中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組　生活與應用科學科

030810

奈ㄟ安呢...蓮葉上的奈米科技

臺中縣立豐原國民中學

作者姓名：
國二 林瑋隆 國二 張易揚 國二 李頂立
國二 羅珮寧

指導老師：
張榮輝 李奇霞

中華民國第45屆中小學科學展覽會

作品說明書

科　　別：生活與應用科學科

組　　別：國中組

作品名稱：『奈』ㄟ安呢.....蓮葉上的奈米科技

關 鍵 詞：奈米、接觸角、自動清潔

編　　號：

目錄

摘要 2

壹、研究動機 2

貳、研究目的 3

參、研究設備及器材 3

肆、研究理論探討 4

伍、研究過程及方法 8

陸、實驗操作與拍照存檔 9

柒、研究結果及紀錄 14

捌、討論及結論 23

玖、參考資料 25

摘要

奈米科技的發展可說是材料界上一個重大突破，在我們生活周遭的花草鳥獸，許多都具有奈米級構造。本次的研究在於試驗奈米溶液是否能使不同基材（棉布、水泥板、木板與玻璃）達到類似蓮葉表面疏水的功能？先將奈米溶液塗佈或浸泡於四種基材樣本上，再藉由滴水珠於四種基材上分別量取其接觸角，取得實驗數據與繪製各項關係圖，並比較浸泡過奈米溶液的棉布、水泥板、木板與玻璃等四種基材，其持久性如何？希望藉此實驗所用之基材應用於生活環境中，將棉布應用於窗簾、布沙發…；玻璃應用於窗戶、櫥窗…；木板應用於木製地板、傢俱…；水泥板應用於牆壁…等等，以「大自然為師」打造一個自動清潔的家。

壹、研究動機

同學說他們全家去白河看荷花吃蓮花大餐，並秀了好幾張照片，其中最吸引我們的是蓮花照，其中有一張荷葉上有許多水珠，最令我們驚嘆，也打開我們的話匣子，荷花的表面有許多水珠，風一吹卻滾得一乾二淨，仔細一瞧，表面竟然一塵不染！果如周敦頤所說：「蓮之出淤泥而不染」[3]，如圖 1.1 所示。他還說當天他把礦泉水倒在其他葉片上，用力甩還是會有水珠殘留，他的爸爸在旁接腔說：「這可和奈米有關喔！你們何不上網查查看。」於是大夥兒翻書上網（國科會、工研院、Yahoo、Google…）搜尋到一些相關資料果然發現，唉呀~它可是大有來頭，想不到它的表面是由「奈米尺度」之絨毛狀蠟質所構成[2]，是目前最熱門之頂尖科技啊！這項科技目前已與日俱增地影響我們的生活。又有同學說：「我常常幫爸爸擦愛車的玻璃，如果有了奈米玻璃，我就可以不必花太多時間，而且玻璃亮晶晶的效果必讓爸爸另眼相看！」另一位同學也說：「假如有奈米廚具，我就不必花很多時間幫媽媽洗油膩膩的碗盤！」有的同學則說：「他住在公寓大樓高樓層，木頭茶几三、四天就可看到桌上的灰塵，如果有奈米茶几、奈米地磚、奈米窗簾、奈米油漆…豈不全家輕輕鬆鬆，媽媽不必拖地，爸爸不必使用吸塵器！」本學期自然課第七章第五節[4]材料科技未來的發展提到奈米科技(Nanotechnology)是將奈米尺寸特有的現象運用於材料與系統，本組研究動機即針對該尖端高科技運用之「蓮花效應」欲做進一步之探討。

圖 1.1 蓮葉表面的水珠

貳、研究目的

本實驗之目的在於利用近年來逐漸受到矚目的奈米材料科技，試驗奈米溶液是否能使不同基材達到類似蓮葉表面疏水的功能？進而應用在各種日常生活之用品上，提高生活之便利性。我們希望達到並了解下列情況與應用可能性之結果。

一、探討蓮葉表面上之『出淤泥而不染』之現象。

二、比較有無塗佈奈米溶液之疏水效果有何不同。

三、探討在棉布、水泥板、木板與玻璃上塗佈奈米溶液，能否使水滴呈類似蓮葉表面之水珠狀，具備疏水之功能，而其程度又有何不同？並比較塗佈及浸泡之差別。

四、探討浸泡過奈米溶液的棉布、水泥板、木板與玻璃等四種基材，其持久性之比較。

五、展望實驗用的基材如何應用於生活用品中。

參、研究設備及器材

本實驗所使用之基材、設備、材料與其他相關物品條列如下：

一、基　　材：棉布[5cm×5cm] 、木板[5cm×5cm]、玻璃[5cm×5cm]、水泥板[15cm×15cm]。

二、儀器設備：電子天秤、筆記型電腦、數位相機。

三、耗　　材：彈珠、墨罐、針筒、紅墨水、亞甲藍液、滴管、刷子、水彩筆、實驗手套。

四、繪圖軟體：Visio Standard Program、Photo Impact 8.0、Microsoft Excel、Microsoft Word。

五、奈米材料：ZnO 水溶液（固含量 1wt%，重量百分比: ZnO /乙醇/水＝1/75/24），
奈米氧化鋅粒子大小（1~100 奈米[8]）。

六、添 加 劑：杜邦黏著劑（Dupont Zonyl 8740）。

七、實驗用每一滴水珠的體積 : 0.5ml ÷ 23drop　0.022ml / drop。

肆、研究理論探討

一、奈米之定義

奈米（nm）與公里（km）、公尺（m）、公分（cm）、毫公尺（mm）、微米（μm）…等單位一樣，都是「長度」之單位名詞。我們把長度單位以 10^3 之倍數級距按大小排列如下：公里（km）→公尺（m）→毫公尺（mm）→微米（μm）→奈米（nm），1 奈米等於 10 的負 9 次方公尺（10^{-9} m），也就是 10 億分之 1 公尺，1 奈米大約是「2　3 個金屬原子」，或「10 個氫原子」排列在一起的寬度，肉眼是完全看不到的[1]。

文獻指出[1]，若以地球作比喻，「一公尺」與「一奈米」的大小相比較，相當於地球的直徑與地球上的一顆玻璃彈珠，奈米尺度之微小，遠超過人類視覺可及範圍。在日常生活中，「病毒」的直徑約 60　250 奈米，「紅血球」的直徑約 2,000 奈米，「頭髮」的直徑約 30,000~50,000 奈米。其與各種長度單位之換算與物體舉例[5]，如表 4.1。奈米結構在自然界中的隨處可見，如蓮花能夠出淤泥而不染在於蓮葉上佈滿精密的奈米結構，污泥與塵土無法沾附，水珠落在蓮葉上，只能滾動而不擴散，如圖 4.1 及圖 4.2。這些物質的本體與表面，經科學家證實都是屬奈米結構，這是大自然賦予人類的恩賜，是給我們研發上之重大啟示，就是向大自然學習，更是奈米材料和永續發展之最高原則。

