

果園施肥機械之特性與應用

陳令錫

臺中區農業改良場助理研究員

摘要

固體肥料施肥方式分成撒施、條施、點施等，依據施肥深度又分成表土、淺層與深層等三種，固體肥料施撒在表土易被雨水淋洗流失，改善要領為深施，有機質肥料施於深層，改善田地深層肥力及土壤理化性、透氣性，並提高有機肥利用率。目前常見果園施有機肥方式有三種：樹頭旁邊堆積有機肥、有機肥條施中耕機淺耕翻土、耕耘機犁淺溝施有機肥覆土。果樹栽培盡量避免表土撒施肥料，但是可以撒施或條施後利用中耕機翻耕入土，具有利用現有機具，操作方便與容易實施的優點，缺點為有機肥翻犁入土深度淺，改善土壤質地效果有限。為減少表土施肥容易造成土壤及肥料流失之弊病，且能改良果園土壤理化性、透氣性及質地，增加微生物含量，建立生產優質安全水果的基礎，將有機肥做局部深施，達成深層施肥及誘導根系伸向地底的效果。經過多年發展，目前省工安全的施肥用鑽孔機具有3種機型可選用。有機肥施用量大，鑽孔及施肥應分別單獨作業為佳，鑽孔機專責鑽孔工作，以提高鑽孔效率，施肥作業則由農用搬運車載運有機肥，逐孔將有機肥施入孔中並將孔穴填平，完成鑽孔施肥作業。液體肥料有肥效高、可調整養分比例、可滲入土壤深層、養分可到達植物根群迅速吸收水分與養分等優點，液體肥料施肥方式分成葉面噴施、地表澆(噴、滴)灌及深層噴灌。液體肥料的施用設備有2種：液肥撒施機與管路分流設備，管路分流設備又分成動力噴霧機加壓噴撒、簡易液肥灌溉、幫浦加壓自動肥灌與幫浦加壓定比稀釋器肥灌等四種。農機具在果園作業需要足夠的行距，番石榴枝條修剪後之長度約1.5 m，番石榴採用鑽孔深層施肥，行距約4.5 m較恰當，二側田

頭則須預留換行空間。施肥準則把握適時、適量、適肥、適法的要領，其中適法包括深施粒肥及有機肥或液體肥料的葉面施肥或肥灌，以及選對施肥機具、正確操作保養等維持機器性能。妥善深施有機質肥料及適時補充液體肥料，可增進作物生長，提高產量及品質，生產優質安全水果。

關鍵字：施肥、鑽孔機、肥灌。

前 言

農耕人口減少、人力老化，根據 98 年農業年報統計，全國耕地面積 81.5 萬公頃，其中彰化縣 6.3 萬公頃；全國農家戶數 74.8 萬戶，其中彰化縣農家戶數 8.7 萬戶，平均農家耕作面積約 1.1 公頃左右，臺灣中部地區屬於精緻栽培農業，以彰化縣為例農家耕作面積 0.7 公頃，0.5 公頃以下佔多數，如何提高有限耕作面積的產量與產值，一直是農家追求的目標，其中善用農耕機具提高耕作效率是可行的方式之一，農耕機具屬於投資財幫助農耕增加營收，減少勞力負荷，減輕農民身體勞動損傷，進而促進農村生活品質的提升。從浸種、播種、育苗、整地、移植、灌溉、施肥、病蟲害防治、中耕、管理、收穫、分級選別、包裝、冷藏等系列操作，都與農耕機具相關，對長期作物果樹栽培而言，使用農機具的前提是田間條件能夠讓農機具進入田間自由迴轉操作，田間的走道及田頭需要足夠寬度。農地經年累月集約耕種，為避免地力耗竭，須要適時、適量、適肥與適法的補充肥料，其中適法包括深施粒肥及有機肥（含綠肥耕犁入土）或液體肥料的葉面施肥或肥灌。

作物與肥料

植物生長必要條件為土壤、陽光、空氣與水分，土壤提供植物根系生長與伸張，支撐植體重量並直立發育，吸取土壤中的營養成分與水分，因此施肥是提供作物養分的必要手段。施肥技術需重視土壤與作物的需求，注意肥料元素平衡施用的觀念，各種肥料之間也有相生相剋的特性，不宜過量或過少，因此，首先要瞭解各種肥料成分與比例的調配，所以施肥是一種技術，也是一種藝術。長期使用化學肥料會使土壤硬化結塊，破壞土壤結構及質地（性質），須配合施用有機肥。施肥準則為適當的時間、適當的用量、適當的肥料、適當的方法；果樹施肥需要掌握深施粒肥與有機肥，及液體肥料的灌溉施用的基本概念。

