

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 物理科

080116

支「璃」不破碎—載玻片與撞擊之研究

學校名稱：苗栗縣苗栗市建功國民小學

作者：	指導老師：
小四 黃晉軒	溫雅竹
小六 謝舜為	陳凌羽
小五 蕭維廷	
小五 林孟致	
小五 張博瑋	

關鍵詞：環氧樹脂、載玻片、作用力

摘要：

本研究主要以強化載玻片，避免掉落時斷裂碎片噴濺傷人之實驗為主，利用課堂中包埋昆蟲標本的環氧樹脂，結合觀察實驗常用到的載玻片，進行多層次的包埋。我們調配環氧樹脂，把玻片浸泡後放在透明投影片上，最外層再用資料夾加以固定，一天的時間後即可取出包埋後的成品，進行掉落實驗，自不同高度下推落及滑落，比較經過不同層數包埋的載玻片間強度的變比，亦比較相同的層數下，橫置掉落或直置掉落，載玻片能承受多少次掉落才會斷裂。研究結果顯示，載玻片的強度隨著包埋的層數而增加，推估為撞擊點因素，造成載玻片斷裂之情形。

壹、研究動機

實驗課時因為同學讓載玻片從桌子上掉下來，撿拾滿地的碎片時，造成同學不小心割傷，所以，我們就想要如何能讓載玻片變成掉下去不會裂開，就算裂開也不會讓載玻片斷裂，如果斷裂了，玻璃也不會濺的到處都是，如果能達到這個目標，應該就可以減少許多實驗中發生的意外。

我們經過調查之後發現，只有強化玻璃才能具有這種效果，那我們能不能自己把載玻片強化呢?剛好老師最近教我們包埋標本時有提到，經由環氧樹脂包覆的物體不只透明度高可以仔細的觀察內容物，且十分堅固耐摔耐撞，馬上就有同學發現這不就是我們所需要的特點嗎?

於是，這幾項巧合激起我們的熱情，相信我們一定可以做出很棒的安全載玻片，希望讓以後的學弟妹們也能使用我們的研究成果，不再因意外而造成傷害。

貳、研究目的

- 一、探討載玻片經由環氧樹脂包埋層數對載玻片厚度之影響。
- 二、探討包埋後載玻片經由橫放掉落對斷裂容易度之影響。
- 三、探討包埋後載玻片經由直放掉落對斷裂容易度之影響。
- 四、探討包埋後的載玻片在使用上有何影響。

參、研究設備及器材

圖片			
名稱	環氧樹脂主劑	環氧樹脂硬化劑	載玻片
備註	和硬化劑比例 3:1	讓主劑硬化	
圖片			
名稱	小保鮮盒	一鍋熱水	鑷子
備註	裝主劑和硬化劑	讓環氧樹脂較快混合	夾取載玻片
圖片			
名	秤	透明投影片	檔案夾
備註	量環氧樹脂的比例	讓硬化後的載玻片保持透明	固定透明投影片

肆、研究過程或方法

一、實驗步驟

- (一)調製環氧樹脂溶液，必須隔杯浸泡於熱水中加熱。
- (二)載玻片浸泡於調配好的環氧樹脂溶液中。
- (三)用兩張透明投影片夾住載玻片擠掉剩餘氣泡，並放入資料夾中固定。
- (四)進行多層次包埋即重複上述步驟。
- (五)放置於一公尺的高度上推落、滑落及六十五公分滑落。
- (六)經由直的放置時推落及橫的放置時推落兩種情況加以比較。

