



- 01 1K413021 地下水控制
- 02 1K413022 深基坑支护结构与边坡防护
- 03 1K413023 基坑（槽）土方开挖及变形控制
- 04 1K413014 地基加固处理方法
- 05 1K420150 明挖基坑施工安全事故预防



## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### 一、基本要求（P130）

#### (1)基本规定如下：

1)应根据支护结构设计、降水或隔水要求，确定基坑开挖方案。

#### 2)防水要求：

①基坑周围地面应设排水沟，且应避免雨水、渗水等流入坑内；②同时，基坑内也应设置必要的排水设施，保证开挖时及时排出雨水。③放坡开挖时，应对坡顶、坡面、坡脚采取降水排水措施。④当采取基坑内、外降水措施时，应按要求降水后方可开挖。



### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制





## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### 一、基本要求

(1)基本规定如下：

3)软土基坑必须分层、分块、对称、均衡地开挖，分块开挖后必须及时支护。对于有预应力要求的钢支撑或锚杆，还必须按设计要求施加预应力。当基坑开挖面上方的支撑、锚杆和土钉未达到设计要求时，严禁向下开挖。

4)基坑开挖过程中，必须采取措施防止开挖机械等碰撞支护结构、格构柱、降水井点或扰动基底原状土。

5)当开挖揭露的实际土层性状或地下水情况与设计依据的勘察资料明显不符，或出现异常现象、不明物体时，应停止开挖，在采取相应措施后方可继续开挖。



### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制





## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### 一、基本要求

(2)发生下列异常情况时，应立即停止开挖，并应立即查清原因和及时采取措施后，方可继续施工：

- 1)支护结构**变形达到设计规定的控制值或变形速率持续增长且不收敛。**
- 2)支护结构的**内力超过其设计值或突然增大。**
- 3)围护结构或止水帷幕**出现渗漏**，或基坑出现**流土、管涌现象。**
- 4)开挖暴露出的**基底出现明显异常**（包括黏性土时强度明显偏低或砂性土层水位过高造成开挖施工困难）。
- 5)围护结构发生**异常声响。**
- 6)边坡或支护结构出现**失稳征兆。**
- 7)基坑周边**建(构)筑物等变形过大或已经开裂。**



## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### 二、基坑（槽）的土方开挖方法

(1)根据不同的开挖深度采用不同的施工方法，主要开挖方法包括以下两种：

**1)浅层土方开挖：**第一层土方一般采用短臂挖掘机及长臂挖掘机直接开挖、出土，自卸运输车运输。在条件具备的情况下，采用两台长臂液压挖掘机在基坑的两侧同时挖土，一起分段向前推进，可以极大提高挖土速度，为及时安装支撑提供条件，图1K413023-1为某工程表层土方开挖示意图，图1K413023-2为浅层接力挖土示意图。



### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

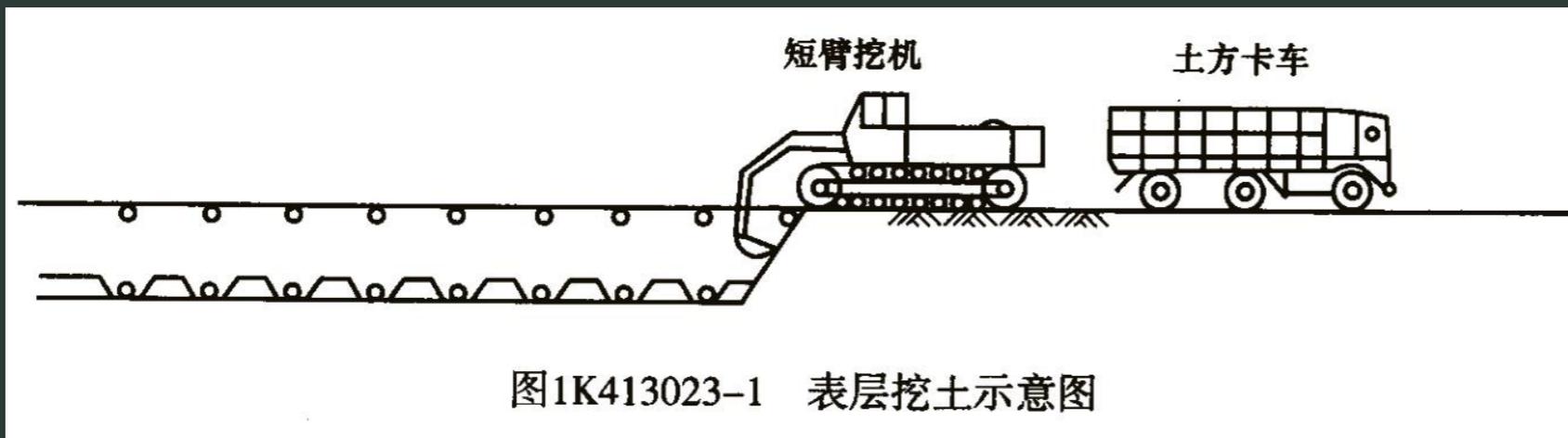


图1K413023-1 表层挖土示意图





### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

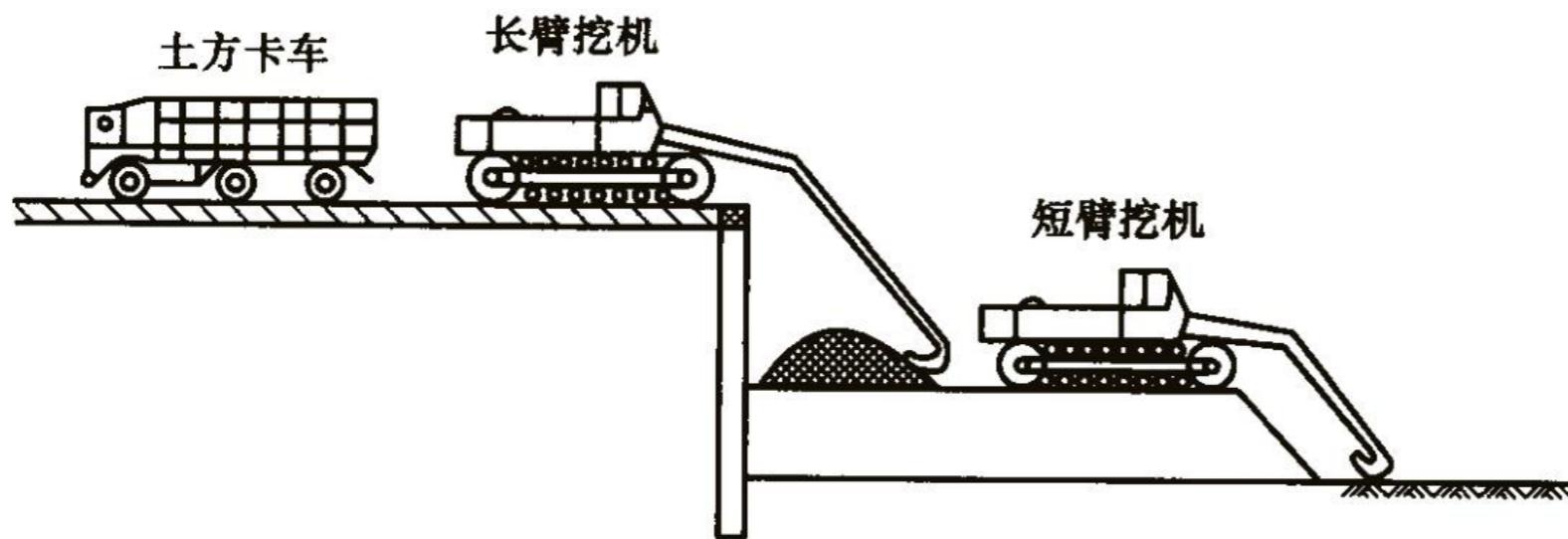


图1K413023-2 浅层接力挖土示意图





## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### 二、基坑（槽）的土方开挖方法

(1)根据不同的开挖深度采用不同的施工方法，主要开挖方法包括以下两种：

