

张　衡

郑　一　奇

一　家世与童年

东汉章帝建初三年(公元七八年)，中国古代文化史上的巨人，卓越的科学家张衡诞生了。张衡的出生地是河南南阳郡西鄂县石桥镇(在今河南省南阳县城北五十里)。石桥镇西南有个鄂城寺，相传就是东汉时西鄂县城旧址。鄂城寺东边相传就是张衡的旧宅所在地，现在叫做"平子读书台"。

张衡对自己的故乡南阳是有深厚感情的，后来他写过一篇《南都赋》叙发了他的故乡的恋情。《南都赋》的开头是这样写的：

"于显乐都，既丽且康，陪京之南，居汉之阳，割周楚之丰壤，跨荆、豫而为疆，体爽塏以闲敞，纷郁郁其难详。尔其地势，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

则武阙关其西，桐柏揭其东，流沧浪而为隍，廓方城而为墉，汤谷涌其后，清水荡其胸。推淮引湍，三方是通。”

张衡赞扬自己的故乡是一个美丽而富饶的地方，不仅地理位置优越，是荆襄和吴、洛地区的交通孔道，地势也是很好的，山明水秀，风景宜人，土地肥沃。南阳是中华民族最早的发祥地之一。春秋战国时期，南阳郡的治所宛，已经发展成为一个著名的大都会。到东汉时，因南阳郡是东汉开国皇帝刘秀的故乡，刘秀派得力官员着力经营，宛地已发展成为和故都长安、京城洛阳鼎足而立的大都市，号称南都。张衡自幼生长在这样一个风景优美、经济发达、交通方便的地方，对他后来成为文化巨人无疑是有利的。

说起张衡的家世，他的祖先为南阳著名的大族。在《后汉书》中有张衡的祖父张堪的传，据记载，张衡的祖父是一个品德、学问、功业都很不错的人。张堪年轻时，曾“让先父余财数百万与兄子”，由于品德美好，十六岁时就被推荐到当时的京城长安学习，由于勤奋好学，被京城里的一些学者称赞为“圣童”。光武帝刘秀起兵以前，就常常称许张堪的品德。刘秀起兵时，张堪率全家相随，为东汉政权的建立立下功劳。刘秀当了皇帝后，封其为郎中，后又升为谒者。派他随大司马吴汉进军四川。当时吴汉军队只有七天的粮食，吴汉曾想退师。张堪听说后，赶去对吴汉说，从敌我形势看，公孙述必败，不宜采取退师的做法。吴汉听从了张堪的计策，故意向敌军表示软弱的样子，然后挑动公孙述出兵，公孙述出战，战死城下。张堪入成都后，“检阅库藏，收其珍宝”，开列清单，秋毫无犯。并

安抚当地百姓，受到欢迎。刘秀知道后很高兴，封张堪为蜀郡太守。后来张堪又调任渔阳（今北京密云县西南）太守。张堪“捕击奸猾，赏罚必信”，深得军民信任。当时匈奴曾以万骑入掠渔阳，张堪率数千骑出击，击败匈奴。自此郡县平安。张堪又在狐奴动员百姓开稻田八千余顷，百姓生活安定富裕起来，曾作歌赞美：“桑无附枝，麦穗两岐，张君为政，乐不可支”。张堪在郡八年，匈奴终不再犯。光武帝曾召见诸郡计吏，问各地郡守施政情况，蜀郡计掾樊显说：渔阳太守张堪从前在蜀汉时“仁以惠下，威能讨奸，前公孙述破时，珍宝山积，卷握之物，足富十世”，而张堪离任时，只带行李，空手而去“乘折辕车，布被囊而已”。光武帝听后，叹息良久，要调张堪委以重任，不幸张堪病死渔阳。光武帝很悲痛，“下诏褒扬，赐帛百匹”。

张堪死后，张家家境很快衰落下来。张衡的父亲史书上无记载，可能是从未入仕，又年岁不高就去世了。

张衡年幼时，家庭生活相当清苦。建初年间（公元七六一八三年）南阳发生灾荒，米价昂贵，很多人弃家外出谋生。当时南阳宛城的富豪朱晖分散家资，赈济亲友中生活贫困的人。朱晖与张堪有过一段交情，听说张家生活很困难，就亲自前去探视，并给予接济。

