



中国近代科学先驱

徐光启

王瑞明 著

5.1
3

三秦出版社

目 次

前 言	(3)
一、时代背景	(14)
二、家庭出身	(20)
三、宗教生活	(26)
四、历法研究	(35)
五、介绍西学	(43)
六、农政全书	(52)
七、政治抱负	(70)
八、军事才能	(76)
九、生活作风	(83)
后 记	(89)

目 次

前 言	(3)
一、时代背景	(14)
二、家庭出身	(20)
三、宗教生活	(26)
四、历法研究	(35)
五、介绍西学	(43)
六、农政全书	(52)
七、政治抱负	(70)
八、军事才能	(76)
九、生活作风	(83)
后 记	(89)

前 言

徐光启（公元一五六二年至一六三三年），字子先，号玄扈，上海人。他在明末颓败破落的朝廷中，历任翰林院检讨、詹事府少詹事、礼部尚书，七十一岁时任文渊阁大学士，他守正不阿，能识时务，为了适应当时中国资本主义生产关系萌芽的需要，为了解决有关国计民生的许多实际问题，他大力介绍西洋科学，从意大利教士利玛窦学习天文、历法、数学，成绩斐然。他对国民经济基础的农业进行了长期的科学研究，写出了集中国古代农业科学之大成的巨著《农政全书》六十卷。他是我国杰出的近代科学的先行者或启蒙大师。他继承祖国悠久而丰富的文化遗产，大量吸收外国科学技术，丰富、发展了我国文化。他在科学研究中，孜孜不倦，一丝不苟，创造了许多宝贵的经验：

一、注重实践，勇于创新。徐光启在科学研究中，非常重视实践，“躬执耒耜之器，亲尝草木之味”，这是他研究农业科学的准则。他在天津购买田地，亲手种试验田，三年大获其利。他亲尝草木之味，将一切可食和不可食的植物，分草、木、米谷、果、菜、野菜等六部；每种可食的又分花、叶、根、实、皮、茎、笋七种。加以说明。总计可食的有四一四种。不可食和可食，完全出于亲尝。徐光启曾记录他亲尝过的东西的滋味和营养价值。“余所经尝者，木皮独榆可食，枯木叶独槐可食，且味佳。在地下则燕蒿、铁荸荠皆甘可食；在水中则藕、菰米；在山间则黄精、山茨菇、

蕨、苧、薯、萱之属尤众；草实则野稗、黄苡、蓬蒿、苍耳，皆谷类也；又南北山中，橡实甚多，可淘粉食，能厚肠胃，令人肥健不饥。”^①

实践出真知，他乐意向有实践经验的人学习。如为了解决木棉的培植问题，就去拜访老农；对于养蚕做丝，他劝家人一定要向湖州人学习。他反对因循守旧的作法。由于注重实践，他深入农村，深入群众，对农业生产经验进行科学总结，如江西养鱼法，安庆、建宁等处对苧的栽培法，种麦法“土欲细，沟欲深，耙欲轻，撒欲匀”，治鸡病法，“凡鸡杂病，以真麻油灌之，皆立愈”^②，关于乌桕树不须接枝，“但于春间将树枝一一扳转，碎其心，毋伤其肤，即生子与接缚者同。”^③这既不见于农书，又不闻于农家，是他从实地调查中获得有意义的知识。在实地调查中，他从不错过任何一点机会，“遇一人辄问，问则随闻随笔，一事一物，不穷其极不已。”《农政全书》记录了许许多多宝贵的实践经验，《占候》中有不少民间谚语：清明断雪，谷雨断霜；麦秀风摇，稻秀雨浇；有一些谚语后面，加上说明，如“冬至雨，年必晴；冬至晴，年必雨。”注云：“此说颇准”。有的谚语后面则注上“宜试”。凡未经科学试验检验的东西，不轻下判断。徐光启非常重视实践，一辈子都从不松懈，七十岁时，他前往观象台工作，失足跌倒致伤腰膝。

徐光启在注重实践中，特别注重满足当时广大群众的迫切需要。明朝末年，政治腐朽，赋役繁重，土地兼并，民不

①《农政全书》卷二五

②《农政全书》卷四一

③《农政全书》卷三八

聊生，饥馑连年，因此《农政全书》突出屯垦、水利、荒政。这三项是保证农业生产的不停顿，保证农民得以生活下去。以前农书中，对这三项没有作过系统的叙述，徐光启除承袭以前农书叙述生产技术外，较多地注意政治措施与方向，成为《农政全书》突出的特点，反映了徐光启不拘常例，勇于创新的精神，使《农政全书》较之以前的农书面目为之一新的是编入《泰西水法》、并附以精巧的机械绘图，介绍外国灌溉工具和技术。徐光启首创在松江种植女贞木以养蜡虫，这个办法四五年后得到推广。他勇于创新，例子很多。

