

玻璃日光輻射熱取得率之 評估研究

內政部建築研究所協同研究報告

0 9 2 - M o i s 9 2 1 0 2 1

玻璃日光輻射熱取得率之 評估研究

受委託者：國立成功大學機械研究所

研究主持人：蕭所長江碧

協同主持人：陳教授寒濤

研 究 員：劉國基

研究助理：陳述文、許芳銘

內政部建築研究所協同研究報告
中華民國九十二年十二月

中文摘要

關鍵詞：綠色建築、玻璃、日光輻射熱取得率、遮蔽係數

一、研究緣起

本計畫仍利用九十年度之研究計畫「建築外殼性能檢測分析研究(二)」所建造之「日光輻射熱取得率檢測實驗室」來量測及分析各種不同型式之玻璃日光輻射熱取得率，進而建立玻璃建材隔熱性能之檢測標準的試驗方法及程序，並研訂其國家標準草案和規劃其隔熱性能檢測機制之方案。

除此之外，尚包括下列的研究內容：

- (1) 彙整比較各國玻璃建材之相關隔熱性能的研究成果。
- (2) 各國玻璃建材之省能管制基準與檢証體系之應用分析。
- (3) 探討玻璃建材之形式與基本性質與建築工程應用的相關性。
- (4) 以小試體之檢測標準的試驗方法，進行建築玻璃建材之檢測採樣分析。
- (5) 實測結果及相關評估策略提擬。
- (6) 發展預測玻璃之總熱傳係數的方法。

二、研究方法及過程

本研究以國內常用的建築玻璃建材為檢測試件，尺寸為 10 公分(長)×10 公分(寬)，厚度不宜超過 2 公分。利用紫外光/可見光/近紅外光分光光譜儀和紅外線光譜儀進行檢測與結果的分析，並和國際上較具有公信力之實驗結果相比較，以期本國的檢測能力能達到國際水準。其研究過程如下所述：

1. 量測系統之相關儀器的規劃及配置。
2. 實驗量測系統之建立。
3. 測試程序之模擬及建立。
4. 分析及計算程序之建立。
5. 操作手冊之編寫及教育訓練。
6. 標準試驗方法之研擬及規劃檢測機制。

三、重要發現

國內目前尚無較具公信力之實驗室可以提供玻璃建材光性能和熱性能的檢測，導致玻璃建材廠商所須之玻璃光學性能和熱性能數據都要送到國外進行檢測。所以建立一套國內檢測標準及國家級之檢測實驗室是有其必要性，藉以提升國內玻璃建材之省能效益，朝向綠建築的目標前進。

四、主要建議事項

為求玻璃建材之檢測結果的準確性和公信力，對於檢測儀器的保養與修護要時常注意，檢測時儀器的校正和操作程序的先後順序都要確實做到，以確定檢測結果的穩定性和準確性。

ABSTRACT

Keywords: Green Building, Solar Heat Gain Coefficient, Over All Heat Transfer Coefficient, Glass

This project will apply the experimented facility of the Solar Heat Gain Coefficient (SHGC) that was set up in the project 「A Testing and Analyzing of Building Envelope (), 2001/02 ~ 2001/12」 to measure and analyze the SHGC and the over all heat transfer coefficient of various glasses. The standard test method and measuring processes of these thermal physical properties for the construction material of the glassy category can be established from the present project. Further, its national standard draft can be carefully examined. Other research contents are as follows:

1. Collect and compare the research results of other countries for the construction materials of the glassy category.
2. Practical analysis of the control standard and inspection system for the energy saving of the construction materials of the glassy category made in various nations.
3. Investigate the relation between the model and basic property of the glassy construction material and the application of the architecture engineering.
4. Perform the analysis of the selective sample for the construction material of the glassy category using the inspection method of the small test material.
5. Propose the result of the read test and the strategy of the relative appraisement.
6. Develop the native measurement software of the overall heat transfer coefficient for the construction materials of the glassy category.

目 錄

中文摘要.....	
英文摘要.....	
目錄.....	
附件.....	
表目錄.....	
圖目錄.....	
第一章 緒論	
第一節 研究動機與目的	1
第二節 研究方法與流程	2
第三節 研究範圍與方向	2
第二章 玻璃日光輻射熱取得率標準作業程序	
第一節 玻璃日光輻射熱取的率之實驗室儀器規格及說明.....	4
第二節 玻璃試件量測前之準備工作	8
第三節 玻璃透射率和反射率量測之儀器設備及操作流程.....	9
第四節 玻璃半球輻射率量測之儀器設備及操作流程.....	14
第三章 研究結果	
第一節 輻射與光波的特性.....	18
第二節 太陽之輻射光的特性.....	19
第三節 玻璃日光輻射熱取得率之基本理論	19
第四節 玻璃光性能和熱性能之計算	22
第五節 實驗結果與討論	25
第六節 光性能與熱性能量測結果表格.....	28
第四章 結論與建議	

參考文獻.....	37
附件	
附件一、玻璃實驗試件一覽表.....	38
附件二、各種玻璃之光性能分佈圖.....	39
附件三、中國國家標準 CNS12381-R3161 和中華人民共和國國家標準 GB/T 2680-94 參考附表.....	55
附件四、期中諮詢會議委員意見回應表.....	59
附件五、期末諮詢會議委員意見回應表.....	61

表 目 錄

表 1	輻射光譜之波長範圍.....	19
表 2	夏季與冬季 hr 和 hc 值.....	24
表 3	遮蔽係數檢測計算值比較表.....	25
表 4	單片明板玻璃之光性能量測結果.....	28
表 5	單片低輻射(Low-E)玻璃之光性能量測結果.....	29
表 6	單片反射玻璃之光性能量測結果.....	30
表 7	明板膠合玻璃之光性能量測結果.....	30
表 8	明板低輻射(Low-E)膠合玻璃之光性能量測結果.....	31
表 9	單片明板玻璃之熱性能量測結果.....	32
表 10	單片低輻射(Low-E)玻璃之熱性能量測結果.....	33
表 11	單片反射玻璃之熱性能之量測結果.....	34
表 12	明板膠合玻璃之熱性能量測結果.....	34
表 13	低輻射(Low-E)膠合玻璃之熱性能量測結果.....	35

圖 目 錄

圖 1	玻璃光性能和熱性能資料庫建立流程圖.....	3
圖 2	量測反射率試件之擺放位置.....	13
圖 3	量測透射率試件之擺放位置.....	13
圖 4	量測半球輻射率試件之擺放位置.....	16
圖 5	太陽光通過大氣層後之輻射光波能量密度分佈圖.....	18
圖 6	照射玻璃的 3 種光源型式.....	20
圖 7	日光輻射熱取得率(SHGC)之一例.....	20
圖 8	不同光域玻璃之透射率分佈圖.....	21

附圖 1	明板粉紅玻璃紫外線之光性能分佈圖.....	40
附圖 2	明板粉紅玻璃可見光之光性能分佈圖.....	41
附圖 3	明板粉紅玻璃太陽熱能之光性能分佈圖.....	42
附圖 4	明板玻璃紫外線之光性能分佈圖.....	43
附圖 5	明板玻璃可見光之光性能分佈圖.....	44
附圖 6	明板玻璃太陽熱能之光性能分佈圖.....	45
附圖 7	低輻射玻璃紫外線之光性能分佈圖.....	46
附圖 8	低輻射玻璃可見光之光性能分佈圖.....	47
附圖 9	低輻射玻璃太陽熱能之光性能分佈圖.....	48
附圖 10	膠合清玻璃紫外線之光性能分佈圖.....	49
附圖 11	膠合清玻璃可見光之光性能分佈圖.....	50
附圖 12	膠合清玻璃太陽熱能之光性能分佈圖.....	51
附圖 13	膠合低輻射玻璃紫外線之光性能分佈圖.....	52
附圖 14	膠合低輻射玻璃可見光之光性能分佈圖.....	53
附圖 15	膠合低輻射玻璃太陽熱能之光性能分佈圖.....	54

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

近年來，地球環境遭受到嚴重的破壞，已造成全球溫暖化、南北極冰層融化、海平面升高、土地沙漠化及氣候異常等現象，世界各國為了挽救地球環境的危機，展開全面性的地球環保運動。因此，本國於 1996 年成立行政院國家永續發展委員會。經建會並將「綠建築」納入「城鄉永續發展政策」之執行重點，內政部營建署也透過「營建白皮書」正式宣示將全面推動綠建築政策。建築節約能源早已於 1995 年正式納入建築技術規則，並正循法制作業程序，將現行法規管制之辦公大樓、百貨及旅館等三類建築物加以修正，並期望往後能將之擴大至醫院、住宿類及其它類別建築物。由於透光性及美觀的需求，玻璃已大量地被運用在建築物上。所以，一般建築物皆選用具有較高吸收率與再輻射之功能的玻璃建材，以減少輻射熱的穿透玻璃而進入室內，以及達到節省能源的目的。

對於位處亞熱帶的台灣來說，玻璃建材大量地被運用在建築物上，可能會導致大量的輻射熱量經由玻璃而傳入室內，無形之中增加了室內空調的負載，也造成了能源的消耗。所以具有節能效果的玻璃便因應而生，可是對於玻璃之日光輻射熱取得率部分，國內尚缺乏一專責之國家級研究實驗室，可提供國產玻璃材料進行性能量測及驗證，並進行節能玻璃新技術開發，特別是在現有建築物中，玻璃窗等建築物開窗率之熱取得率佔建築物之能源耗損變動量達 56.2%，比重極高，所以建立本土玻璃建材日光輻射熱取得率資料庫已成為當務之急。因此本研究將使用九十年度「建築外殼性能檢測分析研究(二)」所建置之玻璃日光輻射熱取得率量測實驗設備進行一系列的檢測，以逐步建立本土玻璃建材日光輻射熱取得率資料庫，以提升國內建築的節能效益。

第二節 研究方法與流程

目前本研究室所求得之玻璃建材光性能和熱性能檢測數據頗具有精確性，但仍持續進行相關資訊的蒐集，以期能求得更精準的數據，並能和國際的檢測數據相比較。俟相關資訊蒐集完成後，再訂定玻璃試件之標準規格。本研究以紫外光/可見光/近紅外光分光光譜儀來量測玻璃之日光輻射透射率和反射率及以紅外線光譜儀來量測玻璃之表面輻射率，進而求得玻璃試件之日光輻射熱取得率及遮蔽係數。研究流程如圖 1 所示，實驗量測結果將和國內外上較具公信力之實驗結果相比較，以期本國的檢測結果能達到國際的水準。玻璃建材之熱貫流率 (Coefficient of thermal transmission) 檢測數據或許可藉由國立成功大學機械工程學系之小型熱箱儀求得。

第三節 研究範圍與方向

由於儀器設備的限制，本實驗可檢測之玻璃建材試件的尺寸不宜超過 100(W)x100(H)x20(D)mm 以上。因玻璃建材的種類相當多，故量測其光學性質和熱性質的方法可能也會隨著其幾何形狀的不同而有所改變。目前僅就國內較常用的玻璃建材進行檢測分析，以期能建立國內常用之玻璃建材之光學性能和熱性能的檢測標準。為了欲使本實驗檢測的項目增加，目前量測儀器已經裝置活動式夾具，未來可檢測較厚的玻璃建材的光學性質。

近年來玻璃建材大量地被運用在建築物上，但是隨著政府宣示全面推動綠建築政策，國內建築節能技術研究正致力於建立各種建材之材料性質資料庫，可是對於玻璃之日光輻射熱取得率部分，國內尚缺乏一專責之國家級研究實驗室，可提供國產玻璃材料進行性能量測及驗證，並進行節能玻璃新技術開發。因此本計畫將使用九十年度「建築外殼性能檢測分析研究(二)」所建置之玻璃日光輻射熱取得率量測實驗設備進行一系列的檢測，就國內常用的玻璃建材進行檢測及分析，未來隨著實驗數據的累積，將可逐步完成玻璃日光輻射熱取得率資料庫的建立，以提供國內建築業者作為選用玻璃建材的參考，對建築節能將會有相當的貢獻。

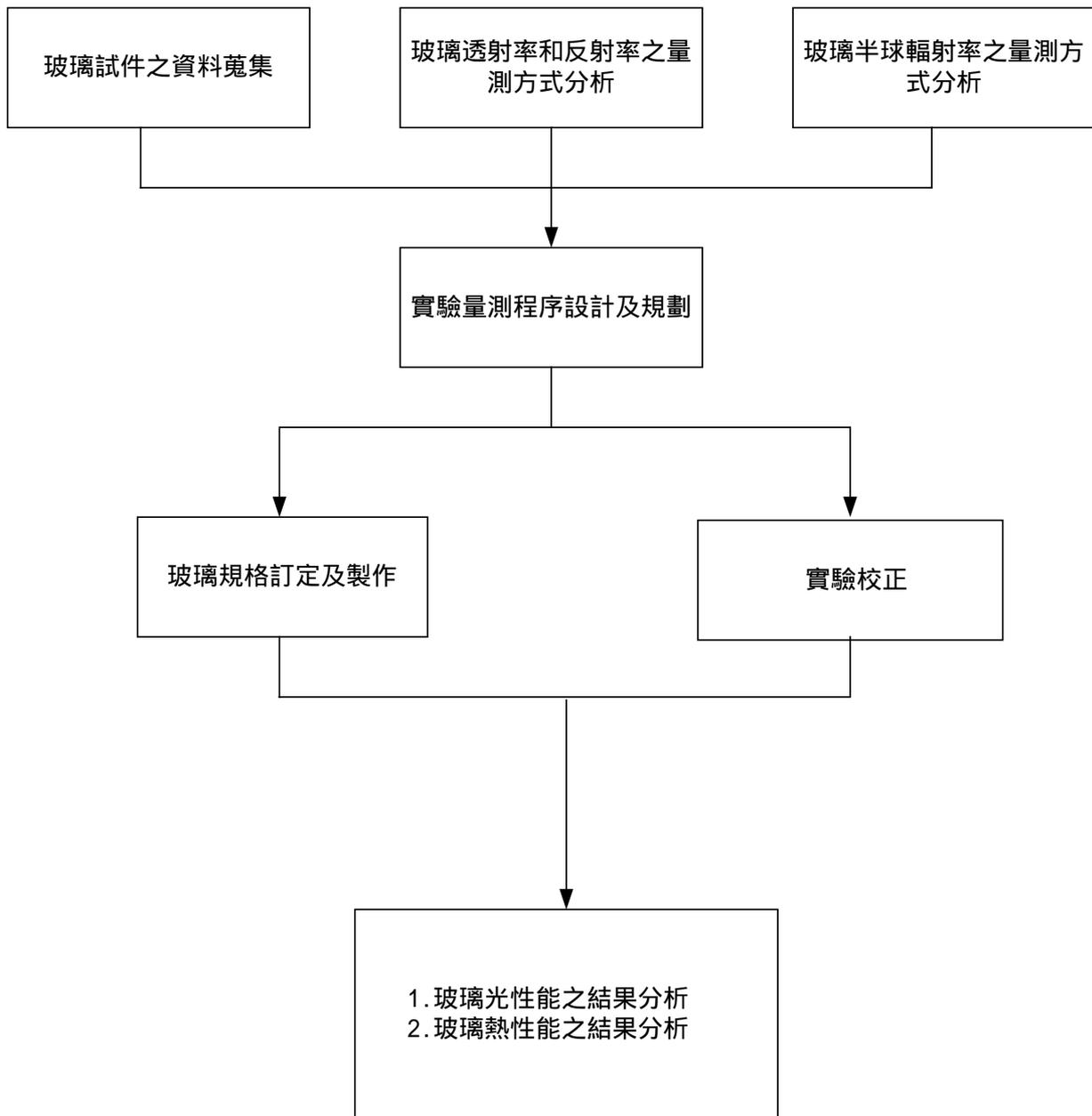


圖 1 玻璃光性能和熱性能資料庫建立流程圖

第二章 玻璃日光輻射熱取得率標準作業程序

第一節 玻璃日光輻射

玻璃光性能和熱性能資料庫建立

室儀器規格及說明

關於建築物所使用之玻璃，其日光輻射熱取得率量測系統之設計與規劃乃依據中國國家標準 CNS12381-R3161 “平板玻璃透射率、反射率及日光輻射熱取得率試驗法” 做為主要之參考。所需量測之儀器包括：(一)紫外光/可見光/近紅外光分光譜儀儀器。(二)玻璃表面之輻射率量測儀器(或稱為紅外線光譜儀)。相

關之儀器規格及說明如下：

(一) 紫外光/可見光/近紅外光分光光譜儀儀器規格：

1. 量測波長範圍：240~2600 nm。雙光束，雙 monochromator 和雙 grating 設計。

註 1：參考 CNS12381-R3161 規範日光(太陽輻射)量測波長範圍 340 ~ 1800nm。因考慮日光之特性，儀器量測波長範圍定為 24~2600nm。雙 monochromator 及雙 grating 設計可提供高解析度及高準確度的光譜圖。

2. 檢知器(Detector)：近紅外光線域 Pbs 須具備冷卻功能之裝置，紫外光和可見光域則採用直徑 150mm 積分內附光電倍增管。

註 2：Pbs(檢知器)對溫度變化具有高敏感性，故維持 Pbs 溫度穩定對量測之準確度具有一定之影響。因此 Pbs 須具備冷卻功能之裝置；積分球內附光電倍增管具有累積功能，對量測者具有便利性。

3. 用試件測試切換檢知器時，光譜之不連續性落差不可高於 1.0%T，檢知器具有可隨波長自動切換及手動校正功能。

註 3：日光透射率/反射率之測量波長範圍含蓋近紅外域至可見光域。Detector 須由 Pbs 切換至 PMT，但兩檢知器對信號之接收感度試件測試有差異，故於此切換點會造成光譜之不連續性落差，且此光譜落差會隨光譜儀光學元件日益老化而更嚴重，故補正功能至為重要。

4. 試件室可測試件最大可達 150(W)×150(H)×100(D)mm 以上。

註 4：具有較大之彈性(樣品越大，邊界影響越小)

5. 狹縫寬度：

- a. 紫外可見光區：可選擇系統自動控制及 10 nm 以下之設定固定寬度，可解析 ± 0.3 nm。

- b. 近紅外光區：可選擇系統自動控制及 50 nm 以下之設定固定寬度。

註 5：狹縫寬度 10 nm 以下為儀器量測精密度之要求。

6. 波長正確性：

- a. 紫外可見光區： ± 0.2 nm
- b. 近紅外光區： ± 1.0 nm
- c. 光譜儀具備波長校正功能

註 6：光源量測之波長具有精確之控制能力。

7. 波長再現性：

- a. 紫外可見光區： ± 0.1 nm
- b. 近紅外光區： ± 0.5 nm

註 7：光源量測之波長具有穩定之控制能力。

8. 光源：

- a. 紫外可見光區
- b. 可見光/近紅外光區(須附有備品一件)。
- c. 光源波長可自動切換功能

9. 測光種類：包括透射率(%T)、反射率(%R)和吸光率(Abs)

註 9：玻璃日光輻射熱取得率量測基本要求。

10. 測光值範圍：

- a. 吸收係數：0 到 5.0 Abs。
- b. 透射率/反射率：0 到 99.9。
- c. 測光值正確性： $\pm 1\%$ 以內。
- d. 測光值再現性： $\pm 0.5\%$ 以內。

註 10：考量儀器之量測範圍及精準度要求。

11. 基線自動校正須 2 Channels 以上，並同時做 0 %及 100 %歸零。基線平整度(Baseline Flatness) $< \pm 0.008$ Abs。

註 11：基線自動校正時使用，2 Channels 以上是考量儀器之量測之便利性要求；基線平整度： $< \pm 0.008$ Abs 考量儀器之精準度要求。

12.基線穩定度：在 0.0005 Abs/hr 以內。

註 12：考量儀器之精準度要求。

13.必須具備與試件面之法線成小於 15° 之反射附件

註 13：CNS12381-R3161Q 規範 $< 15^\circ$

14.軟體部分除標準配備架構於 Windows 98 / NT 之光譜分析軟體，且軟體內容包括有：

(1) 玻璃可見光透射率(反射率)測量程式。

(2) 玻璃日光透射率(反射率)測量程式。

(3) 總和計算程式。

(4) 薄厚計算程式。

(5) 符合 CIE 規範，適用於各種玻璃材料之研究分析。

15.玻璃切割器一組(可切割厚度 10 mm 之平板玻璃)。

16.儀器只適用於 Windows 98 以上之版本。

(二) 玻璃表面之輻射率量測儀器規格：

1. 解析度優於或等於 0.5 cm^{-1} (standard)。S/N 比值大於或等於 24000 : 1
(1 分鐘測量，peak to peak)。

註 1：考量儀器之精準度要求。

2. 使用之分光光度計波長範圍：能夠測定之波長範圍為 $2.5\sim 25\mu\text{m}$ 。

註 2：參考 CNS12381-R3161 規範波長範圍為 $2.5\sim 25\mu\text{m}$ (ASTME1585 規範波長範圍為 $2.5\sim 25\mu\text{m}$)。

