

225070

基本馆藏

夫凡編著

# 小型水庫施工技术

科学技术出版社

518  
1057

518  
1057

518  
1057

## 前 言

小型水庫工程的目的就是在山溝內攔蓄地表徑流。這項工程有一定的技術性，尤其是施工，如果做得質量差，便很容易招致失敗。

為了適應當前大力發展水利工程的需要，特將鄰省及我省對於小型水庫的施工組織及技術經驗，系統地編成這一本小冊子，同時也吸取了一些蘇聯的先進經驗，以供小型水庫的施工技術人員作為參考。

這本小冊子的內容，雖以施工為主，但為了普及農田水利的一般基本知識，為了更好地保證工程的質量，也介紹一些有關定型設計方面的資料；至於施工技術則着重於羣眾能接受的方法，僅在某些方面，插入了先進技術，使從事施工的技術人員，可在實踐中進一步提高。

由於著者經驗不足，有好些內容恐還不能滿足各地區的需，此外錯誤挂漏的地方一定也不少，希望同志們多提意見，以便修正。

丁夫凡

1958年6月

于安徽省水利幹部學校

大

引

加

的

該

坡

督。

（

毛

目

精

下

。

寬

入

沿

意

灌

處

57

# 目 錄

## 前言

|              |    |
|--------------|----|
| 一、工地組織       | 4  |
| 1. 搭蓋临时房屋    | 4  |
| 2. 露天場地上堆放材料 | 5  |
| 3. 道路和運輸工具   | 5  |
| 4. 施工程序的安排   | 7  |
| 5. 筑壩土料的調查   | 8  |
| 二、定綫工作       | 11 |
| 1. 土壩的定綫     | 11 |
| 2. 放水涵洞的定綫   | 14 |
| 3. 溢洪道的定綫    | 17 |
| 4. 臥管的定綫     | 18 |
| 三、基礎處理       | 18 |
| 1. 土壩的基礎處理   | 18 |
| 2. 涵洞的基礎處理   | 21 |
| 3. 泉眼及鑽探孔的處理 | 22 |
| 4. 基地改良      | 23 |
| 四、施工排水       | 24 |
| 1. 壩身留缺口排水   | 24 |
| 2. 临时擋水壩     | 25 |
| 3. 基槽的排水     | 26 |
| 4. 基坑的排水     | 26 |
| 五、放水涵洞的建造    | 27 |
| 1. 开挖基坑      | 27 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| 2. 截水牆、閘牆、蓋板····· | 28 |
| 3. 护坦和护坡·····     | 31 |
| 4. 还土·····        | 32 |
| 5. 石工一般守則·····    | 33 |
| 6. 砂漿的拌和法·····    | 34 |
| 六、土壩的填筑与压实·····   | 34 |
| 1. 筑壩土料的选择·····   | 34 |
| 2. 取土場的勘定·····    | 35 |
| 3. 土料含水量·····     | 38 |
| 4. 土料的开挖·····     | 39 |
| 5. 运土方法·····      | 41 |
| 6. 土料的填筑与压实·····  | 43 |
| 7. 截水牆与心牆的填筑····· | 46 |
| 8. 施工进度的掌握·····   | 48 |
| 七、溢洪道的开挖与砌护·····  | 49 |
| 八、臥管的建造·····      | 50 |
| 九、倒濾层的鋪砌·····     | 52 |
| 十、壩坡的砌护·····      | 54 |
| 十一、檢查和补修·····     | 55 |

## 一 工地組織

小型水庫的施工地点都是在山溪、谷地，或狹窄的山峽里。要在这样不大的工作面上，修建許多建築物，施工是相当困难的，必須創造条件，尽量利用有限的空間，才能有条不紊如期完成，因此小型水庫的工地組織，確有一定的特点。

### 1. 搭盖临时房屋

小型水庫施工，必須尽量節約經費，如果能利用工地附近現有房屋作为堆放材料的庫房或工人宿舍及办公室自然最好，但适合做小型水庫的地点，往往缺乏房屋或虽有而并不合用，所以或多或少要搭盖一些临时的房屋。

