

历史知识小丛书

郭守敬

薄树人

中华书局



根据 1966 年前出版的《中国历史小丛书》重印

历史知识小丛书

郭 守 敬

薄 树 人

中 华 书 局 出 版

(北京王府井大街 36 号)

新华书店北京发行所发行

北京第二新华印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/32 1 印张 15 千字

1965 年 3 月第 1 版 1978 年 10 月北京第 2 次印刷

印数：20,601—41,600 册

统一书号：11018·554 定价：0.10 元

历史知识小丛书

郭 守 敬

薄 树 人

目 录

一、勤奋学习的少年·····	3
二、修水利初显才能·····	6
三、巧制仪器观天文·····	9
四、让船舶驶入大都城·····	21
五、晚年的声望·····	28
六、多方面的成就·····	30

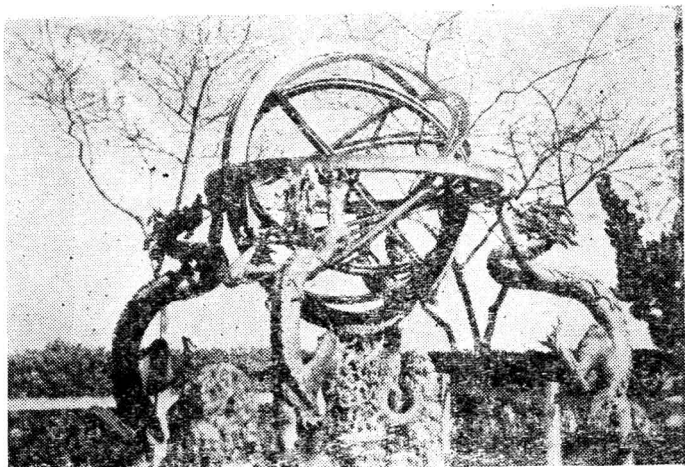
历史知识小丛书

郭 守 敬

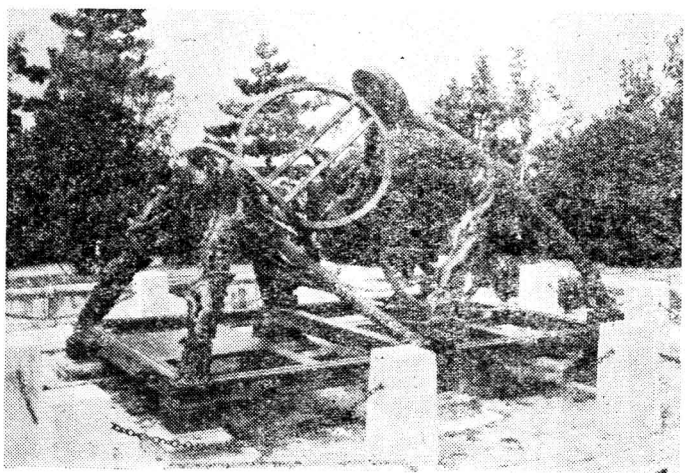
薄 树 人

目 录

一、勤奋学习的少年·····	3
二、修水利初显才能·····	6
三、巧制仪器观天文·····	9
四、让船舶驶入大都城·····	21
五、晚年的声望·····	28
六、多方面的成就·····	30



浑 仪



简 仪

一、勤奋学习的少年

我国元朝大科学家郭守敬生于 1231 年(元太宗三年、金哀宗正大八年),家乡在今河北省邢台县。

邢台地方本来属宋朝,1128 年(宋高宗建炎二年)被金朝夺去,到 1220 年(金宣宗兴定四年)又为后来建立元朝的蒙古贵族占领。所以郭守敬是在元朝统治时期出生的。后来元朝在 1234 年灭金,到 1279 年又灭了宋,统一中国,郭守敬也逐渐成长为一位杰出的科学家。

早些时候,金朝北边的蒙古人还过着游牧的生活,处在奴隶社会阶段。那时他们在金朝北方一带骚扰,进行的战争具有极大的掠夺性和破坏性。当地的农田水利遭到了严重的破坏,人口大量减少,生产急剧下降。这种状况对于元朝的建立统治是十分不利的。以元世祖为首的蒙古统治集团觉察了这一点,于是在华北地区封建势力代表人物的支持下,逐步进行了一些改革,改变了一些野蛮的杀掠方式,实行了一些鼓励农桑增产的措施。因此,在元世祖的时代,华北一带的农

业生产才逐渐恢复起来。农业生产必须适应天时，农田排灌需要水利建设，于是对天文历法和水利工程的研究，就成为迫切的要求。同时，国家统一了，中外交通范围比前扩大了，更给科学技术的发展提供了新的因素。因此，元朝的天文学和水利学，在金、宋两朝的基础上，有了进一步的发展。郭守敬正是在这个时期，在这两门科学方面作出了许多贡献。

