

上海农业生产基本知识学习资料

第 3 种

# 农田水利

赵 承 建 著

科学技术出版社

# 目 錄

|                      |    |
|----------------------|----|
| 一、水利和农业生产的关系.....    | 3  |
| 1. 植物成長和水的关系.....    | 3  |
| 2. 过量的水对植物的危害.....   | 3  |
| 3. 农田水利工作和地区的关系..... | 4  |
| 4. 农田水利工作和季节的关系..... | 6  |
| 二、农田排水.....          | 7  |
| 1. 排水溝.....          | 7  |
| 2. 机具排水.....         | 11 |
| 三、防汛工程.....          | 13 |
| 1. 土堤.....           | 13 |
| 2. 护坡.....           | 17 |
| 3. 拋石.....           | 17 |
| 4. 丁壩.....           | 18 |
| 5. 堤防养护.....         | 18 |
| 6. 涵閘.....           | 22 |
| 7. 搶險措施.....         | 24 |
| 四、农田灌溉.....          | 26 |
| 1. 灌溉原則.....         | 26 |
| 2. 灌溉方法.....         | 27 |
| 3. 灌溉种类.....         | 35 |
| 4. 渠道及渠道建筑物.....     | 36 |
| 5. 灌溉注意事項.....       | 42 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 五、提水机具 .....         | 43 |
| 1. 戽斗 .....          | 44 |
| 2. 龙骨水車 .....        | 44 |
| 4. 抽水機 .....         | 44 |
| 六、疏河工程 .....         | 45 |
| 1. 測量設計 .....        | 64 |
| 2. 施工 .....          | 47 |
| 3. 拆壩 .....          | 55 |
| 七、水准測量 .....         | 56 |
| 八、計算土方 .....         | 60 |
| 1. 計算中心高 .....       | 60 |
| 2. 計算面积 .....        | 60 |
| 3. 計算体积 .....        | 60 |
| 九、小型水工結構的施工 .....    | 61 |
| 1. 开挖基础 .....        | 62 |
| 2. 打樁 .....          | 62 |
| 3. 混凝土工程 .....       | 64 |
| 4. 砌磚 .....          | 66 |
| 5. 砌石 .....          | 66 |
| 6. 灰漿 .....          | 67 |
| 7. 木結構（包括防腐工作） ..... | 68 |
| 十、几种习用單位的換算 .....    | 70 |

## 一 水利和農業生產的關係

1. 植物成長和水的關係 土壤里的水，溶解了無機物，再和土壤里面空氣所含的細菌接觸變化，經植物根部吸收，通過葉面的呼吸作用和日光同化作用，就變成植物的養料。植物離開了水，就無法獲得所需要的養料，所以土壤中必須保持最適合植物生長的水量。

2. 過量的水對植物的危害 土壤里水量增多，被浸透的地層就要升高，也就是地下水位升高了。土壤里水量過多，植物就要受到損害，主要有以下幾點：

(1) 地下水位過高，植物根部不能向深處伸展，肥料吸收較少，影響植物成長。而且，一旦乾旱的時候，植物的根淺了，就吸取不到下層的水份，很容易枯死。

(2) 濕土里水份蒸發的時候，土壤要放出熱量，土溫自然就要下降，植物生長也就比較困難。而且，土壤里含水過多，土粒間的空隙比較少，空氣不容易透入；在土溫低、空氣不流通的條件下，微生物不容易繁殖，使得被溶解了的無機物得不到足夠的細菌進行接觸變化，作物養料的供給就減少了。