3. 儀器須配備有清淨設備，可避免水氣及二氧化碳的影響。

註 3：參考 ASTME 1585-93 規範。

4. 定之波長間隔在 $0.5 \mu\text{m}$ 以下，有效波長寬度在 $0.1 \mu\text{m}$ 以下，可測定正反射線束。

註 4：參考 CNS12381-R3161 規範。

5. 測光刻度：測光方式是以從基準物之反射線束與其比較測定之。測光準確度為測定範圍之最大刻度的 1% 以內，再現之精密度為 0.5% 以內。

註 5：符合 CNS12381-R3161 規範要求(測光準確度為測定範圍之最大刻度的 2% 以內，再現之精密度為 1% 以內)，同時考量儀器之精密度訂定。

6. 波長刻度：分光光度計之波長刻度偏差，距分光光度計之透射波長帶最大強度波長 0.2 μm 以內。

註 6：參考 CNS12381-R3161 規範。

7. 分光反射率之測定：紅外線波長區域之熱輻射線束，按照與樣品面之法線成角度應小於 10° 之入射角照射。

註 7：參考 ASTM E 1585-93 規範 $< 10^\circ$ (CNS12381-3161 規範 $< 15^\circ$)。

8. 自動波長精準系統：可確認儀器波長的再現性。

註 8：考量儀器之精密度需求。

9. 附有基準反射物，其分光反射率至少為 0.98，且應有認證文件。

註 9：參考 CNS12381-R3161 規範分光反射率至少為 0.98。ASTM E 1585 建議用表面鍍有 SiO ， SiO_2 ， Al_2O_3 或其它不具有干擾物質之鋁、銅、金及銀鏡(波長 10 μm 時反射率 > 0.985)。

10. 軟體部份除標準配備架構於 Windows 95 / 98 之光譜分析軟體，且

軟體內容包括有：

- (1) 玻璃半球輻射率測量程式。
- (2) 符合 CNS 規範之總和計算程式。

註 10：軟體部份有標準配備架構之 Windows 95 / 98 光譜分析軟體，

讓操作者具有快速量測計算之功能。

11. 軟體不可裝置於 Windows NT。

第二節 玻璃試件量測前之準備工作

(1) 準備工作

試件尺寸：

1. 紫外光/可見光/紅外光分光光譜儀樣品室可以容納玻璃試件的最大尺寸為 15 x 15 cm, 厚度 10 cm。但為求實驗精確, 仍建議使用 10 x 10 cm, 厚度不超過 2 cm 之玻璃試件。但目前儀器已裝置活動式夾具, 故可量測較厚的玻璃試件。
2. 紅外線光譜儀, 所使用的玻璃試件尺寸須完全配合樣品槽尺寸, 其大小為 5x2 cm, 厚度不宜過厚。

試件之清潔：

1. 試件在進行測試之前須進行清潔之動作, 可以先以純酒精加以清潔, 而後再用純水加以沖洗乾淨, 並加以烘乾。
2. 試件再拿取時須留意不要讓測試區部位沾上指紋。

(2) 實驗室環境

為避免空氣中之水蒸氣影響實驗之準確性, 在實驗過程中, 函基線校正期間, 實驗室應保持固定之溫度與溼度。

第三節 玻璃透射率和反射率量測之儀器設備及操作流程

量測透射率與反射率所使用的儀器設備及操作流程如下所述：

(1) 儀器設備

使用 LUMDA 900 型分光光譜儀

儀器開啟與關機：

1. 在您進行實驗以前，請先開機暖燈二十至三十分鐘，以使燈源更穩定。
2. 若要讓儀器達到絕對穩定，則需要暖燈兩個小時以上。
3. 當您操作儀器時，請先確認儀器不是在運動狀態，再進行下一步驟的操作。

<1> 開機

1. 檢查試件放置區內是否有雜物擋住光徑，若有任何雜物存在，則必須將之移開，否則會影響儀器的自我校正，因而造成開機不正常。
2. 打開儀器電源(開關位置在儀器上面，靠近右後方位置)。
3. 打開電腦電源，進入 Windows 畫面(以 win98 為例)。
4. 進入 UV WinLab 儀器控制軟體。
5. 等待儀器自我測試及自我校正動作完成後，即可開始操作。

注意：在 Windows 的環境中，有些電腦在開機時，會自動抓取 COMA 埠的裝置，並誤判為滑鼠，這時候必須先開啟電腦，然後才開啟儀器，接著才開啟控制軟體 UV WinLab。

<2> 關機

1. 確認儀器所有的量測動作皆已停止。
2. 結束 UV WinLab 軟體及 Windows 作業環境。
3. 關閉電腦電源。
4. 由試件放置區中將測試玻璃試件取出。
5. 關閉儀器電源。

要控制儀器 Lambda 800/900 必須透過 UV WinLab 操作軟體來進行。這是一套運作在 Windows 環境下的軟體。此套軟體適用於 Windows3.1、Windows95、Windows98 系統，不過不適用 Win2000 是其缺點。

<3> 啟動及結束 UV WinLab 軟體

以 Win98 為例，用滑鼠選取 [開始] [程式集] [PerkinElmer Applications] [Lambda 900]，即可啟動 UV WinLab 軟體。

(2) Method 的設定與執行

在 UV WinLab 軟體中，您可以將不同的量測條件儲存成不同名字的 Method，但同一時間只能有一個 Method 在執行。

(3) Scan(圖譜掃描)參數說明

圖譜掃描的量測，須指定掃描的範圍，以儀器的特性來說，其掃描的方式是由最大波長掃描到小波長(nm)。

<1> Scan.頁

1. Abscissa mode：直接由滑鼠選擇橫軸座標單位。
2. Abscissa start：輸入掃描範圍的起始波長。(1800)
3. Abscissa end：輸入掃描範圍的結束波長。(340)
4. Number of cycles：設定每一個試件需要重覆測量幾次。
5. Cycle time：設定每一個 Cycle 的間隔時間。此項目必須在 Number of cycles 之項目的數值大於一小時之情形下才會出現。

<2> Inst.頁

Inst.頁主要是針對儀器內部的各項配備進行設定，包含基本配備及選項配備部分。

<3> Inst.掃描條件設定

1. Ordinate Mode：選擇縱軸座標單位。
2. Baseline Filename：輸入儲存基線的檔案名稱。
3. Include 0 %：設定基線掃描是否包含 0 %。
4. Data Interval：輸入資料點的取樣間隔。(10)
5. Standard Mode：選擇此項，則掃描內容是以標準格式來輸入。
6. Expert Mode：選擇此項，則掃描內容是以專家格式來輸入。
7. UV / VIS (紫外光/可見光)部份。
8. Integration Time (sec)：輸入每一點的積分時間。

9. Scan Speed (nm/min) : 顯示設定的掃描速度，此欄位無法直接輸入，而是由積分時間與取樣間隔計算而來。
10. Slit Mode : 在正常條件下，由軟體自行設定。
11. Slit (nm) : 設定狹縫寬度。
12. Gain : 在正常條件下，由軟體自行設定。
13. NIR (近紅外光)部份。
14. Integration Time(sec) : 輸入每一點的積分時間。
15. Scan Speed (nm/min) : 顯示設定的掃描速度，此欄位無法直接輸入，而是由積分時間與取樣間隔計算而來。
16. Slit Mode : 在正常條件下，由軟體自行設定。
17. Slit (nm) : 在正常條件下，由軟體自行設定。
18. Gain : 設定信號放大倍數。

<4> Inst. 光學系統設定

Lamps 燈源選擇及設定 :

1. 設定燈源時，請按下[Lamps]按鈕，隨即會出現讓使用者選擇及設定燈源的使用條件。
2. Lamp change : 設定燈源的換位置，從 300 nm 到 350 nm，使用者可以自行設定燈源的切換位置，在設定波長以下是使用 UV 紫外燈，在設定波長以上是使用 VIS 可見光燈。其內定值為 319.2nm。
3. Lamp VIS : 設定可見光燈是打開。
4. Lamp UV : 設定紫外光燈是否打開。
5. 設定完成後，按下[OK]確認輸入資料，或按下[Cancel]取消設定。
6. 注意：紫外光(UV)或可見光(VIS)不須使用時要設定為 OFF 狀態。

Monochromator 光柵設定 :

1. 在 Lambda 900 的設定中，有兩組光柵可以使用，第一組是用在 UV/

VIS(紫外光/可見光)範圍，另一組則是在用在 NIR(近紅外光)範圍。

2. Grating change：設定光柵的切換波長。使用者可以自行設定 700nm 到 900nm 內的任何一點為切換位置。其內定值為 860.8nm。
3. 設定完成後，按下[OK]確認輸入資料，或按下[Cancel]取消設定。

Beam 選擇試件擺放位置：

Lambda 800 / 900 的光徑，可以讓使用者自行決定，靠近外側放置試件，或是靠近內側放置試件。

Detectors 偵測器設定：

1. 偵測器部份與光柵部份類似，提供兩組偵測器用於 UV/VIS 部份及 NIR 部份。Detector change：設定 Detector 的的切換波長。在切換波長以下是使用 PMT Detector，而在切換波長以上則是使用 PbS Detector。其切換位置的內定值為 860.8nm。
2. 設定完成後，按下[OK]確認輸入資料，或按下[Cancel]取消設定。

(4) Sample 頁

1. 這一頁是設定量測後的儲存檔名。
2. Result Filename：設定文字資料的儲存檔名。
3. Calculation factor：選擇試件的計算方式。隨著選擇的不同，會在下方出現不同的欄位，用以換算回原始數據。
4. Number of samples：共有幾個試件的計算方式。當測試的試件不只一個時，軟體會提示使用者放入相對應的樣品，再開始進行量測。
5. NO.欄：顯示待測試件的列號，其列數會配合 Number of samples 增減。
6. Sample 欄：圖譜的儲存檔名。
7. Factor 欄：換算參數。
8. Sample Info 欄：可以輸入有關試件的說明。
9. Fill down 按鈕：當使用者選取一整行的欄位時，按下此鈕，可以使用

第一列的資料，填入以下各列的欄位中，以節省輸入時間。

(5) 執行圖譜掃描

以滑鼠按下[Start]按鈕，開始進行量測。

(6) 試件的安裝

為求出玻璃各波長範圍的透射率與反射率，同一試件須作分光透射率與分光反射率量測，其試件安裝方法分別如圖 2 和圖 3 所示：



圖 2 量測反射率試件之擺放位置



圖 3 量測透射率試件之擺放位置

(7) 透射率與反射率之計算

透射率與反射率之計算可以下列兩種方法加以計算：

1. [CNS12381-透射率與反射率]中之公式，將經由分光光譜儀所量測到的各波長之光譜數據後，代入各波長之透射率和反射率的積分公式，即可求得不同波長範圍的透射率和反射率。
2. 利用 UV WinLab 項下之 DATA Handling 內之 Architectural Glass 方法裡的 ASTM-891 或 ISO-9050 等方法加以計算，並求出結果。

(8) 注意事項

1. 儀器上方應避免放置液態物品，以避免不甚打翻而流入儀器內部，進而造成光學系統污染或電路短路等情形。
2. 試件量測完成後應立刻取出，不應留置於儀器中。

3. 光譜儀為電子儀器設備，在儀器上方靠近後面的位置有一排散熱孔，應注意不要被任何雜物擋住，以避免散熱不良造成儀器過熱。
4. 儀器關機後到下一次開機前，應間隔三十秒以上，以避免造成電源供應器損壞。
5. 關閉儀器電源前必須確認儀器已經完全停止動作。
6. 不要以肉眼去看 UV 燈，因為 UV 燈的紫外線強度非常高，若長時間照射會對眼睛造成傷害。
7. 更換燈源時應注意高溫，以免造成燙傷。
8. 積分球與其白片為鐵弗製品，僅可以高壓空氣加以清潔，不可以任何接觸方式清潔。

第四節 玻璃半球輻射率量測之儀器設備及操作流程

量測半球輻射率所使用的儀器設備及操作流程如下所述：

(1) 儀器設備

使用傅利葉轉換遠紅外線光譜儀(FT-IR)。

(2) 儀器開啟與關機

1. 本儀器無須關機，一但打開即持續待機。
2. 如果將儀器關機過一段時間後，建議在實驗之前須充填氮氣。
4. 進入開始工具列 設定 控制台 網路 點選 TCP/IP 選項 點選內容 點選 IP 位址標籤 點取自設 IP 確認 IP 位址為 167.116.185.70，子網路遮罩為 255.255.0.0。
4. 本儀器使用網路線為傳輸線。
5. 進入桌面 點選[Spectrum] 進入[Login]視窗 在[Instrument] 中選取[Spectrum one]選項 出現是否要進行背景掃描對話框

[Cancel]。

(3) 背景光譜掃描

背景光譜掃描之使用時機為：

1. 更換配件時。
2. 改變 Scan 次數。
3. 改變 Scan 範圍。
4. 啟動 Spectrum 程式。
5. 室內環境狀況改變時。

掃描步驟如下：

1. 將全反射標準件置入試件區內，全反射面(金色)朝下。

2. Sample 頁

點選主表單上之 Instrument 下拉選項 選取 Scan 點選 Sample 頁 在 name 中輸入背景光譜之名稱(支援長檔名)。

3. Scan 頁

<1> Range 設定：

Start : 4000 cm^{-1} End : 400 cm^{-1}

<2> Option 設定：

[Scan Type] : 選取 Background。

[Unit] : 自動變更為 EGY。

<3> Duration 選項：

點選[Scan Number] 一般設定為 8 或 16。

注意：當 scan number 越高表示光譜會越穩定。點選[Apply] 出現[Scan]後，再按下 Scan 即可進行背景光譜掃描。

(4) 試件的安裝

為求出玻璃的半球輻射率，同一試件須作正、反兩面分光反射率量測，其試件安裝方法分別如圖 4 所示：



圖 4 量測半球輻射率試件之擺放位置

(5) 試件光譜存檔

1. 點選主表單上之[Process]下拉選項 選取[Convert X] 點選[μm]之單位 更改。
2. 點選原來之光譜 按下[Delet] 點選新轉換之光譜 按下工具列上之[Auto Scal X] 按下工具列上之[Auto Scal Y]，如此便可以看到新轉換之圖形。
3. 點選主工具列之File Save as 選取存檔類型為 ASCII，並輸入存檔檔名 按下確定。

(6) 半球輻射率之計算

1. 利用[CNS12381-半球輻射率]中之公式，將經由傅利葉轉換紅外線光譜儀量測各波長範圍之正、反兩面的分光反射率，代入半球輻射率之積分公式，即可求得垂直輻射率。
2. 依據表面鍍膜的形式，選擇適合的係數值乘之。
3. 求得玻璃室內側和室外側之半球輻射率。

(7) 注意事項

1. 乾燥劑在訊息出現時，應更換乾燥劑，更換方法請詳見操作手冊。
2. 如果將儀器關機一段時間後，建議在實驗之前須充填氮氣。
3. 充填氮氣時應該注意通風情形，人員應避免於室內以防止人員產生窒息之危險。
4. 環境狀況需要穩定維持。
5. 試件應該乾淨與乾燥，以防止影響實驗結果。

第三章 研究結果

第一節 輻射與光波的特性

任何物體皆會因本身含有某種程度之能量，以致其會以各種形式向外發散熱

能(相對地它也會吸收熱能), 其中之一即是所謂輻射能或光能。光能的型態是以光波在不同波長及其強度分布稱之。隨著此物體之溫度高低所散發出之光波域(輻射能量)的強度亦不相同, 而理想之黑體(Block body)溫度與其散發出之光波波域及能量分佈有其一定之關係, 溫度高者其所散發出之高能量輻射光波會比溫度低者小, 例如表面溫度為 2000K 所散發之輻射光波波長最小為 $0.2\mu\text{m}$, 而其單位波長之能量($\text{W} / \text{m}^2\mu\text{m}$)最大值落於波長為 $1\sim 2\mu\text{m}$ 之間, 相對於表面溫度為 300K 所散發之輻射光波波長最小為 $2\mu\text{m}$, 而其單位波長之能量最大值落於波長為 $7\sim 9\mu\text{m}$ 之間。故光波波長越大, 其對應之光波能量越小。因此由物體所發出之光波分布亦可估算出此物體之溫度。以太陽直射為例, 從日光之光波波域及能量分佈可以估算出太陽表面的溫度約為 5800K。

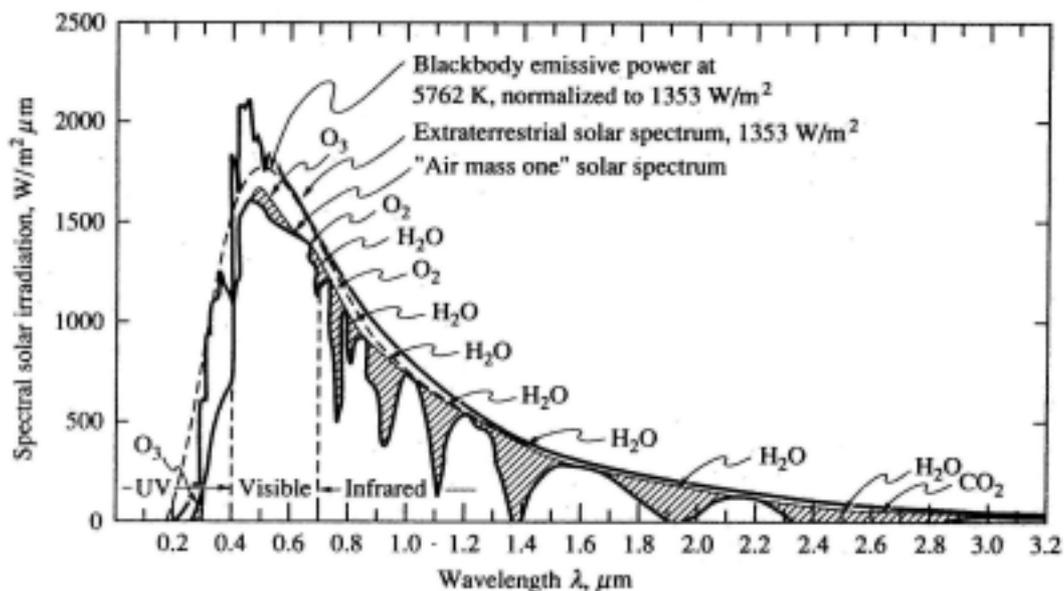


圖 5 太陽光通過大氣層後之輻射光波能量密度分佈圖

第二節 太陽之輻射光的特性

如圖 5 所示, 太陽表面的溫度約為 5800K, 其散發之輻射光能量密度最高約達 $10^8 \text{ W} / \text{m}^2\mu\text{m}$ 。但太陽之輻射光能量密度會隨距離的增加而遞減, 照射至地表

時，其散射之輻射光能量密度最高約僅 $2200 \text{ W} / \text{m}^2\mu\text{m}$ 左右。此乃由於太陽之輻射光穿入地球大氣層後，一部份會被大氣層中之臭氧、二氧化碳、水蒸氣以及灰塵等等所吸收或阻絕，使得實際照射至地表之太陽輻射光與理想黑體有所差別。紫外光(波長低於 340nm)大多數會被大氣層之臭氧所吸收，約一半之可見光(波長區域約 $340\sim 780\text{nm}$)會被大氣層之臭氧及氧氣所吸收。其他位於近紅外光(波長區域約為 $0.7\sim 25\mu\text{m}$)及遠紅外光區域(波長區域約 $25\sim 1000\mu\text{m}$)則隨波長程度不同而被大氣層之水氣和二氧化碳所吸收的量也有所不同。基於以上原因各種不同輻射光譜之波長範圍如表 3 所示，太陽之輻射能在計算時就顯得格外複雜。

表 3 不同輻射光譜之波長範圍

輻射光譜	波長範圍
紫外線	$5 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^{-2} \mu\text{m}$
可見光	$3.9 \times 10^{-1} \sim 7.8 \times 10^{-1} \mu\text{m}$
太陽熱能	$1 \times 10^{-1} \sim 3.0 \mu\text{m}$
熱輻射	$1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^2 \mu\text{m}$
紅外線	$7.8 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^3 \mu\text{m}$

第三節 玻璃日光輻射熱取得率之基本理論

基本上照射在玻璃建材之輻射熱除了前述所介紹來自於太陽直接照射外，另外尚有來自間接的輻射，包括空氣和灰塵等的散射輻射熱及週邊物体的反射輻射熱等，如圖 6 所示。直射光、散射光及反射光之總和即為所謂日光輻射熱。

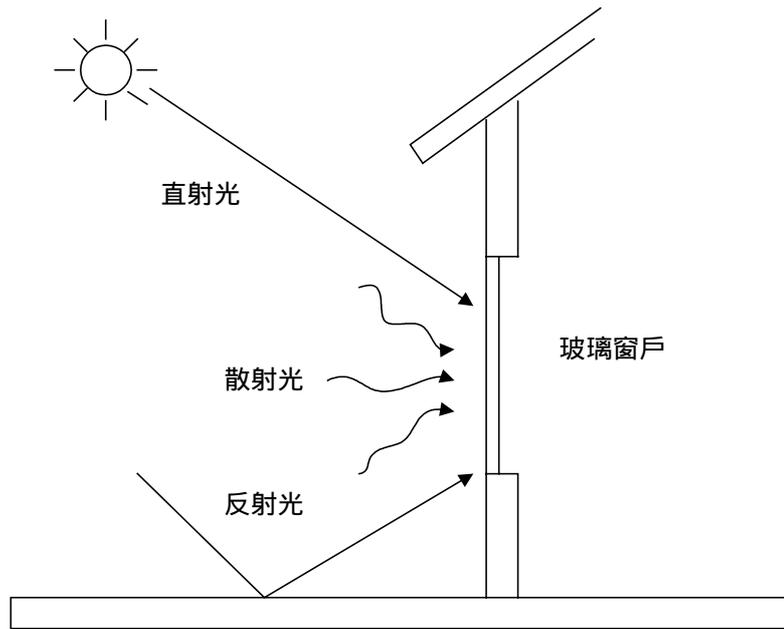


圖 6 照射玻璃的 3 種光源型式

照射於玻璃建材之日光輻射熱一部份會因穿透而直接進入室內，此比率稱為透射率；一部份則會因反射而保留在室外，此比率稱為反射率；最後一部份則為玻璃所吸收，此比率稱為吸收率。但玻璃所吸收之熱能又分為兩部分：一部份會再傳回室外，另一部分則傳入室內。故傳至室內之日光輻射熱，包括日光透射之輻射熱及玻璃所吸收再傳入室內之輻射熱，其所佔日光輻射熱之比率稱為日光輻射熱取得率(SHGC)，如圖 7 所示。

