

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：探索自流井：以簡易模型模擬地下水面高度和壓力的關係！

一、摘要

我們的目的是在於研究自流井在不同高度的水壓差，造成井的流動方式差異，以及探討井水高度和連通管原理的相關性。這次的實驗中製作的兩個模型中，使用了壓克力板（容器）、黏土（模擬不透水層）、吸管（井口）、石頭（模擬透水層），透過各項材料的特性，黏土的不透水性與石頭縫隙的透水性，模擬地層中的分層，使用壓克力板，製作出地層剖面的景象，可以讓整體水流動過程更加明顯且容易觀察。在製作完模型後，在試驗的過程中，我們得出了以下的結論。

實驗結果：

1. 吸管的所在的位置高度不同，會使其形成自流井（水不受人為力量流出）或水井
2. 位置不同井所流出的水量相關性
3. 吸管是否穿過不透水層，水是否會流出。
4. 吸管開口高度相同且井底都在同一透水層的前提下，將水倒入透水層中，水面會維持同一高度，當我們繼續將水倒入，水面會同時超出吸管開口，也就是水會同時流出，其原理和連通管原理有關。

二、探究題目與動機

在現代社會中，人們大多都使用自來水管系統，因此自流井很難在日常生活中親眼見到，在課堂中所講述的自流井，對我們來說也非常抽象，沒有具體的看見，就只能利用想像力思考它的長相。

在某一天旅遊到山上時，意外發現自流井的井口，還有水從洞口流出，激起我們的好奇心，於是我們便上網找資料，想查看這是什麼樣的原理，能造成如此奇幻的景象，查詢資料後才知道，那原來就是我們在課本中所學過的「自流井」，在看到實體後，我們想深入的探討自流井和水井的差異及原理，是什麼原因造成他們的不同？我們又該如何呈現自流井的真實樣貌，最終我們決定用我們手邊可得的材料，製作出簡單易懂的地形剖面模型，透過親手製作模型觀察水的流動方向和不同井位置造成的影響，其中到底有什麼概念？我們常常在課本、題本上看到的自流井照片，但卻無法實際看見自流井流出水的樣子，再加上台灣是個缺水的國家，地下水資源對於我們十分重要，所以我們利用這個機會，來探討自流井。

以自流井為基礎，我們聯想到「若是井口高度相同，水的水平面高度是否相同？」，藉由這個想法，我們製作了第二個模型，想探討自流井、受壓地下水面、井水水平面的關係，研究是否和我們曾經學過的連通管原理有連結。

三、探究目的與假設

目的：

我們想要藉由製作地層模擬模型，描述地下水流動過程，當地下水受壓力差驅動水能夠自行流出水井至地表的現象，理解並證實其運作方式與原理，探討壓力差對水流動的影響。

提出假設：

- (1) 井口高於與低於受壓地下水水面是否會影響流水情形
- (2) 井底在透水層與不透水層差異
- (3) 同一水平面高度的管子倒水進去後水面是否等高

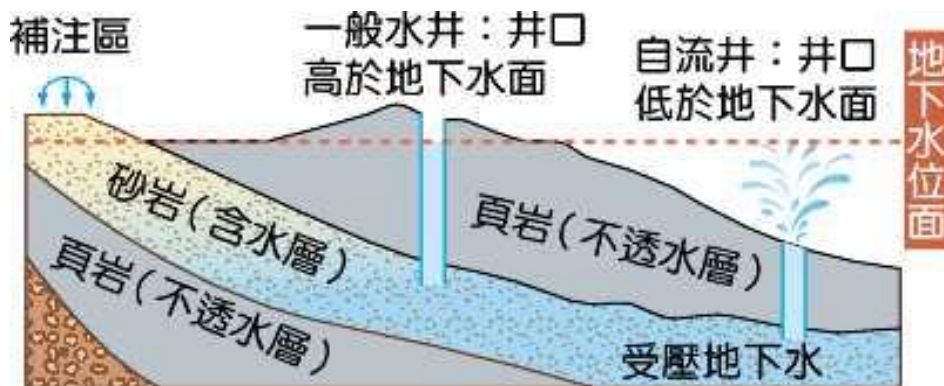
名詞定義：自流井 (Artesian well)

地下水自然湧出的水井，稱為自流井。水井挖至受壓地下水，而且含水層為傾、井口的高度低於受壓地下水水面，則地下水會自然湧出。

四、探究方法與驗證步驟

(一)

先在網路上搜尋自流井的相關資料。自流井是當井口位置低於含水層的受壓水面時，地下水會自動湧出，形成自流井（如圖一）



(圖一) 自流井與一般水井差異示意圖

(二)

台灣也有許多受壓地下水層，例如：

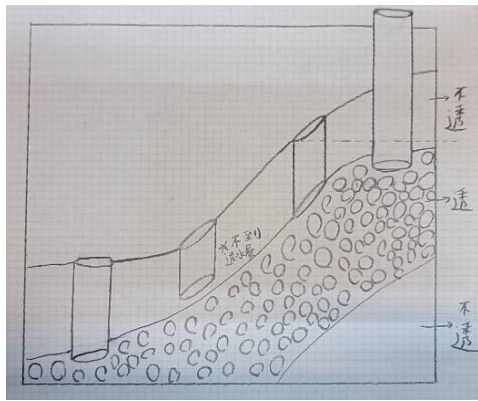
1. 台北盆地地區
2. 台中盆地地區
3. 高屏地區
4. 西部沿海地區

(三)

