

# 近代科学进入中国的回顾与前瞻

杨振宁

到了21世纪中叶,中国极可能成为一个世界级的科技强国。

## 一、1400—1600年——中国落后于西方

古代许多重要的发明都起源于中国,这是人所共知的。其中最著名的是印刷术、火药、指南针和造纸。极力推崇这些重大发明的不是别人,正是欧洲近代科学启蒙时代的哲学家培根(Francis Bacon, 1561—1626),虽然他并不知道它们是源自中国的:“纵观今日社会,许多发明的作用和影响是显而易见的,尤其是印刷术、火药和磁铁。这些都是近代的发明,但是来源不详。这三种发明改变了整个世界面貌和一切事物。印刷术使文学改观,火药使战争改观,磁铁使航海改观。可以说,没有一个王朝,没有一支宗教派别,没有任何伟人曾产生过比这些发明更大的力量和影响”<sup>[1]</sup>。

科学史学家普遍同意,公元1400年以前,科技转让主要是由中国传向欧洲的。中国科技直到1400年前后比欧洲科技优秀,可见于李约瑟(Needham)的巨著<sup>[2]</sup>中对明朝三保太监郑和(1371或1375—1433或1435)在1405至1433年间7次下西洋,远及非洲海岸的描述。根据中国史书记载,郑和远征舰队的一些船只长达440呎,是在南京建造的。曾有一些历史学家怀疑,当时能不能造这样大的船(图1)。但1962年在南京发掘出的一件36呎高,1.25呎直径的舵,消除了这种怀疑。

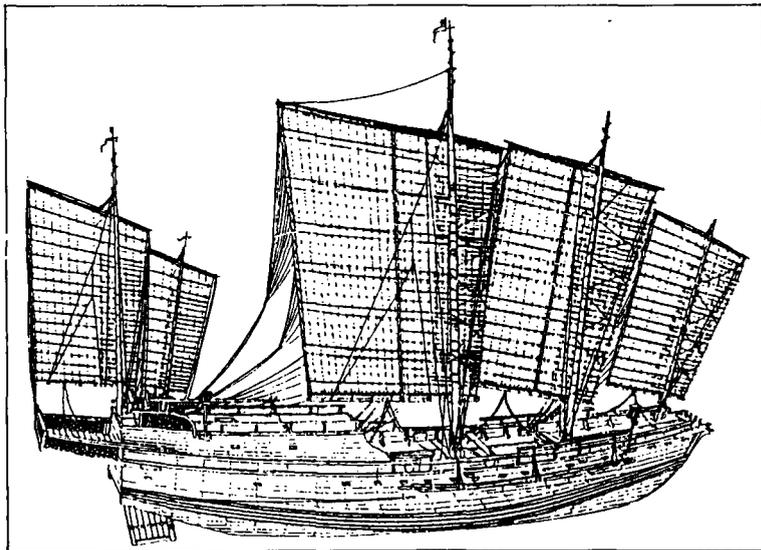


图1 李约瑟书中的示意图。郑和的大船比图中的船还要大。

虽然中国古代技术如此进步,可是,到1600年中国科技却已远逊于欧洲。举一个例子:17世纪初,明朝政府要由葡萄牙人所占领的原属广东的澳门引进火炮技术。(图2)



图2 1993年8月19日作者摄于澳门大炮台(又名三巴炮台)。背景所见的远山是属于珠海的。抚今思昔,感慨良多。

火药是中国人发明的,但是到了17世纪初,明朝政府为了抵抗清军却要自葡萄牙人占领了的澳门引进火炮技术。

到底中国 在 1400 至 1600 年两个世纪里为什么如此落伍呢?

我并不想对这已有许多书籍和文章研究过的问题加以详细分析。概括讲来,1400年前好几个世纪,文艺复兴在欧洲崛起,产生了巨大的文化与知识的进展。在1400至1600年两百年间,几乎人类各项活动在欧洲都有了长足的进展。从长远的角度来看,事实上技术领域的进展可能相对是最不重要的。在艺术、建筑和文学方面的进展都有更大的影响,它们使欧洲文化迈入了新的时代。但是如果就影响来看,“自然哲学”的进展恐怕是最重要的,因为它为近代科学的萌芽准备了肥沃的土壤。只须列举这两百年间欧洲一些伟大思想家的名字已足够看出这些进展的气势与其长远的影响:

达芬奇(da Vinci, 1452—1519),哥白尼(Copernicus, 1473—1543),马丁路德(Luther, 1483—1546),加尔文(Calvin, 1509—1564),纳皮尔(Napier, 1550—1617),培根(Bacon, 1561—1626),伽利略(Galileo, 1564—1642),开普勒(Kepler, 1571—1630),哈维(Harvey, 1578—1657),笛卡儿(Descartes, 1596—1650)。

相反地在中国,1400—1600年这200年是一段知识停滞不前的时期。这时期中最著名的哲学家是王守仁(即王阳明,1472—1528)。他的学说,我认为没有对中国思想或中国社会产生什么真正的长远影响。比起上面列举的欧洲大思想家对后世的影响,王守仁的影响是望尘莫及的。他的部分思想可以被解释为反科学的。可是,即使是这一部分,在以后的几个世纪中亦没有产生多少影响。

## 二、1687年——近代科学在欧洲诞生

到17世纪初年,文艺复兴在欧洲已为近代科学的萌芽准备了肥沃的土壤。近代科学是人

类的一种新活动、新精神、新方法,有人认为是新宗教。如果要给它的诞生一个确定的日期,我会选择1687年,即牛顿(Newton, 1642—1727)发表他的《自然哲学的数学原理》(Principia)(以下简称《数学原理》)的一年。《数学原理》使人类第一次对“世界系统”<sup>[3]</sup>(即太阳系)有了定量的了解,而太阳系的运转是任何一个古文明中一项最神奥的秘密。更重要的是这个了解是基于一种纯理论的思考体系,用准确的数学语言,既简单又简洁,既精密又包罗万象。可以说,在1687年诞生了的是一种革命性的新世界观:宇宙具有极准确的基本规律,而人类可以了解这些规律(图3)。

必须强调的是,虽然在《数学原理》发表了300多年后的今天,我们可以充分看到它的深远影响,但牛顿自己却不能在出版这本书时即对其长远意义有着同样的评价。当然他知道自己完成了一个极漂亮的工作,但他却不可能意识到自己的工作将会改变人类对物理和生物世界基本结构的理解,会永远地改变人类与环境的关系。

查看牛顿的手稿,就会发现其中掺杂着许许多多哲学、神学、炼金术等玄虚的思考。牛顿在这么多纷扰的思考中竟能集中注意力完成了他的科学工作,是一个奇迹。20世纪有名的经济学家凯因斯(J. M. Keynes, 1883—1946)曾经说:“自18世纪起,牛顿便被认为是近代第一个,也是最伟大的科学家,一位理性论者,一位教导人们机械推理法的先驱。但是我不同意此看法。……牛顿不是理性时代的先行者,他是最后一个魔术师,最后一个巴比伦人和苏美尔人,1万年以前我们的远祖开始创建人类思维文化,发展了对周围世界的看法,牛顿是他们之中的最后一位伟人”<sup>[4]</sup>。

### 三、1600—1900年——中国抗拒引入西方思想

查看《数学原理》,就会发现古希腊几何学在牛顿身上的深远影响。《数学原理》全书的结构完全是以欧几里得(Euclid, 约公元前300年)的《初探》(Elements)为样本的:两本书都从定义(definitions)开始,然后是公理(axioms),牛顿称其为“普通的意见”(common opinions),再是引理(Lemma),命题(propositions)和证明(proofs)等等。

欧几里得对牛顿的《数学原理》的影响是明显的,是人所共知的。不是那么为人所共知的是在《数学原理》发表约80年前,在1607年,利玛窦(Matteo Ricci, 1552—1610)和徐光启(1562—1633)即已将欧几里得的《初探》的前一半翻译成中文,取名为《几何原本》(图4)。

利玛窦是一位意大利耶稣会传教士,亟欲在中国传播天主教教义。他于1582年抵澳门,1583年到达广东的首府肇庆。他几次尝试去北京都没有成功,最后于1601年正月才到达。他的计划是凭藉他的科学知识获得明朝朝廷的注意,从而扩大他在中国的传教事业。

