

张衡：通晓天地之间 事理的科学家

公元前 221 年，中华民族第一个统一的、封建专制主义中央集权的国家——秦朝建立了。它标志着中华文化共同体的形成。秦亡汉起，秦汉时代成为中国封建文化的第一个鼎盛期，在科学技术领域里 如天文学、数学、医学等方面 都取得了显著的成就。许多科学家为我国科学技术的发展做出了重要的贡献。东汉科学家张衡便是其中的一位佼佼者。

一、道德漫流 文章云浮

张衡 字平子 南阳郡西鄂县（今河南南阳）人。东汉建初三年（公元 78 年）生，永和四年（公元 139 年）卒，终年 62 岁。

据史书记载，张衡出身于名门望族。其祖父张堪做过蜀郡和渔阳的太守，而父亲名不见经传。祖父为官清廉，有民谣歌颂他说：“张君为政，乐不可支。”他任蜀郡太守，去职之日，乘折辕车，布被囊而已。由于不积家私，死后家道中衰，荒年衣食不保。

南阳一带，山明水秀，风景优美，自古以来就是我国经济和文化很发达的地区，有“南都”之称。张衡生长在这样的环境中，加上

贫苦的生活激发他刻苦学习的决心，青少年时代就为后来从事文学和科学事业打下了良好的基础。《后汉书·张衡传》称：

衡少善属文 游于三辅 因入京师 观太学 遂通五经 贯六艺 虽才高于世 而无骄尚之情 常从容淡静 不好交接俗人。

这表明，张衡在少年时天资聪明，青年时有朝气，有抱负，好学深思，不满足于接受经史书本上的知识，走出书斋，远游三辅（今陕西西安一带）主要是游览西汉故都长安。然后东出潼关，游学洛阳，观太学，访名师，结益友。长安、洛阳之行，他登山临水，考察物产民俗、世态人情，尤其是对长安城郊的宫阙规模、市井制度、远近商贾货财的聚散、豪富游侠王侯的故事，都有较深切的认识。壮丽的山河和宏伟的秦汉古都遗址，给他提供了丰富的文学创作素材，为他文学上的成名奠定了生活基础。

和帝永元十二年（公元 100 年），23 岁的张衡为了谋生，接受南阳郡太守鲍德的邀请，任郡主簿，掌管文书工作。张衡自幼就对文学有特殊的爱好和研究，因此他在办理政务之余，潜心于文学创作。他以游学长安和洛阳的见闻作为素材，“精思博会，十年乃成”^①，于安帝永初元年（公元 107 年）写成著名的文学著作《东京赋》和《西京赋》，总称为《二京赋》。8 年后鲍德调任京师，张衡即辞官居家。掌握朝政的皇亲邓骘为了笼络士人，增强自己这一派的势力，屡次派人邀请张衡做他的幕僚。张衡一方面厌恶外戚专权，一方面想专心钻研学问，都拒绝了。在家期间，张衡专心进修学业，他的研究兴趣逐渐转向哲学和自然科学方面。他很喜爱西汉大学者扬雄（公元前 53～公元前 18 年）的哲学著作《太玄经》。这是一部深奥难懂的哲学著作，问世以后没人去认真研究，一般趋利禄的学者更不去读它。张衡对《太玄经》潜心钻研后，曾特别写信

^① 后汉书卷八十九，《张衡传》。

对他的好友崔瑗说：“披读《太玄经》知子云扬雄特极阴阳之数也，……非特传记之属，乃实与五经拟。……竭己精思，以揆其义，更使人难论阴阳之事。”由于钻研《太玄经》，张衡在思想上受了扬雄很深的影响。《太玄经》涉及到不少天文、历法、数学一类的知识，如“日月往来，一寒一暑”、“日动而东，天动而西，天日错行，阴阳更巡”等等，这些都引起了张衡的兴趣，并对天象进行实际观察和测量，写出了《太玄经注》，绘制了《太玄图》。张衡壮年书斋的学习，为他尔后成为天文学家打下了知识基础。

