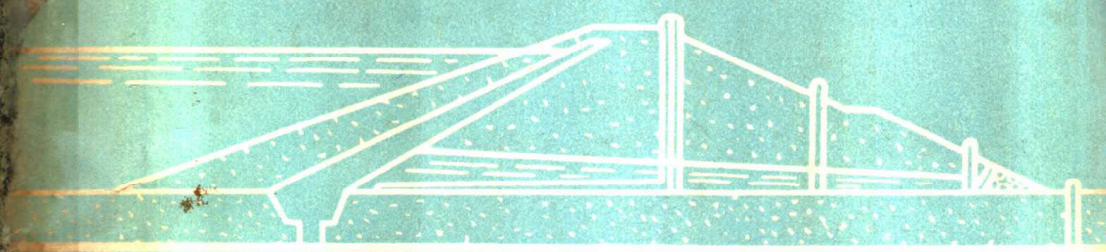


# 土坝观测



水利电力出版社

# 土 坝 观 测

中国科学院  
水利电力部 水利水电科学研究院編

水 利 电 力 出 版 社

## 内 容 提 要

本书介绍了几种常用的土坝观测设备的制造、埋设、观测方法,以及观测项目,这些观测项目有:坝身固结和坝基沉降、孔隙压力、坝面位移、浸润线位置、流量和土压力,书末还附有部分仪器的制造详图。

本书可供土坝设计、施工和管理人员参考,对于高等水利院校的师生也有一定的参考价值。

## 土 坝 观 测

中国科学院 水利水电科学研究院编  
水利电力部

28318753

水利电力出版社出版(北京西便门大街二里内)

北京市书刊出版业营业登记证出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

850×1168毫米开本\*24印张\*49千字\*定价(第9类)0.45元

1960年6月北京第1版

1960年6月北京第1次印刷(0001—4,700册)

## 前 言

为了消灭水旱灾害，保证农业生产大丰收，和迅速开发水利资源，党中央号召在全国范围内立即掀起几个规模宏大的兴修水利的高潮。在这几个水利高潮中，将要建造许多壅水大坝。

建造壅水大坝需要大量器材。如果有条件就地取材，建造土坝，则可以节省许多贵重的建筑材料。土坝具有很多优点，如对地基的要求比较低；在施工机械缺乏时仍可迅速施工；抵抗地震及爆炸的性能较好；施工技术较为简易，所以近十年来，国内外所建造的土坝数量远比别种坝多。以前都误认为土坝不能造得很高，但是这已被事实所否定，目前最高的土坝已达156米。

由于土的性质比较复杂，已有的土坝设计方法还不够完善，所以设计出来的土坝，往往是偏于保守和浪费的。为了进一步改善设计方法，一方面要大力加强理论研究工作，另一方面还必须土坝实体中埋设观测设备，测得土坝的真正工作情况，为理论分析提供资料。此外，在施工期观测土坝内的孔隙压力，可以防止土坝在施工期发生坍塌。

本书介绍了几种常用的土坝观测设备的制造、埋设和观测方法，可供设计和施工单位参考。观测项目计有：坝身固结和坝基沉降、孔隙压力、坝面位移、浸润线位置、渗流量和土压力。在附录中附有部分仪器的制造详图。

本书编写匆促，疏漏不当之处在所难免，望读者多加指正。最后，希望大家都动手做观测工作，并将观测结果及时交流。

水利水电科学研究院土工研究所

一九五九年十二月

# 目 录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 一、坝身固結和坝基沉降的观测 .....          | 3  |
| I、十字式 .....                   | 3  |
| II、上字式 .....                  | 17 |
| 二、孔隙压力的观测 .....               | 20 |
| I、电阻应变仪式 .....                | 20 |
| II、水管式 .....                  | 34 |
| III、测压管式 .....                | 39 |
| 三、坝面水平变形和垂直变形的观测 .....        | 42 |
| 四、浸润綫的观测 .....                | 49 |
| 五、渗流量的观测 .....                | 53 |
| 六、土压力的观测 .....                | 57 |
| 附录                            |    |
| 一、测沉錘制造群图                     |    |
| 二、电阻应变仪式孔隙压力测头制造群图            |    |
| 三、冲击架制造群图                     |    |
| 四、电阻应变式孔隙压力测头装配和校正<br>用附件制造群图 |    |
| 五、塑料管張口架制造群图                  |    |
| 六、水管式孔隙压力观测设备制造群图             |    |

