

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

佳作

082916

別浪費~看我的「乳」「印」術

學校名稱：臺中市豐原區翁子國民小學

作者：	指導老師：
小六 陳宛芸	楊宗榮
小六 劉玟欣	盧春年
小六 楊語安	
小六 溫渝瑄	
小六 劉昱宏	

關鍵詞：防曬乳、熱轉印、化學防曬劑

摘要

比較市售 7 款品牌防曬乳發現其中 3 款化學性防曬乳 1 款混合型防曬乳，可以順利將圖案轉印到布料上，轉印結果有下列幾點關鍵：

1. **溶劑**：以 K 品牌化學防曬乳約每 4 平方公分 1.5 克並加上 75% 酒精 1 毫升，可以溶出最多油墨，且有最佳定色效果；若無酒精，單純使用化學防曬乳也有不錯的轉印效果。
2. **布料**：以表面平整的**彈性纖維-萊卡**(Lycra)為最佳載體，泡水後進行熱氣相轉印有最佳效果，光照度可從未轉印前 1695 LUX 到轉印後 371 LUX，含有棉布料的涼爽棉次之，府綢棉可從轉印前 1540 LUX 到轉印後 275 LUX。

壹、研究動機

姐姐在過年前從大學宿舍帶回來許多的瓶瓶罐罐，我好奇地問姐姐這些東西是要丟掉的嗎？姐姐神秘的說這些是室友們不用的防曬乳，她在網路上看到一個影片，利用防曬乳可以在衣服上印出自己喜歡的圖案！我們就在寒假期間試做了幾個圖案，先將製作好的圖案去便利商店彩色列印，在圖案上塗滿防曬乳後，貼在一件衣服上，再用熨斗燙一燙，10 分鐘後，我們發現圖案順利印在衣服上了，雖然圖案不是很清楚，但這神奇的事，讓我想製作更多獨一無二的衣服。媽媽看到了我們製作的衣服，疑問地說：該不會用洗衣機洗完圖案就不見了吧？於是，我們帶著忐忑的心情，把衣服丟進洗衣機洗了半小時，發現圖案顏色雖然變淺了一些，但仍然可以看的出來，帶著興奮的心情我把這件事寫在日記上並告訴幾位同學，趁著寒假，我跟同學想上網找找有沒有更好的方法可以把圖案印的更完美，但絕大部分都是關於熱轉印貼紙的介紹，有關「防曬乳轉印」卻幾乎沒有，到底是什麼原因使得防曬乳可以轉印呢？超想找背後的原因的！

貳、研究目的

- 一、了解市售防曬乳的成分及影印機列印的原理。
- 二、找出測量印刷品質的方法。
- 三、找出影響防曬乳轉印的重要變因。
- 四、找出增加轉印效果的方法
- 五、自製一件轉印圖案清晰的特色衣服。

參、研究問題

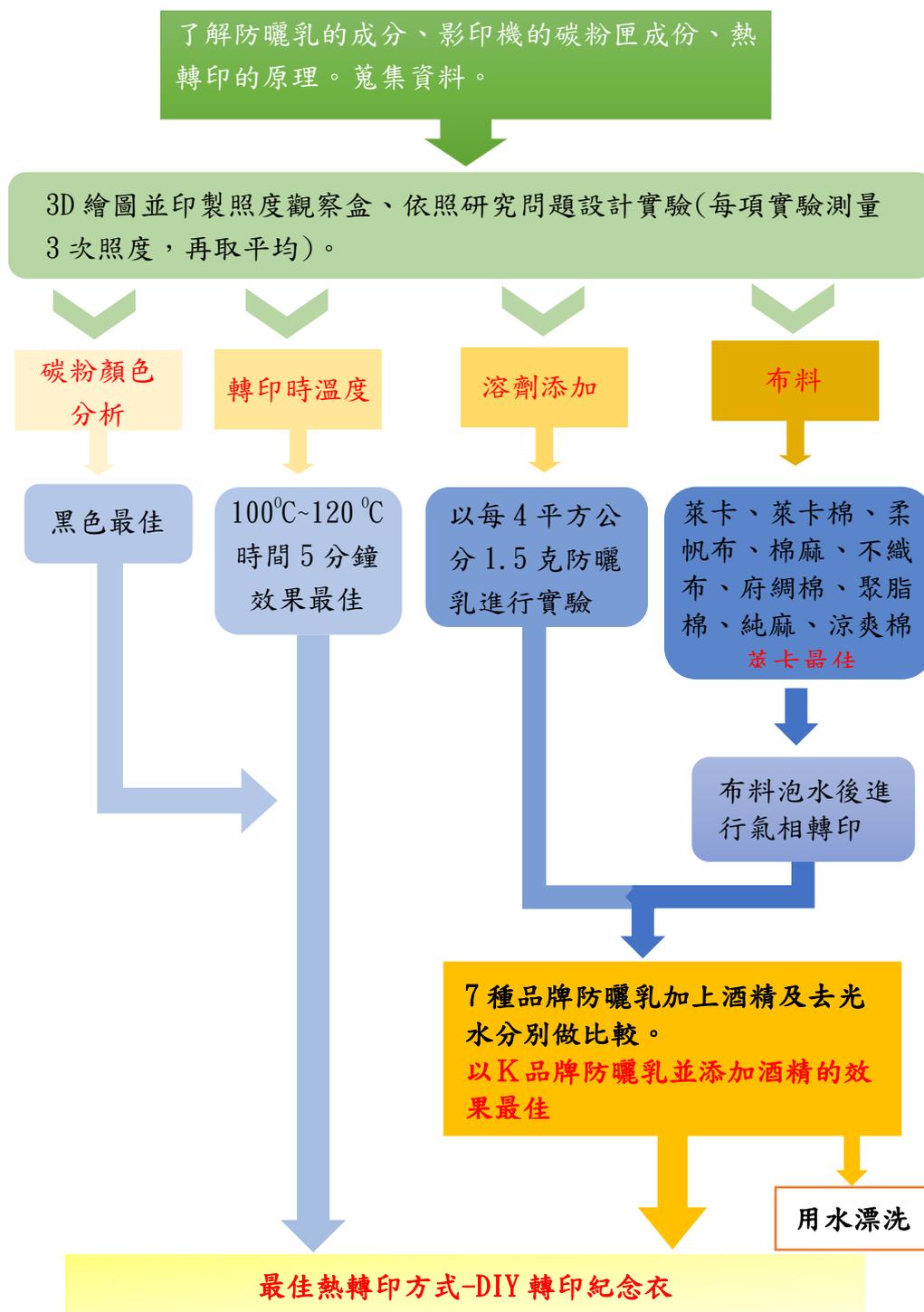
- 一、市售防曬乳的主要成分有哪些？
- 二、影印機列印圖案的原理是什麼呢？
- 三、電熨斗可以直接轉印列印圖紙的圖案嗎？
- 四、不同顏色的碳粉會影響轉印圖案的光照度嗎？
- 五、用不同溫度進行壓燙會影響轉印圖案的光照度嗎？
- 六、市售不同防曬乳會影響轉印圖案的光照度嗎？
- 七、防曬乳再加入不同溶劑可以增加轉印效果嗎？
- 八、轉印後的布料會因為水洗影響轉印圖案的光照度嗎？
- 九、可以自製一件轉印圖案清晰的特色衣服嗎？

肆、研究設備及器材

研究工具		研究材料	
照度測量	照度計、照度盒、高亮度 LED 手電筒	溶劑	水、各品牌防曬乳(SPF50)、75%酒精、去光水
熱燙工具	電熨斗、碳粉式影印機		
測量工具	電子秤、量杯、電子式溫度計	布料	萊卡、萊卡棉、帆布、棉麻、不織布、府綢棉、聚脂棉、麻、涼爽棉
電子設備	電腦、手機顯微鏡、照相機、3D 列印機		
漂洗工具	小型塑膠盒、電動攪拌棒	漂洗	洗衣粉
一般工具	剪刀	圖案	A4 紙(80 磅)

伍、研究方法

一、研究流程



二、研究方法

我們利用測量班級燈光的**照度計**來當作測量工具，發現轉印後的顏色差異與照度有關係，剛好學校資訊課有教 3D 列印，我們又利用下課時間到電腦教室繪製照度測量盒來測量的照度。

1.熱轉印圖案步驟

- (1)在 A4 紙(80 磅)上列印圖案。
- (2)在圖案上滴定量防曬乳，塗抹均勻。如圖 1。
- (3)將圖案貼在布料上。
- (4)用電熨斗(溫度 100 度~110 度)壓平燙 5 分鐘。
- (5)將圖案紙撕掉。

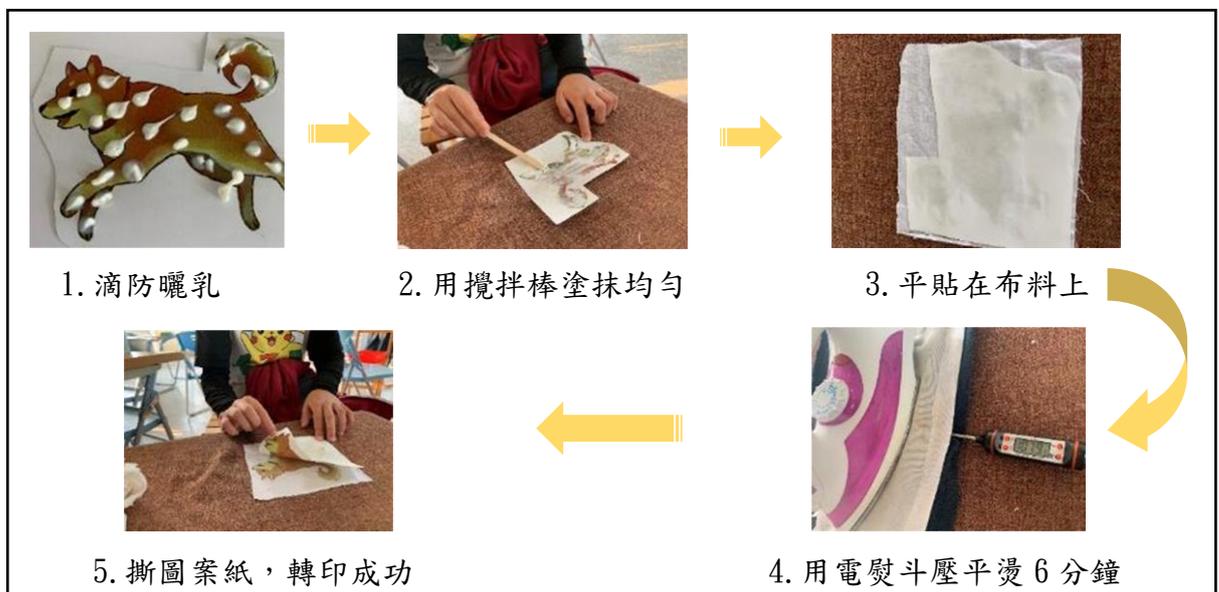


圖 1. 熱轉印流程圖

2.轉印圖案品質測量

- (1) 利用 123design 繪圖軟體繪製照度測量盒。如圖 2。
- (2) 將高光源 LED 手電筒打開後固定在照度光源孔上。
- (3) 在照度計的測量罩上放待測布料，將照度計放入照度測量盒中。
- (4) 等待約 30 秒，紀錄穩定的照度數值(LUX)，重複 3 次再平均。
- (5) **原布料照度值-轉印後照度值=圖案效果值。**