果樹屬於多年生作物，各種果樹各有生長發育與開花結果期，果園施肥常在春天前或休眠期施用有機肥，深施粒肥及有機肥，須要開溝或鑽孔，難免會挖到根系，正常狀況下根系會自然癒合。

施肥方式介紹

現今肥料種類繁多，分成有機肥、化學肥料、生物性肥料等。無論化學肥料或有機肥料均有固體與液體之分，不同型態的肥料有不同的施用方式。固體肥料施肥方式分成撒施、條施、點施等，依據施肥深度又分成表土、淺層與深層等三種；液體肥料施肥方式分成葉面噴施、地表澆(噴、滴)灌及深層噴灌。

早期的施肥方法：早期沒有化學肥料，液肥或稱農家肥及自製堆肥為肥料主要來源，農家肥為人畜排泄物經稀釋後於田間澆灌，但需注意農產品食用衛生問題。

目前常見果園施肥方式：(1)樹頭旁邊堆積有機肥，(2)有機肥條施中耕機淺耕翻土，(3)耕耘機犁淺溝施有機肥覆土。果樹栽培盡量

避免表土撒施肥料，但是可以撒施或條施後利用中耕機翻耕入土，優點為容易實施，現有機具，操作方便；缺點為有機肥沒有翻犁入土或入土深度淺，改善土壤質地效果有限，肥分易流失。

施肥機械介紹

果園施肥基本要求：深耕施肥，讓肥料抵達果樹根系範圍利於吸收。但是深耕施肥須有適當的農耕機具才能實施，人力手持圓鋤、開孔半圓鋤、鋤頭或以引擎鑽孔機鑽孔或開溝，太辛苦且效率不高。

一、固體肥料施肥機械

依照固體肥料施肥方式之分類，分成撒施、條施、點施，分別介紹施肥機械如下：

(一)撒施機械

撒施動力：離心式、鏈條式、氣體動力式。機型有東改粒肥撒佈、中改有機肥撒佈、小牛粒肥撒佈、背負式吹粒機等。

(二)條施機械

中耕機：人工條施後中耕機翻耕入土；耕耘機：開溝犁開溝後人工條施覆土；開溝機：興大中改，開溝後條施覆土；小牛手推條施機。

(三)鑽孔點施機械

為減少表土施肥容易造成土壤及肥料流失之弊病，且能改良果園土壤理化性及質地，增加微生物含量，建立生產優質安全水果的基礎。部份農友了解肥料深施的重要性，辛勤手持引擎式鑽土機械，鑽出孔徑較小(約 15 cm)之施肥孔，將有機肥做局部深施，達成深層施肥及誘導根系伸向地底的效果，但是長時間操作此等機器可能引起疲累傷身及效率低落等問題，此外，當鑽頭碰觸石頭或其他硬物，手持的鑽土機械更有危害操作者安全的疑慮。

依據開發年代之順序介紹國內各種施肥用鑽孔機，花蓮區農業改良場於民國 83 年曾經研製手拉式鑽孔機，鑽孔直徑 $\psi 15$ 、民國 85 年研製曳引機附掛式土肥混合鑽孔施肥機，鑽孔直徑 $\psi 25$ ，有優異的鑽孔性能。臺中區農業改良場於民國 93 年開發完成乘坐式油壓鑽孔機，鑽孔直徑 $\psi 25$ 符合有機肥施用量大的基本要件。農業試驗所於 98 年研製自走式鑽孔施肥機，鑽孔直徑 $\psi 20$ 。彰化縣內的農機公司於民國 98 年研製人力推車式引擎式鑽孔機，鑽孔直徑 $\psi 20$ 。

施肥用鑽孔機的優點為深度 45~60 公分達根系，肥分不易流失，深層鬆土提升透氣性保水保肥性。缺點為須增購新型機具，對新型機具操作方法及性能的不了解之顧慮，形成淺的凹洞或淺溝。

各種施肥用鑽孔機之目的為減緩農村勞力不足的壓力及減少操作鑽孔機之危險，提升工作安全性，提供果園深層穴施之用，將有機質肥料施於深層土穴中，以改善田地深層肥力及土壤理化性、透氣性，並提高有機肥利用率，進而提高耕作產量及品質，生產優質安全水果。