二、表面能

固體表面比內部具有更大的能（Energy），所以固體表面有吸附氣體或液體之能力。液體與固體表面接觸時，固體先將其表面所吸附之氣體趕走，再吸附液體，此現象叫濕潤（Wetting）。液體對固體表面之濕潤方式有二[2]，其一為液體本身之表面張力作用，這存在於所有液體對固體表面之濕潤作用，其二為界面活性劑之使用，其理論基礎即界面科學（Interface Science），廣泛應用於各領域。濕潤油質之界面活性劑，應用於製造紙漿去除蒸煮液不易濕潤之木材內油質，提昇紙漿之蒸煮效果…等等界面活性劑促進濕潤作用之應用。本研究即應用奈米材料之疏水特性，降低固體材料表面塗料膜層之濕潤作用，達到類似蓮葉表面的一種能力。

圖 4.1 蓮葉上之疏水奈米結構與水珠

（資料來源：[2]）

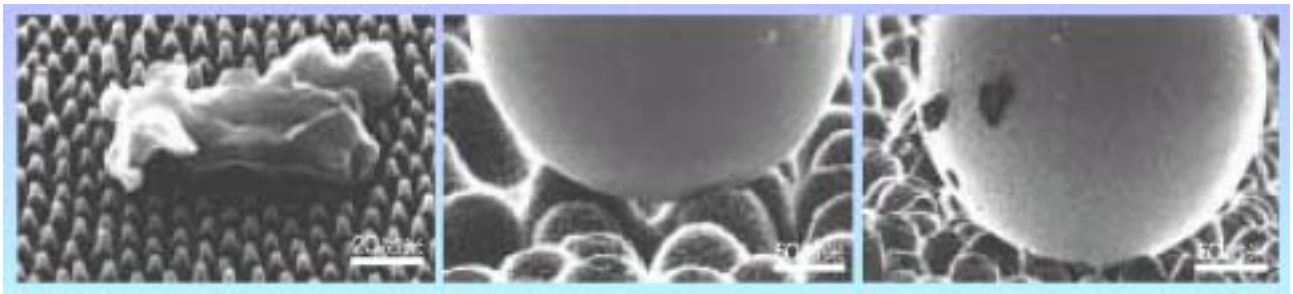


圖 4.2 蓮葉上之疏水奈米結構與水珠自清潔功能

註：蓮葉上表面形成疏水奈米結構，減少灰塵與蓮葉之吸附力量，

使水滴能滾動帶走灰塵粒子，產生自清潔功能。

（資料來源：[2]）

表 4.1 各種長度單位之換算與物體舉例

	單位名詞	前置詞	換算	物體例
巨觀現象	10^{11} 光年		10^{26}	人類發現宇宙中距離地球最遠之星系 =150 億光年（10^{26}m）
	光年		10^{15}	光年：星系間之距離
	公里（km）	kilo-	10^{3}	道路、城市間距離
	公尺（m）		1	人體身高尺度、建築物高度
	公分（cm）	centi-	10^{-2}	手指長度、原子筆長度
	毫米（mm）	milli-	10^{-3}	人體痣尺度、玻璃厚度
	微米（μm）	micro-	10^{-6}	紅血球、細菌尺度、塗膜厚度
介觀現象	次微米		10^{-7}	100 奈米（nm），目前大部分電子元件
	奈米（nm）	nano-	10^{-9}	濾過性病毒、DNA 尺度
	1/10 奈米		10^{-10}	原子尺度

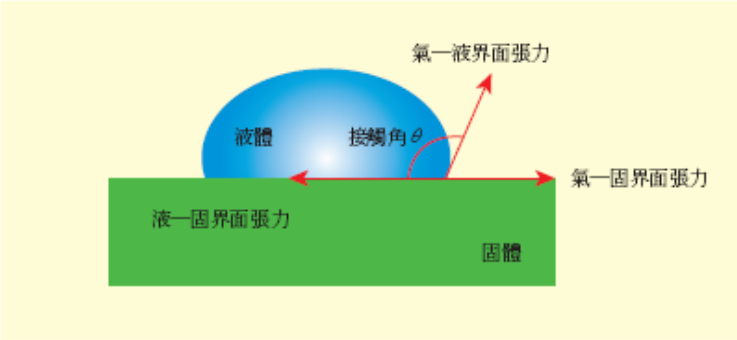
（資料來源：[5]）

三、疏水性（Hydrophobic）

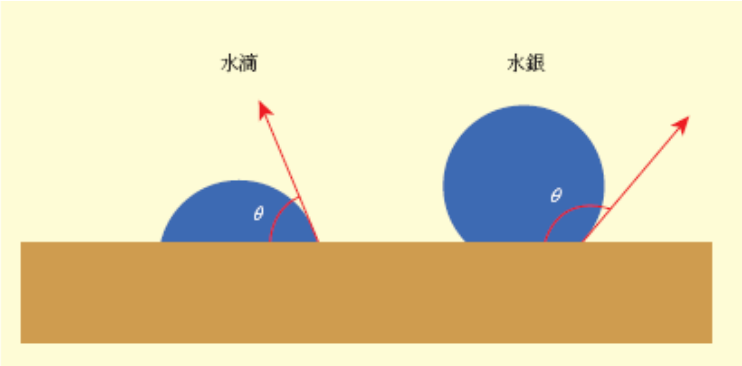
防水性能評估，常用疏水性衡量，是抗濕潤能力之指標[2]。疏水性代表著材料具備防污、自潔、防水、耐洗刷之能力，相對壽命亦可延長。液體對固體表面之濕潤作用或固體表面疏水性以測量接觸角（Contact Angle）大小來判定。接觸角愈小濕潤性愈好，如水對玻璃之濕潤性好，其接觸角僅 0~5 度，而對石蠟之濕潤性很低，其接觸角很大，達 108 度，如表 4.2 各種物質表面上之純水接觸角[6]。

四、接觸角（Contact Angle）

液體對固體表面濕潤形成之狀況，由液-固接觸面邊緣劃一切線，此切線與固體表面所成之角，稱之接觸角，如圖 4.3。一般液體以水為例，則濕潤性越好表示防水性越差。如表 4.2 各種物質表面上之純水接觸角，如表 4.2，石蠟、苯濕潤性低，接觸角角度較大，金、銀、玻璃濕潤性佳，接觸角角度較小，一般之應用，防水性材料接觸角須大於 90 度，如石蠟接觸角為 108 度，親水性材料接觸角則須小於 90 度，如玻璃接觸角為 0~5 度。



氣－固－液界面張力之關係，可以用楊格方程式表示：氣－固界面張力＝液－固界面張力＋氣－液界面張力×cos θ



水滴在玻璃基板上的接觸角小，代表易濕潤固體表面；而水銀於玻基板上的接觸角大，代表不易濕潤固體表面

表 4.2 各種物質表面上之純水接觸角

圖 4.3 接觸角示意圖[2]

物質	接觸角	物質	接觸角
石蠟	108°	PVAc 聚醋酸乙烯	68°
苯	105°	金	6~7°
PVC 聚氯乙烯[4]	65°	銀	7~10°
PE 聚乙烯[4]	88°	玻璃	0~5°