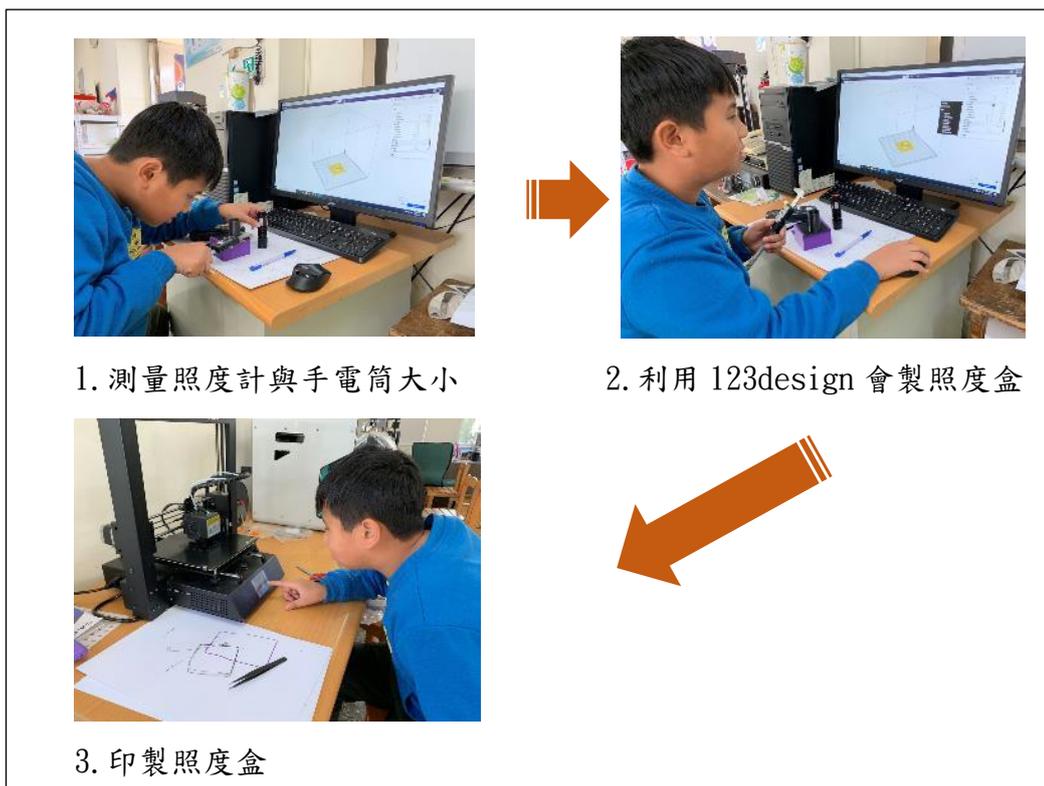


圖 2. 設計照度盒流程

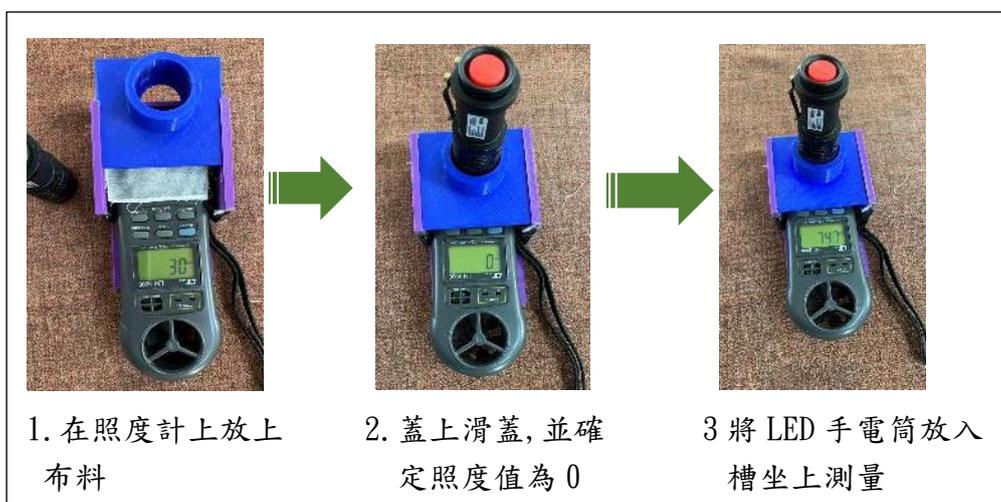


圖 3. 照度測量流程圖

3. 漂洗步驟

- (1) 在水盆內倒入 1.5 公升的水及 10 克洗衣粉。
- (2) 將布料放入洗衣水中用電動攪拌棒攪拌 6 分鐘。
- (3) 再放入乾淨的 1.5 公升水中用電動攪拌棒攪拌 3 分鐘，換水重複 1 次。
- (4) 取出後放在通風處晾乾。
- (5) 風乾 4 小時後測量照度。如圖 3。



圖 4.漂洗步驟圖

陸、研究結果

【實驗一】：市售防曬乳的主要成分有哪些？

(一)研究步驟

- 1.收集相關資料並分析

(二)研究結果

防曬成分主要分成兩大類，分別是「**化學性**」和「**物理性**」。前者是吸收紫外線，轉化成熱能，減少紫外線對肌膚的傷害；後者則是透過粉末的物理性反射及折射功能，來阻擋紫外線。

化學性與物理性防曬成分各有優缺，市面上大部分的防曬產品，「化學性防曬成分」及同時混合「化學性防曬成分」與「物理性防曬成分」的「混合型」的防曬品兩種居多。

我們跟班上同學收集家中不用或已經過期的防曬乳，並調查製作化學成分表如下表 1。我們也詢問化工原料行，除了防曬主要成分外，防曬乳一般仍會添加水及乳化劑，幫助混合物理及化學性成份。表示防曬乳中物理性及化學性成份可能是造成轉印的關鍵成份。

表 1 市售 7 款品牌防曬乳主要成分列表

品牌	主要成分
N 牌	甲基水楊醇 5%、氰雙苯丙烯酸辛酯 4.5%、阿伏苯宗 4.5%、水楊酸辛酯 4.5%
Ne 牌	甲基水楊醇 5%、氰雙苯丙烯酸辛酯 4.5%、阿伏苯宗 4.5%、二苯酮 4.5%、水楊酸辛酯 4.5%
K 牌	桂皮酸鹽 7.49%、二乙氨基羥苯甲醯基苯甲酸己酯 2.31%、紫外線吸收劑(Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol)1.5%、聚矽氧烷-15 3.0%
B 牌	氧化鋅 10.78%、桂皮酸鹽 7.49%
S 牌	氧化鋅 10.78%、桂皮酸鹽 3.75%、阿伏苯宗 2.2%、氧化苯甲酮 1.5%
M 牌	氧化鋅 10.78%、甲氧基肉桂酸辛酯 7%
W 牌	桂皮酸鹽 9.993%、氧化鋅 9.28%

【說明】從表 1 可知市售的防曬乳可以分成兩類，一類是純化學性防曬的防曬乳（N 牌、NE 牌、K 牌），另一類是含有物理性防曬及化學性防曬成分的混合型防曬乳（B 牌、S 牌、M 牌、W 牌）。

【實驗二】：影印機列印圖案的原理是什麼呢？

(一)研究步驟

1.收集相關資料並分析

(二)研究結果

雷射印表機中最重要的是碳粉匣，約分成黑色、藍色、黃色、紅色四種，所有的顏色都用這四種碳粉調配出來。而油墨是由樹脂、溶劑、顏料、助劑、填料、添加劑等組成。

(1)樹脂：樹脂在油墨中產生附著、黏度等作用，它對於油墨光澤性、平坦性等直接的影響。樹脂依據其來源與化學組成成分成天然樹脂與合成樹脂兩大類。

(2)溶劑：溶劑於油墨中扮演溶媒角色、作為溶解樹脂及調整油墨黏度與揮發速度等作用、溶劑依化學式分類可分為苯類、醇類、酯類、酮類、烷類及水等。

(3)顏料：顏料在油墨中起著顯色作用，它又對油墨的一些特性有直接的影響。顏料是不溶於水和有機溶劑的彩色、黑色或白色的高分散度的粉末。

(4)助劑：助劑是油墨的主要組成成分，有著分散顏料，給予油墨以適當的粘度、流動性和轉印性能，以及印刷後通過成膜使顏料固著於印刷品表面的作用。

(5)填料：填料是白色、透明、半透明或不適明的粉狀物質。主要起充填作用，充填顏料部分，適當採用些填料，既可減少顏料用量，降低成本，又可調節油墨的性質，如稀稠、流動性等。

(6)添加劑：添加劑是在油墨製造，以及在印刷使用中，為改善油墨本身的性能而附加的一些材料。按基本組成配製的油墨，在某些特性方面仍不能滿足要求，或者由於條件的變化，而不能滿足印刷使用上的要求時，必須加入少量輔助材料來解決。

另外，**熱融塑料**能讓碳粉在融化的狀態下，滲透入紙張中。碳粉式影印機主要是感光鼓利用靜電產生要印的影像，吸附碳粉，轉印到紙張上，再以**加熱滾筒**(150°C ~ 270°C)與加壓滾筒使碳粉定著在紙張的纖維上。從以上我們可以知道表示防曬乳中的某些成分對碳粉來說是很好的溶劑，可以溶出碳粉中的成份，才能造成轉印的效果。

【實驗三】：電熨斗可以直接轉印列印圖紙的圖案嗎？

(一)研究步驟

- 1.用電腦製作黑色的圖案(4cm*3cm)。如圖 5。
- 2.黑色圖紙沾濕後向下壓在沾濕的布料(6cm*5cm)紹，用電熨斗(攝氏 100 度~110 度)壓燙 5 分鐘。
- 3.拿掉圖紙，放入照度測量盒測量照度。

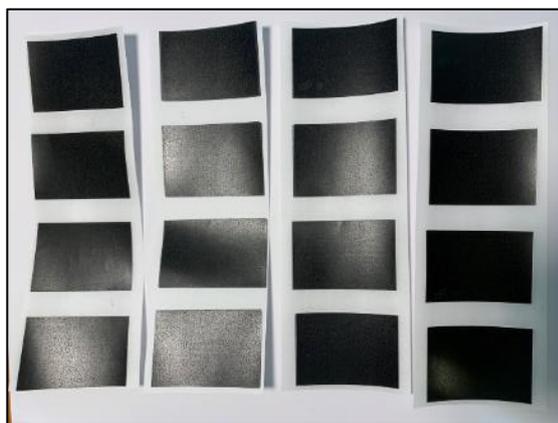


圖 5 利用電腦繪製黑色圖紙

(二) 研究結果

表 2 利用沾濕的黑色圖紙進行轉印後照度測量結果表

布料種類		萊卡	府綢棉	帆布	麻	不織布	麻棉	萊卡棉	聚脂	聚酯棉	涼爽棉
布料照度	第一次	1618	1510	361	1976	1740	2103	1561	1533	1504	2210
	第二次	1623	1519	352	1983	1733	2111	1573	1539	1497	2201
	第三次	1629	1522	357	1974	1746	2098	1563	1527	1512	2197
平均照度		1623	1517	357	1978	1740	2104	1566	1533	1504	2203

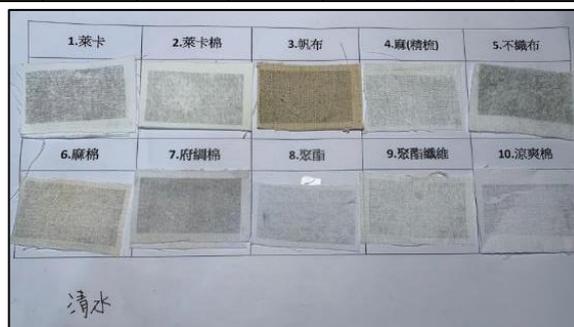


圖 6 用沾濕的黑色圖紙進行轉印後照度結果

【說明】從表 2 及圖 6 可以發現，用浸泡沾濕的布料進行熱轉印會有轉印效果，但效果並不是很明顯。

【實驗四】不同顏色的碳粉會影響轉印圖案的光照度嗎？

(一) 研究步驟

1. 用電腦製作 8 種顏色的圖案(4cm*4cm)，包含碳粉原色(黑、藍、黃、紅)及搭配色(橙，綠，藍、靛、紫)。如圖 6。
2. 在圖紙上分別滴 3 滴 SPF50 防曬乳，塗抹後向下壓在府綢棉上(6cm*5cm)，用電熨斗(攝氏 100 度~110 度)壓燙 5 分鐘。
3. 拿掉圖紙，放入照度測量盒測量照度。計算效果值(原布料照度-轉印後照度)。

