

清末民初中国留日学生的科技活动及其影响

赵冬, 邢润川

(山西大学科学技术哲学研究中心, 山西太原 030006)

摘要: 清末民初是西方科技在中国发展的重要时期, 其中, 中国留日学生参与的科技活动就起到了积极的推进作用。因而, 分析他们的特殊贡献, 对于搞清楚西方科学技术在中国本土的传播与发展有重要的历史意义。

关键词: 清末民初; 留日学生; 科技活动

中图分类号: K257.9

文献标识码: A

文章编号: 1003 - 5680(2003)05 - 0067 - 05

在清末民初的中日科技文化交流史上, 有一支积极引进和传播科技知识的留日学生群体, 他们的活动颇为引人注目。这不仅是因为其规模广大(按留学人数计, 当时留日居第1, 其他依次为留美、英、法), 更因为他们对科技文明理解的深度以及对中国近现代科学技术的影响。

一 清末民初留学日本的动因分析

中国学生留日, 始于清末甲午战争之后的1896年, 该年

表1 清末民初留日学生人数*

时间	1898	1899	1900	1901	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1912	1913	1914
人数	77	143	159	280	1000	1300	8000	8000	7000	4000	4000	1400	2000	5000

*资料来源: 此表的统计数字, 主要是依据1993年中国社会科学出版社出版的, 由费正清主编的《剑桥中国晚清史》下卷第407页和房兆楹主编的《清末民初洋学学生题名录初辑》(近代中国史料丛刊)资料而制。

这次起因于甲午战争的刺激, 并促成中国近代知识分子彻底觉悟后的思想与行动, 不同于以往的救亡呼声, 他们对西方科学文化的理解和认识是划时代性的。例如, 严复这位曾受过西洋文化系统训练的留学生, 就清楚地意识到中国欲富强, 必须彻底抛弃旧有的思想观念, 而代之以西方进步的自由、民主和科学意识; 认为学习西方要从直接引进、吸收其自然科学和社会科学入手, 努力把握西方处于人类认识发展最前沿的科学知识, 以制度层面的改革解决中国问题。^[1]而反观从林则徐、魏源主张经世致用, 倡导“师夷长技以制夷”; 到冯桂芬提出“以中国之伦常名教为原本, 辅以诸国富强之术”, 作为改造中国传统文化, 向西方学习的原则;^[2]以及洋

务派围绕军事工业展开的采矿、冶炼和运输业, 设学堂、派遣留学生、翻译西书, 引进西方科技的实践活动。虽然都在谋求中国自强之路, 并在一定范围内取得了成效, 而且也找到了一些中国落后于西方的原因。但总体看来, 认识上还有一定的局限性, 即对西方科学技术的认识程度仍然停留在器物层面上, 没有看到西方国家根本命脉之所在。因此, 中国即使获得某些先进的洋枪、洋炮、机械、轮船, 但是到了关键时刻所表现出来的不是中国的强大昌盛, 而仍是软弱无力。特别是, 甲午海战的失败再次警醒国人: 技术工艺制造只是西方之皮毛, 真正富国强兵之路在于制度变革。对此, 深有感触的梁启超在总结中国人学习西方的历程时, 曾以认识演进

【收稿日期】 2003 - 01 - 02

【作者简介】 赵冬(1961 -), 男, 山西汾阳人, 山西大学科学技术哲学研究中心博士生, 天津师范大学经济与管理学院副教授, 主要研究方向为科学史与科学社会学;

邢润川(1940 -), 男, 河北邯郸市人, 山西大学科学技术哲学研究中心教授, 博士生导师, 《科学技术与辩证法》杂志主编, 主要研究方向为科学史与科学社会学。

三个时期予以说明：“第一期，先从器物上感觉不足”，因而首先从物质层面学习西方，以图自强；“第二期，是从制度感觉不足”，于是进一步要求从政治、经济制度上学习西方，进行变革；“第三期，便是从文化根本上感觉不足”，于是要求对文化心理结构、观念意识进行深入改造。^[3]考察日本致强之因，在清末民初做出选择留学日本的决策，一方面说明当时中国朝野上下同感通过日本摄取西方科学文化，是中国的最佳出路；另一方面，也说明中国人敢于正视现实，发愤图强，励志革新，学习和借鉴日本成功经验的决心。

