

# 度裡乾坤——圓形傾角指示器的研究

## 高小組應用科學科第一名

宜蘭縣南屏國民小學

作者：黃惠君、李承遠、林亞忻、陳盈君

指導教師：陳桂菊、鄭俊明

## 一、研究動機

在學校上課時，班上小朋友帶了一樣玩具，玩具是由一個U型鋼條及一個帶有磁性的輪子結合而成，輪子可以在鋼條上滾動自如，不論我們怎麼翻轉都不會掉下來，真是既有趣又好玩。我心想：利用磁性可以製成有趣的玩具，那麼是否也可以利用磁性解決日常生活中的問題？於是拿著玩具和幾位同學向老師請教和討論。

## 二、研究目的

- (一)了解磁鐵的特性。
- (二)利用磁性解決日常生活中的問題。
- (三)希望藉研究來學習科學的方法，充實科學知識，養成耐心、細心的科學態度，而使「科學生活化」。

## 三、研究問題

- (一)磁力和角度有關嗎？ (二)磁力會受水的影響嗎？
- (三)量角器好用嗎？ (四)我們可以利用磁力和滾動原理觀察角度嗎？
- (五)量角器可以變成半圓形的嗎？

## 四、研究器材和設備

直尺、原子筆、筆記本、木條、木板、鐵片、粗鐵絲、各種大小形狀不同的磁鐵、鋼珠、迴紋針、量角器、鐵釘、鐵鎚、線鋸。

## 五、研究過程和方法

(因限於篇幅，故問題一～三的六個研究予以刪略)

問題四：我們可以利用磁力和滾動原理觀察角度嗎？

問題討論→我們發現用量角器測量傾斜的角度，必須有個「基準」或「基準邊」，

並且只能量圖形，而不能在斜面上量斜面傾斜的角度，或屋簷傾斜的角度，因此不能測出平不平。不過，我們從玩具中磁性吸附原理的啓示，想到爲什麼不把這兩者結合呢？所以我們再做了下面的研究，並做了第一代的傾角指示器。

#### 研究(七)

- 方法：1. 我們製作了中間半圓凹槽的兩塊木板，固定在長15公分、寬4.2公分的木條上。兩塊木板各固定一個量角器，槽上則固定一條粗鐵線，當做第一代的第一型傾角指示器。
2. 再製做兩塊半圓形木板，各固定一個量角器，槽上則固定一條粗鐵線，當做第一代第二型傾角指示器。

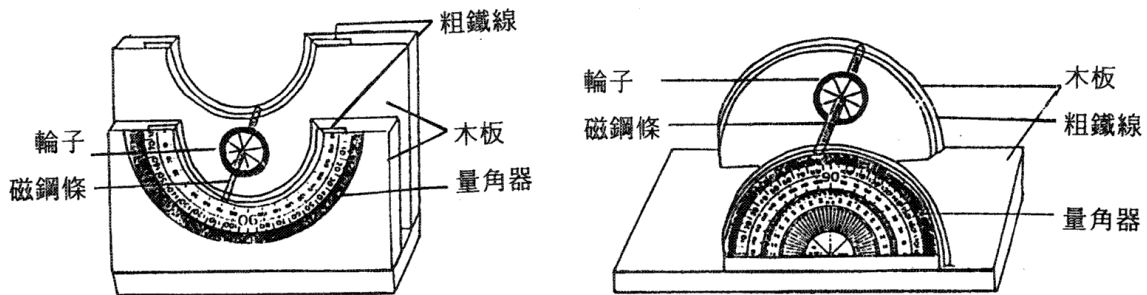


圖 1 第一代第一型傾角指示器

圖 2 第一代第二型傾角指示器

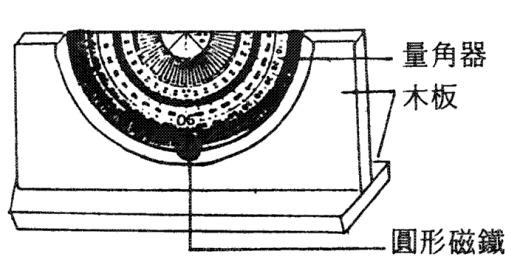
- 結果：1. 兩型都能顯示傾斜的角度，但都無法測出90°以上的角度。
2. 第一型測得最大傾斜角度爲85° 第二型測得最大傾斜角度爲74°。
3. 磁輪在操作時，如果超過最大測得角度時會掉出來，而且容易偏斜、卡住，是兩型都有的缺點。
4. 第一型能測出地面傾斜角度，而不能測出上面傾斜角度，第二型則剛好相反。

