

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

大專/社會組 科學文章表單

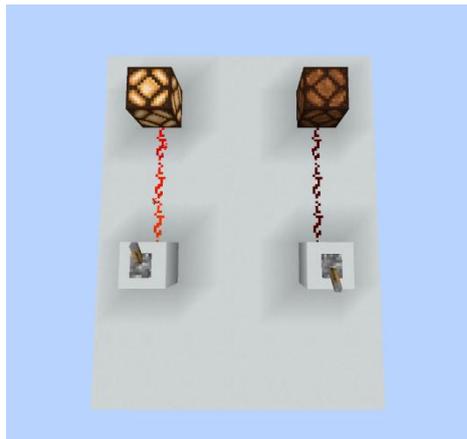
文章題目：用 Minecraft 來理解電燈的雙切開關

摘要：利用 MC 中的紅石電路，來模擬現實的邏輯電路，並且概念上還原家中的電燈開關

文章內容：(限 500 字~1,500 字)

當我還小時候，我對家裡的電燈運作感到困惑。每次我走進家裡，旁邊的電源開關按下去就能打開客廳的燈，但還有一個開關位於家裡的廁所旁邊，也能打開和關掉客廳的燈:[明明通電才能打開燈阿?為什麼兩邊都通電可以關燈呢?] 這個困惑一直伴隨著我長大，我總是想弄清楚裡面的電路構造和運作原理，但我總是不得其門而入。直到現在，我學習到了不少有關邏輯電路的原理。所以，我決定使用 Minecraft，來模擬這個電路的鋪設。在 Minecraft 中，有個叫做”紅石”的物品，他跟我們現實生活中的數位信號差不多，突然我靈光一閃，想到可以通過這個模擬，來解釋雙切開關的原理！希望小時候看到這篇文章的我，能夠理解這個電路的運作原理，並且讓有這個相同疑惑的人，也能在看完這篇文章後獲得解答！

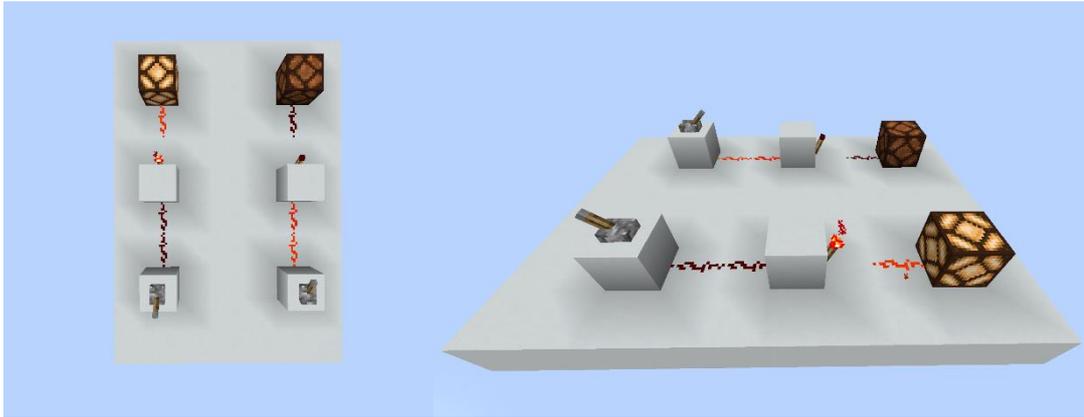
說到雙切開關，必須要先了解數位信號的概念，在數位信號中，只有”邏輯 0”或者”邏輯 1”，不會有其他狀態，不理解？那我換種說法，就像你在 Minecraft 中把控制桿打開，透過連接的紅石粉，讓紅石燈亮起來，這個亮起來的狀態，就被定義為輸出”邏輯 1”，所以反過來說，只要控制桿沒有打開，紅石燈沒有亮起來，就被定義為輸出”邏輯 0”，有了這個概念之後，接下來就可以接觸到邏輯閘了。



圖一、右邊控制桿往下代表開關關起來，就是**邏輯 0** 而左邊則代表開關打開，就是**邏輯 1**。其中連結的紅石粉當作電線，用於傳輸邏輯，紅石燈則當作電燈，用於展現輸出

邏輯閘就是改變開關輸出的工具，像最基本的”NOT 閘”，也被叫做”反閘”，它的功能就如字面上的意思，將你的輸出結果反過來，一樣舉個紅石燈的例子，現在你控制桿還沒按下去，正常來說

該輸出”邏輯 0”，但是，你加了一個反閘，電路反而輸出” 邏輯 1”，而這個反閘，在 Minecraft 中，是怎麼做出來的呢？原理出乎意料的簡單，只要一根紅石火把就能完成，如以下圖所示：



