

主编 / 潘鼎

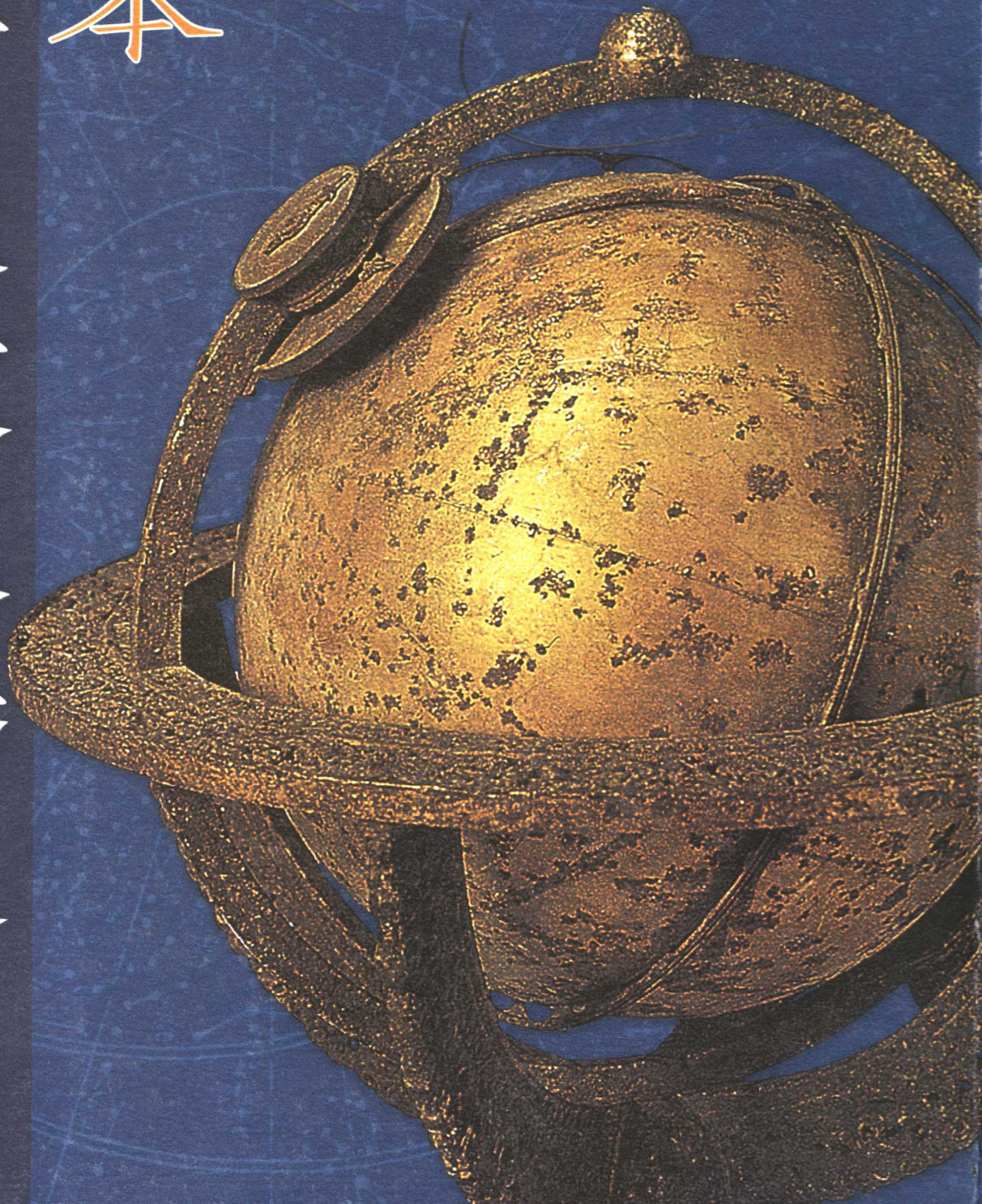
彩图本

中国古天文仪器史

COLOUR PRINTING

THE HISTORY OF ANCIENT ASTRONOMICAL INSTRUMENTS OF CHINA

山西教育出版社



彩图本

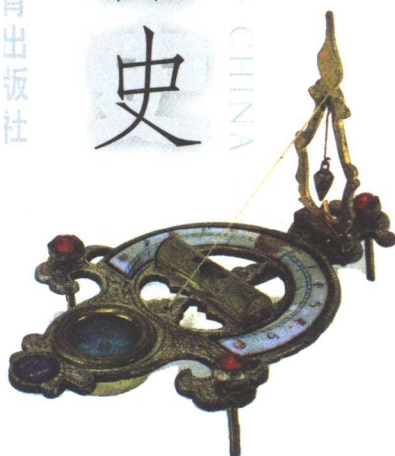
主编 / 潘鼎

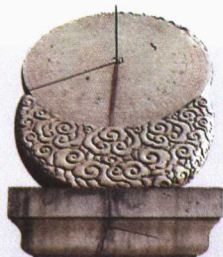
COLOUR PRINTING

THE HISTORY OF ANCIENT ASTRONOMICAL INSTRUMENTS OF CHINA

中国古天文仪器史

山西教育出版社





COLOUR PRINTING
THE HISTORY OF ANCIENT
ASTRONOMICAL INSTRUMENTS
OF CHINA



图书在版编目 (CIP) 数据

彩图本中国古天文仪器史 / 潘鼐主编, 一太原, 山西教育出版社, 2005.8

ISBN 7-5440-2911-5

I. 彩… II. 潘… III. 古天文仪器 - 历史 - 中国 IV. TH75-092

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 032846 号

出版发行	山西教育出版社 (太原市庙前街 8 号楼)
彩色制版	山西新华印业有限公司制版中心
印刷装订	山西新华印业有限公司新华印刷分公司
经 销	各地新华书店
版 次	2005 年 8 月第 1 版
印 次	2005 年 8 月山西第 1 次印刷
开 本	889 × 1194 毫米 1/16
印 张	20
字 数	711 千字
印 数	1-3000 册
书 号	ISBN 7-5440-2911-5/G · 2616
定 价	128.00 元



主 编：潘 鼐

本书撰译者（按姓氏笔画排序）：

邓可卉 王立兴 华同旭 刘宝建

许 洁 [日]成家彻郎 陈美东

何妙福 [比]何思伯(N.Harlsberghe)

李 迪 李鉴澄 张家泰 陆燕贞

金良年 钟守华 郭盛炽 郭福祥