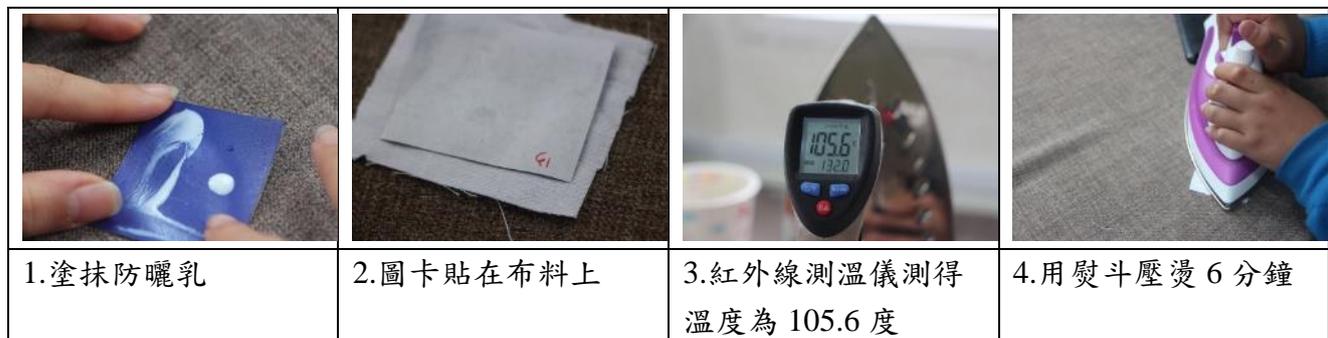


圖 7 轉印步驟圖

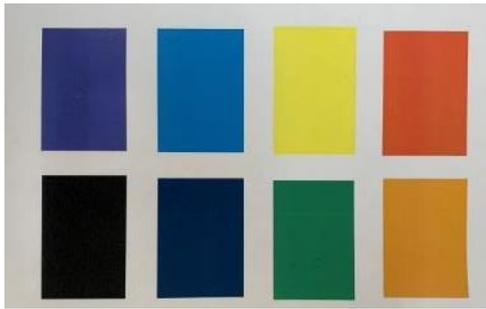


圖 8.各色圖案卡



圖 9.轉印後的顯色情形

(二)研究結果

表 3. 不同顏色碳粉轉印圖案效果表(單位：LUX)

碳粉顏色		紅色	橙色	黃色	綠色	藍色	靛色	紫色	黑色
轉印後 照度	第一次	1440	1450	1406	1422	1481	1298	1081	987
	第二次	1445	1451	1398	1417	1483	1301	1087	992
	第三次	1430	1444	1401	1420	1479	1129	1090	982
轉印後平均照度		1438	1448	1502	1420	1481	1243	1086	987
未轉印前平均照度		1517							
效果值		122	12	58	140	79	317	474	573

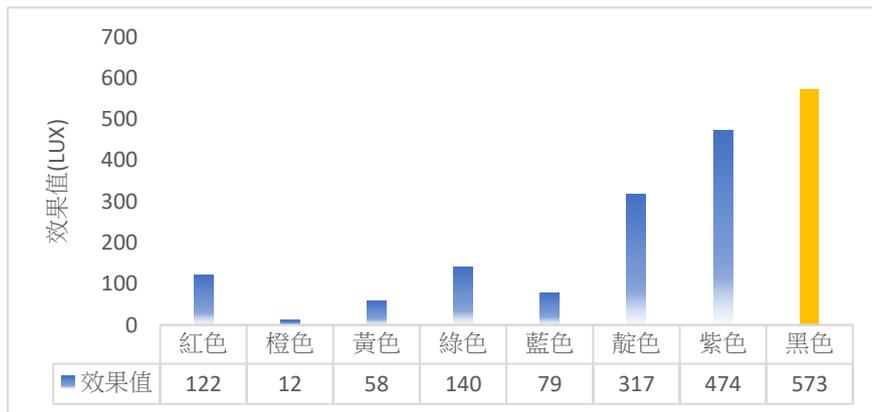


圖 10. 不同顏色碳粉轉印圖案效果長條圖(單位：LUX)

【說明】從表 2 及圖 8 可知，黑色圖案的轉印效果最好，原府綢棉的平均照度為 1517 LUX，轉印黑色後降低 573 LUX，紫色次之。

【實驗五】用不同溫度進行壓燙會影響轉印圖案的光照度嗎？

(一)研究步驟

1. 黑色圖案加 3 滴 SPF50 防曬乳，塗抹後壓在府綢棉上(6cm*5cm)。
2. 分別將電熨斗調至低溫(攝氏 80 度~90 度)、中溫(攝氏 100 度~110 度)、高溫(攝氏 150 度~160 度)壓燙 6 分鐘。計算效果值。



圖 11.電熨斗的轉扭可調溫度，人造絲是中溫，棉麻為高溫。

(二)研究結果

表 4. 不同溫度轉印壓燙圖案效果表(單位：LUX)

壓燙溫度		低溫 (攝氏 80 度~90 度)	中溫 (攝氏 100 度~110 度)	高溫 (攝氏 150 度~160 度)
府綢棉照度		1560		
轉印後 照度	第一次	1472	1006	945
	第二次	1466	998	951
	第三次	1470	1002	940
平均照度值		1445	1226	1218
效果值		91	558	615



圖 11. 不同溫度轉印壓燙圖案效果折線圖(單位：LUX)

【說明】從表 3 及圖 11 可知，電熨斗的溫度越高，轉印效果越好，但是高溫及中溫的效果相差不多。

【實驗六】：不同品牌的防曬乳影響轉印圖案的光照度的效果

(一)研究步驟

- 1.收集家中已經過期或者已經不要用的防曬乳（共 7 種），如圖 2
- 2.電腦製作黑色的圖案(4cm*3cm)。
- 3.用小量杯量 1.5g 的防曬乳，塗抹均勻後用黑色圖案向下壓在布料 (6cm*5cm)上，用電熨斗(攝氏 100 度~110 度)壓燙 6 分鐘。

4. 拿掉圖紙，放入照度測量盒測量照度。
5. 利用實驗三的布料平均照度計算效果值(原布料照度-轉印後照度)，可以知道防曬乳對轉印的效果了。

			
1. 塗抹防曬乳	2. 布料貼在圖卡上	3. 電子溫度計測溫儀測得溫度為 103.1 度	4. 用熨斗壓燙 6 分鐘

圖 12 轉印步驟圖

(二) 研究結果

表 5 W 品牌防曬乳在不同布料上的轉印比較表

W 牌防曬乳在各布料的轉印效果											
布料名稱	萊卡	府綢棉	帆布	麻	不織布	麻棉	萊卡棉	聚脂	聚酯棉	涼爽棉	
布料平均照度	1623	1517	357	1978	1740	2104	1566	1533	1504	2203	
轉印後照度	第一次	900	739	346	1646	1267	1550	1352	887	1171	1525
	第二次	912	722	341	1632	1261	1539	1370	876	1159	1532
	第三次	906	745	330	1640	1258	1544	1361	875	1168	1535
平均照度	906	735	339	1639	1262	1544	1361	879	1166	1531	
效果值	717	782	18	338	478	560	205	654	338	672	



圖 13 W 品牌在不同布料碳粉轉印圖案效果長條圖(單位：LUX)

【說明】從表 5 及圖 13 可知，W 品牌轉印在萊卡、府綢棉、涼爽棉三種布料效果比較好。

表 6 NE 品牌防曬乳在不同布料上的轉印比較表

N 牌防曬乳在各布料的轉印效果											
布料名稱	萊卡	府綢棉	帆布	麻	不織布	麻棉	萊卡棉	聚脂	聚酯棉	涼爽棉	
布料平均照度	1623	1517	357	1978	1740	2104	1566	1533	1504	2203	
轉印後照度	第一次	1056	1012	289	1558	1293	1636	1354	1431	1302	1616
	第二次	1067	1020	276	1566	1301	1623	1369	1422	1320	1619
	第三次	1058	1028	280	1571	1310	1636	1371	1442	1311	1623
平均照度	1060	1020	282	1565	1301	1632	1365	1432	1311	1619	
效果值	558	490	79	411	439	471	196	101	193	591	

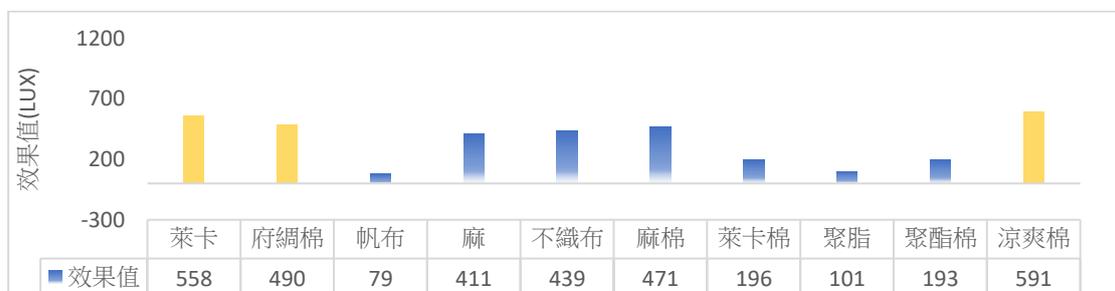


圖 14 NE 品牌在不同布料碳粉轉印圖案效果長條圖(單位：LUX)

【說明】從表 6 及圖 14 可知，NE 品牌轉印在萊卡、府綢棉、涼爽棉三種布料效果比較好。

表 7 N 品牌防曬乳在不同布料上的轉印比較表

NE 牌防曬乳在各布料的轉印效果											
布料名稱	萊卡	府綢棉	帆布	麻	不織布	麻棉	萊卡棉	聚脂	聚酯棉	涼爽棉	
布料平均照度	1623	1517	357	1978	1740	2104	1566	1533	1504	2203	
轉印後照度	第一次	860	783	343	1724	1154	1749	999	1367	1303	1470
	第二次	864	791	339	1720	1159	1738	1005	1376	1298	1478
	第三次	871	776	337	1731	1144	1754	1006	1377	1313	1475
平均照度	865	783	340	1725	1152	1747	1003	1373	1305	1474	
效果值	758	734	17	253	587	357	562	160	200	728	

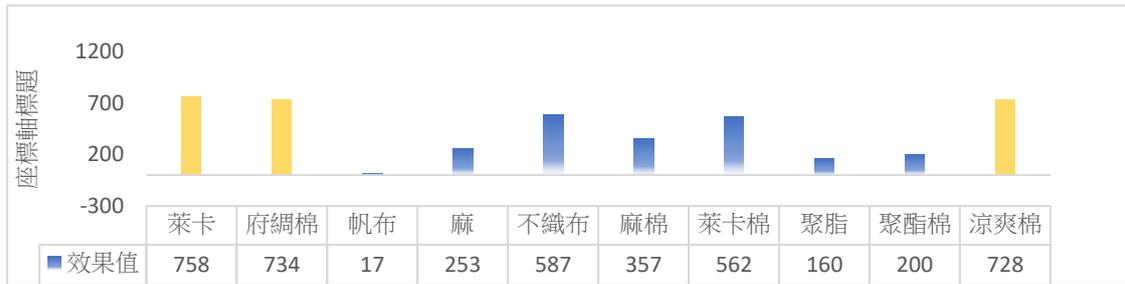


圖 15. N 品牌在不同布料碳粉轉印圖案效果直條圖(單位：LUX)

【說明】從表 7 及圖 15 可知，N 品牌轉印在萊卡、府綢棉、涼爽棉三種布料效果比較好。

表 8 K 品牌防曬乳在不同布料上的轉印比較表

K 牌防曬乳在各布料的轉印效果											
布料名稱	萊卡	萊卡棉	帆布	麻	不織布	麻棉	府綢棉	聚脂	聚酯棉	涼爽棉	
布料平均照度	1623	1517	357	1978	1740	2104	1566	1533	1504	2203	
轉印後照度	第一次	486	671	282	1471	1511	1656	1003	975	1313	1376
	第二次	501	676	277	1477	1507	1642	994	967	1304	1349
	第三次	493	662	285	1482	1520	1661	1012	969	1319	1353
平均照度	493	670	281	1477	1513	1653	1003	970	1312	1359	
效果值	1130	847	75	501	227	451	563	563	192	843	

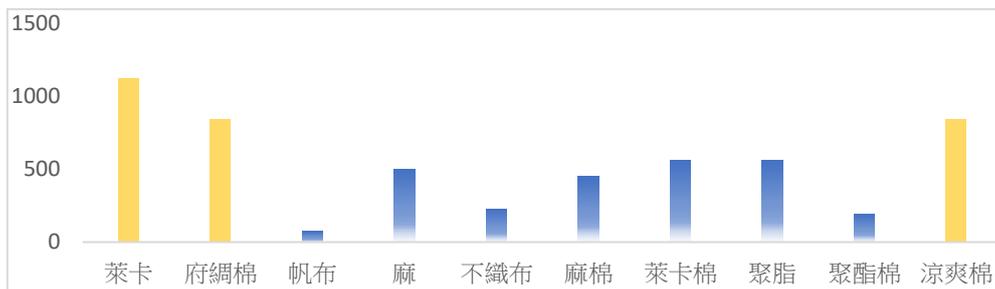


圖 16. K 品牌在不同布料碳粉轉印圖案效果直條圖(單位：LUX)