臺中區農業改良場研究開發的乘坐式油壓鑽孔機，鑽孔時操作者僅需控制操作桿，不須碰觸鑽孔作業機具，可避開直接的危險，同時，鑽孔機在鑽頭碰觸石頭或硬物時會停止轉動，避免傷及操作者及機件，提升作業安全性。

乘坐式油壓鑽孔機，機體尺寸為 240×110×110 公分，包括柴油引擎、車體底盤、油壓迴旋伸縮桿及鑽頭等，其中油壓迴旋伸縮桿具有昇降、迴旋及伸縮功能，將裝設於伸縮桿尾端的鑽頭帶到適當的鑽孔位置，進行鑽孔作業，鑽出孔徑較大(約 25 公分)且深(約 70 公分)。鑽孔時間依照田地土壤條件之不同，約 0.5 分鐘至 5 分鐘不等，小石粒多的田地費時較多，遇到大石頭時只有換位置鑽孔了。本機具鑽頭大小可更換，用於豎立支架之鑽孔及拔除，或植物種植孔之鑽孔等。有意願的農友可朝代耕鑽孔方向思考，提高機器作業效率及增加收

益。

根據估算，有機肥田間撒佈的時間僅 15%，裝肥及運肥的時間則占 85%，必須從肥料堆積、裝肥、運肥到撒肥的全面機械化。因此臺中區農業改良場在開發中改型施肥鑽孔機時已經考慮到有機肥施用量大，鑽孔與施肥作業應該分開，各有專用機才能提高鑽孔與施肥作業效率。對棚架式果園而言，車身高度需要限制，因此乘坐式鑽孔機之機體需要盡量低矮，才能進入果園作業。乘坐式鑽孔機包含底盤上的引擎、駕駛座、鑽孔機構等主要元件，機台上所剩空間約 150 公升至 200 公升之容積，裝載量太少了，而果園有機肥的施用量大，每分地約 1000 公斤(40 包*25 kg/包)至 2000 公斤(80 包*25 kg/包)之多。因此以鑽孔及施肥分開作業的模式為佳，鑽孔機專責鑽孔工作，以提高鑽孔效率，施肥作業則由農用搬運車載運有機肥，逐孔將有機肥施入孔中並將孔穴填平，完成鑽孔施肥作業，如此具有簡化機構設計和降低機械製造成本之優點。

乘坐式鑽孔機於果園局部鑽孔深層施肥方法如下：每棵樹之樹冠外緣下方地面鑽四個施肥孔，第一年鑽孔位置在樹頭周圍所形成正方形之四個角點，如圖二所示，鑽約 60 公分深之施肥孔，孔底會殘留 15 至 20 公分不等的碎土，有效施肥容積約 15.6 公升，有機肥容積重每公升 0.45 公斤計算，每孔可放入 6 至 8 公斤的有機肥，有機肥深度約在 10 至 45 公分處，每棵果樹的施肥量約 24 至 32 公斤。第二年鑽孔位置在樹頭周圍所形成的正方形旋轉 45 度之四個角點，其中二個角點在畦面上與樹頭連線成一直線，另外二個角點在畦溝邊。如此，施肥的鑽孔點逐年變換，幾年後果樹周圍的土壤環境即能獲得全面性的改良，改良的成果自然能夠表現出來。

