

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

第三名

080815

探究達文西之藏密筒

宜蘭縣宜蘭市宜蘭國民小學

作者姓名：

小五 郭均庭 小五 郭君庭 小五 林陸傑

指導老師：

簡秀純

中華民國第 四十五 屆中小學科學展覽會
作品說明書

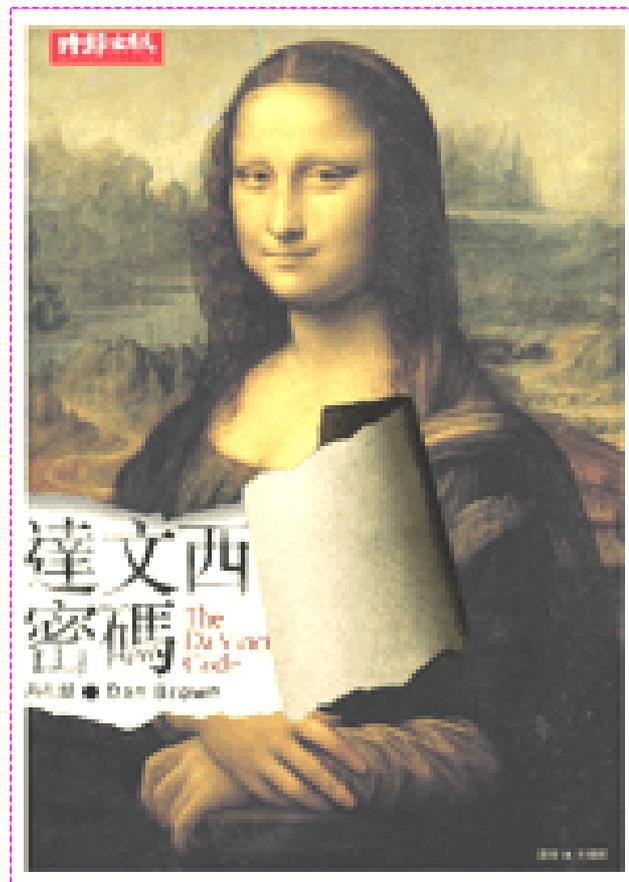
科 別：生活與應用科學科

組 別：國民小學組

作品名稱：探究達文西之藏密筒

關 鍵 詞：醋瓶、藏密筒、達文西

編 號：



作品名稱：探究達文西之藏密筒

摘要

我們的研究目標是達文西密碼一書中“藏密筒”的構造與功能，並期望製作出書中所說的——具備藏密與結合智慧的筒子。當有人故意去破壞藏密筒時，能讓裡面的玻璃瓶破掉，使醋酸溶解字跡，所以，我們將藏密筒構造重新設計了一番，以更準確的達到效果。

研究的重點包括：

- 一、內軸之**玻璃瓶內溶液種類**、**筆跡種類**、**紙張種類**的選定，以達到最佳溶解字跡的效率，又不傷害人體皮膚。
- 二、**內、外軸與密碼輪之間的設計**，以達到有人故意把藏密筒摔破，或是密碼錯誤卻強力拉開時，玻璃瓶會破裂，使得玻璃瓶內的醋酸將紙張上的字跡溶解。

壹、研究動機

五年級下學期康軒版的數學科第三單元『數量關係』中，有許多題目要我們從問題中找出數字間的關係，非常需要觀察與聯想，課程中老師藉此提到一本同樣需要觀察與聯想的暢銷現代小說——「達文西密碼」，內容提到藏有聖杯下落的「拱心石」，由於「拱心石」是指一個藏密筒，帶著無窮的神秘感，值得思考的結構，有了它，也供人們藏密的去處。

書本內容簡介：「達文西密碼」故事中，蘇菲的祖父，遭提賓等人殺害，並請解碼專家蘭登幫忙尋找祖父遺留下的「聖杯」下落，而蘇菲與蘭登依線索去找，找到了裡面存放有關聖杯下落的藏密筒，也就是故事中的拱心石，拱心石意思是指建築中重要的石頭，因此這個藏密筒顯得非常重要。在故事內容中，形容藏密筒的外表：大理石的外軸、五枚密碼輪，軸內有寫著秘密的莎草紙，以及可融掉字跡的醋瓶，如果藏密筒受到撞擊或強力拉開內軸，醋瓶會破裂，使醋流出，立即溶掉莎草紙上的字跡。

聽了老師說了這些大概的故事後，我們就自己去買這本書來看，並且想以藏密筒作為研究的主題。

貳、研究目的

- 一、實驗出何種不傷皮膚的溶液，有最好溶解字跡的效果。
- 二、實驗出在固定的條件下，何種筆跡最易被溶解。
- 三、實驗出在固定的條件下，何種紙張上的筆跡最易被溶解。
- 四、設計出藏密筒的解碼構造，以達到保密的最佳效果。
- 五、尋找出製作藏密筒時，生活中容易取得的材料。

參、研究設備及器材:

一、溶液類：

醋酸、氫氧化鈉、家庭用白醋。

二、工具類：

熱熔膠、熱熔槍、雕刻工具、滴管、剪刀、刀片、白膠、塑膠容器、AB 膠

三、材質類：

多類紙張、多類筆、玻璃試管、紙筒、模型輪胎、膠卷、鐵環、軟木塞、沐浴乳瓶蓋、南寶樹脂瓶蓋、數字與箭頭貼紙。

肆、研究過程或方法

一、玻璃瓶內溶液的選擇與實驗：

因為「達文西密碼」一書中，提到溶解密紙的溶液是醋，所以我們先從醋酸實驗起，並且尋找其他有相同效果的溶液。

我們到化學器材行問，問到適合的有「氫氧化鈉」和「醋酸」。老闆告訴我們，「醋酸」的濃度很高，氣味很酸，但不會傷手，純度 99.7%。另外，「氫氧化鈉」是鹼性的顆粒狀物體，研究時要加水溶解；所以我們就買了「醋酸」、「氫氧化鈉」回去做實驗。

控制變因：原子筆筆跡、一般影印紙

操作變因：玻璃瓶內溶液〈取材重點：溶液不傷手，且能快速模糊字跡〉

應變變因：筆跡溶化效果

(一) 氫氧化鈉溶液：

經過比較後，氫氧化鈉對於字跡的溶解速度較慢，但是對於紙張的溶解卻很明顯，所以我們將這溶液列入進行幾項實驗。

(二) 醋酸：

醋酸對於字跡的溶解速度較快，但是對紙張並不溶解，氣味酸、刺鼻，可是效果佳。

(三) 一般家庭用白醋：

因為醋酸的溶解效果較好，所以我們取一般家庭用白醋做實驗，以方便取材。結果：對字跡、紙張溶解效果不佳；另外再針對不同字跡與紙張做實驗，同樣效果不佳。

 綜合結果：使用氫氧化鈉與醋酸做為實驗的溶液。

二、筆跡類型的選擇與實驗結果：

(一)實驗一：

控制變因：醋酸、一般影印紙
 操作變因：筆跡總類
 應變變因：溶解效果
 實驗時間：2分鐘(因為藏密筒被破壞時，必須在非常短的時間內就必須模糊字跡)

《溶液：醋酸》

筆跡種類	實驗結果
1. 彩色筆	無明顯改變(沒有溶掉字跡、紙張)
2. 一般原子筆	40秒內完全溶掉字跡
3. 鉛筆	無明顯改變
4. 油性原子筆	無明顯改變
5. 螢光筆	無明顯改變 但如果放上一天，字跡會逐漸消失，隔天字跡就不見了
6. 奇異筆	1分鐘後會溶掉一些字跡，2分鐘後會完全溶解掉字跡
7. 麥克筆	無明顯改變
8. 影印字跡	無明顯改變
9. 毛筆	無明顯改變

★實驗結果：以一般原子筆的字跡最容易被醋酸溶解。

(二)實驗二：

控制變因：氫氧化鈉、一般影印紙
 操作變因：筆跡總類
 應變變因：溶解效果
 實驗時間：2分鐘

《溶液：氫氧化鈉》

筆跡種類	實驗結果
1. 彩色筆	字跡部分模糊。
2. 一般原子筆	無明顯改變
3. 鉛筆	無明顯改變
4. 油性原子筆	無明顯改變
5. 螢光筆	字跡逐漸融掉，效果不錯。
6. 奇異筆	字跡反而變深，更加清楚
7. 麥克筆	無明顯改變
8. 影印字跡	無明顯改變
9. 毛筆	無明顯改變

★實驗結果：氫氧化鈉針對紙張變軟、變滑、溶解，但是對於字跡的溶解效果不佳。



綜合結果：不同的溶液對不同字跡的反應不太一樣。其中以醋酸做為溶液，並以一般的原子筆做為字跡，這樣的效果最好。

三、紙張類型的選擇與實驗結果：

(一)實驗一：

控制變因：醋酸、原子筆字跡

操作變因：紙張種類

應變變因：溶解效果

實驗時間：2 分鐘

《溶液：醋酸》

紙張種類	實驗結果
1. 衛生紙	吸水效果佳，使得字跡一碰到醋酸就馬上糊掉，11 秒內就完全溶解
2. 報紙	無明顯改變
3. 影印紙	無明顯改變
4. 卡紙	無明顯改變
5. 宣紙	52 秒內完全溶解

★實驗結果：以衛生紙的字跡溶解效果最好。

(二)實驗二：

控制變因：氫氧化鈉溶液、原子筆字跡

操作變因：紙張種類

應變變因：溶解效果

實驗時間：2 分鐘

《溶液：氫氧化鈉》

紙張種類	實驗結果
1. 衛生紙	字跡無明顯改變
2. 報紙	字跡無明顯改變
3. 影印紙	字跡無明顯改變
4. 卡紙	字跡有點脫離紙面，發現字跡一刮就掉，有特殊的效果，但是我們的效果必須是字跡能自動溶解。
5. 宣紙	字跡無明顯改變

★實驗結果：氫氧化鈉對紙張的溶解效果相當好，會讓紙張變軟，使紙張糊在一起，或是讓比較薄的紙張直接分解，不過字跡卻還很明顯。

 綜合結果：以醋酸做為溶液，並以一般的原子筆做為字跡之下，衛生紙的溶解效果最好。

四、生活中鎖的設計：

訪問鎖匠的過程和結果：

(一) 訪問重點：

「如何設計解碼構造?」、「如何讓密碼轉對後，直接讓內軸彈開？」

(二) 鎖匠的解說：

他拿了兩個鎖給我們看，第一個鎖有三個密碼，有**任意變更密碼**的功能，鎖匠先生爲了讓我們知道裡面的真相，就把鎖敲開給我們看，原來裡面有一根桿子，鎖定密碼後，桿子就會卡住，鎖也就鎖起來了，當密碼拼對，桿子就會彈起來，鎖就會再度打開。