小型水庫是短期的工程，只須搭盖一些临时性的房屋，故不妨采用蘆席工棚或木板房屋的形式。蘆席工棚完全用竹材和蘆席搭盖起来，它的形式可参考图1。

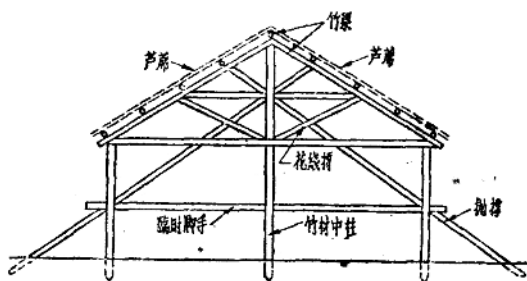


图1 竹材蘆席工棚簡图

工棚，应建立在地位較高，有寬广場地，上下工便利，給

水容易取得的地方，并应尽可能的集中在一处，以便管理。貯藏貴重材料，半制成品，仪器，設備用的工棚，要能防止雨雪侵入，屋面鋪盖的蘆席要严密，最好鋪双层中夾油紙或加盖1公寸厚的稻草面。

貯存木料，鋼筋等的房屋，仅为防止雨雪直接作用，可搭盖敞棚，有屋頂即可。搭盖工棚的面积，应經過精細的計算，属于办公及住宿用的，每人需2平方公尺；属于民工住宿的每人需1.4平方公尺，存放水泥24袋需1平方公尺（按堆高12袋計）。在計算面积时，还必须考虑能存放同时到达的最大数量。

## 2. 露天場地上堆放材料

不須防止天气影响的材料，如石料，砂，石灰膏等体积較大的物品，可堆放在露天場地上。堆放时要考虑下面几个問題：

(1) 堆放的次序，要尽量使搬运方便，先用的要放近，后用的可較远。如首先开工的放水涵洞所用的石料，砂等就应放在接近壩基范围的最前綫。

(2) 材料的堆放，不能过高过挤，要照顾收发方便。一般块石堆放的高度不超过1公尺，砂堆也在1公尺左右。已加工或待加工的石料，要單行堆放。貯藏石灰的窖子不超过1公尺深。材料堆間要留行人道路。

(3) 为了使卸货方便，砂与碎石的堆放，可以利用地形陡直的斜坡，如图2。如系砂堆，应在陡坡下面，設置擋板，或用块石圍砌，以防雨水冲走。

## 3. 道路和运输工具

小型水庫工地的运输道路，主要是用来运输筑壩土料，使

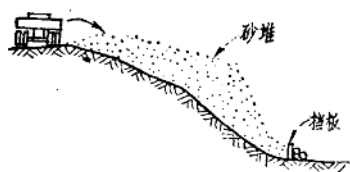


图 2 利用陡坡堆放砂石

置垫路板，裝載容量不大，爬坡很費力，所以采用得不很多。

(1) 运输量和运输工具数量的确定：运输量是在一定时间内，沿某一条路所运出的及收到的物料总量，为了确定在施工期间运输土料所需要的工具总数，首先就要计算运输量，也就是计算在某单位时间内(通常以一晝夜計算)的最大运输量。其值可从下式求得：

$$Q = \frac{Q_0 K}{T} \quad \text{公吨/24小时}$$

式中  $Q_0$ ——整个施工期间的运输量 以公吨計；

$T$  ——計算时规定的天数；

$K$  ——不平衡系数，即最大的日运输量与平均日运输量的比值，其值約变动于 1.1~1.7 之間；

$Q$  ——每单位时间(一晝夜)内的最大运输量。

从上式算得运输量后，根据选用的运输工具及該工具在一晝夜間的运输量，即可算出需要的工具数量：

$$N = \frac{Q}{q}$$

式中  $N$ ——工具数量；

$q$ ——每一工具在一晝夜的运输量。

(2) 道路的修建：为了适应各种不同的运输工具，就要修建各种不同的道路。

土路：路基用土筑成，路面系在天然土壤中，掺入不易磨損的砂礫。路面的做法系將土挖松15公分，掺入砂或礫石10公分，与松土拌和夯实即可。路面寬度2~3公尺。这种路面可适应膠輪板車及短时期內汽車的行驶。

礫石路：采用大小不同粒徑的礫石（直徑最大可达6公分）混合筑成，在礫石中也可以加入砂粘土，輾压平实。礫石路面的厚度5~10公分，寬3公尺。这种路面可适应較長期間的汽車行驶。

#### 4. 施工程序的安排

小型水庫工地狹窄，施工期間短促，經歷一冬一春就要完成。在这有限的空間与時間內，要完成多种比較复杂的工程，必須避免浪工，窩工，返工等現象。因此根据工地具体情况，来妥善作好施工步驟的安排和施工进度計劃的編訂，是最重要的事。