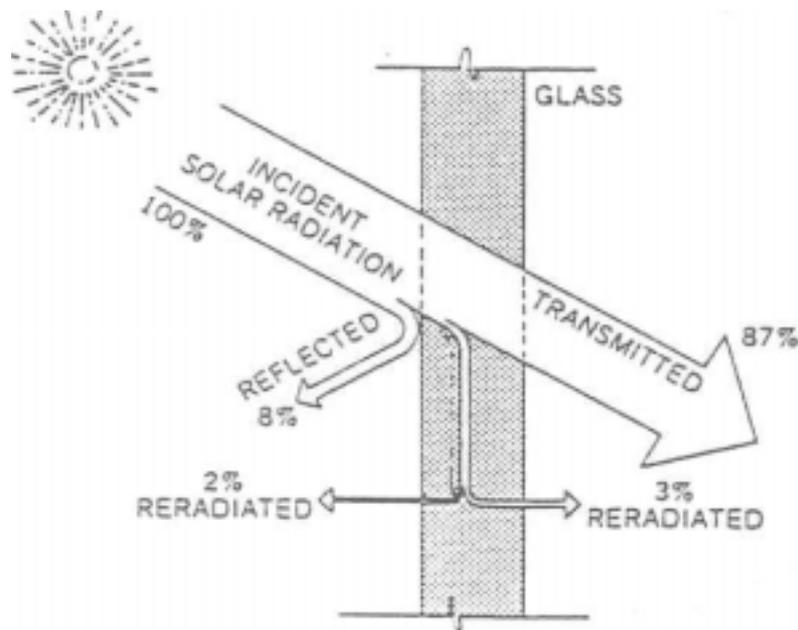


圖 7 玻璃之日光輻射熱取得率(SHGC)之一例

玻璃所吸收之日光輻射熱形成顯熱後，會以兩種熱傳形式向外傳熱(包括傳出室外及傳回室內)，其中之一為熱對流方式，另一部份為熱輻射方式。熱輻射方式即為玻璃表面之輻射熱，須由玻璃表面之輻射率量測求得。因此計算玻璃日光輻射熱取得率(SHGC)所需之量測基本上包括兩個主要部份，一為玻璃日光輻射之透射率、反射率及吸收率量測，此部分須利用紫外光/可見光/近紅外光分光光譜儀來量測；另一為玻璃表面之輻射率量測，此部分須利用紅外線光譜儀來量測。

然而，如前述所言，日光之波域(波長分佈)極廣，且不同波長之日光所透射同一玻璃物件之透射率、被同一玻璃試件所吸收之吸收率以及從同一玻璃試件所反射之反射率均不相同，例如有些玻璃對紫外光具有高反射率，但對可見光卻有高透射率，如圖 4 所示即為不同波域之玻璃透射率分佈。除此之外，玻璃之光學性質和熱性質也會因其厚度、顏色和材質等的差異亦會有相當大的區別。故玻璃表面之輻射熱會隨著玻璃顏色、玻璃材質、玻璃之幾何形狀、日光之入射角度以及輻射波長等的不同而有所差別。欲求得精確的玻璃日光輻射熱取得率，則須在完整的波域下來進行玻璃日光輻射透射率、反射率和吸收率的量測以及和玻璃表面之輻射率的量測。這些量測儀器須能在各波長之設定下給予光源，計算時亦須加權各波長之能量密度後予以積分。

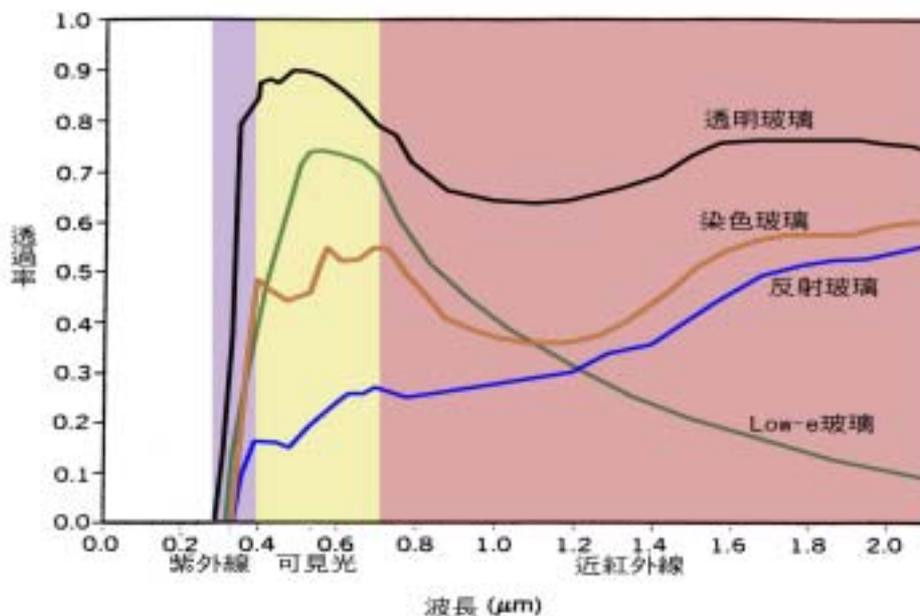


圖 8 不同光域玻璃之透射率分佈圖

第四節 玻璃光性能和熱性能之計算

(一) 光性能

(1) 紫外線之透射率和反射率

以單層平板玻璃為對象，在紫外線(UV)範圍內(波長 280~380nm)之透射率與反射率的量測。首先每隔 5 nm 波長測定分光透射率和分光反射率，以取得試件的分光透射率 ()和分光反射率 ()。利用前述所獲得之分光透射率 ()與分光反射率 ()代入下式即可求得紫外線之透射率 τ_{UV} 和反射率 ρ_{UV} 。

$$\tau_{UV} = \frac{\sum_{280}^{380} U_{\lambda} \times \tau(\lambda) \times \Delta\lambda}{\sum_{280}^{380} U_{\lambda} \times \Delta\lambda} \quad (1)$$

$$\rho_{UV} = \frac{\sum_{280}^{380} U_{\lambda} \times \rho(\lambda) \times \Delta\lambda}{\sum_{280}^{380} U_{\lambda} \times \Delta\lambda} \quad (2)$$

其中 U_{λ} 可由附件三(大陸標準 GB/T-2680-94)之附表(1)查得。

(2) 可見光之透射率和反射率

以單層平板玻璃為對象，在可見光(Visible light)範圍內(波長 380~780nm)之透射率與反射率的量測。首先每隔 10 nm 波長測定分光透射率 ()和分光反射率 ()，以取得試件的分光透射率 ()和分光反射率 ()。利用前述所獲得之分光透射率 ()與反射率 ()代入下式即可求得可見光之透射率 τ_V 和反射率 ρ_V 。

$$\tau_V = \frac{\sum_{380}^{780} D\lambda \times V\lambda \times \tau(\lambda)}{\sum_{380}^{780} D\lambda \times V\lambda} \quad (3)$$

$$\rho_V = \frac{\sum_{380}^{780} D\lambda \times V\lambda \times \rho(\lambda)}{\sum_{380}^{780} D\lambda \times V\lambda} \quad (4)$$

其中 $D \times V$ 可由附件三(CNS12381-R3161)之附表(2)查得。

(3)日光(太陽熱能)之透射率和反射率

以單層平板玻璃為對象，在太陽熱能(Solar Heat)範圍內(波長 340~1800nm)之透射率與反射率的量測。在波長 340nm~780nm 範圍內每隔 10 nm 波長測定分光透射率 ()和分光反射率 ()；波長在 800nm~1800nm 範圍內每隔 50 nm 波長測定分光透射率 ()和分光反射率 ()。利用前述所獲得之分光透射率 ()與反射率 ()代入下式即可求得日光透射率 τ_e 、日光反射率 ρ_e 和日光吸收率 α_e 。

$$\tau_e = \sum_{340}^{1800} E\lambda \times \Delta\lambda \times \tau(\lambda) \quad (5)$$

$$\rho_e = \sum_{340}^{1800} E\lambda \times \Delta\lambda \times \rho(\lambda) \quad (6)$$

$$\text{和 } \alpha_e = 1 - \tau_e - \rho_e \quad (7)$$

其中 $E \times \lambda$ 可由附件三(CNS12381-R3161)之附表(3)查得。

(4)玻璃之半球輻射率

若欲量測波長範圍為 4.5 ~ 25 μm 玻璃表面之熱輻射率，則每隔 0.5 μm 波長測定試件之分光反射率 ()。由上述所求得的分光反射率代入下式即可求得熱輻射之反射率 ρ_h 。

$$\rho_h = \sum_{4.5}^{25} G\lambda \cdot \rho(\lambda) \quad (8)$$

其中 G 為空白試驗熱輻射線光譜分佈在絕對溫度 293K 時之相對值，其值可由附件三(CNS12381-R3161)之附表(4)查得。

垂直照射之熱輻射線吸收率 $\alpha_h = 1 - \rho_h$ ，此數值為垂直輻射率，半球輻射率是以垂直輻射率乘以下列之係數得之。

- (1) 未敷施薄膜之平板玻璃表面：0.94
- (2) 敷施金屬氯化物膜之表面：0.94
- (3) 敷施金屬膜或含金屬膜多層之表面：1.0

(二) 熱性能

(1) 日光輻射熱取得率 (SHGC)

室內側與室外側之對流熱傳係數 h_c 和輻射熱傳係數 h_r 可由表 2 求得，而後再將所求得之室內與室外的半球輻射率 ε_i 和 ε_o 代入下式即可求得室內側與室外側之熱傳係數 h_i 和 h_o 。

$$h_i = h_r \varepsilon_i + h_c \quad (9)$$

$$h_o = h_r \varepsilon_o + h_c \quad (10)$$

表 2 夏季與冬季之 h_r 和 h_c 值

單位：W / m²K

	夏		冬	
	h_r	h_c	h_r	h_c
室內側	6.3	4.1	5.4	4.1
室外側	6.5	12.2	4.9	16.3

單片平板玻璃之日光輻射熱取得率 可由下式求得：

$$\begin{aligned} \eta &= \tau_e + N_i \times \alpha_e \\ &= \tau_e + \frac{h_i}{h_i + h_o} \times \alpha_e \end{aligned} \quad (11)$$

其中 $N_i = \frac{h_i}{h_i + h_o}$ 為被玻璃所吸收並傳導至室內之日光輻射熱比率。

(2) 遮蔽係數 (SC)

玻璃的遮蔽係數 (SC) 可由下式求得：

$$SC = \frac{\eta}{\eta_s} \quad (12)$$

其中 η_s 為 3mm 厚之透明平板玻璃的日光輻射熱取得率。

表 3 遮蔽係數檢測計算值比較表

	3mm 厚平板透明玻璃之 日光輻射熱取得率(s)
大陸標準	88.9%
台 坡	87%

第五節 實驗結果與討論

九十一年度之研究報告共測試 9 種不同的單片式平板玻璃試件，其分別為青色、綠色和藍色之明板玻璃(Clear glass)、低輻射玻璃(Low-E glass)和反射玻璃(Reflective glass)。本研究乃利用紫外/可見光/近紅外光分光譜儀和紅外線光譜儀分別求得玻璃建材試件之透射率與反射率和玻璃表面室內側與室外側之半球輻射率。而後再依據 CNS-12381 之規範求得玻璃日光輻熱取得率(Solar heat gain coefficient)SHGC。本年度共測試 22 種不同的玻璃建材試件，其分別為 7 塊單片式明板玻璃、6 塊單片式低輻射玻璃、2 塊單片式反射玻璃以及 7 塊不同的膠合玻璃，如附件一所示。本年度除了檢測玻璃試件之透射率、反射率和日光輻熱取得率外，尚進行遮蔽係數(Shading coefficient)SC 和熱貫流率 (Coefficient of thermal transmission) U 的計算，但研究報告中之熱貫流率 U 值乃由國立成功大學機械工程學系之逆向問題研究室提供。

表 4 所示為各種不同單片式明板玻璃之紫外線(UV)、可見光(Visible light)和太陽熱能(Solar heat)透射率和反射率的量測結果。表中劃有底線之數據為廠商提供之數據。由表中之數據可發現本研究之量測結果頗吻合廠商所提供之數據。其之間或許會有些微的差距，其原因可能為玻璃製造的時間不同所致。故研究之量測結果應具有相當的精確性和可靠性。由表 4 之量測結果可發現在相同厚度之條件下，有色明板玻璃之透射率與反射率皆比無色明板玻璃低很多，尤其是紫外線透射率。由表 4 亦可發現下列有趣的結果，即單片式茶色明板玻璃之紫外線透

射率最低，而後依次是灰色玻璃、粉紅色玻璃、綠色玻璃及藍色玻璃，最差是清玻璃。但單片式灰色明板玻璃之紫外線反射率最低，最差仍是清玻璃。值得注意的是在相同厚度之條件下，單片式灰色明板玻璃之可見光和太陽輻射的透射率與反射率最低，最差還是清玻璃。除此之外，在相同顏色之情況下，明板玻璃厚度越厚，則玻璃之透射率也會越低。

表 5 所示為各種不同單片式低輻射玻璃之紫外線、可見光和太陽熱能透射率和反射率的量測結果。表中劃有底線之數據為廠商提供之數據。由表中之數據可發現本研究之量測結果亦相當吻合廠商所提供之數據。此結果更進一步證實本研究之量測結果具有相當高的精確性和可靠性。由表 5 之量測結果可發現在相同厚度之條件下，單片式綠色低輻射玻璃之紫外線和太陽輻射的透射率最低，其次是藍色玻璃，最差是清玻璃。但單片式綠色低輻射玻璃之可見光透射率和藍色玻璃的差不多。值得注意的是在相同顏色之情況下，低輻射玻璃厚度越厚，則玻璃之可見光和太陽熱能的透射率也會越低。

表 6 所示為各種不同單片式反射玻璃之紫外線、可見光和太陽熱能透射率和反射率的量測結果。表中劃有底線之數據為廠商提供之數據。同樣地，表中之數據亦顯示本研究之量測結果仍相當吻合廠商所提供之數據。表 6 之量測結果顯示在相同厚度之條件下，單片式綠色之反射玻璃的太陽輻射和紫外線透射率最低，而藍色玻璃之可見光透射率為最低。有趣的是透明之反射玻璃之透射率未必最高，反而是粉紅色之反射玻璃透射率為最高。但反射率還是以透明的反射玻璃為最高。

由表 4 表 6 之量測結果可發現單片式明板玻璃和反射玻璃之室內與室外半球輻射率相差不大，但單片式低輻射玻璃的室內半球輻射率約高於室外半球輻射率 3 倍左右。由於單片式反射玻璃之外側鍍有金屬覆層面，故其反射率比其他兩種玻璃高出許多，而其透射率則遠低於其他兩種玻璃。

表 7 所示為各種不同明板膠合玻璃之可見光、太陽輻射和紫外線透射率及反射率的量測結果。由表 4 和表 7 之量測結果可發現約在相同厚度之條件下，明板膠合玻璃之紫外線、可見光和太陽熱能透射率和反射率明顯的低於單片式明板玻璃，尤其是紫外線透射率。

表 8 所示為各種不同低輻射膠合玻璃之紫外線、可見光和太陽熱能透射率和反射率的量測結果。表 8 之結果顯示在相同顏色之情況下，低輻射膠合玻璃之厚

度越厚，其透射率及反射率未必會越低。除此之外，由表 7 和表 8 亦可發現有趣的現象，即明板膠合玻璃與低輻射膠合玻璃之室內與室外半球輻射率相差不大。以上結果值得往後玻璃製造業者注意。

表 9 表 11 分別顯示各種不同單片式明板玻璃、低輻射玻璃和反射玻璃之日光輻熱取得率(Solar heat gain coefficient)SHGC、遮蔽係數(Shadin coefficient)SC 以及熱貫流率(Coefficient of thermal transmission)U 的量測結果。表中也顯示由大陸標準所求得之結果和由 Window 4.1 所求得之結果的比較。由表 9 表 11 之量測結果可發現在相同厚度之條件下，透明玻璃之日光輻射熱取得率為最大，最低為綠色玻璃。這些表也顯示由大陸標準所求得之遮蔽係數 SC 蠻接近 Window 4.1 所求得之結果。由大陸標準所求得之單片式明板玻璃及反射玻璃的室內與室外 SC 值幾乎相同，但低輻射玻璃之室內 SC 值卻高於室外 SC 值。值得注意的是室外 SC 值似乎較接近 Window 4.1 之結果。除此之外，由這些表可發現示本研究之 U 值的量測結果相當吻合廠商所提供之數據。

表 12 和表 13 分別顯示各種不同明板和低輻射膠合玻璃之日光輻熱取得率及遮蔽係數的量測結果。這些表也顯示由大陸標準和台玻所規範的值求得之結果的比較。結果卻發現由大陸標準所求之遮蔽係數 SC 和由台玻規範所求出來的值有所差異，在沒有廠商數據的比較下，希望日後能搜集更多廠商的數據比較以求更精準的檢測值。

至目前為止，本研究之玻璃建材試件數目並不多，故建議能繼續量測更多的玻璃建材試件之光性能數據和熱性能數據，以期能建立較嚴謹的國家檢測標準。

第六節 光性能與熱性能量測結果表格

表 4 單片明板玻璃之光性能量測結果

光性能 玻璃種類	紫外線		可見光		太陽熱能		半球輻射率	
	透射率	反射率	透射率	反射率	透射率	反射率	室 內	室 外
	%	%	%	%	%	%	%	%
5mm- 浮式透明	54.8 <u>57</u>	6.8	88.5 <u>88.5</u>	8.2 <u>8</u>	80.1 <u>81</u>	7.6 <u>8</u>	83.6 <u>84</u>	83.5 <u>84</u>
5mm- 法國綠	24.2 <u>24</u>	5.2	76.9 <u>74</u>	7.3 <u>6</u>	48.8 <u>48</u>	5.7 <u>6</u>	83.4 <u>84</u>	84.4 <u>84</u>
5mm- 海洋藍	27.1 <u>28</u>	5.2	60.7 <u>60</u>	6 <u>7</u>	51.7 <u>50</u>	5.6 <u>7</u>	83.5 <u>84</u>	83.4 <u>84</u>
6mm- 清色	52.9 <u>52</u>	6.5	87.9 <u>88</u>	8	77.2 <u>78</u>	7.6	83.8 <u>84</u>	83.8 <u>84</u>
6mm- 綠色	20.8 <u>20</u>	4.9	73.5 <u>71</u>	7	43.6 <u>44</u>	5.5	83.7 <u>84</u>	83.6 <u>84</u>
5mm- 粉紅色	22.87	5.21	72.07	6.89	74.25	7.07	83.73	83.74
6mm- 粉紅色	18.8	5.4	69.5	6.8	71.8	7	84 <u>84</u>	83.8 <u>84</u>
8mm- 粉紅色	12.67	4.76	64.66	6.43	67.26	6.74	83.64	83.56
6mm- 茶色	15.6	5.4	49.2	5.8	49.1	5.7	83.8 <u>84</u>	83.5 <u>84</u>
6mm- 灰色	18.2 <u>17</u>	4.8	44.9 <u>45</u>	5.2	43.8 <u>44</u>	5.2	83.7 <u>84</u>	83.7 <u>84</u>

PS：劃底線之數據為廠商提供之數據。

表 5 單片低輻射(Low-E)玻璃之光性能量測結果

光性能 玻璃種類	紫外線		可見光		太陽熱能		半球輻射率	
	透射率	反射率	透射率	反射率	透射率	反射率	室 內	室 外
	%	%	%	%	%	%	%	%
6mm- 太陽能清-1	38.1 <u>37</u>	7.2	68.6 <u>68</u>	9.2 <u>9</u>	55.2 <u>54</u>	8.6 <u>10</u>	83.6 <u>84</u>	27.3 <u>29.8</u>
6mm- 太陽能綠-1	12.2 <u>14</u>	5.6	55 <u>55</u>	7.3 <u>7</u>	29.5 <u>30</u>	5.8 <u>6</u>	83.5 <u>84</u>	26.1 <u>29.8</u>
6mm- 太陽能藍-1	19.6 <u>21</u>	5.7	55.5 <u>56</u>	7.2 <u>7</u>	32.8 <u>34</u>	6 <u>6</u>	83.4 <u>84</u>	25.6 <u>29.8</u>
6mm- 太陽能清-2	37.6 <u>37</u>	7.1	65.5 <u>68</u>	8.5 <u>9</u>	52.1 <u>54</u>	8.3 <u>10</u>	83.8 <u>84</u>	30.3 <u>29.8</u>
6mm- 太陽能綠-2	14.4 <u>14</u>	5.7	56.3 <u>55</u>	7.2 <u>7</u>	29.8 <u>30</u>	5.9 <u>6</u>	83.7 <u>84</u>	27.1 <u>29.8</u>
6mm- 太陽能藍-2	20.5 <u>21</u>	5.4	55.1 <u>56</u>	7.3 <u>7</u>	32.8 <u>34</u>	6.1 <u>6</u>	83.8 <u>84</u>	28 <u>29.8</u>
8mm- 太陽能清	38.2	7.1	68.9	8.6	53.3	8.7	83.8	25.7
8mm- 太陽能綠	11.6	5.7	52.8	7.1	25.7	5.7	83.7	25.8
8mm- 太陽能藍	20	5.4	52.6	7	28.4	5.8	83.9	28.5

