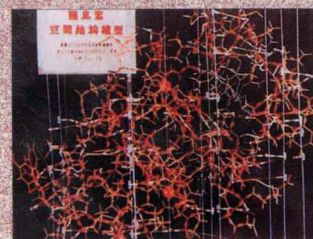


吴熙敬 主编
汪广仁 吴坤仪 副主编



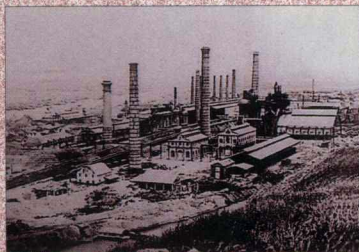
中国 近现代 技术史



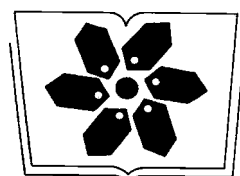
下卷



科学出版社



N092
W892



中国科学院科学出版基金资助出版

中国近现代技术史 (下卷)

主 编 吴熙敬
副主编 汪广仁 吴坤仪

科 学 出 版 社

2000

N092
W892

目 录

(下卷)

第三十章 农业	(761)
第一节 近代中国农业技术中出现的新因素.....	(761)
第二节 近代农业技术体系的形成.....	(774)
第三节 向现代型农业技术体系推进.....	(781)
第四节 作物育种栽培.....	(791)
第五节 植物保护.....	(816)
第三十一章 林业	(823)
第一节 林业科学技术的传播与发展.....	(823)
第二节 植树造林.....	(827)
第三节 森林保护.....	(836)
第四节 森林利用.....	(840)
第五节 新兴学科的出现与林业科技的新进展.....	(852)
第三十二章 水产	(856)
第一节 海洋渔业资源与海洋捕捞.....	(857)
第二节 水产增养殖.....	(861)
第三节 水产品加工.....	(868)
第四节 渔业技术装备的研制.....	(872)
第三十三章 畜牧兽医	(878)
第一节 畜禽品种资源与育种.....	(878)
第二节 饲料与草地.....	(882)
第三节 养蜂与养蚕.....	(889)
第四节 兽医.....	(896)
第三十四章 发酵工程	(902)
第一节 1949年前的发酵工程.....	(902)
第二节 新中国成立后的发酵工程.....	(905)
第三节 发酵工程的主要成就和贡献.....	(910)
第三十五章 基因工程	(915)
第一节 基因工程的发生与发展.....	(915)
第二节 我国基因工程研究的新阶段.....	(920)

第三节	基因工程基础研究——载体和受体系统·····	(930)
第三十六章	细胞工程·····	(935)
第一节	植物细胞工程·····	(935)
第二节	动物细胞工程·····	(952)
第三十七章	酶工程·····	(963)
第一节	酶制剂和酶在工业中的应用·····	(963)
第二节	固定化生物催化剂的研究和应用·····	(970)
第三节	生物传感器·····	(976)
第四节	酶的基因工程与蛋白质工程·····	(980)
第三十八章	中医中药·····	(987)
第一节	1949年前中医中药的发展·····	(987)
第二节	中华人民共和国成立后中医中药的发展·····	(991)
第三节	中西医结合·····	(994)
第四节	中成药加工·····	(999)
第三十九章	西医·····	(1008)
第一节	西方医学的传入·····	(1008)
第二节	近代西医的发展·····	(1013)
第三节	现代医学技术的发展·····	(1019)
第四十章	纺织·····	(1027)
第一节	动力纺织机器的形成·····	(1027)
第二节	动力纺织机器的发展·····	(1031)
第三节	纺织技术发展规律和趋向·····	(1034)
第四十一章	轻工·····	(1037)
第一节	造纸·····	(1037)
第二节	自行车、缝纫机、钟表·····	(1041)
第三节	日用化工·····	(1052)
第四节	家用电器·····	(1057)
第四十二章	印刷技术·····	(1062)
第一节	凸版制版印刷·····	(1062)
第二节	平版制版印刷·····	(1071)
第三节	凹版制版印刷·····	(1079)
第四节	孔版制版印刷·····	(1083)

第四十三章	食品	(1088)
第一节	食品工业	(1088)
第二节	烹饪	(1100)
第三节	食品营养分析与卫生检验	(1104)
第四十四章	半导体、超导材料	(1110)
第一节	半导体硅材料	(1110)
第二节	超导材料	(1113)
第四十五章	电子技术	(1121)
第一节	早期的艰难历程	(1121)
第二节	电子元器件	(1123)
第三节	广播电视设备和雷达	(1133)
第四十六章	计算机	(1142)
第一节	电子计算机在中国的诞生	(1142)
第二节	系列计算机	(1147)
第三节	软件与汉字信息处理技术	(1154)
第四十七章	激光	(1159)
第一节	中国激光技术的兴起和发展	(1159)
第二节	激光技术的应用	(1162)
第四十八章	仪器仪表	(1167)
第一节	中国仪器仪表工业和技术发展概况	(1167)
第二节	工业仪表与控制系统	(1170)
第三节	科学测试仪器	(1174)
第四节	专用仪器仪表	(1182)
第四十九章	自动化	(1189)
第一节	局部自动化	(1189)
第二节	多回路和多机协调自动化	(1195)
第三节	综合自动化	(1202)
第四节	机器人	(1210)
第五十章	遥感	(1216)
第一节	我国遥感事业的建立	(1217)
第二节	我国遥感技术的全面发展	(1218)
第五十一章	测绘	(1228)
第一节	中国近代测绘技术	(1228)