二、實驗照片



調配環氧樹脂



載玻片泡環氧樹脂



資料夾中放透明投影片



浸泡後載玻片放入夾層



擠出氣泡



取出包埋後成品



一公尺掉落實驗

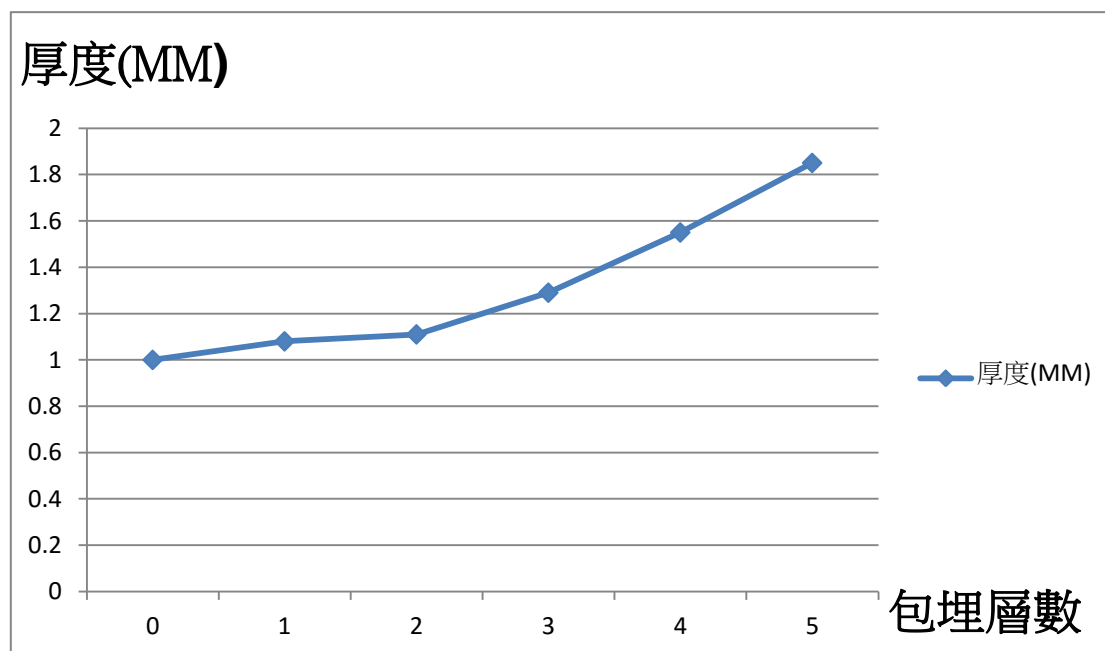


斷裂的載玻片

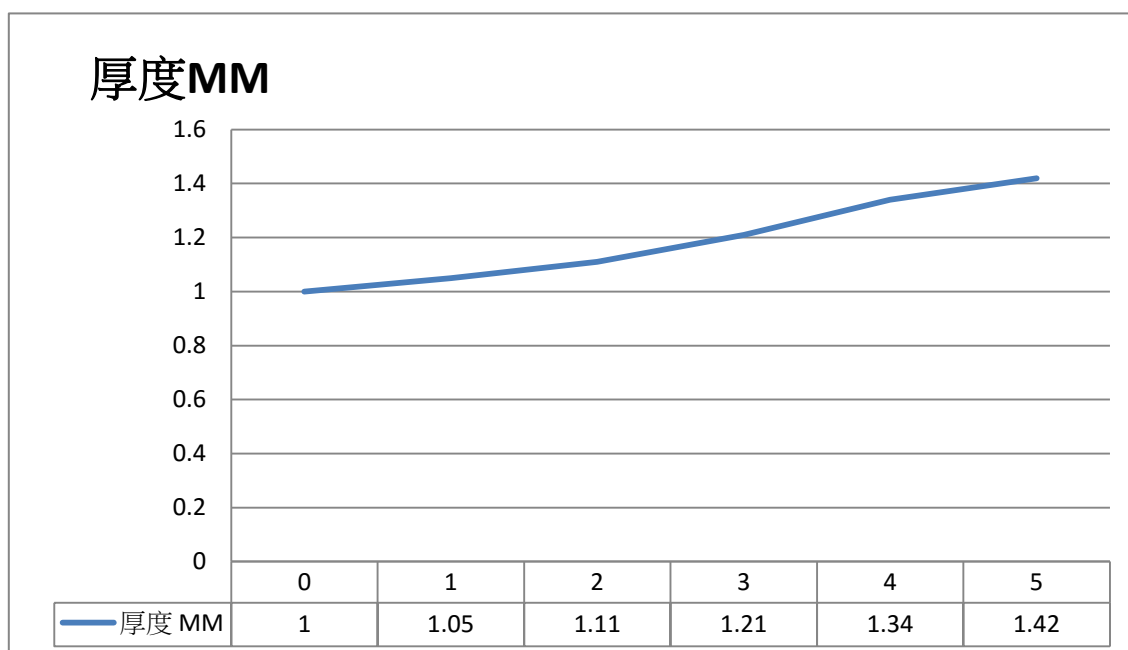
三、環氧樹脂包埋層數對載玻片厚度之影響

(一)載玻片厚度

層數	未包埋	一層	二層	三層	四層	五層
厚度	1mm	1.08mm	1.11mm	1.29mm	1.55mm	1.85mm



(載玻片經包埋後厚度並非線性成長，應該為用手擠壓氣泡時施力不固定所導致。)



