

臺中區農業改良場
特刊第 56 號

菊花電照省電技術

許謙信 編著

行政院農業委員會臺中區農業改良場編印

中華民國 九十一年十二月

序

菊花之栽培必須利用夜間電照來調節產期，增加切花品質，以週年供應市場所需。電照所需之成本目前達非勞力成本之18%，如何降低電費，一直為栽培業者心之所繫，也為政府研究單位之重要研發方向。本書將台中區農業改良場近期之試驗成果及蒐集資料彙集成冊，提供栽培者參考，以節省電費支出。

本書中介紹四種省電方法。間歇電照為歐美常用之省電方法，唯在台灣尚未廣泛應用，文中說明其應用之方法及範圍。其次，省電燈泡常見於家庭及公共場所，書中說明其應用於菊花電照時，與傳統鎢絲燈泡之差異。第三，依據物理學及數學上之原理，介紹電燈最佳之架設法。最後說明如何依據台灣電力公司之規定，選用最經濟之契約及計價試算，以節省電費。

本書為儘速將可用之技術推介給栽培者應用，編輯倉促，錯漏之處，尚祈園藝先進不吝指教。

菊花電照省電技術

目錄

序	
1. 前言	3
2. 間歇照明法	5
3. 省電燈泡	11
4. 最佳化之電燈架設	19
5. 菊花電照電力設置及用電計算說明	27
6. 參考文獻	33
7. 附註	36

1. 前 言

菊花為短日植物，商業栽培上以夜間電照的方式維持插穗母株之頂芽為營養生長，在切花栽培之前期亦以夜間電照抑制開花，達到延長切花花莖之目的，同時可以調控產期，以達到週年栽培之目的^(5, 13, 22, 23)。菊花電照之成本每公頃達 4 萬元以上，約佔菊花非勞力生產成本之 18%，若以台灣菊花栽培面積多達 1500ha 以上，則每年耗費之電費成本估計高達 6 千萬元^(1, 10)。

影響電照技術是否能有效抑制花芽分化的因子有三，一為電照之照度^(8, 14, 16, 26)。二為電照之時間長短^(5, 16, 25, 26)。亦有學者指出，電照之最低需求為光量之關係(光量 = 照度 X 時間)，在光照強度高時電照時間較短，反之若電照時間長，光照強度可以較低^(4, 18, 23, 26)。如何量測照度以估算各品種所需最低光量，為商業栽培時必須考慮之實務^(16, 19, 20)。菊花間歇照明技術之建立已有 40 年之歷史，並為歐美商業栽培時慣行之電照省能方法，唯在台灣及日本應用較不普遍^(2, 13)。對於此一技術之利用間歇電照調節植物開花成功與否和電照時之照度與光量有關。然而，利用方法及其限制，國內雖有學者推測其原因⁽²⁾，尚缺乏具體之試驗結果可以應用。

其次為電照光源之光質^(14, 18, 26)。對於不同光源利用於改變光週期以影響植物之開花，在很多植物上已有廣泛研究^(18, 19)。商業栽培上，菊花為利用夜間電照最普遍之作物，菊花電照時，不同光源之有效性及用電量常為評估不同光源效率之重要依據^(14, 17, 18, 19, 26)。國外對於多種光源已有研究結果及利用時之評估。然而近年廣泛利用於公共場所及家庭照明之新型省電燈泡⁽⁷⁾，是否適用於菊花電照，則尚未有可供參考之資料。

本文之目的說明利用間歇照明及省電燈泡二項方法，期以節省菊花電照成本。

第三，電照時，如何架設電燈以達到最低照度需求，符合菊花調節開花之需要，並節省架設及用電成本，早為學者重視^(8, 10, 21)。諸多研究資料及栽培技術書籍，多以在一固定高度，不同架設距離下之實測照度推薦架設法^(13, 21, 23)。唯光

照度之計算本為物理學上之基本原理^(9,12)，本文嘗試以物理及數學之原理推算最佳架設方法，並將理論上之最佳架設法與田間實例做一比較，以推估改進架設方法來節省電費之可能性。

第四，台灣電力公司對電費有一般家庭用電及農業動力用電等不同計價方式，另外，尚有離峰用電之優惠措施。菊花之電照多利用深夜離峰用電時段，本文亦由台灣電力公司提供資料，對不同計價方式作一介紹，以供菊花栽培者選擇參考。

2. 間歇電照法

2.1. 材料與方法

菊花品種“黃秀芳”、“舞風車”及“金風車”，扦插發根苗購自彰化縣田尾鄉。於 2001 年 11 月 22 日種植於彰化縣大村鄉台中區農業改良場，於 12 月 10 日摘心，電照處理如下所述，並於 2002 年 1 月 30 日熄燈。電照採用產區慣行之 100W 白熾鎢絲燈泡，試驗連續電照及間歇電照二種方式。連續電照法之電照時間為夜間 10 時至隔日凌晨 2 時，共 4hr，間歇電照法之時段與連續電照法相同，但是以每半個小時為一循環，共 8 個循環，每一循環只電照 10min，熄電 20min，週而復始，用電量預估為連續電照法之 1/3。

調查項目：

1. 光照強度：以單一燈泡於種植前以光度計(TES1332 digital Lux meter)量測畦面與燈下水平距離每 50cm 位置之光照強度，自 0cm 至 250cm 共 6 點，共量測 4 個，取平均值。另依田間架設方式裝設二行二連續燈泡之長方形 4 頂角燈泡，量測不同距離點之光度(圖 2.1)。

2. 用電量：二個處理區均單獨設立電表，分別量測實際用電量(度; KW. hr)。

3. 熄燈後到花日數：距離燈下每 50cm 為一調查區，自 0~50cm 到 200~250cm 共五個距離區，種植之三畦為三小區，每一小區內開花株數達一半時，為熄燈後到開花之日數。



圖 2.1. 四個燈泡之長方形架設法以量測不同區域照度。燈泡高度 180cm。

2.2. 照度及用電量

表 2.1 為種植前單一燈泡架設於田間 180cm 高，畦面與燈泡正下方不同水平距離之照度。100W 鎢絲燈泡燈下之照度最高達 80Lux 以上，在較遠之距離，如燈下 2m 或 2.5m 處，照度分別為 8.2 Lux 及 5.1 Lux。

表 2.1. 100W 鎢絲燈泡距單一燈泡不同水平距離之量測照度

量測點至燈泡水平距離	照度 (Lux)
0(cm)	83.7 ± 2.1
50	46.1 ± 0.6
100	27.4 ± 0.1
150	13.6 ± 0.2
200	8.2 ± 1.1
250	5.1 ± 0.6

表 2.2. 100W 鎢絲燈泡以長方形架設(圖 2.1)距燈泡不同距離之量測照度

量測點至燈泡水平距離	照度 (Lux)	
	燈行	中間行
0(cm)	92.7 ± 4.9	36.4 ± 0.7
50	51.1 ± 1.8	33.9 ± 0.1
100	33.9 ± 1.9	25.4 ± 1.6
150	20.1 ± 1.0	20.4 ± 1.8
200	15.7 ± 0.5	16.3 ± 0.4
250	14.2 ± 0.4	15.2 ± 0.0

表 2.3. 100W 鎢絲燈泡在連續電照及間歇電照之實測用電量

燈泡種類	連續電照		間歇電照	
	用電量(度)	百分比(%)	用電量(度)	百分比(%)
100W 鎢絲燈泡	204.9	100	77.1	37.6

將燈泡依種植需要架設為行距 2.6m，燈距 5.0m 之長方形(圖 2.1)，量測燈行及矩形中間行畦面與燈泡不同水平距離點之照度，結果如表 2.2。於燈下之照度因尚接受其他三個燈泡之側光，較單一燈泡略有提高。其他各量測點理論上為四個燈泡與點之間在不同距離下照度之總和。接近長方形中心點之照度，100W 鎢絲燈約 15.2Lux。本試驗各處理均只架設二排燈泡，燈行下接近二燈中點之畦

