

陶寺文化南表、东表推测点考察分析

何弩

一、缘起

《尚书·尧典》说“曰若稽古帝尧，曰放勳，欽、明、文、思、安安，允恭克讓，光被四表，格於上下。”经学家们解释“四表”为四方与四海之间的畔上。我认为“四表”应当是东、西、南、北四方边界“畔”上的四个标志点，也就是大陆四至上的标志点。表以里为大陆，是“版图”所覆盖之地，是“表里河山”的“领土”。四表所划定的空间便是“普天之下，莫非王土；率土之滨，莫非王臣”的“天下”。

从文献记载看，这四个四至标志点是通过圭表大地测量得到的。四表圭表测量实际是东西南北中五表测量。《周礼·地官司徒》贾公彦疏云：“周公度日景之时，置五表。五表者，于颍川阳城置一表为中表，中表南千里又置一表，中表北千里又置一表，中表东千里又置一表，中表西千里又置一表。”山西襄汾陶寺遗址经过三十余年考古发掘与研究，越来越多的学者根据考古资料倾向于认为陶寺城址就是“尧都平阳”。

根据这一认识，我发现原来我认为陶寺南表位于北回归线与东亚大陆的交汇点——今广东汕头，是错误的¹，改而认为《尧典》中所谓的四表，应当是以陶寺城址为中表，对陶寺文化所在的欧亚大陆东、西、南、北四至的测量与标定，而大地测量的基线就是陶寺城址所在的经纬线 $N35^{\circ} 52' 55.90''$ ， $E111^{\circ} 29' 54.89''$ 。

二、南表推测点考察

我沿着陶寺城址的经线圈向南寻找的欧亚大陆至南海的边缘，依据地图推测陶寺南表测点应当在广东阳西县沙扒镇月亮湾的突出部分（图一）， $N21^{\circ} 30' 22.08''$ ， $E111^{\circ} 29' 21.41''$ 。



图一 陶寺南表点推测位置图

马年岁首，我按图索骥来到沙扒镇的月亮湾，发现与陶寺城址经度一致的理论位置点 $E111^{\circ} 29' 54.89''$ ，位于月亮湾内中部沙滩上，缺乏明确的地理标志点，并不适于古人用于测量与标定南表（图二）。

而在我图上推测的 $N21^{\circ} 30' 22.08''$ ， $E111^{\circ} 29' 21.41''$ 南表位置，确有一条由北向南延伸的山脊探入海中，成为月亮湾与沙扒湾的分水岭。

我踏上这条山脊入海处的巨石堆，看到我原先图上确定的测点深入海中，露出海面面积礁石很小，涨潮时会被淹没，不可能用于测量。于是我爬上北侧巨石堆（图三），进行实测点一 GPS 定点， $N21^{\circ} 30' 22.51''$ ， $E111^{\circ} 29' 20.86''$ ，海拔 16 米。

后来发现实测点一的西侧才是山脊的正脊基岩，于是我进行实测点二 GPS 定点（图三）， $N21^{\circ} 30' 21.77''$ ， $E111^{\circ} 29' 20.28''$ ，海拔 15 米。

之后我爬上基岩北侧现存第一个小山包，确切说是块平顶的小台地。从小路沟的剖面上判定山包的土层为碎石风化土层，包含大量碎石。在此我标定为实测点三（图三），GPS 定点 $N21^{\circ} 30' 23.12''$ ， $E111^{\circ} 29' 19.35''$ ，海拔 26 米。



图二 陶寺南表原先推测点地貌

如果从陶寺圭表测影的技术精度来衡量，陶寺南表理论测点、实测点一至三之间的经度与陶寺城址经度误差实际是可以忽略不计的，就约等于陶寺城址的经度 $E111^{\circ} 29' 54.89''$ 。

