



## 藉由 POE 教学策略探讨师生对影响风向仪指向的迷思概念

陈正治<sup>1</sup>、刘嘉茹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国立科学工艺博物馆 科技教育组

<sup>2</sup>国立高雄师范大学 科学教育研究所

<sup>1</sup>电邮: [nelson@mail.nstm.gov.tw](mailto:nelson@mail.nstm.gov.tw)

<sup>2</sup>电邮: [chiaju1105@gmail.com](mailto:chiaju1105@gmail.com)

收稿日期: 二零一五年十一月十三日

(于二零一六年六月三十日再修定)

---

### 内容

- [摘要](#)
  - [前言](#)
    - [研究动机](#)
    - [研究问题与目的](#)
  - [研究方法工具](#)
    - [\(一\) 活动前段-臆测:研究者诘问, 学生臆测](#)
    - [\(二\) 活动中段-观察与操作: 研究者示范学生观察与操作](#)
    - [\(三\) 活动后段-解释: 研究者解释后、学生再填答](#)
  - [研究结果](#)
  - [结语](#)
  - [参考文献](#)
  - [附录: 半结构开放式活动单](#)
-



## 摘要

本研究旨在利用风向仪的动手实作, 探讨一般民众对影响风向仪转向的迷思概念。在以参与高雄国立科学工艺博物馆的风向仪的研习活动中, 从 2014 年 3 月至 8 月期间, 计有 125 名国中学生及 25 名国民中小学自然科领域教师参与风向仪的科教活动, 为了解一般师生对风产生原因与方向等认知的先备概念及迷思概念, 特利用风向仪动手做研习活动进行调查, 结果显示:1. 90%以上国中学生知道风产生的原因是因为空气的流动, 但有 80%的学生却无法精确地解释为什么空气会流动。2. 95%的老师知道风的产生是气压改变, 且是由高压处流向低压处, 因此产生风, 但有 60%的老师无法精确的说出产生气压改变的原因是什么。3. 当利用风向仪判定风向(即风来的方向)时, 却有高达 85%的学生与 30%的自然领域科教师误认为风向仪箭头指向, 就是风离去的方向, 而非风来的方向。进一步研究显示, 有 80%的学生及 60%的自然科教师, 不知道影响风向仪指向的因素是力矩的作用。

本研究藉由 POE 教学策略及半结构开放式活动单研究工具, 教导师生动手做风向仪活动, 由开放式活动单前测与后测比较, 结果显示利用风向仪可以有效地协助国中生与自然科技教师, 进一步观察并体会风形成的因果关系、风向的判定及力矩作用如何影响风向仪的转向。

**关键词:** 风向仪、力矩、科学博物馆、POE、迷思概念

## 前言

在科学博物馆进行风向仪(Anemoscope)的科学教育前, 如何激发师生的学习探究动机, 使其知其然, 亦知其所以然, 才是探究式教学要做的重点(毛松霖 & 张菊秀, 1997; 张清滨, 2000; 魏明通, 1987)。因此, 有几个连锁式的问题需要被提问, 始能引导学生产生好奇与讨论, 被提问的问题例子可以是:

1. 风是怎么产生的
2. 是谁让风产生
3. 为何要判别风向
4. 判别风向的方法有哪些
5. 今日如果吹北风, 请问风从哪里来?吹向哪里去?
6. 当箭头式风向仪指向南方时, 请问此时的风向是?



在教学活动的现场,对于上述的问题,小学学生的答案有的真像天马行空,有的是不知所云,例如:风是电风扇转动传或手摇扇传来的,当续问,站在屋外高处,缺电风扇,也无手摇扇,但也会有风啊?此时,学生常会会心一笑,偶有会答空气流动,因此有风,再续问,那是谁让空气流动呢,部份对科学较具兴趣的学生回答称气压的改变或温度的改变,当续问,是谁让气压改变或温度改变,此时会回答者逐渐减少。国中生怕答错,常故作镇静,不喜回答,但对于上述问题,大概不会答非所问,答对率也较高,也知风向仪可以判定风向,但当问到如何判别风向时,约有一半学生表示可以用纸条飘动方向判定风向,如纸条往西飘,表示是东风,当续问,倘阴雨天,不便外出使用纸条,那又要如何判定?仅少数具经验者说靠风向仪或风袋判断,至于如何用风向仪判断,因鲜少有实务的经验,有80%以上学生答错。