徐光启是一位来自上海的大臣,也是一位大学者,1604年进入翰林院。在这一年以前,他

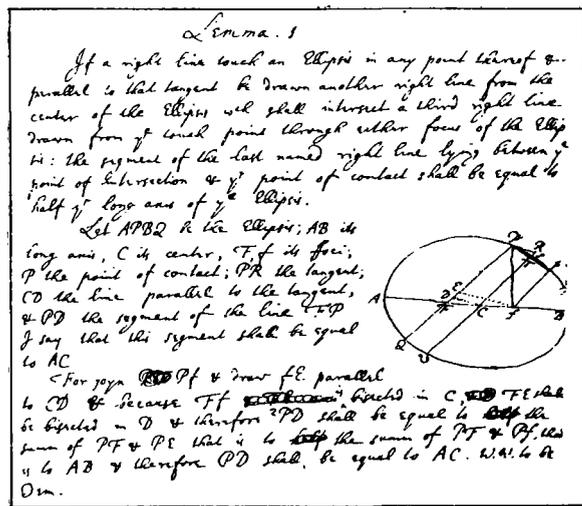


图3 牛顿的《数学原理》手稿的一段。

请注意牛顿倚重几何推理方法

在南京受浸洗礼入了天主教。他和利玛窦翻译《几何原本》的前一半是他将欧洲科学引进中国的许多工作中的一项。此译文的初版至今仍能见于中国的一些图书馆。我听说梵蒂冈也仍存一本。

读了徐光启自己对其译作的描述,就会意识到他是多么清楚地明白欧几里得和中国学者在逻辑思考方面的基本分异。他这样描述欧几里得的思考系统:“似至晦,实至明;似至繁,实至简;似至难,实至易。”他认为欧几里得的理论是“欲前后更置之不可得”,就是说在演绎推论中,各个步骤有一定的逻辑顺序。

徐光启是一位重要的明朝高官。他担任过多种任务:政治、经济、国防、农业、天文、测量、治水等等。他一直强调数学在这些领域中的重要性和《几何原本》在数学中的重要性。他感到惋惜的是利玛窦和他未能完成全书的翻译:“绩成大业,未知何日?未知何时?书以俟焉。”

这一等就等了 250 年,直到 1857 年,李善兰(1811—1882)和伟烈亚力(A. Wylie, 1815—1887)才译出《几何原本》中剩下的篇章。在这 250 年中,近代科学在欧洲诞生了,工业革命开始了,欧洲殖民扩张政策亦到达了其顶峰。人类的历史正加速演变,给世界所有民族带来了多种不同的命运。

这些年中国依然停滞不前。那些阻碍中国萌生近代科学的多种原因仍然存在:缺乏独立的中产阶级,学问就只是人文哲学的观念,教育制度里缺匮“自然哲学”这一项,束缚人们思想的科举制度,以及缺少准确的逻辑推论的传统,凡此种种都没有因为耶稣会传教士引入了少许西方思想而有所改变。

传教士东来之时,正是中土为满洲人征服的时代。满洲人建立了清朝政府以后,许多中国学者强烈地表达了他们的愤怒和不合作态度。康熙(1662—1722年在位)是清朝早年的一位皇帝,是一个非常精明聪敏的人。他对付当时夷夏之辩所采取的政策是务求将清廷纳入中国古代伟大的文化传统中。此一政策虽颇为成功,但汉族之反抗情绪仍然存在。在这样一个充满种族对抗/妥协的社会中,传教士们极力推行其基本政策——将中国官员变成天主教徒。可是天主教对汉文化来说,比满洲文化更要“夷”一些。所以传教士的活动之引起反抗是不可避免的。

杨光先(1597—1669)是一个典型的、强烈反对传教士和他们引进的所有科学知识的例子。他写过以下一段有名的文字:“宁可使中夏无好历法,不可使中夏有西洋人。”

今天,我们会认为杨光先的见地既狭窄,又愚昧。但是有清一代,他都有无数的景仰者。譬如在 1846 年,差不多是他死后 200 年,钱缙<sup>[5]</sup>说杨光先是:“正人心息邪说,孟子之后一人而已”。

另一阻碍西方科学在中国发展的原因,是刘钝<sup>[5]</sup>和 Sivin<sup>[6]</sup>所强调的:传教士们没有将开普勒和牛顿的工作全部带入中国,以致他们介绍的天文学里有前后不相容之处,引导出了极大