##### (1) 施工进行步驟：

(一)开工的第一件事，就是定綫放样（方法詳下节）。接着放样后，便开始清理壩基和作基础的必要处理。

(二)壩基清理完成后，即开挖并砌筑涵洞部位下的截水牆。搶先建造涵洞，解决施工期間的导流問題，并使工地寬敞起来，將來进行壩身填土全面施工时，可以减少拥挤現象。

(三)与建造涵洞的同时，要进行开挖全部隔水牆的基槽，挖到不透水层为止，随即用不透水土料，把隔水牆填筑起来。

(四)放水涵洞完成，隔水牆也做出地面，即沿壩的背水坡脚，鋪筑倒濾设备（如系斜向倒濾层的可俟壩身完成后再做）。同时增加民工，进行壩身的填筑。如壩內有心牆，則接着地面下的隔水牆，应与填筑壩身同时填筑心牆。填筑壩身的次序，是先从低窪处开始，逐层水平加高，直至壩頂。

(五)溢洪道的开挖，看情况决定。如挖在土質山坡上，則俟壩筑到相当高度时即进行开挖，利用挖方筑壩。如溢洪道必須开凿岩石。这些石料又可用来建造涵洞，則应提早开挖。就是凿出的岩石不能用，也要在土壩未全面开工以前，凿眼开炮；否則会影响工地民工的安全，也妨碍土工进度。

为了保障土壩的安全，在壩高筑到与溢洪道頂相平时，溢洪道一定要完成。如遇洪水来时，可以在壩頂上加筑子壩。使洪水从溢洪道外泄。

(六)采用分級臥管式的放水設備，在土壩完成后即可建造臥管，砌在山坡上的臥管，也可以与土壩同时进行，但不能与放水涵洞銜接起来，阻碍施工排水。可俟土壩完成后，再將臥管与涵洞砌筑联結一起。

(七)小型水庫最后一步工作，就是整修壩坡，鋪植背水坡草皮，临水坡則須待土壩經過一个沉陷时期后，才能鋪砌块石。

## (2)施工进度计划的編訂：

根据工地的具体情况，参考上述施工步骤，就可編訂施工进度计划。在編訂时，应使各項工程能互相配合施工，做到合乎平行快速作业法的要求。

施工进度表，为工程进行的指标，材料供应，人力配备，都要依这个指标来决定。每期工程有每期工程的进度表，每件工程有每件工程的进度表，都要很細致的制訂。表1是某小型水庫的施工计划进度表，可供参考。

## 5. 筑壩土料的調查

小型水庫的主体就是土壩，筑壩的土料往往需要很大的數量。对于土料的选择与土料蘊藏量，以及取土場等都要在开工前作好精確的調查。这个工作关系土壩的造价与安全，也是整

表 1 某小型水庫工程施工进度表

| 工 程 项 目 |       | 1957年 |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    | 1958年 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|-------|-------|----|----|----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|         |       | 10月   |    |    |    | 11月 |    |    |    | 12月 |    |    |    | 1月    |    |    |    | 2月 |    |    |    | 3月 |    |    |    |
|         |       | 上旬    | 中旬 | 下旬 | 全月 | 上旬  | 中旬 | 下旬 | 全月 | 上旬  | 中旬 | 下旬 | 全月 | 上旬    | 中旬 | 下旬 | 全月 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 全月 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 全月 |
| 第一期     | 工地布置  |       |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 定线清基  |       |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 建造涵洞  |       |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 鋪反滤层  |       |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 第二期     | 填筑坝身坊 |       |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 填筑坝身坊 |       |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 开挖溢洪道 |       |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 建造即管  |       |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 整修坝坡  |       |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         |       |       |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

个工程成败所系，决不能等待开工后，仓皇失措去調查，甚至无法完成任务。

(一)关于土料数量的調查，究竟要比設計数量增加多少，才能避免浪费及影响施工质量，应根据以下几个原則考虑：

(1) 自然虚土体积，经过压实后，体积要紧縮。如填方是1公方，則調查土料应为1.01~1.05公方。

(2) 在取土場里，由于道路的占用及运输的损失，对总土方数要增加5~10%。

(3) 在备料时所堆的土牛，也要占用取土場，一部分面积不能开挖，則总土方又要增加10%左右。

(4) 为考虑施工的特別需要，还要儲备必要数量的后备土料。应增加总土方数多少，可根据具体情况来决定。

壩高在10公尺以下的小型水庫或土方数量在5万立方公尺以內的土壩，一般調查总土方数量比設計土方数量增加15%即可夠用。

在調查土方数量时，取土坑的深度一般按3公尺計算，如在庫內取土，只能按2公尺計算。

(二)取土場的位置：

(1) 取土場的高程：在上游低窪地方，不能設置过多的取土場，防止庫內蓄水不能外泄時土料無法取出。施工取土的程序，應先用上游低窪地方的取土場。如低窪地方的取土場，易受地下水的浸濕，排水困難，在施工時又不能盡先取用，則不宜設置。

