

第二屆 清華與華碩網路原住民科展

飛鼠部落生態文化與科學智慧

魯凱智慧「石」在有用 研究報告書



團隊名稱：得樂勒卡科學研究小組

團隊成員：賴羽倩、魯慧恩、田儀馨、沈怡安

指導老師：鍾志華、張雅玲



摘要

石版是我們魯凱族傳統住屋的建材，族人認為石版屋能冬暖夏涼，因此，我們以石版、紅磚頭、大理石和瓷磚，這四項常見建材來實證它們在吸熱、散熱、導熱和抗腐蝕的情形。

在吸熱方面，紅磚頭>石版>大理石>瓷磚；散熱方面，石版>大理石>瓷磚>紅磚頭。導熱實驗中，瓷磚>石版>大理石>紅磚頭，但是，石版厚度增加到3公分以上後，石版是最不導熱的。抗硫酸腐蝕能力為瓷磚>紅磚頭>石版>大理石，但是，當硫酸濃度為4.5M時，各建材抗腐蝕能力的差異並不明顯。

研究結果讓我們了解到祖先選用石版的智慧—散熱特性明顯，又不易導熱，也能抗腐蝕。



壹、研究動機

很早以前，我們魯凱祖先就選用石版來當建築，建造出舒適的傳統房屋與美麗的村景，更利用石版來烹飪食物、雕刻我們族群的生活紀錄，甚至當作傳統族人的棺蓋，所以，石版對魯凱族而言，不僅僅是生活中不可或的物品，更是家鄉文化的代表特色。

此外，在環保思潮下，石版屋屬於天然的綠建築，我們也發現夏天的石版屋內真得很涼爽，不用多耗費電力來開電扇，就能達到自然通風又降溫的效果。所以，我們想用科學數據來表現石版做為建材的優勢，了解石版散熱、吸熱、導熱和抗腐蝕的特性，希望我們的研究能讓更多人了解魯凱祖先選用石版的智慧。



貳、研究目的

- 一、研究不同建材（石版、紅磚頭、大理石、瓷磚）在不同厚度（1.5 cm、3.0 cm、4.5 cm）時，吸收太陽輻射熱的差異。
- 二、研究不同建材（石版、紅磚頭、大理石、瓷磚）在不同厚度（1.5 cm、3.0 cm、4.5 cm）時，散熱效果的差異。
- 三、研究不同建材（石版、紅磚頭、大理石、瓷磚）在不同厚度（1.5 cm、3.0 cm、4.5 cm）時，導熱效果的差異。
- 四、研究不同建材（石版、紅磚頭、大理石、瓷磚）在硫酸不同的濃度（4.5M、9.0M、18.0M）中，其抗腐蝕效果的差異。
- 五、經由上述研究結果，了解魯凱族使用石版的傳統智慧。



參、研究設備

編號	名稱	廠牌	規格
1	數位式溫度計	EVERY DAY	E-3630
2	電子天平	AND	HL-400
2	蒸餾水	福歌化工廠	100ml
3	燒杯	永原儀器	250ml
4	硫酸	小島化學	試藥級
5	石版	羅善工作室提供	25 cm× 10 cm × 1.5 cm (3.0 cm、4.5 cm)
6	紅磚頭	羅善工作室提供	25 cm× 10 cm × 1.5 cm (3.0 cm、4.5 cm)
7	大理石	羅善工作室提供	25 cm× 10 cm × 1.5 cm (3.0 cm、4.5 cm)
8	瓷磚	羅善工作室提供	25 cm× 10 cm × 1.5 cm (3.0 cm、4.5 cm)
9	最高最低溫度計		



肆、研究方法與過程

我們設計實驗以了解石版、紅磚頭、大理石、瓷磚，這四種建材在吸熱、散熱、導熱和抗腐蝕方面的差異與特性，並且從研究中發現魯凱祖先運用石版做為建材的智慧。

為了比較各建材的特性，我們請羅善先生提供我們¹石版和其他建材，並且將建材切割成相同尺寸。羅善是我們多納魯凱頭目家族的成員，對魯凱文化有深入的瞭解。以下，是我們研究的過程。

一、研究石版、紅磚頭、大理石和瓷磚，對吸熱（太陽輻射熱）差異

- (一) 取五個燒杯，各裝入 100ml 蒸餾水，使用數位式溫度計來量測水溫
- (二) 取一塊相同尺寸且厚度為 1.5 公分的石版、紅磚頭、大理石和瓷磚，各覆蓋在燒杯上；其中一個燒杯沒有覆蓋建材，做為對照組
- (三) 將燒杯放置在²學校升旗台
- (四) 每隔一小時測量燒杯內水的變化情形，直到十個小時
- (五) 建材厚度改為二塊（3 公分），重覆上述實驗步驟，測量測量十小時內，各小時的水溫變化
- (六) 建材厚度改為三塊（4.5 公分），依據上述實驗步驟



羅善先生在民國九十六年到校的情形，而當時學校有錄音檔。

¹ 石版在家鄉是禁止隨意開採

² 學校的升旗台沒有屋頂覆蓋，能夠接受到太陽的照射；本實驗從早上八點進行到下午六點

二、研究石版、紅磚頭、大理石和瓷磚的散熱效果

- (一) 取五個燒杯，各裝入 100ml 沸騰的蒸餾水
- (二) 其中四個燒杯，分別蓋上一塊相同尺寸且厚度為 1.5cm 的石版、紅磚頭、大理石和瓷磚；無覆蓋建材的燒杯做為對照組
- (三) 每隔二分鐘使用數位式溫度計來測量燒杯內水溫的變化，直至二十分鐘止

