

## 艰涩的中世纪

### 科学成了神的婢女

目前“中世纪”这个词对有些人来说也许还不太熟悉。历史上，中世纪是一个相当长的历史时期，它大概包括两个方面的意义：

一是政治上的，一般是指欧洲的封建制时期，也就是从公元 476 年西罗马帝国灭亡到 1640 年英国资产阶级革命这段时间。

在科学史上，中世纪这段历史一般是指介于古希腊、古罗马文明结束和欧洲文艺复兴之间的欧洲历史，又主要指西欧和中北欧地区的这段历史。它在时限上相当于政治历史方面的时限，但要稍短一些。

提起欧洲历史上的中世纪，它还有一个代名词，那就是“黑暗时代”。为什么说它是黑暗时代呢？从下面的比较中，即可以看出这种说法的确有它的道理。

在中国，从公元前 11 世纪商王朝建立到公元前 221 年秦始皇统一中国，这期间社会基本上是逐渐发展的，没有发生过历史的停滞或倒退。

在这一时期，尤其是春秋战国时期（前 770～前 221）是中国历史发展的一个相当繁荣而迅速的阶段，这就相当于希腊的繁荣发展时期，它们是同阶段的。

在这以后，中国社会进入封建制时代，社会经济和科学文化都依然渐进地发展着。中国的政治、经济、文化、科学都走在世界的前列，成为强盛的封建大帝国。

但欧洲科学的发展则是另一番景象。从罗马帝国建立开始，科学文化就处于每况愈下的境地，到公元 5 世纪，由于捐税日增，生产衰退，对外战争不断爆发，终于导致 476 年罗马帝国灭亡。

如果说，罗马帝国时期，科学虽然衰退，但依然存在的话，那么，罗马帝国灭亡之后，科学就死了。这话虽然有些过分，但有它一定的道理。

那么，究竟是什么原因，致使科学无立足之地呢？

欧洲封建社会的特点是基督教统治了整个社会生活和人们的思想，任何违背宗教教义的言行，都被视为异端邪说而遭到镇压。

早期的基督教斥责社会上一切不平等的现象，反对贫富不均，主张人人平等，财产公有。但有些观点为统治者所不能允许，因此，早期的基督教是非法的。

但受苦的人为了寻求思想上的解脱和精神上的安慰，还是源源不断地拥进了宗教的大门。后来，一些奴隶主和有钱有势之人也皈依基督，这就使它逐渐变质。

有权势的人加入教会后，逐步取得了基督教教会的领导权，他们设法剔除了教义中反映奴隶和被压迫人民愿望的内容，宣扬贫富、有权和无权都是上天安排的。

到了 4 世纪，经过改造的基督教已经成为一股十分强大的社会势力。统治者们都清楚地认识到了这一点。

4 世纪末 5 世纪初，日耳曼人南下与罗马起义的农奴结合起来，推翻了罗马统治，建立了许多封建割据的小国。

封建统治者认识到基督教的强大，必须用教会势力为自己的封建统治

服务。而教会也懂得要保存和发展自己的势力，必须要和封建统治者结合。

于是，统治者们和教会一拍即合，基督教又和封建势力结合起来。封建统治者在坚持王权至上的前提下，承认宗教的神圣。

这时，教会神父可以把天堂、人间与地狱三位一体地集中到自己身上，成为上帝的代表而主宰人间的一切。整个欧洲笼罩着一片黑暗，科学无处藏身。

希腊时代人们对生活的乐观态度和罗马时代那种追求物质享受的倾向一去不返，剩下的只有对现存世界和人本身的原罪心理，即人生来就是有罪的。

人人都在期待着天国和末日审判的来临，一切欲望都被禁锢，只有在基督面前的无尽忏悔和对教会指令的绝对顺从。

一位主教曾说：“讨论地球的性质和位置，决不能帮助我们实现从来世的希望。”因此，一切不符合教义的主张均被敌视。

在这种历史条件下，科学与文化，思想与言论会遭到什么样的命运，就可想而知了。由于人们独立地自由地思考被认为是不能容忍的，科学与文化成了多余的东西。

公元 415 年，女科学家希帕西亚被基督教暴徒残忍地杀害，她是罗马时代最后一位数学家。公元 529 年，乌斯的涅皇帝封闭了雅典最后一所哲学学校。文化被毁灭，科学遭扼杀，人类淹没在无知和荒蛮中。

这个时期的欧洲，像一池污水，疾病与灾荒更迭而起，无数生命被夺走了。然而人们还是认为，疾病与死亡是由于对上帝不虔诚而受到的惩罚。

因此临死的人没有怨言，只求早日进入那向往已久的天堂，早日同上帝在一起，这才心安理得。

有一位伟人说过，欧洲的中世纪，哲学和科学成了神的婢女。这就是说：在当时，所有的思想、所有的知识都必须为基督教教义服务，不能越雷池半步；否则就是异端，就要受到上帝的惩罚。

这个时期，数学死了，基督不需要数学；天文学死了，天文学成了一种可笑的迷信，用它来占卜人的未来；医学死了，医学被符咒和巫术取代。

## 神学的天下

到了 8 世纪，教皇实际上取得了世俗政权的最高权力，基督教会成了欧洲最大的政治力量。在教会的摧残之下，学术没有了生机，科学只存在教义之中。

基督教早期的宗教哲学是教父学，也就是神学。教父学是对《圣经》加工而成的，他的基本观点是：信仰上帝才是唯一正确的信仰，上帝具有圣父、圣子、圣灵三位一体的神格，是万古长青的。

教父学严重禁锢着一切有价值的科学思想，宣扬人们的理性认识要服从信仰，而信仰完全来自上帝的启示，因此，一切言行都要以《圣经》为准。

教父学从一开始就把科学研究和科学认识的道路全部堵塞了，教父学是愚昧、自卑、顺从、屈辱和荒唐的哲学。

教父学的代表人物是德尔图良（160~230）和奥古斯丁（354~430）。

德尔图良生于北非的迦太基，从小受到较好的教育，学成后先是用拉丁文撰写神学著作，著有《辨惑篇》、《论异端无权存在》，被后世称为“拉丁教父的创始人”。

德尔图良认为，上帝并不是用物质的东西造了世界，物质不过是上帝用“无”创造出来的。上帝用一种“逻各斯”造出万物和世界，于是，“逻各斯”转成肉体出现。

他还极力宣扬蒙昧主义和信仰主义，贬低人的理性，反对自然科学。他说：只有对上帝的认识才是真理，而要认识上帝就要靠信仰，否则任何科学研究不仅是无用的，而且是对上帝的亵渎。

