

# 海風愛「鏽 SHOW」

## 壹、 研究動機：

本校新校舍於 103 年完工啟用至今，屋齡已滿五年，尚不屬於老屋行列。可是最近跟同學們在校園活動的時候卻發現，這棟五歲的校舍好像有許多地方看起來生鏽了，就像流下串串的「黃」眼淚一樣，感覺有點滄桑。向老師反映，老師解釋是因為鐵製品接觸到潮濕的空氣，時間一久自然會有生鏽的狀況發生，尤其金門地區每到三、四月份常是濃霧瀰漫，空氣濕度更是破表，再加海島地形氣候影響，海風挾帶著鹽分，更加速了鐵製品的生鏽。聽完老師的講解之後，對於濃霧因素的影響我們在生活中都能體會到，但是海風真的也容易使鐵製品生鏽嗎？新蓋好不久的校舍還有哪些地方出現生鏽情況？學校又做了哪些防鏽措施？有效嗎？加上這學期自然與生活科技領域第二單元所探討的內容是生鏽的課題，或許能為我們解決這些疑問，因此在請教老師之後，我們便開始著手研究。

## 貳、 研究目的：

- 一、調查學校現有鐵製品設施生鏽與防鏽的情形。
- 二、探討距離海的遠近是否會影響建築物設備的生鏽速度。
- 三、探討不同濃度的海水對鐵的生鏽是否有影響。
- 四、探討不同種類的溶液對鐵生鏽是否有影響。
- 五、探討如何預防鐵製品生鏽。

## 參、 研究器材：

天平、砝碼、海鹽、海水、食鹽水、小蘇打、低鈉鹽、100ml 試管、水箱、鋼絲絨球、夾子、相機。

## 肆、 研究過程與方法：

- 一、研究一：學校現有鐵製品設施生鏽與防鏽的情形調查。

(一)研究步驟：我們帶著自製的調查表(附件)與數位相機，走訪校園每一個地方，觀察記錄學校各建築物含鐵製品之設備生鏽情形，再檢視該類設備是否有進行防鏽處

理措施，並將調查結果紀錄於表一。

(二)調查結果：

表一 校園建築及設備生鏽情形調查表

編號	生鏽地點	防鏽情形	備註
1	鐵皮停車棚	<input checked="" type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input type="checkbox"/> 無	
2	火災發信器	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
3	戶外太陽能燈	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input checked="" type="checkbox"/> 烤漆 <input type="checkbox"/> 無	
4	樓梯扶手	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
5	電箱護欄	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
6	旗杆	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input checked="" type="checkbox"/> 烤漆 <input type="checkbox"/> 無	
7	鐵製水塔底架	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
8	變電箱	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input checked="" type="checkbox"/> 烤漆 <input type="checkbox"/> 無	
9	水溝蓋	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
10	殘障坡道護欄	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
11	側圍牆欄杆	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
12	後圍牆欄杆	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
13	水龍頭接縫	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
14	二樓安全繩釦	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
15	滅火器	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
16	門窗接縫	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
17	教室內吊扇	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input checked="" type="checkbox"/> 烤漆 <input type="checkbox"/> 無	
18	鐵皮工具間門把	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
19	升旗台牆壁	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
20	廚房抽風機	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input checked="" type="checkbox"/> 烤漆 <input type="checkbox"/> 無	
21	教室內燈罩	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
22	籃球架	<input type="checkbox"/> 油漆 <input checked="" type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input type="checkbox"/> 無	
23	抽水馬達	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
24	攀爬遊樂區	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input checked="" type="checkbox"/> 烤漆 <input type="checkbox"/> 無	
25	廣播擴音器	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
26	廁所燈座	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input checked="" type="checkbox"/> 烤漆 <input type="checkbox"/> 無	
27	電話線箱	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
28	公佈欄框架	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	
29	樓梯扶手	<input type="checkbox"/> 油漆 <input type="checkbox"/> 噴防鏽油 <input type="checkbox"/> 塗牛油 <input type="checkbox"/> 烤漆 <input checked="" type="checkbox"/> 無	

