

東沙島苗圃建置之規劃設計



海洋國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 96 年 12 月

東沙島苗圃建置之規劃設計

成果報告書



計畫主持人：郭城孟

協同主持人：嚴新富

執行單位：社團法人中華民國永續生態旅遊協會

海洋國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 96 年 12 月

目錄

摘要	II
Abstract.....	IV
第一章 計畫緣起.....	1
第二章 基地現況.....	3
第一節 東沙島環境概況.....	3
第二節 東沙島潛在植被.....	4
第三節 東沙島原生植被育課題及對策.....	10
第三章 原生植種復育規劃.....	13
第一節 生態綠化.....	13
第二節 復育植種選擇.....	15
第三節 復育植種習性及培育方式.....	20
第四節 東沙島原生植被復育願景.....	27
第四章 苗圃設施規劃.....	30
第一節 園藝設施之型式.....	31
第二節 灌溉設施.....	48
第三節 育苗設施及方法.....	53
第四節 植栽管理及撫育.....	55
第五章 東沙島苗圃建置及經營規劃.....	65
第一節 硬體建設.....	65
第二節 栽培計畫.....	72
第三節 經營管理模式及經費預估.....	77
參考文獻.....	80
附錄一：東沙島育苗扦插溫室材料規範.....	82
附錄二：東沙島原生植被復育長期計劃及經費規劃建議.....	89

摘要

東沙環礁位於南海之北，生態環境特殊，是台灣唯一的環礁地形。東沙環礁海域被劃設為海洋國家公園後，積極規劃自然資源經營管理方案。東沙島上的原生植群因島上開發而有棲地破碎化的趨勢，可能間接影響其他物種的生存及繁衍；島上景觀也缺乏熱帶海岸林的特色。為了達到原生植被復育及環境美化之目標，根據生態綠化的內涵，並考量若自台灣引進種源，恐有引進外來種之虞，因此島上進行生態復育首先必須建置原生植物培育苗圃，故本計畫目的在於原生植被復育苗圃之規劃與設計，參考國內各種溫室型式、覆蓋材料、育苗設施、作業方法等，分析其優劣。從經濟效益、座落位置等，評估東沙島苗圃之建置預定區域，可以重建東光醫院旁的蔬菜溫室，及中央區域的菜園為初期苗圃運作之育苗溫室及馴化苗圃。

溫室之架構沿用過去之蔬菜苗圃架構，更換部分零組件。溫室之灌溉水來源為屋頂、道路集雨系統為主，並於溫室設置頂棚集雨設備及地面灌溉溢流水收集系統，增加水資源的利用。初期苗木生產以扦插苗為主，故苗床設計採用扦插育苗盤，其上置隧道棚及噴霧設施，促進插穗之發根。發根後便換盆移至馴化苗圃進行馴化後出栽至復育基地。使用之介質建議為東沙島之土砂，摻入堆肥、椰纖等有機質，其比例須經試驗及視培育階段不同而改變。

苗圃之經營計畫為苗圃經營之成敗關鍵，建議以下兩種方案為苗圃之經營參考：（1）由主管單位自行派員為苗圃管理及技術人員（可為管理處專職人員或具專長替代役），負責苗木生產工作、苗圃資材管理、種源收集時程規劃、苗木品質管理、澆灌控管、馴化及出栽時程規劃。出栽時再調派臨時工支援。（2）規劃每年東沙島生態復育基地及時程，整案委外發包於島上生產所需復育植物。主管單位負責規劃及統籌工作；擬定所需生產苗木的種類、數量，待合約期滿進行驗收工作。苗圃設施維護也由廠商負責，主管單位再行接手管理工作。承包單位可為研究單位，所進行之復育工作資料同時做為學術研究，增加復育工作在學術上的貢獻。

因東沙島上原生植物之栽培經驗稀少，且缺乏物候資料，在進行育苗生產之前，必須先進行植物之物候觀察、栽培介質成分比例試驗、育苗方式試驗等，俾

能增進育苗成功之機率。本計畫成果可做為東沙環礁國家公園未來執行原生植栽復育規劃的參考依據，逐步完成東沙島景觀復育之目標。



Abstract

Dongsha Atoll National Park is located north of the South China Sea, having special ecological environment. The Dongsha Island is the only portion of the atoll which remains above sea level all year around. Because of military occupation and management, the original vegetation on the island becomes segmented; however, it will influence the distribution of other species. Furthermore, the landscape on the island lacks the characteristic of Asian tropic littoral forest. In order to restore the original vegetation and landscape, we applied the principle of ecological greening. The first step to restore original vegetation is to build a nursery on the island to produce the plantlet which be planted on the restoration site after removal of leucaena (*Leucaena leucocephala*) or unused buildings. The purpose of this project is to design and plan the nursery building and planting facilities. According to location, wind direction, economical benefit and the purpose of the nursery, to rebuild the vegetation greenhouse near the Dongkwan hospital and acclimation field near Dongsha orchard is suggested.

To repair the old greenhouse is to change the rusty portion and cover material. The irrigation system is composed of the rainfall gathering system of Dongkwan hospital roof, greenhouse roof and road. To improve the utilization of water resource, we designed the irrigation water recycle system on the greenhouse ground. In the initial stage, the main production of plantlet is cutting, so we planed the tunnel and mist-irrigation above beds. After root develop well, the cutting could be moved to acclimation field for one month and could be planted in the restoration site. The soil will be the sand from island mixed with organic manures, however, the ratio of sand and organic manures should depend upon the primary test and planting stage.

We provided two programs for nursery management: (1) two administrators designated by National Park are responsible for plant production, materials management, planting schedule plan, irrigation control, etc. Temporaries will be assigned during restoration site planting; or (2) National Park or academic organization take charge of the restoration plan, and National Park contract out the

plant production, plant work (production should taken on the island). Contractor is responsible for plant production, nursery maintain, etc. However, in order to improve the academic information and account of restoration, the academic organization to be contractor would be better.

For less plant reference and phenology of those original plants, before plant production, the phenology observation of plant, test of culture soil ratio and test of culture method should be carried out. The result of this project could be a reference for Dongsha National Park for original vegetation restoration planning.



第一章 計畫緣起

東沙環礁為我國海域唯一發育完整的環礁，係由珊瑚經數千萬年的生長堆積形成，屬於特殊珍貴自然景觀，且孕育豐富的珊瑚礁生態。東沙環礁屬於亞熱帶海洋性氣候，自然景觀和台灣本島大不相同，周遭海域生物資源豐富，內政部已於民國 93 年 3 月正式公告東沙環礁為我國首座海洋國家公園，管理處也於 96 年 10 月 4 日揭牌成立，規劃以環礁外圍 12 哩為國家公園範圍，總面積為 35 萬公頃。

東沙島是環礁內唯一露出海面的部分，是由珊瑚及貝類等生物碎屑堆積而成，全島覆蓋碳酸鈣白砂，並無土壤層，島上植被以低矮的熱帶灌叢為主。根據氣候及重要原生植種分布分析，東沙島的生態定位應屬熱帶海岸林（郭，2007）。因早年即有漁民利用，後有日本人進駐開發及官兵駐守建設，伐除島上部分原生植群做為建物設施（程&張，2006），島上原有植被及先民遺留之生活遺跡早已破壞殆盡。根據黃增泉教授的研究（Huang，1994），島上共有 110 種植物。謝長富教授於 2005 年的調查則發現島上維管束植物共 126 種，島上共有 72 種原生植物、18 種歸化植物及 36 種栽培植物（劉等，2005）。東沙島位於台灣南疆，是許多熱帶植物分布的北界，有其生態上的意義。

東沙島潛在植被距海由近至遠可分為沙灘草本帶、沙灘灌叢帶、海岸灌叢帶及海岸林（郭，2007）。由島上目前中央地區及北沙脊最寬處有白避霜花、橙花破布子等海岸林樹種殘存，可以推測此兩處過去應有海岸林生長。但因島上資源的開發以及軍事建設，移除了原來的植被覆蓋；部分地區人為建物的設置，對原生植被造成分布上的限制，改變了原來的生態系統及功能，可能進而影響各種棲息其中的野生動物或昆蟲的生存環境。過去因防風的需要於島上栽植銀合歡，現今銀合歡已廣泛分布於荒廢地及部分海岸地區，且有天然更新的現象，恐有擴張之虞，影響其他原生植被，因此需儘速移除，復育原生植被覆蓋。

原生植被復育為長期工作，需有良好的規劃方案方能打下基礎，提高日後復育成功的機率。為復育東沙島原生植被，在島上建置苗圃提供復育所需苗木，是復育原生植物的首要步驟。除可減少因輸入種苗帶來的外來種問題，也可保存當地生物的基因多樣性。待苗木長成至可出栽大小，即可在伐除銀合歡或廢

棄建物移除後儘速補植，減少其他具侵略性之草本或灌木入侵復育區的機會。

本計劃目標為東沙島苗圃建置之規劃，根據未來植被復育地區之苗木需求目標，設定苗圃經營規模並擬定苗木生產計劃，並考量各種苗木的生長特性，以及苗圃設置的環境因子如：地形、日照、風向及風速、水源供給及交通運輸等條件，提出育苗工作所必要之設施在內之苗圃規劃報告書，包括苗圃基地設計配置、建置步驟及流程，據以建置完整的苗圃設施，期能此計畫能為東沙島原生植栽復育建立一個良好的基礎，以利後續進行島上之欲復育植物之物候學及發芽、扦插等試驗，並可進行採種、採苗及育苗之工作，為島上植被景觀復育工作做準備。



第二章 基地現況

第一節 東沙島環境概況

東沙環礁位於南海之北，位於北緯 $20^{\circ}35-47'$ 之間，東經 $116^{\circ}40-55'$ 之間，直徑約為 25 Km，面積約為 500 Km^2 的標準環礁地形。環礁中間為一水深 16 m 以內的瀉湖，瀉湖中有許多珊瑚丘和淺灘分布。東沙島位於環礁的西北側，經緯度約為北緯 $20^{\circ}42'07''$ 、東經 $116^{\circ}43'40''$ ，地勢東北較高，西南較低，最高處海拔約 7.8 m。其外形如一朝左的蟹螯，東西長約 2,800 m，南北寬約 865 m，周圍海岸線長約 8 Km，全島陸地總面積約 1.74 Km^2 （程&張，2006、李等，2006）。

東沙島西部有兩條延伸出的沙脊環抱一小瀉湖如內海，其面積約為 0.68 Km^2 ，此瀉湖在退潮時水深不及 1 m，其出口寬度僅約 20 m，湖底多為淤泥及有機殘屑所覆蓋（方等，1990）。

東沙島屬於亞熱帶海洋性氣候，夏季受西南季風，冬季則受東北季風的影響。每年的 4-11 月偶有颱風來襲，以 8、9 月為最。雨量以夏季（6-9 月）較多，每月降雨量皆超過 170 mm；冬季雨量少，2 月份的雨量約為 18 mm。東沙島的年平均氣溫約為攝氏 25.1° ，以 7 月最高（ 28.8° ），1 月最低（ 20.5° ）（圖 1、程及張，2006）。

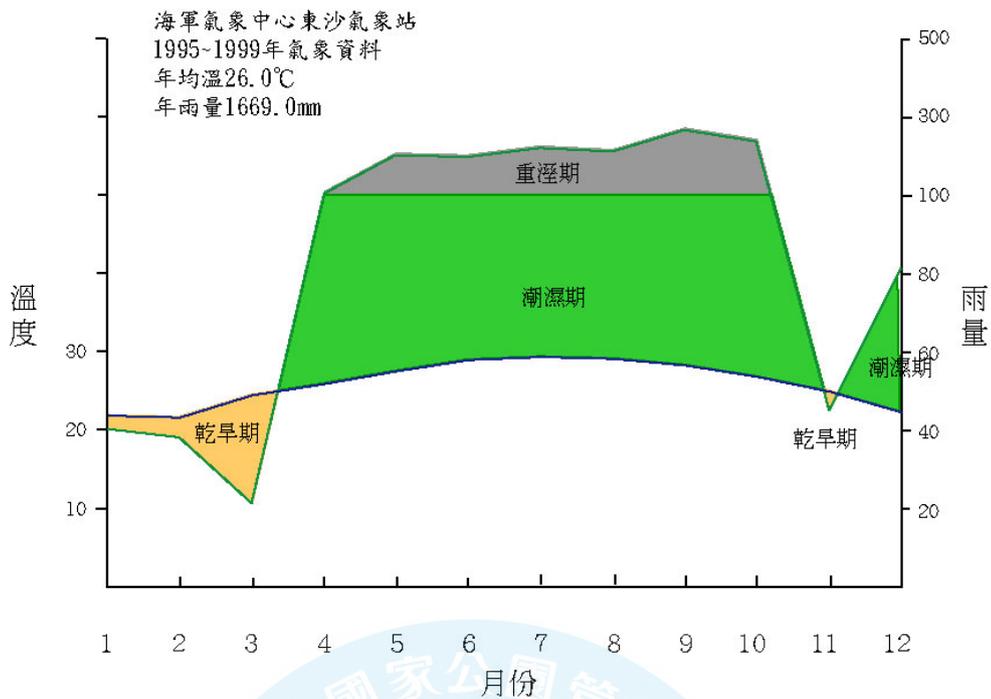


圖 1、東沙島生態氣候圖

第二節 東沙島潛在植被

一個地點如果仍保有充足的種源並加以適當的保護，植物社會將會隨著時間的腳步逐漸演變，經過很長的一段時間後，最後達到成熟林分的階段，如此形成的植物社會，即為潛在植被。潛在植被隨著著眼的角度不同而有不同，站在全球的角度，包含東沙島在內的南海島嶼種子植物區系屬的成分是以熱帶植物組成成分佔絕對優勢；與鄰近地區比較，南海島嶼種子植物區系與中南半島區系的關係最為接近（吳等，1996 a、b）；但若以東沙海域的角度，東沙島上的潛在植被就是因當地微環境及氣候造成其獨特的植物社會，並且和當地的生物構成一個相互依存的生態系統。

根據東沙島 30 種重要植種，包括草本、灌木、喬木等，分析其在全世界的分布，以及氣候條件，來定義東沙島植群在全世界的定位。東沙島主要植種在全世界分布可分為泛熱帶分布、熱帶舊世界分布及東南亞、西南太平洋諸島分布三種模式。泛熱帶分布的種類有：海馬齒、毛苦參、老虎心、繖楊、可可椰子；熱帶舊世界分布的種類有：匍地垂椴草、濱大戟、芻蓄

草、匍匐黃細心、脈耳草、馬鞍藤、文殊蘭、亞洲濱棗、臭娘子、草海桐、瓊崖海棠、葛塔德木、檄樹、海人樹、橙花破布子、欖仁、白水木、棋盤腳、海茄苳、小葉桑；分布於東南亞、西南太平洋諸島的種類有：林投、苦林盤、止宮樹、白避霜花、銀葉樹。東沙島因面積小，全島皆受海洋影響，故島上植被皆為海岸植群，屬於亞熱帶海岸林植被（郭，2007）。

東沙環礁位於南海北側，地理劃分上仍屬南海諸島的一部分。南海諸島地跨 10 多度緯度，自然條件差異很大，植物群落的分布也有差異，但就植物分類，南海諸島種子植物皆屬於熱帶區系。南海諸島與鄰近地區的種子植物區系具有十分密切的聯繫。與鄰近地區比較，南海諸島種子植物區系與中南半島區系最為接近，其次是廣東，原因不僅是因為具有相似的地理位置及氣候條件，更重要的是這些島嶼和中南半島在地質時代中曾數度相連。南海諸島普遍分布有熱帶珊瑚島森林植被，其優勢種主要有葛塔德木、草海桐、白避霜花、白水木、欖仁樹等（吳等，1996 a、b）。東沙島為熱帶偏北的太平洋島嶼，植被和鄰近的西沙群島、南沙群島或是海南島的海岸植物多有相似之處。

根據先前的研究結果，島上有 110 - 126 種維管束植物，以草海桐為主的植物社會灌叢是東沙島陸域最常見的植被型。原生植物群聚可分為水生植物帶、草本植物帶以及海岸灌叢植物帶；次生群聚有草生植被及灌叢植被，而人工栽植的群聚有銀合歡優勢群聚、木麻黃優勢群聚及其他栽種植物群聚（Huang，1994、劉等，2005）。謝等人的調查依據台灣植物誌，認為屬於台灣稀有的植物物種共 10 種，其中亞洲濱棗、葛塔德木、檄樹、止宮樹與海人樹在島上為廣泛分布，而大花蒺藜、田代氏大戟、毛苦參、白避霜花及老虎心呈現零星分布且數量稀少。此外，田代氏大戟為台灣特有種，生長於東沙島的雜草地，數量稀少。東沙島的植物相部分類似於熱帶的植物相，許多原生的植物種類大多可見於恆春半島、綠島、蘭嶼及澎湖群島等地，只有白避霜花、橙花破布子及海人樹在台灣本島沒有分布，其他如亞洲濱棗、葛塔德木、檄樹、止宮樹、海人樹、毛苦參、老虎心等屬於泛熱帶分布，常見於東南亞、澳洲、太平洋諸島等地，台灣因處於分布邊緣，所以此等植物呈現稀有狀態（劉等，2005）。

以東南亞植物區系的角度來看，南海島嶼群的海濱植被和東沙島相

似，但某些植種的數量和分布有些許差異，例如西沙群島的東島有成林的白避霜花，但在東沙島只有中央地區零星的分布。這可能與地理環境或是微氣候之不同造成，也可能是東沙島開發及外來種引進造成生態環境改變有關。

島上的銀合歡及木麻黃林地為人為栽植，做為房舍之防風植被，形相單一。此類人工造林環境對於島內原生植被之復育更新而言，可能會有負面的影響。另外木麻黃林地內可見草海桐、林投、亞洲濱棗等植物於林下自成灌叢，推測木麻黃植被應可逐步為當地原生植種取代。1994年的調查中（Huang, 1994），沒有大花咸豐草的紀錄，後來劉等（2005）的調查中，大花咸豐草已然成為乾生荒廢草地的主要優勢種，其拓植能力及範圍值得注意。謝長富教授等人（劉等，2005）發現，在人為影響較低之區域，歸化植物之分布數量較少，而房舍、道路周邊的開闊地，則常見生長快速的草本或灌木種類，歸化植物的種類也較多。

根據現況植被之棲息環境與各植種之生態習性，影響東沙島潛在植被的因素包括距海遠近、及水體環境。從植被演替的情形，尤其是當地的小苗及稚樹種類，並配合環境因子分析，可得到潛在植被單位（圖2）。東沙島潛在植被單位應全屬海濱植群，且是以海漂性種類為主，也就是說，鄰近區域海岸植群構成樹種，甚或是島上被認為衰退的樹種，也都有可能藉由海漂果實到本島重新建立族群，當然前提必須是有許可的環境（郭，2007）。

東沙島潛在植群可再細分為：

一、海生植群

1. 海生植群：

以圓葉水絲草、單脈二藥藻及泰來藻為主，主要分布在潟湖及海邊外灘，形成茂密的海草床。

2. 沙灘植群

(1) 沙灘草本植群：

以馬鞍藤、無根藤為主，伴生有濱大戟、匍地垂榕草。分布於島四周的海灘。瀉湖周邊沙灘植群主要由海馬齒構成。

(2) 沙灘灌叢：

以草海桐、海人樹、白水木、林投為主，伴生有圓葉天茄兒，是海灘植群帶和海岸灌叢的過渡帶。

二、 海岸灌叢植群：

海岸灌叢為沙灘灌叢及海岸林的過渡帶，以葛塔德木、草海桐為主，伴生有止宮樹、檄樹、圓葉天茄兒、毛西番蓮、臭娘子、亞洲濱棗。多分布於海灘後方。

三、 海岸林植群：

以白避霜花、瓊崖海棠、橙花破布子、棋盤腳為海岸林主要組成物種，伴生有葛塔德木、草海桐、檄樹。分布於東沙島中央地區或是島上較避風處。

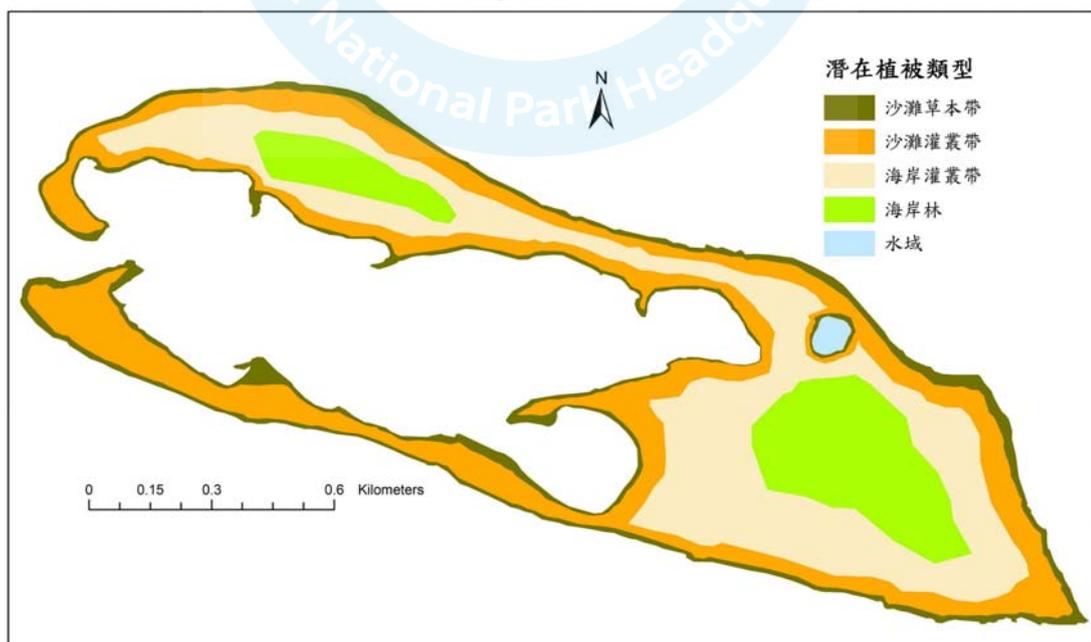


圖 2、東沙島潛在植被分布圖（郭，2007）

東沙島的形狀東西長，南北窄，加上潟湖偏西側，所以東半部的陸地面積較大。島四周的海灘為草本植物社會（海馬齒或馬鞍藤、無根藤、濱大戟、匍地垂桉草等）及海岸灌叢社會（草海桐、白水木、海人樹、林投），愈往內陸，植被類型由海岸灌叢演變成海岸灌叢和海岸林的過渡地帶，此中的植物種類包括葛塔德木、草海桐、止宮樹等。中央地區現存的橙花破布子、白避霜花及瓊崖海棠大樹，顯示中央地區過去曾有海岸林的植被存在。茲將島上各區域之潛在植被詳述如下：

一、 潟湖周邊

潟湖南北兩條沙脊因陸地面積狹長，各植物社會壓縮。北沙脊的海灘狹窄，其潛在植被由海灘往跑道方向，應是海岸灌叢演變成海岸灌叢和海岸林的過渡地帶，雖然北沙脊其他地區因地形狹窄不易發展出海岸林，但本研究於東沙島北沙脊最寬之處（靶場附近）發現有白避霜花的生長（跑道南側），可以推測在跑道尚未建設之前，此區因腹地寬廣，北面有海岸灌叢阻擋東北季風的吹襲，過去應該有海岸林分存在。南沙脊相較之下更為狹窄，只有沙灘草本植群及沙灘灌叢植群分布。而潟湖邊的海灘植物社會因生長底質和沙灘不同，是腐植質較多的泥質土而非珊瑚砂，再加上潟湖沿岸的風衝效應不大，所以潟湖岸的植物社會和沙灘不同，是以海馬齒植物社會為主。潟湖旁及小潟湖的欖李可能是早期由駐島官兵種植，但海茄苳的來源尚不明。欖李的生長情形不佳，但海茄苳有小苗生長，若適應良好，再加上潟湖持續淤積，海茄苳很有可能發展成林。



