

吊扇怎么吹才会凉之探讨

陈正治

国立科学工艺博物馆 科技教育组
807 高雄市三民区九如一路 720 号
电邮: nelson@mail.nstm.gov.tw

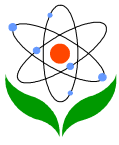
收稿日期：二零一零年五月六日 (于六月十一日再修定)

内容

- [摘要](#)
- [研究动机](#)
- [研究目的](#)
- [研究对象及研究时间](#)
- [研究限制](#)
- [研究方法](#)
- [探讨问题成因](#)
- [实验结果](#)
- [结论](#)
- [建议](#)
- [参考文献](#)

摘要

众所皆知，一般使用的排风扇的功能具有排风与吸风的功能，大部份排风扇使用目的，是把热空气由室内排到室外出去，然而一般学校教室，天花板仅装设着吊扇，并没有更多的预算，可以帮每间教室装排风扇，甚至冷气机，所以当天气变热时，教室里虽然有吊扇吹着，但是教室里还是让人感觉很闷热。基于不花费额外的预算，本文试着将一般的天花板吊扇改良具备排风扇排风的功能，将教室内吊扇上装置的风向转换器，由原来的往下，改为往上扳动，吊扇的转向相反了，热风运动的方向由下往上，并藉由上层开启的气窗，飘逸到室外。在实际进行教室温度量测，也确实得到温度下降的证据，让实验的班级，更能感受到「凉意」，解决教室内在天热季节里闷热的困扰，在不支出额外费用下，一个小研究与动作，即能达到环保兼节能的概念，希望将此结果推广到全台各个教室内，进而提升学习成效。



研究动机

有一天上自然科时，学生嘉义县立民和国小五年级学生团团对着老师提问说：「我每次冬天洗澡时，会发现整间浴室充满雾气，觉得很闷很热，当洗完澡时，打开门和窗户时，雾气才慢慢消失。另外在天热的季节里，教室里的直立电扇，虽然也转动着，但是还是感觉很热，即使风速转到最大，仅有风在动的感觉，却无凉意。同时也发现，在家里看电视时，把吊扇打开，过了很久，还是不会凉。」

在旁的圆圆也说：「我曾经在学校的计算机教室里看到排风扇，当时不知道排风扇的作用」。后来听老师说，排风扇的目的是把热空气抽出去。既是如此，有无可能将吊扇改为排风扇使用呢？此段学生与教师互动的过程，开启研究者对吊扇功能改变之可行性研究动机。

研究目的

为了探讨有无其它办法可以在不花费额外的费用，本文以嘉义县立民和国小五年级学生班级为研究对象，进行一个尝试让教室内温度降低的实验。一般国民中、小学，因为没有额外的预算，可以帮每间教室装排风扇，更没有钱装冷气；如果在上课拿着扇子搨风，一边上课，可能会不专心，也可能会影响到其它同学，而且手也会很酸；所以研究者在想，有没有办法用教室现有的设备使教室内空气变得更凉，并能提高学生的学习效果，进一步推广到其它班级？

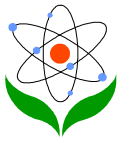
研究对象及研究时间

研究者为顺利进行研究，征求民和国小二位班级老师，同意协助本研究之实验纪录，并择在同一楼层、位置相邻班级人数差不多的三年乙班和五年乙班（图 1），作为控制变因之一，进行必要之实验纪录。

三年乙班



图 1：三年乙班和五年乙班教室位置相邻



研究限制

本研究主要探讨有哪些实验操纵变因可以改变，让反应变因教室温度降低些，为了避免其它因素干扰实验数据，所以找了三年乙班和五年乙班这两班进行实验，三年乙班有学生 31 人，五年乙班有 26 人，实验进行时这两班人数都介在 26 至 31 个人之间。而且三年乙班和五年乙班这二间教室刚好位在隔壁，再加上这两班都位于二楼，且教室方窗户都南北向。加上两班的老师和同学都愿意帮忙，因为以上的控制变因条件，所以数据收集比较容易。