(載玻片經包埋後用固定兩本書加壓等待乾燥，所形成之厚度成長趨勢圖。)

(二)切面圖



未包埋



一層包埋



二層包埋



三層包埋



四層包埋



五層包埋

四、包埋層數對橫放的掉落之影響

1.平推掉落

層數	未包埋	一層	二層	三層	四層	五層
斷裂之掉落次數	1	3	6	9	16	100 以上

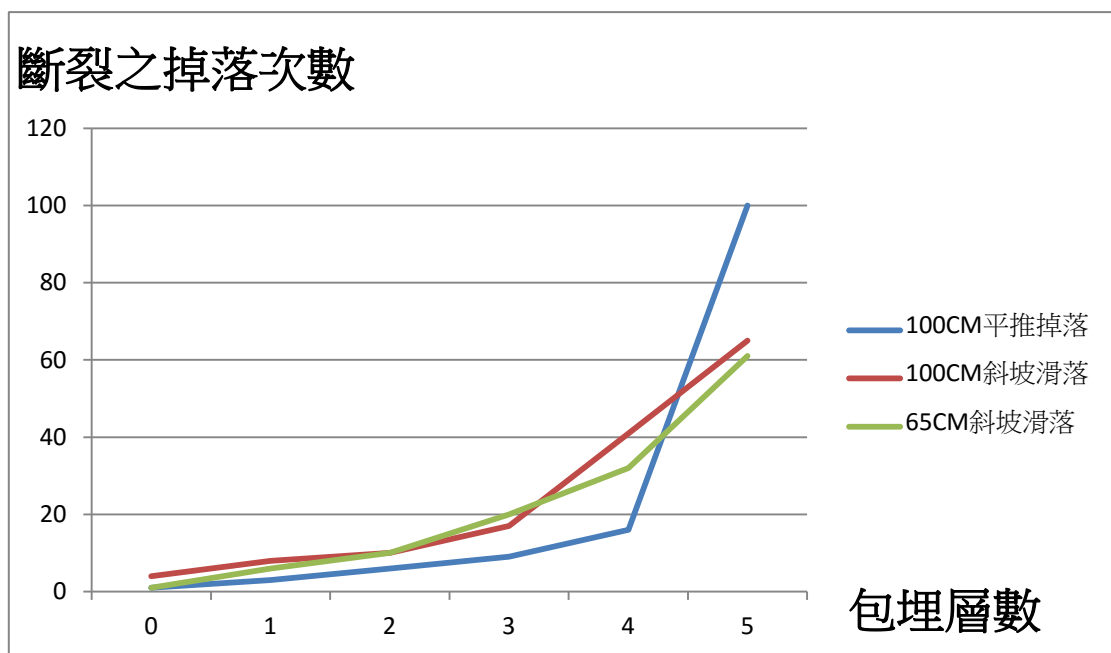
2.斜坡滑落

(1)一百公分高度

層數	未包埋	一層	二層	三層	四層	五層
斷裂之掉落次數	4	8	10	17	41	65

(2)六十五公分高度

層數	未包埋	一層	二層	三層	四層	五層
斷裂之掉落次數	1	6	10	20	32	61



(載玻片在第五層包埋時強度大幅上升，應與掉落方式相關，在後面將加以討論。)

