

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

物理科

科別：物理科

組別：國小組

作品名稱：風的曲線

—阻礙物與氣體流動力量形態變化的探討

關鍵詞：氣體繞流、風力聚流、風力分布

編號：080104

學校名稱：

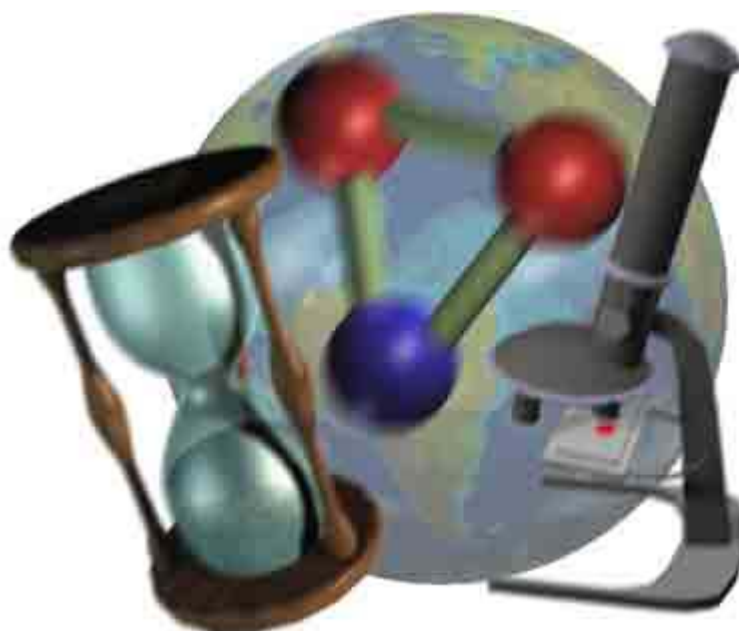
台北縣新莊市丹鳳國民小學

作者姓名：

許心柔、簡百辰

指導老師：

林俊成、簡樹文



摘要

氣體流過阻礙物，風力的聚散必然不一樣，本研究透過自己設計的儀器，測量風力大小的變化，連點成線而描繪出氣體繞行阻擋物時，流動力量的分布形態。

壹、研究動機

我們上第 10 冊第七單元的自然課時，老師說：「空氣的流動會形成風，而風有時會被物體擋住，例如：山，就會形成迎風面和背風面……」老師的這段話引起了我的疑問：當風遇到阻礙物時，風是怎麼繞行的呢？風再繞行阻礙物時風力的大小以什麼形態分布呢？當阻礙物不同時，風力的聚散分布情形是否也不同呢？還有什麼儀器可以做風力精準的測量呢？為了解答心中的疑問，所以我就和同學在老師的指導下做了這項探討。

貳、研究目的

- (一) 能創造可以測量小面積（半徑小於 1cm）且風向固定的風力儀器。
- (二) 能繪出風經過不同阻擋物時的風力分布形態圖。
- (三) 能以風力分布形態圖解釋日常生活的某些現象。

參、研究問題

- (四) 能用白煙、燭火或色線表示出氣體流經阻礙物時的風力分布情形嗎？
- (五) 能做出測量小面積（半徑小於 1cm）內的風力儀器嗎？
- (六) 氣體流經迎風面不同的阻礙物時，風力的分布情形也不同嗎？
- (七) 氣體流經不同的柱體時，風力分布的情形是否也不同？
- (八) 兩圓柱體的排列距離不同時，風力分布的情形是否也不同？

肆、研究設備及器材

小型風扇、自製混合風洞、釣魚用浮標、硬紙板、透明塑膠管、熱熔槍、保力龍板、不同顏色的珠針、橘色絲線、線香、壓克力管、蠟燭、計時器、原子筆套、四輪車

伍、研究過程或方法

問題（一）能用白煙、燭火或色線表示出氣體流經阻礙物時的風力分布情形嗎？

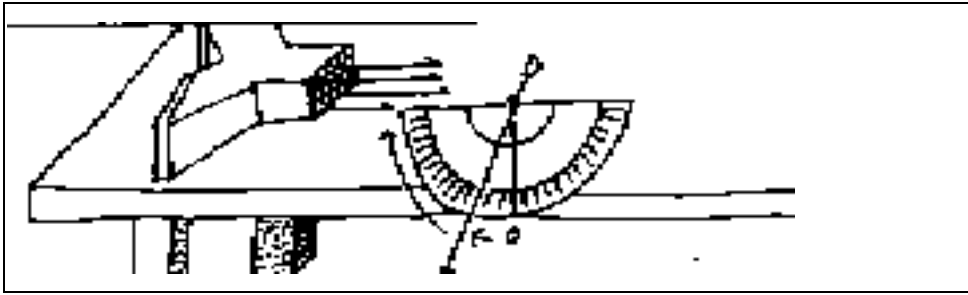
研究方法：我們在阻擋物之前燃燒線香，觀察線香白煙在電扇吹拂下繚繞的情形。或在阻擋物之前放置色線觀察色線在電扇的吹拂下的飄盪情形。

結果：我們發現白煙再電扇的吹襲下一下子就散掉了，燭火在風中一下子就熄掉了，根本無法看出風力的分布情形，而色線在風的吹拂中，漂盪不已搖動得很厲害，也不容易確定風力的分布情形。

問題（二）能做出測量小面積（半徑小於 1cm）內的風力儀器嗎？

【第一代測量風力儀器 — 天平風力儀】

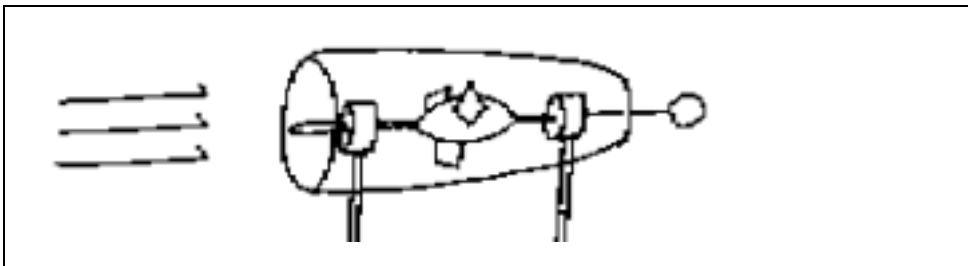
設計構想：用翹翹板的原理，當風吹到受力盤時，指針即會移動，從指針位置觀測風力大小。如圖（一）



試用結果：指針會搖晃不定，而且幾乎每個位置的風力，最後都會使指針達到最高值，所以無法測出風力大小，是不適用的儀器。

【第二代測量風力儀器 — 扇葉風力儀】

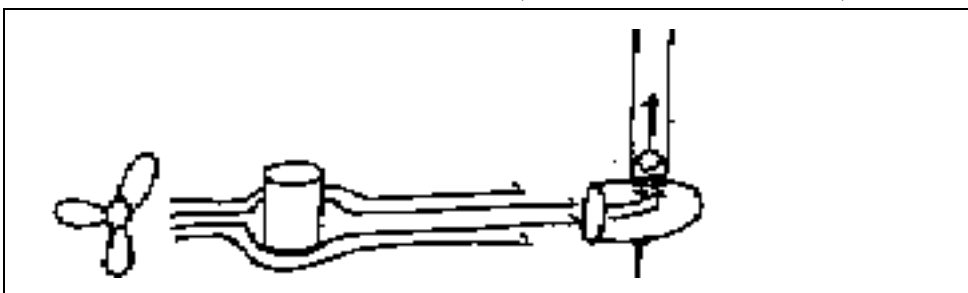
設計構想：利用風歷史扇葉轉動，數轉動的次數來測定風力的大小，如圖（二）



試用結果：扇葉轉動的速度太快，根本無法計數且面積超過我們需要的大小，我們曾試著縮減入風口直徑成 1CM，但此時扇葉轉動極為緩慢甚至中途會停止不動，因此也不是理想的測量風力儀器。