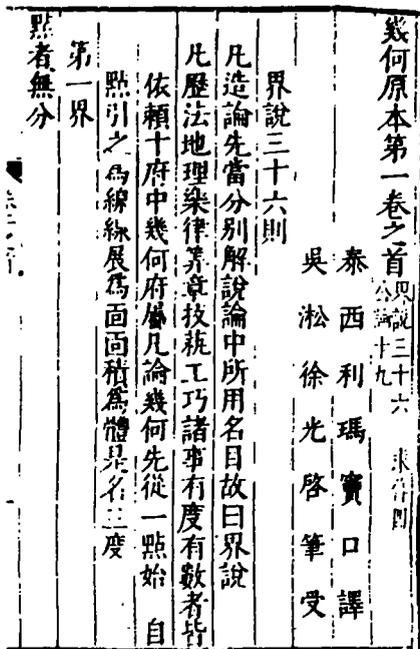


图4 《天学初函》第4卷,第1949页。

的混乱。直到 19 世纪中期,当李善兰和艾约瑟(Joseph Edkins, 1823—1905)翻译了一本 19 世纪的教科书,取名为《重学》以后,牛顿的力学才首次被引进中国。

传教士们在 17 世纪为中国打开的知识窗口没有留下真正长远的影响。它没有使近代科学在中国“本土化”(用撒布若(Sabra)教授的名词)。它只在这个古老而骄傲的,长久以来自以为是世界中心的民族中,引导出了一个理论,叫做“西学中源”,就是说西方的学问原来是自古中国传去的。在康熙的支持和怂恿下,这个理论直到 19 世纪中叶曾广泛地被中国数学家和天文学家们接受与支持。表 1(刘钝制)<sup>[5]</sup>列举了支持西学中源说的一些例子。

看到梅文鼎(1633—1721)和戴震(1724—1777)等极端聪明的大学者都全力支持并传布西学中源说,就令人体会到当深厚的文化出现斗争冲突的时候,要转移观点而接受外来文化中的优点是多么困难的事。

表 1 中学西源理论举例(节录自本文参考文献[5]所列刘钝的第三篇文章)

领域	西 学	中 源	提 倡 者
天文	水晶球宇宙模型	《楚辞·天问》:“圆则九重”	王夫之
	行星运动	“天道左旋”/“盈缩迟疾”	王夫之/王锡阐
	诸曜异天	邵萌“直夜说”	阮 元
	太阳高卑	《考灵曜》“地有回游”	阮 元
	地圆	《黄帝内经·素问》“地之为下”/曾子	梅文鼎/阮 元
	地动	张衡地动仪	阮 元
	蒙气差	要笈“地有游气”	阮 元
	寒暖五带	《周髀》“七衡六间”	梅文鼎
	浑盖通宪仪、简平仪	盖天古法	梅文鼎
数学	数学理论	《易经》	玄 烨
	代数学	东来法/天元术/四元术	玄 烨/梅珏成/戴 震、阮 元
	几何学	《周髀》/勾股术	黄宗羲/梅文鼎
	三角学	《周髀》“用矩之道”	玄 烨/梅文鼎
	幂级数	祖冲之“缀术”	阮 元
	微积分	招差垛积	诸可宝

#### 四、1840—1900 年——引入现代科学举步维艰

1840 年是中国人不会忘记的年头。这一年,英国用炮艇强迫中国割地赔款,并开放商港以便利其贩卖鸦片的勾当,从而开始了这个古老而骄傲的民族被剥削凌辱的时代。也正是这些痛苦的年月最后迫使这个民族认识到过去的社会秩序不能继续下去,必须自西方引进新的思想,新的社会与政治体制和新的教育哲学。这些年月间,似乎每一次大灾难都会导致清廷尝试少许现代化的措施,然而,通常都会遇到极大的阻力,然后总是因为短期内不见成效而被放弃。例如<sup>[7]</sup>自 1872 年起每年皆送了 30 名男孩去美国康乃狄格州的哈特佛(Hartford)镇上小学和中学。可是在 1876 年,这项措施遭到了抨击,终使全体学生在 1881 年被召回国。

列强的凌辱所产生的精神创伤使中华民族有了复杂的自卑感:东方人是否天生不适宜于做现代科学工作呢?在 19 世纪末当达尔文的进化论被用来佐证白种人的帝国主义侵略政策时,许多中国知识分子在灵魂深处曾为这样的问题所困扰。这不只发生在中国,在日本,长冈半太郎(1865—1950),后来成为第一个在国际上出名的日本物理学家,也早在 1883 年进入东京大学之前便曾考虑过这个问题。他经过仔细的研究,认识到中国古哲学家如庄子(约公元前