【說明】從表 8 及圖 16 可知，K 品牌轉印在萊卡、府綢棉、涼爽棉三種布料效果比較好。

表 9 B 品牌防曬乳在不同布料上的轉印比較表

B 牌防曬乳在各布料的轉印效果											
布料名稱	萊卡	萊卡棉	帆布	麻	不織布	麻棉	府綢棉	聚脂	聚酯棉	涼爽棉	
布料平均照度	1623	1517	357	1978	1740	2104	1566	1533	1504	2203	
轉印後照度	第一次	1088	1043	201	1510	1276	1677	1170	1077	1275	1648
	第二次	1093	1037	209	1518	1273	1682	1178	1067	1267	1639
	第三次	1079	1046	205	1502	1282	1685	1164	1068	1280	1641
平均照度	1087	1042	205	1510	1277	1681	1171	1071	1274	1643	
效果值	537	475	152	468	463	423	395	462	230	560	



圖 17. B 品牌在不同布料碳粉轉印圖案效果長條圖(單位：LUX)

【說明】從表 9 及圖 17 可知，B 品牌轉印在萊卡、府綢棉、涼爽棉三種布料效果比較好。

表 10 M 品牌防曬乳在不同布料上的轉印比較表

M 牌防曬乳在各布料的轉印效果											
布料名稱	萊卡	府綢眠	帆布	麻	不織布	麻棉	萊卡眠	聚脂	聚酯棉	涼爽棉	
布料平均照度	1623	1517	357	1978	1740	2104	1566	1533	1504	2203	
轉印後照度	第一次	1289	1432	297	1694	1456	1830	1405	1387	1233	1939
	第二次	1296	1441	296	1691	1450	1823	1403	1381	1224	1944
	第三次	1290	1437	300	1688	1461	1833	1398	1376	1236	1930
平均照度	1292	1437	298	1691	1456	1829	1402	1381	1231	1938	
效果值	332	80	59	287	284	275	164	152	273	265	

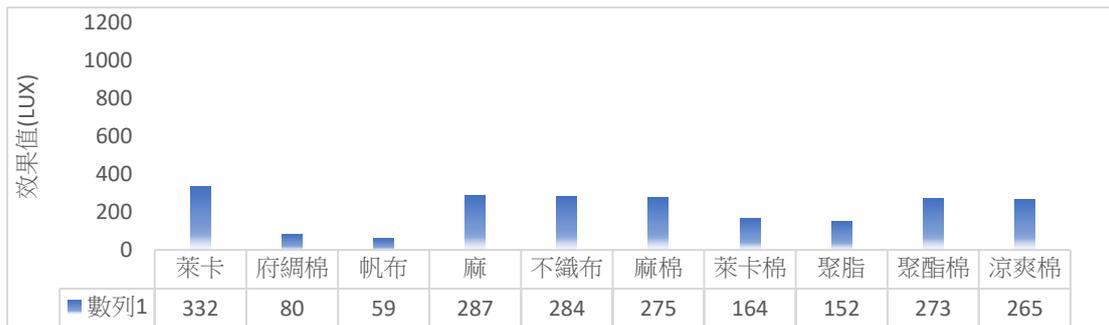


圖 18 M 品牌在不同布料碳粉轉印圖案效果長條圖(單位：LUX)

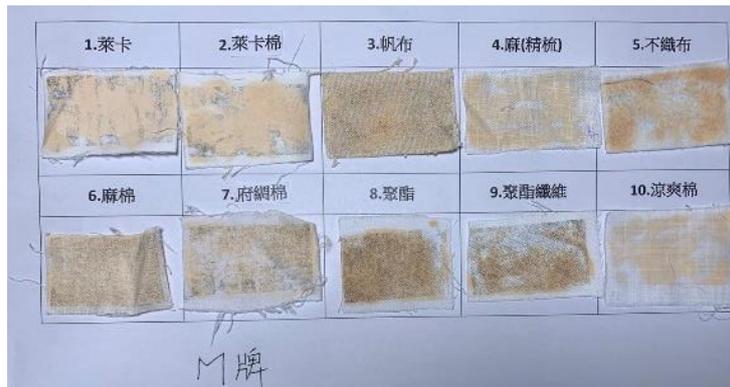


圖 19 M 品牌在不同布料轉印情形

【說明】從表 10 及圖 17、圖 18 可知，M 品牌的轉印效果並不是很好，且防曬乳顏色殘留在布料上。

表 11 S 品牌防曬乳在不同布料上的轉印結果比較表

S 牌防曬乳在各布料的轉印效果											
布料名稱	萊卡	府綢 眠	帆布	麻	不織 布	麻棉	萊卡 眠	聚脂	聚酯 棉	涼爽 棉	
布料平均 照度	1623	1517	357	1978	1740	2104	1566	1533	1504	2203	
轉 印 後 照 度	第一次	1188	960	277	1700	1180	1390	919	907	1440	1341
	第二次	1201	971	265	1711	1188	1386	901	900	1432	1352
	第三次	1197	964	271	1715	1171	1379	912	910	1451	1359
平均照度	1195	965	271	1709	1180	1385	911	906	1441	1351	
效果值	428	552	86	269	560	719	655	627	63	852	

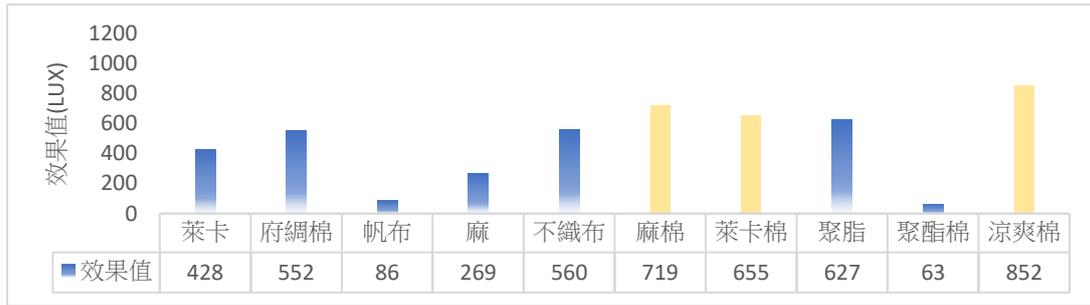


圖 20. S 品牌在不同布料碳粉轉印圖案效果長條圖(單位：LUX)

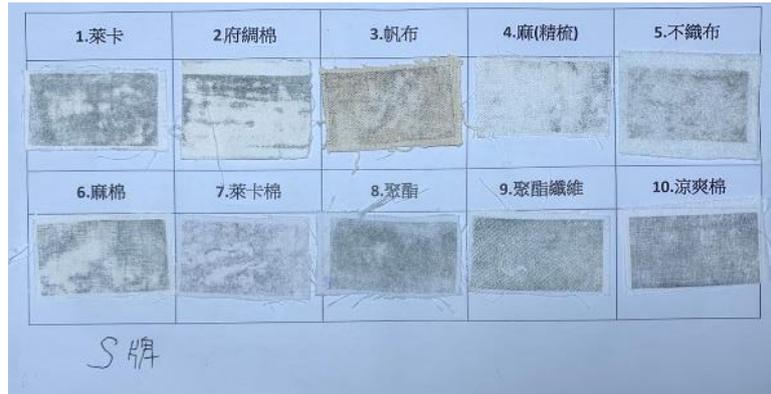


圖 21 S 品牌在不同布料轉印情形

【說明】從表 11 及圖 20、圖 21 可知，M 品牌的轉印效果並不是很好，且防曬乳顏色殘留在布料上。

<p>W 牌防曬乳在各布料的轉印情形</p>	<p>N 牌防曬乳在各布料的轉印情形</p>
<p>NE 牌防曬乳在各布料的轉印情形</p>	<p>K 牌防曬乳在各布料的轉印情形</p>

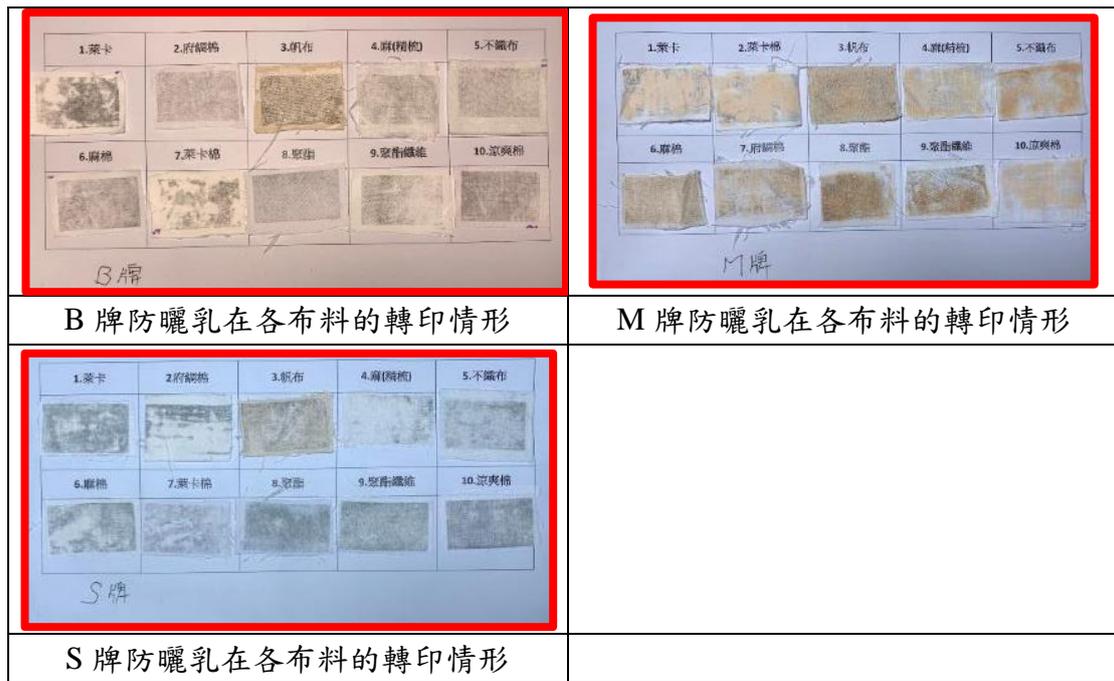


圖 22 各品牌防曬乳對不同布料的轉印情形(綠框為化學性防曬乳、紅框為混合性防曬乳)

【說明】從圖 22 可知化學性防曬乳，轉印效果比較明顯；混合性防曬乳，除了 W 品牌外，其餘轉印效果不好（有粉末殘留）。

【實驗七】：防曬乳再加入不同溶劑可以增加轉印效果嗎？

(一)研究步驟

1. 選擇家庭中常見的溶劑（75%酒精、去光水）加入實驗。
2. 將 95% 酒精以酒精：水=4：1 來調製 75% 酒精，去光水因為其中的丙酮濃度已經不高所以不需要稀釋。
3. 選擇實驗三效果較好的布料及防曬乳進行實驗。
4. 用小量杯量 1.5g 的防曬乳，塗抹均勻後用布料(6cm*5cm)向下壓在黑色圖案上，在布料上平均滴上 1ml 的酒精或去光水用電熨斗(攝氏 100 度~110 度)壓燙 6 分鐘。
5. 拿掉圖紙，放入照度測量盒測量照度，計算效果值

(二)研究結果

表 12 W 品牌防曬乳添加酒精或去光水在不同布料上比較表

W 品牌防曬乳與酒精溶劑在各布料的轉印效果							
布料名稱		萊卡		府綢棉		涼爽棉	
添加溶劑		酒精	去光水	酒精	去光水	酒精	去光水
轉印後	第一次	588	681	642	700	1212	1388
	第二次	581	672	639	709	1201	1380

照 度	第三次	576	677	637	712	1220	1393
平均照度		582	677	639	707	1211	1387
添加酒精 效果值		1042	878		992		
添加去光水 效果值		947	810		816		
無添加酒精 效果值		717	782		672		