雷群鸣 潘 鼐

天象列次分野之图

序



2000年三联书店翻译出版了一本书：《太阳、基因组与互联网：科学革命的工具》(The Sun,the Genome and the Internet:Tools of Scientific Revolution)。原书作者戴森(Freeman J.Dyson)是美国国家科学院院士、英国皇家学会会员、量子电动力学的创始人之一，对天文学也有贡献。在这本书中，他提出了两种性质不同的科学革命：一种系由观念所驱动，如库恩(Thomas S.Kuhn)所研究的“哥白尼——伽利略——牛顿”革命；另一种则是由工具所驱动，库恩及其后继者们几乎都没有给予充分的注意。

戴森认为，科学来源于两种古老传统的结合：一是古希腊的哲学思索，一是比它更早的、而在中世纪的欧洲繁荣起来的工艺技术的传统。由这两种不同的传统出发，就可以有两种不同的科学革命，而“大多数新近的科学革命都是工具驱动的”。例如，通过X射线衍射测定大分子结构，从而有DNA双螺旋结构图的发现，以致引起一场生命科学的革命。又如，没有仪器测定河外星系的红移和对微波背景辐射的发现，又怎么能有“大爆炸”宇宙学。戴森预言，“由工具驱动的科学革命会越来越多，下一波将发生在信息科学领域”。

中国是有着工艺技术传统的国家。孔子早就说过：“工欲善其事，必先利其器。”(《论语·卫灵公》)我们的祖先在天文学上能有辉煌成就，是和他们不断地发明仪器、改进仪器分不开的。在李约瑟的《中国科学技术史》第三卷天文学部分中，关于天文仪器的叙述就占了近三分之一的篇幅，足见其重视程度。然而令人遗憾的是，全面、系统地研究中国古代天文仪器的专著，至今尚付阙如。潘鼐先生以年近八旬的高龄，在双目近于失明的情况下，主持编写此书，将他一生中搜集的一百多幅彩色图片都贡献出来，实属难能可贵。此书不仅包括观测仪器，还包括演示仪器、测时计时仪器、大地测量仪器等等。内容相当全面，各位作者都尽了很大的努力。我们希望读者能通过此书对中国古代在天文仪器方面的成就得到一个比较清楚而全面的了解。不仅如此，在戴森所说的由工具驱动的科学革命越来越多、越来越受注意的情形下，“温故而知新”，也许应该反思一下，我们这个有着制造仪器传统的民族，应该怎么办？能否抓住机遇，做出新的贡献呢？

