

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 物理科

030114

逃離殺人漩渦

學校名稱：臺北縣立新莊國民中學

作者： 國二 趙偉豪 國二 黃昱翔 國二 劉易聖 國二 胡維翰	指導老師： 許永鴻
---	------------------

關鍵詞：漩渦、向心力、漩渦求生

逃離殺人漩渦

壹、摘要：

透過研究漩渦的構造，並建立一個裝置來模擬縮小的漩渦，實驗當我們遇到漩渦時該如何自處才能提高獲救的機會？以及有沒有穿救生衣對我們遇到漩渦時脫離的時間有沒有什麼影響。

貳、研究動機：

炎炎夏日，最消暑的休閒活動非戲水莫屬。正值青春期的學生們喜愛結伴到溪邊烤肉、玩水。然而，看似平靜的水面下暗藏玄機，處處都藏著一座座的殺人機器，一個不留神便可能被捲入無情的水中，任由溪水吞噬。根據報社統計，去年在溪中溺斃的人數高達 23 人，平均每 40 個小時就有 1 人溺斃。由此可見，人們更應該懂得吸收正確的逃生知識，別讓一趟愉快的旅程斷送了寶貴的生命。在看過這麼多則令人惋惜的新聞報導後，我們已經慢慢接受青少年貪玩的性情，與其長輩們整天苦苦相勸，不如趁早讓晚輩們記得逃生之道，為自己的生命安全把關。當然，下水前觀察水域才是最根本的生存要道！

參、研究目的：

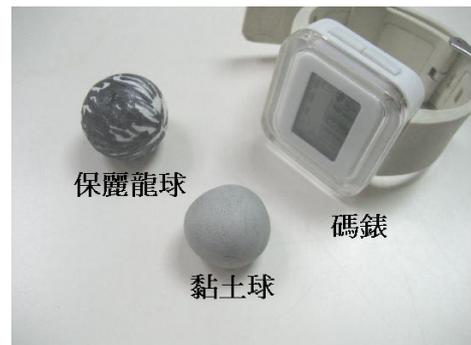
近年來，每到夏天，報紙上述說關於水中求生技能的篇幅即佔了非常大的版面。因為有前幾年的前車之鑑，使社會大眾不得不去重視這方面的知識擴充。光是大豹溪，每年就吞噬了數條無辜的性命。我們希望藉由此次的科學展覽鑽研這方面的議題，**期望能夠對於「漩渦求生」盡一分心力。**

- (一) 漩渦的形成原因。
- (二) 研究製造漩渦的方法並觀察漩渦的構造。
- (三) 人們在遇到漩渦時，該如何以最快速的方法回到水面。

肆、研究設備及器材：

一、器材：

- | | | | |
|-----------|-----------|----------------|---------|
| 1、塑膠板數張 | 2、熱熔槍、熱熔膠 | 3、抽水馬達 1 台 | 4、滾輪收納箱 |
| 5、手錶（當碼錶用 | 6、黏土 | 7、保麗龍球 | 8、小石礫 |
| 9、網子 | 10、DV 攝影機 | 11、攝影腳架（固定攝影機） | |





(攝影機)

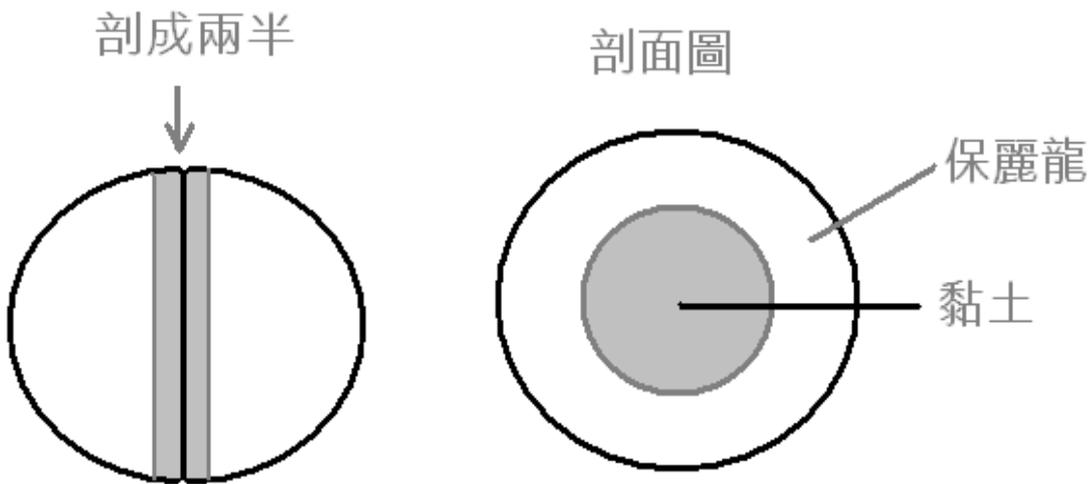
※為何使用黏土球及保麗龍球作為實驗器材？

利用黏土球會沉入水中、保麗龍球會浮在水面的特性，分別代表未穿救生衣及有穿救生衣的人。

※保麗龍球實驗器材製作：

為了模擬人身上穿著救生衣的樣子，我們在保麗龍球內部挖空，並填充黏土，以增加實驗的真實性。

※保麗龍球示意圖：



二、設備（漩渦製造裝置的使用方式）：

（一）流程：

（流程一）



（流程二）



(流程三)



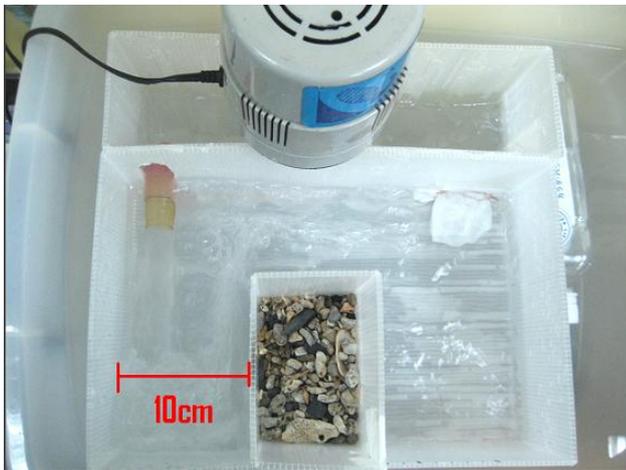
(流程四)