(三)調查發現：

- 1.學校現有建築物及其設備，共有 29 處較明顯生鏽現象產生。
- 2.建築物座向或設備架設位置面向南方及無加裝遮蔽的設備生鏽情形較嚴重，如：

殘障坡道護欄、鐵皮停車棚及圍牆欄杆柵。

3.沒有防鏽處理的設備生鏽情形也較為嚴重，如：水溝蓋、鐵製水塔底架等。

4.學校採用的防鏽措施以烤漆為主，其次為油漆及噴防鏽油。

5.調查發現，鏽也會從牆壁滲出（表一第 19 項），原因可能是在蓋校舍的時候，固定版模的鐵條沒有清除所導致。

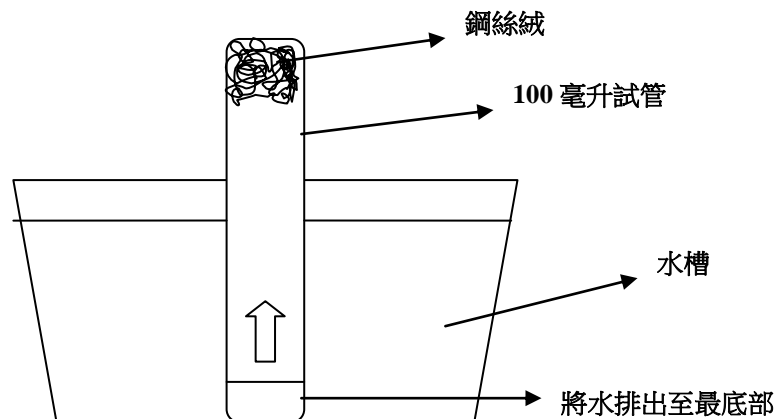
## 二、研究二：距離海的遠近是否會影響鐵的生鏽速度。

### (一)研究步驟：

1.在地圖上測出金門島內各國小距海岸線最遠的距離約為 2,223 公尺，以此距離等分為四段，找出與這四段距離位置大約相符的國小校園(基於交通考量排除小金門)，最近為述美國小及正義國小(約 500 公尺)；次近為何浦國小及多年國小(約 1,000 公尺)、次遠為金湖國小及開瑄國小(約 1,500 公尺)，最遠為金鼎國小及金寧中小學國小部(約 2,000 公尺)。

2.將放置於乾燥箱的鋼絲絨各取出 2.5 毫克並加以密封，分別帶至前述八個學校，於同一時間同時將鋼絲絨暴露於測試學校內較空曠場域中 30 分鐘，再塞入 100 毫升的試管內密封後帶回。

3.同時將這八根裝有鋼絲絨的試管倒置並固定在水箱內，且將試管內的水排出至最底部，每間隔 30 分鐘記錄試管中的水平面上升多少刻度（公分），實驗方法如下圖一所示，結果如表二及圖二。