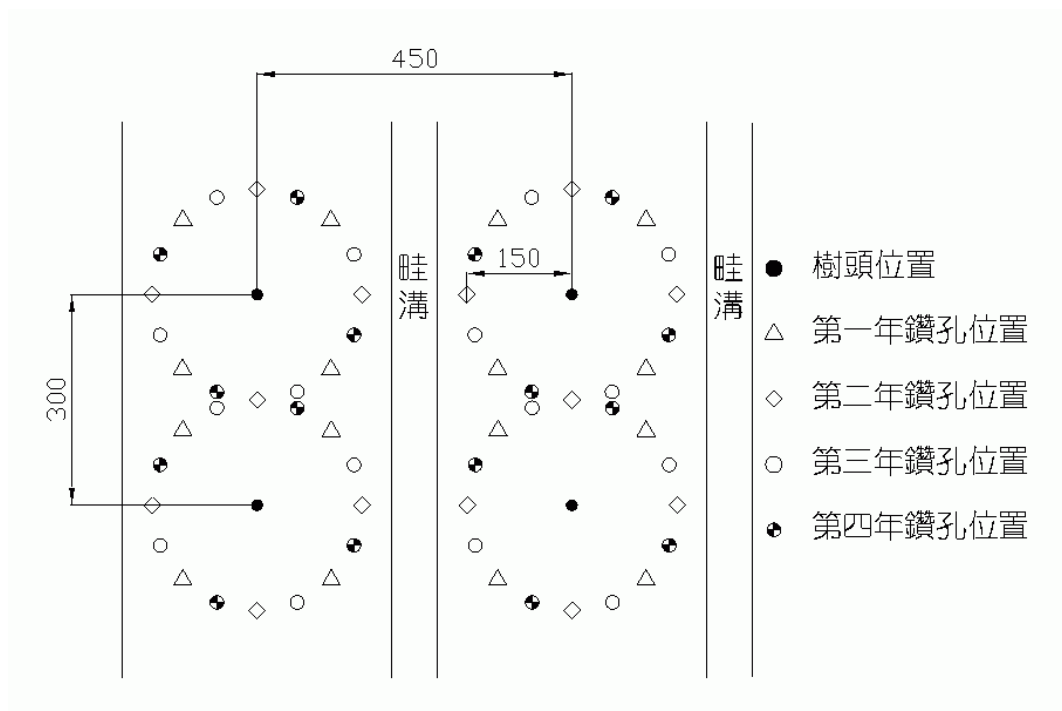
土壤質地良好，每孔的實際鑽孔時間約 30 至 50 秒，加上車體移位時間後，每孔鑽孔時間約 90 秒，一天 8 小時約可鑽 320 孔。果樹樹齡越高，有機肥需要量更大，提高施肥量的方法為增加鑽孔數目及

提高鑽頭直徑至 30 公分。依據田間試驗之經驗，鑽頭直徑不宜過小，太小的施肥孔肥料不易倒入孔中。



圖一、鑽孔機構在車體前方，操作方便，鑽完孔帶出部分土壤

Fig.1 It is easy to operate that digger in front of the cart.



圖二、果園鑽孔施肥不同年度之位置示意圖

Fig.2 Scheme of the digging positions in different years.

農業試驗所於 98 年研製自走式鑽孔施肥機，配合小型自走車體搬運肥料之設計結合鑽孔與施肥機構，一次完成定點之鑽孔施肥作業，採用 7.5 馬力單缸汽油引擎，原型機長寬高分別為 1.78 m、0.7 m、1.15 m，液壓油箱容量約 9 公升，肥料桶容量約 200 公升，引擎出力軸驅動自走機構，亦帶動液壓泵浦，藉由管路將液壓動力傳至液壓馬達，帶動鑽頭鑽孔與螺旋排土機構旋轉，以雙動液壓缸帶動連桿機構下降及上升完成鑽孔作業，肥料桶內之肥料經螺旋輸送裝置將肥料送入鑽好之孔穴中。但是肥料桶容量約 200 公升，裝有機肥約 90 公斤重，不到 4 包有機肥的容量，每棵果樹施用 1 包有機肥計算，鑽孔施肥 4 棵果樹就要裝一次肥料，需要時常補充肥料，作業效率受限。

人力推車引擎式鑽孔機於民國 98 年由彰化縣內的農機公司研製，機體尺寸為 100×60×100 公分使用小型引擎式鑽孔機結合人力推車及棒狀彈簧構成，鑽頭直徑約 $\psi 15-20$ ，使用訣竅為推至定點後，操作者利用自己身體重量下壓鑽孔，下壓後棒狀彈簧變形產生彈力幫助鑽頭上升。

二、液體肥料施肥機械

早期的農家肥，人畜排泄物常含有懸浮物或雜質，經發酵處理後經加水稀釋過濾後於田間澆灌，亦屬於液體肥料施肥。目前台肥及肥料商均有販售溶解度高的單質肥料或複合肥料，專用於加水溶解稀釋成液體肥料，此外，還有有機液肥及生物性液肥，選擇性很多。因此，液體肥料因成分的不同，可分成單質液肥、複合液肥、有機液肥、生物性液肥等。首先介紹液體肥料的優缺點及施肥要領：

