

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

一行



## 一、一行生活的时代

一行，俗名张遂，公元 683 年生，魏州昌乐（今河南南乐）人，唐代著名的天文学家。

一行生活的时代，是从武则天统治时期到唐玄宗统治时期。

唐太宗死后，儿子李治即位，历史上称为唐高宗。

唐高宗为人懦弱，大权逐渐落入皇后武则天手中。

武则天名曩（即照，后来武则天改照为曩），并州文水（今山西文水）人。她的父亲叫武士彠，原是大木材商人，后来参加李渊的太原起兵，随之入长安，做到工部尚书，封应国公，由地方上的地主商人，上升为封建朝廷的大官。

武则天以美丽闻名，14 岁时，被唐太宗选入宫中，立为才人。太宗死时，她才 26 岁，入居感业寺做尼姑。

唐高宗贪图武则天的美，又把她接回宫中，封为昭仪，异常宠爱，不嫌她比自己大 3 岁。

武则天精明机智，兼通文史，日益滋长野心，首先是想当皇后。为了当上皇后，她极力破坏唐高宗与王皇后的感情，把自己的亲生女儿掐死，诬称王皇后所害。自此唐高宗对王皇后的感情大坏，便有废后之心。

武则天又在大臣中寻找支持者，阴结李勣（594—669）、许敬宗（592—672）、李义府（614—666）等人。

公元 655 年，唐高宗终于在李勣等赞同下，废王皇后为庶人，立武则天为皇后。后来唐高宗患高血压病，让武则天参与决事，久之渐为其所制，想要再废皇后，结果被武则天制止了。从此大权更进一步地归武则天掌握，群臣并称帝后为“二圣”。

唐高宗为求保持日后李家的帝位，则寄希望于太子能争气，先立武则天所生长子李弘为太子，被武则天用毒酒毒死。再立武则天所生次子李贤（653—684）为太子，又被武则天废黜流放（后又被武则天派人杀死），这样便束手无策了，只好立武则天所生第三子李显为太子。

683 年，唐高宗死，太子李显即位为中宗。不久武则天废唐中宗，立自己的第四子李旦做傀儡皇帝，即历史上的唐睿宗，自己当政。

690 年，武则天自己称帝，改国号为周，降睿宗为皇嗣。

武则天是中国历史上唯一的女皇帝，在位共 15 年。

705 年，武则天已 82 岁，得了重病，宰相张柬之（625—706）等乘机发动政变，拥兵入宫，杀死武则天的男妃张易之、张昌宗兄弟，迎唐中宗李显即位，恢复唐朝国号。

武则天于同年病死。

武则天当政 50 年，是一个比较有作为的皇帝。她当权的时期，唐朝在继续向前发展，是一个承前（唐太宗）启后（唐玄宗）的历史时期，是封建社会的强盛时期。

武则天继续进行改革，打破了关陇（今陕西、甘肃一带）士族控制政治的局面，引用庶族地主参加政权。这样做是符合历史潮流的，在当时起了进步作用。

武则天在夺取政权和保持政权的斗争中，曾经严厉镇压反对派，大力提拔拥护自己的人。

唐朝自开国以来，当权的集团主要是关陇士族。而这个关陇士族，恰是武则天的反对派。在武则天被立为皇后时，关陇士族的代表人物长孙无忌（？—659）、褚遂良（596—658 或 659）等人，极力加以反对，认为武则天出身寒微没有资格做皇后。

武则天当皇后后，即将长孙无忌、褚遂良等人，或贬或杀。

唐高宗死后，武则天临朝听政。

684 年，徐敬业、骆宾王（640—？）等人以拥护唐中宗复位为号召，在扬州起兵反对武则天。

688 年，唐朝宗室诸王李贞、李冲父子，也分别在河南、山东等地方，起兵反对武则天。但是这些武装反抗，都被武则天镇压下去。从徐敬业起兵以后，武则天更大肆镇压反对派，杀掉唐朝宗室贵族几百人，大臣几百家。这些被杀的人，其中有许多是关陇士族。

武则天镇压反对派的结果，使关陇士族的势力大为衰落了。

武则天面对关陇士族的挑战，便在庶族地主中寻找支持力量，以巩固自己的统治，自隋朝以来，由于社会经济的发展，有大批庶族地主涌现出来。他们要求有更多的机会参与政权，也要求取得一定的社会地位。

武则天通过种种办法，满足庶族地主的要求。

第一：武则天通过唐高宗下令修改《氏族志》为《姓氏录》。

《氏族志》是唐太宗时修的，内容虽是以唐朝官爵高下作等级，但仍注意考究是否士族，旧的士族观念还很浓厚。

《姓氏录》把后族列为第一等，其余完全依照唐朝官品高下为准，以五品作为一条界限，凡五品以上的，不管是否士族都写进去。这样一来，即使兵卒以军功得五品官者，皆可升入士族，有利于提高出身低微的庶族官员的地位。

第二：武则天进一步发展科举制度，特别是增加进士科，为庶族地主大开了投入政治的捷径。在唐太宗的 23 年中，共取进士 205 人，而在唐高宗和武则天的 55 年中，所取进士则达 1000 多人，平均每年所取人数，要比唐太宗时增加一倍以上。

第三，武则天破格用人，放手给人官做。她曾令九品以上官及百姓，皆可自我荐举求用。又设试官，派存抚使到各地搜罗人材，凡是推举上来的人，一律允许试做某官，称为试官。又设许多员外官，同正官一样受俸禄。

武则天这样做的结果，为庶族地主广开了仕途，有利于打破关陇士族控制政治的局面，也有用人太滥的问题。

武则天用人虽滥，但发现不称职的官，即免职或杀诛。并且她有知人之明，善于选拔人才，委以重任，如所用宰相狄仁杰（607—700），便是有名的贤相。以后唐玄宗时的宰相姚崇（650—721）、宋璟（663—737）、张九龄（678—740）等，也都是在武则天时被提拔起来的。

武则天所处的时代，正是士族地主在衰落，庶族地主在上升的时代。她打击关陇士族，大量提拔庶族地主做官，只是为了镇压反对派，培植拥护自己的势力，但在客观上却符合了潮流，造成士族地主的进一步衰落，促使庶族地主大为发展起来。

武则天重视农业生产，在她统治时期，社会经济继续发展，表现在户口增长上，便是武则天末年，户口从唐太宗时期的 380 万户上升到 615 万户。

武则天酷刑滥杀，任用酷吏索元礼（？—691）、来俊臣（651—697）、

周兴(?—691)各杀数千人。来俊臣破灭千多家，株连冤杀了很多无辜的人。后来索元礼、来俊臣等引起民愤，她又把他们除掉，当作替罪羊，用以平息民愤，把自己洗刷干净，手段极为毒辣。她破格用人的结果，引起官僚机构的庞大，员外官多到数千人，增加了人民的负担。庶族地主发展起来之后，也和士族地主一样，大量兼并土地，加紧掠夺农民，形成日益严重的逃户问题。

武则天死后，唐朝的政局一直动荡不安，发生了一连串的宫廷事变。

唐中宗是个庸弱无能的人，大权落入了妻子韦皇后手中，韦皇后也想效法武则天，再建一个女皇帝的朝代。同时，唐中宗的女儿安乐公主和武则天的女儿太平公主，也都野心勃勃，各树党羽。不久，韦皇后和安乐公主合谋毒死唐中宗，准备实现武则天的故事。不过韦皇后有武则天的野心，却没有武则天的政治才能，结果被人除掉了。