风向仪看似简单的一个判别风向的仪器,当试着自己做一个风向仪后,却又往往发现另一个窘境,例如,测试时,风向仪一直转不停,根本无法判定风向;部份学生的风向仪箭头指向与其他学生作品相反,倘缺深究其中原因,就无法解析风向仪的作动原理。

## 研究动机

研究者在非制式科学教育(Informal Science Education)的科学博物馆服务,主要的工作是设计、规划与执行各式科教活动,近期因配合一个与台风有关的特展,特别设计一个动手做风向仪的科教活动,活动的教学对象是小学至国中的学童,为设计一个寓教于学的学习场域,小学与国中生所设计的风向仪略有不同,黄燕桦在其一篇科学玩具游戏对小学学童学习成效研究中(黄燕桦 & 赖庆三, 2009),曾以小学三年级为例,用风向计教导学生学习空气的主题活动中,证明科学玩具对学习成效有正向帮助,但缺乏对风向仪作动原理的解说,亦无探究的过程,因此,小学部份以一个具风车转动的风向仪科学玩具为主(如图一);而国中部份,为避免被误解是一个组合玩具,其风向指针以箭头方式呈现(如图二),然而,从带领活动的过程中,发现到学生有许多的概念迷思(Misconception)与概念冲突(Conception Conflict)的情事发生,故引发研究者想要进一步探究产生这种概念迷失或概念冲突的原因是什么,如何帮助学生解惑及如何厘清其既有先备概念的更新。一般的科学活动,老师引导学生动手做一枚风向仪的学习效果,自然会比单独老师讲授或演示要来得更吸引学生的注意力,对于动手做的学习效能,已有许多研究文献给予肯定(朱耀明, 2011; 周建和, 2007)



图一：供小学生教作之风车型风向仪 图二：供国中学生教作之箭头指标型风向仪

在 2014 年 3 月至 8 月期间, 研究者曾以 125 名国中生及 25 名参与风向仪的小学自然科学教师样本为例, 进行有关「风」的相关科学概念诘问(Interrogation), 调查结果如表一:

表一：师生对「风」科学概念诘问表

课前提问	学生答	自然科学教师答	研究者继续追问	可能的迷思概念点
风是怎么产生的?	1. 自然界就有风 2. 空气流动产生 3. 摇扇、电风扇转动或未关窗开车时	1. 空气流动 2. 气压变化 3. 自然现象	1. 关在房内为何没风? 2. 空气为何会流动? 3. 倘无人工或外力摇扇时, 人站在户外, 何以仍有风的感觉?	比较能无法推论到自然风的产生是因为地表温度与气压的改变产生空气流动
是谁让风产生?	太阳照射地表, 有些地方冷, 有些地方热	1. 压力差 2. 温度 3. 太阳	太阳照射地表, 为何地表温度会有不同?	无法推论到地轴倾斜所造成的四季变化
为何要判别风向	1. 帆船航行需靠风力 2. 飞机起飞需靠风力 3. 风力发	1. 气象图 2. 航海 3. 航空	飞机起飞要顺风或逆风?	不知飞机起飞要顺风或逆风



	电			
今日如果吹北风, 请问风从哪里来?吹向哪里去	1. 60% 北→南 2. 30% 南→北 3. 10% 未答	1. 90% 北→南 2. 10% 未答	为何台湾的冬天常常吹北风	未知冬季时, 位于北半球的台湾, 与位于南半球的新西兰风向有何不同。

基于表一所列, 很明显地可看出仅有 60% 的学生认知风向的意义(The definition of direction of wind), 研究者拟就师生对风产生的原因及测量等之科学概念与应用, 设计一套的风向仪教案, 让国中学生具备有完善的风向仪认知与风向仪运作与应用的科学概念, 并对自然科领域教师的科普概念有所增能。

### 研究问题与目的

基于以上的动机简述, 研究者拟订的研究问题为:

如何藉由 POE 教学策略导正师生对力矩影响风向仪的迷思概念

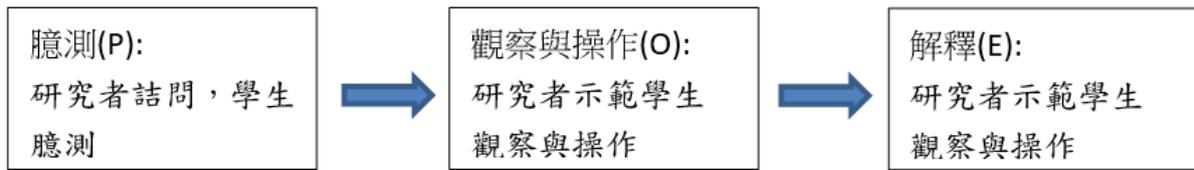
并期能藉由本研究, 能导引师生理解影响风向仪转向的主要因速为何?