優點：

- 1.液肥的濃度及比例可隨意調整。
- 2.適當的與農藥混合使用。
- 3.均勻分佈及肥效迅速。
- 4.可利用於深施土壤：多年生作物或果樹的根系深入土層中，一般固體肥料撒施不易深入土層，液肥用撒施或灌注法深施，達到深層

土壤肥力改良。

5.機械化施肥操作容易，效率高，省工省錢。

缺點：

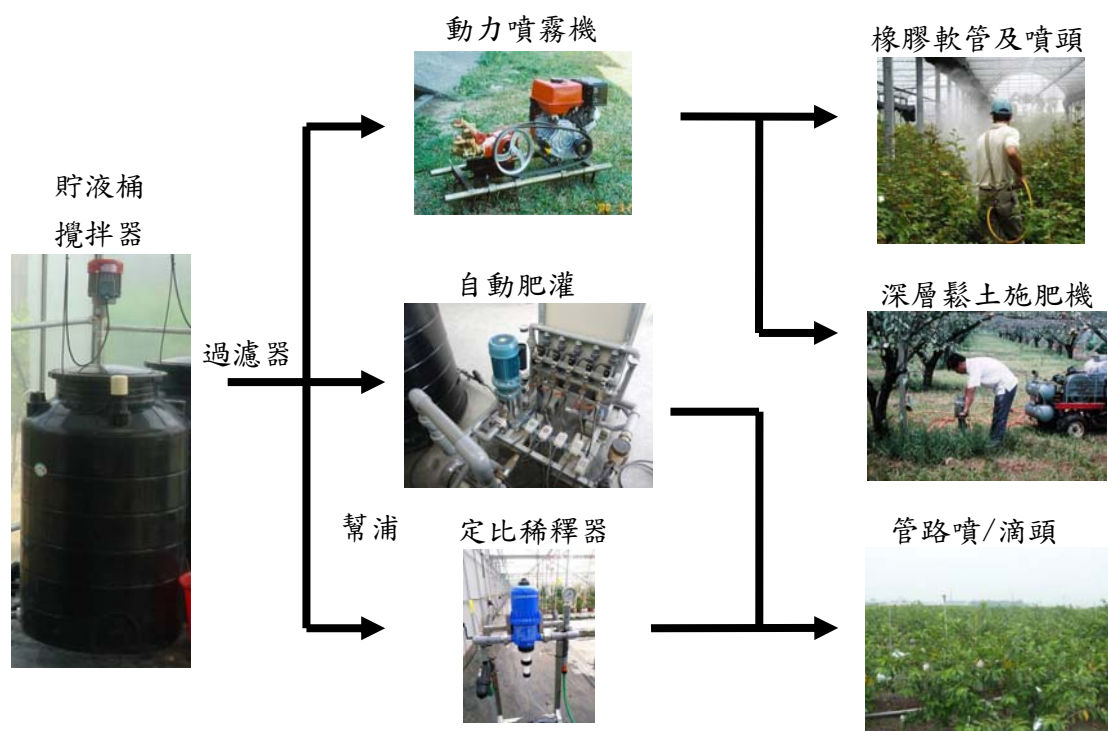
- 1.液肥施用不當也易肥傷。
- 2.須大量水稀釋，缺水地區受限制。
- 3.耕作規模大時投資管路設備費用高。
- 4.水源需乾淨，預防堵塞。

液體肥料的施肥要領：

- 1.遵照稀釋倍數施用：噴施全株及葉面的濃度要低；整地前施用的濃度可較高。
- 2.配合土壤特性：施肥的效果與土壤理化性有關，如鹼性土壤施入氨態氮肥易揮散損失；保肥保水性差的土壤，肥料易流失。
- 3.稀釋的水要乾淨：含雜質高的水容易使肥料呈不溶性物質或形成沈澱。
- 4.施用時機：液肥是速效性肥料，生長旺盛期須多量肥料，但濃度過高易引起肥傷，開花期應避免氮肥過高。
- 5.肥料元素的平衡：不應過量施用單質液肥，要全盤考量各種養分的足量平衡供應。

液體肥料的施用設備：

- 1.液肥撒施機
- 2.管路撒施設備：
 - (1)貯液桶攪拌器，為必要的設備。
 - (2)加壓或調配設備：a.動力噴霧機，b.幫浦加壓與自動肥灌，c.幫浦加壓與定比稀釋器。
 - (3)輸送及終端設備：a.橡膠軟管及噴頭，b.深層鬆土施肥機，c.管路噴/滴頭



圖三、液體肥料的施用設備

Fig.3 The liquid fertilization devices of pipeline type.