唐中宗死后，睿宗的儿子李隆基联合太平公主，发兵攻入宫中，杀掉韦皇后及安乐公主，恢复父亲唐睿宗的帝位。

712年，唐睿宗让位给儿子李隆基，李隆基就是唐玄宗，太平公主又准备入宫杀唐玄宗。

713年，唐玄宗先发制人，杀掉太平公主及其党羽，才结束了纷乱动荡的局面。

## 二、奉诏修历

一行是襄州（治所在今湖北襄樊市）都督、郟国公张公谨的孙子。

张公谨字弘慎，隋末是王世充的涪州长史。

618年，张公谨和涪州刺史崔枢一起向唐朝献城投降，授郟州别驾，又升为右武侯长史。经过李勣和尉迟敬德（585—658）的推荐，进入了李世民的幕府。

当时李世民被李建成和李元吉所忌，就召见张公谨，向他询问自安的办法，张公谨的回答很令李世民满意，遂成为李世民的亲信。后来李世民要除掉李建成和李元吉，派人占卜算卦，张公谨从外面进来，将占卜用的龟甲投之于地，说：“占卜的目的是决定犹豫的事，现在的事是不能犹豫的了，如果占卜的结果是不吉利，就不去做了吗？希望大王来考虑。”李世民觉得他说得很对。

626年6月4日，张公谨和长孙无忌等九人在玄武门（唐长安城宫城北门）埋伏，李世民等人杀了李建成和李元吉后，他们的余党来攻玄武门，兵锋很盛，张公谨依靠他的勇力，闭关进行抗拒。因功授为左武侯将军，封定远郡公。

627年，拜代州（治所在今山西代县）都督，曾经向唐太宗李世面上表，请求设置屯田以节省转运之劳，还前后评论时政10几件事，都被唐太宗采纳。后来唐太宗派遣李靖对付突厥，以张公谨为副职。张公谨向唐太宗建议攻取突厥，并举出了6条必胜的理由，被唐太宗采纳。于是就攻破了定襄（今山西大同），击败颉利，晋封为郟国公。

张公谨转为襄州都督后，“甚有惠政”。卒于任内，年仅39岁。

一行的父亲叫张擅，是武功（今陕西武功）县的县令。后来家道中落，十分贫困。从幼年时，得到邻里王老太太的接济，聊以度日。

一行从小就聪明敏慧，博览经史，尤其是精于天文历法、阴阳五行（金、木、水、火、土）之学。当时有个叫尹崇的道士，很有学问，也有很多书籍。一行就去拜访尹崇，向他借西汉哲学家杨雄（公元前53—公元18年）的《太玄经》看。几天以后，一行又去拜访尹崇，还他的《太玄经》。尹崇说：“这本书意旨很深奥，我研究了这么多年，还研究不透，你不好好研读怎么这么快就还我了？”一行说：“我已经抓住了这本书的宗旨了。”然后就把他撰写的《大衍玄图》和《义决》一卷让尹崇看。尹崇一看大吃一惊，于是就和一行讨论起这本书的奥秘来，非常佩服一行，对人说：“这个年青人就是颜子（孔子弟子颜回，字子渊，前521—前490）呀！”一行于是就远近闻名了。

约公元前705年，武则天的侄子武三思（？—707）钦慕一行的学问和品行，想和他结交往来。武三思是当朝权贵，曾任夏官尚书、春官尚书等职，封梁王，参预军国政事，专横跋扈，中宗复位后，进开府仪同三司。他私通韦皇后，他的次子武崇训又娶中宗女安乐公主。排斥张柬之和桓彦范等大臣。一行不屑与他为伍，于是就逃匿了以躲避他。后来又出家为僧，在嵩山（今河南登封境内）隐居，拜禅宗北宗首领普寂为师，研习禅理，心诚意笃。

710年，唐睿宗即位，闻一行之名，派东都（今河南洛阳）留守韦安石请他到京城从政，一行称病不出。6年以后，一行由嵩山徒步前往荆州（治所在今湖北江陵）当阳山，向悟真禅师学习佛教经典三藏之一的律藏，对佛学的研究又有所长进。

717年，唐玄宗也闻听一行的学行，特命他的族叔、礼部郎中张洽请他出山。这次征召具有强迫命令的性质，又有碍于叔侄之情，一行只得应命来到国都长安，被安置在光太殿，随时接受皇帝的咨询。

唐玄宗曾经多次向一行问及安国抚民的办法，一行就尽其所知，直言相陈，让他防止腐化，励精求治。总之，一行在这段时间内，充当唐玄宗的高级顾问的角色，并抓紧时间，研习天文学和佛学等专业知识。

720年，南印度人金刚智抵达长安传授佛教的密宗，一行敬爱其法，密宗的受法是以《大日经》、《金刚顶经》为依据，传三密之法，三密之法就是口诵直言，叫做语密；手结契印，叫做身密；心作观想，叫做意密。据说三密同时相应，便可使凡身成佛。这件事为一行提供了一个研习密教经典和了解印度文化的极好机会。

721年，由于麟德历预报日食不准确，唐玄宗命令一行主持修订新历法。

麟德历是公元665年颁行的，由李淳风（602—670）制定的一部历法。

麟德历在计算方法上有很多是依据刘焯（544—610）的皇极历。皇极历是众所公认的具有很多创新的杰作，可惜为张胄玄（526—612）等人所排斥，未能得到行用。李淳风将其先进方法采为己用，主要是引进太阳的不均匀运动、定朔法、以及用二次差内插法推算太阳和月亮的不均匀运动。刘焯创立的定朔计算方法，在数学和历法上可算是一项杰出的成就，但皇极历应用其法时，尚存在着若干缺点，这在麟德历中都一一作了改正。

麟德历设1340为岁实、朔实、交周、五星周期等的共同分母。各种周期都统一化成分计算，与其他历法相比，运算起来要简捷得多。

麟德历还破除了自古以来的章部纪元的方法，废闰周而直接以无中气之月为闰月。所谓章部纪元，就是在二十四节气发明之前，在中国古代的历法中，闰月都是按一定的添周排定的。四分历（秦统一后颁布的历法）以19年为一章，在一章中，设7个闰月，此19年就是闰周。4章为一部。在南北朝的历法中，都各有自己的闰周。然而，闰周只能决定哪一年为闰年，却不能决定闰在哪月，所以西汉太初历（公元前104年颁布）作出以无中气之月为闰月的规定。以后各家的历法都沿用这一原则，但却保留章部纪元以闰周定闰月的制度。这两套制度是重复的，闰周和章部纪元的制度实际上是不必要的形式主义的东西。李淳风废了章部纪元，是历法史上的一项重要革新。

麟德历还沿用了皇极历中推算五星运动的先进方法，他不但考虑到日行盈缩的影响，而且也在历法计算中考虑到五星的不均匀运动的问题。在麟德历中，分别给出了各个行星的近地点位置和在各个季节的加减日数，在数据精确度上也有了大的提高。

古人试图用定朔法安排历日，多次遭到失败。麟德历再次改用定朔，为了吸取前人失败的教训，规定了进减朔的方法，以小余在1316以上进为大月，小余在24以下减为小月，迁就解决可能出现4个连大月或3个连小月的问题。从麟德历开始，定朔法在我国历日制度中打下了稳固的基础。

