

测	
绘	中
史	国
话	古
	代

宋鸿德 张儒杰 尹贡白 李瑞进 编著



测 绘 出 版 社

中国古代测绘史话

宋鸿德 张儒杰 尹贡白 李瑞进 编著

测绘出版社

(京)新登字 065 号

内 容 提 要

本书广泛涉猎中国古代的测绘科技史料，选择有代表性的史实，着重记述中国古代测绘科技的发展状况和一系列光辉成就，同时介绍了中国古代的测绘名人。

本书采用简明通俗的写法，在尊重历史的基础上以漫谈的方式讲述历史典故，便于雅俗共赏。作者企望读者能在探古中产生趣味，于趣味中又悟出我们的祖先在科技发展的历史上曾经谱写了何等灿烂的文章，从而激励我们去攀登新的科技高峰。

中国古代测绘史话

宋鸿德 张儒杰 尹贡白 李瑞进 编著

◆

测绘出版社出版·发行

北京大兴星海印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

◆

开本 787×1092 1/32·印张 5.25·字数 113 千字

1993 年 6 月第一版·1993 年 6 月第一次印刷

印数 000 1—1 000 册·定价 5.40 元

ISBN 7-5030-0583-1/P·223

集中国古代测绘
精华
谱写世界科技发展
新篇章

王之卓一题

一九九三年二月

前 言

中华民族有四千多年的悠久历史。中国古代的科技成就像一串灿烂的明珠，在历史发展的长河中熠熠发光。中国的史学著述浩如烟海，但是有关测绘理论、技术和方法的记载，只散见于历史、地理、天文、数学、文学和人物传记等史料中，不仅内容零散，而且往往一闪而过，只是蛛丝马迹，更找不到一部体系完整的古代测绘科技发展的专著。作者编写本书，是企图在弥补这个缺憾上作一点尝试。由于作者能力和水平的限制，摆在读者面前的这本小册子，只能说是一个“粗坯”，如真能起到抛砖引玉的作用，就不枉了作者的一片苦心。

我们编写这个“史话”，只是做一点初步的挖掘和整理工作，在古代测绘史料方面向读者提供一个简明的介绍。“史话”在尊重历史这一点上和正式的史书是一致的，但含有“谈家常”的意思，择其要者，简而言之，写得通俗一些，使不同行业、不同层次的人们都能乐于传闻。

晋代陆机在《文赋》中说：“笼天地于形内，挫万物于笔端”。南北朝刘勰在《文心雕龙》中说过：“思接千载”、“视通万里”。就是说写书要博览广集、深思细考，还要善于归纳整理、辑录精华。唯其如此，三十多篇总共只有十来万字的书稿，却是我们四个人在八年的时间内陆续写成的。主观上是想尽力写好，实际如何，就得请读者评说了。

本书第一至第五篇和后记由李瑞进编写，前言和第六至

第十篇、第三十一至第三十八篇由宋鸿德编写，第十一至第十八篇和人物简介由张儒杰编写；第十九至第三十篇由尹贡白编写。书稿写作初期统编工作由李瑞进负责。李赴美国后，由宋鸿德负责。今年年初，李瑞进得知本书即将出版，欣然命笔题写了“后记”，是他始终热心于中国测绘事业，关心史话写作的最好说明。

书稿编写的过程中，曾得到王之卓教授等老前辈、武汉测绘科技大学的校领导、宣传部、函授部及测绘出版社领导和朱龙森同志等的关心、指导和具体支持，作者对此致以衷心的感谢。

由于我们阅历不广，知识有限，书中不妥之处，欢迎读者批评指正。

1990年10月初稿

1992年9月编定于武汉

目 录

- 一、测绘是一门有着古老历史的科学…………… (1)
- 二、准、绳、规、矩是古代测量常用工具…………… (3)
- 三、古老的测量工具——表…………… (5)
- 四、圭表是有多种用途的测量仪器…………… (7)
- 五、司南的发明——古代定向技术的重大进展
…………… (10)
- 六、《九章算术》和古代测量技术…………… (13)
- 七、《海岛算经》与测高望远…………… (16)
- 八、勾股定理和勾股测量…………… (19)
- 九、中国古代的水准仪…………… (22)
- 十、中国古代的航海测量…………… (26)
- 十一、中国古代的地震观测…………… (30)
- 十二、世界首创的天文钟和天象仪…………… (34)
- 十三、世界最著名珍贵的星表和星图…………… (39)
- 十四、一行的天文仪器设计工作…………… (46)
- 十五、天文测量学的重大发展…………… (49)
- 十六、中国第一次天文大地测量…………… (53)
- 十七、中国古代空前的天文测量…………… (60)
- 十八、世界上第一台经纬仪和赤道仪——简仪…………… (63)
- 十九、中国古代的原始地图…………… (69)
- 二十、春秋战国时期地图的广泛应用…………… (71)
- 二十一、汉代和三国时期普遍重视地图…………… (74)