利用模型模擬自流井運作

●設備與器材：

材料有三包輕黏土（模擬不透水層）、一堆石頭（模擬透水層）、兩根大吸管（模擬水井）、十片壓克力板（尺寸：30x20x10）。

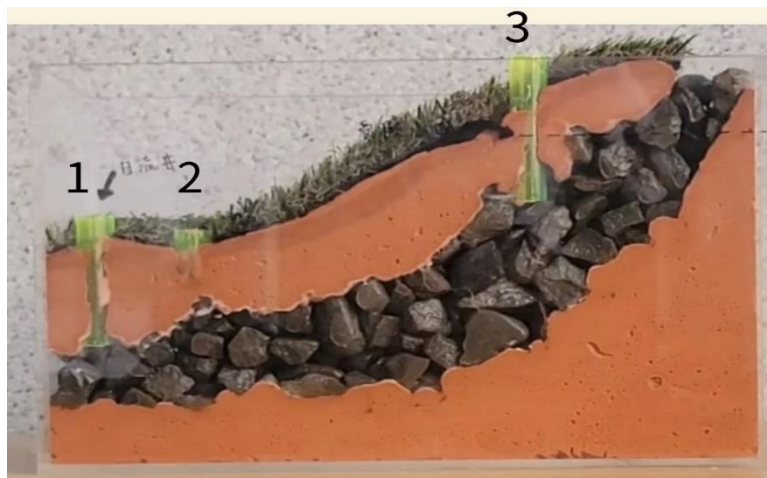


(圖二) 模型設計圖

製作器材：

盒子一：

1. 先把壓克力板拼成一長方體的盒子（上方不要用壓克力板，以便之後實驗操作）。
2. 盒子的最底層，鋪滿一層輕黏土，由左自右逐漸加厚，最後會呈現一個斜坡。
3. 接下來再將石頭慢慢的沿著斜坡放上去。然後再鋪一層輕黏土，使得石頭不會滑動即可。
4. 將吸管分別剪成3段（長度...），將兩個插在下方，吸管1穿過黏土插進石頭之中，吸管2插進黏土但不要穿過，吸管3放在斜坡處（如圖



(圖三) 盒子一示意圖

盒子二：

1. 除了最後插吸管的部分，重複盒子一的步驟即可
2. 將吸管剪成3段（長度相同），然後把三根都分別插在高度不相同的地方，且要穿過黏土碰到石頭，但最後三根吸管的頂端會切齊同一高度（如圖四）。



(圖四) 盒子二示意圖

實驗：

盒子一：

1. 我們欲利用此模型，探討地下水位面與井口高低的關係，對於地下水流動的影響。

把穿到透水層的吸管堵住。

2. 在注水區的地方倒入水，加到一定的高度（即地下水位面）。

將吸管上的東西放開，就會看到高度低於地下水位面的吸管一，會有水湧出；吸管三開口高於地下水位面，水只會同留在吸管裡；而吸管二因沒有穿過輕黏土，不會有任何的水（如圖



(圖五) 盒子一到水後示意圖

盒子二：

我們欲利用此模型，探討水井位置的高低對自流井的影響，以及觀察連通管原理。

直接在注水區倒入水，隨後觀察吸管四、五、六裡面的水面高度，並且持續的加水。最後會發現，三根吸管裡面的水位高度保持一致，而且加水加到最後，三根吸管會同時有水從中流出（如圖六）。



(圖六) 盒子二到水後示意圖

五、結論與生活應用

經過了這次研究，我們對於自流井有更透徹的了解，

1. 自流井的原理是連通管原理，藉由水在不同高度會受不同的壓力，使得水面會維持於同一高度。藉此水不需要人為的動力，就會從井口噴出到地面。
2. 雖然現代人類以不像從前那樣依賴自流井，但自流井是非常重要的水源，是許多生物的生活所需的水來源。透過了解自流井的地質特徵與生態意義，加強我們對於自然資源的保護意識，避免地下水資源快速枯竭。

參考資料

1. 翰林雲端學院：

<https://www.ehanlin.com.tw/app/keyword/高中/地理/自流井.html>

2. 生物地理與自然保育研究室：

<http://biogeo.ntnugeog.org/static/website/html/social/lesson6/Keyword6/自流井.htm>

3. 維基百科：

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%87%AA%E6%B5%81%E4%BA%95>

4. 蘭雅理化地科—103 學年地科 水圈 08：自流井：

<https://www.youtube.com/watch?v=f-XqYUTvNyE>

5. 科學的家庭教師：

https://www.phyworld.idv.tw/EARTH/htm/5-1_POINT.html

6. 甘泉井的前世今生—探討甘泉井的形成機制及觀音地區地下水分布情形