面照度略低於矩形中心之照度。於實際大面積栽培時因尚有鄰行燈泡之側光，燈行下之實際照度應略高於表列之值。

表 2.3. 為連續電照及間歇照明方式下之實際用電量。以 100W 鎢絲燈泡連續電照之用電量為基準，間歇照明用電量為連續電照之 36~38%。

2.3. 不同距離及照度下之到花日數



圖 2.2. “金風車” 於 100W 鎢絲燈間歇電照下，距燈泡不同距離之開花情形與植株高度。燈泡架設於右側。左側距燈遠之位置已開花，右側燈下抑制開花。

於連續電照及間歇電照二種方式下，在與燈泡不同距離之照度下，調查“黃秀芳”、“舞風車”及“金風車”三品種熄燈後之到花日數，結果如表 2.4。在連續電照組，各距離間，均能抑制花芽分化，唯照度較低之區間到花日數略早於照度高之區間。以燈泡下為對照，三品種距離燈下 200~250cm 之到花日數提早約 3 天。間歇電照組，100W 鎢絲燈對“黃秀芳”尚能有效抑制花芽分化，唯低照度下開花略有提早。“金風車”在高照度區，有部分抑制效果，20Lux 以下之低照度區則無法有效抑制花芽分化。“舞風車”介於其他二品種之間。間歇電照之最低照度需求遠較連續電照高。考慮採收作業時之開花一致性，若以

鎢絲燈連續燈照 4hr 之到花日數為基準，最低照度約為 15Lux。若以間歇燈照為例“黃秀芳”之最低照度約為 15Lux，“舞風車”約為 25Lux，“金風車”高於 35Lux。

表 2.4. 菊花黃秀芳品種在連續電照及間歇電照下熄燈後之到花日數

電照方法	品種或 光量*	與燈泡之水平距離 (cm)				
		0-50	51-100	101-150	151-200	201-250
連續電照	黃秀芳	58.0±0.0	58.0±0.0	57.3±1.1	56.0±1.7	55.0±0.0
	舞風車	55.0±0.0	55.0±0.0	53.7±1.1	53.7±1.1	53.0±0.0
	金風車	48.0±0.0	47.0±1.7	48.0±0.0	47.0±1.7	44.7±3.5
	光量*	8160	6000	4800	3720	3360
	Lux. min					
間歇電照	黃秀芳	55.0±0.0	55.0±0.0	55.0±0.0	54.0±1.7	52.0±0.0
	舞風車	54.0±1.7	52.0±0.0	49.0±0.0	42.7±5.7	38.7±4.0
	金風車	41.0±0.0	41.0±0.0	38.0±0.0	26.0±1.7	26.0±1.7
	光量*	2720	2000	1600	1240	1120
	Lux. min					

*試驗測試黃秀芳、舞風車及金風車三品種枝到花日數。光量為距離燈泡不同區段之最低光量估算值。

2.4. 以光量估算電照之需求

利用電照調節植物開花成功與否和電照時之照度與光量有關^(14, 16, 23, 26)，如何量測照度以估算各品種所需最低光量，為田間架設燈泡時重要之考量^(8, 21)，同時關係設置電力設備時之成本⁽²³⁾，為商業栽培時必須考慮之實務。

因為品種間對照度之需求不同，有學者測試品種，指出依品種照度需求介於 3-13Lux 之間⁽¹⁴⁾。日本學者測試 25 個品種，指出照度需求在 12-98Lux 之間⁽¹³⁾，而台灣之栽培品種依黃及朱(1984)之研究，品種間之照度需求亦有差異⁽⁸⁾。本試驗使用之三個品種，抑制開花效果亦有明顯差異。

以夜間電照抑制菊花開花之最有效時段為深夜，將長夜分成二段，以有效縮短夜長，唯電照時間之長短依品種及環境有所不同，在高緯度地區(40° to 50°)的冬季，因為夜長較長，可能需長達 5 小時的電照，而 25° 至 40° 則建議為 4 小

時。更低的緯度所需之時間則更短^(5, 22, 23)。

然而，亦有學者指出，電照之需求為光量之關係，在光照强度高時電照時間較短，反之若電照時間長，光照強度可以較低^(4, 18, 23, 26)。以黃秀芳品種而言，黃及朱(1984)測試臨界照度，其需求約高於 20Lux⁽⁸⁾，本試驗之最低照度為 15Lux，較上述試驗之推薦臨界照度為低，卻仍能有效抑制開花。其可能原因為本試驗之電照時間長，而累積之光量為 3360Lux · min，即使以 1/3 時間之間歇電照，其光量仍有 1120Lux · min，與黃及朱以較高照度而電照時間僅 1hr 之受光量結果相近。

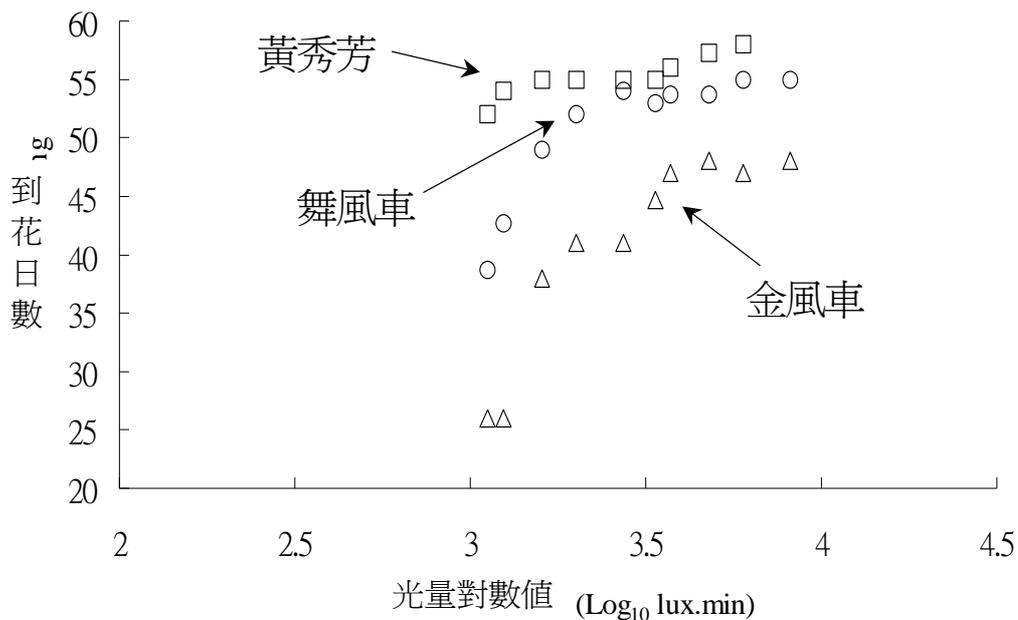


圖 2.3. 三個菊花品種到花日數及受光量對數值之關係

間歇電照為歐美常用之省電方法^(15, 16, 19, 20)，唯在台灣尚未廣泛應用，因為田間架設之照度低，會有發生柳芽之情形⁽²⁾。然而間歇電照最低之需求，仍應以光量來解釋較佳。Cathey(1955)以 20 呎燭光 5%與 5 呎燭光 20%之間歇電照 4hr，

其受光量同為 2592Lux · min，同樣可以有效抑制開花⁽¹⁶⁾。圖 2.3 為參試三品種到花日數與光量對數值之關係，其中以黃秀芳之光量需求最低，約為 1120-1240Lux · min 之間。舞風車品種間歇電照臨界點為 2000Lux · min 以上。而金風車品種間歇電照臨界光量需求為 3360Lux · min(表 2.4)。本試驗之間歇電照法，黃秀芳品種因其光量需求低，在間歇電照最低照度區下，仍能抑制開花。舞風車及金風車在連續電照組最低照度 15Lux 下，達到最低光量需求，所以能有效抑制開花。但在間歇電照組低照度區之光量，低於二品種之光量需求，無法有效抑制開花(表 2.4)。

若提高電燈架設密度以提高照度或增加每一循環之電照時間，達到最低光量需求，則金風車品種應亦能使用間歇電照法。當受光量瀕臨臨界值時，花芽分化能被延緩而非完全抑制。考慮商業栽培時管理之方便性與品質之穩定性，實務應用時，最低受光量應遠高於臨界點較為安全。

3. 省電燈泡

3.1 材料與方法

菊花品種“黃秀芳”、“舞風車”及“金風車”，種植及電照處理等如上節間歇照明所述。電照採用三種燈泡，一為菊花產區慣行之 100w 白熾鎢絲燈泡，另外採用二種省電燈泡，分別為 20w 及 21w，同期間之用電量預估約為 100w 白熾鎢絲燈泡之 1/5(圖一)。此三種燈泡，均試驗連續電照及間歇電照二種方式(參考 2.1 節)。



圖 3.1. 三種燈泡。自左而右分別為 100W 鎢絲燈泡及 20W, 21W 省電燈泡。

調查項目：

1. 光照強度：三種燈泡依單一燈泡於種植前以光度計(TES1332 digital Lux meter)量測畦面與燈下水平距離每 50cm 位置之光照強度，自 0cm 至 250cm 共 6 點，每種燈泡量測 4 個。另依田間架設方式裝設二行二連續燈泡之長方形 4 頂角燈泡，量測不同距離點之光度(參考 2.1 節)。