【第三代測量風力儀器 — 管狀保力龍球風力儀】

設計構想：當風吹入管中，會使管中重量很輕的保力龍球快速漂浮起來，但當我們控制出風口面積為一個原子筆心粗細時，保力龍球就能平穩的漂浮上來，觀看漂浮到某一高度所需的時間，即可判斷風力的大小，如圖（三）



試用結果：因為保力龍球很輕，只需要有微小的風吹入管內，保力龍球就能立即漂浮上升，所以靈敏度很高，而且管子的入風口半徑小於 1 公分，因此可以測量到固定的小面積的風力，另外的優點是管口可以隨時調整成任何角度，對於風的方向可以很明確的顯示出來。因此我們認為是很適用的風力測量儀器。我們就以此風力儀做為本研究的測量儀器。

問題（三）氣體流經迎風面不同的阻礙物時，風力的分布情形也不同嗎？

研究方法：（1）我們以同樣寬度的厚紙板做成下列不同形式的迎風面紙板：平面式——、凸面式 、凹面式 、尖圓凸式 、尖角凸式 。

（2）在阻擋物的前方、側方、後方等各個位置點測量風力，風力的大小判斷，時間越短表示風力越強，反之時間越長表示風力越弱。在測量點表示出時間及方向。

（3）以線段的顏色表示風力的強弱（橘色表示小於 2 秒，綠色表示 2 至 3 秒，淺藍色表示 3 至 4 秒，粉紅色表示 4 至 5 秒，紅色表示 5 至 6 秒，深藍色表示 6 至 8 秒，黃色表示 8 秒以上。）以箭頭表示風向。