液體肥料的施用方法：

- 1.直接施入土壤：無作物田區整地前施用，以耕犁翻土均勻分佈；有作物生長的田間採稀釋後施用或灌注到深土內。
- 2.噴霧式施用全株：稀釋液噴到作物全株或地表上。作物缺乏營養元素的緊急補充、土壤條件不佳、固定肥料能力強的土壤。
- 3.施入灌溉水中：(1)液肥加入灌溉水。(2)自動肥灌系統滴灌。

番石榴鑽孔施肥機械應用之探討

根據物施肥手冊建議番石榴有機肥年施用量 10-20 公噸/公頃，分 2-3 次施用，種類每次不可相同，以防營養要素不均衡，因此有機肥施用量大，埋入土中以發揮改善土壤質地的功效。

以農機作業立場而言，足夠的行距讓剪枝、採收、搬運、噴藥、施肥等耕作更方便，根據調查，臺灣中部種植番石榴之行距約 2.5~5.5 m，株距約 2.4~3.2 m，高雄燕巢種植番石榴之行距約 4.0~4.5 m，株

距約 1.4~2.5 m，每分地約種植 65 棵到 158 棵，番石榴枝條修剪後之長度約 1.5 m，中改型油壓鑽孔機之寬度 1.1 m，枝條修剪後之溝寬需至少 1.1 m，因此行距約 4.5 m 較恰當，二側田頭須預留換行空間。株距則視種植幾棵決定，行距 4.5 m 時株距從 2 m 到 3 m，每分地可種棵數介於 111 棵到 74 棵之間，如表一所示。

表一、行距 4.5 m 時株距從 2 m 到 3 m 每分地可種棵數

Table 1. Area of every fruit tree and the number of trees for 0.1 ha when spacing is 4.5m.

	株距 (m)					
	2	2.2	2.4	2.6	2.8	3
面積 (m ²)	9	9.9	10.8	11.7	12.6	13.5
棵/分地	111	101	92	85	79	74

結 語

施肥需注意肥料元素平衡施用的觀念以及施用量的掌握。固體肥料施肥方式分成撒施、條施、點施等，依據施肥深度又分成表土、淺層與深層等三種；液體肥料施肥方式分成葉面噴施、地表澆(噴、滴)灌及深層噴灌。固體肥料施撒在表土易被雨水淋洗流失，氮肥易氨揮發流失及脫氮作用流失，改善要領為粒肥深施及液肥灌溉。有機質肥料施於深層，改善田地深層肥力及土壤理化性、透氣性，並提高有機肥利用率。

為減少表土施肥容易造成土壤及肥料流失之弊病，且能改良果園土壤理化性、透氣性及質地，增加微生物含量，建立生產優質安全水果的基礎，將有機肥做局部深施，達成深層施肥及誘導根系伸向地底的效果。經過多年發展，目前省工安全的施肥用鑽孔機具有 3 種機型可選用，臺中區農業改良場開發的乘坐式油壓鑽孔機、農業試驗所研製的自走式鑽孔施肥機及彰化縣內的農機公司研製的人力推車式引

擎式鑽孔機。因為有機肥施用量大，因此以鑽孔及施肥分開單獨作業的模式為佳，鑽孔機專責鑽孔工作，以提高鑽孔效率，施肥作業則由農用搬運車載運有機肥，逐孔將有機肥施入孔中並將孔穴填平，完成鑽孔施肥作業。

液體肥料有肥效高、可調整養分比例、可滲入土壤深層、養分可到達植物根群迅速吸收水分與養分等優點，液體肥料的施用設備有 2 種：液肥撒施機與管路撒施設備，管路撒施設備又分成動力噴霧機加壓噴撒、簡易液肥灌溉、幫浦加壓自動肥灌與幫浦加壓定比稀釋器肥灌等四種。

農機具在果園作業需要足夠的行距，番石榴枝條修剪後之長度約 1.5 m，番石榴應用鑽孔深層施肥，行距約 4.5 m 較恰當，二側田頭則須預留換行空間。

施肥準則把握適時、適量、適肥、適法的要領，其中適法包括深施粒肥及有機肥或液體肥料的葉面施肥或肥灌，以及選對施肥機具、正確操作保養等維持機器性能。妥善深施有機質肥料及適時補充液體肥料，可增進作物生長，提高產量及品質，生產優質安全水果。