(二) 設備解釋

1、測量漩渦直徑：

障礙物和塑膠壁的距離即為漩渦直徑大小：



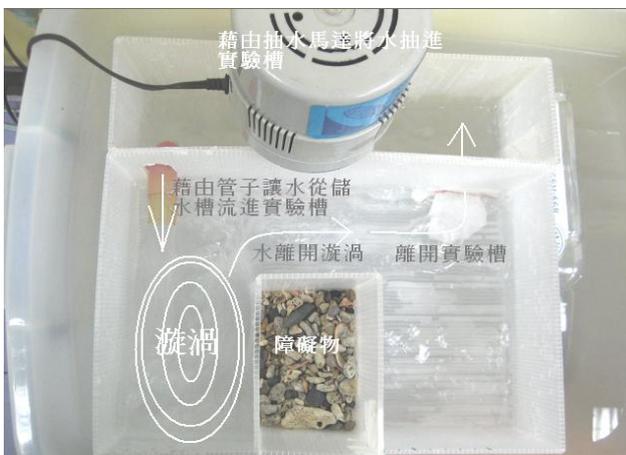
(ex:如圖，漩渦直徑為 10cm。)

2、逃離漩渦的定義？



當待測物體通過紅線時，我們定義之為逃離漩渦

3、解釋實驗設備：



4、如何準確測量時間？

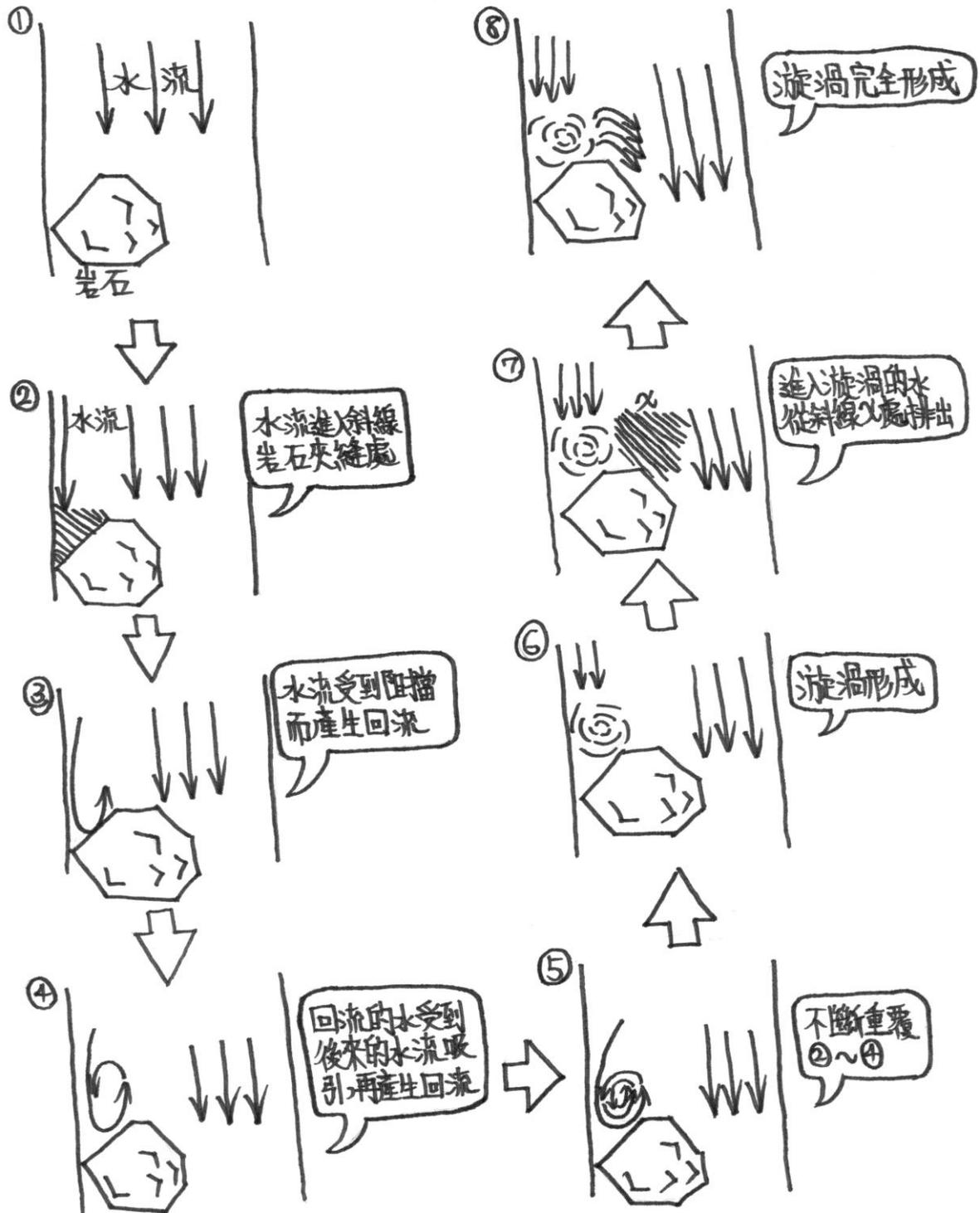
使用攝影機拍攝下物體在漩渦中移動的過程，利用影像讀秒計算出準確的時間（最小單位 0.01 秒）。

伍、研究過程與方法：

一、漩渦的形成（溪流漩渦）：

漩渦經常形成於河道轉彎處或是岩石的夾縫處。譬如在河流急轉彎的地方，由於水流仍維持著直線的流動，而河岸卻強迫水流轉彎，這時候內側的水流由於受到外側的壓力，被擠回的時候，一部份水流會回來填補脫水的地方，就形成了漩渦。至於岩石夾縫處的漩渦所形成的原因，請參照以下示意圖 A：

示意圖 A



二、了解漩渦的結構

將漩渦實驗分為兩部份進行，一部份利用保麗龍球能夠浮在水面上的特性找出漩渦頂部的流動方式，另一部份利用黏土球會沉入水中的特性測試漩渦底部的流動方式。最後將漩渦頂部、底部得到的數據綜合起來，繪出漩渦的構造圖。