# 一、壩身固結和壩基沉降的觀測

## 1、十 字 式

### 1. 觀測目的

測定土壩壩身在施工期和完工后的实际固結情况和壩基的实际沉降值，將此值与計算結果相驗證，以改进設計方法。

### 2. 埋設的地点

在整个壩身中至少应选择二个或三个典型的觀測断面，其中应包括最大断面。如果地形比較复杂，应适当增加觀測断面的数目。在每一个断面上埋設二根或三根固結管，如图 1-1 所示。固結管应埋設在孔隙压力測头附近 3 ~ 5 米处，这样才能根据实测固結量推算孔隙压力，并与附近的实测孔隙压力相比較。

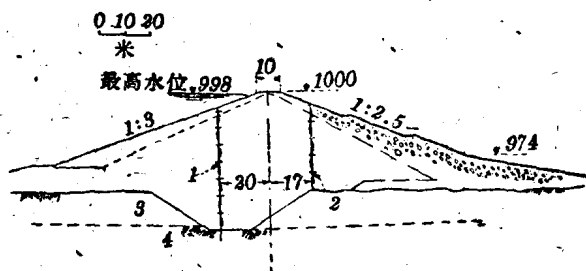


图 1-1

1—1 号固結管；2—2 号固結管；3—砂砾石；4—頁岩。

### 3. 埋設的仪器

埋設在壩体内的固結管系由管座、十字架、套管和导管所組成。各零件的装配示意图如图 1-2 所示。

#### (1) 管座

管座位于固結管底部，为 2 吋 (5 厘米) 标准鉄管，管长 1.0 米，一端用鉄板封閉，如图 1-3 所示。

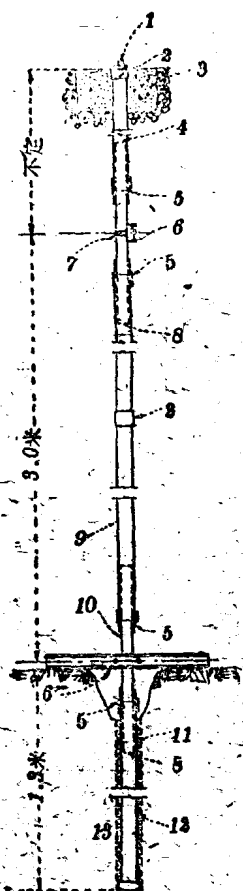


图 1-2

1—闷头；2—管壳；3—混凝土；4—导管；5—麻袋布；6—十字架；7—U形螺栓；8—施测点；9—套管；10—1½吋标准铁管；11—水泥浆；12—管座；13—直径13.5厘米钻孔。



图 1-3

1—2吋标准铁管；2—铁板封底。

### (2) 十字架

十字架位于两套管之间，系由U形螺栓将长1.2米的1½吋(4厘米)标准铁管和长1.2米的6厘米角铁正交连接而成，角铁两端焊上0.3×15×15厘米铁板两块，如图1-4所示。必须指出，铁管和角铁之间不宜用焊接，因为焊接后，不但铁管容易弯曲，而且在埋设时也较困难。