PS：劃底線之數據為廠商提供之數據。

表 6 單片反射玻璃之光性能量測結果

光性能 玻璃種類	紫外線		可見光		太陽熱能		半球輻射率	
	透射率	反射率	透射率	反射率	透射率	反射率	室 內	室 外
	%	%	%	%	%	%	%	%
6mm- 浮式透明	6.4 <u>6</u>	23.4	31.5 <u>32</u>	47 <u>40</u>	42.2 <u>41</u>	31.4 <u>30</u>	83.6	84.2
6mm- 法國綠	2.5 <u>2</u>	9.2	25.1 <u>25</u>	34.6 <u>31</u>	19.2 <u>19</u>	17.1 <u>16</u>	83.4	84.4
6mm- 海洋藍	2.6 <u>3</u>	10.1	18.4 <u>20</u>	21.9 <u>20</u>	22.4 <u>22</u>	15 <u>14</u>	83.6	84.3
6mm- 比利時粉紅	6.9	6.1	33.5	18.5	45.7	16.8	83.8	84.3
6mm- 法國粉紅	6.5	6.1	32	19.3	44.3	17.8	83.7	84.3

PS：劃底線之數據為廠商提供之數據。

表 7 明板膠合玻璃之光性能量測結果

光性能 玻璃種類	紫外線		可見光		太陽熱能		半球輻射率	
	透射率	反射率	透射率	反射率	透射率	反射率	室 內	室 外
	%	%	%	%	%	%	%	%
12mm- 一般膠合清	2.1	4.97	83.76	8.06	63.04	6.75	83.93	83.88
(3mm+0.38mm+3mm) 一般膠合清	2.4	4.8	88.12	8.2	75.92	7.4	83.89	83.83
(5mm+0.38mm+5mm) 一般膠合清	0.19	4.65	86.17	8.03	69.01	6.96	83.71	83.62

表 8 明板低輻射(Low-E)膠合玻璃之光性能量測結果

光性能 玻璃種類	紫外線		可見光		太陽熱能		半球輻射率	
	透射率	反射率	透射率	反射率	透射率	反射率	室 內	室 外
	%	%	%	%	%	%	%	%
(ST-66)-10mm 太陽能膠合清	0.31	4.87	66.84	7.28	41.33	5.85	83.68	83.56
(ST-66)-12mm 太陽能膠合清	0.31	5.15	65.56	7.51	39.89	6.15	83.81	83.53
(ST-80)-10mm 太陽能膠合清	0.44	5.18	75.21	8.13	50.68	6.72	83.56	83.63
(ST-80)-12mm 太陽能膠合清	0.8	4.93	76.77	7.85	52.68	6.42	83.76	83.59

表 9 單片明板玻璃之熱性能量測結果

熱性能 玻璃種類	日光輻射熱取得率 (SHGC) %				熱貫流率 (U-值) W/m ² K		遮蔽係數 (SC)		
	CNS 標準		大陸標準		量 測	廠 商	大陸標準		Window 4.1
	夏 天	冬 天	室 內	室 外			室 內	室 外	
5mm- 浮式透明	84.4	83.8	83.3	83.3			0.94	0.94	0.96
5mm- 法國綠	64.6	62.4	60.7	60.6			0.68	0.68	0.69
5mm- 海洋藍	66.6	64.5	62.8	62.8			0.71	0.71	0.70
6mm- 清色	82.4	81.7	81.1	81.1	5.7	5.8	0.91	0.91	0.94
6mm- 綠色	61.3	58.8	56.8	56.8	6.22	6.21	0.64	0.64	0.65
6mm- 粉紅色	79.1	78.1	77.3	77.3	5.37	5.8	0.87	0.87	
6mm- 茶色	64.8	62.5	60.8	60.8	6.06	6.15	0.68	0.68	0.71
6mm- 灰色	61.5	58.9	57	57			0.64	0.64	

表 10 單片低輻射(Low-E)玻璃之熱性能量測結果

熱性能 玻璃種類	日光輻射熱取得率 (SHGC) %				遮蔽係數 (SC)		
	CNS 標準		大陸標準		大陸標準		Window 4.1
	夏 天	冬 天	室 內	室 外	室 內	室 外	
6mm- 太陽能清-1	69.6	66.9	64.4	61.5	0.72	0.69	0.7
6mm- 太陽能綠-1	55.3	50.6	46	40.8	0.52	0.48	0.48
6mm- 太陽能藍-1	57.6	53.1	48.8	43.8	0.55	0.49	0.52
6mm- 太陽能清-2	67.8	65	62.3	59.4	0.7	0.67	0.7
6mm- 太陽能綠-2	55.7	51	46.5	41.4	0.52	0.47	0.48
6mm- 太陽能藍-2	57.3	52.8	48.6	43.8	0.55	0.49	0.52
8mm- 太陽能清	68.6	65.8	63.1	60	0.71	0.67	
8mm- 太陽能綠	53.3	48.3	43.4	37.8	0.49	0.43	
8mm- 太陽能藍	54.8	50	45.4	40.3	0.51	0.45	

表 11 單片反射玻璃之熱性能之量測結果

熱性能 玻璃種類	日光輻射熱取得率 (SHGC) %				熱貫流率 (U-值) W/m ² K		遮蔽係數 (SC)		
	CNS 標準		大陸標準		量 測	廠 商	大陸標準		Window 4.1
	夏 天	冬 天	室 內	室 外			室 內	室 外	
6mm- 透明	51.1	49.9	48.9	48.9			0.55	0.55	0.55
6mm- 法國綠	41.2	38.1	35.7	35.8			0.4	0.4	0.41
6mm- 海洋藍	43.8	40.7	38.4	38.4			0.43	0.43	0.45
6mm- 比利時粉紅	58.7	56.9	55.4	55.4	5.57	5.8	0.62	0.62	
6mm- 法國粉紅	57.5	55.6	54.2	54.2	5.6	5.7	0.61	0.61	

表 12 明板膠合玻璃之熱性能量測結果

熱性能 玻璃種類	日光輻射熱取得率 (SHGC) %				遮蔽係數 (SC)				
	CNS 標準		大陸標準		大陸標準		台 玻		
	夏 天	冬 天	室 內	室 外	室 內	室 外	夏 天	冬 天	
12mm- 一般膠合清	73.52	72.02	63.11	63.11	0.71	0.71	0.85	0.83	
(3mm+0.38mm+3mm) 一般膠合清	81.71	80.87	75.96	75.96	0.85	0.85	0.94	0.93	
(5mm+0.38mm+5mm) 一般膠合清	77.35	76.15	69.07	69.07	0.78	0.78	0.89	0.88	

表 13 低輻射(Low-E)膠合玻璃之熱性能量測結果

熱性能 玻璃種類	日光輻射熱取得率 (SHGC) %				遮蔽係數 (SC)			
	CNS 標準		大陸標準		大陸標準		台 玻	
	夏 天	冬 天	室 內	室 外	室 內	室 外	夏 天	冬 天
(ST-66)-10mm 太陽能膠合清	59.66	57.02	41.46	41.46	0.47	0.47	0.69	0.66
(ST-66)-12mm 太陽能膠合清	58.63	55.93	40.03	40.03	0.45	0.45	0.67	0.64
(ST-80)-10mm 太陽能膠合清	65.45	63.32	50.79	50.79	0.57	0.57	0.75	0.73
(ST-80)-12mm 太陽能膠合清	66.88	64.83	52.79	52.79	0.59	0.59	0.77	0.75

第四章 結論與建議

玻璃日光輻射熱取得率檢測實驗室於九十年度建置完成，並用來量測與分析國內常用的建築玻璃建材，並和國際上較具公信力之實驗結果相比較，結果發現本研究檢的結果頗吻合廠商所提供的數據。由實驗的結果可知，單片明板玻璃除了透明明板玻璃，其它染色玻璃都有降低紫外線的效果，但其吸收與再輻射的功能強，對於節能幫助有限；對於單片低輻射玻璃而言，太陽光中可見光透射入室內多，減少室內燈具的使用、節省能源。對紅外線有較高之反射率，尤其是對長波長之紅外線(波長 3000nm 以上)，幾乎是全反射，阻斷大量熱源進入，使室內覺得涼爽，達到冬暖夏涼的效果；而在單片反射玻璃部份，因其反射效果好，可防止陽光直射，給室內居住者舒適感；膠合玻璃不論是明板或低輻射其中間膜可有效防止紫外線的進入，所以可防止室內傢俱、窗簾褪色。在日光輻射熱取得率和遮蔽係數方面，單片反射玻璃的效果最好，其次是單片低輻射玻璃，最差是單片明板玻璃；而在膠合玻璃則是以低輻射膠合玻璃優於明板膠合玻璃。

但為求玻璃建材之檢測結果的準確性和公信力，雖然由量測儀器可以量測出玻璃日光輻射各波長之參數值，然而在計算玻璃光學性能和熱性能數據時，因為各地區各地隨緯度及地型氣候等均不一樣，各波長的光域分佈及各波長之能量比值也均不一樣。如何去建立國內日照波長對應於輻射能之氣象資料將有利於未來的研究。對於檢測儀器的保養與修護要時常注意，檢測時儀器的校正和操作程序的先後順序都要確實做到，以確定檢測結果的穩定性和準確性。

玻璃建材原本用在十分寒冷歐美各國，主要目的是保存冬天日照輻射熱，讓室內產生溫室效應；但台灣氣候溼熱，夏季高溫往往都達攝氏 30 度以上，竟然有非常多的大樓採用玻璃建材帷幕，造成嚴重浪費室內空調電力。所以國內在玻璃建材採用上必須有一定隔熱標準規範，依照保溫或隔熱的須求而訂定適合國內的標準規範。國內目前尚無較具公信力之實驗室可以提供玻璃建材光學性能和熱性能的檢測，導致玻璃建材廠商所須之玻璃光學性能和熱性能數據都要送到國外進行檢測，所以建立一套國內檢測標準及國家級之檢測實驗室是有其必要性。未來隨實驗數據的累積，將可逐步完成玻璃光學性能和熱性能資料庫的建立，藉以提升國內玻璃建材之省能效益，朝向綠建築的目標前進。

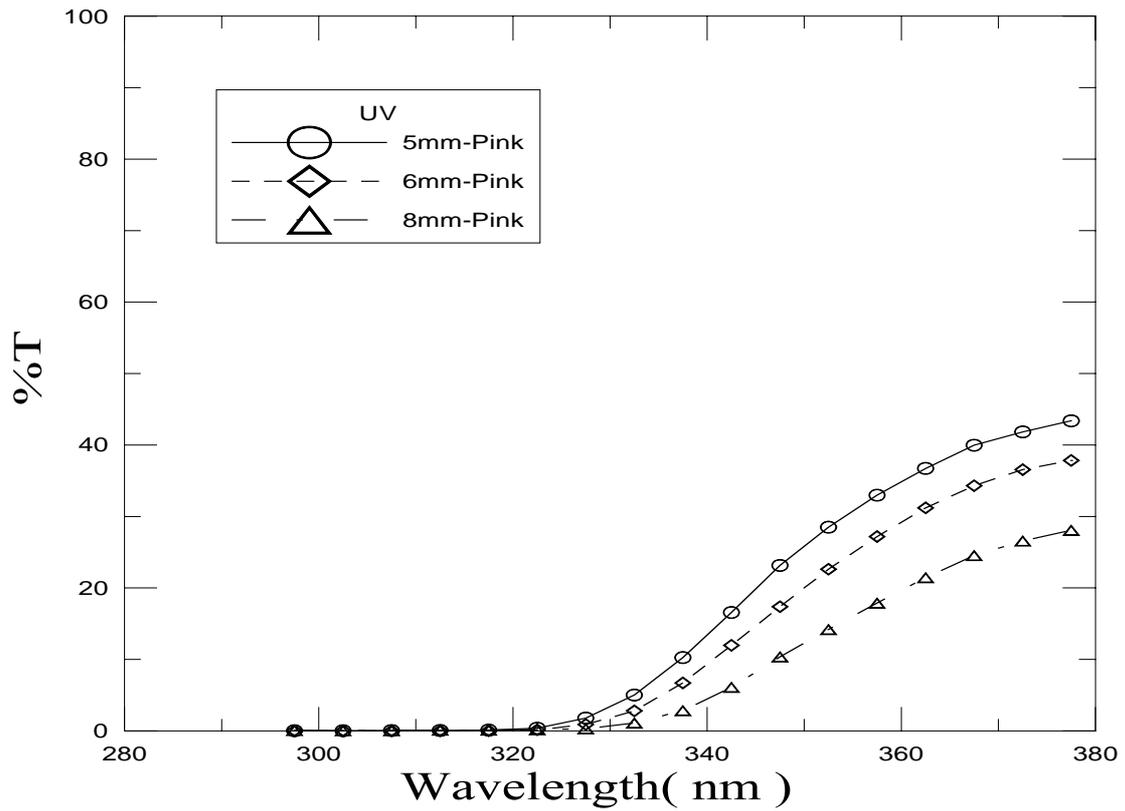
參考文獻

1. 顏貽乙、簡國祥， “ 建築外殼檢測分析研究-玻璃日光輻射熱取得率量測實驗室建置與建築外殼建材隔熱性能資料庫建立 ” ，內政部建築研究所研究計劃成果報告，民國 90 年。
2. 中國國家標準 CNS 12381-R3161 ， “ 平板玻璃透射率、反射率及日光輻射熱取得率試驗法 ” ，民國 77 年。
3. 王永恆， “ 建築玻璃應用手冊 ” ，武漢工業大學出版發行，民國 82 年。
4. 王建民， “ 台灣區玻璃工業調查報告 ” ，臺北市銀行經濟研究室，民國 67 年。
5. G. Rodono and R. Volpes ， “ Heat transfer calculation in a free convection air solar collector ” Energy And Building Vol.27 , pp.21-27,1997。
6. G. Alvarez* ， M.J. Palacios and J.J.Flores, “ A test method to evaluate the thermal performance of window glazings ” , Applied Thermal Engineering, Vol.20, pp.803-812,1999。
7. A. J. Chapman ， “ Fundamentals of Heat Transfer ” ， Macmillan Publishing Co., New York,1987。
8. N. V. Suryanarayana “ ， Engineering Heat Transfer ” ， West Publishing Co., Minneapolis ,1995。
9. 蕭江碧、陳寒濤， “ 建材性能檢測分析實驗研究 - 子計畫 2.玻璃日光輻射熱取得率檢測實驗 ” ，內政部建築研究所研究計畫成果報告，民國 91 年。
10. 中華人民共和國國家標準 GB/T 2680-94 ， “ 建築玻璃可見光透射比、太陽光直接透射比、太陽能總透射比、紫外線透射比及有關窗玻璃參數的測定 ” ， 1994。
11. 內政部建築研究所， “ 建築外殼性能檢測分析研究(一) – 建築構造體熱取得率量測實驗室規劃 ” ， MOIS 891012 ， pp.1-61 ，民國八十九年。
12. ASTM976-90 ， “Standard Test Method for Thermal Performance of Building Assemblies by Means of a Calibrated Hot Box” ， pp.470-481。

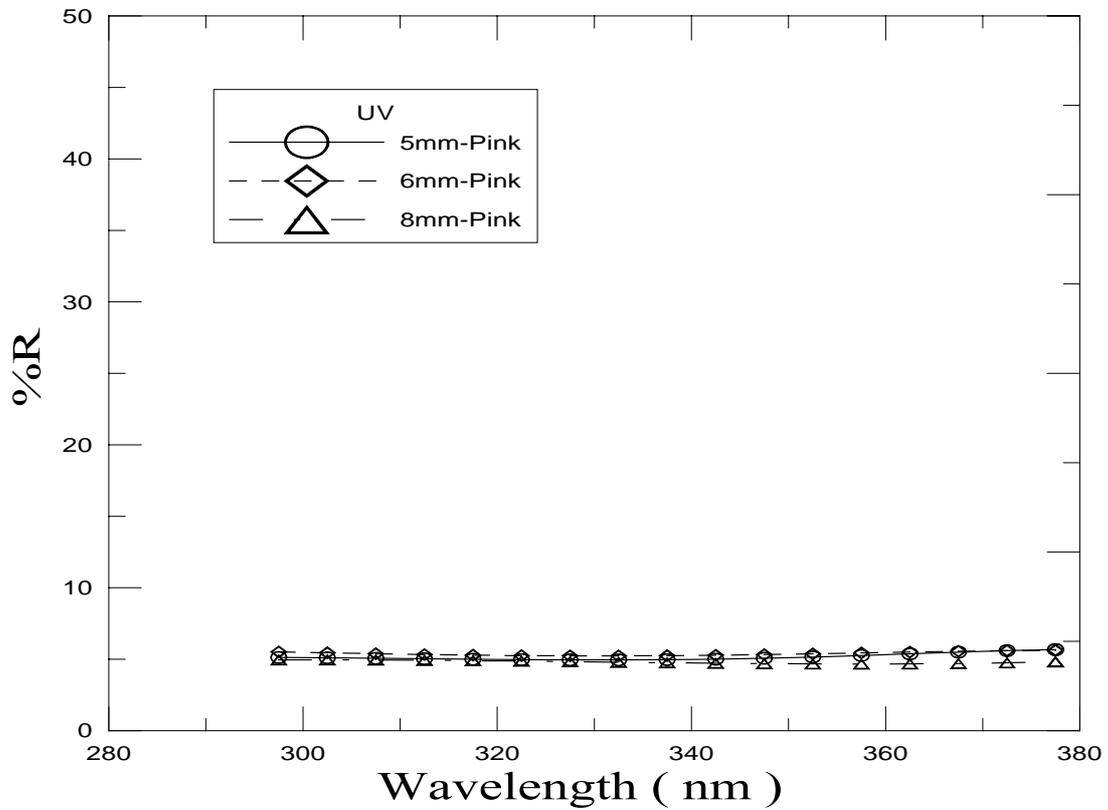
附件一、玻璃實驗試件一覽表

	玻璃種類	厚度(mm)
九十一年度(共9塊)	浮式透明	5mm
	法國綠	5mm
	海洋藍	5mm
	太陽能綠(Low-E)-1	6mm
	太陽能藍(Low-E)-1	6mm
	太陽能清(Low-E)-1	6mm
	透明半反射	6mm
	法國綠半反射	6mm
	海洋藍半反射	6mm
九十二年度(共22塊)	粉紅色	5mm
	粉紅色	6mm
	粉紅色	8mm
	清色	6mm
	綠色	6mm
	茶色	6mm
	灰色	6mm
	法國粉紅半反射	6mm
	比利時粉紅半反射	6mm
	太陽能清(Low-E)-2	6mm
	太陽能綠(Low-E)-2	6mm
	太陽能藍(Low-E)-2	6mm
	太能陽清(Low-E)	8mm
	太陽能綠(Low-E)	8mm
	太陽能藍(Low-E)	8mm
	一般膠合清(3+0.38+3)	6.38mm
	一般膠合清(5+0.38+5)	10.38mm
	一般膠合清	12mm
	太陽能膠合清(ST-66)	10mm
	太陽能膠合清(ST-66)	12mm
太陽能膠合清(ST-80)	10mm	
太陽能膠合清(ST-80)	12mm	