第二节	现代测绘工作的进展	(1232)
第三节	地图与制图技术	(1240)
第四节	测绘仪器与技术	(1244)
第五十二章	工程制图	(1249)
第一节	近代工程制图	(1249)
第二节	现代工程制图	(1256)
第五十三章	气象	(1271)
第一节	气象台站网	(1271)
第二节	气象探测	(1276)
第三节	气象卫星	(1280)
第四节	天气预报	(1284)
第五节	气象服务	(1288)
第五十四章	环境保护	(1292)
第一节	生态环境保护	(1293)
第二节	环境污染和防治	(1304)
第三节	环境标准、监测和环境质量评价	(1312)
第四节	环境保护产业	(1315)
第五十五章	海洋技术	(1318)
第一节	海洋调查观测	(1318)
第二节	海洋开发	(1325)
第三节	海洋工程	(1331)
第五十六章	航天	(1337)
第一节	航天技术基础和早期探索	(1337)
第二节	航天运载火箭技术	(1339)
第三节	各式卫星技术的发展	(1343)
第四节	发射中心和地面测控网	(1347)
第五十七章	核技术	(1350)
第一节	发展历程的回顾	(1350)
第二节	核技术及其应用	(1358)
第五十八章	兵器	(1374)
第一节	火炮	(1375)
第二节	轻武器	(1384)
第三节	坦克和装甲车辆	(1394)

第五十九章 工程技术教育	(1402)
第一节 近代技术教育的产生和发展	(1402)
第二节 民国时期的工程技术教育	(1407)
第三节 新中国的工程技术教育	(1418)
第六十章 科学技术政策	(1429)
第一节 近代科学技术政策	(1429)
第二节 现代科学技术政策	(1432)
第六十一章 标准计量制度	(1442)
第一节 近代标准计量制度的变迁与发展	(1442)
第二节 国民政府时期的标准计量制度	(1444)
第三节 现代标准计量技术发展历程	(1445)
第六十二章 科技情报	(1452)
第一节 发展概况	(1452)
第二节 组织建设与业务建设	(1455)
第三节 政策与改革	(1461)
第四节 学术活动与国际交流	(1465)
第六十三章 学术团体	(1470)
第一节 学术团体的初创	(1470)
第二节 学术团体的早期活动	(1472)
第三节 “科联”、“科普”和中国科协的创建与活动	(1475)
第四节 中国科协的恢复与发展	(1478)
第六十四章 科技期刊	(1484)
第一节 科技期刊的诞生及发展	(1484)
第二节 中国早期的三种代表性期刊	(1487)
第三节 当代中国科技期刊的现状及其对技术发展的促进作用	(1498)
结束语	(1511)
编后	(1513)

第三十章 农 业

农业技术属应用性强，并广泛涉及人们生产、生活的科学技术门类。它从适应人畜力农具、自给式经营、仅凭世代经验积累的阶段，拓向采用动力机械农具、不断提高农产商品比重，到广泛推行科学实验的近现代型阶段，经历了漫长、曲折而复杂的发展过程。近现代型农业的产生是带有世界意义的大事。它的出现与演进，不能不触及技术体系的变革。这种变革，并不完全像是一股奔腾直前、日趋佳境的巨流，而是受政治、经济、技术、思想等多种条件的制约。在一个国家、一片地域，它或由本身引发，或自他方传入，在不同的年代和背景下，形成带有国家、地区特点的近现代型农业。

第一节 近代中国农业技术中出现的新因素

人们关于近现代农业已作过较多讨论。这里把长期形成、不断发展着的近现代型农业作如下描述：改良农具，机器动力农具逐步推广应用，不断以工业产品来装备农业；向农业投入较多物质和能量并科学合理地加以应用，按动植物生产发育需要补给各种养分；对植物各种病虫、杂草，对动物各种疫病，使用药剂防治；物理、化学、生物学领域的科研成果不断引用于农业，实行技术转移；永久性和暂时性农业生产投资增加较快，农业生产效率大幅度提高；农业产品商品率占越来越大的比重，农产品、农业科学技术可以迅速地进行远距离以至世界范围的交流；以科学实验为基础的农学发展起来。