369—286年)的深入的识见以后,才得出东方人同样有能力研究现代科学的结论。

另外还有一种说法是,中国语言是科学思想发展的主要障碍。这种理论曾被推至极端,以致有人曾建议中国语言必须被废除。自此可以看出中国知识分子当时的极度绝望的心理状态。

## 五、1900—1950年——急速引进现代科学

标志中国真正开始引进现代科学的有下列三项事件:

- 1898年,京师大学堂(北京大学的前身)的成立;
- 1905年,科举制度的废止;及
- 1896年到1898年间开始<sup>[7]</sup>派遣学生东渡日本留学。

到1907年,大约已有1万名中国学生在日本留学。几年后,留学浪潮蔓延至美国和欧洲。这些早期的留学生在出国前没有机会接触现代科学。到了外国以后,绝大多数没有攻读较高的学位。但是,就是这批学生才真正地开展了引进近代科学的工作:他们回国后,很多做了教师。而这些教师的学生们就有机会在出国前接触到一些近代科学知识。到这些学生们去外国留学时,他们便有能力强学习前沿的科学,取得硕士与博士学位。

首批的中国物理学博士大多是在美国取得学位的。见表2<sup>[8]</sup>。

表2 (a) 最早4位中国实验物理学博士和取得学位的学校  
(b) 最早3位中国理论物理学博士和取得学位的学校

(a)	李复几(1885—?)	1907年	德国波恩大学
	李耀邦(1884—?)	1914年	芝加哥大学
	胡刚复(1892—1966)	1918年	哈佛大学
	颜任光(1888—1968)	1918年	芝加哥大学
	* * * * *		
(b)	王守竞(1904—1984)	1927年	哥伦比亚大学
	周培源(1902—1993)	1928年	加州理工学院
	吴大猷(1907—)	1933年	密芝根大学

上面讲到,引进近代科学在中国是一个争辩了几百年才达到的决心。可是在下了决心以后,进度却是惊人地快速。最早三位中国理论物理学博士可见于表2(b)。他们都是我父亲杨武之(1896—1973年)的同代人。他们这一代在取得学位后都回国担任教职。其中周培源和吴大猷两位先生是我在昆明上大学和上研究院时(1938—1944年)的老师。那几年我在昆明学到的物理已能达到当时世界水平。譬如说:我那时念的场论比后来我在芝加哥大学念的场论要高深,而当时美国最好的物理系就在芝加哥大学。可见两代先辈引进了足够的近代科学知识,令我这代人可以在出国前便进入了研究的前沿!

## 六、1950—2000年——中国开始加入国际科技竞赛

上面讲到,这个世纪的头50年,近代科学的精神与内容都急速地渗入中国,在中国社会产生了巨大的和历史性的影响。但是在20世纪中叶以前,我们仍不能说近代科学在中国已经“本土化”了(用撒布若教授的观念)。渗入的程度不够,可见于下列各因素:

- 涉及科学的人数仍然不多;
- 涉及科学的层面仍然不多;
- 缺乏工业基础支持研究与发展;

·连年的战祸;军阀混战,抗日战争和国共内战等等,不能为研究工作提供一个稳定的社会、政治和经济环境。

随着1949年中华人民共和国的成立,这些因素都被一扫而清。文化大革命前的17年里(1949—1966年),中国的土地上有了惊人的发展。现代科学终于在中国“本土化”了:数以百万计的科学家和工程师被训练出来了,复杂的研究与发展架构被建设起来了,巨大的科技成果完成了。见表3。

表3 中国与其他强国重要科技成就的时间比较

第一次制成	年份					
	美国	前苏联	英国	法国	日本	中国
反应堆	1942	1946	1947	1948	—	1956
原子弹	1945	1949	1952	1960	—	1964
氢弹	1952	1953	1957	1968	—	1967
卫星	1958	1957	—	1965	1970	1970
喷气机	1942	1945	1941	1946	—	1958
M2飞机	1957	1957	1958	1959	—	1965
试制计算机	1946	1953	1949	—	1957	1958
计算机(商品)	1951	1958	1952	—	1959	1966
半导体原件	1952	1956	1953	—	1954	1960
集成电路	1958	1968	1957	—	1960	1969

20世纪也目睹了中国人对自己的重新认识。上面说过,这世纪初,中国人对自己追求近代科学的能力有过怀疑。但是今天中国人已相信近代科学并不只是白种人才能做的。这种信念的起因有很多因素,表3所列的种种成就当然是其一,但是还有其他的因素:日本利用科技发展惊人地成长为世界经济强国;东方人在各种科技领域中获得了许多灿烂的成就;在欧美院校里中国学生杰出的表现;这些都为这一影响深远的自我重新估价扮演了重要的角色。