郭守敬父亲的名字，从现有的历史记载中已查不出来。他的祖父倒还留下名字，叫郭荣。郭荣是金元之际一位颇有名望的学者。他精通五经，熟知天文、算学，擅长水利技术。郭守敬就是在他祖父的教养下成长起来的。

老祖父一面教郭守敬读书，一面也领着他去观察自然现象，体验实际生活。郭守敬从小就喜欢自己动手制作各种器具。有人说他是“生来就有奇特的秉性，从小不贪玩耍”。其实，由于他把心思用到制作器具上，所以就不想玩耍了。

郭守敬在十五六岁的时候就显露出了科学才能。那时他得到了一幅“莲花漏图”。他对图样作了精细的研究，居然摸清了制作方法。

莲花漏是一种计时器，是北宋科学家燕肃在古代漏壶的基础上改进创制的。这器具由好几个部分配制

而成。上面有几个漏水的水壶。这几个水壶的水面高度配置得經常不变。水面高度不变，往下漏水的速度也就保持均匀。水流速度保持均匀了，那就在一定時間內漏下的水量一定不变，不会忽多忽少。這樣，就可以从漏下的水量指示出時間来了。燕肃留下的蓮花漏图，就画着这样的一整套器具。

配制这套器具的原理不很浅显。燕肃所画的图，构造也不很簡單。仅仅依据一幅图就想掌握蓮花漏的制造方法和原理，对一般成年学者來說也还不是一件容易的事情。年紀才十几岁的郭守敬却居然把它弄得一清二楚，这就足以証明郭守敬确是一个能够刻苦钻研的少年。

在邢台县的北郊，有一座石桥。金元战争的时候，这座桥被破坏了，桥身陷在泥淖里。日子一久，竟沒有人說得清它的所在了。郭守敬查勘[kān 堪]了河道上下游的地形，对旧桥基就有了一個估計。根据他的指点，居然一下子就挖出了这久被埋沒的桥基。这件事引起了很多人的惊讶。石桥修复后，当时一位有名的文学家元好問还特意为此写过一篇碑文。这时候，年青的郭守敬已經能对地理現象作頗为細致的观察了。那一年，他刚刚二十岁。

郭荣为了让他孙儿开闊眼界，得到深造，曾把郭守

敬送到自己的同乡老友刘秉忠門下去学习。刘秉忠精通經学和天文学。当时他为父亲守丧，在乡讀書。郭守敬在他那儿得到了很大的教益。更重要的是，郭守敬在他那儿結識了一位好朋友王恂 [xún 旬]。王恂比郭守敬小四五岁，后来也是一位杰出的数学家和天文学家。这一对好朋友后来在天文历法工作中亲密合作，做出了卓越的貢獻。

二、修水利初显才能

郭守敬在刘秉忠門下学习的时间不长。1251年，刘秉忠被元世祖忽必烈召进京城去了。刘秉忠离开邢台之后，郭守敬的行踪如何，史书上沒有明白的記載。只知道后来刘秉忠把他介紹給了自己的老同学张文謙。1260年，张文謙到大名路(今河北省大名县一带)等地作宣撫司(管理地方行政的官署)的长官，郭守敬也跟着他一起去了。在那儿，他把少年时代試作过的蓮花漏铸了一套正规的銅器，留給地方上使用。后来，元朝政府里的天文台也采用了这种器具。

郭守敬跟着张文謙到各处勘测地形，筹划水利方案，并帮助做些实际工作。几年之間，郭守敬的科学知識和技术經驗更丰富了。张文謙看到郭守敬已經漸趋

成熟，就在 1262 年，把他推荐给元世祖忽必烈，说他熟悉水利，聪明过人。元世祖就在当时新建的京城上都（今内蒙古多伦附近）召见了郭守敬。

郭守敬初见元世祖，就当面提出了六条水利建议。第一条建议修复从当时的中都（今北京）到通州（今通县）的漕运河道；第二第三条是关于他自己家乡地方城市用水和灌溉渠道的建议；第四条是关于磁州（今河北磁县）、邯郸[hán-dān 寒单]一带的水利建设的意见；第五第六条是关于中原地带（今河南省境内）沁[qìn]河河水的合理利用和黄河北岸渠道建设的建议。这六条都是经过仔细查勘后提出来的切实的计划，对于经由路线、受益面积等项都说得清清楚楚。元世祖认为郭守敬的建议很有道理，当下就任命他为提举诸路河渠〔注一〕，掌管各地河渠的整修和管理等工作，下一年又升他为银符副河渠使。

