

深層鬆土施肥(藥)機其地下施肥(藥)

自動定量控制裝置之改良與試驗

Improvements and Experiments of the Liquid Automatic Control Device for the Multipurpose Pneumatic Cultivator in Subsoil Fertilizing or Pestcontrolling

國立中興大學農業機械工程學系副教授

彭 錦 樵

Peng Jin-chyau

摘 要

「深層鬆土施肥(藥)機」於實施地下施肥(或藥液)作業時，其液肥(或藥液)之自動定量控制作用，是利用「多用途噴氣式深耕機」之「氣壓式自動定量土壤深層施肥消毒裝置」。該項裝置對於液體輸送管路太長(超過 300公尺)或坡地太陡之情形下，會發生定量控制液肥(或藥液)效果降低之現象。爲了改善上述缺點，本文針對最新型式之深層鬆土施肥(藥)機，重新設計了一套「液肥，藥液自動定量控制裝置」。

它經過各項試驗後，證實可得如下之效果：

1. 本項最新改良之裝置可精確地控制所需施放於土壤內之液肥或藥液量。
2. 對於較長輸送管路與陡坡地之作業，本項裝置仍能準確地發揮其功用。
3. 施肥(藥)量可靠本裝置之調節螺絲來調整。
4. 實施地下施肥(藥)作業時，液體在土壤內之分佈情形良好，半徑最大可達 60cm，深度可達 70cm。

Abstract

The function of the designed "Liquid Automatic Control Device" for the Multipurpose Pneumatic Cultivator in subsoil fertilizing or pestcontrolling was declined when the cultivator was operated on a steep hill or its delivery pipe was longer than 300 meters. In order to abolish the defect, a new device was designed and tested.

Experimental results showed that:

1. The new device could precisely control the liquid fertilizer or pesticide injected to the subsoil.
2. The working function of the new device was still normal even though it was operated on a steep hill or its delivery pipe was longer than 300 meters.
3. The amount of the injected liquid fertilizer or pesticide could be adjusted by the "Adjusting Bolt" in the device.
4. The distribution of the liquid fertilizer or pesticide was uniform. The maximum distribution radius was 60 cm, and the depth was 70 cm.

一、前 言

「深層鬆土施肥（藥）機」是一種深根性作物之管理作業機械，它經過國立中興大學農機系及兩和工業股份有限公司之不斷研究改良與試驗，還可以利用它實施地下施液肥（或藥液）、地面施液肥及地面噴藥等作業。它已充分符合農業機械多角化利用之目標，本項國產新型農機正由廠商積極生產推廣中。

本機械實施地下施液肥（或藥液）作業時，其噴入土壤內部之液肥或藥液量，原是由「多用途噴氣式深耕機」之「氣壓式自動定量土壤深層施肥消毒裝置」來控制，每次由 200c.c. 至 1400c.c. 不等，可按實際需要而調整之。對於深耕機本體作業位置與深層鬆土施肥（藥）機之距離在液體輸送管路 300公尺以內，坡地落差50公尺以下之範圍，該項裝置可準確地定量控制其輸入土壤之液肥或藥液量。然而，對於有些液體輸送管路超過 300公尺以上，或者作業地點為陡坡地，其落差超過50公尺以

上之情形，該項裝置則無法準確地達到定量控制之果。因此，必需時常移動深層鬆土施肥（藥）機之動力系統，期使地下施液肥（或藥液）之作業能確實執行。在一般之坡地，水源之供應未必充分，為了減少動力系統之移動次數及考慮水源供應困難等因素，該項裝置必需進一步加以改良，期使深層鬆土施肥（藥）機之地下施液肥（或藥液）作業，不管在任何地形與管路長度下，均能達到精確控制施肥（或施藥）量之目的。

二、過去之研究

「深層鬆土施肥（藥）機」之前身即為「噴氣式深耕機」，本機械在日本及國內曾作過若干之研究(6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,17,18)。本機械原先研製成功之地下施液肥（或藥液）自動控制裝置全名為「多用途噴氣式深耕機」之「氣壓式自動定量土壤深層施肥消毒裝置」，其系統如圖 1 所示，其作用原理在參考文獻11，12中有詳細之說明。

