

“墨子号”与墨家探测技术的发展

王洪见¹ 刘树勇²

(1 北京财贸职业学院 101101; 2 首都师范大学 100048)

2016年8月16日凌晨1时40分,酒泉卫星发射中心用“长征二号丁”运载火箭成功将世界首颗量子科学实验卫星“墨子号”发射升空。作为中国第一颗,同时也是世界第一颗上天的具有里程碑意义的量子卫星,将其命名为“墨子号”,标志着我国科学界对量子科技成就的认可。梁启超曾评价说:“在吾国古籍中,欲求与今世所谓科学精神相悬契者,《墨经》而已矣,《墨经》而已矣。”量子卫星首席科学家潘建伟院士也指出,就像国外有伽利略卫星、开普勒望远镜一样,以中国伟大科学先贤的名字来命名全球首颗量子卫星,将提升我国的文化自信。

说到“墨子”,我们许多人都比较熟悉的是那个作为思想家和哲学家的墨子,对作为科学家和工程师的墨子或许还知之甚少。其实,墨家逻辑是全球三大古老的逻辑体系之一,而逻辑体系是科学的基础。墨家的科学精神在中国的浩瀚古籍和诸子百家中,确实少见。墨家的科技实践和科技思想堪称中国古代科技思想的典范。已故著名教育家钱临照先生早期通过研究《墨经》中的物理学内容,也发现其中有不少与现代科学知识相通的记载。在此,本文对科学家墨子在探测技术上的贡献及其影响作一简要的介绍。

在《汉书·艺文志》中记载,《墨子》有71篇,到现在仅存53篇。晋代学者鲁胜曾作《墨辩注》,后来到了清代的乾嘉时期,考证之风日兴,直至今日,注《墨子》者二十余家。

墨子,姓墨名翟,滕国(也有说是鲁国)人,后世尊称为墨子,大约生活于公元前470至公元前390年间。墨子出身庶民,年轻时当过车工,手艺极高。他不仅会造车,还造过类似滑翔机的“木鸢”。

他喜好读书作学问,曾随孔子的弟子研究儒家学问,后因对儒学那套烦琐的礼乐丧葬制度不满,提出节用、兼爱、非攻、尊王、敬鬼神等一系列主张,与儒学分道扬镳,并创立墨家学派。他们留下了他们的研究成果——《墨子》。据载,墨子有弟子300人,能赴汤蹈火者180人。战国初,墨学与儒学并显于世。



山东省滕州市墨子纪念馆的墨子像

墨子反对战争,研究并制造了多种筑城、守城和防御器械。当楚国在木圣鲁班支持下,决定攻打宋国时,墨子派遣弟子300人,日夜兼程赶往宋国,帮助守城;墨子本人只身到楚国,劝说楚国君主放弃攻打宋国的计划。在楚国都,墨子与鲁班展开了一场攻防模拟表演。鲁班的攻城机械(和方法)都用尽了,而墨子的防守方法还绰绰有余。这使楚国君主不得不放弃攻打宋国的计划。这就是“止楚攻宋”成语的来源。

传说大禹是墨子心中的理想人物。墨子常年粗布短衣，穿木屐或麻鞋，以苦为乐。他对弟子严格要求，严格纪律，还要进行严格的训练，建立了一种严密的组织。墨子去世后，墨家总头目称为“巨子”。墨家选举巨子后，以巨子为圣人，所有成员竭诚效命。大约到战国后期，墨家分派，并逐渐衰落。

墨家的科技成果甚多，这里以墨家的声学技术研发为例。

一、“地听”技术的渊源

声音在固体物质中传播时，若遇有空穴，就会在空穴界面之间连续反射，产生混响，并将声音放大。这也被称为“空穴效应”。古人还将数个陶瓮之类的空腔类的器物埋于地下，利用其“空穴效应”以及相邻几个瓮之间的响度差，就可以识别和确定声源的方位，还可以用于监听敌军动向。可用于侦听的这种瓮，古人称之为“瓮听”、“地听”或“地听器”，西方人称为“地听器”（geophones）。

古代借助共鸣放大声音的装置有各种地听器。最早设计地听器的是墨子，他和他的弟子设计了多种识别声源的方法。在《墨子·备穴》中记述了地听器如何用于侦听的原理和步骤。其作法是：

穿井城内，五步一井，傅城足。高地，丈五尺；下地，得泉三尺而止。令陶者为罍，容四十斗以上，固冪之以薄鞣革，置井中，使聪耳者伏罍而听之，审知穴之所在。凿穴迎之。

其中的“傅”就是附在某物之上，“罍”是腹大口小的瓮或坛子，罍的容积约40斗，它的口上绷紧（“冪”）薄皮革（“固冪之以薄鞣革”）。让耳朵聪颖的人在瓮口听，以判别敌人挖地道的方位。

