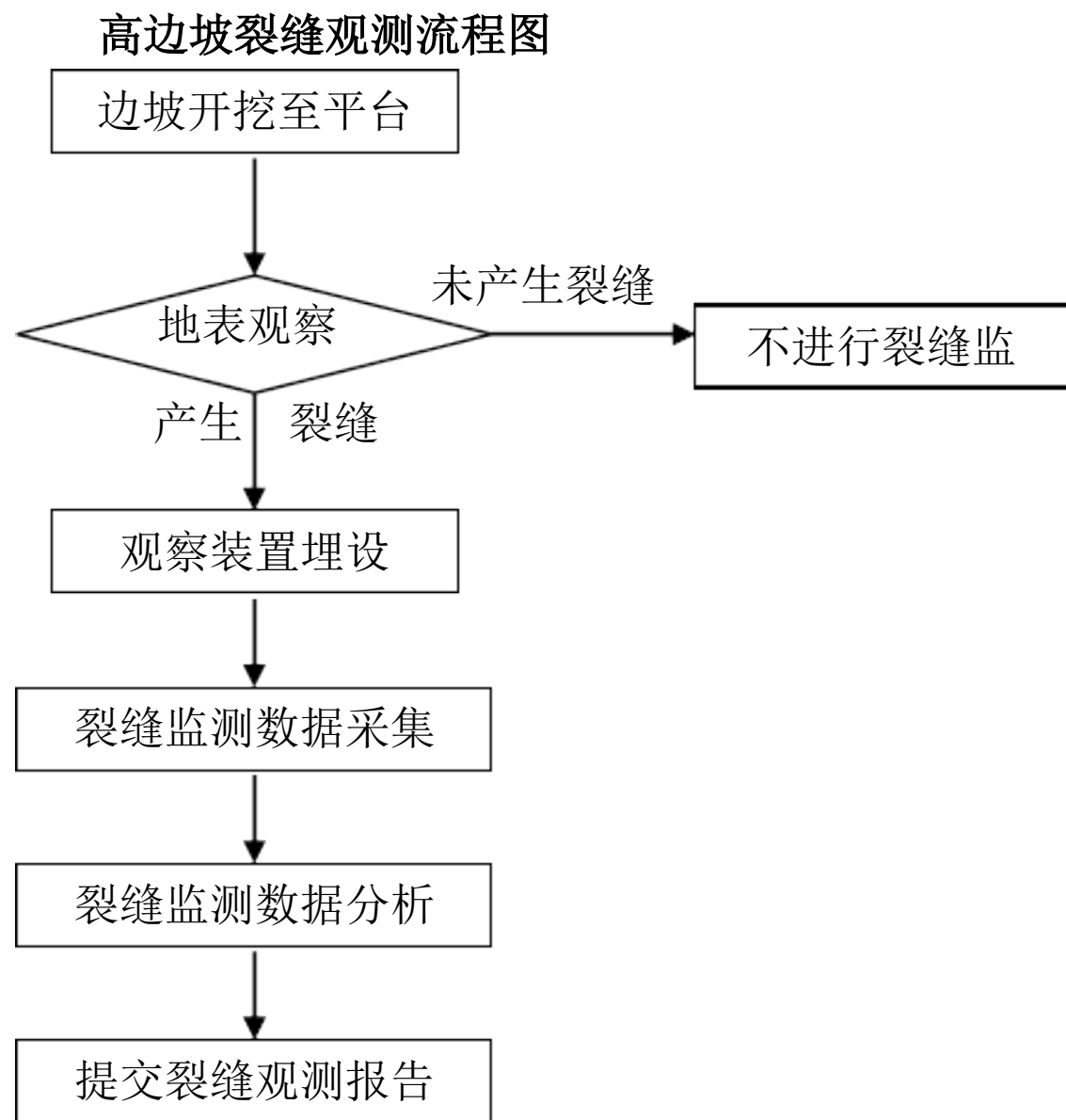
### 3 、监控量测及信息反馈流程

#### ①、边坡变形观测流程

#### 高边坡变形观测流程图



②裂缝观测流程



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/995304103141011241>