(3) 土壤過濕，植物的生長期開始較遲。

(4) 土壤潮濕，土塊粘結，耕耘、除草都很困難。

(5) 土壤過濕，容易生長野草，妨礙作物的生長。

(6) 湿地种出的蔬菜，纖維太多，不够細嫩；湿地种出的麦子等谷物，殼厚而少淀粉，水稻浸水过多，米粒也不好。

(7) 土地过湿，容易产生病虫害。小麦的锈病和馬鈴薯的病害，都是由于排水不良所造成的。

(8) 土地过湿，雨水不易透入；不仅使大量雨水从田面流过，帶走很多肥料，而且，土壤中的空气也不能乘雨水透入的机会新陈代謝。

(9) 土壤潮湿、土温較低，作物的干莖軟弱，經不起风霜。

**3. 农田水利工作和地区的关系** 农田水利工作必須适应地区特点，否則就不能滿足农业生产要求，甚至帶來不良后果。例如，上海处于太湖下游，北临長江，东濒东海，黄浦江直貫南北，苏州河橫互东西，郊区大小河道十分稠密，并且所有河道都受潮汐影响，每天有兩次漲潮和兩次退潮，引水和排水都較方便。上海雨量也很充足，年降水量在 1,000 公厘以上（年降水量是一年在—平方公尺的面积上，降雨和降雪所化雪水等的深度。在年降水量 100 公厘以下的地区，一般很难生長植物；1,000 公厘以上的地区却任何作物所需水量，都可靠雨水解决），所以，上海水利条件对农作物生長應該是非常有利的。但若只看到有利的一面，不考虑具体情况，盲目乐观，就不能搞好上海郊区农田水利工作。因为：

(1) 上海雨量分布极不均衡，最高月雨量是 491.9 公厘，最大日雨量是 195.5 公厘，而最小月雨量却是 0。在夏秋兩季作物需水最迫切的时候，往往很多天不下雨，造成乾旱；也有时連下几場暴雨，造成內涝。这就需要及时进行灌溉和排涝。

(2)上海河道因長江泥沙一天兩次隨潮流入，淤積情況很嚴重；若不及時疏浚，引水、排水就都發生困難。

(3)上海郊區地勢雖較平坦，但起伏也相當復什，總的說來，西南較高，東北較低；至於每個地區却是沿河較高，距河浜遠的地方較低，這主要是歷年疏河，沿岸堆積河泥所形成的。上海郊區河浜很多，最多隔 300 公尺就有一條河浜，近的還不到 100 公尺，造成很多“箱子田”(就是四周高，中間低的田地)，這些箱子田的排水就較困難。一些高地比一般高水位還要高 3 公尺，比一般低水位要高 5 公尺多；抗旱時，人力和畜牛車水都很困難。所以改造窪地和发展機械灌溉，就成為保證農業大丰收的主要任務。

(4)上海濱江臨海，潮汐影響很大，很多地面都低於高潮位，若不築堤保護，就要經常受淹。夏、秋台風季節，也正是潮水最大的季節，設若台風、高潮，再加長江上游洪水下泄，威脅十分嚴重。所以，夏秋雨季，防汛工作就成了上海郊區的首要任務。

(5)上海處在太湖下游，暴雨後，太湖上游大量向下排水，加上潮水頂托，蘇州河和蘊藻浜的水位大大抬高，西郊很多地區田間積水無法排出，造成澇災。怎樣適當解決這一問題、滿足當地農民的要求，是上海水利工作的主要課題。

(6)由於過去小農經濟影響，上海郊區田間排水溝系凌亂，相互干擾；甚至高地向低地排水，增加低地的受澇程度；解放後，隨着國民經濟发展的需要，上海郊區興建了大批工廠、學校、工人住宅以及為數不少的公路、鐵路等，建設單位對農田排水注意不夠，阻斷了農田排水出路，形成排水困難。上海農

旧水利工作者以往对排水問題，也沒給以应有的重視。近年来，为了发展机械灌溉，修筑了不少渠道，却未結合排水溝系进行规划，排水系統遭到破坏，造成农田雨后积水。所有这些人为的不利农业生产的情况，必須迅速改善。

(7)上海郊区作物品种也很复什，單只蔬菜就有 300 多种，加以过去个体經濟影响，很少在大片土地上种植同一作物的。这种另星分散的状态，对发展机械灌溉和拖拉机耕作都有一定的困难，故水利工作必須和农业生产紧紧結合，针对上海郊区河浜密布、地形起伏、田块另星等特点，研究实现机械化的完善方案。

总之，要搞好农田水利工作，必須因地制宜，妥善规划，要切实了解存在問題，找出原因，研究对策。也要充分利用有利条件，挖掘潛力。例如，上海是个 700 万人口的大都市，怎样利用城市污水灌溉农田，就是一个很值得考虑的問題。

