

市立陽明高中107學年度科展 作品說明書

作品名稱：「粉」厲害

科別：生活與應用科學科

關鍵詞：粉筆、粉筆灰

目錄

壹、摘要

一、研究動機

二、研究背景

(一)環境—空氣污染

1. 污染物

(1) 粒狀污染物來源及種類

(2) 粒狀污染物的排放標準

2. 導火線

(1) 造成污染的原因

(2) 分析過程

(3) 有待改善的方向

(二) 乾淨能源例子

1. 範例一 冰島

(1) 國家背景

(2) 特色

(3) 相關政策

2. 範例二

(1) 國家背景

(2) 特色

(3) 相關政策

三、研究目的

(一) 探討風的流動對粉成的影響

(二)研究要如何漸少粉塵的散佈

(三)藉由實驗設計出相應的裝置

貳、文獻探討

一、粉筆

(一)成分

(二)相關新聞

(三)所造成的影響

(四)疾病

二、空氣的流動

(一)流動方向

(二)空氣流動強度

(三)空氣溫度

三、粒狀污染物的控制

(一)粒狀污染物的觀測

(二) 粒狀污染物的控制設備及控制系統

四、 相關研究

參、實驗方法

肆、研究方法

伍、研究結果

陸、討論

柒、資料出處

壹、摘要

一、研究動機

粉筆灰是一種會危害健康的東西，我們這組的目標就是要研究粉筆灰飄散的軌跡並想辦法減少它的落塵。粉筆灰是我們每天上課都會碰到的東西，尤其在書寫的過程，對於老師而言更危險，在50分鐘的一節課裡，就要在黑板上擦寫數次，也使得多多少少會吸入一些粉塵，下課時往往身上也會有一層的粉筆灰，加上持續10、20年的工作，常造成肺、呼吸道、眼睛以及皮膚的病變。空氣中的粉塵一直都是受大眾關注的話題，從pm2.5的微粒到平常寫黑板的粉筆灰，都會造成身體上的負擔，為了有效防止相關疾病的發生，我們想探討利用風扇使粉塵在空氣中擴散降到最低，也希望藉此能讓其對人體的傷害大幅縮小。

二、研究背景

(一)環境—空氣污染

空氣污染來源定義分為固定污染源與移動污染源，固定污染源指無法改變位置之污染源例如工廠，而移動污染源則像是汽機車等可移動排放之污染源。

1.污染物

(1)粒狀污染物來源及種類

空氣中之固態微粒可分成為自然產生與人為產生：

1.自然產生:火山爆發噴出的火山灰、森林大火產生的煙霧、外太空隕石飛入大氣產生宇宙塵、土壤侵蝕產生的顆粒以及生物性微粒(如：細菌、花粉、孢子等)經常存於大氣中，濃度隨地區與季節而由所變動。

2.人為產生:都會區粒狀污染物的來源，以交通運輸所佔比例最大，其成分主要為碳氫化物、氮氧化物及含鉛化合物等，因交通工具具有移動的特性，又稱為移動性污染源。

3.土木工程:包括水泥、砂石等，由於工業污染源及生活污染源不具移動特性，因此也稱固定污染源。

這些所排放的污染物受到地形及氣候的影響，具有區域性並且呈現梯度分布的現象，粒狀污染物形態觀察與成分鑑定氧、燻煙、酸雨等，這些細小的固態顆粒及液滴組成的懸浮微粒，通稱為氣膠（aerosol）。

(2)粒狀污染物的排放標準

依環保署發佈的『固定污染源空氣污染物排放標準』，同時管制粒狀污染物的排放濃度及不透光率。新污染源排放管道適用標準 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；既存污染源及燃燒以外過程適用標準為 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

2.導火線

(1)造成污染的原因

台灣的空氣汙染，主要分作由境內產生（如工廠及發電廠）及境外移入（如中國大陸空氣南飄）兩種。其中PM2.5汙染有66%出自國內。而台灣的地形也是惡化台灣空氣汙染的重要因素。