教父学稍晚一些时候的代表是奥古斯丁，他把教父学进一步系统化了。

奥古斯丁生于北非的塔加斯特，他的母亲是个虔诚的基督徒，他从小就接受了母亲的信仰。

奥古斯丁潜心研究基督教，并于 396 年担任了非欧的希波主教，他著有《忏悔录》、《教义手册》、《上帝之城》、《三位一体》等神学著作。

奥古斯丁的书籍被后来的基督教徒们奉为经典，他本人也成了教父学的最高成就者。他于 430 年去世，共干了 34 年主教。

他认为，世界上永恒的完美的东西是上帝，上帝不存在时间之中，上帝创造世界之前没有时间，从创世之日起才有了时间。

此外，他还论证和发展了德尔图良的“圣父、圣子、圣灵三位一体”说法。他说：这三者不是三体是一体，不是三个神，而是一个神，这就是全知全能的上帝。

奥古斯丁还说：自从上帝造人时就造了两座城，一座是上帝之城，另一座是人世之城，上帝之城是幸福的天国，而人世之城是罪人和魔鬼生活的地狱。

因此，人们要想死后到上帝之城过永恒的幸福生活，就要服从上帝的意志，人民要服从君主，奴隶要服从主人，任何反抗都会增加罪过。

奥古斯丁关于知识是这样阐述的：“知识就是关于上帝的学问，无论天上地下还是人间，上帝主宰着一切，安排着一切。

“人们只要了解上帝就行了，用不着去研究自然，研究自然会使人陷入理智的傲慢，会亵渎上帝。因此，没有知识的虔诚教徒比有自然知识的人要好得多。”

奥古斯丁认为理性是有的，理性只是为了理解信仰，领悟天意，解释信仰；信仰先于理性，高于理性，理性要为信仰服务。奥古斯丁从理论上把科学全部排除了。

教父学把信仰当科学，反对研究自然和自然规律，从而严重地阻碍了自然科学和人类整个认识的发展，使欧洲南部早已存在的古希腊和古罗马的自然科学知识被抛弃，被蔑视，科学之光荡然无存。

## 经院哲学的产生

教父学经过发展，逐渐发展成为更有系统的经院哲学。经院哲学是教会和封建统治者的指导思想，是自然科学的精神枷锁。

经院哲学的学术来源于《圣经》和教父学，它产生于 9~10 世纪，发展于 11~12 世纪，13 世纪达到全盛时期。经院哲学全盛时期的代表人物是托马斯·阿奎那。

经院哲学用《圣经》的教条去论述哲学命题，所研究和争论的问题绝大部分是十分荒谬的。例如，上帝的花园中的玫瑰花，枝干上是不是有刺？天

使们是站着睡觉？还是躺着睡觉？亚当和夏娃被上帝造出来的时候，有几岁？有多高？等等。

当然，这些荒谬的争论，如果出现在现在，一定会被认为是神经出了毛病。可是在中世纪时期，它毕竟使人们的思想在教会愚昧的禁锢中，稍为活跃了一些。

经院哲学的内容十分庞杂，大量的引经据典，空洞无比，完全脱离了实际。因此，人们又把中世纪的经院哲学的教条文章叫“繁琐哲学”，或“空洞哲学”。

在经院哲学的统治之下，自然科学只能在宗教信仰规定的范围内活动。真理就是上帝。上帝就是真理，而真正的科学认识和科学研究被窒息了。

可以这样说，在科学上，中世纪的基督教确实没有留下什么，只留下迫害自然科学家的可耻纪录。

再说在经院哲学的内部，也同样存在着对立面的斗争，主要表现在唯名论与实在论的斗争，这一斗争持续了数百年。

唯名论是把一般概念只看成是个别事物的总的名称而不是实体的一种见解。实在论也叫唯实论，是把反映个别事物共同属性的一般概念看作是实在哲学见解。

他们之间的焦点是一般与个别的关系问题，实际上是唯物主义和唯心主义的斗争的一种体现。

唯名论认为，个别是可以被感受的真实的东西，而一般则是表示个别事物的名称，概念或符号，个别先于一般。

实在论者认为，一般先于个别而存在，是独立于个别事物的客观实在，个别是从一般中产生的。

早期的唯名论的代表人物是罗瑟林（1050～1124）和比埃尔·阿伯拉尔（1079～1142）；实在论的代表人物是安瑟伦（1033～1129）。

罗瑟林是法国人，他从唯名论出发，反对宗教经典中圣父、圣子、圣灵“三位一体”的说法。他说，一个人不可能又是父亲，又是儿子，又是灵魂。它们是三个实体，不可能是一个神。

由于他的观点触犯了宗教的经典，被斥为异端，因而在1092年受到教会传讯。他因受教会的迫害而逃往英国。

唯名论的另一位代表人物是法国人比埃尔·阿伯拉尔，他坚决斥责实在论。他认为概念和实物是分属不同领域的，只有个别事物才是真实存在的。

他曾建立了一所学校，招收了许多学生，是一位深孚众望的教师，著有《是与否》、《基督教神学》等。

但是，因为他的观点与正统的教会观点不同，所以多次受到教会的迫害，被判处终身禁止发表言论，监禁于修道院中。

比埃尔在《是与否》中，对教会提出了158个问题，对上帝的存在与上帝是否全知全能都提出了怀疑。

他力图在唯心主义的框架下，反对教会的权威，冲破教会的束缚。这对以后人民反封建和争取思想解放的斗争是有积极意义的，对科学的发展也是有利的。

而对科学处于不利的实在论，则是宗教神学的辩护人，它的第一个代表人物，也是最后一个教父和第一个经院哲学家，是正统派的代表安瑟伦。

他著有《独白》、《斥愚人书》、《论道》等。他极力为基督教教义作

论证，使奥古斯丁的观点更系统严密化，因此，被宗教界誉为“中世纪的奥古斯丁”，“最高神学家”。

他发挥了奥古斯丁的信仰高于一切的观点，认为基督教信条是不容怀疑的，圣父、圣子、圣灵三位一体的教义，首先是信仰，然后是理解。

他认为研究自然科学只能更加增加人们的罪恶。所以安瑟伦的实在论只是神学唯心论的变种，是压制科学，压制自由思想的一根棍子。

到了中世纪的后期，广大人民对宗教越来越怀疑，探索自然和自然科学的愿望也越来越强烈。科学和宗教的两军阵线也越来越明朗化了。

这一时期，自然科学虽然不敢公开宣称脱离教会，但开始了悄悄地独立研究，并取得了一些成果。

但宗教为维护自己的统治，除了加紧对自由思想的镇压，再就是力图使自己的理论趋于成熟，并且捧出了自己的神学权威，这就是托马斯·阿奎那（1225～1274）。

阿奎那出身贵族，从小受到了较好的教育，14岁就上了大学，系统地学习了神学，后来当上了大主教，很受教皇的器重。

阿奎那的主要著作有《神学大全》、《反异教大全》等。他根据教会的情况和各方面斗争的实际，对经院哲学进行了一些改良。1323年，被封为“圣徒”，1567年，又被教会命名为“天使博士”。