研究方法

本研究主要以实际实验为主，五年级学生旧经验知识，知道热空气上升，冷空气下降，所以设计了三个实验来复习与验证。

安安问：你怎么知道热空气会往上升？

团团说：我来设计一个实验，让你温故一下，看一看。

5.1、实验设计：

5.1.1、纸蛇飞天

准备材料有酒精灯、纸蛇、钓环、木条

步骤 1：画一条纸蛇沿着线剪开，蛇头绑钓环挂在木条上。

步骤 2：将纸蛇放在点燃的酒精灯上方(要离酒精灯大约 10 公分，避免把纸蛇烧掉)。



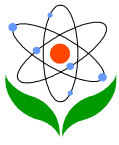
图 2：纸蛇飞天实验

观察结果：以蛇头当中心点，发现纸蛇的身体由下往上的旋转，而且越旋转越快。

归纳心得：刚开始的时候，我们加热很久，发现纸蛇还是不会动，后来把四周围围起来，就发现纸蛇旋转得越来越快（图 2）。

平平问：你知道教室内的热空气往上升后，跑到哪里去吗？

圆圆说：我们做个实验看看吧！



5.1.2、水中火山

准备材料有透明塑料盒、红墨汁、钻子、热水、冷水

步骤 1：将红墨汁瓶的瓶盖钻孔备用

步骤 2：把红墨汁连瓶子隔水加热，当温度变热时，将红墨汁瓶取出备用。

步骤 3：准备 1 个透明塑料盒，装八分满的冷水，红墨汁瓶用手指按住钻孔不放，压入水底至最底部才放开。（图 3-1~图 3-4）



图 3-1、瓶盖钻孔的温热红墨汁，用姆指按住瓶盖，放入冷水底部。



图 3-2 拇指松开。



图 3-3、红墨汁往上漂移

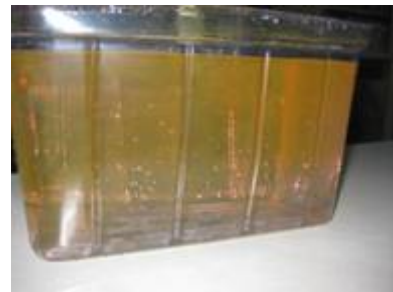


图 3-4、红墨汁跑到水的上端，累积一定浓度后，会来往下降。

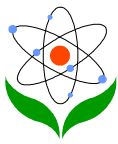
观察结果:

热红墨汁瓶放到透明塑料盒底部时，看见热红墨汁就会往上跑，等到热红墨汁跑到水的最上层，没位置跑时，当达到一定浓度，红墨汁则会往下跑。

另外高雄市鼎金国小五年级学生，也曾做过类似实验，设计个模仿教室窗户的透明亚克力箱，箱内放置燃烧冒烟的檀香塔，就算是教室四周下层窗户打开，一段时间后，教室内仍然充满烟雾，久久不去(如图 4)



图 4: 充满烟雾的亚克力实验箱



归纳心得:

这个实验目的，藉由热空气流体和热液体流体具有类似的性质，热流体在教室里，会先往上跑，当上方没位置跑时且浓度达饱和时，热流体就会往下移动，而不是往两侧移动累积浓度。教室内的热气体，与本实验结果类似，人体所散发的热气，也会往上飘动，且没有往窗外飘逸出去，所以热空气还是留在教室里，如再用吊扇往下吹，且带动吊扇装置的电动机马达热源，也会往下运动，热空气持续往下降，教室不是更热吗？

安安问：难道热空气不会跑到教室外吗？或者室外空气往内移动吗？

团团说：那我们来做实验看看

5.1.3、吹气神功

准备材料有宝特瓶 1 个、1 立方公分小塑料积木

步骤 1：拿 1 个宝特瓶，在瓶口放一个小塑料积木，

步骤 2：用力往瓶子里吹气（如图 5-1~图 5-3）。



图 5-1 瓶口放一个小积木



图 5-2 用力吹气



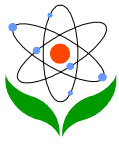
图 5-3 小积木往外弹出来

观察结果： 受风吹的小积木，不但没有飞进瓶子里，相反地，却往外飞出来。

归纳心得： 瓶子里面充满空气，所以外面的空气也进不去。即使往瓶子里用力吹气，小积木也是进不去，反而会受一股由内往外运动的空气吹动，向外面弹出来。

5.2、实验心得归纳：

归纳以上三个实验，知道一般吊扇的风，是将吊扇上方空气，往下吹动，同时将人体散发出的热空气往下吹，热空气就围绕着身体四周。因此，教室里的热空气往上飘，吊扇又将热空气吹下来，在无风的状况下，教室外面的凉空气又进不来，无怪乎教室一直很闷热。所以要如何做，才能利用简单的方法，将教室里的热空气往外移动出去呢？