(2)分析過程

中國北方飄入的空氣汙染：

秋冬時，中國冬天燃煤取暖、工廠排放、汽車等空污加上東北季風，而飄來台灣。

沙塵暴：

每年4到5月時，中國北方常有沙塵暴的影響，也間接造成台灣空氣汙染。

台灣海峽船隻：

來往台灣海峽的船隻多是使用燃燒污染性比較高的原料，常造成西部城市的空氣汙染。

境內汙染：

火力發電廠、六輕、工廠、汽機車排放等。

(3)有待改善的方向

(一)工業污染源改善

加強電力設施管制：

加嚴電力業排放標準、訂定季節性差別空污費費率、推動使用低污清潔燃料、老舊高污染發電機組除役、天然氣機組裝設空氣污染防制設備、提升發電機組空污防制效率、空氣品質不良季節配合降載。

鍋爐管制：

推動6,000座中小型商用及工業鍋爐改用較乾淨燃料及加嚴排放標準；推動能資源整合，減少鍋爐使用等。

(二)移動污染源改善

改善柴油大貨車污染排放：

提供補助，鼓勵淘汰、劃設空氣品質加強，禁止或限制使用製造污染的物質、推動企業採用環保車隊、加強路邊攔檢、商港限制老舊車輛通行、汰舊換電動車等。

淘汰傳統機車：

以逐年遞減補助金額方式鼓勵加速淘汰傳統式機車，減少廢氣排放，改用電能帶動機車。

其他：

推動港區污染減量、多搭乘公共運輸、多用腳踏車或步行等方式代替汽、機車。

(二)乾淨能源例子



(1)冰島的獨特地質使其擁有可再生能源:地熱。

(2)由地殼抽取的天然熱能，這種能量來自地球內部的熔岩，並以熱力形式存在，是引致火山爆發及地震的能量。

(3)20世紀，政府創辦國家電力管理局，以提升人們對地熱資源的認識，促進冰島地熱資源的開發利用。1967年，更名為國家能源管理局。該機構卓有成效，使經濟上允許全國多個地區利用地熱供暖。



2. 芬蘭

(1)芬蘭是北歐國家，陸地上與瑞典、挪威和俄羅斯接壤，西南面被波羅的海環繞，東南部為芬蘭灣，西面則為波的尼亞灣。芬蘭是世界高度的已開發國家和福利國家。

(2)境內冰河地形顯著，因古代冰河侵蝕而形成的冰蝕湖多達十幾萬個，有”千湖之國”的美譽。芬蘭也是歐洲最大的湖區，湖泊之間有運河相通，成為運送木材重要的交通網。地形起伏不大，北部地勢略高於南部。

(3)芬蘭是世界上使用熱電聯產CHP的領先的國家之一。意思為同一家電廠生產的電能用來提供給當地電網，生產的熱能則用於房屋供暖和工業流程。這種系統被稱為區域供熱，把在發電過程中產生的熱能很好地利用了起來。（熱電聯產：利用熱機或發電站同時產生電力和有用的熱）。

可再生的能源資源占到芬蘭使用的總能源的四分之一。這一比例在國際上也是非常高的。這類可再生資源的大部分是以紙漿和造紙工業的剩餘物為原料生產的，比如生物沉澱物和木屑。在芬蘭使用的50%的木頭都是被用來燃燒後用來製造能源的。

三、研究目的

- (一)探討風的流動對粉成的影響**
- (二)研究要如何漸少粉塵的散佈**
- (三)藉由實驗提出相應的解決辦法**

四、研究問題

- (一)無風的情況下，粉筆的分布**
- (二)天花板電風扇使用下，粉筆的分布**
- (三)兩支電風扇反向吹的清況向，粉筆的分布**
- (四)兩支電風扇對吹的情況下，粉筆的分布**

貳、文獻探討

一、粉筆

(一)成分

粉筆一種是石膏硫酸鈣 (CaSO_4)

環保粉筆多採用碳酸鈣 (CaCO_3)

(二)相關新聞



板擦粉筆灰害失明 他當按摩師摸索世界

39歲視障按摩師施金順，每天熟練地從彰化縣大村火車站搭火車到台中，再轉搭公車到台中市大里區按摩店工作，還能煮飯菜給父母吃，在前往醫院就診時，醫院志工阿姨發現，施金順並非先天失明，而是25年前疑似與同學嬉鬧時被板擦打中，大量粉筆灰跑進眼睛、他用水沖洗卻劇痛莫名，加上延誤就醫等狀況，造成十多年來視力逐步退化，而被醫師宣告全盲。