麟德历是一部著名的历法，但是，它的缺点是未考虑岁差，又沿用了50多年，误差比较大，因此出现了预报日食不准的问题。

唐玄宗的决定对一行非常重要。在此以前，一行的主要精力和工作是在佛学的研究方面，在此以后他的重点就转移到天文历法领域。

唐玄宗时，在京师对天文历法深有研究的学者有历官陈玄景、善算瞿昙撰，太史监南宫说等，但唐玄宗一概不用，而唯独起用一行制定新历法，主

要原因是一行在天文历法方面的造诣和名望都比他们略高一筹。这是一行在此之前潜心研究，作了长期艰苦努力的结果。

### 三、制造仪器与测量

一行在奉诏之后向唐玄宗提出要进行天象的实际观测，对恒星的位置以及日、月、五星的行度等作尽量准确的测量，为此，他建议依据率府长史梁令瓚所设计的黄道游仪图样，制做新仪，以备观测之用，这一建议被唐玄宗采纳，并付之实施。

722 年到 723 年，一行一方面为新历法的编制作进一步的构思和准备，一方面继续从事佛学的研究，先后完成了五部书：

第一：《七曜星辰别行法》1 卷，

第二：《梵天火罗九曜》1 卷，

第三：《北斗七星护摩法》1 卷，

第四：《宿曜仪轨》1 卷，

第五：《释氏系录》1 卷。

其中前四书均与天文历法有关，这反映了一行对印度天文学知识的关注和力图从中汲取营养的匠心。

这时，唐玄宗准备为他的女儿永穆公主出嫁而大肆铺张，一行劝他不要赐予她特别优厚的嫁妆，以为这样做对永穆公主才是真正的爱护。唐玄宗采纳了一行之说，收回成命，这反映了一行正直不阿的品德，也说明了唐玄宗对一行的器重。

724 年，一行和梁令瓚等共同创造的黄道游仪铸成。

黄道游仪是用来观测日、月、星辰的位置和运行情况的天文仪器，是浑仪的一种。

为了测量恒星在天球上的坐标和行星的运动，我国很可能在战国时期就创造了浑仪。以后历代都有制造，结构和性能得到不断改进。我国古代的浑仪采用的是赤道坐标系统。采用赤道坐标系统，我国比西方要早一千多年。赤道坐标就是利用天球上的赤径和赤纬来表示天体的位置，用这种系统表示恒星的位置是方便的。但是，推算历法还要求了解日、月在自己运行轨道上的位置和运行情况。太阳在恒星间的视运动轨道叫黄道，月亮在恒星间的视运动轨道叫白道，黄道和赤道有 23 度多夹角。把赤道坐标换成黄道度数，要用到球面三角学。当时我国还没有掌握这种数学方法，而是用近似公式计算，或者在浑仪上量度，这就不可避免地会带来一定的误差，影响历法的精确度。

东汉傅安、贾逵等人在浑仪中增设了黄道环，以测定日月在黄道上移动的度数，称为黄道铜候仪。

李淳风在造麟德历的时候，也曾制过浑仪。他的浑仪分为三重，外层部分叫做六合仪，由地平环、赤道环和子午双环组合在一起，起骨架作用，同时在赤道环和地平环上有度数和方位，通过它可以读出相应的天体赤径和地平方位。里面一重称为四游仪，由架在南北极方向上的两个平行的子午环组成，刻有度数，能沿着轴线方向自由旋转，两环之间夹着一个供观测用的窥管，窥管可以在两环间沿赤纬方向自由转动。转动双环和窥管，可以指向天球的任何一个方向。在赤道环和双环上便能读出入宿度和去极度。

在六合仪与四游仪中间有一个三辰仪，圆径八尺，有璇玑规（赤道环）、黄道规（环）、月游规（白道环）。三规都刻有宿度，相为连接，能沿极轴自由旋转。由于黄白交点是移动的，所以月游规和黄道规并不完全固定。因为大致经 249 个交点月，黄白交点沿黄道退行一周，所以李淳风便设计在黄



道环上打 249 个孔。约每过 27 天，便将白道环沿黄道环向后移动一个孔，这样就能保持黄道、白道的相对位置与天相应的状态。

三辰仪克服了东汉黄道铜仪所不能解决的困难。由于黄道与赤道结合在一起，而赤道环上又刻有二十八宿星分度，观测时只需将三辰仪的赤道环与当时二十八宿的实际方位对准，黄道环和白道环也就自然与天球上的黄道和白道对准了。这样便可同时得到赤道、黄道、白道三种坐标的读数。

在浑仪中增加三辰仪，使我国古代的浑仪观测性能取得了划时代的进步。利用它，可以随时定出任何观测时刻的黄道、白道方位，从而也就可以很方便地确定任何一个天体的赤道、黄道、白道坐标，以及它们之间的相互关系。

梁令瓚的黄道游仪与李淳风的浑天黄道仪大体一致，也是三重。最外面的一重由三个环组成，与李淳风的六合仪相当，所不同的只是用通过天顶和正东正西的卯酉环取代了六合仪中的赤道环。中间一重与李淳风的三辰仪相当，只是黄道环和赤道环不再固接。梁令瓚的设计为赤道环上每隔一度有一圆孔，使黄道环能在赤道环上移动，以模拟当时所理解的岁差现象，这也是黄道游仪名称的来由。黄道游仪中白道环的移动也是一度一格，比李淳风的 249 个孔更为合理。此外，为了便于中天观测，黄道游仪的 4 根支柱安置在 4 个斜角位置。黄道环约每经 82 年移动一对小孔，白道环约每经 19 日移动一对小孔，以适应黄白变点沿黄道西退的交点退行现象。

一行还和梁令瓚共同设计、制造了一件新装置，叫开元水运浑天俯视图，不但可以演示天象，还可以反映时间的流逝。该装置的结构大略为：浑象球体安置在一个开口朝上的木制柜子中，一半在外，一半于内，则木柜上缘可视为地平，柜内还有很多互相交错的齿轮结构。上缘之上立有两个木人，一个每刻击鼓，一个每辰敲钟，皆靠流水操纵，自动自为，可以算作历史上最早的自鸣钟，比西方早 6 个世纪。

开元水运浑天俯视图开始安置在皇宫武成殿前，其新巧珍奇吸引了文武百官前往观看，但没过多久，因潮湿生锈，不能运转，遂收藏于当时的集贤院内。

一行为四海测验的需要，还设计制造了一种专门用于测量各地北极出地高度的仪器，叫做覆柜。它可能是一种平圆形的测角器，沿直径方向照准北极星，再读取铅垂线所指度值，这个度值与  $90^\circ$  分划线之间的夹角就是当地的北极出地高度。这一仪器的设计思想新颖，而且符合科学道理，仪器本身又轻便、灵活，便于携带和使用。它是一行在天文仪器制造方面的又一杰作。

天文仪器铸好后，一行立即开始了一系列认真的天文观测工作。同时，他发起了全国范围的天文测量工作，有计划地委派人员到各地测量北极出地高度，日影长度和昼夜漏刻等数值，为拟议中的新历法问题的计算提供必要的

数据。

一行发起组织的这次四海测验工作，是他的天文测量工作的一个重大成就。这一工作的直接目的，是为计算九服（古代以京成为中心，每 5 百里为一服）晷漏（古计时器）和食差等历法问题服务的。