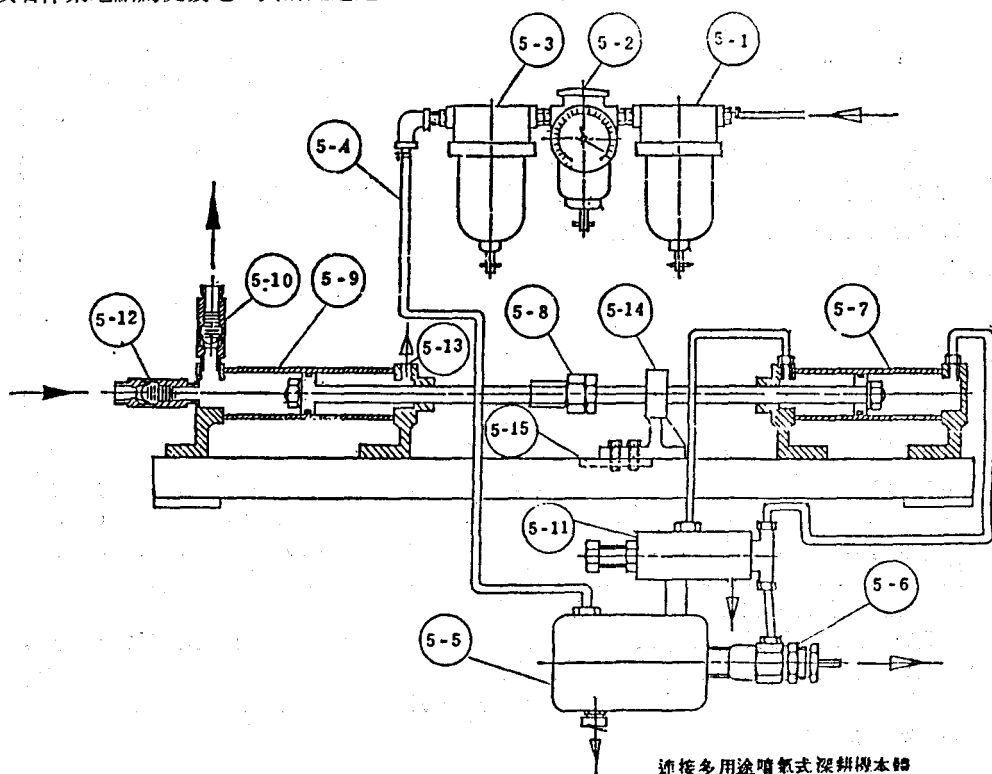


圖 1 多用途噴氣式深耕機之「氣壓式自動定量土壤深層施肥消毒裝置」系統圖

- | | | | |
|----|----------------|----------------|-----------------|
| 其中 | (5-1) 空氣濾清器 | (5-6) 壓力限制閥 | (5-11) 方向控制閥 |
| | (5-2) 壓力控制閥 | (5-7) 氣壓缸 | (5-12) 液體入口止回閥 |
| | (5-3) 壓縮空氣潤滑器 | (5-8) 聯結器 | (5-13) 液壓缸之洩氣孔 |
| | (5-4) 高壓空氣輸送管路 | (5-9) 液壓缸 | (5-14) 液體定量控制基座 |
| | (5-5) 差壓貯氣筒 | (5-10) 液體出口止回閥 | (5-15) 液體定量控制滑槽 |

為了使該項裝置在特殊之地形亦能充份發揮其定量控制之效果，圖 1 中之裝置作了局部之改良，在氣壓缸側加裝了方向控制閥與速度控制閥，液壓

缸側加裝了引導閥，其改良後之裝置系統及實體如圖 2 所示。

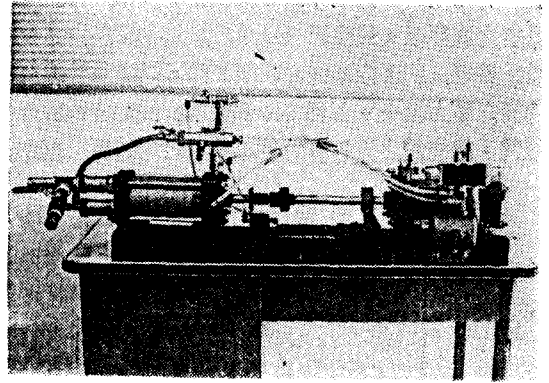
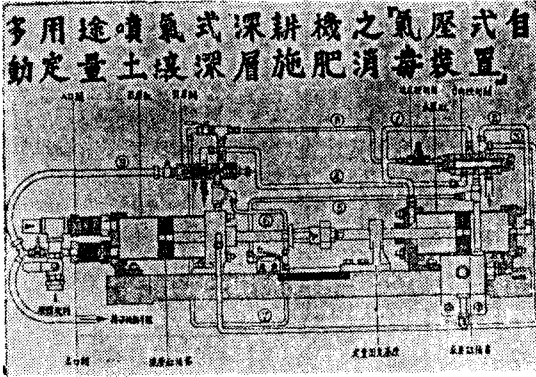


圖 2 多用途噴氣式深耕機改良後之「氣壓式自動定量土壤深層施肥消毒裝置」 (a)系統圖 (b)實體圖

該項改良後之裝置，其液體從該裝置出口至深耕機本體間，為常壓之狀態。當深耕機本體內部之液肥（或藥液）噴入土壤內時，由於該項裝置之氣壓與液壓之聯合控制，使定量之液體再經由管路輸入深耕機本體內。然而，在管路內實際流體之流動，會有壓力損失。

由此可知管路愈長，壓力損失愈大；管路之內徑愈小，壓力損失亦愈大。

直線圓管之壓力損失可以下式表示之：

該項改良後之定量控制裝置，其控制液肥（或藥液）量之準確性已大獲改善。然而，該裝置之管線及控制閥門組件複雜，不易為農民接受；且它暴露於深層鬆土施肥（藥）機動力系統支架上，於實施地下施肥（藥）作業時容易被外物（如樹枝等）所傷而使該項裝置產生故障。

$$\Delta P = \frac{v^2 \gamma}{2g} \cdot \lambda \cdot \frac{\ell}{d} \text{ (kg/m}^2\text{)} \dots\dots\dots(1)$$