揮別粉筆灰 育英國小變身智慧環保學校

育英國小老師、學生有福了，上課再也不用忍受粉筆灰！彰化縣育英國小為了保護師生健康，透過補助，將全校所有教室全面更換「環保黑板」跟「環保水擦粉筆」，書寫後只要用專用板擦沾水就可輕易擦拭乾淨，無灰無毒；各年級也增設電子白板觸控智慧教學配備，搭配電子書，讓師生學習邁向高科技。

(三)所造成的影響

對呼吸系統的危害:

粉塵進入肺的途徑是通過上呼吸道包括：鼻、咽、支氣管，在此過程中，部分粉塵會停留於上呼吸道，對黏膜上皮細胞產生機械刺激和損壞，長期在這種環境下工作，會引起許多病變，其中對鼻的影響最常見的是造成乾燥性鼻炎，其次是肥厚性鼻炎，對咽的影響主要是造成慢性咽炎，對支氣管的影響主要是造成慢性支氣管炎、有時還會引發哮喘、另外還有可能引起鼻咽、支氣管等部分的癌變。

對肺的危害:

粉塵對教師身體的危害，以肺最為常見。在授課過程中，粉筆塵很容易被吸入肺以後，多數被吸入進肺泡內，經過一系列的刺激，化學和免疫的作用便可造成肺部損失，包括：呼吸系統炎症和肺通氣功能下降，常見的肺部疾病，有急慢性肺炎、肺癌、塵肺病等。

對眼睛的危害:

眼睛是人體器官中最精密、最易受損的器官之一，粉筆粉塵有部分溶於水產生鹼性物質，在寫黑板中，粉筆粉塵落入眼中，產生的鹼性物質會嚴重刺激眼部粘膜，造成粘膜損傷，形成慢性炎症，還可能誘發近視的產生。

對皮膚的危害:

教師在教學過程中，粉筆粉塵不可避免地會沾在手上，同時漂浮於空氣中的顆粒粉塵也會落在教師頭髮、臉上和脖子上，對皮膚膜有刺激作用。如果暑天遇汗水解，產生鹼性物質，對皮膚粘膜的刺激就更大，因為人體皮膚所生存的環境為弱酸性環境。這樣在粉塵鹼性作用下破壞了皮膚的基本生存環境，粉筆粉塵使皮膚變得乾燥、粗糙，並伴有搔癢感覺，使人體不適，嚴重者會引起粉刺、毛囊炎、膿皮病、皮膚皸裂和大量毛髮脫落，影響和干擾了教師正常工作和生活。

對耳的危害:

粉筆粉塵進入外耳道，混在皮脂中，可形成耳垢栓塞，若長期如此，會引起耳部炎症的發生。

目前市面粉筆的成份之中，除金屬元素鉛、錳、鋇等含量偏低外，金屬鎘的含量偏高，鎘被人體吸入後，主要儲存在肝、腎、骨組織中，對這些組織損害明顯，長期接觸鎘化物引起的主要病變是肺氣腫和腎臟損害，病情呈進行性發展，早期表現無力、消瘦、頭暈、失眠多夢、食慾減退及神經衰弱癥狀，並有鼻出血、慢性咽炎、鼻粘膜萎縮和潰瘍等現象。肺氣腫緩慢進展，病人有進行性呼吸困難，活動加重，伴有心悸。鎘同時也是最易導致癌症的金屬元素之一。

參、實驗方法

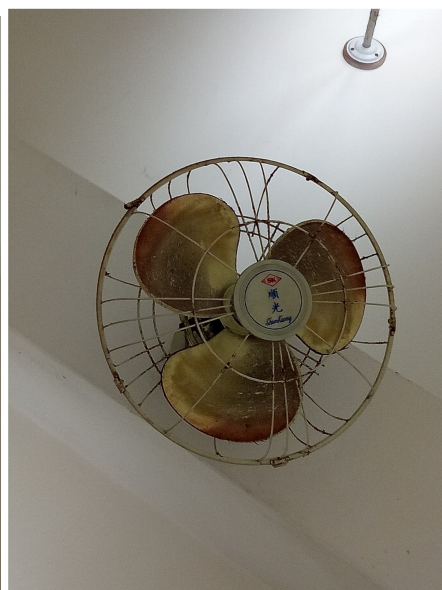
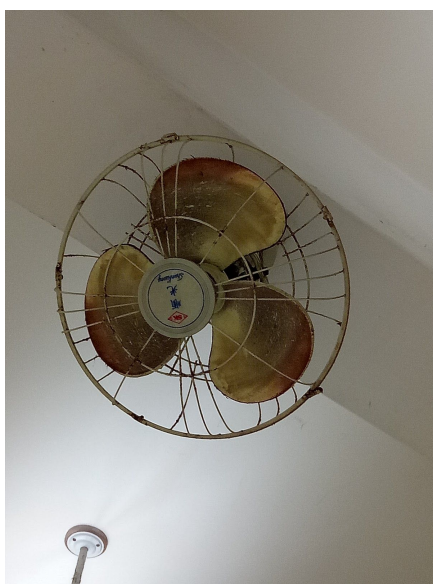
粉塵汙染控制與設計