三、人在各種情況下掉進漩渦時，該如何有效率地逃離漩渦？

(一) 人身上未穿救生衣：

以黏土球會沉入水中的特性代表未穿救生衣的人。我們將黏土捏塑成大字型（相當於人張開四肢的形狀）和球狀（相當於蜷曲身體的人），分別投入相同直徑、相同深度、流速相同的漩渦中，計時黏土球逃離漩渦的時間，已知道人掉入漩渦中應該改變成什麼樣的姿勢會較容易逃離漩渦。

(二) 人身上有穿救生衣：

以保麗龍球會浮在水面上的特性代表有穿救生衣的人。我們將相同大小的保麗龍球分別放置於漩渦的外側和內側，測試保麗龍球是否放置在漩渦外側時會比較容易逃離漩渦。

※放置於內側和外側的定義？



置於外側：藍色路徑
至於內側：紅色路徑

(三) 延伸思考：是否漩渦越大，想逃出漩渦就越難？

我們將黏土球捏成各種大小，分別投入不同直徑的漩渦中，詳細紀錄各種條件下所產生的數據（逃離漩渦的時間）。最後綜合所有數據，觀察是否漩渦越大，黏土球離開漩渦所需要的時間就越久。

陸、研究結果：

一、了解漩渦的結構：

(一) 由實驗數據來看：

數據 A（直徑 2 公分的黏土球逃離直徑 10cm 的漩渦所需要的時間）（單位：秒）

(1) 1.19	(6) 1.43	(11) 1.06	(16) 1.25
(2) 1.69	(7) 1.69	(12) 1.75	(17) 1.84
(3) 1.35	(8) 1.63	(13) 1.29	(18) 1.18
(4) 1.06	(9) 1.25	(14) 1.53	(19) 1.10
(5) 1.03	(10) 1.13	(15) 1.15	(20) 1.25
平均：1.34 秒			

數據 B (直徑 2 公分的保麗龍球逃離直徑 10cm 的漩渦內側所需要的時間)(單位：秒)

(1) 5.60	(6) 6.78	(11) 6.81	(16) 6.91
(2) 5.69	(7) 6.72	(12) 6.58	(17) 6.95
(3) 6.28	(8) 6.32	(13) 5.02	(18) 5.72
(4) 6.44	(9) 6.12	(14) 6.13	(19) 6.52
(5) 6.98	(10) 6.17	(15) 6.63	(20) 6.25
平均：6.33 秒			

數據 C (直徑 2 公分的保麗龍球逃離直徑 10cm 的漩渦外側所需要的時間)(單位：秒)

(1) 1.19	(6) 1.97	(11) 2.13	(16) 1.75
(2) 1.66	(7) 2.43	(12) 2.69	(17) 1.25
(3) 2.60	(8) 2.28	(13) 1.09	(18) 1.03
(4) 1.07	(9) 1.75	(14) 2.44	(19) 1.10
(5) 1.84	(10) 2.18	(15) 2.40	(20) 1.31
平均：1.81 秒			

- 1、數據 A 所代表的是直徑 2cm 的黏土，離開直徑 10cm 的漩渦所需要的時間。由於黏土的密度比水大，會沉入水中，在漩渦底層的部位活動。
- 2、數據 B 所代表的是直徑 2cm 的保麗龍球，離開直徑 10cm 的漩渦所需要的時間。由於保麗龍密度比水小，會浮在水面上，於漩渦頂層的部位活動；由此我們便得以區分漩渦的頂層和底部。
- 3、由數據 A 和數據 B 看來，球體很明顯地在漩渦底層較容易離開漩渦。在底層，球體平均只需要 1.34 秒便能夠離開漩渦，而在頂層，漩渦平均需要長達 6.33 秒的時間才能夠離開漩渦。
- 4、為了更加確認漩渦的流向，我們將能夠漂浮在水面上的保麗龍球放置於漩渦的外側（即為數據 C），而結果如我們所預期，保麗龍球只需要平均 1.81 秒的時間就能夠離開漩渦。

(二) 為何保麗龍球要分內外側，而黏土球不需要？

- 1、保麗龍球和黏土球照理來說都應該要分成內外側，但是黏土球置於內側的時間和外側的時間太過於接近以至於無法準確分析數據，因此，我們在做黏土球實驗時便將外側的步驟省略。
- 2、至於為何要分內、外側分開做實驗？事實上，置於內側的保麗龍球相當於保麗龍球掉入漩渦、到完全脫離漩渦的完整過程。而置於外側的保麗龍球就像從完整過程中擷取出的「後半段過程」。

置於內側（完整過程）：進入漩渦→漩渦內側→漩渦外側→離開漩渦

置於外側（後半過程）：→漩渦外側→離開漩渦

若將實驗分成內側和外側，我們就可以把整個完整過程分成兩部份，藉此知道保麗龍球停留在漩渦中心的時間。例如：置於內側的時間 10 秒鐘，置於外側的時間 2 秒鐘，停留在中心的時間就是 8 秒鐘。

二、人在各種情況下掉進漩渦時，該如何有效率地逃離漩渦？

(一) 若人身上未穿救生衣，該怎麼在漩渦中求生？

數據 D (相同體積的人形黏土逃離直徑 10cm 的漩渦所需要的時間)(單位：秒)

(1) 7.63	(6) 7.35	(11) 8.52	(16) 8.03
(2) 7.56	(7) 9.78	(12) 7.13	(17) 7.03
(3) 9.25	(8) 7.34	(13) 8.28	(18) 8.24
(4) 9.12	(9) 8.36	(14) 7.28	(19) 7.09
(5) 7.02	(10) 8.15	(15) 8.98	(20) 9.01
平均：8.06 秒			

數據 E (直徑 2 公分的黏土球逃離直徑 10cm 的漩渦所需要的時間)(單位：秒)

(1) 1.19	(6) 1.43	(11) 1.06	(16) 1.25
(2) 1.69	(7) 1.69	(12) 1.75	(17) 1.84
(3) 1.35	(8) 1.63	(13) 1.29	(18) 1.18
(4) 1.06	(9) 1.25	(14) 1.53	(19) 1.10
(5) 1.03	(10) 1.13	(15) 1.15	(20) 1.25
平均：1.34 秒			