尽管陶寺南表留下考古遗存的可能性微乎其微，然而我还是抱着一线希望，为了确定山包顶上是否有陶寺文化零星遗存，对山顶进行了初步踏勘。我在岗顶上发现有一圈小壕沟，沟内长满了灌木，表明壕沟不是新近挖的。小壕沟圈内岗顶有石堆的墓和人工挖出来的长方形平场，似为建筑基址。初步推测为现代坟园。岗顶上没有发现任何文化层，没有发现陶寺南表标志点的直接证据。但是，该点的经度与陶寺城址经度非常接近，且为一个十分明确的地理标志——深入海内的海角。因此，此处从经度和地理标志特征两方面，均符合陶寺南表标志点的特征。表明我原来关于陶寺南表测点“纸上谈兵”式的推测是有一定实际条件支撑的。这里是以陶寺城址为地中和中表之测量基点来看待欧亚大陆的最南端点，南表以南（外）是南海，以北（里）是海内大陆，正合南畔之点之意。由是何谓“表里山河”就有了明确的诠释——四表以里即四海之内的欧亚大陆，就是尧舜视野中的“世界”或“天下”。《说文》说“尧者高也”。我则惊愕于尧眼界之高、胸怀之广，确实超乎我原来的想象——政不出晋南的陶寺文化，竟然靠科学的实测来认识南海之畔的南表点。



图三 陶寺南表标志点实际地貌

三、东表推测点勘察

根据陶寺四表原理，我最初推测陶寺东表点地理坐标为 $N35^{\circ}52'52.91''$ ， $E120^{\circ}03'42.26''$ ，大约在今山东省胶南市新建村一带的滩涂上（图四）。



图四 陶寺东表点推测位置图

今年8月，我按照推测的陶寺东表地理坐标，来到胶南市海滨公园，最初推测的陶寺东表标志点位置位于“胶南市青岛红树林度假世界”前的海滩，属灵山湾之一小段，没有任何自然地貌标志，此处作为陶寺东表标志点的可能性不大。



图五 朝阳山嘴矾头近照北望

而从胶南市海滨公园向东北望去，可以看到明显的一道山脊，向东探入海里，这里就是老卧龙（湾）北岸的朝阳山嘴的最南第一个矾头，可以作为一个明显的地理标志点（图五）。

我随即步行至朝阳山嘴，发现整个山嘴为基岩山嘴，探入海中，三面环海，曾经海岸被水产养殖场的用房占据（图五），现在养殖场拆迁，地表覆盖大面积的拆迁建筑垃圾。原养殖场背后（西部）的一大段山脊，被大面积推平，导致地貌破坏极为严重，但是矾头的轮廓和山嘴的山脊脉象大致清晰。

在第一矾头（最南端的矾头），我用 GPSmap 60CSx 定位（图六），N35°53'17.34"，E120°05'14.95"。查陶寺城址中心桩坐标为 N35°53'17.09"，E111°29'53.3"。这表明胶南市朝阳山嘴矾头的地理纬度与陶寺城址中心桩地理纬度完全一致。这里完全可以作为陶寺东表的标志点。陶寺东表标志点至陶寺城址中心桩直线距离 771 公里。



图六 朝阳山嘴矾头顶部

四、问题讨论

广东阳西沙扒月亮湾陶寺南表测点南距山西襄汾陶寺城址 1593 公里，据研究，陶寺文化长度基元 1 尺=25 厘米，徐凤先研究员进一步认为 1 里=250 米，则陶寺南表点至陶寺城址 6372 里。山东胶南朝阳山嘴矾头东去陶寺城址 771 公里，合陶寺长度 3084 里。如此遥远的距离，陶寺人从陶寺城址测到南表、东表，他们是如何做到的呢？他们如何跨过 1593 公里即 6372 里而始终保持不大幅度地偏离陶寺城址经线圈？如何穿越 771 公里即 3084 里而不偏离陶寺纬线圈？

1. 陶寺人如何操作测量大地距离

按照文献汉儒们的解释，利用圭表晷影测量就可以计算得到测点之间的距离。其做法是，南北（经线圈或子午线）测点在同一测量时间，如夏至正午时分，影长差 1 寸（2.5 厘米），南北直线距离差一千里（250 公里），即所谓的“日影千里差一寸”的规律。东西（纬线圈）测点之间，按照同一影长，如陶寺夏至影长 1.69 尺（42.25 厘米），夏至日测量，偏东侧圭表晷影达到 1.69 尺标准刻度的时间要早于偏西的圭表到达标准刻度，理论上说，通过时间差便可推算出东西两表之间的距离。但是没有人明确提出时间差常数，如“时间差一刻地差多少里”这样的常数。实际上，这貌似科学合理的测量方法，存在着巨大的操作悬疑问题，需要深入分析。