對於圖 1 與圖 2 兩種型式之「氣壓式自動定量土壤深層施肥消毒裝置」，在使用上雖可達準確地控制進入土壤深層之液肥（或藥液）量；然而，尚有其實用推廣上之弊端。故如何進一步改良該項裝置，使其能達完全實用推廣之程度，實乃「深層鬆土施肥（藥）機」必需迫切解決之問題。

式中：

- △P：壓力損失，kg/m²
- v：平均速度，m/sec
- γ：液體之比重，kg/m³
- g：重力加速度，9.8 m/sec²
- λ：管路之摩擦係數
- ℓ：圓管之長度，m
- d：圓管之內徑，m

本文乃利用最新型式之「自走式多用途深層鬆土施肥（藥）機」，配合其高壓泵，應用流體力學及氣壓學之基本原理^(1,2,3,4,5,16)，針對以上缺點，另外研製一套「液肥，藥液自動定量控制裝置」，期使深層鬆土施肥（藥）機之地下施液肥（或藥液）作業，在任何長度之輸送管路及陡坡地情況下，均能達到精確定量控制之效果。

而

$$\lambda = \frac{0.3164}{\left(\frac{v \cdot d}{\mu}\right)^{1/4}} \dots\dots\dots(2)$$

μ：動粘性係數

故

$$\begin{aligned} \Delta P &= \frac{v^2 \cdot \gamma}{2g} \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \frac{0.3164}{\left(\frac{v \cdot d}{\mu}\right)^{1/4}} \\ &= 0.1582 \cdot \frac{\ell}{g} \cdot \mu^{4/1} \cdot \frac{v^{7/4}}{d^{5/4}} \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

三、材料與方法

(一)設備與材料

深層鬆土施肥（藥）機整套設備，鑽床、車床、實心銅條、橡皮油封、彈簧、透明膠管、土壤、土壤取樣皿、烘箱、天平、土壤機械分析設備、圓

鋤、鋤頭、白色水泥漆、特製直尺等。

(二)方法

1. 「液肥、藥液自動定量控制裝置」之研製

利用最新型式之「深層鬆土施肥(藥)機」所具有之高壓泵，使液肥(或藥液)輸送管路內之液體為經過高壓泵作用後之高壓液體，以避免管路內流體之壓力損失。再利用深耕機本體固定容積的貯氣筒，藉液體之流入來壓縮貯氣筒內的氣體，以產

生高壓，再用此高壓氣體來間接控制液體是否進入深耕機本體貯氣筒內。為了達到上述目的，研製了一套具有「引導閥」與「流體自動控制閥」之「液肥、藥液自動定量控制裝置」，並作空中噴液與地下噴液體試驗，以瞭解其液體分佈情形。