汉安帝刘祐（公元 107 ~ 125 年在位）雅闻衡善数学，便于公元 111 年召张衡至京都洛阳，拜为“郎中”。在京城，张衡继续进修学业，博访多问，充实知识。元初元年（公元 114 年），张衡迁尚书郎。次年，迁太史令。担任了太史令，张衡对天文、历算的研究更加方便。其后，他对于天文学的理论，尤其在天文学的实践（观测）上都达到了当时最高的成就。

汉安帝建光元年（公元 121 年），张衡被调任公车司马令。汉顺帝永建元年（公元 126 年），复为太史令，总计前后任此职达 14 年之久，张衡许多重大的科学研究工作都是在这阶段里完成的。

汉顺帝阳嘉二年（公元 133 年），张衡升任侍中，皇帝把他留在身边，“赞导众事”。但不久受到宦官排挤中伤，于永和元年（公元 136 年）调到京外，任河间王刘政的相。刘政是个骄横奢侈、不守中央法典的人，地方许多豪强与他共为不法。张衡在到任以前就详细地调查了河间豪强奸党的姓名，到任后立即擒拿惩办了一批横行不法的恶霸土豪，清理了许多冤狱。他严整法纪，使得上下肃然，河间地方“诸豪侠游客，悉惶惧逃出境”。三年后，他向顺帝上表请求退休，但朝廷却征拜他为尚书，任职不到一年（永和四年，即公元 139 年），他即告生病逝世。

张衡一生多才多艺，所写著作甚多。根据《后汉书·张衡传》载：“所著诗赋铭七言、《灵宪》、《应间》、《七辩》、《巡诰》、《悬图》

三十二篇。”《隋书·经籍志》著录《灵宪》一卷，又“后汉河间相张衡集十一卷”。张衡原有诗文集十四卷，现已佚。张溥《汉魏六朝百三名家集》中有辑本。严可均《全后汉文》辑录了张衡的一些著作。

二、数术穷天地 制作侔造化

张衡是一位具有多方面才能的科学家。他的科学成就涉及到天文学、地震学、机械技术、数学乃至文学艺术等许多领域。

1. 在天文学上的贡献

我国是世界上天文学发展最早的国家之一。在汉代，天文学特别发达，这是与农业生产的发达相适应的。因为只有更精确的天文学，才能正确地推算出与农业有关的季节来。我们的祖先经过对天象的长期观测和研究，到汉朝，已经先后出现了三种关于天体运动和宇宙结构的学说，这就是宣夜说、盖天说和浑天说。“宣夜说”渊源于战国时期，是一种朴素的无限宇宙学说，它认为天无形质，离远无极，日月星辰皆飘浮其中。但“宣夜说”后来并未得到发展。“盖天说”约产生于公元1世纪，主要是哲学家提出的，最初认为“天圆如张盖，地方如棋局”，后又发展为“天象盖笠，地法覆槃”（即天像斗笠，地像倒扣的盘子），向球形大地的概念前进了一步。这是一种对宇宙的简单直观的认识。“浑天说”约产生于公元2世纪，是天文学家提出的，它以实际观测为基础，认为众天体附着在绕极轴旋转的天球上，大地居于中心。这是中国古代的地心说。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，认为浑天说比较符合观测的实际。他继承和发展了前人的浑天理论，创制了一个能够精确地表演浑天思想的“浑天仪”，并且写出了《灵宪》、《灵宪图》、《浑天仪图注》等天文学著作，成为东汉中期浑天学说的代表人物之一。