他认为，由神创造的人最大的幸福在于利用智慧来默念神，而不是制造异端。他提出了论证上帝存在的5条理由，即：

- 1.人意识到事物总是运动的，但运动需要一个推动者才能运动，最原初的推动者就是上帝；

- 2.世界上有一系列的因果关系，最原始的原因就是上帝；

- 3.世界上的事情总有一系列的必然性，最原初的必然性的存在只能是上帝；

- 4.世界上的真、善、美有层次的不同，有高低强弱之分，程度最高的绝对的真、善、美就是上帝；

- 5.世界的变化是有目的性的，目的的最终原因也只能是上帝。

阿奎那认为，上帝创造的世界分为许多层次和等级。这个等级系列的最高处是非物质的天使；天使以下是人类；人类之下是动物；动物之下是植物；最低级的是物质四元素水、火、土、气。

阿奎那还说，人们在认识世界时要获得超自然的知识，只能靠信仰和神的启示。这种启示性的真理就是神学。它高于自然的真理即哲学和科学，哲学和科学都要为信仰服务，都是神学的婢女。

阿奎那是最高的一位神学家和经院哲学的代表人物，他把基督教理论发展到一个新的阶段，是集经院哲学之大成者，阿奎那的体系，成了宗教神学反对科学进步的指导思想。

如果我们把这个时期的人们打个比方的话，那么这时的人们如同八九岁的少年刚刚脱离极幼稚的童年，朦胧中还带有幼年的童贞。

### 唯一有成就的人

就在人类处于这样的发展时期，出现了一位眼界超过一般人的早熟人物，他就是罗吉尔·培根。

他不像别人那样轻信与盲从，敢于从反面提出问题，追究事物的根源，在他身上可以看到中世纪欧洲醒来的一丝曙光。

罗吉尔·培根的一生并不像阿奎那那样，受到统治者的器重，还得到那么多的荣誉，可以说，培根的一生是悲惨的。

他一生的悲剧，一半是内心的悲剧，一半是外在的悲剧；一半是由于当时学术环境中他的思想方法的必然局限性所致，一半是由于教会权威对他的迫害。

但值得一提的是，在中世纪欧洲，罗吉尔·培根是在精神上，接近他以前的阿拉伯人或他以后的文艺复兴时代的科学家的唯一的有成就的人物。

培根在 1210 年左右生于英国伊尔彻斯特附近的索墨塞特，家中似乎十分富有。他在牛津大学读书，学习神学。他是林肯郡主教罗伯特·格罗塞特的学生。

19 岁时，培根已经显露出出色的才华。在牛津大学毕业后，他又到巴黎大学学习，获得了神学博士学位。

1233 年，他成为一名牧师。在巴黎时，培根醉心于研究阿拉伯学者的著作，一些异教徒学者的著作对他后来一生影响很大。

作为牧师的培根当然要替教会做事，但这却不能遏制他对科学的兴趣，后来他成为法国的修道士，但他无法放弃科学。

培根认为，有一种前人不知道的科学，这种科学比其他科学更完善、更有利，要证明其他科学非它个行，这种新科学就是“实验科学”。

实验科学比任何论证的科学更为科学，因为那些论证科学，无论逻辑上多么合理和有力总不能提供确切性，只有实验科学才能证明它们的结论正确与否。实验科学可以辨明真伪揭露欺骗。

他谆谆地告诫世人：证明前人说法的唯一的方法只有观察与实验。在这里，他的理论又成为另一位更有名的培根理论的先声。这人便是 350 年后的英国大臣弗兰西斯·培根。

罗吉尔·培根提出的实验科学的思想和方法具有划时代意义，这是近、现代自然科学的真正的起点，也是对经院哲学谬误的沉重打击。

实验科学一旦与数学化、形式化的严密逻辑相结合，就成了科学发展的内在力量。所以，培根的“实验科学”是现代科学的基石。

培根在光学方面做了许多实验，但他的工作渐渐引起了别人的怀疑，教会便对进行严格的限制，不准他写作和传播思想，并让他的修会对他严加看管。

但就在这时候，他平生的机会来了。他的朋友吉·德·富克，对于培根在巴黎的工作发生了兴趣。

1265 年，富克被举为教皇，培根这时把自己的苦恼写信给他。富克对培根的研究表示支持，并且不顾教长的禁令和教会的章程，下令让培根把他的研究成果写出来。

培根满腔热情地投入工作，他的思想全部调动起来，18 个月内，就完成了三卷书《大著作》、《小著作》和《第三著作》。

《大著作》陈述他的基本见解，《小著作》是《大著作》的提要，《第三著作》是为防止前两部著作丢失而写的简要综合本。

培根的三卷书呈在教皇面前。这部书可以称为包含当时各科学术的百科全书。不过培根并没有把每个题目都详尽地阐述，这还只是一个大纲，准备

日后扩充。

这是部具有巨大价值的历史性的科学著作，因为自阿基米德之后这还是第一次真正地阐述了科学研究的方法。

## 中世纪的科学成就

对欧洲中世纪宗教神学的残酷统治怀有深深的愤慨的人们，往往把中世纪说成是漫漫长夜和科学的空白时期，为后人描述了一段科学上惨淡苍白的历史。

事实上，这样的描述也不为过。然而人类总是要进步，无论多么黑暗的时代，它能禁锢人的手足，却无法阻止人们的实践；它能砍下人的头颅，却无法取消人们的思考。

科学或者说科学的萌芽，即使埋葬在地下，它也要经过冬眠而逐渐发芽的。在中世纪教会的黑暗统治之下，科学依旧为后世的人们留下了一点痕迹。

当然，这些工作是在极其艰难的条件下完成的，科学的殉道者，为科学的发展和社会的进步，进行了不懈的努力，甚至付出了血的代价。但是正是他们的牺牲，才为近现代科学的发展铺平了道路。

