

引用格式: 乔卫, 马晨燕, 谭春洪. 西方制图技术的传入对中国近代制图技术的影响[J]. 地球信息科学学报, 2016, 18(1): 88-95. [Qiao W, Ma C Y, Tan C H. 2016. The influence of the introduction of western mapping technology to recent Chinese mapping technology. Journal of Geo-information Science, 18(1): 88-95.] DOI:10.3724/SP.J.1047.2016.00088

西方制图技术的传入对中国近代制图技术的影响

乔卫, 马晨燕*, 谭春洪

武汉大学资源与环境科学学院, 武汉 430079

The Influence of the Introduction of Western Mapping Technology to Recent Chinese Mapping Technology

QIAO Wei, MA Chenyan and TAN Chunhong

School of Resources and Environmental Science in Wuhan University, Wuhan 430079, China

Abstract: At the end of the 16th century, western cartography technology was introduced to China. At this moment, the relatively independent traditional Chinese cartography was influenced by the western country. Until the formation of the Republic of China, western precise mapping technology had influenced the development of traditional Chinese cartography in many aspects, including the latitude and longitude control and the projective transformation. The main research direction of this paper is focusing on 3 historical periods of China, including the end of Ming Dynasty, the beginning of Qing Dynasty and the end of Qing Dynasty, and emphatically analyzing the background of western cartography technology at every period. Under its influence, some map works emerged. The changes of traditional Chinese cartography are summarized. At first, the traditional Chinese cartography developed independently and resisted western cartography. But afterwards, the former fully absorbed the latter. Finally, the traditional cartography which was transformed from the old method to the new method built up the modern cartography theory which meets the development demand of China. Furthermore, this paper summarized the corresponding historical experience, hoping to illuminate the mapping personnel nowadays.

Key words: cartography; western missionaries; coordinate; impact analysis

***Corresponding author:** MA Chenyan, E-mail: Chenyanma@Sohu.com

摘要: 16世纪末,西方制图技术传入中国,相对独立发展的中国传统地图学,开始受到西方的影响。直到民国的3个多世纪内,西方包含经纬度控制和投影变换等的精确制图技术,在每个阶段传入和传播的过程中,对中国传统地图学的发展均产生了不同程度的影响。本文以明末、清初、清末至民国时期作为研究的主要时段,着重分析了每个时期西方制图技术的传入背景、受其影响产生的地图作品,对中国传统地图学的影响,并梳理中国传统地图学在西方制图技术的影响下,由独立发展到对西方制图技术的抵触和借鉴直至吸收,到完成中国地图学由传统旧法向现代新法的转变,构建起符合中国社会发展需求的近代制图理论的过程,以期能对现代地图制图产生相应的启发。

关键词: 地图学;西方传教士;经纬度;影响分析

1 引言

地图的测绘和利用在中国曾得到独立、蓬勃的

发展,形成了一套完整的制图方法与理论,并一直领先于世界其他国家。然而,到了近代,自明末之后贯穿整个清代乃至民国,受自身发展的局限和社

收稿日期 2015-06-24;修回日期:2015-08-26.

基金项目:《中国近代地图志》编研项目(SQ2012FY4910030)。

作者简介:乔卫(1992-),男,湖南邵阳人,硕士生,研究方向为专题地图与地图可视化。E-mail:122344814@qq.com

*通讯作者:马晨燕(1973-),女,山西晋城人,博士,副教授,研究方向为专题地图与地图可视化。

E-mail:Chenyanma@Sohu.com

会环境的阻碍,中国传统地图学在制图理论和技术上开始停滞不前,逐渐落后于西方近代精确制图技术,也正是从明末开始的“西学东渐”^[1],西方的制图技术开始影响中国的传统地图学。