1264 年（元世祖至元元年）张文谦被派往西夏（今甘肃、宁夏及内蒙古西部一带）去巡察。那里沿着黄河两岸早已修筑了不少水渠。宁夏地方（今银川一带）的汉延、唐来两渠都是长达几百里的古渠，分渠纵横，灌溉田地的面积很大，是西北重要的农业基地之一。当年成吉思汗征服西夏的时候，不知道保护农业生产，兵马

〔注一〕提举诸路河渠：是管理河渠的官名。

到达的地方，水閘水坝都被毀坏，渠道都被填塞。这种情况，张文謙当然是知道的。他巡察西夏，一方面要整頓地方行政，另一方面也想重兴水利，恢复农业生产。所以他带了擅长水利的郭守敬同行。

郭守敬到了那里，立即着手整頓。有的地方疏通旧渠，有的地方开辟新渠，又重新修建起許多水閘、水坝。当地人民久旱望水，对这样具有切身利害关系的大事自然尽力支持。由于大家动手。这些工程竟然在几个月之内就完工了。开閘的那一天，人們望着那滾滾长流的渠水，心里是多么喜悅啊。

修完了渠，郭守敬就离开了西夏。在还京之前，他曾經逆流而上，探寻黄河的发源地。以往史书上虽也有些河源探险的記載，但都是些將軍、使臣們路过这个地区，顺便查探，写下的一些記述，并不是特意进行的科学考察結果。有些記載只是从傳聞得来，还不免失实。以科学考察为目的，专程来探求黄河真源的，要推郭守敬是第一个人。很可惜，郭守敬探查河源的結果沒有記載流传下来。后来到了1280年，又有一位探险家都实奉元世祖之命专程前去考察河源。这次探索的經過記錄在一部《河源記》的专著里，其中有着不少有价值的結果。毫無疑問，作为先驅的郭守敬的考察对于都实是有相当影响的。

1265年，郭守敬回到了上都。同年被任命为都水少监，协助都水监掌管河渠、堤防、桥梁、閘坝等的修治工程。1271年升任都水监。1276年都水监并入工部，他被任为工部郎中〔注〕。

三、巧制仪器观天文

我国是天文学发达很早的国家之一。西汉以后，国家天文台的設備和組織已經达到相当完善的地步。它的主要任务之一是編制历法。我国古代的历法，內容是十分广泛的。它包括日月运动及其位置的推算、逐年日历的編制、五大行星的位置預报、日食月食的預推等等。历法关系到生产、生活甚至政治活动等很多方面。因此，历来对这项工作都是相当重視的。一种历法用久了，誤差就会逐渐显著，因而需要重新修改。跟着每次重大的历法修改，总带来一些创造革新的进步，象基本天文数据的精密化、天文学理論的新成就或計算方法上的新发明等等。历法的发展可說是中国天文学发展史中的一条主綫。

元朝初年沿用当年金朝的“重修大明历”。这个历

〔注〕工部：管理全国营造、工程修建及百工之事的官府。郎中是工部的高級官員。

法是1180年(金世宗大定二十年)修正頒行的。几十年以来,誤差积累日漸显著,发生过好几次預推与实际天象不符的事。再一次重新修改是迫切需要的事了。

1276年(至元十三年),元軍攻下了南宋首都临安(今浙江杭州),全国統一已成定局。就在这一年,元世祖迁都到大都〔注〕,并且采納已死大臣刘秉忠的建議,决定改訂旧历,頒行元王朝自己的历法。于是,元政府下令在新的京城里組織历局,調动了全国各地的天文学者,另修新历。

这件工作名义上以张文謙为首脑,但实际負責历局事务和具体編算工作的是精通天文、数学的王恂。

当时,王恂就想到了老同学郭守敬。虽然郭守敬担任的官职一直是在水利部門,但他的长于制器和通晓天文,是王恂很早就知道的。因此,郭守敬就由王恂的推荐,参加修历,奉命制造仪器,进行实际观测。从此,在郭守敬的科学活动史上又揭开了新的一章,他在天文学領域里發揮了高度的才能。

郭守敬首先检查了大都城里天文台的仪器装备。这些仪器都是金朝的遺物。其中渾仪还是北宋时代的東西,是当年金兵攻破北宋的京城汴〔biàn 便〕京(今

〔注〕大都:元世祖下令在金朝京城中都的东北郊外建造大都城,这就是旧日所謂北京內城的前身。

河南开封)以后,从那里搬运到燕京〔注一〕来的。当初,大概一共搬来了三架浑仪。因为汴京的纬度和燕京相差约四度多,不能直接使用。金朝的天文官曾经改装了其中的一架。这架改装的仪器在元初也已经毁坏了。郭守敬就把余下的另一架加以改造,暂时使用。另外,天文台所用的圭〔guī 归〕表也因年深日久而变得歪斜不正。郭守敬立即着手修理,把它扶置到准确的位置。