2. 用電量：三種燈泡，二個電照方式，共六個處理區均單獨設立電表，分別量測實際用電量(度；kw. hr)。

3. 熄燈後到花日數：(如 2.1 節)。

3.2. 照度及用電量

表 3.1 為種植前單一燈泡架設於田間 180cm 高，畦面與燈泡正下方不同水平距離之照度。三種燈泡量測之照度分佈，各有不同。100W 鎢絲燈泡，燈下之照度最高達 80Lux 以上，而 21W 省電燈泡略少於 50Lux，20W 省電燈泡僅有約 20Lux。相反的在較遠之距離，如燈下 2m 或 2.5m 處，三者之差距少，21W 省電燈泡之照度更高於 100W 鎢絲燈泡。不同燈泡之照度分佈可能與燈泡之形狀或光質有關。

表 3.1. 三種類型燈泡距單一燈泡不同水平距離之量測照度

量測點至燈 泡水平距離	照度 (Lux)		
	100W	21W	20W
0(cm)	83.7 ± 2.1	47.4 ± 3.0	20.3 ± 1.4
50	46.1 ± 0.6	43.6 ± 1.1	21.4 ± 1.3
100	27.4 ± 0.1	29.0 ± 1.3	17.6 ± 0.9
150	13.6 ± 0.2	17.9 ± 1.6	12.6 ± 0.4
200	8.2 ± 1.1	12.3 ± 0.1	8.3 ± 0.8
250	5.1 ± 0.6	7.2 ± 0.2	6.0 ± 0.1

圖 3.2 為種植前 100W 鎢絲燈單一燈泡架設於田間 180cm 高，量測畦面與燈泡正下方不同水平距離之照度，將距離與照度取指數迴歸曲線其相關係數達 0.9943。表一為種植前三種燈泡以單一燈泡架設於田間 180cm 高，畦面與燈泡正下方不同水平距離量測之照度，依圖一方式之迴歸方程式及迴歸係數。

將三種燈泡依種植需要架設為行距 2.6m，燈距 5.0m 之長方形(圖 2.1)，量測燈行及矩形中間行畦面與燈泡不同水平距離點之照度，結果如表 3.3。接近長方形中心點之照度，100W 鎢絲燈約 15.2Lux。21W 省電燈泡為 19.8，20W 省電燈泡為 16.0。本試驗各處理均只架設二排燈泡，燈行下接近二燈中點之畦面照度

略低於矩形中心之照度。

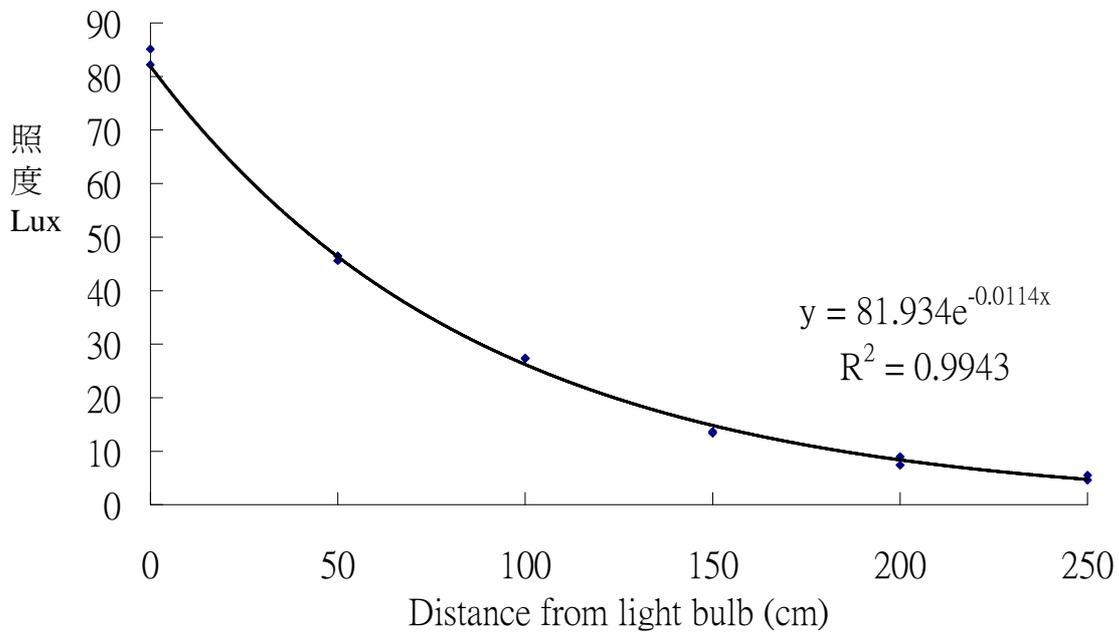


圖 3.2. 100W 鎢絲燈泡架設於 180cm 高時不同水平距離下照度之迴歸曲線

表 3.2. 三種燈泡不同水平距離下照度之迴歸方程式及係數

燈泡種類	迴歸方程式	迴歸係數
100W 鎢絲燈泡	$Y=81.934e^{-0.0114x}$	0.9943
21W 省電燈泡	$Y=69.456e^{-0.0089x}$	0.9941
20W 省電燈泡	$Y=31.863e^{-0.0066x}$	0.9793

表 3.4 為三種不同燈泡於連續電照及間歇照明方式下之實際用電量。以 100W 鎢絲燈泡之用電量為基準，21W 燈泡之用電量為 21.4%，20W 燈泡為 19.3%，間歇照明雖電照時間設定為 1/ 與燈下水平距離(公分) 三種燈泡之間歇照明用量為連續電照之 36~38%。

表 3.3. 三種燈泡以長方形架設(圖 2.1)距燈泡不同水平距離之量測照度

量測點至燈泡		照度 (Lux)		
水平距離		100W	21W	20W
燈行	0(cm)	92.7 ± 4.9	54.6 ± 3.0	28.0 ± 1.1
	50	51.1 ± 1.8	51.1 ± 0.6	29.6 ± 1.6
	100	33.9 ± 1.9	37.0 ± 0.2	26.1 ± 1.0
	150	20.1 ± 1.0	25.2 ± 2.5	20.7 ± 0.9
	200	15.7 ± 0.5	20.6 ± 0.8	16.7 ± 0.0
	250	14.2 ± 0.4	18.6 ± 0.0	15.3 ± 0.2
中間行	0(cm)	36.4 ± 0.7	45.7 ± 4.8	30.8 ± 1.5
	50	33.9 ± 0.1	44.2 ± 2.3	29.6 ± 1.5
	100	25.4 ± 1.6	34.9 ± 2.0	24.5 ± 0.1
	150	20.4 ± 1.8	27.3 ± 1.2	20.0 ± 0.3
	200	16.3 ± 0.4	21.0 ± 0.8	16.8 ± 0.0
	250	15.2 ± 0.0	19.8 ± 0.1	16.0 ± 0.3

表 3.4. 三種類型燈泡在連續電照及間歇電照之實測用電量

燈泡種類	連續電照		間歇電照	
	用電量(度)	百分比(%)	用電量(度)	百分比(%)
100W 鎢絲燈泡	204.9	100.0	77.1	37.6
21W 省電燈泡	43.8	21.4	17.1	8.3
20W 省電燈泡	39.5	19.3	14.3	7.0

3.3. 不同距離及照度下之到花日數

於連續電照及間歇電照二種方式下，測試三種燈泡，在與燈泡不同距離之照度下，調查“黃秀芳”品種熄燈後之到花日數，結果如表 3.5。在連續電照組，三種燈泡各距離間，均能抑制花芽分化，唯照度較低之區間到花日數略早於照度高之區間。距離燈下 2m 以上之低照度區，省電燈泡之照度雖略高於鎢絲燈泡，但其抑制開花之效果則低於鎢絲燈。以 100W 鎢絲燈泡燈下為對照，距離燈下 200~250cm 之到花日數提早約 3 天。而 21W 及 20W 省電燈泡距離燈下 200~250cm 時，與對照比較，“黃秀芳”相差約 7 天。考慮採收作業時之開花一致性，若以鎢絲燈連續燈照 4hr 之到花日數為基準，“黃秀芳”鎢絲燈之最低照度約為 15Lux，而兩種省電燈泡之最低照度需求約為 25~30Lux(表 3.3 及表 3.5)。

表 3.6 為舞風車及金風車二品種，在三種不同燈泡之連續電照組下之到花日數，二品種之省電燈泡之低照度區與鎢絲燈泡比較，差別均較黃秀芳大。對不同波長之省電燈泡之照度或光量需求，金風車最高，其次為舞風車，黃秀芳需求最低。間歇電照組二品種在兩種省電燈泡下，均無法有效抑制開花，資料參考圖 3.3。