#### 研究(八)

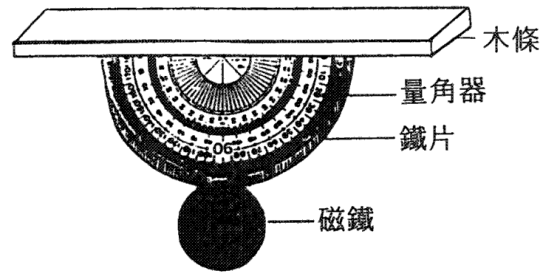
- 方法：1. 我們製作了一塊中間半圓凹槽的木板，木板兩邊各固定一個量角器，並在槽上釘上一條寬0.6公分的鐵片，然後固定在長18公分、寬0.5公分的木條上，當做第二代第一型的傾角指示器。
2. 再製作一個半圓形木板，木板兩邊各固定一個量角器，並在半圓形前緣上釘上一條寬0.6公分的鐵片，然後固定在長18公分、寬2.5公分的木條上，當做第二代第二型傾角指示器。
3. 利用一個直徑5公分的圓形磁鐵，將其中一半隱藏於長11公分、3.3

公分的木板裡，露出板外的半圓，則貼上同樣大小的量角器，當做第二代第三型傾角指示器。

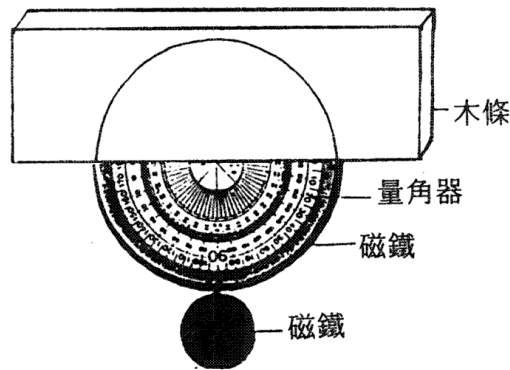
4. 第二代一、二、三型傾角指示器，均利用小的圓形磁鐵在槽上的鐵片吸附滾動或半圓磁鐵上吸附滾動來測量角度。



■ 3 第二代第一型傾角指示器



■ 4 第二代第二型傾角指示器



■ 5 第二代第三型傾角指示器

- 結果：
1. 三型都能顯示坡度傾斜的角度。
  2. 只有第一型能測出 $90^\circ$  的角度。
  3. 第二型測得最大傾斜角度為 $80^\circ$  第三型測得最大傾斜角度為 $70^\circ$  。
  4. 三型都需設假想線，不易看準角度。
  5. 三型都能避免第一代磁輪偏斜卡住的缺點，唯會受磁力影響，是操作這三型都有的缺點。
  6. 第一型能測出地面傾斜角度，而不能測出上面傾斜角度；第二、三型則剛好相反。

問題討論→在操作測量實驗中，我們發現第一代、第二代傾角指示器如不小心都會有掉落的情形，而且能測量地面坡度就不能測量上面的坡度，這是兩型共同的缺點，於是我們又設計了第三代三種型式的傾角指

示器。

### 研究(九)

- 方法：1.我們在長14公分、寬14公分的木板中間，挖掉一個直徑10公分的圓洞，並固定在同樣大小的木板上，然後在木板圓洞中央，固定一個直徑4.9公分的圓形磁鐵，及一個直徑2.5公分的活動圓形磁鐵，外表再貼上一個量角器，當做第三代的第一型傾角指示器。
- 2.如同方法一的做法，然後再放置7/32MM的活動小鋼珠，當做第三代第二型傾角指示器。
- 3.如同方法一的做法，但固定的圓形磁鐵換成直徑12公分的中空圓形磁鐵，再放置5/16MM的活動小鋼珠，當做第三代第三型的傾角指示器。
- 4.我們用研究一的坡度指示台，來測量並比較第三代三種型式傾角指示器的優缺點。