以上述一些特点来权衡，中国从明末迄清中叶的两百年间，确已有着若干萌动中的新因素。也容易弄清楚，某项科学技术的起落兴衰的阶段划分，有其各自的特定内容。

一、近代农业技术中新的因素

从农业科学技术若干重要因素的构成来看，明末迄清中叶，中国有不少方面已接近实验科学的门坎：①已注意到技术措施中的数量关系。明末《天工开物》中就有“凡秧田一亩，所生秧，供移栽二十五亩”；“凡苗自函活以至颖粟，早者食水三斗，晚者食水五斗，失水即枯”；撒黄豆于稻田作肥；“一粒烂土方三寸，得谷之息倍焉”等记载。②在培育上已注意不同品种杂交的优势现象，如将不同产地的黄茧种蚕蛾与白茧种蚕蛾交配，后代可以产生变异，还有将早雄配晚雌，幻出嘉种的叙说。③清王筠（1784—1854）《说文释例》中，对豆类根瘤形态已有具体的观察描述。当时虽不知其内有菌体，但提到根瘤不可食，其大小多少与年景丰凶有关。④较为具体地阐明农业产量与各种环境因素的关系。清代《知本提纲》中就讲：“盖丰亨视乎物产，物产本于五行，然必常相培补，始能发荣滋长。故风动以培其天，日暄以培其火，粪壤以培其土，雨雪以培其水。”

在理论概括方面，书中发展了中国历史上流传颇久的金木水火土的五行观点，提出天土水火四精与气，认为“四精合一气，五行流动而不息”，将生命物质运动本身特点概括为“精气”的流动。^⑤出现朴素的物质转化循环思想。明末《沈氏农书》中有：“人畜之粪与灶灰脚泥，无用也，一入田地，便将化为布帛菽粟”的说法。这些精辟的见解在明清之际提出是难能可贵的。

明末，深谙当时中国农业科学技术并努力吸收西方科学技术成果的是徐光启（1562—1633）。他是农学家、历算学家、水利专家，所撰《农政全书》在中国古代农业科学技术体系发展完善方面，起过重大的作用^①。徐光启所处的历史时期，中国在许多科学技术领域尚保有优势地位，与外国学者专家的交往体现着互益和平等。徐光启在所撰《农政全书》中，收进了《泰西水法》，它主要介绍取水、蓄水、用水方法和器械等。卷首题泰西熊三拔（Sabbathino de Ursis, 1575—1620，意大利耶稣会会士）撰；吴淞、徐光启笔记。《徐光启集·书牍二》还载有徐光启采用西洋方法栽插、修剪葡萄，取得良好收效的内容。同书还有徐光启认为西国用药法，俱不用渣滓甚有理，置备兵器惟尽用西术，乃能胜之等多项值得人们深入探究之处。应该着重提及的是，徐光启在《几何原本杂议》中，提到教授形式逻辑思维的《几何原本》：“能令学理者祛其浮气，练其精心；学事者资其定法，发其巧思。”认为它是“举世无一人不当学”的好书。说“能精此书者，无一事不可精；好学此书者，无一事不可学。”它也具有可以教人植桑、饲蚕的启迪作用。

明末农业机械方面也曾出现中西沟通的情况，法国耶稣会会士金尼阁（Nicholas Trigault, 1577—1628）著、王征译述的《奇器图说》出版就是最好的说明。清代初期，康熙皇帝颇为重视来自西方的科学技术，发挥传教士在介绍科学技术知识方面的作用，限制他们参与政治和宗教传播的活动。那一时期，西方商贾和官方使臣来中国者显著增多，他们主要目的是为自己的商品找出路。早期欧洲传教士来中国，不仅是宣扬教义，发展教徒，传播西方科学技术知识，他们还把中国丰富的科学技术创造及文化典籍带回西方，包括有关各种植物、动物、农具、丝茶制作技术等^②。

在哥伦布到达美洲、麦哲伦环球航行以后，新旧大陆的动植物有了广泛交流的可能。原产美洲的甘薯、玉米、马铃薯、番茄、烟草、花生等作物相继传到欧亚非各洲。工业、交通的发展，使科学技术的传递更为频繁。在交往具有世界性质，并以工厂手工业、大工业为基础的时候，许多国家和民族都卷入了竞争。徐光启曾力求建成新的科学思想体系，他的科学研究已带有近代科学的倾向。所以说，明末迄清中叶，中国农学已接近实验科学的门坎。但是，近代型农业技术体系当时却未能在中国建立起来。几个可能的原因是：①中国古代农事经验丰富、农学体系完整，本身具有相当的稳定性；甘薯、玉米等高产作物引进后，能够迅速被纳入中国当时的耕种体制之中。②那一时期，欧洲农学尚处于慢发展和低水平阶段。欧洲的农业革命，1850—1880年在英国才形成高潮，主要以推行诺福克农作制为标志，即推行以种植三叶草、小麦、芜菁、大麦为中心内容的轮作制。这种轮作制与中世纪推行的三圃制相比是一个很大的进步，但是和当时中国推行