张衡在天文学方面的贡献，主要表现在以下几个方面。

第一 张衡在《灵宪》中系统地阐述了他的宇宙论。

关于世界的起源，他说：

太素之前 幽清玄静 寂寞冥默 不可为象 厥中惟虚 厥外惟无。如是者永久焉 斯谓溟滓 盖乃道之根也。道根既建 自无生有 太素始萌 萌而未兆 并气同色 浑沌不分。故《道志》之言云：“有物浑成 先天地生。”其气体固未可得而形，其迟速固未可得而纪也。如是者又永久焉 斯谓庞鸿 盖乃道之干也。道干既育 万物成体 于是元气剖判 刚柔始分 清浊异位 天成于外 地定于内。天体于阳 故圆以动 地体于阴 故平以静。动以行施 静以合化 埏郁构精 时育庶类。斯谓太元 盖乃道之实也。

这里 张衡把天地的起源分为三个阶段 最初阶段叫“溟滓”，指“不可为象”的未分化的元气。“溟滓”亦即“虚无”，它是“道之根”。第二阶段叫“庞鸿”，指广大统一的元气或“浑沌不分”的“有”，也叫“太素”，它是“道之干”。第三阶段叫“太元”，指元气剖分为天地 天地合气 阴阳构精 便生育出万物。所以，“太元”是自然界的原始 它是“道之实”。《灵宪》把宇宙演化三阶段 称之为道根、道干、道实。在解释有浑沌不分的太素气时引用了老子《道德经》里的话：“有物混成 先天地生。”这些都说明了《灵宪》的宇宙起源思想 其渊源是老子的道家哲学。《灵宪》的宇宙起源学说和《淮南子·天文训》的思想十分相像 不过《淮南子》认为在气分清浊之后，“清阳者薄靡而为天 重浊者凝滞而为地”。天上地下 这是盖天说。而《灵宪》主张清气所成的天在外 浊气所成的地在内 这是浑天说。此外 张衡不像《淮南子》那样讲“天人感应” 他受扬雄影响 称世界第一原理为“玄” 著有《玄图》。

张衡在宇宙结构学说上主张浑天说。他说：①

张衡：《浑天仪》。

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。

张衡以为这一“浑天如鸡子 地如鸡中黄”的天体结构“有象可效 有形可度”，^①是人们可以用象与数来把握的领域。他在《灵宪》和《浑天仪》中所说的种种天象和数据 反映了汉代天文学的水平。浑天说是中国的以地球为中心的宇宙理论，它与几乎同时的古希腊学者托勒密 Ptolemy, Claudius, 90 ~ 168 的地球中心学说遥相辉映 在当时的条件下 不愧为东西方的两颗明珠。

张衡还认识到了宇宙的无限性。战国时代的《尸子》定义说，“上下四方曰宇 往古来今日宙。”宇就是空间 宙就是时间。《庄子》一书中就有宇宙在空间和时间上都是无限的说法。而西汉末年的扬雄却认为“闔天为宇 辟宇为宙”在空间上是有限的 在时间上是有起点的。张衡虽然长期研究扬雄的《太玄经》并受到扬雄较深的影响，但在宇宙的无限性上却不愿遵循扬雄。张衡的浑天说认为 天地是有限的。天球、黄道、天地之间的距离等都是可以度量的。既然天地的形成分阶段，那么世界在时间上就必然有个开始。这个有开始、可度量的世界也就是科学家所知的世界^②。但张衡认为，在这个有限的天地之外还有一个无限的宇宙。张衡不同意《淮南子》“虚廓生宇宙”的说法 指出：

过此 指天地——引者注 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 物质世界在时间、空间上是无限的 而人们所观测到的天地是有限的。这个见解是十分可贵的。

第二 张衡在《灵宪》中认识到月亮本身并不会发光 月光是反

张衡：《灵宪》。

参阅李志超等：《〈灵宪〉的天体物理思想》载《科学史论集》中国科学技术大学出版社 1987 年版 第 287 ~ 306 页。

射的太阳光。他指出：

夫月端其形而洁其质，向日禀光。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。

这就是说：月光的产生是由于太阳照射的结果；月魄（月亮亏缺的阴影部分）的产生是由于太阳光被遮住了的缘故；月亮转到太阳和地球中间，月亮被照射的一面地球上看不见，所以“光尽”；地球转到太阳与月亮中间，月亮被照射的一面，正好对着地球，所以“光盈”。张衡还进一步解释了月食的原因。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。