当然，中国留学史上之所以在清末民初会出现留学日本的转向和高潮，其原因也是多方面的。

第一是清政府推行“新政”举措的驱动。自甲午战争、戊戌变法以后，清政府在社会内外压力的夹击下，相应地采取了一些新的举措，开始实行所谓“新政”。派遣学生留日作为其中的一项重要内容，被加以推行。对派遣出的留学生，清政府不仅要求他们须学习日本及西方的新知识，待回国后派以用场，而且还以高官为引诱，答应留学归来以后分别赏与举人、进士出身，分配各种官职。为了能吸引更多的学生留日，清政府还专门拟定章程作出保证（例如，1903年拟定的《鼓励游学毕业生章程》就有详细的具体规定）。^[4]尔后到1905年，由于科举制度的废除，使得出国留学成为当时最好的出路之一，因而中国学生纷纷而至。况且，清政府也认为日本是中西文化的缓冲区，不会受到西方的毒化，也有值得学习的地方。总体看来，虽说这次留日运动是清政府出于政治需要制定的以保全统治权的政策策略，但客观上成了推动留学日本的原动力。

第二是维新派及具有改革思想人士的鼓动。对于去日本留学的好处，张之洞早在他的《劝学篇》中就阐释的非常清楚：“出洋一年，胜于读西书五年……入外国学堂一年，胜于中国学堂三年。”而且“至游学之国，西洋不如东洋。一路近省费，可多遣；一去华近，学生毋忘其国；一东文近于中文，易通晓；一西书甚繁，凡西学不切要者，东方已删节而酌改之。中、东情势风俗相近，易仿行，事半功倍，无过于此。”^[5]而透彻地看到日本强大之根本原因，并极力敦促政府，鼓动学生去日本留学的当推维新志士，是在他们对比了中日两国的基本状况后指出，中国光靠洋务运动是不能救国的。并进一步得出，日本之所以能后来居上，不仅在于他们学习消化了西方先进的科学技术，更主要的是，日本通过明治维新催生了与科学技术同步发展的资本主义制度。因此，他们号召留学生要走留学救国之路，并发出“惟游学外洋者是救国之唯一方针”^[6]的呼声，极大地鼓舞了一大批青年学生的留学热情。

第三，大力吸收中国留学生是当时日本政府针对晚清的一种战略安排。日本对中国觊觎已久，出于对华侵略的长远战略和影响中国未来的重要手段，日本制定了吸收中国留学生的相应政策，企图通过对留日学生的教育，达到置中国政治制度、军事、文化、科学技术等方面于日本控制之下的目的。日本驻华公使矢野文雄的一番表白就十分具有代表性，他认为中国留学生，其习武备者，“日后不仅将仿效日本兵制，军用器材必仰赖日本，清国之军事将成日本化”；其习自

然科学者，必将吸收日本的技术，与日本“发生密切联系，此系扩张日本工商业于中国的阶梯”；其习法政者，定对日本的政治制度崇拜之至，将以“日本为楷模，为将来改革的准则”。^[7]为此，日本政府以提供经费为条件，邀请清政府向日本派遣留学生。当然也要看到另一层意义的部分日方人士，他们在促成中国学生留日方面所做的工作，主要是为了加强中日文化的交流。例如，上田等教育家就号召，采取行动，专门为中国学生准备教育计划；设立专门的语言学校，以便使他们在两三年内可以为攻读大学水平的课程作好准备。^[8]

第四是路近、时短、费省以及出国“镀金”思想的蔓延。出于经济状况的考虑，选择留学日本，也是留学生人数上升的一个重要因素。中日两国不仅一衣带水，隔海相望，而且就路费和学费而言，中国学生留学日本比留学西洋要便宜得多，因而对于一般中等收入的家庭来说还能负担得起。^[9]尤其是在废除科举前后，由于大批自费生涌现，使得路近、费省就成为许多家境并不太好，又有留学愿望学生的一条极富诱惑力的选择。况且，出国留学的资历和获得的证书，还是就职、升官、得到高俸禄的资本。