一行委派人员分别到以下 13 个地点：

第一：铁勒（今俄罗斯贝加尔湖附近），

第二：蔚州横野馆（今河北蔚县），

第三：太原府，

- 第四：滑州白马（今河南滑县），
- 第五：汴州浚仪太岳台（今河南开封），
- 第六：洛阳，
- 第七：阳城，
- 第八：许州扶沟（今河南扶沟），
- 第九：蔡州上蔡县武津馆（今河南上蔡），
- 第十：襄州（今湖北襄阳），
- 第十一：郎州武陵县（今湖南常德），
- 第十二：安南都护府（今越南北部），
- 第十三：林邑国（今越南中部）。

在这些地点进行了北极出地高度、冬至、夏至和春分、秋分晷影长度，以及冬夏至昼夜漏刻长度等的实测工作，取得一批较好的观测成果。这是我国古代第一次大规模的全国性天文测量工作。

这一年，一行还和他的师父、中印度人善无畏一起完成了《大毗卢遮那成佛神变加持经》7卷的翻译工作。

#### 四、世界上第一次测量地球子午线 1°

滑洲白马、汴州浚仪、许州扶沟和蔡州上蔡 4 处的测量工作最重要，也做得最为认真。这 4 处地点是一行等人精心选定的，原因是：

第一：它们都处在平原上，

第二：它们大约都处在同一经度线上。

测量的内容，除了北极出地高度，冬至和春秋分晷影、冬至昼夜漏刻长度外，还增添了用测绳丈量这四处彼此间水平距离的内容。

负责这四处测量工作的南宫说也是一位天文学家。705 年，唐中宗李显复位后，南宫说当时担任太史丞，就奉诏编造新历。到景龙年间（707—710）新历编成，却因睿宗李旦即位而未予采用。新历名为神龙历，因神龙元年岁在乙巳，所以又称为乙巳元历。

乙巳元历的回归年值为 365.2448 日，朔望月为 29.5306 日，它的数据测定都用黄道坐标而不用传统的赤道坐标。为便于计算，乙巳元历首次废除了繁复的分数数据，而一律行用余、奇、小分形式的百进位制。

一行、南宫说等人作出这些安排的主要用意是：验证前人关于地南北距千里，夏至午中晷影差一寸的说法。例如东汉的张衡（78—139）在他的天文学名著《灵宪》中也是这种说法。对测量结果进行了简单计算，一行得到的结论是大约南北相距 200 余里，夏至晷影便相差一寸，从而证实了前人的说法是错误的，测量的目的已经达到了。

一行又对所有的测量结果作了更深入的分析研究，他发现了这样重要的事实：

第一：A 地至 B 地、C 地至 D 地的里差相同，但它们冬至（或夏至）的晷差却不同；

第二：E 地至 F 地、G 地至 H 地的里差不同，但它们冬至（或夏至）的晷差却一样。

这个事实说明了各地的里差和晷差之间并不存在线性关系，这是从更深的层次上否定了前人千里差寸的错误说法，同时也促使一行作进一步的探索。当对各地里差与北极出地高度差之间的关系进行比较分析时，一行得出了北极高度一度，南北两地相距 351.27 唐里（约合子午线 1° 长 131.11 公里）的结论，这比现代的测量结果偏大约 20.17 公里，精度并不高。他们在这四处地点进行测量时，并不知道这个工作巨大的天文学意义，但是，在客观上，他们则是在世界上第一次对子午线 1° 进行了实测工作。

南宫说等人完成这次实测的时间是公元 725 年。

公元 814 年，阿拉伯天文学家阿尔·花刺子模等人进行了同样的工作，时间上比中国晚九十年。

725 年，一行在大规模实地观测和吸收前人研究成果的基础上，开始制定新历。

726 年，一行继续撰写新历，除此以外，还为他的叔祖父张太素撰写的《后魏书》补续《天文志》。今传本《后魏书·天象志》第三、四卷就是出于一行的手笔。

## 五、计算太阳的运行

公元 727 年，一行完成了新历的初稿，取名大衍历。

大衍历全书共计 52 卷，其中包括：

《开元大衍历经》1 卷（新历法本身）

第一章 步中朔术（计算 24 节气和朔望弦晦的平均时间）

第二章 步发敛术（计算 72 候，5 日算 1 候，用鸟兽草木的变化来描述气候的变化）

第三章 步日躔（chán）术（计算太阳的运行）

第四章 步月离术（计算月亮的运行）

第五章 步轨漏术（计算时刻）

第六章 步交会术（日食和月食的计算）

第七章 步五星术（计算五大行星的运行）

《立成法》12 卷（新历法本身的各种数值表格）

《历议》10 卷（对传统历法的得失、演进进行综述和评论的专题论文集）

第一议 历本

第二议 日度

第三议 中气

第四议 合朔

第五议 卦候

第六议 九道

第七议 日晷

第八议 分野

第九议 五星

第十议 日食

《略例奏章》1 卷（关于新历法的理论说明）

以上 24 卷大部分内容收载于新、旧唐书的历史和天文志中。

《长历》3 卷（大约是依新历法推算而得的古今若干年代的日、月、五星位置的长编）

《古今历书》24 卷（可能是对前代 23 家历法连同新历本身共计 24 家历法的异同、疏密进行比较研究的论集）

《天竺九执历》1 卷（关于印度历法的译著及其研究）

后 28 卷的内容已佚而不存。

从大衍历的目录中可以看出，大衍历有对古今中外历法的详细考证、评议与研究，有对新历法立论、数据、表格以及计算方法的详细说明，有依据新历法推算而得的具体结果，构成了十分严谨和完善的有机整体。

从《开元大衍历经》的七章编次法来看，内容系统，结构合理，逻辑严密，在明朝末年以前一直被沿用。

大衍历最突出的贡献是比较正确地掌握了太阳在黄道上视运行速度变化的规律。

中国古代的天文学家一直认为太阳运动的速度是均匀的，他们把黄道等分为 365.25 度，认为太阳每天均速地走过一度。从这里出发，把全年 365 天多均分为 24 个节气，叫做“平气”或“恒气”。

在古希腊，天文学家们却早就发现太阳的运动是不均匀的（公元前 2 世

纪、依巴谷)。

这是因为，中国古代的浑仪主要以测量天体的赤道坐标为主，当用浑仪观测太阳时，太阳每日行度的较小变化往往被赤道坐标与黄道坐标之间存在的变换关系所掩盖。

刘洪(129—210)在关于交食的研究中，发现对交食食时的预推和实测纪录之间的时间差与交食所发生的月份有稳定的关系，但是他没有意识到这是由于太阳运动的不均匀性所造成的。

张子信(6世纪20—60年代)经过30年的观测，发现了太阳运动的不均匀性，他说，太阳在春分后运行的就慢，秋分后就快，他还绘制了我国最早的一份太阳运动不均匀性改正的数值表格。

刘焯在编制皇极历的时候考虑到了这一情况，改用“定气”，以太阳所在位置为准，而不是以均分的时间为准。由于太阳运动速度是变化的，因而两气相隔的日数是不同的。但是太阳在天球上恒星间的视位置是不能直接观测到的，因为白天太阳太亮而看不到其他的星。这就需要通过计算来确定每日太阳的位置和运动速度。为了解决这个问题，刘焯第一个采用多项式内插法，提出了等间距二次内插法公式，成为天文计算的转折点。