张衡出生在这样一个清贫之家，从小就不耽于安乐而是经历了很多磨练，激发了他奋发学习的精神。张衡从小也从祖母、母亲那儿了解了祖父的为人和建立过的功业，这在他幼小的心灵中，留下了深刻印象。他以祖父为做人楷模，立下大志，要成为名垂史册的人。张衡后来成为一代学人，也列传于

《后汉书》，从精神上说，他的祖父对他一生的影响是很明显的。

张衡幼年的生活，史书记述很简略。我们只知道他天资聪明，十分好学，追求知识达到了“如川之逝，不舍昼夜”的程度。他虽然才情很高，但好学深思，与小朋友友好相处，并不骄傲自负。

公元一世纪末到二世纪初，正处在东汉王朝繁荣时期。当时它是世界上四大强国之一（另三个是大月氏、匈奴、罗马帝国），政治、经济、文化都处在世界领先地位。社会也比较安定。班超通西域，纸的发明与推广，都发生在张衡青少年时期。这样的社会条件，为张衡成为文化巨人提供了良好的“大气候”。

二　游学和文学创作

张衡的青年时代是以游学生活开始的。《后汉书·张衡传》是这样描写他这一段经历的：“衡少善属文，游于三辅，因入京师，观太学，遂通五经，贯六艺”。张衡是在十六、七岁时，告别家人，只身外出游学的。

游学是当时学子求学的一种方法，也成为盛极一时的风气。一般仕宦人家的子弟，六、七岁开始入学，待有一定基础后，便外出投奔名师进一步攻读。但张衡与众不同，他当时并没有直接到京师洛阳，进太学学习，而是直奔西北到三辅地区游历去了。

东汉时把京兆尹和左冯翊、右扶风合称三辅地区，相当于今陕西省中部地区。京兆尹、左冯翊和右扶风，同是相当于郡的行政区域。京兆尹治所长安，左冯翊治所高陵，右扶风治所槐里。西汉时曾建都长安，这里曾是最富庶、繁华的地区。山川秀丽，古迹名胜很多。东汉时光武帝建都洛阳，但三辅地区仍是政治、经济、文化高度发展的地区。

张衡游历三辅，是因为他自幼爱好文学。西汉时大赋家司马相如笔下的上林苑，扬雄笔下的甘泉宫，东汉名儒班固的《两都赋》中对西京长安的描写，都使张衡赞叹不已。他通过游历，身临其境，进一步体会到这些名作的妙处，同时，也为自己的文学创作，搜集素材。

张衡在三辅地区考察了三年时间，走遍了渭河平原，登历了太华、终南等名山的风景，考察了当地的民情风俗，特别是长安的宫廷建筑，他观察得更为仔细。通过游览，为他日后创作《西京赋》打下了坚实的基础。

张衡游完三辅后又向东都洛阳进发，经过灞桥，于永元七年（公元九五年）来到离长安七十里名胜地骊山。骊山状似卧马，呈青色。山上有烽火台，为周幽王烽火戏诸侯故地。山北麓为秦始皇陵，西北麓有著名温泉。张衡在此写过一篇《温泉赋》。赋前有序，说明他对壮丽山川之赞美，对自然造化之惊叹。可惜的是这篇赋流传至今已仅存序和残篇了。

“阳春之月，百草萋萋。余在远行，顾望有怀。遂适骊山，观温泉，浴神井，风中峦，壮厥类之独美，思在化之所原，感洪泽之普施。乃为赋云：

需要全本请访问 www.ertongbook.com

览中域之珍怪兮，无斯水之神录，控汤谷于瀛洲兮，濯日月乎中营。荫高山之北埏，处幽屏以闲清。于是殊方跋涉，骏奔来臻；士女晔其鳞萃兮，纷杂沓其如烟。

乱曰：天地之德，莫若生兮。帝育蒸人，懿厥成兮。六气淫错，有疾疠兮。温泉汩焉，以流秽兮。捐除苛慝，服中正兮。熙哉帝载，保性命兮。”

这是张衡十八岁时的作品，文思已相当成熟了。

就在这一年，张衡到达洛阳，他在洛阳居住了五、六年。据《后汉书·张衡传》记载，他在这几年中只是“观太学”——时常到太学里去参观，访谒名家经师，请求指导。他并没有入太学，作正式的博士弟子。正因张衡没有专守一家经师的学说，所以没有成为抱残守缺、咬文嚼字的经学家，而是不受拘束地多闻博学，达到了“通五经，贯六艺”的地步。这大大超过了一般太学生的水平。