三、研究石版、紅磚頭、大理石、瓷磚，導熱效果的差異

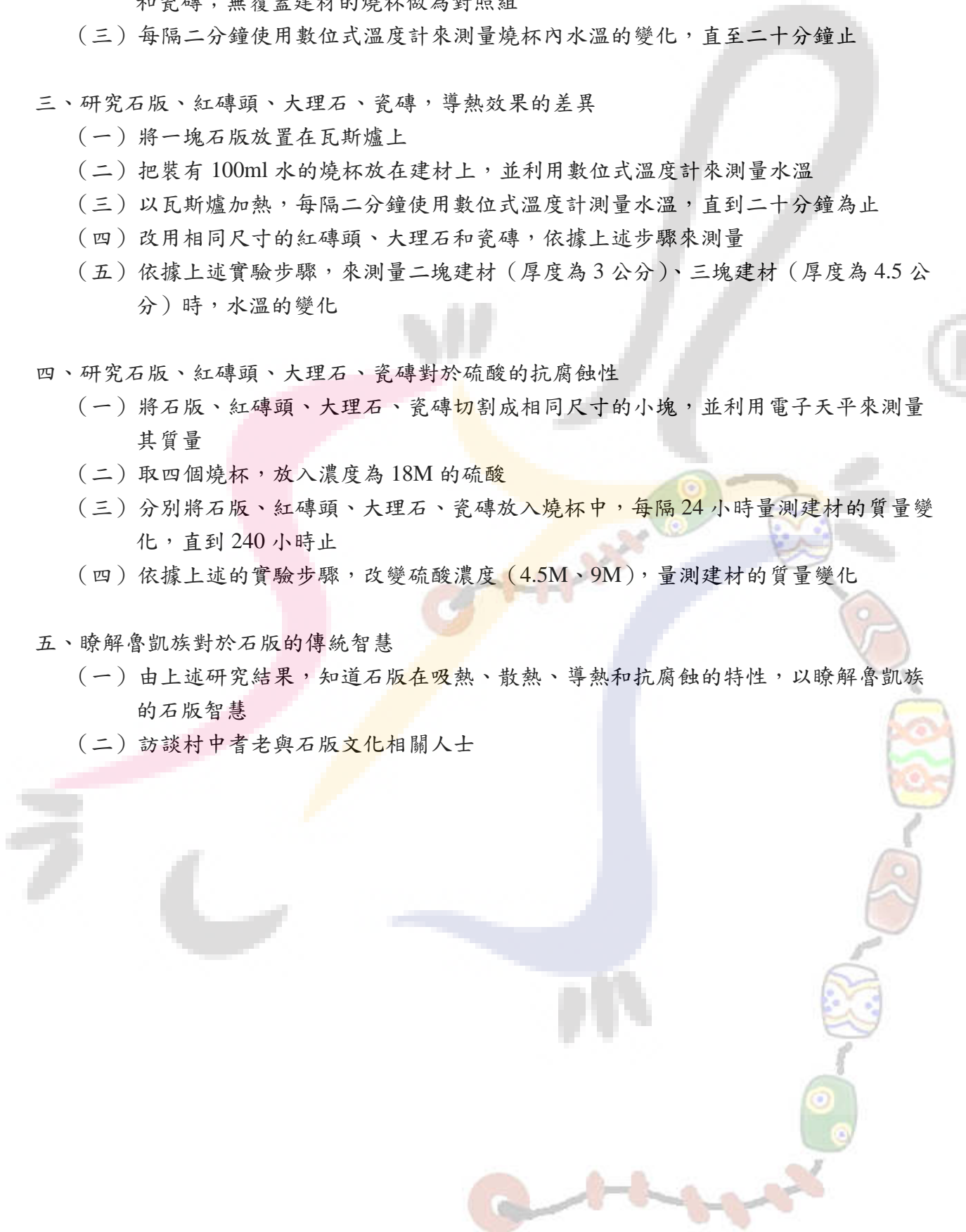
- (一) 將一塊石版放置在瓦斯爐上
- (二) 把裝有 100ml 水的燒杯放在建材上，並利用數位式溫度計來測量水溫
- (三) 以瓦斯爐加熱，每隔二分鐘使用數位式溫度計測量水溫，直到二十分鐘為止
- (四) 改用相同尺寸的紅磚頭、大理石和瓷磚，依據上述步驟來測量
- (五) 依據上述實驗步驟，來測量二塊建材（厚度為 3 公分）、三塊建材（厚度為 4.5 公分）時，水溫的變化

四、研究石版、紅磚頭、大理石、瓷磚對於硫酸的抗腐蝕性

- (一) 將石版、紅磚頭、大理石、瓷磚切割成相同尺寸的小塊，並利用電子天平來測量其質量
- (二) 取四個燒杯，放入濃度為 18M 的硫酸
- (三) 分別將石版、紅磚頭、大理石、瓷磚放入燒杯中，每隔 24 小時量測建材的質量變化，直到 240 小時止
- (四) 依據上述的實驗步驟，改變硫酸濃度（4.5M、9M），量測建材的質量變化

五、瞭解魯凱族對於石版的傳統智慧

- (一) 由上述研究結果，知道石版在吸熱、散熱、導熱和抗腐蝕的特性，以瞭解魯凱族的石版智慧
- (二) 訪談村中耆老與石版文化相關人士





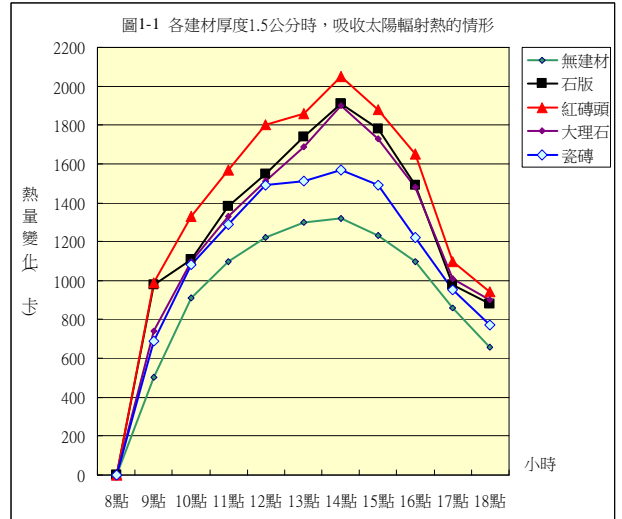
伍、研究結果

一、石版、紅磚頭、大理石、瓷磚，對於吸熱能力的差異

(一) 不同建材（石版、紅磚頭、大理石、瓷磚）的吸熱能力差異

我們將實驗取得的數據，整理成表一，放置於研究報告的末頁，並依據數據製成右圖 1-1。由圖 1-1 可知，不同建材在厚度為 1.5 公分時，吸熱能力由大到小依序為：紅磚頭、石版、大理石，瓷磚。