二、会通中西，力求超胜。文明古国的中国，当时在科学技术方面出现某些差距，四十岁以前一向专注于诗赋书法的徐光启，深有所感，转而讲究西学，虚心向外国人学习，以填补当时科学技术的空白点。清代李问渔颂扬徐光启，“其为学网罗中外”，这是符合实际情况的。他介绍西学，对后世有着积极深远的影响，正如梁启超所说：“自明徐光启、李之藻等广译算学、天文、水利诸书，为欧籍入中国之始，前清学术，颇蒙其影响。”^①徐光启与利玛窦在长期交往过程中，经常讲论数学，他们两人合译欧几里得《几何原本》前六卷，这是一项垦荒性质的工作，为外国科学技术的传入中国开拓了道路。徐光启向利玛窦学习西洋历法，亦颇有成就。公元一六二九年，徐光启开始督修历法，内阁奏称：“据光启推算日食止二分有余，不及五刻，验之果合。”这是用西洋新法推算的结果，徐光启因此得到信任，奉命设历局，他举荐大批外国教士参加修历工作，三次共完成历法

^①梁启超《清代学术概论》

书表七十二卷一折，对于日躔月离、恒星经纬、日月交食各种法义，“并立成数目，略已具备。”^①他既重视西洋新法，并未丢掉旧法，他对天文历法下了很大功夫，使我国近代科学的运用和发展迈出了新的一步。徐光启写作《农政全书》引用了很多古书，他引用的古书，有不少已经散佚，他在引用资料时，做了不少订正工作。贾思勰《齐民要术》记载的种芜菁法：“种宜七月初，六月种者虫食。”徐光启进行订正：“余家七月种者甚苦虫，惟六月种者根株稍大，虫不能伤耳。”张约斋《种花法》注云：“春分和气尽，接不得；夏至阳气盛，种不得。”遭到徐光启的反驳：“春接树必待贴头回青，无有不活，大都在春分前后，亦有宜待谷雨者，何云春分不接也。种则立夏后便不宜矣。”在抄录图谱上，注意形象的正确性，做了订正工作，如采自王桢《农书》的刮车图，经过订正，图上人物身高体健，较前严肃，一丝不苟，认真踏实，是徐光启和所有成功的科学家共同的工作态度。工作踏实的徐光启在《农政全书》中提出了许多卓越的见解，我国古典农书和当时农民使用的通书，为了指示农时，多是记载着：“二十八宿周天经度”，比较落后，徐光启提出用新的天文学、气象学来代替，认为应该记载的是：“南北纬度，如云某地北极出地若干度，令知寒暖之宜，以辨土物，以兴树艺。”^②徐光启会通中西，在一定程度上，超胜了古人和外国人。

三、反对保守，破除迷信。徐光启针对农业上的保守思想进行过斗争。他在《农政全书》中极其强烈地反对阻碍着

①《增订徐文定公集》卷四

②《农政全书》卷二

高产作物普遍种植的保守思想。他极力反对风土说，主张打倒迷信风土、迷信神怪。有人反对在北方种稻，他力斥之。他对“南北宜兼种诸谷，欲令昔无而今有”的理论大为赞赏，叹为“至哉言也”。唐人《本草图经》说，苽菜不生北上，有人将子北种，初一年，半为芜菁；二年，苽种都绝。有将芜菁子南种，亦二年都变。徐光启却以自己的实验，驳斥了这种说法：“余家种蔓菁三四年，亦未尝变为苽也！独其根随地有大小，亦如苽有厚薄。”他驳斥“凡物之种，各有所宜”的所谓“圣人”说教，指出：“古来蔬果，如颇陵、安石榴、海棠、蒜之属，自外国来者多矣。今薑、荸荠之属，移栽北方，其种特盛，亦向时所谓土地不宜者也。凡地方所无，皆是昔无此种，或有之而偶绝；果若尽力树艺，殆无不可宜者，就令不宜，或是天时未合，人力未至耳！试为之，无事空言抵捍也。”^①他又说：“余谓风土不宜，或百中间有一二，其他美种不能彼此相通者，正坐懒慢耳。”^②以往人们拒绝传播新的有美利的种子，他认为这是极端错误的。他主张今后应该有决心有计划地推广优良品种，农民和农学家应该互相结合，互相信任，以求有“补于生计”^③。当时美洲种的番薯（甘薯）初由海外传入，经他由闽中购种移植，由于经济价值很大，他大力提倡推广。他认为东南滨海高地，稻棉俱不宜，豆类薄，蓝本重，土质最宜种番薯。并指出番薯有利处甚多：种植容易，收获量大，一亩可收数十石，风雨不能侵损，凶岁可代米谷，干藏