（4）在同一水平的各測量點中，將風力最強各點以有顏色的珠針標識出來，將各珠針連線即可表示風力分布型態的代表線。

結果：1.各種造型的風力分布情形如表（一）→表（五）。

2.在阻擋物之前以正中間的風道最慢，往外則越來越快，在阻擋物邊緣的風道最快，再往外則又變慢，形成如下圖（四）所示的樣式：



3.五種造型的阻擋物互相比較他們最快的風道，以尖角凸式造型  的風速最快。

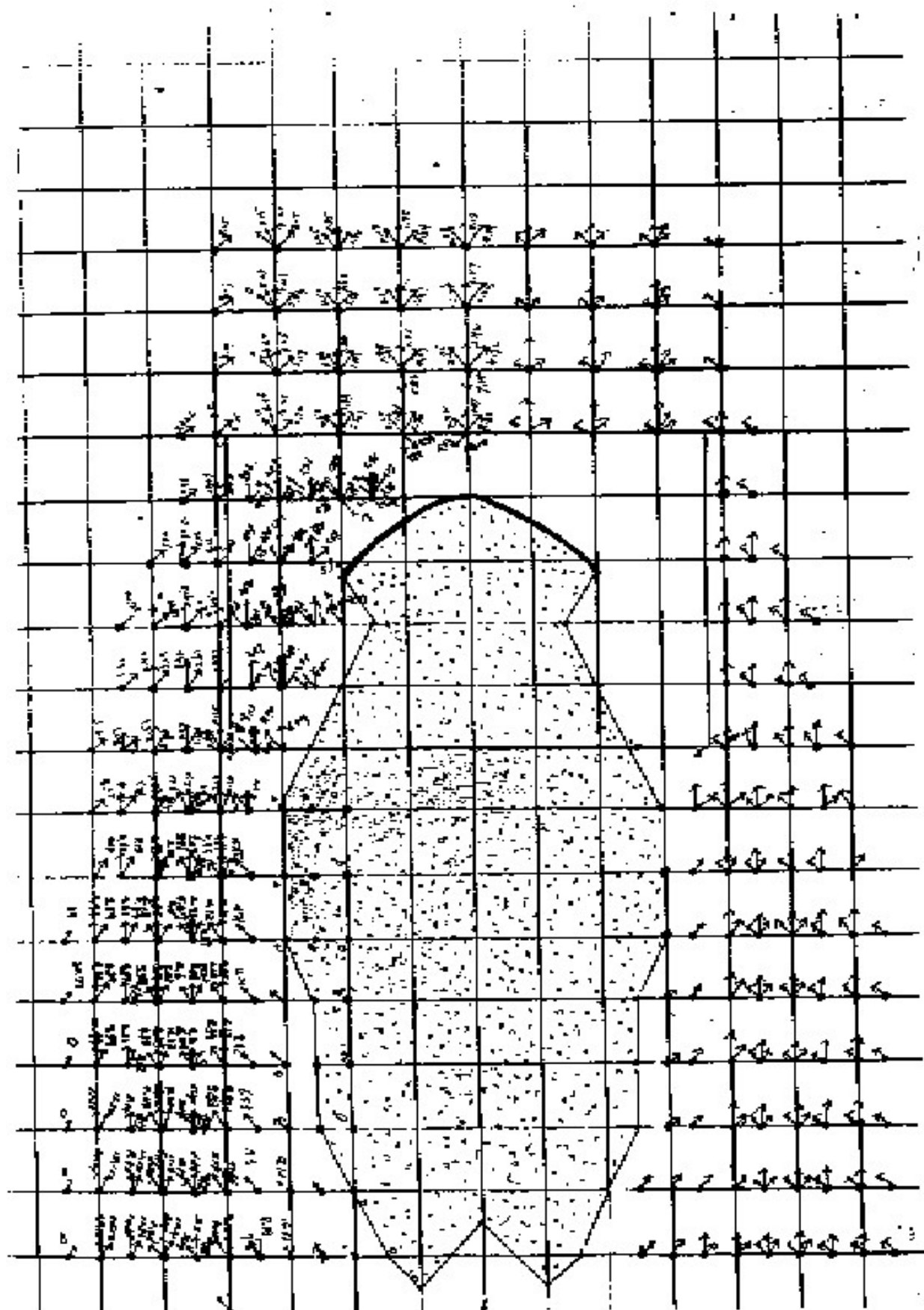
4.五種造型的阻擋物互相比較他們最慢的中央風道，發現以  形狀的風速最慢。

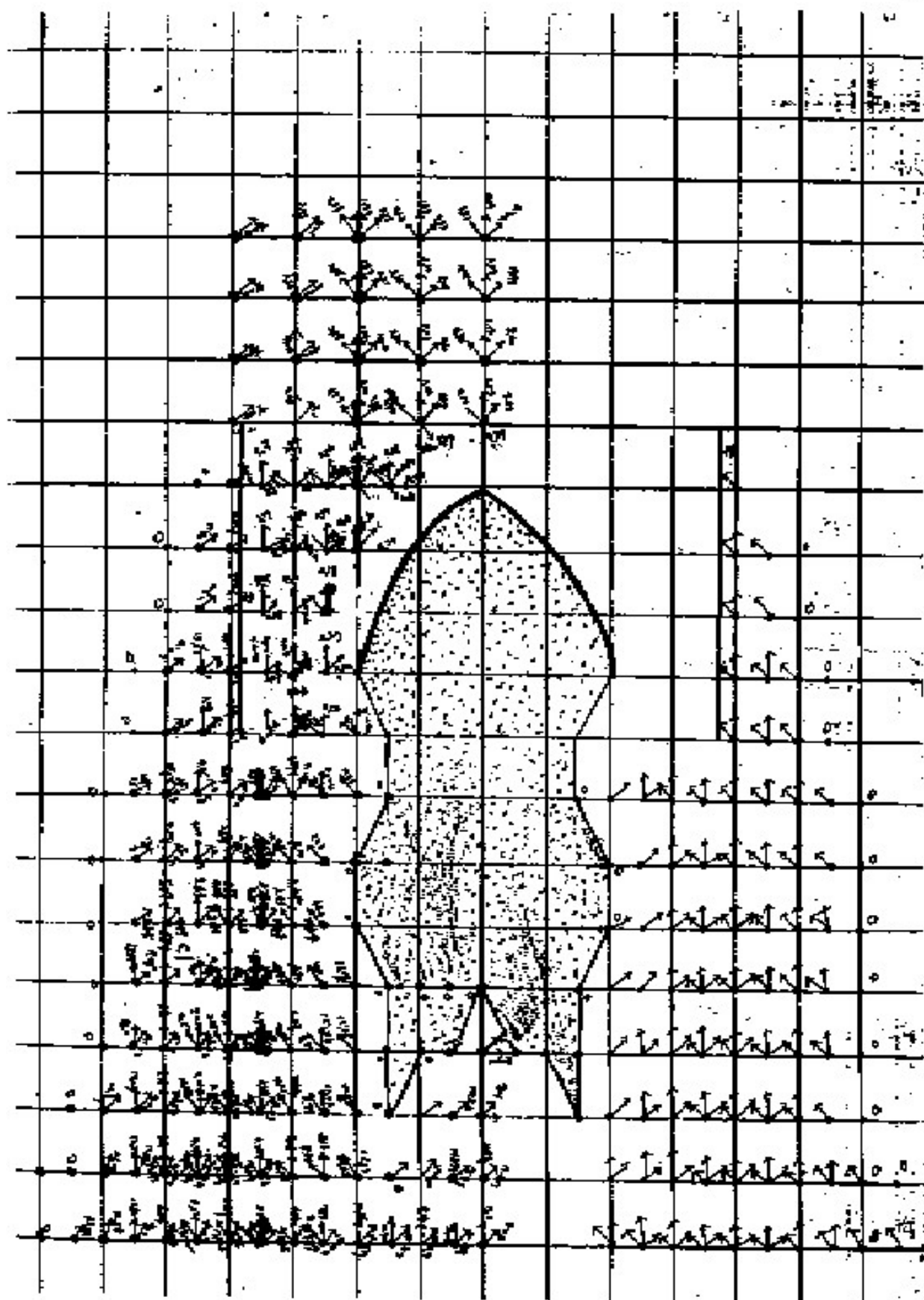
5.由強度相同的風受阻擋後，風力強而變弱的衰敗情形（由風力線最弱的秒數→風力線最強的秒數）比較，我們發現以銳角造型  的衰敗值最小，而以凹面造型  的衰敗情形最為嚴重，如下表：

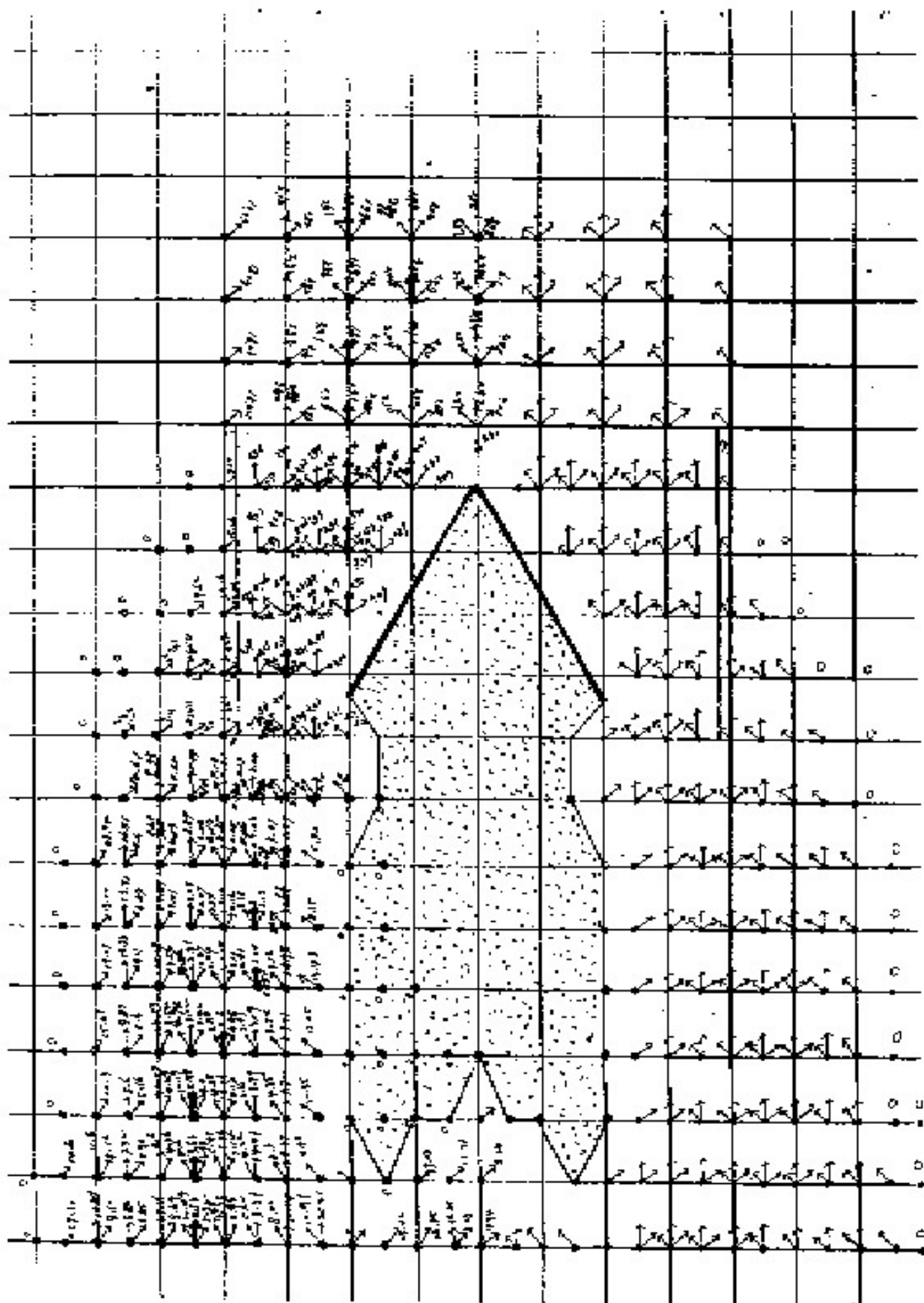
造型	A 	B 	C 	D 	E 
最強風力秒數	1.75	1.73	1.53	1.72	1.67
最弱風力秒數	7.00	5.00	4.53	10.4	18.23
風力衰敗值	7-1.75=5.25	5-1.73=3.27	4.53-1.53=3.0	10.4-1.72=8.68	18.23-1.67=16.56
名次	3	2	1	4	5