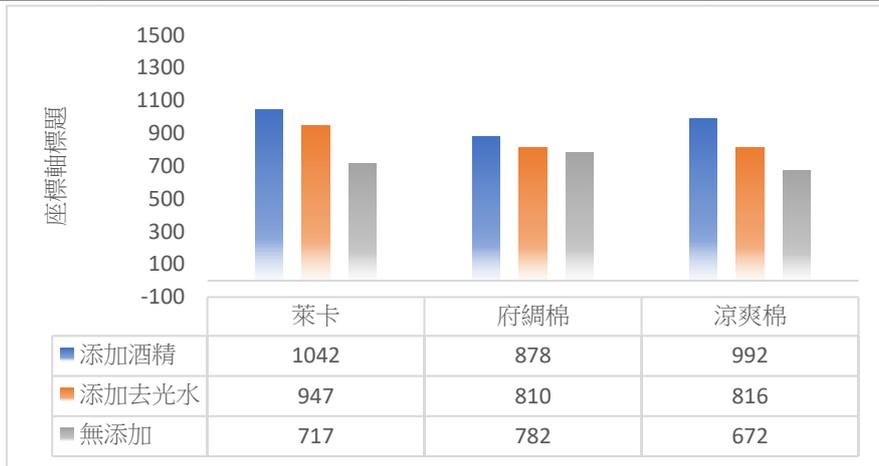


圖 23 W 品牌防曬乳添加酒精或去光水在不同布料上比較結果長條圖

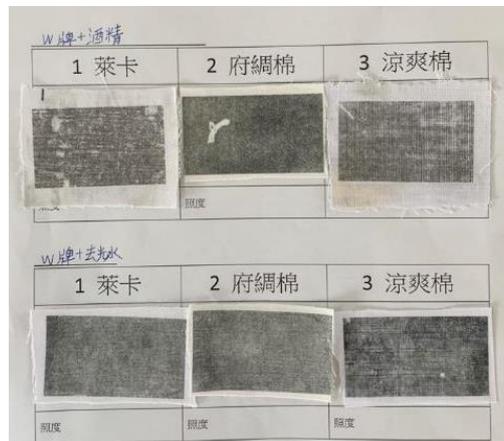


圖 24 W 品牌防曬乳添加酒精或去光水在不同布料上比較結果

【說明】從表 12 及圖 23、圖 24 可得知 W 品牌添加酒精的萊卡布料轉印效果比較好。

表 13 NE 品牌防曬乳添加酒精或去光水在不同布料上比較表

NE 品牌防曬乳與酒精溶劑在各布料的轉印效果						
布料名稱	萊卡		府綢棉		涼爽棉	
添加溶劑	酒精	去光水	酒精	去光水	酒精	去光水

轉印後照度	第一次	765	942	735	973	1205	1544
	第二次	759	948	728	980	1199	1550
	第三次	757	950	731	976	1207	1554
平均照度		760	947	731	767	1204	1549
添加酒精效果值		863		786		999	
添加去光水效果值		677		541		653	
無添加酒精效果值		558		490		591	

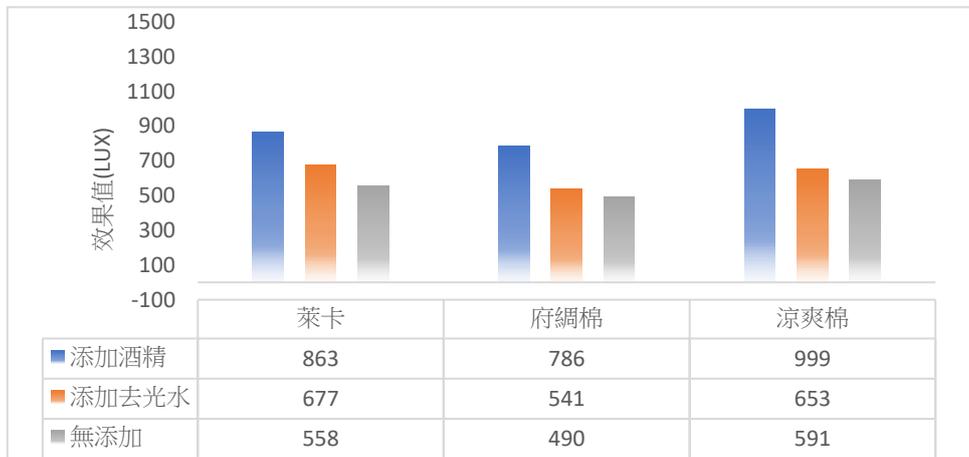


圖 25 NE 品牌防曬乳與酒精溶劑在各布料的轉印效果長條圖

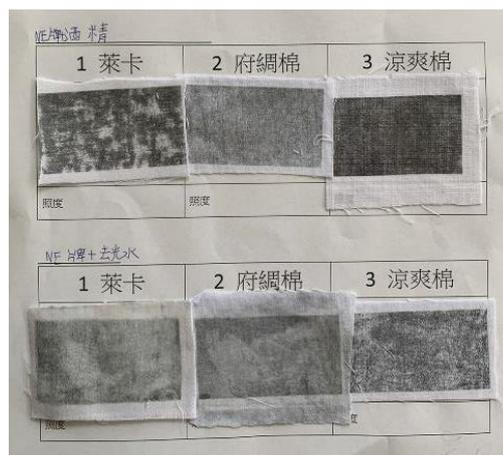


圖 26 NE 品牌防曬乳添加酒精或去光水在不同布料上比較結果

【說明】從表 13 及圖 25、圖 26 可得知 NE 品牌添加酒精的涼爽棉布料轉印效果比較好。

表 14 N 品牌防曬乳添加酒精或去光水在不同布料上比較表

N 品牌防曬乳與酒精溶劑在各布料的轉印效果							
布料名稱		萊卡		府綢棉		涼爽棉	
添加溶劑		酒精	去光水	酒精	去光水	酒精	去光水
轉印後照度	第一次	679	852	639	755	1338	1445
	第二次	668	847	643	750	1342	1440
	第三次	682	856	633	748	1345	1435
平均照度		676	852	638	751	1342	1440
添加酒精效果值		947		879		861	
添加去光水效果值		772		766		763	
無添加酒精效果值		758		734		728	

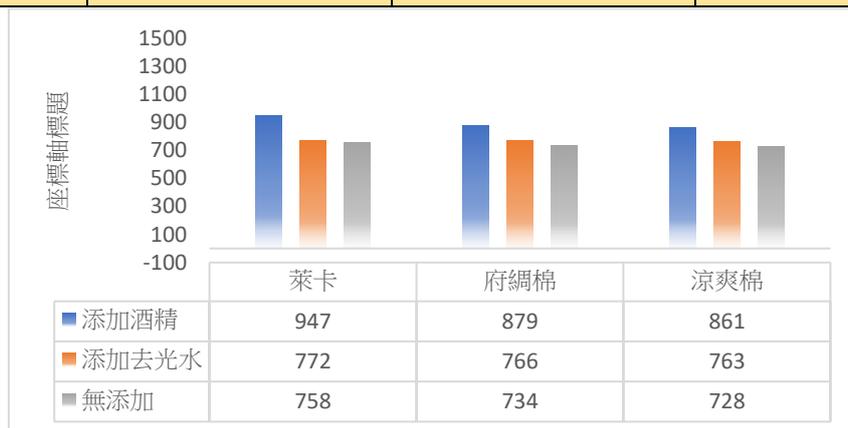


圖 27 N 品牌防曬乳與酒精溶劑在各布料的轉印效果長條圖

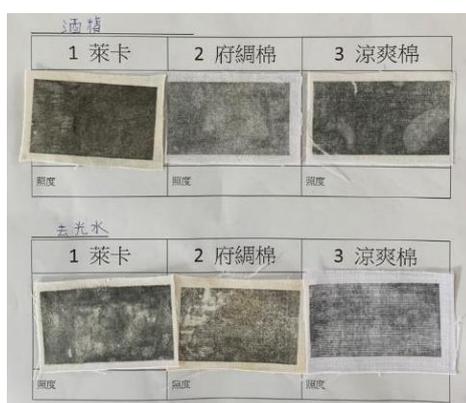


圖 28 N 品牌防曬乳添加酒精或去光水在不同布料上比較結果

【說明】從表 14 及圖 27、圖 28 可得知 N 品牌添加酒精的萊卡布料轉印效果比較好。

表 15 K 品牌防曬乳添加酒精或去光水在不同布料上比較表

K 品牌防曬乳與酒精溶劑在各布料的轉印效果							
布料名稱		萊卡		府綢棉		涼爽棉	
添加溶劑		酒精	去光水	酒精	去光水	酒精	去光水
轉印後照度	第一次	302	367	365	471	1132	1303
	第二次	297	361	361	479	1136	1298
	第三次	304	370	358	477	1141	1306
平均照度		301	366	361	476	1136	1302
添加酒精效果值		1322		1156		1066	
添加去光水效果值		1257		1041		900	
無添加酒精效果值		1130		847		843	

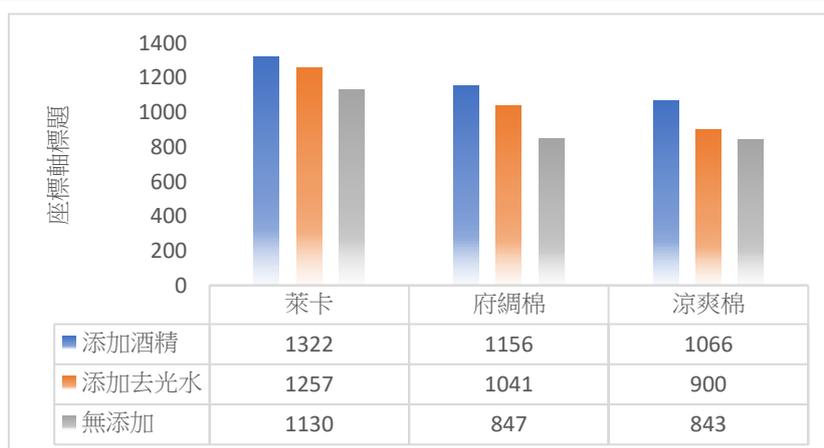


圖 29 K 品牌防曬乳與酒精溶劑在各布料的轉印效果長條圖

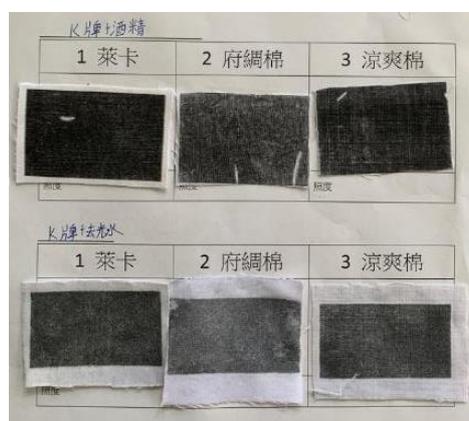


圖 30 K 品牌防曬乳添加酒精或去光水在不同布料上比較結果

【說明】從表 15 及圖 29、圖 30 可得知 K 品牌添加酒精的萊卡布料轉印效果比較好

【實驗八】：轉印後的布料會因為水洗影響轉印圖案的光照度嗎？

(一)研究步驟

1. 將W品牌、N品牌、NE品牌、K品牌轉印後的萊卡、府綢棉、涼爽棉分別用水三次漂洗及乾燥後測量光照度，進行前後比較。

(二)研究結果

表 16. W 品牌添加酒精在不同轉印布料漂洗三次後效果表(單位：LUX)

布料材質		萊卡	府綢棉	涼爽棉
轉印前平均照度		1623	1517	2210
轉印後平均照度效果值		1041	639	1211
漂洗後平均照度效果值	第一次漂洗	922	891	1408
	第二次漂洗	826	1035	1490
	第三次漂洗	789	1109	1548
降低效果值		252	470	337