- 1、表格中數據 E 代表的是直徑 2cm 的黏土球體，在直徑 10cm 的漩渦中逃離所需要的時間，相當於蜷曲著身體的人。
- 2、數據 D 所代表的是體積和數據 E 相同的人形黏土（呈大字型）在直徑 10cm 的漩渦中逃離所需要的時間，相當於張開四肢的人。
- 3、由上述數據我們可以清楚地看到，蜷曲著身體的人能夠更快速地逃離漩渦（1.34 秒比上 8.06 秒）。



(人形黏土)

(二) 若人身上有穿救生衣，該如何有效率地逃離漩渦？

數據 B (直徑 2 公分的保麗龍球逃離直徑 10cm 的漩渦內側所需要的時間)(單位：秒)

(1) 5.60	(6) 6.78	(11) 6.81	(16) 6.91
(2) 5.69	(7) 6.72	(12) 6.58	(17) 6.95
(3) 6.28	(8) 6.32	(13) 5.02	(18) 5.72
(4) 6.44	(9) 6.12	(14) 6.13	(19) 6.52
(5) 6.98	(10) 6.17	(15) 6.63	(20) 6.25
平均：6.33 秒			

數據 C (直徑 2 公分的保麗龍球逃離直徑 10cm 的漩渦外側所需要的時間)(單位：秒)

(1) 1.19	(6) 1.97	(11) 2.13	(16) 1.75
(2) 1.66	(7) 2.43	(12) 2.69	(17) 1.25
(3) 2.60	(8) 2.28	(13) 1.09	(18) 1.03
(4) 1.07	(9) 1.75	(14) 2.44	(19) 1.10
(5) 1.84	(10) 2.18	(15) 2.40	(20) 1.31
平均：1.81 秒			

- 1、數據 B 代表直徑 2cm 的保麗龍球放置於直徑 10cm 漩渦的內側，逃離所需要的時間。
- 2、數據 C 代表直徑 2cm 的保麗龍球放置於直徑 10cm 漩渦的外側，逃離時所需要的時間。

(三) 延伸思考：是否漩渦越大，想逃出漩渦就越難？

1、逃離直徑 10cm 的漩渦所需要的時間：

a、直徑 1cm 的黏土逃離直徑 10cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 0.84	(6) 1.06	(11) 1.00	(16) 1.03
(2) 0.87	(7) 1.09	(12) 0.81	(17) 1.13
(3) 1.10	(8) 1.19	(13) 1.19	(18) 0.85
(4) 0.97	(9) 1.38	(14) 1.40	(19) 0.97
(5) 1.00	(10) 0.78	(15) 1.19	(20) 0.91
平均：1.04 秒			

b、直徑 1.5cm 的黏土逃離直徑 10cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.44	(6) 1.22	(11) 1.06	(16) 1.59
(2) 1.03	(7) 1.25	(12) 1.12	(17) 1.69
(3) 1.38	(8) 1.22	(13) 1.28	(18) 1.47
(4) 0.97	(9) 1.07	(14) 1.19	(19) 1.09
(5) 1.04	(10) 1.12	(15) 1.32	(20) 1.06
平均：1.23 秒			

c、直徑 2cm 的黏土逃離直徑 10cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.19	(6) 1.43	(11) 1.06	(16) 1.25
(2) 1.69	(7) 1.69	(12) 1.75	(17) 1.84
(3) 1.35	(8) 1.63	(13) 1.29	(18) 1.18
(4) 1.06	(9) 1.25	(14) 1.53	(19) 1.10
(5) 1.03	(10) 1.13	(15) 1.15	(20) 1.25
平均：1.34 秒			

2、逃離直徑 11cm 的漩渦所需要的時間：

a、直徑 1cm 的黏土逃離直徑 11cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.15	(6) 1.25	(11) 1.03	(16) 1.88
(2) 1.19	(7) 1.18	(12) 1.35	(17) 1.04
(3) 1.22	(8) 1.18	(13) 1.37	(18) 1.25
(4) 1.24	(9) 1.37	(14) 0.97	(19) 0.94
(5) 1.16	(10) 1.00	(15) 1.16	(20) 1.10
平均：1.20 秒			

b、直徑 1.5cm 的黏土逃離直徑 11cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.47	(6) 1.59	(11) 1.00	(16) 1.19
(2) 1.25	(7) 1.04	(12) 1.19	(17) 1.10
(3) 1.19	(8) 1.91	(13) 1.16	(18) 1.54
(4) 1.16	(9) 1.09	(14) 1.06	(19) 1.22
(5) 1.22	(10) 1.69	(15) 1.35	(20) 1.00
平均：1.27 秒			

c、直徑 2cm 的黏土逃離直徑 11cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.18	(6) 1.28	(11) 1.29	(16) 1.72
(2) 1.44	(7) 2.00	(12) 1.28	(17) 1.31
(3) 1.31	(8) 1.35	(13) 1.85	(18) 2.09
(4) 1.28	(9) 2.09	(14) 1.41	(19) 1.41
(5) 2.12	(10) 1.57	(15) 1.44	(20) 1.38
平均：1.54 秒			

3、逃離直徑 12cm 的漩渦所需要的時間：

a、直徑 1cm 的黏土逃離直徑 12cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.97	(6) 1.34	(11) 0.97	(16) 1.19
(2) 1.03	(7) 1.15	(12) 0.85	(17) 1.41
(3) 1.22	(8) 1.81	(13) 1.07	(18) 1.28
(4) 1.75	(9) 1.00	(14) 1.22	(19) 1.00
(5) 1.06	(10) 1.09	(15) 1.22	(20) 1.34
平均：1.25 秒			

b、直徑 1.5cm 的黏土逃離直徑 12cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.15	(6) 1.90	(11) 1.87	(16) 1.25
(2) 1.81	(7) 1.37	(12) 1.16	(17) 1.31
(3) 1.47	(8) 1.19	(13) 1.37	(18) 1.22
(4) 1.28	(9) 1.66	(14) 1.22	(19) 1.31
(5) 1.34	(10) 2.00	(15) 1.21	(20) 1.40
平均：1.42 秒			

c、直徑 2cm 的黏土逃離直徑 12cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.15	(6) 1.59	(11) 1.44	(16) 1.50
(2) 1.93	(7) 1.37	(12) 2.09	(17) 1.40
(3) 1.38	(8) 1.75	(13) 1.44	(18) 2.12
(4) 1.79	(9) 1.75	(14) 1.53	(19) 11.75
(5) 1.87	(10) 1.25	(15) 1.72	(20) 2.13
平均：1.65 秒			