第二個鎖有四個密碼栓，也可以變更密碼，拼對密碼後，按下按鈕，就可打開。

雖然可以看到鎖裡面的構造，但是因爲太精密，鎖匠也不清楚解碼的構造關係，尤其是任意變更密碼的部分，以及彈簧的設計。

(三) 結論：

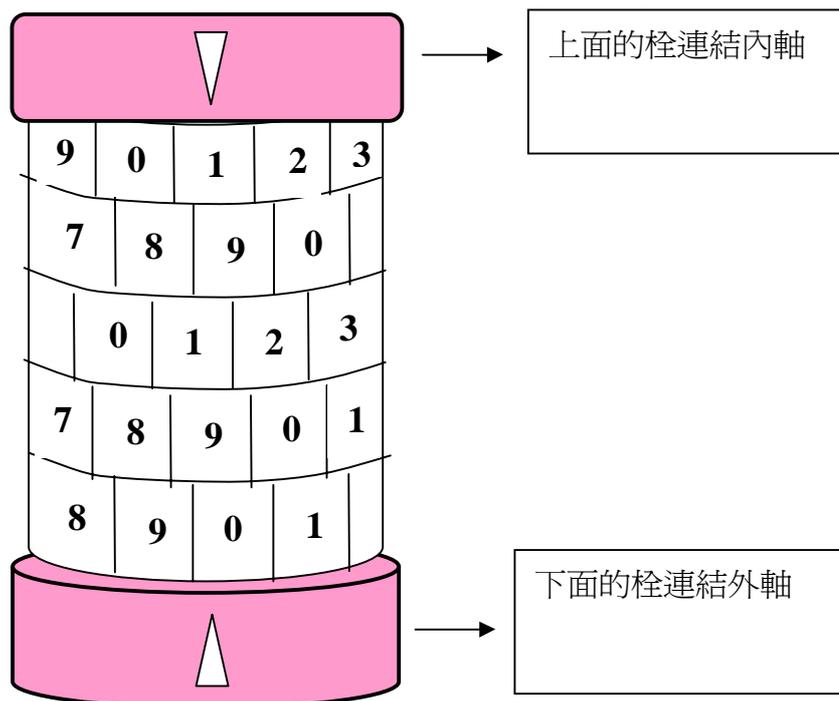
1. 外軸與密碼輪之間的設計上，決定以單純的解碼爲目標，也就是無法變更密碼。
2. 密碼轉對後，還是需要以“拉”的方式拉出內軸。

(四) 心得：

我們知道一項有趣的事情，當“鎖”被解開時，原來密碼還可以隨意變更，真是太神奇了！也了解到，原來那麼生活化的鎖，設計上是如此不簡單。

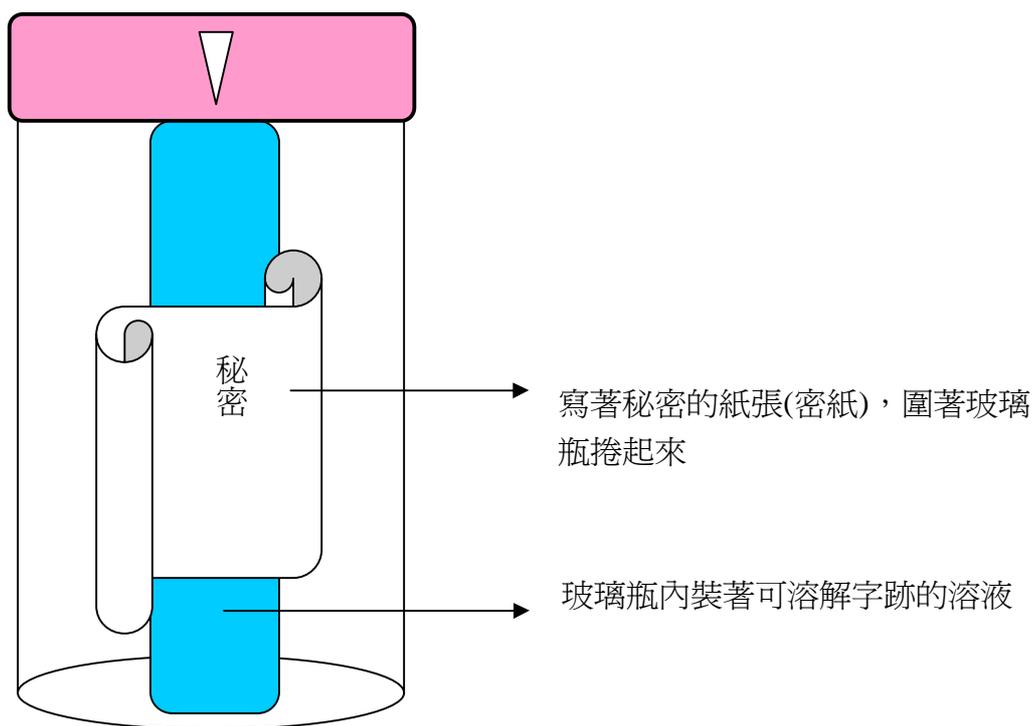
五、藏密筒的外觀簡圖：

旋轉密碼輪，共有五個密碼輪，每一輪各有 0~9 的數字，將指定的五個數字對準箭頭，當五個數字的組合與正確的密碼相同時，就可以拔出內軸，拿出寫著秘密的紙張；但是如果撞擊或強力拉開時，會使內部的醋瓶破裂，使得醋酸溶解紙張上的字跡。