下面就科学、技术、教育三个方面来看看中世纪的科学成果。

欧洲中世纪首先发展起来的技术是农业技术，农业是中世纪欧洲社会经济基础。封建领主的庄园农业，对欧洲农业生产的发展，起过一定的促进作用。

在此期间，他们首先使用了铁犁，后来又有了犁壁，有了比较好的轭具。他们还懂得二圃和三圃的休耕制和轮作制，这样就可以恢复地力，提高产量。

十字军东侵之后，欧洲人对东方农业生产技术有了较多的了解。水稻、甘蔗、棉花这样的一些农作物被引进了欧洲。

在南欧，柑桔和其他一些亚热带水果也发展起来，畜牧业也日渐兴盛，良种绵羊的数量因毛纺织业的需要而大增。

在冶炼和铸造方面，他们从阿拉伯引进风箱，掌握了熔铁和铸铁技术，并学会了中国的火药、指南针、造纸和活字印刷等的制造和使用技术。

总之，欧洲中世纪虽然被宗教神学所统治，但欧洲人还是学会和掌握了当时世界上许多先进技术，从而逐步改变了长期的落后封闭状态，发展了生产。

欧洲中世纪的许多科学成果，都是从阿拉伯引进的。特别是 11~13 世纪，由于穆斯林虐待了基督教的朝圣者，引起了欧洲基督教徒的不满和愤怒。

1095 年，在教皇的号召下，发起了对西亚的战争，出征者每人衣服上缝上十字，因此称为“十字军东征”。虽然在近 200 年的 8 次的东征中，都以失败而告终，但它却动摇了欧洲社会基础，引进了许多伊斯兰的科学技术。

可以说，正是十字军东征，伊斯兰科学文化的引进，才给黑暗的欧洲点燃了火把，推动了社会的发展和科学文化的进步。

中世纪时西西里岛有一位著名的科学家叫斯科特（？~1235），他曾研究过医学和气象学，对自然哲学的兴趣也很高。

他认为所有的科学都来自哲学，并劝告人们，要变得聪明，就必须学习哲学，还要勤奋工作，有良好的记忆力。

斯科特是一位有双重身份的科学家的，他一方面研究了许多古代的科学，

另一方面又对相面术、巫术、占星术很感兴趣。

在斯科特身上，人们可以看到受精神重压的中世纪知识分子的特点，他们一方面要求站起来，独立自主地探索自然的奥秘，以寻求更多的科学知识；另一方面又在宗教神学的迷雾笼罩之下难以自拔，在他们的科学著述中，都或多或少地留下了宗教神学的痕迹。

但必须指出的是，在那样的高压政策之下，在那样的环境之中，科学家们能够做到这一点，已是十分不易的了。

下面再来谈谈欧洲中世纪科技教育的发展情况。

在 11~12 世纪，经院哲学日趋混乱，一些老牌的修道院威信扫地，在这种情况下，一些世俗的各种类型的公立或私立学校如雨后春笋般涌现出来。

这些学校的兴起，标志着欧洲中世纪科技教育的发展。

11 世纪后期，意大利的波朗尼亚的法律学校改变成为一所多科性的学校，成了中世纪时期的第一所大学。

随后在欧洲各地相继出现了许多大学。如巴黎大学创立于 1160 年；英国牛津大学创立于 1167 年；剑桥大学创立于 1209 年。

到了 13 世纪，北欧已有 5 所名牌大学，除巴黎大学、牛津大学和剑桥大学以外，还有奥尔良大学、昂热大学。

这一时期，法国有 3 所大学，意大利有 11 所大学，西班牙有 3 所大学。到中世纪末，欧洲已有近 80 所大学。

这些大学开设的课程，有的偏重于人文科学，有的偏重于自然科学，但系科的划分，没有近代那样严格，主要有语法、修辞、逻辑、数学、几何、天文、音乐、法律、医学等，很少设有文学和史学课程。

中世纪早期的大学，没有人学年龄的限制，没有明确的年级分配，也没有严格的入入学考试制度，更没有奖学金和助学金。许多大学的权力直接掌握在学生手里，他们甚至拥有武器和暴力。

这些教育机构，无论它的早期多么粗糙和散漫，但毕竟是系统地培养人才和进行学术研究的地方，为后来的欧洲科学技术的起飞准备了条件。

这些大学成了市民阶层的思想文化阵地，是他们进行学术讨论的场所，常表现出对教会的反叛。

教会势力对此当然不会甘心，他们采取各种手段迫害大学里的学者和教授，焚毁他们的著作，甚至于把他们投进监狱，一些大学也转而为教会所控制。

但是，历史是不可逆转的，这些镇压和迫害并没有阻挡住人们求真理、学知识的潮流。大学中传授的任何真正的知识都成了射向封建教会的利箭。

世俗的大学就是这样在与教会的斗争中发展起来的。各大学培养出来的许多知识分子也在实际上成了摇撼封建统治的重要力量。

欧洲科学文化的复兴，大学在其中起到了不可低估的作用。



## 近代前期的科学

### 开普勒的三大定律

17 世纪初期，正当伽利略使哥白尼学说声威大振之时，欧洲大地上传出了一条特大新闻：德国天文学家约翰内斯·开普勒发现了行星运动的三大定律，使哥白尼创立的日心说，从科学上向前前进了一步。

开普勒于 1571 年 12 月 27 日生于德国符腾堡的小城魏尔。幼年时，由于家境贫寒，他一直靠奖学金上学。

后来，开普勒进入图宾根神学院后，在老师迈克尔的指导下，开始研究哥白尼的天文学。1594 年，开普勒成为奥地利格拉茨新教神学院的数学教师。

在这一时期，开普勒孜孜不倦地研究天文学的三个问题，即“行星轨道的数目、大小与运动。”

1595 年，他终于得到了伟大的发现：“可用地球来量度所有其他轨道。”他马上着手阐明这一想法，写成了《宇宙的奥秘》初稿。

为了出版这本书，他费尽心机。于是他求救于他的老师。在老师的帮助下，他这本书终于在 1596 年面世了，并载入法兰克福书目之中，但署的名却是“勒普劳斯”。

1598 年，由于弗迪南德反对新教教师，开普勒被迫辞去教职。祸不单行，他的小女儿也不幸夭折。开普勒处于极度的悲愤痛苦之中，于是他只身来到布拉格。

1600 年，开普勒在布拉格结识了天文学家第谷·布拉赫。这是开普勒一生中最关键的时刻。正是第谷·布拉赫，使开普勒走出逆境，在科学上矗立起一座丰碑。

由于第谷如此之重要，这里不得不介绍一下第谷的生平。

第谷于 1546 年生于丹麦斯科纳的一个贵族家庭。13 岁时随叔父到哥本哈根，1562 年，他又来到莱比锡。这两个城市的学习为第谷在天文学上的成就打下了牢固的基础。