以圖 1-1 來看，早上 8 點到 14 點時，受到太陽輻射能的照射，燒杯內的水溫持續上升，爾後太陽輻射能的減弱，水溫才開始不斷下降。我們將石版、紅磚頭、大理石、瓷磚在早上 8 點到 14 點的平均熱量吸收速率整理成下表五的數據。



表五 在 8 點~14 點，各建材均熱量吸收速率

建材種類 建材厚度 (cm)	石版			紅磚頭			大理石			瓷磚			無建材
	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	
吸收熱量速率 (cal/min)	5.3	5.1	4.3	5.7	5.1	4.8	5.3	4.7	4.6	4.4	4.3	4.0	3.7

我們魯凱祖先選用的石版，在吸熱能力方面僅次於紅磚頭，卻比大理石和瓷磚還好。但是，紅磚頭是人工高溫加工製成，石版卻是天然的建材，我們祖先能有智慧的選用石版，難怪我們會覺得冬天在石版屋裡比較暖溫。

今年十月二日、三日，我們在多納村村口找到一戶石版屋讓我們放置最高最低溫度計，並且在該石版屋附近找到另一戶（非石版屋建築），溫度計放置二日後，我們發現石版屋裡最高溫是 31°C，最低為 25°C；一般建材的房屋室內最高溫 30°C，最低為 26°C。同樣地，我們在³學校也放置了最高最低溫度計，室內最高溫 30°C，最低為 28°C。可見，石版屋具有冬暖的特性。

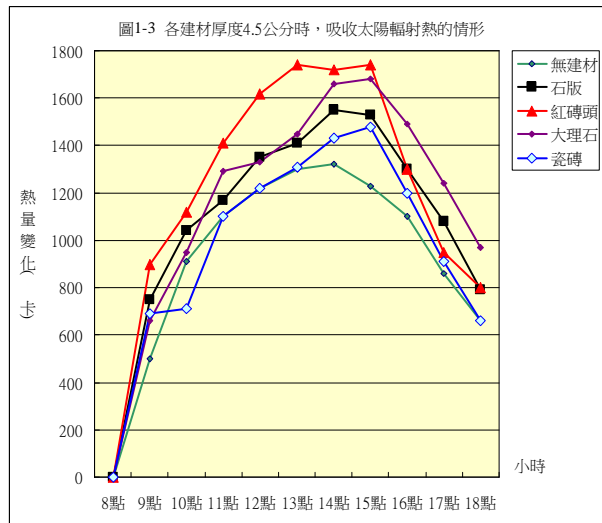
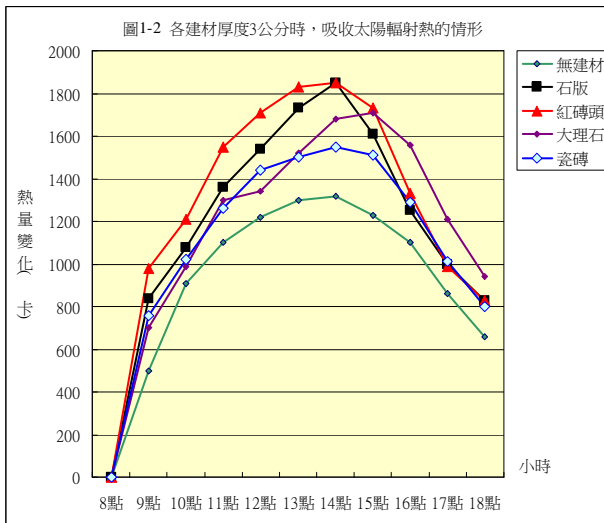


將最高最低溫度計放在多納村村口的石版屋裡

³ 多納村是我們家鄉地勢最高的村落，村內石版屋的數量較萬山村與茂林村多。我們學校在茂林村，是三個部落中，到山下平地最近的

(二) 不同厚度時，不同建材在吸熱能力的差異

我們研究不同厚度對於太陽能吸收的差異，並且根據研究數據，製做成圖 1-1、圖 1-2，和圖 1-3。



研究結果發現，沒有覆蓋任何建材的對照組，吸收太陽輻射熱的效率是最差的，可見，覆蓋建材的覆蓋會增進太陽的吸收。

我們也發現，不論是石版、紅磚頭、大理石或瓷磚，當這些建材的厚度愈厚時，吸熱的速率就會愈慢。我們和老師討論過這種情形後，我們認為建材的厚度愈厚，反而阻隔了太陽輻射熱，使得燒杯中的水溫沒有上升。



老師指導我們進行實驗。

後方的升旗台是我們放置燒杯，
以測量不同建材吸收太陽輻射熱的情形

二、石版、紅磚頭、大理石、瓷磚的散熱效果差異

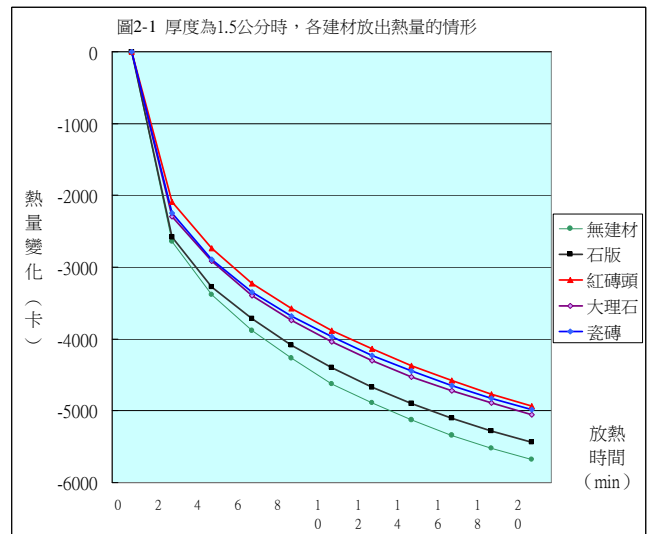
(一) 不同建材的散熱效果

我們將實驗取得的數據，整理成表二，放置於研究報告頁末。圖 2-1 為建材厚度 1.5 公分時，各組實驗的放熱情形。

由圖 2-1，我們得知在厚度同為 1.5 公分時，放熱速率由快到慢依序為：石版 > 大理石 > 瓷磚 > 紅磚頭。即使改變厚度為 3 公分和 4.5 公分，石版依然是放熱速率最快的建材。