张衡在洛阳还结识了一些学友，他“从容谈静，不好交接俗人”，结识的都是志气相投的著名学者、优秀青年。如马融擅长辞赋文学，又善音乐，后成为东汉的经学大师。窦章谦虚勤朴，后来到东观校书，成为名闻当世的贤士。王符学识渊博，注意研究时务，后成为著名政论家。与张衡交往甚密的崔瑗不仅文章写得好，还爱好天文、历算，常与张衡一起切磋学问。张衡后来由文学转入天文历算的研究，就受了崔瑗的影响。

大约十九岁那年，张衡仿西汉辞赋家枚乘的《七发》写了一篇《七辩》表达了他的追求。他既不追求“宫室之美”、“音乐

之丽”、“女色之美”，也不追求“舆服之美”、“滋味之美”、“神仙之美”，而是追求“用世之宜”，表达了他宏大的志向。

永元十二年（公元一〇〇年）张衡被当时任黄门侍郎的鲍德召见。同年鲍德调任南阳做郡太守，他邀请张衡一起回南阳，任鲍德的主簿官。张衡出仕是因为他敬重鲍德，同时任职后有了俸禄，也可以解决自己的生活问题，有时间从事创作。这一年他写了五言诗《同声歌》，抒发了自己协助鲍德处理郡政的兴奋心情。这首诗感情真挚，词采绮丽，表达技巧达到一定高度。

这一时期张衡还写了《扇赋》、《定情赋》，但已失传，只能从后人著作中见到一些片断。《定情赋》可能是张衡记述自己爱情生活的，“大火流兮草虫鸣，繁霜降兮草木零，秋为期兮时已征，思美人兮愁屏营”。张衡的卓越文学才华在爱情诗上也得到充分显露，但是因为材料缺少，对他的爱情故事，我们也只好付阙了。

张衡在文学上的才能是很广泛的，他善写诗、赋、铭、赞、诰、诔、书、疏等各体韵散文辞，而以诗、赋具有划时代的意义。

张衡的成名之作是他在南阳担任主簿时完成的《二京赋》。赋起源于战国，到西汉司马相如时发展为长篇巨制的大赋，中经扬雄、班固更有发展。班固早于张衡四十多年，曾作《两都赋》，名极一时。而年仅二十几岁的张衡，却敢于向前辈、名人挑战，他认为班固的作品比较浅陋，决心重写，务求超过前人。他用了十年功夫，字字琢磨，句句锤炼，不达理想境界，绝不罢休。终于成为超越前人的大赋家。

《二京赋》与班固《两都赋》都是以汉之东都、西都为描写对象的。但是张衡突破了只写宫廷生活的常规，写了许多民情风俗，如写了商贾、游侠、辩士的活动，角牴百戏的演出盛况，刻画准确生动。过去的大赋虽然也讲讽谏，但往往是劝百讽一，欲讽反谀。《二京赋》的讽谏是直率和切中要害的，贯注了作者的真实感情。如赋中写道：

“今公子苟好剿民以媮乐，忘民怨之为仇也；好殚物以穷宠，忽下叛而生忧也。夫水所以载舟，亦所以覆舟。”

张衡以水能载舟亦能覆舟来比喻君民关系，警告统治者不要穷侈极欲，残害百姓，不然就会被百姓群起而攻之。这是有进步意义的政治主张，也成为千古警言。

《二京赋》文章风韵典雅，既能反映汉朝的隆盛气势，又能抒发作者的深远情意。在《西京赋》里以凭虚公子作为反面人物的代表，披露了统治者的豪奢生活和腐朽思想；在《东京赋》里又以安处先生为正面人物，提出自己的政治见解，力图以此警悟统治者刷新政治。《二京赋》不论形式和内容都达到了一个新的高度，前人评论认为是集汉赋之大成，是“长篇之极轨”，把大赋推向最高峰，是张衡重要的文学成就。

张衡在文学上的另一成就是创造了一种抒情小赋。他早年创作的《温泉赋》和晚年创作的《归田赋》都是抒情小赋的代表作。《归田赋》描写了退隐田园的乐趣，表现了他不满宦官政治，不肯与群小同流合污的崇高精神。其中描绘春日自然美景，抒发淡于名利的心情，语言清新，情景交融，十分和谐。这是他的一种创造，也是汉赋发展的一个转折，此后作抒情小赋

的人就多起来了，一直影响到唐宗新赋的产生。

张衡在文学上的第三个成就是创制了新体七言诗，给后来七言诗的形成打下了良好的基础。张衡的诗歌有四言《怨诗》、五言《同声歌》、七言《四愁诗》。四言诗始于春秋，文人五言诗始于东汉，七言诗则由张衡首创。