**2)深层土方开挖：**当长臂挖机不能开挖时，应采用小型挖掘机，将开挖后的土方转运至围护墙边，用吊车提升出土，自卸车辆运输的方法；坑底以上0.3m的土方采用人工开挖。图1K413023-3为深层抓斗吊配合小型挖机挖土示意图。



### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

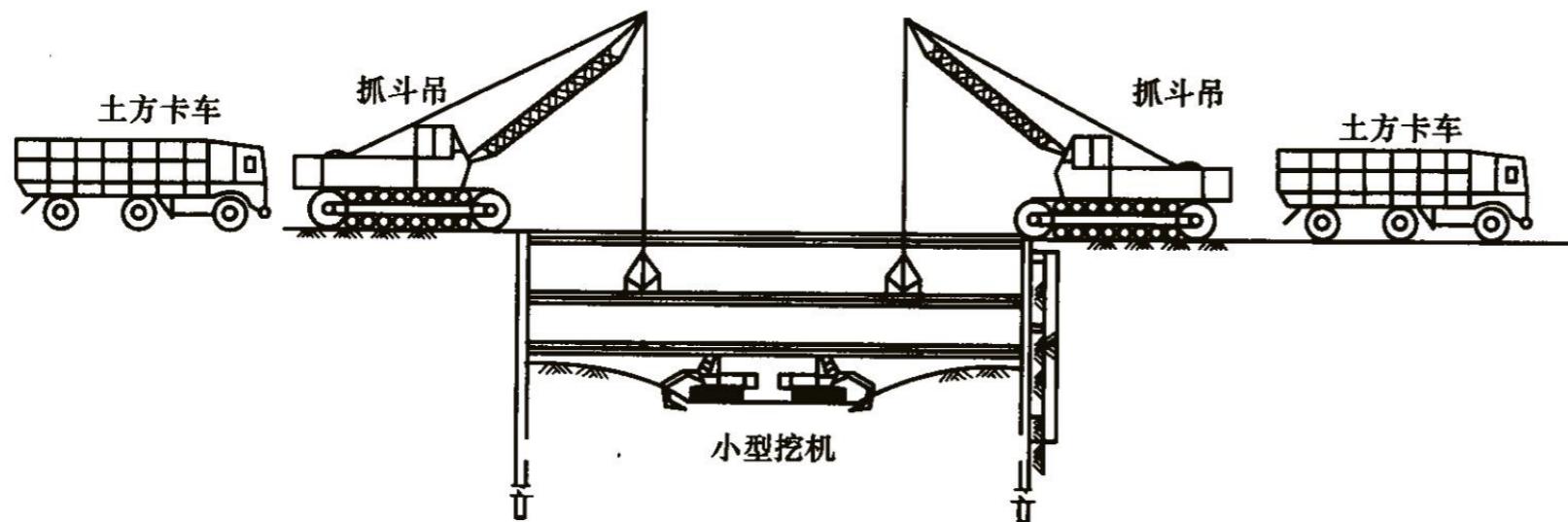


图1K413023-3 深层抓斗吊配合小型挖机挖土示意图



### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制





### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制





## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### 二、基坑（槽）的土方开挖方法