### (3) 套管

套管是2吋(5厘米)标准铁管，位于两十字架之间，套管全长2.4米，分上下两节，中间用管束连接，如图1-5所示。

### (4) 导管

导管位于顶部，为2吋(5厘米)标准铁管，长度不定，顶端装有管束和闷头各一个，如图1-6所示。

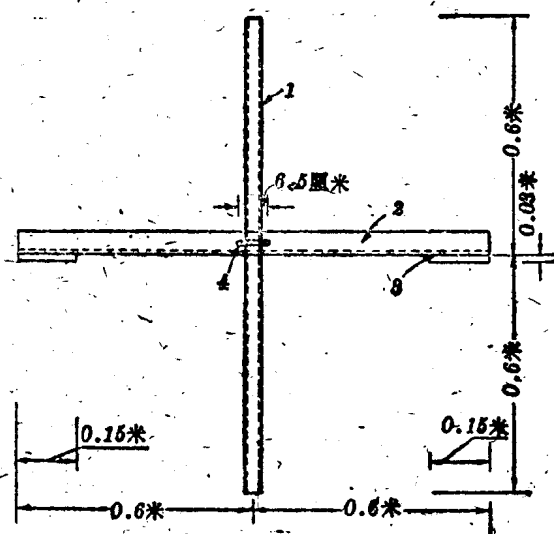


图 1-4

1—1 吋标准铁管；2—6 厘米角铁；3—电焊；4—U 形螺栓。

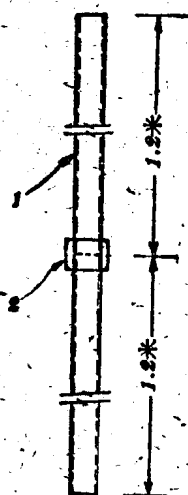


图 1-5

1—2 吋标准铁管；2—管束。

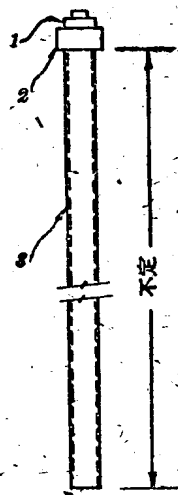


图 1-6

1—圆头；2—管束；3—2 吋标准铁管。

#### 4. 定出固結管的位置

在堤岸上設立永久性測量標點，用經緯儀測出并記錄固結管的位置。

#### 5. 測量的儀器和施測的方法

觀測用的儀器有兩種，施測方法也各不相同。

##### (1) 測沉錘

測沉錘是一根長31.4厘米、直徑3.5厘米的銅制圓筒，內裝彈簧翼片，翼片張開時可以伸出筒壁外，如圖1-7所示。測沉錘

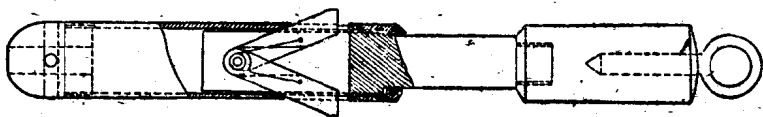


圖 1-7

的製造詳圖示于附錄一中。在使用時，將測沉錘系在鋼卷尺上，徐徐放入固結管中，每通過一節1吋細管進入2吋粗管時，彈簧片即張開，此時，將鋼卷尺向土一拉，彈簧片即卡住在細管下口處，這樣就可測出其高程，如圖1-8所示。如此自上而下，可以測出每節細管下口之高程。當測沉錘碰到管底時，錘外的護圈隨之上托，使彈簧翼片收縮起來，如圖1-9所示，這樣測沉錘就可順利地從固結管中提出。如果測沉錘碰到管底後發生故障，翼片無法收縮，則可利用一根60厘米長的1吋(1厘米)標準鐵管，系在繩子上，將它沿着鋼卷尺的旁邊吊到固結管底，錘擊測沉錘，使翼片收縮，這樣就能將測沉錘從固結管中提出。