这就是说：“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，这就是所谓“暗虚”，月亮转到“暗虚”里就发生月食。

从天文学史来看，张衡提出的这样一种月相理论，在《周髀算经》中已有大概：“日兆月，月光乃生，故成明月。”西汉京房说得更为明确：“先师以为日似弹丸，月似镜体，或以为月亦似弹丸，日照处则明，不照处则暗。”张衡的月相理论和他们没有本质的差别，突出的是张衡强调了月相与日、月相对位置的关系。由此可见，张衡继承和发展了我国古代的天文学传统，他为中国古典的天文学奠定了宇宙论的基础。

第三，张衡在天文学上的另一个贡献，就是记述了恒星的数字。张衡时代，流传于世的星官体系有以《史记·天官书》为代表的体系，有石氏、甘氏、黄帝以及“海人之占”等等的体系。对这些各有特色的体系，张衡作了一番比较、整理和汇总的工作，发展出一整套收罗恒星最多的新体系。据《灵宪》记载：

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。

这就是说：在中原地方所能看见的星共有 2500 个，在海外所

看见的没有计算在内，这和近代天文学家观察的结果是相近的。

张衡的这一星官体系整理工作比（三国吴）天文学家陈卓总结甘、石、巫咸三家星官的时代要早 100 多年 而且所包括的星官、星数比陈卓要多得多（陈卓所总结的有 283 官 1464 星）成就当然要比陈卓大。可惜张衡星官体系已经失传，这是我国恒星观测史上的重大损失。^①

第四，张衡在天文学上另一个重要贡献就是：他不但是浑天说的完成者，而且还根据此种理论创制了新型的浑天仪。这是因为，汉代的天文学家，不但敢于提出科学的假说，而且不断地用简单的仪器进行天文的测量 企图验证他们的假说。据《汉书》所载，武帝太初元年，曾立晷仪下漏刻，以追求二十八宿的地位。武帝时，落下闳又创制一种天文仪器，名曰浑天。宣帝时，耿寿星更铸铜为象，以测天文。和帝永元十四年，霍融改进漏刻。十五年，贾逵创制太史黄道铜仪，定黄道宿度。张衡继承了汉代天文学家的优良传统 他经过了无数次的研究、观察、测验 于公元 117 年制成了世界上最早利用水力转动的“浑天仪”曾使朝野轰动。