二十二、轰动世界的马王堆汉墓出土地图·····	(77)
二十三、裴秀和制图六体·····	(82)
二十四、隋唐时期图经图志的繁荣·····	(85)
二十五、唐代地图制图学家——贾耽·····	(88)
二十六、禹迹图和华夷图·····	(91)
二十七、沈括与地图测绘·····	(95)
二十八、宋代的城市地图·····	(98)
二十九、朱思本《舆地图》和罗洪先的《广舆图》 ·····	(103)
三十、 郑和与航海图·····	(108)
三十一、中国古代的地图资料收藏中心·····	(112)
三十二、宋代汴渠的水准测量·····	(116)
三十三、郭守敬的重大测绘成就·····	(119)
三十四、徐光启在测绘科技上的卓越贡献·····	(122)
三十五、西方测绘科技的传入·····	(128)
三十六、康熙帝和《皇舆全图》·····	(132)
三十七、清初全国地图测绘进程·····	(136)
三十八、中国古代测绘史的新篇章·····	(141)
[附录] 人物简介·····	(145)
后 记·····	(156)

一、测绘是一门有着古老历史的科学

测量与制图这门科学，在科学技术界可算得上是“老资格”了。远在六千多年以前，埃及人为了治理尼罗河，与自然灾害作斗争时就应用了测量技术。据记载，尼罗河每年定期泛滥一次，河流两岸的土地界址被冲刷掉了，怎样重新划分地界就成了一个大问题。当时人们借用河边的高地作为标记，测量出各家农民原有土地的界址，这就产生了许多不识字的“测量学家”。积年累月，测量技术就在生产实践中得到了发展。

无疑，测量技术起源于生产实践。在我国，应用测量技术与制图技术也有数千年的历史了。更早的情况，由于“书契未兴”，无史可证。在四千多年前，黄河两岸居住着夏部落，他们已懂得天文历法知识。传说在尧帝的时候，天下洪水成灾，尧请鲧治水，大概这个鲧缺乏治水本领(恐怕也不懂得测量)，九年都没成绩。尧把鲧杀了，任用鲧的儿子禹治水。这个禹治水十三年，取得了显著成效。司马迁《史记·夏本纪》记载：“(禹)陆行乘车，水行乘舟，泥行乘橇，山行剩撵，左准绳，右规矩，载四行，以开九州，通九道。”司马迁在这里，把禹带领测量队治水的事描写得多么生动具体！你看，禹带着测量队员，肩扛测量仪器，准、绳、规、矩样样具备。他们有时在陆地坐车行进，有时在水上乘船破浪，有时在泥泞的沼泽地里坐着木橇，蠕蠕慢行，有时穿着带

铁钉的鞋登山(“山行乘撵”,撵,一作梘音jú),是用铁制的一种锥头,长约半寸,安装在鞋底下,爬山不至碰跌。又《中华全史演义》写作“山行乘鞏”,即把“撵”写作“鞏”。《说文》段玉裁注,鞏,“谓人挽以行之车也”,大概是指王室用的人拉的一种车子)。由此可见,禹从事的测量工作是极其艰难困苦的。据史料记载,禹治水“相地势之高下,定疏凿宣泄之法”,这个“相”就是察看,或者叫踏勘,并且包括了大规模的测量、制图工作,这便是禹治水“定疏凿宣泄之法”的依据。所以说:没有测量技术,没有测量仪器,没有一支精悍的测量队伍进行艰苦卓绝的工作,禹要在十三年内尽治九州之水,完成“开九州、通九道”的任务是根本不可能的。

我国劳动人民深受洪水之害,所以,几千年都崇敬为人民治水的禹,并且创作了许多美好的传说故事,表示对这位“神”的怀念。

我们把埃及人治水的故事和禹治水的故事联系起来看,其共同特点都是在古代治水中使用测量技术,可见,测量是一门有着极其古老历史的科学了。

二、准、绳、规、矩是古代 测量常用工具

古代大禹治水，带领测量队到野外搞“外业”，带的工具就是“准、绳、规、矩”四种。在山东嘉祥县汉代武梁祠石室造像中，就有拿矩的伏羲和拿规的女娲的图像。说明我国在西汉以前，“规”和“矩”是用得很普遍的测量仪器。