(2) 在上游庫底取土：水庫上游的庫底，一般是不宜設置取土場的。因為要防止上面的不透水層被挖掉，使下面透水層暴露，增加水庫的漏水量。如果非在上游取土不可，則挖土深度，最好按不透水層與透水層的相互位置與厚度來決定。不透水層須留下1.5~2.0公尺不被取用，以防滲漏。在取土區都要施鑽較深的鑽孔，才能決定不透水層的厚度。

### (三) 土料的識別與土樣的處理：

#### (1) 土料的識別方法：

搓條法——取土樣一小塊，打碎，摻水（30%）調勻，先搓成直徑1公分的小圓球，再放在平板上用手搓成土條。若能搓成直徑小於1公厘而不折斷的土條，即是粘土，搓成1~3公厘的為壤土，若只能搓成大於3公厘的為砂壤土，無粘性搓不成土條的為砂土。

泥球法——把上述方法搓成的小球，放到盛有清水的玻璃杯中，若經過半小時土球開始擴散的為砂壤土，1~2小時開始擴散的為中壤土，2~4小時開始擴散的為粘壤土，若一天以上才開始擴散的為粘土。

檢驗法——在自然含水量時能搓成5公厘的土條，不覺刺手，用刀切開，切面發光，乾燥後不易拉斷的為粘土，可搓成10公厘的土條稍覺刺手，乾燥後有較大的抗拉強度的為壤土，僅能搓成很粗的土條，感覺有很多的砂粒，但輕輕壓一下就松散，乾燥後很松的為砂壤土；顆粒很松散，搓不成條的為砂土。

#### (2) 土樣的處理：

为了以后检查筑坝土料的质量，在调查取土场时要留取土样。扰动土样，最好是风干后装入布袋，不扰动土样须密封在铁筒内。每个土样要编号，以便查对，因此编号要有次序，不能重复混乱。

## 二 定线工作

小型水库的主要建筑物为土坝，附属建筑物有放水涵洞、卧管及溢洪道，示意图如图3，具体布置将视当地地形而定。其定线方法分别说明于下：

### 1. 土坝的定线

土坝是横在窪地、深谷或河道上修筑的，往往很容易变形，

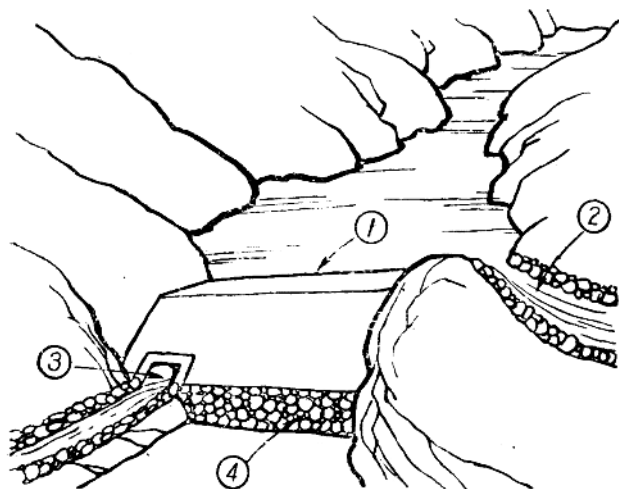


图3 小型水库示意图

①土坝 ②溢洪道 ③放水涵洞 ④过滤设备

因此定綫工作比筑堤复杂得多，要很細致的进行，才能合乎設計的要求。

(一)有工地平面图(壩址平面图，要1:500的比例尺)，与土壩所經過窄谷的縱横断面图，以及土壩各个基点上的設計断面图，可先进行紙上定綫，然后移到地面上去。

紙上定綫：在紙上以1:100的比例尺，画出土壩的軸綫，在軸綫上定出土壩各个基点的位置，自樁号0+000起，繪出全部横断面图上的各点，然后自壩軸綫的兩边，繪出壩頂綫与軸綫相平行，繪出壩脚綫，有了軸綫，壩頂綫与壩脚綫即構成整个土壩的平面图，如图4。