附件二、各種玻璃之光性能分佈圖

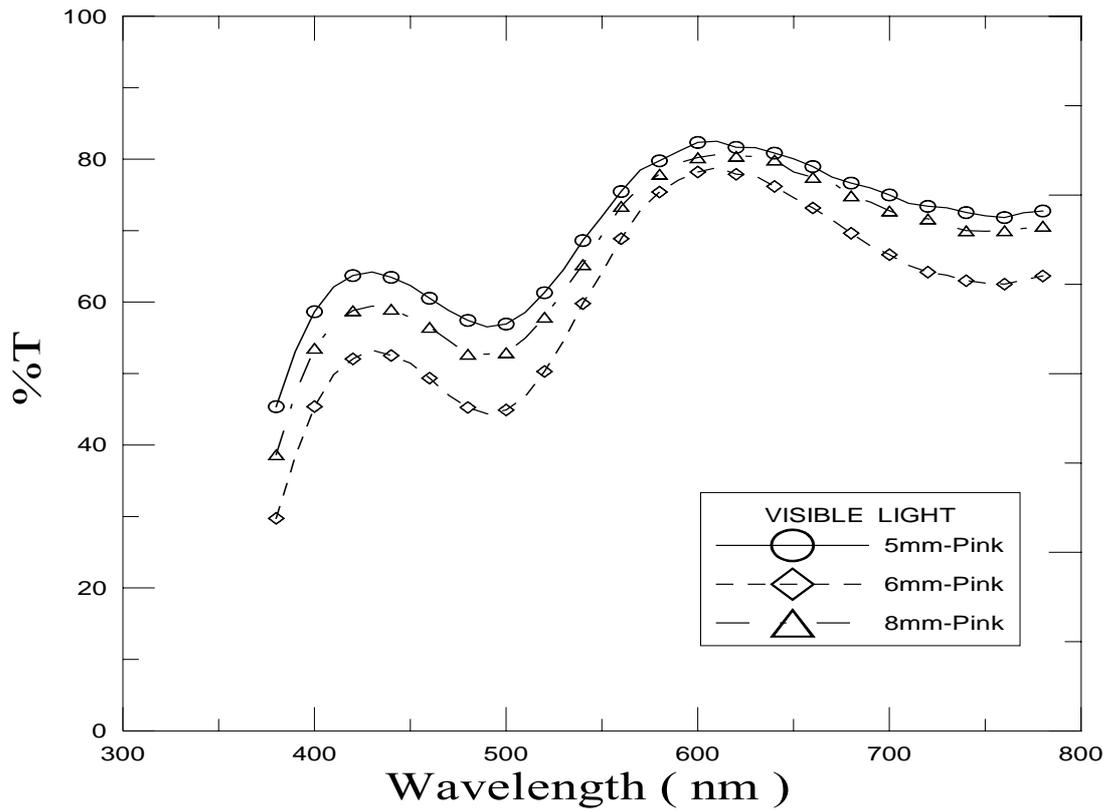


(a)透射率

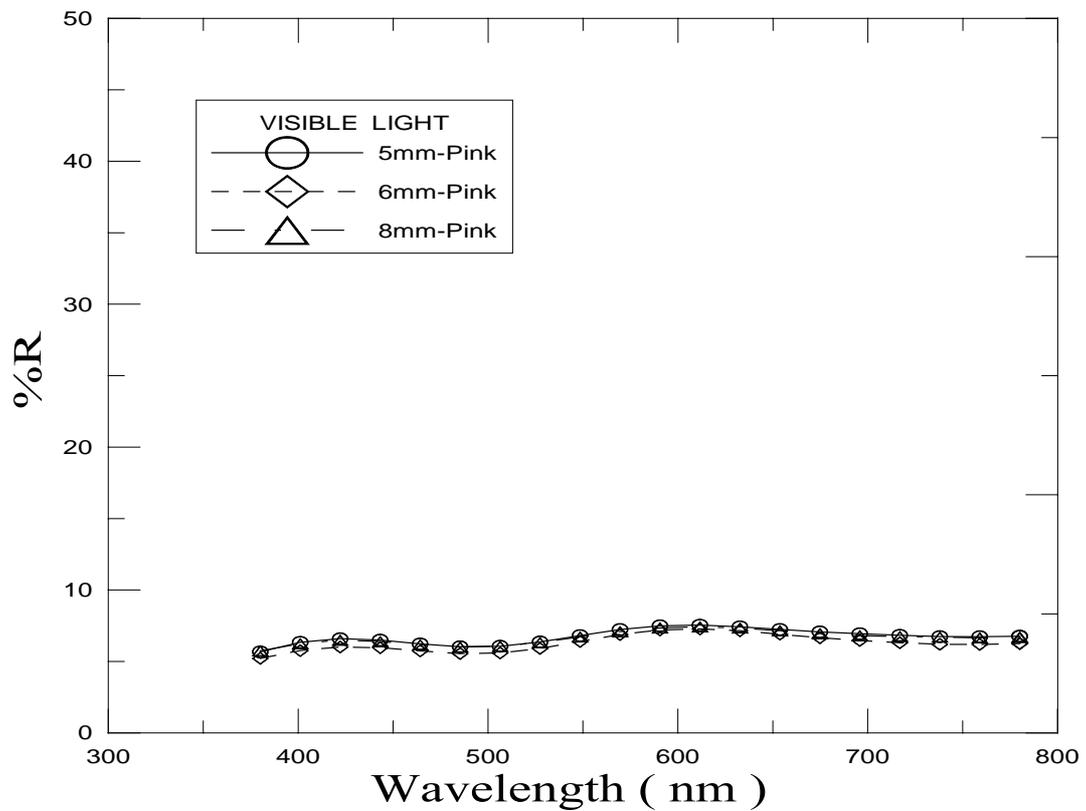


(b)反射率

附圖 1 明板粉紅玻璃紫外線之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

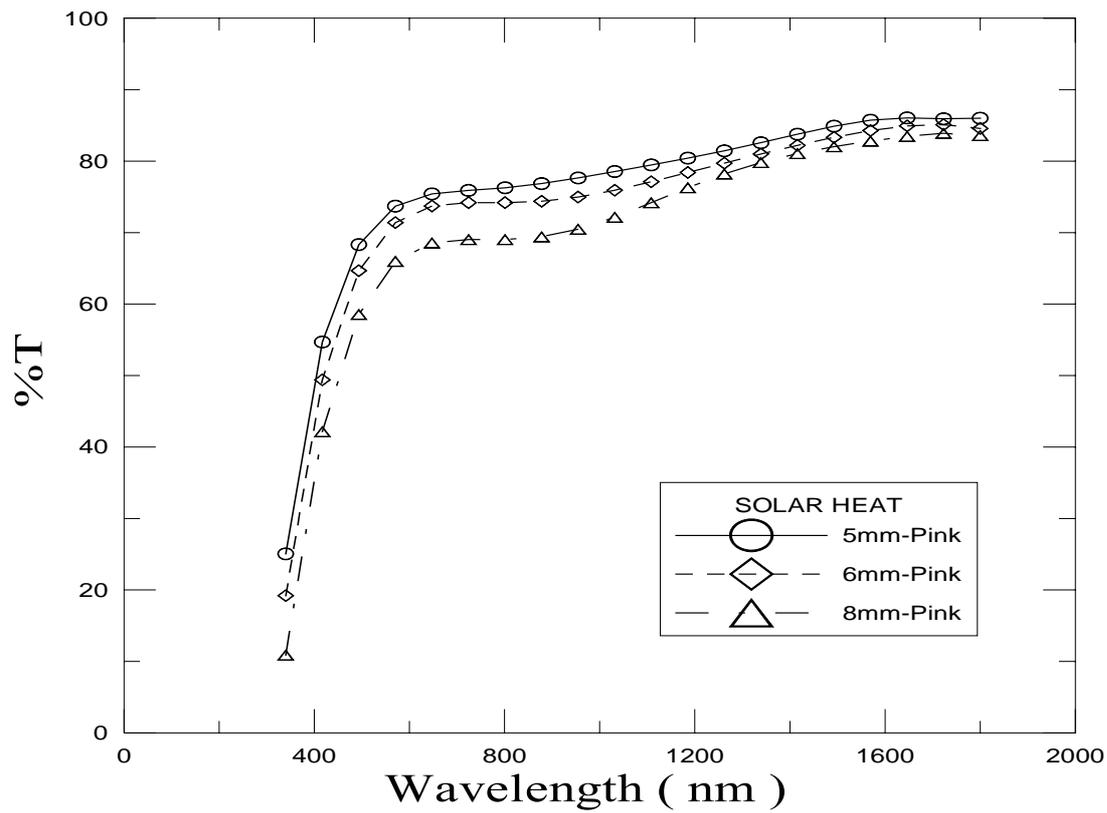


(a)透射率

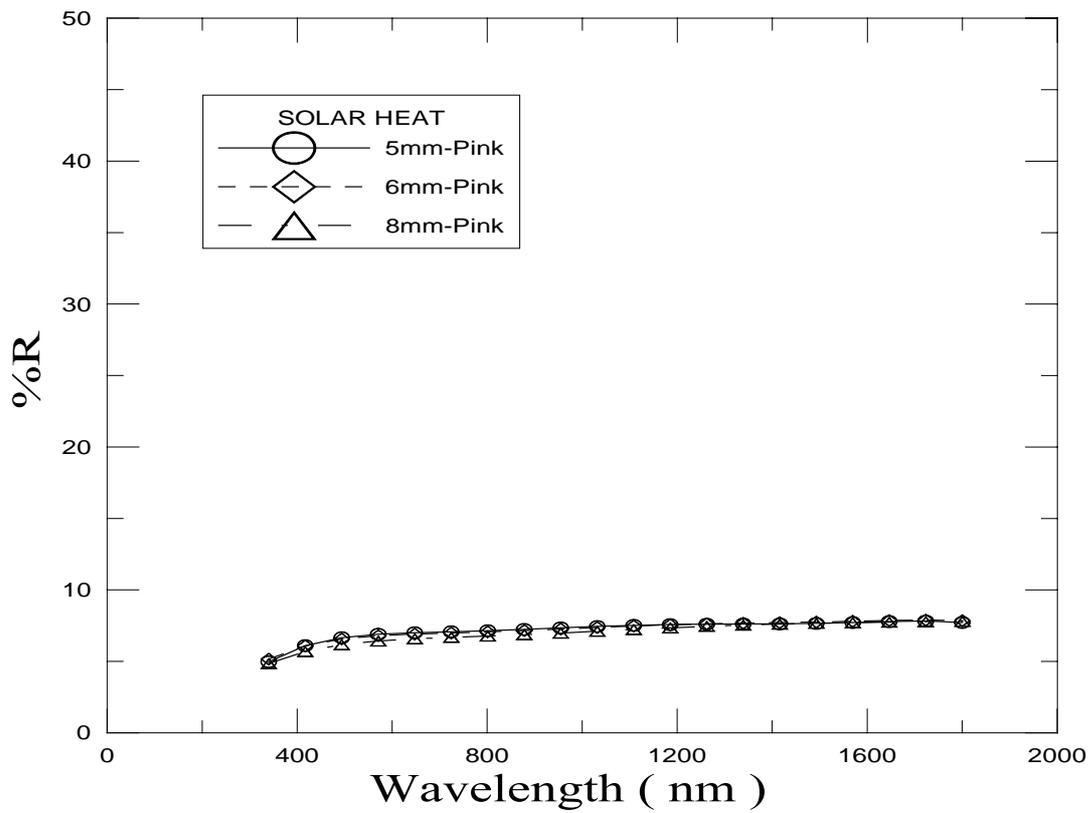


(b)反射率

附圖 2 明板粉紅玻璃可見光之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

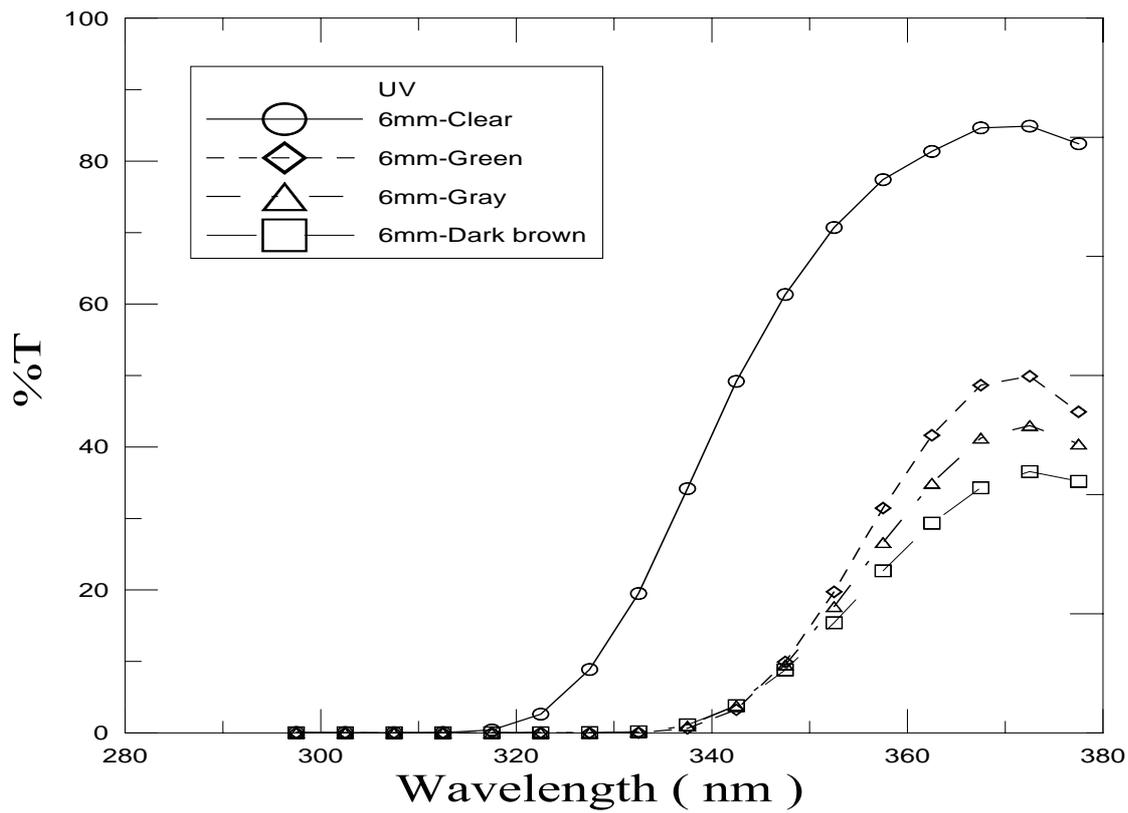


(a)透射率

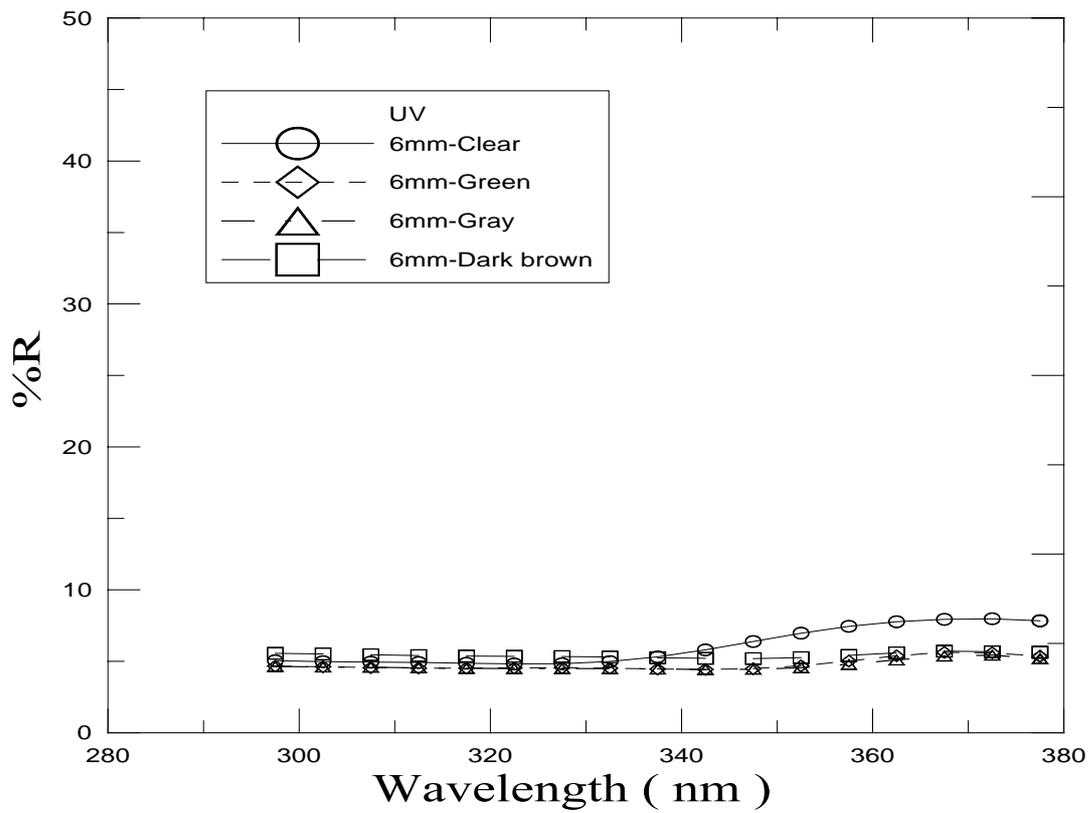


(b)反射率

附圖 3 明板粉紅玻璃太陽熱能之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

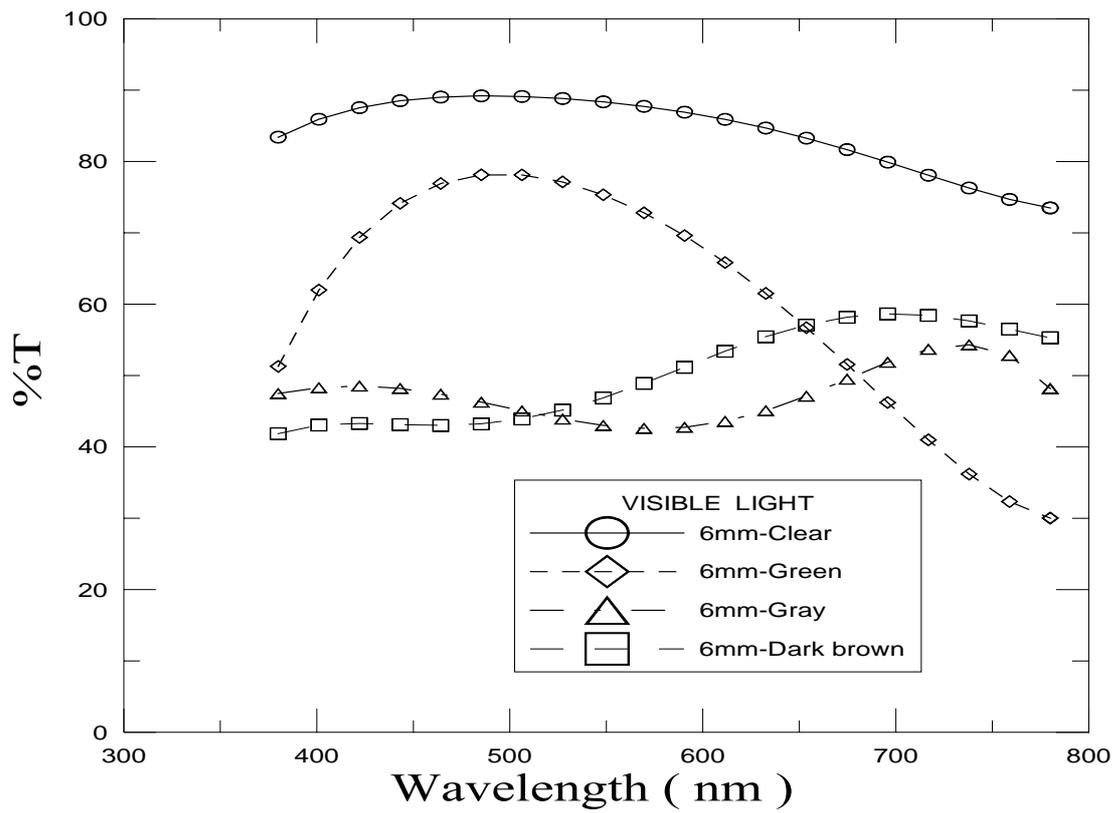


(a)透射率

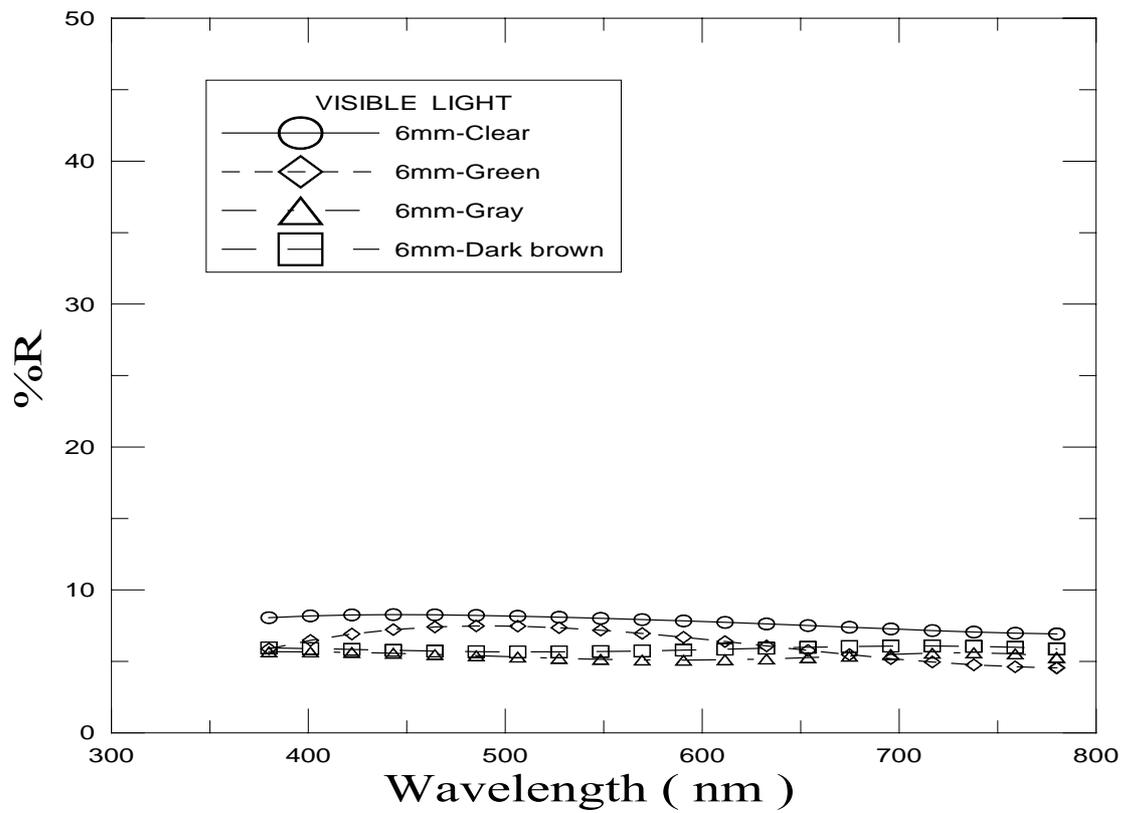


(b)反射率

附圖 4 明板玻璃紫外線之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

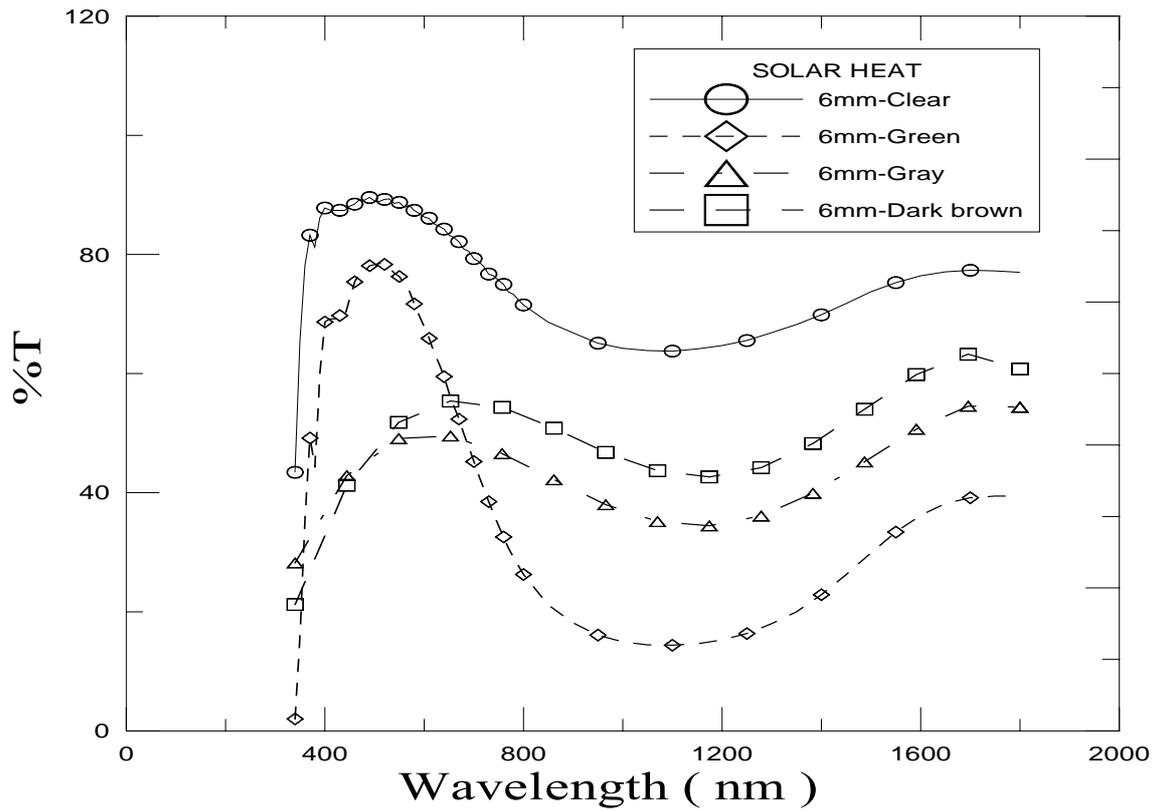


(a)透射率

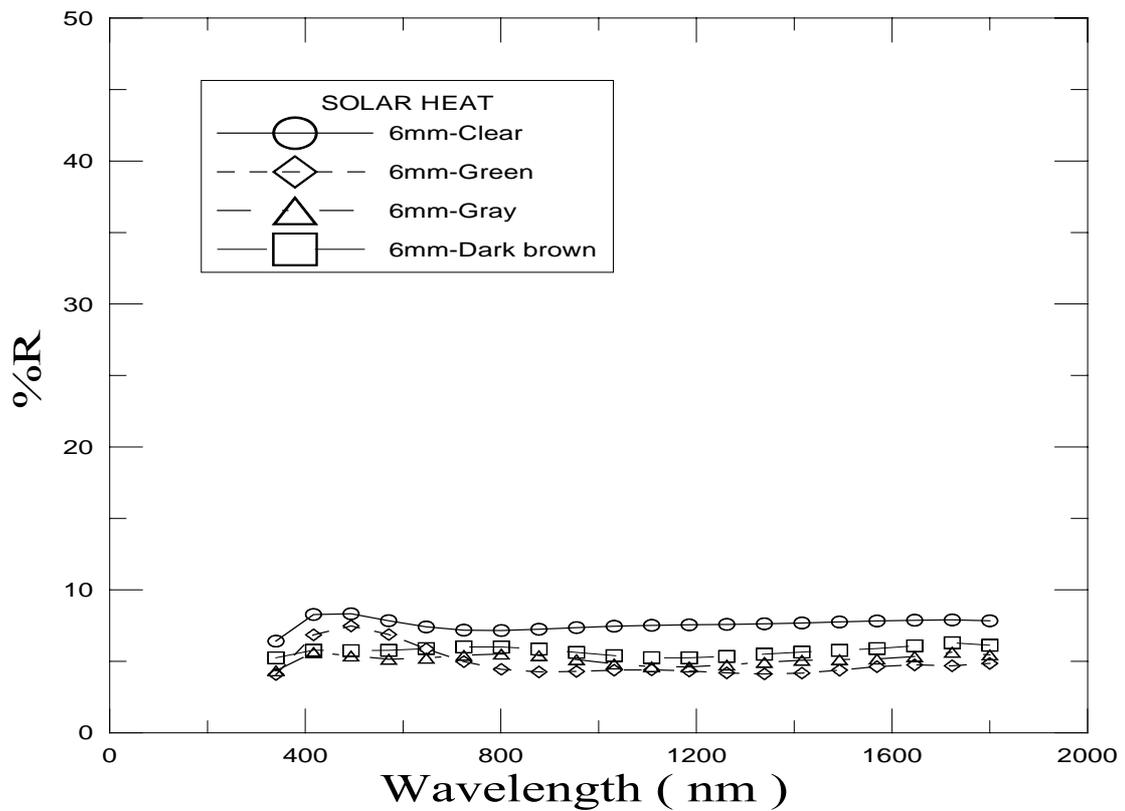


(b)反射率

附圖 5 明板玻璃可見光之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

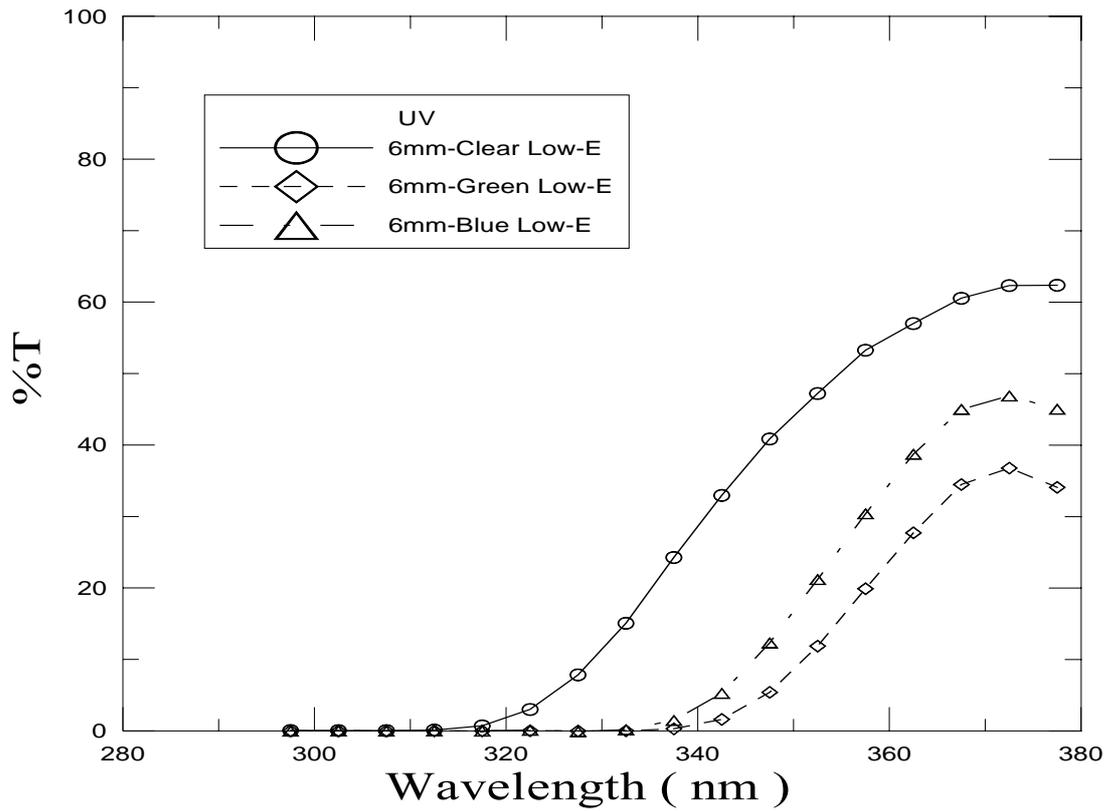


(a)透射率

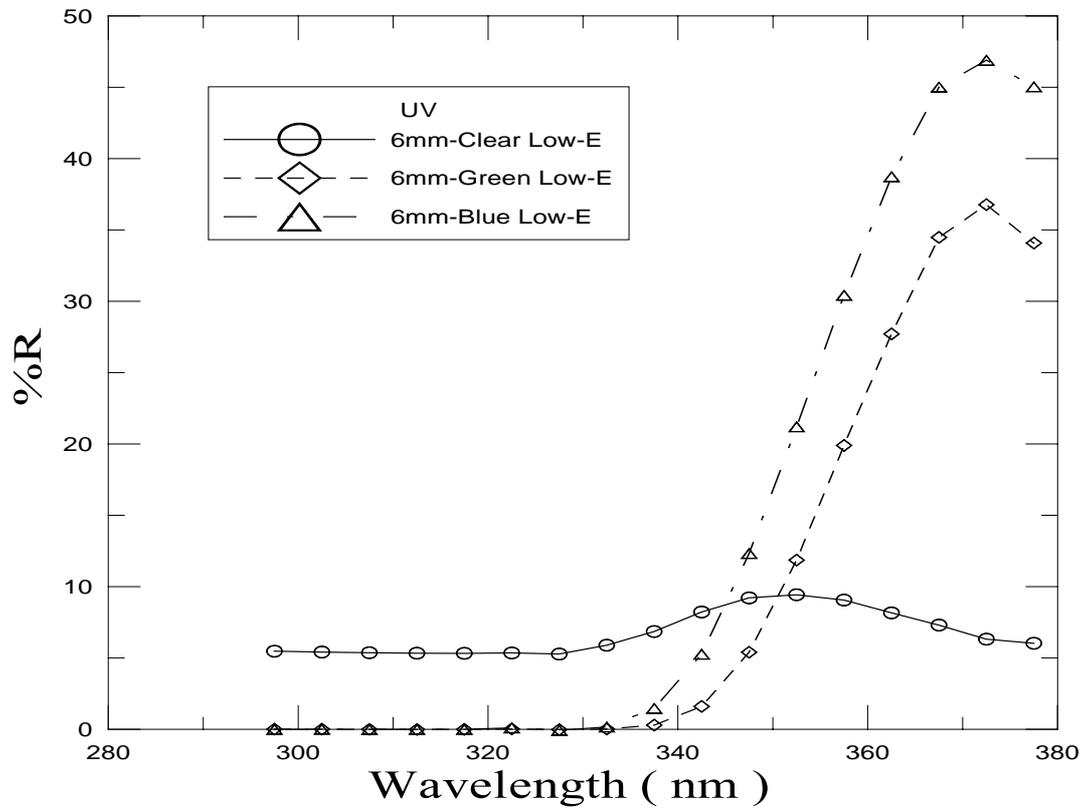


(b)反射率

附圖 6 明板玻璃太陽熱能之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

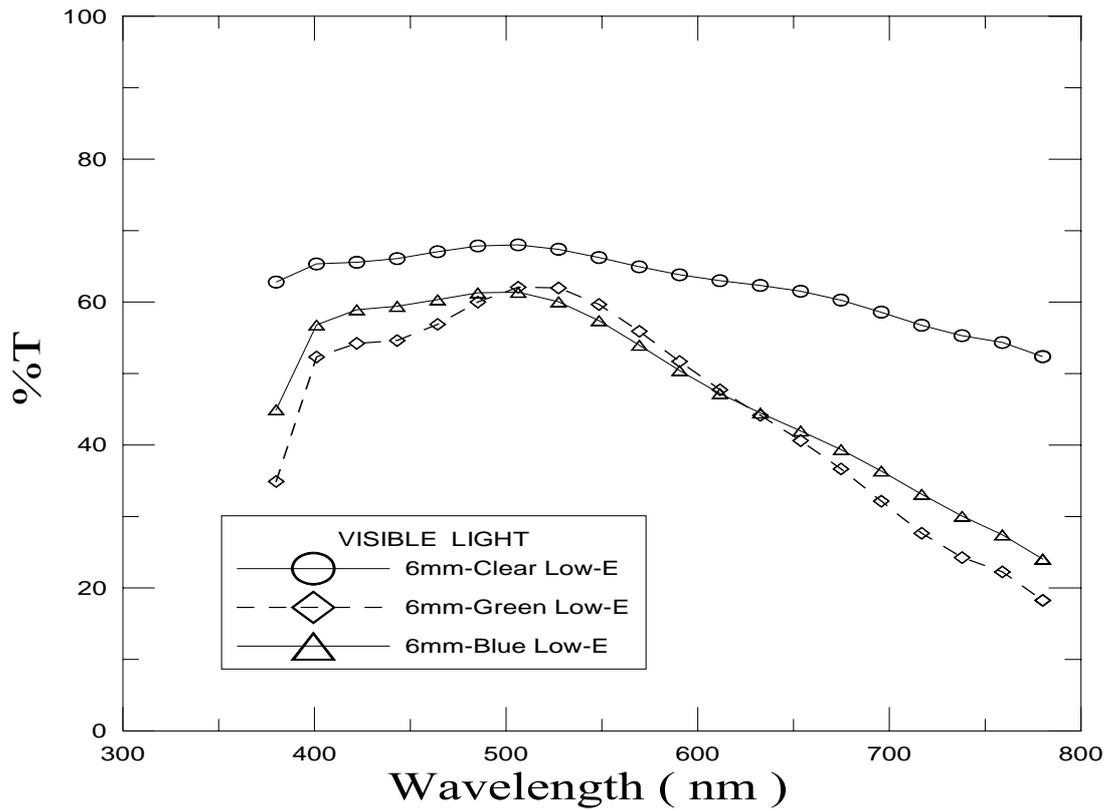


(a)透射率

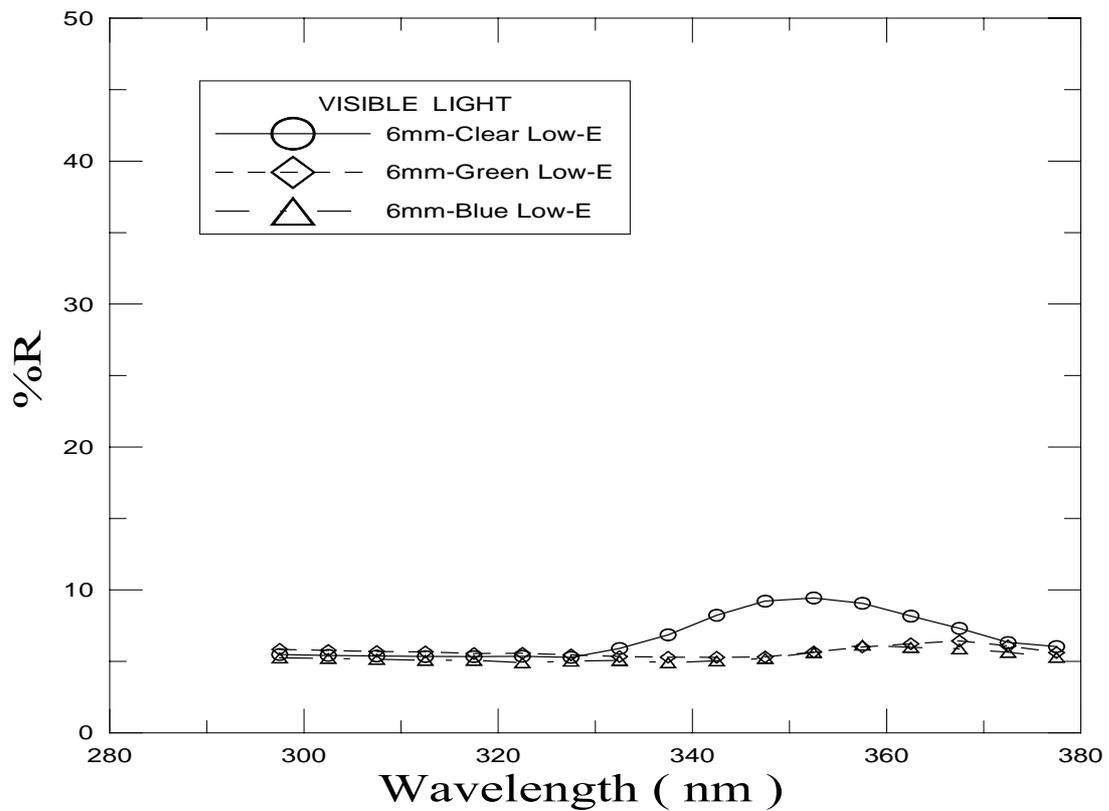


(b)反射率

附圖 7 低輻射玻璃紫外線之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

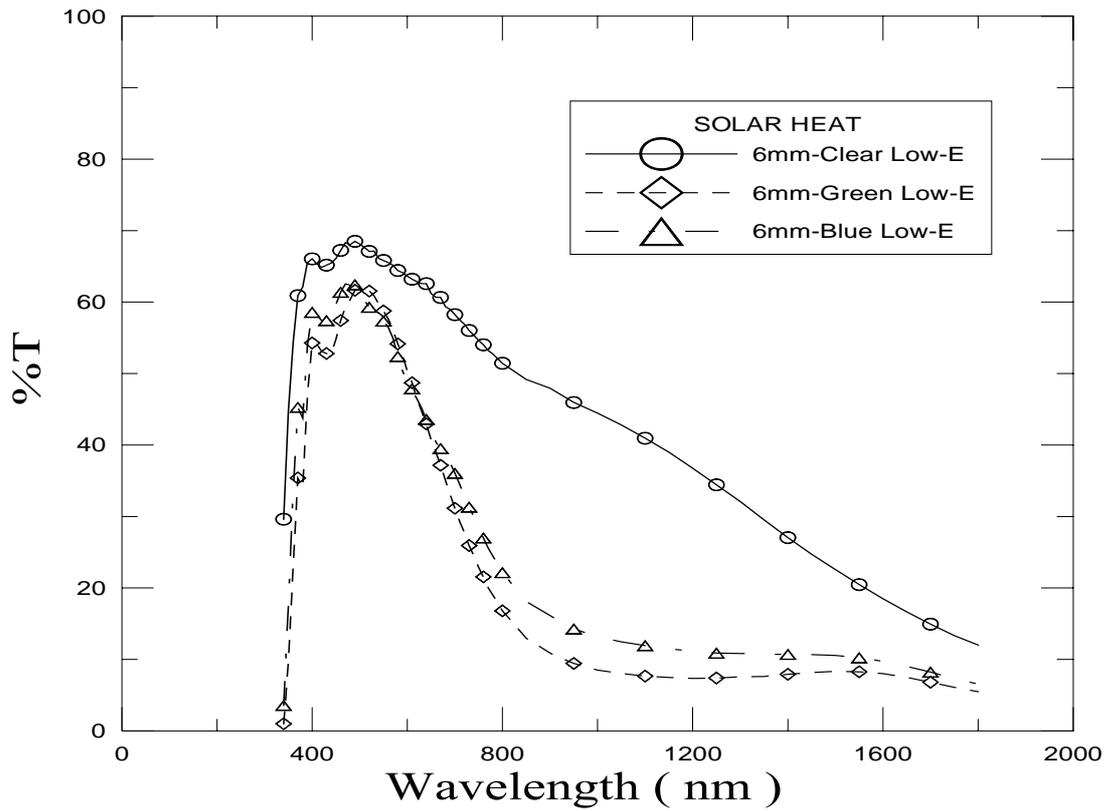


(a)透射率

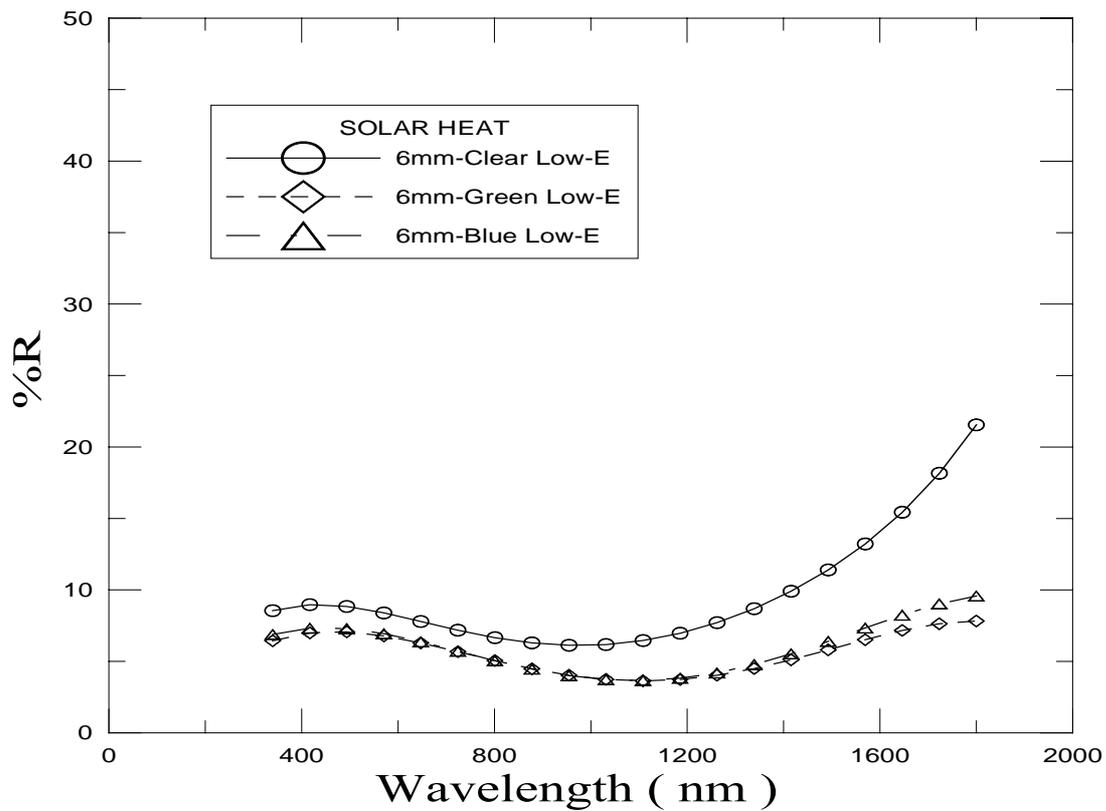


(b)反射率

附圖 8 低輻射玻璃可見光之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

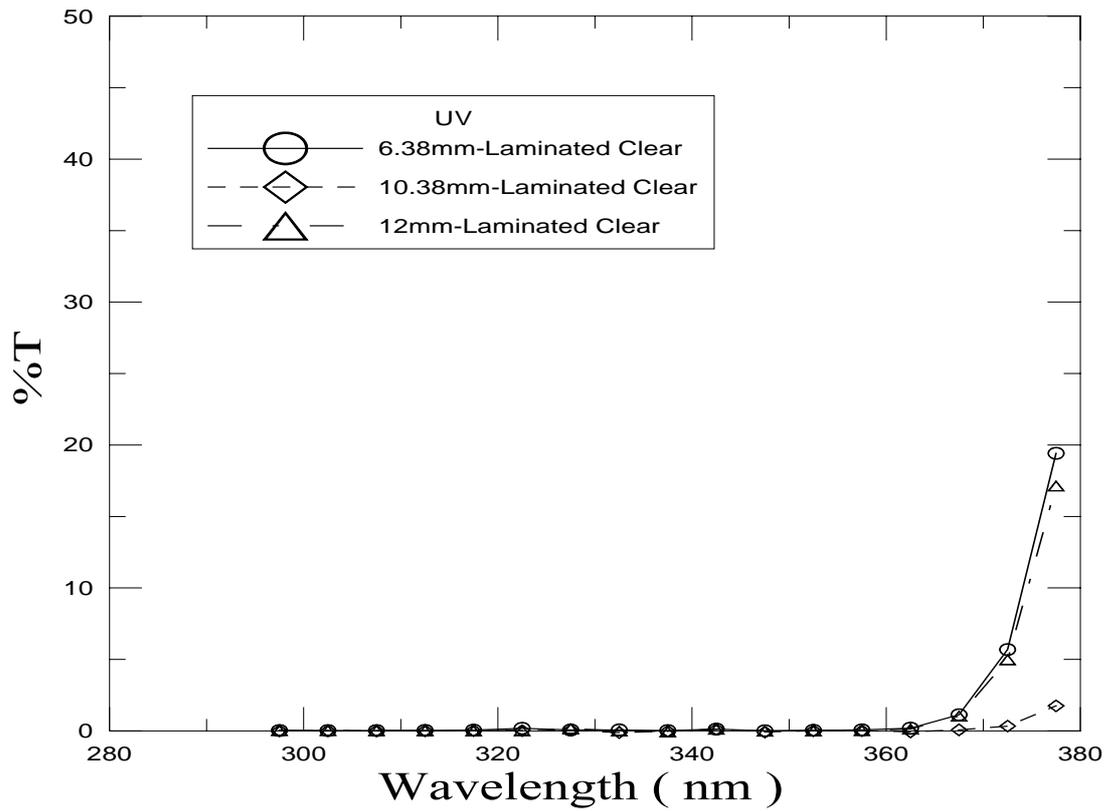


(a)透射率

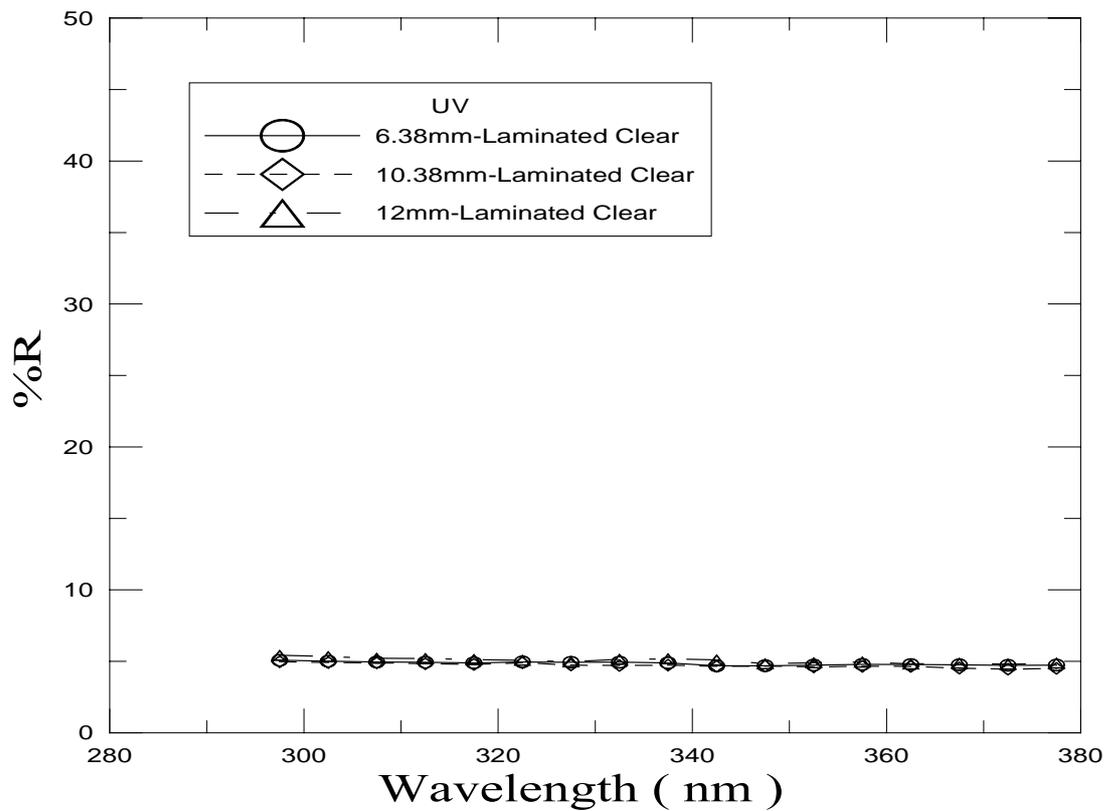


(b)反射率

附圖 9 低輻射玻璃太陽輻射之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

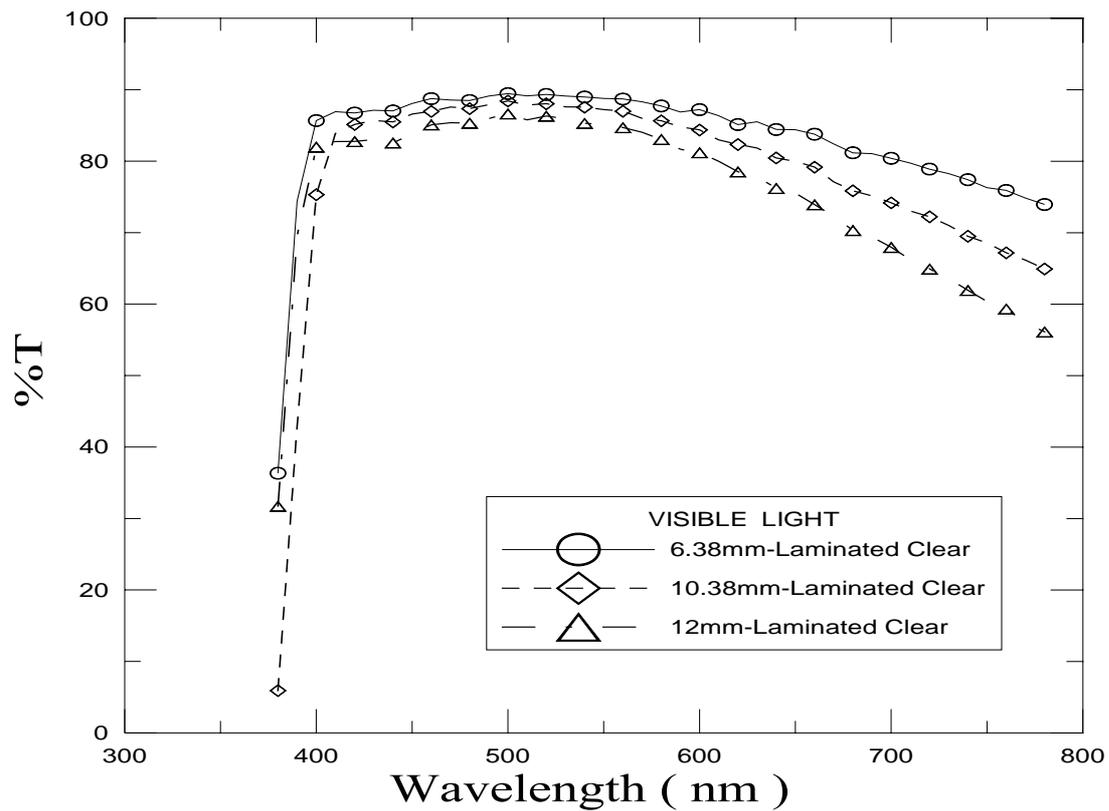


(a)透射率

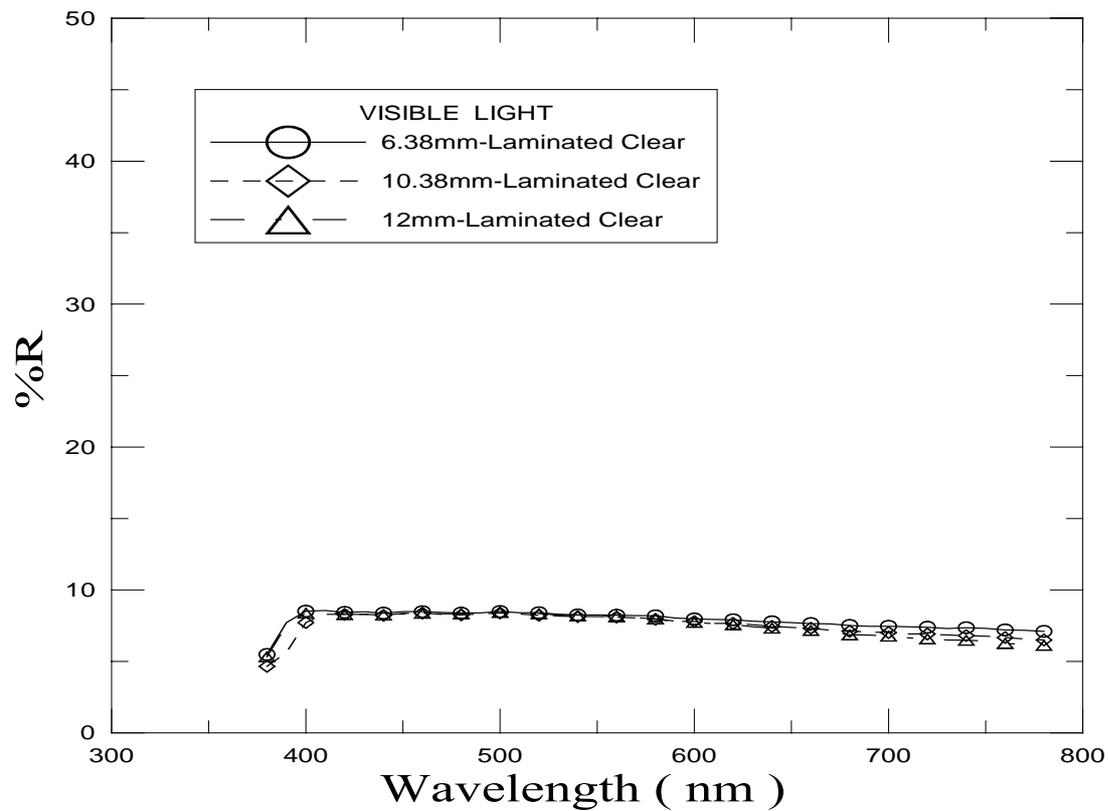


(b)反射率

附圖 10 膠合清玻璃紫外線之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

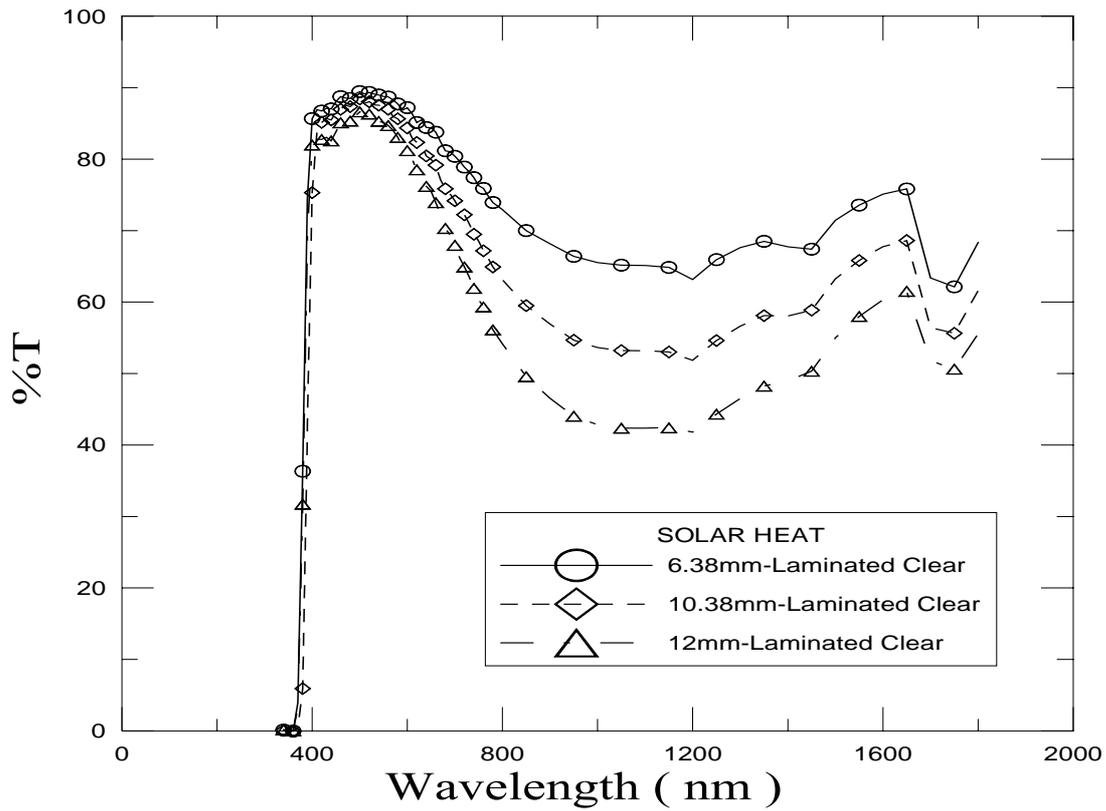


(a)透射率

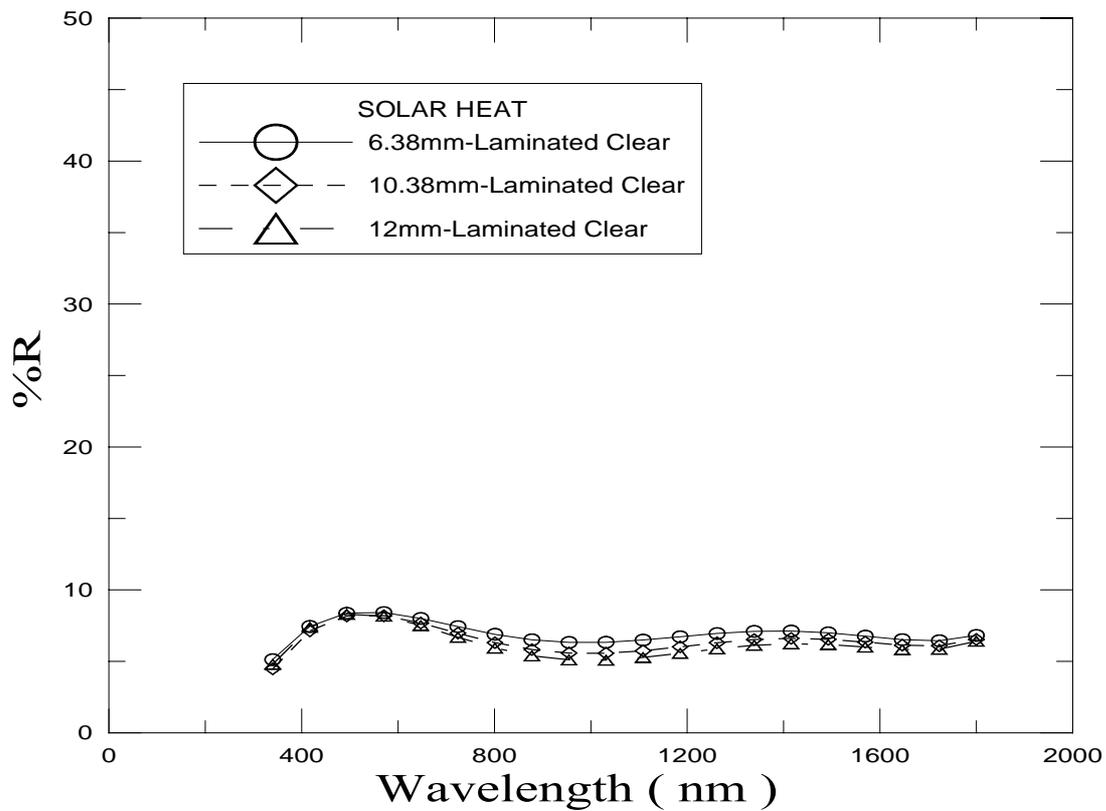


(b)反射率

附圖 11 膠合清玻璃可見光之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

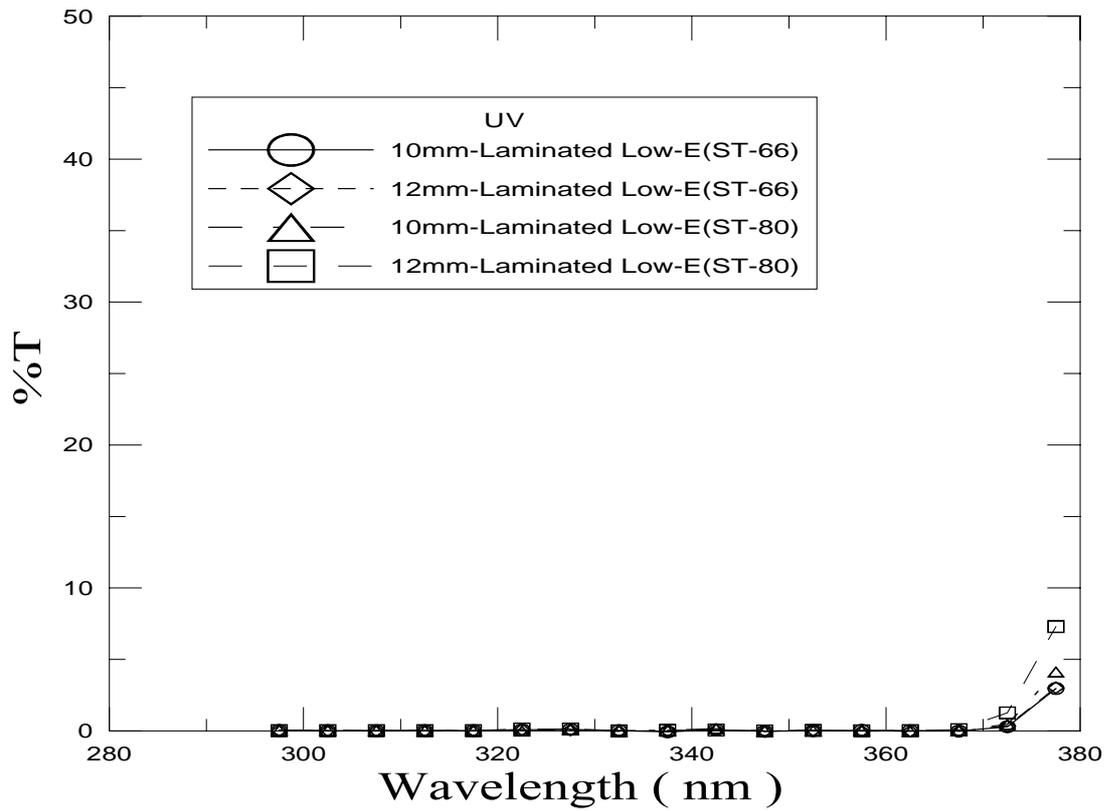