##### (2) 測沉棒

測沉棒是個長5厘米、寬1厘米、厚約5毫米的鐵板。在鐵板的中心和一端各開一小孔，如圖1-10所示。在施測時，將測沉棒的中心小孔和鋼圈尺的頂端相連接，并在測沉棒的另一小孔中系一繩索，然後將測沉棒徐徐吊入固結管中，如圖1-11所示。當測沉棒由細管進入粗管時，同時拉動鋼卷尺和繩索，測沉棒就卡住在細管下口處，如圖1-12所示，于是就可以測記其高程。

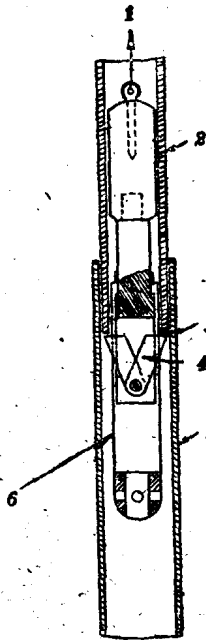


图 1-8

1—拉紧钢卷尺；2—1吋标准铁管；  
3—施测点；4—翼片；5—2吋标准铁  
管；6—护圈。

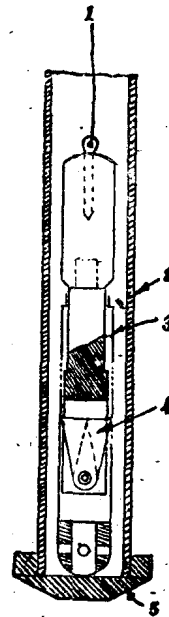
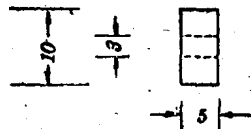
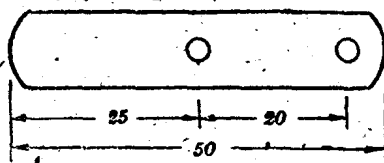


图 1-9

1—放松钢卷尺；2—管座；3—护  
圈；4—翼片；5—底板。



单位：毫米

图 1-10

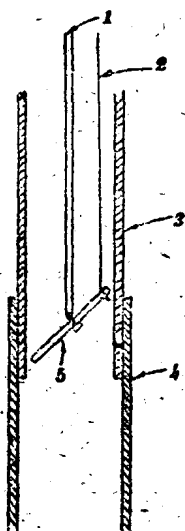


图 1-11

1—鋼卷尺；2—繩索；3—1½吋標準鐵管；4—套管；5—測沉棒。

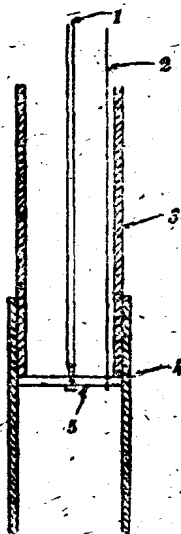


图 1-12

1—鋼卷尺；2—繩索；3—1½吋標準鐵管；4—套管；5—測沉棒。

## 6. 固結管的埋設

固結管應隨着填土的升高逐級埋設。埋設的方法視土填的施工方法而定。在輾壓式土填上，運行的輾壓機械很多，埋設的十字架，應低於填面30厘米；埋設的套管至少應和填土面平齊，以免固結管受到碰撞或影響施工進展。在水中填土填上，機械設備較少，為了埋設方便起見，埋設的固結管允許露出填面。