但是，刘焯对太阳运动速度在一年中变化规律的认识并不正确，存在着三个大缺陷：

第一：它以春分、秋分和夏至、冬至的太阳的盈缩度相同；

第二：对春分、秋分前两个节气太阳盈缩度的测算存在着较大的误差；

第三：对太阳中心差极值的测算偏大。

一行在大衍历中，对太阳运动的不均匀性现象进行了新的描述，他指出太阳在一回归年内视运动迟疾的总体状况应该是：冬至时最快，后渐慢，抵春分时辰平，后仍渐慢，达夏至时最慢，后渐快，抵秋分时辰平，后仍渐快，冬至时最快，如此循环往复。而且一行还认为太阳运动速度的快慢是渐变的，而不是突变式的。这些都纠正了刘焯以来对太阳视运动迟疾总体规律描述的失误。

但是，一行对若干节气段太阳视运动实际速度的定量描述存在着较大的缺欠，致使大衍历日躔表的平均精度稍逊于刘焯的皇极历。虽然如此，一行毕竟是把对太阳视运动迟疾的总认识引上正确轨道的第一人，后世历家无不循其说，并不断有所改进。

根据一行等人的测算，从冬至到春分，太阳运行365.25的 $1/4$ ，大约91-31度，交了六个节气，共用了88.89日。从春分到夏至，太阳也走过91.31度，共需93.37日。秋分前后的情况和春分前后相同。这就用具体数据表明，每二气之间黄道上的度数相同，而时间间隔是不等的。一行进一步创造了不等间距的二次内插法公式，把刘焯的定气计算又推进了一步，不仅对天文计算有重要意义，而且在世界数学发展史上也具有一定的意义。

一行在阳城(今河南登封)对冬至时刻的测定，做了十分认真的测影工作。

祖冲之(429—500)关于冬至时刻的测定，首创了巧妙的测量与计算方法，并取得相当好的测算结果。一行在测影工作的基础上，依据祖冲之的冬至时刻算法，推求得开元十二年十一月癸未日九十九刻(公元724年12月18日23时45分36秒)为冬至时刻，这一结果与理论值完全吻合。

大衍历对于每年冬至时刻的计算，正是建立在这样准确的测算前提之下

的，所以具有很高的准确度，这也就大大提高了二十四节气时刻等一系列与太阳运动有关的历法问题的计算精度。

一行对于冬至时太阳所在恒星间位置的测算，也做了相当出色的工作。

由于太阳的光芒强烈眩目，只要太阳处于地平线之上，便将背景中的恒星全部隐去，而失去直接判断太阳位置的参照物。人们最早时是当太阳落下之后或升起之前的短暂时刻，通过观测昏旦中星（过子午圈的恒星）来间接推测得知。

后秦时的姜茝首创了在月食时测量月亮在恒星间的位置，由此可知与之正相对的太阳的位置，这样就可以消除在昏旦时进行间接测量由于时刻不准确等原因所导致的误差，得到较为准确的结果。姜茝的这种方法称为月食冲法。

一行利用姜茝发明的月食冲法，得到开元十二年冬至时太阳在赤道斗宿10.5度的结果，这个数值与理论数值的误差为1.9度，这个误差主要是由于二十八宿距度测量的累积误差造成的，而用月食冲法测量的偶然误差仅0.1度。

由于地球绕日自转轴与公转轴倾斜，使地球上日照的倾角发生周期性变化，从而发生季节变化，其变化周期可用中午日影长度的变化度量。然而，中国天文学产生的初期，却是利用季节星象判断季节的。日照倾角的变化为回归年，季节星象为恒星年，回归年和恒星年每年相差不到1分，叫做岁差。由于中国古时的度量系统是赤道式的，而且采用二十八宿入宿度这种以赤径差计量的特殊表达方式，致使古人不知存在差异，发现岁差较晚。

约330年，虞喜（281—356）发现，依照《尧典》的记载，冬至时的昏中星为昴星，而到了虞喜的时代，冬至昏中星为壁9度。这就是说，从帝尧到东晋这段时间内，冬至昏中星已从昴宿，经胃宿14度、娄宿12度、奎宿16度，退行至壁宿9度，合计退行51度。虞喜估计唐尧时代相距2700年，由此可求得约53年岁差1度。

一行应用冬至时太阳所在恒星间位置的测算工作得到的客观结果，又基于对大量的历史纪录的详尽考查，对岁差现象确信无疑。为此，他写成了洋洋万余言的《大衍历议·日度议》，他说：

“古历，日有常度，天周为岁终，故系星度于节气。其说似是而非，故久而益差。虞喜觉之，使天为天，岁为岁，乃立差以追其变，使五十年退一度。”

这段话告诉我们，虞喜曾指出，古历将节气与星度相等同是不正确的，寒暑变化1周不等于太阳在恒星间运行1周。因此便分清了周天与周岁的不同概念，并且求出了二者具体的差数为50年退1度。这个差数便称之为岁差，其含义是，太阳在黄道上运动，经过1岁之后并未回到原处，尚差1/50度（赤经差）。这个岁差概念，与近代所理解的赤道岁差相当。

但是唐初的李淳风和王孝通不相信有岁差。

李淳风由于不相信有岁差，所以在他撰写的《晋书·天文志》和《律历志》中，对虞喜的这个重大发现并未予以记载。

王孝通在公元626年校正傅仁均历时，还根据远远落后于当时天文学发展水平的隋张宾开皇历来指责傅仁均，说他不应该在计算时使用岁差。

一行在《日度议》中驳正了李淳风、王孝通这两位历算名家对岁差现象的怀疑，从而结束了虞喜发现岁差现象以后约400年间的一些历家对这一重

要天文概念的犹疑以至反对的状况，使岁差成为定论。

一行推算得每经 1 年太阳沿赤道西退 36.75 分（3040 分为 1 度），即赤经岁差为每 82.72 年退 1 度（约等于  $42.9''$ ），该值偏小，但却对唐宗一些历法产生了较大的影响。

一行对太阳运动的研究成果还反映在关于每日晷长和昼夜漏刻长度的测算上。在大衍历中，一行列出了阳城二十四节气午中日影长和昼夜漏刻长度的数值表（晷漏表），它们是经由实测，再经一定的推算得到的。这个表与以前不同的地方是，把平气改为定气，而且精度大为提高，他的晷长表的误差是 0.022 尺，漏刻表的误差是 0.5 刻。

一行在晷漏问题上，更主要的贡献是创立了晷漏长度随地理纬度不同而不一样的近似算法，也就是所谓“九服晷漏”算法。

大衍历的九服晷长算法包括以下五个步骤：

第一，先给出太阳天顶距（ $Z$ ）为 1 至 78 度时，8 尺表的各相应影长（ $L$ ）的数值表格（ $Z-L$  表）。这个表格的天文和数学含义应是： $L=8 \times \operatorname{tg} z$ 。根据这个含义可以认为它是一份正切函数表，而且是世界上最早的正切函数表。但是，它不是纯正的正切函数表，而是为解决特定的天文学问题而编制的数值表格，而且它不是由纯数学的方法导出的。这个表中与  $Z < 44$  度相应  $L$  值的准确度较高，而与  $Z > 44$  度相应的  $L$  值的准确度骤减，这可能是由于  $Z < 44$  度相应的  $L$  值是参用了在阳城测影的实际结果，而  $Z > 44$  度相应的  $L$  值是应用某种数学方式或者是经验方法外推得到的。