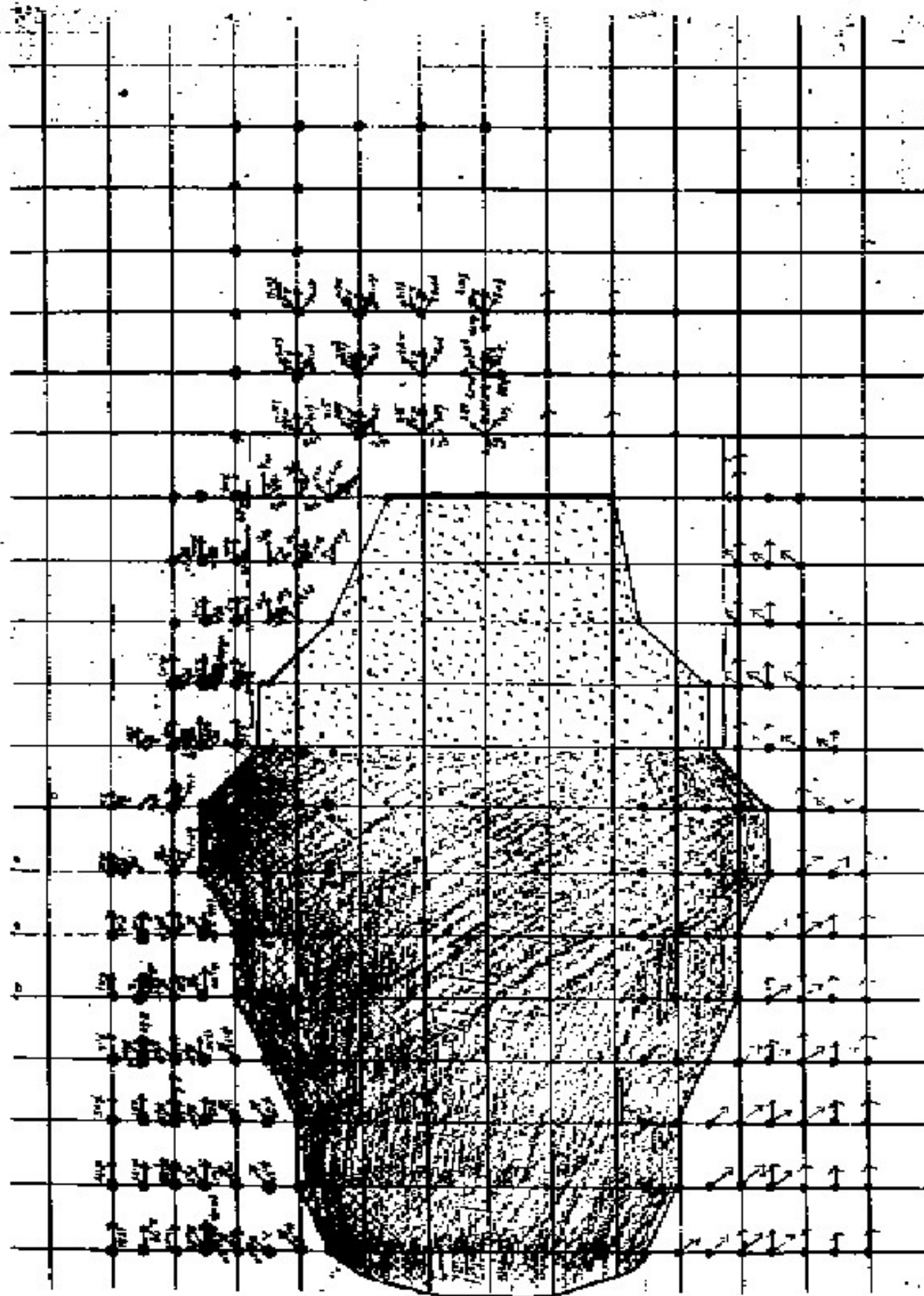
【※衰敗值最小者為名次 1】

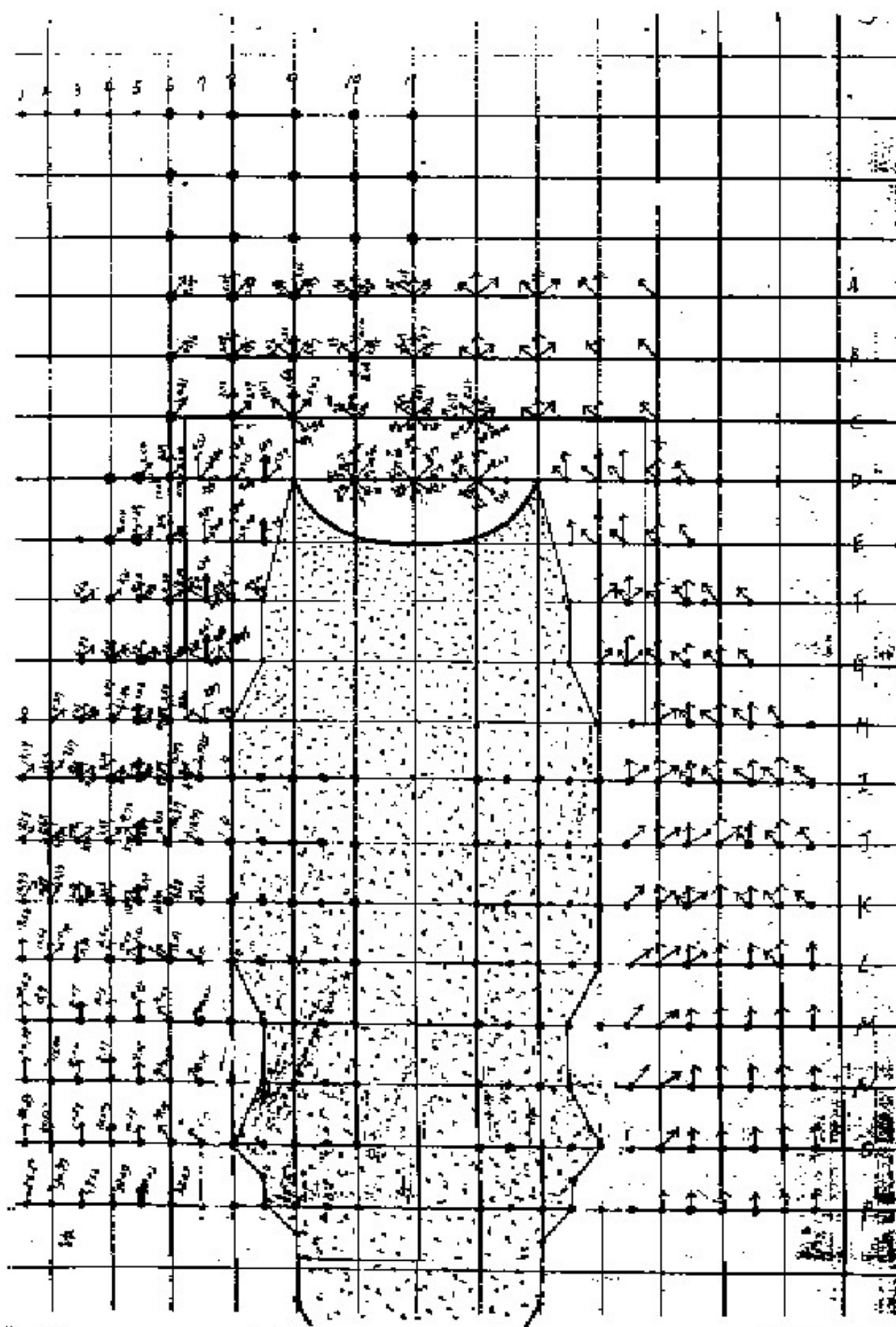
6.風速最快值偏離最快風道的距離以  造型只偏離 2 格（4 公分）為最少，以  造型偏離 4 格（8 公分）為最大，如下表：











造型	A 	B 	C 	D 	E 
偏離距離	3 格 6 公分	2 格 4 公分	2.5 格 5 公分	4 格 8 公分	3.5 格 7 公分
名次	3	1	2	5	4