① 游修龄，从大型农书体系的比较试论《农政全书》的特色和成就，中国农史，1983年第3期，第9—18页。

② 转引自〔英〕F. Bray, Agricultural revolution, 中国科技史探索，第615页，上海古籍出版社，1982年。

的轮作复种制相比，土地利用尚偏低，难于在中国发挥影响。一些应用化学、机械学的农业新技术，当时虽已发明，如化学肥料、化学药剂、内燃拖拉机等，但均处于草创试制阶段，还没有大量外传农业新技术的条件。德国农业化学家李比希(Leibig, Justus, 1803—1873) 1840年在叙述以前的农业时曾提到：“在上世纪后25年，农业仍没有一个人知道田地肥瘦的道理，也不知道在作物影响下肥力减退的原因。除了阳光、露水、雨水的作用以外，农民对植物所必需的其他条件，几乎毫无所知。至于大家议论过的土壤，也只是为作物提供生长的场所。”^③当时生物科学尚处在描述和收集材料的阶段，虽临近学科本身的重大突破，但对农学直接的影响还不够大。^④在16—17世纪，使欧洲科学远远凌驾于欧洲各种潮流之上的特点之一是当时的大学，同一时期的中国则仍禁锢于“四书五经”、“八股开科”取士。^⑤清朝乾隆、嘉庆两代帝王采取严格闭关锁国、妄自尊大的政策和态度。乾隆时期到达中国的英国官员曾述及，康熙皇帝时长于科学和技术的外国人士颇受优待，当时中国人在科学和技术上是落后于欧洲人的；讲述他们一行抵达中国后，印象已是：中国方面的传统排外偏见和它的长期闭关自守是成正比例的，而且当时丝毫没有任何改变；这种偏见不仅表现在中国人的行为当中，而且由于他们对自己文化的高度优越感，这种狭隘的观念已经形成为一种思想体系；中国国土广大，具有多种不同气候，在必需品上——虽然不是奢侈品上——可以自给，因此中国政府绝不重视对外贸易，认为可以随意限制对外贸易。乾隆、嘉庆两个皇帝的一些敕谕也体现了以天朝上国自居的闭关锁国政策。

二、1900年前后中西农业技术的交汇

著名科学家竺可桢(1890—1974)于1950年在《中国科学的新方向》一文中曾指出：“中国之有近代科学，不过近四十年来的事。”《为什么要研究我国科学史》一文则说：“我国古代科学的发展，有一个传统的特点，即强于技术应用科学，而这种科学技术知识是包括在世代相传的农业栽培、水利及水患防治、建筑桥梁、船舶、钻掘自流深井，以及积累出来的中医药方里面。”^①中国近代型农业科学技术，初始阶段主要来源于介绍、引进西方的成果。因为，从人类历史看来，这些先进科学技术主要是西方世界的人民开始创造的。^②中国接受这种近代型科技成果，当时是走了相当漫长、极其曲折、苦难深重的途程的。

欧洲一些国家，在工业革命的过程中，同时掀起了改革农业的高潮，采用了机器装备，扩大了经营规模，增加了土地投资。由于物理学、化学、生物学等学科的推动，农业化学、植物、动物、营养、生理诸学科得到长足的进展。李比希的植物营养元素归还学说、英国学者达尔文(Darwin, C. R., 1809—1882)进化论、奥地利学者孟德尔(Mendel, G. J., 1822—1884)遗传规律的问世，和这一时期农业生产的较快提高是互为因果的。农业、工业生产技术的改进和提高，是文明演进的标志。但是，唯利是图的资本主义种

^① 竺可桢文集，第225、280页，科学出版社，1979年。

^② 费孝通，民族与社会，第65页，人民出版社，1981年。

植经营也可成为扩张、掠夺、侵略的导火索。比如鸦片，它是通过种植获利的产物，又是弱国灭种的毒品。英帝国以武装为后盾，纵容其商人在中国倾销鸦片，遭到反对，1840年爆发了侵略战争。中国作为正义、受害的一方，却遭到战争失利的结局。这曾激起中国有志之士现实地研究世界上所发生的问题。徐继畲（1795—1873）《瀛环志略》中对西欧各国技术与经营的长处已有所提及，说他们“以商贾为本计”、“其人性情缜密，善于运思，长于制器，精巧不可思议，运用水火，尤为奇妙。”当时把向西方学习的问题也提了出来。魏源（1794—1857）《海国图志》里有“师夷长技以制夷”之说，其主要的侧重点在武备方面。1984年中日甲午战争中，中国又一次败北，情况则大不相同，人们已透过坚舰利兵、洋枪大炮的蹂躏，看到根本上是因为工农业生产和科学技术落后，是政治制度朽败。张謇（1853—1926）在《请兴农会奏》中，述及甲午海战失利后，朝野人士以练兵、通商为急务的情形。而他自己的见解已是：“上溯三代，旁考四国，凡有国家者，立国之本不在兵也，立国之本不在商也，在乎工与农，而农为尤要，盖农不生则工无所作，工不作则商无所鬻，相因之势，理有固然。”张謇主张讲求农学，行西国农学所得之法。他主张发展农业实验，即便对外来技术也要核夺。他讲：“不征实事，不特西人新法之与中土宜否，无从真知，即中国旧法之与今日宜否，亦无从真知。而且天度、温度、寒带、热带之不同，土地为埴为垆为壤之各异，非先以化学方法，分辨土宜物性，一一著明，无从消息。”他对农业技术改进持积极态度。