（1）经线圈上测量晷影差与大地距离折算常数问题

文献中记载有一个传统的晷影差折算大地距离的常数为“日影千里差一寸”，却被当代天文学家证明是错误的，徐凤仙研究员分析认为这一说法仅适用于陶寺城址与河南登封王城岗城址之间的晷影和地理距离之关系，不可能用于晷影折算大地测量南北两点之间的距离²。不过，经线圈上每一度都对应固定的大地距离。薄树人给出过两个长度：“南北距离 351 里

80步，北极高度相差一度。这个数据就是地球子午线上一度的长。换算成现代的度量单位，子午线1度长129.22公里。³ 陈美东认为“子午线每1°长为131.11公里”⁴。薄树人还提出另一个数据为，子午线1°长151.07公里⁵。圭表夏至影长的差别由地理纬度决定，那么晷影差一寸，从理论上也对应着一段固定的经线圈上的南北大地距离，即便不是差1000里，也可以作为用夏至晷影长度差，来折算南北量表测点之间的距离。

以陶寺和王城岗城址关系为例。陶寺的经纬度是N35°52'55.9"，E111°29'54.9"，登封告成王城岗的经纬度是N34°24'04.4"，E113°07'31.2"。二者之间纬度差1°28'51.5"，约合1.5°。根据文献和天文学计算，陶寺与王城岗两城址之间夏至影长差1寸⁶。也就是说夏至晷影差1寸=子午线上差1.5°。将天文学家提供的三个子午线1°大地距离长度数据加以平均，得到平均值为137.13公里。则陶寺夏至晷影差1寸，子午线上南北大地距离差1.5°×137.13公里=205.7公里=822.8陶寺里。也就是说，晷影差与子午线大地距离的关系折算常数应当是“日影八百里差一寸”。有了这个常数，陶寺人便可以用圭表测影的方法，利用夏至晷影差，来计算陶寺南表与陶寺城址中表之间的大地距离。

令人不解的是，为何文献中只有“日影千里差一寸”的“错误”说法，而没有“日影八百里差一寸”的正确常数？我想问题可能在于西周时期长度单位定制的变化。传统认为，周尺1尺相当于以往传统的8寸。吴承洛认为：“考‘八寸为尺’一语之来源，盖以三代尺度之比，‘周以八寸为尺’，然周以‘八寸为尺’，指周以夏尺之八寸为一尺，即周尺之长为夏尺之八寸。”⁷我认为，据登封告成王城岗夏至影长被记为1.5尺可知，夏文化很可能继承了陶寺文化的天文尺度基元。据此可以计算出周1尺=0.8陶寺尺，即相当于陶寺长度单位的4/5。那么陶寺文化800里÷0.8=1000周里。也就是说“日影千里差一寸”系西周时期按照周尺将陶寺文化的“日影八百里差一寸”换算出来的。如此说来，“日影千里差一寸”并不错，只是人们不知道用的是周尺，实际子午线长度仍然是205.7公里≈1000周里=800陶寺里。随着《周礼》占主导地位，以周尺为计算单位的“日影千里差一寸”的常数，便从此取代了以陶寺尺为计算单位的“日影八百里差一寸”常数。反过来，我们可以从“日影千里差一寸”的文献记载，折射出西周之前很可能使用的是“日影八百里差一寸”常数。如此，就能从技术上解决陶寺文化南表与陶寺城址中表之间，晷影测量计算大地距离的难题。

(2) 纬线圈上测量时间差计时问题

龙山时代，缺乏当代的通讯手段和机械或电子计时器，在东西771公里的两点之间，用怎样的计时器才能计算出东海之滨的东表与陶寺城址中表夏至正午的时间差？现在国际酒店大堂墙壁上常常悬挂世界各地主要城市时间的挂钟，各地之间的时间差一目了然。受此启发，我认为关键方法是要保证有一个标定陶寺城址地中标准时的“陶寺标准计时器”，我们已知的古代日晷、沙漏、漏壶、焚香（膏）等等计时方法中，除日晷不能使用外，其余的方法均可使用。这个“陶寺标准计时器”在向东圭表测量的过程中，始终不间断地运行。在测量点当地，日晷、沙漏、漏壶、焚香（膏）等方法均可作为“本地计时器”记录当地时间，这样就可以从技术上解决本地时间与陶寺标准时间差的判定问题。由于晷影观测关键时间是正午，因此不论是“陶寺标准计时器”和“本地计时器”的精度都不需要太高，大致等分出晨、昏、子夜、正午四点即足够用了，其中正午时刻最重要，其余可以忽略。有了“陶寺标准计时器”和“本地计时器”，东表测量点的时间差技术问题便迎刃而解。

