

中華民國第四十四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

080806

金門縣金沙鎮安瀾國民小學

指導老師姓名

陳篤龍

陳書敏

作者姓名

陳慶煥

王品賢

黃威晟

陳上楨

李世貴

周劭

我們把它變簡單了~~成功百分百的爌土窯

壹、摘要

「**魚ㄅㄨㄝㄝ 土甕Y**」不但樂趣多，經由「**魚土甕Y**」燜熟的番薯、芋頭、雞蛋、叫化子雞，更是又香又甜，風味絕佳，但是建造「土窯」不是一件容易的事，本研究就是我們在屢蓋不成的情況下，激盪出改變「傳統圓塔式土窯」的構想，用科學方法來解決困難而進行的一件科學研究計畫。

貳、研究動機

假日中，我們幾個同村的同學常喜歡到田裡「**魚ㄅㄨㄝㄝ 土甕Y**」，又香又甜的番薯，讓大家吃得笑咪咪，但是在蓋「土甕」時，常常蓋到一半就垮了，有時蓋到快完成時才垮，真叫人「萬嘆」，那時，我產生了一個念頭，難道一定要用牛犁出來的土塊才能蓋「土甕」嗎？況且現在田地大多採機械耕耘，土塊取得較不容易，我們難道不可以自己製造長方形土塊，參照埃及「金字塔」型式來蓋「土甕」？根據五年級自然科學平衡力學、熱的傳導與保溫原理課程，長方形土磚應該比橢圓形土塊容易蓋吧？所以我就約了幾位同村同學一同研究，並請都是老師的叔叔和堂姐指導。

參、研究目的

- 一、測量何種錐體的容積較大。
- 二、研究「金字塔土甕」堆砌方式
- 三、探討土磚製作時土與水最適合的比例
- 四、瞭解何種土質最適合製作長方形土磚
- 五、比較「傳統圓塔式土甕」和「金字塔型式土甕」
- 六、找出最佳的「土甕」型式

肆、研究設備及器材

錐體模型、數學積木、量筒、量杯、尺、模板、鏟子、沙土、水、木柴、番薯、雞蛋

伍、研究過程或方法：

- 一、比較圓錐、三角錐及四角錐的容積大小：

(一) 我們利用五年級下學期數學領域第九單元「立方公尺與體積」的各種柱體與錐體模型（圓錐直徑 6 公分，柱高 8 公分；三角錐邊長 6 公分，柱高 8 公分；四角柱邊長 6 公分，柱高 8 公分）作測量用具。

(二) 將細砂倒滿各錐體，再將錐體中的砂分別倒入量筒中，各輕拍量筒五下，使細砂均平，以便測量砂的體積，也就是各柱體的容積。

(三) 我們在倒砂的時候，使用一較大的量杯盛住不小心溢出的砂子，再倒入量筒中，以

增加其準確度。



1.小心地將錐體中的砂
倒入量筒



2. 各輕拍量筒五下
使細砂均平



3.測量三種錐體的容積

二、「金字塔土甕」堆砌方式：

由研究過程一我們發現三種錐體容積很接近，但以四角錐較大，合乎我們用金字塔型式構想，所以我們用數學古氏積木中的長 3cm、寬 1cm、高 1cm 積木，用雙面膠黏成長 3cm、寬 2cm、高 1cm 積木代替長 15cm、寬 10cm、高 5cm 土塊，進行 A、B 二組不同方式堆砌試驗。

A、「直疊式」堆法：

底層每邊 4 個共 16 個，緊密排列，第二層積木往內進 1 cm，順時鐘方向「直疊」堆砌，共排 14 個，第三層同第二層方法排列，結果因無法平衡而倒塌，所以第三層改只向內進 0.5cm，結果堆砌成功，用了 12 個積木，第四層仍以進 0.5 cm 方法堆砌，用了 10 個積木，同法第五層，用了 8 個積木，同法第六層，用了 6 個積木，第七層用了 2 個積木，完全密合，「金字塔土甕」堆砌成功，共用了 68 塊積木。



