

神话亦或科学——漫谈地动仪

□ 河南师范大学 赵冠峰

东汉的张衡于公元132年制造的地动仪,被英国科学史家李约瑟博士誉为“地震仪的鼻祖”,此说已得到学术界的基本认同。但是,对地动仪的工作原理和结构分析问题,尚存在着严重的分歧。笔者在此选择几项与地动仪有关的重要内容,综述学术界的研究概况,以期能够澄清某些模糊甚至错误的观点。

1.地动仪的名称。长期以来,学术界存在着两种截然不同的认识。竺可桢、范文澜等人认为,张衡所造“候风地动仪”是两种仪器,一种是用来测定地震方位的地动仪,另一种是用于测定风速与风向的候风仪。而以张德钧、王鹏飞为代表的相当一部分学者认为“候风地动仪”是一件仪器,“候风”的寓意在于测震与测风的原理较为相近。笔者认为,由于范曄所撰的《后汉书·张衡传》中有关地动仪的内容明显来源于此前袁宏《后汉书》中的相关记载,而袁宏将之称为“地动仪”,并无“候风”二字。因此,从文献学的角度来看,以“地动仪”称之较为稳妥。值得注意的是,中学历史教材的编写也体现出了这一点。现行人教版的初一历史教材称之为“地动仪”,而20世纪90年代及其以前的教材则用“候风地动仪”这一名称。

2.地动仪的工作原理。中外学者公认,地动仪中的“都柱”即为惯性体,是用于测验地震的主要部件,这也与现代地震仪的工作原理一致。但在“都柱”的形状及安置问题上,学术界形成了截然不同的三种观点,即悬垂摆、直立杆和倒立摆。主张“悬垂摆”说的学者认为,悬垂摆是自然状态的结构,更符合古代仪器发明的一般特征(对观察对象的模仿);只有悬垂摆才能区分出地震晃动和其他干扰;悬垂摆对几何尺寸、制造材料无严格要求,且易于安装。而主张“直立杆”说的学者认为,根据文献记载,感受地震波的是地动仪的底部,只有“直立杆”才能感应到地震波的前进能,所得的地震方向具有单一性;“直立杆”利用了不稳定平衡的破坏,在避免垂直传播所产生的干扰的同时,能立即指示地震波来向。持“倒立摆”说的学者则认为,“倒立摆”只检测瑞利面波的位移量,因此更符合历史实际。需要补充说明

的是,主张“倒立摆”和“悬垂摆”的学者大多承认,地动仪在指示地震方向时可能有两种结果,即地震发生的实际方向或与之相反的方向。而主张“直立杆”的学者则坚信《后汉书》中“一龙发机而七首不动”的记载,即指示地震方位的唯一性。

3.陇西地震与地动仪的关系。国内大多数学者和李约瑟等人都认为,公元138年发生的陇西地震即为《后汉书·张衡传》中所说的令京师学者“皆服其妙”的陇西地震。但是,此说与《后汉书·五行志》和《顺帝纪》中的记载明显相悖,上述文献明确载有陇西、金城、京师地震的内容,而《张衡传》的记载则是“而地不觉动”。因此,令京师学者“皆服其妙”的陇西地震,绝不可能发生在公元138年。王鹏飞提出公元143年发生的陇西地震可作验证地动仪功能之用,然而,此说虽与“而地不觉动”不矛盾,但又会带来一系列新的文献上的困难。总之,中学历史教材中所说的陇西地震仍有进一步探讨的必要。

4.地动仪的功能。据史书记载,张衡的地动仪“验之以事,合契若神”,灵敏度相当高。但也有部分学者对此提出质疑,理由如下:除了陇西地震以外,在史料中再也找不出第二条此类性质的记载;张衡的地动仪功能极为有限,使用不便且不能测定地动仪所处之地发生的地震方位;《后汉书·百官志》中并没有关于地动仪专司人员的记载。更有少数学者认为,张衡的地动仪并没有实现其设计的初衷,在阳嘉元年(132)以后一系列地震中没有作出反应。中国科技大学的李志超教授则认为,“验之以事”可能指的是研制过程中的一系列模拟试验。

5.失传之原因。张衡地动仪至迟在公元418年刘裕北伐攻占长安时失传,此后的信都芳、临孝恭等人曾对地动仪进行研究,但具体情况不得而知。元代的郭守敬曾力图复原这一千古奇器,终未获成功。关于地动仪失传的原因,概括起来有以下几条:东汉末年的诸侯混战和西晋时的“永嘉之乱”等



动荡局面是造成地动仪失传的重要原因;张衡的地动仪并不具备“验之以事,合契若神”的功能而被后世所遗弃;张衡的地动仪使用不便,功能有限是其失传的根本原因。王振铎先生认为,根本原因是地动仪只能报灾,不能报福,难以迎合统治者的需要。

6.地动仪的科学地位。不少人由于对史书中所记的“验之以事,合契若神”的过分眷恋,造成了某种对地动仪的“神话”倾向。其实,无论地动仪的功能如何,都不会动摇地动仪作为世界“地震仪鼻祖”的地位,张衡作为世界历史上第一个对地震作系统研究并研制仪器的科学家的地位不容置疑。然而,不少西方学者怀疑《后汉书》记载的可靠性,否认地动仪与现代地震仪器之间的关系,则是不公正的。国家地震局的冯锐先生正确地指出:“张衡地动仪的科学思想和现代地震仪的发展正是由米尔恩等在日本贯通起来的(米尔恩是最早复原地动仪的西方学者之一,也是世界第一架现代地震仪的发明者)。”当然,国内外进行的复原工作尚无最终定论和我们对地动仪的功能缺乏一种较为理性和客观的态度,是造成我们在分析张衡地动仪科学地位时认识发生混乱的两个主要原因。

迄今为止,国内外进行的诸多复原工作,以及由此而复原的数十个地动仪,尚无成功的先例。只有极个别的复原模型在震动台上进行的模拟试验中对地震作出了成功的反应,但离最终的成功仍有相当长的路要走。笔者通过对一百多年来地动仪研究情况的简单介绍,期望能对中学历史教育中有关地动仪的教学工作有所帮助。其实,不管地动仪成功与否,张衡地动仪设计思想中体现出来的惯性原理以及张衡在天文学、数学和机械制造领域作出的杰出贡献,都是他在科学史上享有崇高地位的最好证明。2004年以来,有关张衡地动仪的复原工作又进入了一个新的高潮,我们期待着中国历史博物馆、中国地震局和河南博物院等单位的复原研究能对这项神奇发明的破解工作起到重要的推动作用。

参考文献:

- [1]李约瑟.中国科学技术史[M].科学出版社,1976.
- [2]王振铎有关地动仪的学术论文参见《文物》.
- [3]冯锐.张衡候风地动仪的原理复原研究[J].中国地震,2003(4).
- [4]赵冠峰.地动仪文献考读[J].自然科学史研究,2004(4).
- [5]王鹏飞.张衡候风地动仪功能测试和感震原理的探讨[J].自然科学史研究,2005(4).
- [6]李志超.天人古义[M].大象出版社,1995.