总之，清末民初出现这种留学高潮是各种社会复杂因素相互作用的结果。

二 清末民初留日学生的科技活动及其影响

从某种意义上可以说，清末民初的留日运动，是留日学生群体广泛开展的科学思想解放运动和积极主动的科学技术实践活动。他们对科学及科学思想的认识是深刻的，他们看到：西方军事优势背后潜藏的是经过产业革命积累起来的产业技术优势；而且在产业技术优势的深处更存在着近代科学思想。因此认为，有必要培养本国的科学技术人才。同时也考虑到，留学日本，一是可以通过日本这一通道继续学习和引进西方先进的科学技术；二是因为日本已经把西学改造得很适合东方人的口味，可以借鉴日本学习西方科学技术的做法。正因为如此，留日学生的科学活动是带有目的性的行动，具体表现在：

思想界对科学的认识与反映。思想是先导，没有先进的认识就不会产生积极的行动。对于科学的认识，思想界的反映最能从一个侧面说明问题。特别是在康有为那里，“对西学的特殊兴趣立即引导他去发现将促使他的思想发生变化的新的知识世界”。^[10]即使他对政治体制改革倾注的精力更多一些，但他推出的政治纲领也是将“兴政”与“兴学”两者紧密联系在一起，并透射近代科学建制化的一种构想。包括建立制度局；建设现代的海军和陆军；发展经济的计划和使财政合理化的措施以及对文教制度的革新等。这种对科学文化作制度一意识形态思考的结果，恰恰是他对科学有了更深层次理解的体现。这也说明这一时期的中国人在学习西方科学技术时，已经不再是仅仅停留在“技”与“器”上，而是更重视科学的精神和实质。同样持有相似观点的梁启超，也把选派留学生、译西书、办学校、兴学会，当作国家自强的重要手段。他说：“今欲振中国，在广人才，欲广人才，在兴学会”；^[11]又说“变法之本，在育人才；人才之兴，在开学校”；^[12]

还说：“国家欲自强，以多译西书为本；学子欲自立，以多读西书为功”。^[13]可以说，这种对科学的认识以及兴科学的规划与行动，为这一时期和以后中国科学技术的发展奠定了理论基础。正如李国祁所说，1895年以后，如康有为、梁启超、谭嗣同等人已经与“自强运动时期颇不相同，自强时期的求变求新，尚是相信中国的道统，中国的文化不可变，故其求变求新仅及于器物层面，而他们已经开始相信精神文化层面亦必须改变……他们较自强运动派更相信西学，视为是国家民族求富求强的万灵丹。”^[14]

知识界对科学技术教育的重视与推进。清末民初是中国近代教育的奠基时期，也是科学技术教育的发展时期。就国内的情况而言，自维新以来，一些新式学堂相继建立，到1909年计有大学3所，高等学堂24所，高等实业学堂127所（这个统计没有包括师范学堂和外国教会学校，如北京优级师范学堂、圣约翰大学等）。^[15]而其他各类中学、小学也先后纷纷建立。由于学校在短时期内的迅速膨胀，以及旧学堂向新式学堂转制的需要，使具备近代自然科学文化知识的师资严重短缺。为此，主动接受科学技术教育和推进科学技术教育就成为留日学生进行科技活动的重要内容。从这一时期留日学生参与科技教育的活动来看，他们的影响主要是通过以下两条途径实现的。一是，在留日期间接受日本的科学技术教育。举凡所开门类，包括工科、理科、外语、师范、史地、法政、军事、手工、音乐、体育、农牧、医药、染织等，都有学生涉猎。^[16]另外，清政府还针对留日学生有注重文科，忽略理科的倾向，专门作了明文规定。受“农、工、格致以外不给官费”这一意图的支配（1908），中国的官费留学生，有十分之八专攻理科，^[17]这就从政策上保证了留日学生接受科技教育的持续进行。二是，通过回国的留日学生来进行科学技术教育。特别是1907年以后，中国留日学生陆续回国，一些师范生积极创办学校，他们模仿日本的教育体系，采用日本教科书，开设自然科学课程，普及科学技术知识。例如，四川的传习师范、长沙的明德学堂、绍兴的大通师范学堂、上海的中国公学、无锡的竞志女学、安徽女学等。客观地说来这些留日学生在日本接受的教育，大多数为中等程度的普通学科或速成的师范学科，但由于日本对科学技术比较重视，所以他们一般都受到过良好的自然科学熏陶，教授代数、几何、三角、物理、化学、生理卫生等课程，是不成问题的。因而，留日学生对于普及中小学的科技知识教育，也作出了重要的贡献。^[18]