#### (2)基坑分块开挖顺序：

地铁车站的长条形基坑开挖应遵循“分段分层、由上而下、先支撑后开挖”的原则，

兼作盾构始发井的车站，一般从两端或一端向中间开挖，以方便端头井的盾构始发。

对于地铁车站端头井：①首先撑好标准段内的对撑，②再挖斜撑范围内的土方，③最后挖除坑内的其余土方。

斜撑范围内的土方，应自基坑角点沿垂直于斜撑方向向基坑内分层、分段、限时地开挖并架设支撑。具体见图1K413023-4，图中序号为土方分块开挖顺序。

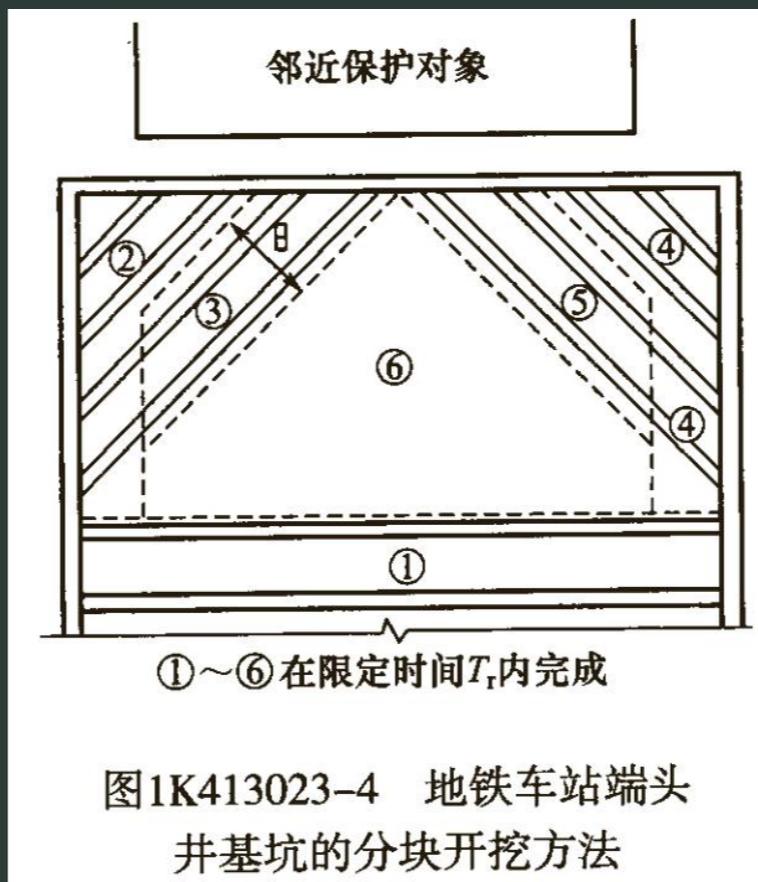


### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

对于地铁车站端头井：

- ①首先撑好标准段内的对撑，
- ②再挖斜撑范围内的土方，
- ③最后挖除坑内的其余土方。

斜撑范围内的土方，应自基坑角点沿垂直于斜撑方向向基坑内分层、分段、限时地开挖并架设支撑。