### (1) 在輾壓式土填中，固結管的埋設方法

1) 管座的埋設 在地基表面鑽一直徑13.5厘米、深1.3米的鉆孔。把管座埋入鉆孔內，管頂蓋上管蓋，如圖 1-13 所示。將管座扶直，并在管座四周灌注水泥漿。

2) 十字架的埋設 當填土表面超過2吋粗管的管頂0.9米時，按下述步驟埋設十字架。

a) 用經緯儀定出固結管的埋設位置。

b) 在埋設地點開挖一土坑，坑深0.6米，坑底高出2吋粗管

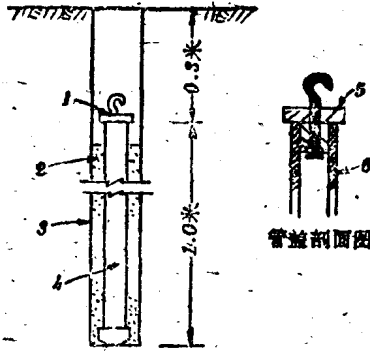


图 1-13

1—管蓋；2—水泥漿；3—直徑13.5厘米鑽孔；4—管座；5—木塞；  
6—鐵管。

0.3 米，坑底面积为  $1.2 \times 0.8$  米，如图 1-14 所示。

c) 在坑底中心再向下挖深 0.4 米，小坑的面积为  $0.5 \times 0.5$  米，如图 1-14 所示。

d) 小心地将粗管上的管盖拿掉，勿让土块掉入管内。

e) 松开十字架上的 U 形螺栓，将角铁提升到离开管顶 0.2 米，再旋紧 U 形螺栓。

f) 将十字架放入坑内，十字架的细管套入 2 吋粗管内，如图 1-14 所示。

g) 在接缝处裹上麻袋布，麻袋布应和粗管扎紧，但不应和细管扎得太紧，以便使麻袋布和细管之间发生错动。麻袋布外涂上柏油防腐。在管顶装上管盖。

h) 用水平尺将十字架校正到铅垂，然后在土坑内回填填料，填土的含水量和容重应和周围填土的相仿。

i) 当填土面高出十字架的管顶 0.7 米时，用经纬仪定出固结管的位置。

j) 开挖一土坑，深 0.5 米，坑底面积  $0.6 \times 1.0$  米，再在坑底

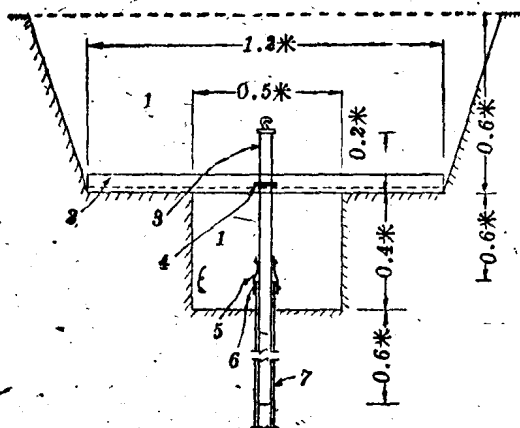


图 1-14

1—回填土料；2—角铁；3—1½吋标准铁管；4—U形螺栓；5—麻袋布；  
6—铅丝；7—2吋标准铁管。

向下挖深0.4米，小坑的面积为 $0.5 \times 0.5$ 米，如图1-15所示。松开U形螺栓，将细管拉高0.4米，再旋紧螺栓。松开螺栓时应十分小心，勿让1½吋细管落下。

b) 拿掉管盖，用水平仪测得十字架管顶的高程，并用测沉锤测得细管下口的高程，这就是十字架的原始高程。

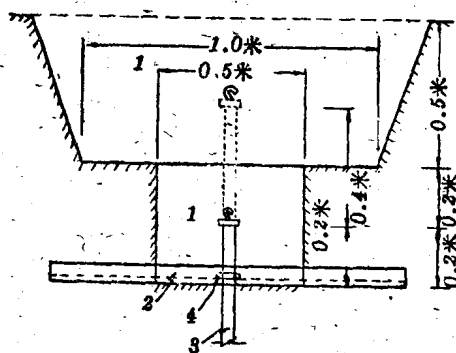


图 1-15

1—回填土料；2—角铁；3—1½吋标准铁管；4—U形螺栓。

1) 装上管盖, 继续填土, 并测定填土的容重、含水量和比重。

3) 套管的埋设 当填土面高出十字架的管顶0.9米时, 开始埋设套管。

a) 用经纬仪定出固结管的位置。开挖一土坑, 坑深0.9米, 坑底面积 $0.6 \times 1.0$ 米, 再在坑底向下挖深0.4米, 小坑的面积为 $0.5 \times 0.5$ 米, 如图1-16所示。

