

气象史**中国古代关于气象仪器的发明**

李 迪

(内蒙古师范学院数学系)

毛主席说：“自然科学是人们争取自由的一种武器。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会和进行社会革命。人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学了解自然，克服自然和改造自然，从自然界得到自由。”气象作为一门应用性很强的学科，她与人类的生活、生存关系极为密切。我国劳动人民在同气象灾害的长期斗争中总结出丰富的经验和气象科学知识，创造发明了许多气象仪器，在气象科学中做出了自己的贡献，在科学史上写下了光辉的一页。

风向计和风速计的发明

测定风向和风速，不论是生产或是军事都是非常需要的，因此风向计的发明很早，古代的风向计大体是根据树枝或植物叶的摆动总结出一种规律把茅草或鸟翎等物吊在高杆顶端，用以观察风向。我国的风向计究竟发明于何时，现在还很难断言，但无论如何在汉代已经较为普遍了。汉代测定风向有两种方法，一是测风旗，用绸绢之类做成旗子悬挂在高杆之顶，看旗判断风向。一是特制的“相风鸟”，就是一个很轻的鸟形物悬在杆头，“鸟”的头部所指便是风向。灵台上相当于国家天文气象观测所就安装了这种铜制的相风鸟，据记载：“长安宫南灵台有相风铜鸟，或云此鸟遇千里风乃动。”（《太平御览》卷9引《述征记》）由此知这种铜制的相风鸟可能是测风速大的风向的。铜相风鸟和测风旗配合起来，不仅能观测风向，而且还能大体上判断风速大小。

相风鸟和测风旗不仅在灵台上有，就是在其他官署，地主宅院、外出车辆上等也常有这种东西。1971年发掘的河北省安平县逯家庄东汉墓中绘画着一幅大型建筑群鸟瞰图，主要建筑物后面有一座钟鼓楼，其上有相风鸟和测风旗。这是现在所知道的最早的相风鸟图形，距今大约有一千七、八百年了，甚足珍贵。

关于相风鸟的作法与使用法，在宋代的《观象玩占》卷44有较详细记载，说“凡候风必于高平畅达之地，立五丈竿，以鸡羽八两为葆，属竿上，候风吹，羽葆平直则占。亦可于竿首作槃（音 pán，木盘），作三足木鸟于槃上，两足连上而外立一足，系下而内转。风来则鸟转迥首向之，口衔（音 Xian）花，花旋则占之”。这里除讲相风鸟外，还有一种羽葆测风的办法。这种方法不仅能测风的方向，同时还能根据羽毛被举的程度大体判断风速，可以说是一种雏型风速计。在外国，直到1500年才由意大利的达·芬奇（1452—1519年）所发明^[1]，

1977年5月12日收到修改稿。

比我国的办法晚了将近一千年左右。可是他的风速计原理与我国的羽葆法完全一样^[2]。

古代这些测风向的方法后来一直沿用，地方官署有“占风旗”，如宋代“蒋颖叔为江淮发运[使]，尝立占风旗于暑前，日候之，今诸漕纲日程各记风候，雨暘（音 yáng，晴天）等变”（明冯应京《月令广义》卷 22 引《师友谈记》）。军队行军也有用羽毛的，“作葆之法，取鸿羽中破之，取其多毛处，以细绳紧缚，内中夹之，长三四尺许，属竿上，其独鹿扶摇，四转五复之风，各以形状占之。”（《观象玩占》卷 44）直到清代，在水利工地上还用相风鸟，“刻木象鸟形，尾插小旗立于长竿之杪或屋顶，四面可以旋转，如风自南来，则鸟向南，而旗即向北。”（麟庆《河工器具图说》卷 1）可见应用的广泛了。在欧洲，则 12 世纪有候风鸡以测风向^[3]。

至迟在唐初，我们就有了专门的气象台，“凡候风须筑台高二十四尺，于上设竿，令其四达无隐，则远近皆知，期克不爽矣。”（《观象玩占》卷 44）这气象台大概叫观风台，唐范荣有《观风台赋》，题下自注说“以曾构重屋以观八风为韵”（《文苑英华》卷 50）。无疑这是世界上最早的气象台，到现在已经有一千年以上了。