## 研究方法工具

研究者于 2014 年 3 月至 8 月期间, 以莅临台湾高雄国立科学工艺博物馆参与活动的国中生与自然科教师为研究对象, 设计一套风向仪教学套件, 采动手做(Hands-on)实验与 POE 教学策略, 「臆测(Prediction)-观察或操作(Observation and Operation)-解释(Explanation)」。POE 教学策略在诸多文献已有许多讨论(李家铭,2001;许良荣、蒋盈姿, 2005; 叶淑华、江新合, 2002; Hsu, L. R. , 2004), 简述如下:

「科学过程技能」是科学教育中相当重要的教学目标之一, 根据 Abruscato 的《自然与科技领域教材教法》(庄奇勋译, 2005) 指出「美国的 2061 计划非常强调将探究过程技能教给学生」(P.61), 该书并说明「基本探究过程技能」包括了观察、臆测与解释等八项。POE 是「臆测-观察-解释」三者的缩写, 符合了这些过程技能内涵(Kearney, M., Treagust, D. F., Yeo, S., & Zadnik, M. G. , 2001; Liew, C. W. &

Treagust, D. F. ,1995; Methembu, Z. 2001), 并用以探索师生的迷思概念。只要妥当设计, 利用 POE 具备的预测-观察-解释之特征, 可以期望能够提升学生在科学过程技能之学习(如图三)。



图三: 应用在风向研习的 POE 教学策略

研究者设计一半结构开放式活动单(Semi-structure Open-ended Working sheet) 兹将本研究的操作流程, 分述如下:

(一) 活动前段-臆测:研究者诘问, 学生臆测(Teacher's Interrogation and Student's Prediction)

研究者为了激发学生参与本风向仪的活动, 特别提问一连串演绎式(Induced)的问题, 让学生进行臆测或回答, 研究者可以从中知道学生的既有先备概念。

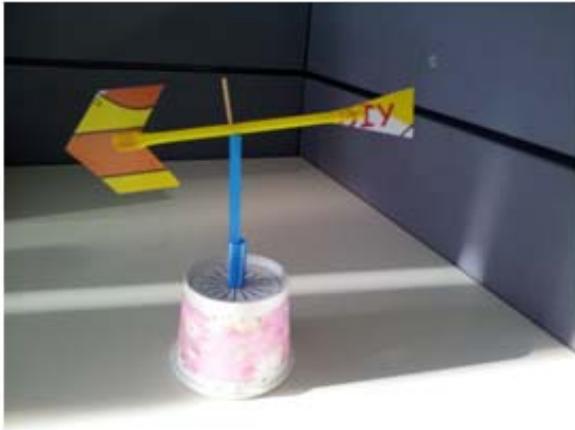
当研究者进行完一连串的诘问后(如表一), 再讲述判别风向的仪器称为风向仪(Anemoscope), 为了进一步了解学生对风向仪的作动原理(Working Theory), 随即「依序」取出数款的风向仪供学生参看, 并利用电风扇创造一个「由北向南吹」的北风, 当风向仪尚未摆置在电风扇前, 请学生臆测如何从风向仪的指向来判定风向, 研究根据师生的臆测结果与其依据, 推测其可能的迷思概念, 结果如表二:

表二: 师生臆测不同型式风向仪指向结果表

风向仪型式	学生臆测风向仪指向结果	教师臆测风向仪指向结果	师生臆测的依据	可能的迷思概念
1 箭头小 箭尾大(图二)	1. 5% 回答向北 2. 95% 回答向南 3. 5% 未答	1. 68%回答向北 2. 28%回答向南 3. 4%回答不知道	1. 一般道路箭头标志指引方向是指路线前进方向。 2. 感觉怪怪的, 老师故意要让我们猜错。	将道路标志箭头联想到风向仪的箭头指标
2 箭头大 箭尾小(图四)	1. 65% 回答向南 2. 30% 回答不知道 3. 5% 未答	1. 68%回答南 2. 28%回答向北 3. 4%回答不知道	1. 参考道路箭头标志判断 2. 因与前述一款不同, 不敢臆测。	同上
3 箭头小 箭尾大且指向相反(图五)	全班哈哈笑 不敢再臆测	(无资料)	因未曾见过类似的风向仪	没有类似既有概念