器材名稱、實驗大綱

器材名稱	實驗大綱
電風扇*2（地上）	放置於黑板兩側，觀察粉筆灰在電風扇相向或反向，其能夠散佈到的距離。
電風扇*2（天花板）	固定於天花板，模擬在教室有風或無風時，粉筆灰能夠散佈到的距離。
粉筆	用粉筆寫字，模擬平常老師在講台上寫黑板。
黑板	寫字用，模擬老師寫字時的情況。
板擦（乾淨的）*N	用乾淨的板擦，降低實驗可能造成的誤差
黑紙	搜集飄散的粉筆灰，採集實驗所需要的數據。（選擇黑色是因為方便觀察）
集灰盒	將搜集的粉筆灰盒裝，觀察在不同的環境下，對粉筆灰造成的影響。
電子秤	秤粉筆灰的重量，觀察不同情況中所收集的重量
刷子	收集粉塵的重量



電風扇*2



電風扇*2 (天花板)



電子秤*1



黑紙



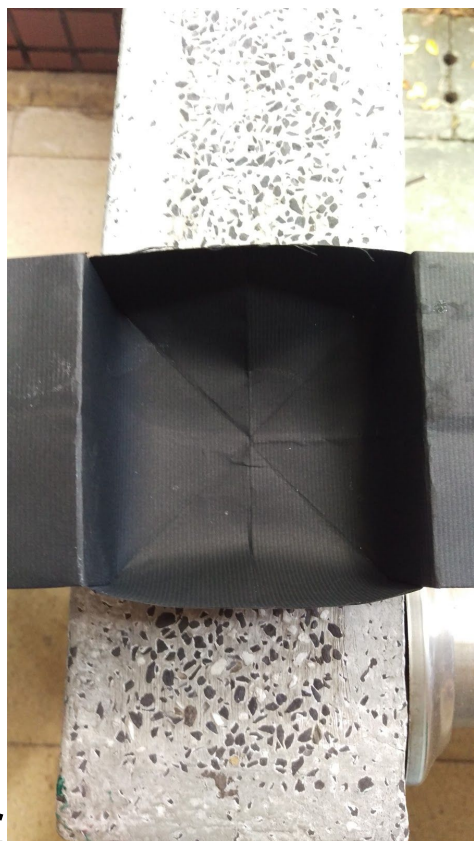
粉筆



板擦



刷子



集灰盒

肆、研究方法

實驗大綱:

在以下四種情況下，觀察在不同的變因(環境)下，粉筆灰飄散的情形及分布，蒐集實驗數據，找出粉筆灰與空氣流動的相關性，設計出相應的裝置，降低粉塵造成的威脅。

一.在沒開任何電風扇時的情況

二.在打開天花板電風扇時的情況

三. 在黑板兩側加上電風扇反向吹的情況

四.在黑板兩側加上電風扇對吹的情況

在沒開任何電風扇時的情況

(一)說明:

關閉電風扇，在空間處於無風的狀態(自然情況)下，然後書寫黑板，再擦拭黑板，蒐集散落在桌上的粉筆灰。

(二)操作變因:

風向(天花板): ☐有/ ☒無 風向(黑板兩側): ☐對吹/ ☐反向

(三)實驗步驟：

1.在第一排和講桌上各自貼上黑紙，貼完之後，請同一個人模擬老師書寫黑板，書寫完，再將其擦掉，為了增加實驗數據，以利測量觀察，重複三次同樣的步驟。

2.蒐集散佈在桌上的粉筆灰，並裝盒。

3.使用電子秤(已歸零)，秤量盒中粉筆的重量

4.得到實驗數據

在打開天花板電風扇時的情況

(一)說明:

開啟天花板電風扇，使空間空氣流動向下，然後書寫黑板，再擦拭黑板，蒐集散落在桌上的粉筆灰。

(二)操作變因

風向(天花板): ☒有/☐無 風向(黑板兩側): ☐對吹/☐反向

(三)實驗步驟：

- 1.在第一排和講桌上各自貼上黑紙，貼完之後，請同一個人模擬老師書寫黑板，書寫完，再將其擦掉，為了增加實驗數據，以利測量觀察，重複三次同樣的步驟。
- 2.蒐集散佈在桌上的粉筆灰，並裝盒。
- 3.使用電子秤(已歸零)，秤量盒中粉筆的重量
- 4.得到實驗數據

在黑板兩側加上電風扇反向吹的情況

(一)說明:

開啟兩側電風扇，並反向吹，然後書寫黑板，再擦拭黑板，蒐集散落在桌上的粉筆灰。

(二)操作變因:

風向(天花板): ☐有/☐無 風向(黑板兩側): ☐對吹/☒反向

(三)實驗步驟：

- 1.在第一排和講桌上各自貼上黑紙，貼完之後，請同一個人模擬老師書寫黑板，書寫完，再將其擦掉，為了增加實驗數據，以利測量觀察，重複三次同樣的步驟。
- 2.蒐集散佈在桌上的粉筆灰，並裝盒。
- 3.使用電子秤(已歸零)，秤量盒中粉筆的重量
- 4.得到實驗數據

在黑板兩側加上電風扇對吹的情況

(一)說明:

開啟兩側電風扇，並對吹，然後書寫黑板，再擦拭黑板，蒐集散落在桌上的粉筆灰。

(二)操作變因:

風向(天花板): ☐有/☐無 風向(黑板兩側): ☒對吹/☐反向

(三)實驗步驟：

- 1.在第一排和講桌上各自貼上黑紙，貼完之後，請同一個人模擬老師書寫黑板，書寫完，再將其擦掉，為了增加實驗數據，以利測量觀察，重複三次同樣的步驟。
- 2.蒐集散佈在桌上的粉筆灰，並裝盒。
- 3.使用電子秤(已歸零)，秤量盒中粉筆的重量
- 4.得到實驗數據

伍、研究結果



一開始實驗，原本是要以多根掃把連結，做成長棍，並在長棍上，平均距離，黏置五個各裝有0.5公克粉筆灰的相同黑色紙盒，將其放置黑板上方，旋轉倒下粉筆灰，作為一個穩定倒粉筆灰的器具。但後來在實驗過程中，發現無法輕易將粉筆灰揚起，即使把粉筆灰重量減小，仍然只會垂直的掉落在地板。

後來想到老師平時擦黑板時，總會揚起陣陣的粉塵，於是決定模擬老師書寫黑板，擦拭黑板的情況已達成實驗效果。

一.在沒開任何電風扇時的情況:



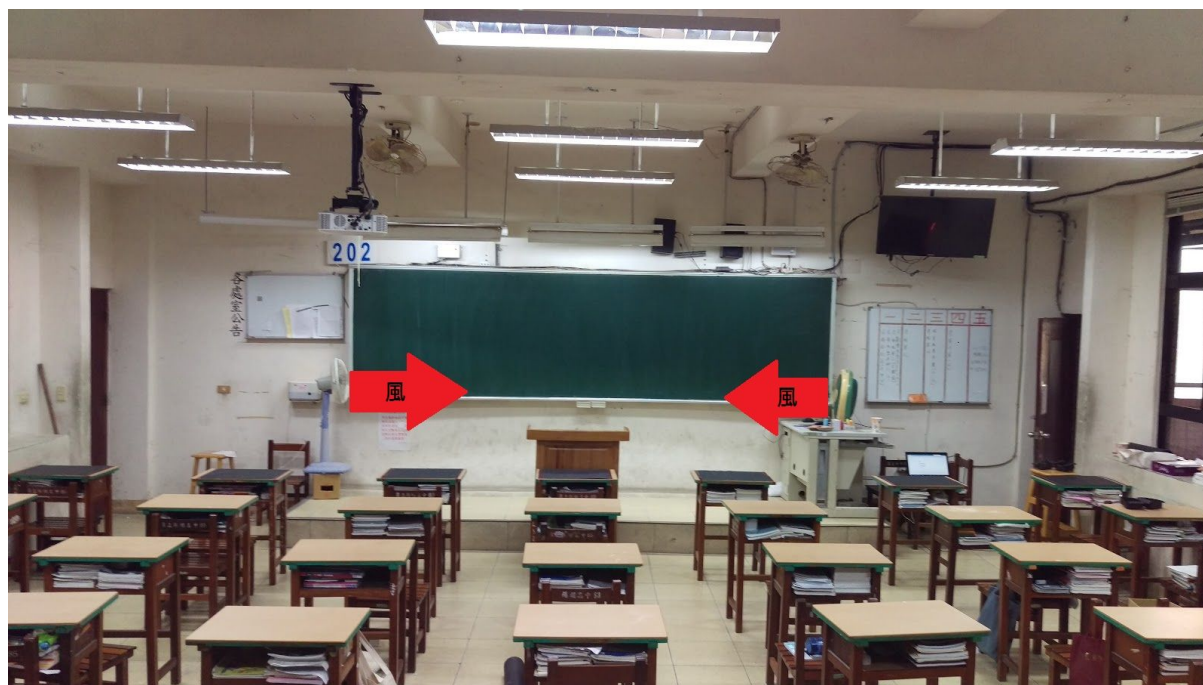
二.在打開天花板電風扇時的情況:



三. 在黑板兩側加上電風扇反向吹的情況:



四. 在黑板兩側加上電風扇對吹的情況:



五.實驗數據

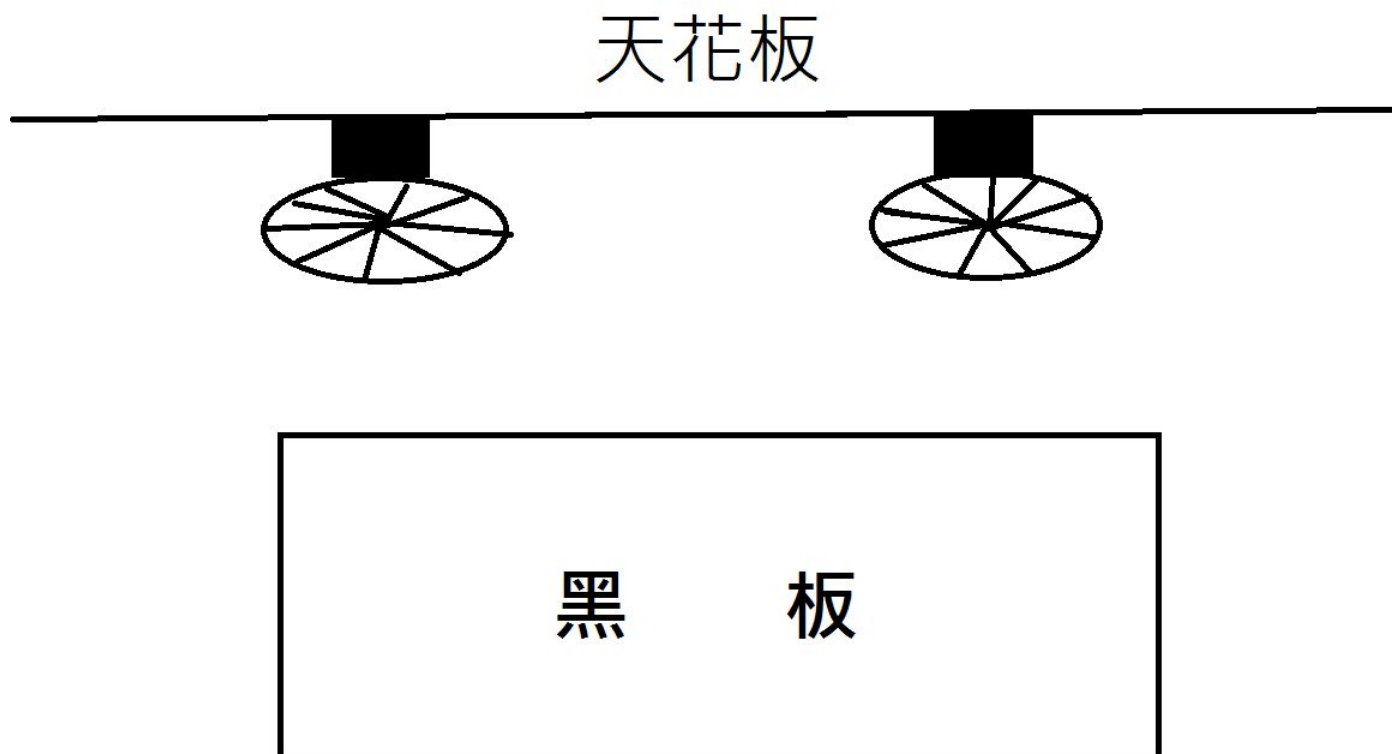
情況	板溝粉筆灰	桌面收集粉筆灰
天花板風扇關閉	1.92(g) (最多)	0.04(g)
天花板風扇打開	1.85(g)	0.03(g)
反向吹	1.65(g)	0.02(g) (最少)
對吹	1.60(g) (最少)	0.09(g) (最多)