席泽宗

2000年8月序于北京



自序



中国古代天文仪器，起源极早。《周礼》所记有关的早期史料，每为论者所引用。历代王朝偏重机祥，也都有所创制，绵延不绝。但天文仪器，门类众多，长期的战乱，又使器物几乎破坏殆尽。目前在中国天文学史的专著中，天文仪器的篇幅都相当少，语焉不详。李约瑟名著《中国科学技术史·天学卷》较为详细，且多插图，然而关于仪器的正文仅八万余字，只见其概略。因此，若能撰作一部自古迄清末较为周详的中国天文仪器专史，将会是件富有学术价值并且符合当前文教事业发展的美事。

古代的天文仪器，范围甚广泛，品种亦繁多，各个时期的发展并不平衡。本书先以概论一章，简述其历史进程。继按十一种门类，分章论述各类仪器的发展经过，再着重讨论其主要的或具有代表性的各件器物的详情，着重探讨仪器的创制、构造、应用与改进的演变过程。书的写作，主要依据国内外文献史书等资料以及传世和出土的文物，分工执笔，通过研究、撰著和校订，历时数年，得以成书。

中国制造天文仪器的历史，还有若干问题，未经涉猎或有待澄清。在这方面，本书作了一定的努力。诸如，对天文仪器所及的范围，古代的宇宙学说如盖天说、浑天说及降至中世纪早期的论天六家与论天八家，除有浑天仪表征发扬浑天说外，并无有关宇宙概念模式的仪器流传下来。但佛教传入中国后，其“世界”的概念，恰与传统的源自战国《尸子》的“宇宙”时空概念相同。至今，“世界观”一词被普遍使用。“大千世界”一说成了惯用语。名著《红楼梦》叙林黛玉去世的那一回的回目“苦绛珠魂归离恨天……”即源于佛经《内典》“三十三天，离恨天最高；四百四病，相思病最苦”一语。书中对这位姑娘并无什么褒辞。然而，回目用前三字概括了她短暂一生的心灵痛楚，后五字则显示出将她送上了理想世界的最高峰。在北京就有着一座表述大千世界的宇宙模式——须弥山仪。本书列为一节对它作了介绍。

又如传教士纪利安熔毁元明绝大部分天文仪器后，乾隆九年又铸新仪时，大臣张照奏请保留旧仪。乾隆帝下旨将浑仪、简仪、天体仪移放在古观象台紫微殿前。民国初接收钦天监时，明制天体仪已不知去向。近年，我们查阅清宫档案，方知乾隆三十六年时，曾下旨命钦天监任监正的传教士刘松龄查看慈宁宫门属明成化年间及紫微殿



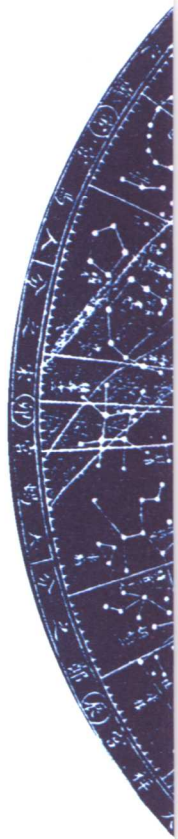
前属明正统年间两座相同的天体仪。刘回报称，因岁差仪上星象已不合而又无用。乾隆帝就命化作铜材改制一对铜狮子。又命镀金五次，最后在乾隆四十一年运往热河，安设在避暑山庄的大门外。于是，依照13世纪郭守敬所作全天恒星位置测量而缀星于球面的两座15世纪天体仪，却在18世纪在劫难逃，仍被当作废铜销毁了。刘松龄主管天文业务，如此短见，乾隆帝二十七年后食言而肥，难道不令人遗憾吗？

二十多年来，图文本的书刊，不断出现，受到欢迎，效果日益显著，国外且已发展到天文学史的专著。较著名的先有《被探测的天空——天图》（1500—1800），继有《辉煌灿烂的星座——历史与神话》。再一册为《剑桥插图天文学史》。三本书中，仅第一种含有两幅中国天图，第三种包含一大幅浑仪图，其余均为西方史料。而在1993年出版的共849页巨著《传统东亚与东南亚社会的制图学》一书中，则有三分之一以上的篇幅详论了中国的制图学，主要为传统中国文化的制图历史，重点在天文图与地理图。这些带有极丰富彩色与黑白插图的天文学史专著，不但在相当大的程度上扩展了读者的视野，也增加了读者的兴趣，更提高了读者的认识水平。