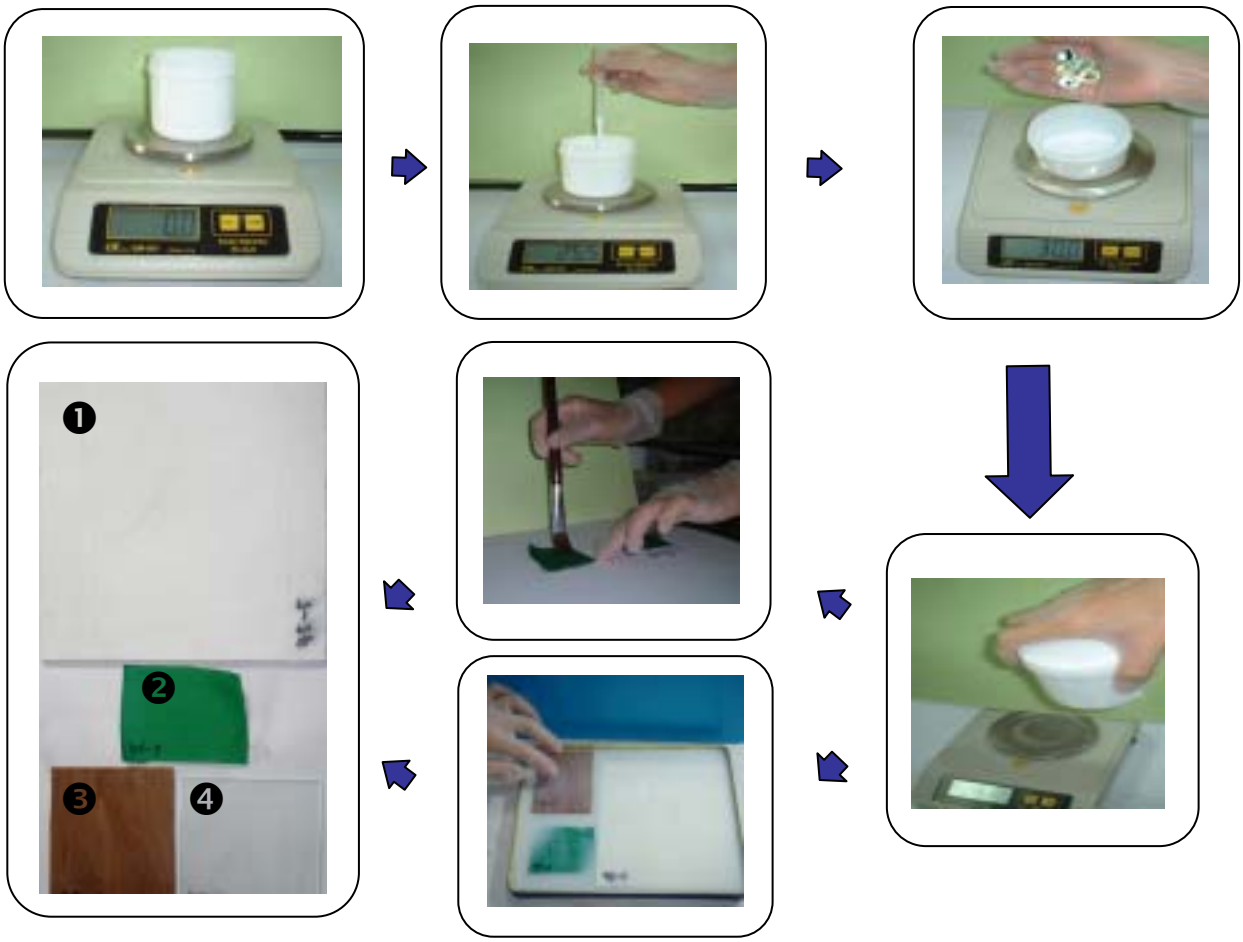
（資料來源：[6]）

五、界面活性劑

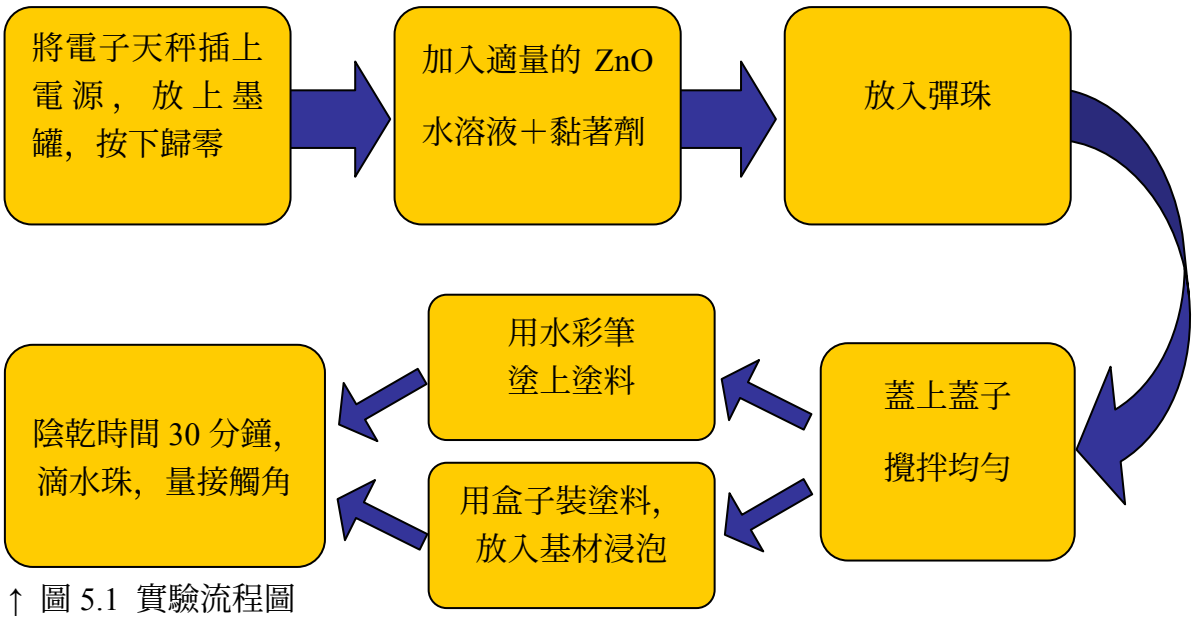
能讓界面張力的作用消失或增強，使原本無法相溶的物質產生溶合作用或原本易相溶的物質產生排斥溶合作用的物質，稱為界面活性劑[6]。如清潔劑能將原本無法相溶之油污與水產生溶合作用，達到去油污、洗淨的目的。本研究以具增強界面張力產生排斥作用之奈米粒子，塗佈於各項基材（棉布、玻璃…）表面，提高疏水性能以達自清潔（Self-cleaning）之目的。