圖 3、潟湖沿岸海馬齒植被



圖 4、潟湖東岸海茄苳植株，已有小苗出現

二、海灘及海岸地區

海灘上的草本植物及海岸灌叢，其生理構造皆能適應海濱乾旱、強風、砂土、鹽分等逆境，例如肉質葉、葉表有絨毛、深根等特性，所以此類植物皆屬於先鋒植物。這表示了東沙島海灘及海岸地帶皆屬於演替的初期，也就是干擾持續的發生，使得此區一直位於演替初期的階段，而干擾包括了颱風、潮汐等天然現象，也包含了人為干擾。但近幾年來東沙島海灘及海岸區域並無大規模的施工進行，海濱地區常年遭受季風及頻繁的颱風干擾，此區的植物社會應處於歷經干擾、演替初期的植物社會、干擾...這樣的往復演替循環中。



圖 5、島上東北方海灘之植被現況，由海灘草本帶發展至海灘灌叢

三、中央地區

熱帶海岸林係各種熱帶海岸植物組成的植物社會，熱帶海岸植物傳播的路線，幾乎與紅樹林一致，在地理分布上，都是以南北緯 25° 為其界限（王，1974）。海岸林所在的地理環境通常是腹地較大、避風較佳，受到干擾程度較低的區域。東沙島上的空軍庫房及中央區域等避風處較適合海岸林生長，但因人為開發，此區已建築起水泥鋪面及各式建物，區內殘留的白避霜花、橙花破布子等大樹，應是過去海岸林存在的證明。白避霜花、橙花破布子的樹型高大，樹葉薄軟，不耐風襲，屬於海岸林演替後期階段的植物種類。且西沙群島有大片白避霜花樹林存在，推測地理位置及生長基質和西沙群島相似的東沙島中央地區，過去應有數量相當的白避霜花生長。根據南沙群島的植群調查結果，欖仁及刺桐為白避霜花林伴生植物之一（黃等，1994；邢等，1994），本次調查於海灘上發現欖仁及刺桐苗木，推測東沙島上原本應有欖仁、刺桐之分布，但目前所見之植栽應是人工栽培，隨著

海漂果實之萌發，未來可能會逐漸擴展。東沙島中央地區潛在植被應是白避霜花樹林，間雜橙花破布子、瓊崖海棠、檫樹、葛塔德木、棋盤腳樹、刺桐，林下是草海桐的海岸林。



圖 6、中央地區大面積之水泥鋪面及
部分建物現況

圖 7、中央地區殘存之白避霜
花海岸林

第三節 東沙島原生植被育課題及對策

根據島上現存的海岸植被種類及生長模式、中央地區殘存的海岸林樹種，以及鄰近其他島嶼的植被類型，推估東沙島潛在植被類型包括：1. 以泰來藻為主的水生植物社會；2. 以馬鞍藤及無根藤為主的海灘植物社會；3. 以草海桐、葛塔德木、林投等組成之海岸灌叢；以及 4. 中央地區的海岸林植物社會。

台灣本島的海岸地區面臨巨大開發壓力，原始的海濱植物群落已非常稀有，因此東沙島現存頗為的海濱植物群落更顯得珍貴；另外，台灣熱帶海岸林分布僅限於台灣最南隅，其組成樹種和東沙島多有差異；且目前東沙陸域上零散錯落的房舍、銀合歡林分子人東沙島缺乏特色的陸域景觀印象，故東沙島陸域植被有其保存及復育的價值。以下將分析島上原生植被及景觀復育將面臨之課題及其解決對策分析。

課題一：島上水泥建物過多，部分呈閒置狀態，造成原生植被分布片段化。

對策：現有建物大多是海軍陸戰隊駐守時興建，除了現有海巡署單位

使用中的建物或規劃為將來國家公園長駐人員之宿舍及辦公室外，島上可見閒置或廢棄的建物，多有鋼筋外露、部分坍塌、漏水等現象。建議可和海巡單位共同研商建物整併、再運用之計畫，將部分建物加以整修，做為庫房或未來解說教育之用。再者，部分此類建物具有人文歷史意涵，應進行建物之深度調查，調查項目包括：建築形式、建造歷史、戰略位置等，並依據未來解說教育、生態旅遊之規劃進行整修。其他無特殊用途之廢棄建物則予以移除，恢復當地原有植被景觀。建物移除後之水泥碎塊可做為日後其他建設時的基底，減少處理之困擾。

課題二：島上部分區域如荒廢地、房舍周圍，因防風、美化之需要，栽植了銀合歡、木麻黃及其他外來園藝植種，致使島上景觀無法呈現當地之特殊性。

對策：東沙島為熱帶珊瑚島，其原生植被皆屬海岸植群，依距海遠近、避風程度等有不同的植物組成。人為開發地區之植栽多為引進栽培之園藝種或是入侵的銀合歡林，缺乏景觀特色，應逐步復育原生植被。原生植群的復育原則為運用原生植種，營造複層林景觀，並保護恢復良好的植被。在人為開發地區，應補植原生植種，予人易於明瞭之東沙意象；於自然植群應加以保護，避免不必要的開發行為；而被銀合歡入侵的區域，則應分階段進行移除工程，繼以栽植符合潛在植被的原生植種，恢復原生植被景觀。

課題三：集合場早期是島上重要雨水收集場所，隨著集水管道因長期缺乏管理，集水之功能喪失，官兵集合之用也逐漸減少，在中央地區形成一塊無特之色之景觀。

對策：集合場面積廣大，原生植被綠化耗時甚久，在島上苗木尚未能自給自足前，可引進東沙島潛在種-棋盤腳，挖除部分集合場水

泥鋪面，先進行初期中央地區景觀改善及海岸林復育工作。為避免苗木移入帶入雜草種子及病原，建議輸入以酒精消毒過表面之棋盤腳果實至島上培育小苗，且需注意水泥鋪面移除後應進行土壤改良工作，以利栽植。

課題四：島上原生植被及景觀復育工作需要大量苗木，自境外輸入苗木又有可能造成外來雜草等病蟲害，威脅當地生態系平衡。

對策：為避免境外輸入苗木、土壤等，帶入雜草及病原破壞當地生態系的平衡，應於島上建置苗圃進行苗木的培育，做為復育之苗木來源。種源來源包括種子、扦插、海灘採苗等。



第三章 原生植種復育規劃

第一節 生態綠化

生態綠化簡言之即是根據所欲綠化地區的潛在植被，以人工方式誘導加速該地植物社會演替的進行，所選擇種類的苗木則以潛在植被演替過程中各階段出現的優勢種類為主要培育對象，使生態綠化所建立的植物社會與相鄰地區的植被相契合，使其儘快融入該區域生態體系的運作，所以生態綠化是最符合自然保育的一種綠化方式。如果所根據的潛在植被資料詳細正確，則生態綠化亦即是當地天然植被的復育。

生態綠化是架構在各地區的潛能之上，也就是對各地自然生態發展潛力愈了解，綠化的結果愈能與該地點的微環境相吻合。依據每個區域的潛能，建立人工的植群，具體作法如下（修改自郭，1992）：

1. 復育當地的潛在植被：所謂潛在植被，即是某一特定地區所能自然發展出來各種不同植物社會的綜合。先進行樣區調查，找出該地植物社會所有可能的演替序列，再將所有可能的演替序列組合起來，此即是潛在植被。之後再選擇該潛在植被中同一演替單位於初期、中期、末期各演替階段的優勢植物種類，採種育苗，並均勻分布種植。
2. 運用土壤種子庫：林下表土層蘊藏著各演替階段所遺留下的植物種子，未遇到適合的發芽環境而在土壤層中累積，形成土壤種子庫（soil seed bank），若能運用該資源則能收快速之效。因此工程施作時如能保留開挖地區表土，將有助於綠化（復育）工作的施行。
3. 外來種不宜引入：在未做過詳盡的評估前，外來種的引進會衝擊該地的生態平衡，故生態綠化的過程中應避免或減少外來種的引進。
4. 雨季的利用：植物在移植後的最初一段時間是其最脆弱的時刻，

若將苗木的種植及表土覆蓋的工作趕在雨季之前完成，可減低乾旱對苗木造成的損傷，提高生態綠化的成功率。

5. 景觀性分析：景觀性分析主要以東沙島熱帶島嶼景觀復育為考量，因此樹冠顏色、樹型等須符合景觀規劃目標，才由潛在植物名錄加以篩選。

生態綠化帶林種之配置，以自然林之極相結構為目標，將喬木配置中央，亞喬木於其外側，綠帶之外圍則配置小喬木及灌木，因此綠帶成林後將成為金字塔型。生態綠化植栽以混合密植為特徵，其地表將於 2-3 年後幾乎由樹木群蓋滿，不僅可確保相當綠量，顯現綠化績效，且具有抑制雜草繁衍之效。生態綠化管理省工省事為特徵，唯栽植後 2-3 年間仍需一定程度之管理作業。其主要工作為灌水與除草，必要時也需病蟲害防治管理（林，1993）。

根據海洋國家公園管理處規劃，未來 5 年著手進行東沙海域生態復育，包括海域的珊瑚礁生態及東沙島陸域生態環境，不開放進行旅遊活動。東沙島環境的復育原則以原生植被之復育為主，利用當地原生之植種，配合潛在植被分布，規劃復育目標及策略。

島上過多人工建物及銀合歡等強勢外來植種林分，造成島上景觀紊亂，缺乏熱帶島嶼之生態特色。應在評估規劃後，進行閒置（廢棄）建物及外來植種之移除工作，並栽植原生植被以恢復原生植被景觀（郭，2007）。潛在植被復育可以人工誘導的方式加速復育的進行，但東沙島除了沙灘上之苗木數量較豐富外，其他植被類型之苗木數量皆不多，因此原生植被之復育除了靠鄰近植物天然下種之外，應建設苗圃培育原生植種苗木，促進復育區之植被恢復速度。

原生植被復育為長期工作，進行前應根據需求及實地情況，擬定詳細的工作時程及步驟為復育施作的依據。為因應生態綠化之工作進行，應於島上設置苗圃，無論是自境外購買種苗移入馴化（例如棋盤腳）、或是當地採種育苗、扦插，皆需要苗圃來做為施行的場所，且於島上設置苗圃可

以減少外來苗木引入可能造成的外來種污染。因此苗圃之建置為島上原生植被復育進行之第一優先工作。苗圃設置完成後，即可進行島上植物之採種、採苗、育苗工作。茲將東沙島原生植被及景觀復育工作規劃流程如下（圖 8）：

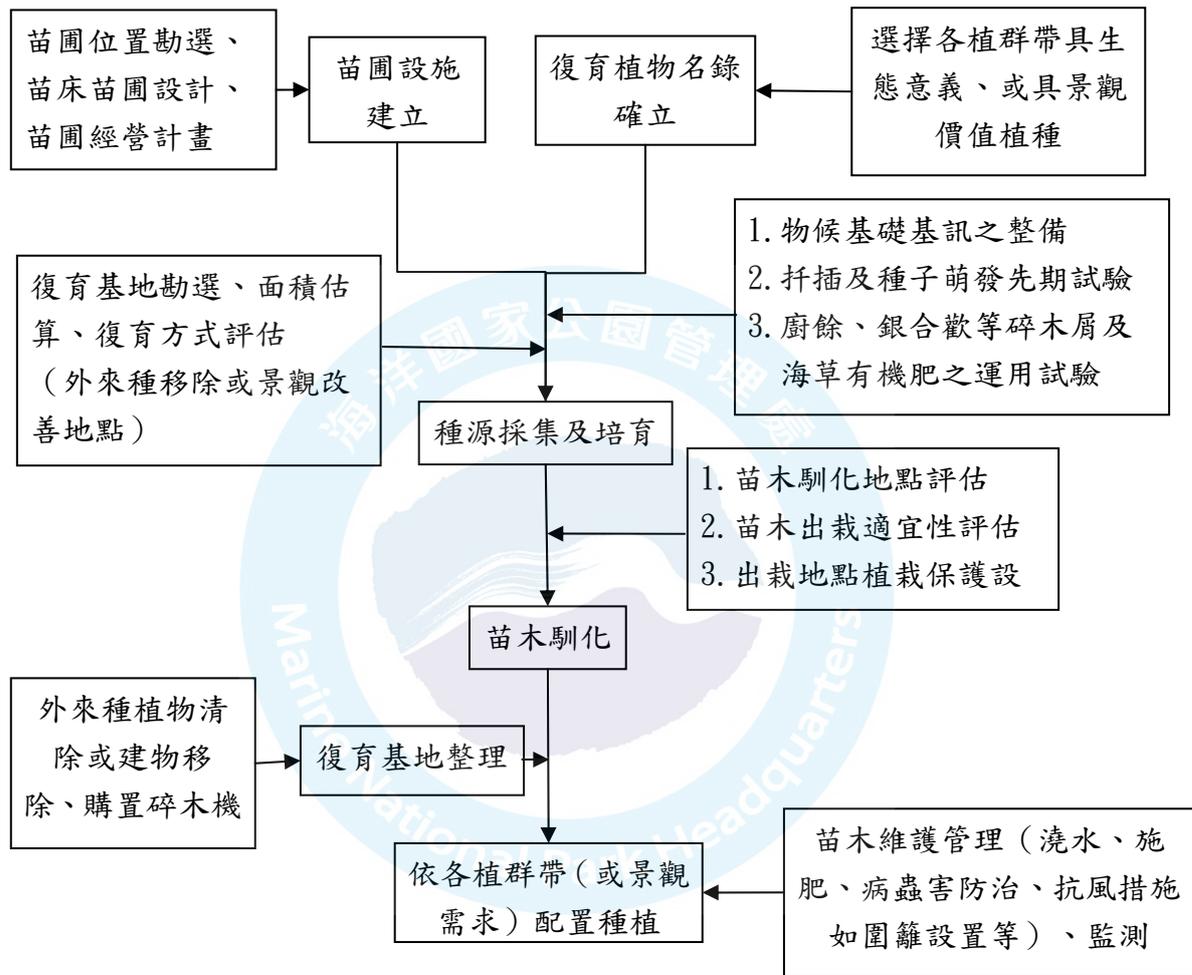


圖 8、東沙島原生植被復育工作流程示意圖

第二節 復育植種選擇

濱海地區因直接遭受季節風、乾旱、烈日高溫及鹽風之侵襲，一般綠美化植物較難於適應，故推廣之樹種必須能抵抗或耐受環境逆壓。考量濱海

環境與立地條件，應採用當地原生植種做綠化美化之材料。

為何要選用東沙島原生樹種？在海岸附近最前線生育之植物，受到風害、乾燥害、鹽害等之為害，經常在極端不利之逆境下生育。植物為克服此種極為不利之環境，已發展出特有的適應性。可以克服當地生長逆境順利生長。以下就植物面對逆境時之適應性及其生理反應等做一介紹。

壹、植物之適應性

一、耐鹽性

海風中經常含有鹽分，可飛達內陸數公里之遙，海濱空中鹽分之水平分布情形，一般以海岸線附近呈最大值，起初驟減，然後以指數曲線和緩減少。其垂直分布，近地表處極大，隨著高度增加，起初急減，然後和緩減少。而自海上吹來的風含有多量鹽分，抗鹽力弱之植物即易受害。鹽分水滴粒子若附著於植物的葉、嫩枝上，首先鹽分將阻塞氣孔，妨礙呼吸作用等氣體交換，其次鹽分自氣孔或表皮，甚至因風而造成之傷口，侵入枝葉內，使細胞內之濃度變高，細胞原生質分離而妨礙正常之生理作用；另外，自傷口之脫水乾燥更促進鹽害之作用。而濱海植物之耐鹽性強，其對海風中鹽分之過濾作用，係經由林木枝葉層捕捉空中鹽分，同時造成風的亂流，而減少鹽分濃度。

二、耐旱性

乾燥地對植物之生育是嚴苛的區域。通常，土壤的乾濕狀態，在於水分供給與散失之平衡。一般水分供給之主要來源為雨水，而水分消失則因蒸散及流失而引起。乾燥地的土壤特徵為一年之大部分時間，蒸發散量遠超過降水量之結果，在乾燥情況下，土壤中之水移動以由下層到上層為主，因此地表或土層之某一部分，碳酸鈣、硫酸鈣、其他鈉鹽類等會以高濃度聚積，其土壤 pH 值為鹼性或弱鹼性，不利微生物生存；再加上土壤生成主要靠溫度變化的物理性風化，而風所引起之土壤之移動或侵蝕甚為顯著，往往將表土之有機物帶走，造成土壤中有機物量很少，加之微生物之活性低，促使土壤之分化不良，適於植物生長之土壤

層淺薄。

如上所述，乾燥地土壤特徵通常是對植物生育不理想的，因此乾燥地將會出現具備某些適應乾燥的特殊植物群。同時隨著乾燥度之增加，明顯地呈現種數之減少與現存量或生產性之降低。

生長在長期乾燥環境的植物，具備對乾燥的某種適應機制。植物之乾燥適應可區別為避旱性與耐旱性。避旱性之例，如沙漠一年生植物，因一次降雨就立即發芽，而在短期間內完成生長、開花、結實之過程最為人所熟悉。耐旱性則由型態上或生理性狀所引起的脫水遲延機制。在形態上為深根系、厚角質層或多毛、具有敏感的氣孔的葉、內卷或下垂的葉，肉質植物常見水的貯藏體等，然至今不明者尚多。

三、抗風性

適度的風促進了地面蒸發或植物蒸散作用，因而能降低植物體溫度及地溫，或提高養分、水分之吸收效率。此外，能使植物的群落內，樹木枝葉間之空氣乾燥，抑制病蟲害發生等。再者，由於風之吹動，空氣中之溫度、二氧化碳濃度才能經常均勻如一，或具搖動植物體，搖動樹冠上部的樹葉，令光線也能透到下部樹葉等使植物生理活動圓滑等功能。此外，也有幫助花粉或種子飛散之功能。由此，對植物之分佈也有重大影響。但，超過一定程度之風速，則招致植物形態、生育上的種種影響，同時也導致莖葉枯損等弊害。由於其他環境因子所形成的強風，對植物造成如下所示種種災害。

1. **乾風害**：植物體曝露於強風之下，因強制性的蒸散作用，植物體內之水分遂被掠奪，樹葉時而有枝條枯死的弊害。
2. **寒風害**：特別在寡雪寒冷地，植栽地的土壤因低溫而凍結時，植物體之水分吸收困難，而且因強風而水分被強制從枝葉散去，則體內水分減少，發生落葉或枝葉枯損等受害症狀，熱帶植物、亞熱帶植物，也有時因寒風害而發生落葉現象。

3.海(鹽)風害: 在海岸地帶,植物受到鹽風吹襲,鹽分會附著葉面堵塞氣孔,使呼吸作用受阻,招致生理乾燥,有時則發生組織部分枯死,甚至整株植物枯死的情形。濱海植物若枝、葉、幹佔全面的 60%,且間隙分布均勻,稱為最密度。風遇到適度密度之濱海植物,則風之一部分自間隙通過,而大部分則越過林之上部。此種場合,濱海植物並不是成為風的障礙物,而是具有過濾器之作用,使地表附近之風速減弱,風力變柔和。

四、耐寒性

溫度與植物分佈有密切的關係,植物的緯度分佈帶與高度分佈帶,均與年平均氣溫有密切關係。植物對寒冷度的分佈界限,通常與最冷月分之平均氣溫或最低氣溫關係有關。同時,溫度對植物之年間生育期間成為限制因素,生物季節與溫度有密切關係。

低溫所以成為植物枯損之原因,主要為凍害。凍害破壞植物組織令其褐變,因此全面受害者可從視覺上予以識別。凍害有時發生於局部,植物的耐凍性通常在 12 月時達最高峰,即使沒有發生凍害,植物在凍結時若暴露於強風,則植物體中之冰昇華而失去水分。其他部之水也凍結不能移動,因此失去水分的部分就受到乾害。

五、耐陰性

所謂庇蔭,是指到達地上的自然光,被某些物體遮斷,或減量的場所,一般樹林的林下、或大木之樹冠下等。由於日照不足植物,常發生生育不良現象,觀察庇蔭地的植物生育條件,除了日照之外,其他條件多半良好,因而有些能適應該地點光與土壤條件的植物會安居下來。

綠色植物其單位時間之光合作用產物之總量謂之總生產量,而總生產量減去呼吸量之值部為淨生產量。此淨生產量若是正值,則植物會生長。反之,則會枯死。在實際的綠化場合,要事先把握施工地之光條件,

而植栽認為可適應場地之植物。對光條件之把握，可採測定作業容易的相對照度、日照時間、天空率等。在日照量方面，無法期待其根本的改善，安裝適合植物生育的人工照明，得以多少補充日照。然而並非永久方式。

貳、東沙島植被復育樹種選擇

依照東沙島潛在植被調查結果（郭，2007）及景觀復育之規劃，選定數種原生植種為復育材料，植種的選擇以當地目前數量較稀少，且饒富熱地海岸林特色的植種為主。為因應潛在植被復育及景觀造景之不同需求，將欲栽植之原生植種分為生態帶指標植種（表1）及景觀植種（表2）。

各生態帶之指標植種的選擇條件為：具有代表該生態帶特色、或是曾經數量豐富但目前呈現稀少狀態的植種。東沙島景觀復育除了在外來種或閒置房舍移除後補植原生植物，在現有道路兩旁、房舍周圍的美化也是採用當地原生植種，除了具當地特色，樹型美觀、花色鮮艷及花型大等皆是考量的標準。

表1、各生態帶復育指標植種

生態帶	植種名稱	學名	生長型
海岸林	白避霜花	<i>Pisonia grandis</i>	喬木
	橙花破布子	<i>Cordia subcordata</i>	喬木
	棋盤腳	<i>Barringtonia asiatica</i>	喬木
	刺桐	<i>Erythrina variegata var.orientalis</i>	喬木
沙灘灌叢-海岸林過渡帶	葛塔德木	<i>Guettarda speciosa</i>	喬木
	檄樹	<i>Morinda citrifolia</i>	喬木
	亞洲濱棗	<i>Colubrina asiatica</i>	灌木
沙灘灌叢	草海桐	<i>Scaevola taccada</i> (Gaertner) Roxb.	灌木
	白水木	<i>Tournefortia argentea</i>	喬木
	海人樹	<i>Suriana maritima</i>	灌木
	毛苦參	<i>Sophora tomentosa</i>	灌木
	老虎心	<i>Caesalpinia bonduc</i>	灌木
	林投	<i>Pandanus odoratissimus</i>	灌木
沙灘草本植物帶	匍地垂椴草	<i>Triumfetta repens</i>	草本
	文殊蘭	<i>Crinum asiaticum</i>	草本