当时上下已注意到农业衰疲的窘况，认为工商已见发展，而农业显著落后。作为政府高级官员，张之洞（1837—1909）在奏折中就说：“近年工商皆间有进益，惟农事最疲，有退无进。大凡农家率皆谨愿愚拙、不读书识字之人。其所种之物，种植之法，止系本乡所见，故老所传，断不能考究物产，别悟新理新法，陋陋自安，积成贫困。”^①地方学界也认识到农业生产技术落后的现象存在。1898年刊行的《浙江海宁绅士请创树艺会禀》中讲：“乡民务农，而不知农之有学，其于辨土性、兴水利上、除虫害、制肥料等事，懵然不知。古法相传，日就湮没。其四民之矫矫者，悉致力于时艺，以耕种为野老之事，鄙之而不屑言。”许多有志之士或奏议成立农工商部，职掌全国实业，筹办各类农业学校，建设农业研究实验机构，或着手引进优良作物、畜禽品种和其他机具器物，翻译外国农书。

在清代同治皇帝年间，曾为学习西方科学技术发生过争论。为引进推行新技术，总理各国事务衙门有过奏章，其中称：“且西人之术，圣祖深韪之矣，当时列在台官，垂为时宪，本朝掌故，不宜数典而忘。若以师法西人为耻，其说尤谬。”^②到了1897年，光绪皇帝年间已明确提出农业要“兼采中西各法”。1897年《农学报》所载光绪皇帝的上谕，其中称：“农务为国家根本，亟宜振兴，各省可耕之地、未尽地力者尚多，着各督抚督饬各该地方官，劝谕绅民，兼采中西各法，切实兴办，不得空言搪塞……上海近日创设农学会，颇开风气，着刘坤一查明该学会章程，咨送总理衙门查核颁行，其外洋农学诸书，并着各省学堂广为编译，以资肆习，钦此。”表明农业技术变革当时已为不可阻遏的潮流。

① 张文襄公奏稿，卷33。

② 清史稿，第12卷第3130页，同治六年总理各国事务衙门奏。

（一）西方农业技术装备与物种的介绍

1895年5月，麦孟华（1875—1915）在《时务报》中就曾著文对西方农业技术装备作具体分析，他说：“西国农工，竞于新法，石膏以化土，鱼料以肥培，电气以速长，沸汤以暖地，玻罩以御寒，汽机以播刈，一切机器，日新月异。徒守旧法，必不足以尽地利矣。”提到：中国农业经营规模“罕及百亩，一用新机，必至亏损”。觉察到独立经营、资本微薄，维持“化学之器，动费数万，打稻之机，佳者逾千，工作之夫，少数于百”的难处。但是，西方农业机械、装备、化肥、农药等物料终于引进来了。它引起不少地方农业家添置、创制新的农业器械。1898年《农学报》曾载：去岁扬州农人，以滨江之地时苦积潦，人力宣泄不及，因募能创法制器速于人力者，酬金五百。现在机匠制一器，一人可以运之，计每日所出之水，可抵人工十。现已如法制造。若此器广行，有益农田不浅矣。”

罗振玉（1866—1940）在《扬州试植美麦成绩记》一文中提到寿州孙荔轩1897年秋引进美国麦种试种，1898年观察生长良好。提到孙荔轩“欲依植物学新理，取华种种佳者，与美种施人工交合，合两国之种，取其性质之善而改其不善者。”^①所记应是小麦杂交育种的倡举。

（二）中国农产贸易的急剧跌落对农业技术改造的激励

《1891年通商各关华洋贸易总册》指出：印度人讲求种茶之法，几十年间，产量从八千担猛增至一百万担，货色均匀一律；印茶胜过福建茶，致使中国福建茶出口额锐减，价格下跌。从农业生产和农产品贸易出口上，都迫切要求提供农业新技术，推行农业新方法。

罗振玉在所编《农学丛书》中，为《戊戌中国农产品贸易表》附加的注释中也感慨地提到：“表中所载农贸出入，了如列眉，其持论谓中国农事之不修，由于士大夫不讲农学，及无工商辅农。”阐明农业不发展的原因之一，有工商业不向农业投放资金物料，可以说是触及当时农业技术旧体制的根本。接着指出：“日本以机器入口，制造其土产物为物（商）品输出之，中国则以原料输入他国，他国以制物品复输入焉。”这一原则差别，则直指当时中国农业经济落后，政治腐败的膏肓要害。罗振玉在给《杭州蚕学馆章程》加注时提到：“大利皆为（外国资本）所夺，今欲挽回利权，非改良养蚕及制茶、制丝之术及减轻税厘，另无他法。”