所谓“浑天仪”，就是一种演示天球星象运动用的表演仪器。据研究 这架浑天仪在《晋书·天文志》中有三处记载。^②

一处是在“天体”节中 其中引用晋代科学家葛洪的话说：

张平子既作铜浑天仪 于密室中以漏水转之 令伺之者闭户而唱之。其伺之者以告灵台之观天者曰：璇玑所加 某星始见 某星已中 某星今没 皆如合符也。

在“仪象”一节中又有一段更具体的细节描写：

张衡又制浑象。具内外规 南北极 黄赤道。列二十四气 二十八宿 中外星官及日、月、五纬。以漏水转之于

杜石然主编：《中国古代科学家传记》上集，科学出版社 1992 年版 第 70 页。

② 参见杜石然主编：《中国古代科学家传记》上集 第 80～81 页。

殿上室内。星中、出、没与天相应。因其关戾，又转瑞轮
萸英于阶下 随月盈虚 依历开落。

第三处则在‘仪象’体之末 说到张衡浑天仪的大小：

古旧浑象以二分为一度，凡周七尺三寸半分也。张
衡更制，以四分为一度，凡周一丈四尺六寸一分。

从这三段记载可知，张衡的浑天仪，其主体与现今的天球仪相仿。这台观察天象的天文仪器是用青铜铸成的，主体是一个球体模型，代表天球。球体可以绕天轴转动。天轴和球面有两个交点即南极和北极。在球的表面上遍列有二十八宿和其他恒星。球面上有赤道圈和黄道圈，二者成二十四度夹角，分列有二十四节气。从冬至点起（古代以冬至作为一年的开始），把圆周分做三百六十五又四分之一度，每度又细分成四个小格。为了使浑天仪能够自行运动，张衡又设计了一组漏壶，并采用齿轮系把浑天仪和计时用的漏壶联系起来，利用漏壶流水的力量发动齿轮，带动浑天仪运转。通过恰当地选择齿轮的个数和齿数，巧妙地使浑天仪一昼夜转动一周，把天象变化形象地演示了出来。可惜，这一套复杂的传动系统的具体情况没有流传下来。此外，张衡还创制一种机械日历 叫做“瑞轮萸英”。所谓萸英是一种神话中的植物。据传长在尧帝的居室阶下。随着新月的出现，一天长 1 个萸 到满月时长到 15 个萸。过了月圆之后，就一天掉 1 个萸。这样，数一数萸英的萸数就可以知道今天是在一个朔望月中的哪一天和这天的月相了。这个神话曲折地反映了尧帝时天文历法的进步。张衡的机械装置就是在这个神话的启发下发明的。“瑞轮萸英”也是用漏水转动的，和浑天仪联动，就可以表示出月亮圆缺的增减情况，也就是按照阴历上的朔日、上弦、望日、下弦、晦日等顺序，一次又一次地循环旋转开合着。所谓“随月盈虚 依历开落”其作用就相当于现今钟表中的日期显示。关于“瑞轮萸英”的详细构造，可惜史书上没有记载，我们也无法知道了。

2. 在地震学上的贡献

我国是一个多地震的国家。早在 3800 多年前我国就已经有了关于地震的记载。对于地震的原因也早进行了探讨。东汉时期地震比较频繁。据《后汉书·五行志》记载自和帝永元四年（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 26 次比较大的地震。地震区有时大到几十郡，引起地裂山崩、江河泛滥、房倒屋塌，给人民生命财产造成很大损失。张衡对于地震有不少亲自体验，因为太史令职务的职责之一就是掌管地震记录。为了掌握全国各地的地震动态，张衡经过长年研究，终于在阳嘉元年（公元 132 年）发明了震惊古今的候风地动仪。

据《后汉书·张衡传》记载，地动仪“以精铜铸成，圆径八尺”，“形似酒樽”。顶部有突起的圆盖，表面饰有篆文以及山、龟、鸟、兽等图案。樽的周围镶着 8 条龙，按照东、西、南、北、东北、东南、西北、西南 8 个方向排列着。龙嘴衔一铜球，地面上有 8 只昂首张口的蟾蜍，准备承接龙口中落下来的铜球。樽中有一根高而细的铜柱，称之为“都柱”，柱旁有 8 条通道。道中安有“牙机”（发动机关），一旦发生地震，地动仪内部的“都柱”就发生倾斜，触动“牙机”，使发生地震方向的龙头张开嘴巴，吐出铜球，跌入蟾蜍口中，当的一声，人们闻声捡球，就可知道该方向发生了地震。

张衡发明的地动仪的性能很好，据当时记载：“验之以事，合契若神。”公元 138 年，陇西（今甘肃省东南部）发生地震，陇西离洛阳 1000 多里，但张衡安置在洛阳的地动仪龙嘴吐球，测出西方发生过地震。当时在京城的人们却丝毫没有感觉到地震的现象，于是一些人议论纷纷，责怪地动仪不灵验。过了几天，陇西有人飞马来报，证实了张衡的观测，于是“皆服其妙”。

张衡地动仪的内部结构，史书记载简略，不能详知。后来，南北朝科学家信都芳曾在所著《器准》一书中绘图描述过地动仪的原理和制作方法。隋初临孝恭也写过一部《地动铜仪经》，对这个仪器