不同波長對明暗(即照度)之貢獻度不同，以黃色光(555nm)為最高，達 680lumen/W，而對光敏素轉換機制敏感度高之紅光(660nm)，對照度之貢獻僅為黃色光之 6.1%⁽¹²⁾。由於光質對照度與轉換光敏素之貢獻度不同，在相同之照度下，不同光源對抑制開花之有效性自然有差異⁽²⁶⁾。本試驗測試之二種省電燈泡，其色溫及光源波長與白熾鎢絲燈有所不同，雖經實證於單位耗電量下可提供較高之照度，唯仍必須考慮光質會影響抑制菊花開花之有效性^(14,18,19)。

表 3.5. 菊花黃秀芳品種在三種燈泡連續或間歇電照下熄燈後之到花日數

電 燈		與燈泡之水平距離 (cm)					
照 泡	方 種	到花日數					
			0-50	51-100	101-150	151-200	201-250
法 類	或光量*						
連 續 電 照	100 W	到花日數	58.0±0.0	58.0±0.0	57.3±1.1	56.0±1.7	55.0±0.0
		光量	8160	6000	4800	3720	3360
	21W	到花日數	55.0±0.0	55.0±0.0	55.0±0.0	52.0±0.0	50.7±2.3
		光量	10560	8400	6000	4920	4440
	20W	到花日數	53.0±1.7	53.0±1.7	50.7±2.3	50.7±2.3	50.7±2.3
		光量	7080	5880	4800	3960	3600
間 歇 電 照	100 W	到花日數	55.0±0.0	55.0±0.0	55.0±0.0	54.0±1.7	52.0±0.0
		光量	2720	2000	1600	1240	1120
	21W	到花日數	26.0±1.7	22.7±2.3	20.3±3.5	20.3±3.5	18.7±2.9
		光量	3520	2800	2000	1640	1480
	20W	到花日數	22.7±7.4	21.3±5.1	17.0±7.0	17.0±7.0	15.3±7.6
		光量	2360	1960	1600	1320	1200

*: 光量:Lux · Min

表 3.6. 菊花舞風車及金風車品種在三種燈泡連續電照下熄燈後之到花日數

電燈 照泡 方種 法類	品種 到花日數 或光量	與燈泡之水平距離 (cm)					
		0-50	51-100	101-150	151-200	201-250	
連續 電照	100 W	舞風車	55.0±0.0	55.0±0.0	53.7±1.1	53.7±1.1	53.0±0.0
		金風車	48.0±0.0	47.0±1.7	48.0±0.0	47.0±1.7	44.7±3.5
		光量	8160	6000	4800	3720	3360
	21W	舞風車	55.0±0.0	51.0±1.7	49.0±0.0	49.0±0.0	45.0±0.0
		金風車	45.0±0.0	41.0±0.0	38.7±4.0	36.7±2.3	36.7±2.3
		光量	10560	8400	6000	4920	4440
	20W	舞風車	53.0±1.7	52.0±0.0	49.3±2.3	49.3±2.3	49.3±2.3
		金風車	45.0±0.0	41.0±0.0	41.0±0.0	41.0±0.0	38.0±0.0
		光量	7080	5880	4800	3960	3600

以電照抑制短日植物開花主要受光敏素所影響，光敏素有二型，分別為 Pr 及 Pfr，此二型接受紅光或遠紅光後，彼此可以互相轉換，依二型之含量比 (Pfr/Pr) 帶動植物荷爾蒙或其他生化反應，以控制開花。Pr 轉換為 Pfr 之最有效光源為紅光(660nm)，而 Pfr 轉換 Pr 之最有效光源為遠紅光(730nm)。以其他波長之光線照射時，雖效率較差，仍有調控開花之效果。以大豆為例，藍光(480nm)抑制開花之效率僅為紅光(660nm)之 1/20。而介於紅光及藍光間之光源，其效率介於二者之間⁽²⁶⁾。

由於不同光源所含不同波長(light quality)之能量不同，雖在相同照度(light intensity)，不同光源對光敏素之影響有所不同。考慮不同光源之光質差異，以 5 種光源在相同照度下比較對抑制菊花開花之效果，以白熾鎢絲燈效果最佳，其次為高壓鈉燈，而此二光源之效果遠大於日光燈及鹵素燈，而水銀燈之效果最差，其原因可能為白熾燈具有高能量紅光之效果所致，另則白熾燈及高壓鈉燈含有較高之遠紅光，而日光燈則無，光敏素影響開花時，紅光/遠紅光比亦為重要之因素⁽¹⁸⁾。然而以相同功率之日光燈與鎢絲燈比較，日光燈之照度約為鎢絲燈之 4 倍，所以在相同功率下比較二種燈泡，日光燈效果較好。然而國外研究結果 100w 之鎢絲燈效果則比日光燈 40w 為佳⁽¹⁴⁾。本試驗之結果，在

同是低照度之區域，鎢絲燈之效果比省電燈泡佳，此與上述多位學者之研究結果相符。利用省電燈泡以節省能源時，必須考慮提高架設燈泡密度，其所需最低照度則須進一步試驗得知。省電燈泡可有節省能源之效果，然而利用於菊花電照之省電效率比預期稍低。

菊花之電照光源現行多用白熾鎢絲燈泡，根據國外之研究，長管形日光燈雖亦能有效抑制菊花開花，並較節省能源，唯其架設成本高，於露天栽培制度下，鮮少為農家採用^(3,23)。近年來省電燈泡開發上市，並漸廣泛使用於家庭或公共場所。本試驗之結果，在同是低照度之區域，鎢絲燈之效果比省電燈泡佳，此與多位學者之研究結果相符。省電燈泡雖有節省能源之效果，然而利用於菊花電照比預期可省電 4/5 稍低。利用省電燈泡時，必須考慮提高架設燈泡密度，各品種所需最低照度比鎢絲燈高，須進一步試驗得知。

在間歇電照組，100W 鎢絲燈對“黃秀芳”尚能有效抑制花芽分化，唯低照度下開花略有提早。間歇電照之最低照度需求遠較連續電照高。而 21W 及 20W 兩種省電燈泡使用間歇照明時，均無法抑制花芽分化(表 3.5)。

3.4. 以光量估算電照之需求

不同省電燈泡之光照需求亦可以光量需求來推算，如 2.4 節。圖 3.3 為黃秀芳及金風車二品種，在三種燈泡下之到花日數與光量需求對數值之關係(參考 2.4 節及圖 2.3)。依據表 3.5，表 3.6，及圖 3.3，推算 21W 省電燈泡下，黃秀芳之光量需求約為 5000Lux·min，金風車約為 8000 Lux·min。20W 省電燈泡下，黃秀芳之光量需求亦約為 5000Lux·min，金風車約為 7000 Lux·min。

使用鎢絲燈及省電燈泡在低光度區之照度相似，在相同照度下，鎢絲燈抑制開花之效果較好⁽¹⁴⁾。若欲利用省電燈泡節約能源，必須提高架設燈泡密度。間歇電照可以節省電量，唯品種間之需光量臨界點不同，必須評估各栽培品種之最低需光量^(8,13,14)，方能正確利用間歇照明技術，及依品種提供調整照度及照明時間之方法。