中国古代在天文仪器上的成就和内容是非常丰富的。迄清代，虽然在现代天文学范畴对西方瞠乎其后，而在民间的普及却相对地颇有发展。配备大量的插图，显然有助于理解仪器的构造、性质及其作用，也有益于了解其工艺技术与演变的过程。同时，也向人们展示了中国天文仪器的艺术风采和它们的发展历史。通过同仁的努力及友好的帮助，本书搜集配备了约500余幅插图及约150多幅彩图，不少还是较罕见的珍善之本。在此谨向热心赐助的英国达拉姆大学史蒂芬孙（R.H.Stephenson）教授、比利时鲁汶大学何思柏（N.Harlsberghe）教授，还有日本关西大学桥本敬造教授、日本同志社大学宫岛一彦教授，以及中国科学院考古研究所徐苹芳研究员、中国历史博物馆王冠倬研究员等和南京博物院王金潮研究员等，致以衷心的感谢之忱。

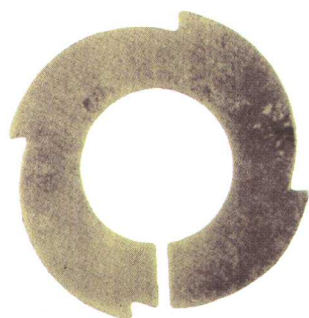
本书约请有关同仁分别撰写然后汇集统调，参与执笔同仁的分工见书末后记。在全书告成之际，对各位的不懈努力谨致深切的谢意。

2003年癸未岁末维炎序于黄歇浦畔







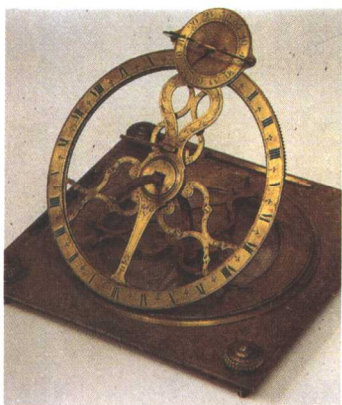
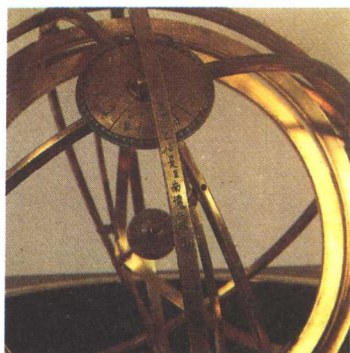


玦——有缺口的璧，可能是最早的天文观测仪器。



第一章 概述

- 第一节 中国古天文仪器概论2
- 第二节 清代天文仪器综述15



第二章 制历测景的圭表

- 第一节 中国圭表测景的历程46
- 第二节 登封的周公测景台和元代所建观星台54

第三章 中国古代的日晷

- 第一节 中国日晷的发展历程64
- 第二节 古老的天文仪器晷仪69
- 第三节 秦汉晷仪二三议72

第四章 受西方影响的日晷

- 第一节 西方日晷的传入与汤若望的新法地平日晷76
- 第二节 清宫旧藏国外制呈的日月星晷84
- 第三节 清宫自制及贡自民间的日月星晷92
- 第四节 故宫殿前陈设的立式日月晷102
- 第五节 常州天宁寺的两具大型日晷108

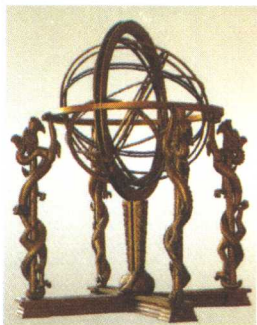


第五章 历史久远的计时器——漏刻

- 第一节 中国漏刻的起源与发展116
- 第二节 传世和出土的西汉漏壶126
- 第三节 故宫交泰殿与皇极殿的铜壶滴漏131
- 第四节 故宫旧藏兽耳八卦篆铭唧筒漏壶138