**4. 农田水利工作和季节的关系** 农田水利工程，有强烈的季节性，最好在冬季施工。这时田间生产較閑，可以拿出較多的劳力兴修水利；而且，田间作物較少，挖土或堆土不致损坏很多作物；何况，冬季雨水少、潮水小，可以减少工地排水的工作量，施工时也可少走些泥濘路。所以，最好在五月份以前确定工程計劃，九月份以前做好測量、設計工作，十月份做好劳力組織、料具購置、农民水利技术員的培訓（每个农业合作社，必須有一定数量的农民水利技术員，兴修水利时担任水利技术工作，平时参加农业生产），以及放样、划分工段等准备工作，十一月份全面开工，最好能在春节前完成，至迟不能超过清明，因为清明后田间工作就多了，而且那时雨水也多，

施工不便；何況完成得遲，所做的工程不但不能在春耕生產中發揮作用，相反的還會因為筑壩施工，妨礙農田引水、排水。

## 二 農 田 排 水

除澇排水的習用辦法是在田間開挖排水溝，讓水流入溝內，順着適宜的坡度排入河浜。如果河浜水位高於地面，或者和地面高度相仿，排水溝里的水就無法流出，必須用抽水機或水車等工具，把水抽到河浜里去。

1. 排水溝 通常採用的排水溝，按它的性質劃分，可分為田間排水溝和截流排水溝。

田間排水溝的作用主要在於排除田間積水和降低地下水位。

截流排水溝的作用是截留高處流下的水，避免高地向低地排水，增加低地積水；通常筑在地形坡度有顯著變化的地方，或者筑在沿山坡腳。溝中挖出的土，用來在溝旁筑圩堤，擋住高處流下的水。如果沿道路挖截流溝，就用挖出的土填高道路，既利截水，又利交通。



圖1 截流排水溝

排水溝的構造形式有明溝和暗溝二種。明溝就是直接在地面上挖排水溝，也就是一般最常見到的排水溝。暗溝是在地下埋設瓦管或用竹、木、磚、石等砌築暗溝，用以排水。明溝一

般用在比較平坦的地方；暗沟用在地面坡度較大的地方，一般在地面坡度大于 $1/1,000$ 的情况下，才考虑用暗沟（ $1/1000$ 的坡度是每 $1,000$ 尺，高低相差 $1$ 尺，如图2所示）。暗沟的投资大，在地势比較平坦的地方，如上海郊区只要用明沟就行了。

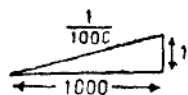


图2  $1/1000$ 坡度示意图

明沟的优点是：地面水可以很快的排除；在平坦的地方也可以排水；施工简单，投资很少；检查、修理，都很方便。

明沟的缺点是：开沟占用土地，减少耕地面积；道路被明沟阻断，要修建桥梁、涵洞，才能维持交通；明沟常常发生坍塌等情况，要经常修理养护；田间明沟对拖拉机行驶相当不便；沟旁常常生长野草，容易发生病虫害；明沟排水，往往带走肥料。

明沟可分为干沟、支沟、分沟三级，（如图3）也可不设支沟，田沟的水流入分沟后，直接流入干沟（如图4）。象上海郊区这种河浜密布的地区，应尽量利用天然小河浜作为干沟或支沟，必要时再增加支沟和干沟。干沟和支

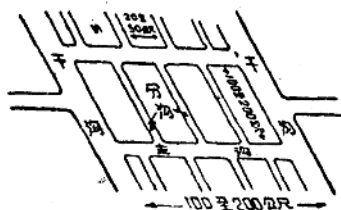


图3 干沟、支沟、分沟三级明沟的平面布置

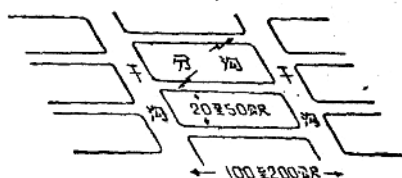


图4 仅设干沟、分沟两级明沟的平面布置

沟要設在地勢低窪的位置，以便分沟順着自然地勢，把田沟的水排入支沟或干沟。分沟的間距一般为 20 至 50 公尺，干沟或支沟的間距一般为 100 至 200 公尺。分沟与支沟或干沟的交叉角及支沟与干沟的交叉角，应避免成直角，否則分沟流入支沟或干沟的水流，以及支沟流入干沟的水流，会冲击对岸，造成坍塌。而且，支流和干流的水流直角相遇，流速（就是水流的速度）减小得較为显著，也容易造成沟中淤积；最适宜的交叉角是 $30^{\circ}$ 。干沟两岸的支沟出水口和支沟两岸的分沟出水口，应避免水流对冲，否則，沟內水流壅阻，排水就不暢了。分沟排列要力求平行，否則排水就不均衡了。