量 雨 器 的 发 明

量雨器是重要的气象仪器之一，我国人民也在很早的时候就开始研究每年的降雨量和使用量雨器。早在《后汉书·礼仪志第五》就记载了东汉时关于上报雨量的规定，即“自立春至立夏，尽立秋，郡国上雨泽”。也就是规定全国各“郡国”官署每年从立春到立秋末的雨季期间，要向中央政府报告降雨量。要上报降雨量，必须能够测量降雨量，甚至全国有统一测量方法和标准才行。因此，我们可以推想：东汉时期大概已有了量雨器。

我国关于量雨器的最早明确记载见于 13 世纪。南宋秦九韶在《数书九章》卷 4（1247 年）中有计算降雨量和降雪量的数学问题，实际上是计算量雨器和量雪器的容积。

秦九韶书中还有一道“竹器验雪”问题，用一只圆形竹箩接雪，通过计算得出当地实际降雪量。

根据这些记载，我们知道，至迟到 13 世纪就已比较普遍地使用量雨器和量雪器了。这是对降水量研究方面的一项重要成就。

到明代永乐末年（公元 1424 年）政府命令全国各州县要上报雨量的多少，当时各县统一颁发了量雨器。清代康熙、乾隆时也先后向全国颁发量雨器^[3]。乾隆庚寅年（公元 1770 年）所制量雨器在朝鲜也曾发现过实物，高一尺，广八寸，还有标尺，以量雨水的多少，均为黄铜所制。

量雨器在外国的使用有可能始于巴比伦，而在二世纪希伯来文古籍中也有记载^[4]。朝鲜于 1441 年用铜制造量雨器多只，高一尺五寸，圆径七寸，置书云观并发诸道、郡、县，“每雨置其深以记”^[5]。欧洲使用量雨器是十七世纪的事情^[3]。日本的根本顺吉有过量雨器的历史的报导^[6]，可惜未见。

湿 度 计 的 发 明

测量大气中的湿度的基本原理，我国劳动人民早在两千多年以前就在实践中掌握了。

物体的大小随大气湿度的变化而变化，可是大都不够明显，其中像毛发、丝弦、皮革等就好些。我国劳动人民早在西汉时期就掌握了一些特点，用琴弦测知天气的晴雨。《淮南子·本经训》说：“风雨之变，可以音律知之”，就是说可以根据琴瑟等的音律的变化测知天气状况（实际上是大气湿度有了变化），但是为什么？书中没有进一步说明，后来东汉的王充（公元27—29年）明确地指出：“琴弦缓”是“天且雨”之验（《论衡·变动篇》）。就是说如果琴的弦松了，就要降雨。这是一条很重要的规律，即根据琴弦的长度变化判断大气的湿度，予知晴雨，可以说已经孕育着悬弦式湿度计的基本原理了，直接把琴弦的长度变化和天气联系起来，说明人们观察得更加接近了事物的本质，是一个进步^[7]。

在古代，人们还从经验中知道，可根据兽皮上毛的立或伏判断晴雨。在元代笔记中还有这样的记载：杭州开元宫“有铜水滴一枚，贮水在内，遇潮汛则水涌应时，欲以此进上，后携至都，潮候不应，遂已之，可见气候不同”。（元杨瑀《山居新话》）

类似的方法，在欧洲要到15世纪才出现。1440年德国的库萨努斯（Cusa, Nicolaus van）曾用干燥羊皮测量空气中所含的水汽，根据的是羊皮的重量的变化^[8]。到16世纪中叶才有人用鸟兽的肠制成的弦线的长度变化来测知大气的湿度^[9]。我国民间的青年黄履庄（1626—？）于1653年前曾制一“验燥湿器”，“内有一针，能左右旋，燥则左旋，湿则右旋，毫发不爽，并可予证阴晴”。（张潮《虞初新志·黄履庄小传》）这很可能是一种非常准确的悬弦式的湿度计，是否受欧洲影响不好定论。比利时传教士南怀仁（Ferdinand Verbiest, 1623—1688）于1659年来我国，到康熙十三年（公元1670年）做了一些科学仪器，其中有悬弦式湿度计。在他所作的《灵台仪象志》卷4有说明和图形，此已在黄履庄15年之后。我国古代还有一种天平式湿度计，主要是根据某种物质的重量变化测知大气的湿度。早在西汉时我国劳动人民就发现了这一规律，《淮南子·天文训》说：“燥故炭轻，湿故炭重”，同书《说山训》更进一步说：“悬羽与炭而知燥湿之气”，炭这种东西容易吸收水份，也容易蒸发水份，因此它的重量随大气中湿度的增减而发生重量的变化。把炭和另一种不易吸收水分的物质放在天平两端，使平衡（当然要在一定条件下），就可以测量大气的湿度了。这里讲的是用羽毛，也有用土或铁的。具体制法是这样的：“‘悬土炭也’，以铁易土耳。先冬夏至，悬铁炭于衡，各一端，令适停。冬，阳气至，炭仰而铁低；夏，阴气至，炭低而铁仰，以此候二至也。”（《前汉书·李寻传》颜师古注引东汉孟康说）可见在汉代我国就已经发明了天平式湿度计。这种湿度计我国人民一直在沿用，唐代王起（760—847）曾有《悬土炭赋》，以称赞其作用（《文苑英华》卷19）。在欧洲这种湿度计的发明要到15世纪末，达·芬奇设计了一种湿度计，象个天平^[2]，每端悬一些东西，根据衡杆的旋转测知湿度，和我国古代的悬炭法没有什么本质的不同。