①《农政全书》卷二

②《农政全书》卷二五

③《农政全书》卷三八

可作饼饵，生熟皆可食，还可以酿酒。所以他说：“甘藷所在，居人便足半年之粮，民间渐次广种，米价谅可不至腾踊矣。”①徐光启所推广的新品种，终于普及全国。

公元七一五年，山东蝗灾，民祭且拜，坐视食苗，不敢捕。汴州刺史倪若水上言“除天灾者当以德”。另外有一个卢怀慎说：“凡天灾安可以人力制也。且杀蝗必多戾和气。”这类言论，流毒甚广。徐光启针锋相对地进行了批判：“臣谨按蝗虫之灾，不捕不止，倪若水、卢怀慎之说谬也。不忍于蝗，而忍于民之饥而死乎？”为了扭转人们对天灾的恐惧心理，为了纠正人们对蝗虫不正确的看法，他谈到蝗虫不仅可以扑，可以打，而且蝗虫可吃：“食蝗之事，载籍所书不过二三，唐太宗吞蝗，以为代民受患，传述千古矣。乃今东省畿南用为常食，登之盘餐，臣常治田天津，适遇此灾，田间小民，不论蝗蝻，悉将煮食；城市之内，用相餽遗；亦有熟而乾之，鬻于市者，则数文钱可易一斗。”质味与乾虾无异，并无毒。“恒食此者，亦至今无恙也。”②

四、精于度数，知识广博。数学是很重要的基础知识，它能引导人们缜密地思考问题，使思维有条有理，要研究自然科学与应用技术，要有很好的数学基础；研究社会科学，也应该具备数学的基本知识。徐光启对此有深刻认识，他说：“且度数既明，又可旁通众务。”他举出许多例子，以说明数学的重要性。他说：通数学，即可正历象，一切晴雨水旱可以略约豫知，修教修补，于民生财计，大有利益；通数学，可以测量水地，一切疏浚河渠，筑治堤岸，灌溉田亩，

①《农政全书》卷二七

②《增订徐文定公集》卷四

动无失策，有益民事；兵家营阵器械及筑治城台池隍等，皆须度数为用，精于其法，有裨边计；营建屋宇桥梁等，明于度数者，力省功倍，且经度坚固，千万年不坏不坏；精于度数者，能造作机器，力小任重。此外，在医药治疗、地图测绘、钟漏造作、会计出纳上，皆须具有数学知识。^①因此，他对西洋数学的介绍不遗余力，对西洋数学的翻译极为审慎，一字一句的翻译，也费尽心血，如译 Geo 为“几何”，既译其音，又译其义。他所译《几何原本》，文句显明通达。阮元《畴人传》对其译笔作了充分肯定：“反复引伸，务使其理其法，足以人人通晓而已。”徐光启还编译有《大测》二卷，介绍了平面三角与球面三角；他所介绍的《割圆八线表》就是三角函数表。他还著有《勾股》一卷。徐光启与李之藻因见当时人们不注意数学，“相与慨叹此事”，力图多做些补救工作。李之藻与利玛窦共译《同文算指》十一卷，徐光启亲为校阅，并为作序。徐光启对当时不重视数学的流弊，大力予以纠正，对中国数学的发展作出了可贵的贡献。

徐光启基础知识雄厚，学问渊博，由社会科学到自然科学，由天文地理到农业技术，他对许多问题进行了专门研究，写出的专著“屈指二百余部，亦云富矣。惜哉兵燹频仍，辗转散佚，迄今所存十不一二。”公元一六三一年春，徐光启编修完成的著作，就有《日躔历指》、《测天约说》、《黄道升度》、《黄赤距度表》及《通率表》等共二十二卷^②。他在天文学方面最辉煌的著作是《崇祯历书》（由其继任者李

① 《增订徐文定公集》卷四

② 《明史》卷251《徐光启传》

天经完成，全书凡一百三十七卷)。徐光启与龙华民等所绘恒星总图，是中国空前的一件大事，从此中国开始有了整个天球的恒星图，采用三百六十度经度及由赤道起算的纬度，只有南极诸星是采用西洋现成星录。徐光启介绍了地圆说，介绍了经纬度，指明经纬度在天文学上的重要性，以及观测的方法，奠定了中国航海天文学的基础。他的《测候四说》，对辨别时差(原称日差)等方面甚为详密，迄今仍被采用。