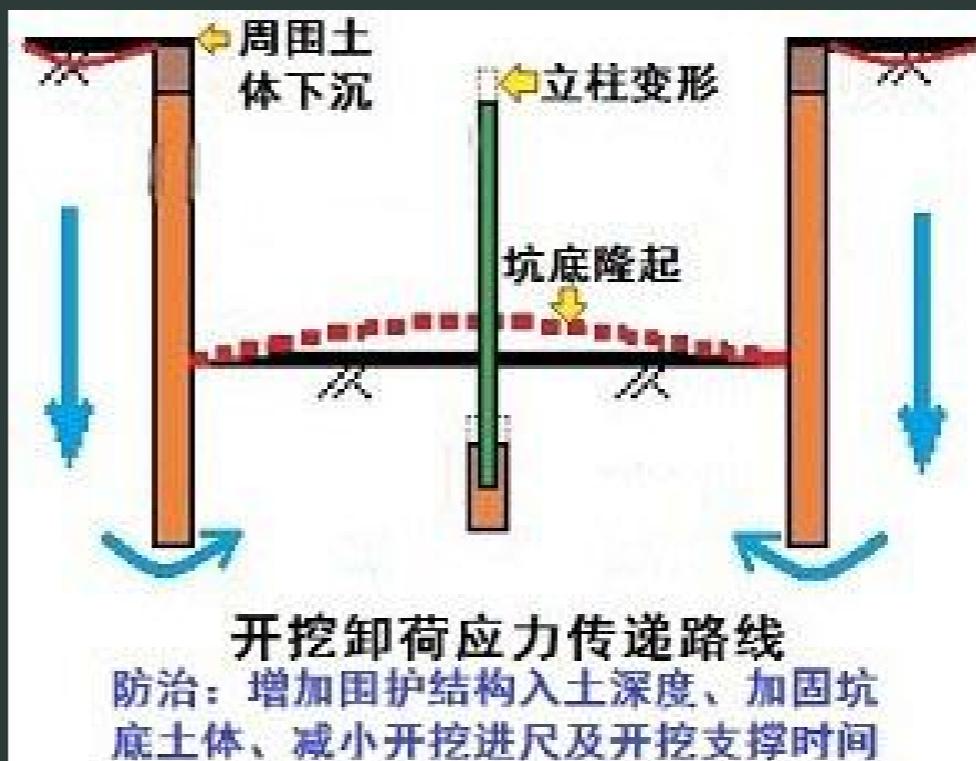
## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### 三、基坑的变形控制

#### (一) 基坑变形特征

##### 1. 土体变形

基坑开挖时，由于坑内开挖卸荷造成围护结构在围护墙内外压力差作用下产生水平向位移，进而引起围护结构外侧土体的变形，造成基坑外土体及邻近建(构)筑物等沉降；同时，开挖卸荷也会引起坑底土体隆起。可以认为，**基坑周围地层移动主要是由于围护结构的水平位移和坑底土体隆起造成的。**





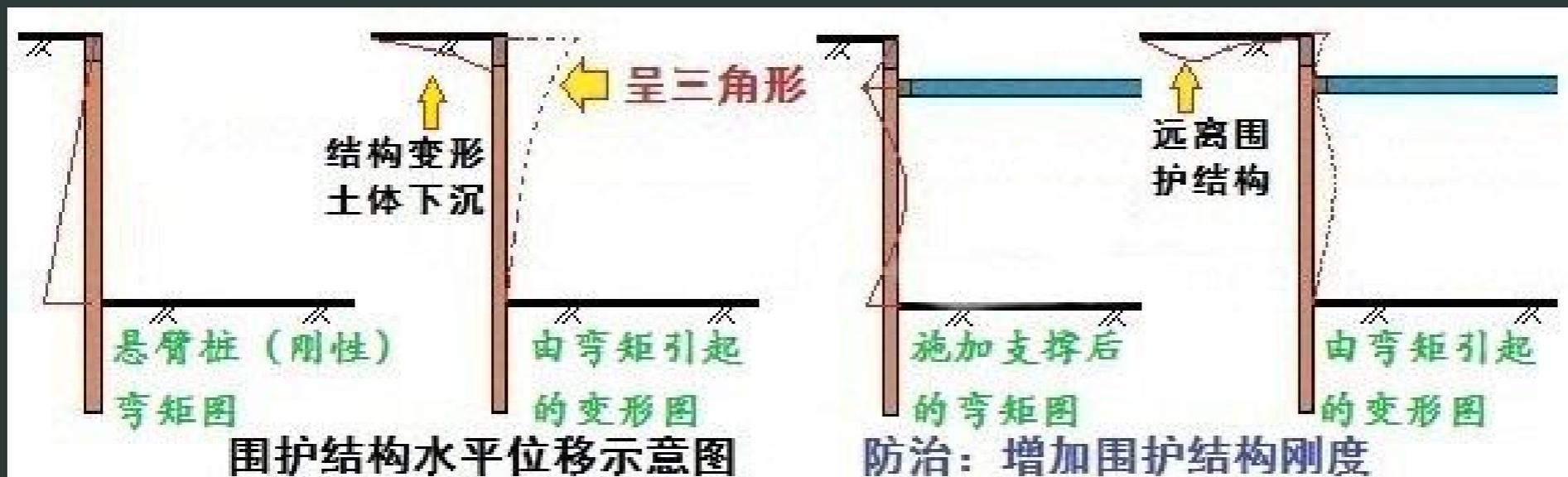
## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### （2）围护墙体水平变形