温度计及其他

我国古代劳动人民对于气温的变化也很注意研究，掌握这种变化对于生产和生活都有好处。我国第一个制造温度计的就是前面提到的黄履庄，他在1653年前造了一种“验冷热器”：“此器能诊试虚实，分别气候，证诸药之性情，其用甚广”，并且“另有专书”（《虞初新志·黄履庄小传》），专门讲述这件仪器。正因为这样，《小传》就没有详细加以介绍，所

以其构造原理和用法都不清楚。可是，既然称为“验冷热器”，又能“分别气候”，则属温度计无疑。空气温度计于 1597 年由伽利略（1564—1642）所发明^[1]，事在黄履庄之前，黄的“验冷热器”是否受到影响，还少证据。严敦杰曾撰文论述伽利略工作早期传入我国的情况^[9]，其中没有论及温度计一事。南怀仁来我国后，与造湿度计的同时也制了一个温度计。《灵台仪象志》卷 4 也有详细介绍并有附图。其原理是利用空气的冷缩热胀，是一种空气温度计，放在天文台上，做为测量大气温度之用的气象仪器。

嘉庆道光间（约 1820 年左右）我国浙江有一位妇女叫黄履，曾作寒暑表，“与常见者迥（jiǒng）别”（陈文述《西冷闻录》卷 13）。这寒暑表想必与以前的空气温度计不同，但到底什么样，因无资料可查，所以也就无法断定。有人认为可能是装水银的液体温度计^[10]，当有一定道理。此后温度计的使用也就比较普遍了。比黄履稍晚的广东科学家邹伯奇（1819—1869）在搞测绘工作中所开列之工具单上有“寒暑针”一种（见邹伯奇《测量备要》），即指温度计。

气压计在我国出现的较晚，邹伯奇的工具单有一种“风雨计”，可能是气压计。在这单中有注解说：“用以计山之高数”，对此又注说：“山高百尺，针得一分，故能知其高”。这样能测山高的“风雨计”只能是气压计，因为在不同的高度大气压力就不相同。

通过以上的论述，我们清楚地看出：我国古代劳动人民在气象仪器方面有很多发明，其中有不少在世界上遥遥领先，对人类做出了自己的贡献。由于气象仪器的发明，能够掌握许多气象规律，做出某种气象预报，从而在自然界里争得了一部分自由。今后，在以华国锋主席为首的党中央的英明领导下，我国人民为早日实现宏伟的四个现代化而加倍努力奋斗，也将在气象仪器方面有更多新的发明创造，赶上和超过世界先进水平，为人类做出更大的贡献。我们的目的一定要达到，我们的目的一定能够达到！

参 考 资 料

- [1] 管井准一等，科学技术史年表，平凡社，1953。
- [2] ダンネマン，自然科学史，第二卷，1953，三省堂，pp. 233—234。
- [3] 竺可桢，中国过去在气象学上的成就，科学通报，1951，2(6)，pp.571—573。
- [4] J. Needham, Science and Civilization in China, vol III 1959.
- [5] 洪以燮，朝鲜科学史，东京，1944，pp.258—259。
- [6] 根本顺吉，雨量计小史，气象，1971，166。
- [7] 王锦光、洪震寰，我国古代对大气温度的测定法，科学史集刊，1966，9，pp.20—23。
- [8] F. Cajori, A History of Physics, 1928, pp.53—54.
- [9] 严敦杰，伽利略的工作早期在中国的传播，科学史集刊，1964，7，pp.8—27。
- [10] 王锦光，清代女科学家——黄履；科学画报，1963 年，第 3 期，pp.110—111。