五、包埋層數對直放的掉落之影響

1. 平推掉落

層數	未包埋	一層	二層	三層	四層	五層
斷裂之 掉落次數	1	2	5	9	12	16

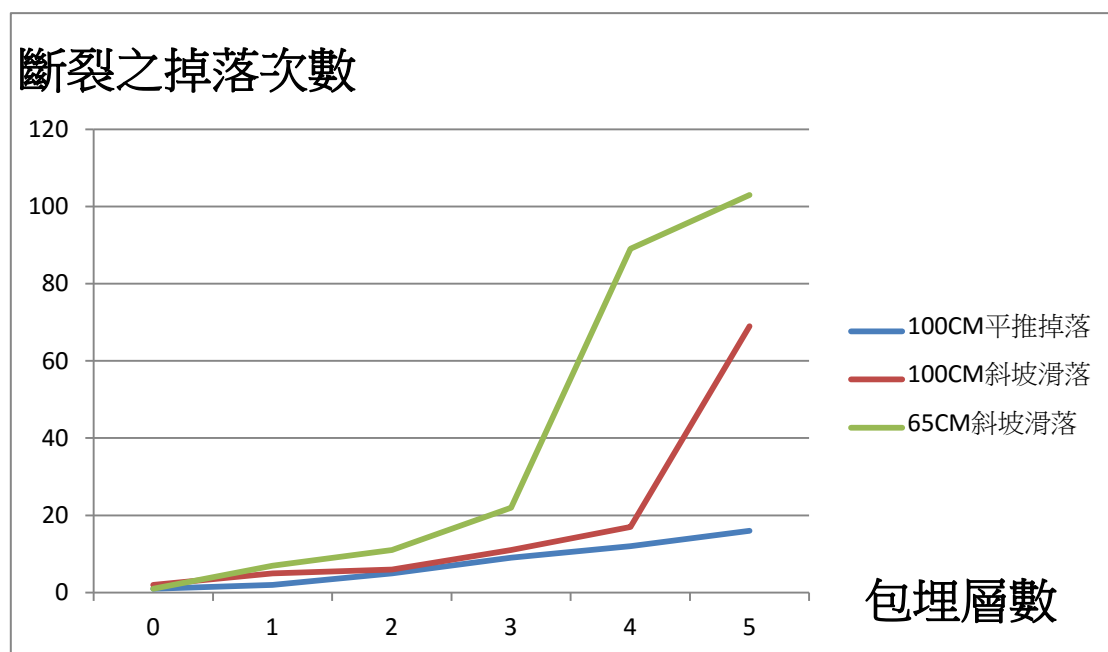
2. 斜坡滑落

(1)一百公分高度

層數	未包埋	一層	二層	三層	四層	五層
斷裂之 掉落次數	2	5	6	11	17	69

(2)六十五公分高度

層數	未包埋	一層	二層	三層	四層	五層
斷裂之 掉落次數	1	7	11	22	89	103

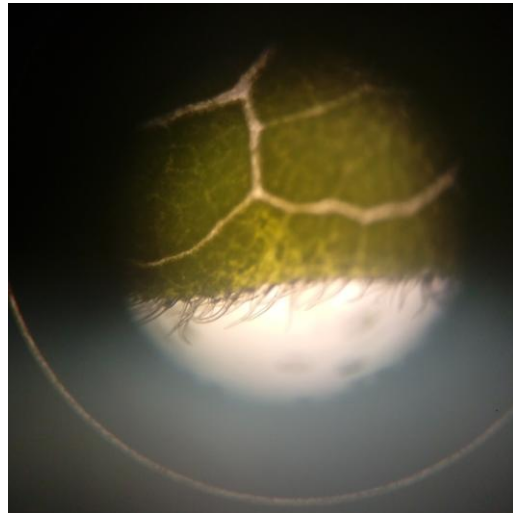
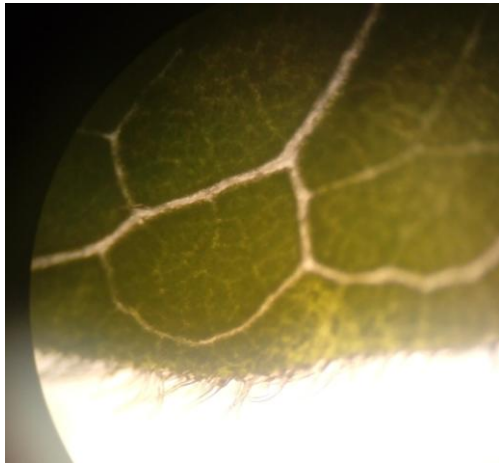


(載玻片經包埋後由直的放置掉落，在平推掉落時較易斷裂，將在後面討論。)