陸、討論

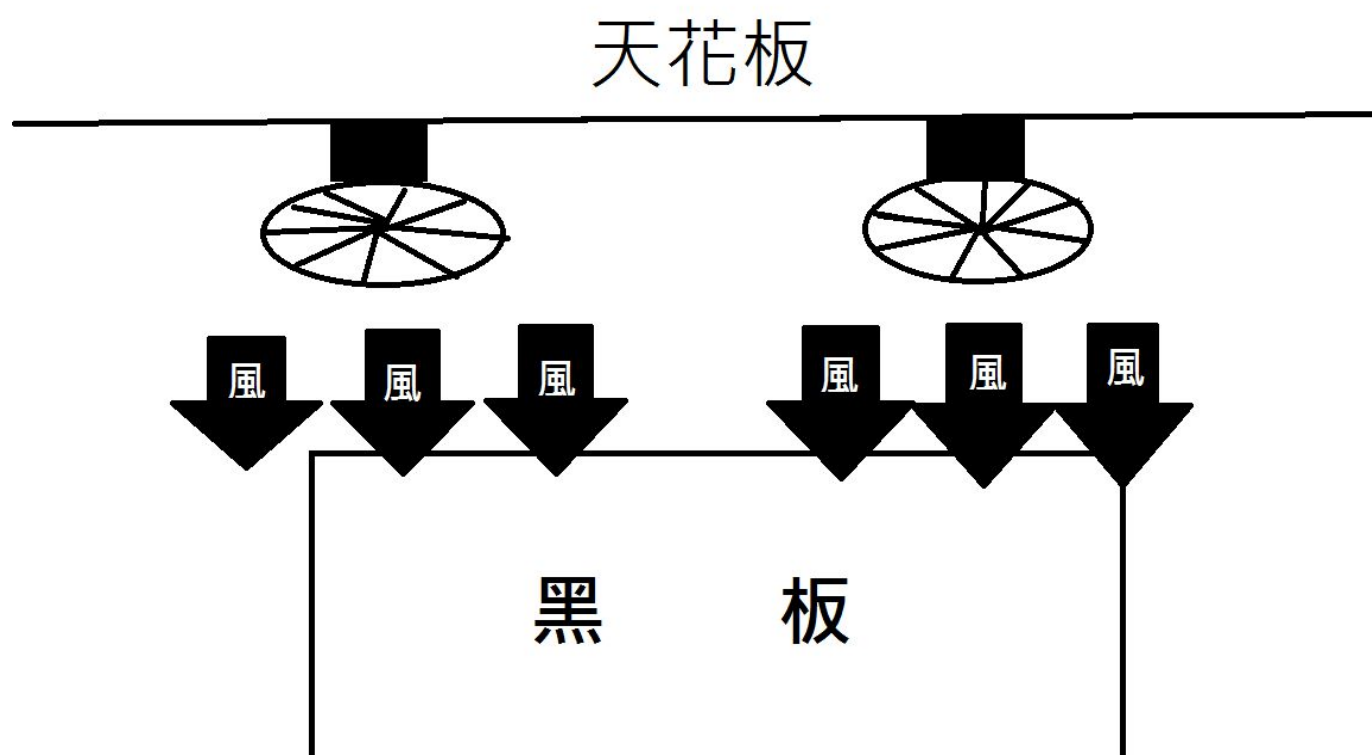
一. 在天花板風扇關閉狀態下粉筆灰的分部情形:

因為當時沒有風的影響，使粉筆灰不容易飄散，所以粉筆灰都集中在中間幾張桌子上，而板溝的的粉筆灰也是最多的。



二. 在天花板風扇打開狀態下粉筆灰的分部情形:

因為當時有了風的影響，使粉筆灰比較容易飄散，所以粉筆灰平均分配在各個張桌子上，板溝的粉筆灰稍多了一些。



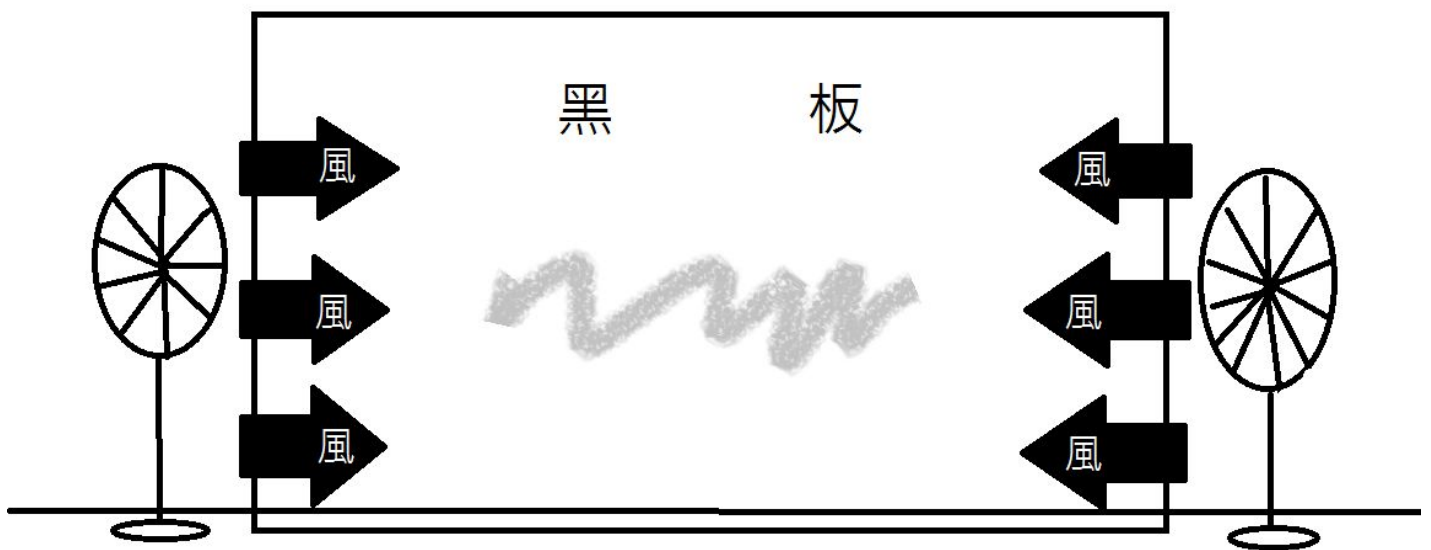
三. 黑板兩側電風扇反向吹狀態下粉筆灰的分佈情形:

反向的風把粉筆灰帶離了黑板附近，使粉筆灰不容易集中，而是向外吹散，使影響老師以及同學的粉成量變少。



四. 黑板兩側電風扇對吹的狀態下粉筆灰的分部情形:

對吹的風把粉筆灰集中在中間，使兩側的桌子粉筆灰量變少，但大多數的粉筆灰都集中在中間。



五. 風對粉筆灰的影響狀況

當電風扇反向吹時，掉落在桌子上的粉筆灰是最少的，因此我們可以在每間教室的黑板兩側加裝電風扇，可以有效地降低老師以及學生吸到粉筆灰的量，使我們的健康不會受到更多的危害。

柒、資料出處

芬蘭環境保護:

<https://finland.fi/zh/shenghuoyushehui/fenlandehuanjingbaohu/>

芬蘭:

<https://zh.m.wikipedia.org/wiki/%E8%8A%AC%E8%98%AD>

冰島環境保護:

<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E5%86%B0%E5%B2%9B>

粉筆:

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B2%89%E7%AD%86>

粉筆的影響:

<https://www.femh.org.tw/epaperadmin/viewarticle.aspx?ID=5645>

控器汙染:

<http://trad.cn.rfi.fr/%E7%94%9F%E6%85%8B/20180502-%E5%85%A8%E7%90%83%E6%AF%8F%E5%B9%B4700%E8%90%AC%E4%BA%BA%E6%AD%BB%E6%96%BC%E7%A9%BA%E6%B0%A3%E6%B1%A1%E6%9F%93>

揮別粉筆灰 育英國小變身智慧環保學校:

<http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/1645098>

板擦粉筆灰害失明 他當按摩師摸索世界:

<http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2224489>