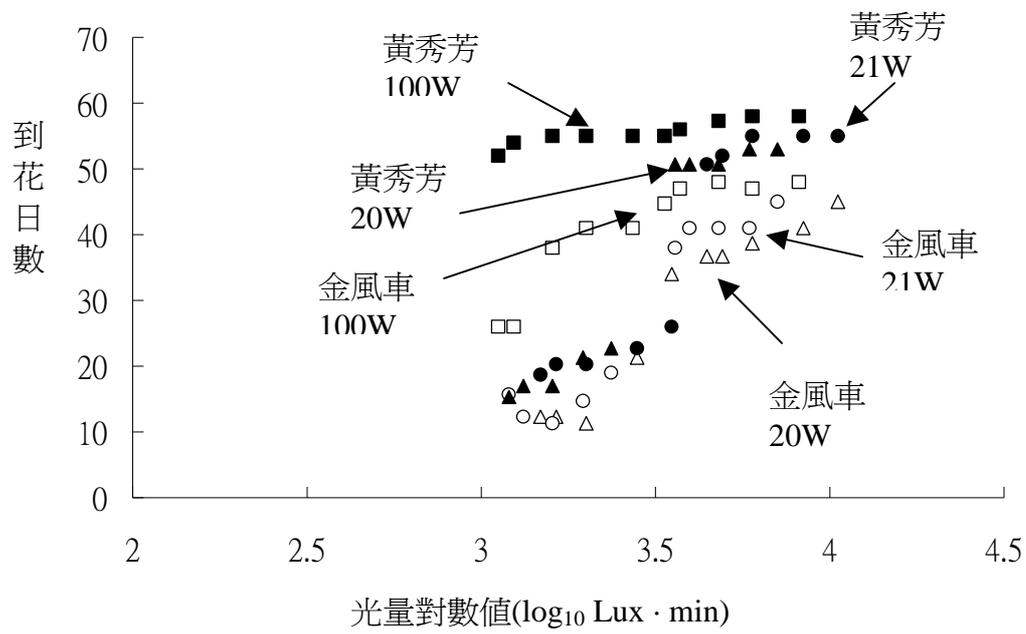


圖 3.3. 菊花黃秀芳及金風車品種之到花日數與三種燈泡光量對數值之關係

4. 最佳化之電燈架設

4.1. 照度之計算：

首先，以田間常見之燈泡架設方法之矩形為依據，假設其邊長分別為 2a 及 2b，中心點至矩形之一頂角水平距離為 c，於頂角位置架設電燈，高度為 h，電燈與地面矩形中心點之空間直線距離為 d，其中 $d=(c^2+h^2)^{1/2}$ (圖 4.1)。此時單一燈泡對中心點之照度 L 為算式一^(9,12)。中心點之實際照度應為四個頂角位置燈泡對中心點照度之總合，為算式一之四倍。

$$L=I \cdot h / d^3 \quad (\text{算式一})$$

其中 I 為燈源之光通量，單位為“流明’ ’ (Lumen)。

L 為照度，單位為“流明/平方公尺’ ’ (Lumen / m²)，或稱為 Lux。

4.2. 光量及用電量之計算：

光量 LA 為照度與照明時間之乘積如算式二。

$$LA=L \cdot T \quad (\text{算式二})$$

其中 L 為照度。T 為時間。LA 為光量，單位為 Lux · min。

用電量為電功 W 與時間之乘積，因為固定光源之電功與其提供之光通量為等比例關係，而在固定點之照度與光源之光通量亦為等比例(算式一)。本文以上述矩形中心點為討論重點，為簡化計算，以光量計算結果替代用電量，因二者為等比之關係。

4.3. 固定高度下不同水平距離之照度

假設燈泡高度為 1m，光源之光通量為 100 Lumen。不同水平距離 c 之照度值如圖 4.2。以圖 4.2 理論值曲線，參考一般田間架設之距離約為高度之 1~2h，應可大致估算不同距離點之照度，並以此一方式在固定光源高度下，推估模擬不同距離之照度，並以此方式推介已知最低照度需求時之平面架設配置。

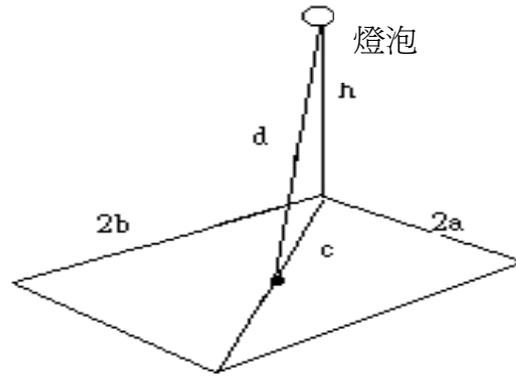


圖 4.1. 矩形架設電燈時之各邊長、高度及燈泡與中心點關係示意圖

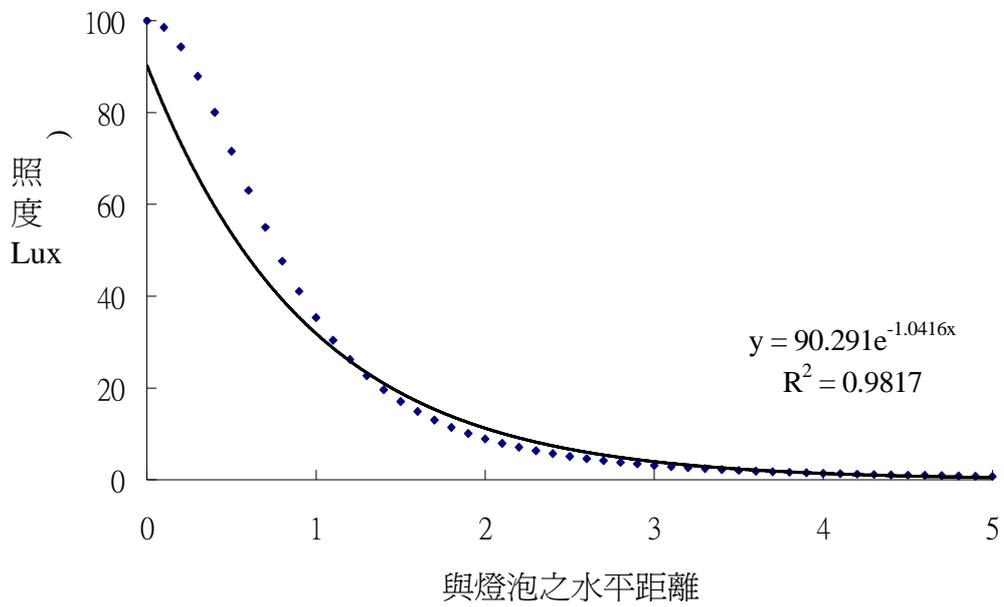


圖 4.2. 100 lumen 光源架設高度為 1m 時不同水平距離之理論照度

4.4. 電燈架設之最佳高度

在高度固定下，不同水平距離之照度已有許多研究之成果。惟在一固定水平距離時，電燈架設之高度是否有其理想值，園藝上尚未有資料可供參考。

圖 4.3 為當光量測點與燈泡之水平距離固定為 1.414m 時，將燈泡架設於不同高度時之理論照度，其照度之最大值為當燈泡高度為 1m。依圖 4.3，在最佳高度之兩側，每距離 10cm 所造成照度之減少程度不同，當高度少於最佳高度時，每單位差距所致之照度減少量大於高度多於最佳處時，因為當高度小於最佳高度時其光源對投射點之入射角大，而導致光線之損失。

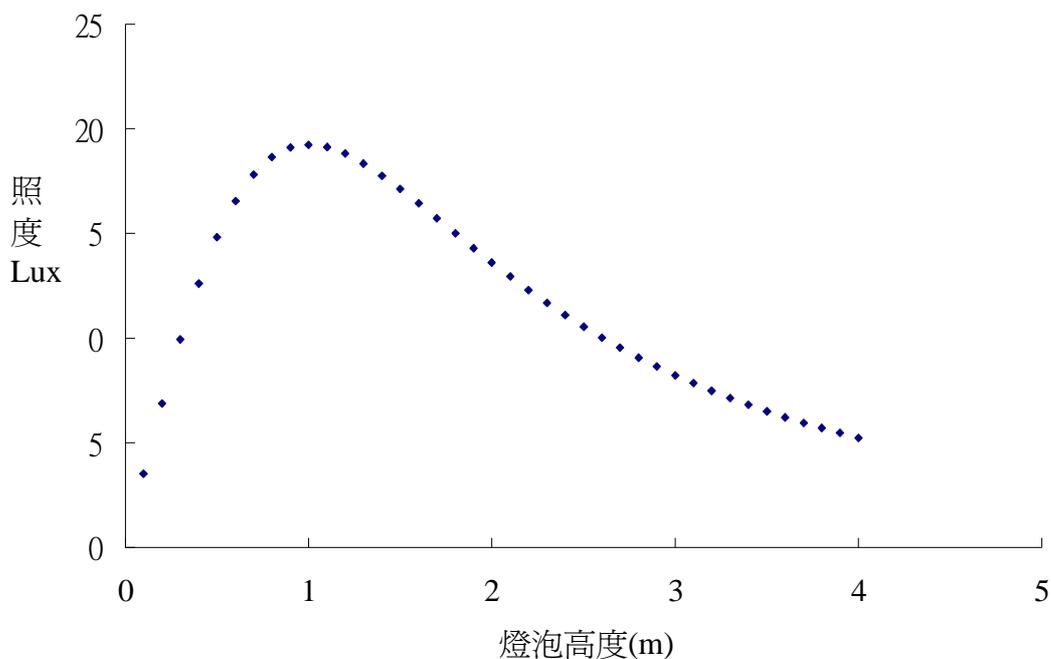


圖 4.3. 100 lumen 光源架設於不同高度對水平距離 1.414m 處之理論照度

表 4.1 以不同固定水平距離於最佳高度之照度為基準，計算於不同架設高度時之照度損失。考慮菊花電照時期之生長，熄燈前菊花一般有 40~50cm 之高度，適當之架設高度應為最佳高度加上 20~30cm，使電照時期因高度變化造成之