我們在自然課程中有學到，在無外力作功的狀況下，熱量會由高往低移動，而且溫差愈大，移動的速率也就愈快。於是，我們在相同環境中，又測量了石版、大理石、紅磚頭和瓷磚的表面溫度，測量結果顯示，石版的表面溫度 24.1°C，大理石為 24.3°C、瓷磚是 24.4°C，紅磚頭表面溫度 24.6°C。本實驗結果，跟我們在課本學到的知識相符，所以，表面溫度最低的石版，散熱速率最快，表面溫度最高的紅磚頭則是散熱速率最慢的。

我相信祖先一定是發現到石版具有散熱快速的特性，難怪炎熱的夏天中，摸著石版屋裡的牆壁會有涼爽的感覺。老師也說自己去年十一月到部落參觀時，到了村口石版屋，明明是炎熱的中午，結果石版屋裡卻非常涼爽，簡直像開了冷氣一樣，腳踩在石版製做的地板上，也是很涼爽。



老師指導我們進行建材表面溫度的測量

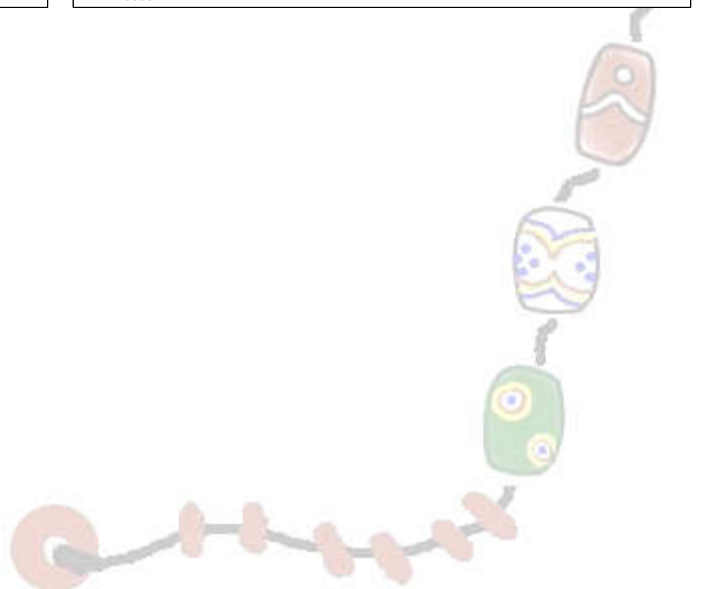
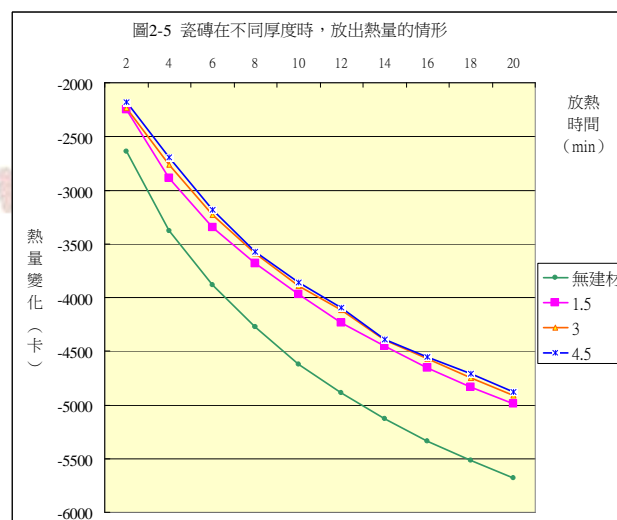
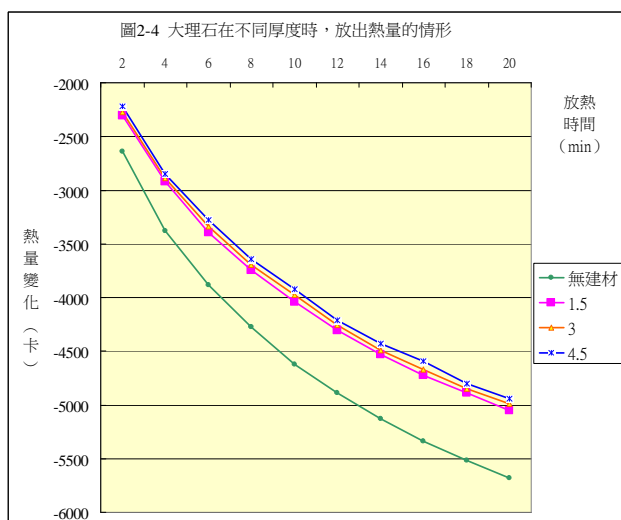
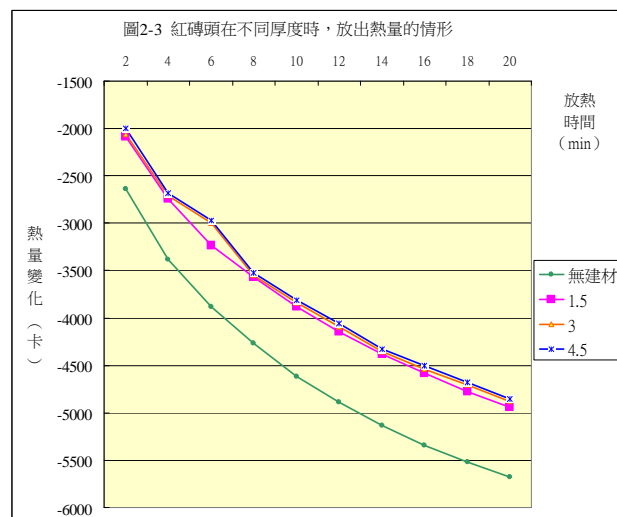
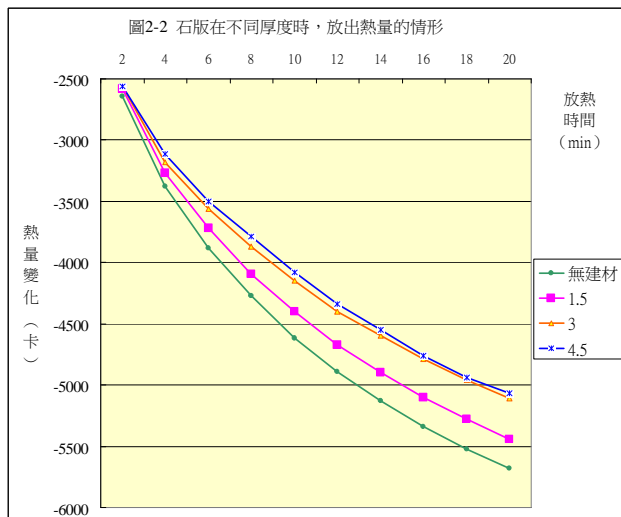
(二) 不同建材在不同厚度時，散熱效果的變化