五、集思广益，坚持不懈。徐光启“精默好学，冬不炉，夏不扇，”“味爽细书，迄夜半乃罢”。^①他在各方面之所以取得卓越的成就，是他坚持不懈、长期辛勤钻研的结果，他钻研水利问题持续二十余年，《农政全书·凡例》说：“水利者，农之本也，无水则无田矣。”为了对“农之本”的水利问题求得圆满的解决，徐光启说：“余尝留意兹事二十余年矣。”徐光启早有测量长江、黄河和淮河流域的地形、水道，绘成地图，写出专著的理想。为实现这一理想，他经常向人请教问难，但收获很小，“询诸人人，最多画饼”。徐光启在水利方面有所造诣，是在结识利玛窦以后。利玛窦使徐光启大开眼界：“就而请益，辄为余说其大旨，悉皆意外奇妙，了非畴昔所及。”^②利玛窦将专门研究水利的西洋教士熊三拔介绍给徐光启，但当他向熊三拔请教时，熊三拔有“作色”。徐光启耐心说服，反复劝导，熊三拔才勉强答应了他的要求。徐光启一方面“多募巧工，从受其法，器成，即又人人亟赏之。”另一方面，将熊三拔所讲解的问题详细记录

①《农政全书·张溥序》

②《泰西水法序》

下来，这就是《泰西水法》一书。徐光启不盲目生搬硬套外国的东西，“启生平善疑”^①，他善于以科学实验来检验是非，译《泰西水法》时，边译边试制灌溉工具，并把试制灌溉工具有经验的人员送到良乡他的朋友彭惟城处去作进一步的试验。反复试验，反复研究，千锤百炼，坚持不懈，是他取得成就的秘诀。

徐光启修历时，“每遇一差，必寻其所以差之故，每用一法，必论其所以不差之故，上推远古，下验将来，必期一无所爽。”^②要做到“一无所爽”，孤军奋战是有困难的，徐光启善于集思广益，与人合作。徐光启为了搞好修历工作，与罗马之李纳济学院、蒙彼利厄大学以及德、奥两国诸大学，皆通声气，共同研究，“然后恍悟彼时所谓新法，非师西洋陈说，乃利用新发明。”^③公元一六〇八年欧洲发明的望远镜，一六二九年即为徐光启所采用。他并奏请自造望远镜三架(镜头用进口货)。他一方面利用当时欧洲最新发明，另一方面他也发挥独创精神，在测候工作上缺乏仪器，自力更生，“今更制造小仪三具，以便密测详较。”他与熊三拔“力疾制天盘地盘、定时衡尺、璇玑玉衡等器，皆时人所未睹。”与外国科学家密切合作，做了很多工作。

徐光启在科学研究中，明确认识到群众的智慧无穷，群众的力量伟大，如在除蝗这件事上，他极为恳切地说：“必须百郡邑之协心，必赖千万人之同力”。个人力量微弱，要成就一番事业，时刻不能脱离群众。他耽心他的事业“有倡

①《跋二十五言》

②《增订徐文定公集》卷四

③《马相伯先生文集》页377

无继，有传无习”，后继无人。

以上五点，是徐光启在科学研究上取得辉煌成就的主要途径或方法。徐光启不从流俗，“学问皆有根本，议论皆有实见，卓识沉机，通达大体。”^①他对中国科学技术的发展作出了伟大贡献，突出的有三：

第一、农学研究的丰硕成果。徐光启与汉代的氾胜之、东魏的贾思勰、元代的王桢，成为中国历史上四大农学家。徐光启对农学贡献特别大，他反对保守，反对“风土说”，改良生产工具，讲究耕作技术，坚决主张在北方开辟水田种稻，提倡推广高产作物，把我国传统农学向前推进了一大步。他在农学研究上，向老农学习生产技术，自己动手进行科学试验，符合近代农业科研方法。他联系当时农业发展的实际需要，吸收外国科学技术，丰富中国农学的内容，扩大了农业科研的范围，使中国农学的面目焕然一新。这些成果，具体反映于《农政全书》中。