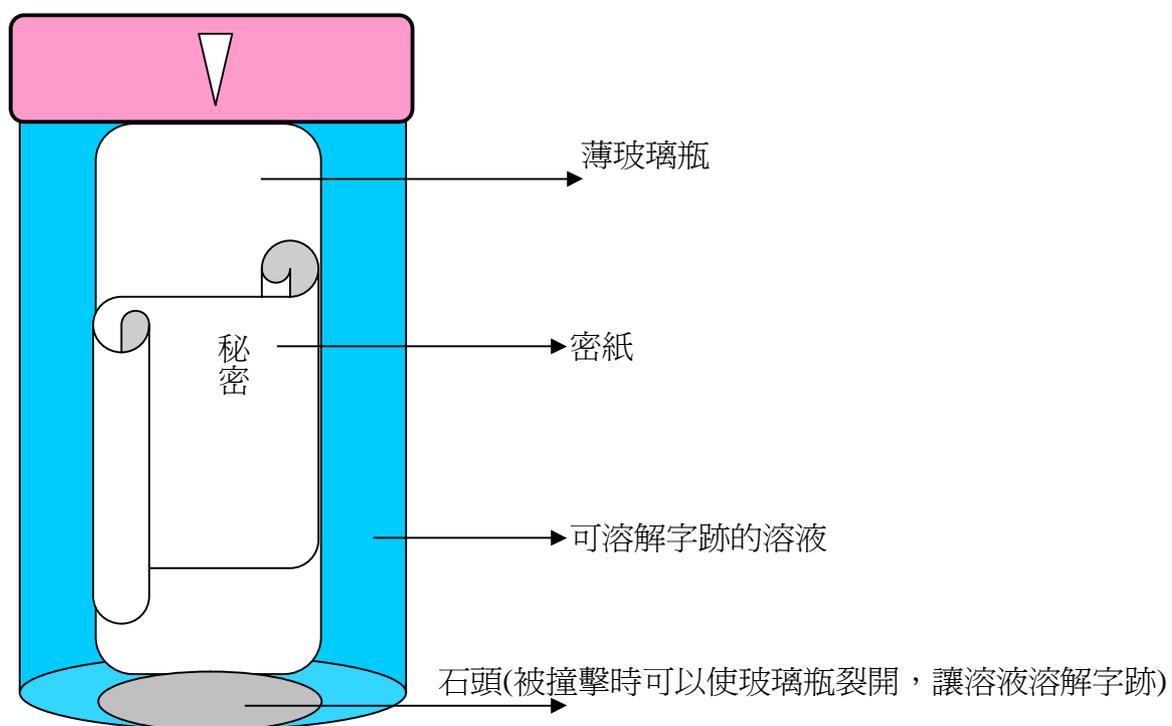
六、製作內軸的方法：

(一) 構想一：



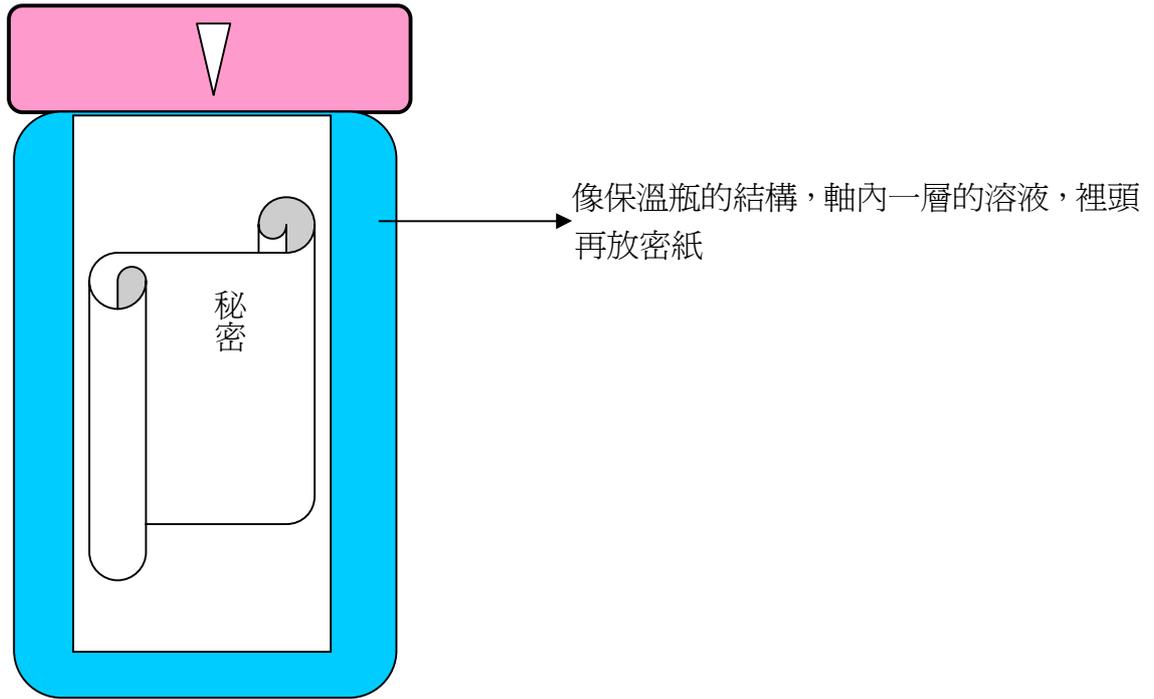
★缺點：受到撞擊後，對醋瓶的破壞力不佳。

(二) 構想二：



★缺點：受到撞擊後，玻璃瓶因為在溶液中，會減低衝力，反而不容易破掉。

(三) 構想三：



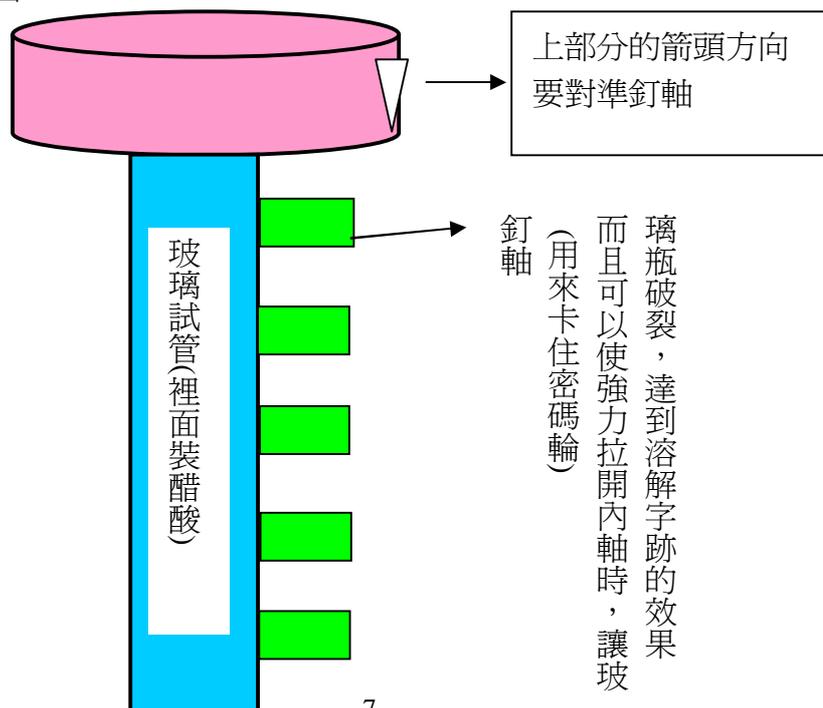