【※以偏離距離最少者名次為 1】

7.各造型阻擋物後方的無風區寬度以平面—造型為最寬 9 格（18 公分），以銳角造型 $\wedge$ 和 $\vee$ 造型的寬度最窄只有 4 格（8 公分），而長度則以 $\smile$ 造型最長達 15 格（30 公分），以造型 $\wedge$ 狀的 10 格最短，若以上圖中塗色的無風區面積做比較，則以平面造型—狀的為最大，銳角狀造型 $\wedge$ 為最小，如下表：

造型	A 	B 	C 	D 	E 
無風區寬度	6 格 12 公分	4 格 8 公分	4 格 8 公分	9 格 18 公分	6 格 12 公分
無風區長度	12.5 格 25 公分	10 格 20 公分	11 格 22 公分	13 格 26 公分	15 格 30 公分
無風區面積	約 55 格 240 平方公分	約 32 格 128 平方公分	約 31 格 124 平方公分	約 82 格 328 平方公分	約 75 格 300 平方公分
名次	3	2	1	5	4

※註：每格面積為 $2\text{CM} \times 2\text{CM} = 4\text{CM}^2$

我們的懷疑：從實驗中我們發現無風區的面積大小差別很大，無風區的面積大小是否可以做為在氣流中阻力大小的依據呢？於是我們就取無風區面積為 124CM^2 的 $\wedge$ 造型，及無風區面積 240CM^2 的 $\smile$ 造型和無風區面積為 328CM^2 的—造型做了氣體阻力測量的實驗，以驗證我們的懷疑。

研究方法：用同一台四輪車在車上同一位置，先後固定上述三種不同造型，並在車上載重 200 克，置於風洞前，測量被氣流吹動的平均距離。

結果：1、我們發現以—造型的阻力最大，平均被吹離風口 79.8CM，而以 $\wedge$ 的阻力最小，只被吹離風口 45CM，而 $\smile$ 造型則居中間，被吹離風口 74.6CM，而這樣的結果正好證明我們的想法，即「無風區越大，則在氣流中阻力也越大」是正確的。

2、

造型 次數			
一	75	50	80
二	78	44	80
三	74	46	86
四	71	43	78
五	75	42	75
平均	74.6	45	79.8
名次	2	3	1