2. 空中噴液體試驗

利用深層鬆土施肥(藥)機，配合新研製之「液肥、藥液自動定量控制裝置」，實施空中噴液體

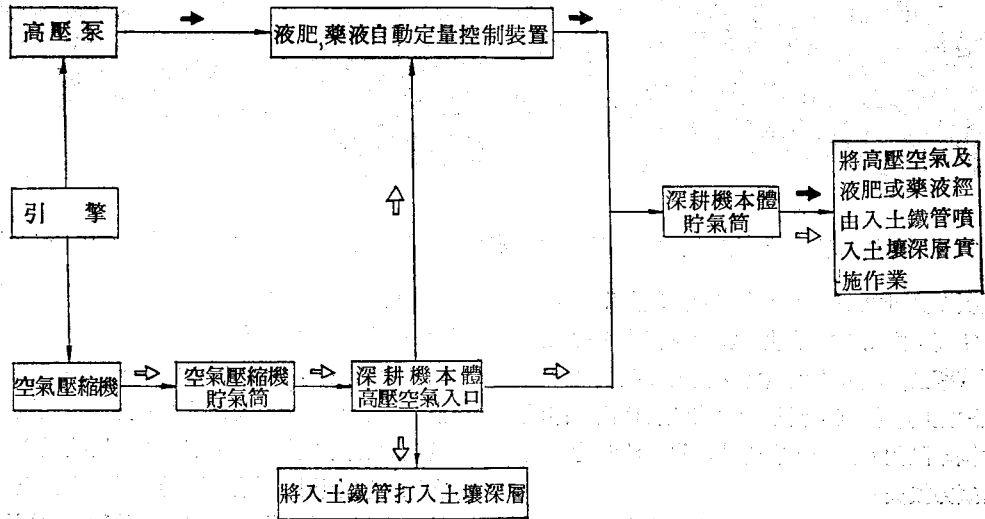


圖3 深層鬆土施肥(藥)機整套設備之作業流程圖

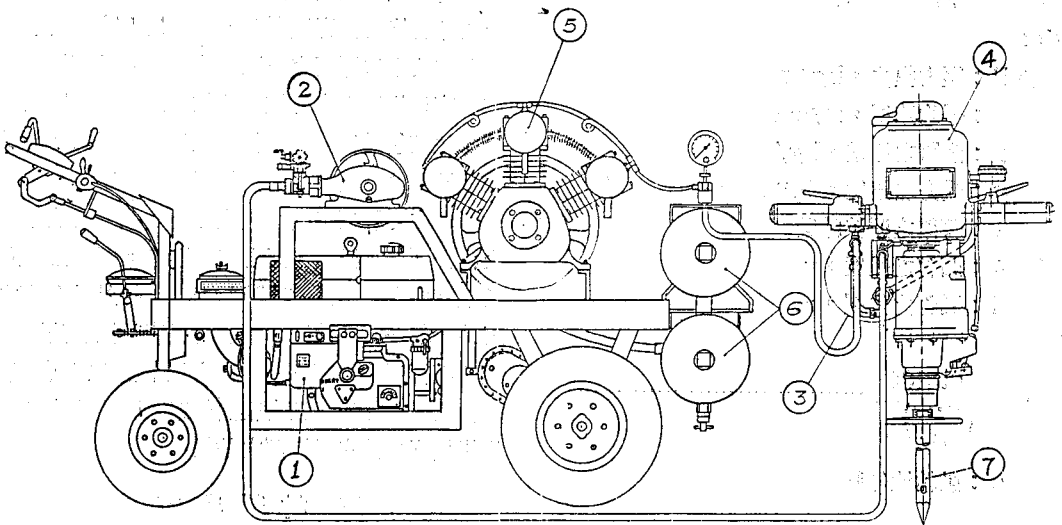


圖4 深層鬆土施肥(藥)機整套設備示意圖

- 其中：①：引擎
②：高壓泵
③：液肥，藥液自動定量控制裝置
④：深耕機本體
⑤：空氣壓縮機
⑥：高壓空氣貯氣筒
⑦：入土鐵管

(白色水泥漆)試驗，照相並觀察其霧化情形及噴出之角度範圍等。

3. 地下噴液體試驗

利用研製之最新裝置，實施地下噴液體（白色水泥漆）試驗，待一星期後，仔細挖土壤斷面與斷層，照相並觀察液體在土壤內部之分佈情形。同時測定土壤含水率及其質地。

四、結果與討論

(一)「液肥，藥液自動定量控制裝置」之研製及其整套設備之作業系統

1. 作業系統

自走式多用途深層鬆土施肥（藥）機，配合研製完成之最新「液肥，藥液自動定量控制裝置」，其整套設備之作業流程如圖3所示，其機械示意圖如圖4所示，實體圖如圖5所示。

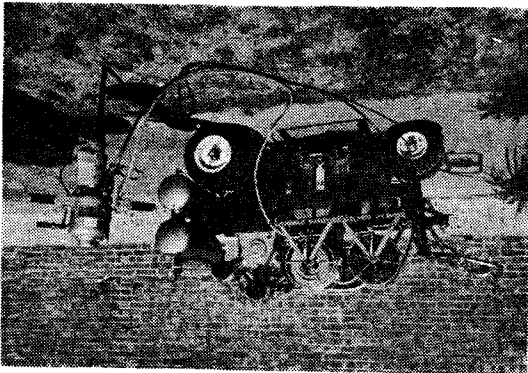


圖5 深層鬆土施肥（藥）機實體圖

茲以圖4為例，說明本設備之作用關係：

引擎①驅動高壓泵②，產生之高壓液體，經管路輸送至研製完成之最新「液肥，藥液自動定量控制裝置」③，再進入深耕機本體貯氣筒④內。引擎同時驅動空氣壓縮機⑤，產生之高壓空氣經由其貯氣筒⑥輸送到深耕機本體的高壓空氣入口（詳見圖7）。此高壓空氣一方面可控制打入機構，將深耕機本體之入土鐵管⑦打入土壤深層；二方面可輔助控制「液肥，藥液自動定量控制裝置」③，以控制液體是否進入深耕機本體貯氣筒內；三方面可將進入深耕機本體之液肥或藥液經入土鐵管噴入土壤深層，以完成地下深層施液肥或地下病蟲害防治之作業。