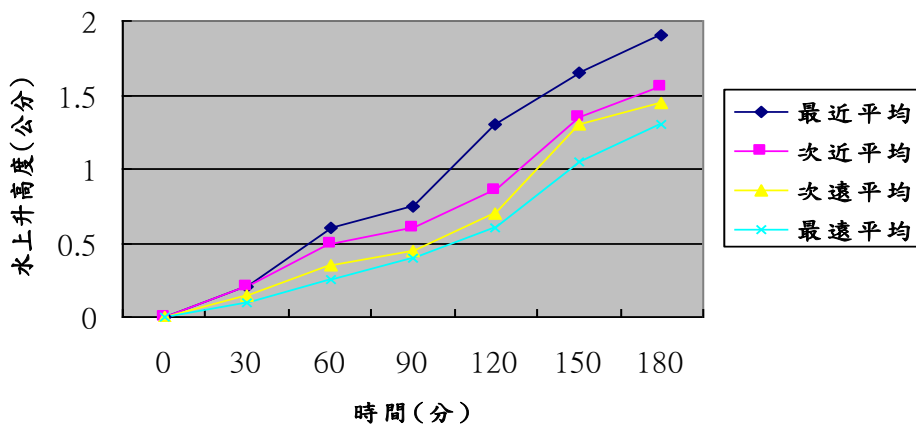


圖一 生鏽實驗設計圖

### (二)研究結果：距離海岸線遠近對鋼絲絨生鏽速度比較

表二 鋼絲絨生鏽速度紀錄表

級距	上升時間 ml 國小名稱	0	30	60	90	120	150	180
		最近 約 500 m	述美國小	0	0.2	0.6	0.8	1.3
	正義國小	0	0.2	0.6	0.7	1.3	1.6	1.8
	最近平均	0	0.2	0.6	0.75	1.3	1.65	1.9
次近 約 1,000 m	何浦國小	0	0.2	0.5	0.6	0.9	1.4	1.6
	多年國小	0	0.2	0.5	0.6	0.8	1.3	1.5
	次近平均	0	0.2	0.5	0.6	0.85	1.35	1.55
次遠 約 1,500 m	金湖國小	0	0.2	0.4	0.5	0.7	1.3	1.5
	開瑄國小	0	0.1	0.3	0.4	0.7	1.3	1.4
	次遠平均	0	0.15	0.35	0.45	0.7	1.3	1.45
最遠 約 2,000 m	金鼎國小	0	0.1	0.3	0.4	0.6	1	1.3
	金寧中小學國小部	0	0.1	0.2	0.4	0.6	1.1	1.3
	最遠平均	0	0.1	0.25	0.4	0.6	1.05	1.3



圖二 距離海岸線遠近對鋼絲絨生鏽速度之平均比較圖

(三)研究發現：

- 1.鋼絲絨生鏽速度由快至慢排列，依序為離海最近>次近>次遠>最遠。
- 2.本校距離海岸線距離約 1728 公尺，級距上應屬離海較遠學校組，但鐵製品生鏽比例仍相當多，或許與距離海岸線之距離所產生之影響差距不大。

三、研究三：不同濃度的海水對鐵的生鏽是否有影響。

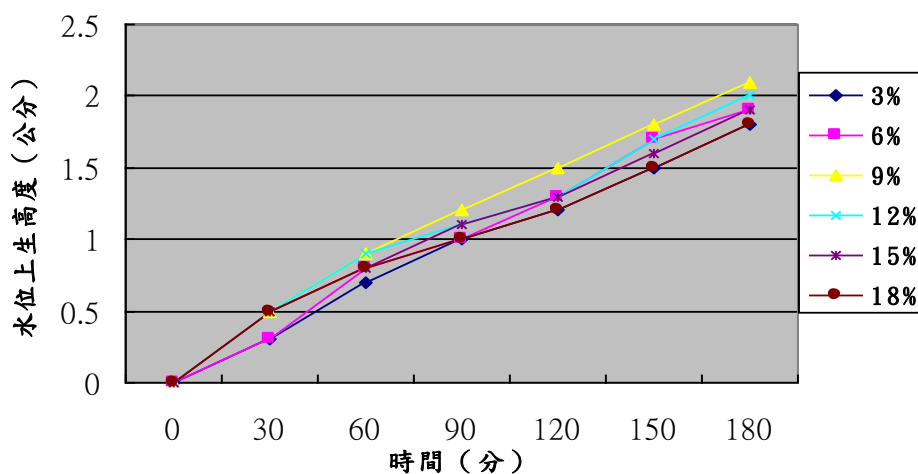
### (一)研究步驟

- 1.調出 3%、6%、9%、12%、15%、18%濃度的海水，並把乾燥的鋼絲絨分別浸泡於不同濃度的海水中 1 分鐘。
- 2.取出鋼絲絨用乾溶液後，把鋼絲絨分別放入試管內，倒置於水槽內（如實驗二方式），開始記錄，結果如表三及圖三。

### (二)研究結果：不同濃度海水生鏽速度比較

表三 不同濃度海水生鏽速度比較表

上升濃度 時間 ml	0	30	60	90	120	150	180
3%	0	0.3	0.7	1.0	1.2	1.5	1.8
6%	0	0.3	0.8	1.0	1.3	1.7	1.9
9%	0	0.5	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1
12%	0	0.5	0.9	1.1	1.3	1.7	2.0
15%	0	0.5	0.8	1.1	1.3	1.6	1.9
18%	0	0.5	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8