4 风车型 (图一)	1. 70%回答向北 2. 30%回答向南	(无资料)	1. 既有经验或见过的风车会指向风来的方向转动。 2. 与箭头小箭尾大风向仪指向理由相同。	风车与风向仪的经验联结混淆
---------------	--------------------------	-------	--	---------------



图四：箭头大箭尾小的风向仪



图五：箭头小箭尾大且指向相反

由表一与表二前测结果可以很明显看出几个现象:

1. 90%以上国中学生知道风产生的原因是因为空气的流动, 但有 80%的学生却无法精确地解释为什么空气会流动。

2. 95%的老师知道风的产生是气压改变, 且是由高压处流向低压处, 因此产生风, 但有 60%的老师无法精确的说出产生气压改变的原因是什么。

3. 当利用风向仪判定风向(即风来的方向)时, 却有高达 85%的学生与 30%的自然领域科教师误认为风向仪箭头指向, 就是风离去的方向, 而非风来的方向。

国中学生与教师对风向仪的指向是依据其既有概念与旧经验的组合, 尚未具有关于风向仪作动原理与转向是利用哪种科学概念。

## (二) 活动中段-观察与操作: 研究者示范学生观察与操作 (Teacher's Demonstration, Student's Observation and Operation)

研究者利用一个纸箱, 前面挖一个直径约 10 公分的圆洞, 当纸箱内充满烟雾, 未挤压纸箱两侧时, 烟雾会从纸箱圆洞缺口缓慢溢出扩散, 此即为气体分子会从浓度高处慢慢往浓度低处飘移。当双手轻敲纸箱两侧(如图六), 就会看到一



股烟圈(类似中空的甜甜圈)往前往外快速飘动, 此可利用波以耳定律(Boyle's Law)来解释, 纸箱受压, 体积变小, 压力增大, 气体由高压往相对低压处移动, 纸箱内烟雾离开圆洞缺口, 以类似烟圈的形状快速往外移动, 遂可见到空气流动, 当该股烟圈撞击到前方观测者头发后, 头发会飘扬起来, 观测者即能深刻体会到风的产生与原因。利用该股烟圈或电风扇吹动风向仪时, 会发现

1. 风车型风向仪的风车会指向风来的方向(如图七), 如北风吹, 则风车指向北方。
2. 头小尾大指标型风向仪, 箭头指标会指向风来的方向, 如北风吹, 则风向仪箭头会指向北方(如图八)。



图六: 装满烟雾的风箱



图七: 风车型风向仪指向风来的方向



图八: 小箭头指标型风向仪  
指标指向风来的方向



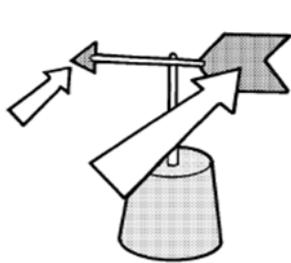
图九: 大箭头指标型风向仪指标指  
向风去的方向

经由上述几个动手做风向仪实验, 改变了学生既有概念, 也对风向仪箭头指标意涵的迷思概念有了一些改变。接着, 研究者即要进行第三阶段的解释。

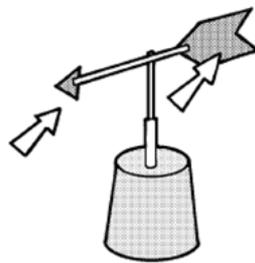


### (三) 活动后段-解释: 研究者解释后、学生再填答(Teacher's Explanation, Student's Re-answering the question)

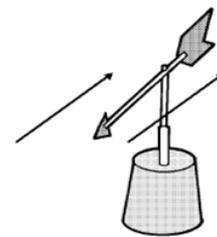
研究者以图八为例解释, 风向仪头、尾两端箭头指标截面积不同, 受风力也就不同, 当风向仪指标上支点两边的力臂相等时, 风向仪后端尾翼因面积比较大, 受到的风力也就比较大, 以支撑架为支点时, 产生比较大的力矩(=风的作用力\*力臂), 使风向仪转动(图九), 风向仪尾翼因面积大, 获得较大的逆时针转动力矩, 往后运动(图十), 直到风向仪的方向与风的方向平行时, 后端尾翼与前端指标侧面上就不再受风的作用力, 风向仪即不再转动, 前端指标所指的方向, 即是风吹来的方向(图十一)。