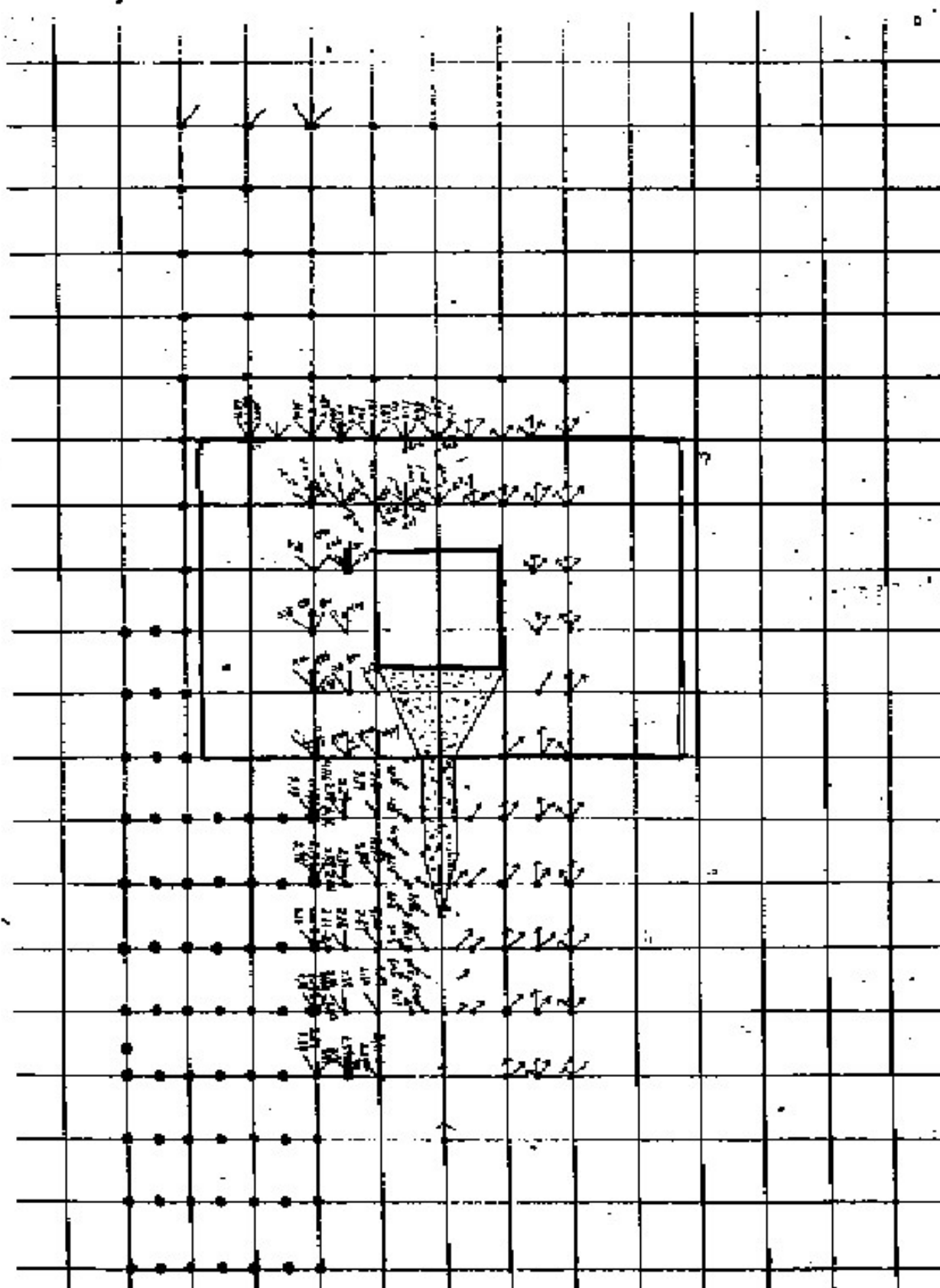
※ 註：以阻力最大為名次 1

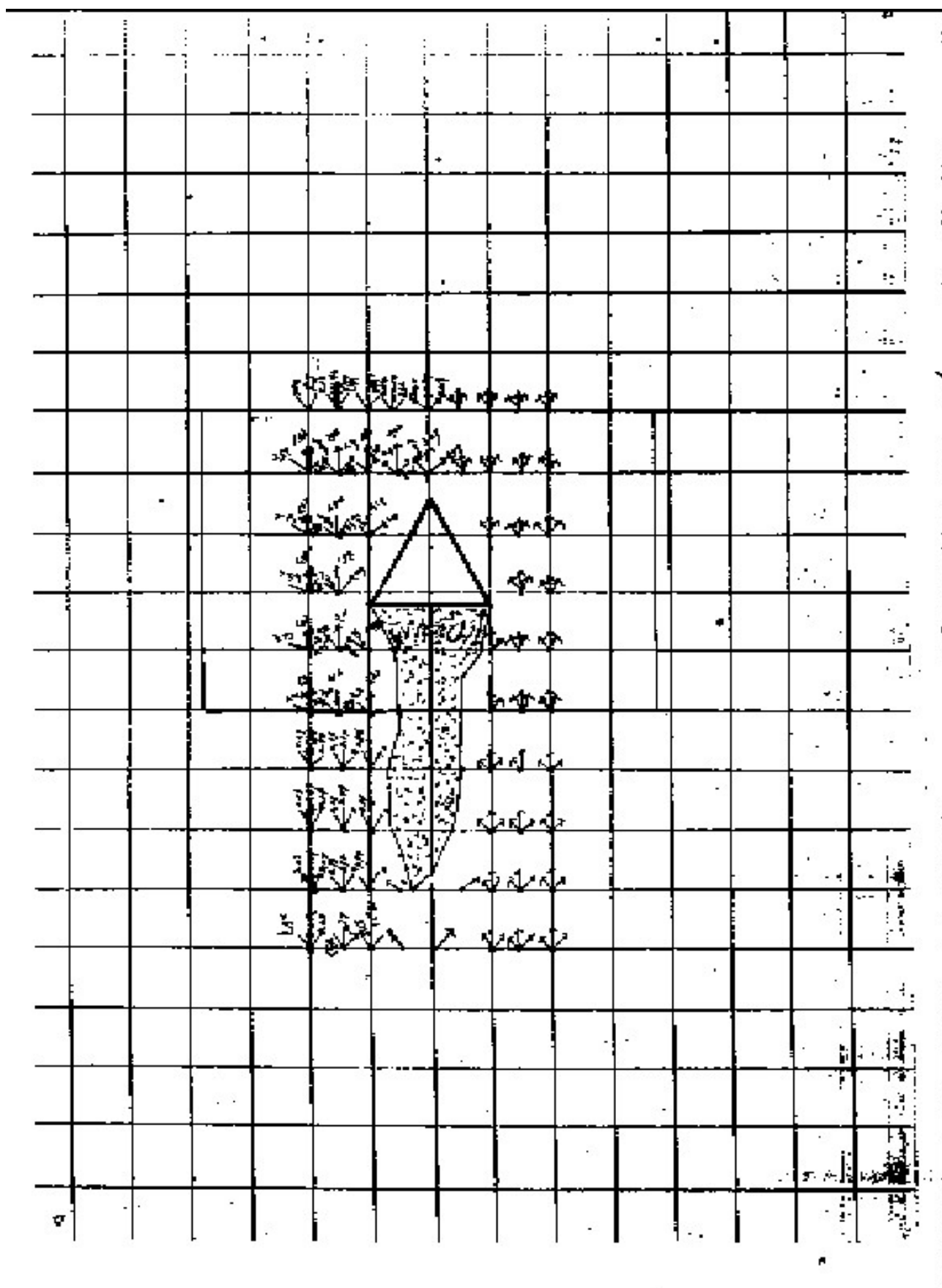
問題（四）氣體流經不同的柱體時，風力分布的情形是否也不同？

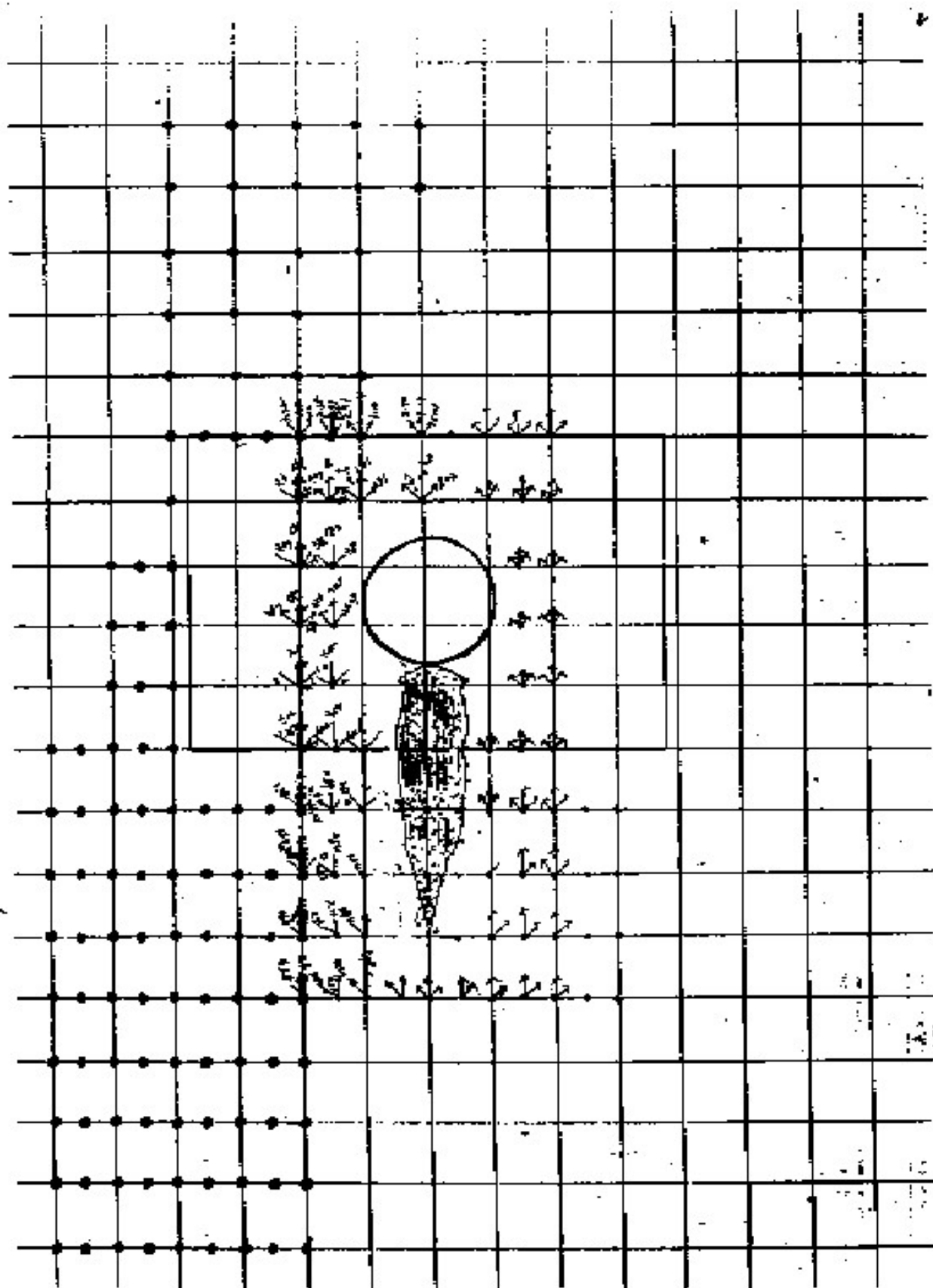
研究方法：我們以厚紙板做成寬度相同、高度也相同的三角柱、四角柱和圓柱體，在相同的風源，相同位置下，測量風力分布的情形。

結果：1.氣流經過各種柱體的風力分布情形如圖（五）：

- 2.我們發現無風區的尾端都是呈尖狀。
- 3.無風區的起始寬度以圓柱為最小，幾乎只有一點和圓柱體接觸，其餘三角柱，或四角柱則是以整個寬度面和柱體接觸。
- 4.無風區最短是四角柱，最長是三角柱。
- 5.無風區的面積則以四角柱為最小，以三角柱為最大。