照度損失降到最低(表 4.1)。以最佳架設高度 170cm 為例，種植時之架設高度若為最佳高度加上 30cm，為 200cm，生長前後期因高度產生之照度變化與最佳高度時之差異僅在-1.8%。架設時之高度若為最佳高度 170cm，熄燈前之照度損失將達 7.1%。

表 4.1. 以最佳架設高度為基準不同架設高度之照度損失(單位:%)

架設高度與 最佳高度之 差距(cm)	照度損失(%)			
	量測點及燈泡水平距離(m)			
	1.414	2.121	2.404	2.828
	燈泡架設之最佳高度(m)			
	1.0	1.5	1.7	2.0
-50	-23.0	-9.4	-7.1	-5.0
-40	-14.0	-5.7	-4.4	-3.1
-30	-7.4	-3.1	-2.4	-1.7
-20	-3.1	-1.3	-1.0	-0.7
-10	-0.7	-0.3	-0.2	-0.2
0	0.0	0.0	0.0	0.0
+10	-0.6	-0.3	-0.2	-0.2
+20	-2.3	-1.1	-0.8	-0.6
+30	-4.7	-2.3	-1.8	-1.3
+40	-7.7	-3.8	-3.1	-2.3
+50	-11.0	-5.6	-4.5	-3.4

4.5. 不同架設高度實測照度與理論值之差距

當矩形之對角線長 $2c$ 為定值時，以正方形之面積最大，是為最佳平面配置^(8,10)。此時之正方形邊長若為 $2a$ ， $c=2^{1/2}a$ ，燈泡之最佳高度為 a 。

假設架設之水平距離為固定，將燈泡架設於不同高度，以 100W 鎢絲燈泡估計光源為 100 Lumen，或以 220V，100W 鎢絲燈泡實測之照度，比較其結果如表 4.2。無論實測照度或依估算值，表 4.2 之結果均符合本文之推論，在最佳高度時照度最高。在距離燈下較遠之處，因量測儀器之設計，及光線入射角大之關係，可能會提高其量測之不準度。

表 4.2. 定距離下不同燈泡架設高度之估算及實測照度(單位:Lux)

水平 距離 (cm)	最佳 高度 (cm)		照度 (Lux)			
			架設高度與最佳高度之差距(cm)			
			-50	-20	0	+30
184	130	理論估算	9.9	11.2	11.4	11.1
		實際量測	10.7	11.0	13.0	11.9
198	140	理論估算	8.7	9.7	9.8	9.6
		實際量測	9.7	11.0	11.9	11.0
212	150	理論估算	7.8	8.4	8.6	8.4
		實際量測	8.0	8.6	8.8	8.6
226	160	理論估算	6.9	7.4	7.5	7.4
		實際量測	7.6	8.3	8.4	8.3
240	170	理論估算	6.2	6.6	6.7	6.5
255	180	理論估算	5.6	5.9	5.9	5.8
269	190	理論估算	5.0	5.3	5.3	5.3
283	200	理論估算	4.6	4.8	4.8	4.7

依據固定高度及不同距離下之實測照度推估架設方法，已有諸多報告。然而，依本文之計算及推論，亦應考慮非適當之架設高度造成照度之損失，並考慮量測之不準度。實際利用上，利用實測值是否優於推論值之考慮，尚須建立更準確之量測方法以減少與理論推算值之差距。

4.6. 不同架設密度之照度及用電量

由算式一，設若電燈高度為 a ，及以邊長為 $2a$ 之正方形配置時，其單一燈泡之照度為

$$L = I \cdot a / (3^{1/2}a)^3$$

$$= I / (3 \cdot 3^{1/2} \cdot a^2)$$

頂角四個燈泡合計之照度為

$$= 4 \cdot I / (3 \cdot 3^{1/2} \cdot a^2) \quad (\text{算式四})$$

假設最低光量需求(=照度 x 時間)為 LA ，則照燈時間為 LA 除以照度

$$T = LA / [4 \cdot I / (3 \cdot 3^{1/2} \cdot a^2)]$$

$$= 3 \cdot 3^{1/2} \cdot LA \cdot a^2 / 4 \cdot I$$

單位面積之能量需求為光源之光通量與時間之乘積除以面積

$$=[I \cdot (3 \cdot 3^{1/2} \cdot LA \cdot a^2 / 4 \cdot I)] / 4 a^2$$

$$=3/16 \cdot 3^{1/2} \cdot LA$$

當 LA 為已知需求時，能量需求恒為定值，與架設法之邊長與高度 a 無關。

於單一矩形架設四個燈泡之用電量，在固定光量需求時不因最佳架設法之邊長與高度而改變。其中，矩形外之光量，不予考慮。

然而，當矩形之個數增加時，田間面積之增加與燈泡個數之增加為非線性關係，同時與田間面積長寬增加時之矩形個數有關。此一狀況使得架設密度高時(最低照度高)之用電量小於密度低時(最低照度低)，但是節省電量比例因田間面積增大而漸小。由於其數學模式之變因較多而演算複雜，今以實例說明較為簡明。

表 4.3. 不同架設高度及距離最佳化時之用電量比較

架設因素	田區大小					
	7.8m X 39m(一)		15.6m X 39m(二)		31.2m X 39m(三)	
	架設法 一	架設法 二	架設法 一	架設法 二	架設法 一	架設法 二
1. 正方形邊長(m)	3.9	2.6	3.9	2.6	3.9	2.6
2. 最佳高度(m)	1.95	1.3	1.95	1.3	1.95	1.3
3. 理論照度(Lux)	20.24	45.55	20.24	45.55	20.24	45.55
4. 光量需求	4800	4800	4800	4800	4800	4800
5. 電照時間(min)	237.2	105.4	237.2	105.4	237.2	105.4
6. 所需燈泡數	33	64	55	112	99	208
7. 電量(KW · hr)	13.0	11.2	21.7	19.7	39.1	36.5
8. 面積指數(%)	100	100	200	200	400	400
9. 用電量指數(%)	100	86	167	152	301	281

架設因素說明：1. 燈泡架設時若為長方形排列，以正方形最省電。2. 最佳高度為正方形邊長之半。3. 以 100W 燈泡為 100lumen 計算理論照度。4. 依據前人研究假設光量需求，單位為 Lux · min。5. 依光量需求及照度計算電照時間。6. 依面積及排列法計算燈泡數。7. 依燈泡數及電照時間計算用電量。8. 及 9. 以第一例為 100 計算各例比。

一般田尾地區之畦寬為 1.3 m，以一長度為 39 m，寬分別為 7.8、15.6 及 31.2 m 之田區為三個實例，分別計算兩種架設距離，均為架設最佳化時之用電量。目前田尾地區多以每三畦架設一排燈，架設之燈行距為 3.9 m，若為正方形排列，最佳高度為 1.95 m，今假設增加架設密度，提高照度，將架設距離定為二畦，為 2.6 m，同為正方形排列，此時最佳高度為 1.3 m，不同架設密度之正方形中心點照度依據算式一推算。假設菊花某品種之光量需求為 4800 Lux·min，依據兩種架設密度之光度可以推算其燈照時間，並以不同架設密度之燈泡數及燈照時間推算其用電量。架燈距離 2.6 m 之用電量與燈距 3.9 m 相比，在小面積舉例 7.8 X 39 m 可節省 14%，面積最大之舉例 31.2 X 39 m，可節省 6.6%(表 4.3)。

4.7. 田間實例與最佳架設之比較

表 4.4. 田間實例因架設高度及距離非最佳化之用電量損失

架設實例	架設因素	露天栽培		溫室		栽培	
		七星	柳鳳	七星	柳鳳	虎尾一	虎尾二
	燈行距(cm)	420	400	330	310	460	280
	燈距(cm)	270	330	270	390	200	300
	燈高度(cm)	170	170	180	160	200	200
	燈至心距(cm)	250	259	213	249	251	205
	估算照度(Lux)	25	22.5	33	25	25	35
最佳化設計	最佳邊長(cm)	353	367	301	352	355	290
	最佳高度(cm)	177	183	151	176	177	145
計	適當高度(cm)	210	210	180	210	210	180
能源損失	因平面設計	-9.0	-1.8	-2.0	-2.6	-26.9	-0.2
(%)	因高度設計	-7.9	-7.9	0	-11.7	-0.5	-3.5
	總計	-16.2	-9.5	-2.0	-14.0	-27.2	-3.7