2 中西方地图学发展分析

2.1 中国传统地图学的发展脉络

中国地图学溯源悠久,《汉书·郊祀志》中记载有“禹收九牧之金,铸九鼎,象九州”。云南沧浪县的崖画《村圩图》,距今已有3500年,为中国现存最古老的地图。战国时期的《兆域图》是中国现存最早的平面地图。1973年在湖南长沙马王堆出土的3幅绢帛地图有地形图、驻军图和城邑图,从测绘的准确性和地图绘制的符号、要素及其整饰效果来看,水平很高^[2]。魏晋时期著名地图学家裴秀提出的“制图六体”论,奠定了中国传统地图学的理论基础^[3],使古代地图学有了科学的数学准则。著名地图学家贾耽编制的全国地图——《海内华夷图》,绘有一寸大小的网格,依据计里画方,一寸折合一百里,内容详细准确。中国现存最早的全国地图《华夷图》(图1),以其为底本雕刻,地理要素齐全,符号与今图亦有相近。宋元时期,地图制图技术进一步发展,尤其是造纸术及印刷术的发展,指南针的使用,推动了地图学的发展。到了明朝,郑和七下西

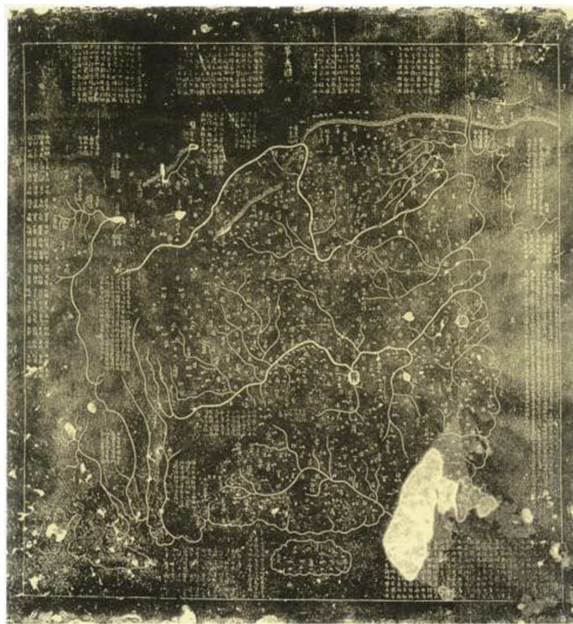


图1 华夷图

Fig. 1 Stone Map illustrating the Han people and minorities of the Song Dynasty

洋,最远到达非洲蒙巴萨,采用“对景法”编制成《郑和航海图》,开创了中国海洋测绘和海图制作的时代,丰富了中国传统地图学的内容。清朝时期,康熙帝尤其重视测绘事业的发展,在全国范围内开展大面积的测绘活动,完成《皇舆全览图》的编绘,是地图史上里程碑式的杰作。

2.2 西方地图学的发展脉络

公元前8-6世纪,古希腊在数学、天文学、地理学、测量学和地图学等领域涌现出一批优秀的学者。公元前3世纪,埃拉托色尼创造了“地理学”这个名词,被誉为“西方地理学之父”。至公元前2世纪,古希腊人已能利用天文法测定经纬度,并先后形成圆锥投影和圆柱投影的雏形,为地图学的发展提供了数学基础。公元2世纪,著名地理学家托勒密的不朽著作《地理学指南》的发表使古代地图学达到顶峰,之后随着罗马帝国的崛起与衰落,大量的文字资料和地图遭到破坏或遗失。直至15世纪,西方宗教势力日趋强大,地图逐渐成为宗教宣传的工具。随着托勒密《地图学指南》的重新发现,特别是在1406年被重新译成拉丁文后,其科学的制图方法及制图理论对地图学的发展又产生了很大影响。

16世纪70年代至17世纪后半叶,造纸术和铜版印刷术发展成熟,为高质量地图集的生产提供了技术条件。此外,航海探险者们提供众多的海岸资料,各国地图学家频频交换地理资料,为世界性地图集的出版提供了丰富的基础。这一时期最著名的地图学家墨卡托,在其编制的世界地图集中(1569年)(图2)使用了等角圆柱投影,方便航海者直线航行,被航海图普遍采用,后人称之为墨卡托投影。该图集总结了16世纪以来西方地图学的主要成就,被称为《墨卡托地图集》^[4]。