圖7 「液肥，藥液自動定量控制裝置」與深耕機本體之關係位置側視圖

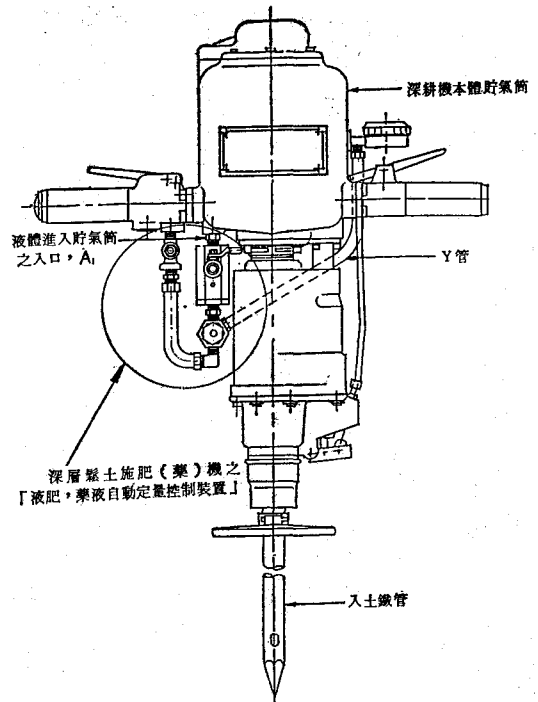
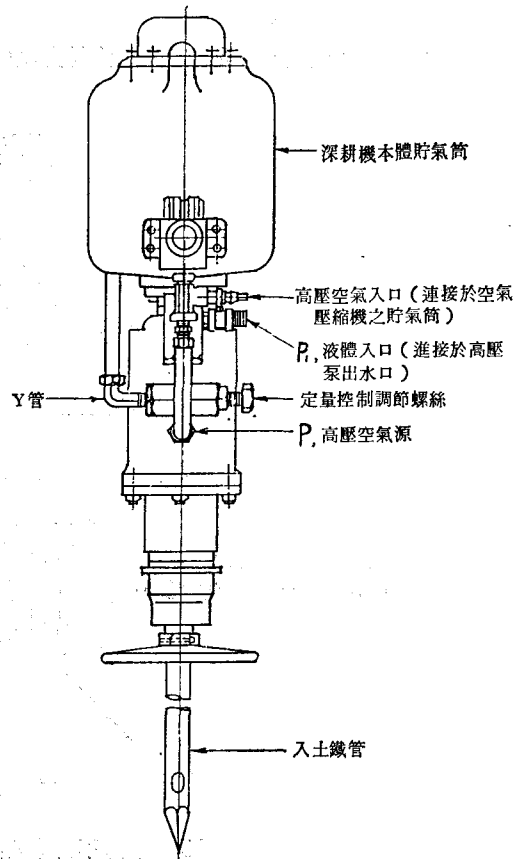
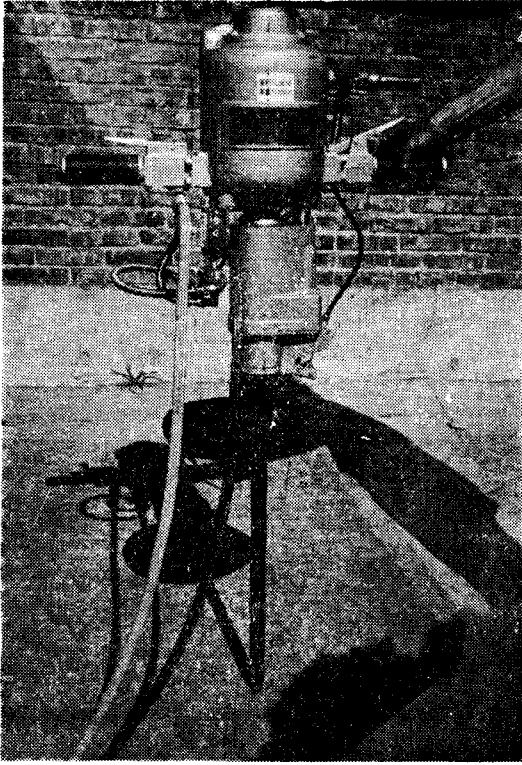
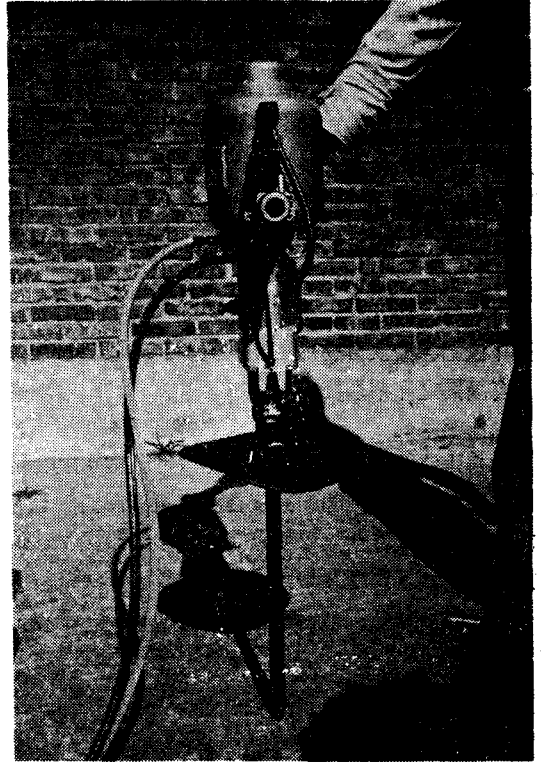


圖6 「液肥，藥液自動定量控制裝置」與深耕機本體之關係位置正視圖





(a)



(b)