4、逃離直徑 13cm 的漩渦所需要的時間：

a、直徑 1cm 的黏土逃離直徑 13cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.19	(6) 2.06	(11) 1.22	(16) 1.13
(2) 1.38	(7) 1.16	(12) 1.38	(17) 1.44
(3) 1.41	(8) 1.25	(13) 1.25	(18) 1.25
(4) 1.18	(9) 1.37	(14) 1.15	(19) 1.41
(5) 1.22	(10) 1.19	(15) 1.22	(20) 1.34
平均：1.31 秒			

b、直徑 1.5cm 的黏土逃離直徑 13cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.25	(6) 1.25	(11) 1.38	(16) 2.29
(2) 2.46	(7) 3.31	(12) 1.28	(17) 1.18
(3) 1.47	(8) 3.13	(13) 1.19	(18) 1.69
(4) 1.50	(9) 2.31	(14) 3.53	(19) 3.25
(5) 1.50	(10) 1.63	(15) 2.75	(20) 1.50
平均：1.99 秒			

c、直徑 2cm 的黏土逃離直徑 13cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.22	(6) 1.97	(11) 2.53	(16) 2.36
(2) 3.81	(7) 2.10	(12) 2.25	(17) 2.18
(3) 3.35	(8) 1.81	(13) 2.34	(18) 2.28
(4) 3.12	(9) 3.25	(14) 1.34	(19) 1.43
(5) 1.29	(10) 2.10	(15) 3.35	(20) 2.63
平均：2.34 秒			

5、逃離直徑 14cm 的漩渦所需要的時間：

a、直徑 1cm 的黏土逃離直徑 14cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.22	(6) 1.19	(11) 1.34	(16) 1.38
(2) 1.34	(7) 1.75	(12) 1.19	(17) 1.57
(3) 1.25	(8) 1.25	(13) 1.25	(18) 1.19
(4) 1.28	(9) 1.22	(14) 1.34	(19) 1.35
(5) 1.12	(10) 1.31	(15) 1.66	(20) 1.40
平均：1.33 秒			

b、直徑 1.5cm 的黏土逃離直徑 14cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 5.23	(6) 4.52	(11) 4.22	(16) 5.63
(2) 5.05	(7) 4.97	(12) 6.23	(17) 5.62
(3) 4.78	(8) 5.29	(13) 5.16	(18) 5.06
(4) 5.44	(9) 4.88	(14) 5.32	(19) 6.32
(5) 4.25	(10) 5.31	(15) 6.55	(20) 6.03
平均：5.53 秒			

c、直徑 2cm 的黏土逃離直徑 14cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 6.43	(6) 4.52	(11) 6.31	(16) 5.32
(2) 5.26	(7) 5.32	(12) 6.12	(17) 5.28
(3) 4.52	(8) 4.98	(13) 5.78	(18) 6.02
(4) 5.19	(9) 6.12	(14) 5.76	(19) 4.53
(5) 5.29	(10) 6.93	(15) 4.95	(20) 5.97
平均：5.71 秒			

6、逃離直徑 15cm 的漩渦所需要的時間：

a、直徑 1cm 的黏土逃離直徑 15cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 2.53	(6) 3.53	(11) 4.78	(16) 4.02
(2) 3.25	(7) 2.64	(12) 4.56	(17) 4.93
(3) 3.22	(8) 4.07	(13) 3.50	(18) 3.98
(4) 4.25	(9) 2.66	(14) 2.16	(19) 3.22
(5) 4.94	(10) 3.15	(15) 2.36	(20) 4.97
平均：3.64 秒			

b、直徑 1.5cm 的黏土逃離直徑 15cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 3.25	(6) 3.02	(11) 2.56	(16) 4.21
(2) 2.22	(7) 3.17	(12) 2.31	(17) 4.15
(3) 3.78	(8) 4.13	(13) 3.65	(18) 3.10
(4) 4.19	(9) 2.51	(14) 2.21	(19) 4.04
(5) 2.28	(10) 3.54	(15) 3.98	(20) 3.24
平均：3.28 秒			

c、直徑 2cm 的黏土逃離直徑 15cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 3.00	(6) 1.47	(11) 1.63	(16) 3.56
(2) 1.44	(7) 1.47	(12) 3.53	(17) 3.68
(3) 1.38	(8) 1.60	(13) 2.81	(18) 3.17
(4) 2.98	(9) 2.53	(14) 1.43	(19) 1.43
(5) 3.14	(10) 3.16	(15) 1.40	(20) 1.63
平均：2.32 秒			

7、逃離直徑 16cm 的漩渦所需要的時間：

a、直徑 1cm 的黏土逃離直徑 16cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 3.17	(6) 2.90	(11) 3.02	(16) 1.16
(2) 2.28	(7) 1.31	(12) 1.63	(17) 1.09
(3) 3.33	(8) 3.31	(13) 1.63	(18) 1.31
(4) 2.84	(9) 3.12	(14) 1.31	(19) 1.16
(5) 1.60	(10) 2.53	(15) 1.10	(20) 2.00
平均：2.09 秒			

b、直徑 1.5cm 的黏土逃離直徑 16cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.34	(6) 1.31	(11) 3.22	(16) 1.62
(2) 1.25	(7) 3.98	(12) 1.15	(17) 1.13
(3) 1.16	(8) 1.59	(13) 3.54	(18) 3.22
(4) 1.37	(9) 3.25	(14) 1.28	(19) 2.97
(5) 1.10	(10) 3.12	(15) 3.32	(20) 3.03
平均：2.20 秒			

c、直徑 2cm 的黏土逃離直徑 16cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.22	(6) 1.50	(11) 2.28	(16) 1.44
(2) 1.72	(7) 3.34	(12) 1.63	(17) 3.00
(3) 1.53	(8) 2.22	(13) 3.56	(18) 1.53
(4) 1.56	(9) 3.06	(14) 3.78	(19) 1.60
(5) 3.32	(10) 3.97	(15) 1.47	(20) 3.75
平均：2.37 秒			