“准”是古代用的水准器。《汉书·律历志上》：“准者，所以揆（kui）平取正也。”“绳”是一种测量距离、引画直线和定平用的工具，是最早的长度度量及定平工具之一。禹治水时，“左准绳”就是用“准”和“绳”来测量地势之高低，比较地势之间高低之差别。

“规”是校正圆形的用具。《诗·小雅·沔水序》郑玄注：“规者，正圆之器也。”“矩”，是古代画方形的用具，也就是曲尺。现代词语中有“矩形”就是长方形，“踱矩步”，就是迈方步。

孟子说过：“不以规矩，无以成方圆。”墨子说：“轮匠执其规矩，以度天下之方圆。”荀子说：“圆者中（适合）规，方者中矩。”《周髀算经》卷上：“圆出于方，方出于矩。”而且在这本书中记有用矩来测量目标物远近、高低的各种方法。

周公曾向数学家商高请教“用矩之道”，商高回答说：“平矩以正绳，偃矩以望高，覆矩以测深，卧矩以知远，环矩以为圆，合矩以为方。”商高总结了六种“矩”的测绘功

能，即可以定水平、测高、测深、测远还可以画圆画方。一个结构简单的“矩”，由于使用时安放的位置不同，便能测定物体的高低远近及大小，它的广泛用途，体现了中国人民的无穷智慧。

用矩测量，在《海岛算经》中有详细记载。譬如该书累矩法五题都要求测量者带着矩，自下而上作两次或两次以上的测望，都要求知道前后两次矩所在之位置；用平矩和高差表示。《海岛算经》的“望谷”、“望楼”、“望清渊”、“望津”、“临邑”等都以“矩”为主要测量仪器。请看“望津”中用矩测河宽的例证：

原文：“今有登山望津，津在山南。偃矩山上，令勾高一丈二尺，从勾端斜望津南岸，入下股二丈三尺一寸。又望津北岸入前望股里一丈八尺，更登高崖，北却行二十二步，上登五十一步，偃矩山上，更从勾端望津南岸，入上股二丈二尺。问津广几何。”

这是在山上据高临下地用矩进行测量。第一次是用矩分别观测河的两岸；第二次换一个更高的位置，离岸更远一点，再用矩进行观测。根据测量所得的数据，就可以计算出河面的宽度了。

“矩”是古代的主要测量仪器。我国劳动人民在长期的测山、测海、开路、治水的测量实践中逐步地发展了矩的功能。可以说，“矩”的出现，对古代测量和制图技术的发展起了极大的推进作用。

三、古老的测量工具——表

1952年，人们在陕西省西安半坡村发现了一处距今约六七千年的氏族村落遗址。在这个遗址中，有完整的住宅区，其中有四十六座圆形的或方形的房子，门都是朝南开的。由此可以断定，氏族公社人是能准确地辨别方向的。他们用什么办法来辨认方向呢？通常，人们是观察太阳、星星来辨别方向。我国很早的历书就有“日起于东”的记载，并由此而确定东南西北方向，夜晚没有太阳就靠北极星来辨认方向。

一般的物体，如树木、房屋等，在太阳光的照耀下，都会投射出影子来。人类在生产和生活实践中常常观察这些影子，慢慢地，人们发现这些影子不仅随着时间的推移而变化着，而且还发现这些影子的变化是有规律的。“立竿测影”便是我国古老的测量工作。《诗·大雅·公刘》有“既景乃冈”的记载。景，是古“影”字。这句诗大意是说：公刘在一个山岗上“立竿测影”来确定方向，也可能是在测定时刻，或者是在测定节气乃至回归年的长度等等。

中国最古老、最简单的测量工具是“表”，也就是普通的竹竿、木竿或者石柱等物。“表”在古书中还有不同的名称，诸如：竿、槩、臬、髀、棊等。“表”作为一种标帜物是常见于古书的。请看《吕氏春秋·透今》中记载的一个寓言故事：

荆人欲袭宋，使人先表（作标志，“表”是名词，作动词

用)雍水。雍水暴益(骤然涨水),荆人弗知,循表(顺着标记)而夜涉,溺死者千有余人,军惊而(如)坏都舍(军队惊叫像塌房子一样)。向(先前)其先表之时可导(水浅,可以涉水)也,今水已变而益多矣,荆人犹循表而导之,此其所以败也。

这是富有哲理性的寓言,它在客观上反映了“表”的定向作用。我们姑且不谈荆国的军事将领由于雍水的情况发生了变化而指挥失误,但,作为定向的“表”的作用是不能否认的。有了“表”,部队就有了前进的方向,这是毋庸置疑的。

我们有句成语叫“立竿见影”。人们研究“竿影”不知有多少万年了。经过长期的人类实践,人们通过“竿影”的丈量及推导,创造出的一套“测量高远术”来,而这种“立竿见影术”一直流传至今。请看近人写的“测量讲义”:

立竿见影术

假如有塔不知其高,视日影在地,从塔址心量至影末得三丈,乃同时立一竿长五尺者,量其影得一尺,问塔高若干丈?