## 七、21世纪

概括说来,我们可以这样总结:1600—1900年三个世纪里,儒家保守思想所产生的文化和知识方面的惯性抗拒了西方近代科学的引进。其中最后的60年里,先是英国,继而其他欧洲列强,然后日本和美国都先后以现代武器欺凌落后的中国人。割地赔款之外,更留下了灵魂深处的心理创伤。只到最后忍无可忍的关头,中国才在1900年真正开始引进西方近代科学。此后的进步却是惊人地神速,所以在20世纪的后半部,可以说近代科学已在中国“本土化”了。

那么下一个世纪又会怎样呢?

要准确地预测未来的事情是不可能的。可是历史长流却必然有长远的因素。下面列举的中国社会特征我相信将对下一世纪的中国科技发展起决定性的作用:

(甲)人口众多的中国拥有千百万极聪明的青年。只讲一下我个人的经验:我在中国念小学、中学和大学时,都曾有许多十分聪明的同学。如果能获得适当的机会,相信他们里面很多位都会在科技领域中崭露头角。

(乙)儒家文化注重忠诚,注重家庭人伦关系,注重个人勤奋和忍耐,重视子女教育。这些文化特征曾经,而且将继续,培养出一代又一代勤奋而有纪律的青年。(与此相反,西方文化,尤其是当代美国文化,不幸太不看重纪律,影响了青年教育,产生了严重的社会与经济问题。)

(丙)儒家文化的保守性是中国三个世纪中抗拒吸取西方科学思想的最大原因。但是这种

抗拒在今天已完全消失了。取而代之的是对科技重要性的全民共识。

(丁)自 1978 年起,中国经济猛进,每年都有超过 9% 的增长。一些经济学家<sup>[9]</sup>相信中国将在 2010 年左右变成世界上国民生产总值最大的国家。即使这个推测过于乐观,中国也必会在那时成为世界工业强国之一。

也许有人会说中国将会有政治问题:领导更替的危机,意识形态的危机,贫富不均的危机,外交危机等等。不错,无可避免很多这类问题都会发生。但是试看一下 20 世纪的中国:两次大革命、军阀混战、日本入侵、朝鲜战争、灾难性的文化大革命等等,都是大危机。可是这些危机没有一个阻止了中国在这个世纪科技上的卓越飞跃。为什么?因为做科学工作其实<sup>[10]</sup>并不困难。必要的条件只是上面所讲的四项,可以概括为才干、纪律、决心与经济支援。中国在这个世纪已经具备了前三项条件,到了下一个世纪将四者俱备。

所以我的结论是,到了 21 世纪中叶,中国极可能成为一个世界级的科技强国。

沈良译自杨振宁教授 1993 年 4 月 27 日在香港大学演讲的讲稿。

原载自《明报周刊》1993 年 10 月号

### 参考文献

- [1] Francis Bacon, *The New Organon and Related Writings*, p. 118 (Library Arts Press, 1960).
- [2] J. Needham and Collaborators, *Science and Civilization in China*, (Cambridge University Press, 1954).
- [3] 《自然哲学的数学原理》第 3 卷的标题是“世界系统”。
- [4] J. M. Keynes, *Essays and Sketches in Biography* (Meridian Books, N. Y. 1956).
- [5] 刘钝,《自然辩证法通讯》第 8 期,卷 1,第 52 页(1986 年);第 11 期,卷 3,第 55 页(1989 年);第 13 期,卷 3,第 42 页(1991 年)。
- [6] N. Sivin, *Science and Medicine in Chinese History in Heritage of China*, ed. P. S. Ropp, p. 164 (University of California Press, 1990).
- [7] 姚蜀平,《中国留学运动初探》(预印本)。
- [8] 制作此表时,作者曾与张莫宙教授讨论,并从他发表于《二十一世纪》第 7 期,第 72 页(香港中文大学,1991 年)的文章,以及从钱临照教授、孟大中教授两位的信件,取得不少有用的资料。
- [9] *The Titan Stirs in the Economist*, November 28, 1992.
- [10] 徐光启的三似三实说(见上文)已经道破了科学研究其实不难的真谛。

## LOOKING BACK ON AND FORWARD TO THE ENTRANCE OF MODERN SCIENCE INTO CHINA

Yang Chen-ning