當我們改變建材厚度來做實驗，得到數據後，我們將數據整理如下表六。

表六 各種建材厚度為 1.5cm 二十分鐘內平均放出熱量速率

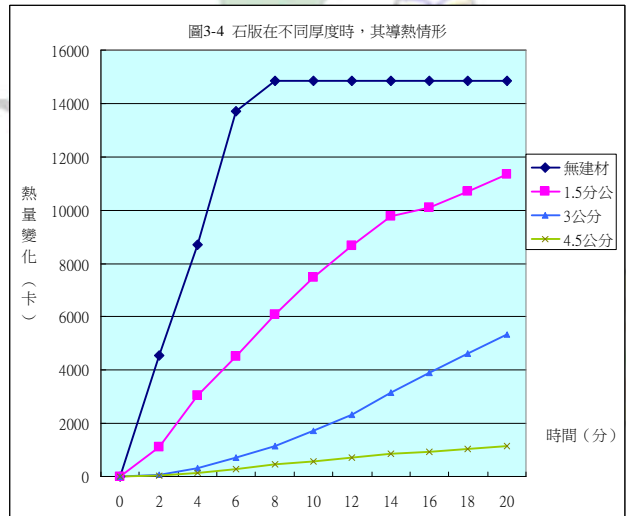
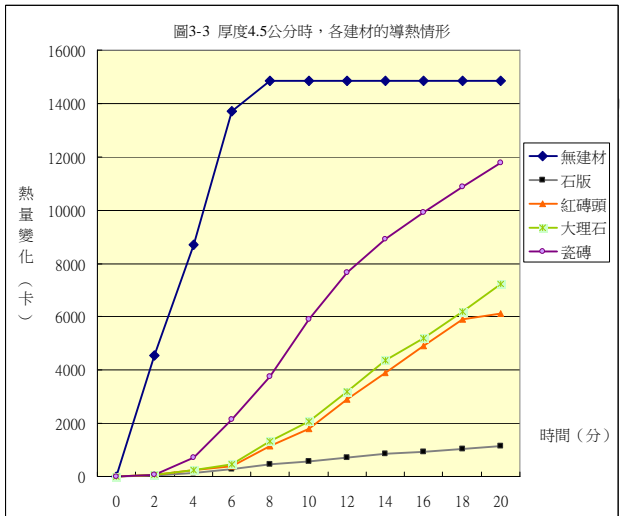
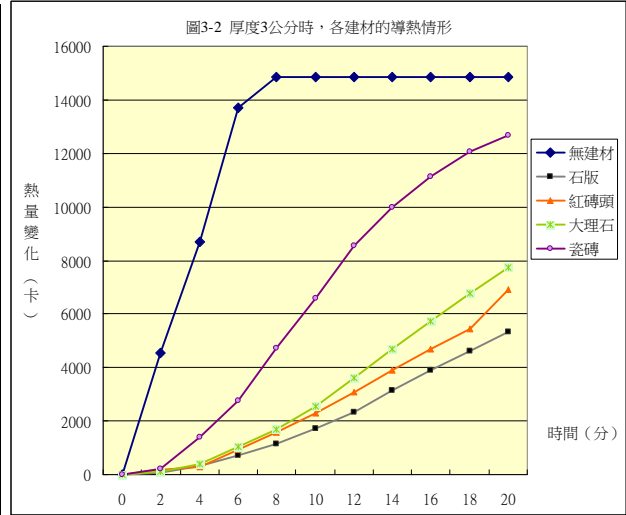
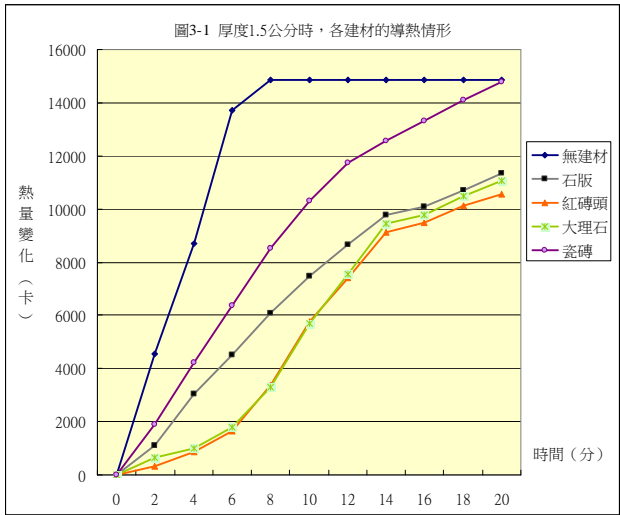
建材種類 \ 建材厚度 (cm)	石版			紅磚頭			大理石			瓷磚			無建材
	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	
熱量放出速率 (cal/min)	272	255.5	253.5	247	244	242.5	252.5	249.5	247	249.5	245.5	244	284

我們將厚度為 1.5 公分和 3 公分的相同建材，做散熱速率的比較。結果發現，石版減少了 6%、紅磚頭和大理石都減少 1.2%，而瓷磚減少 1.6%。可見，建材厚度的改變，對於石版散熱的效果影響很大，但對紅磚頭、大理石和瓷磚的影響很少。這點由圖 2-2、2-3、2-4 和 2-5 可看出。