(3) 步测大地的技术问题

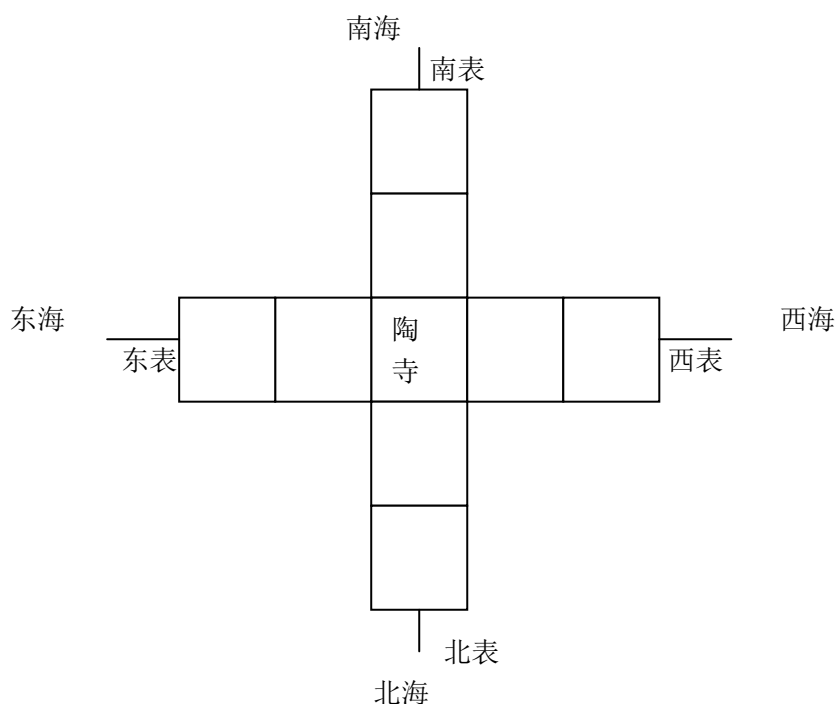
4000年前的陶寺人，不仅可能利用圭表进行大地测量，还可用另一种“笨办法”，就是步测。《淮南子·墜形训》：“使竖亥步自北极，至於南极，二亿三万三千五百里七十五步。”高诱注：“太章、竖亥，善行人，皆禹臣也。”《山海经·海外东经》：“帝令竖亥步，自东极至于西极，五亿十选九千八百步。竖亥右手把算，左手指青丘北。一曰：禹令竖亥。一曰：五亿十万九千八百步。”（晋）郭璞注曰：“竖亥，健行人也。选，万也。”这些记载虽有传说的

成份，但无疑折射出上古时期中国人步测大地的行为的历史真相。徐凤仙曾分析过陶寺人步测大地的可行性，陶寺 1 尺=25 厘米，5 尺=1 步=1.25 米，1 里=250 米=200 步，如此通过跬步便可计算出多少里的距离⁸。

我推测，就如同陶寺文化使用观象台地平历和圭表测影两种制定历法的科学方法一样，陶寺文化的东表和南表测量，同样使用了圭表和步测两种方法，相互补充、印证、校正，却各有侧重。步测结果侧重得到精确的距离，圭表测量所得到的南北晷影差、东西时间差则偏重于测点位置的坐标式描述，如同我们今天用 GPS 定位某点用经纬度来表述一样。比如南表点可以表述为“晷影差 XX 寸，时差零”；东表点可表述为“晷影差零，时差 XX 刻”；其他位置点可表述为“晷影差 XX 寸，时差 XX 刻”。