实业界对科学技术的需求与推广。中国实业^[19]的近代化发展和近代科学技术在中国的发展是紧密联系在一起的，实业的发展依托于科学技术的进步。也就是说，办实业不能离开科学技术。萌芽于甲午战争前后的实业救国思潮，到清末民初又有了新的推动力，这就是以科学技术为基础振兴和发展实业的计划和行动。受这股思潮的熏陶和影响，政府设立了农工商部，并组织官员出国考察他国办实业的情况，同时也有了相应的奖励措施。而在另一条道路上，留学国外的学生也在积极地参与与实业有关的实验活动。特别是被视为在实业技术上取得成功的日本，作为中国学习的榜样，它

部分地引导了中国发展实业的方向。在日本的中国留学生亲身感受了日本发展实业的要领（例如，充分发展传统、移植外来机器吸收改进先进技术、注重科学管理、鼓励实验改良、重视实用技术教育等），认为“师日之长技”也会得到好处。于是他们便把这种经验带回国内。由留学东西洋及中国工业专门毕业生发起的中国工业会，就是这方面的一个代表，作为知识界与工商界的联盟组织，它们之间是相互依托的，知识界方面，以理论与经验相结合研究学理，推广先进经验；工商界方面，则利用科学技术推进工商业的发展。与此相类似，1911年从日本归国的科学家-实业家范旭东，在1924年创办久大精盐公司时，特别重视科技的作用，把发展实业的基础建筑在科学之上，建立实验室，研究和解决生产过程中遇到的问题。他说：“中国今日若不注重科学，中国工业有何希望？”^[20]而作为另一个方面的典型，则是1897年在上海成立的上海农学会，这是一个基本完备的组织机构，它不仅刊行《农学报》，编印《农学丛书》，而且还办有实业教育机构东文学社，配有专门教师以教授学生农业科技，培养农业人才。这个机构的工作还包括：筹款开辟荒芜之地，因地制宜以良法试种各种农作物，购买国外先进农具并试行仿造，引进国外良种并试行繁殖推广，设厂制糖酿酒加工农产品，创设学校普及农事新法等。^[21]所有这些工作应该说，是与其创办人罗振玉（1902年曾去日本考察过）及他的同仁们的积极努力分不开的。正是他们及时把日本以及欧美先进的农业科学技术，系统全面地吸收到国内来的行动，指导和满足了当时国内农业生产的需求。

新闻出版界有组织的科学技术传播和译书活动。清末民初，西学引入中国是沿着两条途径进行的，一条是以严复为代表的西译途径，另一条就是由留日学生开辟的从日本输入西学的渠道。作为一支独立翻译的新型力量，留日学生的影响是明显的。可以说，20世纪初国内介绍西学的刊物，大部分是由留日学生创办于日本而发于国内的。^[22]这些西学刊物，对中国近代的科学思想和实业发展以及科技教育起到了启蒙和影响作用。特别是几个有影响的翻译团体，包括：1901年，由戡翼^[23]、陆世芬、杨荫元、杨廷栋、雷有等在日本东京成立的译书汇编社；1902年，由黄兴、陈范、许直等领导的湖南编译社；1903年，由叶澜负责的国学社；1902年陆世芬创立的教科书译辑社以及会文学社等。^[23]这些翻译团体在翻译过程中，通过有组织的学习与研究，在对原著认真琢磨、反复推敲、理解的基础上，不仅直接或间接地把日本的科学技术和西方的科学技术引入到中国，同时也一起把西方科学技术名词传播到中国。例如我们熟知的自然科学、生物学、物理学、地质、方程式、三角等有关名词计243个，就是由日文翻译引入中国的。^[24]就数量而言，留日学生翻译的书籍，与自然科学相比，虽然在社会科学的翻译与介绍方面表现得更为突出（这与维新派、留日学生和革命党人对维新、变法的重视有关），但自然科学方面的译著也是不断问世。尤其是其中一些团体把实用技术和自然科学类的教科书放在重要的位置上，重点加以扶持。在这方面值得一提的是，会文学社在1903年由范迪吉等留日学生编译的一套共100册