2.3 中西方地图学发展的对比分析

早期西方地图学知识的积累和实践不如中国先进,埃拉托色尼和托勒密的地图产生的时代分别晚于《放马滩地图》和《马王堆汉墓地图》,且都没有留下地图实物。在托勒密之后中世纪西方地图学的大中断时期,中国地图学的发展却始终没有中断,因而在15世纪以前领先于西方^[5]。

中国传统地图学符合中国传统文化的需求与使用习惯,有相对完善的制图理论和绘图准则,地图符号比较齐全。不过制图区域基本局限于中国范围,始终没有接纳天文学上提出的大地球形说理

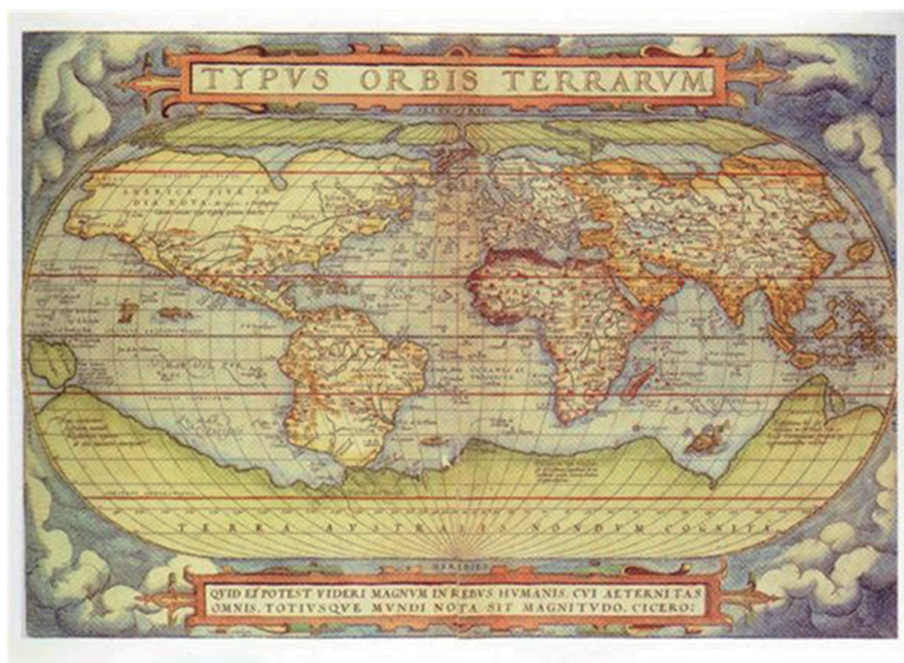


图2 墨卡托绘制的世界地图

Fig. 2 World map by G Mercator

论,且未形成包括经纬度控制测量和投影变换的数学基础,这使地图在测量阶段和绘制过程中具有天然的缺陷,直接导致地图制图成果的不精确^[6]。

西方地图学发展经历了一个大的中断而在中世纪缓慢,不过经大航海时代和文艺复兴的推动,逐渐发展成为一门独立的优秀学科,其特点主要体现在:绘制地图时以全世界范围作为出发点,符合地球的基本形状;具备较严密的数学基础,对地图成果的精度研究处于较高的水平。

直到16世纪后期,中国的罗洪先和西方的墨卡托分别总结了中西方地图学的成就,标志着中国的朱思本体系和西方经完善和发展的托勒密体系正式形成。西方包含经纬坐标和投影变换的精确地图才渐渐在远洋航行和疆域管理中显示出其优势,这一时期也是中西地图学交流的开始。

3 明朝末期中西地图学的交流

3.1 明朝末期西方制图技术的传入

16世纪初,西欧国家向资本主义社会过渡,商品经济迅速发展。欧洲的耶稣会传教士开始进入中国沿海与内地开展传教活动。他们以西方新兴的科学技术为依托,获取中国士大夫的信任,从而达到传教的目的。在这批传教士中,最先打开局面