★缺點：受到撞擊後，不容易破壞瓶子的內部，就無法讓溶液流出以溶解字跡。

(四) 構想四：

雖然以上三種方法都可能因為外力撞擊藏密筒而讓玻璃瓶破裂，卻無法達到一種目的：當密碼錯誤而用力拉開內軸時，會使得玻璃瓶破裂，溶液流出來。所以最後這個構想是把密碼輪的相關構造結合在醋瓶上。

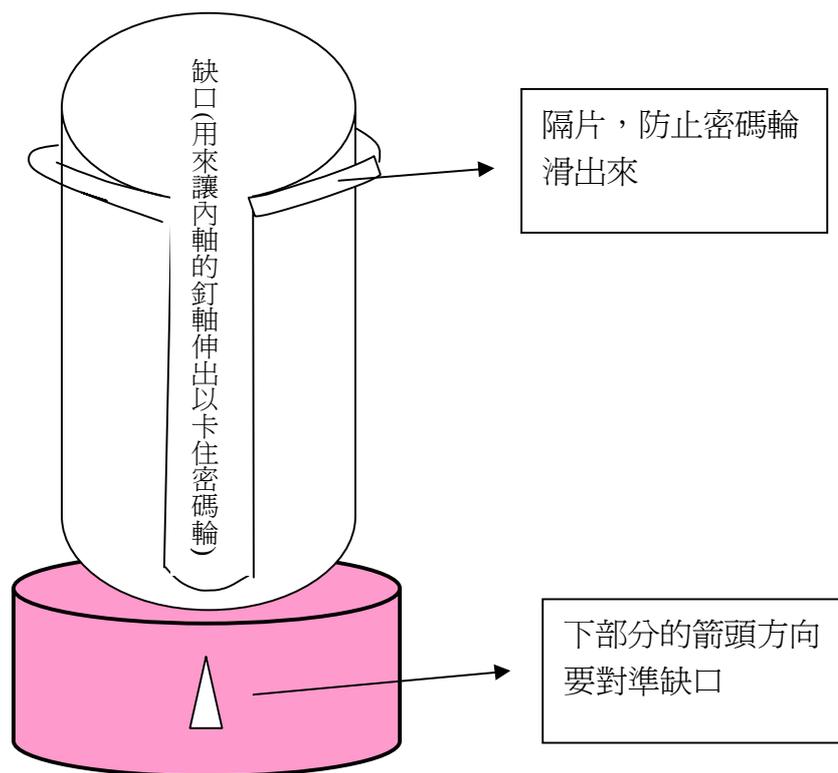
在內軸的醋瓶外，每相隔同樣長度的地方做一排突出的「釘」，共做五個釘，簡稱為釘軸。再將寫上秘密的紙張，放在醋瓶旁，最後再套上外軸。