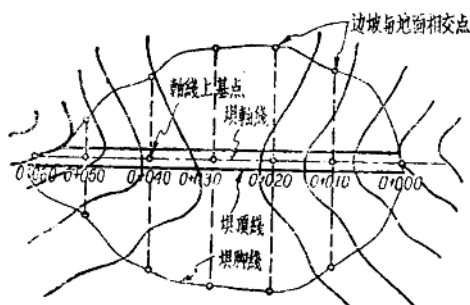


图4 紙上定綫

实地定綫：有了紙上定綫就可以移到地面上去定綫，壩軸綫要延長到壩身范围以外，在地面上树立能永久保存的标志(最好是水泥樁或大木樁)。壩軸綫位置定好后，依据壩址平面图上的控制点把軸綫上的起点樁0+000放到地面上去(用小平板，或經緯仪进行)，然后依次定下其他的樁。定每一个樁号到边坡与地面交点的距离时，先用小平板或經緯仪測出与壩軸成垂直的綫，再用水准仪皮卷尺量出水平距离。量好后即訂上边坡樁，用石灰綫連結各边坡樁即可得出土壩在地面上的輪廓。

(二)如果沒有土壩軸綫的縱橫断面圖，或地形很复杂，为簡化在紙上定綫又移到地面上去的繁复手續，可根据平面图把軸綫在實地上確定后，用水准仪按5~10公尺，測出軸綫的縱断面，算出軸綫上各樁号的填土高，即可在地面上直接定出边坡綫。

a. 用水平器、木尺杆和边坡样板法：此种定綫的原理，是使所量得的水平距离，与公式計算出来的距离即  $L = \frac{b}{2} + m \cdot H$

( $b$ =壩頂寬； $m$ =边坡比例； $H$ =填土高) 相等即可；但实际上因为地形起伏不平，无法使量得的距离与計算所得的距离恰相等，因此必須借助与土壩边坡相同的边坡样板，來確定边坡与地面交点的位置。

在橫坡的下方：將木尺杆放上水平器，使一端在中心樁O点，沿与軸綫垂直方向，水平后，則  $L = \frac{b}{2} + m \cdot H$  处为与壩

坡綫的交点。如木尺杆的長度不夠，可向下再量一次得  $L = \frac{b}{2}$

$+ m(H + h_1)$ ，即可在这一点上置边坡样板，移动与地面接触，即得边坡与地面的交点，打下边坡樁，如图5。

在橫坡的上方：

將木尺杆水平器移到橫坡的上方，將木尺杆的一端与地面相接，水平后，其另一端悬空在中心樁O点上，并量得其高度为  $h_1$ 。

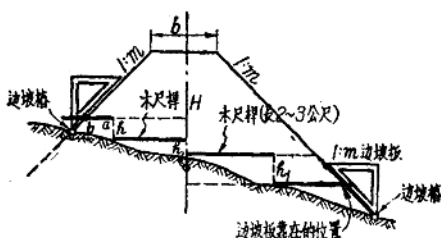


图5 木尺杆水平器定綫法

如算得結果  $L = \frac{b}{2} + m(H-h_1)$  比木尺杆大，則應向上再量一次，唯所算得的長度，都在壩的边坡延長綫上相交，延長綫在地面下，不能利用样板找出边坡樁，應再量一次（可取一任意高  $h$ ）算出  $ab = \frac{b}{2} + m(H-h_1-h) - (\text{尺杆長})$ ，即在  $b$  点处靠上样板，移动与地面接触即边坡樁处。

b. 用水平器、竹竿和边坡样板法：此种定綫的原理与上相同，只是不用木尺杆改用竹竿，以繩子来拉出边坡与地面的交点。这个方法在任何地形均能适用，計算时也不会发生錯誤。

在横坡的下方：以皮卷尺，自中心樁起，量一水平距离  $L = \frac{b}{2} + m \cdot H$ ，則  $L$  長处的一点在土壩的边坡綫上，即在此点向地面垂直插一竹竿，用繩子拉一  $1:m$  的坡度，則繩子与地面的交点，即土壩边坡与地面的交点，訂下边坡樁。

在横坡的上方：在垂直中心樁上，量一任意高度  $n$ ，即从  $h$  高度处量一水平距离  $L = \frac{b}{2} + m(H-h)$ ，如果实际距地面長