第六章 中国的天文观测仪器

- 第一节 中国浑仪的创制及其演变144
- 第二节 唐宋时期的浑仪制作及水运仪象148
- 第三节 郭守敬所制天文仪器及相关问题的考察157
- 第四节 明复制浑仪、简仪及浑象的今昔163



第七章 受西方影响的天文观测仪器

- 第一节 南怀仁制作的六件天文仪器172
- 第二节 从史料看地平经纬仪184
- 第三节 玑衡抚辰仪的制作与安装191



第八章 中国的浑象

- 第一节 传统的浑象与西学东渐后的天球仪之历程198
- 第二节 苏颂浑象及其历史作用208
- 第三节 天球仪的东传与清室藏品及镶珠金天球仪218

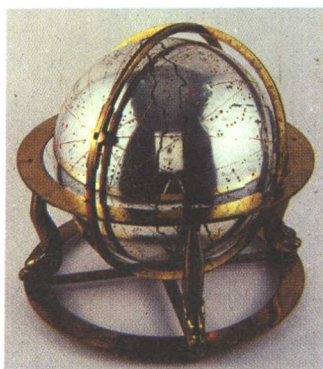
第九章 中国的星占用器及清代的简平仪

- 第一节 中国古代的占星盘与式盘226
- 第二节 从西方的星盘到康熙的简平仪236



第十章 宇宙结构的模型

- 第一节 佛教须弥山模式和须弥山仪246
- 第二节 太阳系天体运动演示仪器的传入251



第十一章 中国民间天文仪器的制作

- 第一节 民间创制的计时器262
- 第二节 民间制作的日晷及其他天文仪器271
- 第三节 徐朝俊与邹伯奇的天文仪器制作活动274
- 第四节 清代民间所制天图时钟与天球时钟283

第十二章 清代天文大地测量所用的仪器292

- 附件：故宫仪器列表306
- 后记308

第一章 概述

第一节

中国古天文仪器概论

第二节

清代天文仪器综述



第一章 概述

第一节 中国古天文仪器概论

历史上中国是个善于制造天文仪器的国家,不断有所发明和创造。天文仪器是观测和研究天文的工具和装备。勤于天文观测又是中国天文学的优良传统,通过长期观测获得大量成果,特别是许多重要的天文记录尤为珍贵。唐代天文学家张遂,当他接受历法改革时马上提出:“今欲创历立元,须知黄道进退,请更令太史测候。”^①就是要在实测的基础上进行历法改革。

元代的郭守敬也指出:“历之本,在于测验;而测验之器,莫先仪表。”^②在他看来,历法的根本是实际观测,但是进行观测必须要使用仪器。可以说,中国历史上的著名天文学家都把天文观测和天文仪器的作用看得十分重要,因此他们往往也都是天文仪器制造家。

东汉末到三国时的赵君卿,在讲到天地时说:

“夫高而大者莫大于天。厚而广者莫广于地。体恢宏而廓落,形修广而幽清。可以玄象课其进退,然而宏远不可指掌也。可以晷仪验其长短,然其巨阔不可度量也。”^③

天高地厚,无法直接量得,可以借助仪器解决问题。仪器能帮助人认识客观世界。

中国历史上历代统治者出于巩固其统治的需要,都对天文历法相当重视,天文机构一直掌握在统治者手里。因此,绝大多数统治者都乐于制造天文仪器。从汉代起到清代中期到底进行过多少次制造,已难于统计,因为有些工作没有留下明确记载。其中影响较大的活动大体可列表如下:

表1 中国历代王朝制造的大型天文仪器约略统计表

汉	魏晋南北朝	唐	两宋	元	明	清	合计
5	6	3	10	20	5	10	59

从仪器的总体来看,在中国历史上出现过四次高峰,即南北朝、唐、北宋和元。明代末期,西方天文仪器开始传入中国,使传统的中国天文仪器转向于西化,并在民间逐渐普及。

现将到明末为止的中国传统天文仪器分以下三个历史时期予以概述。

①《唐会要》卷42“浑仪图”。

②齐履谦:“知太史院事郭公行状”,载苏天爵,《元文类》卷50。

③赵君卿:《周髀算经·序》。

一、中国天文仪器的起源与早期发展

中国的天文仪器起源于何时,以何为标志?几乎无法给出明确的答案。根据人的认识规律,约略是由非专门的用品过渡到特制的天文仪器。欲澄清这个问题,须先从几个具体问题谈起。