三、石版、紅磚頭、大理石、瓷磚的導熱能力的差異

我們把石版、紅磚頭、大理石和瓷磚的導熱實驗數據，整理成表三，放置於研究報告的頁末。我們依實驗數據繪製成圖 3-1、3-2 和 3-3，而這三張由圖可看出，各建材厚度在 1.5 cm 時，導熱能力由大到小為：瓷磚>石版>大理石>紅磚頭；但是，厚度超過 3.0 cm，導熱能力為：瓷磚>大理石>紅磚頭>石版。所以，厚度對石版的導熱影響非常顯著（圖 3-4）。



我們將石版、紅磚頭、大理石和瓷磚在二十分鐘內吸收瓦斯熱量的速率，製成下表表七。

表七 各種建材二十分鐘內吸收瓦斯熱量速率

建材種類	石版			紅磚頭			大理石			瓷磚		
	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5
吸收熱量速率 (cal/min)	568	266	58	528	345	306	553	386	361	740	633	589

深入探討原因，我們認為石版為自然物質，沒有經過加工處理，還有石版內部為片狀排列，因此當我們加熱石版時，都會聽到輕微的空氣爆鳴聲，而其他建材都沒有這種情形。所以，當石版的厚度愈大，相對的，縫隙中的空氣也愈多，熱傳導受到的阻礙也愈多。

石版烤肉是我們家鄉傳統美食，我們有慶典或是活動，都會習慣吃石版烤肉，遊客到我們家鄉來遊玩也會買來嚐鮮。不過，利用石版來烤肉，總是比用其他器具要花費較久的時間才能把肉烤熟。以前，我們偶爾會懷疑自己的祖先為什麼要選用石版來烹飪食物？要煮好久才能煮熟食物。可是，經過這次實驗後，我們知道石版具有導熱慢的特性，所以，用石版烤肉可以慢慢的把肉的油脂逼出來，食物受熱比較平均，又不容易把肉燒焦，我們認為這就是祖先選用使用石版來烹煮食物的理由。

在我們研究的過程中，我們也觀察了部落石版烤肉店裡用的石版，其厚度都超過3公分，烤肉的速度雖然會慢，但是醬汁也會更入味，食物也更好吃。



村裡石版烤肉店所用的都是大片又厚的石版
這是88風災前，多納村假日的遊客很多，他們都會點盤石版烤肉來嚐鮮



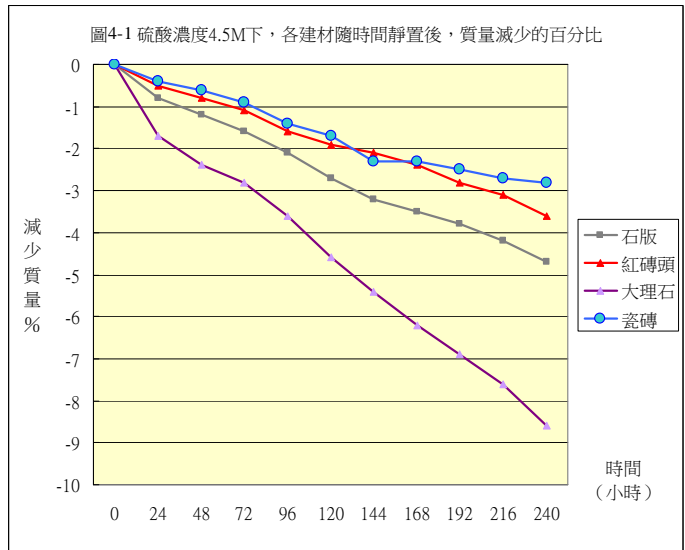
四、石版、紅磚頭、大理石、瓷磚，對於抗腐蝕的差異

酸雨會對環境與建材造成危害，酸雨的侵蝕不是短時間就可以觀察到的，於是，我們選用濃硫酸來實驗，並且實驗數據整理成表四，置於研究成果頁末。

我們研究發現，不論硫酸濃度小或大，不同建材對硫酸的抗腐蝕性由強到弱依序為：瓷磚>紅磚頭>石版>大理石。以右圖為例，可以看出四種建材的差異。

由於瓷磚是加工產品，經由高溫燒製與表面處理後，使建材的空隙小，減少了硫酸反應面積，因此，瓷磚的抗腐性較佳。紅磚頭也是高溫加工，但缺少表面處理，所以略差。大理石主要成份為碳酸鈣，容易與硫酸反應，是四種建材中，抗腐蝕性最差。

石版的抗腐蝕性雖然比瓷磚與紅磚頭差，但是石版是天然建材；另外，我們研究也發現當硫酸濃度為 4.5M 的實驗時，各建材的差異很小，石版和其他建材的差異並不顯著。我們將數據整理為表八。



表八 將不同建材浸泡在不同濃度硫酸溶液中十天，其質量減少的百分比

建材種類 \ 硫酸濃度 (M)	石版			紅磚頭			大理石			瓷磚		
	4.5	9.0	18	4.5	9.0	18	4.5	9.0	18	4.5	9.0	18
質量減少 (%)	4.7	9.6	15.4	3.6	5.1	7.6	8.6	22.6	38.5	2.8	2.9	3.5

酸雨的濃度與遠比 4.5M 小，且我們的研究顯示石版在低濃度硫酸溶液中的抗腐蝕能力與其他建材差異小，所以，我們可以說魯凱族祖先會選用石版來記錄生活、雕刻藝術與文化，以及興建居屋等，實在是聰明的選擇。



實驗情形



測量質量（我們只是把電子天平放在體重計上，學校實驗室還沒有啟用）

五、瞭解魯凱族對於石版的傳統智慧

我們魯凱族生活在山林之中，不缺乏土石或木材，也有一些鐵器，但是，我們魯凱族人卻選用石版做主要建築材料，我們相信，這是他們在長久生活中，觀察到石版建材的優點。經由這次的研究，我們以科學數值了解石版在吸熱、散熱、導熱，和抗腐蝕的特性，難怪石版屋居住起來能夠冬暖夏涼、用來炊煮食物不易燒焦，還能保存我們族群的雕刻藝術文化。

在訪問耆老與文化人士方面，我們很感謝⁴陳誠老師教導我們石版與魯凱文化的關聯，在陳老師的指導下，我們知道魯凱族蓋石版屋還有禦敵和防災（火）的功能，而且族人早已注意到，不同出處的石版是有不同硬度的，山邊的石版聲音較清脆，較容易風化，而一直浸泡在水裡的石版則是最堅硬的。