的机械原理作了一些说明，但是都失传了。近代中外科学家做了不少研究工作，提出了一些复原方案。1936年，王天木曾发表过《汉张衡候风地动仪造法之推测》的一篇论文；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，终于科学地解决了候风地动仪从外形到结构的全部复原问题。

3. 在其他领域的贡献

除天文学、地震学上的成就之外，张衡的科学才能还表现在很多方面。

张衡精通木制机械，曾制造过指南车、记里鼓车（记录行程）飞行木雕，都已失传。

在数学上，张衡写过《算罔论》。此书至迟到唐代已经失传。张衡还研究过球的外切立方体积和内接立方体积，研究过球的体积。他对圆周率的研究打破了《周髀算经》关于“径一周三”的说法，定圆周率 π 值为 $\sqrt{10}$ ，虽不很精确，但却是我国第一个从理论上求得 π 值的人。

张衡还研究过地理学，曾绘制了一幅地形图，流传了几百年。

张衡对史学也有许多研究。他曾对《史记》、《汉书》提出过批评，并上书朝廷，请求修订。他还对东汉皇朝的历史档案作过研究，曾上表请求专门从事档案整理工作，补缀汉皇朝的史书。这些上书均无下文。

他还研究文字训诂的学问，著有《周官训诂》一书，本打算继续完成孔子《易》、说《彖》、《象》的残缺部分，但未竟。

在哲学方面，“虽才高于世而无骄尚之情”的张衡，特上疏明义，坚决反对当时流行的“图讖之学”。图讖原是牵强附会、非常荒唐的东西，但由于东汉光武帝自己为了把皇权神秘化，竭力提倡，竟成为当时社会政治思想的重要内容。“图讖之学”的兴起是在西汉时期。许多学者为迎合统治者的需要都违心地争说图讖以“博贯五经，兼明图讖”为时髦。当时不准反对“图讖之学”，否则以“诽

谤圣人，目无王法”论处，大学者桓谭就因此送了命。张衡坚持真理 冒风险写了《请禁绝图讖疏》 主张把图讖收藏起来。“一律绝之”。他指出图讖并非“圣人之言”而是“虚伪之徒”欺世罔俗的产物。他说学者们不去研究有实际用处的学问而去争说图讖 这就好比画家不画犬马而喜画鬼怪，因为犬马有形难以画得相像，鬼怪无形可以胡乱涂抹。这是至为深刻的揭露，同时也表现了张衡同唯心主义作斗争的勇敢精神和坚持实事求是的原则。

作为科学家的张衡同时又是东汉的一位重要作家，长于诗赋，有独创性。汉代文学主要是赋，它兼有散文和韵文的性质，其主要特点是铺陈写物，不歌而诵。赋的形成和发展经历了很长的时间，它产生于战国后期，接受了纵横家游说之辞及楚辞的巨大影响，到汉代达到鼎盛阶段。赋至东汉戏为末流，形式主义倾向严重，一味模拟 少有新意。张衡则不同 他的《二京赋》曾花了 10 年的创作功夫。他虽然也模拟班固的《两都赋》 但有新鲜内容 特别是对统治者的穷奢极欲进行了讽刺，他警告统治者不要乐极生悲，不要结怨于民 记住“水所以载舟 水所以覆舟”的危险性。他在河间相任期内创作的《四愁诗》 寄托了他高远的志向和略带忧郁的遐思 热情而又委婉，富有感人的力量。诗分四章，写他的“所思”在“泰山”、“桂林”、“汉阳”、“雁门”等远道，但都有所障碍 而不能致。请看：

一思曰 我所思兮在泰山 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，……

三思曰 我所思兮在汉阳 欲往从之陇阪长，……

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。

张衡的《四愁诗》吸收了古典文学和民歌的优美技巧，在思想上追随伟大诗人屈原《楚辞》的传统，在内容上含有爱国主义成分。另外，他的《思玄赋》中有大段文字描述自己升上了天空，遨游于众星之间，可说是一篇优雅的科学幻想诗。除了上述诸文外，遗留至今的还有《温泉赋》、《归田赋》等 20 多篇，都是辞、义俱佳的力作。