表 2、景觀植種

生長型	植種名稱	學名	特點
喬木	白避霜花	<i>Pisonia grandis</i>	樹型優美
	橙花破布子	<i>Cordia subcordata</i>	花大豔麗
	棋盤腳	<i>Barringtonia asiatica</i>	樹型優美，花果皆具特色
	葛塔德木	<i>Guettarda speciosa</i>	花型特殊
	檄樹	<i>Morinda citrifolia</i>	樹型優美，花果皆具特色
	白水木	<i>Tournefortia argentea</i>	樹型優美，花果皆具特色
	水黃皮	<i>Pongamia pinnata</i>	樹型優美，花果皆具特色
	繖楊	<i>Thespesia populnea</i>	樹型優美，花果皆具特色
	黃槿	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	花大豔麗
灌木	海人樹	<i>Suriana maritima</i>	樹型優美，花果皆具特色
	毛苦參	<i>Sophora tomentosa</i>	樹型優美，花果皆具特色
	臭娘子	<i>Premna serratifolia</i>	花果皆具特色
	苦林盤	<i>Clerodendrum inerme</i>	花果皆具特色
	止宮樹	<i>Allophylus timorensis</i>	花果皆具特色
匍匐性草本	匍地垂椴草	<i>Triumfetta repens</i>	花果皆具特色
	濱刀豆	<i>Canavalia rosea</i>	花果皆具特色
	大花蒺藜	<i>Tribulus cistoides</i>	花具特色且富當地特色
攀附性草本	亞洲濱棗	<i>Colubrina asiatica</i>	密生可做圍籬
	雙花蜚蜞菊	<i>Wedelia biflora</i>	具攀附性可做圍籬
纏繞性藤本	圓萼天茄兒	<i>Ipomoea violacea</i>	具攀附性可做圍籬
其他	文殊蘭	<i>Crinum asiaticum</i>	花果皆具特色

第三節 復育植種習性及培育方式

生態復育應維持該地物種之基因多樣性，因此最理想之做法為使用種子繁殖之實生苗做為復育苗木來源。以東沙島生態復育程序，草海桐為島上最優勢之植種，因此選定草海桐為初期復育使用的植種，為求快速生產，將使用扦插方式大量生產苗木，做為第一階段復育之用，待草海桐自然競

爭淘汰產生空隙 (gap) 後，即可栽植其他適合當地生態組成之植種。而後來栽植之植種則可採用實生苗，唯需於先期進行物候觀察、種子萌發及扦插試驗、栽培土壤（有機肥）成份試驗等，找到最適合的培育方式。

以下就欲復育植種之生態特性及習性及培育方式，做一概括性的整理分析（表 3、4），對於部分資訊尚不完整之植種則進行培育上的建議。在進行復育工作開始前，須先進行東沙島欲復育之原生植種物候及繁殖方法之試驗，以確保將來培育工作之成效。

表 3、欲復育植種之生態特性及習性

植種	照片	原產地	適性	花/果期
白避霜花		分布於菲律賓、東南亞、澳洲東北部及大洋洲	性喜高溫多雨且陽光充足的氣候，推測抗風稍差	果期：6、9、1月（需再做物候觀察）
橙花破布子		分布於非洲東海岸、印度、東南亞及太平洋諸島。生長於沙地、珊瑚礁之海濱次生林	性喜高溫多雨且陽光充足的氣候，推測抗風稍差	花果期6月（需再做物候觀察）
棋盤腳		棋盤腳廣泛分布於熱帶舊世界，馬來西亞、澳洲及太平洋小島等	性畏冷，抗風耐鹽力強	5-8月/9-1月

植種	照片	原產地	適性	花/果期
刺桐		印度、東南亞、太平洋諸島等海岸地區	性喜溫暖、濕潤多雨和陽光充足的環境。適應力強，耐鹽性佳、抗強風，且耐乾旱、耐寒；但不耐陰	2-4月 /10-11月
葛塔德木		分布於亞洲熱帶、澳洲至玻里尼西亞，沙地及珊瑚礁上均可見其生長	性喜高溫、耐旱性佳、耐寒性佳、耐陰性不佳，長期耐鹽性強。但對高濃度鹽霧吹襲之抵抗力稍差	全年均可見花果，以7、8月最多
檄樹		分布於熱帶亞洲、澳洲至玻里尼西亞	性喜高溫、耐旱性佳、耐寒性佳、耐陰性不佳，長期耐鹽性強	全年均可見花果，以7、8月最多
亞洲濱棗		中國南部、印度、非洲、馬來、澳洲、菲律賓、玻里尼西亞、太平洋諸島	耐旱性中、抗風性強、耐鹽性強、耐寒性佳、耐陰性弱	花期3-5月(需再做物候觀察)
草海桐		分布馬達加斯加、東南亞、熱帶澳洲、夏威夷及美拉尼西亞等地。常生長於海邊森林或灌叢前緣。沙地、珊瑚礁上均可生長	性喜高溫、潮濕和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳、耐寒性佳，耐陰性稍差	全年/全年

植種	照片	原產地	適性	花/果期
白水木		布熱帶亞洲、馬達加斯加、馬來西亞、熱帶澳洲及玻里尼西亞。生長於海濱沙地或珊瑚礁上，常位於極近海處生長	性喜高溫、濕潤和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳；但耐寒性及耐陰性均差	全年/全年
海人樹		分布於太平洋至印度洋熱帶地區島嶼，可生長於砂地或珊瑚礁上	性喜高溫、濕潤和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳；但耐寒性及耐陰性均差	全年/全年
毛苦參		中國南部、中南半島、馬來、澳洲、日本、琉球	性喜高溫、濕潤和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳、耐寒性佳，耐陰性稍差	(需再做物候觀察)
老虎心		泛熱帶分布	性喜高溫、濕潤和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳、耐寒性佳，耐陰性稍差	(需再做物候觀察)

植種	照片	原產地	適性	花/果期
林投		廣泛分布太平洋沿岸、及各島嶼	性喜高溫、濕潤和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳、耐寒性佳，耐陰性稍差	幾為全年
匍地垂桉草		熱帶亞洲、太平洋諸島	性喜高溫、濕潤和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳、耐寒性佳，耐陰性稍差	(需再做物候觀察)
文殊蘭		印度、中國南部、日本、琉球	性喜高溫、潮濕和陽光充足或半陰環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳、耐寒性佳、耐陰性佳	6-11月 /11-2月
水黃皮		印度、馬來、澳洲、中國南部與琉球	性喜高溫、濕潤和陽光充足或半陰環境。其耐鹽性、抗強風、耐旱性、耐寒性、耐陰性均佳	(需再做物候觀察)

植種	照片	原產地	適性	花/果期
繖楊		泛熱帶海濱，沙土，珊瑚礁岩等鹼性土壤	性喜高溫、濕潤和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳、耐陰性佳；但耐寒性差	3-4月 /10-12月
黃槿		太平洋群島、東南亞、印度，及錫蘭	性喜高溫、潮濕及陽光充足的環境。其耐鹽性佳、能抗強風、耐旱性佳、耐陰性尚可，耐寒性差	4-9月 /7-9月
臭娘子		中國、琉球、馬來、菲律賓	性喜高溫、濕潤多雨和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳、耐寒性佳，耐陰性普通	4-7月 /7-10月
苦林盤	 圖片摘自： www.zgp.ks.edu.tw/e/e3/e3_3.htm	中國南部、中南半島、馬來、澳洲、日本、琉球	性喜高溫、濕潤和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳、耐寒性佳，但耐陰性差	果期： 11-1月 (需再做物候觀察)

植種	照片	原產地	適性	花/果期
止宮樹		分布於玻里尼西亞、菲律賓、海南島及馬來西亞。一般生長於沙質土壤，但沙地及珊瑚礁上均可生長	性喜高溫、濕潤和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳，耐寒性及耐陰性均差	7-9月 /9-10月 (需再做物候觀察)
濱刀豆		泛熱帶分布，台北地區分布於開闊的沙質海岸	耐旱性強、抗風、耐鹽耐潮 耐寒性佳、耐陰性中	四季
大花蒺藜		原產於馬達加斯加，現已歸化為泛熱帶分布種類。生長於氣候溫暖乾燥的海岸沙地上	性喜高溫和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳	(需再做物候觀察)
雙花蟛蜞菊		印度、東南亞、中國南部、日本、太平洋島嶼皆有分布	性喜高溫和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳	(需再做物候觀察)
圓萼天茄兒		分布於全世界熱帶地區，台灣分布於南部海濱	性喜高溫和陽光充足的環境。其耐鹽性佳、抗強風、耐旱性佳	(需再做物候觀察)

表 4、栽培方式建議

適合之育苗方式	植種名稱	育苗方法	撫育管理
種子直播	橙花破布子、海人樹、棋盤腳、葛塔德木、檄樹、止宮樹、海人樹、白水木、毛苦參、老虎心、刺桐、文殊蘭、水黃皮、匍地垂椏草、濱刀豆、臭娘子、繖楊、苦林盤、大花蒺藜、亞洲濱棗	播種於育苗盤，發根後再移植換盆	1.栽培土質建議酌量摻入當地砂土、廚餘碎木等有機肥改善土質 2.苗木長成後，排水日照需良好 3. 雨季來臨前即可出栽（島上約為3月份）
扦插或分株	橙花破布子、白避霜花、白水木、刺桐、臭娘子、文殊蘭、圓萼天茄兒、雙花蟛蜞菊、繖楊、苦林盤、亞洲濱棗、草海桐	插穗植於噴霧扦插床中，待發根後移植換盆	

第四節 東沙島原生植被復育願景

東沙島海灘之植物社會因受到較多來自天候的干擾，其生態系統經常處於演替初期階段。荒廢地經常是被銀合歡覆蓋，中央地區因過多人工建物，已少見原生植物生長，應是東沙島進行生態綠化的重點區域之一。島上水泥建物錯落零散，應加以整併。將來在國家公園的規劃內，不宜再增加水泥建物，應將目前未使用的建物加以整建利用。

中央地區大部分之建物都仍在使用的，不宜移除。果園後方之房舍將來規劃為東沙環礁國家公園之辦公室，水電中心為員工宿舍。可在房舍四周以東沙島特殊的植物美化，如橙花破布子、白避霜花等。

島上涼亭屬於中國庭園造景元素，但在東沙島上實際被使用的頻率甚低，且難以融入島上熱帶植群景觀，建議拆除並輔以符合熱帶景觀之造景

或原生植栽，如大王廟旁之長青亭可建議拆除，保留前方之白水木老樹，補植草海桐、檜樹等，並運用漂流木等當地素材，營造出東沙島的植群特色景觀。

集合場早期是島上重要雨水收集場所，隨著集水管道因長期缺乏管理，集水之功能喪失，官兵集合之用也逐漸減少，建議可於此區進行海岸林之景觀復育。但集合場西側之籃球場為島上官兵平日休閒活動場所，因此復育面積不包含此區。海岸林復育樹種包括棋盤腳、草海桐、白避霜花、橙花破布子、瓊崖海棠、葛塔德木等。果園對面的空地現已栽植多株瓊崖海棠，因草皮經常修剪的緣故，林下無其他灌木生長，此區也可補植其他海岸林樹種做為海岸林復育區，如草海桐、檜樹、止宮樹、葛塔德木等。



圖 9、集合場現況

一中隊餐廳前及勤務指揮部圓環造景沙丘、空地，現多種植園藝植物，缺少東沙島特色。建議種植東沙島特色植物，營造出東沙島特有的植生景觀，並運用漂流木製作具有東沙特色的意象。例如一中隊餐廳前沙丘可以草海桐、檜樹、海人樹等營造出海灘灌叢植被；勤指部圓環可利用海人樹、草海桐、匍地垂柃草、馬鞍藤等植栽，營造海灘草本植群景觀。

道路兩旁及營舍周圍多種植外來種園藝植物，且路樹周圍之草坪經常被修剪的短短的，為一般造景園藝的景觀，缺乏東沙島植群的特色。房舍周圍之草坪修短可以減少蚊蟲的藏匿，但在主要道路或是連接機場、碼頭等東沙島出入點之道路動線，路樹下可以補植特色植種，如檜樹、止宮樹、海人樹等，使登島人員可以對東沙島的植被留下深刻的印象。

營舍周邊種植或荒廢地之銀合歡等外來植種移除後，應配合原生植栽復育計畫，栽植符合該地潛在植被的原生樹種，持續進行外來種清除並撫育原生植種苗木，以營造東沙島原生植群景觀。長時間下來，待中央地區海岸林及其他地點原生植被恢復，島上之鳥類相、動物相也會隨之改變，

期望日後能再看到久違的鯨鳥棲息於島上。



第四章 苗圃設施規劃

苗木培育過程的例行工作有三大項，即灌水、除草、施肥。傳統育苗方法以土壤為介質，露天栽培，生產裸根苗，必須耗用大量勞力，日復一日的執行這些例行工作，如稍有延遲或間斷，則需以更多的勞力和費用來加以彌補，並影響苗木生長。育苗方法隨著時代的進步與需要而演進，傳統上的裸根苗出栽，因改善裸根苗的造林成活率及生產較高品質的苗木，改採塑膠袋容器育苗；繼之，為改善塑膠袋苗的盤根、重量大、勞力需求大等缺點，漸有穴植管容器育苗的發展，並朝著林苗生產機械化的目標邁進，以克服勞工短缺的問題。

隨著育苗方法的改變，育苗設施及作業的主要工作亦隨之不同。傳統的露天育苗逐漸演變成設施生產。育苗作業也改善為如設置自動噴灌系統，則可免去人工灌水；採用人工介質則可省卻除草的工作，並避免土壤性質差異的問題；長效期緩釋性肥料與液體肥料與灌水系統的配合使用，則可免去人工施肥的勞力。另外，簡易溫室等設施的利用，藥物控制，或以機械代替人力等，皆可降低育苗作業的勞力需求，同時降低勞務費用的支出，當然必需增加材料、設施、藥品、機械等費用。設施園藝的發展在旅提供作物生長之有利環境，利用設施、覆蓋及機械控制之手段栽培作物，並以較低成本進行生產。一般設施園藝係利用設施以改善園藝作物之生長條件，並達經濟生產之目。在經營上有下列特點：

1. 人為控制作物生長環境，以達產期調節或週年栽培之目的。
2. 單位面積產量較露地栽培為高且穩定，品質亦較佳；因此單位面積的產量與產值均可較為提高。
3. 土地之利用集約加上生長條件的人為控制，因此需要較大之資本，較精密之技術與勞力。

目前利用以生產園藝作物的設施依目的及構造等可歸類為溫室、遮雨棚、隧道棚、浮動層覆蓋、地面覆蓋、溫網室及霜傘等方式，其於栽培過程中所能達成之效果各有不同，使用設施栽培時，須針對作物之特性及要求之目的，選擇適合之單一設施或配合其他設施使用。園藝設施的基本條件要求能提供優於露地田間的栽培環境外，對設施的結構形式並須考慮採光性、作業性、耐風性、經濟性等因素。

第一節 園藝設施之型式

台灣地處亞熱帶與熱帶地區，夏季屬於高溫與高濕氣候，而且颱風頻繁，東沙島更位於颱風路徑上，颱風夾帶的豐沛雨水，不僅造成農作物毀損，更造成病蟲害猖獗、農作物淹水等問題，冬季則有東北季風影響，作物因此容易受風害；而春季屬於梅雨季節，降雨量過多或次數過於頻繁，影響作物品質與產量減少等問題，這些對農作物或園藝作物的栽培管理均相當不利。使用設施栽培目的，即是控制作物栽培環境，使不利於作物生長之因素排除，同時製造有利於作物生長之條件。而溫室其環境雖也受氣候影響，但因屬密閉性設施，藉由冷卻、加溫或灌溉等環控設備可達到控制環境之程度，但相對建造成本也較高。

溫室係指外部以玻璃、塑膠布等透光材料被覆，其高度足夠讓作業人員以通常姿勢進入作業且四周能夠密閉的大型設施。依被覆材料分玻璃溫室及塑膠溫室（PE、PVC 等軟質塑膠布，FET、PMMA 硬質板等），此類設施構造精密且容易導入加溫、冷卻等環控設備及作業機械等重裝備進行多目標自動化作業。

依據設施組成之材料區分，栽培設施有精密玻璃溫室、塑膠布溫室、簡易溫室、網室等。設計型式上，過去國內採用國外設計之溫室規格，但因國外溫室是針對溫帶、寒帶氣候所設計，其結構設計、通風或加熱設施等，在氣候條件完全不符的台灣，不僅浪費建築成本，更可能因其密閉度高，溫室內部熱量累積不利作物生長。基本上，亞熱帶或熱帶地區所需溫室常具下面諸特性：

1. 大量通風：高濕、滯留性空氣使得作物產量降低和病蟲害難以控制，故必須利用較大的風量進行空氣交換，以降低室內溫度。
2. 防雨：亞熱帶地區雨量特多，故在大雨狀況下仍能繼續生產的能力很重要，因此須加強防雨的措施。
3. 防風：風力在熱帶地區通常很強，台灣地區尤其多颱風，因此在溫

室結構設計上也必須加強，或使用較抗風的結構，方能配合實際之需要。且重建也須簡易，一旦受強風破壞時能立刻重建。

4. 具降溫與遮蔭的能力：由於室溫通常很高，故必須能在高溫時利用各種低成本的方法進行冷卻，以減少室內溫度累積。光照方面也須設法加以調節控制，或以遮蔭方式減少日射量，使作物獲得最適生長之日照。
5. 須有適當的加溫能力：加溫的能力在濕冷的冬天能降低濕度，並保持作物所需的溫度。

國內研究單位和業者自行開發設計較經濟的塑膠布溫室與網室，其中塑膠布溫室是以塑膠布覆蓋在圓鐵管或輕型鋼搭成的棚子上所形成，而網室則使用類似結構並以防蟲網覆蓋，這類設施具有構造簡單、搭蓋容易、方便使用等特點。以下將針對溫室外型、結構及覆蓋材料等主題加以說明。

壹、溫室外型

依據農民使用之溫室，以屋頂外型可區分圓弧型（圖 10-1）、山型（圖 10-2）等型式，圓弧型又可分半圓頂（圖 10-3）、哥德式尖頂（圖 10-4）。而圓弧型又可分有側壁與無側壁。依植物栽培作業面積之需要分單棟與連棟，單棟係由單一屋頂所構成者，而連棟則由兩個以上連續屋頂所構成者；單棟採光較佳，而連棟則可以有效利用土地。另有一種型式係在溫室頂裝設太子樓式的天窗。依據使用材質不同，溫室結構構件有鍍鋅鋼管（鍾管）、口型鋼管、U 型槽鐵等材質。

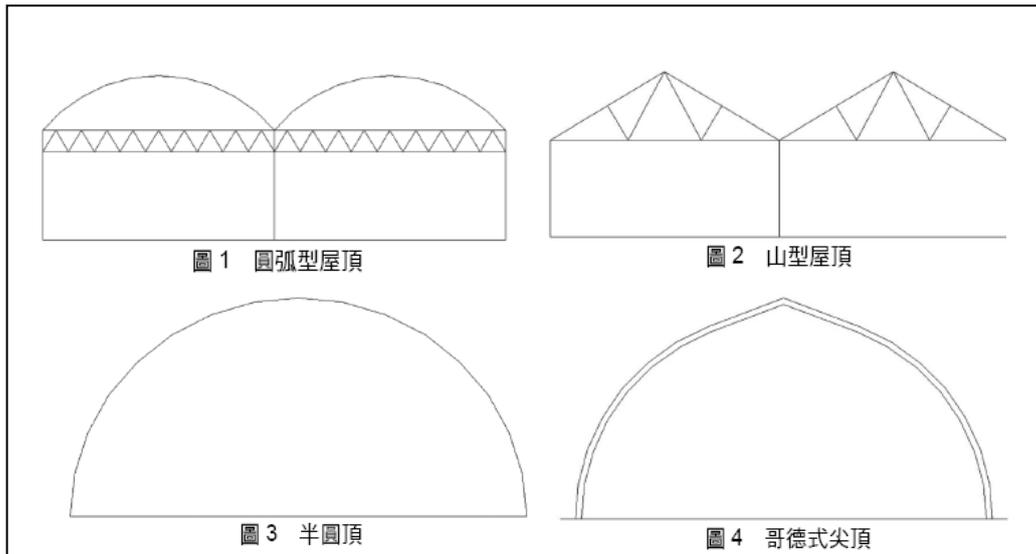


圖 10、溫室屋頂外型（圖片引自 林，2002）

一、圓弧型溫室

圓弧型溫室外型為半圓頂，可分為 1.未設側壁者及 2.有設側壁者。未設側壁者，內部空間較小，主要用於簡易溫室，其主骨架係以鍍鋅鋼管彎成半圓弧頂，兩端直接埋入土中，再以塑膠布覆蓋而成。而有設側壁者，其主骨架由柱與曲樑所組成，柱通常採用方形鋼管、U 形槽鋼、I 形鋼，曲樑採用鍍鋅鋼管彎成。亦可在兩柱之間加一 U 形槽鋼橫樑，以強化結構。連棟溫室，在溫室間以 U 型槽鋼連接，U 型槽鋼具備增強結構強度與排水功能。另一種型式為哥德式尖頂式溫室，其主骨架在中心部分之圓弧朝向屋外，使中心呈現尖頂外貌。此型溫室具有能有效防止結露、光線穿透性佳、與抗風性能佳等優點，其中抗風性能佳的理由係尖頂設計可以干擾氣流，而減低強風所造成溫室揚昇合力。

二、山型溫室

山型溫室主骨架由柱與兩斜樑所組成，柱採用方形鋼管、槽形鋼、I 形鋼，而樑採用方形鋼管，亦可在兩柱之間加一槽形鋼橫樑，以強化整體結構。最典型溫室屬於荷蘭溫室，主要有兩種型式，一為傳統寬跨距溫室（wide-span），另一為低屋背連棟式威諾型溫室（Venlo，圖

11 所示)。溫室覆蓋物方面，可以使用 4.0 mm 厚度玻璃或聚丙烯布（polyacrylate sheets）聚碳酸酯布（polycarbonate sheet）。使用玻璃時透光率超過 90%，玻璃溫室之特性，包括透光佳、非燃性、保溫佳強度佳；若採用聚丙烯布或聚碳酸酯布，則透光率有 70-78%。最近本省園藝設施中，溫室栽培使用 Venlo 型溫室的比例顯著增加，但因建造成本昂貴，主要用以栽培蝴蝶蘭等高經濟作物。Venlo 型溫室約於 70 年間由荷蘭引進，經改良後對風荷重的設計也加以強化，另在改善通風方面也設置側窗。除 Venlo 型溫室外，台灣地區所使用的溫室大部分屬於塑膠溫室，型式也當相當繁多。



圖 11、Venlo 型溫室（圖片引自林，2002）

三、太子樓式溫室

在圓弧型與山型溫室頂部架設太子樓式的天窗，主要功能為排除溫室內部累積熱，如圖 12 所示為行政院農業委員會農業試驗所農業工程系研究開發之圓弧型太子樓式溫室，可依植物栽培作業面積需要而設計為單棟或連棟。溫室主骨架與連棟支持物之材質為輕型鋼或鍍鋅鐵材，基礎為混凝土，屋頂可用塑膠布或其他浪板等材料覆蓋。太子樓式溫室為開放式屋頂，其結構承受風載重之能力較差。



圖 12、圓弧型太子樓式溫室（引自林，2002）

四、強化鋁管塑膠布溫室

為強化結構並運用鋁管的簡便作業性，連棟設施的樑、柱部位改用角型鋼，鋼骨的樑柱架構上再固定鋁管屋頂型式的構造稱為強化鋁管塑膠布溫室。此型設施造價較玻璃溫室便宜，國內栽培規模較大的業者有逐漸採用的趨勢，一般以多連棟方式建造，且為減少熱累積現象而將柱高加長為其特徵。按樑的構造型式，可區分為水平樑型式、拱形樑型式及人字樑型式等三種，其中水平樑型式的結構強度最弱，但因建造成本較低為目前最常採用的型式。

相對於鋁管溫室 45-50 cm 之間隔，強化鋁管塑膠布溫室的柱間距離為 3m，改進連接棟間谷部的利用效率、作業性差之缺點。柱的基礎通常採用混凝土獨立基礎，並分有混凝土基礎與柱腳一體灌注，及混凝土基礎上先埋設錨固螺絲後再鎖定柱腳等施工方式。柱、樑使用之角型鋼材依型式而異。連棟間的谷部用溝形鋼作谷部樑兼排水天溝，於溝形鋼上先按鋁管間隔穿孔，屋頂鋁管再以焊接固定。