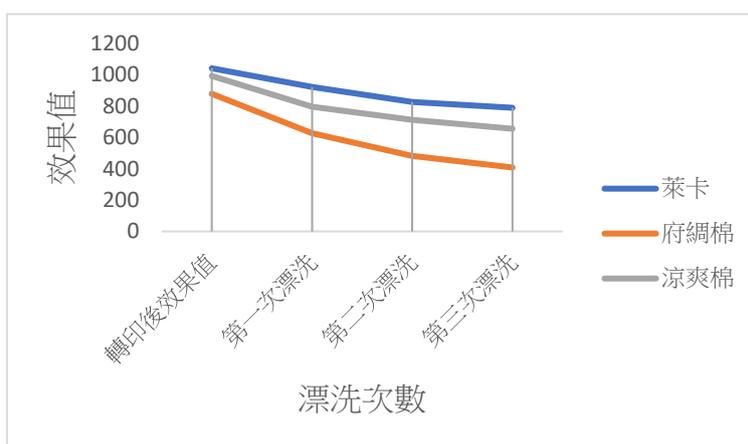


圖 31 W 品牌添加酒精在不同轉印布料漂洗三次後折線圖

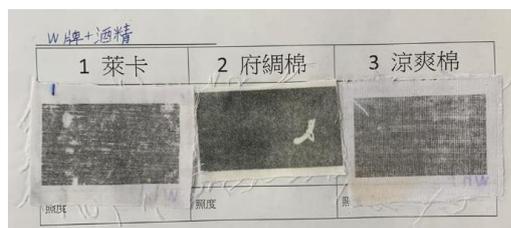


圖 32 W 品牌添加酒精在不同轉印布料漂洗三次後情形

【說明】從表 16 及圖 31、圖 32 可得知 W 品牌添加酒精的萊卡布料經過清洗後，萊卡布料的維持圖案效果值較佳，府綢棉漂洗後掉色程度比較高

表 17 N 品牌添加酒精在不同轉印布料漂洗三次後後效果表(單位：LUX)

布料材質		萊卡	府綢棉	涼爽棉
轉印前平均照度		1623	1517	2210
轉印後平均照度效果值		947	879	861
漂洗後平均照度效果值	第一次漂洗	790	654	686
	第二次漂洗	688	476	592
	第三次漂洗	635	378	551
降低效果值		312	501	310

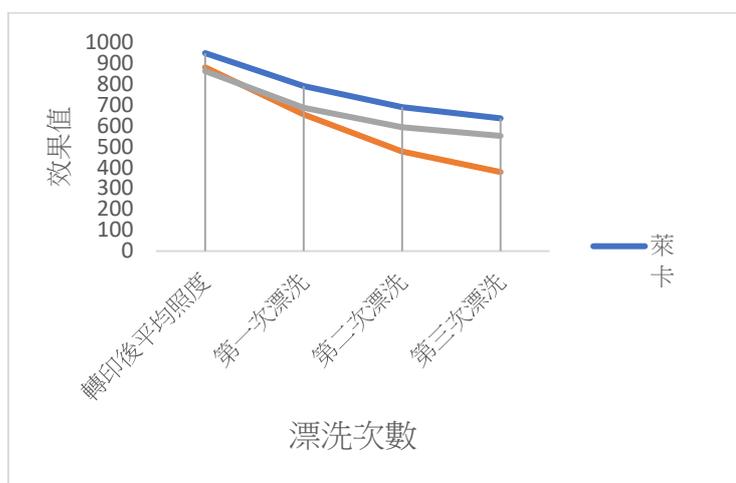


圖 33 N 品牌添加酒精在不同轉印布料漂洗三次後折線圖



圖 34 N 品牌添加酒精在不同轉印布料漂洗三次後情形

【說明】從表 17 及圖 33、圖 34 可得知 N 品牌添加酒精的萊卡布料經過清洗後，萊卡布料的維持圖案效果值較佳，府綢棉漂洗後掉色程度比較高

表 18. K 品牌添加酒精在不同轉印布料漂洗三次後後效果表(單位：LUX)

布料材質		萊卡	府綢棉	涼爽棉
轉印前平均照度		1623	1517	2210
轉印後平均照度效果值		1322	1156	1067

漂洗後平均照度效果值	第一次漂洗	1166	957	918
	第二次漂洗	1022	661	776
	第三次漂洗	1022	661	776
降低效果值		300	495	291

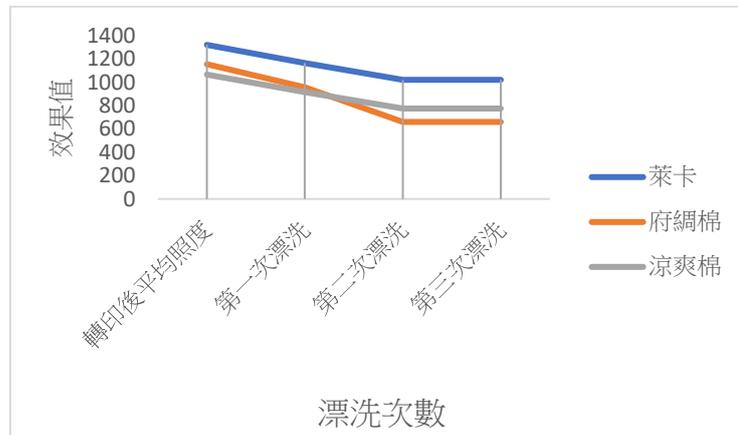


圖 35 K 品牌添加酒精在不同轉印布料漂洗三次後折線圖

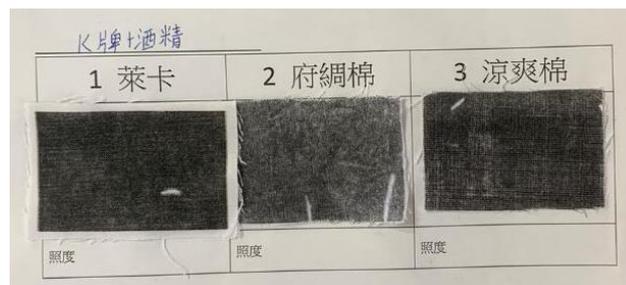


圖 36. K 品牌添加酒精在不同轉印布料漂洗三次後情形

【說明】從表 18 及圖 35、圖 36 可得知 K 品牌添加酒精的萊卡布料經過清洗後，萊卡布料的維持圖案效果值較佳，府綢棉漂洗後掉色程度比較高。

【實驗九】：能自製一件轉印圖案清晰的特色衣服嗎？

(一)研究步驟

1. 用電腦列印 3 層彩色自製圖案，依面積換算每 24 平方公分加 1.5g 化學防曬劑，自製圖案面積約 120 平方公分，加入 7.75g 化學防曬劑，將衣服(棉 100%)泡水 4 分鐘，用電熨斗中溫壓燙 5 分鐘。
2. 觀察轉印效果。

		
1.取出一件白色衣服	2.成份棉 60%聚脂纖維 40%	3.將衣服泡水 4 分鐘扭乾
		
4.取出列印 3 次的圖案	5. 加入 6 克重防曬乳	6.塗抹均勻
		
7.滴上酒精	8.以中溫燙平 5 分鐘	9.轉印圖案完成

圖 37. 測試流程圖

(二)研究結果



圖 38. 測試流程圖

【說明】從圖 38 可知，先用小圖案進行府綢棉布料試驗，在觀察後發現可以轉印成功，再用白色衣服進行，圖案相當清楚。

柒、討論

- 一、市面上有許多種類的防曬乳，有物理型防曬，化學型防曬以及混合型防曬，我們分析了所以收集到的防曬乳的主要成分，發現大部分主要成分可以分為五類：對氨基苯甲酸（容易引發過敏）、二苯甲酮類、水楊酸酯類、桂皮酸酯類、其他具紫外線吸收效果的成分等，這些溶劑可以溶解油墨，讓轉印的效果變得更好。此外，防曬乳的成分中有一項可以溶解油及水的乳化劑，又稱為界面活性劑，可以使油跟水交界面的力量變小，使油水互溶，影印機的碳粉中具有潤滑油等，透過乳化劑可以溶解出來，轉印在衣服上。
- 二、雷射印表機中的碳粉夾中的油墨是由樹脂、溶劑、顏料、助劑、填料、添加劑等組成。防曬乳中的某些成分對碳粉來說是很好的溶劑，可以溶出碳粉中的成份，才能造成轉印的效果。
- 三、研究前我們先用一塊白色布料和防曬乳試作，發現可以將紙上的圖案轉印到衣服上，但效果不是很明顯，也很難去測量轉印的效果，偶然發現同學的衣服會透光，大家一起討論後覺得可以用這個方法來測量，於是跟護士阿姨借照度計，發現眼睛看起來比較淺的圖案，經照度計測量後照度果然比較高。但是，每次移動位置或是光線不一樣，測出來的數字就不一樣，後來我們利用 123design 繪圖軟體，可以設計簡易型的照度測量盒，再利用 3D 列印機印出照度盒，再用發光強度比較高的 LED 手電筒，可以更加正確測量照度。我們很好奇為什麼光會透不過去布料，跟老師借手機顯微鏡來觀察，發現布料表面有碳粉顏料阻隔光線，所以越濃的轉印圖，照度值就越低。黑色的碳粉容易讓光無法穿透，所以轉印效果最好。
- 四、不同顏色的碳粉會影響到光照度，我們發現顏色越淺，光照度會越高，但並不代表碳粉顏料沒有轉印上去，而是在於顏色本身的性質就是這樣，為了讓之後的彩色圖案轉印效果好一點，我們可以多重複列印幾次，這樣能夠提供轉印的油墨量越多，能經由熱轉印的成效越好，當紙張**重複列印**的層數越多，油墨層數也變多，容易被溶劑溶

出。

- 五、進行不同溫度對布料的轉印效果時，我們發現低溫（80 度~90 度）下印的效果很不好，而高溫到 130 度以上時效果與中溫（100 度~110 度）差不多，選擇中溫可以讓實驗更加安全，而且也可以減少能源的消耗。此外，高溫的溫度高達 150 度以上，雖然轉印效果快又好，但是會造成布料損傷。棉和麻比較耐高溫，但是碳粉不易附著在纖維上。當溫度過高(超過 120 度)，布料上的溶劑會快速蒸發，不能溶出油墨，使轉印的圖不均勻。
- 六、布料纖維可分為天然纖維(棉、麻、蠶絲等)、人造纖維(萊卡、尼龍、聚酯纖維..等)，萊卡纖維很有彈性及延展性，壓燙時布料平整延展，可讓更吸收更多油墨碳粉。
- 七、我們收集的防曬乳中總共有七種品牌，其中三項是化學型防曬乳，另外四項為混合型防曬乳，其中化學型防曬乳轉印的效果都不錯，而混合型防曬乳中塗抹類型的主要成分有氧化鋅，氧化鋅在轉印時會附著在布料表面，透過顯微鏡觀察可以知道布料會被這些粉末物質遮蔽，導致油墨難以轉印在布料上。造成轉印效果不好；噴霧類型 W 品牌的防曬乳也有高含量的氧化鋅，轉印的效果卻還不錯，我們查詢了許多關於防曬乳的成分介紹，W 品牌噴霧型防曬乳添加的氧化鋅是奈米級的，氧化鋅的顆粒變得很小，就不會對轉印造成影響了。（W 品牌）的轉印效果卻還不錯，
- 八、添加酒精可以增加碳粉顏料的溶出量，我們本來預期去光水的效果應該也還不錯，但我們上網查了資料發現，去光水中主要的溶劑成分是丙酮，但濃度卻不高，而且家中的去光水多半都已經放比較久了，裡面丙酮的濃度又會更低，造成預期之外的結果。
- 九、因為水也是一種溶劑，我們擔心轉印後的衣服會被水洗掉，經實驗發現，化學防曬劑的定色效果很好，可能是因為碳粉中有熱融塑料，高溫溶解後連同顏料一同附著在纖維上，水洗不具 100 度以上高溫，所以熱融塑料也有協助定色的效果。

捌、結論

- 一、防曬乳內含物理性防曬、化學防曬劑及乳化劑，物理性防曬包含二氧化鈦及氧化鋅，用來反射紫外線；化學防曬劑是用來吸收紫外線，有對胺基苯甲酸（容易引發過敏）、二苯甲酮類、水楊酸酯類、桂皮酸酯類、其他具紫外線吸收效果的成分等。
- 二、將布料泡水後再進行熱轉印，用「氣相轉印」方式，可以使布料著色，但效果不明顯。
- 三、不同顏色的圖卡塗抹防曬乳加壓燙印，可以成功轉印，顏色越深，轉印效果越明顯。
- 四、以攝氏溫度約 100 度~110 度加熱紙張，壓燙 5 分鐘的效果最好。
- 五、含棉量高的布料表面與圖案接觸面大，所以容易轉印；萊卡為彈性纖維，延展性高，壓燙時容易著色，光照度可從未轉印前 1623LUX 到轉印後 493LUX，布料表現若較平整細密，轉印較易成功。府綢棉可從轉印前 1517 LUX 到轉印後 670 LUX。
- 六、比較市售 7 款防曬乳，以 K 牌化學性防曬乳的轉印效果最好，其中以 K 牌防曬乳搭配萊卡的效果可以從轉印前 1623LUX 到轉印後 493 LUX；若物理性防曬中的氧化鋅為奈米級氧化鋅，則也有不錯的轉印效果，搭配萊卡布料以從轉印前 1623LUX 到轉印後 906LUX。
- 七、添加酒精可以讓轉印的效果變好，以 K 牌防曬乳添加酒精轉印圖案到萊卡布料上，可以從轉印前 1623LUX 到轉印後 301LUX
- 八、轉印後布料經過三次水洗過後，以涼爽棉的掉色程度最低，在 K 牌添加酒精轉印在涼爽棉上效果值從轉印前 1067LUX 到轉印後 776LUX。降地效果值以府綢棉最多，其次萊卡，最好的是涼爽棉。