圖8 「液肥，藥液自動定量控制裝置」與深耕機本體之實體圖 (a)正視圖 (b)側視圖

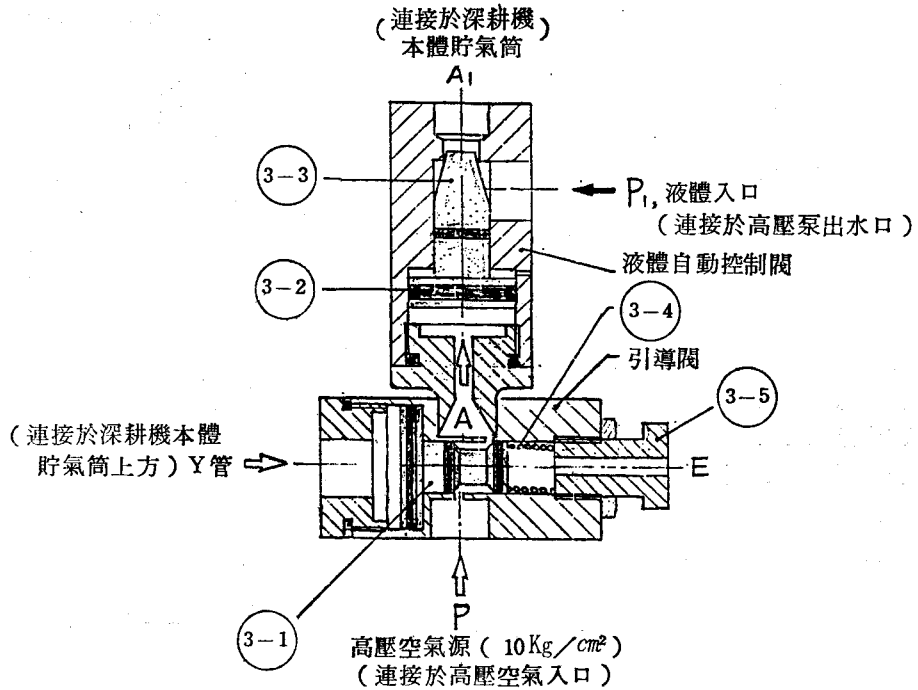


圖9 液體不再流入深耕機本體貯氣筒內之情形

2.「液肥，藥液自動定量控制裝置」之構造及其作用

研製完成之「液肥，藥液自動定量控制裝置」，主要包括了引導閥與液體自動控制閥兩大部分。它與深耕機本體連接在一起之正視圖如圖 6 所示，側視圖如圖 7 所示，實體圖如圖 8 所示。

本最新裝置之內部構造如圖 9、圖 10 所示。茲詳細說明本裝置之作用情形如下：

(1)使液體不再流入深耕機本體貯氣筒內之情形 (如圖 9 所示)。

若設定每次施肥 (藥) 量為 1000c.c.，則由高壓泵所輸送過來的液體，經本裝置中 P_1 處流到 A_1 處而進入深耕機本體貯氣筒內。當液肥 (或藥液) 量達 1000 c.c. 時，貯氣筒內之空氣由原來的 3000 c.c. 被壓縮為 2000c.c.，於是便產生了相對的氣壓，此氣壓經由 Y 管，將引導閥內之柱塞 (3-1) 向右推移，於是將 P 處與 A 室接通，亦即高壓空氣由 P 處進入 A 室，順此將液體自動控制閥內之柱塞 (3-2) 往上推移，而將 P_1 處 (高壓液體入口) 與 A_1 處阻隔，如此，液體則不再流入深耕機本體貯氣筒內。

(2)液體再進入深耕機本體貯氣筒內之情形 (如圖 10 所示)。

當深耕機本體貯氣筒內之液體與空氣經由入土鐵管噴入土壤深層後 (亦即完成一次深層施肥 (藥) 作業)，此時深耕機本體貯氣筒內氣壓消失，Y 管內壓力亦消失 (因為 Y 管直接連通於深耕機本體貯氣筒)，亦即引導閥內柱塞 (3-1) 之背壓力消失。此時，柱塞受壓縮彈簧 (3-4) 之彈力作用往左推動，則 A 室與 P 處便受到阻隔，亦即由 P 處進入 A 室之高壓空氣迴路關閉，而殘留於 A 室內之高壓空氣則經由定量控制調節螺絲 (3-5) 之中空管路 (E) 排放於大氣中。因為 A 室內高壓空氣之消失，壓力下降，使得液體自動控制閥內之柱塞 (3-2) 往上推的力量消失。此時， P_1 處之高壓液體在液體自動控制閥柱塞頂端錐型部位 (3-3)，產生了推動柱塞往下移動之分力；因之，柱塞立即向下移動，使得 P_1 處與 A_1 處相通，故液肥或藥液即可進入深耕機本體貯氣筒內。