8、逃離直徑 17cm 的漩渦所需要的時間：

a、直徑 1cm 的黏土逃離直徑 17cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 2.91	(6) 1.19	(11) 1.13	(16) 1.16
(2) 1.83	(7) 3.32	(12) 1.12	(17) 1.19
(3) 3.16	(8) 0.97	(13) 3.46	(18) 1.41
(4) 1.22	(9) 1.03	(14) 1.03	(19) 1.68
(5) 3.13	(10) 3.30	(15) 3.27	(20) 1.25
平均：1.94 秒			

b、直徑 1.5cm 的黏土逃離直徑 17cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 3.32	(6) 3.56	(11) 1.03	(16) 2.72
(2) 1.31	(7) 1.15	(12) 3.17	(17) 1.13
(3) 2.88	(8) 1.25	(13) 2.94	(18) 1.56
(4) 1.28	(9) 1.44	(14) 1.28	(19) 1.09
(5) 1.50	(10) 1.03	(15) 1.34	(20) 2.56
平均：1.88 秒			

c、直徑 2cm 的黏土逃離直徑 17cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 3.21	(6) 2.50	(11) 3.44	(16) 1.25
(2) 1.68	(7) 2.69	(12) 1.38	(17) 2.88
(3) 1.53	(8) 1.59	(13) 1.47	(18) 3.94
(4) 1.13	(9) 1.41	(14) 1.44	(19) 3.02
(5) 1.38	(10) 2.54	(15) 3.17	(20) 1.25
平均：2.15 秒			

9、逃離直徑 18cm 的漩渦所需要的時間：

a、直徑 1cm 的黏土逃離直徑 18cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.50	(6) 1.25	(11) 1.44	(16) 1.25
(2) 1.59	(7) 1.56	(12) 3.15	(17) 1.06
(3) 3.50	(8) 1.22	(13) 1.22	(18) 1.16
(4) 3.56	(9) 1.10	(14) 2.60	(19) 1.28
(5) 3.00	(10) 1.13	(15) 1.00	(20) 1.16
平均：1.74 秒			

b、直徑 1.5cm 的黏土逃離直徑 18cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

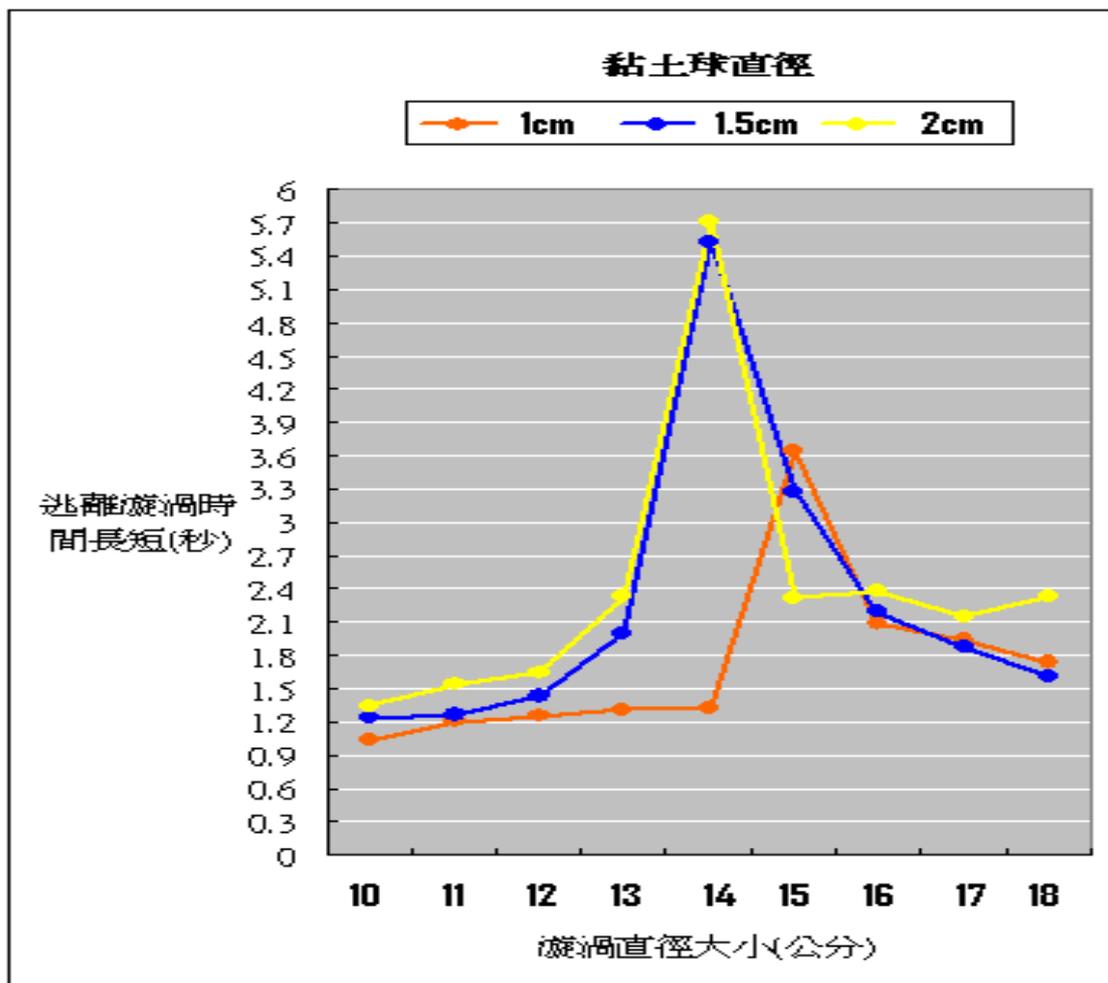
(1) 2.91	(6) 1.25	(11) 1.28	(16) 1.12
(2) 1.12	(7) 1.90	(12) 4.57	(17) 1.19
(3) 2.63	(8) 1.22	(13) 1.12	(18) 1.50
(4) 1.12	(9) 1.40	(14) 1.47	(19) 1.19
(5) 1.22	(10) 1.19	(15) 1.66	(20) 1.19
平均：1.61 秒			

c、直徑 2cm 的黏土逃離直徑 18cm 的漩渦所需要的時間（單位：秒）

(1) 1.18	(6) 1.31	(11) 1.07	(16) 1.19
(2) 2.03	(7) 3.06	(12) 3.13	(17) 1.57
(3) 4.79	(8) 1.72	(13) 4.72	(18) 4.97
(4) 1.16	(9) 1.15	(14) 4.39	(19) 1.13
(5) 2.91	(10) 2.15	(15) 1.68	(20) 1.44
平均：2.34 秒			