第二，以某地实测得到的夏至和冬至的影长值为引数，由  $Z-L$  表依一次差内插法反推出相应的  $Z$  值，它就是某地夏至和冬至时太阳午中天顶距的度值（ $Z_1$ ）

第三，在大衍历的晷漏表中还载有阳城在二十四节气时太阳去极度的数值，任意节气与夏至、冬至太阳去极度的差，也就是夏至、冬至两节气时太阳午中天顶距的差（ $Z_0$ ），它不但适用于阳城，而且也适用于其他任意地点。于是，某地二十四节气时午中天顶距的度值  $Z_h = Z_1 \pm Z_0$ 。

第四，以  $Z_h$  为引数，由  $z-L$  表依一次差内插法求得相应的  $L$  值，这就是某地二十四节气时午中的影长值（ $L_h$ ）。

第五，欲求某地任意时日的影长值，由诸  $L_h$  值依一次差内插法计算。

这个五步推法的思路十分清晰，天文和数学意义也是合理的，但是由于  $Z-L$  表、某地实测夏至、冬至影长值、阳城二十四节气时太阳去极度值以及应用一次差内插法等都存在或大或小的误差，所以，一行的九服晷长算法还仅仅是一种近似算法。

大衍历的九服漏刻算法是建立在太阳视赤纬变化和昼夜漏刻长度变化成正比的大胆假设基础上的。已知夏至、冬至时太阳视赤纬的差是  $47.8^\circ$ ，某地夏至、冬至时昼（或夜）漏刻值（ $k_1$ ）可由实测得到，二者的差为  $K_0$ ，又已知夏至、冬至时太阳午中天顶距之差（ $Z_0$ ），那么某地二十四节气时

昼（或夜）漏刻值  $k_n = K_1 \pm \frac{K_0 Z_0}{47.8^\circ}$  由于这种假设带有比较大的偏差，所以，一行的

九服漏刻算法也只能是一种近似算法。

## 六、日月食、五星运动的计算

一行还创立了九服食差的计算法。所谓食差是由月亮视差引起的月亮视位置、真位置同黄白交点之间的度距差。月亮视差的大小因为月亮天顶距的不同而异，而天顶距的大小与地理纬度有关。也就是说食差的大小与地理纬度有关，九服食差计算法就是因为这个原因而提出来的。对于这个问题，大衍历的算法，是分别以某地夏至、冬至及定春分、秋分午中影长的实测值为引数，由晷漏表依一次差内插法反推出与它相应的日期和时刻；又以这些日期和时刻为引数，由阳城二十四节气食差表也依一次差内插法求出相应的食差值；以此分别作为某地夏至、冬至及定春分、秋分时的食差值；在这个基础上，再依近似方法求得该地任意时日的食差值。这个算法在大的原则上并没有错误，但是由于在某地和阳城测影以及阳城二十四节气食差表本身存在误差，而且一次差内插法的应用和由某地夏至、冬至食差等推演出来的食差值都是近似值，所以一行的九服食差的计算方法也还是一种近似算法。

在我国古代的传统历法中，关于晷长、漏刻和日食等的推算一般仅限于某一地点有效，例如在京师地区等。一行大衍历中创造的九服晷长、昼夜漏刻和食差计算法，就是力图打破这种局面，使历法适用于全国各地，这种大胆的尝试大大扩展了历法的普适性，这在我国古代历法史上是一个划时代的创举。

关于阳城二十四节气食差，大衍历是用表格的形式分别给出各定气的二十四个食差值，这种食差表也是一行首创的，它实质上是反映太阳处于黄道不同位置时对月亮天顶距大小的影响，而造成的食差各异的状况。这个食差表的误差是  $2^\circ$  左右。阳城二十四节气食差和九服食差与各地日食食时、食分等的预报有关，它们对于日食预报质量的提高是大有裨益的。

一行对于月食的研究，也取得了很大的进展。他在大衍历中，给出了一个十分简捷的月食食分（g）的计算公式：

$$g = \frac{3523.9339 - B}{183}$$

B 为月亮距黄白交点的日分值。这个计算公式不但符合现代关于月食食分的定义，而且隐含有特殊的天文学意义。由这个计算公式推算大衍历所取必定发生月全食的食限值：

令  $g=15$  代入上式：

$$15 = \frac{3523.9339 - B}{183}$$

$$15 \times 183 = 3523.9339 - B$$

$$2745 = 3523.9339 - B$$

$$B = 3523.9339 - 2745$$

$$B = 778.9339 \text{ (分)}$$

乘以月亮每日平均行度  $13.3687^\circ$ ，

$$778.9339 \times 13.3687^\circ = 10413.3333^\circ$$

除以日法 3040，

$$10413.3333 \div 3040 = 3.4254384^\circ$$

再化为  $360^\circ$  制

食限制为  $3.36^\circ$ ，与理论值之差为  $0.55^\circ$ ，其精度比以前大有提高，而



且对后世的一些历法产生了重大影响。大衍历的月食食分计算公式成为以后绝大多数历法所承用的基本形式。

一行对于五星运动也有独到的研究。

第一：一行最早提出了五星运动的轨道与黄道并不重合，五星运动的轨道与黄道之间存在着一定的夹角，而且给出了计算五星位置在黄道南或北的具体方法。

第二：他最早提出了五星近日点进动的概念，并给出了五星近日点每年的进动值（ $\lambda$ ），见表 1

星名	进动值 ( $\lambda$ )	与理论值之差
木星	39.9	18.1
火星	37.4	28.9
土星	26.8	43.7
金星	35.6	15.1
水星	159.7	103.7

表 1

在此基础上，一行建立了计算五星近日点黄经的方法：已知某年五星近日点黄经为  $\lambda$ ，N 年后五星近日点黄经则为  $\lambda + \lambda \cdot N$ 。据此推算一行得到了 728 年五星近日点黄经，见表 2

星名	近日点黄经	误差
木星	345.1 °	8.9 °
火星	300.2 °	12.5 °
土星	69.9 °	16 °
金星	260.1 °	146.3 °
水星	286.6 °	228.9 °

表 2

第三，他最先编制了以五星近日点为起算点，每经 15° 给出一个五星实际行度与平均行度之差的数值表格。

北齐张子信曾发现五星运动的不均匀性，但是自张子信以来，人们采用的都是每经一个节气给出一个相应数值的初始方法。一行的数值表格取代了这种方法，并对五星运动的不均匀性的描绘给出了更加明晰的天文意义。经对这个数值表格的分析可以知道五星盈缩的最大值，见表 3

星名	盈缩最大值	误差
木星	239.5	79.6
火星	377.5	256.7
土星	507.6	95.3
金星	77.0	26.3
水星	192.0	1220.1

表 3

其中木、土二星数值表格的总体误差分别为 70.6 和 59.4 。上面各数值的误差都是比较小的，只有土星近日点黄经值等少数数值精度较高，这说

明一行只是初步认识了五星运动的规律。但是，他的3项创新为以后历家的进一步探索开拓了正确的方向，标志着我国古代对于五星运动的研究进入了一个崭新的时期。

一行还十分注重探求用新的数学方法去描述由实测得知的日、月、五星运动以及交食等的客观状况。刘焯曾经首创了等间距二次差内插法，等间距二次差内插法可以概括为：

$$T = T_0 + \frac{T}{\tau} \cdot \frac{t_1 + t_2}{2} + \frac{t}{\tau} (t_1 - t_2) - \frac{t^2}{2\tau^2} (t_1 - t_2)$$