第谷被称为是近代天文学的始祖，他的最大贡献是 1572 年 12 月 11 日发现了仙后星座中的一颗新星，并于 1573 年发表了题为《新星》的重要科学论文。

为了完成庞大的天体观测计划，第谷把丹麦国王赠与他的全部补助金，在费恩岛上建立了有名的福堡天文观象台。

该观象台规模宏大，仪器齐全。这些仪器都是第谷自己设计制造的，有木制的、铁制的和铜制的。其中最大的是一台精度较高的象限仪，称为第谷象限仪。

由于第谷不断改进仪器的设计和测量的方法，他所进行的大量的天体方位的测量，其精确度是比较高的，一般能达到半弧分。

第谷在费恩岛上一直工作了 20 年之久，除了天体方位的测量外，还发现了许多新的现象，如黄赤交角的变化、月球的运行的二均差，以及岁差的测定等。

1597 年，第谷离开丹麦到汉堡。1599 年定居布拉格，并将费恩岛上的仪器运到布拉格。1600 年，第谷与开普勒会面，从此二人合作开始了新的工作。

计划。

开普勒与第谷的会面，乃是欧洲科学史上最重大的事件，这两位个性殊异人物的相会，标志着近代自然科学两大基础——经验观察和数学理论的有机结合。

也正是这次会合，使开普勒奠定了天体力学的基础和发现行星运动的三大定律。

1601年，第谷在短期重病后突然离开了人世。第谷临终前对开普勒说：

“我一生都在观察星表，我要得到一种准确的星表，我的目标是1000颗星，……我希望你能把我的工作继续下去。我把我的一切资料全部交给你，愿你把我观察的结果发表出来，你不会使我失望吧！”

开普勒含泪站在第谷的病床前，沉痛地说：“放心吧，我的老师，我会的！”

开普勒没有使第谷失望，1627年，《鲁道尔夫星行表》便在乌尔姆出版，第谷的名字永远地载人科学史册。

第谷死后，开普勒运用他的大量的观测资料进行细心地研究。当时，不论是地心说，还是日心说，都认为行星作匀速圆周运动。但开普勒经过深思熟虑，终于否定了这种长期以来的观点。

他发现火星的轨道是椭圆形的，于是得出开普勒第一定律，即椭圆轨道定律：

“火星沿椭圆轨道绕太阳运行，而太阳则处于两焦点之一的位置。”

随着火星椭圆形轨道的发现，火星运动的计算也全面展开。开普勒经过计算，又得出了开普勒第二定律，即相等面积定律：

“火星运动的速度是不均匀的，当它离太阳较近时，运动得较快；反之，则较慢。但从任何一点开始，向经（太阳中心到行星中心的连线）在相等时间内，所扫过的面积是全部相等的。”

1609年，开普勒的关于火星运动的著作《新天文学》出版。该书还指出两定律，同样适用于其他行星和月球的运动。这本著作是现代天文学的奠基石。

但开普勒的著作遭到许多人的轻视和误解，开普勒把一切希望都寄托在国外一个追求真理的人身上，这个人的评价是至关重要的。他就是帕多瓦大学的教授伽利略。

伽利略没有使开普勒失望，他把开普勒视为是哥白尼宇宙体系的信徒和保卫者，认为开普勒是“探寻真理的一位朋友”。

1619年，正当世界历史迈出不可抗拒的一步的时候，科学也向前推进了一个阶段。宗教战争一直持续着，科学和神学的斗争从未停止过纷争。

也正是这年，开普勒著成了《宇宙和谐论》。这部著作凝聚着他10多年的心血，以及长期繁杂的计算和无数次失败。它不仅是第一次系统地论述了近代科学的法则，而且也完成了古典科学的复兴。它标志着欧洲天文学的发展，已达到了新的科学高峰。

在这本著作中，开普勒提出了他的第三定律，即调和或周期定律：

“行星绕太阳公转运动的周期的平方与它们椭圆轨道的半长轴的立方成正比。数学公式为： $T_1^2 : T_2^2 = R_1^3 : R_2^3$ 。”

开普勒创立的行星运动的三大定律，使天文学进入到一个新的阶段，为牛顿发现万有引力定律打下了基础。

1630 年 11 月 15 日，这位伟大的科学家在贫困交加中死去。

## 盗尸解剖

在近代科学革命中，与哥白尼齐名、被誉为这一革命的两大代表人物之一的就是比利时的医生和解剖学家维萨里。

他以自己的成就对医学中的传统观念给了致命的一击，为近代解剖学奠定了基础，为血液循环的发现开辟了道路。

这是一个漆黑的夜晚。

巴黎郊外。

在离法国总监狱不远的一片荒地上，是官方处决犯人的刑场。高高的绞刑架上，悬挂着一具具犯人的尸体，野狗在四周窜来窜去，空气中弥漫着令人作呕的尸臭，使人感到阴森而恐怖。

正在这时，一辆马车急速向刑场驶来，马车上坐着几位年轻人。当马车刚一停下，几位年轻人一起从马车里窜出。

他们用棍棒驱走野狗，爬上绞架敏捷地放下尸体，装进带来的布袋里，然后扛起，放在马车上，不一会，马车返回城里。

这几个盗尸人到底是谁？他们为什么深夜盗尸？为钱？为义气？还是……

事情是这样的：

在公元 2 世纪，古罗马有个名叫盖仑的著名医生，做过罗马皇帝的御医。他曾经解剖过猪、狗等许多动物，并写下了 131 部医学著作，为当时的医学发展作出了积极的贡献。

但是由于历史条件的限制，盖仑不能进行人体解剖。因此有关人体的构造只能从动物的解剖中想象推论出来。

盖仑的理论被奉为经典，统治了西方医学 1000 多年。可是到了 16 世纪，堂堂的巴黎医学院的课堂上仍是这么一幅可笑的情景：

高高的讲台上，神情古板的教授在台上照本宣科，宣读的全是盖仑的著作的遗训；台下一名助手在解剖动物，学生们则围在动物四周观看。

这种枯燥乏味、谬误百出的说教，引起了学生们的不满，特别是一位浓眉大眼，留着络腮胡子的青年，常常提出疑问，叫教授也解释不清。

这位青年，名叫维萨里，来自布鲁塞尔，1533 年考进巴黎医学院，渴望得到更多的知识，立志献身于医学事业。

但是，一连串的问题令维萨里疑惑不解：难道人的胸骨也分成七节吗？人的腿骨也是弯曲的吗？这可能是从动物的解剖中看到的，它也适用于人吗？

他百思不得其解。维萨里多么想亲自动手，从人的尸体解剖中，解开人体之谜呀！可是在当时，解剖人体被认为是大逆不道，冒犯神明。但为了探求科学真理，维萨里决定冒险去刑场盗尸。这就出现了开头的那幕情景。