當液體進入量達所設定之 1000c.c. 時，又回到 (1) 中如圖 9 之作用。因此，靠引導閥與液體自動控制閥之作用，本項最新裝置可精確地控制液肥或

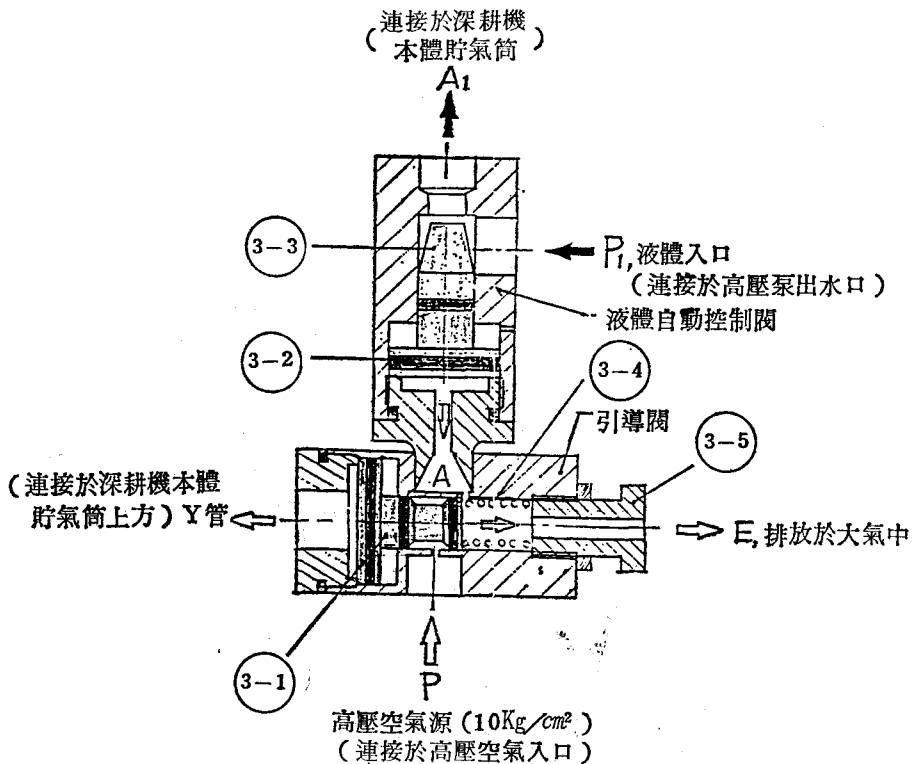


圖 10 液體再進入深耕機本體貯氣筒內之情形

藥液是否進入深耕機本體貯氣筒內，以達自動輸送之作用。

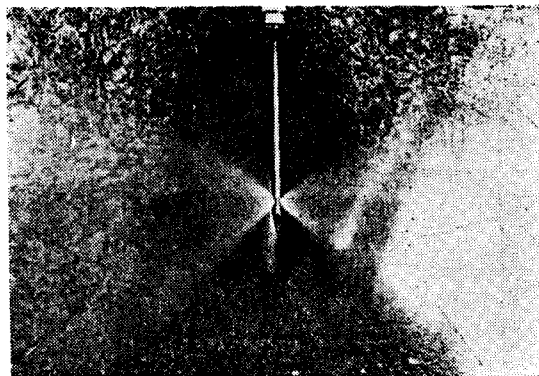
(3)液肥或藥液之定量控制原理。

利用本裝置之定量控制調節螺絲(3-5)，若調整此螺絲在引導閥上之鬆緊度，即可控制壓縮彈簧(3-4)之壓力，此壓力與由深耕機本體經Y管而來之壓力，兩者決定引導閥內柱塞(3-1)向右移動之傾向，以達自動定量控制之作用。換言之，若欲提高每次施肥(或藥液)量，則需將調節螺絲(3-5)向內旋緊，如此，欲推動引導閥內柱塞(3-1)向右移動所需由Y管而來之氣壓必需提高才可，亦即在深耕機本體貯氣筒內之氣壓須提高，亦等於在深耕機本體貯氣筒內需要流入較多的液體以提高貯氣筒內之氣壓。反之，若欲減少施肥(藥)量，則應將調整螺絲(3-5)往外旋鬆。故，直接控制調整螺絲(3-5)之鬆緊度，即可達到自動定量控制之作用。

(二)空中噴液體與地下噴液體試驗

1.空中噴液體試驗

利用此最新設備，實施空中噴液體之情形如圖11所示。液體霧化情形良好，噴出時液體呈現扇形分佈，與噴管所形成之角度約上下各 30° ，亦即扇形之區域達 120° 之範圍。



11

2.地下噴液體試驗

實施地下噴液體試驗時，經抽樣測定，其土壤含水率為15%，土壤質地屬於坩質壤土(Silt loam)。液體在土壤內分佈之斷面圖如圖12所示，斷層圖如圖13所示。其分佈半徑最大可達60cm，深度可達70cm，液體均勻地分佈在土壤內部，情況令人滿意。