欲求任一时日月亮的极黄纬值，上式的T即为该值的10倍。t系指该时日与最临近的一次月亮过黄白交点时刻之差， $\tau = 7356366$ （“交法”）， $T_0$ 为该日的月亮极黄纬值， $t_1$ 和 $t_2$ 分别为该日后相邻两日的 $T_0$ 值之差。 $T_0$ （“衰积”）、 $t_1$ 和 $t_2$ （“去交衰”）均可由月亮入交去黄道表查得。

由上式要求任一时日太阳实行度与平行度之差T，式中的t系指某节气初月与所求时日的间距。 $\tau$ 为一节气的日数，对于秋分后到春分前的各节气，

$$\tau = \frac{16}{11} \times 10 = 14.54 \text{日}; \text{对于春分后到秋分前的各节气, } \tau = \frac{17}{11} \times 10 = 15.45 \text{日}.$$

它们分别是秋分到春分和春分到秋分的每一个定气日数平均值的约数，其准确值应分别为14.76日和15.68日。 $T_0$ 指节气太阳实行度与平行度之差。 $t_1$ 和 $t_2$ 分别为某节气后相邻两节气的 $T_0$ 之差。 $T_0$ （“衰总”）、 $t_1$ 和 $t_2$ （“躔衰”）均可由日躔表查得。

由上式还可求因太阳运动不均匀导致的平朔到定朔的改正值T等。

一行发展和完善了刘焯的等间距二次差内插法，发明了不等间距二次差内插法，这一方法适用于以定气为基准的数值表格的计算。

一行还进行了三次差内插法的探索，给出了近似公式，可惜没有获得最后成功。

一行对于黄赤道宿度变换、黄白道宿度变换等的算法，也作了新的测算与归纳，其中黄白道宿度变换法的精度比前人高出许多，对后来产生了较大的影响。

## 七、一行天文活动的思想特征

一行对恒星位置进行过十分认真的观测。他对二十八宿距星去极度测量的误差约为  $1.6^\circ$ ，这比旧测值的误差（约  $3.5^\circ$ ）大为降低。

西汉的落下闳测定的二十八宿赤道距度（赤经差）的误差为  $0.48^\circ$ ，一行测定的误差为  $0.56^\circ$ ，误差稍微大了一点，但由于落下闳的测定值已经过去了 800 年，如果继续使用，误差比  $0.56^\circ$  会更大，所以，一行的测定值取落下闳的测定值，还是具有较高精度的。

一行在对二十八宿距星去极度的新、旧测值进行比较时发现：从牛宿到井宿，除了女宿是古小今大，危宿是古今同度外，其余各宿都是古大今小；从鬼宿到斗宿，除鬼宿是古今同度外，其余都是古小今大。用现代的岁差理论推算，结果是，从牛宿到井宿是古大今小，从鬼宿到斗宿是古小今大。也就是说，一行的观测结果和由分析所得到的结论基本上是可信的。

一行在对二十八宿距度的新、旧测值比较时，也发现了斗、虚等六宿是古今不同度的。

一行对文昌、北斗、天关等 20 多个星官的入宿度或去极度也进行了测量，也发现了古今不同的现象。由这些发现，他得出了星宿位置古今变化的重要结论，这个结论的意义和影响都很大，到宋元时期，更频繁地进行了恒星位置的测量工作。

一行从事天文活动有几个明显的思想特征：

第一：他十分注重观测实践，特别是直接的、第一手的实践结果，为了达到这个目的，他从新天文仪器的设计制造开始入手，仪器铸成了以后，他就充分利用仪器进行勤勉和精细的测量工作。他还十分珍视前人观测实践的间接成果，尽量详尽地收集和整理前人关于交食、晷影、五星、冬至太阳所在宿度等等的记录。他的一系列天文数据表格、数学方法的厘定，都是以这些古今观测结果为准绳的。

第二，他十分重视接受天象的检验，强调历法必须要“有验于今”而且也要“有证于古”。他对于冬至时刻和回归年长度等的确定，是接受了从春秋以来冬至、夏至的日影测量结果“凡三十一事”的校验；与交食有关的各天文数据和计算方法，则接受了从汉武帝元光年间（前 134 年—前 129 年）以来“日食有加时者凡三十七事”，以及古史所记载的“月食九十九事”的检验；对于五星运动，就利用了“史官所记岁星二十七事，荧惑二十八事，镇星二十一事，太白二十二事，辰星二十四事”，加以校算；对于赤道岁差，一行更是遍考帝尧以来的有关记载，详细地予以验算。他正是以接受天象的检验作为立数、立法的根本，而且也作为判别立法优劣的依据。

第三，一行善于吸收前人的研究成果，他曾对先秦的天文遗产，以及“太初（历）至于麟德（历）二十三家之众义”进行广泛、深入的比较研究，吸取其精华，为大衍历的编制奠定基本的模式。他还曾经对印度的天文历法知识给以足够的重视，从中获取新思想和新概念，大衍历中关于太阳、五星运动的某些创新，也许就曾经受到了这种启迪。

第四，勇于创新。一行并不满足于原有的结论，他善于发现疑点，提出问题，而且还敢于提出新的结论或解决问题的新方法，这些都是以对翔实的客观素材的深入研究作为前提的，譬如关于太阳运动不均匀性的新描述，赤道岁差的考定，九服晷漏和九服食差的新算法、对五星运动的很多新认识，

新数学方法的探求，恒星位置的古今变化，子午线  $1^\circ$  的长度的概念和数值，等等问题，都是这样去做的。一行对于印度的天文学，也是经过实践，谨慎地加以鉴别和证实，最后赋予了它们新的形式和新的内涵，把它们纳入了中国传统的天文历法体系当中去。这些都是一行天文学思想的主导方面。

一行作为一名佛教徒，他的天文学思想必然有其消极的一个方面。

西汉的董仲舒创造了天人感应学说，认为人如果做的坏事太多，天就会惩罚他。一行对于日、月、五星的运行是合乎常规的，是可以用法加以预推的，但是他又认为人间政治的清明或者腐败，教化高尚或者堕落，都将会使日、月、五星的运动突然的加速或者减速，这就是所谓日、月、五星的失行之说，是历法不能推知的。这是一行把董仲舒的天人感应学说引入到天文历法领域造成的恶果。日、月、五星的失行之说为历法的失误提供了主观的、随心所欲的辩护，它阻碍了人们对日、月、五星的运动规律精益求精的探索，对一行的天文历法工作也产生了巨大的不良影响。

一行还把所谓的大衍之数作为历法必须与它吻合的又一个根本原则。对于一系列天文数据必须由神秘的大衍之数的简单加减乘除来推演而定，这在实际上影响了由实测而来的天文数据的本来精度，动摇了大衍历的客观基础，给大衍历蒙上了一层神秘的、主观随意性的色彩。