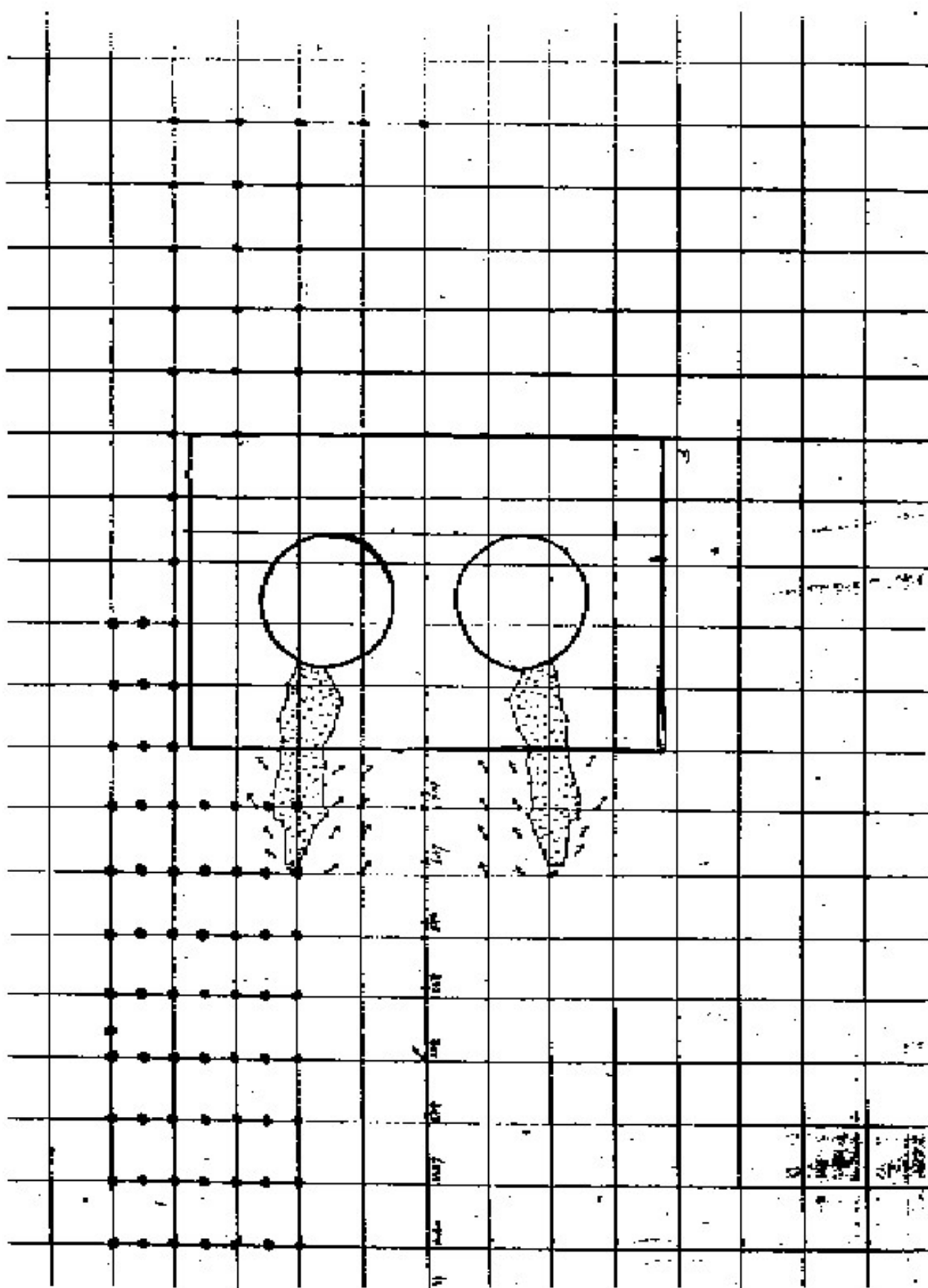


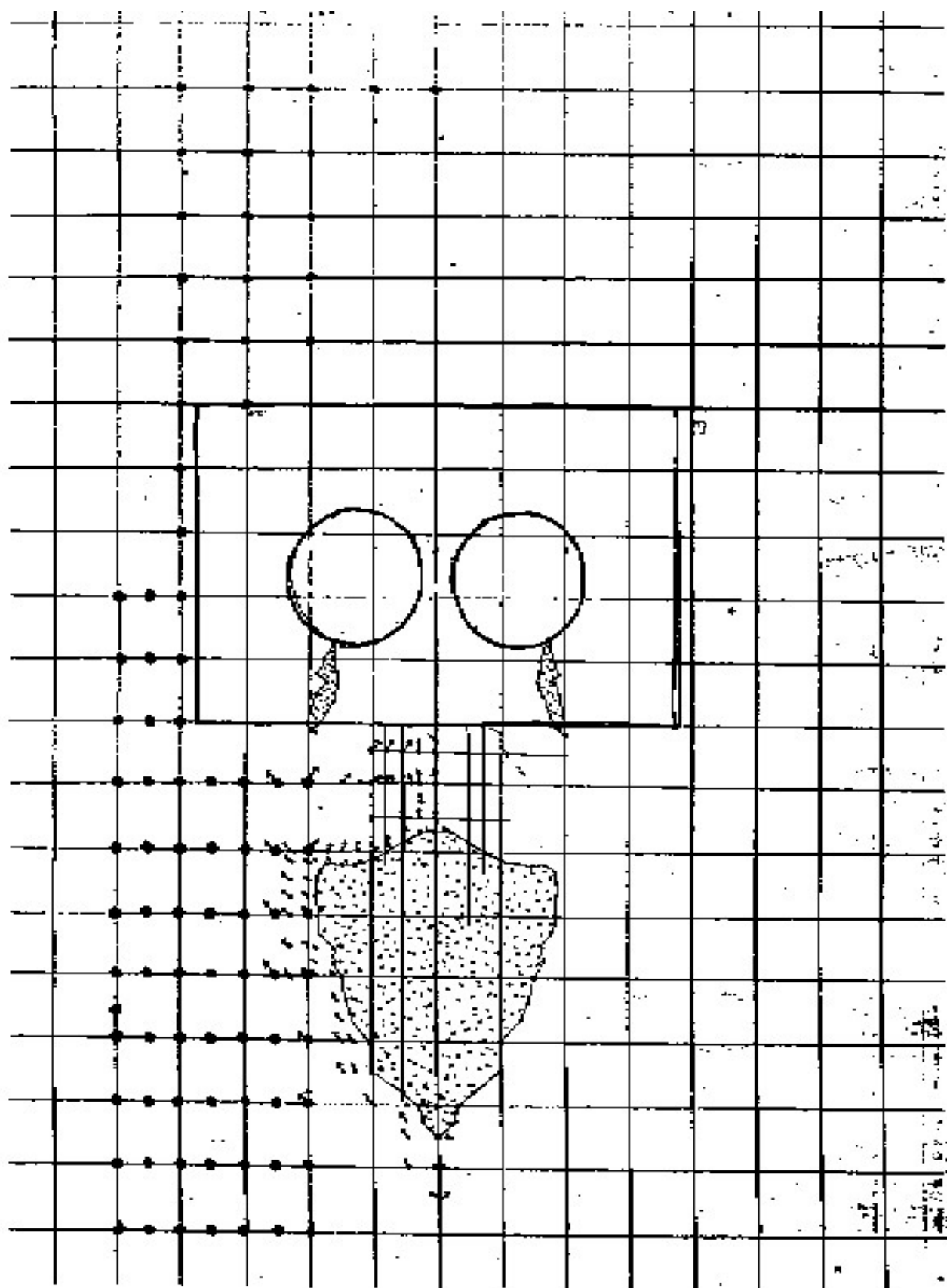
問題（五）兩圓柱體的排列距離不同時，風力分布的情形是否也不同？

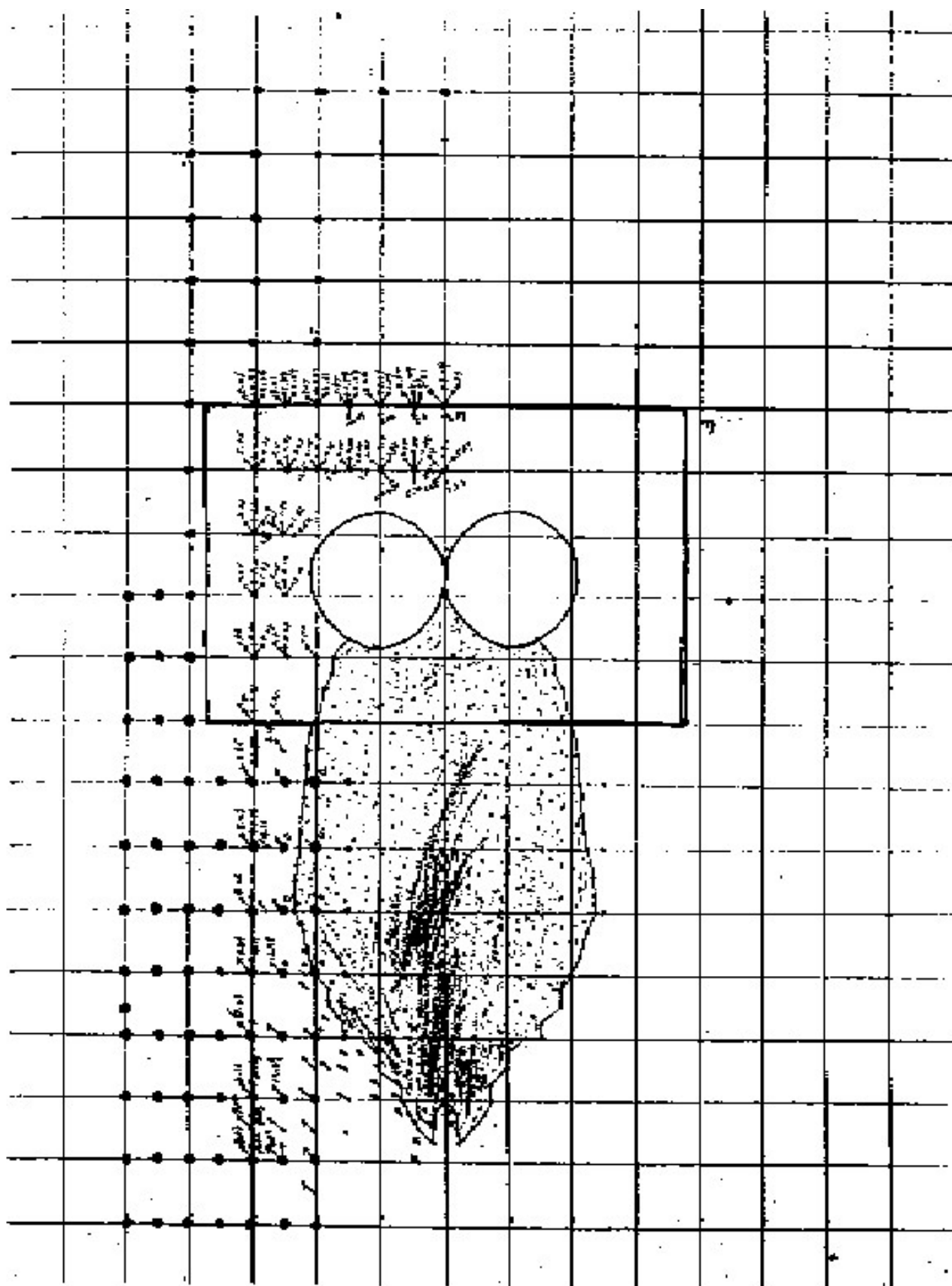
研究方法：我們以兩相同大小和相同形狀的兩圓柱，分別並排成相鄰 2 公分，相鄰 1 公分及緊密相鄰等三種狀態，測量其風力的分布情形。

結果：1.風力的分布情形如下圖（六）：

- 2.我們發現當二圓柱並排中間無空隙時，在柱體後方的無風區是一完整區塊。
- 3.當二個圓柱相距 1 公分時，無風區變成 3 部分，且正後方的大區塊面積遠大於前二小區塊。
- 4.當二個圓柱相距 2 公分時，正後方的無風區消失不見，但原前 2 小區塊的無風區則會變大。
- 5.當二個圓柱相距 2 公分時，在二圓柱間中央線的風力是由強變弱再變強（2.78→6.37→保力龍球會跳動但無法到達測量線→23.47→12.60→10.91）。







二、討論與結論：

- (一) 保力龍球風力測量儀器，可以說是我們腦力激盪的成果，也可以說是我們發明的簡易測量風力的儀器，它可以測到很微弱氣流的力量，也可以隨意轉動方向，使用上很方便，我們很高興有這樣的創造成果。也許在以後的實驗上還可以用得到。我們也將繼續動動腦，看看是否可以修改得更理想更好用。
- (二) 氣流受物體阻擋時會向各方反彈，所以我們的保力龍球風力儀可以在阻擋物前方的各個方位測到風力，其中以凹面式造型在同一個位置的 8 個方位都可以測到風力。
- (三) 從問題（三）不同造型的阻擋物氣流分布的實驗結果中，我們可以肯定的了解到，當風的主流流經阻擋物後偏離的越嚴重造成的無風區寬度就越寬，如果風力的衰敗愈厲害，造成的無風區長度就越長，因此在阻擋物後形成的無風區面積也越大。而無風區的面積越大的這種型態的物體在氣流中阻力也一定越大。
