学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中外科学家发明家丛书

张衡

内部资料 非卖品

小引

1800 多年前（公元 117 年），一台利用水力推动自动运转的大型天文仪器——“水运浑象仪”在东汉的京都洛阳制造成功了。这台仪器的主体是一个大空心铜球，上面布满了星辰，球的一半隐没在地平圈下面，另一半显露在地平圈上面，就象人们看到的天穹一样。仪器靠漏壶流水的力量推动齿轮系，带动铜球（浑象）缓慢地运转着，一天旋转一周。到了晚上，人们从仪器上可以看到星辰的起落，和实际天象完全相同。仪器的表演在当对引起了极大的轰动。

时隔 20 年（公元 138 年），安置在京都洛阳的一台仪器——“地动仪”突然传出了清脆高亢的声响，一枚铜球从仪器上的一条龙嘴里吐落出来，掉落在下面准备承接的铜制蟾蜍口中，准确地报告了西方千里之外发生的地震。这架在我国历史上首创发明的仪器，就是杰出的科学家张衡创造的地动仪。在地动仪出现 1700 多年以后，欧洲才有了类似的测报地震的仪器。我国历史上正式记载地震，就是从地动仪出现以后开始的。

一、游学长安和洛阳

张衡，字平子，东汉章帝建初 3 年（公元 78 年）诞生于南阳郡西鄂县石桥镇（今河南省南阳县城北 50 里）一个没落的官僚家庭。张衡的祖父张堪是地主官吏，曾任蜀郡太守和渔阳（今河北省冀县一带）太守。张堪为官清廉，在当时贪污盛行的官场中，他不象别的官僚那样搜刮民财，因而也没有什么积蓄。张氏家族在当时的南阳是著名的大族。张衡的父亲很早便去世了。张衡幼年的时候，家境已经衰落，有时甚至还要靠亲友们的救济。

贫困的生活激励张衡自幼好学。张衡的思想开阔，不喜欢受传统观念的束缚。当时一般士大夫人家子弟，都必须读《诗经》、《礼记》等儒家经典。张衡少年时也熟读过这些书，但他认为经书太束缚人们思想。张衡最喜爱的是文学，对当时著名的司马相如、杨雄等人的作品，都曾经下过一番功夫。他不仅能深刻地理解，而且还能背诵。10 多岁时，张衡已经读了很多书，文章也写得很好了。他不满足这种闭门诵读的生活，渴望到外面去开阔眼界，寻求书本以外的知识。

和帝永元 6 年（公元 49 年），刚满 17 岁的张衡便怀着远游的志愿，离开家乡，踏上了游览名都大邑、求师问业的旅途。张衡游历的目的不是为了寻求功名。因而，他离开家乡后没有先去京都洛阳，而是去了汉朝的故都长安。长安城周围的地区号称“京兆”，加上长安附近的“左冯翊”和“右扶风”合称三辅。京兆管理的地区相当于今陕西秦岭以北、西安市以东、渭河以南一带地方；左冯翊管理的地区为今渭河以北、泾河以东、洛河中下游一带地方；右扶风管理的地区相当今秦岭以北、泾河及西安市以西一带地方。

三辅在西汉时是全国最富庶的地区，也是最高学府的所在地。张衡两年间游览了三辅名山大川，考察当地的民俗、物产和历史古迹，尤其对长安近郊的宫阙规模、市井制度、远近商贾（gǔ）货财的聚散、豪富王候的故事等等，都有比较深切的认识。三辅的游览使张衡积累了丰富、新鲜的文学素材，张衡在安帝永初元年（公元 107 年）写成的《二京赋》（包括《西京赋》和《东京赋》，多数素材都来自这次游历。

永元七年，张衡到了洛阳。他在洛阳住了 5、6 年，但没有结交贵族豪门，奔走钻营，也没有进当时最高的学府——太学，去专门师从某一经师钻研一门经学。汉朝的太学以钻研经学为主。青年儒生欲图仕途之路，必需钻研经义。但太学不是一般青年可以随意进入的，除具备一定年龄条件外，还需得到县令的推荐，郡太守的考察。张衡虽多才多思，但是未经郡太守的选送，是不可能作太学的正式弟子的。所以，张衡在京师仅是时常到太学里去参观或去拜访各家经师，向他们虚心求教；另一方面，张衡也可以不受拘束地多闻博学。由于他虚心好学，勤奋努力，进步很快，达到了贯通五经、六艺的地步，成为学识比较渊博的学者。《后汉书·张衡传》中曾描述当时的张衡“虽才高于世，而无骄尚之情。常从容淡静，不好交接俗人”。张衡的学识已经被很多人所赏识。永元年间（公元 89－104 年），地方上曾经推举他做“孝廉”，但他不肯应命；朝廷屡次招聘他去公府做官，他也一律回绝。

张衡在洛阳结识了不少朋友，这些人都是和他志趣相投的著名学者和优秀青年，如著名的词赋家马融、贤士窦章、政论家王符、学者崔瑗等。在这些朋友中，崔瑗对张衡的影响最大。崔瑗对于天文、数学、历法有精深的研究，他们经常在一起研究问题，交换心得，交情也最深。这对于张衡以后研究天文、历数等科学并获得巨大成就有很大影响。

二、早期的文学创作

张衡在三辅一带游历的时候，骊山优美的风景，尤其是引人入胜的骊山温泉深深吸引了他。在此期间，他写了著名的《温泉赋》。《温泉赋》是张衡早期的文学作品，在这篇文章中，他反复赞美温泉一带的景物，歌颂了“汤谷”的优美，春水的清新。这篇《温泉赋》一直保存到现在，可惜里面有几段文章已经残缺不全了。

张衡在洛阳居住期间，他的学业和文学创作水平都有了很大提高。在此期间，他写了不少优美的辞赋，如《定情赋》、《同声歌》、《扇赋》、《七辩》等。这些作品大部分没有留传下来，我们今天只能看到残存的几十字或几百字。但是，从这些一鳞半爪的文句中，我们仍可以看出他很高的文学才能，体会到他的真挚情趣。

家境的贫寒使张衡无法在洛阳久留。张衡当时已有 20 多岁，如果长期留在京城，不谋一个职业是无法维持生活的。恰巧有一位黄门侍郎鲍德调到南

阳郡去当太守，他素来仰慕张衡的才华，又因张衡是南阳郡人，所以他多方设法邀请张衡回南阳郡帮他办理郡政。张衡素闻鲍德的品学很好，又因自己生活上有了困难，也想顺便回到家乡看看，因而答应了鲍德的要求，做了鲍德的助理——主簿官。当时张衡 23 岁。

主簿官的职务主要是办理文件，不直接处理行政事务。以张衡的才能，担任这项工作自然就比较清闲。张衡便在公余时间，积极从事文学创作。他利用在游历三辅和洛阳时收集到的材料，花了 10 年功夫，于公元 107 年写成了他的著名作品——《二京赋）。随后又写成了《南都赋》。

《二京赋》由《西京赋》和《东京赋》两部分组成，长达五、六千字。这篇文章，他写了又改，改了又写，又不断补充。《后汉书·张衡传》中说他“精思博会，十年乃成”，由此可见张衡对待写作的态度是十分严谨的。《二京赋》内容繁富，体制雄伟，在形式上模仿班固的《两都赋》。据说张衡曾研读过《两都赋》，觉得不很满意，便下决心“更造”《二京赋》。

张衡写《二京赋》的时候，东汉的政治局面比较稳定，社会经济已有很大发展，国力也处于强盛阶段。但尽管如此，在官僚、地主等剥削阶级的压迫下，百姓的生活仍然困苦，而统治阶层的生活依旧奢侈糜烂。张衡在《二京赋》中，除了颂扬当时东汉国势的昌盛以外，还以很大的篇幅无情揭露和讽刺了当时京师中帝王贵族‘取乐今日，遑恤我后，既定且宁，焉知倾■（zhì）”的腐朽寄生生活。在《西京赋》里，张衡以凭虚公子做为反面代表，通过写凭虚公子大谈汉朝皇帝宴会和狩猎的情形，披露了封建统治者纵情享乐，铺张浪费的豪奢生活和腐朽思想。他在《东京赋》里以安处先生做为正面代表，提出了自己的政治见解和积极建议。张衡认为官僚、贵族都以压榨老百姓来取得自己的享受快活，却忘了百姓们会把他们当作仇敌看待；他们不惜毁坏武器供自己玩乐，但却忘掉了老百姓也会起来反抗而使他们感到忧虑。张衡以水能载运又能翻沉船只的道理，讽谏统治者不要奢侈荒淫得太过分了，倘若过度劳民伤财，激起人民的怨怒和暴动，那末自己这只船就会被人民力量的洪流所覆没。张衡这些比较清醒的政治主张在当时是具有一定的进步意义的。

张衡在南阳郡任主簿期间，也做了一些对民有益的事。他利用南阳郡较好的农业基础，帮助鲍德兴修水利，发展农业生产，使得南阳郡在各地连年灾荒的时候还能获得丰收。南阳郡的郡学学舍荒废了多年，张衡劝鲍德加以修理和重建。在学舍修建完成时，鲍德邀请了当地的儒家学者来参加典礼，举行宴会。张衡曾写了一篇《南阳文学儒林书赞》，来纪念这次盛会。在张衡的积极努力下，南阳地方的教育事业也蓬勃发展起来。张衡在后来完成的《南都赋》里曾生动地描绘了南阳郡的繁荣景象，反映了当时的社会面貌，人民生活情况和民间的风俗习惯。《南都赋》不仅是一部优秀的文学作品，也为研究当时社会情况提供了宝贵的资料。

鲍德在南阳郡当了 9 年太守，汉安帝永初 2 年（公元 108 年）被调到京

师去，升任大司农，负责管理国家田赋税收。张衡没有跟鲍德同去京师，他辞去了南阳主簿的职位，回到家乡，专心钻研学问。

三、潜心研究学问

张衡住在家里研究学问的期间，有个叫邓■的，依仗着姐姐邓太后的势力，做了大将军。为了巩固自己的地位，他网罗了一些社会上的名流学者做自己的幕僚和朝官。邓■对于鼎鼎大名的张衡自然设法罗致，因而多次征召张衡到他那里去做官，张衡都坚决谢绝了。张衡不慕虚荣，淡于名利，洁身自好，他是不肯与那些过着奢侈淫逸生活的达官贵人同流合污的。张衡曾在《应间》篇中表明了自己的态度：“不患位之不尊，而患德之不崇；不耻禄之不伙，而耻智之不博”。就是说，不能追求个人的名誉、地位和待遇，而应该严格要求自己，使自己的道德高尚，知识渊博。