圖三 不同濃度的海水生鏽速度比較圖

### (三)研究發現

- 1.濃度 9%的海水生鏽的速度最快，12%及 15%的海水濃度生鏽速度較慢。
- 2.並非鹽分濃度越高越容易使鐵製品生鏽。

#### 四、研究四：不同種類的溶液對鐵生鏽是否有影響。

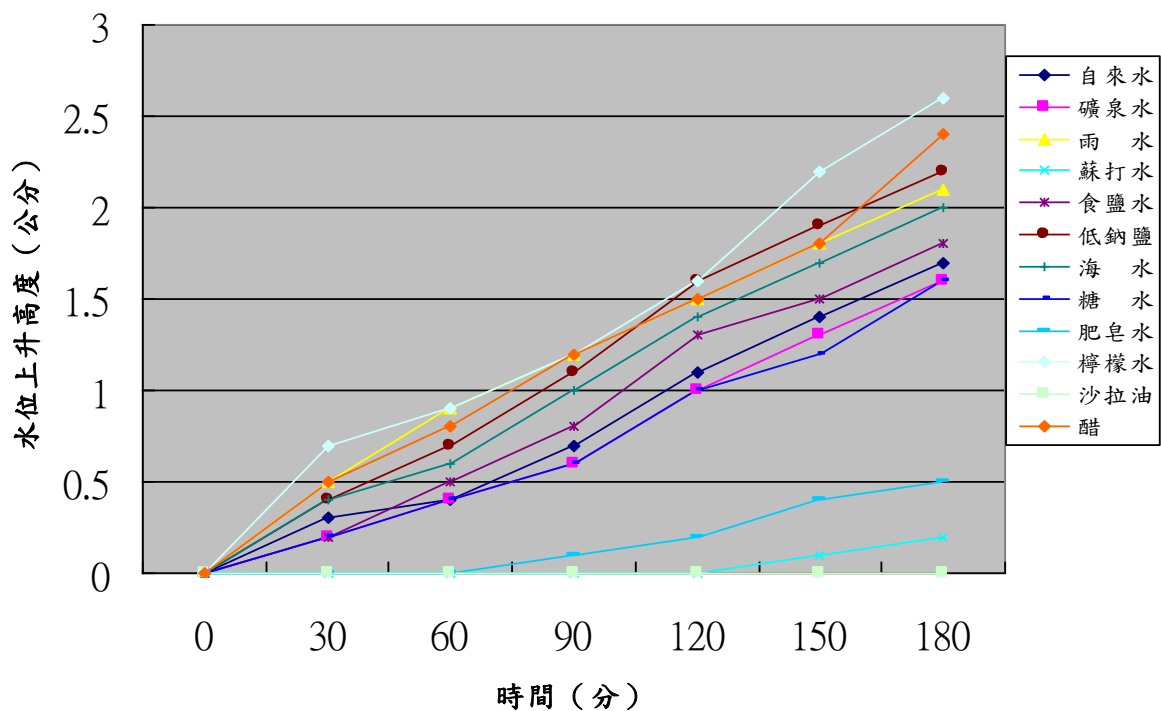
##### (一)研究步驟

- 1.將鋼絲絨浸泡自來水、礦泉水、雨水、蘇打水、食鹽水、低鈉鹽、海水、糖水、肥皂水、檸檬水、沙拉油、醋等 12 種溶液 1 分鐘。
- 2.取出鋼絲絨用乾溶液後，把鋼絲絨分別放入試管內，倒置於水槽內（如研究二方式），開始記錄，結果如表四及圖四。
- 3.以石蕊試紙測試這 12 種水溶液的酸鹼值，結果如表五

##### (二)研究結果

表四 不同種類溶液生鏽速度比較表

上 升 溶 液	時 間 ml	0	30	60	90	120	150	180
自來水		0	0.3	0.4	0.7	1.1	1.4	1.7
礦泉水		0	0.2	0.4	0.6	1.0	1.3	1.6
雨 水		0	0.5	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1
蘇打水		0	0	0	0	0	0.1	0.2
食鹽水		0	0.2	0.5	0.8	1.3	1.5	1.8
低鈉鹽		0	0.4	0.7	1.1	1.6	1.9	2.2
海 水		0	0.4	0.6	1.0	1.4	1.7	2.0
糖 水		0	0.2	0.4	0.6	1.0	1.2	1.6
肥皂水		0	0	0	0.1	0.2	0.4	0.5
檸檬水		0	0.7	0.9	1.2	1.6	2.2	2.6
沙拉油		0	0	0	0	0	0	0
醋		0	0.5	0.8	1.2	1.5	1.8	2.4