圖二、加入反閘之後，紅石燈的結果
可以看到所有結果都是反向

圖三、側面照

在邏輯閘中，不單單只有反閘，這個邏輯閘，還有剩下三個，分別為：

- AND 閘，又稱為”及閘”，特色為所有輸入都為邏輯 1，才會輸出邏輯 1。
- OR 閘，又稱為”或閘”，特色為只要有輸入為邏輯 1，就會輸出邏輯 1。
- XOR 閘，又稱為”互斥或閘”，特色為只要有單數個輸入為邏輯 1，就會輸出邏輯 1。

還有他們在輸出最後，再加上反閘的反向版本：

- NAND 閘，又稱為”反及閘”
- NOR 閘，又稱為”反或閘”
- XNOR 閘，又稱為”反互斥或閘”

而這邊所有的電路，都能依靠著反閘做出來，而我們重點關心的，便是 XOR 閘，互斥或閘，這個閘能夠把”邏輯 1”的狀態變成”邏輯 0”，它是怎麼在電路上實現的呢？這就需要 AND 閘以及 OR 閘的幫助。

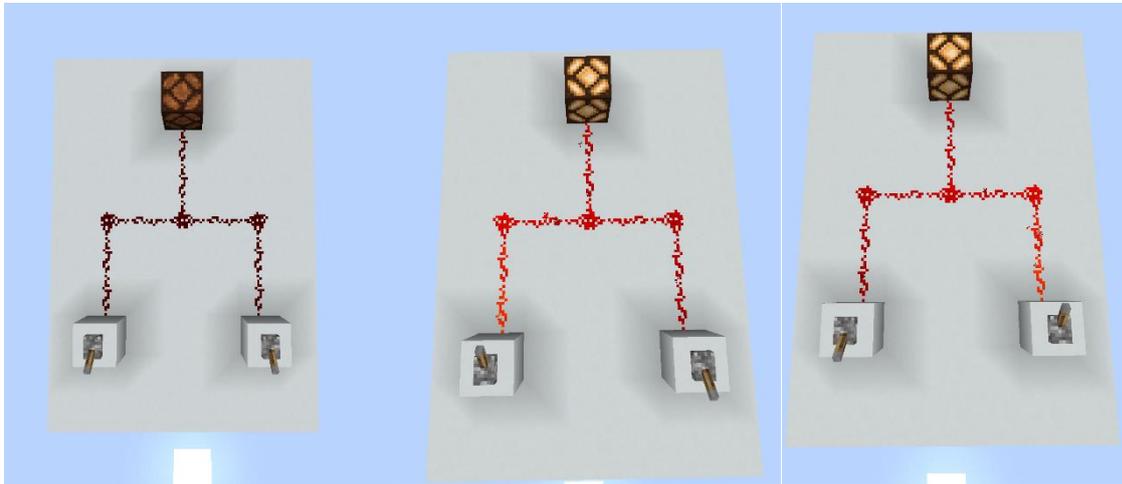
要組成 XOR 閘，我們可以這麼想，當初在家裡按電燈開關的時候，按的第一下，電燈就會打開，再把另一個電燈按下去，而電燈則會熄滅，則我們可以畫成圖來表示這個狀態的改變

開關1	開關2	紅石燈的結果
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

圖四、代表了控制桿的所有可能性，並且加上了互斥或閘

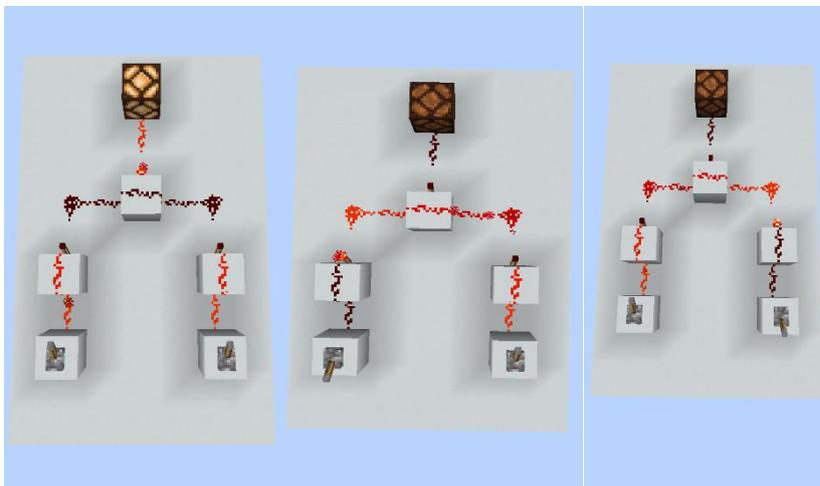
知道是知道了，但感覺這跟 AND 閘以及 OR 閘沒多大關係阿，當初我在學習數位邏輯也有這樣的問題，明明這邊的結果都沒辦法跟 AND 和 OR 閘搭上線，怎麼說他們有關係呢？讓我們接著看下去...