张衡住在家里，专心进修学业，在此期间，他开始研读当代文豪和哲学家杨雄著的《太玄》。杨雄是西汉末年倾向于古文经学的哲学家，也是当时著名的文学家和语言学家。杨雄擅长辞赋和文字学，他主张辞赋的内容应具有教育和劝导的作用，否则写作赋只能称作是“童子雕虫篆刻”的小技而已，而那决非“壮夫”应做之事。杨雄的哲学著作有《法言》和《太玄》两部。《太玄》的体裁模仿《易经》，杨雄把《太玄》看作是自己的精心杰作。当时著名的古文经学家刘歆看了《太玄》后，曾对杨雄说：“空自苦！今学者有禄利，然尚不能明《易》，又如《玄》何？吾恐后人用覆酱瓿也。”意思是告诉杨雄人们都不会去读《太玄》，《太玄》将来只好被当作废物去盖酱罐。后来班固在《汉书·杨雄传》里也说，杨雄死后，他的《法言》很流行，而《太玄》却很少有人去理会它。

当张衡研究《太玄》时，杨雄去世已将近一百年了。张衡费了很多功夫，详细地分析和研究《太玄》，在精读过程中，他还写了《太玄经注解》并绘制了《太玄图》。《太玄经注解》和《太玄图》是张衡研究《太玄》的成果，其中也必然反映了张衡的一些哲学思想，可惜他们都没有留传下来，使我们现在无从评论。

幸亏杨雄的《太玄》留传至今，从中我们还可以寻找到张衡所受的思想影响的根源。侯外庐先生曾在《中国思想通史》中指出：“杨雄所谓‘玄’与老子的‘道’同样，从玄妙莫测上而言，是超感觉的范畴，但同时又都是规定着万物的发生、运动及其秩序的最高原动力。”《中国思想通史》根据对《太玄》中各篇内容的分析，认为“杨雄的世界观是由唯物主义因素和唯心主义因素所奇妙结合的二元论的体系”，更认为“杨雄的思想，一方面摄取《周易》和《老子》的理论，并杂以阴阳家的神秘主义（历数），而铸成其二元论的世界观”。

张衡在细心研读了《太玄》后，曾几次特地写信给好友崔瑗说：“以其

（《太玄》）满泛，故时人不务此。”意思是说《太玄》内容太杂，所以当时的人不肯费功夫去钻研它；“披读《太玄》，知子云（杨雄）特极阴阳之数也，……非特传记之属，乃实与五经似。……竭已精思，以揆其义，更使人难论阴阳之事。”在张衡的晚期作品《思玄赋》中，张衡也说道：“仰先哲之玄训兮，虽弥高而弗违。”“结典芨而为■兮，殴儒墨以为禽；玩阴阳之变化兮，咏雅颂之徽音。”“回志■来从玄谋，获我所求夫所思。”从以上所引张衡的话中，我们可以看出，张衡在学术思想上企图融合儒、墨、道、阴阳各家的学说，一同归纳到所谓的“玄训”或“玄谋”里。由此可见，杨雄的哲学思想对张衡的影响是很深的。这种影响在张衡的重要天文学著作《灵宪》中也有明显的反映。

张衡通过钻研《太玄》，也接触到了我国古代历史上的唯物论和无神论。例如《太玄经·玄莹篇》里说：“夫作者贵其有循而体自然也，其所循也大，则其体也壮；其所循也小，则其体也瘠。……故不攫所有，不强所无。譬诸身，增则赘而割则亏。……其可损益欤？”关于这段话，《中国思想通史》中解说道：“是知在杨雄看来，唯有从客观世界出发，世界观才有根据，才可成为伟大的体系。”其次，“自然是独立于人类意识而存在的客观实在，一切的学说，只有契合于自然的本质，才能成为真理，如果出于主观的歪曲，即或‘攫’自然所本有，或‘强’自然所本无，而妄事增减，则非‘赘’即‘亏’，皆是错误。这两点在基本的精神上，都是唯物主义世界观的命题。”《太玄》里的这种唯物主义因素，启发了张衡去探求自然真理。

本来，在《太玄》里面就涉及好多有关天文、历法和算术方面的知识，这些都进一步启发了张衡研究自然科学的兴趣。杨雄在《太玄》中所提出的难盖天八事，是对盖天说错误思想的彻底批评，在社会上有很大影响。张衡能够在后来成为两汉时代最重要的浑天家，杨雄对他的影响可能也起到了相当大的作用。这使得张衡逐渐由文学创作转到对哲学的深入研究，转向对宇宙现象的执着探索，而终于在天文历算等方面获得了巨大的成就。

除专心研读《太玄》，张衡对于墨家学术也极为重视。《墨子》书里保存有我国古代劳动人民关于自然科学知识的珍贵资料。对于转向研究自然科学的张衡，自然也就对《墨经》极感兴趣。我们曾引证张衡《思玄赋》：“结典芨而为■兮，殴儒墨以为禽”，正表明他对于儒学和墨学是同等看待的，要同样加以研究，多方面吸取养分，为他以后所从事的科学研究打下坚实的基础。在东汉中叶儒家经典盛行的情况下，张衡把儒墨并提，这显然是政治上的异议，学术上的争鸣，这在当时是极为罕见的。

张衡研究学问的态度是非常严肃认真的，对于大小问题，他都不轻易放过，一定要弄个明白才肯罢手，并且有恒心，有毅力。崔瑗曾称赞他研究学问的态度，象大江里的水一样，日夜奔流，片刻不停。这也是张衡能够在学术上获得巨大成功的重要原因之一。

四、天文学上的光辉成就

永初 5 年（公元 111 年），张衡 34 岁，他被安帝特征再度来到长安。这一年，安帝下令要全国各地的地方官保举有学问和通达政教的人。汉安帝平素常听人称道张衡精通天文、历法，于是特征他到京都，任命他为郎中。郎中是汉朝尚书台的低级官员，任务是“主作文书起草”。担任郎中，使张衡有机会阅读了许多平时难得见到的书籍。他利用官务余暇，进一步研究诸家学术，充实自己的知识，不断提高学术水平。

安帝元初元年（公元 114 年），张衡升任做尚书侍郎。由于学识渊博，次年（公元 115 年）又被调任做太史令。太史令是汉朝中央管理“天时、星、历”的主任官员。它所属官员，有太史丞、明堂丞、灵台丞各一人，太史待招和灵台待招各数十人，分掌历法、观测日月星辰、候望风雨气象、调理钟律等事务。太史令管理的项目虽然很多，但主要项目是天文。担任太史令一职为张衡进一步研究大文历算提供了更加方便的条件。

张衡担任太史令的时间先后达 14 年之久，在此期间，他精心地钻研天文学，坚持不懈地观察日月星辰，努力探索它们的运行。他把研究的成果写成了一本书——《灵宪》。

《灵宪》是我国第一部重要的天文学理论著作。在这部论述非常详尽明了的著作里，张衡科学地、全面地阐述了天地的生成、结构、日月星辰的本质和运动。下面主要从《灵宪》的科学内容入手，概括地介绍张衡天文学方面的几项伟大成就。

张衡认为天地的生成是按照事物本身的客观规律发展形成的。他将天地的生成分为三个阶段：第一阶段称作“溟■”，即早就存在的几何空间，“厥中惟灵，厥外惟无”，整个空间一片沉寂，什么物质都没有。但是，存在着宇宙万物变化发展的规律；有了这个基础，就能无中生有。这时首先产生的是各种不同的物质性的气，互相混合在一起，不断地运转，浑沌不分，此为第二阶段，称作“宠鸿”；又经过很长时间，这团元气清浊逐渐分开，天在外面形成了，地在里面定下了。天地构合精气，生育出万物来。此为第三阶段，称为“天元”。于是，在天上形成了各种天体，地上产生了万物。

张衡的天体演化思想在我国上古时代是具有代表性的，它在我国古代哲学界有广泛的影响。这种天体演化思想最早在《易·系辞》中就有记载：“易有太极，是生两仪，元气已分，天地设位，清浮升乎上，沉浊居乎下，阴阳以之而变化，寒暑用此而相推。“《老子》一书对一体演化也有一段简略的描述：“有物混成，先天地生，寂兮寥兮，独立不改，周行而不殆，可以为天下母。”《淮南子·天文训》中也有相似的阐述。张衡吸收了前人的先进思想，在《灵宪》中更系统地阐述了这种天体演化思想。这种思想在当时有重要的进步意义的。它从物质运动变化本身来说明宇宙的形成过程，这就否定了盘古开天辟地的无稽之谈，也是对天不变道亦不变的反动天命论的有力

批判。

张衡关于行星运动规律的认识也是十分卓越了。《灵宪》中说：“凡文耀丽乎天，其动者七，日月五星是也。周旋右回，天道者贵顺也。近天则迟，远天则速。行则屈，屈则留回，留回则逆，逆则迟，迫于天也”。张衡认为，各行星视运动的快慢不同，但有其共同规律可循。即视运动的快慢决定于该天体离开地球的远近。这是一个普遍的规律。当时，日月五星的恒星周期已经掌握得相当精密了，因此，张衡很清楚地知道日月五星与地球的距离各不相同，按顺序排列应为月、水、金、日、火、木、土。月亮为 27 天多运行一周，水星要近 90 天，太阳要一年，而运动最慢的土星则需要 30 年。由此可以推想，众恒星的相对位置并非不变，只是它们距离遥远，难以发现它们在移动而已。根据这一认识，张衡还将日月五星分为两类，运动快的称为月类，属于阴性，离地近；运动得慢的称为日类，属于阳性，离地远。由此可见，张衡当时对行星运动已有相当的科学认识，这在世界天文学发展史上应该是一项值得称道的重要发现。