(一)圭表

从传统的文献和研究来考察,最早使用的工具应是表,用于观察其从日出到日入的影子变化。在一日中正午的影子最短,但这最短的影子在一年中也有长短变化。最初,人们利用自然物,通过长时间观察总结出来人工立杆。

大约在新石器时代中期,人们可能已知道通过观察日影研究天文,有的研究者把甲骨卜辞中“立中”一词解释为商代的立杆测影,“中”就是测影的杆。^④这时可能已有杆,但不会有加工制作的表。

一直到西周,可能还没有专用的测影工具,现传《周髀算经》中商高与周公的问答语中没有提到立杆测影问题。在被认为是春秋战国时荣方与陈子的问答语中,才有“髀者表也”等语,其中,还用到“周髀”这样的词。“髀”是大腿骨,实际是指直立的人,当标杆使用。“周髀长八尺”,显然是以居多数的中等身材为准的。

“表”的称呼在春秋时期已有了。当时的表可能是用木制成的,用铜造表到西汉方有明确记载,见《三辅黄图》。

表作为古老的天文仪器,演变为铜表,大约经过了很长的时间,最后采用了“表”这一名称。

与表相连的还有“圭”,常合称“圭表”。那时的“圭”,乃是表底部一个正南北水平置放的长条形物件,面上有尺寸刻度,以便测定正午日影长短。圭原本是代表天子和三等爵不同等级的玉器,天子镇圭尺有二寸,伯爵命圭只有七寸。^⑤清代学者俞樾(1821—1906年)给出的一种解释可能近乎事实,他认为“圭”是古“卦”字,古人卜筮必画地识爻,其下之一,名胜地,其上之十,一纵一横,象画之形,土上又作土,象画内卦又象画卜卦。^⑥根据这个解释可以把圭理解成画在地面的符号,即在表影的端点画出记号,影长便被固定。

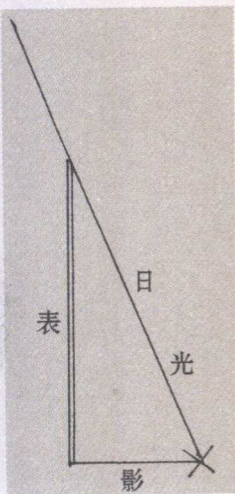


图1-1-1 早期圭表示意

④肖良琮:“卜辞中的‘立中’与商代的圭表测影”,《科技史文集》第10辑,1983年。

⑤《周礼·冬官考工记·玉人之事》。

⑥俞樾:《儿荈录》卷4。

在有关周代的文献中出现“土圭”一词，如“土圭以致四时日月，封国则以土地”^①等，确有量度日影等长度的功能。

与表连在一起的专用圭，出现于何时尚不清楚，估计立铜表时必然要有圭相配合，上面的记载中有“长一丈三尺，广尺二寸”，可能是指表下的圭，只是未明记罢了。最早的关于“圭”的确切记载要晚到南北朝。

(二)日晷与漏刻

日晷与漏刻是中国历史上的两种计时器，它们的发明年代同样不明确，估计不会早于春秋时期。

日晷是通过一个垂直立于地面(或其他水平平面)的细柱(晷针)在其下平面上投影看时间，它的产生应是由表而来。据载：“匠人建国，水地以悬，置槩以悬，眡以景。为规，识日出之最，与日入之景，昼参诸日中之景，夜考之极星，以正朝夕。”^②“槩”(音臬)，即测量日影的标杆。如果把上述测影方法移到一个特制的石板或木板面上，中间垂直立一细柱，把石面水平放置，面上再画刻度，就成了一个日晷。昼间看晷针投影到哪个刻度上就知道是什么时间。这种以地平面为投影的日晷为地平日晷，还有其他类型日晷。