墨子的另一种“地听”的方法是：

令陶者为瓦罍，长二尺五寸，大六围。中判之，合而施之穴中，偃一，覆一。

其中的“偃”是口朝上的状态，“覆”是口朝下的状态。墨子将这一“偃”一“覆”的两口瓮放在同一穴中。而后让耳聪者听，从两罍产生的音响差别来

判断声源的位置。

墨子还有一种“地听”的办法，即“埋两罍，深平城，置板其上，侧板以听。井，五步一。”（同上）这是前两种办法的综合，只是罍口上平放木板而不用生皮革。

二、“地听”技术的发展

自从墨家发明埋陶瓮入地，以监听敌情以来，地听器在唐宋两朝均有所发展。唐代的学者李筌也记录了“地听”的技术。他说：“地听，于城中八方穿井，各深二丈，令人头戴新瓮于井中坐听，则城外五百步之内有掘城道者并闻于瓮中，辨方所远近。”（《太白阴经·守城具篇》）正是唐代李筌最早将类似墨家的发现称之为“地听”。

宋代的曾公亮记述了这种侦听技术，并作了区别。他在《武经总要·守城篇》中写道：

瓮听用七石瓮，覆于地道内，择耳聪人坐听于瓮下，以防城中凿地道迎我。

地听，于城内八方穴地如井，各深二丈，勿及泉，令听事聪审者，以新瓮覆于井中，坐而听之。凡贼至去城数百步内，有穴（yín）城凿地道者，皆声闻瓮中，可以辨方向远近。若审知其处，则凿地迎之。

明代茅元仪的《武备志》也有类似的记载。“地听”和“瓮听”技术一直在战争中得到应用，近些年，人们在河北雄县发现宋、辽、金战争中，以及冀中军民开展地道战时使用了“瓮听”的技术。

由于“瓮听”的装置要用大瓮，在城中设置是可行的，但在行军之中多有不便。为此，人们进行了改进。李筌在他的《太白阴经·游奕地听篇》中记述了一种空心枕，他写道：

选少睡者，令枕空胡簾卧。有人马行三十里外，东西南北皆有响见于胡簾中，名曰“地听”。

“簾”是用竹子、藤条或柳条编成的，鹿是用皮革缝制的，李筌还指出，最好用“野猪皮”。

北宋沈括在《梦溪笔谈》中写道：

古法以牛革为矢服，卧则以为枕，取其中虚，附

地枕之，数里内有人马声，则皆闻之，盖虚能纳声也。

从原理上说，“地听”是利用了“虚能纳声”，即利用箭袋矢服中空气柱对远处传来的声产生共鸣，因而放大了声音。因此，“虚能纳声”和今日所言“空穴效应”是同一个概念，可见，到宋代，人们对地听器普遍知晓，以致诗人以诗歌形式描写它。稍晚于沈括的张耒（1054~1114）在《夏日》中写道：

长夏村墟风日清，檐牙燕雀已生成。蝶衣晒粉花枝舞，蛛网添丝屋角晴。

落落疏帘邀月影，嘈嘈虚枕纳溪声。久判两鬓如霜雪，直欲樵渔过此生。

诗中的“虚枕”是指古代流行的（瓷制）空心枕头。可见，在当时“虚能纳声”是一种常识。类似的装置还有军事上的用途，如明代的揭暄还提出一种简易的陶瓷地听器，即“烧空瓦枕，就地枕之，可闻数十里外军马声”。

三、“地听”技术的演变——建筑上的应用

从南北朝起，人们已注意到厅堂建筑的混响问题。萧梁朝的周兴嗣（？~521）在其撰《千字文》中有“空谷传声、虚堂习听”一句，表明古代人已将空旷深谷的回声和高堂大厦的混响看成是一回事。或许还受到军事家在地面设置地听器的启发，音乐演奏家从宋代开始在琴室或琴厅内地面上装陶瓮，利用混响以增大原本低微的古琴声。明代屠隆在《考槃余事》中写道：

琴室，宜实不宜虚，最宜重楼之下。盖上有楼板，则声不散；其下空旷，则声透彻。若高堂大厦，则声散漫；斗室小轩，则声不达。如平屋中，则于地下埋一大缸，缸中置一铜钟，上用板铺也可。

其后，文震亨在《长物志》中又一次写道：

古人有以平屋中埋一缸，缸中置铜钟，以发琴声者。

据宋王明清《挥麈录》记载，佛寺内挂钟之阁，正对钟鼓之地面挖空穴，埋陶瓮。宋孝宗赵昚幼时曾

不慎跌入挂钟之地下洞穴中。这些记载，表明古代人曾利用混响增大声音效果的一些方法，与墨家创用的地听技术不无关系。

利用陶瓮等瓦器建造吸声墙和隔声房也是中国人在此领域的一大创新应用。起初，它与音乐厅堂不相干，而与一种军事上权宜之计相干。明洪武三十一年（1398），太祖朱元璋崩。军师姚广孝为助燕王朱棣（后为明成祖）夺取帝位，在燕王府后宫私召兵马，铸造兵器。为防泄露风声，姚广孝在地下建造隔声房，私铸兵器于其中。在《明史·姚广孝传》中记述姚广孝的作为，即