张衡在《灵宪》中清楚地说明了月亮本身并不发光，而是反射太阳光。他说：“夫日譬犹火，月譬如水，火则外光，水则含景。故月光生于日之所照，魄生于日之所蔽，当日则光盈，就日则光尽也。”他形象地把太阳的和月亮比做火和水，火能发光，水能反光，并指出月光的产生是由于日光照射的缘故，有时看不见月光，是因为太阳光被遮住了。他这种见解在当时是十分新鲜和正确的。同时，张衡还进一步解释了日、月食发生的原因。他说：“当日之冲，光常不合者，蔽于地也，是谓暗虚。在星则星微，遇月则食。”这段话的意思是：“望月”的时候，应该能看到满月，但是有时看不到，这是因为日光被地球遮住的缘故。他把地影遮住的暗处叫做“暗虚”，月亮经过“暗虚”便发生月食，精辟地阐述了月食的原理。至于“在星则星微”一句，说是星星碰上“暗虚”就隐而不见了。现在看来这种说法是不正确的，此为张衡的不足之处；对于日食的成因，张衡解释为当日月相合时，月在内，日在外，月挡住了太阳射向地球的光亮，所以就发生日食。我国古代对于日、月食发生规律的认识是很早的，《诗经·小雅》就有“彼月而食，则准其常”的记载。战国时的石申已经意识到日食与月亮有关；对于月食发生的周期在《史记·天宫书》中首次提出，“凡百一十三月而复始。故月食，常也。”《三统历》也算出了一百三十五月有二十三交的交食周期，从此，我国开始了预报日、月食的历史。但是，从理论上详细对日、月食发生的原理作出科学的解释，则始于张衡。

此外，张衡在《灵宪》中还算出了日、月的角直径，记录了在中原洛阳观察到的恒星 2500 颗。《灵宪》中说：“中外之官，常明者百有二十四，可名者三百二十，为星二千五百，而海人之占未存焉。”据现今天文学家统计，以肉眼能看到的六等星为止，总数约 6000 颗，而在同时间同一地方所能看到的星，也不过 2500 颗左右，可见张衡的观察是比较精确的。

张衡在天文学上这种创见和发现，在今天看来，虽然并不稀奇，而且还有不科学之处，但在 1800 多年前科学水平还很低的情况下，张衡能有这样的见解，这就使我们不能不惊异他大胆的创见和卓越的智慧了。以张衡和世界各国同时代天文学家相比，他也是最杰出的一个。这是值得我们骄傲的。

五、浑天仪的创制

我国是世界上天文学发达最早的国之一，我们的祖先经过对天象的长期观测和研究，到汉朝时，关于天体运动和宇宙结构，已经先后出现了几种不同的学说，其中有代表性的是盖天说、宣夜说和浑天说三个学派，它们的思想渊源有的可以追溯到春秋战国时代。

盖天说创立最早，成书于公元前一世纪的《周髀算经》便是这一学派的代表作。其中论述道：天与地是平行的。天象盖笠，地象棋盘。天在上，地在下，日月星辰都附在天盖上。盖不停地运动，因而日月星辰也在转动，从而把地球的自转说成是天盖的转动。用盖天说来解释天的视运动，已被越来越多的天文观测事实所否定。只是由于古人活动范围狭小，科学水平低，所以一般人较易接受这种直观的盖天说，以至于在西汉仍然流行。

浑天说是西汉中期新兴的一种学说。浑天说认为天是浑圆的，日月星辰会转入地下。这种学说把天比作蛋壳，地比作蛋黄，地包含在天内，日月星辰都在蛋壳上不停地转动。这种说法虽不是很恰当，但用浑天说的理论就能较客观地解释夜晚看不到太阳的现象，这种学说也逐渐为人们所接受。

宣夜说由东汉前期的郄萌作了系统的总结和明确的表述。他指出“日月众星，自然浮生虚空之中，其行止皆须气焉”，这就是说日月众星不是附着于天体的，而是悬浮在宇宙空间，并依靠气的作用而运动；此外他还说天没有一定的形状，进一步论证了不存在一个“固体”的天球。宣夜说没有对天体运动的规律作更具体的论证。到东汉末年，宣夜说便已失传。

张衡根据自己对天体运行规律的认识和实际观察，认真研究了这三种学说，认为浑天说比较切合实际。于是，他在《灵宪》中也用了相当大的篇幅阐述了他的浑天思想。在《灵宪》中，张衡保留了旧的地平概念，提出了天的直径问题。他还进一步明确提出在“天球”之外还是有空间的，浑圆的天体并不是宇宙的边界。他说：“过此而往者，未之或知也。未之或知者，宇宙之谓也。宇之表无极，宙之端无穷。”就是说，我们能够观测到的空间是有限的，观测不到的地方是无穷无尽、无始无终的宇宙。这段话明确地提出了无限宇宙的思想，是十分可贵的；但张衡表述的浑天学说是一种以地球为中心的宇宙理论，在当时历史条件下，它只能比较近似地说明了天体的运行。

在张衡的另一部著名的天文学著作《浑天仪注》中，他进一步阐发了他的浑天学说。张衡指出：“浑天如鸡子，天体圆如弹丸，地如鸡中黄、孤居于内，天大而地小，天表里有水。天之包地，犹壳之裹黄。天地各乘气而立，

载水而浮。”他还指出天体每天绕地球旋转一周，总是半见于地平之上，半隐于地平之下，等等。这里，张衡明确地指出大地是个圆球，形象地说明了天与地的关系，但“天表里有水”等说法，却是一个重大的缺陷。

在张衡的浑天学说中，他还指出了赤道、黄道和北极的地位，讲出了为什么夏季日长夜短，冬季夜长日短的原因。这是我国天文史上的辉煌成就。

张衡以他的浑天学说为基础，在天文学上作出了一系列创造性的贡献，他根据浑天学说创制的浑天仪就是其中最为突出的杰作。

我国古代所创制的天文仪器中，用于测量天体位置的叫浑仪，用来演示天体结构和周日周年视运动方位的叫做浑象，后者类似于现在的天球仪。这两件仪器在汉代通称为浑天仪。而张衡所造的浑天仪，就是后一种浑象仪器。早在浑天说创立之始，人们就计划着制造浑天仪来观测星辰。西汉武帝时的落下闳，大约是第一个着手制造浑天仪的人。宣帝时耿寿昌铸铜为象，永元15年（公元103年）贾逵创制了黄道铜仪，也都是浑天仪。张衡的浑天仪又称水运浑象，是世界上第一台用水力推动的大型天文仪器。

张衡创制浑天仪的成功，是在公元117年（汉安帝元初4年），那时他四十岁。为了制造这架仪器，张衡耗费了很多心血，先后用了一年多的时间。在铸造正式的浑天仪之前，他经过了仔细的研究和观察，设计出了一个图案，然后用竹条劈成薄薄的竹蔑，把这些竹蔑刻上度数，再把它们编成圆环，穿联起来，制成一个仪器的模型以作为试验。经过多次修改试验准确了，然后再用铜铸成正式仪器。因为这个仪器是根据浑天说的理论来制造的，所以张衡就把那个用竹蔑编成的模型叫做“小浑”，铜铸的就定名为“浑天仪”。

据史书记载，这座铜铸浑天仪主体是一个球体模型，代表天球，每弧度长为4分，圆周长为一丈4尺6寸1分，直径4尺6寸5分。球体里面有个铁轴贯穿球心，轴的方向就是天球运转的方向，也是地球自转轴的方向。轴和球面有两个交点——天球上的北极与南极。北极高出地平线36度，表示当时京师洛阳的地理纬度。球的表面上刻有28宿和中外星官。球的外面有地平圈和子午圈，天球半露在地平圈之下，天轴即支架在子午圈之上。另外还有黄道圈和赤道圈，互成24度的交角。在赤道和黄道上，各列有24个节气，并且从冬至点起，刻分成365．25度，每度又分4格，太阳每天在黄道上移一度。

为了使浑天仪能够按照时刻自己转动，张衡把浑天仪和计时用的漏壶联系起来。滴漏壶是我们祖先用来测知时刻的仪器，它用一个特制的器皿装水，这器皿下面有小孔，水通过小孔，一滴一滴流到刻有时刻记号的壶里，因而可以由壶里水的深浅知道是什么时刻。张衡就是利用漏壶滴水的力量来推动齿轮，齿轮再带动浑天仪，通过恰当地选择齿轮的个数和齿数，巧妙地使浑象一昼夜转动一周。这样，他就使浑天仪上所刻的天文现象，按时刻自动地呈现出来。人们要想知道某天某时刻的某颗星所在的位置，只需在屋子里看浑天仪便知。某颗星出现了，某颗星正在中天，某颗星不见了，这些现象，

同真正的天象完全一样。

浑天仪的贡献是巨大的。首先它把观测天象所在地的地理位置跟天球联系起来。现在我们已经知道，一个地方的地理纬度等于该地的北极出地高度。根据后人《浑天仪图注》的说明：“北极乃天之中也，在正北出地 36 度。”拿浑天仪上的 36 度折算现今地理纬度，恰好跟洛阳地区的纬度很相近；其次，浑天仪上的周天 365．25 度跟东汉当时的《四分历》所用的岁实 365．25 天完全吻合。同时，张衡在浑天仪上所用的黄、赤交角 24 度也是很接近实际的；再次，《浑天仪图注》里说：“各分赤道、黄道为 24 气，一气相去 15 度 16 分之七，每一气者黄道进退一度焉。……三气一节，故 46 日而差令 3 度也。”这 3 气 1 节差 3 度，即黄、赤道差的计算法，一直到隋代都没有改变，这是张衡的在历法上一项重要贡献。

浑天仪应用的齿轮系和凸轮机构在当时可以说是相当复杂的。水运浑象实质上还可以被认为是一个天文钟，通过它的等速旋转，可以报告时刻。此后，张衡还采用漏壶的原理，创造了另外一种仪器，叫做“瑞轮■荚”。这个瑞轮■荚装有机械，接联在漏壶上，也依靠水力转动。它能够按照阴历上的朔日、上弦、望日、下弦、晦日等顺序，一次又一次地循环旋转开合着。因为在瑞轮上从每月初一起，每天转出一片■荚来，这样到十五日共出现十五片；然后每天再转入一片，到月底落完。瑞轮■荚可以表示日期，又能告诉人们月亮的圆缺变化。张衡制造的瑞轮■荚，在世界科学史上算是第一架具备了机械能的计时器，以后经唐朝的一行、梁令瓒和宋朝的张思训、苏颂、韩公廉等人的改进和发展，终于制成了世界上最早的天文钟。在 1800 多年前，我国就能够制造出这样复杂而精巧的仪器，是很值得我们自豪的。