學校提供我們⁵羅善先生到學校演的內容，讓我們知道族人在選用石版時，早已注意到風化問題，於是，族人會用較堅硬且大片的石版成為石版屋屋頂，其他牆面用的石版是一層層堆疊上去，再用泥塊填滿隙縫。

雖然，我們沒有訪問到⁶馬樂先生，可是經由他所規劃的萬山石版屋解說內容，我們知道石版屋的相關知識，而且老師還帶回 2010 國定遺址「萬山岩雕群研究活動手冊」供我們參考，手冊裡馬樂先生以石版文化為基礎，追求創新與多用途的使用石版，以便讓更多人知道魯凱石版的特殊性。

最後，多納村口的阿姨借我們石版屋，讓我們把最高最低溫度計放置在那裡，了解室溫在石版屋和普通房屋是有差異的。



萬山村裡有大型或小型的石版屋模型
這裡規劃了石版屋的解說區



感謝陳誠老師教授我們魯凱族的石版文化

⁴我們部落小學退休教師，長年居住家鄉的原住民，現在經營具有傳統特色的民宿，並從事魯凱文化的推廣工作，關懷茂林文化發展（文化發展協會）與生態環境的變遷（紫蝶保育推廣）。

⁵多納村頭目家族的成員

⁶以製做石版屋模型而聞名



陸、結論

一、吸熱

- (一) 在吸收太陽輻射熱方面，紅磚頭最會吸熱，然後依序是石版、大理石、瓷磚。
- (二) 建材的厚度愈厚，吸熱的速率就愈慢。我們祖先有智慧的選用石版，難怪我們會覺得冬天在石版屋裡，比較溫暖。

二、散熱

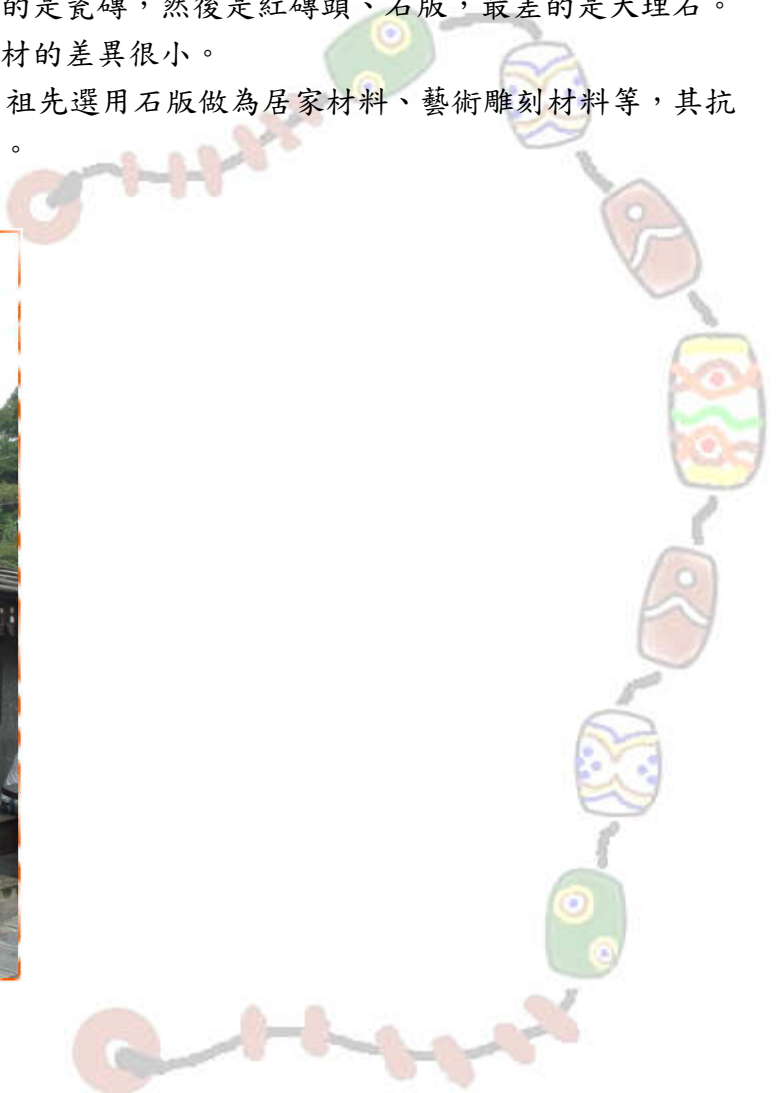
- (一) 散熱的速率方面，石版最快，其他依序為大理石、瓷磚、紅磚頭。
- (二) 建材的厚度愈厚，散熱就會愈慢，其中，厚度對石版散熱效果影響很大。
- (三) 石版屋具有夏天涼爽的特性，這與石版具有散熱快的特性有關。

三、導熱

- (一) 建材厚度為 1.5 公分時，瓷磚的導熱效果最好，其他依序為石版、大理石，而紅磚頭最差。
- (二) 厚度超 3 公分後，反而石版最不會導熱，其他建材則沒有太顯著的影響。
- (三) 我們祖先應該就是發現了石版具有導熱慢的特性，才會用它來烹煮食材，不會燒焦食物，又能將食物中多餘的油脂慢慢逼出來。

四、抗腐蝕

- (一) 各建材抗腐蝕的能力，最好的是瓷磚，然後是紅磚頭、石版，最差的是大理石。
- (二) 硫酸濃度小的實驗中，各建材的差異很小。
- (三) 酸雨濃度小於 4.5M，所以，祖先選用石版做為居家材料、藝術雕刻材料等，其抗腐蝕能力與其他建材差異小。