维萨里，1541 年出生于比利时布鲁塞尔的一个医生世家。父亲给西班牙国王查理五世皇帝当药剂师。他从小就接触到许多医学知识，并产生了强烈的好奇心。

所以刑场盗尸也是预料之中的事了。

当维萨里和几个同学把尸体背进密室，他们顾不得休息，就在烛光下开

始了解剖工作。锋利的解剖刀打开了尸体的胸腔和腹腔，揭开了千百年来蒙在人体解剖学上的神秘帷幕，展示了一幅幅人体构造的真实画面。

1543 年是自然科学史上值得大书特书的一年。那一年，波兰天文学家哥白尼发表了日心说，从根本上动摇了神学的宇宙体系。

也是这一年，29 岁的维萨里写出第一部科学的解剖学巨著：《人体的构造》。这部书以大量精确、生动的插图，描绘出人体骨骼、肌肉、血管和内脏各部位的结构，指出了流传 1000 多年的盖仑学说中 200 多处错误。

维萨里的《人体的构造》后来成了医学解剖学的经典著作。

维萨里通过对男女骨骼系统的比较研究后指出：男人的肋骨和妇人的肋骨是一样的，不存在上帝用亚当的肋骨去造夏娃的事。

他还指出：在人的骨骼系统中，没有《圣经》故事传说的“复活骨”，因此，也决不会像传说的那样，死后的耶稣基督还可以通过复活骨复活。

正当维萨里满怀信心，准备对人体进行新的探索研究时，他的叛逆行为招致教俗两界的攻击，他被迫离开了大学。

1563 年，罪恶的旧势力设计暗算他，诬告他有故意杀人之罪，责令他到圣地耶路撒冷朝拜赎罪，作为免于杀身之祸的条件。可是，维萨里在归途中身染重疾而死，当时，维萨里年仅 50 岁。

《人体的构造》虽没有彻底解决人体血液流动的方向、通道和作用等问题，但维萨里纠正了盖仑关于左右心室相通的说法，指出左右心室之间没有可见的孔道使血液沟通。这为血液循环运动的发现奠定了重要的基础。

## 残暴的一页

对人体血液运动的研究始终是医学领域中引人注意的问题。对这个这个问题，维萨里的同学塞尔维特把对它的研究推进了一步。

塞尔维特（1511～1553）生于西班牙的图德拉。年轻时写过一部《论三位一体的错误》批判神学的荒谬，为此几乎被捕。

1536 年，塞尔维特在巴黎医学院学习，但时间不长，便因反对作为天意的“占星术”而被教会驱出巴黎。

但塞尔维特并未因此而消沉，他更加刻苦地研究解剖学，发现了心肺循环（小循环）。并著有《论糖浆》的药物学专著。1553 年，塞尔维特又写出了《论基督教的复活》一书。在这部书中，他阐明了人体的结构和功能，说明了血液小循环的机制，并批判了盖仑的三种灵气说。

盖仑说：人体中只有一种灵气，这种灵气本来存在于空气之中，通过呼吸进入肺脏，在那里与来自右心室的血液相遇，然后进入左心室，这时血液就带上了活力灵气，并得以被运送至全身。

在谈到静脉血变为动脉血的这一过程时，他明确地指出：这两种血液并不像人们所认为的那样，是通过心脏的隔膜沟通的，而是借助于一种特殊的方式，经过肺中的一长段路程实现的。

塞尔维特的这些叙述正确地解释了血液的心肺循环，把盖仑原来所说的动脉系统和静脉系统这两个独立的血液系统，统一起来，这为发现全身的血液循环铺平了道路。

最后值得一提的是，这部书以对神学和神学家加尔文的批判为结束，因而受到告发，被宗教裁判所逮捕入狱。

塞尔维特巧妙地逃出了监狱，宗教裁判所对他进行了缺席审判，判处他死刑，并决定连同他的著作一起“用火慢慢烧成灰”。

塞尔维特死里逃生之后，不到4个月，就在日内瓦再次被捕，再次被判处火刑，而且要用文火慢慢烧死。

有人劝说宗教裁判所把火刑减轻为剑刑，或是火刑前将其勒死再烧，但都没有成功。神学家加尔文坚持要用文火慢慢烤，直至烤成灰为止。

1553年，这是最残酷的日子。塞尔维特被牢牢地锁在火刑柱上，被点燃的木柴竟然活活地烤了他两个多小时，他惨不忍睹地被烧死了。他的著作也被付之一炬，只有《基督教的复原》一书，幸存下三本手抄本。

塞尔维特以血的代价举起了科学这面旗帜。

在塞尔维特之后，生理学上发现了有利于承认血液循环的事实。

1559年，塞尔维特的学生科伦布门（1516~1559）重新发表了心肺循环的思想，并且指出心脏中隔膜确是坚实无孔的，不能使静脉血和动脉血在这里沟通。

## 哈维的发现

1603年，哈维的老师法布里克（1560~1634）在他的论文中，叙述了静脉瓣。证明血液在脉管中，只能沿单方向流动。这些成就为哈维最后发现血液循环做好了准备。

哈维，英国著名医生、牛津大学教授、生理学家和实验生理学的先驱。著有《心血运动论》、《论动物的生殖》等书，对动物生理学和胚胎学的发展，起了很大推动作用。

哈维于1578年4月1日出生在英国福克斯顿的农民家中，他自幼性格文静，思想敏捷。据说，哈维在小的时候，就观察过从屠宰场买回来的动物心脏。

哈维在16岁时，就以优异的成绩，考入了英国著名的剑桥大学的冈维尔—凯厄斯学院，并获得了马太·帕克奖学金。19岁时，哈维又获得了文学士学位。

1600年，哈维离开英国，途经德国和法国，来到了以解剖学闻名的意大利帕多瓦大学医学院，开始了新的学习生活。

哈维在意大利留学期间，接受了先进的思想，并培养了实验科学的兴趣。

1602年，哈维获得了意大利的医学博士学位。他的博士证书上写道：“威廉·哈维以突出的学习成绩和不平凡的才能引人注目，并获得杰出教授的高度赞扬。”