张衡创制的浑天仪原来被安放在东汉政府观察天象的地方——灵台，一直保存到魏晋时代。西晋末年发生战乱，浑天仪被移往长安。公元 418 年，刘裕率军攻进长安城，获得了这架仪器，但已经残缺不全。此后，它就不知下落了。

幸亏曾经有人替浑天仪写了两部说明书，一部是《浑天仪图注》，另一部是《漏水转浑天仪注》。这两部说明书各有一部分保存下来，使后人可以按照其中的说法，重新制造出浑天仪来。

南朝宋文帝元嘉 13 年（公元 436 年），太史令钱乐之曾铸造浑仪和小浑天，和张衡的浑天仪大体相同；唐朝初年，李淳风、梁令瓒等人重新改制了浑天仪；北宋苏颂、元代郭守敬都相继制造浑天仪。他们在制法上都有改进，机械的精巧程度也是一代胜过一代。现今陈列在南京紫金山天文台的浑天仪是明朝正统 3 年（公元 1438 年）钦天监监正皇甫仲仿照元朝郭守敬的浑天仪造成的。

六、博学多能、全面发展的科学家

天文、历法和数学有着紧密的联系。张衡在天文学方面连连获得成功的同时，在数学方面也做出了卓越的贡献。

张衡写过一本叫《算罔论》的数学著作，大约是综述当时算学上各类问题的一种古算通论。可惜《算罔论》早已失传，我们无法确知它的内容。不过张衡对算学很有研究，这一点是不容置疑的，我们从三国时代魏国的数学家刘徽所著作《九章·算术注》引用的《算罔论》中的话便可以知道。

《九章·算术注》内引“张衡算”有“圆周率一十之面”等语，经清代数学家李潢考证，张衡当时计算出的圆周率是3．1622。

钱宝琮先生在《张衡灵宪中的圆周率》一文中指出，《后汉书·天文志》注引张衡《灵宪》原文，其中说：“悬象著明，莫大乎日月。其径当天周1/736，地广1/242。”从这句话中，我们便可以计算出张衡取用的圆周率近似值。因为张衡在天文学上主张浑天说，认为“天浑然而圆，地在其中”，地之广就是天的直径。再以“地广”去除“天周”，我们便可得出《灵宪》中的圆周率。钱宝琮先生还进一步更正说：“传刻本《后汉书·天文志》注所引《灵宪》，‘天周1/736’中的‘六’字是因为传抄时的笔误而多出来的，‘地广1/242’中的‘4’字也因同样原因应改正为‘三’。由此计算圆周率，得$\pi=730\div232$。

已故李俨教授另据唐《开元占经》引祖■的《浑天论》，其中说：“张衡日月在径当天周1/736，地广1/232。按此而论，天周分母圆周率也，地广分母圆径率也，以8约之，得圆周率92，圆径率29。”他认为张衡求得的圆周率为$\pi=\frac{92}{29}$。

如上所述，张衡所用的圆周率是在3．14和3．16之间，又有$\pi=\frac{92}{29}$，这些都不是十分精确的数值，同南北朝时的大科学家祖冲之得出的圆周率在3．1415926和3．1415927之间这一当时世界上最精确的数值相比虽有距离。但张衡在圆周率的研究上，一方面放弃了古代《周髀算经》上“径一周三”（$\pi=3$）的简单算法，另一方面应用了“渐近分数”的方法，所以在当时比祖冲之早三百多年的时代，仍是不失其先进意义的。

另外，张衡曾就他研究的心得，绘出一幅地形图来，流传了好几百年，一直到唐朝，被作为名画看待。他甚至还被列为东汉四大画家之一；在历史学方面，张衡曾下过很大的功夫，以司马迁的《史记》和班固的《汉书》提出过十几条修改意见。张衡还曾经向东汉朝廷要求，让他去从事《汉纪》这部著作的编纂工作，但是他的愿望落空了。

除上述成就外，张衡还是个出色的机械专家。张衡曾在《应间》这一著作中说：“曾何贪于支离，而习其孤技邪？三轮可使自转，木雕犹能独飞。”这四句话的意思是说：张衡平常最喜爱学习古代著名的工程专家支离的技术，并且能够熟习他关于机械制造的理论和方法，亲自制造出自转的三轮和独飞的木雕来。这段史料经历史学家的研究，认为“三轮自转”是指有关指

南车和记里鼓车的主要机构；“木雕独飞”是指在木制雕鸟内部装置机关，使它能独立地飞起来。

我国古代有关木制飞鸟的记载，最早见于《墨子·鲁问篇》：“公输子削竹木以为鹊，鹊成而飞之，三日不下。公输子自以为至巧。”其后《韩非子·外储说》称：“墨子为术鸢，三年而成，飞一日而败。”西汉时《淮南子·齐俗训》更称：“鲁班、墨子以木为鸢而飞之。”这些都说明早在公元前三、四百年战国时候，我国已经发明和制造了能够在空中飞翔的木鸟，并且很可能是运用了斜面等原理。到东汉时，张衡是否发展了斜面原理，或应用过螺旋浆等形式，我们已无法确断。据史书记载：“张衡尝作木鸟，假以羽翮；腹中施机，能飞数里。”这种装有机关、能飞好几里的自飞木鸟，无疑是受到了先代科学家如鲁班、墨翟等人的启发，加以自身的努力研究制造出来的，而其制造技术自然要比墨翟等制造的木鸢高明得多了。

历史文献中较早记载张衡制造指南车的，是南北朝时梁朝文史学家沈约所著的《宋书·礼志》。其中云：“指南车，其始周公所作，……至于秦汉，其制无闻。后汉张衡始复制造。汉末丧乱，其器不存。……明帝青龙（公元233-237年）中，令博士马钧复造之而车成。”这段史料说3000年前的周公已造成了指南车，这不大符合实际。不过，张衡很可能利用齿轮系创制指南车，一百多年以后机械工程专家马钧重新造成指南车。

张衡和马钧制造指南车的方法虽然都没有流传下来，但此后不断有人制造指南车成功。北宋时，燕肃在仁宗天圣5年（公元1027年）、吴德仁在徽宗大观元年（公元1107年）先后造成了指南车，《宋史·舆服志》中详细地记载了他们内部的机械构造。它们采用一种能自动离合的齿轮系，使得车子不管怎么转，车上木人的手指始终指向南方。古代皇帝出巡的时候，指南车就排列在出巡行列最前面的仪仗队里，用来指示方向。

记里鼓车也是利用齿轮系转动的。当车子前进时，利用车轮的转动，自动地把车行的里数表示出来，它和现在汽车上的里程表的作用相同。晋代崔豹作的笔记《古今注》记载着：“记里鼓车，一名大章车。晋安帝（公元417年）时刘裕灭秦得之。有木人执槌向鼓，行一里击一槌。”当时有一本专记西汉遗闻轶事的《西京杂记》也说：“汉朝舆驾祠甘泉汾阴，备千乘万骑。……记道车，驾四（由四匹马拉着），中道。”记里鼓车也是供皇帝出巡时用的。张衡是在永建元年写成《应间》的，由此可以推知张衡造成木雕、指南车、记里鼓车等机械，大体上应该在永建元年之前。

在机械方面，张衡制造了许多奇巧器物，成就惊人，堪称一代宗师大匠。张衡曾一度获得“木圣”的称号。

张衡是一位博学多才，全面发展的科学家，对于学习，他从不停留在狭小的范围里。他一方面对天文、历法继续作精深的研究，另一方面对数学、物理学、机械制造等领域进行了勇敢的探索和研究。勤勉学习和刻苦钻研使他在各个方面都获得很大的成功，他的光辉成就已大大地超出了天文学的范

围了。

七、发明了地动仪

张衡连续做了 6 年的太史令，到安帝建兴元年（公元 121 年），被调任公车司马令。公车司马令的官署设在皇宫的南阙门旁，职责是保卫皇帝的宫殿，通达内外奏章，接受全国官吏和人民的献贡物品，以及接待各地调京人员等等。把科学家张衡调到这样的一个职位上，充分说明封建皇帝如何不重视科学，不让有天才的人有充分发挥才能的机会。然而，就是在这样的岗位上，张衡还是利用一切可能利用的时间和精力，继续进行学术研究。除了天文学以外，他还对数学、物理和机械制造等方面，下了很大的苦功。我们曾提到张衡的数学名著《算罔论》以及制造的计里鼓车，指南车等等，都是在张衡就任公车司马令时苦心钻研的结果。

到顺帝永建元年（公元 126 年），张衡又被调任太史令。这是张衡第二次做太史令。当时有一些热衷于名利的人乘机嘲笑张衡“ 辄积年不徒 ”，不得提升，讽刺他宦途不顺，“ 去史官 5 载而复还，非进取之势 ”，是倦鸟归飞，仍回旧巢，攻击张衡“ 与世殊技，固孤求是 ”。还有人把张衡创制的科学仪器看作是“ 屠龙之技 ”，认为是“ 艺成而下 ”的小道。也有人嘲笑张衡“ 不务正义 ”，认为张衡如果把精力用在作官上的话，早就能升官了。面对统治阶级的冷遇和传统势力的冷嘲热讽，张衡特地写了一篇名为《应间》的文章来答复这些“ 刻舟求剑，守株待兔 ”的目光短浅之人的嘲笑。

张衡在《应间》里不仅清楚地表明了自己在研究学问上是抱着“ 约己博艺，无坚不钻的信心和决心，以及“ 不耻禄之不伙，而耻智之不博 ”的谦虚态度；同时也表示自己不愿同那些贪图名利、目光短浅的人去争长短，自己坚持着“ 方将师天老而友地典，与之乎高睨而大谈 ”的广阔胸怀。

除了浑天仪外，张衡在世界科学史上另一个不朽的创造发明——地动仪，就是在他第二次担任太史令期间研制成功的。发明于公元 132 年（阳嘉元年）的地动仪，是世界上第一台测定地震及其方位的仪器。地动仪的发明，在人类同地震作斗争的历史上，写下了光辉的一页，从此，开始了人类使用仪器观测地震的历史。