先從 OR 閘說起，作者認為在電路上比較好理解，OR 閘的電路長這樣：



圖四、圖五、圖六、分別代表 OR 閘的各種型態

很簡單，只是用線連結起來就能跟 OR 閘的概念一樣，只要有一個控制桿為“邏輯 1”，輸出就為“邏輯 1”，接下來看 AND 閘，AND 比較複雜一點：



圖七、圖八、圖九、分別代表 AND 閘的各種型態

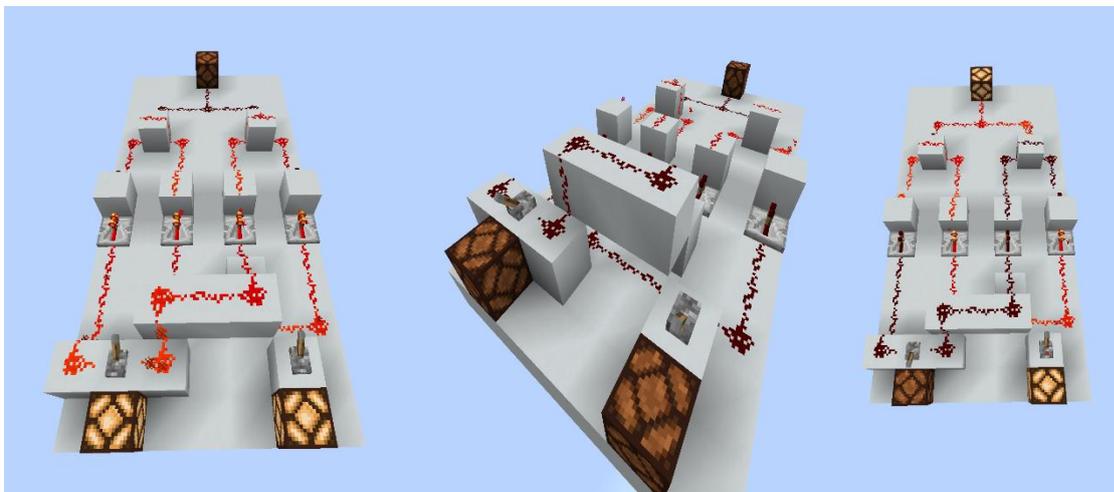
可以看的出來，要所有控制桿都為邏輯 1，才會輸出邏輯 1，而每個紅石火把代表一個 NOT 閘，這個電路用了三根紅石火把，則使用了三個 NOT 閘。

這樣還是看不出來什麼現象阿，到底跟 XOR 閘有什麼關聯？這邊就可以回去看圖四，發現了什麼嗎？它的概念可以用 AND、OR 以及 NOT 閘做成，而主核心概念為 AND 閘。

每個 AND 閘很像一個條件，就像你要買東西，你需要店家有開門，以及你身上有錢，才能買東西，這兩個條件缺一不可。而你買完東西了，準備回家，你可以走大馬路回家，也可以走小

巷子回家，這兩個只要完成一個，就能達到”回家”這個目的，這個概念，就像 OR 閘一樣。

所以我們把他套用進去開關裡面，只要[開關一為邏輯 1、開關一為邏輯 0]“或者”[開關一為邏輯 0、開關一為邏輯 1]就能實現我們的雙切開關，就是 XOR 閘！XOR 的圖如下：



圖十

當兩個開關都被按下時

圖十一

被遮住的電路部分

圖十二

當只有一個開關被按下時

這樣簡單的電路，就能完成一個雙切開關了，但在遊戲中，還只是理論而已，現實中的雙切開關比這更複雜，若仍然有興趣的話，請參考”參考資料”內的影片。

參考資料

1. http://content.saihs.edu.tw/chapter_hm/chapter3/3c/c_05.htm
2. <https://www.youtube.com/watch?v=GjTOviw3Y7c> 作者為”宅水電” 並非本人親自製作

註：

1. 未使用本競賽官網提供「科學文章表單」格式投稿，**將不予審查**。

2. 字數沒按照本競賽官網規定之限 500 字~1,500 字，**將不予審查**。

PS.摘要、參考資料與圖表說明文字不計入。

3. 建議格式如下：

- 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
- 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的所有文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
- 字體行距，以固定行高 20 點為原則
- 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