第二，对天文学的重大贡献。徐光启会通中西，在方法与理论上把我国这一门早有成就的科学向前推进了一大步。采用新测算法，使日食月食的预测的准确度达到最高水平。他主编的《恒星历指》，“凡有测而入表者一千三百五十六星，所分大、小、等次、远近、位置、行直、形模，悉与天象相合。”银河之为无数的远星，在我国是徐光启最先说明的。徐光启花费大量心血浇灌而成的《崇祯历书》是中国天文算法中最完整最宝贵的遗产。

第三、在数学方面建立了具有划时代意义的业绩。他所译校的《几何原本》与《同文算指》两书，成为明末清初数

①《增订徐文定公集·行实》

学工作者的必读书，扩大了当时学术界的视野，对培养我国数学工作者起过重要作用，推动了明末清初科学的发展。数学上的专名点、线、面、平行线、直角、钝角、锐角、三角形、四边形、斜方形等由徐光启使用而确定下来。三角学方面的术语如正弦、正切等也是他所制订的。徐光启介绍西方数学，给我国数学注入新的血液，使我国数学进入一个崭新的发展阶段。

徐光启在科学研究上之所以有这样一些成就，由于他的科学思想中具有很多唯物主义思想因素，这充分反映于《农政全书》中。徐光启在科学研究方面的成就，对于我们加速实现四个现代化是有借鉴作用的。

一、时代背景

徐光启出生于一五六二年四月二十四日（明嘉靖四十一年三月二十一日）。他生活的那一个时代，农业生产力有着显著提高，表现在生产工具的齐备与生产技术的进步。从垦荒、精耕细作、播种到收割、打场，全部生产过程所需的工具应有尽有，种类繁多^①。从生产技术而言，因地制宜，房屋林木之间，辟为“圃田”种蔬果；湖泊之上，则以木筏作成田丘，称“架田”；江边的“柜田”，引起人们的广泛兴趣，有诗加以描绘：

江边有田以柜称，四起封围皆力成。
有时卷地风涛生，外御冲荡如严城。
大至连顷或百亩，内少塍埂殊宽平。
牛犁展用易为力，不妨陆耕及水耕。

与水争田，宋代有圩田，那是围湖造田，进一步发展为围江造田，沿海造田，沿海人民打桩筑壁以御潮水，修为“涂田”，沙滩淤洲，则修为沙田。徐光启认为这种田不怕水旱，既可栽稻，又可种桑，产量加倍，他说：“江上有田，总名曰沙，中开畝亩，外绕蒹葭，耐经水旱，远际云霞，耕同陆上，横亘水涯，内备农具，傍泊鱼权，易胜畦埂，肥渍苔华，普宜稻秫，可殖桑麻，种则杂错，收则倍加。”^②在

① 《农政全书》卷21—22农器图谱所载农器有百余种。

② 《农政全书》卷5

山区，开山为田，称为梯田。梯田在宋代已较普遍。明代的梯田，见缝插针，根据山坡倾斜度不同，梯田的长宽有异，即令“山势峻极，不可展足”之处，也改造成一块一块梯田，有水源的栽稻梗，缺水源的种粟麦。农田灌溉技术，具有划时代意义的变化，“泰西水法”介绍到中国，取江河之水有龙尾车，“旱则挹江河之水入焉，潦则挹田间之水出焉。”吸取井泉之水的有玉衡车，“玉衡者，以衡挹柱，其平如衡，一升一降，井水上出，如趵突焉。”^①民间普遍使用的灌溉工具是翻车，翻车有人力脚踏的、运用水力推动的，还有用牛力转动的，筒车也有好几种，此外还有连筒、架槽、刮车、戽斗等。

农业生产力的提高，引起手工业与农业区域性分工。明朝初年，全国普遍种植棉花，棉花比起桑蚕来，没有采桑养蚕之苦，而收成较有保证；比起苧麻来，可免去剥皮打洗之劳，而保暖较有成效，棉纺织业成为新兴的行业，在国民经济领域具有广泛的发展前途，棉布成为全国流通的商品，全国普遍穿用棉布衣裳，棉纺织业代替丝麻业而遍布全国各处，徐光启的家乡是全国棉纺织业中心，织工约有二十万人，布匹运销各省。^②布匹种类很多，比较著名的有“飞花”、“尤墩”、“眉织”等，最著名的“标布”，每疋约值银一钱五分至二钱，到上海采购标布的络绎不绝。适应棉纺织业发展的需要，纺织工具不断有所改进，过去轧棉的搅车是无脚的，使用无足搅车，要三个人配合工作，很麻烦，逼着人们开动脑筋发明了四足搅车，只要一个人就可操作，一人顶

①《农政全书》卷19《泰西水法上》

②《利玛窦中国札记》页598，中华书局中译本（以下同，略）