明沟断面和土質、雨量、汇水面积（汇水面积就是要向这条沟里排水的面积）等有关。在上海郊区分沟沟底寬度一般可采用 0.3 公尺至 0.5 公尺，干沟沟底寬度一般可采用 0.5 公尺至 1 公尺。沟的深度和沟的間距有关，間距越大，沟也应该开得越深。分沟深度一般比它汇水范围内低地低 0.4 至 1 公尺，干沟深度一般比它汇水范围内最低地面低 0.5 至 1.5 公尺。如采用三級制，則支沟用上述干

沟的尺寸，干沟沟底寬度采用 1 至 1.5 公尺，沟深比汇水范围内最低地面低 1 至 2 公尺。明沟側坡要根据土質决定，土質好的可用 1:1，否則用 1:1.5 或 1:2。在利用潮汐漲落影响，乘退潮排水的地区，明沟断面和退潮快慢，潮差大小（就是高潮和低潮的水位差）都有关系。退得快、落得枯的地方，如上海高桥、吳淞一带，明沟就可以采用較小的尺寸；反之，明沟就



图5 明沟断面

要深些、寬些。如果需要降低地下水位，明溝的深度，應該使溝內水面在地面沒有積水的時候，低於所要求降低后的地下水位 0.25 公尺。

溝底順着溝內流水方向的坡度，叫做溝底縱坡，也叫比降，根據地勢、溝的長度以及土質加以決定；地勢越平，溝越長，縱坡也越平，這就可以減少土方工作量。土質差，縱坡也要平些，以免沖刷坍塌。上海郊区分溝溝底縱坡一般可採用 1/500 到 1/1,000，干溝縱坡可採用 1/1,000 到 1/3,000；如採用三級制，則支溝縱坡 1/1,000 到 1/3,000，干溝縱坡 1/3,000 到 1/10,000。分溝和支溝或干溝的銜接處，以及支溝和干溝的銜接處，應尽可能高度相同，以免增加保護溝底的工程。為了防止明溝沖刷坍塌，最好在明溝側坡和溝底鋪種爬根草，以減少明溝的整修工作（至少在干溝的兩邊側坡鋪種）。



圖 6 干溝出水口  
平面布置

干溝的出水口應設在風浪影響較小的正直河段，并且不宜正交，否則排水不暢，而且容易淤積、沖陷。如果河道原已淤淺，就要疏深，並應清除出水口左近河灘蘆葦、雜草，使水流暢通。河道的紆迴曲折的部分，並應裁彎取直（就是河道的

彎曲部分廢除，另開正直的新河道，如左圖 7 所示）。

在受台風影響的地區，必須考慮台風因素。例如，上海每年六至十月是台風季節，台風侵襲時，東

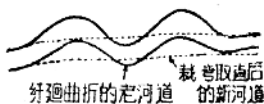


圖 7 河道裁彎取直平面示意图

北风危害最大，出水口就要尽可能避免迎向东北。

为了防止沿海地区潮汐顶托、河水倒灌，最好在干沟出水口或河浜下游建立防潮闸。气象台发出暴雨警报时，乘退潮尽可能把河浜、田沟里的积水排除，涨潮时关闭闸门御潮，这就可以增加河沟的蓄水能力；雨后，退潮时开闸排水，涨潮时关闸挡潮，可以大大增加宣洩效能。筑闸位置不可太靠近河口，以免闸基冲刷掏空。

排水沟施工时，最好先挖干沟，后挖支沟、分沟；干沟也要先从出水口挖起，以利施工期间的排水（包括排除地下水和施工期间的雨水）。沟口如果设置防潮闸，最好先筑闸，以免增加筑闸的防水工作，否则可以把筑闸位置预留出来，在旁边开一条临时排水沟，等闸筑好，再开通正沟，填没临时沟。