且影响最深远的是意大利传教士利玛窦,他揭开了西方地图学向中国发展的序幕^[7]。

利玛窦1582年来华,1584年绘成《万国全图》,使中国人第一次看到整个世界的缩影。1602年,利玛窦参与编绘《坤舆万国全图》(图3),其主图为圆形,附有小幅天文图和地理图;同时,加绘2个南北半球图,更直观地展示了地球圆形的理念。图上用到的椭圆投影和圆锥投影,显著提高了大范围地图的精确性。利玛窦绘制的世界地图,多采用西式绘图方法,结合自身经纬度实测成果而成。

万历二十五年起,西欧传教士陆续来华,他们在西方大多受过良好的教育,通晓天文、历算、地学等科学知识,擅长测绘技术。其中,艾儒略的《职方外纪》出版于1623年,详细介绍了世界地理以及欧洲文明,附有7幅地图:万国全图、北舆全图、南舆全图、亚细亚图、欧罗巴图、利未亚图、南北阿墨利加图,成为19世纪以前中国人学习欧洲地理的重要书籍。

3.2 明朝末期西方地图学的传入对中国的影响

这是一个由西方传教士主导,西方制图技术与理论主动传入中国的阶段。西方传教士带来西方经纬度方法绘制世界地图的同时,也把西方的经纬度测量技术和以经纬度为基准绘制地图的新知识、新方法介绍到了中国,拓宽了部分中国知识分子的



注:选自《中国古地图珍品选集》

图3 坤輿万国全图

Fig. 3 Great Universal Geographic Map

眼界,使后世的制图学者开始接受西方的地理观念。不过,明朝末期中国传统文化中“夷夏”观念和“源流”思想的流行,特别是中国传统政治、文化中的一些观念和政策法令的束缚,使传入的地图学知识未能被广泛接收和推广。除了一些士大夫把它当作一种装饰或作为书本附图反复摹刻外,并没有起到太大作用。之后出版的地图,如明末陈组绶的《皇明职方图》,虽然他曾经接触过新式世界地图,然而在绘制地图时依旧完全按照传统手段绘制,没有涉及西式世界地图的绘图技术^[7]。这表明这一时期西方制图技术的传入对中国传统制图技术的影响十分有限。

尽管这样,西方制图技术的传入依然取得了一些积极的影响,其主要作用是为清初的全国地理大测绘,奠定了思想和认知基础,从而拉开了一个新时代的序幕。

4 清朝初期中西地图学的交流

4.1 清朝初期西方制图技术的传入

清初国力强盛,测绘管理和机构均沿袭明制。康熙帝重视西方科技知识,很早就规划在全国范围内开展地图测绘的宏大工程^[8]。其命法国传教士张诚讲授天文、地理、测量、数学等方面知识,并译成汉文和满文,供皇帝及测绘人员阅读使用。康熙几次外巡满蒙、江南时都要求张诚随同测量并记录各地的经纬度,又召耶稣会传教士实地测绘京师附近的地图,并亲自校勘。为保证在大领土范围内把测绘地图的精度和规格统一起来,必须在全国范围内

测定经纬度点,作为测绘地图的控制基础点。于是康熙派人从广州购置欧洲测绘仪器,并派传教士远赴法国招募善测量、绘图的技术人员,还明令选拔国内人才进宫学习测绘技术,建立测量队伍。