探讨问题成因

6.1、原因分析

身体呼吸作用刚呼出的二氧化碳 CO_2 温度较高，基于热空气往上升的道理，因此二氧化碳会弥漫在教室天花板上方，此时如果一般往下吹的吊扇又将热的二氧化碳吹到下方学生座位上，怪不得热空气一直吹袭围绕着学生，就算是下层四周窗户打开，因为热空气已占据着教室内部，外头的凉空气想进来也进不来，因此，炎炎夏日，既热又闷的空气围绕着学生，无怪乎教室内一直感觉闷热。

如何作才能将教室内的热空气，不断地往天花板移动呢？就是，有无可能由吊扇协助，将热空气「吸」到教室上方，当教室上方的热空气累积越来越多，浓度增大，再想办法让那些热空气有出处，如此即可既省钱又环保的法子。

6.2、解决方法：

如果将吊扇当作排风扇使用，就是把吊扇旁边的风向转换器黑钮往上扳（如图 6）。当吊扇马达旁边的黑钮往上扳动后，吊扇真的反转了，可利用在吊扇下方放些小纸条，可以见识到纸条往上飘动。



图 6：风向转换器往上扳动

6.3、效果评估

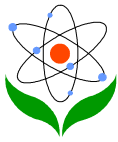
为了验证本解决方法有无效果，为了验证吊扇往下吹与往上吸对室内度的影响，本研究邀请嘉义县立民和国小三年乙班与五年乙班师生协助，从 2008 年 10 月 2 日~10 月 23 日期间，每天早上 9: 20、10: 10、11: 00、12: 00 及下午 14: 00 的下课 10 分钟的时间内，作实验记录，五年乙班吊扇反转（黑钮往上扳）和上气窗打开，三年乙班吊扇维持正转（黑钮往下扳）和上气窗打开（如图 7）。并使用具测量值准确到小数一位的电子温度计（如图 8），测量五年乙班和三年乙班的室内与当时室外走廊温度变化纪录，每日测量并记录。



图 7：上气窗打开



图 8：电子温度计纪录测量室内温度



经由温度数据的收集与整理, 分别绘制成折线图 9 至图 13。

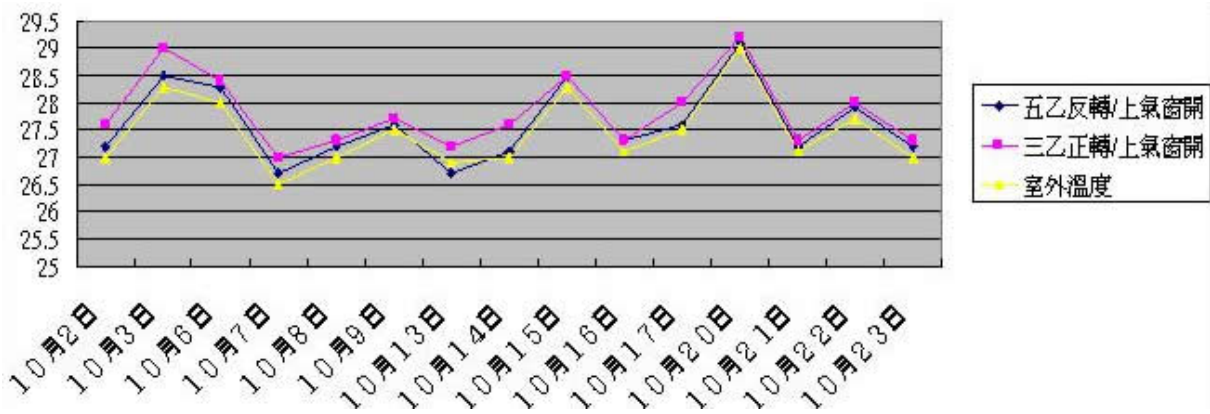


图 9: 上午 9:20 不同吊扇转向温度变化图 (样本 N=15)