五、遮雨棚與溫網室

僅屋頂覆蓋被覆資材其側壁四周為開放式的設施稱為遮雨棚，目的在隔離外界降雨，避免雨水導致對作物造成傷土壤形成過濕現象以進行水分管理，因四周開放，通風良好可維持類似外氣之溫濕度、CO₂ 濃度狀態。於本省夏作，通常為雨量較多的時節，利用遮雨棚栽培可提高作業性外，因被覆之效果如果菜類、葡萄等可延長收穫期，減少異常果、裂果或病害的發生；對花卉因雨滴產生之花腐現象也有良好之防止效果。而為防治害蟲或蟲類傳播病害，於遮雨棚之側壁四周用防蟲網覆蓋之設施則稱為溫網室。

台灣地處亞熱帶，故不少作物不需在保的溫室下生產，溫網室的利用也逐漸普及，其在陰雨連綿時期也能因有遮雨及便於調整遮蔭之設備而持續生產。網室之應用主要在防止蟲害發生，但因使用原來的地面，

其耕作方式仍沿用傳統技術或耕作機械，因此需要大量人工。

六、隧道棚

利用塑膠條、鐵條等作成高度 50-100 cm 之半圓形骨架，外部再以塑膠布或防蟲網等覆蓋的設施稱為隧道棚，如圖 13。密閉的隧道棚內利用白天日光及土壤、苗的放熱及蒸發散可維持隧道棚內氣候處於較高溫、高濕的環境，以控制種苗之放熱及水分蒸散機能，進而促進苗體之成活與發育。這種塑膠布被覆隔離外界降雨、強風等不良天候的架構，亦有保持土壤鬆軟性、防止養分流失，減低風害、乾害之效果(黃，2000)。

一般作物利用隧道棚栽培之期間包括苗移植至收穫為止之整體作期，在苗株較小的時期通常以密閉狀態栽培。密閉的隧道棚因高濕度而於塑膠布內表面易形成水滴凝結現象，此水滴沿著隧道棚兩側面流下，水分透過塑膠布周邊土壤慢慢的往外部流失，導致中央部位土壤較兩側邊乾燥的現象，實施水分管理時須加以注意。在作物光合作用原料 CO_2 方面，土壤內微生物呼吸作用所產生的 CO_2 濃度足夠供給小苗株之需求，而隨著苗的成長其上葉部位愈接近隧道棚頂部，此處溫度通常較外氣溫為高，致作物有蒙受高溫障害之慮，且密閉狀態下容易產生 CO_2 不足之情況，故隧道棚無法長期的密閉狀態栽培。晝間須將隧道棚兩側開放進行通風以補充 CO_2 ，並使內外空氣交換以防止棚內形成過度的高溫。另在嚴冬的晴朗夜間，因輻射冷卻效應常發生棚內氣溫低於外氣的溫度逆轉現象，此情況須將側面開啟以導入較高溫的外氣，圖謀氣溫、作物體溫的上昇。

因隧道棚內維持高濕度狀態，適宜扦插苗、海灘採苗之發根，待苗木根部發育完整後即可移出隧道棚，進行換盆、馴化等程序。



圖 13、隧道棚 (引自黃，2000)

另外尚有地面覆蓋及浮動層覆蓋，因東沙島育苗設備將不會使用到此項設施，因此僅做簡單介紹。地面覆蓋以防止土壤水分及肥料的流失，保持土壤的膨軟性，維持地溫及防止雜草孳生等為主要用途，而於作物栽種畦面上直接覆蓋塑膠布之方法。浮動層覆蓋為利用不織布、寒冷紗或防蟲網等透氣性材料，直接覆蓋於作物葉面上方，或利用簡單支撐與作物隔 50-100 cm 之空間覆蓋，或於隧道棚支架上覆蓋，以抑制過度高溫、防寒、防風、防蟲、防鳥、促進成育、減輕凍霜害等不同目的來保護作物之設施。

貳、結構與負載

溫室結構設計應根據使用地點、栽培需求、覆蓋材料等因素而定，一般溫室結構設計原則：（1）縮短桁條跨度，即縮短主骨架之間距離，減少主骨架載重分擔寬，對風載重有較強的抵抗力；（2）採用斜撐、支撐、與接頭處增加補強材料，以增加結構強度；（3）使用適當尺寸或強度較強之構件，以增加溫室結構強度。

溫室結構之組成有主骨架與繫材兩大部分，其中主骨架有平面桁架（truss）或平面剛架 frame），繫材包括桁條、脊樑，以繫材連接主骨架而構成溫室主結構，圖 14 所示為溫室結構之組成。溫室結構之主要目的係支持所有加諸於溫室之各種載重，將作用於屋頂或壁面之載重或外力安全地傳至基礎地盤，而維持一定空間與外型，達到提供作物生長所需空間之目的。主要之載重有來自結構本身靜重、風力、地震載重、設施裝備、與懸吊作物載重等。一般而言，結構受樑向外力作用（溫室側面受力），由主骨架承擔，結構受桁向外力作用（溫室山牆面受力），由桁條及繫材承擔。

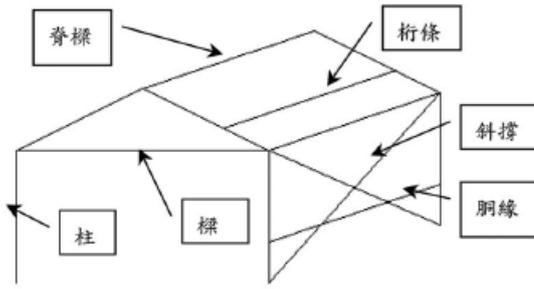


圖 14、溫室結構組成 (圖引自林，2002)

由於溫室結構中強度最弱者為各構件之接合處，因此即使溫室結構用強度最強的樑柱，如果接合地方處理不當，包括設計錯誤或施工疏忽，溫室將無法具備應有的強度。主骨架之樑與柱接合有三種形式：鉸節、完全剛節、與半剛節。其中使用鉸節之構件，可有限度旋轉，而使用完全剛節之構件，彼此間無法有相對運動，主要以螺栓或焊接方式固定，半剛節則介於前兩者之間。一般而言，桁架構件以鉸節接合，而剛架構件則以剛節接合。各樑柱節點，依不同連結方式將造成載重以力或彎矩不同形式傳遞至各樑柱。剛性節點可傳遞力以及彎矩，而鉸節僅能傳遞作用力。載重依作用力方向分為垂直載重與水平載重。颱風與地震會引起相當大之水平載重，由剛性節點連結之樑柱構成主骨架，可承受較大之水平載重。節點連結施工方式分為 (1) 焊接：利用電弧產生高溫，使欲連接之金屬融化，並將之結合；(2) 螺接：利用螺栓將兩欲連接之構件固鎖；(3) 鉚接：利用鉚釘將兩欲連接之構件固鎖。以焊接方式接合為完全剛節，而以螺接與鉚接方式接合者，可以為鉸節或半剛節，如果僅以一螺栓或鉚釘將兩構件接合則為鉸節，如果增加一螺栓或鉚釘，則可為半剛節。另外，簡易溫室常使用固定夾與扣件連結管件，如圖 15 所示。



圖 15、固定夾

溫室負載型式包括結構自載重、設備載重、作物載重、風力、地震力等。結構本身靜重為垂直方向之作用力。各型構件之重量可由構件長度、截面積、與材質密度計算得知。而設備載重則依據栽培需求不同而設計，如設施內擁有自動噴灑設備，則結構需額外承受較重負載。作物載重，如懸吊盆栽，則需承受較重負載。溫室結構針對地震力之設計考慮，在樑方向之地震力，一般皆由主骨架承受全部地震力。而在桁條方向之地震力，因重量集中在屋頂面，由山牆面承受地震力，在主骨架與主骨架間，可以設置斜撐增加結構剛性。

設施結構在設計時要考慮抵抗上下、左右之風力，及溫室出入口、換氣窗及側窗位置，而且必須考慮通風的問題，通風將於後文介紹。因台灣颱風頻繁，溫室結構應特別考慮風力負載。由於溫室外型不同，在受風載重時，受力型態將依風力係數分布而不同。依據溫室外型、風速、風向等不同，將產生大小不同之風力，風壓計算公式如下：

$$\text{風壓} = 1/16 \times C \times V^2 \quad (\text{kg/m}^2)$$

其中 C 為風力係數，V 為風速 (m/sec)。風壓乘以受風面積即是風力。風力係數係依據溫室外型而定，在不同位置之風力係數值略有不同，因台灣颱風頻繁，溫室結構應特別考慮風力負載。在強風時，地基會承受相當大之壓力，在承受度不足的地區，則必須在其基礎面予以補強。

結構基礎之功能在於承受垂直荷重與抵抗因風力所產生之浮力。基礎主要以混凝土灌注而成，結構柱以螺栓固定在基礎上，或有直接將柱嵌入基礎裡。基礎地盤之抗拉拔力主要依據基礎重量與土壤而定，分砂質地盤與黏性土地盤，兩者抗拉拔力的計算方式不同。其中砂質地盤之抗拉拔力等於基礎自重加上基礎上方土重，包括基礎側面之土重。而黏性土地盤之抗拉拔力等於基礎自重加上基礎上方土重再加上土壤黏著力。基礎可分為連續與獨立兩種，一般簡易式塑膠棚大多採用後者者，在施工上比較不需考慮結構性的問題，但強風地區則建議使用連續基礎，使其底盤更加穩固。基礎樁必須深埋，以抵抗強風所造成的水平側力及上升浮力。

參、覆蓋材料

如前文所述，一般設施大約可分為永久性、半永久性及簡易式三種。永久性者均有固定的地基及支撐骨架，其覆蓋材料以玻璃或玻璃纖維為主，後者則有強化玻璃纖維浪板(FRP)、壓克力及聚碳酸酯板(PC)等。半永久性或簡易式溫室其規模均較小，並以單棟居多，以採用 PE 或 PVC 塑膠材料為主。

針對不同需求，溫室透明覆蓋材料有相當多種的選擇，其中溫室屋頂可用塑膠布、壓克力板、或其他浪板等材料覆蓋，溫室兩側可用相同覆蓋材料，或者在四周牆壁裝設防蟲網，溫室上方可架設遮陰網。其中硬質之覆蓋材料包括玻璃板、壓克力板、聚碳酸酯板、玻璃纖維強化聚碳酸酯板等，軟質之覆蓋材料包括聚乙烯薄膜、聚氯乙烯薄膜等。一般硬質覆蓋材料，質量較重，溫室結構要求高，容易加裝控制系統；反之，軟質覆蓋材料，質量較輕，溫室結構要求相對較低。此外，通常溫室結構會造成陰影，如果需要減少遮陰增加透光度，可以拉大相鄰主骨架之跨距，同時採用較大塊硬質覆蓋材料，但必須加大構件尺寸或選用強度更高的材料。在維護方面，以塑膠薄膜覆蓋材料會逐年降低透光度，約 3-4 年需更換一次，而玻璃溫室雖然無須更換玻璃，但其結構需求嚴格，除需安裝時所需之設置成本外，亦需考慮安裝跨軌式清洗玻璃裝置，花費較為昂貴。表 5 呈現各種覆蓋材料特性之比較。

設施之建造應選用合乎設計耐用年限之被覆材料，耐用年限短的材料其固定法，以受過簡單訓練後即可應用之施工法，且容易裝卸的方法為原則。被覆材料之選擇除能承受外力引起之內外壓之外，應要能同時防止雨水及隙風之侵襲。

表 5、覆蓋材料種類與特性

種類	優點	缺點	光穿透度 (%)	使用年限
玻璃板 (Glass)	穿透性佳 抗熱抗紫外線 抗磨損 熱膨脹係數小 廢棄物產量少	現場組裝不易 不耐衝擊 價格高 重	71-92	25+
壓克力板 (Acrylic)	穿透性優良 抗紫外線 抗風蝕 現場組裝容易	容易刮傷 熱膨脹係數大 久用後脆化 成本高 工作溫度較低 可燃材料	83-93	20+
聚碳酸酯板 (Polycarbonate)	使用溫度高 耐衝擊 可燃性低	容易刮傷 熱膨脹係數大	79-87	5-12
玻璃纖維強化聚酯板 (Fiberglass reinforced polyester, FRP)	低價 強度高 組裝容易	抗紫外線差 抗塵性差 易黃化使透光度差	60-88	7-15
聚乙烯薄膜 (Polyethylene film, PE film)	低價 安裝便利 大面積薄膜	使用年限短 使用溫度低 可雙層使用保溫	<85	1-2
聚氯乙烯薄膜 (Polyvinyl chloride film, PVC film)	低價 安裝便利 大面積薄膜 透光性佳	易髒 廢棄物污染嚴重 市售寬度固定。不易做大面積利用	90	2-

肆、溫室座落地點

溫室之座落地點，應選排水良好之沙壤土質，以利溫室之排水。且周圍具有大量優良水質供應作物生長之用。其地形應力求平坦，以降低建造成本並利於未來省工機械之操作。由於溫室投資甚大，故在建造之前均應事先規劃，且為因應未來發展，育苗區、馴化區、工作區、未來發展區等均應統籌規劃，以便分年增設。在配置方面，必須考慮風線及能源應用之間題，並決定溫室、工作區及物料運送之相關位置。圖 16 為典型之溫室規劃。

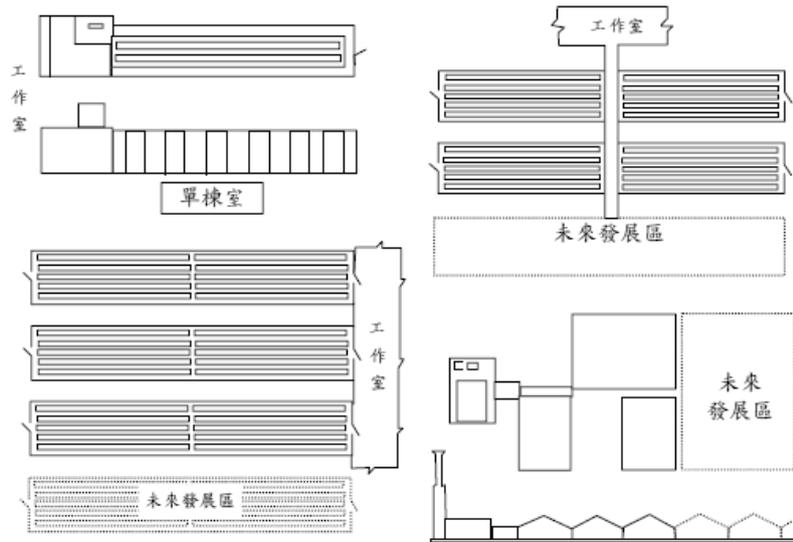


圖 16、典型之溫室配置

一、溫室方位

溫室之座落依緯度而定，但以南北或東西走向為主，以減少溫室中之陰影為原則。在北緯 40 度以上之溫室，東西走向者在冬至溫室透入日光較南北走向為佳。但光線進入溫室之多寡，仍會受到溫室結構中之支柱、橫樑、放置玻璃之支條粗細及數量所影響，故良好之溫室設計較座落方位之選擇更為重要。

台灣緯度低於 40 度，溫室之座落方向，並不一定走東西向，有時南北向反而採光較佳，在實務上則更應考慮地形及風向之因素。一般東西走向的溫室，結構上樑柱支架等之陰影會整日維持在固定位置，不像南北走向溫室中的陰影可隨時間而變動。

二、遮蔭問題

為調節陽光的強度，一般溫室均必須具有遮蔭設備，而遮蔭則分內遮蔭及外遮蔭兩種，前者在擋去過多的陽光，後者則在於保溫控制。台灣地區因為日照強烈，故均採用外遮蔭的方式，圖 17。外遮蔭係在陽光未進入溫室以前，即行隔絕，其效果較大。外遮蔭必須考慮抗風的問題，

故其結構堅固，材料須具抗紫外線特性。由於設置位置較高，故應考慮採用自動化控制，使遮蔭簾能靈活開啟，或以感應器進行自動開閉。以外，亦可在溫室內部之上方或側面受光的部分以繩索拉動簾幕的方式達到遮蔭的效果。



圖 17、採用外遮蔭之溫室

溫室內的光環境除遮光及補光外，幾由溫室構造（包括形態）及溫室的方位決定。溫室架構之設計儘量避免遮光，可使用透光性良好之材質。依室外自然日照的光度強弱，由光度計制遮光網的移動，達到不同程度的遮光效果。亦可在室內裝設有同化功用的光照系統，來加強日照不足時之光照量，如以 3.2 x 5 m 的距離安裝，大約可增加溫室內 2,000 Lux 的輻射量。

三、通風與換氣

溫室也要通氣，否則空氣混濁，再健康的植物都可能生病。但通氣的目的不僅在此，降溫也相當重要。適當的通氣，可以將熱氣排出，並藉由換氣的過程調節室內的二氧化碳濃度及濕度。換氣有自然通風、強力通風及攪拌式通風三種。

自然通氣係設置天窗及側窗，利用風力與氣體浮力之互動，以達換氣之效。自然通風是免費的溫室降溫手段，絕大部分的溫室通氣系統以自然通風為主，使其至少維持與外界相同溫度。採用天窗通氣，主要是利用熱空氣上升，冷空氣下降的原理，進行自然通風。天窗通常可左右側方向分別開啟，並以開口之大小控制通氣量，通氣量之調節有以手動者，亦有以控制器或電腦系統之感應器自動控制者。但這種通風受外界

天候因子如風向、日射量、氣溫等影響較大。而換氣之功能則與溫室結構、通風設計、風壓、作物種類、葉面之光合作用、氣孔開閉特性有關，有時甚至要配合室內溫濕度、二氧化碳濃度及植物所能承之氣流速度而定。溫室設置時，需考慮天窗之位置與大小以及其逆風及順風的方位。而且操作時必須決定是否左邊開啟或右邊開啟，以免外界風由天窗直接進入。當然在熱帶地區，利用天窗引入外氣也是一種操作方式。天窗在下雨時有時必須及時關閉，以免雨水進入沾染室內植物。

機械式強力通風採用強力風機，將室內空氣排出、吸入或攪拌等方式達到換氣效果。通常在溫室之一側設置排風扇，另一側設進風口。空氣由進氣口吸入，由排氣扇排出。這是較經濟的方式，但僅能維持與外界相同之溫度，但進氣口若有樹蔭或其他植物生長，吸入之空氣溫度較低，也具有降低室內溫度之效。

攪拌式通風則是在溫室內部設置風機，加速溫室內部空氣之對流，主要目的在使溫室內溫度分布均勻，但其效果較低。

除通風外，台灣的夏天悶熱，常需有降溫措施。採用水簾或加霧法是一種較為有效之降溫方式。水簾法係將清水循環於一水簾，以風機外力將外界空氣強迫通過水簾，使水蒸發而產生降溫效果。加霧法則以細噴嘴在溫室內噴出細霧，藉其蒸發作用而將空氣降溫。但這些方式對濕度較低之大陸性氣候較為有效，在濕度高之地區，其效果有限，甚或因水霧過多導致濕度過高，蟲害病菌容易滋生，而且在水簾系統上，因長時間使用，容易產生藻類及鹽份累積的現象。

在溫室屋頂外，加裝灑水器，噴水降溫也是一種有效的方法，而利用壓縮機壓縮冷媒進行降溫可能是最終的方法，但所費較高，除非是高價農產品，否則很難降低成本。據估計，一馬力的冷氣約僅適用於冷卻6坪大小的冷房。另一種方式是以除濕裝置先將外氣之濕度降低，使其成為低濕狀態，然後再以前述之噴霧方式利用水滴之蒸發進行降溫。後者成本較低，但其除濕劑的再生必須消耗部分能源。

伍、苗床設施

國內現有以溫室生產之農企業中，實施機械化者仍然很少，其生長模式缺少標準化、生產設備之功能與構造複雜及作物種類繁多等均為主因。國外已有許多溫室公司開始進行設備標準化的工作，期能因地制宜，規劃所需之機械與設備，以滿足各種作業之需求。近年來國內經過產官學界積極的研發，部份溫室已可進行機械作業。其中較為顯著的項目包括：介質供應、真空播種、排箱積箱等，此類系統部份已能達到一貫化及自動化的需求，以取代一部份的人力。在搬運方面，國內外則仍存在許多不同之應用層次。荷蘭之育苗系統有些已經使用相當高階的技術，諸如配合電腦的記憶及控制特性，操作農業機器人進行秧苗之搬運作業。這些系統複雜，價格昂貴，很難在小規模之農企業中廣泛應用。簡易的搬運方式變成另一種較為實際而迫切的解決方案。目前國內民間育苗場之搬運作業，其機械化程度仍然不高，大部份必須倚賴人力，因而工作效率較低且成本高。

溫室內部的植床設計常依情況而異，可分為固定式與活動式兩類。不同型式的植床設計會影響日後的育苗管理作業，其所使用的搬運機具設備與限制也將會有所不同。溫室內植床之排列方式影響事後作業很大，其可節省的空間亦依設計的方式而不同。

1. 固定式植床

固定式長形植床是最傳統的一種生長系統，由於價格低廉，簡易的育苗場常使用之。植床中間留有的一至三條長而窄的走道，因此工作者得走很長的一段距離才能到達走道的出口。在這種狀況下，搬運作業最費勞力，處理穴盤苗及育苗鉢也較為困難。

「非」字型固定植床的配置情形，溫室中央僅留一個較寬的中間走道，各植床間亦有較窄的工作走道與之相交。搬運車

和工作桌可在中間走道走動。工作者在此走道活動容易，而從溫室的任何一個角落到中間走道的距離都不會太遠（圖 18）。

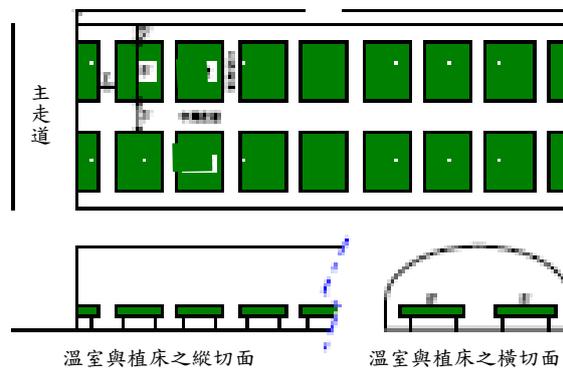


圖 18、「非」字型固定植床的配置情形

2. 活動式植床

活動植床是整個植床或植台可利用滾軸或滾輪移動，管理者或工作者在需要時才移動植床，以挪出走道。整個溫室的地面利用率因而增加 10-25 %。

非字型移動植床其中間走道之位置固定，活動植床可在滾軸上左右移動（圖 19），空出暫時工作走道（垂直於中間走道），以供作業人員進出，其配置與非字型固定植床雷同。



圖 19、「非」字型移動植床

縱向型移動植床之配置可以空出暫時性之走道，如圖 20。這種走道長而狹窄，工作者和搬運車在走道中移動較為困難。為克服此項缺點，須配合使用適合的簡易搬運機具來運送物料，如吊車、運輸機或植床頂部台車等。當裝載完畢後，推向主走道處，然後再由主走道將作物運送至作業室。

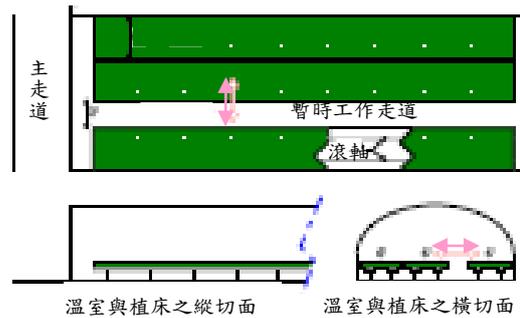


圖 20、縱向型移動植床之配置

3. 可搬運式植台

各植台之移動藉由軌道上之滾輪，可直接滑向主走道，再由主走道直接運送到作業室，如圖 21。在這種狀況下，由於最小的搬運量為一個植台，因此可節省許多往復搬運的勞力。一旦植台被運送到作業室後，即可進行收穫處理，而空植台則可重新置入新穴苗盤，再運回溫室中。