伍、研究過程及方法

一、實驗流程（如圖 5.1＆照片 5.1 之流程圖）



↑ 照片 5.1 實驗流程圖　P.S. ❶：水泥板　❷：棉布　❸：木板　❹：玻璃



↑ 圖 5.1 實驗流程圖

陸、實驗操作與拍照存檔

一、浸泡 ZnO 水溶液（ZnO 水溶液 35g＋黏著劑 5 g），滴水珠於四種基材之照片

棉布

水泥板

木板

玻璃

照片 6.1 浸泡 ZnO 水溶液，滴水珠於四種基材之照片

二、浸泡 ZnO 水溶液（ZnO 水溶液 45g＋黏著劑 5 g），滴水珠於四種基材之照片

棉布

水泥板

木板

玻璃

照片 6.2 浸泡 ZnO 水溶液，滴水珠於四種基材之照片

三、浸泡 ZnO 水溶液（ZnO 水溶液 55g＋黏著劑 5 g），滴水珠於四種基材之照片

棉布

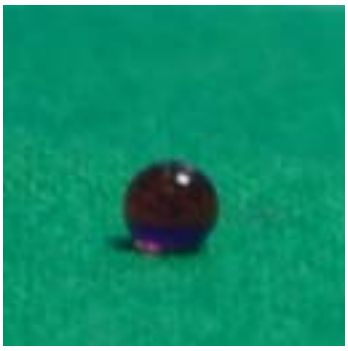
水泥板

木板

玻璃

照片 6.3 浸泡 ZnO 水溶液，滴水珠於四種基材之照片

四、塗佈 1 層 ZnO 水溶液（ZnO 水溶液 35g＋黏著劑 5 g），滴水珠於四種基材之照片



棉布

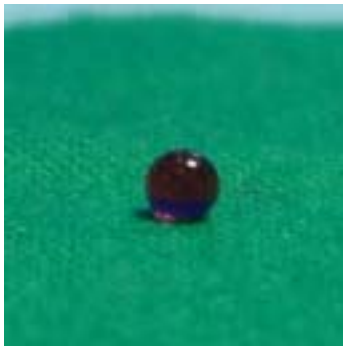
水泥板

木板

玻璃

照片 6.4 塗佈 1 層 ZnO 水溶液，滴水珠於四種基材之照片

五、塗佈 2 層 ZnO 水溶液（ZnO 水溶液 35g＋黏著劑 5 g），滴水珠於四種基材之照片



棉布

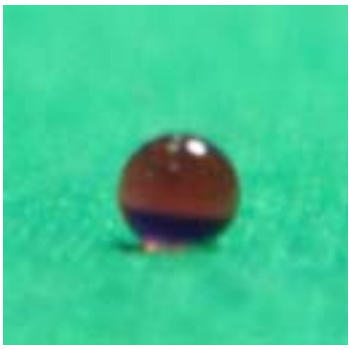
水泥板

木板

玻璃

照片 6.5 塗佈 2 層 ZnO 水溶液，滴水珠於四種基材之照片

六、塗佈 3 層 ZnO 水溶液（ZnO 水溶液 35g＋黏著劑 5 g），滴水珠於四種基材之照片



棉布

水泥板

木板

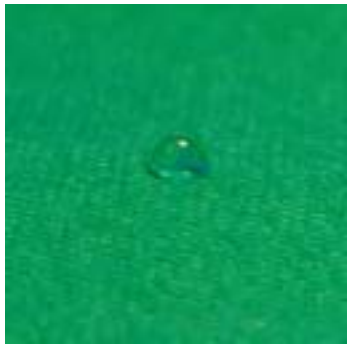
玻璃

照片 6.6 塗佈 3 層 ZnO 水溶液，滴水珠於四種基材之照片

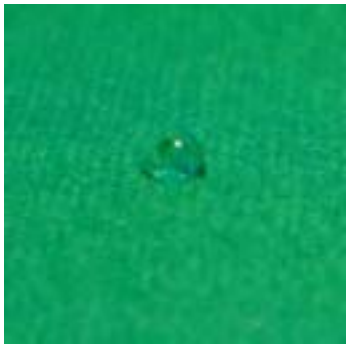
七、以刷子塗佈 ZnO 水溶液（ZnO 水溶液 35g＋黏著劑 5 g），滴水珠於棉布上之照片（比較有塗與無的差別）

有塗佈

0 秒



90 秒



180 秒

對照組＜無塗佈＞

0 秒

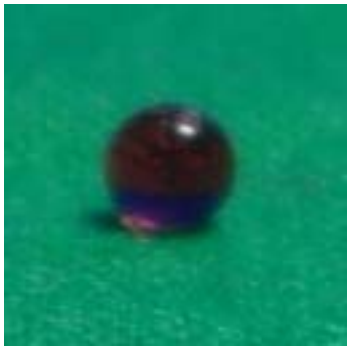
15 秒

30 秒

照片 6.7 以刷子塗佈 ZnO 水溶液，滴水珠於棉布上之照片

八、浸泡 ZnO 水溶液（ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5 g），滴水珠於四種基材持久性之照片

棉布



0 秒

90 秒

180 秒

木板

0 秒

90 秒

180 秒

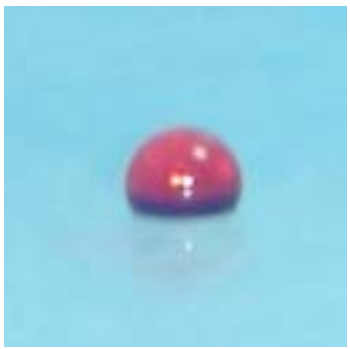
水泥板

0 秒

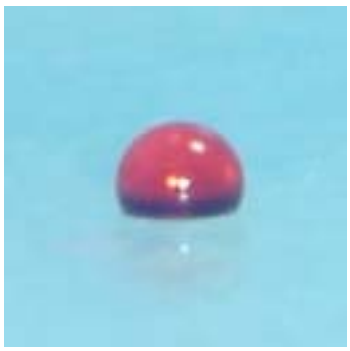
90 秒

180 秒

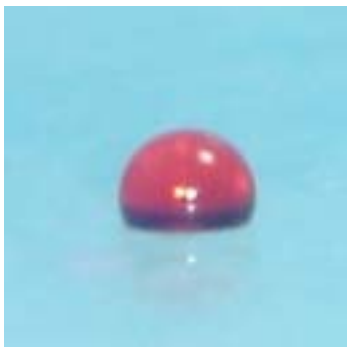
玻璃



0 秒



90 秒



180 秒

照片 6.8　浸泡 ZnO 水溶液，滴水珠於四種基材持久性之照片

柒、研究結果及紀錄

一、測量方式：不論是浸泡或塗佈方式，每一樣基材上面均滴有五顆（位置：中間、上、下、左、右）實驗用水珠，每滴一顆水珠隨後立即以數位相機近距離拍攝水珠位置，照片輸入電腦後再用繪圖軟體量取接觸角（粉紅色數字顯示者，單位：度），最後再取平均值。

二、數據整理與關係繪圖如下：

（一）以浸泡方式在不同濃度 ZnO 水溶液下在不同基材所測得之接觸角

【表 7.1＆7.2 及照片 6.1~6.3 及圖 7.1 關係圖】。

表 7.1 以浸泡方式在不同濃度 ZnO 水溶液下在不同基材所測得之接觸角

比較 4 種基材之表格

配方	基材種類	中間	上	下	左	右	平均
ZnO 水溶液 **35g** ＋ 黏著劑 5 g	棉布	141.5	148.6	149.8	151.3	151.6	148.6
	木板	144.1	151.1	148.4	144.5	149.8	147.6
	水泥板	136.3	138.6	138. 0	141.1	139.4	138.7
	玻璃	130.0	125.7	124.7	123.9	123.2	125.5
ZnO 水溶液 **45g** ＋ 黏著劑 5 g	棉布	150.9	152.1	144.5	143.7	153.8	149.0
	木板	150.0	148.2	149.5	150.3	152.0	150.0
	水泥板	143.6	139.1	143.3	137.2	140.3	140.7
	玻璃	120.8	126.2	135.8	124.1	129.8	127.3
ZnO 水溶液 **55g** ＋ 黏著劑 5 g	棉布	156.9	151.8	155.4	153.1	153.4	154.1
	木板	151.9	150.2	152.6	155.3	156.1	153.2
	水泥板	142.6	143.6	145.1	140.8	144.6	143.3
	玻璃	130.4	129.5	127.5	126.3	131.3	129.0