永和二年（公元一三七年）张衡在六十岁时为抒发他"思以道术相报，贻于时君，而惧谗邪不得以通"的悲愤心情，写下了这首悲愤欲绝的《四愁诗》：

"一思曰，我所思兮在太山，欲往从之梁父艰；侧身东望涕沾翰。美人赠我金错刀，何以报之英琼瑶，路远莫致倚逍遥，何为怀忧心烦劳。

二思曰：我所思兮在桂林，欲往从之湘水深；侧身南望涕沾襟。美人赠我金琅玕，何以报之双玉盘；路远莫致倚惆怅，何为怀忧心烦伤。

三思曰：我所思兮在汉阳，欲往从之陇阪长；侧身西望涕沾裳。美人赠我貂襜褕，何以报之明月珠；路远莫致倚踟蹰，何为怀忧心烦纡。

四思曰：我所思兮在雁门，欲往从之雪纷纷，侧身北望涕沾巾。美人赠我锦绣段，何以报之青玉案，路远莫致倚增叹，何为怀忧心烦惋。"

这首诗以无以回报自己思念的爱人来比喻他报国无门的抑郁心情。不仅形式典雅，在内容上也具有忧国忧民的政治意义，对后世有巨大影响。在形式上对我国七言诗又有开山之功，是最早的形式内容都比较完备的七言诗。

张衡在文学上第四个成就是开创了科学与文学相结合的先河。张衡在永初二年(公元一〇八年)三十一岁以后开始钻研哲学、数学、天文，成为这些方面卓有成就的学者。同时他又以文学形式阐述他的科学见解。他写的《思玄赋》是一篇难得的人类到星际旅行的畅想曲：

"出紫宫之肃肃兮，集太微之阊阊。命王良掌策驷兮，逾高阁之锵锵。建罔车之幕幕兮，猎青林之芒芒。弯威弧之拔刺兮，射潢冢之封狼。观壁垒于北落兮，伐河鼓之磅硠。乘天潢之汎汎兮，浮云汉之汤汤。倚招摇、摄提以低回剡流兮，察二纪、五纬之绸缪遹皇。"

他幻想人类可以飞行在宇宙中，从清幽的"紫微宫"星座到达明亮宽敞的"太微垣"……他幻想人类可以在浩瀚的银河中游荡，站在"北斗"星的末梢回过头来，看到四月正在不断的回旋。如此奇妙的科学幻想，宏大非凡的气势，表现了这位集科学与文学于一身的文化巨人达到的新高峰。

三　天文学成就

安帝永初五年(公元一一一年)三十四岁的张衡又一次被地方官推荐，接受了朝廷征召，再度来到京城洛阳，被任命为郎中。在这一段时间内，他反复精读了扬雄所著的《太玄经》，并写下了《太玄经注解》，绘制了《太玄图》。《太玄经》既是一本哲学著作，也涉及到许多有关天文、历数的知识，张衡通过深入研究，逐步把自己的兴趣转到自然科学，特别是天文学方

面。汉安帝元初元年(公元一一四年)，张衡升任尚书侍郎。次年又调任太史令。太史令是管理"天时、星、历"的主任官员，也就是主管天文历法的。张衡任太史令长达十四年之久，从此他把主要精力用于天文的理论探讨与实践，取得了重大成就，成为世界古代著名天文学家之一。

张衡在天文学方面的成就之一是他撰写了世界天文学史上的不朽理论名著《灵宪》，从哲学概括的理论高度阐述了天地的生成、结构、日月星辰的本质和运动。

关于天地的生成问题，从春秋战国到西汉就有人试图从物质变化本身进行说明。张衡在《灵宪》中曾对这种思想进行总结，并有所发展，他第一个以浑天的观点进行阐述，使这个问题成为比较完整、系统的理论。他认为天地万物是从原始的浑沌未分的元气发展来的，元气是物质性的，不同质的阴阳二气的相互作用，形成了今天的宇宙。这种天体演化思想，从物质运动变化的本身来说明宇宙的形成过程，完全否定了盘古开天辟地的神话，是有进步意义的。