哈维回到英国后，名声大作，成了有名望的医生。但他并没有止步，继续朝着科学的高峰攀登着。

他经过多次的细心实验发现，当用丝带扎紧人的上臂时，丝带下方的静脉膨胀起来，而动脉却变得扁平；而在丝带上方的动脉膨胀，静脉扁平。这表明动脉和静脉中血液流动的方向相反：一个从心脏流向肢端，一个从肢端流回心脏。

他通过观察动物的心脏得知，心脏每收缩一次，便有若干血液从中流出；人的心脏约含有2英两（约合57克）血液，每搏动一次大约输出半英两到一英两血，按每分钟心脏搏动72次，那么每小时的血量将超过2160英两到4320

英两。

这么多的血是不可能在 1 小时之内由肝脏制造出来的，也不可能在肢体的末端这么快地被吸收掉。那么是怎么回事呢？

哈维经过认真的思索，认为唯一的可能是血液在全身沿着一条闭合的路线作循环运动。这条循环的路线是从右心室输出的静脉血经过肺部变成动脉血，然后通过左心室进入右心室。从左心室搏出的动脉血沿动脉到达全身，然后再沿静脉回到心脏。

哈维还预言，在动脉和静脉的末端必定有一种微小的通道把二者联结起来。这种微小的通道其实就是毛细血管。

1660 年，意大利解剖学家马尔比基（1628~1694）发现了毛细血管，从而证实了哈维的预言。

哈维在 1616 年公布了他的发现，1628 年出版了《心血运动论》一书。正是这本具有重大的研究价值和历史意义的科学内容的书籍问世，才彻底推翻了统治医学达 1400 多年之久的盖仑的理论。

哈维的成就与他早年留学意大利有十分密切的关系，同时也与他勇往直前不怕牺牲的性格密不可分。

他的前辈维萨里被赶跑了，塞尔维特被烧死了。这些学者都是在解剖学、生理学的研究中说了真话，受到宗教法庭的迫害。

哈维并不畏惧邪恶势力，所以，他在《心血运动论》的序言中写道：

“所有世人将和我作对，因为习惯是人的第二天性……。不过，现在我的赌注已经下定，一切都寄托于爱真理的热情和思想。”

果然，一切都像哈维所料到的那样，他的这一里程碑式的著作一出版，给哈维带来的是精神上的灾难。

最初，哈维受到嘲笑，随之而来的是他诊所的病人急剧地减少，医业开始衰落。那些反对者极力贬低他，而患者们则认为他是精神失常的医生。

哈维甚至被讥讽为“循环的人”，这一绰号在拉丁文中相当于“庸医”，即那些在大街上卖药的小贩子，以此来羞辱哈维。

但哈维的科学成就并未因这些人的攻击而一钱不值。他的伟大发现，在他死后不仅得到科学界和学术界的公认，而且得到了极高的评价。

哈维在《心血运动论》中，用大量实验材料论证了血液循环运动。他特别强调心脏在血液循环中的重要作用。

他把心脏比作水泵，并认为心脏在人体中的地位就像宇宙中的太阳，而太阳也就是宇宙的心脏。这个类比说明，哈维把自己的学说和哥白尼的学说联系在了一起。

事实上，血液循环的发现确实给生理学中的传统观念以致命的打击。正如太阳中心说给天文学中的传统观念以致命的打击一样，它们是科学的双胞胎。

从此，血液的运动不再需要灵气来帮忙，只要以心脏的机械运动（收缩和舒张），就足以使这个问题得到合理的证明。

血液循环的发现使生理学发展为科学，哈维也因这一成就被誉为近代生理学之父。他被选为英国皇家医学院院长，还在他健世时，就为他树立了塑像。

1657 年 6 月 3 日，伟大的科学家哈维的心脏停止了跳动，血液停止了循环，终年 80 岁。

## 费尔马猜想

笛卡尔创立了解析几何，而法国另一位数学家费尔马不但在解析几何中做出了实质性的贡献，还讨论了空间解析几何学的内容，并第一次把三元方程应用于空间解析几何学。

提起费尔马，至今还有一道难题，有待科学家们去解决，这就是费尔马猜想。

1908年，德国哥廷根科学院按照德国数学家俄尔夫斯开耳的遗嘱，把他的10万马克作为“费尔马大定律”的证明奖金，向全世界征答。

证明解答“费尔马大定律”的期限是100年，直到公元2007年均有效。一时间，数学界空前活跃起来，科学家、工程师及各种人等纷纷投入证明中去。

“费尔马大定律”就是历史上有名的费尔马猜想。

这一猜想是费尔马在阅读古希腊大数学家丢番图的《算术》一书时，在书页边的空白处写下的一段话。历史上戏称这个定理叫做“书页边上的定理”，即：

“任何一个数的立方不能分解为两个立方之和；任何一个数的四次方不能分解为两个四次方之和；更一般的，除二次幂外，两个数的任何次幂的和都不可能等于第三个具有同次幂的数。”

最后，费尔马还写道：我已找到了这个断语的绝妙证明，但是，这书的页边太窄，不容我把证明写出来。”

费尔马的这段笔记，用数学语言表达，就是：

形如  $a^n + b^n = c^n$  的方程，当  $n > 2$  时，不可能有正整数解。这就是有名的“费尔马大定理”或“费尔马猜想”。

费尔马是怎样证明的，人们找遍了所有他的文稿和笔记，均未寻到。所以，这成为数学上的历史难题。

许多数学家如欧拉、勒让德、高斯、阿尔贝、狄利克雷、拉梅、柯西、范迪维尔、林德曼等为研究这个问题，甚至献出了毕生的精力，但至今尚未获得解决。

费尔马于1601年8月20日生于法国，自幼就受到良好的教育。他少年时代，聪明好学、才思敏捷，尤其对数学表现出了极其浓厚的兴趣。

但是由于家庭关系，费尔马在大学里攻读的是法律，毕业后当上了律师，后来做了官。他为人清正廉明，恪守公职，业余时间博识广闻、饱览群书，由于他精通数学，因而被誉为“业余数学家之王”。

费尔马十分热爱科学、迷恋数学，他经常提出许多数学问题和猜想，与当时著名的数学家们磋商。他还时常和笛卡尔、巴斯嘉、惠更斯等科学上的友人，通信交流数学研究工作的信息。