10、綜合上列 1~9 數據後，我們可以整理出下列表格：

漩渦大小 黏土球直徑	10cm	11cm	12cm	13cm	14cm	15cm	16cm	17cm	18cm
1cm	1.04 秒	1.20 秒	1.25 秒	1.31 秒	1.33 秒	3.64 秒	2.09 秒	1.94 秒	1.74 秒
1.5cm	1.23 秒	1.27 秒	1.42 秒	1.99 秒	5.53 秒	3.28 秒	2.20 秒	1.88 秒	1.61 秒
2cm	1.34 秒	1.54 秒	1.65 秒	2.34 秒	5.71 秒	2.32 秒	2.37 秒	2.15 秒	2.34 秒



藉由上列表格，我們可以發現，體積越小的黏土球可以越快速地逃出漩渦。1.5 公分以及 2 公分的黏土球在逃離 14 公分以下的漩渦時，都逐漸需要花越多的時間才能夠逃出漩渦，在 14 公分時需要花上最多的時間。然而，到了 15 公分，卻突然可以快速地逃出漩渦，在 15 公分以上的漩渦時，黏土球更是越不容易受到漩渦控制。

為甚麼會產生以上的情況呢？我們認為，這只是實驗設備的問題。因為實驗用的水流強力不夠，到了一定的極限以後，無法再形成力量強大的漩渦，因此黏土球受到漩渦吸引的力量就越薄弱。

(四) 補充資料：

1. 漩渦流速是否影響逃出漩渦的時間？

控制變因：漩渦深度 3.5cm

漩渦直徑 10cm

保麗龍球直徑 2cm

a、流速 4.8 km/hr

(1) 0.67	(6) 3.60	(11) 2.20	(16) 3.44
(2) 1.00	(7) 0.94	(12) 0.80	(17) 1.07
(3) 4.07	(8) 3.00	(13) 2.13	(18) 2.59
(4) 0.73	(9) 0.80	(14) 1.80	(19) 4.40
(5) 5.20	(10) 0.93	(15) 0.67	(20) 0.80
平均：2.04 秒			

b、流速 6.5 km/hr

(1) 1.20	(6) 3.65	(11) 2.55	(16) 3.25
(2) 0.97	(7) 0.73	(12) 1.23	(17) 1.25
(3) 2.34	(8) 2.67	(13) 2.65	(18) 3.78
(4) 0.89	(9) 2.94	(14) 1.98	(19) 2.94
(5) 1.34	(10) 1.26	(15) 1.64	(20) 0.87
平均：2.01 秒			

由上列數據，我們可以得知提高漩渦的流速對逃出漩渦的影響並不大。或許在流速高的漩渦中我們較容易從漩渦脫身，但是在流速低的漩渦中我們比較能夠冷靜，而且判斷方向也比較容易。

2. 漩渦深度是否影響逃出漩渦的時間？

控制變因：漩渦流速 4.8 km/hr

漩渦直徑 10cm

保麗龍球直徑 2cm

a、漩渦水深 3cm

(1) 0.74	(6) 4.27	(11) 2.58	(16) 0.80
(2) 0.73	(7) 0.73	(12) 5.54	(17) 1.00
(3) 0.66	(8) 0.94	(13) 0.73	(18) 2.53
(4) 1.00	(9) 1.40	(14) 0.67	(19) 0.74
(5) 1.34	(10) 4.73	(15) 0.66	(20) 3.00
平均：1.74 秒			

b、漩渦水深 3.5cm

(1) 0.67	(6) 3.60	(11) 2.20	(16) 3.44
(2) 1.00	(7) 0.94	(12) 0.80	(17) 1.07
(3) 4.07	(8) 3.00	(13) 2.13	(18) 2.59
(4) 0.73	(9) 0.80	(14) 1.80	(19) 4.40
(5) 5.20	(10) 0.93	(15) 0.67	(20) 0.80
平均：2.04 秒			

c、漩渦水深 4cm

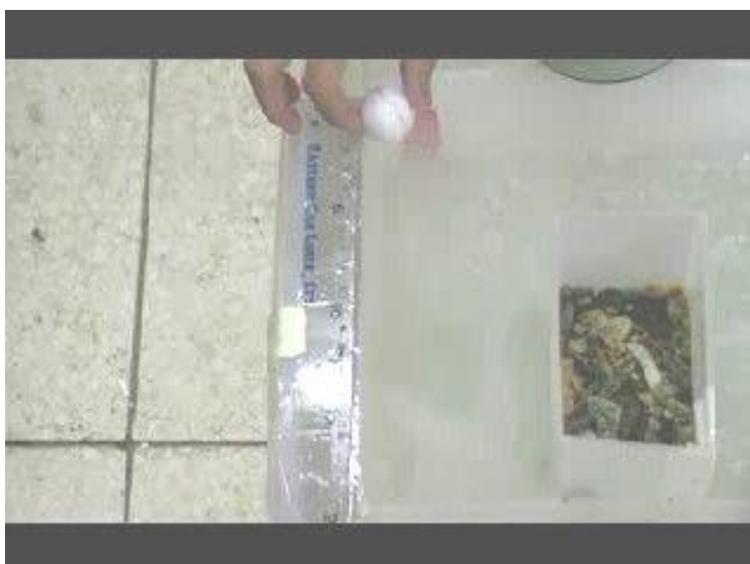
(1) 5.46	(6) 6.33	(11) 0.66	(16) 4.74
(2) 2.79	(7) 0.87	(12) 1.54	(17) 1.86
(3) 3.47	(8) 0.94	(13) 1.73	(18) 1.66
(4) 0.72	(9) 0.81	(14) 1.54	(19) 6.87
(5) 2.80	(10) 3.27	(15) 1.47	(20) 5.20
平均：2.74 秒			

d、漩渦水深 4.5cm

(1) 無法逃脫	(6)	(11)	(16)
(2) 無法逃脫	(7)	(12)	(17)
(3)	(8)	(13)	(18)
(4)	(9)	(14)	(19)
(5)	(10)	(15)	(20)
平均：秒			