穴地作重室，缭以厚垣，密瓴瓶缶，日夜铸军器，畜鹅鸭乱其声。

这种地下隔声房屋，其吸声墙是以瓶缶瓦器密砌而成的，使其口朝向屋内。为避免室外、地面上尚存之余声，故而以畜养大批鹅鸭，鹅鸭叫唤声更能“乱其声”也。方以智在《物理小知》中曾对此更清楚地写道：

私铸者匿于湖中，人犹闻其锯铍之声，乃以瓮为甃，累而墙之，其口向内，则外过者不闻其声。何也？声为瓮所收也。

在位于北京西郊民港巷内的钱币博物馆中还制作了一个大型展品，以说明私自铸造钱币者的作为。

方以智还首创“隔声”一词以概括这种声技术的实质，并指提出了隔声的道理：“声为瓮所收也”。

清代，隔声建筑就出现了。郑光祖曾记述道：

人家墙壁以空瓮横砌而成，使口尽向（屋）内，则室中所作之声皆收入瓮，不达于外，贴邻不克闻也。

郑光祖于1822年完成其著作《一斑录》的初稿，他记述的吸音墙和隔声建筑可能已成为众所周知的知识了。

四、“地听”技术的演变——声响探测（鱼）技术

值得注意的是，明代人发明以去节竹筒探听水下鱼群的方法，竹筒功能类似现代“声纳”。明代田汝成在《西湖游览志余》中记载：

杭人最重江鱼，鱼首有白石二枚，又名石首鱼。每岁孟夏，来自海洋，绵亘数里，其声如雷，若有神物驱押之者。渔人每以竹筒探深水底，闻其声，乃下网截流之。

类似的描述也见李时珍《本草纲目》和王士性的《广志绎》等著作。清郭柏苍还在《海错百一录》中写道：

或以洋山鱼能鸣，网师以长竹筒插水听之，闻其鸣，则下网。

从这些记载可见，以竹筒探听水下鱼群，至晚始于明代，并一直被沿海地区渔民袭用至今。

或许受到竹筒探听鱼群的启发，人又以去节竹筒作为地听器。郑光祖在《一斑录》中写道：

凡平地，数十里外人马大众行声，可探之于地。以四五尺大竹管，通去其节，埋入地，以耳听之即知。

五、结语——回顾是为了前瞻

也许会有人觉得，墨家的科技思想和成就，从现在的科技发展水平来看，已经显得太过简单，甚至还有缺陷。但我们要从发展的眼光看问题，要看

到在先秦科技发展处于萌芽状态的时候，墨家的科学精神和创新精神。以亚里士多德为例，尽管他在今天看来犯了很多科学错误，尽管伽利略等新的科学巨人们在提出他们的新思想时几乎总是把亚里士多德当做靶子，但这并不影响亚里士多德的伟大，因为科学巅峰的攀登者都是踩在亚里士多德的肩上继续攀登的。

“地听”作为一种经典的信息的获取或传输技术，在中国远古时期就已经出现端倪，并且在实践中形成了一种有效的探测技术。例如，侦听敌方的挖掘地道的情况或偷袭的可能性，侦测鱼群的情况，甚至私铸钱币的人也运用了防止声音泄漏的技术，等等。今天，中国的科技工作者应该继承这种科技研发和创新应用的传统，以争取更大的进步。也许，“墨子号”的命名就是我们对中国古代科技成就的一次回顾，体现了我们不忘传统的精神。回顾不是自我陶醉，而是为了更好的前瞻。不忘先贤探索自然的初心，当下的科技创新之路方能越走越宽。希望这颗承载着我们传统文化自信的“墨子号”能够在宇宙中绽放中华民族的智慧光芒，重塑中华民族的文化自信，也让世界感受到中国的灿烂文明和创新能力。



封底照片说明

时间晶体

爱因斯坦告诉我们，世界是四维的，除了三维的空间之外，还有一个维度就是时间。在三维空间上结晶的晶体，是不是也存在着在时间上结晶的晶体呢？对此诺贝尔物理学奖得主弗兰克·维尔切克教授给出了肯定的答案。时间晶体的另一称呼叫“永远运动的系统”，但这并不意味着它能不断提供能量。时间晶体的运动是不需要外部能量的加入，但它也不能向外输出能量，并且不改变自身的运动状态。时间晶体一词是弗兰克·维尔切克于2012年首先提出的，他首次预测了时间晶体的存在。

“时间晶体就像在自然的基态条件下持续振荡的果冻一样，轻轻触碰它，果冻就会一直抖动，在受到周期性冲击后其结构也会在时间维度上重现，而奇特

的是它并不消耗任何的能。它不可能保持静止，这成就了它成为一种拥有全新物态的非平衡态物质。”科学家就是这样描述时间晶体的。

目前来自马里兰大学和哈佛大学两个独立团队表示，他们已经以不同的方式在实验室里各自制造出了时间晶体，证实了这个全新物态的存在。未来时间晶体的应用，也许会首先应用在量子计算机系统中，这是基于时间晶体具有绝佳的存储能力。甚至有人提出利用携带人脑意识的时间晶体制造“时间胶囊”，来使记忆永存。时间晶体被发现真实存在，将颠覆人们对时间和时空转换的认知，这事情想想就让人热血沸腾，充满期待。

(博文)