当基坑开挖较浅，还未设支撑时，不论对刚性墙体（如水泥土搅拌桩墙、旋喷桩墙等）还是柔性墙体（如钢板桩、地下连续墙等），均表现为墙顶位移最大，向基坑方向水平位移，呈三角形分布。随着基坑开挖深度的增加，刚性墙体继续表现为向基坑内的三角形水平位移或平行刚体位移，而一般柔性墙如果设支撑，则表现为墙顶位移不变或逐渐向基坑外移动，墙体腹部向基坑内凸出。



### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制





## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### （3）围护结构竖向变位

墙体的竖向变位给基坑的稳定、地表沉降以及墙体自身的稳定性均带来极大的危害。特别是对于饱和的极为软弱的地层中的基坑工程，当围护桩或地下连续墙底下因清孔不净有沉渣时，围护墙在开挖中会下沉，另外，当围护结构下方有顶管和盾构等穿越时，也会引起围护结构突然沉降。





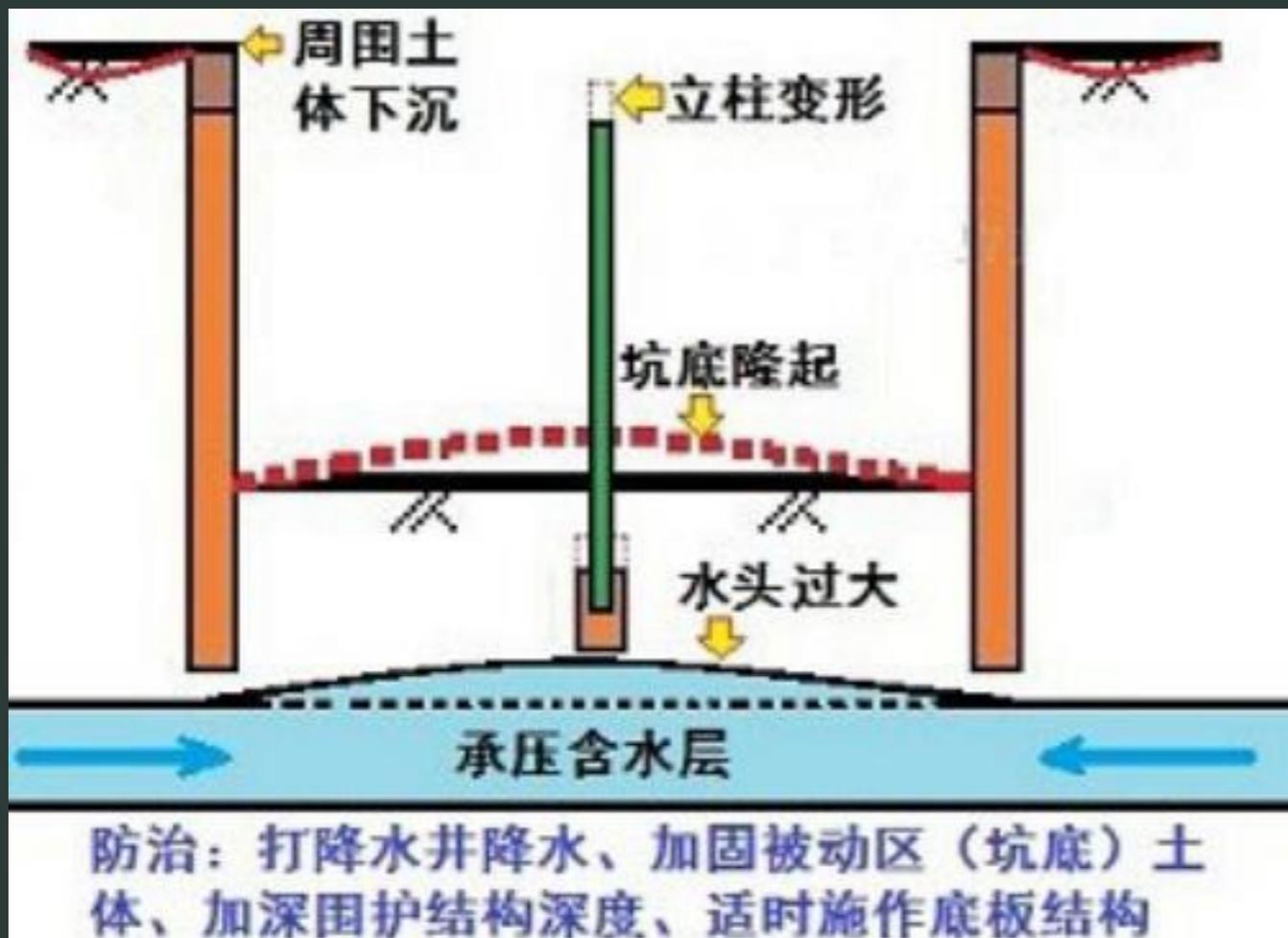
## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### 4. 基坑底部的隆起