表一 不同建材吸，在不同厚度時，吸收太陽輻射熱的情形

日照時間 熱量變化(卡)		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	9 小時	10 小時
		無建材		0	500	910	1100	1220	1300	1320	1230	1100
石版	1.5cm	0	980	1110	1380	1550	1740	1910	1780	1490	980	880
	3.0cm	0	840	1080	1360	1540	1730	1850	1610	1250	1000	830
	4.5cm	0	750	1040	1170	1350	1410	1550	1530	1300	1080	790
紅磚頭	1.5cm	0	990	1330	1570	1800	1860	2050	1880	1650	1100	940
	3.0cm	0	980	1210	1550	1710	1830	1850	1730	1330	990	830
	4.5cm	0	900	1120	1410	1620	1740	1720	1740	1300	950	800
大理石	1.5cm	0	740	1100	1330	1510	1690	1900	1730	1480	1010	900
	3.0cm	0	700	990	1300	1340	1520	1680	1710	1560	1210	940
	4.5cm	0	660	950	1290	1330	1450	1660	1680	1490	1240	970
瓷磚	1.5cm	0	690	1080	1290	1490	1510	1570	1490	1220	950	770
	3.0cm	0	760	1020	1260	1440	1500	1550	1510	1290	1010	800
	4.5cm	0	690	710	1100	1220	1310	1430	1480	1200	910	660

表二 不同建材，在不同厚度時，放出熱量的差異

散熱時間 熱量變化 (卡)		0min	2min	4 min	6min	8 min	10 min	12 min	14 min	16 min	18 min	20 min
		無建材		0	-2640	-3380	-3880	-4270	-4620	-4890	-5130	-5340
石版	1.5cm	0	-2580	-3270	-3720	-4090	-4400	-4670	-4900	-5100	-5280	-5440
	3.0cm	0	-2560	-3180	-3560	-3870	-4150	-4400	-4600	-4790	-4960	-5110
	4.5cm	0	-2560	-3110	-3500	-3790	-4080	-4340	-4550	-4760	-4940	-5070
紅磚頭	1.5cm	0	-2090	-2740	-3230	-3570	-3880	-4140	-4380	-4580	-4770	-4940
	3.0cm	0	-2060	-2710	-3000	-3550	-3840	-4090	-4350	-4540	-4700	-4880
	4.5cm	0	-2000	-2680	-2970	-3520	-3810	-4060	-4330	-4500	-4680	-4850
大理石	1.5cm	0	-2300	-2920	-3390	-3740	-4040	-4300	-4530	-4720	-4890	-5050
	3.0cm	0	-2270	-2890	-3340	-3700	-3980	-4260	-4490	-4670	-4850	-4990
	4.5cm	0	-2220	-2850	-3280	-3640	-3920	-4210	-4430	-4590	-4800	-4940
瓷磚	1.5cm	0	-2250	-2890	-3350	-3680	-3970	-4230	-4450	-4650	-4830	-4990
	3.0cm	0	-2230	-2760	-3230	-3590	-3890	-4120	-4400	-4570	-4750	-4910
	4.5cm	0	-2180	-2690	-3180	-3570	-3860	-4090	-4390	-4550	-4710	-4880

表三 不同建材，在不同厚度時，吸收瓦斯熱的差異

加熱時間 溫度變化 (卡)		0min	2min	4 min	6min	8 min	10 min	12 min	14 min	16 min	18 min	20 min
		無建材		0	4560	8700	13700	14840	14840	14840	14840	14840
石版	1.5cm	0	1120	3040	4520	6080	7480	8660	9760	10080	10700	11360
	3.0cm	0	60	320	720	1160	1720	2340	3140	3900	4620	5320
	4.5cm	0	40	140	280	460	580	700	860	920	1040	1160
紅磚頭	1.5cm	0	320	860	1660	3360	5780	7420	9120	9480	10140	10560
	3.0cm	0	180	280	940	1580	2300	3080	3900	4680	5440	6900
	4.5cm	0	60	240	400	1160	1800	2900	3900	4900	5920	6120
大理石	1.5cm	0	660	1020	1780	3280	5680	7540	9460	9760	10500	11060
	3.0cm	0	120	400	1040	1680	2540	3620	4680	5720	6780	7720
	4.5cm	0	80	260	460	1320	2060	3200	4360	5200	6200	7220
瓷磚	1.5cm	0	1880	4220	6360	8520	10320	11740	12560	13320	14100	14800
	3.0cm	0	220	1400	2740	4740	6580	8560	9980	11140	12060	12660
	4.5cm	0	80	700	2160	3760	5900	7660	8900	9920	10880	11780

表四 不同建材，在不同厚度時，吸收瓦斯熱的差異

		浸泡時間										
		0	24hr	48hr	72hr	96hr	120hr	144hr	168hr	192hr	216hr	240hr
質量減少(%)												
石版	4.5M	0%	-0.8%	-1.2%	-1.6%	-2.1%	-2.7%	-3.2%	-3.5%	-3.8%	-4.2%	-4.7%
	9M	0%	-1.1%	-2.3%	-2.9%	-3.6%	-4.6%	-5.3%	-6.5%	-7.4%	-8.5%	-9.6%
	18M	0%	-2.3%	-3.1%	-4.4%	-5.6%	-6.8%	-7.9%	-8.6%	-10.9%	-12.3%	-15.4%
紅磚頭	4.5M	0%	-0.5%	-0.8%	-1.1%	-1.6%	-1.9%	-2.1%	-2.4%	-2.8%	-3.1%	-3.6%
	9M	0%	-0.8%	-1.2%	-1.4%	-2.1%	-2.3%	-2.6%	-3.1%	-3.8%	-4.6%	-5.1%
	18M	0%	-0.8%	-1.9%	-2.3%	-2.8%	-3.6%	-4.3%	-5.1%	-5.9%	-6.7%	-7.6%
大理石	4.5M	0%	-1.7%	-2.4%	-2.8%	-3.6%	-4.6%	-5.4%	-6.2%	-6.9%	-7.6%	-8.6%
	9M	0%	-6.2%	-7.8%	-8.9%	-10.4%	-12.3%	-14.5%	-16.2%	-17.3%	-19.2%	-22.6%
	18M	0%	-12.3%	-16.9%	-19.3%	-23.2%	-26.3%	-27.6%	-30.2%	-33.5%	-36.4%	-38.5%
瓷磚	4.5M	0%	-0.4%	-0.6%	-0.9%	-1.4%	-1.7%	-2.3%	-2.3%	-2.5%	-2.7%	-2.8%
	9M	0%	-0.5%	-0.7%	-1.0%	-1.5%	-1.9%	-2.2%	-2.5%	-2.6%	-2.8%	-2.9%
	18M	0%	-0.5%	-0.9%	-1.2%	-1.5%	-1.8%	-2.1%	-2.4%	-2.8%	-3.2%	-3.5%