的《普通百科全书》,其中涉及到科学技术的就占全套百科全书的一半。事实上,若作纵向比较的话,就自然科学翻译而

言,正如表 2 所示,清末民初留日学生对自然科学的关注可谓是有史以来的翻译高潮。

表 2 日译汉书与汉译日书以及不同时期汉译日书的比较 *

年代	国别	数学	物理学	化学	天文学	地学	动物学	植物学	总论	合计
1660 -	日译汉书的数	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1867	汉译日书的数	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1868 -	日译汉书的数	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1895	汉译日书的数	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1896 -	日译汉书的数	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1911	汉译日书的数	16	9	12	2	8	10	10	4	71
1912 -	日译汉书的数	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1937	汉译日书的数	60	23	25	11	24	12	17	14	181

*资料来源:见 1993 年文化书博文社(东京)出版的,由李素贞撰写的《日中文化比较研究》第 213 页。

不言而喻,清末民初的留日学生群体,归国后对中国社会各个领域的影响是极其深刻的。其中,黄兴、邹容、徐锡麟、秋瑾等一大批革命党人,紧随孙中山投身于辛亥革命的浪潮之中,成为推翻中国封建专制统治,建立中华民国的中坚力量;陈独秀、李大钊作为新文化运动的旗手,把宣传新思想、传播新文化的工作推向了高潮,成为著名的思想家、理论家;陈建功、吴玉章等开新式教育,成为近现代中国的学术带头人和著名教育家。而后来中国发生的种种变化,也充分说明了这批革命思想的启蒙者、科学思想的传播者和实际行动的倡导者、实践者在传播新文化、催生新学制、开辟新学术等方面所起的积极推动作用。

三 清末民初留日学生在近代中国科技本土化中的历史地位

清末民初,是中国近代史上的重大转折时期,这一时期的中国留学生,不同于以往留欧学生主要学习技术,也不同于以后留美学生主攻科学,它的特点是:承前启后。他们所推进的是一种以兴科学技术与“兴政”并举的政治体制改革。虽说这时的留日学生对社会科学的重视程度要高于自然科学,但也没有因为对政治的投入而减轻对科学与技术的热情。相反,从某种意义上说,他们较之于洋务时期对西方科技文化只停留在器物层次上的理解要深刻得多。他们渴求在更深层次上学习外国的科技文化,把政治制度的改革与科学、教育、实业紧密地联系起来,以新知识分子的角色,主动推动了思想观念的解放和科学技术在中国的传播与本土化发展。据一份对留学生进行统计说明的资料显示,150 年来对中国有影响的留日、留美、留苏等留学生共 4000 余人,其中 1898—1918 年 20 年间,中国的留日学生就达 738 人,占

到 150 年来整个留学生总数的 18% 强。^[25]而另一份资料也说明了留日学生对中国近代社会的重大影响作用。中华民国成立后,在南京临时政府的首届内阁中,留过学的人数占全部成员的 83%,其中有留日经历的就占到 50%。^[26]

值得注意的是,有留日经历的科学家(如表 3 所示),在促进中国近现代科学技术发展和新型学科建设等方面贡献的物质财富和精神财富,为中国近现代科学制度化做了先期的准备工作。从学科建设上看,他们筹建科学学会组织,审定科学名词,编辑出版科学刊物,接洽来华讲学的外国专家,派员出国参加学术会议。从对科技专门人才的培养上看,他们以科学的态度,用先进的组织管理方法,组织教学,从事科学教育,培养训练了一大批后来成为中国学术研究骨干力量的后起之秀。陈建功的第一位弟子就是现任中国科学院院士的程民德教授;^[27]章鸿钊与丁文江、翁文灏通力协作、精心培育的谢象荣、叶良辅、王竹泉、谭锡畴、李学清、李捷等地质学家是依靠我国力量培养的第一批地质人才。^[28]从参与科学研究机构的组建工作和科学研究工作上,他们躬身力行,始终处于第一线,并取得卓越成绩。例如,苏步青、陈建功在 1942 年、1943 年分获国家学术奖金自然科学类第二届、第三届一等奖;章鸿钊在数理基础与地质思想、大地构造学理论、古籍中有关矿物名实的考证和中国地质学史等方面颇有成就;而范旭东则开民营科学研究组织机构先河,重视工业企业的科学研究,把黄河化学工业研究社看作是久大、永利公司的智慧库,并延聘各类专业技术人员在研究社从事科研活动,以科学和实验来谋求中国工业的兴旺发达,等等。他们在各方面所做的工作,已经奠定了留日学生群体的历史地位。