玖、參考資料

1. 周尊儒、洪國倫 (2010)。泛論熱轉寫印刷製程與發展。印刷科技，26(1)，29-50。
2. 簡俊生(1990)。認識防曬劑。藥物食品檢驗局調查研究年報，8，1-11。
3. 想穿獨一無二的T恤？那就自己做啊！一瓶防曬乳就行哦！引用自 <https://kknews.cc/news/rq6by5x.html> 。
4. 基本布料種類。引用自 <http://www.pb22.com.tw/product/p1782834>
6. 雷射印表機碳粉的成分與選擇質量標準。引用自 <https://read01.com/zh-tw/yDoxz5.html#.XIgYKygzblV> 。
7. 常見主要防曬乳成份。引用自 http://www.unsun.com.tw/knowledge_p03.html
8. 油墨概述。引用自 https://www.sypanel.com.tw/article_detail/6.htm。
9. 物理性防曬、化學性與混合型防曬，簡單三步驟一次辨別。引用自 <https://blog.greenvines.com.tw/gv-clean-beauty-perspectives/3-steps-to-find-out-the-different-types-of-sunscreen/>。
10. 奈米化氧化鋅。引用自 <https://www.medpartner.club/physical-chemical-sunscreen-myth/>。

【評語】 082916

本實驗透過影片的發想再動手完成不同防曬乳的轉印，發現化學性防曬劑的作用優於物理性防曬劑，有實驗的精神。然而，若能說明實驗過程需要的用量有多少？防曬乳的何種成分能製成轉印膠？則研究就更完整了。

摘要

比較市售7款品牌防曬乳發現其中3款化學性防曬乳1款混合型防曬乳，可以順利將圖案轉印到布料上，轉印結果有下列幾點關鍵：

- 1.溶劑：以K品牌化學防曬乳約每4平方公分1.5克並加上75%酒精1毫升，可以溶出最多油墨，且有最佳定色效果；若無酒精，單純使用化學防曬乳也有不錯的轉印效果。
- 2.布料：以表面平整的彈性纖維-萊卡(Lycra)為最佳載體，泡水後進行熱氣相轉印有最佳效果，光照度可從未轉印前1617LUX到轉印後371LUX，含有棉布料的涼爽棉次之。

壹、研究動機

姐姐在過年前從大學宿舍帶回來許多的瓶瓶罐罐，神秘的說這些是室友們不用的防曬乳，她在網路上看到一則影片，利用防曬乳可以在衣服上印出自己喜歡的圖案！在圖案上塗滿防曬乳後，貼在一件衣服上，再用熨斗燙一燙，5分鐘後，我們發現圖案順利印在衣服上了，雖然圖案不是很清楚，但這神奇的事，讓我想製作更多獨一無二的衣服。我們上網想找找有沒有更好的方法可以把圖案印的更完美，但絕大部分都是關於熱轉印貼紙的介紹，有關「防曬乳轉印」卻幾乎沒有，到底是什麼原因使得防曬乳可以轉印呢？

貳、研究目的

- 一、了解市售防曬乳的成分及影印機列印的原理。
- 二、找出測量印刷品質的方法。
- 三、找出影響防曬乳轉印的重要變因。
- 四、找出增加轉印效果的方法
- 五、自製一件轉印圖案清晰的特色衣服。

參、研究問題

- 一、市售防曬乳的主要成分有哪些？
- 二、影印機列印圖案的原理是什麼呢？
- 三、電熨斗可以直接轉印列印圖紙的圖案嗎？
- 四、不同顏色的碳粉會影響轉印圖案的光照度嗎？
- 五、用不同溫度進行壓燙會影響轉印圖案的光照度嗎？
- 六、市售不同防曬乳會影響轉印圖案的光照度嗎？
- 七、添加其他溶劑會影響轉印圖案的光照度嗎？
- 八、轉印後的布料會因為水洗影響轉印圖案的光照度嗎？
- 九、可以自製一件轉印圖案清晰的特色衣服嗎？

肆、研究設備及器材

研究工具		研究材料	
照度測量	照度計、照度盒、LED手電筒	溶劑	水、各品牌防曬乳(SPF50)、75%酒精、去光水
熱燙工具	電熨斗、碳粉式影印機		
測量工具	電子秤、量杯、電子溫度計	布料	萊卡、萊卡棉、帆布、棉麻、不織布、府綢棉、聚脂棉、麻、涼爽棉
電子設備	電腦、照相機、3D列印機		
漂洗工具	小型塑膠盒、電動攪拌棒、	漂洗	洗衣粉
一般工具	剪刀	圖案	A4紙(80磅)

伍、研究方法

一、熱轉印圖案步驟

- (一)在A4紙(80磅)上列印圖案。
- (二)在圖案上滴定量防曬乳(SPF50)，塗抹均勻。
- (三)將圖案貼在布料(6cm*5cm)上。
- (四)用電熨斗(溫度100度~110度)壓平燙5分鐘。
- (五)將圖案紙撕掉。

二、轉印圖案品質測量

- (一)利用123design繪圖軟體繪製照度測量盒。
- (二)將高光源LED手電筒打開後固定在照度光源孔上。
- (三)照度計的測量罩上放待測布料，將照度計放入照度測量盒中。
- (四)等待約30秒，紀錄穩定的照度數值(LUX)重複3次再平均。
- (五)原布料氣相轉印後照度值-轉印後照度值=圖案效果值。

三、漂洗步驟

- (一)在水盆內倒入1.5公升的水及10克洗衣粉。
- (二)布料放入洗衣水中用電動攪拌棒攪拌6分鐘。
- (三)放入1.5公升的水，電動攪拌棒攪拌3分鐘，換水重複2次。
- (四)取出後放在通風處晾乾。
- (五)風乾4小時後測量照度。

研究流程

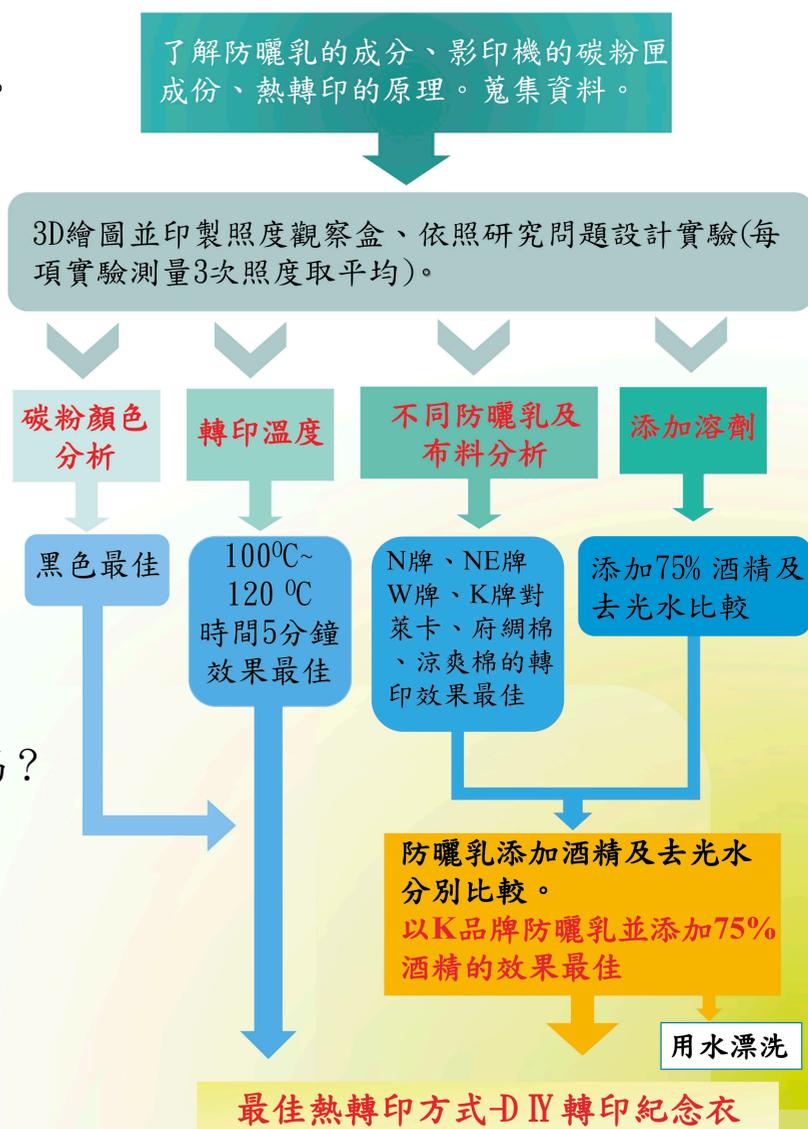


圖1. 研究流程圖



圖2. 熱轉印流程圖



圖3. 照度盒設計流程



圖4. 照度測量流程



圖5. 漂洗步驟

陸、研究結果

【實驗一】市售防曬乳的主要成分有哪些？

市售防曬乳依照主要成份分成三大類，分別是「化學性」、「物理性」及「混合性」。我們收集家中不用或已經過期的防曬乳，並調查製作化學成分表如下表1。市售防曬乳主要以「化學性」及「混合性」兩款居多，化學性成份以醇類、酯類、酮類為主，物理性防曬以氧化鋅為主要成份。

表1. 防曬乳的化學成分表

品牌	主要成分	品牌	主要成分
B牌	氧化鋅 10.78%、桂皮酸鹽 7.49%	N牌	甲基水楊醇5%、氰雙苯丙烯酸辛酯4.5%、阿伏苯宗4.5%、水楊酸辛酯4.5%
S牌	氧化鋅 10.78%、桂皮酸鹽3.75%、阿伏苯宗 2.2%、氧化苯甲酮1.5%	NE牌	甲基水楊醇5%、氰雙苯丙烯酸辛酯4.5%、阿伏苯宗4.5%、二苯酮4.5%、水楊酸辛酯4.5%
W牌	桂皮酸鹽9.993%、氧化鋅9.28%	K牌	桂皮酸鹽7.49%、二乙氨基羥苯甲醯基苯甲酸己酯2.31%、聚矽氧烷-15 3.3%、紫外線吸收劑1.5%
M牌	氧化鋅 1056%、甲氧基肉桂酸辛酯7%		

【實驗二】影印機列印圖案原理？

影印機碳粉匣中的油墨是由樹脂、溶劑、顏料、助劑、添加劑等組成。其中溶解顏料的溶劑就包含了苯類、醇類、酯類、酮類、烷類及水等。而碳粉式影印機主要是感光鼓利用靜電產生要印的影像，吸附碳粉，轉印到紙張上，再以加熱滾筒(150°C ~ 270°C)與加壓滾筒使碳粉定著在紙張的纖維上。

【實驗三】電熨斗可以直接轉印列印圖紙的圖案嗎？

研究結果：

(一)從圖6實驗結果可得知，用浸泡沾濕的布料進行熱轉印會有轉印效果。

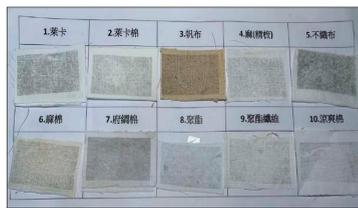


圖6 黑色圖紙轉印後顯色情形

(二)測量各布料的光照值如表2，並以實驗三做為往後實驗的對照組。

表2 沾濕的黑色圖紙進行轉印後照度測量結果

布料種類		萊卡	府綢棉	帆布	麻	不織布	麻棉	萊卡棉	聚脂	聚酯棉	涼爽棉
布料照度	第一次	1618	1510	361	1976	1740	2103	1561	1533	1504	2210
	第二次	1623	1519	352	1983	1733	2111	1573	1539	1497	2201
	第三次	1629	1522	357	1974	1746	2098	1563	1527	1512	2197
平均照度(對照組)		1623	1517	357	1978	1740	2104	1566	1533	1504	2203