★內軸簡圖：



七、製作外軸的方法：

(一) 基本結構：



1. 製作缺口的目的：

配合內軸與密碼輪間的設計，才可以讓釘軸突出來，卡住密碼輪。

2. 缺口的寬度：等於釘軸的寬度。

3. 製作隔片的目的：

爲了讓解碼後，密碼輪不會滑出外軸，所以製作隔片，隔片是一片垂直於外軸的薄片，固定在外軸上，繞著外軸圍一圈，只有缺口部分不圍。

4. 缺口部分不圍隔片的原因：

這樣才可以讓密碼正確時，釘軸能順利拔出來，以拿出密紙。

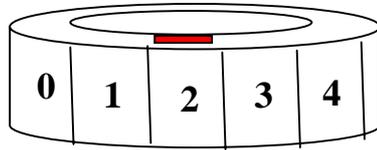
5. 下部分的箭頭方向要對準缺口：

因爲箭頭表示要將正確密碼排列在這排，所以當密碼排對時，正確密碼的側面有小缺口，讓釘軸順利通過，以分開內外軸拿出密紙。

(二) 密碼輪：

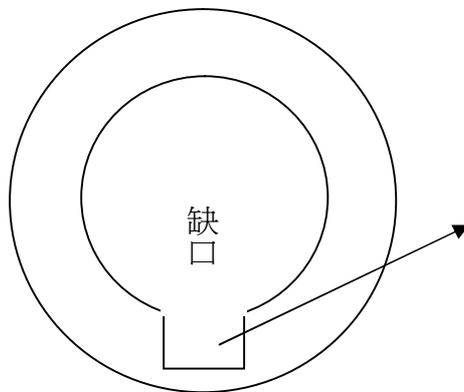
1. 像輪胎一樣的密碼輪，也就是除了裡面的圓挖空，輪內部也必須是**空心**，才能通過釘軸而自由轉動。
2. 正確密碼的數字上側必須有缺口，才能讓內軸拔出。
3. 密碼輪外面平分成十份，書寫上 0~9 的數字，