随着基坑的开挖卸载，基坑底出现隆起是必然的，但过大的坑底隆起往往是基坑险情的征兆。过大的坑底隆起可能是两种原因造成的：①基坑底不透水土层由于其自重不能承受不透水土层下承压水水头压力而产生突然性的隆起；②由于围护结构插入基坑底土层深度不足而产生坑内土隆起破坏。基坑底土体的过大隆起可能会造成基坑围护结构失稳。另外，由于坑底隆起会造成立柱隆起，进一步造成支撑向上弯曲，可能引起支撑体系失稳。因此，基坑底土体的过大隆起是施工时应该尽量避免的。但由于基坑一直处于开挖过程，直接监测坑底土体隆起较为困难，一般通过监测立柱变形来反映基坑底土体隆起情况。



### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制





## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### 5.地表沉降

围护结构的水平变形及坑底土体隆起会造成地表沉降，引起基坑周边建（构）筑物变形。根据工程实践经验，

- ①基坑围护呈悬臂状态时，较大的地表沉降出现在墙体旁；
- ②施加支撑后，地表沉降的最大值会渐渐远离围护结构，位于距离围护墙一定距离的位置上。





## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### （二）基坑的变形控制

（1）当基坑邻近建（构）筑物时，必须控制基坑的变形以保证邻近建（构）筑物的安全。

（2）控制基坑变形的**主要方法有：**

1）**增加围护结构和支撑的刚度；**

2）**增加围护结构的入土深度；**

3）**加固基坑内被动区土体。**加固方法有抽条加固、裙边加固及二者相结合的形式；



### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

- 4) 减小每次开挖围护结构处土体的尺寸和开挖支撑时间，这一点在软土地区施工时尤其有效。
- 5) 通过调整围护结构或隔水帷幕深度和降水井布置来控制降水对环境变形的影响。



