



飞越时空的行者——风筝

文 侯晓轲

在美国华盛顿宇航博物馆的大厅里挂着一只中国风筝，在它边上写着：“人类最早的飞行器是中国的风筝和火箭。”英国大英博物馆把中国风筝称之为“中国的第五大发明”。

风筝，作为中华民族向西方国家传播的科学发明之一。它同我国古代“四大发明”一样，曾为人类的航空、航天、雷电等科学事业做出了极其重要贡献，已被英国学者李约瑟编入《中国科学技术史》。

风筝从古飞到了今、从中国飞到了世界；经漫长修行，由其原理发展起来的现代航空航天器，也由地球飞向了太空；风筝可谓是一位真正“飞越时空的行者”。它作为中华民族向西方国家传播的科学发明之一，同我国古代“四大发明”一样，开启了人类航空、航天、雷电等科学领域的现代文明，国际科学界给予了它极高的荣誉。然而这个现代航空科学的奠基者，却被如今时代的浮华与躁动遗忘了小小的游戏角落。让我们走进时空隧道，去寻找它那时代与用途变迁的足迹。

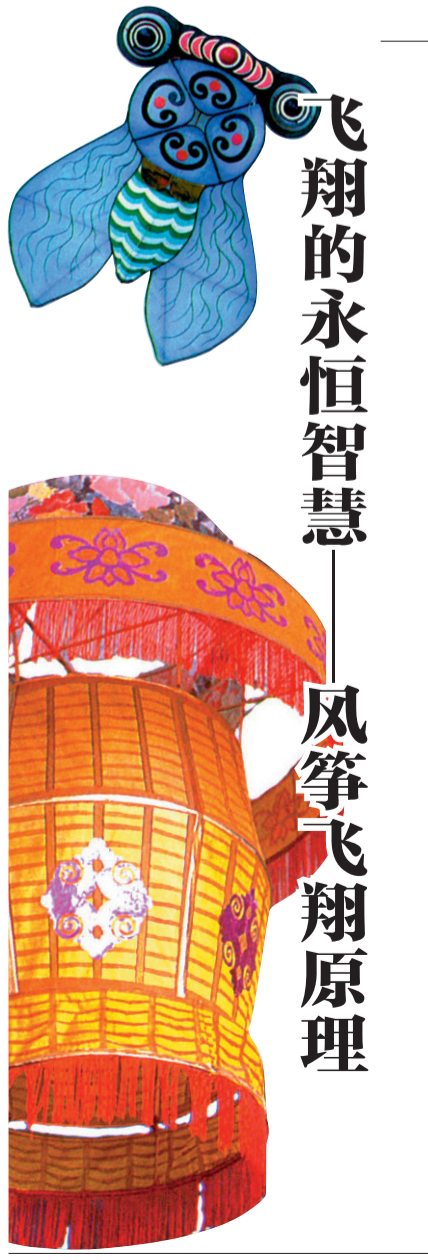
历史渊源与最早的用途

上溯到二千多年前的春秋战国时期，人类在开始发明风筝的时候，一定是在追求一种能由人类自己驾驭的神奇飞行器，以满足像鸟儿一样的飞行乐趣。据说古人以鸟为形，以木为料，制成可在空中飞行的“木鸢”。据最早《韩非子·外储说左》记载：“墨子为木鸢，三年而成，一日而败”。其后墨子的弟子鲁班制作木鸢：“公输班（就是鲁班）制木鸢以窥宋城”，虽未确定风筝上有人，但此仍为典型的军事侦察。墨子为鲁国人，由此推断，风筝鼻祖“木鸢”的发源地，应是齐鲁一带。

风筝（最早叫木鸢，改纸制后叫纸鸢）出现以后，最早被用于军事，主要用于军事侦察、军事通信、测量等。在延续几千年的历史中，不仅公输班“作木鸢以窥宋城”；而后汉高祖时期，韩信谋反时作纸鸢以测量未央宫的远近；再有梁武帝被叛军围困，其子放纸鸢载信求援；更有宋时，在风筝上装炸药放飞至敌营爆炸的“神火飞鸢”等，史实极多。

风筝用途发展的两大脉络

风筝用途的演化过程从地域上讲横贯东、西方，从时间上讲纵贯历史二千余年。其用途演化过程（娱乐健身功能贯穿始终）大致分为两个发展脉络：
 军事用途：军事侦察、通信——风力、测量用途——娱乐、健身、体育——