我們可以由上列數據看出，漩渦的深度越深，想逃出漩渦就越難。

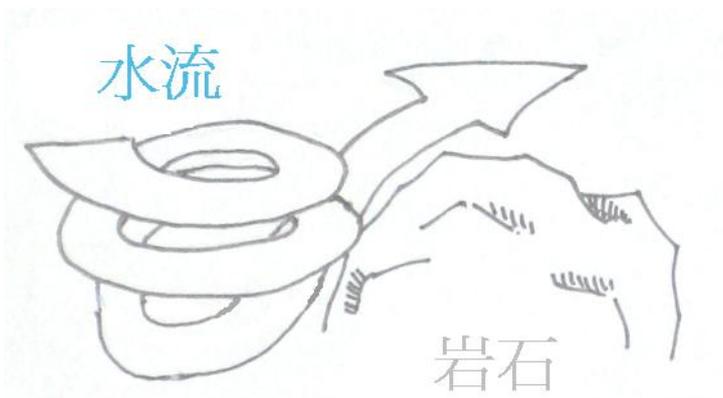
<攝影影像示意圖>



柒、討論：

一、了解漩渦的結構：

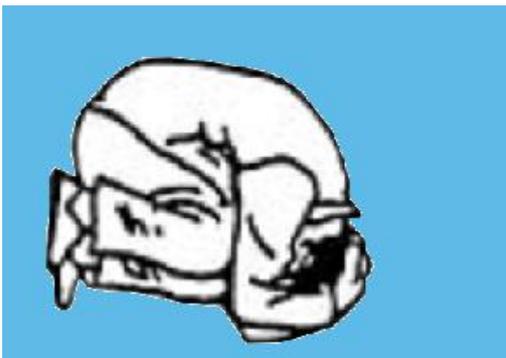
- (一) 在漩渦頂層的水較不穩定，容易受到後來的流水吸引而產生回流，而回流後的水會填補漩渦中心脫水的部份。
- (二) 我們可以將漩渦想像成脫水機，脫水的衣服會緊貼著槽壁，中間呈現中空的狀態。同時，水會受到地心引力的影響而向底層流動。
- (三) 越靠近底層，受到後來水流吸引的力量就越薄弱，待到底層後，水流便不再受到吸引而離開漩渦。此時，水流變得穩定，流出漩渦，形成底部離開漩渦的出水口。因此〈數據 A〉中的黏土球能夠快速的離開漩渦。



— (漩渦構造示意圖)

二、若人身上未穿救生衣，該怎麼在漩渦中求生？

- (一) 當人掉進漩渦中，而身上未穿救生衣，不斷流向漩渦中心的水會將人吸入水底。人會覺得似乎有什麼力量將他壓入水中，不管如何拼命的往上游，就是沒辦法回到水面(據當事人在漩渦中的感受)。通常一般人被水壓進水底時的反應，會不斷地划動四肢，想回到水面上。然而，人的力量是無法和水流抗衡的，更何況是回到水面呼吸新鮮空氣。
- (二) 透過實驗，我們發現在漩渦的底部有一道水流，穩定地流出漩渦。因此我們可以利用這道水流逃離漩渦。
- (三) 張開四肢的人較容易干擾到漩渦的穩定性，而且表面積越大，接觸到水的部份就越多，再被捲入漩渦旋轉地帶的機率就越大；蜷曲著身體的人相當於減少接觸到水的面積，因此能夠快速地逃離漩渦。
- (四) 溪流河床的地方有許多尖銳的岩石，人體在漩渦中移動的速度又快，張開四肢的人很有可能因為旋轉的力道而受傷；蜷曲著身體能夠防止臉部的正面撞擊，也可以保護位於腹腔的器官，使人體不至於受到嚴重的傷害。



— (蜷曲身體示意圖)

三、若人身上有穿救生衣，該如何有效率地逃離漩渦？

- (一) 浮在水面上的人（有穿救生衣）只要能夠游到漩渦外側的部份就可以容易地離開漩渦。
- (二) 漩渦外側到底有什麼力量可以把人從漩渦中「吸」出去？其實就是漩渦排出水所產生的水流（示意圖 A 的斜線 X 處）。

（截自示意圖 A 第 7 步驟）



捌、結論：

一、當人掉入漩渦時，可能有很多種情況：

- (一) 若人的身上未穿救生衣，應該蜷曲身體，雙手護頭，把表面積縮到最小，隨著水流離開漩渦。
- (二) 若人的身上有穿救生衣，應該使胸腔保持在水面以上，以利順利呼吸，並試著朝漩渦外側的方向游去，直到離開漩渦。
- (三) 若漩渦太強，以至於無法離開漩渦，應該比照未穿救生衣的逃生方式，蜷曲身體，順著水流離開漩渦。（不過，即使人的身上有穿救生衣，這麼強的漩渦應該也會把人壓往水底）
- (四) 漩渦越大，逃出漩渦所需要的時間就越長。
- (五) 漩渦的深度越深時，想逃出漩渦就需花越多時間，甚至會對脫離造成困難。

二、如果落入漩渦中未穿救生衣，應該保持鎮定，在被水捲入水底前先深吸一口氣，進入水底後，雙手護頭，蜷曲身體。

三、如果掉入漩渦中時有穿救生衣，雖然救生衣可以使人浮在水面上，但漩渦力量龐大，救生衣可能只能使頭部露出水面。此時應該持續划動四肢，使胸腔露出水面，並嘗試往漩渦外側的方向游，直到逃離漩渦。

玖、參考資料及其他：

- 一、Discovery 頻道【流言終結者：殺人漩渦】
- 二、Discovery 頻道【科氏力】
- 三、休伊特 (Paul G. Hewitt) 觀念物理 天下文化出版社

【評語】 030114

本作品取材於溪邊常見的漩渦，進一步的研究如何在遇到漩渦後安全的逃離，很具實用性，唯在實驗設計上仍有部分改進的空間。