我国是一个地震比较多的国家。几千年来，我们的祖先一直在顽强地同地震灾害作斗争。早在 3800 多年前，我国便已经有了关于地震的记载。晋代出土的《竹书纪年》中记载，虞舜时“ 地圻（裂）及泉 ”，可能就是指的地震；最明确的报道，是夏代帝发 7 年（约公元前 1590 年）的“ 泰山震 ”，这是世界上最早的地震记录；《诗经 · 小雅 · 十月之交》报道的地震情景说，“ 烨烨（yìyì，意为火光很盛）震电，不宁不令（意为不合时令，使人不安宁），百川沸腾，山冢（山顶）崒（即断“崩”）。据考证，这是周朝末年（公元前 780 年）陕西一带地震引起山崩的生动记载（前二句可能是“ 地声 ”、“ 地

光”结合的地震前兆）；公元前三世纪的《吕氏春秋》里记载了“周文王立国 8 年（公元前 1177 年），岁 6 月，文王寝疾 5 日，而地动东西南北，不出国郊。”这一记载明确指出了地震发生的时间和范围，是我国地震记录中具体可靠的最早记载。此外，在《春秋》、《国语》和《左传》等先秦古籍中都有关于地震的记述，保存了不少古老的地震记录。从西汉开始，地震就被作为灾异记入各断代史的“五行志”中了。

东汉时期，我国地震比较频繁。据《后汉书·五行志》记载，自和帝永元 4 年（公元 92 年）到安帝延光四年（公元 125 年）的三十多年间，共发生了二十六次比较大的地震。汉安帝元初 6 年（公元 119 年），就曾发生过两次大地震，第一次是发生在 2 月间，京师洛阳和其他 42 个郡国地区都受到影响，有的地方地面陷裂，有的地方地下涌出洪水，有的地方城廓房屋倒塌，死伤了很多人；第二次是在冬天，地震的范围波及 8 个郡国的广大地区，造成了生命和财产的巨大损失。当时人们由于缺乏科学知识，对于地震极为惧怕，都以为是神灵主宰。

张衡当时正在洛阳任太史令，对于那许多次地震，他有不少亲身经验。张衡多次目睹震后的惨状，痛心不已。为了掌握全国的地震动态，他记录了所有地方上发生地震的报告，在他已有的天文学基础上，经过长年孜孜不倦的探索研究，终于在他 50 岁的时候（公元 132 年），发明了世界上第一架用于测定地震方向的地震仪—地动仪。

据《后汉书·张衡》记载，地动仪是用青铜铸成的，形状很象一个大酒樽，圆径有 8 尺。仪器的顶上有凸起的盖子，仪器的表面刻有各种篆文、山、龟、鸟兽等花纹。仪器的周围镶着 8 条龙，龙头是朝东、南、西、北、东北、东南、西北、西南 8 个方向排列的，每个龙嘴里都衔着一枚铜球。每个龙头的下方都蹲着一只铜铸的蟾蜍，蟾蜍对准龙嘴张开嘴巴，象等候吞食食物一样。无论哪个地方发生了地震，传来地震的震波，哪个方向的龙嘴里的铜球就会滚出来，落到下面的蟾蜍嘴里，发出激扬的响声。看守地动仪的人听到声音来检视地动仪，看哪个方向龙嘴的铜球吐落了，就可以知道地震发生的时间和方向。这样一方面可以记录下准确的地震材料；同时也可以沿地震的方向，寻找受灾地区，做一些抢救工作，以减少损失。

汉顺帝永和 3 年（公元 138 年）2 月 3 日，安放在京城洛阳的地动仪的正对着西方的龙嘴突然张开，一个铜球从龙嘴中吐出，掉在蟾蜍口中。可当时在京城洛阳的人们对地震没有丝毫感觉，于是人们议论纷纷，怀疑地动仪不灵验；那些本来就不相信张衡的官僚、学者乘机攻击张衡是吹牛。可是没隔几天，陇西（今甘肃省东南部）便有人飞马来报，说当地前几天突然发生了地震。于是人们对张衡创制的地动仪“皆服其妙”。陇西距洛阳有 1000 多里，地动仪标示无误，说明它的测震灵敏度是相当高的。据《张衡传》所记洛阳人没有震感的情况来分析，地动仪可以测出的最低地震裂度是 3 度左右（按我国 12 度地震烈度表计），在 1800 多年前的技术条件下，这可以说

是一项非常伟大的成就。

张衡的地动仪创造成功了，历史上出现了第一架记录地震的科学仪器。在国外，过了一千多年，直到公元 13 世纪，古波斯才有类似仪器在马拉哈天文台出现；而欧洲最早的地震仪也是出现在地动仪发明 1700 多年以后了。

然而，由于封建王朝的统治者对于科学技术上的发明创造素来不加重视，所以张衡在地震方面的研究和发明，得不到他们的支持。地动仪创造出来以后，不仅没有得到广泛地推广使用，就连地动仪本身也不知在什么时候毁失了，这实在是科学技术史上的一大损失。

张衡地动仪的内部结构原理，史书上的记载非常简略，使人无法详知，这是很令人遗憾的。在张衡以后，我国历史上有几位科学家对于地动仪有过专门的研究。例如南北朝时的河间（今河北省河间县）人信都芳曾经把浑天、欹器、地动、铜乌、漏刻、候风等机巧仪器的构造，用图画绘写出来，并且加以数学的演算和文字的说明，并把这些资料编成一部名叫《器准》的科技名著；隋朝初年的临孝恭也写过一本《地动铜仪经》的著作，对地动仪的机械原理，作了一些说明。但是这些重要著作，也没有能够留传下来。近代中外科学家做了不少研究工作，提出了一些复原方案。1959 年，中国历史博物馆展出了王振铎复原的张衡地动仪模型。但是在准确测定地震方向的问题上，王振铎的模型和《后汉书·张衡传》中的记载仍有出入。

张衡地动仪的内部机械的具体构造，虽然早已失传了，可是近年来我国的科学技术工作者，凭借他们所掌握的现代科学知识，依据《后汉书·张衡传》的有关记载，参照考古资料，经过多方面的探索，终于考证推论出 1800 多年前张衡制造的地动仪的机构原理，并且设计了这座仪器的想象图。

《后汉书·张衡传》中所载地动仪“中有都柱，傍行八道，施关发机”，这是地动仪的主要结构。根据许多学者的反复研究，张衡地动仪的基本构造符合物理学的原理，它同近代地震仪一样，是利用物体力学的惯性来拾取大地震动波，从而进行远距离测量的。这个原理到现在也仍然在沿用。王振铎先生比较正确地推断出这座仪器是由两部分组成：一部分是竖立在仪器樽形部位中央的一根很重的铜柱，铜柱底尖、上大，相当于表达惯性运动的摆，张衡叫它作“都柱”；另一部分是设在“都柱”周围和仪器主体相接联的八个方向的八组杠杆机械（即在都柱四周围连接八根杆子，杆子按四面八方伸出），直接和八个龙头相衔接）。这八根杆子就是《后汉书·张衡传》中的“傍行八道”，也就是今天机械学上所说的“曲横杆”。这两部分都设置在一座密闭的铜体仪中央。但因为“都柱”上粗下细，重心高，支面小，象个倒立的不倒翁，这样便极易受震动——即令是微弱的震动——而倾倒。遇到地震时仪体随之震动，只有“都柱”由于本身的惯性而和仪体发生相对的位移，失去平衡而倾斜，推开一组杠杆，使这组杠杆和仪体外部相联的龙嘴张开，吐出铜球，掉在下面的蟾蜍口中，通过击落的声响和铜球掉落的方向，来报告地震和记录地震的方向。

张衡设计的地动仪，也是他的唯物主义自然学说的形象体现。地动仪的仪体似卵形，直径和浑象同样大，象征浑天说的天。立有都柱的仪器平底，表示大地，在天之内。仪体上雕刻的山、龟、鸟、兽象征山峦和青龙、白虎、云雀、玄武二十八宿。乾、坤、震、巽、坎、离、艮、兑等八卦篆文表示八方之气。八龙在上象征阳，蟾蜍在下象征阴，构成阴阳、上下、动静的辩证关系。都柱居于顶天立地的地位，是按照古代“天柱”的说法作的布局。而其中的机关自然是采用了杠杆结构。

张衡的这一卓越发明，不仅体现了科学家的智慧和创造精神，而且也反映了我国东汉时期的先进科学文化水平，这是令我们感到无比骄傲的。

除了地动仪外，张衡还创造了另一个气象学上的仪器，这就是候风仪。以前许多人以为“候风仪”和“地动仪”是同一种仪器，据最近科学家的研究，这种认为是错误的。《后汉书·张衡传》里“阳嘉元年，复造候风、地动仪”这句话，是说张衡在当年同时创造了候风仪和地动仪两个仪器。不过《后汉书·张衡传》中没有记载候风仪的构造。现在我们把有关候风仪的情况介绍一下。

竺可祯先生在《中国过去气象学上的成就》一文里写道：“在气象仪器方面，雨量器和风信器都是中国人的发明，算年代要比西洋早得多。《后汉书·张衡传》：‘阳嘉元年，复造候风、地动仪。’《后汉书》单说到地动仪的结构，没有一个字提到候风仪是如何样子的，因此有人疑心以为候风、地动仪是一件仪器，其实不然。《三辅黄图》是后汉或魏晋人所著的。书中说：“长安宫南有灵台，高 15 仞，上有浑仪，张衡所制；又有相风铜乌，遇风乃动。’明明是说相风铜乌是另一种仪器，其制法在《汉书》上虽然说得不详细，但是根据《观象玩占》书里所说的：“凡俟风必于高平远畅之地。立 5 丈竿，于竿者作盘，上作三足乌，两足连上外立，一足系下内转，风来则转，回首向之，乌口衔花，花施则占之。’即可以知道张衡的候风铜乌和西洋屋顶上的候风鸡是相类似的。西洋的候风鸡到 12 世纪的时候始见之于载籍，要比张衡候风铜乌的记载迟到 1000 年。”