b) 小心拔掉管盖, 将套管的下节套在细管外面, 套进0.3米, 如图1-16所示。

c) 在接缝处扎上麻袋布, 麻袋布和粗管扎紧, 麻袋布和细管之间能错动。麻袋布外涂柏油。

d) 在管顶装上管盖, 并用水平尺将套管校正到铅垂方向, 然后将土坑回填。

e) 当填土面高出套管的下节的顶端1.2米时, 在固结管的埋

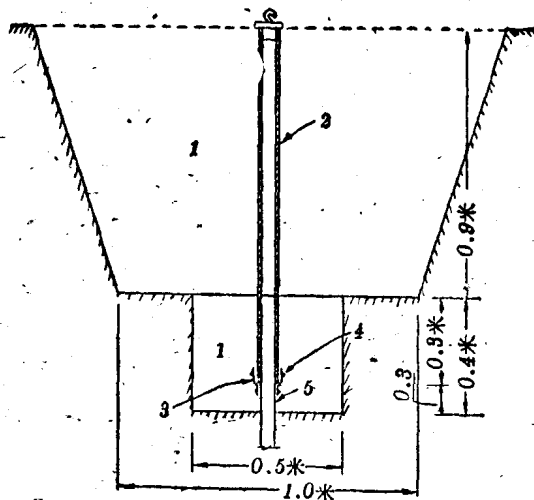


图 1-16

1—回填土料; 2—套管的下节; 3—麻袋布; 4—铅丝; 5—细管。

設地点开挖一土坑，坑深0.8米，坑底面积 $0.6 \times 1.0$ 米，如图1-17所示。

f) 再在坑底向下挖深0.4米，小坑的面积 $0.5 \times 0.5$ 米，如图1-17所示。

g) 拔掉管盖，用管束将上下两节套管连接起来。上下两节套管之间不准留有縫隙。

h) 在套管頂端装上管盖。将土坑回填，并测得填土的容重、

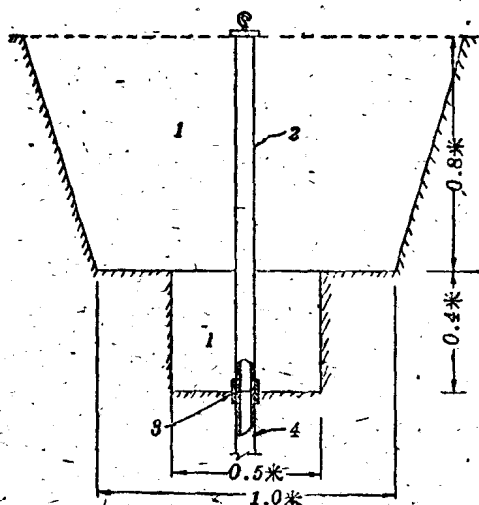


图 1-17

1—回填土料；2—套管的上节；3—管束；4—套管的下节。

含水量和比重。

6) 埋設第二个十字架，上下两十字架的角鉄应錯开 $90^\circ$ ，如图1-2所示。

4) 导管的埋設 接近填面的最高一节套管就叫做导管。导管的埋設方法与套管的埋設方法完全一样，唯在管頂装上一个管束和閘头，并在管頂周圍挖一直徑为0.4米，深0.4米的圓孔，內注混凝土，如图1-18所示。

## (2) 在水中填土填中，固結管的埋設方法

1) 管座的埋設 和上述一、I、6、(1)、1) 相同，唯当钻孔被回填到与管頂平齐时，在管頂直立一定位标尺，尺上有刻度，再行填土。当鉄管被埋入土中后，可以凭标尺确定固結管的位置和确定管頂离填土表面的距离，不必用經緯仪定位。如果标尺失落，則必須用經緯仪来寻找固結管的地点。