（三）西方动植物优种和新技术的传入

随着西方来华人员的增多，一些西方动植物良种及农业技术也通过他们携带和引进到中国来。上海乳牛业的发展为其中一例。1842年“南京条约”后，外国官员商贾等连同所带家眷纷纷拥至，急需多量牛奶。乡民以水牛挤奶，挑担零售曾是牛奶业的雏形。1870年外侨引入爱尔夏牛，乳牛业得到一定发展。不久，法国人引入一批供自己需用的红白

^① 罗振玉，扬州试植美麦成绩记，农学报，卷93，1899年。

花牛。1879年肖神父在上海浦东设奶棚饲牛40头。1881年当地人开设太和奶棚，用黄牛挤奶。1886年外侨引进黄白花奶牛，成为上海乳牛业发展的基础。1893年安福奶棚使用杂交技术改良当地黄牛获得成功。各侨民奶棚大都雇用中国人操作，因此奶牛饲养、繁育等经验和用奶牛的雄性改良乳用黄牛的技术很快在中国人办的奶棚中传开。1901年，上海徐家汇天主堂修女院引入黑白花奶牛6头（其中公牛1头），由于它较黄白花牛产奶量高，在上海很快传播。马、猪、鸡、羊及蔬、果作物等品种引进和带来有关技术，虽原是西人以自用为目的，但也曾是激发农业变革的一种途径。^①

（四）译述外国农学著作，劝导新农学

清政府要员刘坤一（1830—1902）、张之洞在奏折中强调：“今日欲图本富，首在修农政。欲修农政，必先兴农学”。主张国家专设农政大臣，开办京师农务大学校；农政大臣府衙与农务大学相连，并“宜建于空旷处所，令其旁有隙地，以资考验农务实事之用”。主张译农书，说：“查外国讲求农学者，以法美为优，然译本尚少。近年译出日本农务诸书数十种，明白易晓，且其土宜风俗与中国相近，可仿行者最多。其间即有转译西国农书，一切物性土宜之利弊，推广肥料之新法，劝导奖励之功效，皆备其中。”奏折中提出劝导农业之法为：一是劝农学，鼓励学生赴日本、欧美学农。二是劝官绅，译刻农书、改易农业技术措施，官员绅董作出优异成绩者给以奖赏，地方官则据农政业绩好坏实行升降。三是导乡愚，购置嘉种新器，在试验场“先行考验实事”，有效验则“令民间试办”。当时提出的试办方案也颇值注意，其中讲：“先则概不取价，有效则略取价值，务令极廉。”其试办之法：“先其通用者，后其专门者，如讲求各种肥料，仿造各种风车、水车，去害稼各虫，每年换种各物以助地力之类；先其易者，后其难者，如山乡劝种番薯、洋芋，水泽种苇，斥卤种稗之类；先其本轻者，后其费钜者，如种树先榆、柳、果实，后松、杉，畜牧先鸡、鸭、牛、羊，后骡、马之类；先其保已有之利者，后其开未见之利者，如察病蚕、讲制茶、求棉种之类；先其获利速者，后其见效迟者，如种蒲桃（指葡萄）取酒，桐柏取油，种樟取脑；先求蜂种，求鱼种为后之类。”此“六先六后”的安排，颇为符合初期农业技术推广的实际，说明当时人们对此已做过细致的考虑。四是垦荒缓赋税。

张謇在《请兴农会奏》中，主张讲求农学，行西国农学所得之法。提倡实验，即便对外来技术也要核夺。对农学会劝导农业新技术的活动，颇为赞同。他说：“中国有志农学者，颇不乏人，近日上海设立农学会，专译东西洋农报农书，未始非中国农政大兴之兆。”他对罗振玉等人的工作，采取支持、鼓励的态度。而罗振玉所主编的《农学丛书》里，奋力提倡新农学：第一，认为农事以辨土性为第一，《农学初阶》书中讲：“是故农学之法，先须辨其土性之所宜，而后锄泥，而后种子，而后粪壅，如之何而蕃熟，如之何而利丰。”书中并列有“以格致考泥”、“化学考泥”等节，对土壤进行具体理化分析。第二，提倡使用化学肥料，在《人造肥料品目效用及用法》一书的罗振玉的编者识中记有：“肥田之物，在化学未发达之前，概用天然肥料，如人畜便溺、草木根茎之类，及化

^① 李文梁，我国近代国外畜种的引进和开发利用史，北京农业大学畜牧系硕士研究生学位论文，1988年。

学进步，而人造肥料兴焉。人造肥料有数益，功效宏一也，体积减、便输远二也，可按物之特性而施所嗜之要素三也。”编者识中亟力主张生产和使用化学肥料。第三，主张引进良种和科学育种。罗振玉在《农事私议》一书中，提倡各地设立“售种所”，用进步方法检验种子，从外国引进佳种，如欧美的麦、美国的棉花和玉米、瑞士羊、意大利蜂、荷兰牛，以及阿拉伯马等，并“依植物学新理，施人工媒合（即杂交）之法，以人力改良植物之种类”。第四，种牧草以兴牧业，种豆科植物并取植物枝叶沤腐以供肥壅。第五，创设虫学研究所。罗振玉有发于浙江绍兴塘决后虫害甚烈，故作此提议，其中包括：①购害虫、益虫标本，以资考求；②购修昆虫学器，如显微镜之属，以便研究；③购杀虫药品，以资试验；④植除虫植物，如除虫菊之类，以广利用；⑤备饲养室，以考验害虫性情、状态；⑥购益鸟、益虫，广其传殖，以收天然捕获之功。第六，发展农业中的商品生产，开辟利源，加强出口竞争。