除竺可祯先生的论证之外，另外还有三项有关候风仪的资料。（一）、《后汉书·百官志》中注载太史令的属官有灵台特诏 42 人，其中有 3 人是专管“候风”这一项职务的。因此可知制造候风仪，观测气象，是张衡做太史令时职务范围以内的事情；（二）、《西京杂记》中载皇帝仪仗队里有“相风乌车”一项。依此我们可以推知“相风乌”这种仪器，不仅安置在灵台上，同时也可以装置在车辆上面。候风仪的发明可能是在张衡之前，张衡制造的候风仪虽然有所改进，但已不是特别突出的新发明，因而史籍也就不详细记叙了；（三）、北魏时信都芳所著《器准》一书，把地动、候风、铜乌并列做三项；隋代临孝恭所著的《地动铜仪经》，不带“候风”二字。因此，我们一方面可以推想铜乌和候风这两个器物的构造可能是不完全相同的；另一方面，也可以认为地动仪和候风仪是两种完全不同的仪器。

张衡在创造地动仪以外，制造了候风仪，是可以肯定的。通过这些论证，也可以窥见我国两汉时代在气象仪器上的创造和应用方面的部分情况；同时又证明张衡对职务认真负责，并能在科学研究上结合实际，善于学习前人的科学经验而有所创新改进，是我国科学史上的伟大先驱者。

八、反对谶纬的斗争

张衡之所以能够在科学上做出杰出的成就，成为伟大的科学家，和他坚持唯物观点、反对唯心主义和迷信思想有密不可分的联系。

东汉时代，流行“谶（chèn）纬文学”“谶”是巫师或方士制作的一种隐语或预言，作为吉凶的符验或征兆；“纬”是方士化的儒生编集起来附会儒家经典的著作。“谶纬”是以封建迷信来解释书籍经典、穿凿附会、用来预卜吉凶的一种学说。因为有的“谶”有图有字，所以也叫“图谶”。它的基本思想是宣扬“王权神授”、“天人感应”等唯心思想，因此很受统治者的推崇，被尊为朝章国典。

谶纬之学兴起于西汉时期。汉代统治者的御用学者，在巫师和方士编造出来的阴阳五行说的基础上，编造了许多寓言性的谶语，妄称汉朝刘氏皇族是“膺受天命”来统治世间的，并且附会这些是周公、孔子或其他古圣先贤的话。这显然是用来欺骗人民的谬说。西汉统治者就利用谶纬来麻醉人民的反抗情绪，巩固自己的统治地位。西汉末年，王莽就是利用假造出来的叫王莽“应天承命”做皇帝的符命，顺利地达到他篡夺西汉政权的目的的；东汉王朝的第一位皇帝——光武帝刘秀更是把“谶纬”定为东汉王朝政治学术思想的重要内容。

光武帝刘秀一直对谶纬迷信深信不疑。当初刘秀平定河北之后，他的部下几次拥立他做皇帝，都被他拒绝了。后来，刘秀的同学疆华带来了《赤伏符》，上面写道：“刘秀发兵捕不道，四夷云集龙斗野，四七之际（“四七”指二十八；从公元前 202 年汉高祖刘邦建国称帝，到公元 25 年刘秀自称皇帝，相距 228 年，即所谓“四七之际”）火为主”几句话，使他马上同意即皇帝位；自然，这些图谶是刘秀集团内部的人假造出来的，目的是使刘秀政权有更大的群众基础，同时打击敌对势力。刘秀作了东汉皇帝后，更加大力提倡“谶纬”在中元元年（公元 56 年），他下达诏书，宣布图谶于天下，把图谶定为全国功令（法令）必读书。从此，图谶成为主宰东汉王朝的思想法令。荒诞不经的迷信思想弥漫到社会的每一个角落，成为东汉无孔不入的统治思想。

东汉儒生做大官的，多半是妖妄人或附和妖妄人的庸鄙人，反对谶纬的读书人是绝对做不了大官的。自光武帝以下的东汉统治者，都迫切希望依靠谶纬的帮助，企图用这贴麻醉剂来麻痹人民，也麻痹自己，以缓和社会矛盾，延长王朝的寿命。

东汉初年，谶纬迷信已闹得乌烟瘴气。只有少数头脑比较清醒的学者，依据朴素的唯物主义思想和朴素的儒家人文主义的思想，对谶纬中的“奇怪虚诞之事”加以批判。如当时有名的古文经学大师桓谭，他坚决不相信谶纬，认为全是妖妄之言。他给光武帝上疏，指斥图谶是巧慧小才的人捏造出来，用以欺惑世人的。光武帝大怒，责骂桓谭“非圣无法”，要将桓谭斩首。桓谭被吓呆了，连连叩头求饶。光武帝看到满脸鲜血的桓谭痛哭流涕，才动了恻隐之心，罢了他的官职，放了外任。被放逐出京的桓谭郁郁不乐，不久就病死在半路上，当时他已是个 70 多岁的老人。桓谭写下多篇反谶纬的著作，收在《新论》一书中。在谶纬流行的东汉时代，这些著作大都亡矣，只留下一小部分。其他文官如郑兴、尹敏对图谶表示怀疑，虽他们才高八斗，也都遭到光武帝的斥责和放逐。

比桓谭稍晚的王充（公元 27—97 年），是东汉杰出的唯物主义思想家，曾著《论衡》一书，其中有许多篇章都激烈地批判了谶纬迷信的虚妄，并对谶纬符瑞学说严加驳斥。他从唯物论的认识论出发，批判了董仲舒鼓吹的“天人感应”，认为这些神权思想是衰乱时代的产物，是封建统治者主观臆造出来的；他针对当时儒者捏造“圣人”、“前知千岁，后知万世”的奇谈，指出这是“后人诈记以明效验”的，揭穿了当时把孔子神化的虚妄。王充指出，帝王和人民在本质上都是一样的人，图谶捏造附会，想把帝王扮演成与众不同的神圣，那完全是骗人的谎言；王充鲜明地指出人世间根本没有鬼，说：“人，物也；鬼，亦物也。物死不为鬼，人死何独为鬼？”他论证说，人死血脉就枯竭，就没有精气，尸体化为灰土，怎能变成鬼呢？王充站在朴素唯物主义的立场上，根据当时的科学认识，在谶纬迷信泛滥的条件下，坚定有力地提出无鬼论的观点，这是非常难能可贵的。王充在《论衡》中提出了许多卓越的科学思想和先进的政治主张，他本人也博学多才，只因坚持唯物主义的认识论，对封建谶纬迷信采取坚决的批判态度，所以始终受到封建统治阶级的压制和排斥。

光武帝死后，汉明帝继续提倡谶纬。当时的图谶《河图括地象》里就出现了“十代，礼乐文雅并出”等论调。因为从汉代高祖刘邦到东汉明帝刘庄，刚好是十代。水平 3 年（公元 60 年），由于《尚书璇玑铃》（纬书的一种）里有帝汉出，德洽作乐，名予”，明帝便把郊庙之乐改名“太予乐”，乐官也改称为“太予乐宫”，以应合谶纬。此后，汉章帝又在章和元年（公元 87 年）特令博士曹褒参考西汉旧典，并掺杂引用“五经、谶记之文”，编订成《汉礼》150 卷。

汉安帝时，又有人主张根据图谶来改订历法。

西汉初年，社会上一直沿用秦朝时使用的《颛顼历》，《颛顼历》使用到汉武帝时已经有些同天象不符，汉武帝于是在太初元年（公元前 104 年）改用《太初历》。《太初历》因岁实（按《太初历》以 365、25016224 为一年，称为“岁实”）和朔策（按《太初历》推定以 29、53086419 为一月，称

为“朔策”）都与实际上相差很远，故沿用到东汉初年，也逐渐和天象不符。汉章帝时，章帝命令治历官编■、李梵等人研究校订《太初历》的差误，改用四分法编定了《四分历》，在元和二年（公元 85 年）正式颁布实行。《四分历》是在《颛顼历》和《太初历》的基础上加以进一步修订的。永元年间（公元 89 年-104 年）又参校了贾逵所提出的月亮运行有快慢的“九道法”，订正了《四分历》，所以可以说《四分历》是东汉时期最进步的历法了。

东汉时期，一般学者都在大谈“谶纬图录”，鬼话连篇，借以谋求富贵。汉安帝延光 2 年（公元 123 年），中谒者■诵建议根据图谶改订当时所用的《四分历》，用“甲寅元”（即殷历）来代替《四分历》；河南人梁丰也建议再用《太初历》。于是朝廷群臣对于改订历法展开了大辩论，议论纷纭。当时的太尉刘恺、侍中施延等 84 人的议论与■诵的改历主张附合，因此他们上秦称：“甲寅元与天相应，合图谶，可施行。”另一批官僚如河南尹祉、太子舍人李弘等 40 则反对用“甲寅元”，他们的理由是：“元和变历以应《保乾图》三百岁斗历改宪之文，《四分历》本起图谶，最得其正，不宜易。”改与不改的根据都是图谶，可见图谶已变为一些官僚升官发财的一种手段，其内容的混乱更不用提。只有张衡和另外一位天文学家、尚书郎周兴坚决反对恢复古历。他们根据自己多年对天象的观测，对各种历法作了深入的研究、比较，认为“九道法”最为精密，提出判定历法好坏的依据主要是与天象是否相符。在争辩中，张衡提出：“天之历数，不可任疑从虚，以非易是。”意思就是说：历法只能按照自然界的本来情况来编订，而不能任凭主观的推测加以歪曲和增减。经过反复的辩论，■诵、梁丰等人被驳得张口结舌，他们根本就对历法一窍不通，只是借用图谶来故弄玄虚。因此，朝廷无法采用■诵、梁丰的建议，四分法也就得以继续沿用。这次辩论是我国历法史上唯物主义对唯心主义斗争的一个胜利。

张衡不仅反对利用图谶之学来牵强附会地修改历法，也反对用“图谶之学”作为太学考试的内容。

在顺帝永建六年（公元 131 年），东汉政府曾采纳图谶专家翟■的建议，扩建太学的学舍。阳嘉元年（公元 132 年），太学新建工程完成了，共有 240 房，1850 室。太学里特别为翟■树立石碑，刻上铭文来纪念他。太学在形式上是发展了，但是许多谶纬图录等类的书籍也由此开始被增加到博士弟子们的学习内容中。在东汉时期，“七经纬”被称为“内学”，原有的五经被称为“外学”，可见谶纬的地位反而在五经之上了。于是，张衡就在阳嘉元年特别上奏章议论贡举问题，他在奏章中说：当今报考太学的诸生，在做文章时为了争名竞利，多有剽窃成文，虚冒姓名，甚至竞达到“连偈俗语，有类俳优”。张衡明确地指责了当时士人的虚伪和文章的芜杂。