表 4.4 為於彰化田尾地區及雲林虎尾幾個菊花栽培田區之架設實況，以燈泡與矩形中心點之水平距離為基準，推估其最佳化平面配置及燈泡架設高度後，計算其可能之用電量損失。由表 4.4，各栽培點之架設情況並不一致，因平面矩形之長寬差異損失之照明面積，最高達 26.9%。與最佳架設法差距最少之實

例，其中四點之平面配置與正方形最佳配置時之面積相差 3%以下。考慮菊花電照生長期之高度，將最佳高度加上 30 cm 為適宜高度(表 4.1)，比較實際架設法與架設高度假設為適宜高度時，田間栽培之照度，兩個例子損失為 7.9%，而於柳鳳之一溫室因具有栽培床，架設高度不足之照度損失達 11.7%。

4.8. 推薦架設法

考慮目前田尾之栽培模式，畦寬為 1.3 m，依本文之推算，電燈架設之配置應為正方形，行距、燈距同為 2.6 m，架設高度為 1.6 m(考慮菊花生長之高度變化，為最佳架設高度 130 cm 加上 30 cm)。

4.9. 結論與建議

以最低照度為電照架設標準時，不同品種必須考慮不同之架設距離^(8, 13, 14)，對台灣季節性品種栽培模式，及常變換品種之栽培習慣，要針對品種間之差異來架設電照，有其實務上之困難。

以最低需光量為電照之標準，國外已有諸多研究結果支持此一論點^(16, 23, 26)，台灣需要測試各品種之最低光量標準。以本文推薦之方法，縮短目前架設之高度及架設距離，增加架設燈泡密度，是省能之方法。在固定之架設法及照度下，以縮短時間或間歇電照之方法^(6, 16, 23)，測試各品種所需照射時間(在固定照度下等同於光量需求)，為園藝上必須進一步進行之試驗⁽⁶⁾。

架設密度提高時，因燈泡個數增加可能產生電壓之壓降，導致照度降低⁽²¹⁾。然而提高電燈架設密度後，在較高照度下，電照時間可以縮短^(6, 16, 23)，此法於實務應用時擇可以考慮分段照明或間歇電照分配照明時段及燈泡之個數，其所須之電源容量設置應與目前電照方式相似。

5. 菊花電照電力設置及用電計算說明

5.1. 前言

依台電公司報奉經濟部核准施行之營業規則與電價表規定，農業用電場所為生產性質用電場所。生產性質用電場所之動力用電器具，應適用電力用電電價，至其照明及小型用電器具可與動力用電器具合併裝置一組電表以電力用電電價計費，亦可單獨裝置電表以表燈電價計費。惟菊花電照之照明用電，因行政院訂頒之「農業動力用電範圍及標準」將設施園藝所需光照納入農業動力用電範圍，故花農如能檢附農業主管機關出具符合「農業動力用電範圍及標準」之證明文件，亦可單獨申請以電力用電電價計費並申辦基本電費減免，且應繳付之線路補助費及電費均免計營業稅。

本文依據台灣電力公司所提供資料，裝設 150 盞 100w 鎢絲燈泡(等於 15 千瓦) 為例，分別介紹表燈用電，農業動力用電經常契約，及離峰契約等三種方式之裝設費及電費結構與試算，供為參考。

5.2. 電力設置

電力設置時，台電公司提供表燈用電及電力用電至少兩種方式電力用電又分為經常契約及離峰契約兩種。本文以供應 150 盞 100W 燈泡，必須裝置 15 千瓦電力為例說明。

5.2.1. 表燈用電線路補助費：

申請新設用電時，應繳擴建補助費每戶 3143 元(含稅為 3300 元)，如需新添建之供電線路長度超過 5000 公尺，超出部分每公尺另加計新建補助費，每公尺架空線路 152 元，地下管線 761 元。

裝設 15 千瓦需 3300 元。

5.2.2. 低壓電力用電線路補助費：

申請新增設用電時。應按申請新增設之用電契約容量繳付擴建補助費。經常契約每千瓦 2095 元，離峰契約每千瓦 419 元。如需新添建之供電線路長超過 5000 公尺，超出部分每公尺另加計新建補助費，每公尺架空線路 152 元，地下管線 761 元。

裝設 15 千瓦經常契約需 2095 元 X 15 千瓦 = 31425 元。

裝設 15 千瓦離峰契約需 419 元 X 15 千瓦 = 6285 元。

5.2.3. 低壓電力用電遷移接戶線費：

於同一變電所內，因需要遷移時，需接戶線費 1330 元。

因為線路裝設費只需於設置時繳費一次，若平均分擔於電費中，因使用頻率及使用年限，多有差異，必須視使用狀況依個案依例評估。

5.3. 電費試算

本文以 150 盞 100W 燈泡為例試算電費，表燈用電及電力用電經常契約，於夜間 7 時 30 分至凌晨 4 時 30 分電照 9 小時(分三段，每段 3 小時)，離峰契約以夜間 10 時 30 分至凌晨 4 時 30 分電照 6 小時(符合離峰契約時段，分二段，每段 3 小時)，計算不同電力設置之每度電價。

5.3.1. 表燈用電計費說明

菊花電照用電如申請以表燈電價計費，計費方式與一般住宅用電相同，因無基本電費計費項目，故用電電費無優惠，且線路補助費與電費均應加計 5%營業稅。每月用電依實際用電度數按下表計收電費：

	夏月(每度)	非夏月(每度)
110 度以下部分	2.2 元	2 元
111-330 度	2.7 元	2.3 元
331 度以上部分	3.3 元	2.6 元

註：夏月：6 月 1 日至 9 月 30 日

每月用電度數：15 千瓦×9 時×30 天=4050 度

非夏月電費：2 元×110 度+2.3 元×220 度+2.6 元×(4050-330)度

=10398 元

營業稅：520 元

合計：10918 元

每度：10918 元 / 4050 度 = 2.696 元/度

夏月電費：2.2 元×110 度+2.7 元×220 度+3.3 元×(4050-330)度

=13112 元

營業稅：656 元

合計：13768 元

每度：13768 元 / 4050 度 = 3.399 元/度

5.3.2. 電力用電經常契約計費說明

電力用電分經常契約及離峰契約兩種，每月用電依契約容量及實際用電度數按下表計收電費：

分類		夏月	非夏月
基本電費	每戶每月	250 元	
	經常契約每千瓦每月	225 元	165 元
	離峰契約每千瓦每月	45 元	33 元
流動電費	尖峰時間每度	2.1 元	2.04 元
	離峰時間每度	0.8 元	0.74 元

註：夏月：6 月 1 日至 9 月 30 日

非夏月：夏月以外之時間

離峰時間：平日每日 0 時-7 時 30 分及 22 時 30 分至 24 時止

離峰日全日(星期日、每月第 2、4 星期六及電價表所列之國定及民俗假日)

電力用電之電價結構為基本電費加上流動電費，其中基本電費政府依負載率之不同訂有下列優惠措施。

- (1) 用電負載率為零者，基本電費免收。
- (2) 用電負載率在百分之二十以下者，基本電費減收百分之五十。
- (3) 用電負載率超過百分之二十未滿百分之四十者，基本電費減收百分之三十。
- (4) 用電負載率在百分之四十以上未滿百分之六十者，基本電費減百分之十。
- (5) 用電負載率在百分之六十以上未滿百分之八十者，基本電費減收百分之五。
- (6) 用電負載率在百分之八十以上者，基本電費全額計收。

當月份用電負載率之計算：

當月份用電負載率(L.F)= $\frac{\text{當月份抄得之用電度數}}{\text{當月份時數} \times \text{當月份用電最高需量}} \times 100\%$

當月份時數×當月份用電最高需量

(1)當月份抄得之用電度數：指抄得各有效電表(包括尖峰、半尖峰及離峰用電)之合計度數。

(2)當月份用電最高量：如屬裝置契約用戶，則以契約容量計算：如為需量契約時間電費用戶，則取尖峰，半尖峰及離峰用電最高需量之較大值計算。

(3)用電負載率計算至百分比小數第二位，以下捨棄。

(4)當月份時數按每日 24 小時乘以實際供電日數計算。

用電負載率之計算，如為 9 小時(夜間 7 時 30 分至凌晨 4 時 30 分，共 9 小時，分為三段時間區，每段 3 小時)則為

$$\frac{9}{24} \times \frac{150 \times 100W}{15 \text{ 千瓦}} \times 100\% = 37.5\%$$