（五）设置农工商部，兴办农事试验场

1906年，清政府设立农工商部，内设农务一司，管理农业行政。同年，选择北京西直门外二里许乐善园旧址，即今北京动物园及以西一些地区，由农工商部等设农工商部农事试验场^①，初建树艺、蚕桑、畜牧等科，不久重新划为农林、蚕桑、动物、博物、畜牧等科，做中、外种子比较试验、中外农器比较试验、肥料试验、植物病虫害试验、农药试验、畜牧兽医试验等较多方面的新技术引进、实验和推广工作。中国近代农业科学技术体系初具端倪了。

三、由学校教育入手用科学方法改良农业

对中国近代型农业肇始有重大影响的是兴办农业教育。沈宗瀚提到：“中国采用外国科学新法谋改良农业者，初由学校教育入手。”^②原来中国那套培养使用人才的制度弊害极大，清末御史杨深秀（1849—1898）在奏章中曾痛陈“八股取士”一套办法，说：“习举业者，陈陈相因，涂涂递附，黄茅白苇一望相同。”“今用此种庸滥文体，既使天下相率于不学，而人才之消磨也已十之八九矣”。当时重要官员张之洞已认识到：“国事多艰，非才莫备，非学不成”。他在《创设储才学堂折》中提到：“设立学堂，即今日亟应举办之一端。古者四民并重，各有相传学堂。晚近来惟士有学，若农、若工、若商，无专门之学，遂无专门人才，转不如西洋各国之事事设学，处处设学”。他主张农政之学分为种植、水利、畜牧、农器4个子目。张之洞对新教育体系的长处已有所描述，在《变通政治人才为先遵旨筹议折》中说：“查外国学堂，法整肃而不苦，教知要而有序，为教师者，类皆实有专长；其教人亦有专书定法，凡立一学，必先限定教至何等地位，算定几年毕业，总计此项学业共需几年，若干时刻方能教毕，按日排定，每日必作几刻工夫，定为课程。一刻不旷，如期而毕。故成效易确，学生亦愿受教，而教法尤以日本为最善。”

① 穆祥桐，农工商部农事试验场，中国科技史料，第8卷（1987），第4期，第22—27页。

② 沈宗瀚，中国近代农业学术发展概述，中华农业史论集，第275—304页，台湾商务印书馆，1979年。

（一）倡议兴办农业学堂

19世纪末兴办新农业教育的奏章和论议颇多。孙中山(1866—1925)在1894年《上李鸿章书》中,即切陈发展农业、兴办农业学堂的重要。他说:“窃以我国家自欲行西法以来,惟农政一事,未闻仿效,派往外洋肄业学生,亦未闻有人农政学堂者,而所聘西儒,亦未见有一农学之师,此亦筹富强之一憾事也。”接着孙中山转向社会,写有《创立农学会征求同志书》,其中有翻译农桑新书和学会中设立学堂的重要提议。孙中山倡导并于1895年建立的农学会,开了新农业教育科研推广结合的先声。1895年康有为(1859—1927)在《公车上书》中陈说了讲求革新农业的重要。1898年他还写有《请开办农学堂地质局折》的专门奏章,其中说:“窃万宝之原,皆出于土,故富国之策,咸出于农。上古重垦辟,有尽地力之教,外国讲求尤至,城邑聚落,有农学会,察土质,辨物宜,人会则自百谷花木果蔬、牛羊牧畜,皆比其优劣而旌其异等。田样各等,机器车各式,农夫人人可以讲求,鸟粪可以培肥,电气可以速成,沸汤可以暖地脉,玻璃罩可以禁寒气,播种一日可及数百亩,刈禾一人可兼数百工。”康有为是主张改革求新的,他认为:“比较则去桎而从良,鼓舞则用新而去旧。”他具体建议各省、府、州、县,皆立农学堂:“令开农报,以广见闻;令开农会,以事比较。译农学之书,绘农学之图,延化学师考求各地土宜,以劝植土地所宜草木,将全地绘图贴说,进呈御览。”这些意见和举措是很好的,但康有为并没有花多少精力于农业技术的研习和农业教育的兴办。梁启超(1873—1929)曾为《农学报》写序,最早刊于1897年(清光绪二十三年)《时务报》第二三册。梁启超慷慨激昂数说当时“学者不农,农者不学”的严重情况,提出农学研究中的十大门类:①农理,②动植物学,③树艺(麦、果、桑、茶等品皆归此类),④畜牧(牛、羊、猪、驼、蚕、蜂等物皆归此类),⑤林材,⑥渔务,⑦制造(如酒、糖、酪等),⑧化料,⑨农器,⑩博议(国内人们有关农务的文章等)。无疑,农科详细区分更有利于研究的深入和专业学习。他们都曾致力于倡导兴建农科学堂和农科大学。