张衡是汉代浑天说的代表人物。当时关于宇宙结构的理论，主要有三个学派，即盖天说、浑天说和宣夜说。盖天说是从古代"天圆地方"说发展而来的。盖天说认为天平地平；或天象盖笠，地如覆盘。天在上，地在下，天体永远在地面以上运动。用盖天说来解释天的视运动，常常与实际天象不符。但由于古人活动范围狭小，科学水平低，一般人仍然拘泥于上天下地的盖天说。张衡通过观察天象，认为浑天说比较符合实际，用很多精力进行研究总结。他认为天好像一个鸡蛋壳，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

地好比鸡蛋黄，天大地小；天地各乘气而立，载水而浮。这个理论虽然属于地心说体系，但在当时历史条件下是比较先进的一种学说。张衡以浑天说为基础，最早科学地说明了月食的成因。他说："月光生于日之所照"。他认为太阳是一团火，能发出强烈的光，而月亮和五星（就是大行星）都不发光，只有被太阳照亮了，我们才会看见。如果月亮进入地影，就会产生月食。

张衡虽然认为天有一个硬壳，但并不认为硬壳是宇宙的边界，他认为"宇之表无极，宙之端无穷"，明确提出硬壳之外的宇宙在空间和时间上都是无限的。这些见解都是很卓越的。

张衡还认为"近天则迟，远天则速"即用距离变化来解释行星运行的快慢。近代科学证明，行星运动快慢是与它同太阳距离的近远相关的。这说明张衡的解释有合理的因素。

张衡还对许多具体的天象作了观察和分析。他统计出中原地区能看到的星数约2500颗。他测出太阳和月亮的角直径是周天的1/736，即29′24″，同太阳和月亮的平均角直径31′59″.26和31′5″.2相差不多，可见张衡的测量是相当准确的。张衡认为，早晚和中午的太阳，其大小是一样的；看起来早晚大，中午小，只是一种光学作用。这种解释也是有道理的。

为了验证和宣传浑天说，张衡曾亲手设计和制造了"浑天仪"。

张衡造浑天仪，自东汉以来历有记载，世所公认。张衡还写了《浑天仪图注》、《漏水转浑天仪注》，但多缺失。浑天仪究

竟是怎样的一种仪器一直有不同的说法。

一种见解认为张衡创制的“浑天仪”即是“浑象”，它由支架和一个表面遍布星座的球体组成，类似近代的天球仪。”是一个直径四尺多的铜球，球上刻有二十八宿，中外星官……”。

另一种见解认为张衡创制的是“演示用浑仪”即是对传统的用于观测天体的浑仪作了改进，去掉了窥管，天球模型不是一个空心铜球，而是几个对应天球的铜圈，日月五纬列在黄道圈上，二十八宿中外星官列在赤道圈上，大地的模型则放在天球模型之中。

笔者认为后一种说法比较符合历史实际（详见拙文《张衡创制的是“浑象”还是“演示用浑仪”？》载于 1985 年第 2 期《社会科学战线》）。

《晋书·天文志》对张衡的浑天仪的演示效果曾有生动的说明：“张平子既作铜浑天仪于密室中以漏水转之，令伺之者闭户而倡之。其伺之者，以告灵台之观天者，曰：‘某星始见，某星已中，某星今没。’皆如合符也。”就是说，张衡把浑天仪放在一个门窗关闭的密室中，用水力带动齿轮，用齿轮控制浑天仪上的几个铜圈旋转，当屋里的人看到浑天仪上的天象情况，说某某星已从地平上出现，某某星已升到天空，某某星已落入地平，均与同时在灵台上观测真正天象的人观测结果相符。这一灵巧的演示用浑天仪既可以形象地表示浑天说“浑天如鸡子，天体圆如弹丸，地如鸡中黄，孤居于天内，天大而地小……”的理论，而且用黄道圈表示日月的运动，当运转到日、地、月在一条线上时，就可以形象地演示造成月蚀的原因。张

衡还把浑天仪——齿轮系统——计时漏壶联结起来，这就是世界上最早的天文钟。

张衡还创制了一种机械日历，叫“瑞轮蓂荚”。这个仪器也是用漏水转动的，和浑象联动。可以用转动的木叶片表示日期变化和月亮的圆缺变化。

正因为张衡在天文学的理论与实践上都有许多伟大的创造、卓越的见解，使他在世界天文学史上有崇高的历史地位。1970年月球上的一座环形山，被当代国际天文学界用张衡的名字命名。1977年又把太阳系中一个编号为1802的小行星命名为张衡星。这些都表明了后代天文学家对这位先哲的崇仰。