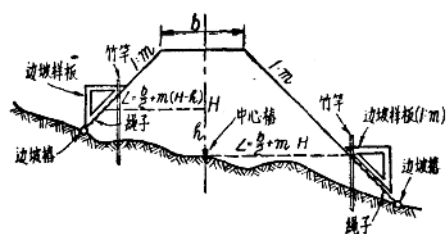


图 6 竹竿边坡样板定綫法

度小于  $L$ ，則  $h$  取小了，应再取大些。此  $L$  長度处的一点，即土壩边坡上的一点，同上法插一竹竿，用繩子拉一坡度  $1:m$ ，則繩子与地面的交点即边坡樁处，如图6。

## 2. 放水涵洞的定綫

放水涵洞是在平地上定綫，可采用直接定綫法。在地面上

定出它的縱橫中心綫、洞身、翼牆及消力池、护坦等各部位的控制点和控制綫。洞身各部位的高程，則須另設水准基点来控制，其进行步驟和方法如下：

(一)繪制挖基平面图，放水涵洞的設計平面图，可能是复杂的几何形狀，对于开挖基坑的界限，应按涵洞的大致輪廓，把它定成多边形，这样可以便利施工，也节省土方。

(二)根据設計图上的控制点，把涵洞的縱橫中心綫，先放在地面上，其他各部位的控制点和綫，都依縱橫中心綫的交点为根据，即从中点起，沿着中心綫向左右量出各控制点。

(三)用十字架或以皮卷尺拉直角三角形（兩边 3 公尺，4 公尺，弦 5 公尺），自中心綫上各控制点定出垂直綫，沿垂直綫按各部位設計尺寸打下木樁，即把涵洞的輪廓放在地面上。为了校正打下的木樁位置是否正確，在定綫后找出左右相对的 4 个点，量一下对角綫，看是否一样長，否則定綫即有錯誤，应加以糾正。

(四)由于地面上所打的控制樁，都是临时性的，在开工挖基时，就被完全除掉，因此在离开基坑边缘 3~5 公尺的地方，要打輔助主樁和龙門板，把涵洞的輪廓設法标志在輔助樁和龙門板上，在施工时即根据这些标志，正确的把涵洞建造起来。

龙門板的式样如图 7，它的做法是在入土 0.5~1.0 公尺深的木樁柱子上釘上木板条子，板条的上緣水平，涵洞各部位的界限，即刻画在木板上（或釘鉄釘）。在施工时可沿刻画拉上鉄絲繩子，在繩子兩头加上重錘，使繩子拉紧，从各繩子的交叉点上，吊垂球，即可正確得出涵洞各部分的位置。

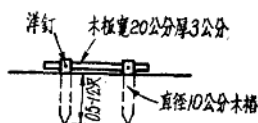


图 7 龙門板

(五)把涵洞各部分的位置，刻画在龙門板上后，再按基坑

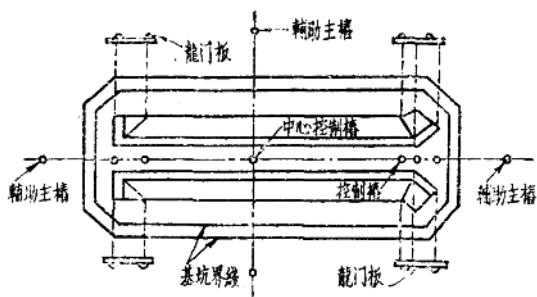


图 8 放水涵洞定线示意图

平面图，定出基坑的边缘。龙门板离开基坑边线的距离，主要以不妨碍挖方出土，和堆放材料需要的地位为度。

龙门板可以紧贴地面，在施工期间，应绝对固定不能移动，否则就无法校正涵洞各部分的位置。涵洞各部分高程的定位，也可利用龙门板的木柱子作为临时水准点，不过在使用过程中要常常与附近的永久水准点进行校正。

(六)如洞身系埋放涵管，对涵管的高度和坡度，必须精确的掌握，其定线方法如下：

在溝槽的兩側，各釘短木樁，用木板条橫釘在上面，以水准仪测出此木板条的高程后，即可标出該处应挖的深度，或管頂至板側面某点的高度，以便控制安設管道的位置和高程，如图 9 所示。

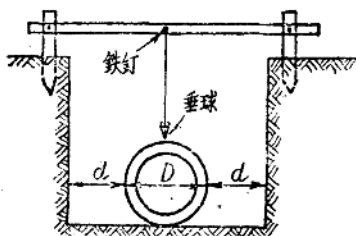


图 9 涵管高度定线

按照每段涵管的设计高程，定好位置后，还要检查埋放涵管的坡度是否正确。其法用丁字板观测，即于溝槽埋放涵管的兩端，設立兩