4.「直疊式」堆法



5.「品字型」堆法



6.二種堆法的比較



7.底層 16 塊



8.第二層往內進 1cm



9.第三層往內進 1cm 倒了



10.第三層以後均改往內進 0.5cm 不然會倒下



11.有些傾斜



12.「金字塔土甕」堆砌成功共用了 68 塊積木

B、「品字型」堆法：

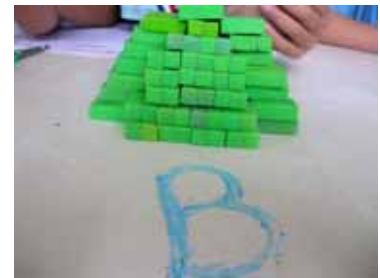
底層每邊 4 個共 16 個，緊密排列，第二層往內進 1 cm，以「品」形方式順時鐘方向堆砌共排 15 個，第三層同第二層方法排列，用了 13 個積木，第四層因無法平衡也倒塌了，所以第四層改只向內進 0.5cm，結果堆砌成功，用了 12 個積木，第五層仍以進 0.5 cm 方法堆砌，用 10 個積木，同法第六層，用了 8 個積木，第七層用了 6 個積木，第八層用了 2 個積木，完全密合，「金字塔土甕仔」堆砌成功，共用了 82 塊積木。



13.採「品」字形堆砌，第二至三層往內進 1cm



14.第四層以後均改往內進 0.5cm 不然會倒下



15.堆砌成功，共用了 82 塊積木

三、土磚製作時土與水最適合的比例試驗

(一) 我們到有土塊的田裡拿一「獨輪車」的田土，在一間可曬到陽光的鐵皮屋內用量杯以控制變因方法做各組試驗：

甲-1 公升土比 1 公升水 乙-2 公升土比 1 公升水 丙-3 公升土比 1 公升水

丁-4 公升土比 1 公升水 戊-5 公升土比 1 公升水 己-6 公升土比 1 公升水

將各組土水充分混合，倒入長 15cm、寬 10cm、高 5cm 的模板中，每組各 6 個，逐日觀察土塊蒸發情形，



16. 甲-1 公升土比 1 公升水



17.乙-2 公升土比 1 公升水



18.丙-3 公升土比 1 公升水



19.丁-4 公升土比 1 公升水



20.戊-5 公升土比 1 公升水



21.己-6 公升土比 1 公升水

(二) 爲了使模型板能重覆使用，印製更多的土磚，所以在二十分鐘時，我們即開始將模型板取出，重覆使用。



22.長 15cm 寬 10cm 高 5cm



23 共釘製了三十個模型



24.二十分鐘時移開模板

四、何種土質最適合製作長方形土磚試驗

(一) 取沙、土、土加紅土 (5 比 1) 三種土，用量杯以 5 公升土和 1 公升水比例各灌製 10 塊土磚，一天後將沙質、土質、土加紅土質三種土塊自疊八塊，試驗是否會斷裂，瞭解承受重力情況。



25..灌製土磚情形



26.堆平土磚



27.沙質土磚有水滲出



28.一天後土磚情形



29.移動三種土磚的情形
(沙質、土質均破裂)



30.土磚承受重力試驗

(二) 大量印製土磚：

我們採用加紅土的土大量印製土磚，二十分鐘後，模型板即可再重覆使用。



31.印製土磚，一邊紀錄



32. 印製土磚樂陶陶



33.取下模型板



34.印製土磚之一



35.弄平表面



36.大量印製土磚

五、比較「傳統圓塔式土甕」和「金字塔型式土甕」

(一) 以 40 公分為直徑蓋一個「傳統圓塔式土甕」：

「包土甕」的過程是先田裡挖個小坑，找些小土塊一塊一塊的往上疊，越高小土塊越小，疊成一圓甕的土窯，再撿些樹枝或乾草開始升火。俟熊熊烈火把小土窯燒得由黑轉紅時，再把番薯、芋頭等物從甕頂丟下去。打破土窯，用力壓平，蓋上泥土保溫，使土窯變成一塔式土窯堆砌個小山丘，即大功告成。本次建「土甕」中途倒了二次，一共花了四十分鐘才完成。