体育竞赛脉络。

飞行器及科学用途：载人飞行——科学实验——航空科学脉络。

军事用途：军事侦察、通信——风力、测量用途——娱乐、健身、体育——体育竞赛脉络

战国的鲁班当是第一位将风筝用于军事的人。其后，公元前203—202年，在楚汉相争对峙的最后阶段，汉兵先包围荥阳，汉将张良借大雾迷蒙之机，从南山之隐放起丝制的大风鸢，并让吹箫童子卧伏其上（风筝载人不可信，有可能是将一个发生器放于空中），吹奏楚歌，同时命汉军在四面唱起楚歌，身心疲惫的楚军听到令人魂牵梦绕的乡音斗志全无，使英雄盖世的项羽无颜面对江东父老，自刎乌江……这段张良“吹散楚军八千子弟兵”的传说，可算作风筝军事用途一例。据《诚斋杂记》记载：韩信准备谋反时“约陈稀从中起，乃作纸鸢放之，以量未央宫远近，欲穿地入宫中”。韩信是通过风筝线与地面的夹角和风筝线的长短来计算距离的，此为测量一例。

公元549年梁武帝太清三年，侯景围台城，简文缚纸鸢，飞空告急，搬取救兵解围，此为军事通信之用。

公元781年唐建中二年，唐将张丕被叛军田悦的军队困在临名，情况危急，张丕“急以纸为风鸢”，其上书有“三日不解，临名士且为悦食”之言，风鸢升空后“高百丈，过悦营上，田悦命善射者射之，竟不能及”，求救书终于由风筝送达援军，因而解围。

不仅如此在我国宋代，纸鸢还能带上“火药”、导火线和一段燃着的香，放飞到敌营燃烧爆炸，称作“神火飞鸢”。

中唐后，社会的安定、文化经济的发展，带来了中国传统节日的盛行。而节日的盛行促进了各种文化娱乐活动的发展，作为一直被用于军事上的纸鸢，随着传统节日“清明”的兴起，用途上有了新的转折，开始向民间娱乐、体育型转化。从唐代起，我国将寒食和清明两个节日合二为一。由于这个节日“既有祭扫新坟生离死别的悲酸泪，又有踏青游玩的欢笑声，是一个富有特色的节日”，所以，深受历代帝王和劳动人民的重视。清明时节，朝野不仅盛行禁火、扫墓、踏青、荡秋千、蹴鞠（踢球）、打马球、插柳条等风俗，且此时在民间开始流行儿童放纸鸢。

到了宋代，风筝的流传更为广泛。满腹才艺、治国无能的徽宗赵吉不仅醉心书画，对风筝更是情有独钟。他除了自己在宫中放飞风筝外，据说还曾主持编撰了一本《宣和风筝谱》，上行下效无论官、民举国风行，成为了一种雅好

和时尚。因有书画文士的参与，使风筝在扎制和装饰上都有了很大的发展。在当时，风筝已成为儿童们的普通玩具，小儿竟放风筝已成为春天郊外的一景。同时由于社会上对风筝的需求，使制作风筝成为一种专门的职业。就连放风筝的也形成了职业，此类人被称为“赶趁人”。

至于元代，风筝在史料中十分稀少。我估计与其统治者政策有关，如：施行不准民间私藏铁器、十家合用一把菜刀等规定……百姓用菜刀都如此困难，自然不会闲来劈竹做风筝了。

明清是风筝的鼎盛期。需要顺便提一下的是明初太祖执政后，吸取汉代出现的韩信与陈稀用风筝测量未央宫距离、准备谋反的教训，下令禁止在京都放纸鸢。估计这也是历史上最早的禁飞令了。因此，这一时期在我国北方地区清明节放风筝风俗，也受到一定影响。但其后，从明中期直至清朝极为繁盛。明清时期的风筝无论在大小、样式、扎制技术、装饰放飞技艺上都比以前有了很大的进步。当时，许多文人也亲手扎绘风筝，除自己放飞外，还赠送朋友，并认为这是件极高雅的事。红楼梦的作者曹雪芹还专写了一部《南鹞北鸢考工志》，对风筝进行了极为详尽的介绍。