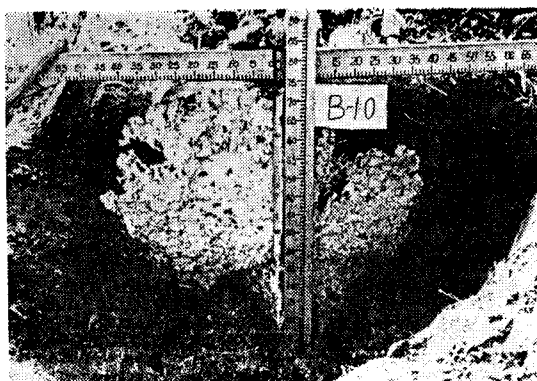


圖12 地下施肥(藥)量為1000c.c.時，液體在土壤內分佈之斷面圖

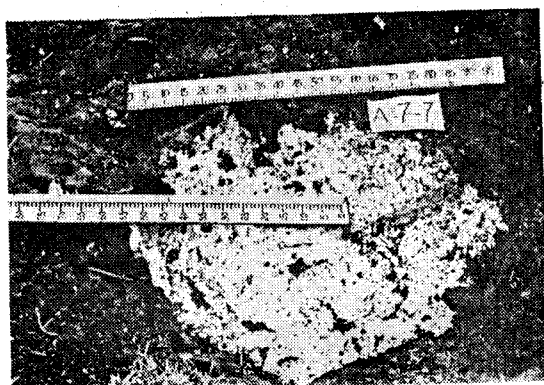


圖13 地下施肥(藥)量為700c.c.，連續作業兩次時，液體在土壤內分佈之斷層圖

五、結 論

對於「自走式多用途深層鬆土施肥(藥)機」實施地下施液肥(或藥液)作業時，於管線太長或坡地太陡之情況，所發生之定量控制液肥(或藥液)效果減低之問題，本文設計了另外一套「液肥，藥液自動定量控制裝置」，以解決此問題。它是利用深耕機本體貯氣筒內藉進入液體量之多寡所產生之壓縮空氣，與研製之引導閥，流體自動控制閥等產生聯合作用，以自動定量控制施肥(藥)量。

它經過實際之機械耐久試驗與田間試驗，證實可得如下之效果：

1.本項最新裝置可精確地控制所需施放於土壤內之液肥或藥液量。

2.對於較長輸送管路與陡坡地之作業，本項裝置仍能準確地發揮其功用，故可減少尋覓水源與移動動力系統之麻煩。

3.施肥(藥)量可靠本裝置之調節螺絲來調整

4.實施地下施肥(藥)作業時,液體在土壤內之分佈情形良好,半徑最大可達 60cm,深度可達 70cm。

六、謝 誌

本項最新裝置之改良與試驗,承兩和工業股份有限公司鼎力合作與支援,農委會農機小組諸位先生之指導,千漢農機設計顧問公司吳漢筠先生之熱心協助,始克順利進行,謹於此致最大謝忱。

七、參 考 文 獻

- 1.王德翔,1982,壓縮空氣與氣體手冊,徐氏基金會。
- 2.朱焯崙,1981,氣力學,徐氏基金會。
- 3.林國慶、蘇國欽,1981,流體力學及其工程上之應用,大學圖書出版社印行。
- 4.孫葆銓、陳憲治,1974,實用機械氣壓學,正中書局。
- 5.許覺良,1980,圖解氣力學,徐氏基金會。
- 6.彭錦樵、黃陽仁,1982,噴氣式管理機械之田間試驗研究,中國農工學報,第28卷第4期。
- 7.彭錦樵、,1983,噴氣式深耕機對土壤物理性及其空氣動力學特性之影響,科學發展月刊,第11卷第1期。
- 8.彭錦樵、樂家敏,1983,噴氣深耕對葡萄生長特性之試

驗,中國農工學報,第29卷第2期。

- 9.彭錦樵,1983,噴氣式深耕機最佳作業條件之研究,中國農工學報,第29卷第4期。
- 10.彭錦樵、樂家敏,1983,噴氣式深耕機多角化利用之研究,臺灣農業雙月刊,第19卷第6期。
- 11.彭錦樵、吳漢筠、紀順發等,1984,多用途噴氣式深耕機之「氣壓式自動定量土壤深層施肥消毒裝置」,新型專利第 27836 號。
- 12.彭錦樵、樂家敏、王豐政,1985,多用途噴氣式深耕機之改良及試驗,中國農工學報,第31卷第1期。
- 13.彭錦樵、吳漢筠、紀順發等,1986,多用途深層鬆土施肥(藥)機之「液肥,藥液自動定量控制裝置」,新型專利第 35146 號。
- 14.彭錦樵、樂家敏,1986,自走式深層鬆土施肥(藥)機之田間試驗研究,(I)茶園之地下施肥試驗,中國農工學報,第32卷第1期。
- 15.彭錦樵,1986,噴氣式深耕機作業時土壤內壓力分佈之理論研究,中國農工學報,第32卷第2期。
- 16.賴耿陽,1977,現代機械設計輯覽,復漢出版社。
- 17.岩崎一男,1981,作物栽培と土壤空氣,岩谷產業株式會社。
- 18.農業生產工學研究會,1981,壓縮空氣の注入による土層改良および作物の生育效果に關する試驗成績概要:
——果樹園に對する效果。
——野菜園に對する效果

專營土木、水利、建築等工程

仁 義 土 木 包 工 業

負責人：劉 義 章

地 址：台中縣外埔鄉大同村甲后路281號

電 話：(046)832957

專營土木、水利、建築等工程

任 發 營 造 有 限 公 司

負責人：廖 振 昌

地 址：台中市西屯區福安十街50號