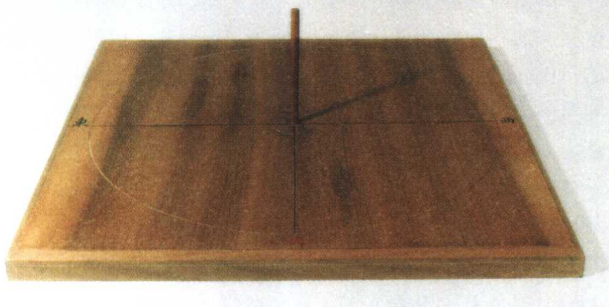


图 1-1-2 内蒙古托克托西汉日晷

日晷的发明不会晚于西汉，目前所见实物主要有内蒙古呼和浩特市托克托和河南洛阳金村出土的石晷盘各一件。盘为正方形，中间有一孔用于插晷针。

用日晷计时不能在夜间和阴天使用。

另外还有漏刻。漏刻是通过漏壶中水位的高低，使浮箭升降显示时刻的计时器。在周代有一种壶，“挈壶氏掌挈壶以令军井。挈壶以令舍，挈壶以令粮。凡军事，悬壶以序聚柝(音忒)，凡丧，悬壶以代哭者。皆以水火守之，分以日夜。及冬，则以火爨鼎以沸之，而沃”。^③这不是专门计时的刻漏壶，不过它有某种计时的作用，很可能演变成后来专用的计时器。

漏刻的发明年代同样不清楚，从已发现的实物来看，西

汉时代已比较普遍了，有三件分别出土于陕西兴平、内蒙古伊克昭盟(现为鄂尔多斯市)与河北满城。它们的形式都是由铜制成的圆筒，下有三足，在底侧部有一漏水嘴，顶部盖与提梁正中，上下正对，有长方形孔，是为浮箭的升降孔。浮箭均已不存在，但其上应有刻度，下端有一浮舟。水从漏水嘴滴出，箭随浮舟下沉。汉武帝元封七年(公元前104年)公孙卿、壶遂、司马迁等建议改历，于是下诏议造汉历，“乃定东西，立晷仪，下漏刻……”^④所下之漏刻应当与今所发现者相同。

此种类型的漏刻有一不便之处，即浮箭下沉，沉下去的部分进入壶

中，其上的时刻刻度要由下往上读。后来，人们把浮箭置于受水壶中，箭便由下沉变为上升，一直到清代还是如此。

由于漏刻不受黑夜、阴天等因素的限制，便成为天文台上最主要的计时器。

(三)早期的恒星观测与观测工具

许多天象变化都比较明显，用肉眼都能观察到，日食与月食自不待言，就连太阳黑子也不例外，彗星和新星爆发更容易看到。对于恒星的观测，直观地看也不难，而要求确定它们的位置或相邻二星的视距离就不那么容易了，必须有相应的观测手段，包括方法、仪器才行。

在中国历史上，记载天文仪器和观测方法最早的著作当推《周髀算经》。该书的材料，与《周礼》《书经》等古



图 1-1-3 河北满城漏壶

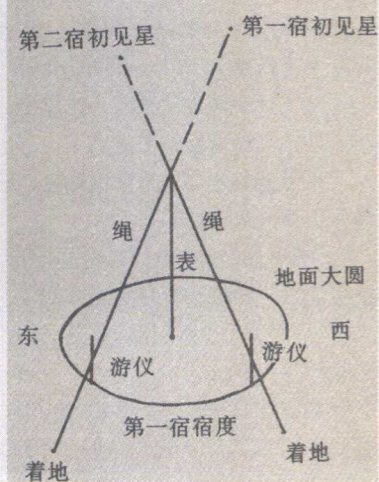


图 1-1-4 牵绳游仪法

①《周礼·春官宗伯·典瑞》。

②《周礼·冬官考工记·玉人之事》。

③《周礼·夏官司马·挈壶氏》。

④《汉书》卷 21 “律历志上”。

籍相仿,不少都属官书性质。较早的为西周初流传下来的口传资料,有些成于战国初期,较晚的约成于公元前235年到前156年间。东汉末到三国的赵君卿说:“盖天有《周髀》之法,累代存之,官司是掌。”此段话说明了《周髀算经》是官书,它具有很高的权威性,其内容在三个不同时期记载了五种测量工具和方法。跟我们关系较大的,有表、绳表测方位及绳表与游仪。

绳表测方位的方法很简单:立一八尺高的表,由表顶端引绳,在冬至日酉时,引绳拉直着地,指向北极附近的一颗大星;第二天早晨加卯时再进行同样观测。两次观测要在地面作记号,用线连接两记号就是东西方位。此线的中点与表的根部连线,就是南北方位。

绳表与游仪可能是绳表的发展,是在绳表的基础上增加了一个游仪。用这个方法主要是解决二十八宿“周天历度”,即观测二十八宿每宿的度数。所谓游仪就是不固定的表。为什么要这样做?《周髀算经》说:“分度以定则正督经纬。”赵君卿说:“南北为经,东西为纬。”可以理解其目的是测定天体的经纬度。对于具体测量方法,书上写道:

“于是圆定而正,则立表正南北之中央,经绳系颠,希望牵牛中央星之中,则复候须女之星先至者,如复以表绳希望须女先至,定中。即以一游仪希望牵牛中央星,出中正表西几何度,各如游仪所至之尺,为度数。”

赵君卿对最后一句话的注解很重要,他说:“所游分圆周一尺应天一度,故以游仪所至尺数为度。”

这是以测牛宿的距离为例说明观测方法,做法是:在地平面上画一个大圆,直径为121尺7寸5分,当时用3为圆周率,则圆周长为365又1/4尺,合365又1/4度。于大圆中心立一表(即正南北之中央),其端上系绳,由观测者牵绳另一端,眼望牛宿中星,使绳正指该星,在圆周上立一游仪。再用同方法去测下一宿(女)的星,也在圆周上立一游仪。两游仪间的圆弧尺数,即为所求度数。由此测得“游在八尺之上,故知牵牛为八度”。其他宿度也用同样方法测得。

从上述观测方法来看,所用坐标系是地平坐标系,获得的结果当是地平经度差。

既然能测定二十八宿的宿度,那就可以用同样方法测定每个恒星的入宿度。

《周髀算经》记载“牵牛去北极”、“娄与角去北极”、“东井去北极”的度数也是实测的结果。

《周髀算经》所用确定恒星“经纬”的方法可能持续了相当长时间。

在古代有一种叫“璇玑”的玉器,对之有不少的研究,表述了不同的观点,直到如今还难于作定论。

(四)汉代的天文仪器

《周髀算经》中记载的绳表游仪,很可能在汉代被延续使

用。测定恒星赤道坐标的天文仪器创始于何时,现在还是个未解之谜。但是,史传战国石申夫所测二十八宿距度,还有刘向《书经洪范传》所记早于石氏宿度的二十八宿古度,它们是用何种仪器测定的?早有论者据《史记》《汉书》认为,前者系汉武帝太初年落下闳“运算转历”时,“追二十八宿相距于四方”时所测,并称之为“太初星度”。可是,汉

夏侯灶墓出土的太乙九宫占盘上刻有年代,属文帝七年,公元前173年,而墓主卒于文帝十五年,即公元前165年,其六壬式盘上却刻有二十八宿及宿度。又同时出土的一副二十八宿圆盘上则刻有《洪范传》内的二十八宿古度。又史书内还有汉高帝时观测天象的入宿度,以及冬、夏至昏时中天的入宿度。这些显然都可认为是汉承秦制的反映。因此二十八宿的石氏(石申夫)宿度与比它更早的古度,显然都是战国时代所测定。当时所用的仪器仍还有待于探索。而马王堆帛书侯家墓出土的《五星占》所记数值的尾数,诸如金星日行“百二十分”,“一度八十七分”,“四十分”等,明显地不是简单的平均数。那么,如何测定?汉代可说是在不断地探索新的仪器。浑天说中的“浑天”,是个卵形的全天。盖天的天是半个,即大地上边是天:“天象盖笠,地法覆槃。”^①而浑天认为地下还有半个天,合起来是个浑圆的天,这就是初始的天球概念。如果把浑天用一个大球表示出来,其上缀以星宿、黄道、赤道,便是现今的天球仪。文献记载,汉武帝时有位落下闳“于地中转浑天”,^②“汉落下闳作浑仪”。^③早期文献中的浑天、浑天仪或浑仪,往往是泛指浑天仪和浑天象两种天文仪器即后世浑仪和浑象。前者用于天体测量,后者是演示用的。

落下闳的浑象不一定完善,这才有“鲜于妄人度之,耿中丞象之,几乎!几乎!莫之能违也”。^④即是说,鲜于妄人与耿寿昌进行了改进和完善。

落下闳的浑象大抵是由人拨转而动的,后汉贾逵作了补充,要到张衡(78—139年)才予以完善,并“以漏水转之”。^⑤由于张衡撰有《浑天仪注》等文,仪器也长期存在,此浑天



图1-1-5 张衡像

①《周髀算经》。

②《史记》卷26“历书”的“索引”《益部耆旧传》。

③《新唐书》卷31“天文志一”。

④徐坚:《初学记》卷25。

⑤《晋书》卷11“天文志上”。