近现代，风筝作为体育运动项目和健身休闲娱乐活动开始遍及世界各地。1984年4月，潍坊举办了潍坊国际风筝会。1989年4月1日国际风筝联在潍坊市成立。1990年，国家体委正式批准发行《风筝竞赛规则》，中国国际风筝大会于1994年举办了第一届中国国际风筝大会。

2. 飞行器及科学用途：载人飞行——科学实验——航空科学脉络

对中国风筝有一种误解，认为它除了先期用于军事外，其余用途就仅限于娱乐、体育。这是一个极大的错误认识，如果真是这样那我们的祖先岂不成了“玩物丧志”的典范。风筝的发明也就没有那么大的意义了。

人类对飞行的向往远远早于风筝的发明，当风筝出现后人们自然就有了乘“风”而飞的愿望。最早的试验未留下史料记录，但第一次成功的实验却是通过残酷的刑罚而实现的。

在《隋书》二十五卷北齐的历史文献中，确切记载了有关最早载人风筝的实验。公元550年至559年，北齐的第一个皇帝高洋对其政敌拓跋、元氏两个家族参加杀戮。这两个家族曾是前朝魏朝的统治者。高洋假借佛教中“放生”的说法来杀害这些人。“放生”，本是把捉到的禽兽从樊笼中放归自然，行善的一种做法。而高洋却把囚禁起来的拓跋和元氏家族的人作为一种被“放生的飞禽”。让被“放生”的人都安上竹子或

苇子编的粗席翅膀，进行飞行试验。强迫他们从离地面30多米高的金凤台飞下去，承诺生者可获自由……高洋在位的最后一年里，即公元559年，他进行了风筝载人飞行的实验，让这些死囚作为载人风筝的飞行试验员，进行了多次残酷的试验，因之丧生者共计721人（《资治通鉴》第一百六十七卷也记述了这件事）。最后乘风筝飞行成功的是魏国的王子“元黄头”（元氏家族的一位著名人物，但不可能是其真名）。齐显祖高洋“使元黄头与诸囚自金凤台各乘纸鸢以飞”，令人惊奇的是，此次制作的大风筝居然借助风力载着元黄头在空中飞了起来，滑翔千米后安然落地。这位王子并未因成功而被放生，相反被关起来活活饿死了。从科技发展角度讲这是一个残忍的成功实验。

血腥的做法，并没有影响人类对空中飞翔的继续探索。此后，不少人就载人风筝进行了不懈的研究和努力，掌握了一些切实可行的方法和措施。到了公元18世纪，载人风筝在中国已经广泛流行了。在古人“载人风筝”各式各样的构思和设计中，还有一种翼形风筝极像现在西方的滑翔翼。这种风筝像一对翅膀，翅膀顶部向上成弧形，下面是拱形或平面，结构相当完善（针对初期而言）。

风筝文明的传播加速了现代科技的发展

自唐朝中国风筝文明开始向国外传播，先是朝鲜、日本、马来亚等东南亚国家。到了12世纪（约宋末），传到了欧洲和美洲等地。从此，这项古老的活动在以后的岁月里不断发展，形成了各具特色的东西方风筝文化。

中国风筝在那里按我们本文对风筝发展的两大脉络的方向分别发展着。娱乐体育一脉与我国大同小异，故不作赘述。向科学试验、飞行器方向发展一脉做一简述。其中富兰克林将风筝用于科学实验的故事已广为人知，18世纪的美国政治家、科学家本杰明·富兰克林曾经在雨天放风筝来证实大气中含电，并在后来发明了避雷针。

载人风筝，对近现代航空事业的影响十分巨大。1893年澳大利亚人劳伦斯·哈格雷夫创制了箱式风筝，而后来双翼飞机的制造者莱特兄弟就是模仿了这种风筝于1903年12月17日制造出了飞机。1894年巴登鲍威尔成为进行载人风筝飞行并且完全成功的第一个欧洲人。从历史文献的角度来说，如果说公元559年中国元氏家族成员成功的飞行是世界上最早的载人飞行的话，那么在中国和欧洲首次飞行之间竟相隔了1335年之久。正是因为这一点，公元1901年以前有关航空学著作的序言里都提到