三、万祀千龄 为人敬仰

张衡之所以能够在科学上做出杰出成就，成为伟大的科学家，既有其外在条件，又有其内在的因素。

一方面，张衡的科学成就与汉代科学的发展尤其与当时数学的发展密切相关。东汉初年问世的《九章算术》反映了那时数学的成就。这是继公元前 1 世纪的《周髀算经》之后，又一部重要的数学著作，它标志着中国古代实用数学体系的形成，在后来 1000 多年中一直被用作教材。在医学方面，东汉时期出现了一些药理学、内科学的重要著作，总结了当时的医学成就。如《神农本草经》记述 365 种药物的性能和疗效，是我国本草学的重要文献。张机所著《伤寒杂病论》是内科学的重要著作。华佗是东汉末年的名医，他在外科、内科、针灸方面，都有精湛的医术。他使用“麻沸散”对人体进行麻醉，开创了世界医学史上全麻手术成功的先例。他又创造了以健身为目的的“五禽戏”，也为后人称道。东汉前期科学技术的成就，都对张衡从事科学事业有着重要的影响。

另一方面，张衡好学不倦，“如川之逝，不舍昼夜”^①。他虚怀若谷，抱定“约己博艺，无坚不钻”的决心，脚踏实地地进行工作，不为外界的冷嘲热讽所动摇。他曾在《应问》一文中表明了自己的志向。文中说到：“有的人劝他不要去钻研那些难而无用的技术，应该

崔瑗：《河间相张子平碑》。

“卑体屈己 美言 以求多福。他回答说：“君子不患位之不尊 而患德之不崇 不耻禄之不伙 而耻知之不博。”他讲 有些人认为技术无用，我却唯恐高明的人不教我。这里充分表达出张衡作为一个科学家渴求知识、敢于和鄙弃知识的社会愚昧思想作斗争的崇高精神。他非常谦虚谨慎 勤学不倦 表现了强烈的事业心和勇敢进取的研究风格。他曾说过：“捷径邪至 我不忍以投步”表明了他实事求是的科学态度。所有这些，都是张衡在学术上取得辉煌成就的重要原因。

张衡一生为我国科学文化做出了卓越贡献，是我国古代一位伟大的科学家。他曾两度担任管理国家典籍、天文历法的太史令，精通天文历算 对中国天文学的发展 有过巨大的影响。张衡是古代浑天说的集大成者 他的《灵宪》和浑天仪都是我国古代天文学方面极其重要的科学成就。它一方面总结了古代天文学的珍贵成果和丰富经验，另一方面展示了运用科学仪器的卓越典范。尤其是浑天仪，这种精密的科学仪器提供了极其优秀的观测天象的方法，对以后天文学的研究发生了很大的启发作用。如南朝宋文帝元嘉十三年（公元 436 年）太史令钱乐之曾铸造浑仪和小浑天 大体和张衡的浑天仪相同。唐朝初年 李淳风、梁令瓚等更重新改制浑天仪 基本上和张衡的方法相同。北宋苏颂、元代郭守敬 对浑天仪的制法也都有更多的改进。^① 总之，浑天仪在世界天文仪器发展史上堪称一绝。张衡还创制了世界上第一架测定地震方向的地动仪。1000 多年以后，古波斯马哈拉天文台才出现类似的地震仪 欧洲则是在 1700 多年以后才有水银流溢地震仪。这些表明，张衡在科学研究上能结合实际 善于综合学习前人的科学经验 更能创新改进，有所发明。他的朋友崔瑗在为他写的墓碑中赞道：“数术穷天地 制作侔造化。”前一句是称道他数学、天文学知识之