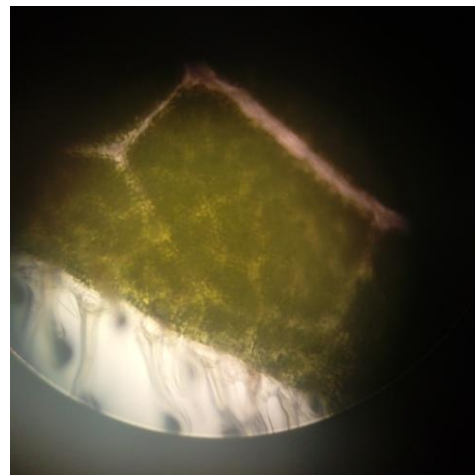
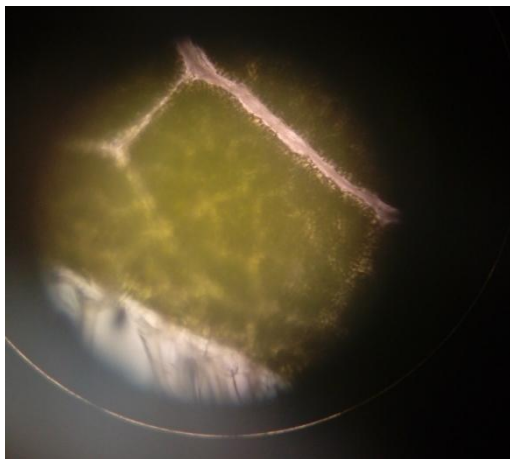
六、包埋後載玻片使用觀察



使用顯微鏡放大一百五十倍



未包埋載玻片觀察綠豆葉子



五層包埋載玻片觀察綠豆葉子

伍、研究結果

經由此次研究設計得知以下內容：

- 一、不同的包埋次數，對厚度趨近於線性成長。
- 二、不同的包埋次數，對橫置掉落時有極佳的保護作用，依層數越多對在玻片之保護程度越高，且在第四層至第五層時有大幅度的提升。
- 三、不同的包埋次數，對直置掉落時有極佳的保護作用，依層數越多對在玻片之保護程度越高，保護作用呈線性成長。
- 四、載玻片掉落方式對於易破裂性有確實之影響，載玻片直置掉落較橫置掉落時更加容易斷裂。
- 五、包埋後之載玻片在顯微鏡下觀察時依然可以觀察到清晰的葉脈，甚至葉脈中的小氣泡及葉子邊緣的細毛也清晰可見，雖然亮度看似較未包埋之載玻片低，但應不至於影響實際的標本觀察。



葉脈中的小氣泡(由第五層包埋之載玻片觀察)

陸、討論

一、為什麼包埋厚度有些許誤差呢?

經我們討論及重複實驗後發現，應該是在擠壓氣泡時產生的差距，因為是用手擠出氣泡的，可能造成按壓的時候施力不是每次都十分固定，所以才會有不同次包埋時產生厚度不是固定增加的情況，若之後實驗在擠出氣泡後用重物按壓，應該可以讓厚度均勻的增加。

二、為什麼平推時直的放比橫的放更容易斷裂呢?

查詢資料後發現，當玻璃受到外力的撞擊時，常會造成玻璃碎裂的現象，且集中的力量較分散的力量更容易讓玻璃破裂，玻璃中心能承受最大的力道重擊，四個角相對來說較為脆弱，因此若要擊破玻璃，往玻璃的四個角敲擊是最佳的選擇。所以當我們橫放掉落時載玻片是整個平面撞擊地面，作用在載玻片上的力是分散的，直放是由邊緣的撞擊，力是集中作用在載玻片上的角落，因此直放時載玻片更容易斷裂。

三、為什麼橫放的五層可以變得這麼堅固受到撞擊不會斷裂呢?

因為環氧樹脂具有一定的強韌性，在載玻片掉落地面時能幫助吸收接觸地面時作用在載玻片上的力量，在包埋到第五層時，拿起來的手感就像拿著一片透明的塑膠片，且橫放時掉落，因為力是分散在整面載玻片上，本就較不易斷裂，兩兩相加下，五層的載玻片就能達到我們一百次以上的掉落而不斷裂，因為時間關係，所以我們只觀察到一百次，內部有著許多裂痕，但依然被環氧樹脂緊緊包覆著。

四、一定要包到五層嗎?

我們覺得其實只要有一層包埋就足以提供平常使用了，因為我們的目的是做一個安全的載玻片，掉落地上不會飛濺出小碎片傷人，一層包埋的載玻片雖然掉下去還是很容易斷裂，但是並不會有小碎片的問題，還是會有一層膜黏著斷裂的地方，讓同學們可以很安心地撿起來，再加上每一層包埋都需要一天的時間，雖然可以一次做很多，但是所花費的時間實在是太長了，因此經過討論後，大家的意見傾向於進行一次包埋即可。

五、用來做顯微鏡觀察實驗真的不會有很大的影響嗎?