37.砌「傳統圓塔式土甕」



38.即將完成難度增高

(二) 金字塔土甕：

由實驗過程四，我們發現，加紅土的土磚一天以後就不會斷裂，所以我們用加紅土的土磚蓋金字塔土甕，土磚的長寬高是積木的 3 倍，底層 4 邊每邊排 4 塊土塊邊長 40 公分，為了增加「土甕」內部空間和穩固，我們採用四角錐體形及積木模型 B 的品字形堆砌方法建造，但到了第六層以後，因為土塊重量無法像積木一樣重，無法承受，有將倒塌的可能，所以將土塊一分而二，一分而四，這樣就可順利完成，本次沒倒塌過，只花了十分鐘就完成，共用了 78 塊土磚。



39.土磚印製



40.第二層往內移 5 公分



41.紀錄砌建磚塊數



42.品字形堆砌用尺量



43.第三層



44.「金字塔型式土甕」完成

(三) 我們二組均用相同手法，用同一種木板同時燒「傳統圓塔式土甕」和「金字塔型式土甕」，根據舊經驗燒了 60 分鐘後，開始將約同大小的幾塊番薯從甕頂丟進土甕仔，再撥入幾塊燒紅的土塊，再丟入番薯，再撥入幾塊燒紅的土塊，最後才放入包了紅土的雞蛋，打破土窯，用力壓平，蓋上泥土保溫，使土窯變成一個小山丘。

陸、研究結果

一、用細沙測量各錐體容積如下表一

(表一)

錐體	圓錐	三角錐	四角錐
容積 毫升	85	89	91

二、「金字塔土甕仔」用數學積木進行不同方式實驗，以「品」字形方式堆砌最不容易倒，直疊式會疊到第七層使用 68 塊積木(如下表二)而且會疊到第八層使用 82 塊積木(如下表三)，

(表二) A 直疊式堆砌法

層數	第一層	第二層	第三層	第四層	第五層	第六層	第七層	第八層	合計
積木使用數量	16	14	12	10	8	6	2		68
其他發現		每層往內前進 1 公分	發生倒塌情形改向內進 0.5 公分才可	向內進 0.5 公分	向內進 0.5 公分有點傾斜	向內傾斜	容易密合		完成了但有些傾斜

(表三) B 品字形堆砌法

層數	第一層	第二層	第三層	第四層	第五層	第六層	第七層	第八層	合計
積木使用數量	16	15	13	12	10	8	6	2	82
其他發現				發生倒塌情形改向內進 0.5 公分才可	比直疊式好疊	因為有交錯著力較容易疊	有點向內進傾斜	因為有交錯著力較不容易倒	

三、探討土磚製作時土與水最適合的比例，根據實作，以戊-5 公升土比 1 公升水最適合。

(表四)

組別	甲	乙	丙	丁	戊	己
土水比例	土:水=1:1	土:水=2:1	土:水=3:1	土:水=4:1	土:水=5:1	土:水=6:1
觀察發現	水太多了 沒法製成	水太多了 沒法製成	土漿滲出 土磚變矮	土漿滲出 土磚變矮點	比例適合 土磚四方	比較乾些 土磚散開



45 甲比例土磚(土:水=1:1)



46 乙比例土磚(土:水=2:1)



47 丙比例土磚(土:水=3:1)



48.丁比例土磚(土:水=4:1)



49.戊比例土磚(土:水=5:1)



50.己比例土磚(土:水=6:1)

四、何種土質最適合製作長方形土磚試驗中，我們根據實驗結果，第一種沙質土磚移動時就斷裂破碎 6 塊，不適合，第二種土質的土磚疊高 8 塊時，斷裂破碎了 5 塊，第三種土磚（土加紅土）疊高 8 塊時斷裂 1 塊，較適合，加紅土採 5：1 是因為黏度剛好，一、二天後就可使用，如果三天之後才要烤地瓜，用 6：1，7：1 也可以。

五、我們用同一種木板燒「傳統圓塔式土甕」和「金字塔土甕」，到 40 分鐘時，「金字塔土

甕仔」的土塊開始有燒紅情況，「傳統圓塔式土甕」尙沒有燒紅情況。

六、燒了 60 分鐘後，開始將約同大小的幾塊從甕頂丟進土甕仔，再撥入幾塊燒紅的土塊，再丟入番薯，撥入幾塊燒紅的土塊，最後才放入包了紅土的雞蛋，打破土窯，用力壓平，蓋上泥土保溫，使土窯變成一個小山丘。