了风筝。在德国慕尼黑市有一座大型的自然科学博物馆，与各式各样飞机并排陈列的就有载人风筝，他被视为飞机的雏形而使参观的人们驻足赞赏。在美国华盛顿宇航博物馆的大厅里挂着一只中国风筝，在它边上写着：“人类最早的飞行器是中国的风筝和火箭。”

现代风筝的常见类型

现在常见的风筝主要是娱乐、体育类风筝和一些另类应用风筝。

按风筝的结构和形状，可大致分为：串类、板子类、立体桶类、软翅类、硬翅类、软体类，复线或多线操纵类（指三角、滑翔翼类也叫运动风筝类）。但

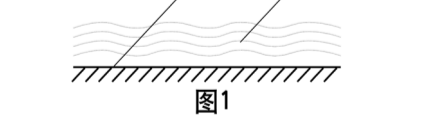


文 侯晓轲

你了解风筝是怎么飞翔的吗？许多人一定回答：了解。那么再问你一句你了解“风”吗？估计这么一问，你或许有些不那么自信了。那就让我们了解一下我们不那么自信的问题吧。

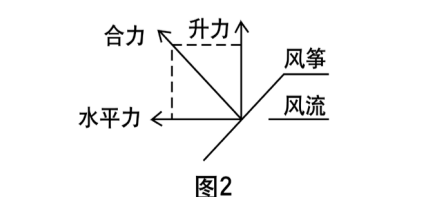
风筝要自由地翱翔于蓝天，首先要获取一个“上升力”，要想平稳地飞翔还必须具备飞行“平衡力”。风筝是如何获取这两个“力”的呢？我们先从“风筝”一词中的“风”谈起吧。

一、常见而又陌生的“地面风”



不论风的大小，从宏观看其流动基本是平行于地面的。但从微观看其流动却始终处于上下起伏，左右迂回的流动状态中，而不是绝对平稳地平行于地面的（如图1所示）。那么风又为风筝提供了什么呢？

二、风为风筝提供了“上升力”



我们从图2，即风筝受力示意图中可以看出，由于风筝的迎风面与风流动的方向构成了一定的迎风角度，根据力

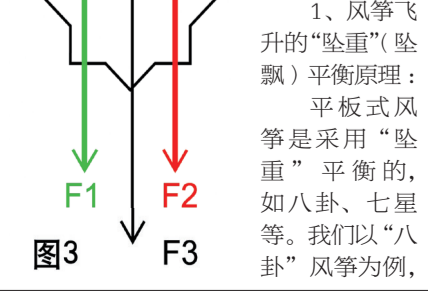
的分解原理可知，这个力即为风筝提供了上升的升力，风筝与地面的夹角越大，风筝从风中获取的上升力就越大。由此可知风筝“借东风”可扶摇直上，但要使其“平稳飞行”还缺少另一个平衡力。

三、风筝飞升的三大平衡原理

一个事物总有利弊两方面，风也如此。地面风虽然给风筝提供了一个升力，但同时也带来了一个大麻烦。地面上的风是不平稳、不定向流动的，所以风筝在风流的忽左忽右作用下，形成了使其无法平稳飞翔的“旋转力矩”。故此，一定要制造一个可抵消“旋转力矩”的“平衡力矩”，这样才能使风筝自由翱翔。我们的祖先以超人的智慧找到了这个“平衡力”——“坠重”（坠飘）、“横杆对称”、“定向出风”平衡力。这3个平衡原理和上升力原理成了其后发明飞行器的永恒智慧。

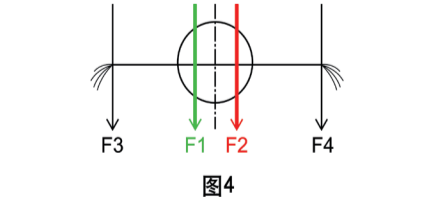
风筝至今花样翻新无数，但无论是传统风筝、还是现代风筝；也不论是国内的、还是国外的，均离不开飞升的三大平衡原理。

下面以具体飞行风筝类型进行分析。



分析“坠重”平衡这一原理。见图3，由于风流的忽左忽右形成了图中大小不等的F1、F2两个力，从而使风筝形成了“旋转力矩”。要克服这个旋转力矩，在八卦风筝中心轴下端加以坠飘（风筝尾巴）使其产生F3“坠重”力，从而对风筝形成了较大的重力矩，该力矩是抵消风筝旋转力矩的，当重力矩≥旋转力矩时，风筝便可平稳飞行了。放飞时风筝尾巴的长短、宽窄及材料应随风力大小而更换，故文中彩色图片八卦风筝未加尾巴。