★側面



假設正確密碼是 2 時，紅色部分就是要挖的缺口。

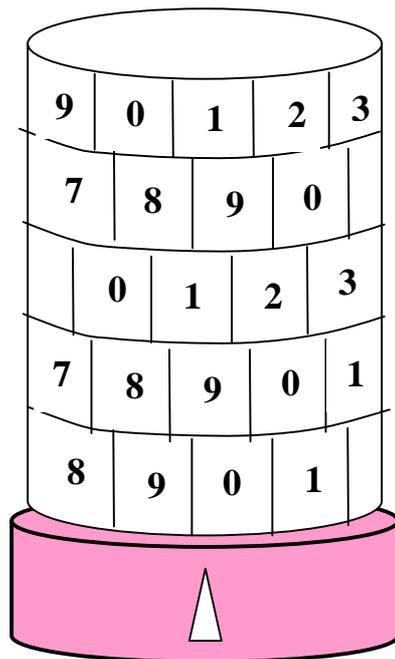
★正面往下看：



每一密碼輪在正確密碼的位置上側挖缺口，才能讓釘軸順利拔出。

(三) 套入密碼輪後完整圖：

將所有密碼輪套入後，最上層黏上一個隔片，以防止密碼輪滑出來。



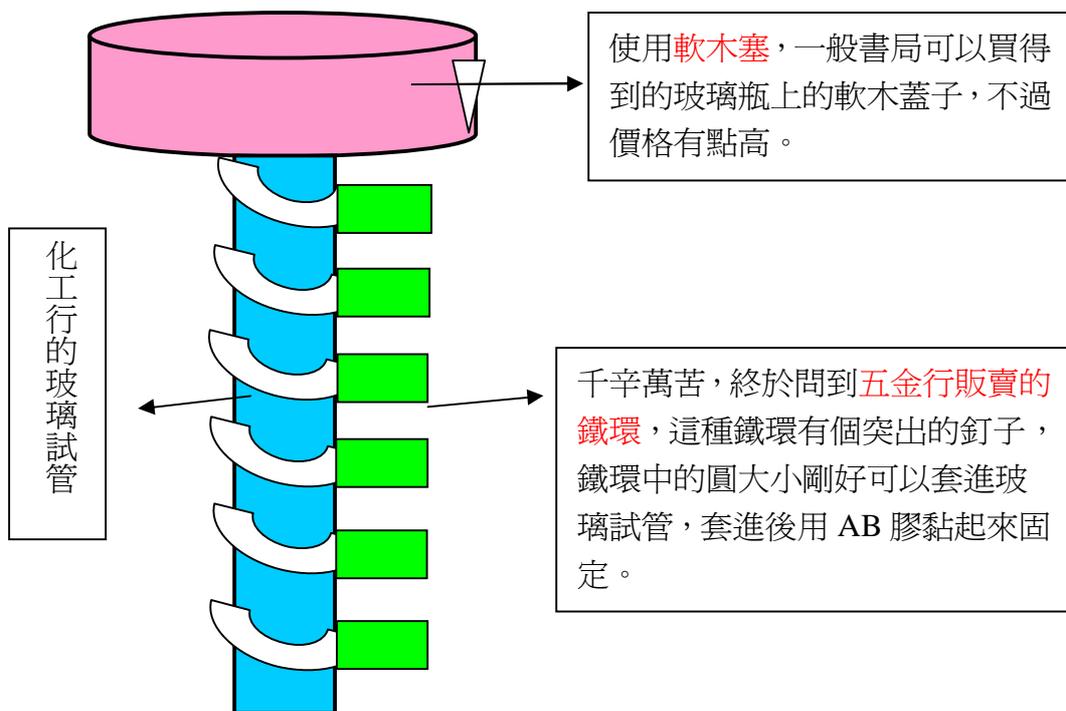
八、生活中可代替的材料：

達文西密碼書中所提到的藏密筒構造是用大理石所製作而成，是爲了達到堅硬，不容易切割，所以理想的材料是大理石製作成的藏密筒。

但是因爲價錢昂貴，而且必須訂做才有可能製作出這樣的藏密筒，所以爲了普遍的製作，我們就尋找許多可以代替的材料，並且**加強各個部分連結的堅固**。

經過尋找生活中器材的結果，我們決定使用六個密碼輪才能符合玻璃管長度，所以也要使用六個鐵環。

(一)內軸：



★玻璃試管插入軟木塞



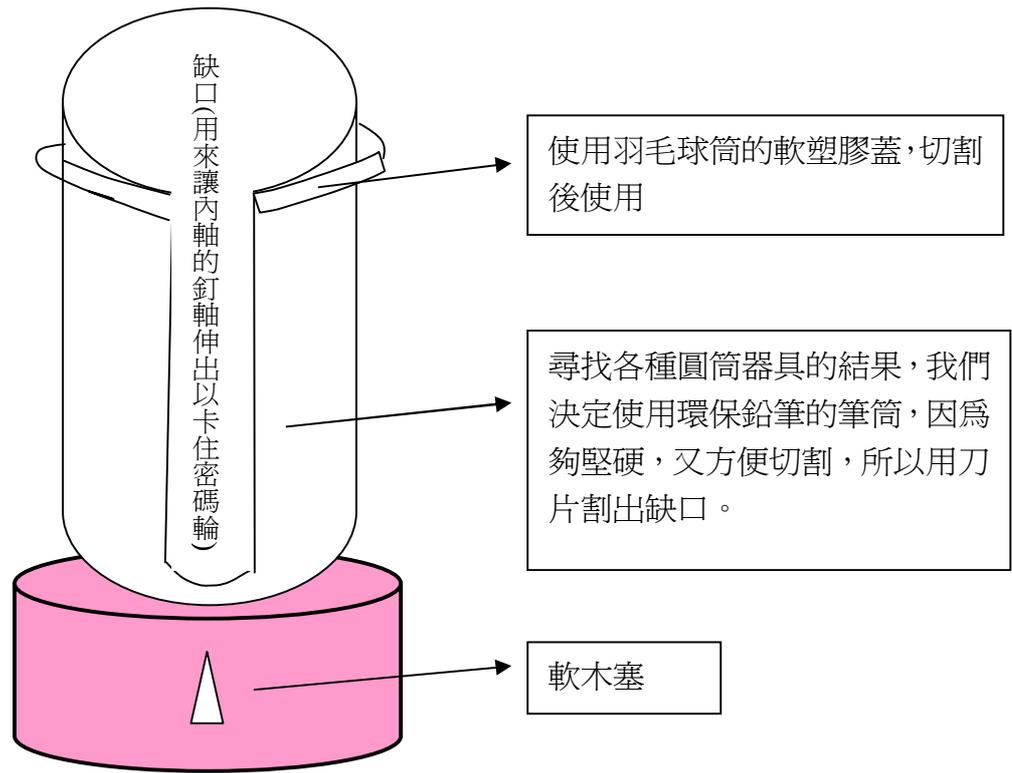
★五金行的鐵環



★鐵環放進玻璃試管後的情形



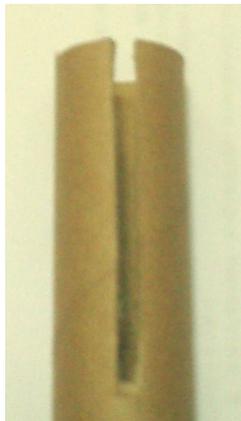
(二)外軸：



★書局賣的環保鉛筆筆筒



★挖好缺口的樣子



★內外軸的結合情形



(三)密碼輪：

這部分是最難找到材料的結構，以下是我們試過的材料：

1. 膠帶中間的塑膠圓筒→失敗



我們發現中間的圓剛好可以塞下外軸，可惜因為塑膠圓筒的外圓與內圓間的距離太短，會使得釘軸突出到塑膠圓筒的外面，所以無法使用。

2. 模型店的車輪→失敗

因為橡膠比較好切割，所以我們找了市區幾家模型店以及書局，並沒有相近外軸大小的車輪，或是不符合我們需求的車輪；後來有一位同學帶了家中的模型車車輪，可以製作成我們要的密碼輪，但是因為車輪尺寸太大，藏密筒的內、外軸無法配合，所以不使用。