因為顯微鏡觀察的原理主要是聚焦在所觀察的物品上，載玻片只是提供一個平台，並能透光讓物品更清晰，經過包埋後的載玻片透光能力依然是十分良好的，雖然整體觀察感覺明亮度有變低，但物品的清晰度是不受影響的。

六、橫向落下與直向落下破損狀況在較大重力情形下相對明顯

在載玻片掉落實驗中，多層包埋時數值開始具有明顯差異，前三層不論橫放直放及高低掉落，差距皆不十分明顯，但當載玻片層數增加後，我們可以看到掉落斷裂的數值開始有極大的落差，因此推估在較大重力情況時，我們可以相對明顯的觀察到，載玻片是用何種方式掉落較易斷裂。

柒、結論

一、影響載玻片強度的原因為：

- (一) 多層的環氧樹脂提供了包覆性的保護，載玻片落地時環氧樹脂層先與地面接觸，減少了對載玻片的衝擊。
- (二) 環氧樹脂較玻璃具有彈性，能在與地面撞擊時吸收震動，避免載玻片撞擊地面時因為震動而斷裂。

二、橫放時及直放時掉落撞擊斷裂之次數不同：

(一) 玻璃斷裂原因：

受到外力的撞擊時，常會造成玻璃碎裂的現象，且集中的力量較分散的力量更容易讓玻璃破裂，玻璃中心能承受最大的力道重擊，四個角相對來說較為脆弱，因此若要擊破玻璃，往玻璃的四個角敲擊是最佳的選擇。

(二) 直放較橫放易斷裂之原因：

直放掉落時接觸地面常為邊緣四角，橫放掉落時常為平面落地，因玻璃的特性，當邊緣受到撞擊時，力是集中作用在載玻片上的角落，所以直放掉落時較橫放掉落更易發生斷裂之情形。

三、應用建議：

(一) 在使用上：

可使用於生物觀察之實驗，在透光度及清晰度皆十分良好，除製作過程不良產生之泡泡外，肉眼觀察下與未包埋之載玻片並無太大差異。實際操作下，除明暗度受影響外，並不影響觀察物品之清晰度。

(二) 耐用度上：

較普通載玻片耐掉落等外力撞擊，但環氧樹脂易與尖銳物品摩擦產生刮痕，因此應避免與尖銳堅硬之物品接觸，以免造成使用時無法正常觀察所欲研究之物品。

四、未來研究建議：

(一) 製作過程：

是否可以縮短製作時間，選擇較快乾型之環氧樹脂。

(二) 環境溫度：

在實驗中發現環境溫差太大時，易造成環氧樹脂乾燥不完全，建議選擇非日夜溫差大之季節進行實驗。

(三) 原料比例改變：

讓環氧樹脂硬化的更快，達到縮短製造時間的目的。我們可以多加一些硬化劑，或是少用一些環氧樹脂來看看混合後環氧樹脂硬化的時間有沒有成功縮短，但前提是要有足夠的環氧樹脂來把所有的載玻片包埋完。

(四) 實驗過程之調整：

希望在包埋載玻片的過程中能擠掉所有摻雜在環氧樹脂裡面的氣泡，讓每次包

埋增加的厚度能夠一樣，並能讓每層的厚度能呈線性成長，除了藉由手或重物(像是字典等)的擠壓來去除氣泡之外，也可以在攪拌環氧樹脂主劑和硬化劑至完全混合後，放進抽真空機裡把氣泡抽掉，或是在包埋好後用針把已包埋載玻片表面的氣泡戳破。

捌、參考資料及其他

一、流言追追追第三十五集-打不破的強化玻璃－當集流言破解要素大公開

<http://buzzgogogo.pixnet.net/blog/post/12552335-%E7%AC%AC%E4%B8%89%E5%8D%81%E4%BA%94%E9%9B%86-%E6%89%93%E4%B8%8D%E7%A0%B4%E7%9A%84%E5%BC%B7%E5%8C%96%E7%8E%BB%E7%92%83%E7%BC%8D%E7%95%B6%E9%9B%86%E6%B5%81%E8%A8%80%E7%A0%B4>

二、維基百科：環氧樹脂

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%8E%AF%E6%B0%A7%E6%A0%91%E8%84%82>

【評語】 080116

這是個有關材料安全保護的相關研究，雖不是唯一的方法，但研究過程能考量保護與透光分析兼顧，是一項值得鼓勵的研究。