在张衡看来，图谶决非“圣人”所做，既无效验，也不足凭信。公元 133 年，张衡更特别上奏章揭露图谶的虚妄。这篇名为《请禁绝图谶疏》的奏章的大意是：“谶书是什么时候开始出现的，这个问题很少能有人回答得出。

当汉取秦时，尽力打仗，竟获得成功，这真可以说是一件大事，但那时是没有人引证图谶的；这是最喜欢讲述数的象夏候胜、眭孟这些人，也没有提到过谶书。刘向父子校订国家秘藏图书，看遍了先秦各学术流派（即儒、墨、法、道、名、杂、农、阴阳、纵横九家）的著作，也没有把谶书编入他们的目录。直到汉成帝、汉哀帝之后，才听说有这种东西。它们的著作时代也便可想而知了！我们试用谶来比经、甚至用谶来比谶，其中矛盾冲突的地方不知道有多少！况且纬书里说到战国时的墨翟、汉代的益州，图中的内容却终止于汉成帝，可见谶书完全是胡诌瞎说，前后矛盾，不可取信。这哪里会是孔子做的！这一定是虚伪之徒想升官发财，才造出这些谣言。从前侍中贾逵曾摘录谶书中互相矛盾的 30 多条去问善于讲谶的人,他们也都说不出个所以然来。王莽篡位是汉代的大祸，要是这 81 篇（即指《河洛》45 篇，《六艺》36 篇，共计 81 篇）早就有了，为什么不预先加以警戒呢？由此可知，图谶产生于哀帝、平帝在位期间。现在《河洛》、《六艺》诸谶纬都已校定，成为经典，后来有人在此基础上又附加和篡改了一些东西，甚至还用这些来推断会发生水灾，有的人听说此事，不惜丢弃了家业，跑到山上以避水灾。可实际上根本没有什么水灾。既然预测后事不灵验，便有人专门编造一些事情来验证先前发生过的事。而后来汉朝顺帝竟又恢复了帝位，这他们便测不出来了。这还有什么可信的！大家之所以偏爱谈论虚伪的图谶，不肯研究实际的学问，正如画工不愿画犬马，而喜欢画鬼怪一样。原因是鬼怪无形，可以随便涂抹，而狗马是人人常见的动物，画得不象是不行的。因此，我请求，把所有的图谶一律清查出来，加以禁绝。这样，正邪便不再有所混乱，经典著作也不会再被玷污！”

我们前面曾经说过，充满神学迷信内容的谶纬，是东汉王朝的国典。如果有人反对图谶，也就等于说反对汉朝的皇权，就会被统治者认为是“非圣天法”，就会遭到压制和迫害。但是作为一名正直的、态度严谨的科学家，张衡始终坚持了他所认识到的正确的见解，他毅然地突破了学术上迷信欺罔的气氛，公开去冒犯当时的朝章国典，明确地提出了反对图谶的主张，向皇帝上疏论争，建议把图谶一概禁绝。这充分地表现了张衡坚持真理、反对谬误、不畏权势、敢于斗争的可贵精神。同时也说明了张衡不仅是一个优秀的科学家，在政治思想斗争方面也是站在最前列的。当然他的出发点不同于王充。王充是从唯物论和天神论的观点出发，从根本上否定这一套鬼话；而张衡则没有那样彻底，甚至对阴阳五行的说法，还采取了保留的态度。张衡的出发点仍是为了维护封建统治，因此他虽然反对图谶，但还是为儒家学说辩护，怕孔子等“圣人”被妖化了。这是张衡思想上的局限性的表现。

九、“猗猗秋兰”，咏晚年

张衡在政治上有自己的主张和抱负。他在《应间》中曾说过：“盖闻前

哲首务，务在下学上达，佐国理民。”可见他始终认为学术和政治是相互关联的。他对东汉政治也始终抱着一种要“明略佐时”的改革热望，希望东汉朝廷能够通过整顿学术、简选人才、加强礼制、剔除奸佞的方法，借以缓和阶级矛盾和国内外的危机，减轻一些对劳动人民的剥削和压迫，而达到巩固汉朝政权的目的。

当时东汉政治已趋腐朽黑暗，阶级矛盾尖锐，社会各方面开始动荡不安。

东汉时期政治上最突出的现象就是宦官和外戚争夺统治权力的斗争，他们都同地方上的豪强地主有着千丝万缕的联系，形成向广大人民交相煎逼的局面。汉和帝即位时，外戚窦宪把持朝政；不久和帝同宦官郑众等人密谋，诛杀了窦宪，郑众被封为剿乡候，参与政事。此后宦官们位列“中常侍”，多是“金■右貂，兼领卿署之职”，宦官的权势日盛。

汉安帝时，宦官李闰使用奸计排挤外戚邓■，迫使邓■等自杀而死，李闰受封为雍乡候。宦官们从此更加肆无忌惮，无恶不作。安帝末年，中常侍江京（封都乡候）、樊丰等人和安帝乳母王圣（封野王君）、王圣的女儿伯荣，以及侍中周广、谢恽等互相勾结，“煽动内外，竞为侈虐”。当时比较正派的官僚多被他们迫害。

安帝死后，樊丰、王圣等人和外戚阎显在拥立新皇帝的问题上产生分歧，发生了角斗。角斗的结果，樊丰、王圣等人失败了。他们有的被杀戮，有的被放逐。但是后来，另一批宦官孙程等人又谋杀了阎显等新的权贵。孙程、王国等十九名宦官因拥立顺帝成功，都受封为列候。顺帝乳母宋娥也受封为山阳君。当时宦官们和外戚梁商暂时勾结在一起，他们的爪牙布满朝野，和豪强地主狼狈为奸。正派的官僚如李固等人多次上奏章弹劾宦官和外戚的专横，结果都遭到孙程、梁商等人的压制和迫害。

宦官、外戚和豪强地主，都是存在于东汉政治中的强大的黑暗势力。张衡站在正派官僚的立场上，想要刷新政治，“佐国理民”，便必须同他们做斗争。顺帝永建 5 年（公元 130 年），就是张衡再任太史令的第 5 年，张衡特意上奏章，抨击宦官乱政，奏章中说：“无道虽远，吉凶可见。近世郑（众）、蔡（伦）、江（京）、樊（丰）、周广、王圣毕为效矣。……前事不忘，后事之师也。”张衡的这一番话很明显地是拿江京、樊丰来比作当时乱政的宦官们，拿周广来比宦官的党羽们，拿王圣来比顺帝的乳母宋娥；劝顺帝及早警悟，有所作为，不要宠任宦官，让他们败坏政治。当然，张衡的意见不会被骄慢昏庸的顺帝听取。相反地，顺帝不久，还下诏特许受封为列候的宦官可以收养义子，继承爵位。自此，宦官们更是正式地获得了和贵族世家同样的世袭特权。

顺帝阳嘉 2 年（公元 133 年），张衡第二次被调离太史令这一职位，升任做侍中。侍中的职务是侍从在皇帝左右，“赞导众事”，是一种类似高级顾问性质的差事。因为张衡学问高深，为人正直，关心政治，对皇帝忠诚，因此顺帝还算比较重视他。张衡也深知担任侍中，他便随时有向皇帝进言的

机会，因此，他很想利用这个机会劝皇帝整顿一下政治。但很快地，他便失望了，在当时宦官和外戚专权的情况下，他的建议不但没有收到实际效果，反而因此受到宦官们的排挤和诽谤，被排挤出了朝廷。

据史书记载，有一次，张衡被传到宫中去，顺帝特地问张衡道：“现在天下最憎恨的是哪些人？”当然，百姓们最憎恨的就是皇帝所宠幸的那些宦官们！张衡正在考虑如何答复，可是当时站在皇帝身边的宦官们，知道张衡愤恨他们的胡作非为，害怕张衡向皇帝说起他们的罪恶，对他们不利。就瞪起眼睛狠狠地盯着张衡。以至于使张衡没敢向皇帝说出他心里想要谈的话。结果，张衡只是对皇帝敷衍了几句空话。

张衡在回答顺帝问话的时候，心里极为痛苦、矛盾。他觉得做为臣子，应当对皇帝讲出真实情形。但他又害怕讲出实话后，不但没有用处，反而会招来宦官们对他的嫉恨。因此他忍了又忍，把舌尖上的话暂时强吞到肚里去，在恶势力面前，采取了明哲保身的态度，这流露了他性格软弱的一面。可是他又不能容忍恶势力的胡作非为和嚣张气焰，心里自然非常忧愤。他把满腔的忧愤发泄到文章里去，于是写出了洋洋数千言的《思玄赋》，以寄托自己的感想和志愿。

在这篇《思玄赋》中，张衡引古证今，阐发了自己当时的感想，他说：“览丞民之多。僻兮，畏立辟以危身；曾烦毒以迷惑兮，羌孰可与言己。私湛忧而深怀兮，思缤纷而不理；愿竭力以守义兮，虽贫穷而不改。执雕虎而试象兮，阽焦原而跟止；庶斯奉以周旋兮，安既死而后已。”这说明了他自己决心不向恶势力妥协，要和他们斗争到底。他说自己要“弯威弧之拔刺兮（亲自张开那强弩大弧），射■冢之封狼（去射杀那些■冢山上的大狼——指宦官权贵们）”，可是最后他却又说“回志■来从玄■，获我所求夫何思”，表明了自己准备潜心于学术的研究。这篇文章反映了张衡当时极为矛盾、苦闷的心理状态。

为了专心从事学术研究，张衡特别上奏章要求调职到东观。汉安帝永初年间（公元 107 年-113 年），谒者仆射刘珍、校书郎中刘■■等人，奉皇帝命令在东观编撰《汉记》（又名《东观汉记》），他们上书请皇帝下令让张衡也加入到编撰《汉记》中来。可是，没等皇帝做出回答，刘珍和刘■■便都去世了。对此张衡很是惋惜，他决心一定要将《东观汉记》完成。因此，张衡上疏要求“愿得专于东观，毕力于纪记，竭思于补阙”，要用全部时间“收检遗文”，从事于《汉记》的编纂工作。但是他多次上奏章要求调职到东观，始终没有获得朝廷的允许，原因何在呢？这并不是因为张衡的学识和才干不足，而是因为张衡的清廉正直，那些专权作恶的宦官权贵是不会愿意让张衡到东观去的。张衡原先官居侍中，时常受皇帝召见，宦官们已在担心他在皇帝面前指责他们的罪行。若是再把张衡调到东观去修史，不仅他仍有和皇帝见面的机会，而且会在国史中揭露他们的罪恶。虽然张衡上一次并没有向皇帝直陈他们的罪行，但宦官们总觉得张衡是他们的眼中钉，急于排挤