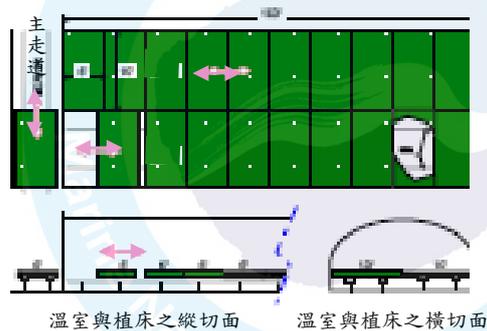


圖 21、縱向型移動植床之配置

4. 地面生長系統

地面生長系統一種將穴盤直接置於地面上長的方式，其在空間使用上很有效率，這些穴盤通常直到要賣出時才取出，因此適用於生長中不需人力照顧的作物。

近來園藝設施朝向減少投入人為能源的方向發展，以自然方式提供作物環境，在溫室構造上也有新的改革，包括屋頂可由中央部頂開的溫室，可單面開啟的溫室等，均藉由加大通風面積增加通風量，利用自然通風調節室內環境的觀點研發。在國內也有鋁管塑膠布溫室中，利用捲簾裝置可將屋頂全

面開啟的應用例，通風量不足時，配合噴霧或擾流風扇操作，於台灣之氣候亦可得良好的室內環境，可做為今後東沙島溫室發展之參考。

第二節 灌溉設施

設施內之灌溉是管理上重要之一環。有些溫室內之噴灌系統屬軌道型，噴桿可以在溫室內來回作業。這些固定裝置與一般室外之作業型態略有不同，其要求也比較精密，有些則需配合施肥或噴藥作業。其考慮比較複雜，而且常需借助自動控制系統。

水分對植物體之作用甚廣，參與物質之吸收、運轉、生長、發育、生殖等過程。植物體內之水分約佔鮮重的 85-90%，但參與各種生理機能所需之水分只佔土壤水分中的 5%，大部分的灌溉水乃經由土壤表面蒸發或向下滲漏流失或苗木葉面的蒸發散而散失。

植物根系為吸收水分及養分的主要器官，依根系的發育優劣、年齡及部位之不同，其吸收能力差異頗為懸殊。一般幼根較老根吸收力旺盛，而以根毛帶吸水最快。另外，影響水分供需之因子很多，屬於苗木的，如樹種、生長發育階段（植株大小）、葉片大小、葉量、季節等；屬於環境的，如輻射能、大氣之蒸氣壓力、空氣流動量（風）、溫度等；屬於生長介質的，如質地、排水力、保水力等。因此，苗木之水管理深受上述諸因子所左右。

設施栽培的最大特色，就是栽培者可以利用設施並透過環境管理技術，使環境更適於作物的生長需要，從而控制產量、品質與調節產期；利用水分的管理，控制植株及產品的生長快慢和品質。在設施內進行灌溉，原則上須根據設施的種類及構造、介質種類、作物種類、生育狀態、氣象條件、管理與栽培方法等之不同，訂定合理的灌溉計劃，以使栽培介質中水分的比例維持在適當的範圍，使其適於作物的生長。並須確保設施內所供給的水量，時時能因應滿足所栽培作物的需要。選擇設施內之灌溉方法與設備時，需考慮以下幾項原則：

1. 須具有多種不同作物的適用性。
2. 須能維持空氣之相對濕度在合理的範圍。
3. 須不妨害其他作業的進行，如施肥與病蟲害防治作業且操作容易。
4. 須考慮自動化發展的可能性。

苗圃灌水早已利用簡單的引水管線及噴頭等設施代替人工；隨著時代的進步，動力機械及自動控制系統的應用，已使人力需求降至最低。但完善的設備仍需育苗人員精確的操控，適時提供適量的水分，促進苗木的正常生長。苗圃水分管理的目的：（1）控制土壤的有效水分，促進種子發芽及苗木生長，必要時減緩苗木生長，以誘導芽苞的形成、低溫健化或其他生理反應。（2）供溶質運移、溶解肥料、殺草劑、農藥稀釋用和淋洗多餘的鹽類。（3）防止極端乾旱、土壤熱能、低溫、霜凍等傷害苗木。（4）養分的最少淋洗流失、病害控制。（5）適當的水分管理，獲得最大的生產。

壹、灌溉方法

灌溉是適時適量供給植物水量，維持作物正常生長，同時亦可調整控制土壤溫度及防止霜害。灌溉水量依土壤水分多寡、田間含水量、蒸散、蒸發量及地下補給水量而決定。自動灌溉系統係定出適當灌水及停水時刻，配合定時器、空氣濕度檢出器、蒸發計、土壤水分計及水位檢出器等，不用人力即可自動灌水之設備。由於苗株大小、苗木密度、苗木葉片形態不同等因素，對於水滴大小及水量的需求亦不同；田間苗床與溫室育苗時，因太陽輻射能、風速的差異，所需的灌水量及灌水頻率變化頗大。因此，噴頭與噴水管線的佈置須與苗木的需要相配合。供水設施之規劃應注意灌溉均勻、不妨礙管理作業、操作不費勞力或時間；與施肥、病蟲害防治可共用，最後並能達於自動化。灌溉方式可分為：

1. 地表灌溉法：將管路適當分布於行間，水管加噴頭或打洞，適時適量的給水灌溉（圖 22）。



圖 22、地表灌溉法

2.地下灌溉法：將管路埋設於地下根群區域或土層較深處，直接供給根部水分或經土壤毛細作用而可經常補給水分到根群之方法。缺點是管孔容易阻塞。

3.噴灌法：在作物上方裝設噴頭以水滴或細霧噴到葉面



圖 23、噴灌法使用之噴頭

4.底面吸水法：將盆鉢置放於水池、凹槽、充水的鋪墊物等，經由毛細管水作用將水吸到根部。無土栽培方面則將作物根部置於靜止或循環水中，或以滴灌方式滴入栽培介質中。

5.滴灌法：是以滴灌管裝設在穴植管表面，滴灌管直接接觸土面，減少灌溉水的流失。滴灌設施中，可以接定時器或添加肥料等裝置。

貳、灌溉設備

隨著設施栽培自動化的發展，灌溉設備也朝自動化工方向發展，一般灌溉系統主要的灌溉器具有加壓水槽、抽水幫浦、壓力調節及定壓裝置、主給水管、支管（並排方式）、噴頭或滴灌器具等，分別說明如下：

一、蓄水池

溫室周圍則需準備有充裕的優質水源，以供應作物生長之用。依荷蘭政府規定，每棟溫室均必須自備有儲水槽，以儲備雨水，其標準

是以每公頃面積以 500 公噸容量計算。所以在荷蘭所見到的溫室，其旁邊均需有池塘作為蓄水之用。蓄水池的容量大小須視補充水源取得、設施經濟效益與灌溉水量而定，建造地點則宜選擇在供水方便、配管最短且不妨礙栽培作業之處。

二、抽水幫浦

水源若未利用水位差或水塔供水時，必須以抽水幫浦為原動力。抽水幫浦方種類型式有很多，包括離心式、斜流式、軸流式等輪機式幫浦，往復式、旋轉式等排量式幫浦及其他特殊型式。幫浦之選擇必需依灌溉作業需求考量，配置適合與否將會嚴重影響抽水幫浦之效率，及灌溉成本。



圖 24、抽水幫浦及儲水槽
(台北市七星農業實習同好會溫室)

三、多孔管

於直徑約 5 cm 之薄聚氣乙烯管上開小孔，小孔以等間隔兩列排列或鋸齒狀排列，直接鋪設於栽培床上或架設在高約 50-100 cm 之處。此法之缺點為栽培床兩側部位水量較多，管正下方水量較少，可以線狀孔方式或變壓方式改良。

四、噴頭灌水

大都採硬質塑膠噴頭，全圓噴頭適用於葉面灌水，水滴飛散距離大，供水壓力約 $2-3 \text{ kg/m}^2$ ，出水量約 $2-9.3 \text{ l/min}$ ，此法可同時維持設施內的空氣濕度。半圓型噴頭常安裝於栽培床兩側，針對葉下灌水或基質灌水，供水壓力約 $2-3 \text{ kg/m}^2$ ，出水量約 $2-3 \text{ l/min}$ 。二方向型與線型噴頭易於控制噴射角度，主要用於地表灌水。線型噴頭則適用於植物栽培密度高的情形。

五、滴灌器具

一般以直徑 0.5-1.0 mm 之小孔，開於細塑膠水管上或相連接的滴嘴上，以 0.2-0.5 kg/m² 的低壓送水，經小孔慢慢流出進行灌溉，盆栽或穴盤則以單一盆或穴為單位，用極細的塑膠水管以點滴狀進行灌溉，滴水孔最好置於根群區域的中央位置。使用滴灌法時土表蒸發量減少，設施內較為乾燥，節省灌溉水量為其優點，但配管方法須十分注意，避免水壓落差大，以致出水不均，以及零件漏水、脫落、斷裂等問題，並需注意水質處理，以免引起滴嘴阻塞現象。

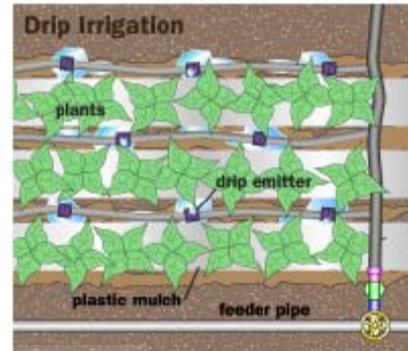


圖 25、滴灌設備示意圖

六、底面給水

利用毛細現象將水分經盆底往上吸引到盆內，此法常用於細粒種子播種時，可避免沖失土壤（介質）或種子，在盆栽底下放置吸水布條或在栽培床上鋪砂、化纖或不織布為供水鋪墊。或在植床底部中間利用凹槽提供水分。

茲將簡易溫室中常用之滴灌法和噴灌法之優缺點列表比較（表 6）。

表 6、滴灌法和噴灌法比較

方式	所需設備	優點	缺點
滴灌	儲水槽	滴灌設施不需移動 浸濕面積很小 灌溉水直接進入土壤	成本較高 只適於單一規格之穴盤
	加壓馬達		
	水管		
	滴灌管 定時器		
噴灌	儲水槽	營造高濕度環境 各種規格之穴盤皆能適用	植物體長大後葉片開展阻擋水分進入土壤 灌溉水不直接由土壤吸收
	加壓馬達		
	水管		
	噴頭		
	定時器 水質過濾設備		

第三節 育苗設施及方法

東沙島未來植被復育所需之原生植種苗木皆應自島上生產，生產過程從種源的採集（種子、扦插插穗、自生苗木）、培育、馴化等多個階段，皆需要育苗設施的輔助。以下將育苗可採用之方式及設施做一介紹分析。

壹、落地栽培

傳統庭園苗木育苗、栽植大都採落地栽培的方式，也就是種子或是插穗，即以苗床直播或是苗床扦插至土地上，將來移植時須施行斷根及修截地上部枝葉等工作。此種栽培方式，不僅費力、費時，在移植時因土球挖取大小不當或是移植季節不合，植株易受生理傷害，定植後在樹形品質及工程驗收上往往受到嚴重影響。

貳、容器育苗

苗木生產從繁殖、培育直到成株或利用之過程在容器內進行，是為容器苗木。傳統之落地栽培方式，有其在施作上之缺點，因設計及使用者對庭園木植栽工程品質之要求，及農政單位對生產技術改進工作之推動，容器苗、容器栽植庭園木頓時為種苗業與景觀造園界所廣泛採納之育苗方式。容器育苗是將介質填入不同種類容器，供苗木生長之用，以培育根系完整，出栽成活率高的苗木。容器大小的決定受樹種、苗木密度、苗木規格、育苗期間長短、生長介質、環境條件等所影響，一般以育成最小的復舊造林所需的最小苗木為原則。苗木密度對苗木形態與生物量的影響頗大，闊葉樹種葉片大及不耐蔭針葉樹，常需較大的容器與較低的生長密度。

一、容器類型

目前栽植用的容器形形色色，依作用可分為繁殖容器（塊盆、管盆、育苗袋、框箱...等）及移植容器（苗木鉢盆、植栽桶、植栽袋等）。或依材質大略可分為軟質容器（不織布袋、椰子纖維袋、PE袋...等）

和硬質容器（木箱、泥炭苔盆、FRP 盆、GRC 盆...等）。

何種栽植容器是對苗木生育最佳、管理最方便、成本最低？根據王等（1998）的研究顯示，以栽植袋生產的苗木品質較佳，因其根系深入土壤對其生長及水分管理較為方便，不但省工實用，且同時對根系之保留性佳，可提高移植成活率。

二、使用模式

以苗木來源可分為（1）實生容器苗—指採用人工播種或扦插繁殖，隨著苗木生長不斷更換大小容器，或是直接栽入大型容器內成長而成之樹木和（2）假植容器苗—原落地栽培到某一階段的大苗、成樹，經斷根後移入容器繼續培育之樹木。

三、容器效應

容器微氣候環境及缺障條件造成苗木生長之改變，皆可稱之容器效應（container effect），由於容器育苗時根系侷限於容器內，木本植物易因容器效應而造成通氣不良和纏繞根、根盤等之畸型根問題。當根木質化後纏繞根（circling roots）永不會復原，缺牽引固定力，定植後如遭風害時易傾斜倒伏。Birchell 和 Whitcomb 等為改善容器栽培時通氣不良，和纏繞根、根盤之容器效應，在盆內壁設垂直肋線（rib），即導根線，來阻止根沿盆壁纏繞。也有空氣修剪（air pruning）來防止根盤產生，及使用銅劑處理達成化學修剪作用，以生產出根部發育良好之高品質苗木。

四、穴盤

穴盤育苗之優點為單位面積育苗多，縮短育苗期，移植成活率高，節省人工等。穴盤規格種類頗多，一般可由每盤 72 格迄 800 格不等，最近也有較少格數如 50 格及 24 格之穴盤應市。穴盤植穴洞愈大，可

於短時間內生產品質較佳的株苗，進而促進小苗之後續發育，惟必須花費較多的栽培介質。至於穴盤植穴洞體積小，則小苗較容易受到栽培介質所含的一些成分之傷害。

於林木育苗時，穴植管也是目前廣泛採用的方法。穴植管為具有導根線之硬質塑膠容器，管壁內導根線具梳理側根功能，藉空氣切根故根系完整，可改善塑膠袋育苗時盤根、側根稀少、重量大等缺點，並可作為機械化育苗所發展的育苗容器。

利用容器栽培的目的在於可刺激側根生長，以增進定植後根系之固著力，期提高移植之成活率。容器苗木生產的特色為苗木生長的介質可全由人為調配，控制其物理及化學性質，有效的介質容積可大為縮短，利於加速苗木計劃生產，縮短育苗年限及提高苗木品質。且其容器之鉢障作用（pot bound）能促使根系織纏介質形成根團（rooted ball），移植或定植不傷根，沒有移植休克問題，成活率高，對難移植樹種（例如樟樹）及觀賞樹型尤具價值性。因可節省挖掘成本、消除定植季節限制、打破淡旺季之分、非常適合週年生產經營。另容器易規格化，容器育苗配合設施園藝之利用，可機械化、自動化一貫作業，節省勞力並便於運銷。以歐美而言企業化之苗圃，已漸朝向容器經營方式。

第四節 植栽管理及撫育

控制植物生長發育的因子可分為三類，即（1）氣候條件；（2）植物自身的遺傳性狀；（3）土壤。對於環境因子中的光、溫度、CO₂濃度，由於臺灣的育苗設施中往往無法加以控制，故在此不列入討論。土壤、養分及水分的管理操於育苗人員手中，配合苗木的生長階段執行，才能育成高品質的苗木。以下將針對土壤、養分及水分的管理以及苗木培育管理進行說明。

壹、土壤

土壤除了固定植物根系、支持植物體外尚需貯存及供給養分、水和空氣，使植物能從其中吸收生長所需的物質。土壤的物理及化學性質更直接或間接影響植物生長。「優良苗圃土壤」需要的條件，不只是能充分供應苗木生長所需的養分、水分及空氣等三大要件，尚需要有良好的土壤物理、化學及生物性質，使苗木容易管理、減少病蟲害發生、有良好的生長條件。

土壤為傳統的苗木培育介質，對於土壤性質不佳地區，或土壤不易取得或特殊需要時，往往以園藝栽培用之人工介質取代，此方面的發展亦有助於建立森林苗圃機械化作業。人工介質仍應具備土壤的各種特性，並優於土壤。目前使用的人工介質的特性包括：排水良好、保水力強、通氣良好、適當的 CEC、固定植物根系、無毒性、均質性、質輕易搬運、操作方便、價格便宜、不含雜草種子及病蟲源、pH 值 5.5-6.5、方便使用者依所需混合成各種不同特性的生長介質，使植物能從其中獲得生長所需之微環境條件。目前常用的主要材料有蛭石、泥炭土、珍珠石等（表 7），各具特性，與常見的砂比較，更易瞭解。

表 7、常用人工介質材料分類及其特性（整理自李晔，1989）

介質	排水性	保水力	通氣性	CEC*	養分元素	重量 (lbs/ft ³)	價格	pH 值	缺點
砂	良	差	良	極低	低	重 (100)	低		重
蛭石	良	良	良	高	鎂鉀鈣	輕 (7-10)	尚可	7-9	易受外力破壞
真珠石	良	差	良	無	鉀鈉鈣硼	輕 (6-8)	尚可	7-7.5	不易破碎
泥炭土	良	強	良	強	磷鉀鈣	輕	尚可	3-4	

*陽離子置換量 (Cation exchange capacity, CEC)

人工混合介質中應添加有機堆肥以改善物理、化學、生物等特性，使更適合植物根系生長及養分的供應。如作為培育種子苗之介質，可直接加入適量的緩釋性化學肥料，以促進苗木早期生長及減少養分管理的工作量，但扦插用介質則不可添加化學肥料。

人工介質的調配混合比例以材料體積作為計算標準，實際上混合完成後之總體積必定少於各材料之體積總和，主要係因材料受擠壓、孔隙相互填充（即密度改變）等所致。一般常用混合介質泥炭土：蛭石：珍珠石：有機堆肥的混合體積比約為 1：1：1：1 或 2：2：1：1；對於喜潮濕植物之介質可降低真珠石比例或不用，相反的，需耐乾旱，通氣良好時則可增加真珠石的比例。

堆肥對於土地生產的維持及促進效果甚大，堪稱為完全肥料，可適用於任何樹種，堆肥的施用可增進土壤的保肥及保水力，減少肥分流失及早害損失，促使苗木根系發達（黃裕星，1982）。因此，苗圃之施肥應以有機質肥料為主，土壤有機質含量視土壤質地而定，約在 3-10% 之間。栽植豆科的綠肥作物，或加入泥炭土（peats）、堆肥等方式，可維持土壤的有機物含量，補充苗圃作業期間養分的消耗。

貳、養分與肥料

植物正常生長過程中所不可缺少的元素稱為「必需營養元素」（essentialelement）。必需元素存在之狀況一定是植物可利用的型態、適當的濃度、各種可溶養分的濃度間需保持適當的平衡，才能供植物正常吸收生長。經分類整理，碳、氫、氧是構成植物乾物量之主要元素，來源為空氣和水，其餘的礦質養分（mineralnutrient）元素則來自土壤或肥料；礦質養分依需要量多寡區分為巨量元素（macronutrients）和微量元素（micronutrients），於植物生長過程中參與各生理程序或為植物體構成之主要成分。

礦質養分對苗木品質具有正、負兩方面之效應。高大、生長平衡、葉部翠綠之苗木，其出栽後所表現活力比矮小、黃化苗木為佳。施肥之

負效應為苗木耐旱能力減弱，或易罹霜害。因此，合理的養分控制，可促進苗木生長及培育健全苗木（王子定，1974）。

天然林分在養分循環作用下，林木生長所需的養分除來自土壤母質風化、雨水或地下水外，尚有土壤中自營性菌類將無效的有機態成分轉變成有效的無機態，如植物或動物的死亡殘體，經微生物分解成有效養分後再行利用等。土壤腐植質含量是土壤肥力的重要指標（張淑賢，1995），可改善土壤物理性質，增加土壤肥力，亦為土壤生物的能源與食物，分解的產物則能改善土壤結構。

腐植質在土壤肥力上的貢獻最重要的是提供氮，及供應土壤的磷與硫。當腐植質的 C:N:P:S 比例約為 120:10:1:1，對於土壤養分的有效性最佳（Forth,1984）。腐植質的另一個重要性質是其陽離子置換量

（Cationexchange capacity, CEC）高，陽離子置換位（Cationexchangesites）是吸附陽離子（如 Ca^{2+} ， Mg^{2+} ， K^{+} ）的位置，故此類養分離子被吸住，除了降低陽離子因水的淋洗而喪失土壤之外，此被吸附住的陽離子可供高等植物或微生物利用。

新鮮有機物經過分解及腐植化作用，逐漸變成比較穩定的腐植質，在分解過程中，微生物活動同時進行礦質化作用，釋放許多養分（如：N、P、K、Ca、Mg...）供生物利用。但多量新鮮有機物在土壤中急速分解，會引發過度的還原狀態，使作物根圈缺乏氧氣而傷害根系。在還原狀態下土壤中會有具毒性的還原性物質，如硫化氫、亞鐵離子、亞錳離子等及丁酸和各種酚酸等低級有機酸出現，並對作物根系產生毒害作用（洪崑煌，1995），因此直接施用新鮮有機物除了不能獲得有機質施用的效益外，並可能招致為害。

施肥時除需了解各種養分元素的性質外，尚需注意植物根群分布情形，土壤性質，土壤水分含量與苗木的有效水量。施肥時期應配合植物的生長季節，以植物吸收能力最強或最需要時期，植物根群能吸收所施的肥料為原則；施肥期不當，植物無法吸收利用，肥料或被土壤固定，或被水沖失，污染水源。人工監測養分濃度時，除注意 EC 值必須在適當範圍之內外，液肥濃度及介質中養分的濃度應一併考慮。液肥的濃度

過高，易發生肥害，太低則不利苗木生長，介質中的各種養分元素應維持在適當範圍之內，以促進苗木正常生長

參、水分管理

苗木生長期間，土壤水分含量應維持於正常生育的有效水分範圍之內。可將土壤水分經重力自然排水後之 24 小時的含水量（即田間含水量），視為有效水分之上限，而以植物的永久凋萎點為有效水分的下限，但在此水分下，植物生長已受阻，所以實用上應以臨時凋萎點為下限，即於苗木葉片呈現臨時凋萎時即應灌水。水分過多或不足皆不利植物生長，例如當土壤含水量比田間含水量多時（即高於有效水分的上限），土壤空氣的含氧量相對減少；或是如果低於凋萎點，則土壤水的移動太慢，皆不利於根群生育。