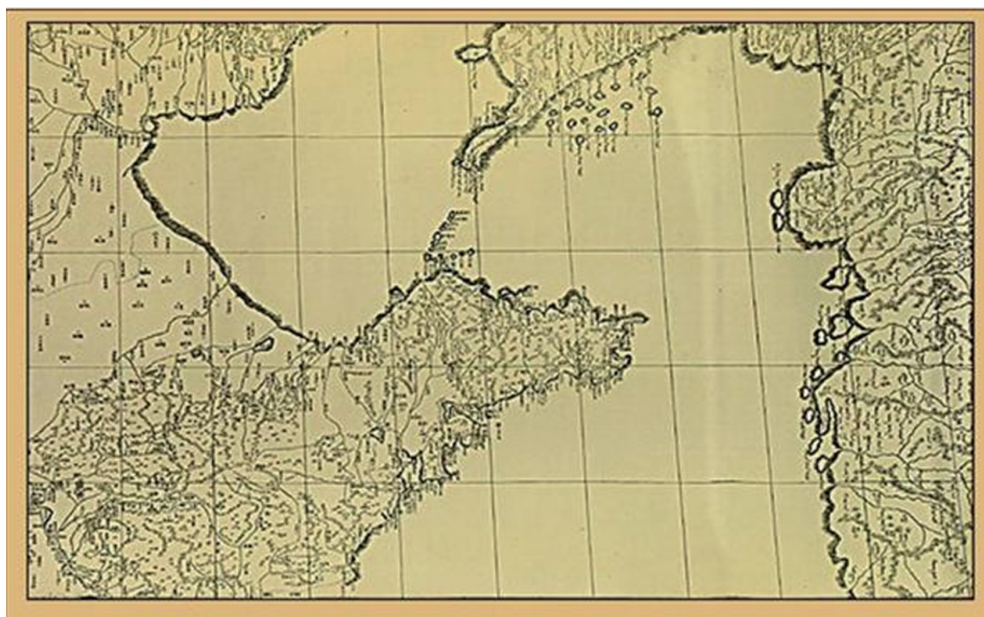
1708年,康熙帝下令由西方传教士主持,中国官员和技术人员协同组成测量队开展全国地图的测绘,从而拉开了当时世界上规模最大的地图测绘活动的序幕。历时十年,直到1717年底编绘成本刻板《皇輿全览图》(图4)。

《皇輿全览图》测量的队伍规模之大、时间之早、地图内容之详尽,以及彩色绘画水平的展现,皆是中国乃至世界地图史上颇为重彩的一笔。英国自然科学史学者李约瑟认为:该图不仅是亚洲而且是当时世界上所有地图中最精确的。在此后200年间中国所出版的地图多以此图为蓝本^[8]。

乾隆中叶,整个西部已平定,全国版图得以确定,为此乾隆决定开展全国剩余地区的大规模测量。1761年,制图学家们在《皇輿全览图》的基础上,增补西藏、新疆的测绘资料,采用经纬线直线斜交的圆锥投影,绘成《乾隆内府皇輿图》。所不同的是:康熙年间的测量以外国传教士为主,乾隆年间的测量则主要由中国人负责,外国传教士个别参与。

4.2 清朝初期西方制图技术对中国地图学的后续影响

全国经纬度控制点的测定和《皇輿全览图》的绘制,开创了中国历史上由政府主导、全面采用西方经纬度控制测量手段,在实测的基础上绘制成图的先例,是西方制图技术大范围传入中国的一个高潮。同时,也使中国自明朝以来测绘科技落后的局



注:选自《中国古地图珍品选集》

图4 《皇舆全览图》

Fig. 4 Map of China in the Kangxi Reign

面得以改观,测绘成果再一次走到了世界前列。这些制图成果传回欧洲后,对西方地图学的发展也产生了积极的影响^[9],为中国近代地图学的建立和发展奠定了基础。同时,培养了一批测绘人才,掌握西方测绘制图技术。

然而,此次测绘的数据资料及地图成果都被藏于内府,少有学者能看到,直到1832年李兆洛编绘《皇朝一统舆地全图》时,才使这些资料推广开。导致地图上出现了很长时期经纬线和计里方格相混用的局面,新法并未完全树立,而传统旧法也未彻底消失。

随着“礼仪之争”愈演愈烈,雍正年间的禁教风波造成大量西方传教士返回欧洲,乾隆年间“闭关锁国”政策在中国通商口岸的实施,造成了中西地图学本就脆弱的交流出现了长达一个多世纪的中断,这期间对于西方制图技术的学习几乎终止。由于考据之学在中国的重新兴起造成的不利影响,导致中国传统制图技术的倒退。乾隆四十七年(1761年)编成的《皇舆西域图志》,仍然走上了中国传统地理图志的老路,地图上的经纬度在原资料的基础上也被取消。民间编绘的《西藏图考》、《西招图略》等无不如此,甚至连比例尺也不重视。至于地方志和书籍中的地图,基本沿用旧式“计里画方”法,或仍是山水画形式的简单示意图。100多年间的地图制作水平非但没有提高,反而倒退,这是历史带来