开挖田间排水沟，挖出的土最好用来填高洼地。如此做法，不但可以加强田间排水能力，而且可以改洼地为高地；切忌随意乱堆，以免影响地面排水。

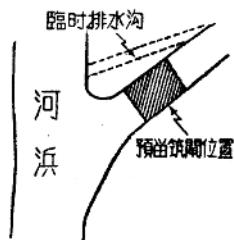


图8 先开沟，后筑闸，预留筑闸位置和开挖临时排水沟的平面示意图

**2. 机具排水** 凡是运用机具排水的洼地，应在高地和洼地之间，挖截流排水沟，使高地的水通过截流沟，排入干沟或河浜，防止高地向低地排水，既减轻了洼地的内涝灾害，也减少了机具排水的工作量。

(1) 预降水位：当气象台发出暴雨警报后，可乘退潮时机，把排水沟浜里的水尽量排出，然后在“乙”处筑土壩，防止涨

潮倒灌（也可筑閘控制）。凡是需用机具排水的地区，一定是

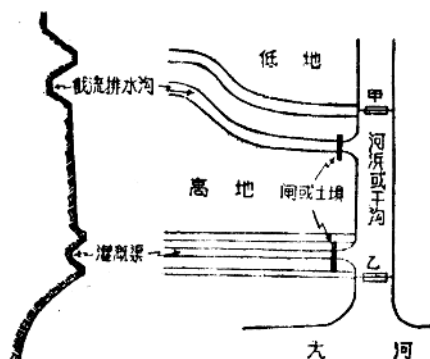


图9 运用提水机具，排灌结合的溝、渠示意  
图（左图是横断面、右图是平面布置）

排水溝浜无法利用潮汐排尽积水的地区，必須在河浜或干溝通大河处用提水机具（包括抽水机和人力、畜力、风力水車）向外排水，也可在高地沿大河筑灌溉渠，在沒下雨以前，把“乙”关闭，从河浜或干溝抽水灌溉，借此預降水位。

（2）排水：縱然排水溝浜里的水已在暴雨前排尽，暴雨时，仍然需要从开始落雨就进行排水；大河退潮，就把“乙”开放，向外排水；若大河水位高于排水溝浜里的水位，就把“乙”关闭，用机具向外排水，尽可能不使雨水积留。設若发现低地已有积水或已有被淹可能，应即將截流排水溝和灌溉渠、筑土壩阻断（或筑閘控制），这样就可使低地的水优先排出；等低地威胁消除，再开放截流排水溝。設若低地問題解决后，高地有积水，就把“甲”封閉（筑土壩或用閘控制均可），开放截流排水溝，以便高地积水迅速排除。

总之，机具排水要掌握下列几个原則：

- ①充分利用潮汐等自然条件，合理使用机具設備；
- ②尽量預先把排水溝浜里的水排除，增加它們的容蓄能

力；

③高地高排，低地低排，不讓高地向低地排水；

④先救低地，后排高地，全面考虑，合理安排。

### 三 防汛工程

**1. 土堤** 土堤断面的大、小、高、低，和土質、水位都有关系，一般要求外坡（就是迎水面的側坡）1:2，内坡1:1.5，堤頂寬度至少1公尺。如果堤頂兼作交通运输道路，就要按交通运输的要求决定堤頂寬度；不过堤頂一般不宜用作运输道路，最好在堤后护道的位置筑路，既免堤頂被車輪压成坑槽，而且加寬护道还可加固堤身。堤頂高度至少高于防汛水位0.5

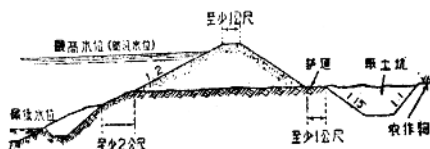


图10 土堤断面

公尺。上海防汛水位是1931年最高水位（当时吳淞口的水位是+5.72，黃浦公园是+4.94）；在上海郊区修筑堤防，就要比1931年当地最高水位至少要高出0.5公尺。設若当地1931年水位没法查考，也可根据1949年7月下旬大台风时，当地最高水

位来推算。1949年吳淞口最高水位是+5.16，比1931年低0.56公尺；黃浦公園是+4.58，比1931年低0.36公尺。由于越近海口，台风和潮汐的影响越大，所以我們可以根据筑堤地段距吳淞口的远近，比照1949年的水位，酌加0.3至0.6公尺，估算1931年的水位。例如，在距吳淞口远的楊思一帶筑堤，堤頂只要比1949年水位高0.8（ $0.3+0.5=0.8$ ）公尺就行了，距海口近的凌橋一帶却要比1949年水位高1.1公尺（ $0.6+0.5=1.1$ ）。