因此我們可將苗木灌水管理的原則加以整理如下：

- (1) 每次之灌水量，除將土壤（培育介質）完全濕透外，最好多出少許的水以洗去鹽類。借澆水同時把土壤中的二氧化碳趕出，使新鮮空氣進入，達到根部完全換氣之目的，有利微生物活動及有機質分解。如灌水量不足時，介質（土壤）僅濕及表層未能達於根系；灌水量過多，則造成土壤養分流失，或積水造成根系腐爛。
- (2) 苗木快速生長期間，應於土壤有效水量只剩下 40-50% 時開始灌溉，而馴化階段則於苗木顯出缺水凋萎時灌水。
- (3) 陰雨天的持續灌水或不必要之經常性噴水（霧），使葉面常覆蓋一層水膜，成為藻、菌類繁殖的處所，增加葉片染病機會，影響植物生長，且造成土壤通氣不良，不利根系生長。
- (4) 水滴及水量大小適中，小苗水滴小，大苗水滴大，不至因水滴衝擊，造成介質飛濺附著於苗莖、葉片下方（形成土褲）；或因葉片截留而使灌溉水未能送達土壤。
- (5) 苗床周邊因微環境變化大，須特別注意補充供水。

由於樹種、葉齡不同，苗木缺水時所表現的葉部特徵並不一致，除前述的凋萎判斷以外，亦可由培育介質（土壤）反應來判斷灌水時機：

- (1) 重量：容器栽培之苗木，不管使用何種介質，可以手稱量苗木缺水時及灌滿水後之重量，供灌水時機之參考，但應隨苗木之成長而經常稱量。
- (2) 顏色：一般土壤缺水時顏色較淡，灌滿水後顏色較深。
- (3) 觸感：直接以手碰觸介質，感覺水分含量。

肆、苗木培育管理

育苗工作自種子發芽至苗木出栽，依據生長階段模式，可將苗木全年的生長簡化為三個階段如下（引自許，1997）：

- (1) 生長初期（establishment phase）：由種子發芽開始至初生葉發育，根伸長並進入介質中，及進入快速生長之前的幼齡期間。
- (2) 快速生長期（rapid growth phase）：苗高及重量生長成指數性的快速增加。
- (3) 馴化期（hardening phase）：在芽形成後，苗徑及根仍續生長，苗木在經低溫馴化後出栽。

一般苗圃經營管理者需配合苗木的各個生長階段，並適時給予適當正確的育苗措施，以獲得品質優良均一的苗木。

一、生長初期

● 播種苗管理

種子發芽的最重要環境條件為水分與溫度。播種苗乃經由人為控制，提供一個適宜的種子發芽及幼苗初期生長的環境。依樹種不同，種子可經發芽促進或未經處理播種；播種後須於種子上薄層覆蓋稻草、鋸屑或細節的土壤，但需注意細小或發芽需光種子則不可覆蓋。為免驟雨、低溫、鳥類啄食為害，以塑膠布架設成隧道式溫室，必要時可加蓋遮光網，提供一適當安全的環境供種子發芽。種子發芽後，當天候溫暖、多雲時除去，以增加光照量；於夜晚、酷寒、強陽、下雨時覆蓋，使幼苗逐漸馴化於自然環境下，並可於苗木枝葉長成後逐漸除去。

種子發芽後易遭猝倒病或病菌為害，調低播種床介質的 pH 值可抑制病原菌生長，有效防止此類病害的發生。發芽後的幼苗經疏拔，或於一定時間後移植，可育成裸根苗；如為育成容器苗，則須將發芽幼苗適時移植育苗容器中。但種子直接播種於苗床，有諸多不利因子，如需定期灌水、除草，溫度變化無法控制及病蟲為害等，同時耗去大量人力及費用。如將種子直接於塑膠袋內進行層積處理及發芽，可省去苗床準備及播種的管理等工作。

● 苗木之移植

苗木移植的目的在阻滯苗木地上部分的生長，形成地下細小根毛及側根的鬚狀根群（fibrous root system），改變 S/R 比，避免小苗過度擁擠，病蟲為害等。因此，可抑制較大苗木徒長，避免矮小苗木遭受凌壓而影響育苗成績及苗木品質。移植苗木經成行栽植於較大空間，或移成容器苗，使苗木有足夠的地上、地下空間及資源任其發展及生長。在播種床上僅施行地下截根（underground root puning）雖可改良苗木品質，但效果不如移植之顯著。

移植時，掘取之幼苗應避免暴露於風日之下，並保持空氣流通及豐富的濕氣，尤應注意根群上所附著的微細土壤，不可以水清洗，根群施行適當修剪，由掘苗至移植應於最短時間內完成。移植過程中順便淘汰生長不良及罹病蟲苗木，將較大的苗木栽植於苗床中央，較小的苗木分植兩側，可免大苗凌壓小苗，並使小苗有較大的生長空間。

苗木移植後根系吸收水分、養分的功能受到破壞，需架設遮光網、竹簾或隧道式溫室保護，於幼苗成長過程中，當溫暖、多雲時除去，以增加日照量，於酷寒、強陽、下雨時覆蓋，使苗木逐漸馴化於自然環境下。所以傳統的苗圃對於播種苗及移植苗的管理工作相當繁重，初期為每天日出後掀去竹簾，以增加光量及通風，上午十時左右再蓋上竹簾，隨苗木成長逐漸縮短竹簾覆蓋時間，於苗木枝葉長成時完全除去。

苗木移植時期以生長季節之前，春芽萌發前施行為宜，不易發生低溫為害之地區，亦可以秋季施行移植，並可提早翌年春天的春芽萌發。

二、快速生長期

植物的吸收與生長依不同季節的日照、溫度、水分供給等條件而有所差異，北半球地區的 5-8 月，自然環境提供苗木充足的陽光與溫度，乃植物快速生長的條件之一。由於溫度高，光強度大，植物的光合作用和蒸散量旺盛，根系吸收大量的養分與水分供植物快速生長所需。春播種子由生長初期，隨著季節變換而逐漸進入快速生長期，苗木在此期間快速的伸長及累積生物量，因此在苗圃作業時，即需要滿足苗木對水分與養分的需求，以利苗木於此期間的生長。可於此期間判斷苗木品質的苗高及根徑等外部形態，做為苗木品質的評斷。

由於苗木生長快速，介質養分濃度與平衡的改變迅速，為達到最適當的生長比率，必需加以維持。尤其是穴植管育苗，由於介質量少，

介質養分濃度與平衡的維持則更顯的重要。除以長效期緩釋性肥料供生長之需外，發現養分不足或缺乏某一種養分時，可以液體肥料追加。

快速生長期隨季節變換而逐漸結束，為使苗木順利進入馴化期，於快速生長末期即應對水分及養分加以控制，誘導芽苞形成，並提供高磷、鉀肥促進苗木的根系與根徑生長。臺灣各地苗圃環境互異，對於快速生長期的結束差異頗大，應由各地區育苗人員依實際狀況判斷。

三、馴化期

苗木由人為控制良好的環境（溫度、濕度、養分等）準備出栽到外界環境中，需經由環境的調整使苗木適應外界的生長條件的，此階段苗木藉由生理與生化的改變而適應環境，因此又可稱之為馴化（acclimation）或健化（hardening）。

不適宜的低溫作用致使苗木受到各種不同程度的傷害，如葉部受傷、頂枯或全株枯死，因此，低溫期間苗圃的管理作業對苗木生產量、生理品質與在造林地的成活表現極具關係，一般可經由水分及肥料管理措施預防低溫對苗木的傷害，並達到健化的效果。

（1）水分管理：水分灌溉在春夏兩季能促進苗木發出新芽與生長，由於生長季節的持續灌水，苗木於秋天仍然發出新芽，而秋梢則易受到低溫所為害，主要原因：一為新生組織尚未硬化（hardy）而受秋霜為害；另一為低溫所引發的秋梢生長中斷。因此誘導苗木頂芽休眠顯得非常重要，一般苗圃於每年苗木生長期終了時，適度的控制灌溉水量，可逐漸誘導苗木對水分逆境的適應，並引發頂芽的休眠。而各種苗木所能承受的水分逆境不同，

（2）肥料管理：生長季節氮肥的施用將影響低溫健化的發展，由於生長期的延長，芽休眠延後，苗莖含有大量的水分而易致早霜為害。秋季時，促進苗木提早休眠，誘導低溫健化的方法尚有提早播種、斷根等。相對的某些方法則誘導秋梢（lammas）在秋季生長而增加霜害的機會，這些方法包括：苗床密度過低、供給太多的養分與水分及

生長後期的修剪。其他影響健化的因子包括光週期、樹種、種子來源和苗圃位置，這些因子皆為苗圃作業無法或不易控制的部份。

臺灣南部、東南部地區冬季溫度仍高，苗木很難經低溫作用而休眠，但以水分及養分的控制，配合苗木的生理週期，一樣能抑制苗木的生長，但時間較短，若此時期發生短期間的高溫，則易刺激苗木春芽提早開放，因此，苗木健化工作執行較為不易。

四、苗木出栽

苗木栽植於造林地後受苗木本身及生育地環境所影響，水分吸收與蒸散作用的平衡，為苗木離開苗圃栽植於造林地後需首先克服的問題，而影響蒸散作用的因子有：濕度、風速、溫度、光度、葉面積大小等；影響水分吸收的因子主要在於根表面積大小、根與土壤接觸狀況、苗木非木栓化的新生根尖、土壤水的有效性、土壤溫度等（Carlson and Miller, 1990）。

容器苗育成後，出栽時仍需經各種不同的準備以確保出栽苗木的品質，不同容器所育成的苗木各有不同的出栽準備，其中任一個過程處理不當或漏失，則將直接或間接影響苗木在造林地的成活與生長表現。

第五章 東沙島苗圃建置及經營規劃

為建立東沙島原生植被復育所需苗木生產系統，應於島上重建育苗及其他栽植所需設施。島上過去已建置了菜園及溫室（東光醫院旁）。菜園先前開闢種植多種作物，包括桑椹、各種瓜果、玉米等；溫室設備目前屋頂破損，已閒置。溫室之建立需考量經費、效率及實用性。東沙島地處偏遠，器材之運輸需使用船艦，加上溫室之用在於培育苗木，簡易之溫室設備即可符合此項需求。因此，本案建議將舊有溫室改善重建。

苗圃之經營規劃應包含：苗木生產計畫（育苗計畫）、種植計畫及養護計畫。苗木生產計畫應包括育苗位置、面積、繁殖方法、育苗介質及配比、育苗容器材質、規格、苗木之種類、數量等工作內容。種植計畫應包括人員、機具之調配，苗木運至工地前後之措施及施工進度表。養護計畫應包括實際進行各項養護工作內容。

第一節 硬體建設

壹、溫室整修

民國88年期間，行政院農委會台南區農業改良場於東沙島輔導建立穴盤蔬菜生產系統，於東光醫院旁興建溫室，規格如下所述：溫室骨架為鍍鋅鋼材架構，溫室主要尺寸為長16 m、寬度6.4 m、屋頂滴水最低高度3 m，採用圓拱形屋頂，屋頂披覆使用0.2 mm PEP防流滴塑膠膜，左右兩側立面使用固定16目尼龍防蟲網，供通風換氣用，為防寒風其外部另裝設手動捲取PEP塑膠膜，前後立面為抗強風採用固定式PEP塑膠膜披覆。為降低培育溫室內溫度，溫室屋頂上方設有電動遮蔭網，使用50%針織網。栽培床設計可移動式，採用鋁擠型護邊共三組，一組供育苗使用，另兩組則供栽培使用。目前溫室架構尚存，其餘覆蓋材料則因長期缺乏維護而呈殘破狀態。內部栽培床缺如。

東沙島整體地勢低平，最高海拔處約7.8 m，東光醫院旁溫室地處平坦，溫室之方位大致為南北走向，受到太陽移位造成的陰影的影響較小，且周圍即樹林，極為避風，合於溫室方位座落條件；未來可規劃溫室為育苗區，在

此處理種子、培育實生苗、扦插苗。溫室重建之規格如下說明(表8、附錄)。

一、立體結構

東光醫院溫室主體架構頂層為平頂式，內層尚有一弧形頂棚，長16.1 m、寬度6.4 m、高4.5 m，目前架構仍保持良好，經實地探勘結果，部分骨架已有鏽蝕(圖25)，只需要更換數支C型鋼即可。頂部及距地面2 m以上之區塊以50%針織網覆蓋，自地面至以上2 m處以白色防蟲網包覆。



圖 25、東光醫院溫室骨架現況

二、水源設備

溫室之後方有一廢棄之儲水池(圖26)，容量約3噸，規劃做為溫室灌溉主要儲水槽，設置簡易過濾器(過濾水中雜質以免阻塞噴頭)及馬達，其上再設置一5噸之水塔，為備用水源。未來道路集水系統、東光醫院屋頂收集以及溫室頂棚、地面回收之雨水及澆灌水，皆導引回地下儲水槽補充灌溉水源；乾旱季節時，則自十萬加崙水庫或海淡廠運水至儲水槽使用。



圖 26、溫室後方地下儲水池現況

三、防雨設施

東沙島雨量多集中在夏秋，且多由颱風帶來強大雨勢及雨量，可能會對溫室內苗床造成損害，於圓拱形屋頂上鋪設PEP塑膠布，做為防雨設施。原有之架構即有設計頂棚之排水系溝槽，只是目前水管已散失，未來增設水管將收集之雨水回收到地下儲水槽使用。

四、排水系統

排水之目標，在於不使溫室積水，且東沙島水資源極為珍貴，設施內澆灌之水分流失於地表後，若無善加收集利用，則蒸發後即流失掉了。目前溫室內有三條沙床，未來溫室規劃為自動化生產，沙床也將失去功能，規劃以水泥砂漿填滿，低於行走路面10 cm苗床下再鋪設碎石，同時設置地下管路，收集灌溉溢流水，導入地下儲水池再度循環利用。

五、溫濕度控制

於溫室前後各設置一組風扇，藉苗風扇的抽吸，促進溫室內之散熱。因初期溫室的苗木生產多以扦插苗為主，扦插苗為無根之枝條，必須有高濕度的環境促使發根，因此溫室內之灌溉設施將以噴霧澆灌為主，再於溫室前後各設置水龍頭做為輔助之人工澆灌。



圖 27、溫室內扦插床之噴霧系統案例

六、簡易貯藏室

溫室及苗圃作業常備之資材包括：溫室所需之更換用針織網、防蟲網、PEP塑膠布、栽植盆器及端盤、栽培介質、栽培修剪之必要手工具、肥料、發根劑等藥劑。東光醫院目前應無房舍可供放置，規劃於溫室旁空地建立以塑膠布建置之簡易貯藏室，或將菜園後房舍（規劃為國家公園管理處之辦公室）內原來置放園藝資材房間規劃為資材貯藏室。

七、馴化場

苗木成長後換盆移出溫室，可放置於附近空地；若空間不足，可於東沙菜園或是附近銀合歡生長區砍除後，做為盆栽苗置放區，待苗木成長到適合出栽的大小後即可運至栽植地栽植（圖28）。

目前島上使用燃油發電機組平均每日可供給500 kW之電力，大於目前平均用電量180-190 kW（游等，2005），即目前供電為過剩的狀態。未來苗圃設備中使用電力的設施為加壓馬達，需要持續供電維持澆灌的功能，因太陽能發電或風力發電有無法連續運作的風險（天候或轉換上的因素），因此建議苗圃所需電力，應可由燃油發電提供。

玻璃覆蓋之溫室具有使用年限長、光穿透性佳、抗紫外線、抗磨損等優點，但同時也具有組裝不易、不耐衝擊、較重且價格高昂的缺點。本案採用之覆蓋材料為PEP塑膠膜、針織遮蔭網使用年限雖不若玻璃材質，但有組裝容易、方便儲存的優點，在颱風影響大的東沙島，玻璃等硬質材料易遭強風毀損。若以PEP塑膠膜、針織遮蔭網組裝的溫室遭遇強風而損害，現場人員可以快速的利用儲存的材料加以修復，恢復溫室的功能。

規劃之溫室及苗木馴化場所，符合「東沙島景觀生態資源規劃」（蔡&曹，2006）之規劃後之主要、次級道路上，苗木或資材運輸尚稱便利。運輸工具可商借海巡署現有之搬運車。

表 8、改善之溫室設備說明

項目	現況	改善	說明
溫室架構	鍍鋅鋼材架構	沿續使用，更換鏽蝕骨架	
屋頂覆蓋	缺如	外層：遮光率 50%針織網 內層：PEP 塑膠布覆蓋	外層遮蔭網為外遮蔭措施，內層防雨防風，且能收集雨水
側面覆蓋	缺如	遮光率 50%針織網，白色防蟲網	側邊設置一扇拉門
水源	缺如	5 噸塑膠水槽為備用水源，舊有地下 3 噸儲水槽及加壓幫浦為灌溉來源	道路、溫室及東光醫院屋頂收集之雨水，經由管線灌注至水槽中做為灌溉水源
噴灌設施	缺如	霧狀噴頭、噴灌控制設備及零組件	
通風	缺如	於溫室前後各設一個 1m ² 的排風扇	
電氣設備	缺如	開關、計時器（澆灌設施及風扇）、電磁閥、開關、控制箱等	

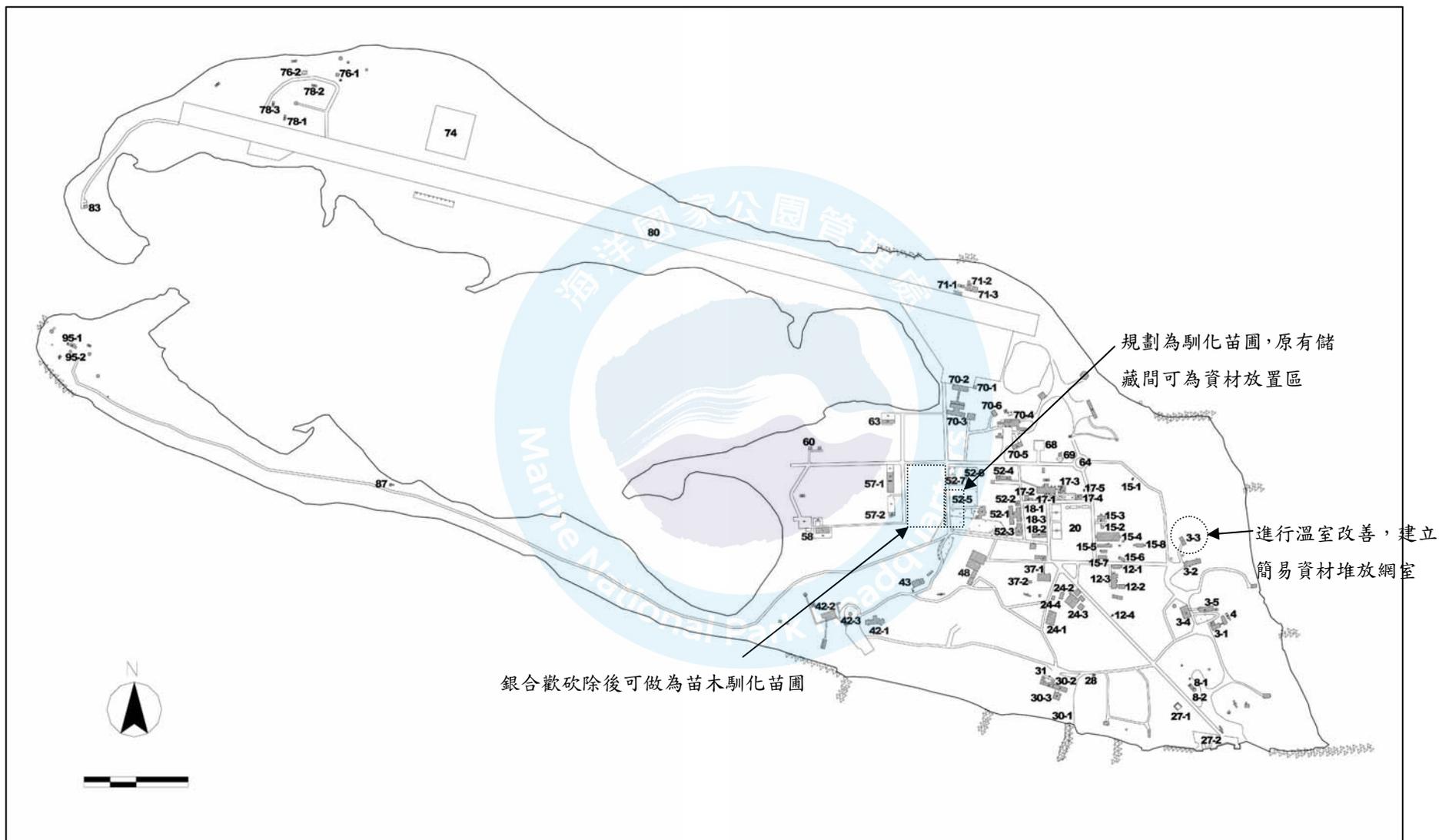


圖 28、東沙島苗圃及馴化場位置示意圖

貳、生產設備資材

一、生產苗床

目前溫室內苗床設施只有骨架沒有鋪面，並尚留存移動式苗床之零件。鑑於初期苗木生產以扦插苗木為主，苗床將設置為扦插床，並於兩旁設置噴霧設備，於其上設置隧道棚，以保持高濕度環境，促使插穗發根。

二、生產盆器

初期將以扦插苗生產及小部分種子繁殖試驗為主，在扦插苗生產的部分，使用之盆器在直插插穗一個月發根後，更換為3吋軟盆移至馴化場健化；種子繁殖試驗部分，木本植物種子以穴植管繁殖，可生產出根系完整之苗木；草本植物則可利用穴植盤繁殖。

三、栽培介質

為防範進口土砂帶來外來生物或病害，於島上栽培時應使用無土介質，一般使用蛭石或珍珠石；但本案建議使用島上土砂代替蛭石、珍珠石成份，除了成本上較為經濟外，也可輔助苗木適應當地土砂。扦插生產時介質採用當地土砂：有機質（椰纖或廚餘堆肥）=3：1，加入發根劑等藥劑，並視試驗結果後續之育苗介質成分（摻入東沙島砂土）及比例可再做調整。插穗發根後換盆後之介質則需提高有機質含量，當地土砂：有機質（椰纖或廚餘堆肥）=1：2，使苗木發育出根團，可提高未來出栽後苗木之成活率。

有機肥來源可為廚餘、移除之銀合歡碎木屑、海草遺骸等，經由廚餘機之發酵產生之。

參、溫室修繕經費

經由實地探勘，將溫室整建所需之器材及預算做大略的估算（表9），工程各項經費僅供參考，廠商施工前應詳加勘查現有苗圃設施結構，估算各項修繕補充材料及所需工具。

表9、溫室修繕工程經費估算

項次	摘要	金額	說明
1	溫室結構	45,000	C 型鋼、槽型鐵、組合材料、塑膠布(PEP 厚度：0.15)、黑色針織遮蔭網(透光率 50%)、鋸管、管夾等
2	風扇 1x1 m2, 220V	20,000	
3	儲水設備	25,000	陸上型抽水馬達(含組件)、水路配管、5 噸黑色儲水桶(塑膠材質)、
4	噴灌設備	110,000	水龍頭、噴灌設備配管及零組件(PVC 管、壓力管、加壓馬達等)、霧狀噴頭、簡易濾水器
5	地面排水	12,000	排水管路水管、浮球、水泥砂漿(厚 10 cm)
6	苗床	30,000	栽培架(13.25x1.2x3)、扦插盤、隧道棚
7	電氣設備	11,000	電源開關箱、定時器、漏電斷路器、電磁閥、20A 開關、電料電線
8	盆器	20,000	3 吋盆、穴植盤、穴植管
9	簡易網室	20,000	簡易儲藏室，堆放資材
10	工資	160,000	一工 2,000 元，共 80 工
11	雜項	200,000	旅費、運費、施工人員保險、其他零件、監測器材、郵電費等
小計		653,000	
12	工程保險費(1.22%)	7,967	
13	品質管制費(3%)	19,590	安全衛生管理費
14	管理什費及利潤(10%)	65,300	
15	假設工程費(5%)	32,650	
16	營業稅(5%)	32,650	
小計		158,157	
合計		811,157	