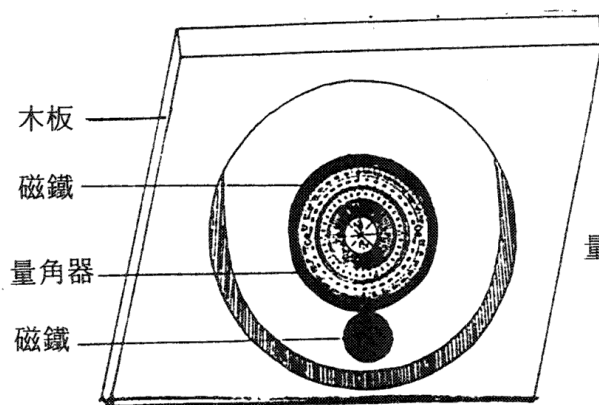


圖6 第三代第一型傾角指示器

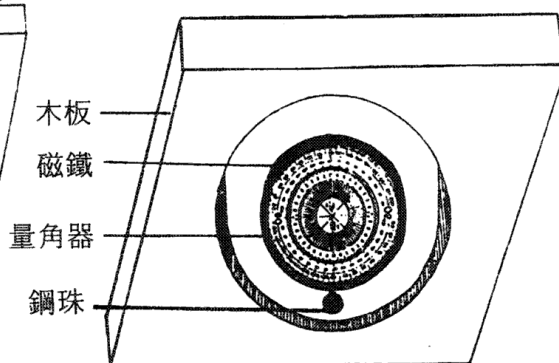


圖7 第三代第二型傾角指示器

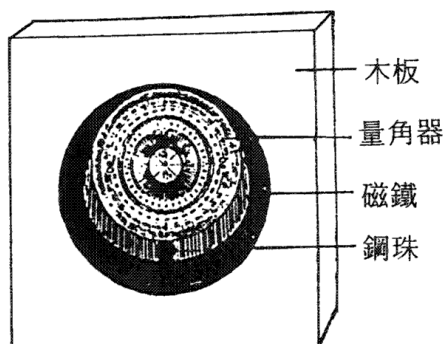


圖8 第三代第三型傾角指示器

- 結果：
- 1.三型都能顯示坡度傾斜的角度。
  - 2.三型能測出 $90^\circ$  以上的角度。
  - 3.三型觀測角度都可達 $180^\circ$  。
  - 4.三型都需設假想線，不易看準角度。
  - 5.三型都能避免第二代掉落的缺點，唯操作仍受磁力影響，其中第二型影響較大。
  - 6.三型能測出地面及上面的坡度角度。

問題討論→我們發現第一代、第二代、第三代的傾角指示器在操作時，都會受到磁力的影響，於是我們又設計了第四代四種型式的傾角指示器。

研究(+)

- 方法：
- 1.我們製作了一塊中間半圓凹槽的木板，凹槽兩邊各固定一個量角器，然後再固定於長16.5公分、寬0.8公分的木條上，當做第四代第一型傾角指示器。
  - 2.在一塊長11.5公分、寬11.5公分的木板中間，挖出一個直徑7.5公分的圓洞，圓洞兩旁再各固定兩個量角器，並放置一個 $\diagdown$ MM的活動小鋼珠，當做第四代第二型傾角指示器。
  - 3.同方法一的做法，將兩塊中間半圓凹槽的木板，兩邊各固定一個量角器後，將兩塊木板做十字交叉組合，再固定於直徑12公分的圓形木板上當做第四代第三型傾角指示器。
  - 4.同方法一的做法，將一塊中間半圓凹槽的木板，兩邊各固定一個量角器後，套在一個直徑12.5公分的圓形木板上，木塊可在板上自由轉動改變方向，當做第四代第四型傾角指示器。