(a)透射率

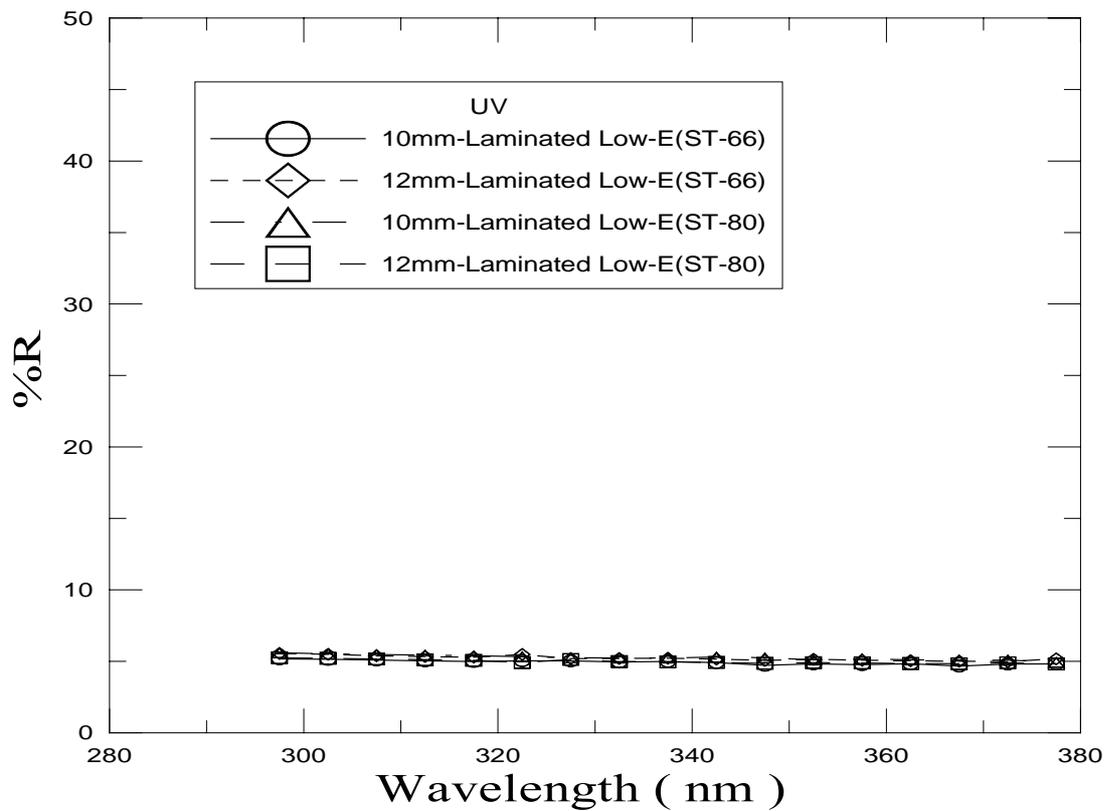


(b)反射率

附圖 12 膠合清玻璃太陽熱能之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

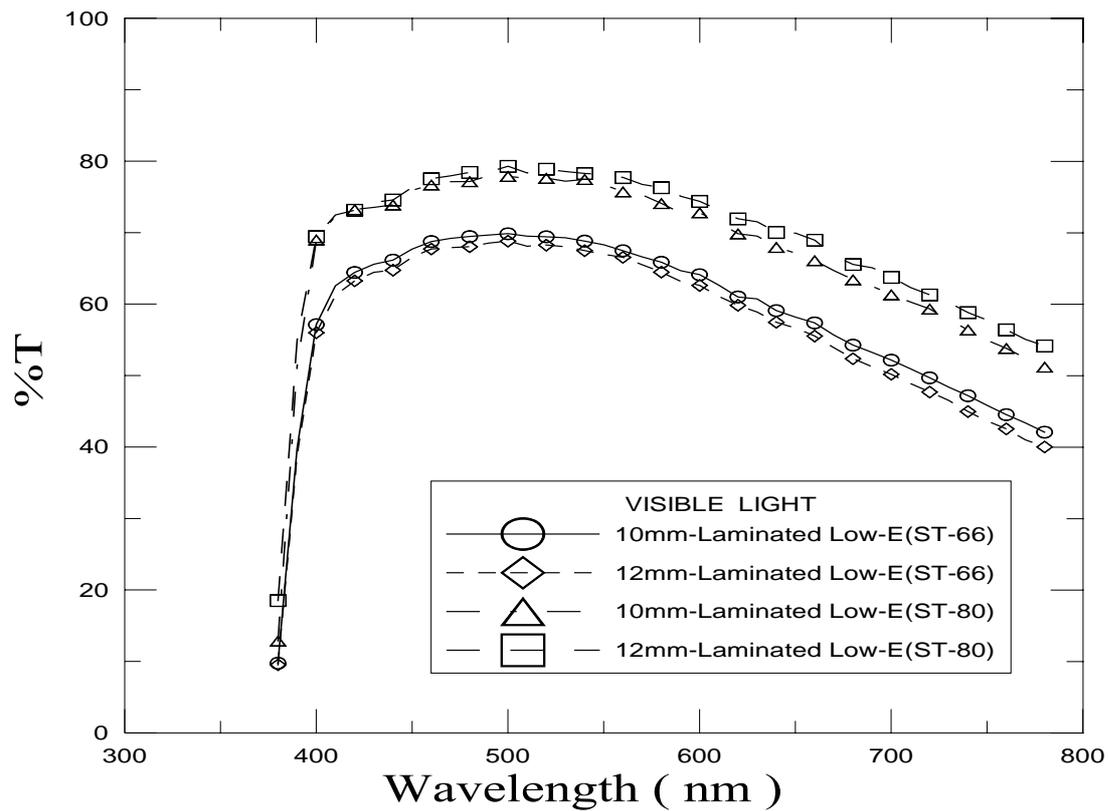


(a)透射率

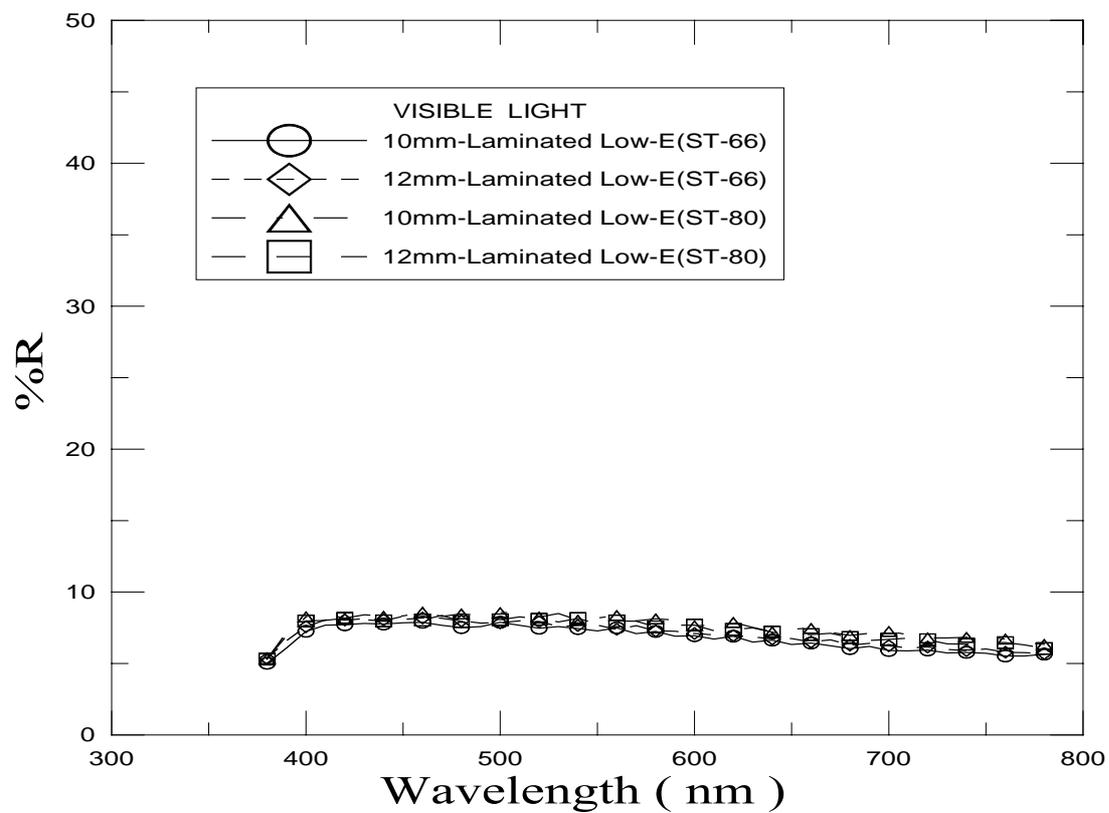


(b)反射率

附圖 13 膠合低輻射玻璃紫外線之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

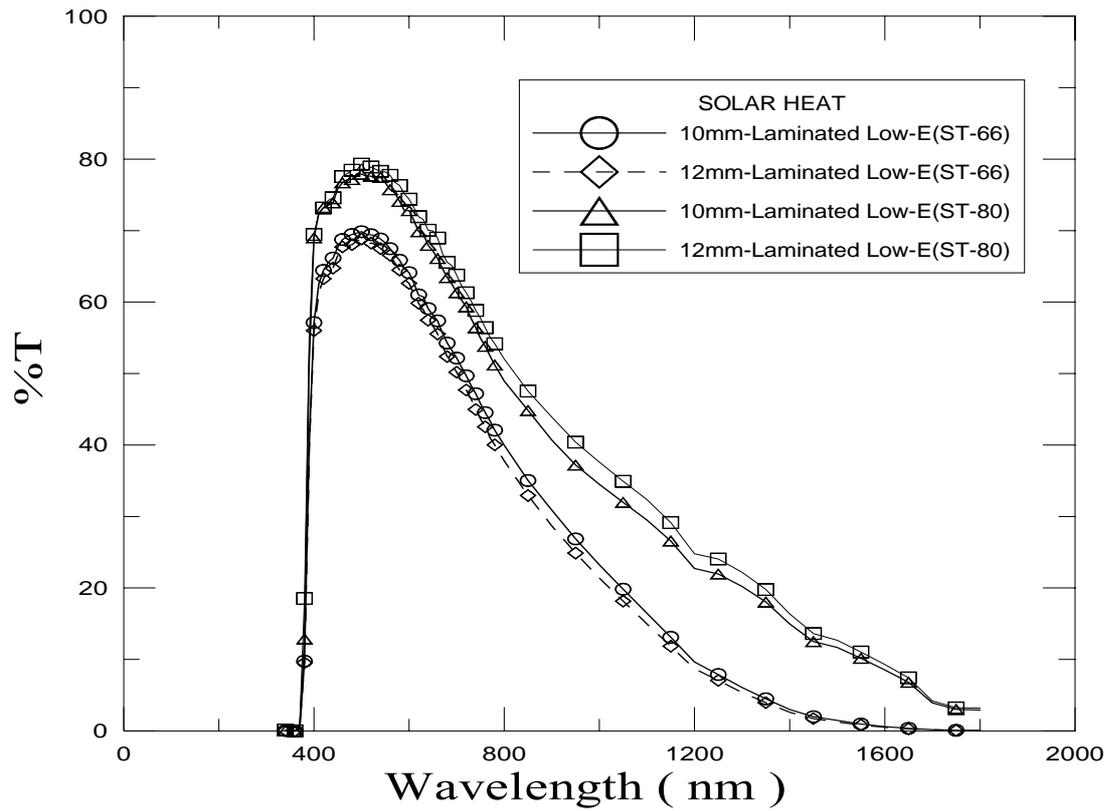


(a)透射率

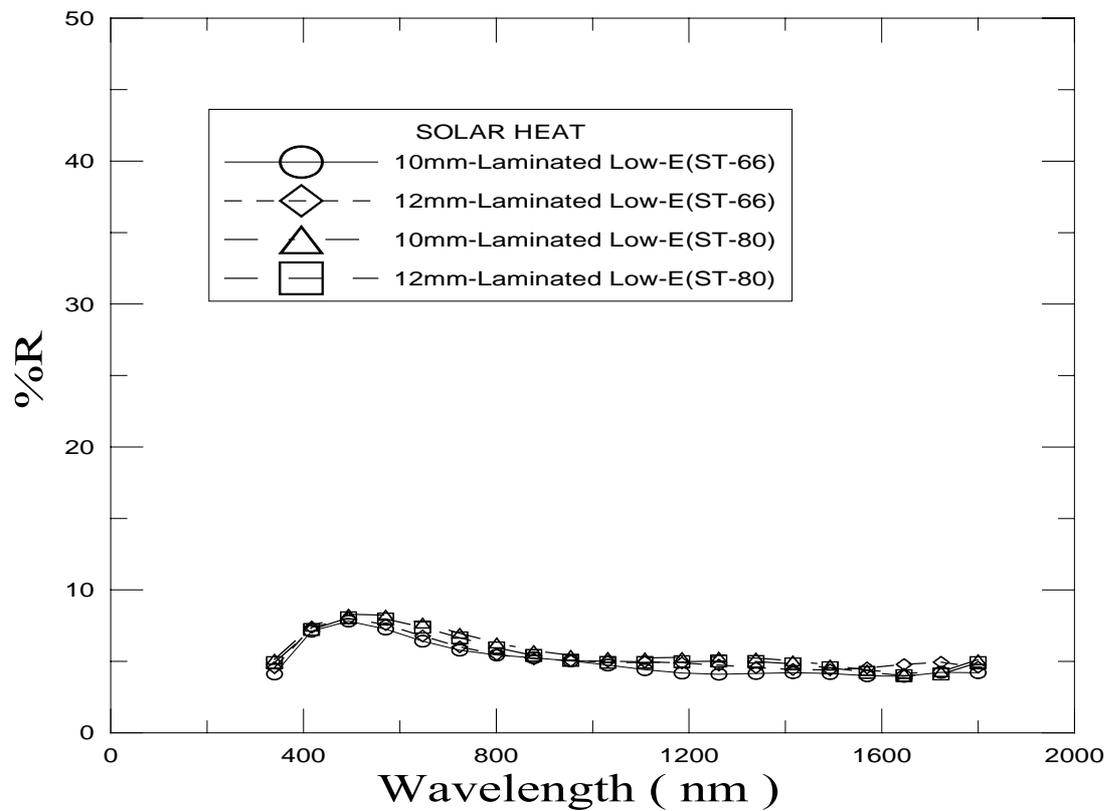


(b)反射率

附圖 14 膠合低輻射玻璃可見光之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率



(a)透射率



(b)反射率

附圖 15 膠合低輻射玻璃太陽熱能之光性能分佈圖：(a)透射率(b)反射率

附件三、中國國家標準 CNS12381-R3161 和中華人民共和國國家標準 GB/T 2680-94 參考附表。

(1) 紫外線波長 U_{λ} × 對照表(大陸標準 GB/T-2680-94)。

波長 (nm)	U_{λ} ×
297.5	0.00082
302.5	0.00461
307.5	0.01373
312.5	0.02746
317.5	0.04120
322.5	0.05591
327.5	0.06572
332.5	0.07062
337.5	0.07258
342.5	0.07454
347.5	0.07601
352.5	0.07700
357.5	0.07896
362.5	0.08043
367.5	0.08337
372.5	0.08631
377.5	0.09073

(2) 可見光波長 $D \times V$ 對照表(中國國家標準 CNS12381-R3161)。

波長(nm)	$D\lambda \times V\lambda$	波長(nm)	$D\lambda \times V\lambda$
380	0	590	67.14
390	0.01	600	56.8
400	0.03	610	45.07
410	0.11	620	33.41
420	0.37	630	22.07
430	1.01	640	14.65
440	2.41	650	8.56
450	4.45	660	4.89
460	7.07	670	2.63
470	10.45	680	1.33
480	16.12	690	0.57
490	22.63	700	0.29
500	35.32	710	0.16
510	54.22	720	0.06
520	74.4	730	0.04
530	92.83	740	0.02
540	99.61	750	0.01
550	103.52	760	0
560	99.5	770	0
570	91.71	780	0
580	83.34		

(3) 太陽熱能波長 $E \times \Delta\lambda$ 對照表(中國國家標準 CNS12381-R3161)。

波長(nm)	$E\lambda \times \Delta\lambda$	波長(nm)	$E\lambda \times \Delta\lambda$
340.00	0.00291	670.00	0.01459
350.00	0.00346	680.00	0.01447
360.00	0.00385	690.00	0.01438
370.00	0.00474	700.00	0.01418
380.00	0.00494	710.00	0.01403
390.00	0.00527	720.00	0.01085
400.00	0.00739	730.00	0.01165
410.00	0.00967	740.00	0.01309
420.00	0.01023	750.00	0.01327
430.00	0.01012	760.00	0.00314
440.00	0.01171	770.00	0.01292
450.00	0.01354	780.00	0.01271