表 7.2 以浸泡方式在不同濃度 ZnO 水溶液下在不同基材所測得之接觸角

比較單一樣基材之表格

棉布						
ZnO 水溶液 35g＋黏著劑 5 g	中間	上	下	左	右	平均
	141.5	148.6	149.8	151.3	151.6	148.6
ZnO 水溶液 45g＋黏著劑 5 g	中間	上	下	左	右	平均
	150.9	152.1	144.5	143.7	153.8	149.0
ZnO 水溶液 55g＋黏著劑 5 g	中間	上	下	左	右	平均
	156.9	151.8	155.4	153.1	153.4	154.1
木板						
ZnO 水溶液 35g＋黏著劑 5 g	中間	上	下	左	右	平均
	144.1	151.1	148.4	144.5	149.8	147.6
ZnO 水溶液 45g＋黏著劑 5 g	中間	上	下	左	右	平均
	150.0	148.2	149.5	150.3	152.0	150.0
ZnO 水溶液 55g＋黏著劑 5 g	中間	上	下	左	右	平均
	151.9	150.2	152.6	155.3	156.1	153.2
水泥板						
ZnO 水溶液 35g＋黏著劑 5 g	中間	上	下	左	右	平均
	136.3	138.6	138.0	141.1	139.4	138.7
ZnO 水溶液 45g＋黏著劑 5 g	中間	上	下	左	右	平均
	143.6	139.1	143.3	137.2	140.3	140.7
ZnO 水溶液 55g＋黏著劑 5 g	中間	上	下	左	右	平均
	142.6	143.6	145.1	140.8	144.6	143.3
玻璃						
ZnO 水溶液 35g＋黏著劑 5 g	中間	上	下	左	右	平均
	130.0	125.7	124.7	123.9	123.2	125.5
ZnO 水溶液 45g＋黏著劑 5 g	中間	上	下	左	右	平均
	120.8	126.2	135.8	124.1	129.8	127.3
ZnO 水溶液 55g＋黏著劑 5 g	中間	上	下	左	右	平均
	130.4	129.5	127.5	126.3	131.3	129.0

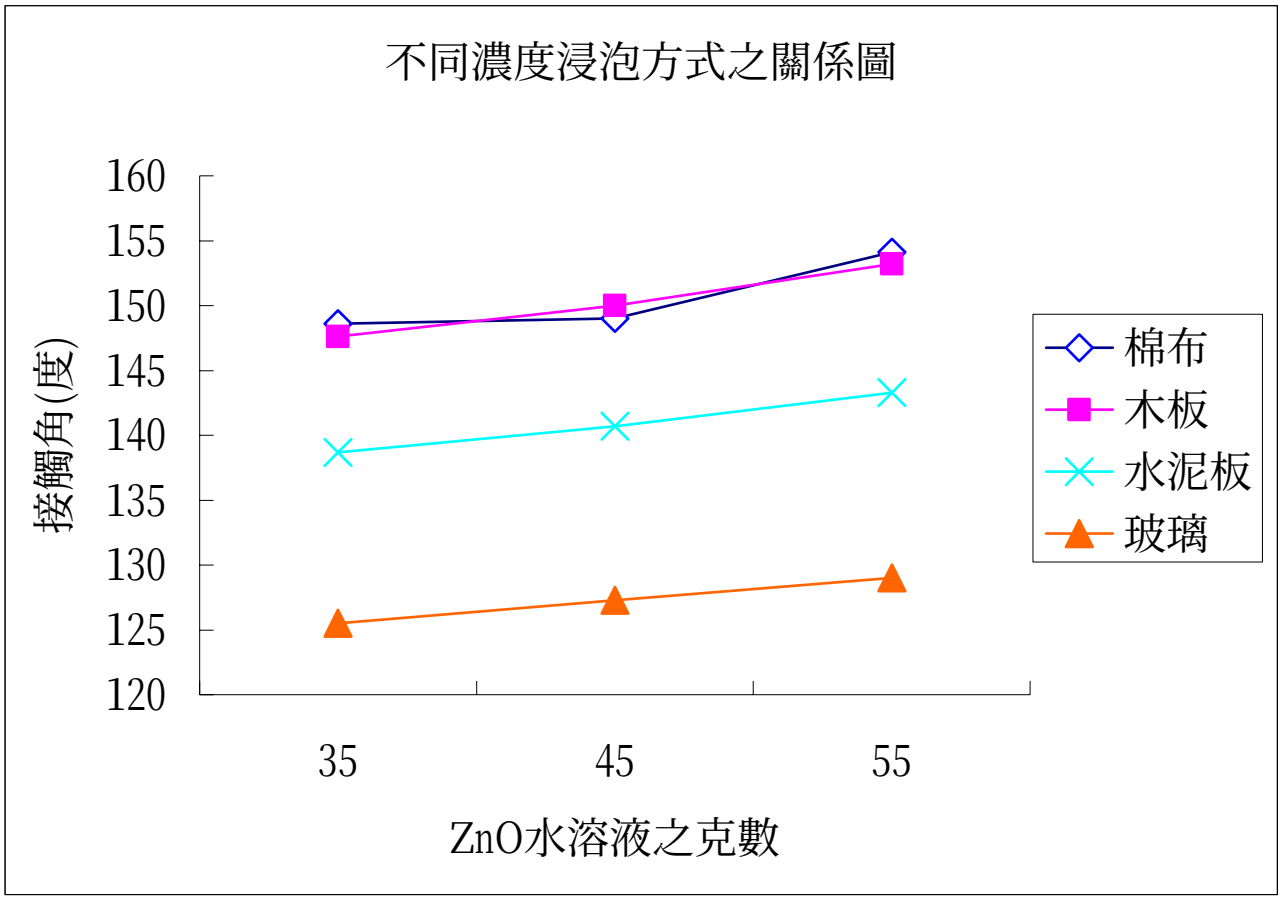


圖 7.1 以浸泡方式在不同濃度 ZnO 水溶液下，不同基材所測得接觸角

（二）、以刷子塗佈不同層次 (第一層塗完等待陰乾後再塗第二層，各層之間需等候 30 分鐘)，在不同基材測得之接觸角 (ZnO 水溶液 35g＋黏著劑 5 g)，【如表 7.3＆7.4＆照片 6.4~6.6＆圖 7.2 關係圖】

表 7.3 以刷子塗佈不同層次在不同基材測得之接觸角

比較 4 種基材之表格

配方	基材種類	中間	上	下	左	右	平均
ZnO 水溶液 35g ＋ 黏著劑 5 g **塗佈 1 層**	棉布	146.6	149.4	147.9	142.1	146.8	146.6
	木板	140.2	142.1	142.2	141.3	142.8	141.7
	水泥板	131.2	135.5	142.6	135.7	137.4	136.5
	玻璃	68.6	79.4	77.3	75.4	80.2	76.2
ZnO 水溶液 35g ＋ 黏著劑 5 g **塗佈 2 層**	棉布	148.3	146.5	146.3	150.1	145.8	147.4
	木板	144.2	145.4	145.5	146.6	146.0	145.5
	水泥板	143.1	140.1	135.8	142.3	140.1	140.3
	玻璃	114.3	118.5	117.8	115.9	113.6	116.0
ZnO 水溶液 35g ＋ 黏著劑 5 g **塗佈 3 層**	棉布	148.3	149.4	157.7	152.3	156.7	152.9
	木板	147.9	139.1	150.2	146.8	147.4	146.3
	水泥板	146.6	146.9	142.4	149.5	143.1	145.7
	玻璃	120.8	122.5	127.6	122.7	125.8	123.9