2. 如何把握方向不偏离

陶寺城址至南表点、东表点之间，跨越如此长的距离，若一口气走下来，做到最终不偏离陶寺城址经纬线，是极其困难的。我推测，陶寺人从陶寺城址出发，沿着陶寺城址的经纬线，可能先预设好测量的十字方格网（图七），分别向东、向南一方一方地圭表测影和步测，积跬步以至千里，最终到达东海岸和南海岸。

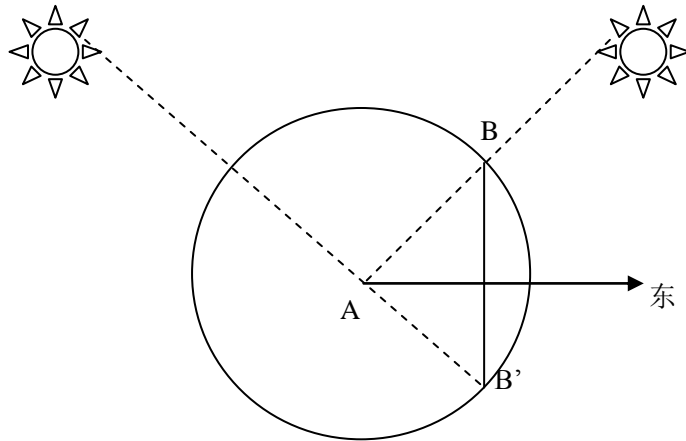


图七 陶寺四表测量十字网格模式图

这样，在每一个过程中的“测方”里，均可进行测量行进方位的校正，使前进的方向始终保持在陶寺城址经纬线上。

方向定位的方法很可能有两个。一是在夜晚观测北极星确定北极，以确定次日行进的正北方向。二是白天利用定表与游表“正朝夕”法判定正东、正南方向。《淮南子·天文训》云：“正朝夕：先树一表，东方操一表却前表十步，以参望日始出北廉。日直入，又树一表于东方，因西方之表，以参望日方入北廉，则定东方。两表之中与西方之表，则东西之正也。”意思就是在以 10 步为半径的圆弧上移动表杆测日出、日入位置，连线得到正东方向（图八）。

上述两种定位方法，配合十字网格“测方”法，便能够保证陶寺南表、东表测量过程中，始终不偏离陶寺经纬线正方向。



图八 《淮南子》正朝夕法示意图

综上所述，可以看出，四千年前陶寺人从陶寺城址向南、向东，用圭表和步测方法，分别测至陶寺文化南表和东表标志点，从技术上说是可行的，并无不可逾越的障碍。《尚书·尧典》称：“乃命羲和，钦若昊天，历象日月星辰，敬授民时。分命羲仲，宅嵎夷，曰暘穀。寅宾出日，平秩东作。日中，星鸟，以殷仲春。厥民析，鸟兽孳尾。申命羲叔，宅南交。平秩南为，敬致。日永，星火，以正仲夏。厥民因，鸟兽希革。”羲仲宅嵎夷，羲叔宅南交，分别指今胶东和北回归线一带，宅是住的意思，表明羲仲率领的东表测量队和羲叔率领的南表测量队，很可能就是一方一方地向前测。每一方的测量很可能皆非不日而成，所以要住一段时间，完成本方的测量，才进入下一方的测量，有些像今天的地质勘探作业。如此，能够保证各测量数据的精确和细致。

¹ 何弩：《陶寺圭尺“中”与“中国”概念由来新探》，《三代考古》（四），科学出版社，2011年12月。85~119页。

² 徐凤先，何弩：《“日影千里差一寸”观念起源新解》，《自然科学史研究》第30卷，第2期（2011年）。151~169页。

³ 薄树人：《中国古代在天体测量方面的成就》，《薄树人文集》，中国科学技术大学出版社，2003年。262-267页。

⁴ 陈美东：《中国科学技术史·天文学卷》，科学出版社，2003年。366页。

⁵ 薄树人：《中国古代的恒星观测》，《薄树人文集》，科学出版社，2003年。197-212页。

⁶ 徐凤先，何弩：《“日影千里差一寸”观念起源新解》，《自然科学史研究》第30卷，第2期（2011年）。151~169页。

⁷ 吴承洛：《中国度量衡史》，商务印书馆，1937年。132页。

⁸ 徐凤先，何弩：《“日影千里差一寸”观念起源新解》，《自然科学史研究》第30卷，第2期（2011年）。151~169页。