【實驗四】不同顏色的碳粉會影響轉印圖案的光照度嗎？

研究結果：

(一)從圖7結果可得知，彩色影印的圖紙也具有轉印效果。

(二)黑色圖案的轉印效果最好，原府綢棉的照度為1517 LUX，轉印後降低了573 LUX。



圖7 各色圖紙轉印後顯色情形

【實驗五】：不同溫度進行壓燙會影響轉印圖案的光照度嗎？

研究結果：

(一)從圖9可知，電熨斗的溫度越高，轉印效果越好，但是高溫及中溫的效果接近。



圖8 高溫壓燙壞布料

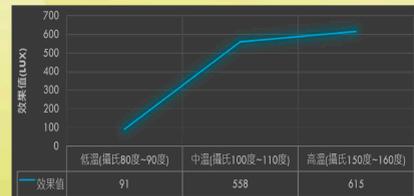


圖9 不同溫度轉印效果折線圖

【實驗六】：市售不同品牌的防曬乳會影響轉印圖案的光照度嗎？

表2 不同品牌防曬乳轉印情形說明

研究結果：

(一)從表2結果可得知，化學型防曬乳及混合型防曬乳都有轉印效果

(二)混合型防曬乳4款有3款屬於膏體狀，轉印時會有氧化鋅粉末附著在布料上，造成轉印結果不佳。

(三)化學型防曬乳都具有轉印效果，其中以K牌防曬乳搭配萊卡的效果最佳，從轉印前1623 LUX到轉印後493 LUX。

(四)由實驗六中選擇轉印效果較佳的防曬乳(K牌、N牌、W牌)及布料(萊卡、府綢棉、涼爽棉)進行實驗七與實驗八。

表3 K品牌防曬乳在不同布料轉印比較表

K牌防曬乳在各布料的轉印效果										
布料名稱	萊卡	府綢棉	帆布	麻	不織布	麻棉	萊卡棉	聚脂	聚酯棉	涼爽棉
布料平均照度	1623	1517	357	1978	1740	2104	1566	1533	1504	2203
轉印後照度	第一次	486	671	282	1471	1511	1656	1003	975	1313
	第二次	501	676	277	1477	1507	1642	994	967	1304
	第三次	493	662	285	1482	1520	1661	1012	969	1319
平均照度	493	670	281	1477	1513	1653	1003	970	1312	1359
效果值	1130	847	75	501	227	451	563	563	192	843

表4 W品牌防曬乳在不同布料轉印比較表

W牌防曬乳在各布料的轉印效果										
布料名稱	萊卡	府綢棉	帆布	麻	不織布	麻棉	萊卡棉	聚脂	聚酯棉	涼爽棉
布料平均照度	1623	1517	357	1978	1740	2104	1566	1533	1504	2203
轉印後照度	第一次	900	739	346	1646	1267	1550	1352	887	1171
	第二次	912	722	341	1632	1261	1539	1370	876	1159
	第三次	906	745	330	1640	1258	1544	1361	875	1168
平均照度	906	735	339	1639	1262	1544	1361	879	1166	1531
效果值	717	782	18	338	478	560	205	654	338	672

表7 N品牌防曬乳在不同布料上的轉印比較表

N牌防曬乳在各布料的轉印效果										
布料名稱	萊卡	萊卡棉	帆布	麻	不織布	麻棉	府綢棉	聚脂	聚酯棉	涼爽棉
布料平均照度	1623	1517	357	1978	1740	2104	1566	1533	1504	2203
轉印後照度	第一次	860	783	343	1724	1154	1749	1367	1303	1470
	第二次	864	791	339	1720	1159	1738	1005	1376	1298
	第三次	871	776	337	1731	1144	1754	1006	1377	1313
平均照度	865	783	340	1725	1152	1747	1003	1373	1305	1474
效果值	758	734	17	253	587	357	562	160	200	728

品牌	防曬乳	不同布料轉印結果	說明
N牌			化學性防曬乳，在萊卡、府綢棉、涼爽棉三種布料效果比較好。
NE牌			化學性防曬乳，在萊卡、府綢棉、涼爽棉三種布料效果比較好。
B牌			混合型防曬乳，轉印效果不是很好，且防曬乳的粉末及添加物顏色殘留在某些布料上。
M牌			混合型防曬乳，轉印效果並不是很好且防曬乳的粉末及添加物顏色殘留在布料上。
S牌			為混合型防曬乳，轉印效果並不是很好，且防曬乳的粉末及添加物顏色殘留在布料上。
K牌			為化學型噴霧防曬乳，在萊卡、府綢棉、涼爽棉三種布料效果比較好。
W牌			為混合型噴霧防曬乳，在萊卡、府綢棉、涼爽棉三種布料效果比較好。

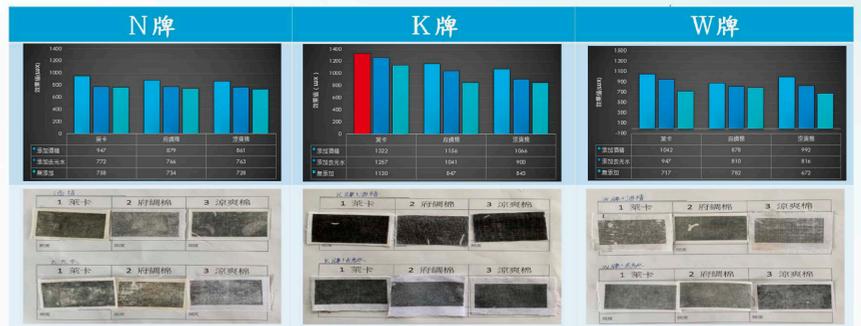
【實驗七】：防曬乳加入不同溶劑可以增加轉印效果嗎？

研究結果：

(一) 添加酒精可以讓轉印的效果變好。

(二) 由表5結果可得知，三種品牌防曬乳添加酒精後轉印布料，K牌防曬乳轉印在萊卡布料上可以從轉印前1623 LUX到轉印後301 LUX，效果最佳。

表5 各品牌防曬乳添加不同溶劑後轉印比較表



【實驗八】：轉印後的布料會因為水洗影響轉印圖案的光照度嗎？

研究結果：

(一) 轉印在萊卡、府綢棉、涼爽棉上的圖案經過清洗後會掉色。

(二) 從圖10結果可知，K品牌防曬乳添加酒精進行轉印的萊卡布料，經過清洗後，效果值是3種布料中最好的。

(三) 從圖10結果可知，三種布料中，府綢棉經過清洗掉色的程度最高。

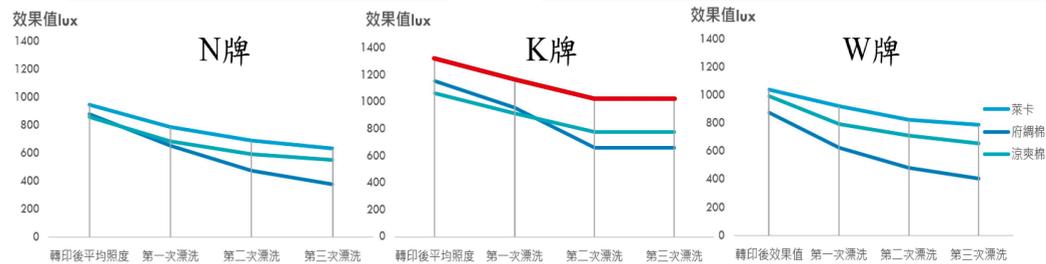


圖10 各品牌添加酒精後轉印布料漂洗三次折線圖

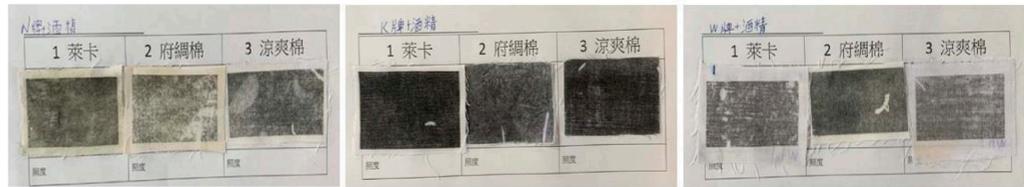
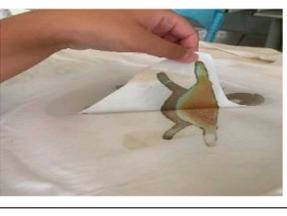


圖11 3種布料在各品牌防曬乳添加酒精後轉印並經三次漂洗後情形

【實驗九】：能自製一件轉印圖案清晰的特色衣服嗎？

				
1. 取出一件白色衣服	2. 成份棉100%	3. 衣服泡水4分鐘扭乾	4. 取出列印3次的圖案	5. 加入6克重防曬乳
				
6. 塗抹均勻	7. 滴上酒精	8. 以中溫燙平5分鐘	9. 轉印圖案完成	

柒、討論

- 市售防曬乳主要成分大約可以分為五類：對氨基苯甲酸（容易引發過敏）、二苯甲酮類、水楊酸酯類、桂皮酸酯類、其他具紫外線吸收效果的成分等，這些溶劑可以溶解油墨，讓轉印的效果變得更好。
- 雷射印表機中的碳粉匣中的油墨是由樹脂、溶劑、顏料、助劑、填料、添加劑等組成。防曬乳中的成分對碳粉來說是很好的溶劑，可以溶出碳粉中的成份，所以可以造成轉印的效果。
- 將布料沾濕，發現轉印效果好。查資料後才發現是「氣相轉印」，使油墨從固態直接轉化為氣態滲入被印物表面，而後凝華為固態。當布料含水量高，高溫產生水蒸汽，能讓被溶解的油墨滲入布料的纖維中，使轉印更明顯。
- 目前收集的防曬乳中總共有七種品牌，其中三項是化學型防曬乳，另外四項為混合型防曬乳，化學型防曬乳有具有轉印效果，而混合型防曬乳中塗抹類型的主要成分有氧化鋅，實驗結果觀察到氧化鋅在轉印時會附著在布料表面，透過顯微鏡觀察可以知道布料會被這些粉末物質遮蔽，導致油墨難以轉印在布料上。造成轉印效果不好。
- 噴霧類型W品牌的防曬乳也有高含量的氧化鋅，卻有良好的轉印效果，經過查詢了許多關於防曬乳的成分介紹，推測W品牌噴霧型防曬乳添加的氧化鋅可能為奈米化氧化鋅，降低粉末附著在布料表面的機率，讓碳粉顏料能夠轉印在布料上。
- 我們擔心轉印後的衣服會被水洗掉，經實驗發現，化學防曬劑的具有一定的定色效果，可能是因為碳粉中有熱融塑料，高溫溶解後連同顏料一同附著在纖維上，在不用熱水漂洗的情況下，所以熱融塑料也有協助定色的效果。

捌、結論

- 含棉量高的布料表面與圖案接觸面大，所以容易轉印；萊卡為彈性纖維，延展性高，壓燙時容易著色，光照度可從未轉印前1623 LUX到轉印後493 LUX。
- 不同顏色的圖卡塗抹防曬乳加壓燙印，可以成功轉印，顏色越深，轉印效果越明顯。
- 比較市售7款防曬乳，K牌化學性防曬乳的轉印效果最好，其中以K牌防曬乳搭配萊卡的效果可以從轉印前1623 LUX到轉印後493 LUX。
- 添加酒精可以讓轉印的效果變好，以K牌防曬乳添加酒精轉印圖案到萊卡布料上，可以從轉印前1623 LUX到轉印後301 LUX
- 轉印後布料經過三次水洗過後，在K牌防曬乳添加酒精後轉印在萊卡布料上的效果值最好。
- 紙張重複列印可使表層的碳粉增加，用來當作熱轉印的模板，能增加熱轉印的效果。

玖、參考資料

- 周尊儒、洪國倫 (2010)。泛論熱轉寫印刷製程與發展。印刷科技，26(1)，29-50。
- 想穿獨一無二的T恤？那就自己做啊！一瓶防曬乳就行哦！引用自<https://kknews.cc/news/rq6by5x.html>。
- 簡俊生(1990)。認識防曬劑。藥物食品檢驗局調查研究年報，8，1-11
- 物理性防曬、化學性與混合型防曬，簡單三步驟一次辨別。引用自<https://blog.greenvines.com.tw/gv-clean-beauty-perspectives/3-steps-to-find-out-the-different-types-of-sunscreen/>。
- 奈米化氧化鋅。引用自<https://www.medpartner.club/physical-chemical-sunscreen-myth/>。