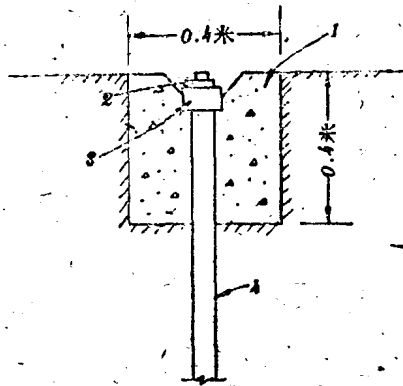


图 1-18

1—混凝土；2—閘头；3—管束；4—导管。

2) 十字架的埋設 当填土表面超过管頂 0.9 米时，按下述步骤埋設十字架。

a) 在标尺周圍挖一土坑，深 0.6 米，坑底高出 2 吋粗管的頂端 0.3 米。坑底面积为  $1.2 \times 0.8$  米，如图 1-19 所示。

b) 在坑底中心再向下挖深 0.4 米，小坑的面积为  $0.5 \times 0.5$  米，如图 1-19 所示。

c) 小心将管盖拿掉，勿让土块落入管内。

d) 将十字架放入坑内，十字架的細管套在 2 吋粗管内，如图 1-19 所示。

e) 在接縫处裹上麻袋布，并用鉛絲扎紧，麻袋布外涂柏油防腐。

f) 用水平尺将十字架校正到鉛垂，然后将土坑回填，并测得回填土的容重、含水量和比重，它們应和周圍填土的相仿。

g) 用水平仪测得十字架管頂的高程，并用测沉錘测得細管下口处的高程，这就是十字架的原始高程。

h) 盖土管盖，并在管頂安置定位标尺，繼續填土。

3) 套管的埋設 当填土面高出十字架頂端 0.6 米时，开始埋設套管。

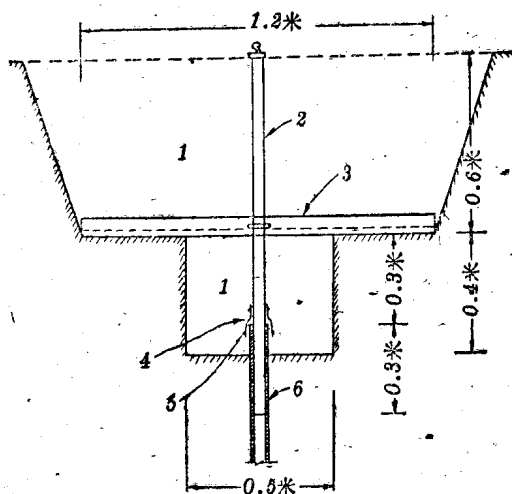


图 1-19

1—回填土料；2—1½吋标准铁管；3—6 厘米角铁；4—麻袋布；  
5—铅丝；6—套管。

a) 沿着定位标尺开挖一土坑，坑深0.6米，坑底面积 $0.8 \times 1.0$ 米，坑底与十字架管顶平齐，如图1-20所示。

b) 在坑底中心，沿着细管再挖深0.4米，小坑面积为 $0.5 \times 0.5$ 米，如图1-20所示。

c) 拔除管盖，将2吋套管套在细管外，套进0.3米，如图1-20所示。

d) 在接缝处扎上麻袋布，麻袋布外涂柏油。

e) 用水平尺将套管校正到铅垂，并将管盖盖在管顶上。

f) 小心将土坑回填，并测得回填土的容重、含水量和比重，它们应与周围的填土相仿。在回填过程中，应将套管扶住，防止套管下沉。

g) 当填土面与套管顶平齐时，安置定位标尺，再行填土。

h) 当填土面高出套管0.9米时，按照上述尺寸开挖一个大坑和一个小坑，如图1-21所示。