460.00	0.01447	800.00	0.04704
470.00	0.01476	850.00	0.05583
480.00	0.01546	900.00	0.04255
490.00	0.01497	950.00	0.02365
500.00	0.01525	1000.00	0.04004
510.00	0.01508	1050.00	0.03601
520.00	0.01496	1100.00	0.02933
530.00	0.01521	1150.00	0.01202
540.00	0.01534	1200.00	0.02398
550.00	0.01543	1250.00	0.02061
560.00	0.01543	1300.00	0.01929
570.00	0.01551	1350.00	0.00978
580.00	0.01566	1400.00	0.00192
590.00	0.01567	1450.00	0.00522
600.00	0.01541	1500.00	0.01077
610.00	0.01525	1550.00	0.01453
620.00	0.01516	1600.00	0.01328
630.00	0.01510	1650.00	0.01189
640.00	0.01506	1700.00	0.01070
650.00	0.01492	1750.00	0.00945
660.00	0.01481	1800.00	0.00609

(4)在絕對溫度 293K 熱輻射波長 G 對照表(中國國家標準 CNS12381-R3161)。

波長 (μm)	Gλ	波長 (μm)	Gλ
4.5	0.0053	15.0	0.0281
5.0	0.0094	15.5	0.0266
5.5	0.0143	16.0	0.0252
6.0	0.0194	16.5	0.0238
6.5	0.0244	17.0	0.0225
7.0	0.0290	17.5	0.0212
7.5	0.0328	18.0	0.0200
8.0	0.0358	18.5	0.0189
8.5	0.0379	19.0	0.0179
9.0	0.0393	19.5	0.0168
9.5	0.0401	20.0	0.0159
10.0	0.0402	20.5	0.0150
10.5	0.0399	21.0	0.0142
11.0	0.0392	21.5	0.0134
11.5	0.0382	22.0	0.0126
12.0	0.0370	22.5	0.0119
12.5	0.0356	23.0	0.0113
13.0	0.0342	23.5	0.0107
13.5	0.0327	24.0	0.0101
14.0	0.0311	24.5	0.0096
14.5	0.0296	25.0	0.0091

附件四、期中諮詢會議委員意見回應表

期中諮詢委員意見	回應
<p>蔡教授尤溪：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 節能與非節能玻璃，應說明如何界定。 2. 本計劃擬定何種指標，應說明，如 SC 與 SHGC 有何不同之理論基礎。 3. 美國 DSC 玻璃之 SC=1.0，應用以作比對分析誤差。 4. 報告中不見 SC 之計算公式，不知本計劃之 SC 值如何取得。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 節能玻璃之 SHGC 值和 SC 值較低，而非節能玻璃之 SHGC 值和 SC 值則較高 2. 國內外較常用之 SHGC 與 SC 關係式為 $SC = SHGC/0.87$。 3. 由於根據上述所求得之結果頗吻合國內外較知名之實驗數據，且也得到國內一些玻璃業者的認同，故其他有關 SHGC 與 SC 之關係式目前暫不與考慮。 4. 已列於期末報告中。
<p>江教授哲銘：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 配合綠建材標章認證制度，玻璃輻射熱檢測方法及基準建議下年度能加以考慮。 2. 研究成果符合期中報告需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依指示辦理。