答曰:高一十五丈。

草曰:以一尺为一率,五尺为二率,三丈为三率,得四率为塔高,式如下:

一率竿影一尺。

二率竿长五尺。

三率塔影三丈。

四率塔高一十五丈。

由此可见,“表”在测量中是一件重要的工具。但作为测日影的完整的仪器,应当说是春秋时期人们就使用过的“圭表”。

四、圭表是有多种用途的测量仪器

从原始社会起，我们的祖先就从对“立竿见影”的研究、观察中发现夏日影短、冬日影长。人们还发现，随着季节的变化，中午的日影长短也跟着变化，而且年年如此。人们在思考：能不能在地面上立个竿，看中午竿影长度的变化来反映季节呢？实践证明，太阳东升，逐步向上，影子便从西方转向西北。正午的影子投向正北方向。当太阳西斜时，影子便投向东北。就全年来说，夏天的中午，太阳位置高，影子短；冬天太阳位置低，中午的影子就长。人们由此确定，中午影子最短的那天是“夏至”，最长的那天是“冬至”。如取上午与下午影子一样长的影端两点连接起来，那么它的中点与标竿立地处的连线方向就是南北方向，它应与中午的竿影相合。这便是殷商时期人们的“立竿测影”定季节、定方向的方法。

到了周代，人们发明了一种专门测量日影的尺子，叫做“土圭”。“土”是量度，“圭”是一条尖头的玉器，“土圭”就是量度日影的一把玉尺。相传周公姬旦曾在洛邑东南约一百里的阳城（今河南登封告成镇）树立起表圭测量冬至日和夏至日的日影，来定出一年的天数和季节。从此，观测冬至和夏至便成为一件国家大事。

土圭长一尺五寸。为什么是一尺五寸长呢？那时人们知道八尺高的“表”，于中午日影最短的夏至日，影长是一尺五寸。所以，就确定了“土圭”的长度。“表”高八尺又是怎么

定下来的呢？因为当时的“八尺”与中等身材的人眼睛差不多高。那时，人们还知道，一个直角三角形如果短边是六尺，长边是八尺，则斜边刚好是十尺，定八尺为“表”高大概就是這個缘故。到了汉代初年，“圭表”的表高仍为八尺，但已改为铜制，而圭长则是一丈三尺。

人们利用“圭表”可以测出一年有多少天。早在春秋中期，人们就已知一个回归年是 $365\frac{1}{4}$ 天，这就是用“圭表”测出来的。公元 85 年（东汉），编訢和李梵制订四分历，年复一年地丈量着日影。他们发现第二年冬至日影和上一年日影的周期不是一样长。可是第三年、第四年也是如此，要到第五年冬至日影才同第一年的长度相等。一年 365 天，而第五年却超过了一天，这样，他们算出四个年头共有 $4 \times 365 + 1 = 1461$ 日，一年为 $365\frac{1}{4}$ 日。

古代人们也利用圭表来测定方向。人们在圭上画许多同心圆，树表于圆心，将上下午落在圆上的表影相应顶点两两联接起来即为正东西；它们中点的轨迹与圆心连线便是正南北。它必然同正午日影重合。在夜里，人的视线通过表顶凝视北极星，这个方向也就是南北方向。

在古代，人们还利用圭表丈量土地。周王室分封土地给诸侯，诸侯又将部分土地分给家臣，这就得确定土地界线，核定田亩大小。而丈量用的尺码，大约就是土圭。早在周秦时代，人们就知道，如果在同一日里南北两地的日影长短相差一寸，意味着距离相差千里，可见，圭表可在大范围丈量土地。

人们还利用土圭进行工程测量。《周礼》中有这样的记

载：“土方氏掌土圭之法，以致日景(影)，以土地相宅，而建邦国都鄙。”大意是说：土方氏研究圭影测量方法确定日影的长度，并借助于日影的长度来测量大地，建立邦国都邑。

我们的祖先曾不断提高圭表的精度。早在周代，人们就在表顶旁挂一根垂线，校正表身，使之位于铅垂线方向。6世纪初，祖冲之的儿子祖暅在表下石圭面上开凿了沟槽，灌上水，以校正其水平位置。

《汉书·律历志》中提到的“晷仪”同样是测日影和测方向的仪器，制造原理与圭表相同，但体积小，便于搬动，这是圭表的发展。