2、风筝飞升的“横杆对称”平衡原理：

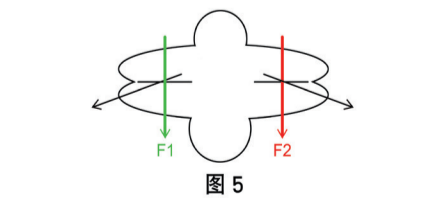


串式风筝（单元为平板）采用“横杆对称”平衡原理，如龙风筝、一百单八将等，以“龙风筝”的单个串子为例，分析“横杆对称”平衡这一原理。见图4，同八卦风筝一样产生了F1、F2大小不等的两个力，也从而形成了风筝的旋转力矩。为克服这个旋转力矩，在风筝的水平中心轴上加了一根对称横杆和羽穗，从而产生了F3、F4大小相等、方向相同且完全对称的一对称平衡力，进而形成了抵消旋转力矩的对称力矩，当对称力矩≥旋转力矩时，风筝便达到平衡的平衡要求。一般龙风筝腰两侧的“横杆”越长，两端羽穗越多，其对称力矩就越大，因而风筝的稳定性就越

好，但过长会使风筝过重，造成风筝无法高飞。正常比例为：横杆单侧臂长为“腰”直径的1.5倍左右，粗细及臂端的羽穗应视其腰直径的大小而成正比变化。

以上介绍的两种平衡原理为“配重平衡”，因为它的平衡力源于尾坠和横杆的配重重力。除此以外还有一种靠“定向出风”形成的对称力矩，称之为“气流平衡”，因其平衡力来源于气流阻力。这种定向出风产生的对称力矩有效地抵消了风筝的旋转力矩，这就是下面要介绍的第三种风筝飞升的“定向出风”平衡原理。

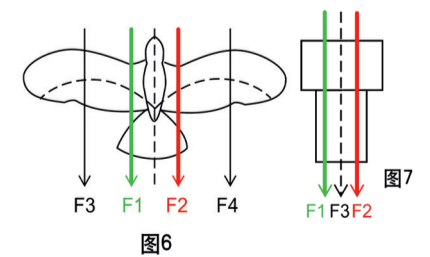
3、风筝飞升的“定向出风”平衡原理：



硬翅、软翅、立体筒式、立体伞式、圆弧瓦式风筝采用的就是“定向出风”平衡原理。此5类风筝的定向出风原理大同小异。

硬翅风筝的“定向出风”平衡原理，以人物类仙童骑虎为例。见图5，风筝在风流忽左忽右的作用下同样产生了F1、F2两个大小不等的力，自然就形成了使风筝旋转的旋转力矩。硬翅风筝又是如何克服这个旋转力矩从而达到平衡的呢？首先要介绍一下硬翅风筝的重要特点，其两侧对称硬翅水平中心线下方有一深浅对称的曲面凹槽（从彩

图中可很清晰地看出对称凹槽）。正是这对称凹槽在风流中产生了向两翅斜后下的对称力——F3、F4，这对大小相等的“定向出风”对称力也自然形成了对称力矩。当这对称力矩≥旋转力矩时，风筝即可平稳飞翔了。凹槽越深，风筝“定向出风”的力（F3、F4）越大，风筝也就飞得越平稳，但凹槽过深反而会使得弯曲度过大，进而减小了风流阻力，导致升力不够，造成风筝无法高飞。一般凹槽曲面夹角大于或等于95度。另外还有一点大家一定已经发现了，此类风筝下部较小较轻，不用我多说您一定已明白其减小旋转力矩的目的了。



软翅风筝的“定向出风”在其翅膀下的软边缘处（见图6），立体筒式风筝的“定向出风”为筒内“定向出风”（见图7），立体伞式风筝是软体无骨架的，首先利用进风将风筒鼓起，迎风面上的风则通过凹形圆弧面从风筝底面“定向出风”。风筝定向出风的平衡原理也基本都是与硬翅的原理大同小异，故不多做赘述。

风筝飞翔原理——这一古人智慧为我们今天不仅带来了航空、航天文明，更为人类带来了无穷的生活乐趣。