七、燜了 50 分鐘後，「金字塔土甕」包出來的番薯熟得恰到好處，可以用剝皮的，不會沾沙，皮內層有點焦又不太焦，「傳統圓塔式土甕」，包出來的番薯，火候未到，所以皮略濕，但也熟了。

柒、討論

一、以積木代替真正的土塊先作實驗是否可行？答案是可以的，這樣可以知道大約要用多少土塊，每層土塊向內進多少距離會平衡比較不會倒。

二、爲什麼「品」字形疊法較穩固呢？因爲有交錯性互相著力，而使用的土塊多了 14 塊，但增高一層，會增加容積。

三、蓋「傳統圓塔式土甕」的時間至少是「金字塔型式土甕」的四倍，原因是圓土塊不容易疊，而且容易倒榻。

四、「品」字形疊法中，長方形土塊第 2.3 層只進 0.5cm，不進 1cm，是不是可以？我們討論和實驗後是可以的，但會增加土塊一層，所以如果要烤的地瓜較多，可以用這種堆砌方式，缺點就是土塊受熱面較小。

五、我們這次把土塊放在下午會曬到陽光的鐵皮屋內，是怕淋到雨，如此，土塊乾的速度較慢，這樣比較浪費柴火，延長燒紅土塊的時間。

六、我們控制二種「土甕 Y」體積儘量同樣大，燒的柴火一樣是木板，燒的時間一樣，「包ㄅㄨㄛ」的地瓜約同大小，這樣來比較哪種「土甕仔」較佳。

七、我們沒學過「錐體容積」的計算法，所以利用細砂體積來測量錐體容積，比較「金字塔土甕」和「傳統圓塔式土甕」容積。

八、土磚印製時，不要用力拍打，因爲土太踏實，乾得慢，熱的傳導也較慢。

捌、結論

一、自己做土塊來蓋「金字塔土甕」是可行的，而且是很科學的，我們覺得太棒了，不用到處撿土塊抬土塊，克服了常常蓋不成的困擾，而且捏土是我門最喜歡做的事。

二、土塊如果越乾硬度就越大，蓋起來更容易，而且可節省柴火，縮短燒火時間，所以平常放學後少看些電視，多製作些土磚，週休二日就可以享受了

三、「金字塔土甕仔」建造時若發現快要不平衡往內倒的時候，我們可以再另一端加上一塊土磚讓它平衡就不會倒了，這是「傳統圓塔式土甕」所不能做到的。

四、「金字塔土甕」因爲較密閉火力較集中所以燒紅速度較快，番薯燜熟的時間 40 分鐘就可以了，比「傳統圓塔式土甕」節省時間。

五、我們連續以「金字塔土甕」包ㄅㄨㄛ地瓜三次都很成功。

總之！「包土甕仔」，我們把它變簡單了，就是新發明的「金字塔土甕」，又快又好玩，「包ㄅㄨㄛ」的東西，可以更多，真是太讚了！



51.用同一種木板當柴火



52.燒火過程(一)



53.燒火過程(二)



54.燒火過程(三)



55.燒紅的土塊



56.雞蛋用紅土包裹



57.放入蕃薯(圓塔式)



58.放入蕃薯(金字塔式)



59.敲碎土塊覆土保溫



60.出土的蕃薯熱騰騰



61.爛熟的雞蛋



62.小心的從邊邊挖



63.香噴噴的雞蛋，
殼又好剝



64.恰到火候的地瓜，
可用剝皮的



65.成功的喜悅

玖、參考資料及其他

自然生活科技領域第五冊第三、四單元、數學領域第九冊第九單元、金門鄉土教學補充教材、附研究實作紀錄表乙份。

評語

080806 國小組生活與應用科學科

我們把它變簡單了—成功百分百的爇土窯

取材鄉土，實驗證明所提出之金字塔型式土甕頗為實用，若能延伸討論五角錐甚至六角錐之容積探討與實際應用比較則更佳。