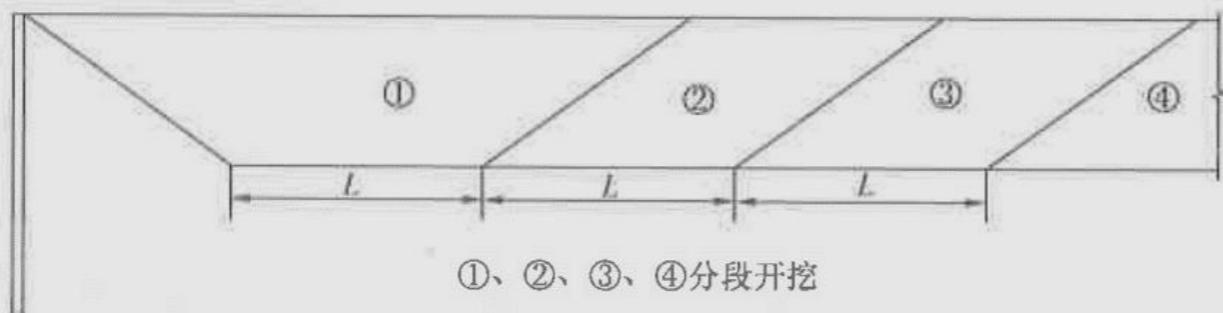


### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制





### 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

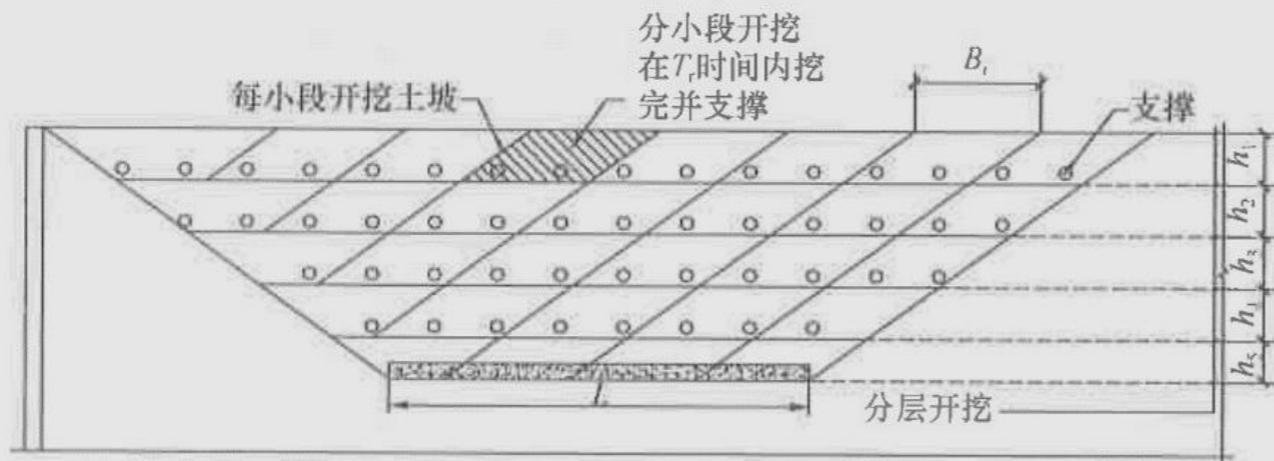


①、②、③、④分段开挖

车站基坑开挖及浇筑底板分段示意图

开挖参数应由设计规定，通常取值范围为：

分段长度： $L \leq 25\text{m}$ ，  
每小段宽度： $B_i = 3 \sim 6\text{m}$



每开挖段分层分小段开挖示意图

每层厚度： $h_i = 3 \sim 4\text{m}$ ，  
每小段开挖支撑时限：  
 $T_i = 8 \sim 24\text{h}$ ， $L$ 、 $B_i$ 、 $h_i$ 、 $T_i$   
在工时可根据监测数据进行适当调整

图1K413023-5 软土地区地铁条形基坑的土方开挖及支撑施工要求



## 三、基坑（槽）土方开挖及变形控制

### （三）坑底稳定控制

（1）保证深基坑坑底稳定的方法有①加深围护结构入土深度、②坑底土体加固、③坑内井点降水等措施。

（2）④适时施作底板结构。



读一书  
增一智