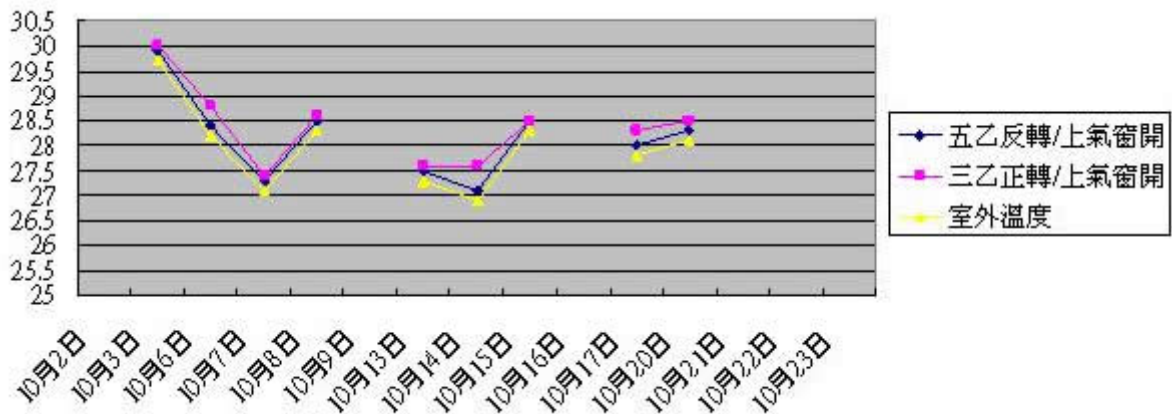


图 10: 上午 10:10 不同吊扇转向温度变化图 (样本 N=9)

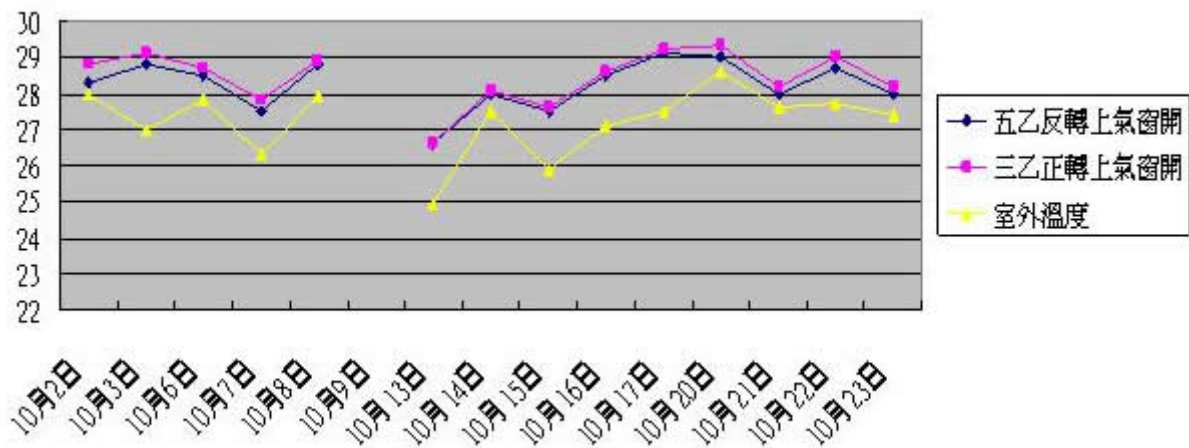


图 11: 上午 11:00 不同吊扇转向温度变化图 (样本 N=14)

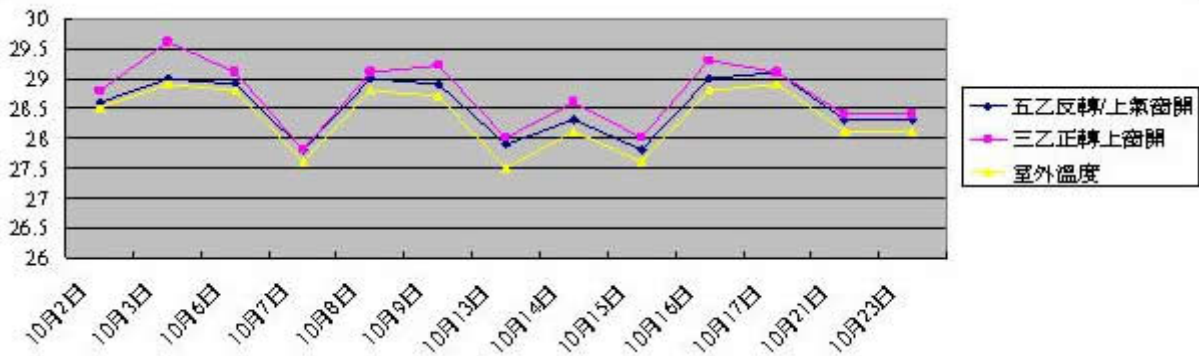
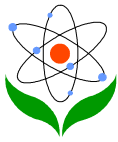