第二節 栽培計畫

訂定東沙島苗木生產、栽培計畫，可參考以下復育流程：苗圃設施之建立、確定復育植種、訂定生產時程、栽植時程、以及後續管理等(圖 29)。

因多數東沙島原生植物為台灣培育經驗較少的植種，因此在復育工作開始進行之前，必需先進行植種之物候記錄、培育介質成分試驗、培育方法試驗、堆肥使用比例試驗等，才能使後續培育工作更加順利。

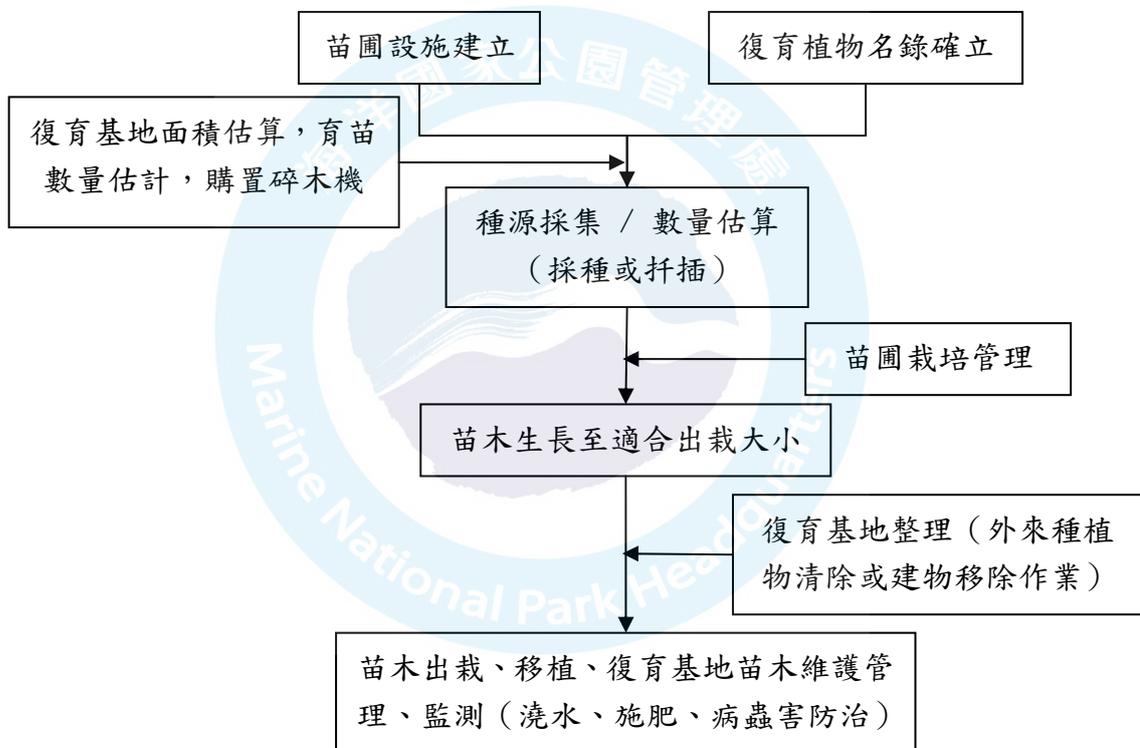


圖 29、原生植物復育程序

訂定苗木生產計畫之前，應先針對欲復育之地點進行復育面積估算、復育植種配置需配合整體景觀計畫加以規劃，才能定出每年之苗木生產數量、種類。初期復育植種採用島上最為優勢之植種-草海桐，因其生長速度快，耐鹽性佳、抗風耐旱性佳，可做為海岸林前緣之保護帶。其他海岸林植種可以鑲嵌式植入，假以時日經生長競爭之結果，個體間會產生優劣之

分，其分布模式即像自然林般的隨機分布，自可近乎自然狀態。植種之選擇可參考第三章第二節所述。

開始復育工作時，須先確定育苗位置、面積、繁殖方法、育苗介質及配比、育苗容器材質、規格、苗木之種類、數量及標誌牌製作等工作內容。

苗木生產流程可分為三段式生產，繁殖盆—移植盆—植栽穴。生產之時程得依植種之物候狀態。草海桐在台灣有較多繁殖經驗，故本文以草海桐為繁殖案例說明。以草海桐為例，島上四季可見其開花結果，只有在東北季風期間因風襲導致臨海植植株有部分枯黃現象，因此其他時間皆能採取健康無病害之 15-20 cm 枝條做為插穗。估計一年約可有 3 季之生產季。扦插後於插床培育 1-2 個月發根後，換盆至馴化場健化約 1 月，此時即可開始規劃進行復育基地之測量、清理工作，待苗木生長至 30 cm 左右即可出苗至復育基地栽植。

東沙島的苗木生產計畫可以以下方式做一模擬推估：以草海桐扦插為例，使用栽植盤，56*36 cm，高 8 cm，每盤初估扦插 20 株扦插苗。每平方公尺估算約 80 株苗木，初估每次生產 $56*80 = 4480$ 株扦插穗。

當扦插穗發根之後，將插穗移至 3 吋盆器種植。經 2 個月之發根成長至 25-30 cm 後，即可移出至戶外進行馴化。馴化期約 1 個月，於馴化期時應進行復育基地之清理工作（如砍除銀合歡、移除閒置建物等）。之後便可將苗木移到復育基地栽植。栽植密度為 40 公分一株，因此以 $10*10\text{ m}^2$ 的基地約需苗木 $25*25 = 625$ 株

詳細之年度生產計畫得於後續物候、繁殖試驗、復育區勘選及清理時程訂定、整體景觀規劃計畫之後加以訂定，計劃時程規劃可參考附錄二之建議。

馴化期間以人工澆灌，並設置防風及遮蔽措施。例如架設支架並鋪設遮蔭網為棚架或圍籬，可於棚架上鋪設遮蔭網，至健化後期時揭開遮蔭網增加日照量及減少灌溉水量，使苗木逐漸適應野外之生長環境。育苗及馴化階段需由專人負責監測苗木生長狀況，並適時做灌溉、施肥、遮蔭等措施的調整。

出栽前應按照設定之苗木品質進行苗木篩選，可參考指標有：苗高、

根徑、根系、重量、苗木型態指數等（許，1997）。我們可以將苗木品質的評估分為屬於材料（苗木）特性與生長表現特性兩大類。屬於材料特性包括形態與生理方面的性狀，而且是可以測量的，如形態的苗高、地徑、根量；生理的芽休眠、水分狀態、養分含量等。生長表現方面則為苗木在特定的試驗環境中栽植後的所有生長表現，如根生長潛能（root-growth potential 簡稱 RGP）、耐寒力、環境逆壓耐受能力（stress resistance）等。

事實上，出栽苗木的外觀形態可供為苗木生理品質優劣的參考，因此可由最容易量測的苗木外部形態，如苗高、地徑、重量、根系與梢/根比（shoot/root ratio, S/R）等加以評估分級。其他可供參考的尚有芽苞大小、葉片密度、顏色、苗莖含水量等。由於容器育苗期間不足致根系發育不全或容器育苗期過長，致根纏結扭之苗木，及遭受病蟲為害、瘦弱徒長苗、種類不符者均視為不合格，應予淘汰（引自許，1997）。

苗木出栽時，有幾項原則需留意：

- 苗木出栽之時機必需配合整體工程之進度以及各樹種栽植之適期，出栽之數量需依據栽植之工作能量估算之。
- 出栽前應先行灌水，水量則以能使容器內土壤不鬆散，並勿使容器內積水為度。若遇晴天乾旱季節栽植，則需連容器浸水後再去袋栽植以保成活塑膠袋苗之主根若已穿透膠袋而伸入苗床者，宜予適當修剪以促進鬆根之發育。
- 容器苗木搬運時應注意勿傷及頂芽，裝載時則不宜重疊並需妥為固定。
- 苗木包裝後因故未能立即運至工地時，需移至陰涼處放置，以站立之姿態為宜，並間歇施以噴霧或澆水。

苗圃經營之成敗，與計劃管理有關，此為苗圃對內對外一切事務成敗之源。計劃中首先應制定樹種、逐年產苗之數額與養成苗木之大小，之後則循序推行即可。若計劃周詳，則養成樹苗之種類與大小，不至與造林目的相違背。計劃訂定後，苗圃管理者，即須按照計劃切實執行。苗圃預定作業之進行，不可遷就變更，如春季移植時間若延遲兩週，可能就造成移

植苗木損失。苗圃作業須有精細之施業預算，及完整的苗圃記錄（王，1966）。

經營的目的，無非是生產高品質的苗木，苗木品質之建立大致可歸類為屬於苗圃經營層面的，如苗木密度、養分、灌溉、切根、健化、掘苗時期、儲藏等；屬於造林控制層面的，如造林現場苗木的搬運、管理，適當的栽植技術。一株在造林地上表現優良的苗木往往需經過嚴密的培育過程和栽植技術才能產生。所以苗木品質需從育苗到栽植的各時期予以評估，育苗與造林人員依其對苗木品質的要求，分別執行評估工作。此外，兩者之間經驗與意見的交換與溝通，才能有效應用苗木評估的結果，並據以改良苗木品質（許，1997）。苗木生長監測及苗木品質評估可利用苗圃日誌、及其他監測設施，說明如下：

- 苗圃日誌

苗圃作業事項繁多，隨時間之推移，苗木成長的各個階段，皆需進行不同的管理措施。目前各苗圃仍以流水帳的方式逐日記載，很難以格式化的記錄簿來作記錄。多年記錄的結果，往往無法應用在苗圃的實際作業及改進參考，最後則流於形式。實際上苗圃日誌有其存在的必要與功能，每年執行的育苗作業，由種子播種至苗木出栽，詳細記錄各階段的苗木管理措施、生長反應及表現，可做為往後育苗技術檢討改進的根據，避免錯失育苗時機、重蹈錯誤決策，並可防範病蟲災害於未然。根據多年的紀錄與經驗，建立適合苗圃本身的育苗作業曆，供為經驗傳承及新進人員之參考。為使苗圃日誌發揮功能，須建立一系列的單項資料庫（或資料卡），除每天填寫流水帳式的苗圃日誌外，各單項資料卡附於苗圃日誌中，依預訂進度或實際發生事件進行登錄，以方便日後整理及查考。因此，苗圃日誌大至可分為兩部分，即原來流水帳式的日常紀錄，與經分類整理，需定期登錄的資料卡。資料庫（卡）的種類及內容則可依苗圃的設備、經營目標與功能加以選擇，最後可利用這些資料彙整成冊，成為苗圃長期經營管理的依據。每天記載的流水帳式苗圃日誌，記錄內容包括所有苗圃作業內容，如種子處理、播種、移植、施肥、除草、環境控制（遮蔭、蔽雨）、生長監測、病蟲害防治、出栽準備、苗木提領、造林地點、育苗材料進

出、作業人員、種子苗木數量、肥料農藥濃度等。並可供作行事曆，事先將已知的工作項目填寫於預定日期，以提醒工作人員如期進行各項育苗措施，避免延誤。

資料卡式的苗圃日誌，可採活頁方式，方便日後加頁及資料抽取彙集，內容應儘量詳實。除記錄已知事項外，對於新發現的問題及解決的方式應一併記載，至於管理人員工作心得與經驗，亦儘可能清楚描述，以達經驗傳承之目的。

● 監測設施

林業苗圃經營較為粗放，除有特殊需要外，少有農具以外的設施。事實上林業苗圃應該具備一些與苗木生長有關的簡單儀器或設備，如氣候觀測用的最高、最低溫度計，降水量，相對濕度計等氣候監測儀器及紀錄，或可利用苗圃附近測候站的資料，瞭解苗圃所在位置全年的氣候變化情形，多年累積的資料，可整理成簡單的圖形或數據，供作各項施業的參考。亦可供為發生重大病蟲害，苗木生長障礙原因的探討。另外在種子發芽處理、養分供應及生長監測的儀器，如磅秤或天秤、冷藏櫃、烘箱、pH計、電導度計、放大鏡；生長監測用的直尺、小刻度游標尺等，才能對於所培育的苗木進行質與量的監測與紀錄，並使所作的苗圃日誌發揮應有的功能。

育苗時病蟲害之防護為後續栽植管理之重要課題，鑑於東沙島為海洋中的島嶼，推測未來進行島上植物復育工作時所面對的植物病蟲害課題應不若台灣本島複雜，相信只要控制植物種源清潔，嚴加管理溫室內溫、濕度，即可將病害減低至最低的程度。若是遭遇植物病蟲害問題也應以拔除病害植株、生物防治為處理原則；例如使用黏蟲紙、昆蟲費落蒙試劑誘引；或使用有機農藥加以防治，如苦楝油可防治介殼蟲，無患子清潔液稀釋防治薊馬、蚜蟲、螞蟻，木酢液防治紅蜘蛛等。尚需待後續於島上實際育苗或進行研究後研發對策。

第三節 經營管理模式及經費預估

壹、經營管理模式

島上綠化美化工作目前由海巡署駐島各單位自行統籌設計、施工，雖已不再引入外來種植物，但是整體景觀仍應由主管機關統籌定調，擬定島上生態景觀復育方向、步驟，並分區執行。同時藉由完成後的苗圃設施提供島上植被復育工作時所需的苗木。

東沙島苗圃為東沙島植被復育苗木之生產基地，且復育工作得持續數年進行，應有專責管理單位及人力，若建請海巡署駐島官兵負責，則因兵役役期短及軍官之輪調規則，業務交接上較不完整，因此暫不建議由海巡署全權負責；復育工作應由國家公園主導，但鑑於目前島上尚無國家公園管理處工作人員駐島工作，因此初步擬定下列兩方案供參考：

方案一：主管單位自主管理、生產

復育基地勘選、復育植種配置及時程規劃，可委託學術單位進行調查規劃，而景觀復育工作則由主管單位執行。由主管單位派員為苗圃管理及技術人員（衡量目前情況，可為管理處專職人員或具專長替代役，需先經過園藝技術培訓），負責苗木生產工作、苗圃資材管理、種源收集時程規劃、苗木品質管理、澆灌控管、馴化及出栽時程規劃。復育基地清理及苗木出栽時再調派臨時工支援，或舉辦工作假期，或邀請駐島官兵一同協助。

方案二：苗木委外生產、管理

復育基地勘選、復育植種配置及時程規劃，可委託學術單位進行調查規劃。復育之規劃及統籌工作，可由主管單位或委請研究單位進行，擬定所需生產苗木的種類、數量，整案委外發包於島上生產所需復育植物，待合約期滿進行驗收工作。苗圃設施維護也由廠商負責。復育基地清理及苗木出栽時再調派臨時工支援，或舉辦工作假期，或邀請駐島官兵一同協助。

東沙島原生植被復育是長時間工作，需要從長計畫。復育工作前置之試驗工作（包括植物物候調查、植種繁殖試驗、介質比例試驗、有機堆肥運用試驗等）完整，將能增進對植種之背景知識之了解、提高復育之成功率，因此建議主管單位能支持後續研究經費，並將苗圃建置計畫納入研究計畫中，規劃長期且完整的復育計畫（請參考附錄二）。

貳、苗圃經營經費預估

苗圃之經營經費一般包含下列項目：

1. 溫室整修經費
2. 生產設備資材經費
 - 生產苗床
 - 生產盆器
 - 栽培介質
 - 簡易工具及維修材料、肥料、藥劑
 - 水電費用
3. 經營管理經費
 - 管理技術人員：日常維護管理之技術人員
 - 臨時工資：大量繁殖、定植等之臨時支援技術人員
(或請駐島官兵、辦理工作假期支援基地清理及栽植人力)

苗木之生產除了苗圃之硬體設施完善之外，尚需其他栽植所需之必要工具，經費估算如表 10。介質準備時需派遣人力挖取土砂，裝於沙布袋中堆放；有機質和土砂的攪拌使用小型攪拌機；於基地清理前購置碎木機，使砍伐下之銀合歡枝條供製堆肥，達有效之循環利用。

表 10、其他栽植所需之必要工具經費估算（可視實際訪價結果調整）

項次	項目	單位	數量	單價	複價	說明
1	沙布袋	個	6,300	20	126,000	一季需 2100 個，3 季共 6300 個
2	小型攪拌機	具	1	20,000	20,000	
3	碎木機	具	1	350,000	350,000	自走式碎木機
4	小型怪手	具	1	200,000	200,000	購買中古機具

將栽培所需之器材購完成後，苗圃之其他費用根據經營管理工作項目，所草擬之年度維護經費可參考表 11。

表 11、年度維護經費估算表

項目	經費	說明
①管理人員費用		
人事費用	1,300,000	50,000 元/人/月*2 人*13 月。負責苗木生產、溫室設施管理技術人員
臨時工資	160,000	2,000 元/工。苗木出栽人力，每季以 20 工為估算基準，共 4 季，計 80 工
小計	1,460,000	
②生產設備資材添購		
遮蔭網更換	20,000	包含必要零件
栽植軟盆及端盤	30,000	
栽培介質	52,500	一季需 70 包，3 季共 210 包，250 元*210 包=52,500 元
零星材料及必要手工具	30,000	含肥料、發根劑等必須藥劑，及栽培修剪必須之手工具等
雜支	500,000	人員之差旅費、保險費、郵電費、材料工具之運費等其他費用
小計	632,500	
合計	2,092,500	

附註：有機質之訂購量可視以後島上堆肥生產情形予以增減

參考文獻

- Huang, T. C., S. F. Huang, and T. H. Hsieh. 1994. The flora of Tungshato (Pratas Island). *Taiwania* **39**: 27-53.
- 方力行、邵廣昭、劉小如，1990。東沙海域生態資源探勘調查報告，高雄市政府漁業管理處，共 61 頁。高雄。
- 王子定，1966。應用育林學（中卷），國立編譯館，共 419 頁。台北。
- 王忠魁，1974。台灣最獨特的林型—熱帶海岸林，科學月刊 58。
- 王瑞章、孫文章、謝桑煙，1998。苗木容器栽培技術，台南區農業專訊第 26 期：3-8 頁。
- 李咩，1989。土壤管理，梁鵲，設施園藝技術，80-96 頁，豐年社。
- 李培芬、謝長富、林雨德，2006。東沙島陸域動植物調查研究，內政部營建署，共 158 頁。台北。
- 呂勝由，1998。台灣地區濱海型工業區綠化實用圖鑑，經濟部工業局，共 251 頁。台北。
- 邢福武、吳德鄰、李澤賢、趙煥庭、陳史堅，1994。我國南沙群島的植物與植被概況，廣西植物 *Guihaia* 14 (2) : 151-156。
- 吳德鄰、邢福武、葉華谷、李澤賢、陳炳輝，1996 a。南海島嶼種子植物區系地理的研究，熱帶亞熱帶植物學報 4 (1) : 1-22。
- 吳德鄰、邢福武、葉華谷、李澤賢、陳炳輝，1996 b。南海島嶼種子植物區系地理的研究（續），熱帶亞熱帶植物學報 4 (2) : 1-11。
- 林文鎮，1993。生態綠化綜論，新時代林業特刊 No.1，中國造林事業協會，共 201 頁。台北。
- 林聖泉，2002。溫室結構設計，農漁牧產業自動化叢第 11 輯，國立台灣大學生物產業機電工程學系。台北。
- 洪崑煌，1995。有機物對作物生產的功能，有機質肥料合理施用技術研討會，

台灣省農業試驗所特刊 50 號：59-71 頁。

郭城孟，1992。中山高速公路基隆-新竹段沿線植物生態現況評估及潛能之調查研究，交通部台灣區國道高速公路局，共 212 頁。

郭城孟，2007。東沙島環境整理及原生植栽復育規劃，內政部營建署，共 108 頁。台北。

黃增泉、黃星凡、楊國禎，1994。太平島陸域植物生態，方力行與李健全，行政院南海政策綱領-南海生態環境調查研究報告書，219-228 頁。行政院農業委員會。台北。

黃裕益，2000。台灣地區園藝設施之主要利用型式，農業專業訓練講義，行政院農委會台中區農業改良場。台中。

許原瑞，1997。造林苗木品質與培育管理，林業叢刊第 82 號，行政院農委會林業試驗所，共 50 頁。台北。

張淑賢，1995。有機資材利用之試驗研究現況與展望，有機質肥料合理施用技術研討會，台灣省農業試驗所特刊 50 號：1-14 頁。

游勝傑、歐陽嶠暉、張添晉，2005。東沙能源替代及水資源多元化可行性評估，內政部營建署，共 135 頁。台北。

程鈞柏、張簡隆欽，2006。東沙島建築物及公共設施先期計劃，內政部營建署。台北。

楊紹榮、余合，1996。穴盤格子大小及栽植株數對小白菜生育及產量之影響。設施園藝之研究與技術開發計畫執行成果報告，行政院農委會台南區農業改良場。台南。

劉小如、謝長富、楊曼妙、卓逸民、吳海音、杜銘章，2005。東沙國家公園陸域生物資源調查，內政部營建署，共 82 頁。台北。

蔡仁惠、曹先紹，2006。東沙景觀生態資源規劃研究，內政部營建署，共 300 頁。台北。

附錄一：東沙島育苗扦插溫室材料規範

- 一、所有鋼結構配件皆須加工後熱浸鍍鋅處理，載運至工地組裝。
- 二、所有鋼結構配件皆以螺絲連結固定，使用之螺絲、螺帽及華司皆須經熱鍍鋅處理。
- 三、遮光網、防蟲網採用壓條固定。遮光網採用黑色編織遮光網，透光率 50%。
- 四、通風扇直徑 30" 以上，外緣具百葉窗，百葉窗之開閉與風扇之運轉有可靠之連動裝置，且關閉能密合。風扇葉片採不銹鋼材質，並以風扇溫度控制箱控制自動控制。
- 五、網室材料施工規範適用範圍

本施工說明適用於東沙島網室整建工程，網室長 16 m 寬 6.4 m，馴化場（東沙菜園）長 34 m 寬 24 m。

- I. 適用規範：網室之整建除應遵照設計圖施工說明書之有關規定辦理外，尚依下列規範施工。
 1. 材料之品質要求：所用材料依設計圖或合約條款內所示之規範規定，全部材料皆不得焊接嚴厲要求品質以確保網室穩固度。
 2. 本工程使用材料之材質及相關資料

附錄表 1、工程材料表

項次	摘要	單位	數量	說明
1	溫室結構			
	7.5x4 cm C 型鋼 長度：400 cm	支	24	
	槽型鐵	m	26	
	組合材料	批	1	彈簧夾、壓條等
	塑膠布 (PEP 厚度：0.15)	件	1	
	黑色針織遮蔭網	件	1	透光率 50%
	3/4 鈹管 長度：600 cm	支	8	
	3/4 管夾	個	20	
	C 型鋼 長度：200 cm (門，加滾輪)	支	1	
2	風扇 1x1 m², 220V	個	2	
3	儲水設備			
	陸上型抽水馬達 (含組件)	台	1	
	水路配管	式	1	PVC 管等
	5 噸黑色儲水桶	個	1	塑膠材質
4	噴灌設備			