- (四) 在問題（四）氣流流經不同柱體的風力分布實驗中，我們可以了解風力最強的主要風道都分布在離柱體側面 2 公分的直線上，這是否也可以說明在河道中的橋墩兩側常會因水流的急速前進而掏空泥沙，因而危及橋墩的穩固性。同時在柱體後面的無風區更可驗證在橋墩的後方會堆積泥沙。
- (五) 在問題（四）的實驗結果中，從無風區的尾部都形成單一的尖點形狀，可證明氣流流經物體最後會在某一處在聚合，從問題（三）的實驗結果無風區呈雙尾或完整的區塊，比較則證明表示氣流流經不同的形體時，在物體後的擾流情形也不同，這也可以說明為什麼街上的車子有很多種擾流板，我想每一種擾流板造成車子後方的擾動情形也必然不同。到底哪一種氣流的擾動對車子最有利，值得探討。
- (六) 從問題（五）的實驗結果中我們發現有趣的現象：原本若是只有一個圓柱時，流經的氣流會在圓柱的正後方形形成無風區，可是當兩個圓柱靠近到相鄰 2 公分時，由於受到通過兩圓柱中間的強力氣流影響，所以無風區會往圓柱外側偏移，且稍微縮小面積，並在兩圓柱正後方形形成弱風區。當兩圓柱更靠近到相鄰距離 1 公分時，原偏移的無風區面積縮得更小，且更向外側偏離。而原本在中間的弱風區就形成一大塊的無風區。當兩圓柱緊密相鄰時，原在中央後方的無風區往前擴展和原先偏移的小塊無風區連在一起形成了一個超大塊的無風區。

三、參考資料：

- (一) 康軒版自然第 10 冊（五下）第七單元 —— 氣團與天氣
- (二) 新世紀科學百科全書 —— 天氣 P241→P259 —— 貓頭鷹出版社

評語

研究同學能用最簡單的方法研究風力這項流體的複雜物理現象。實驗的工具設計非常有創意，學生也能很完整的解釋所研究的題目與研究的成果，實驗做的很仔細，對數據的呈現也很完整。風力的研究是一項不容易的實驗，尤其對小學生而言，要用簡單的物理及簡單的工具呈現一個流體動力的探討，又如此完整，實在難得。

在問答上，學生的思考邏輯程序，表現出對實驗的了解，在表達上也很有條理，十分生動。所設計的研究工具也具有十分經濟的實用價值，值得鼓勵。若學生能在日後將實驗數據以電腦處理在呈現上更具有價值，可以留做學生更進一步的研究與探討。