基本電費減收百分之三十

電力用電經常契約電費試算：

假設裝置容量為 15 千瓦(150 盞 100w 燈泡，電照時段由夜間 7 時 30 分至凌晨 4 時 30 分，分三段)。

非夏月

尖峰時段流動電費：3 小時×15 千瓦×30 天×2.04 元 = 2754 元

離峰時段流動電費：6 小時×15 千瓦×30 天×0.74 元 = 1998 元

基本電費：(165 元×15 千瓦 + 250 元)×70%元 = 1907.5 元

總電費：6659.5 元

每月用電度數：15 千瓦×9 時×30 天 = 4050 度

每度：6659.5 元 / 4050 度 = 1.644 元 / 度

夏月

尖峰時段流動電費：3 小時×15 千瓦×30 天×2.10 元 = 2835 元

離峰時段流動電費：6 小時×15 千瓦×30 天×0.80 元 = 2160 元

基本電費：(225 元×15 千瓦 + 250 元)×70% = 2537.5 元

總電費：7532.5 元

每月用電度數：15 千瓦×9 時×30 天 = 4050 度

每度：7532.5 元 / 4050 度 = 1.860 元 / 度

5.3.3. 電力用電離峰契約計費說明

用電負載率之計算，如為 6 小時(夜間 10 時 30 分至凌晨 4 時 30 分，為離峰時段，共 6 小時，分為二段時間區，每段 3 小時)則為

$$\frac{6}{24} \times \frac{150 \times 100W}{15 \text{ 千瓦}} \times 100\% = 25\%$$

基本電費減收百分之三十

電力用電經常契約電費試算：

假設裝置容量為 15 千瓦(150 盞 100w 燈泡，電照時段由夜間 10 時 30 分至凌晨 4 時 30 分，分二段)。

非夏月

離峰時段流動電費：6 小時×15 千瓦×30 天×0.74 元 = 1998 元

基本電費：(33 元×15 千瓦 + 250 元)×70%= 521.5 元

總電費：2519.5 元

每月用電度數：15 千瓦×6 時×30 天 = 2700 度

每度：2519.5 元 / 2700 度 = 0.933 元 / 度

夏月

離峰時段流動電費：6 小時×15 千瓦×30 天×0.80 元 = 2160 元

基本電費：(45 元×15 千瓦 + 250 元)×70% = 647.5 元

總電費：2807.5 元

每月用電度數：15 千瓦×6 時×30 天 = 2700 度

每度：1.040 元

5.3.4. 電力用電離峰契約注意事項

菊花電照用電申請電力用電較為經濟，因多在夜間用電，且每日電照時間僅 3 小時左右，如設定為二段，可將電照時間設定在晚上 10 時 30 分以後至天亮之前使用，以申請離峰契約電費最少。

如需在日間使用單相 1/2PH 以下之農藥噴霧器(抽水機、三相動力器具及合計容量超過 1/2PH 之單相動力器具必須適用電力用電電價)，則必須選擇週日或平日早上 7 時 30 分前施作。

申請電力用電不僅可適用廉價之離峰電價，亦可享有農業動力用電減免基本電費之優惠，大幅減輕花農電費負擔。

參考文獻：

1. 台灣農產品生產成本調查報告 2001 冬菊 350pp. 行政院農業委員會中部辦公室
2. 李咩 1992 台灣菊花和唐菖蒲切花產銷模式之規劃(上) 中國園藝 38 : 101-116。
3. 林純瑛、黃益利 1996 電照菊花燈泡好還是日光燈好呢? 台灣花卉園藝 110 : 32-34。
4. 林慧玲 譯 1990 菊花 設施花卉開花調節技術 p. 269-289 台南區農業改良場
5. 許謙信 張致盛 1995 菊花 增修訂再版台灣農家要覽農作篇(二) p. 525-540. 豐年社 台北
6. 許謙信 魏芳明 田雲生 陳彥睿 2002 菊花電照省電方式之研究:省電燈泡與間歇照明 台中區農業改良場研究彙報 (編印中)
7. 郭華生 1994 旅館業照明省能利器--省電燈泡 能源節約技術報導 13(5):2-12
8. 黃敏展、朱建鏞 1984 電照菊標準照明方法之研究 興大園藝 9 : 45-49。
9. 楊建人 譯 2000 光學原理 p. 145-165. 財團法人徐氏基金會
10. 葉庭璋 1996 菊花電照光源最適配置與控制之研究 國立中興大學農業機械工程學系碩士論文 91pp.
11. 盧世祥 2001 補光光源控制系統之研究 國立中興大學農業機械工程學系碩士論文 pp. 131.
12. 盧喜瑞 譯 1998 最新物理手冊 p. 365-377. 財團法人徐氏基金會
13. 船越桂市 1989 開花調節技術 船越桂市編 切 花栽培 新技術 (上) p. 28-50 誠文堂新光社 東京
14. Accati-Garibaldi, E., A. M. Kofranek, and R. M. Sachs, 1977 Relative efficiency of fluorescent and incandescent lamps in inhibition flower

- induction in *Chrysanthemum morifolium* 'Albaltross' Acta Hort. 68:51-56.
15. Borthwick, H. A., and H. M. Cathey, 1962. Role of phytochrome in control of flowering of chrysanthemum. Bot. Gaz. 123:155-162.
 16. Cathey H. M., and H. A. Borthwick, 1961 Cyclic lighting for controlling flowering of chrysanthemum. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 78:545-552.
 17. Cathey, H. M., and H. A. Borthwick, 1970 Photoreactions controlling flowering of *Chrysanthemum morifolium* (Ramat. and Hemfl.) illuminated with fluorescent lamps. Plant Physio. 45:235-239.
 18. Cathey, H. M., and L. E. Campbell, 1975 Effectiveness of five vision-lighting sources on photo-regulation of 22 species of ornamental plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:65-71.
 19. Ikeda, K., 1985. Photoperiodic flower induction in rice plant as influenced by light intensity and quality. JARQ 18:164-170.
 20. Kadman-Zahavi, A., and H. Yahel, 1971. Phytochrome effects in night-break illuminations on flowering of *Chrysanthemum*. Physiol. Plant. 25:90-93.
 21. Kofranek, A. M., and M. Robinson, 1973 Tables for calculating desired light flux densiotys for horticultural crops. Scientia Hort. 1:263-269.
 22. Larson, R. A. 1992 Cut chrysanthemum. p.1-42. In: Introduction to Floriculture (2nd ed). Academic Press, San Diego, California.
 23. Machin, B., and N. Scopes. 1978. Chrysanthemums Year-Round Growing. 233pp. Brandford Press, Poole, Dorset, Illinois. US.
 24. Sachs, R. M., A. M. Kofranek, and J. Kubota. 1980 Radiant energy

- required for the night-break inhibition of floral initiation is a function of daytime light input in chrysanthemum. HortSci 15:609-610.
25. Seeley, J. G., and A. H. Weise, 1965 Photoperiodic response of garden and greenhouse chrysanthemum. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87:464-471.
 26. Vince-Prue, D. 1975 The response to light. p.70-130. In: Photoperiodism in Plants. McGraw-Hill Book, Maidenhead, Berkshire, England.

附註

註釋:度量單位說明

長度: m: 公尺, cm: 公分

光通量: Lumen: 流明

照度: Lux: 勒克斯 = 流明/平方公尺

時間: min: 分鐘, hr: 小時

光量: Lux · min: 勒克斯 X 分鐘

電壓: V: 伏特

電功: W: 瓦特

電量: KW · hr: 千瓦小時

書名：菊花電照省電技術
(臺中區農業改良場特刊第 56 號)
出版機關：行政院農業委員會臺中區農業改良場
地址：彰化縣大村鄉田洋村松槐路 370 號
網址：<http://www.tdais.gov.tw>
電話：04-8523101~7
編著：許謙信
承印者：
出版年月：91 年 12 月 初版
定價：200 元
展售處：行政院農業委員會臺中區農業改良場
展售書局：
1 三民書局/台北市重慶南路一段 61 號 (02)23617511
2 五南文化廣場/台中市中山路 2 號 (04)22260330
3 新進圖書廣場/彰化市光復路 177 號 (04)7253792
4 青年書局/高雄市青年一路 14 號 (07)3324910
5 國家書坊臺視總店/台北市八德路三段 10 號台視網路事業處
(04)2578-1515 轉 643

GPN:

ISBN:

Taichung District Agricultural Improvement Station
370, Songhwai Road, Tienyang, village, Tatsuen Hsiang,
Changhua, Taiwan, Republic of China
Tel : (04)8523101~8523107

June 2002

GPN :

定價：新台幣 200 元