图 12: 上午 12:00 不同吊扇转向温度变化图 (样本 N=13)

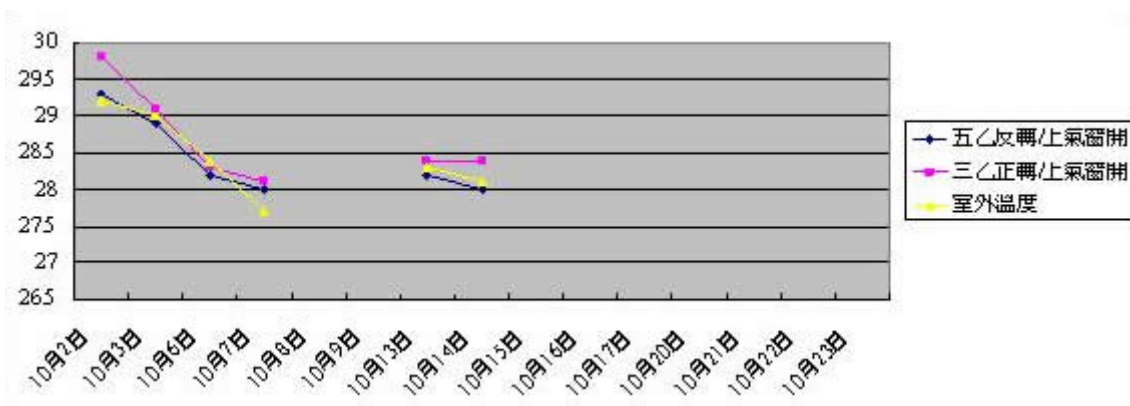


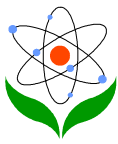
图 13: 下午 14:00 不同吊扇转向温度变化图 (样本 N=6)

从折线统计可以发现:

1. 平均而言, 教室内温度比室外走廊温度高。
2. 相临两间教室, 在上气窗均打开的情况下, 发现吊扇反转的五年乙班室内温度比吊扇正常往下吹的三年乙班室内温度, 要低一些。
3. 依温度差异平均值统计, 吊扇反转的室内温度, 比吊扇正转的室内温度大约少了 0.22 度(如表 1)

表 1: 吊扇正转室温减吊扇反转室温差异值

测量时间	吊扇正转室温减吊扇反转室温
9: 20	0.353
10: 10	0.1
11: 00	0.2
12: 00	0.18
14: 00	0.266
平均值	0.2198



实验结果

经过吊扇实验正转与反转实验分析，发现平均温差达 0.22 度，足见吊扇的反转的确会让教室凉快一些。为了强化证明本项简易的动作与实验具有强烈的效果，研究者另外安排一个场合，地点是高雄市右昌国中的普通理化实验教室，一进到该教室，90%以上学生苦于实验室内的闷热，但是当研究者告知室内吊扇反转具有降温效果且感觉更舒畅时，大部份的学生仍是半信半疑，而且怀疑吊扇反转后，吊扇下方即不再感到有风吹的现象，因而采取更高的疑虑。研究者先动之以情，告知吊扇反转会让学生散发的体热往上飘去，一如吊扇下方纸条会往上飘一般(如图 14)，如再打开上层气窗，这些室内热空气即会往外飘去，室外温度较低的空气，才能由下层窗户进入，如此循环的流动气场(如图 15)，始能降低室内温度，接着当吊扇反转后，打开上层气窗，就会惊见黏贴在教室四周下层窗口上的轻柔彩带，迅速往内飞扬(如图 16)，但是如果未打开上层气窗或单一面窗户紧闭，就看不到轻风由外吹进室内效果(如图 17)