四　创制地动仪

从永元八年（公元九六年）到延光四年（公元一二五年）这三十年间，我国几乎连年发生地震，特别是元初六年（公元一一九年），洛阳和附近地区连续发生了两次大地震，死伤的人很多。地震突然爆发，山崩地裂，房倒屋塌，十分可怕，又叫人感到很神秘。当时许多人对此无法理解，认为是天意，是上天对人世谴告。收集各地的地震情况，是太史令的职责之一。张衡进行了精心的研究，设计制造了世界上第一台能记录地震、掌握地震情报的地动仪。

这台地动仪制成于阳嘉元年（公元一三二年），即张衡五十五岁时。《后汉书·张衡传》中对地动仪形状、构造有记述：

“以精铜铸成，圆径八尺，合盖隆起，形似酒尊，饰以篆文



张衡创制地动仪

1202625

山龟鸟兽之形。中有都柱，傍行八道，施关发机，外有八龙，首衔铜丸，下有蟾蜍，张口承之，其牙机巧制皆隐在尊中，覆盖周密无际。如有地动，尊则振龙，机发吐丸，而蟾蜍衔之，振声激扬，伺者因此觉知，虽一龙发机，而七首不动，寻其方向，乃知震之所在。”

由此我们可以知道张衡的地动仪是精铜铸成的，直径八尺，形状像个大酒坛。仪器的外围镶着八条头朝下的龙，八个龙头分别对准东、东北、北、西北、西、西南、南、东南八个方向。每条龙的嘴里含有一个铜球。八个龙头底下，蹲有八个铜铸的昂头张嘴的蛤蟆。仪器顶上有个隆起的盖子，可以打开。仪器的中心有一根铜制的上粗下细的立柱，柱子紧挨着通向各个方向的八条滑道，滑道的另一头装着能使外头的龙嘴张开的机关。什么地方发生了地震，仪器中心的立柱就能顺着震区方向的滑道往下倒，触动机关，龙嘴张开，铜球就“当啷”一声落在蛤蟆嘴里。管理人员听到声音，跑来一看就知道哪个方向发生了地震。

阳嘉二年（公元一三三年）四月，京都发生地震，张衡的地动仪准确测到了。阳嘉四年（公元一三五年）十二月，永和二年（公元一三七年）四月，永和三年（公元一三八年）二月，京都又连续发生地震，张衡的地动仪都测到了，没有一次失误。

永和三年（公元一三八年）的一天，朝西北方向的龙吐出铜球。可是在洛阳，谁也没感到“地动”。一些官吏和学者纷纷议论起来，说张衡的地动仪失灵了。没想过了几天，有人到洛阳来报告说：“陇西（现甘肃东南）几天前发生了地震！”一查对

时间，正是地动仪上西北方的龙头吐球的那个时辰。那些议论地动仪的人，都改变了态度，都说想不到地动仪如此灵敏。这一事实证明张衡的地动仪是可以观测记录远距离地震的。

张衡去世后，一些科学家曾对他的地动仪做过详细研究。如南北朝时的信都芳，隋朝初年的临孝恭都有著作对地动仪的构造、机械原理作过解说。可见张衡的地动仪可能一直保存到隋朝。可惜的是地动仪后来失传了，有关的记述著作也未保存下来。

现代的一些文物考古、科技史专家曾对张衡地动仪作过复原和研究，认为张衡地动仪与现代地震仪设计原理有相同之处，均由拾震、放大、记录三个主要部分组成。张衡地动仪的拾震部分是“都柱”，在地动的一刹那，都柱由于惯性作用，向地震来的方向倾斜。张衡利用惯性原理来设计地震仪也是开创性的。张衡地动仪的放大部分是“傍行八道”，这可能是八组杠杆，都柱拾震后，向一方倾斜，推开一组杠杆，使龙首吐珠，以预报地震。张衡地动仪的记录部分则是龙头吐出铜丸掉入蛤蟆口中，既发出响声报警，也记录了地震的方向。从史料记载上看出张衡的地动仪可以记录三级左右地震（人没有感觉的地震）。张衡发明的地动仪开辟了人类用科学方法研究地震的新纪元，比欧洲人发明的地震仪早了一千七百多年，足见张衡的奇思巧技是何等伟大。直到今天，由于人们对张衡地动仪的仔细构造还是没有完全研究清楚，所以按古法复原的“地动仪”灵敏度上还没有达到史书上记述的张衡地动仪那样的灵敏度。

需要全本请访问 www.ertongbook.com