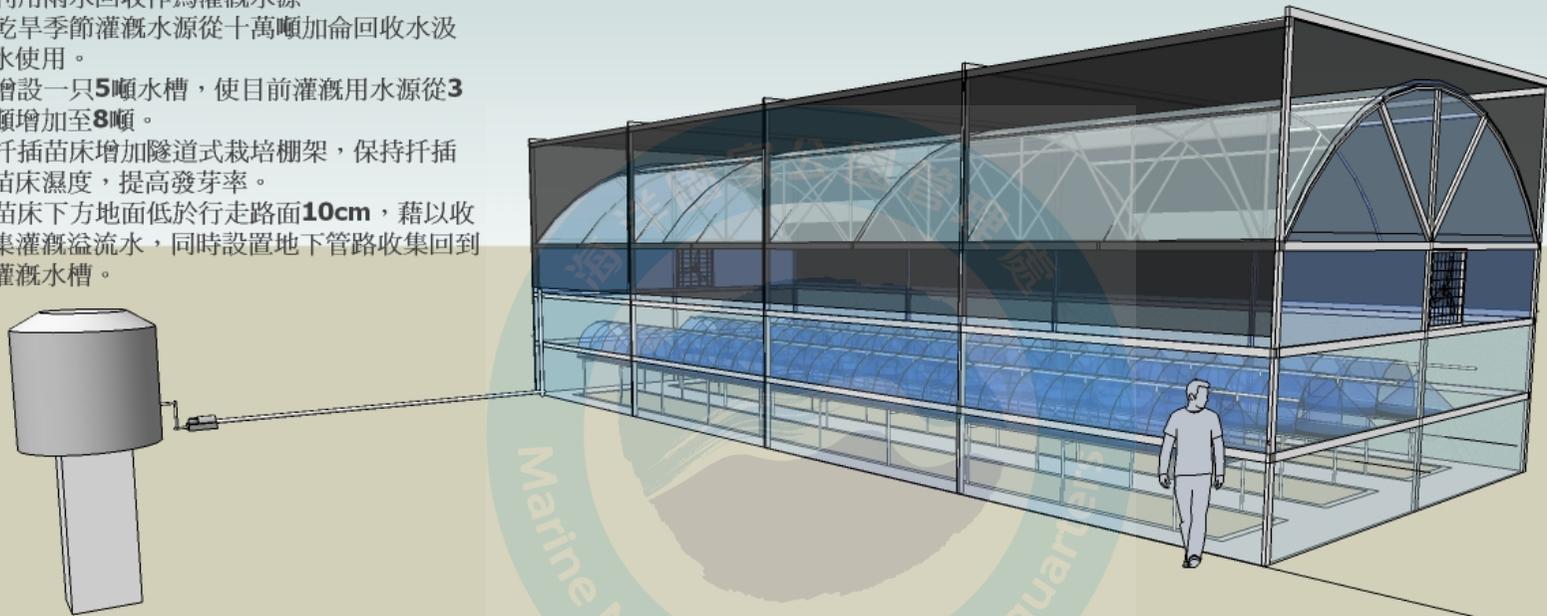
	水龍頭	個	2	
	噴霧設備配管及零組件	式	1	加壓幫浦、濾水器、PVC管、壓力管、霧狀噴頭等
5	地面排水			
	排水管路水管	批	1	PVC 管等
	浮球	組	1	
	水泥砂漿	m ²	5	厚 10 cm
6	苗床	組	1	栽培架 (13.25*1.2x3)、扦插盤
7	電氣設備			
	電源開關箱	個	1	
	定時器	個	1	
	漏電斷路器	個	1	
	電磁閥	個	1	
	20A 開關	個	1	
	電料電線	批	1	
8	簡易網室	組	1	面積約 3*10 m ² ，鋼架、紗網

II. 施工說明圖

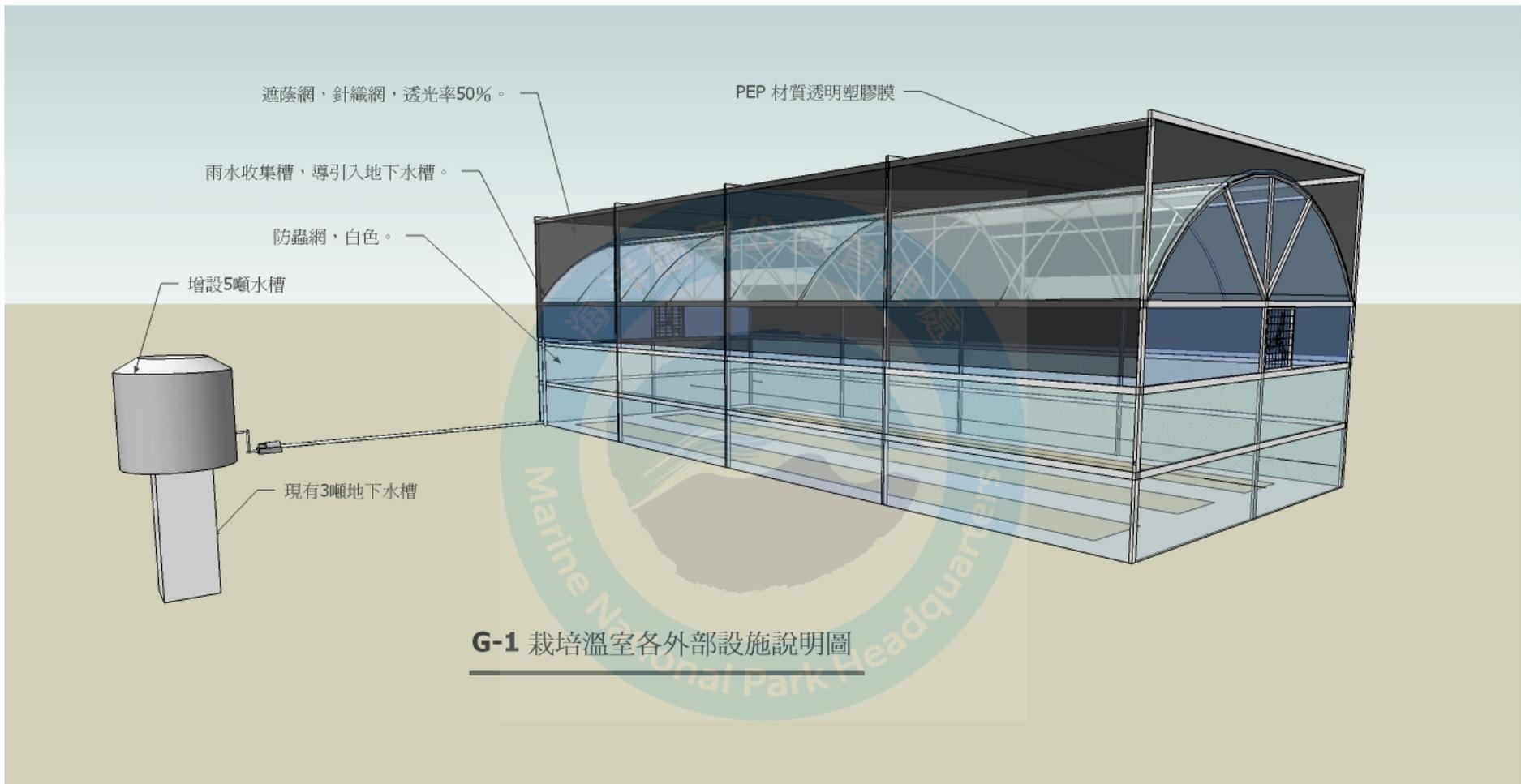
本工程主體為修繕原有東沙島網室、建立扦插育苗床及整建馴化場，兩項工作完工示意圖請參照附圖，工程材料表各項材料及數量僅供參考。廠商施工前應詳加勘查現有苗圃設施結構，估算各項修繕補充材料及所需工具。

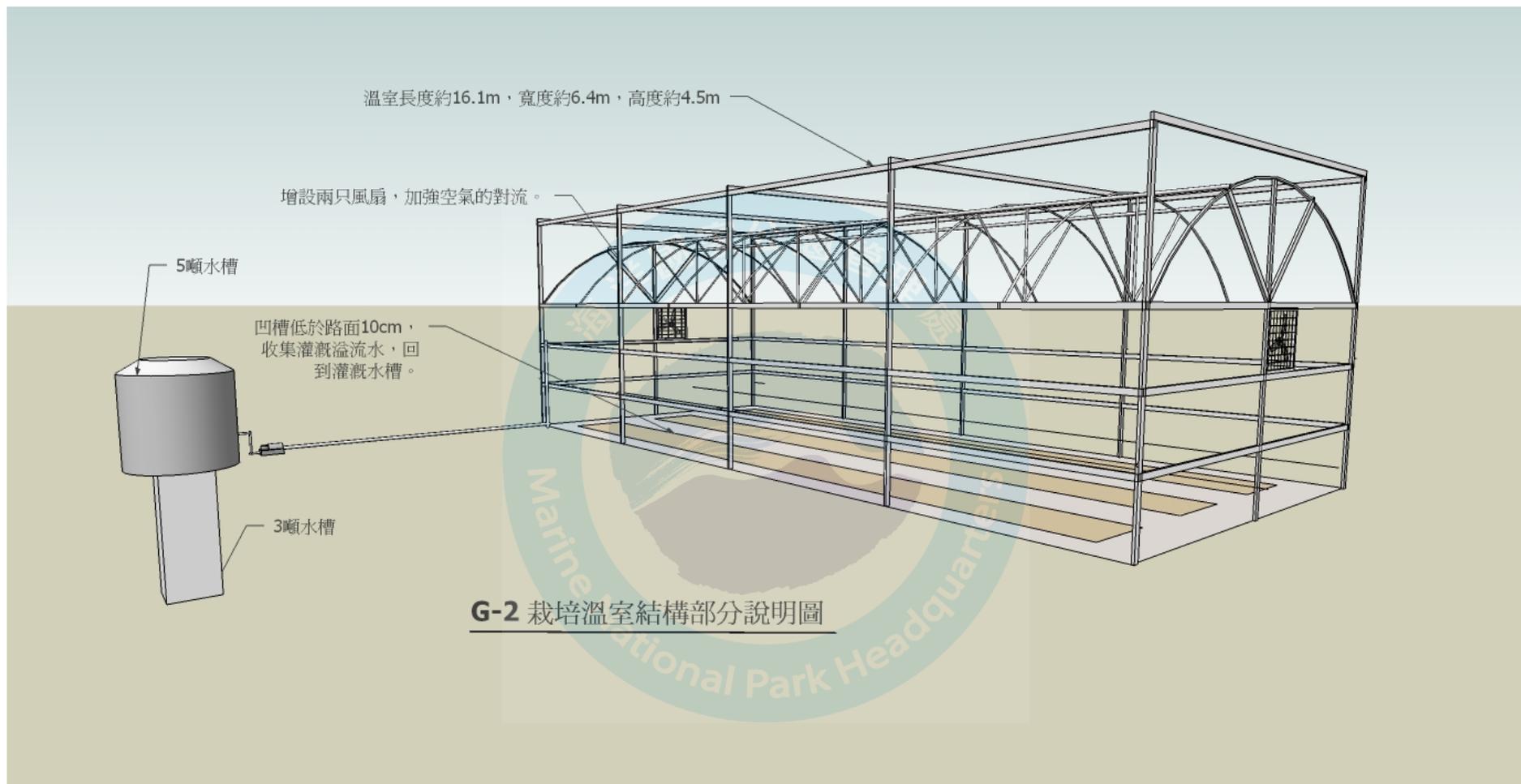
說明

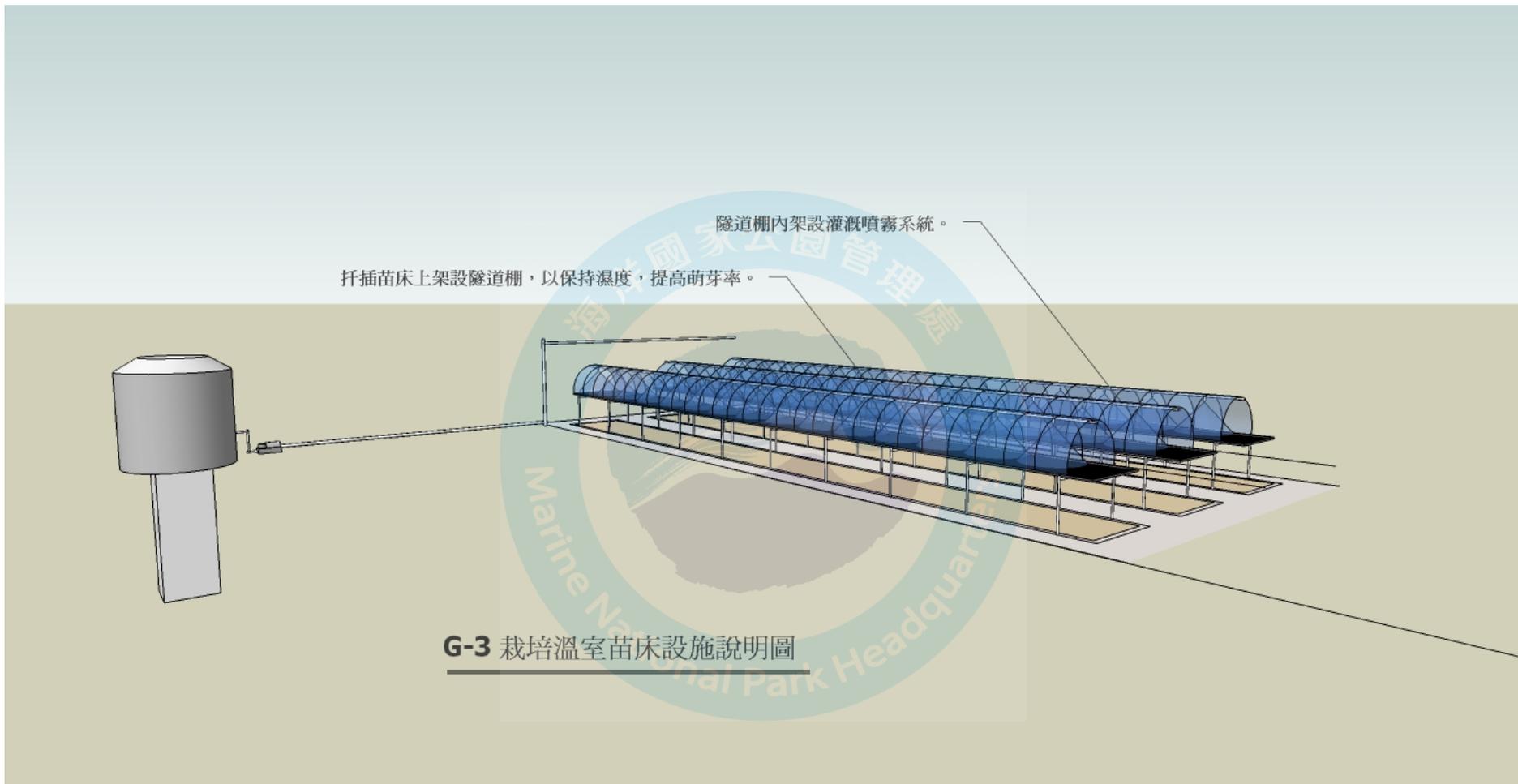
1. 補強原有溫室結構，增設必要栽培設施。
2. 利用雨水回收作為灌溉水源。
3. 乾旱季節灌溉水源從十萬噸加侖回收水汲水使用。
4. 增設一只5噸水槽，使目前灌溉用水源從3噸增加至8噸。
5. 扦插苗床增加隧道式栽培棚架，保持扦插苗床濕度，提高發芽率。
6. 苗床下方地面低於行走路面10cm，藉以收集灌溉溢流水，同時設置地下管路收集回到灌溉水槽。



G-0 東沙島原生植物栽培溫室透視圖







說明：

1. 苗木馴化場北側增設遮風網。
2. 遮風網高度**110cm**高。
3. 馴化苗木灌溉採人工澆灌。

遮風網，黑色，針織

北側

南側

N-0 扦插苗木馴化苗圃模擬圖

附錄二：東沙島原生植被復育長期計劃及經費規劃建議

附錄表 2、東沙島原生植被復育長期計劃時程規劃

計畫執行內容\年度(上、下)	一上	一下	二上	二下	三上	三下	四上	四下	五上	五下	六上	六下
苗圃建置	■											
扦插或種子繁殖試驗		■	■							
土壤介質比例試驗		■	■									
堆肥、有機質運用試驗			■									
植種繁殖方式研究		■	■									
原生植被及景觀復育規劃												
復育地點勘選			■								
植種配置規劃			■								
必要器械整備：廚餘機、碎木機、怪手、攪拌機			■	■								
苗木培育、馴化			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
復育基地清理、土壤改良				■	■	■	■	■	■	■	■	■
苗木出栽					■	■	■	■	■	■	■	■
集合場景觀改善規劃、工程					■	■	■	■		
復育基地苗木撫育、監測					■	■	■	■	■	■	■	■
東沙島特殊植物物候研究			■	■	■	■	■	■		
特殊植種、研究區域定位			■									

計畫執行內容\年度(上、下)	一上	一下	二上	二下	三上	三下	四上	四下	五上	五下	六上	六下
監測方法整備			■									
特殊植種物候調查				■	■	■	■	■	
東沙島植被演替研究				■	■	■	■	■	■	■	■	■
演替樣區勘選(復育區、瀉湖、沙堤..)				■								
調查方法整備				■								
進行演替調查				■	■	■	■	■	■	■	■	■
苗圃管理系統作業流程規劃				■								
苗圃管理人員技術培訓				■					
原生植被復育工作說明會(海巡署)				■		■		■		■		■
辦理復育地清理工作假期						■	■	■	■	■	■	■
辦理苗木栽植工作假期						■	■	■	■	■	■	■

註：

- 1.黑色粗線表示計畫執行重點時間，虛線表示該項目於該時期先進行準備工作或是該工作持續執行之時間
- 2.出栽要配合島上雨季(約3月開始)因此苗木栽植時程置於上半年度
- 3.原生植被復育工作若邀請海巡官兵協助，將於島上辦理工作說明會，內容包括東沙島植被生態、外來種、移除工作規劃等講習
- 4.工作假期辦理，其中包括東沙島植被生態、外來種、移除工作規劃、栽植工作等講習
- 5.工作說明會、工作假期等講習將視實際需求狀況開辦

附錄表 3、原生植被復育工作年度規劃

年度	計畫名稱	時程	工作目標	執行內容
第一年	東沙島原生植被復育研究(一)	1-6月	苗圃建置	苗圃施設建置
				1.上島勘察進行詳細材料估算、估價 2.育苗設施、噴灌設施、遮蔭網等材料購買運送 3.施工及完工驗收
		6-12月	扦插及種子繁殖試驗	栽培土壤介質比例試驗
				植種繁殖方式研究
第二年	東沙島原生植被復育研究(二)	1-6月	扦插及種子繁殖試驗	栽培土壤介質比例試驗
				堆肥、有機質運用試驗
				植種繁殖方式研究
			原生植被及景觀復育規劃	所需器材之整備：廚餘機、攪拌機
				苗木培育
			東沙島特殊植種物候研究	特殊植種、研究區域定位
				監測方法整備
		6-12月	原生植被及景觀復育規劃	復育地點勘選
				植種配置規劃
				所需器材之整備：碎木機、小型怪手購買或租用
				苗木培育、馴化
			東沙島特殊植種物候研究	植種物候調查研究
				演替樣區勘選(復育基地、瀉湖、沙堤等)
			東沙島植被演替研究	調查方法整備
				苗圃管理系統作業流程規劃
		扦插及種子繁殖試驗	堆肥、有機質運用試驗	
植種繁殖方式研究				
原生植被復育工作說明會	籌備並於島上辦理駐島人員原生植被復育工作說明會			
第三年	東沙島原生植被復育研究(三)	1-6月	原生植被及景觀復育規劃	苗木培育、馴化
				復育基地清理、土壤改良
				集合場景觀改善規劃
				復育區撫育監測
			東沙島特殊植種物候研究	特殊物種物候調查

第四年	東沙島原生植被復育研究(四)	6-12月	東沙島植被演替研究	進行各區植被演替調查	
			苗圃管理人員技術培訓	培訓苗圃管理技術人員並實習	
			扦插及種子繁殖試驗	堆肥、有機質運用試驗 植種繁殖方式研究	
		6-12月	原生植被及景觀復育規劃	苗木培育、馴化	集合場景觀改善規劃、施工準備
					復育區撫育監測
				東沙島特殊植物種物候研究	特殊物種物候調查
			東沙島植被演替演替研究	進行各區植被演替調查	
			原生植被復育工作說明會	籌備並於島上辦理駐島人員原生植被復育工作說明會	
			辦理工作假期	籌備復育基地清理工作假期	
				籌備苗木栽植工作假期	
		1-6月	原生植被及景觀復育	苗木培育、馴化	復育基地清理、土壤改良
					苗木出栽
					集合場景觀改善工程(土壤改良、栽植等)
					復育區撫育監測
東沙島特殊植物種物候研究	特殊物種物候調查				
東沙島植被演替演替研究	進行各區植被演替調查				
辦理工作假期	辦理復育基地清理工作假期、苗木栽植工作假期				
6-12月	原生植被及景觀復育	苗木培育、馴化	復育區撫育監測		
	東沙島特殊植物種物候研究	特殊物種物候調查			
	東沙島植被演替演替研究	進行各區植被演替調查			
	原生植被復育工作說明會	籌備並於島上辦理駐島人員原生植被復育工作說明會			

			辦理工作假期	籌備復育基地清理工作假期		
				籌備苗木栽植工作假期		
第五年、第六年…	東沙島原生植被復育研究(五)(六)…	1-6月	原生植被及景觀復育	苗木培育、馴化		
				復育基地清理、土壤改良		
				苗木出栽		
				復育區撫育監測		
			東沙島特殊植物種物候研究	特殊物種物候調查		
			東沙島植被演替演替研究	進行各區植被演替調查		
					辦理工作假期	辦理復育基地清理工作假期、苗木栽植工作假期
		6-12月	原生植被及景觀復育	苗木培育、馴化		
				復育區撫育監測		
			東沙島特殊植物種物候研究	特殊物種物候調查		
			東沙島植被演替演替研究	進行各區植被演替調查		
			原生植被復育工作說明會	籌備並於島上辦理駐島人員原生植被復育工作說明會		
			辦理工作假期	籌備復育基地清理工作假期		
		籌備苗木栽植工作假期				

附錄表 4、東沙島原生植被復育長期計劃經費規劃

年度	計畫名稱	執行內容	經費預估
第一年	東沙島原生植被復育研究(一)	苗圃建置	80 萬
		扦插及種子繁殖試驗	100 萬
第二年	東沙島原生植被復育研究(二)	扦插或種子繁殖試驗、特殊植種研究區定位、物候研究規劃	150 萬
		復育地點勘選、植種配置規劃、演替研究樣區勘選、調查方法整備、特殊植種物候調查	150 萬
		復育所需器械購置	70 萬
		苗圃管理系統作業流程規劃	60 萬
		籌備並辦理駐島人員原生植被復育工作說明會、籌備	60 萬
第三年	東沙島原生植被復育研究(三)	苗木培育、復育基地清理、土壤改良、苗木栽植、集合場景觀改善規劃、復育基地苗木撫育監測	100 萬
		特殊植種物候調查、植被演替研究	100 萬
		苗圃管理人員技術培訓	40 萬
		籌備並辦理駐島人員原生植被復育工作說明會、籌備	60 萬
第四年	東沙島原生植被復育研究(四)	苗木培育、復育基地清理、土壤改良、苗木栽植、集合場景觀改善工程、復育基地苗木撫育監測	200 萬
		特殊植種物候調查、植被演替研究	100 萬
		籌備並辦理駐島人員原生植被復育工作說明會、籌備	60 萬
		辦理復育地清理工作假期、苗木栽植工作假期	80 萬
第五年 第六年 ...	東沙島原生植被復育研究(五)(六)...	苗木培育、復育基地清理、土壤改良、苗木栽植、復育基地苗木撫育監測	100 萬
		特殊植種物候調查、植被演替研究	100 萬
		籌備並辦理駐島人員原生植被復育工作說明會、籌備	60 萬
		辦理復育地清理工作假期、苗木栽植工作假期	80 萬