圖四 不同溶液生鏽速度比較圖

表五 水溶液酸鹼度測試表

水溶液	酸鹼測試	水溶液	酸鹼測試
自來水 (酸性)	微酸	海水 (酸性)	微酸
礦泉水 (中性)	中性	糖水 (中性)	中性
雨水 (酸性)	微酸	肥皂水 (鹼性)	鹼性
蘇打水 (鹼性)	鹼性	檸檬水 (酸性)	最酸
食鹽水 (酸性)	微酸	沙拉油 (無)	無法測試
低鈉鹽 (酸性)	微酸	醋 (酸性)	酸

### (三)研究發現

- 1.不同溶液使鐵生鏽的速度分別是檸檬水>醋>低鈉鹽>雨水>海水>食鹽水>自來水>礦泉水>糖水>肥皂水>蘇打水>沙拉油。
- 2.愈酸的溶液，使鐵生鏽的速度愈快，如檸檬水、醋等。
- 3.鹼性水溶液使鐵生鏽的速度較慢，如蘇打水、肥皂水等。
- 4.三種含鹽的水溶液食鹽水、海水、低鈉鹽水溶液中，以試紙測試後皆呈微酸性，其中以低鈉鹽水溶液較酸，所以生鏽速度也較快。

## 五、研究五：預防鐵製品生鏽測試

### (一)研究步驟

- 1.蒐集資料：透過查閱書籍、上網搜尋以及詢問師長，以得到目前大概有哪些防鏽的措施，結果如表六。
- 2.實際測試：
  - (1)根據蒐集資料的結果，要達到防鏽的目的，大部分是採用將鐵製品與空氣隔絕的方式。我們根據能力，將鐵釘塗上一些塗料來做試驗。
  - (2)將 10 公分長的鐵釘先以沙紙磨掉生鏽部分後，分別塗上不同的塗料，分別為油漆、奶油、亮光漆、指甲油、沙拉油、牛油、防鏽油及不處理等。
  - (3)將試驗組比照學校設備放置於校園空曠的環境中，每隔五天觀察一次，記錄鐵釘生鏽情形結果如表七。

### (二)研究結果

#### 1.資料蒐集

表六 預防鐵製品生鏽方法資料表

預防生鏽方法	舉	例
保持乾燥	1、置於乾燥箱中。	2、避免接觸水氣。
隔絕空氣	1、塗油漆。 3、塗瀝青。 5、至於蓋緊瓶罐中。	2、塗牛油之類。 4、用油質紙包住。 6、上蠟。
鍍上合金	1、鍍鋅。	2、鍍錫。 3、電鍍。

- 2.鐵釘防鏽測試：如表六。

### (三)研究發現

- 1.從資料的蒐集，可以知道目前防鏽的方法大致為保持乾燥、隔絕空氣以及鍍上合金等三種方式。
- 2.在鐵釘防鏽的試驗中以塗上牛油及油漆的防鏽效果最好，其次為塗指甲油及亮光漆、第三為噴防鏽油、第四為塗奶油及沙拉油，而表面不做處理的鐵釘生鏽情形最為嚴重。
- 3.只要有塗上油的鐵釘多少都有防鏽的效果。



4.可食用的油類防鏽效果較差，較黏稠的油類防鏽效果較佳。

表七 鐵釘防鏽測試表

處理法 時間	油漆	奶油	亮光漆	指甲油	沙拉油	牛油	防鏽油	不處理
第一天	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應
第五天	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	許多小黑點產生
第十天	無反應	小黑點產生	無反應	無反應	小黑點產生	無反應	無反應	許多鏽斑
第十五天	無反應	小黑點變大	無反應	無反應	有鏽斑產生	無反應	無反應	整支有薄薄一層鏽
第二十天	無反應	鏽斑更多	無反應	無反應	整支有薄薄一層鏽	無反應	微小棕點產生	整支生鏽了
第二十五天	無反應	整支有薄薄一層鏽	微小棕點產生	無反應	整支生鏽了	無反應	許多鏽斑	鏽的顏色變深褐色
第三十天	微小棕點產生	整支生鏽了	鏽斑產生	微小棕點產生	鏽的顏色變更深	無反應	整支有薄薄一層鏽	鏽變厚且顏色更深