表 7.4 以刷子塗佈不同層次在不同基材測得之接觸角

比較單一樣基材之表格

棉布

ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5g **塗佈 1 層**	中間	上	下	左	右	平均
	146.6	149.4	147.9	142.1	146.8	146.6
ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5g **塗佈 2 層**	中間	上	下	左	右	平均
	148.3	146.5	146.3	150.1	145.8	147.4
ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5g **塗佈 3 層**	中間	上	下	左	右	平均
	148.3	149.4	157.7	152.3	156.7	152.9
木板						
ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5g **塗佈 1 層**	中間	上	下	左	右	平均
	140.2	142.1	142.2	141.3	142.8	141.7
ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5g **塗佈 2 層**	中間	上	下	左	右	平均
	144.2	145.4	145.5	146.6	146.0	145.5
ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5g **塗佈 3 層**	中間	上	下	左	右	平均
	147.9	139.1	150.2	146.8	147.4	146.3
水泥板						
ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5g **塗佈 1 層**	中間	上	下	左	右	平均
	131.2	135.5	142.6	135.7	137.4	136.5
ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5g **塗佈 2 層**	中間	上	下	左	右	平均
	143.1	140.1	135.8	142.3	140.1	140.3
ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5g **塗佈 3 層**	中間	上	下	左	右	平均
	146.6	146.9	142.4	149.5	143.1	145.7
玻璃						
ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5g **塗佈 1 層**	中間	上	下	左	右	平均
	68.6	79.4	77.3	75.4	80.2	76.2
ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5g **塗佈 2 層**	中間	上	下	左	右	平均
	114.3	118.5	117.8	115.9	113.6	116.0
ZnO 35g 水溶液＋黏著劑 5g **塗佈 3 層**	中間	上	下	左	右	平均
	120.8	122.5	127.6	122.7	125.8	123.9

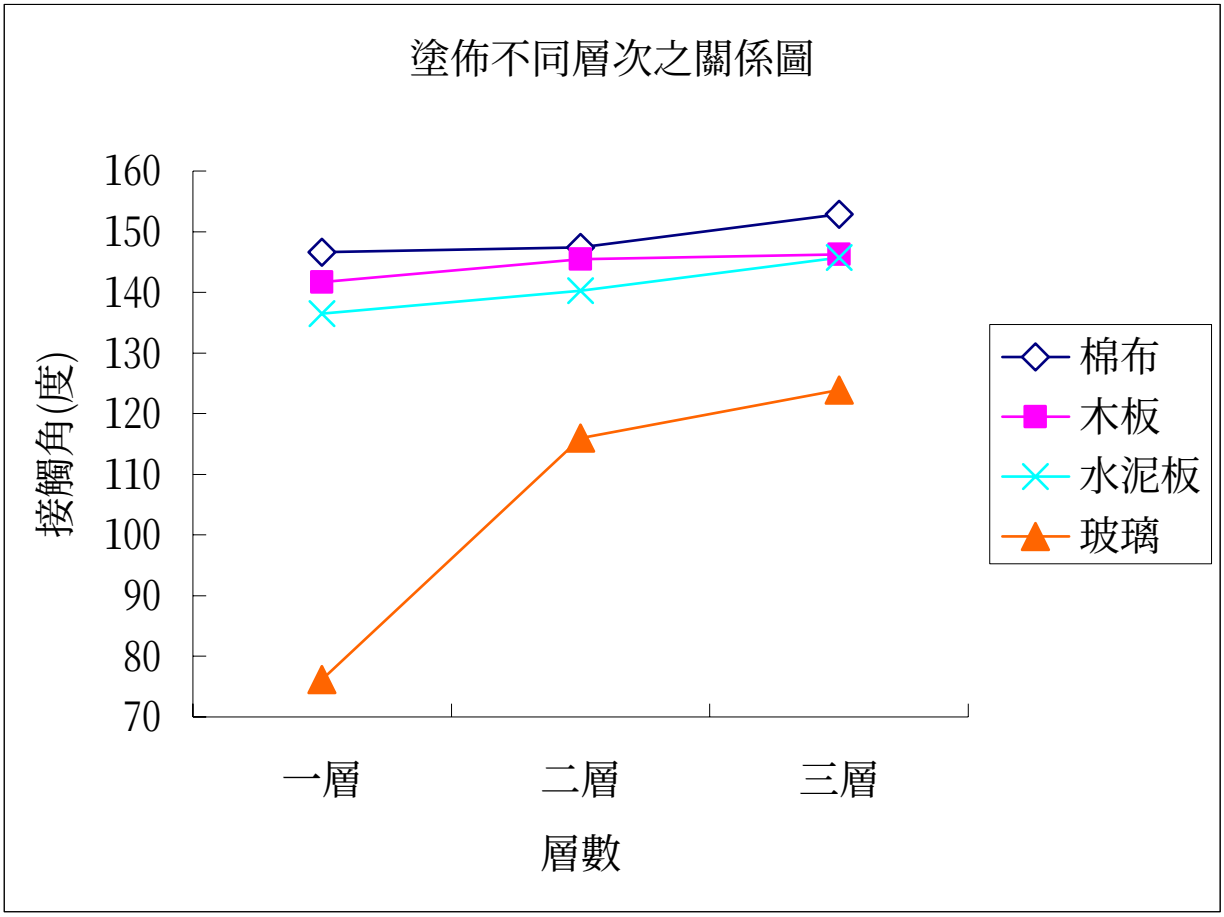


圖 7.2 以刷子塗佈（ZnO 水溶液）不同層次，在不同基材測得之接觸角

（三）比較有塗及無塗 ZnO 水溶液之差異。

塗佈 1 層 ZnO 水溶液（ZnO 水溶液 35 g＋黏著劑 5 g）在棉布上，陰乾後，滴一滴水珠在棉布上，立即拍照以測量水珠的接觸角，時間設定為 0~105 秒，每間隔 15 秒拍一次照。【照片 6.7＆圖 7.3 關係圖】

表 7.5 以刷子塗佈 ZnO 水溶液在棉布上所測量之接觸角

棉布									
處理方法	時間(秒)	0	15	30	45	60	75	90	105
（有塗）1 層	接觸角	151.2	141.5	136.1	127.6	124.3	121.1	114.8	110.9
（無塗）對照組	接觸角	104.7	102.4	＊	＊	＊	＊	＊	＊