参见赖家度：《张衡》，上海人民出版社 1956 年版，第 28 页。

渊博，后一句则赞颂他制造的各种器物之神奇。张衡在机械制造方面是非常高明的。《太平御览·五艺部九》引晋代葛洪《抱朴子》曰：“木圣张衡、马钧是也。”现在的中国科技史家都公认马钧是我国三国时代的一位杰出的机械发明家，而在葛洪看来，张衡、马钧都是一代木圣。

张衡一生多才多艺。他擅长绘画，唐朝张彦远在《历代名画记》中称张衡是东汉的四大名画家之一。在文学上，他的《二京赋》是汉代大赋的代表作，其特点是在描写时注意实际的地理形势及物产民俗等内容，有较强的思想性。他的《四愁诗》寄意深刻，情韵缠绵，格调新颖，不仅表现得生动真切，清新自然，而且艺术性很高。这种抒情诗在两汉作品中并不多见，对后世的影响甚大，鲁迅还模拟过它。我国文学史家郑振铎先生曾给予高度评价，他说：“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。”

张衡不仅在自然科学、文学艺术上获得了卓越的成就，而且在学术思想和政治理论上也同样保持清醒的头脑。在学术上，他跳出了经学上古文学派或今文学派的圈子，不肯做个学究式的“传经博士”，突破了学术上迷信欺罔的气氛，公开冒犯当时的朝章国典，明确地提出反对图讖的主张。在政治上，他虽然淡于名利，却不是一味清高，不问政治，不讲原则的人。他的政治抱负就是八个字：佐国理民，立德立功。他曾向顺帝上书，讽示近世宦官为祸，要皇帝“惟所以稽古率旧，勿令刑德八柄不由天子”，要求皇帝“恩从上下，事依礼制”。这表明张衡在政治实践上也曾有积极而进步的活动。

当然，张衡也不可避免地带有时代的局限性。在他的著作和思想上，不可能不留有时代的痕迹。例如，他曾涉足于“卦候、九宫、风

角’^①之术，被后人称为“阴阳之宗”。^②在晚年，他有消极避世的思想。他的人生观开始从儒家转向道家。在《归田赋》的寂寞冷淡的语调中，表达出对统治者的失望。这是封建制度下的时代悲剧。但是这些并无损于他在我国和世界自然科学史和文学史上的崇高地位，无损于人民千百年来对他的敬仰和怀念。为了纪念张衡对天文学的卓越贡献，国际天文学界把月球背面一座环形山用他的名字命名。人民为了纪念这位卓越的科学家和文学家，在他的家乡河南省南阳县重修了他的墓和读书台。已故的中国科学院院长郭沫若曾为张衡墓碑题词道：

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。

这是当代中国人民的共同心声！

① 《后汉书·张衡传》。

② 《后汉书·方术列传》。

刘徽：古代世界数学泰斗

数学是一切科学技术发展的基础，素有“科学之王”的美誉。中华民族以非凡的勤劳和智慧，在古代数学王国里耕耘拼搏，创造了世界第一流的研究成果。我们可以十分自信地说，在明代中叶以前，中国古代数学的诸多分支领域一直遥遥领先于世。数学名著琳琅满目，记载着非凡的数学成就。仅汉代至唐代的 1000 余年间，就产生了《周髀算经》、《九章算术》、《海岛算经》、《五曹算经》、《孙子算经》、《夏侯阳算经》、《张丘建算经》、《五经算术》、《缉古算经》、《缀术》等十部数学名著，出现了一批杰出的数学家。刘徽就是其中的一位。他除撰《海岛算经》外，还为《九章算术》作注，做了许多创造性的数学理论工作，对我国古代数学体系的形成和发展影响很大，在世界数学史上也占有突出的地位。刘徽是当之无愧的世界数学泰斗。

一、生平与时代

刘徽的生平、籍贯无可靠的记载。据现有资料推定，刘徽的籍贯是淄乡，属今山东省邹平县。宋徽宗时代为了恢复数学教育制度，便追封了历代的天算家。如《宋史·礼志称》：“大观三年（公元 1109 年），礼部太常寺请以文宣王为先师，兖邹荆三国公配享，十哲