## 伍、討論

- 一、從研究一的調查結果，學校鄰近海岸線，每天受著海水「鹹水煙」的侵蝕，雖然學校校舍建築才蓋好五年，但是許多的設備都生鏽了，尤其是直接面向南邊及缺少防鏽措施的設備生鏽情形最為嚴重。
- 二、距離海的遠近確實會影響鐵製品生鏽的速度，離海越近生鏽的速度相對越快。但以金門本島而言，離海最遠的距離也僅約 3,800 公尺，加以霧季長時間影響，所以在本研究實驗中，生鏽的速度差異並不是很大。
- 三、從研究三中可知並不是濃度越高的海水，就會使得鐵生鏽的速度越快，而是以 9% 的海水濃度使鐵的生鏽速度越快。所以影響生鏽速度的原因除了鹽分外，應該還有別的因素存在，但是因為不屬於本次實驗討論因素，決定留待下一次實驗在進行探討。
- 四、從研究四中可知，酸性愈強的水溶液對鐵生鏽的影響愈大，海水在石蕊試紙的測試

中呈現微酸性，顯示影響生鏽的因素除了鹽分之外，也受到酸性物質的影響。

五、預防生鏽的方法大致可分為保持乾燥、隔絕空氣與鍍上合金等三種。這三種方法都是要避免易使鐵生鏽的物質接觸到物品的措施，而易使鐵生鏽的物質根據實驗應該是水、鹽分與酸等。

## 陸、 結論

一、我們才蓋好僅五年的新校舍，經過我們的調查，就有 29 處較大型的設備生鏽了。可見「鏽」的確影響了我們學校的建築與設備，只要是在戶外即使做了防鏽措施也禁不起「鹹水煙」終日的侵襲。

二、學校的防鏽措施大約是以塗油漆、噴防鏽油或烤漆等方式處理。

三、越靠近海邊的學校與建築物越容易生鏽，離海越遠則較不容易生鏽，可見海水的確較容易使鐵製品生鏽。

四、「鹽分」會影響生鏽的速度，且以 9% 的海鹽水溶液使鐵生鏽的速度最快。

五、「酸性」水溶液也容易使鐵生鏽，越酸的物質越容易使鐵生鏽。

六、預防鐵製品生鏽的方法有保持乾燥、阻隔空氣、鍍上合金等方式。在阻隔空氣中以塗上牛油及油漆（較黏稠）的效果最好，塗上食用性油類（較稀薄）的效果最差。

## 柒、 我們的建議

從這次的研究結果中，我們發現了我們的「新校舍」影藏了許多破壞者--「鏽」。我們將研究調查與發現告訴了總務主任，並向他提了以下的建議：

一、學校共有設備 29 處「正在」生鏽當中，應該請人趕快做好防鏽處理。

二、防鏽方法以塗上牛油及塗油漆較有效，但時間久了能然會生鏽，所以仍應定期做防鏽處理

三、戶外的燈座生鏽情形嚴重，已經不好做防鏽處理，應該儘速更換才安全。

四、靠海的學校建築，最初在規劃建造的時候，戶外應該儘量少用鐵製設施，否則防鏽也應該做最高標準的要求，才能避免學校那麼快就「鏽」過頭了。

## 捌、 我們的收穫

很高興總務主任採納了我們的建議，也答應我們會儘快請廠商就生鏽部分加強防鏽處理。至於需要汰換更新的部分，會提出會議研議後儘速投入經費加速處理，將已經生鏽嚴重有掉落危險的設備全數都更新，並且強化防鏽處理。獲得這樣的回覆，讓我們覺得這個研究更加的有意義了！

## 玖、參考資料

- 一、 中華民國科學展覽（民 88）。看「鏽」作「鏽」玩「鏽」。國立科學教育館編印。
- 二、 第 21 至第 25 屆優勝作品專輯（236-244 頁）。台北市：國立台灣科學教育館。
- 三、 海水對鐵生鏽的影響。民 95 年 4 月 2 日，取自  
<http://shs.tngs.tn.edu.tw/essay/post/upload/9403/>
- 四、 康軒文教事業(民 107)。**第二單元燃燒和生鏽**。自然與生活科技領域五下教學指引。