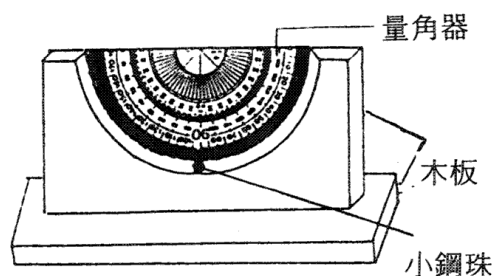


圖 9 第四代第一型傾角指示器

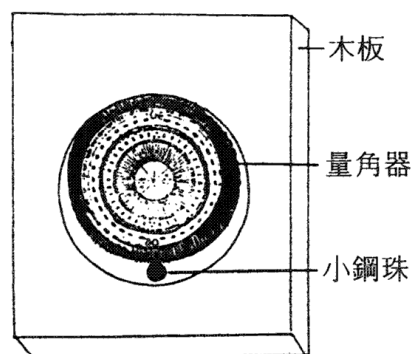


圖 10 第四代第二型傾角指示器

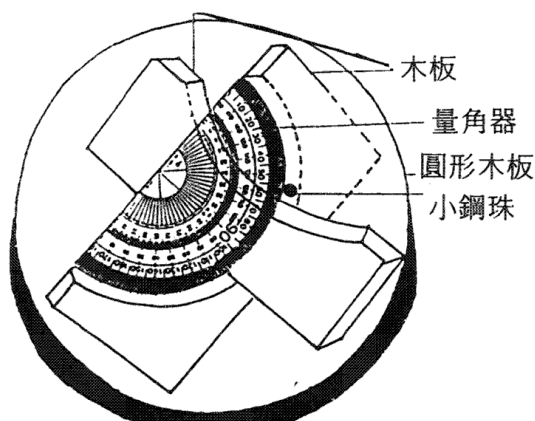


圖 11 第四代第四型傾角指示器

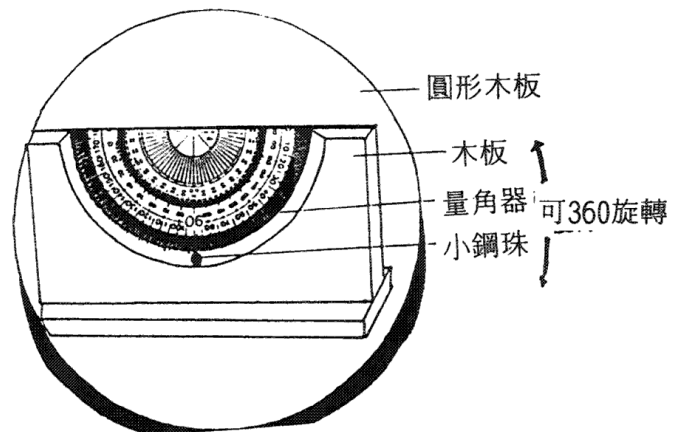


圖 12 第四代第四型傾角指示器

- 結果：
1. 四型都能顯示坡度傾斜角度。
  2. 除了第二型可以測出 $90^\circ$  以上的角度外，其餘均不能。
  3. 一、三、四型只能測量地面坡度，而第二型不論地面及上面的坡度都可測量。
  4. 第二型測得最大角度為 $180^\circ$ 。
  5. 四型都能避免磁力的影響，其中第二型則兼具避免掉落的缺點。

#### 研究(±)

方法：1. 我們利用第一代第一型、第二代第一型、第三代第一型、二、三型及第四代一、二、三、四型，實地到坡地進行測試，並作觀察記錄。

- 結果：
1. 除了第一代第一型和第三代第三型測得角度有點誤差外，其他型式測得的角度都相同。
  2. 第一代第一型在4號坡地測得角度差 $4^\circ$ 。
  3. 第三代第三型在6號坡地測得角度差 $2^\circ$ 。

問題五：量角器可以變成半圓形嗎？

#### 研究(±)

- 方法：
1. 我們利用半圓形的塑膠模型，並且量出模型上同心圓的角度度數，然後將其固定在直徑25公分的圓形木板上。
  2. 我們量出模型同心圓的角度為 $10^\circ$ 、 $20^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $40^\circ$ 、 $50^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $70^\circ$ 、 $80^\circ$ 、 $90^\circ$ 。
  3. 利用球形指南針放置在模型內滾動，量出角度及方向。

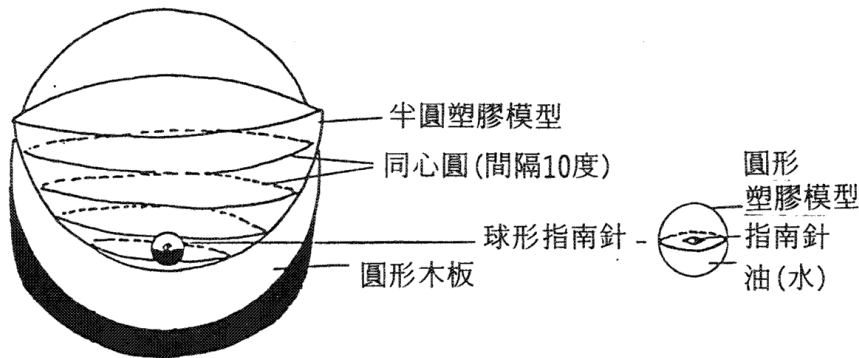


圖 13 第五代半圓形傾角指示器

- 結果：
1. 半圓形傾角指示器能顯示出坡度傾斜的角度。
  2. 半圓形傾角指示器測量時不受面積限制，可測得任何方向的度數。
  3. 除可測得角度外，也可指出方向。
  4. 無法測得 $90^\circ$  以上的角度，是它的缺點。其測得最大傾斜角度為 $85^\circ$ 。
  5. 第五代傾角指示器使用起來很方便，但是操作如果不小心，球形指南針會掉落，是它的缺點。