1898年(清光绪二十四年),总理衙门在《遵筹开办京师大学堂折》中曾提出六点方案,其中第三“学问宜分科”项,提到:“今拟分立十科:一曰天文科,算学附焉;二曰地学科,矿学附焉;三曰道学科,各教源流附焉;四曰政学科,西国政治及律例附焉;五曰文学科,各国语言文字附焉;六曰武学科,水师附焉;七曰农学科,种植水利附焉;八曰工学科,制造格致(各国)附焉;九曰商学科,轮舟铁路电报附焉;十曰医学科,地产植物各化学附焉。”不论其区分是否正确与合理,当时提出建立农学科已明确无误,表明农科大学初建时已有较为完整的开办方案和教学计划。1902年颁有《钦定高等学堂章程》和《钦定京师大学堂章程》,后者书有:“农业科之目四,一曰农艺学,二曰农业化学,三曰林学,四曰兽医学的规定”。1903年又订出《奏定大学堂章程》,其中写有农科大学的款目。奏议、章程中规定建立农科大学、农业学堂的款目,并不等于有了实际的办学行动。这些章程所列事项和农科各类课程名称、周教学时数、实习安排等主要采自日本农科学制。其内容看起来各级各类教育齐备、规模宏大,实际上,当时国家并没有实现那些奏议、章则的条件。这些奏议、章则问世,却也给人们提供了较为完全的新教育(包括农业教育体系),并经过不断的删改、调整,铺下了中国新式农业教育的格局。

到1905年，清政府被迫明令正式取消科举。同年，批准了京师大学堂农科大学的具体兴建。从1898年筹议京师大学堂农科，至1905年分立的农科大学建设实践，竟走了8年的路程。

（二）农科大学的课程门类

1903年，《奏定大学堂章程》中第六节农科大学的农学、农艺化学、林学、兽医学各科课程及课时安排今天看来也是有趣并引人深思的（见下列各表）。

农 学 门 科 目

主 课	第一年 每星期钟点	第二年 每星期钟点	第三年 每星期钟点
地质学	2	0	0
土壤学	1	0	0
气象学	1	0	0
植物生理学	4	0	0
植物病理学	2	0	0
动物生理学	3	0	0
昆虫学	3	0	0
肥料学	2	0	0
农艺物理学	2	0	0
植物学实验	不定	不定	0
动物学实验	不定	不定	0
农艺化学实验	不定	0	0
农学实验及农场实习	不定	不定	不定
作物	0	5	3
土地改良论	0	1	0
园艺学	0	3	0
畜产学	0	3	0
家畜饲养论	0	2	0
酪农论	0	1	0
养蚕论	0	2	0
农产制造学	0	0	3
补助课			
理财学（日本名经济学）	2	0	0
法学通论	0	2	0
农业理财学（日本名农业经济学）	0	3	2
兽医学大意	0	0	2
农政学	0	0	3
国家财政学	0	0	2
合计	22	22	15

到第三学年末毕业时，提出毕业课艺论文。除以上各科目外，还有林学大意及养鱼论作为选修课；并指出需采用与课程名称相同的书籍。强调凡农学皆以实验为主，讲课时数不能加多。

农艺化学门科目

主 课	第一年 每星期钟点	第二年 每星期钟点	第三年 每星期钟点
有机化学	2	0	0
分析化学	1	0	0
地质学	2	0	0
土壤学	1	0	0
肥料学	2	0	0
农艺化学实验	不定	不定	不定
作物	0	5	1
土地改良论	0	1	0
生理化学	0	2	0
发酵化学	0	1	0
化学原论	0	2	2
补助课			
气象学	1	0	0
植物生理学	4	0	0
动物生理学	3	0	0
农艺物理学	2	0	0
家畜饲养论	0	1	0
酪农论	0	1	0
农业理财学	0	1	2
农产制造学	0	0	3
食物及嗜好品	0	0	1
合 计	18	14	9

除论文写作、授课时数、教学用书规定与农学门相同外(下表同此),农艺化学科可有理财学、养蚕论、农政学等选修课。课程计划中反映出,人们已不满足传统的农业技术方法,而用新的系统的农业技术和理论知识培养本科大学生,则是根本的环节。

林学门科目

主 课	第一年 每星期钟点	第二年 每星期钟点	第三年 每星期钟点
森林算学	2	1	0
地质学及土壤学	3	0	0
气象学	1	0	0
森林物理学	2	0	0
最小二乘法及力学	1	0	0
森林植物学	2	0	0
植物生理学	2	0	0
林学通论	2	1	0
造林学	1	2	2
植物学实验	不定	0	0
动物学实验	不定	0	0