★非常方便切割，而且能製作成我們需求的密碼輪，可惜尺寸太大。



3. 沐浴乳的蓋子→失敗

我們想到密碼輪只要有其中一面可切割缺口就可以，不需要上下兩側都相同，我們也觀察了沐浴乳的蓋子，符合需求，但是因為太難分解，所以不使用。

◎藍色部分符合密碼輪的需求：



4. 南寶樹脂的瓶蓋→成功

我們又到了書局尋找大小適當、夠堅硬、容易切割的蓋子，終於找到南寶樹脂的蓋子，所以就用刀片切割一個圓及一個缺口，而且發現用這個當密碼輪，並且在外軸貼透明膠帶，使密碼輪容易轉動。

★挖好內圓與缺口



★密碼輪與釘軸的內部情形



★正確密碼的上方有缺口，可以讓釘軸順利通過



★貼上數字貼紙，此正確密碼是 1



★內、外軸結合後的情形



伍、研究結果

一、何種溶液有最佳溶解字跡的效果？

以醋酸溶解字跡的效果最好。

二、何種字跡有最佳溶解效果？

以醋酸當溶液，在一般紙張上，原子筆字跡效果最好。

三、何種紙張有最佳溶解效果？

以醋酸做為溶液，並以一般的原子筆做為字跡之下，衛生紙的溶解效果最好。

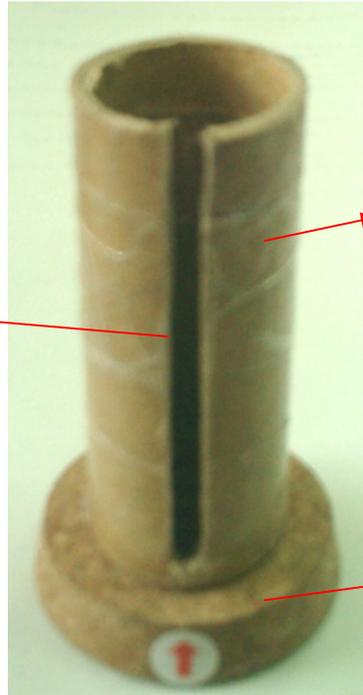
四、生活化的藏密筒解碼構造：

(一) 內軸構造與材料：



(二) 外軸結構：

缺口(用來讓內軸的釘軸伸出以卡住密碼輪)



尋找各種圓筒器具的結果，我們決定使用環保鉛筆的筆筒，因為夠堅硬，又方便切割，所以用刀片割出缺口。

軟木塞

內軸與外軸結合的情形：



(三) 密碼輪結構：

使用南寶樹脂的瓶蓋，並加以挖洞、挖缺口，再貼上書局賣的數字貼紙。

★側面



當正確密碼為 5 時

陸、討論

一、氫氧化鈉溶解卡紙上原子筆字跡的效果：

(一) 我們發現輕輕一塗，可以輕鬆把字跡塗掉，而能保持卡紙的完整。



(二) 生活應用：卡紙乾掉後，雖然表面可能會不平坦，但可以再使用；所以也可以成爲在重要文件需要更正時的方法，但文件的紙張必須有一定的厚度。

二、在一般紙張上，以棉花棒沾上醋酸，塗在字跡上以溶解字跡；所以，亦可嘗試以此方法使字跡消失。

三、無論是醋、器材都是可以從生活方面容易取得的，所以製作上比較容易推廣。

柒、結論

經過多次的實驗及討論，我們決定用**醋酸**作為「藏密筒」內軸的溶液，因為它是三個溶液中效果最好、不傷手的溶劑，可以馬上把字跡溶掉。為了配合醋酸融解的速度，用來寫「秘密」的紙用**衛生紙**，筆跡則使用**原子筆**，這樣的組合之下效果最佳。

整個藏密筒結構在理想的狀態下，以大理石製作有最絕佳的保密效果，比較堅固，不容易切割。但是要**以方便取材為主**，就必須使用生活中可以代替的材料，容易製作之下，且能**達到簡易的保密效果**。

藏密筒可以隱藏自己的秘密，也可以讓朋友以猜密碼作為遊戲，**在設定密碼以及相關線索時**，同樣需要結合很多的智慧，既能動腦又好玩。

捌、參考資料及其他

- 一、丹·布朗(民 93)。達文西密碼。台北市：時報文化。
- 二、張玲玲(民 94)。What? 達文西想什麼。台北市：格林文化。
- 三、Yahoo!奇摩休閒—居家生活。Ask Witch—衣褲不小心沾到原子筆的墨跡，該怎麼處理？
取自<http://tw.lifestyle.yahoo.com/a10d468a/a10d468a/050202/136/1gyw7.html>

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 生活與應用科學科

第三名

080815

探究達文西之藏密筒

宜蘭縣宜蘭市宜蘭國民小學

評語：

本研究實現「達文西密碼」書中所敘述”藏密筒”設計，研究重點包含溶液、等跡及紙張之溶解性試驗，和藏密筒硬體實現。本作品能運用生活周遭事物完成一精密巧具的設計，並利用科學方法選擇出合用的溶液及紙質，在主題及方法的選擇均饒富巧思。作者能結合課外閱讀與科學學習；完成本作品，更體現了科學生活的進步目標。