參考文獻

- 1.元凱機械股份有限公司 2011
[http://www.yk.com.tw/product-catogary-fertilizer- applicatior.html](http://www.yk.com.tw/product-catogary-fertilizer-application.html)。
- 2.北京農業機械化學院 1991 第五章播種施肥機械 農業機械學上冊 農業出版社 北京。
- 3.邱澄文、陸應政 1994 手拉式鑽孔機之介紹 花蓮區農業專訊 7 期—降低生產成本專輯 7:12-13。
- 4.陳令錫、蔡宜峰 2007 新型四輪乘坐式油壓鑽孔機應用於梨園施用有機質肥料之效益研究 臺中區農業改良場研究彙報 95:1~11。

- 5.陳令錫、田雲生、龍國維 2006 有機果園安全生產的新利器—乘坐式油壓鑽孔機 豐年半月刊 56(4):49~52。
- 6.楊秋忠 1997 土壤與肥料 第六版 農世肥份有限公司印行 臺灣臺中。
- 7.廖健次 1987 第五章果園管理機械 果園機械 五洲出版社 台北。
- 8.農業試驗所 2011 自走式鑽孔施肥機
<http://www.tari.gov.tw/taric/modules/tinycontent2/index.php?id=28>,
2011/5/20。
- 9.羅秋雄等 2005 作物施肥手冊 增修 6 版 中華肥料協會編印行政院農業委員會農糧署補助。

The Characters and Applications of Fertilizing Machines in Orchard

Ling-Hsi Chen

Assistant Researcher, Taichung District Agricultural Research and
Extension Station

ABSTRACT

There are three kinds of solid fertilizer application methods: broadcasted, line fertilization and point application. Fertilization can either put on topsoil, shallow soil or deep soil. However, topsoil fertilization is easy to loss with rain runoff. To improve the ability of topsoil fertilization, the essential method is deep application. Put the organic fertilizer in deep fields can improve fertility, soil physicals and chemistry, air permeability, and increase utilization of organic fertilizer. Currently, there are three common ways to apply organic fertilizer in orchard. Firstly, accumulate organic fertilizer on topsoil next to the tree. Secondly, use line fertilization then shallow plowed by cultivator. Thirdly, shallow furrow by power tiller and applied organic fertilizer before covering soil. Deep fertilization can induce underground root system into deeper soil. Therefore, it is the better way to place organic fertilizer in pre-dug holes, which can reduce the loss of topsoil fertilization, and to improve orchard soil, air permeability, and texture. Furthermore, by using this method can also increase microorganism content, help to produce high quality fruits, and insure the safety. Nowadays, for fertilization, there are 3 models of safety diggers can be chosen. Orchard need large amount of organic fertilizer (about 1000~2000 kg/0.1 ha), and in order to improve the drilling efficiency, it is better to separate the digging from fertilization and let digger dedicate to drill holes. In the orchard, agricultural cars transport the organic manure, drop the manure into holes, and cover the

hole with soil. Liquid fertilizer has many benefits such as high nutrient content, adjustable proportion of nutrient, and rapid absorption, because liquid fertilizer can be infiltrated into the deep soil and reach the plant root zone directly. The application methods of liquid fertilizer are divided into foliar spraying, soil surface watering, spraying or dripping, and deep soil spraying. The liquid fertilization devices are also divided into liquid spreader and pipeline device. The pipeline device has 4 subtypes: pressurized power sprayer, simple pump fertigation, pump auto-fertigation, and pump water-driven injector. In the orchard, we use farm machinery to dig holes and to fertilize. Between plants, it requires adequate spacing. The sample we used here is guava. Using drilling deep fertilization, the appropriate spacing of guava is about 4.5m, because the length of pruned Guava branch is about 1.5 m in radius. Also, at the headland of orchard, there must be enough space reserved for the agro-machine to move to the next furrow. The effectiveness of fertilization depends on timing, quantity, contents, and method. Appropriate methods of fertilization include deep placement of granular and organic fertilizer, using liquid fertilizer with foliar spraying or fertigation, choosing right fertilization equipment for right operation, and maintaining the machine in good performance. Both using deep application properly to apply organic fertilizer, and add liquid fertilizer when needed can increase growth rate, yield, quality, and safety of fruits.

Key words: fertilization, digging machine, fertigation.