图 14: 吊扇反转吸引纸条往上飘

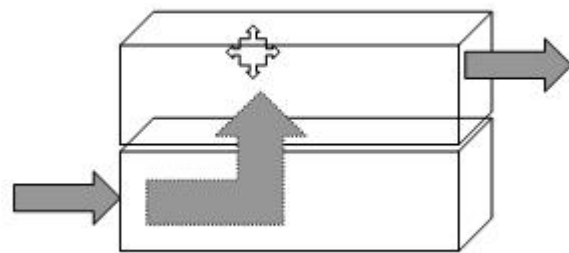


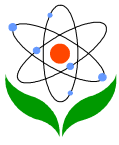
图 15: 吊扇反转带动循环流动气场



图 16: 打开上层气窗、吊扇反转，气流由外往内飘动



图 17: 即使吊扇反转，上层气窗未开启，气流流动亦不明显



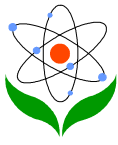
结论

- 1、一般无盖的宝特瓶里就像教室单面开窗的教室，往瓶内吹气就像室外温度较低的空气类似，经实验得知，教室里的热空气跑不出去，外面冷空气又进不来，所以教室里一直觉得很闷热，即使将教室里所有吊扇都打开，还是很闷热，还是不觉凉爽。
- 2、要创造凉爽的室内环境，就要让室外凉空气进入室内，带走身体流汗蒸散的热空气，始能达到效果。
- 3、使用现有吊扇设备，扳动风向转换器往上，让吊扇反转往上吹，且开启上层气窗，可以创造流畅的气流环境，引进教室外温度较低的空气，让教室变得更凉爽，且改善后的室内温度比不改善，大约低摄氏 0.22 度。
- 4、仅让吊扇反转，但上层气窗未开，教室降温效果不明显。

建议

虽然经由本研究实验发现，「反转吊扇、同时开启上、下层窗户」，两个小动作就会让教室内气温降低一些，且感觉更舒畅，但在实验进行过程，也归纳出几点建议事项，供后续研究参考使用。

- 1、经民和小老师抽样调查，有高达 85%的老师并不知道吊扇具反转的功用，更不知其目的，因此，如何推广善用吊扇功能，即可成为另一个有趣的议题。
- 2、对学生而言，吊扇反转时，吊扇下方就没有风吹的感觉，在温度还未明显降低变化之前，学生很难配合执行，此需经由老师再教育方式使能进行之。
- 3、大部份的教室上层气窗未开启，是因为爬上爬下，不方便，且会有蚊虫侵入，此部份可以改良式拉杆气窗，并加装纱网改进之。
- 4、新增天花板电扇时，以装设可调风向式的吊扇较佳，壁式立扇则无法具有改变风向的效果。



参考文献

- [1] 林国华 (民 81)。简易实验。台北市: 小天才出版社。
- [2] 桂建桦 (2005)。自然科学真有趣。台北市: 人类智库出版集团公司。
- [3] 许晃雄 (2008)。气候变迁的冲击。科学发展网。2008 年 4 月, 取自 http://203.145.193.110/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/EJ08_9708.htm。
- [4] 童庆彬 林嘉佑 (2008)。气候变迁的挑战与因应。科学发展网。2008 年 4 月, 424 期, 页 29-33 取自 http://203.145.193.110/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/EJ08_9708.htm。
- [5] 王根树 (2008)。气候与生态、粮食及健康。科学发展网。2008 年 8 月, 428 期, 页 20-26, 取自 http://203.145.193.110/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/EJ08_9708.htm。
- [6] 童庆彬 李庭鹃 (2008)。适应未来气候。科学发展网。2008 年 4 月, 428 期, 页 28-32, 取自 http://203.145.193.110/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/EJ08_9708.htm。
- [7] 施惠等编 (民 94)。自然与生活科技第七册第一单元-天气的变化。台南市: 南一。
- [8] 施惠等编 (民 95)。自然与生活科技第八册第一单元-热与我们的生活。台南市: 南一。
- [9] 中华民国第三十七届中小学科学展览会。国小组物理科。冷热交流一窗窗有玄机。
- [10] 中华民国第四十五届中小学科学展览会。国小组物理科。烟消热散。
- [11] 中华民国第四十六届中小学科学展览会。国小组物理科。抗流感有妙招一探讨教室门窗开关与空气对流、温度的关系。