土堤施工前，要先用竹竿、蔴綫，根据中心樁、填土高度、

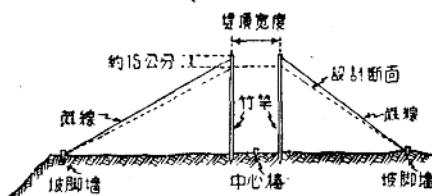


图11 土堤施工前的样架

堤頂寬度、側坡等設計断面的尺寸，做好样架，以便按照样架施工。由于一般人力夯土，不可能夯得很坚实，所以样架的填土高度要比設計填土高一些，一般增加15公分左右就行了。

筑堤要用比較好的土。檢驗土壤是否合用，最簡單的办法是把土放在手心上，只要能搓成2公厘直徑的長条（和細切面的粗細差不多），这种土就可以采用。土里的树枝、草根、碎磚、瓦片等杂质，必須清除。如果河灘土質符合筑堤需要，可在河道凸弯取土（见图12），这样做法可以少挖毀田地，不过取土地点离开堤脚至少2公尺（河道凸弯是漲灘地段，取



图12 河滩取土位置的  
平面位置

土后，隔相当时间，仍会淤平，不致危害堤身）。如果在堤后陆地取土，取土坑离堤脚至少1公尺，以免影响堤身安全（见十堤断面图）。如果打算挖塘养鱼，挖出的土又符合筑堤要求，可利用挖塘的土填筑土堤，不过鱼塘距堤脚至少3公尺。

土方要分层填筑，土块要敲碎耙匀，每层松土厚度不得超过30公分，往返套夯至少三遍（套夯就是每次打夯的位置都要重叠，以免夯得不匀）。一般要求把30公分厚的松土夯成20公分，然后把表面略为耙松，再继续填上面的一层土方，以利结合。土壤太乾，不易夯实，可适当喷水。如果土壤很湿，就要晾乾些再打夯。填筑土堤最好按照侧坡麻线比例，筑成踏步（见图13），不但在踏步上挑运土方比走斜坡方便，而且侧坡的坡度也容易掌握；完工时，只要把踏步剷除，就成为符合规格的侧坡了。

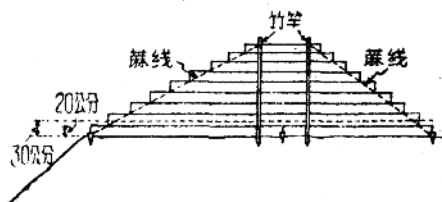


图13 分层夯筑土堤

两个工段接头的地方，要做成踏步式，互相交错（图14），

以便两个工段的土方紧密結合。两个工段不可以分工而不合作，把接头的地方做成垂直面（图15），以免接合不牢，裂开、坍陷。

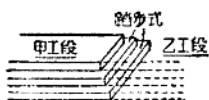


图14 修筑土堤，两个工段正确的衔接法

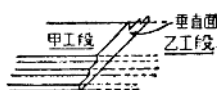


图15 修筑土堤，两个工段不正确的衔接法

在加高培厚原有老堤时，要先清除草、树、杂物，挖成20

公分一級的踏步，分层夯填，以免新老土方脚接不牢，日后脱坡。老堤頂上的草、树、杂物清除后，要把頂面耙毛，再向上夯填土方。



图16 培修老堤的正确做法

如果土堤填筑在小河浜或者水塘上，要先把河底(或塘底)淤泥清除，再分层填土

夯实，以免脱坡坍陷。

土堤內坡并应加做平台

护脚。平台高度要高出

河浜或水塘的一般高水

位1公尺，頂寬1至

1.5公尺，側坡1:1.5。

如果堤后有运输道路，

护脚就做在道路后坡。

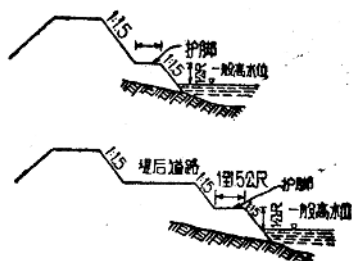


图17 土堤护脚

土方完成后，最好立即鋪种草皮（爬根草）。草皮每块約