总的说来，一行的大衍历用众多的创新极大地充实了传统历法体系的内容，对后世的历法产生了巨大的影响，作为一代名历载入史册。

一行本人更以他对天文仪器制造、天体观测、历算等多方面的重大贡献，在中国天文学史上占有重要地位。

## 八、一行与瞿昙悉达

一行在把大衍历的初稿写出来的当年，也就是公元 727 年的农历九月，由于积劳成疾，病情危重。过了几天，感觉好了一些，就随同唐玄宗到了新丰（今山西临潼）。

十月八日，一行的病情再次加剧，于是在新丰圆寂，唐玄宗赐予一行以大慧禅师的谥号。

一行去世后不久，唐玄宗为了使新历法能及时颁用，诏令特进张说（667—730）、历官陈玄景和善算赵升等人依照一行新历法草稿的原意，稍作润色补充，汇辑编次成书，并作序。

728 年，张说等把新历法整理成定稿上呈给唐玄宗。

729 年，大衍历才正式被唐玄宗颁行全国。

一行的中国历法，曾受到印度历法的影响。

天竺人瞿昙罗曾在唐朝担任太史，高宗颁行《麟德历》时，瞿昙罗上《经纬历法》九卷“诏与《麟德历》相参行”。又于武则天圣历年间受诏作光宅历，但因为与传统历法不一样而没有得到颁行。从经纬历的名称来看，知道这种历法是用黄道坐标计算的，这种历法“有黄道而无赤道，推五星先步定合”，正反映出印度历法的特点。

瞿昙罗的儿子瞿昙悉达（670—730），继承了瞿昙罗的专长，在青年时代就进入太史监做天文工作，于公元 712 年奉敕主持修复北魏天文学家晁崇于公元 412 年制造的铁浑仪，这时他已担任银青光禄大夫行太史监门官。

718 年，瞿昙悉达奉敕翻译《九执历》。《开元占经》也是瞿昙悉达奉敕编修的，其中载有“见行麟德历”和神龙（705—707）以前所有历法的积年日法，成书年代大约在 718—728 之间。

公元 733 年，瞿昙悉达的第四子瞿昙湜、陈玄景等曾经控告大衍历剽窃《九执历》的成果。

在一行 52 卷的大衍历中，确实有《天竺九执历》1 卷，这一方面说明一行善于消化和吸收国外天文学的研究成果，另一方面说明瞿昙湜等人的控告并非毫无根据。

其实，《九执历》并不是简单的译作，而是依据印度历法的法数重新编纂的，文中也已汇入中国历法的特点，例如在求积日章中有求干支的方法，这就是中国历法所特有的。《九执历》还有显庆二年（657）和开元二年（714）两个历元，开元二年这个历元是在中国行用过程中改定的，它的测定年代是在公元 665 年以前。《九执历》朔望月为 29.530583 日，回归年为 365.24669 日，恒星年为 365.2762 日，朔望月和回归年的精度大致与何承天（370—447）的元嘉历（443 年完成）相当。

《九执历》的回归年、恒星年、朔望月和恒星月的数值，比唐朝麟德历、大衍历都粗疏，而且测定的年代比较久了，所以预报交食不如大衍历和麟德历准确。但是，《九执历》引进了许多西方天文学的概念和计算方法，有些概念和方法是比较先进的。例如：

第一：《九执历》曾引进 10 个印度数字，这些数字都是一笔写成，书写方便，如果把它引进中国历算，对于中国历算的发展将是很有利的。

第二，《九执历》也引进了周天 360 度和 60 进位的圆弧度量单位，后人曾经评价说：“以整度驭零分，运算最便。”

第三，《九执历》引入以日月视径和地影径推交食的方法，再有推月视径大小变化的方法，也就更为精密。

第四，《九执历》推算交食时引进了黄平象限的概念，指出地平经纬随方而变迁，叫做随方眼，用来判断各地不同时分，又以黄道周分各节而记时，叫做断节著，这是中国天文学家还没有认识到的。

第五、《九执历》所用的太阳远地点的位置、黄白交点的运动周期以及月行迟疾大差、日行盈缩大差都比当时的汉历精确。

悉达的《开元占经》记载了《九执历》的内容，不但为研究古代中印文化交流提供了珍贵的资料，同时也为研究印度天文学史提供了难得的一份历史文献。

《开元占经》共 120 卷，约 60 万字，杂采自上古以来各家天文星占等书达 300 多种，辑录汇编而成。

编纂《开元占经》的主要目的是为星占服务，但它所包含的内容大大超出了星占所需要的范围。这实际上是我国古代天文学的一座重要宝库，为保存我国古代天文资料做出了无可估量的贡献，它的主要成就有：

第一：汇编了各家星占的原始文献，包括天、地、日、月、五星、二十八宿的占文。

星占本身虽然属于伪科学，但是古代天文学往往都是和星占术交织在一起的，天文学往往寓于星占术之中，由星占术可以推知当时天文学的发展水平。由于星占的需要，促使人们去观察天象，认识星座，观测它们的位置；观察和探讨日月五星运动和交食的周期；观察这些天体的运动速度及其方位的变化，由此促进了天文学的发展。中国古代的天象纪录，都与星占有着密切的关系。它为古代天象记录提供了丰富的源泉。

第二：保存了中国最早的恒星位置的观测记录。

《开元占经》系统地记载着中国二十八宿古今距度的不同数值，为研究中国古代二十八宿分度的起源提供了十分珍贵的资料。

战国时魏国人石申夫（公元前 4 世纪中期）写的《石氏星纪》中编制了世界上最古老的星表，但石申夫及其学派的著作早已散失，《开元占经》记载了石氏中官 62，外官 30，加上 28 宿，共计 120 座，同时给出了石氏星表这 120 座的 121 颗星的入宿度和去极度，是保存《石氏星经》121 颗恒星赤道坐标的唯一文献，使得世界上最古老的星表能够保留到今天。

第三：系统地记录了甘德（与石申夫同时）、石早夫等三家星表的星名和星数，为人们具体认识三家星表提供了最详细的资料。

第四：系统地辑录了中国古代有关天文学家对于宇宙结构和天体运动的理论，为我们研究古代宇宙理论提供了条件。

第五：系统地记载了中国有史以来直至神龙历所有历法的上元积年日法及其他主要天文数据，为研究中国古代历法提供了一份十分珍贵的历史文献。

第六：系统地记载了麟德历的全部内容，由这些记载可以校正新旧《唐书》所记载的麟德历的错误，同时还补足了推入食限术、月食所在辰术、日月食分术等没有记载的部分，使得麟德历的文献更加完备。

第七，辑录了大量的古代文献资料，这些著作后来大部分都失传了，很多古代文献，只能通过《开元占经》得知其大概内容，其中以东汉以来的纬书资料尤其珍贵。

在唐代初年编写《隋书·艺文志》时，还有纬书 81 篇，《开元占经》中引用 370 多种，现在纬书几乎全部散失了。纬书中往往含有某些科学的知识，《开元占经》保存纬书大量的内容，是一项重要的贡献。

第八，载入《九执历》。

由于《开元占经》是用于星占的，唐朝政府害怕把它流传出去对自己不利，一直作为秘本，严禁在社会上流传。到宋代时已经失传，直到 1616 年，才由安徽歙县道士程明善从古佛腹中发现。随即刊刻发行，才得以流传。

在浙江天台县城北的天台山国清寺，有两处一行遗迹。他为修订《大衍历》，曾到国清寺居留，向寺僧求教数学。后人在寺前七佛塔后建墓纪念。墓前立碑，上题“唐一行禅师之塔”七字。又传他到寺时，正值北山大雨，因而寺门前东山涧中水位猛涨，向西山涧中倒灌。今寺外丰干桥侧有石碑一方，上书“一行到此水两流”七字。