表3 清末民初留日的中国主要科学家*

姓名	留日时间	留日学校	学习专业	备注
冯祖荀	1904	京都帝国大学	数学	
陈建功	1914 - 1929	东京帝国大学	数学	博士
苏步青	1919 - 1931	东京帝国大学	数学	博士
陈遵妫	1921 - 1926	东京高等师范	数学	
章鸿钊	1905 - 1911	东京帝国大学	地质学	
李四光	1904 - 1910	大阪高等工业学校	造船机械	后又留英
梁希	1906 - 1916	东京帝国大学	林业	
陈嵘	1906 - 1913	北海道帝国大学	林学	后又留美
丁颖	1921 - 1924	东京帝国大学	生物	
魏岩寿	1922 - 1926	京都大学	化学	
罗宗洛	1918 - 1925	北海道帝国大学	植物生理学	博士
蔡邦华	1920 - 1927	东京帝国大学	农学	两次留日
范旭东	1901 - 1911	东京帝国大学	化学	
刘敦桢	1913 - 1921	东京高等工业学校	机械后转建筑	
赵燏黄	1905 - 1911	东京帝国大学	生药学	
徐诵明	1909 - 1911	九州大学医学院	病理学	两次留日
曾广方	1913 - 1924	东京高等工业学校	化学	

*资料来源:此表是根据1997年科学出版社出版的《中国现代科学家传记》(1-6)和段治文《中国现代科学文化的兴起》(上海人民出版社,2001年版第330-353页)提供的材料制作。

如果再作进一步考察,我们同样会发现,清末民初留日学生群体在近代科技本土化过程中的特殊作用:(1)主动去接触和研究异质文化,策略地将科学的物质成果和精神气质同时引入中国,并把科学实验、技术实践和工农业生产有效地结合起来。(2)积极开展科学技术教育,普及科技知识,增强社会科技意识。通过兴学会、办报刊,将科技文化传播到社会基层,用科学改造国民性,有力地推进了科学中国化的历史进程。(3)借助日本途径,架起了通往世界科学技术的桥梁,实现了由“格致学”向“科学”的历史转向,使出生在西方的科学以最简洁的方式中国化。(4)以强有力的方式,加速了中国传统文化的改造,如新文化运动(1915)的主将陈独秀以及周氏兄弟都是留日归来的,为近代科学的本土化,扫清了传统文化上的障碍。

【参 考 文 献】

[1]马勇.近代中国文化诸问题[M].上海:上海人民出版社,1992.100-102.
 [2]郑振铎.晚清文选[M].上海:上海书店,1987.106.
 [3]转引自张锡勤.论中国近代的自强精神[J].学习与探索.2001(1):50.
 [4][7][16][23]李喜所.近代中国的留学生[M].北京:北京人民出版社,1987.122、124、144、198-201.
 [5][8][10]费正清.剑桥中国晚清史下卷[M].北京:中国社会科学出版社,1993.405、406、333.
 [6]劝同乡父老遣子弟航洋游学书.游学译编(6).

[9][26]陈潮.近代留学生[M].上海:上海古籍出版社,1998.58、83-84.
 [11]梁启超.论学会.饮冰室合集文集之一[M].
 [12]梁启超.论变法不知本原之害.饮冰室合集文集之一[M].
 [13]梁启超.西学书目表序例.戊戌变法(一)[M].448.
 [14]转引自葛兆光.1895的中国:思想史上的象征意义[J].开放时代.2001(1):52.
 [15]李良玉.动荡时代的知识分子[M].杭州:浙江人民出版社,1990.55.
 [17]转引杉本勋(日).日本科学史[M].北京:商务印书馆,1999.376.
 [18][21][24]李廷举,吉田忠.中日文化史大系(8)科技卷[M].杭州:浙江人民出版社,1996.30、322、317.
 [19]对于“实业”的概念,清末民初的理解是指农工商,与现代所指工商企业不同。
 [20]科学家传记大词典编辑组.中国现代科学家传记第六集[M].北京:科学出版社,1997.709.
 [22]潘玉田,陈永刚.中西文献交流史[M].北京:北京图书馆出版社,1999.250.
 [25]王忠萍.清末民初的留日学生与中国近代社会变迁[J].徐州师范大学学报(哲学社会科学版).2002(2):13.
 [27]田载今.数学家陈建功事略[J].数学通报.1996(5):5.
 [28]吴凤鸣.中国地质事业的开拓者——章鸿钊[J].中国科技史料.1994(1):31.

(责任编辑 魏屹东)