这些仪器终究是太古老了,虽经修整,但在天文观测必须日益精密的要求面前,仍然显得不相适应。郭守敬不得不创制一套更精密的仪器,为改历工作奠定坚实的技术基础。

古代在历法制定工作中所要求的天文观测,主要是两类。一类是测定二十四节气,特别是冬至和夏至的确切时刻;用的仪器是圭表。一类是测定天体在天球〔注二〕上的位置,应用的主要工具是浑仪。

圭表中的“表”是一根垂直立在地面的标竿或石柱;“圭”是从表的跟脚上以水平位置伸向北方的一条石板。每当太阳转到正南方向的时候,表影就落在圭

〔注一〕燕京:即今北京,当时是金朝京城中都的别称。

〔注二〕天球:天文学名词。设想天形如球,所以叫“天球”。地球在天球的中心,日、月和许多星体都在它里面各各占着一定的位置。

面上。量出表影的长度，就可以推算出冬至、夏至等各个节气的时刻。表影最长的时候，冬至到了；表影最短的时候，夏至来临了。它是我国创制最古老、使用最熟悉的一种天文仪器。

这种仪器看起来极简单，用起来却会遇到几个重大的困难。

首先是表影边缘并不清晰。阴影越靠近边缘越淡，到底什么地方才是影子的尽头，这条界线很难划分清楚。影子的边界不清，影长就量不准确。

使用圭表时的第二个难题就是测量影长的技术不够精密。古代量长度的尺一般只能量到分，往下可以估计到厘，即十分之一分。按照千年来的传统方法，测定冬至时表影的长，如果量错一分，就足以使按比例推算出来的冬至时刻有一个或半个时辰〔注〕的出入。这是很大的误差。

还有，旧圭表只能观测日影。星、月的光弱，旧圭表就不能观测星影和月影。

对这些困难问题，唐、宋以来的科学家们已经做过很多努力，始终没有很好地解决。现在，这些困难又照样出现在郭守敬的面前了。怎么办呢？郭守敬首先分析了造成误差的原因，然后针对各个原因，找出克服困

〔注〕时辰：古代分一日为十二个时辰。一个时辰合今二小时。

难的办法。

首先，他想法把圭表的表竿加高到五倍，因而观测时的表影也加长到五倍。表影加长了，按比例推算各个节气时刻的误差就可以大大减少。

其次，他创造了一个叫做“景符”的仪器，使照在圭表上的日光通过一个小孔，再射到圭面，那阴影的边缘就很清楚，可以量取准确的影长。

再其次，他还创造了一个叫做“窥几”的仪器，使圭表在星和月的光照下也可以进行观测。

另外，他还改进量取长度的技术，使原来只能直接量到“分”位的提高到能够直接量到“厘”位，原来只能估计到“厘”位的提高到能够估计到“毫”位。

郭守敬对圭表进行了这一系列的改进，解决了一系列的困难问题，他的观测工作自然就能比前人做得更好。

郭守敬的圭表改进工作大概完成于1277年夏天。这年冬天已经开始用它来测日影。因为观测的急需，最初的高表柱是木制的，后来才改用金属铸成。可惜这座表早已毁灭，我们现在无法看到了。幸而现在河南省登封县还保存着一座砖石结构的观星台，其中主要部分就是郭守敬造的圭表。这圭表与大都的圭表又略有不同，它因地制宜，就利用这座高台的一边作为

表，台下用三十六块巨石鋪成一条长十余丈的圭面。当地人民給这圭表起了一个很豪迈的名称，叫“量天尺”。

圭表的改进只是郭守敬开始天文工作的第一步，以后他还有更多的创造发明呢！现在就来談談他对渾仪的改进。

渾仪至迟在公元前第二世紀就已由我国天文家发明了，唐、宋以来历代都有发展。它的結構完全仿照着当时在人們心目中反映出来的那个不断轉动着的天体圓球。在这圓球里是許多一重套着一重的圓环。这些圓环有的可以轉动，也有不能旋轉的。在这些重重叠叠的圓环中間夹着一根細长的管子，叫做窥管。把这根細管瞄准某个星球，从那些圓环上就可以推定这个星球在天空中的位置。因为这个仪器的外形象一个渾圓的球，所以称为渾仪。它是我国古代天文仪器中一件十分杰出的创作。在欧洲，要到十六世紀左右，才有与我国北宋渾仪同样精細的仪器。

但是，这种渾仪的結構也有很大的缺点。一个球的空間是很有限的，在这里面大大小小安装了七八个环，一环套一环，重重掩蔽，把許多天空区域都遮住了，这就縮小了仪器的观测范围。这是第一个大缺点。另外，有好几个环上都有各自的刻度，讀数系統非常复