P.S.本實驗量測時間為 0~105 秒，間隔 15 秒，未塗佈的棉布在 15 秒時水珠已完全滲透，15 秒後，其接觸角以＊表示。

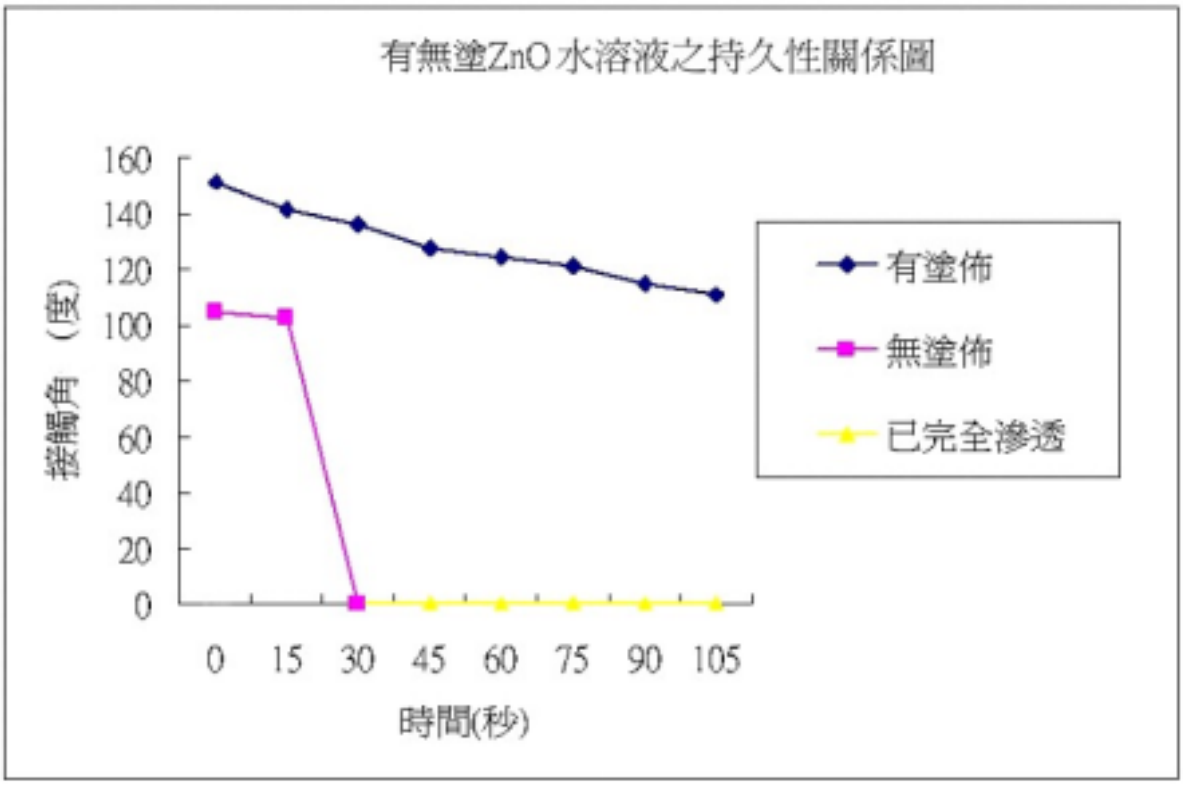


圖 7.3 以刷子塗佈 ZnO 水溶液在棉布上之接觸角

（四）用 ZnO 水溶液 45 g＋黏著劑 5g，浸泡不同基材，陰乾後順序滴一滴水珠在各種基材上，立即拍照以測量水珠的接觸角，時間設定 0~180 秒，每間隔 30 秒拍一次照。【照片 6.8＆圖 7.4 關係圖】

表 7.6 浸泡不同基材的持久性之接觸角

時間(秒) / 基材	0	30	60	90	120	150	180
棉布	155.9	151.7	148.2	146.9	143.8	140.4	139.0
	衰退速率	－0.14	－0.12	－0.05	－0.11	－0.12	－0.05	**平均值 －0.10**
木板	149.0	148.6	143.8	140.0	138.3	136.2	133.2
	衰退速率	－0.02	－0.16	－0.13	－0.06	－0.07	－0.10	**平均值 －0.09**
水泥板	142.9	135.8	128.7	126.3	125.1	120.1	118.8
	衰退速率	－0.24	－0.24	－0.08	－0.04	－0.17	－0.05	**平均值 －0.14**
玻璃	135.0	133.6	133.4	132.4	129.4	128.6	127.6
	衰退速率	－0.05	－0.01	－0.04	－0.10	－0.03	－0.04	**平均值 －0.05**

衰退速率定義為接觸角在單位時間內的變化。舉例：棉布在第 0 秒之接觸角為 155.9 度，而第 30 秒之接觸角為 151.7 度時，則衰退速率 ＝(151.7－155.9) ÷(30－0) ＝ －0.14 (度/秒)，即每秒衰退 0.14 度。