费尔马有个“不动笔墨不读书”的习惯，读书时爱在书上勾勾画画，圈点批注，抒发见解与议论。直到他逝世，也没有完整的著作问世，这是他的独特之处。

虽然他没有学术著作，但他对数学上的贡献是巨大的。如他对笛卡尔的解析几何提出许多建设性的修改意见，并和笛卡尔成为感情至深的朋友。

在数学分析方面，当时微积分还没有形成，但费尔马却开了先河，他从

几何学的角度出发，第一次获得求函数极值的法则。

因而，微积分的发明人牛顿坦率地说：“我从费尔马的切线作法中得到了这种方法的启示，我推广了它，把它直接地并且反过来应用于抽象方程上。”

可以这样说，费尔马是在牛顿、莱布尼茨之前，为微积分做出最多贡献之人。

费尔马最喜欢研究整数论，所以他在数论方面的科学发现显得更加伟大。

1640 年，费尔马给朋友写信（请读者注意，若有兴趣，不妨小试身一手）：

“如果整数  $a$  不能被素数  $p$  整除，那么  $a^{p-1}-1$  必定能被素数  $p$  整除。”

这就是初等数论中有名的定理之一，即费尔马小定理。

例如：我们要研究  $2^{6-1}$  这个数能否被 7 整除，根据费尔马小定理，得：  
 $2^6-1=2^{7-1}-1$  故知  $2^6-1$  能被 7 整除。

在费尔马一生的大量成就中，有两个著名的猜想，下面分别给以介绍。

一是他的素数公式，即形如  $P=2^{2^t}+1$ （当  $t$  逐一用整数代替时）， $P$  一定是一个素数。然而 1732 年 25 岁的数学家欧拉发现：

$2^{2^5}+1=4,294,967,297=641 \times 6,700,417$ 。所以这个数不是素数，而是一个合数，从而推翻了费尔马的猜想。

另外一个就是前文所述的用 10 万马克来奖励证明的“费尔马大定理”。

到目前为止，对于  $n < 10^6$ ，猜想已获得证明，据说，最大的奇数已接近 41000000 左右。

1665 年 1 月 12 日，这位卓越的数学家在图鲁斯逝世。后来由他的儿子萨缪尔·费尔马将父亲的笔记、批注及书信加以整理汇成了费尔马的第一部论著《数学论集》。

费尔马，科学的猜想者。

## 帕斯卡的贡献

在费尔马之后，在科学界又出现了一位天才，他就是年轻的数学家、物理学家布莱斯·帕斯卡。

帕斯卡对科学的贡献是巨大的，他不仅发明了密闭流体传递压强的定理——帕斯卡定律，还开创了射影几何学与概率论的研究，为微积分的诞生创造了预备条件。

不但如此，他还确立了数学归纳法在数学证明中的地位。由于他创造机械计算机，而成为近代计算技术的拓荒者。

帕斯卡于 1623 年生于法国的克莱蒙费朗市，他的父亲是一位博学多才的数学家。良好的家庭环境为帕斯卡的成长提供了不可多得的条件。

由于帕斯卡自幼身体瘦弱，他的父亲不让儿子过早地钻研数学。

在帕斯卡 12 岁的那年，他竟独自琢磨几何学，并推出了“三角形的内角和等于两个直角之和”的定理。

他的父亲知道后，惊喜不已，立即给帕斯卡开了绿灯，让帕斯卡尽情地畅游在数学的海洋中。每当法国的科学家组织、讨论数学与科学问题时，也总是带着儿子旁听。

经过 3 年多的不懈努力和刻苦钻研，16 岁的帕斯卡完成了他的一本关于



圆锥曲线的著作。1640年，它发现了“神秘六边形”的“帕斯卡定理”，它是射影几何学的基本定理。

帕斯卡的发现，轰动了数学界，当解析几何的创立人笛卡尔看到后，竟不敢相信这个奇妙的定理出自这位少年之手。

1642年，帕斯卡制成了世界上第一台进行6位数加减法运算的手摇机械计算机。这部机器的研制成功，直接影响着后来的科学家莱布尼茨从事自动机的研究。

帕斯卡无愧于光辉的世纪，他的身体状况很坏，然而病魔阻挡不住他那追求真理、热爱科学的激情。

1648年，帕斯卡已是疾病缠身，但他一工作起来，竟忘记自己是个多病虚弱之人。有一次，他一连钻研了8个昼夜，取得了重要成果。在这年，他撰写了《几何学精神》等论文，研究了摆线等数学论题。

1660年，费尔马写信约帕斯卡相会，但帕斯卡回信说，自己步行须持杖，骑马坐不稳，身体虚弱，难以赴约。那年，他才37岁，为了科学，他过早地垮下了。

1662年8月19日，帕斯卡病逝在巴黎，葬于巴黎的圣爱基纳教堂。

在这里，值得一提的是帕斯卡的科学贡献还表现在物理学上，他的论文《论液体平衡》，提出了密闭流体传递压强的定律：加在密闭流体任何一部分的压强，必然按其原来的大小由流体向各个方向传递。这是液体静力学的一个基本定律。

后来的人们为了纪念这位伟大的科学家，便把这个定律命名为“帕斯卡定律”。

帕斯卡还是第一个产生了借助气压表可以测量两个地方的不同高度的想法，他还注意到水银柱的高度受空气的湿度和温度的影响，因此水银柱还可以起到预报天气的作用。

然而，这位伟大的科学家，为了科学事业，39岁时就献出了宝贵的生命，但他那顽强的精神和辉煌的成就，使后来的科学家更加奋发，走出更宽广的路。

## 迎接辉煌的时代

从哥白尼开始的科学革命，波及的范围非常广大，经过开普勒、伽利略、哈维、笛卡尔等科学家的努力，天文学、数学、生物学等都相继发展起来了，从而为科学的进一步发展奠定了牢固的基础。

从哥白尼到伽利略，人们在对自然奥秘进行探索时，形成了一定的科学思想。这种思想无疑会反作用于科学的发展。

代表这一时期科学思想的除了笛卡尔、布鲁诺、伽利略之外，还有弗兰西斯·培根、洛克等。

他们的科学思想对近代自然科学的发展曾经产生过重要的推动作用，但因受时代的局限，他们的思想也有很大的局限性。

弗兰西斯·培根被看成是近代实验科学和唯物主义的始祖。他承袭和发展了他的同姓罗吉尔·培根的思想，把科学实验捧上了王者宝座。

尽管培根在自然科学方面没有什么突出的具体成果，但他是一位科学上的“摇动铃铛人”，通过摇铃把其他有才能的人召唤起来。