他，因而纷纷地向皇帝说张衡的坏话。这使得张衡在政治生活中无时无刻不承受着极大的压力，心情极为郁闷；由于他根本无法实现自己的主张，所以在政治上毫无建树。

公元 136 年（汉顺帝永和元年），顺帝受宦官怂恿，把张衡调出京城，去担任河间相的官职。

河间相的职务相当于河间太守，即河间王的丞相。河间在当时是一个亲王的封国。根据汉朝制度，分封的王只享用封国内的租税，由朝廷另派官员掌管地方行政，这种官员叫做相，相当于郡的太守。《后汉书·郡国志》中记载“河间国，十一城”，按现今地区看就是河北省雄县及大清河以南、南运河以西、高阳以东、交河以北的大片地区。河间国治所在乐城（今河北献县东南）。河间国所辖户 9 万 3754，人口 634421 人，所以这里的行政事务进行起来是比较繁琐和艰巨的。河间王刘政是一个骄奢淫逸，不遵守国家典章制度的大贵族。他同地方上许多豪强地主以及贪官污吏们相互勾结，狼狈为奸，横行霸道，鱼肉百姓。河间王刘政的 13 个弟弟都被封做亭候，这一批强宗豪族是不容易对付的。

张衡到任后，针对“国王骄奢”和“又多豪右，共为不轨”的情况，下决心要加以整顿和清肃。他“治威严，整法度”，采取了严厉的措施整顿法纪。他暗地里查访出犯法作乱的人，出其不意地把这些肆无忌惮、横行不法的恶霸土豪逮捕起来，加以惩办；他还清理了许多冤狱，释放了无辜百姓，更做了一些对地方有益的事情，因而得到了老百姓的称颂。一时间，从官吏到百姓，人人都约束自己，遵纪守法，再也没有人敢胡作非为了。与此同时，曾一度混乱不堪的政治也开始走上正轨。但是东汉时腐朽残暴的豪强势力遍布朝野，想要彻底清除是根本不可能的。所以张衡不久便发现，“诸豪狭游客，悉惶惧逃出境”。法办的多是些从犯，实际上仍然是“网漏吞舟之鱼”。张衡做了三年河间相，亲自和贵族豪强作斗争，虽暂时获得一些良好的成绩，但在当时东汉政权的黑暗统治下、张衡是不会有什么比较彻底的改变现状的办法的。

面对东汉黑暗的政治和猖獗的恶势力，张衡无比悲愤，他深切地意识到自己的悲剧命运是不可避免的。他在任河间相时所写的文学作品，就深刻地反映了他忧深思远的心情。如他在四言古诗《怨篇》中写道：

猗猗秋兰，植彼中阿，有馥其芳，有黄其葩。虽日幽深，厥美弥嘉。之子云远，我劳如何！

张衡坚持自己的理想，相信正义终必获胜。他虽然远离京师，就象那生长在深山幽谷里的秋兰，秉着其原有的美质，芬芳的香气却日见浓盛；她淡黄色的新葩，更平添了无限生气。张衡把芳兰比做自己的理想，又把自己坚持理想比做对芳兰的珍赏。《怨篇》诗为我们展示了一幅秋谷兰芳的自然图画，诗人高洁的情操和隽永的词句交融在一起。具有高度的艺术感染力。

在东汉政府的腐朽统治下，农民的生活极端困苦，阶级矛盾不断激化，

农民的反抗斗争此起彼伏。汉安帝阳嘉年间（公元 132-135 年），曾旌领导沿海人民发动起义。起义军杀了句章、鄞、■3 县之长，攻会稽东部都尉；章河等领导的扬州六郡起义军，转战 49 个县，杀死县里的官吏；益州人民暴动，劫令长，杀列候；与此同时，边境上也是烽烟时起，危机四伏。自阳嘉至永和年间（公元 132-141 年），北方长城边沿上乌桓、鲜卑、南匈奴各部，不断侵扰东汉管辖的渔阳、代郡、朔方、云中等地；南方边郡也常遭侵扰，象林“蛮”进攻岭南郡县，武陵“蛮”围攻充城。西方蜀郡、陇西、金城等地的羌人也多次发生暴动，大肆掠夺三辅地区。汉朝政府令扶风、汉阳筑坞 300 所，在这些地区设置军队，一时情势非常危急。

统治者的腐败，社会的动乱使张衡深刻地认识到自己对“天下渐弊”的无能为力。张衡在河间写出了著名的《四愁诗》，借以抒发自己的悲愤心情。《四愁诗》共分 4 章，其中第 1 章说：

我所思兮在太山、欲往从之梁父艰。恻身东望涕沾翰。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？

以下 3 章用同样的格式，反复写他“所思”的美人在泰山、桂林、汉阳、雁门等远方；都因有着障碍而无从致意，于是愁思不已。这篇《四愁诗》看似怀人之作，实际上却是寄托着作者政治上的怀抱。

据后人所写的《四愁诗序》称：“时天下渐弊，郁郁不得志，为《四愁诗》。依屈原以美人为君子，以珍宝为仁义，以水深雪氛为小人。思以道术相报，贻于时君，而惧谗邪不得以通。”这说明《四愁诗》在思想内容上深受爱国诗人屈原的《离骚》的影响。张衡希望汉朝皇帝能够励精图治，正直的人能够掌握朝政。可是东汉的现实情况跟他的希望相反，因而张衡在诗中反复咏叹忧国伤时的苦闷，并且表达了对政治理想的积极追求。《四愁诗》在表现形式上巧妙地运用了比兴的手法，表现了很高的艺术水平。郑振铎先生曾说：“张衡《四愁诗》之不朽，在于它的格调是独创的，音节是新鲜的，情感是真挚的，杂于冗长浮夸的无情感的诸赋中，自然是不易得见的杰作。”这可以说是很恰当的评论。

张衡任河间相时已经是 60 岁的老人了。他处在黑暗政治势力的包围中，一方面同情广大人民的疾苦，想改善政治，却无法实现；另一方面忧虑汉朝政权被倾覆，担心国防的危机，屡次向皇帝建议裁抑宦官奸佞，但丝毫不见采纳。在这样的情形下，张衡已经对改革图强不抱希望。在顺帝永和 3 年（公元 138 年），张衡上书给皇帝请求免官去职，回归故里。他在这时候写的《归田赋》中，表明了弃官归隐本来不是他的素愿，只因为自己的政治理想得不到实现。他指出“天道之微昧”以及对东汉统治者的彻底失望，把热中利禄的人讽刺为“贪饵吞钩”。这篇只有两百多字的短赋，充分表露了作者对于恶浊现实的不满情绪，不过也流露了作者“独善其身”的消极的逃避现实的思想。

张衡辞职还乡的请求并没有获准，永和 3 年（公元 138 年），已经 61

岁的张衡又被调回京城，担任尚书的职务。尚书是东汉朝廷中帮助皇帝处理政务的头等大官，职权相当重。但是在外戚和宦官把持政权的局面下，尚书们只是他们发号施令的工具。所以张衡虽然在尚书台里接触到更多的实际政治问题，却不可能有什么作为。此外，随着接触的政务的日益增多，张衡愈加明白了当时政治腐败的实际情况，更加悲观失望。由于思想上极为苦闷，张衡任尚书不到一年，便一病不起。永和 4 年（公元 139 年），也就是张衡任尚书的第二年，这位年仅六十二岁的伟大的科学家便在悲观失望中与世长辞了。

张衡的好朋友崔瑗称赞张衡说：“ 道德漫流，文章云浮。数术穷天地，制作侔造化。 ”这是对张衡的比较全面的评价。张衡在他的一生中，勤奋学习，刻苦钻研，“ 如川之逝，不舍昼夜 ”。他注重实践，善于接受前人的遗产而又不为传统所束缚，既有实事求是的科学态度，又有敢想敢干的首创精神，因而成为一个博学多才，广有成就的伟大科学家。张衡一生为我国科学文化做出了卓越贡献。张衡自然科学和文学方面都获得了重大成就，特别是天文学名著《灵宪》的创作和浑天仪、地动仪的发明，达到了当时科学研究上的光辉的顶点。此外，在张衡的身上我们还可以学到很多，例如他不慕名利，不为外界的冷嘲热讽所动摇，踏踏实实钻研学问的精神；张衡始终坚守的“ 不耻禄之不伙，而耻知之不博 ”的求知信念；以及张衡“ 虽才高于世而无骄尚之情 ”，虚怀若谷的谦虚的致学态度；尤其难能可贵的是张衡在盛行谶纬的东汉时代，能够勇敢地站出来捍卫真理，同封建迷信坚决地做斗争。这些高尚的品质对一个封建社会里的科学家来说是极为难得的。

当然，张衡也和其他封建科学家一样，在他的著作和思想上不可能不留有时代的痕迹，体现出一定的时代局限性，存在这样或那样的一些错误的东西，但是这无损于张衡对中国乃至世界科学文化所做出的卓越贡献。1800 多年来，张衡一直受到人们的敬仰和怀念。今天，月球上有以他的名字命名的环形山，宇宙间也有以他的名字命名的星星。

解放后，中国人民对于在祖国历史上有过实际贡献的人物以及他们在各方面的成就，给予了应有的评价和重视。1955 年，全国专门发行了一套纪念古代科学家的邮票，其中就有张衡；1956 年，河南南阳县重修了张衡的坟墓和墓后的“ 平子读书台 ”；在高大的古墓周围砌了围墙，前面原有的两座碑记也加了碑楼。郭沫若同志在新立的墓碑上题词赞颂说：

如此全面发展之人物，在世界史中亦所罕见。万祀千龄，令人景仰。

作为历史上一个杰出的科学家，张衡获得了人民给予的极大荣誉。