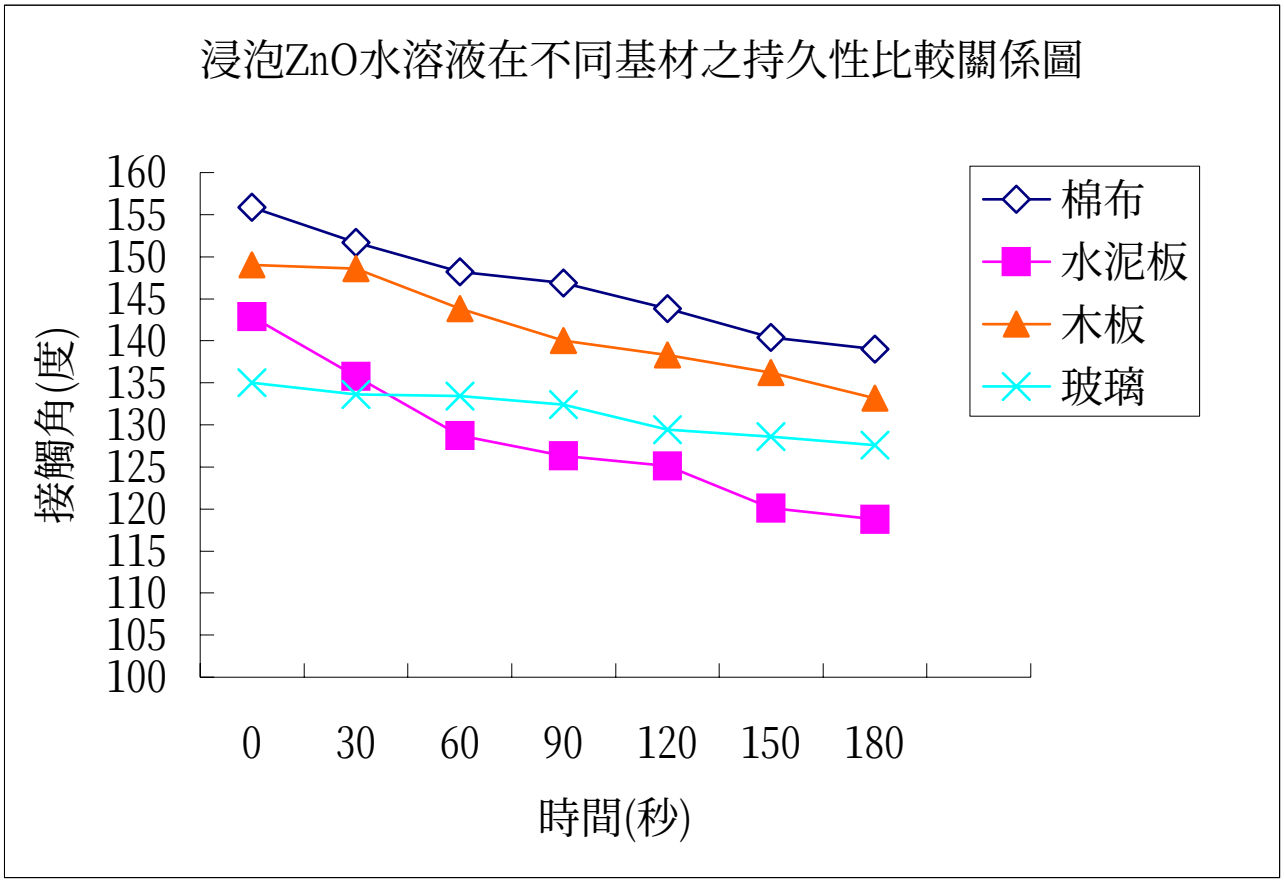


圖 7.4 浸泡 ZnO 水溶液在不同基材所量測之接觸角

捌、討論及結論

閱讀相關資料[1,2,5-7]與不斷討論實驗情形，我們發現並獲得一些結論，說明如下：

一、根據表 4.2 可知把蠟塗佈於平坦表面，則接觸角在 108 度上下，是屬於大於 90 度之疏水特性，所以古今為了防水之目的常用塗蠟方式來達成。相關資料[2]，指出蓮葉表面為低表面能的絨毛（蠟質）之構造，本身即具備了疏水特性，而其具有奈米尺度之表面粗糙度，造就了蓮葉表面之水滴呈水珠狀，接觸角更高達 140 度以上，接近超疏水範圍，使得蓮葉表面不容易被污物附著與被水潤濕，所以存在『出淤泥而不染』之功能。下列由左到右為有塗奈米 ZnO 水溶液之木板(模擬蓮葉表面)上水珠滾動帶走灰塵之照片。

水珠滾動情形			
說明	紅色圓圈 表示針頭上水珠出發位置	紅色橢圓 表示水珠掉落軌跡 紅色箭頭 表示水珠與木板之接觸點	紅色圓圈 水珠下滑後停留位置

二、從實驗結果(圖 7.3)可看出，有塗佈奈米水溶液的棉布，疏水效果普遍比無塗佈的棉布明顯許多，印證奈米粒子確實可在棉布表面形成表面粗糙度，提高其疏水性。

三、由實驗結果(圖 7.1，7.2)可看出，四種基材（棉布、水泥板、木板與玻璃）使用奈米水溶液之後，其疏水性都有明顯改善，就同一樣基材而言浸泡奈米水溶液愈濃者，所測得之接觸角愈大；同樣塗抹層數愈多者，所測得之接觸角也愈大，不過，不論塗佈或浸泡各項基材所測得之接觸角似乎均有一定的上限（不超過 160 度）。但若比較塗佈及浸泡方式何者效果較好？對照表 7.2，7.4 可知浸泡方式略勝於塗佈方式。四種基材塗佈或浸泡奈米水溶液依其影響程度之排列，以棉布之接觸角增加最多，其次木板、水泥板，而玻璃增加最少。這是因為棉布、木板原始基材粗糙度原本就較大，然而，其粗糙度遠大於蓮葉表面之蠟質尺度，經過塗佈奈米溶液之後，奈米粒子在表面形成類似蓮葉的粗糙尺度，而使得其疏水之接觸角大幅提高；而玻璃原始基板粗糙度最小，所以，塗佈奈米粒子水溶液之後，所造成的粗糙度也較小，這個現象印證了『在奈米尺度範圍內之粗糙

度與接觸角大小成正比』[7]之說法，與本次一連串實驗結果吻合。

四、經過實驗結果（圖 7.4），四種基材（棉布、水泥板、木板與玻璃）浸泡奈米水溶液之後，其持久性也有明顯不同，由表 7.6(衰退速率)及圖 7.4 的曲線下滑趨勢可知影響程度之排列，依序為水泥板＞棉布＞木板＞玻璃，由此可知日常生活用品中，玻璃本身具防水性，其表面構造又穩定，是我們居住建築物外牆最需要疏水防護之材料。

五、1980 年代，電子掃描穿隧顯微鏡 (STM)、原子力顯微鏡(AFM)及近場光學顯微鏡(NFM)等分析儀器的進步，提供了奈米尺度分析及操控原子、分子所需的「眼睛」與「手指」。在奈米「介觀(Meso)世界」裡，激發本組無限的想像空間，我們經過這一段長時間的實驗，對奈米科技融入生活有了深一層的認知，並且感到興致勃勃，我們展望奈米生物醫學科技可以改善醫學品質，也希望奈米科技產物能深入我們現實的生活中，那大家就可期待水果蔬菜不必清洗就可以直接入口，不需擔心農藥殘留；大家也可以期待生活中的林林總總像奈米布沙發、奈米玻璃窗、奈米木製地板、奈米水泥牆…等等。哇！這些都不再需要天天清掃、整理，所有生活上的一切都可能獲得有效改善！我們似乎把夢作得太大了些，卻又滿心期待有一天這一切都能實現。

（圖片來源：[9]）

打造一個自動清潔的家

玖、參考資料

1. 林唯芳，你不可不知的奈米，初版，台北，世茂出版社，第 32~34 頁，2002 年。
2. 徐世昌，2003 年 6 月，蓮花的自潔功能與奈米科技的應用，科學發展月刊，354 期，第 60~63 頁。
3. 莊萬壽等，國民中學 國文 第三冊，修訂版，台南，南一書局，第 64~70 頁，2004 年。
4. 郭重吉等，國民中學 自然 第四冊，修訂版，台南，南一書局，第 70 頁及 170~173 頁，2004 年。
5. 楊日昌等 工業技術研究院奈米科技研發中心譯 川合知二日文原著，圖解奈米科技 初版，新竹，工業技術研究院，第 10 頁及第 21 頁，2002 年。
6. 趙丞琛，界面基礎科學，第二版，台南，成功大學，第 47 頁，1983 年。
7. 廖世傑、謝建德等，2004 年 2 月，功能性奈米塗層，工業材料雜誌，206 期，第 93~97 頁。
8. 龍強納米科技股份有限公司，http://www.longq.com.tw/index.htm，2005 年。
9. 霖園別莊，http://www.makabahi.idv.tw/about_lu.php，2005 年。

圖片源自 http://www.tfri.gov.tw/book/sp114/5.htm

愛蓮說

（宋）周敦頤

水陸草木之花，可愛者甚蕃。晉陶淵明獨愛菊；自李唐來，世人盛愛牡丹；予獨愛蓮之出淤泥而不染，濯清漣而不妖，中通外直，不蔓不枝，香遠益清，亭亭淨植，可遠觀而不可褻玩焉。

予謂菊，花之隱逸者也；牡丹，花之富貴者也；蓮，花之君子者也。噫！菊之愛，陶後鮮有聞；蓮之愛，同予者何人；牡丹之愛，宜乎眾矣。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評　　語

國中組　生活與應用科學科

030810
奈ㄟ安呢...蓮葉上的奈米科技

臺中縣立豐原國民中學

評語：
以奈米科技探討「蓮花效應」可提高生活之便利性，若朝原創性方向開展，應有更佳的成績。