图十: 尾翼截面积大, 受风力大



图十一: 面积的尾翼产生较大转动力矩



图十二: 侧面不再受力转动

当研究者利用风向仪的作动原理是依据力矩大小来决定转动的方向后, 学生据此再与活动前段的臆测结果进行比较, 从既有概念、另类概念探索自己的迷思概念或概念冲突, 最后到概念改变, 以建构出风向仪的正确用途与科学概念。

## 研究结果

本研究显示下列几个结果

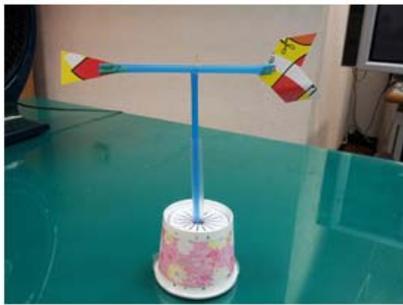
1. 探究: 看似很平常的风向仪, 市售或气象单位使用的风车型风向仪, 因已是成品, 鲜少有人去探究其作动原理。
2. 迷思: 在头小尾大的指标型风向仪中, 95%的学生及 28%的教师、误以为指标方向就是风向。
3. 臆测: 在头大尾小的指标型风向仪中, 65%的学生及 68%的教师、虽可以「猜中」风向, 但无确无法正确说出其理论与依据, 显见现职小学自然科教师, 对风向仪的概念, 仍有许多的迷思与不解。另有 30 以上%学生更不敢臆测。



4. 解惑: 当研究者解释影响风向仪指向的因素是力矩后, 师生始不被指标方向误导风向。
5. 修正: 藉由 POE 教学策略与半结构开访式学习单, 学员可以不再迷思风向仪的指标方向与风向的关系, 反而会依据力矩的作用大小来判断风向与风向仪指标间的关系。

## 结语

活动后, 授课教师可再提出另三款的风向仪(图十三至十五), 供学生判断风向仪的转向, 搭配学校自然与生活科技的力矩单元后, 学生就比较容易理解科学(如力矩的计算)与科技(如风向仪的制作)连结, 并能推论出影响风向仪指向的原因是力矩而不是箭头, 使其知其然, 并知其所以然。



图十三: 头尾箭头相向型



图十四: 头尾同面积箭头同向型



图十五: 头尾同面积箭头反向型

## 参考文献

- 毛松霖, & 张菊秀. (1997). 探究式教学法. 与 [讲述式教学法] 对于国中学生地球科学 [气象] 单元学习成效之比较. *科学教育* 5(4), 461-497.
- 朱耀明. (2011). 「动手做」的学习意涵分析—杜威的经验学习观点. *生活科技教育*, 44(2), 32-43.
- 周建和. (2007). 街头物理: 动手做让物理动起来. *物理双月刊*, 29(4), 845-855.
- 张清滨. (2000). 探究教学法. *师友月刊*(395), 45-59.
- 黄嬿桦, & 赖庆三. (2009). 科学玩具游戏教学对小学三年级学童 [空气] 单元学习的影响. 论文发表于华人地区社会变迁与科学师资培育国际学术研讨会. 台北市: 国立台北教育大学.
- 魏明通. (1987). 科学探究教学法. 台北: 大中国图书公司.
- 李家铭. (2001): 应用 POE 策略在国中低成就学生补救教学之个案研究. 国立高雄师范大学科学教育研究所物理组硕士论文, 未出版.
- 许良荣、蒋盈姿. (2005): 以 POE 策略探究中小学生对物质「可燃性」的另有概念. *科学教育研究与发展季刊*, 38, 17-30.
- 庄奇勋译. (2005): 自然与科技领域教材教法. 台北: 学富文化事业公司.



叶淑华、江新合. (2002)：应用 POE 策略式晤谈探究高三学生迷思概念之个案研究-以铅直简谐运动为例。中华民国第十八届科学教育学术研讨会。台北：中华民国科学教育学会。

Hsu, L. R. (2004). *Using the predict-observe-explain strategy to explore students' alternative conceptions of combustibility*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Vancouver.

Kearney, M., Treagust, D. F., Yeo, S., & Zadnik, M. G. (2001). Student and teacher perceptions of the use of multimedia supported Predict-Observe-Explain tasks to probe understanding. *Research in Science Education*, 31(4), 589-615.