<p>黃教授正弘：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. U 值如何計算，請加入報告中。 2. 公式 (2)(3)(4) 有誤，請更正。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. U 值如何計算乃為個人的研究成果，故目前暫不將其列於期末報告中，而僅列其實驗量測值。 2. 已更正。

期中諮詢委員意見	回應
<p>陳教授海曙：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究對我國未來玻璃材料的選用，會有相當之影響，值得繼續。 2. 未來我國日光輻射熱取得率，是否要分夏天與冬天，為避免誤導，應強調夏天的測試值。 3. 將來玻璃 SHGC 與 SC 規定測試影響供應廠商利益甚大，應力求嚴謹。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依指示辦理。 2. 本國之玻璃日光輻射熱取得率擬建議仍分夏天與冬天。 3. 玻璃 SHGC 與 SC 之規定值擬建議和建築師工會等相關單位研討後再來訂定。
<p>李教授魁鵬：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 雙層玻璃帷幕牆之應用廣泛，應考慮結合隔熱性能之測量。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以後會針對雙層玻璃進行檢測。
<p>柯教授佑沛：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 同一種玻璃（一二片即可），可重複量測（不同日期、時間），以定出整個系統的不確定性（或標準差）；而非單一之「定值」。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究有對同一種玻璃重複量測以求得其合理值。但不同時間所製造的玻璃可能會有不同的量測結果。

附件五、 期末諮詢會議委員意見回應表

期末諮詢委員意見	回應
<p>王主任文伯：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本案成果所提出檢測數據與業界資料之比對結果相近，值得肯定；可作為未來接受委託測試之能力基礎。 2. 本計畫之執行進度符合計畫期程之規劃，請持續辦理實驗分析並累積國內玻璃建材之性能資料。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指教，將繼續努力。 3. 將於會後把目前研究成果整理成資料庫。
<p>李教授魁鵬：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議於成果報告內加強說明半球輻射率檢測之目的與功能之背景。 2. 本案報告 P.18 所列之透射率/反射率似有誤繕，請確認後修正之。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將於成果報告中補充說明。 2. 已於成果報告中更正。
<p>黃教授正弘：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 所列透射率的計算公式似有出入，請確認後修正。 2. Hr 的輻射熱係數以表列數據提供，係由冬夏季標準溫度求得，請列入分析參考，並於成果報告中說明其定義。 3. 建議本案成果報告中能針對 CNS 國家標準提出檢討，並研擬建議修正方案。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已更正且把不同波長範圍的計算公式完整列出。 2. Hr 和 Hc 係數值由 CNS 國家標準提供，目前暫不列入分析考慮。 3. 依指示辦理。

<p>陳組長瑞鈴：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本案實驗設施係依全國能源會議之結論事項辦理建置，將可進行國內建材隔熱性能之檢測驗證，以鼓勵推廣國內高性能綠建材之使用，並管制不良產品的輸入或上市。 2. 本所優良綠建築的評選個案中廠商所提出的建材產品隔熱性能數據似未經實驗室檢測，建議未來可廣泛收集常用或標榜高性能之建材進行產品驗證。 3. 玻璃日光輻射熱取得率部分的研究已有具體成效，請於本年度成果中提出總結報告。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依指示配合辦理。 2. 將盡可能把此類試件列入未來研究中。 3. 將於成果報告中補齊。
--	--