## 六、討 論

- (一) 在同形狀的磁鐵中，大的磁鐵吸引迴紋針的數量及距離比小的磁鐵多而且大，是因為大的磁鐵磁性較強的緣故。
- (二) 在研究二中，磁鐵在不同角度，吸引迴紋針的距離不同。經我們查尋相關資料及畫出磁場上的磁力線得知：磁鐵兩端磁力最強，中間則較弱，因而造成磁鐵在不同角度吸引迴紋針的距離不同。
- (三) 在實驗中我們發現：磁力不受傾斜角度、水面（中）及較薄隔絕物的影響，可以利用這種特性應用在日常生活中。我們也是利用這種原理，設計出各種不同的傾角指示器。
- (四) 在研究中得知，將磁化過的針，在兩端或中間黏貼上不同形狀且不溶於水的紙，放於水面上，即可指出方向，可當作簡易的指南針，實在有趣又好玩。
- (五) 量角器只能量出圖形和有基準線（邊）的物品（體），有其使用上的缺點，我們很高興能設計出五代共十三型的傾角指示器，解決了(1)測量地面的坡度。(2)上面的斜度。(3)傾斜的角度。(4)方向等方面的難題。
- (六) 在我們的研究過程中，雖然有好幾代傾角指示器的改良，而在每代的傾角指示器中，仍有改變設計的過程，這種過程我們覺得很有意義！如：
  1. 本來第一代的傾角指示器，利用磁輪吸附滾動的原理，可是在操作中，發

現它很容易偏離軌道卡住及掉落，而影響了測量的方便性，因而我們討論出將兩邊封住的方法，於是我們就使用在第三代、第四代的傾角指示器中。

2.第一、二、三代傾角指示器都會受到磁力而影響操作測量，於是我們想出利用圓形物體容易滾動及重物下墜的原理，利用小鋼珠在圓形（半圓形）軌槽中滾動，來測量角度，操作起來更方便準確。

(七)我們研究到第四代傾角指示器，經過不斷討論及思索，而將傾角指示器改變成半圓形，不但可測出坡度，而且可以告訴我們方向，真是好玩又有意義。這些研究和改良，使我們認識科學研究和態度的重要，是能不斷改善人類生活的原動力。

(八)在研究中，第三代第二型的傾角指示器的測量比較中，有 $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 的誤差，我們認為是因為吸附的磁力較強所造成的。因此如何使磁力吸附達到最適當的配合，是我們進一步要再探討的。也因此可改善這種誤差的現象。

(九)我們認為我們設計的傾角指示器好用又省錢，又能加深我們課本中所學的知識，及培養我們科學的精神，我們都很喜歡這樣的研究活動。

(十)第五代半圓形傾角指示器，可以改良成球形體，這樣就不會造成操作測量時，球形指針掉落的缺點。

(十一)傾角指示器也可以用在我們現在的自然課程(1)四輪車與小山坡(2)滾動的快慢等單元，在實驗時可用來控制角度，既精確又節省時間。

## 七、結 論

(一)磁力不受傾斜角度、水中（面）及較薄隔絕物的影響，但會受磁鐵不同部位的影響。

(二)量角器無法測出傾斜角度，且必須有基準線或邊。

(三)(1)第一代第一、二型(2)第二代第一、二、三型(3)第四代第一、三、四型(4)第五代傾角指示器，無法測出 $90^{\circ}$ 以上的角度，且在操作測量時，磁鐵或鋼珠容易掉落，使用時必須小心。

(四)(1)第三代第一、二、三型(2)第四代第二型，可以測出 $180^{\circ}$ 傾斜角度，且使用時非常方便，不會掉落。

(五)(1)第一代第一、二型(2)第二代第一、二、三型(3)第三代第一、二、三型都會受磁力的影響，而影響操作。

(六)第四代第二型不受磁力影響也沒有掉落的缺點，更可測得 $180^{\circ}$ 的角度，是非常好用的傾角指示器。

(七)第五代半圓形傾角指示器，突破前四代的模式，不但能測出傾斜角度，又能



指出方向，實在是一件絕佳的改良品。

## 八、參考資料：

- (一)磁鐵的奧秘（20～27頁），明統圖書公司書版。
- (二)國民小學自然科學圖說（142～151頁），翰林圖書公司出版。
- (三)物理奧秘（92～93頁），錦標出版社。
- (四)兒童科學金庫（288～289頁），好兄弟出版社。
- (五)大自然教室（24～25頁），美語世界出版社。

## 評 語

- 1.從磁力與角度互相影響的觀察，設計出可以量測經緯方向及傾斜角度的半圓球型量角器，創造力非凡。
- 2.設計過程中由考慮特殊角度開始，終於設計出多功能的量角器，尤其最終在半圓球內放入指南針，思考的過程在看板上完整表現，一目了然。
- 3.經過多次的改進，才設計出完美的作品，其求真的精神，令人激賞。