Liew, C. W. & Treagust, D. F. (1995). A Predict-Observe-Explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion of liquids. *Austrian Science Teacher Journal*, 41(1), 68-71.

Methembu, Z. (2001). Using the Predict-Observe-Explain technique to enhance the students' understanding of chemical reactions (Short Report on pilot study). *Paper presented at the Annual Meeting of the Australian Association for Research in Education*.



## 附录: 半结构开放式活动单

### 国立科学工艺博物馆

#### 风向仪活动单 (Working Sheet of Anemoscope)

步骤 (Step)	活动内容(Contents of Event)	活动纪录(Records)
前段(老师诘问, 学生臆测 Teacher's Interrogation and Student's Prediction)	1. 风是怎么产生的 (How is the wind generated)	
	2. 是谁让风产生(Who makes the wind)	
	3. 为何要判别风向(Why should the wind direction be measured)	
	4. 风向与风速如何判定(How can the wind be measured, including speed and direction)	
	5. 今日如果吹北风, 请问风从哪里来? 吹向哪里去?(What's the direction of wind if it comes from northern side)	1. <input type="checkbox"/> 北→南 2. <input type="checkbox"/> 南→北 3. <input type="checkbox"/> 以上皆非
	6. 当指针式风向仪指向西南方时, 请问此时的风向是?(What's the direction of wind while the pointer anemoscope pointing to the south-west)	1. <input type="checkbox"/> 东南风 2. <input type="checkbox"/> 西北风 2. <input type="checkbox"/> 东北风 4. <input type="checkbox"/> 西南风 5. <input type="checkbox"/> 无固定风向
	7. 当北风吹着不同种类的风向仪时, 风向仪的指向会如何(When there comes the north wind, what does the direction of different anemoscope point to?)	1. 风车型指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方 2. 头小尾大指针型指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方 3. 头大尾小指针型指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方
中段(老师示范学生观察与操作 (Teacher's Demonstration, Student's Observation and Operation)	8. 装满烟雾的空气箱出风口, 烟雾会如何?(What do you observe smog coming out of exit when there is no kicking of air box)	
	9. 当轻敲空气箱两侧时, 烟雾会如何?(What do you observe smog coming out of exit when kicking the side of air box)	
	10. 利用风箱烟雾或转动的电风扇,	1. 风车型风向仪指向



	由北向南吹到风向仪时, 风向仪的指向会如何? (How does the anemoscope move when south-bound wind coming from the air box or fan blowing on the anemoscope?)	<input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方 2. 头小尾大指针型风向仪指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方 3. 头大尾小指针型风向仪指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方
	11. 我的 DIY 风车型风向仪是否会成功地运转?(Does my own hand-made anemoscope work successfully)	1. <input type="checkbox"/> 会 2. <input type="checkbox"/> 不会, 原因是:
	12. 指向风来方向, 与指向风去方向的不同风向仪, 请仔细观察其结构有何不同处?(Please closely observe what the difference it is among the different kinds of anemoscopes)	
后段 (老师解释 学生再填答 Teacher's Explanation, Student's Re-filling out the question)	13. 风是怎么产生的 (How is the wind generated)	
	14. 是谁让风产生(Who makes the wind)	
	15. 为何要判别风向(Why should the wind direction be measured)	
	16. 风向与风速如何判定(How can the wind be measured, including speed and direction)	
	17. 今日如果吹北风, 请问风从哪里来? 吹向哪里去?(What's the direction of wind if it comes from northern side)	1. <input type="checkbox"/> 北→南 2. <input type="checkbox"/> 南→北 3. <input type="checkbox"/> 以上皆非
	18. 当指针式风向仪指向西南方时, 请问此时的风向是?(What's the direction of wind while the pointer anemoscope pointing to the south-west)	1. <input type="checkbox"/> 东南风    2. <input type="checkbox"/> 西北风 2. <input type="checkbox"/> 东北风    4. <input type="checkbox"/> 西南风 5. <input type="checkbox"/> 无固定风向
	19. 当北风吹着不同种类的风向仪时, 风向仪的指向会如何(When there comes the north wind, what does the direction of different anemoscope point to?)	1. 风车型指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方 2. 头小尾大指针型指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方 3. 头大尾小指针型指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方
延伸	如果我要设计一个风向仪指标方向与风离开方向相同, 那要如何设计呢?	