的遗憾^[10]。

5 清朝末期民国中西地图学的交流

5.1 清朝末期至民国时期西方制图技术的传入

18世纪以后,由于实用数学和测量学的迅速发展,欧洲古典叙述性和记载性的地图,逐步被实测地图所代替,地图学得到重大革新。英国于1791年成立陆军测量局,政府主导的大规模地形测绘迈入西方近代地图学发展的主流^[11]。

中西方地图学的交流自从乾隆年间开始闭关锁国后,经历了长达一个多世纪的空白期,直到鸦片战争后,西方先进的制图技术再一次传入中国。

鸦片战争后,中国逐渐沦为半殖民地半封建社会。一些熟悉传统制图手段的中国学者在“师夷长技以制夷”的理念影响下,绘制了一些介绍西方各国知识的地图作品。1842年,魏源编成的《海国图志》以经纬度线为控制基础,根据地区所处的不同位置灵活采用多种投影,以求达到投影误差和变形最小的目的,是中国第一本系统介绍世界地理的自编地图集^[9]。

随着西方对中国侵略的不断加剧,加之洋务运动、戊戌维新等救亡图存活动的影响,清末时中国测绘得以再度兴起。政府建立中央和省级测绘机构,制定相应的测绘章程,进行全国性的《大清会典

舆图》的测绘;成立画图处,在绘制过程中大量采用西方技术,规定主要制图技术标准;开始探索三角、水准测量和系列比例尺地形图的测绘;发展了地图制印方法;在兴办新式学校、开展本土测绘教育的同时,还派遣留学生出国对西方制图理论进行系统学习。

1858年,湖北巡抚胡林翼聘请邹世治、晏圭斋等在武昌开始编纂《大清一统舆图》(又名《皇朝中外一统舆图》)。图集编制中,将经纬线和计里画方混用,以北京子午线为起始经线,依次向东向西展开,以垂直于起始经线且平行于赤道的直线为纬线。此图集于1864年完成出版,共32卷,是当时中国最精审地图之一,史称“胡图”^[12],被英国地理学家傅兰雅叹为“中国从来未有者”^[13]。光绪二十二年,邹代钧在上海创办译印西文地图公会,当年,迁至武昌,改名为“武昌舆地学会”。学会主要是译印地图,同时,开展舆地学术研究,推动了清朝末期地图学的发展繁荣。

辛亥革命后,民国建立,相对稳定地延续了西方科技知识在中国的传播。随着留洋学生的归国,各种地理学术团体出现。西方较为先进、系统的制图技术较之清代在中国取得了更大范围的传播,新文化运动的推动及中国知识分子学习心态的变化,使得西式制图技术获得了重生,而传统制图技术则失去赖以生存的社会和文化基础,慢慢退出历史舞台。

民国时期,政府保持稳定的两级测绘机构,建立平面和高程控制网;根据大地测量法式在全国部分地区开展大地测量;开创和掌握当时最先进的航空摄影测量,跟上了西方的发展潮流;发展和形成系列比例尺测图;进行国际经度联测,与国际测绘活动接轨^[12];开展广泛的测绘教育,测绘著述的数量较多,质量也有很大提高。此外,民国私营地图出版事业蓬勃发展,对中国地图学的发展起到很好的推动作用。

民国期间各舆地学会和私营出版机构相继推出了许多地图成果。其中,以20世纪30年代,上海申报馆为纪念《申报》60周年而出版的《申报》地图集最为精确实用,包括1:300万比例尺《中华民国地形挂图》和《中华民国新地图》及其缩编本《中国分省新图》(图5)2本图集。

此图集利用经纬度天文测量成果控制编图,采用经纬度控制与投影方法成图,以等高线分层设色

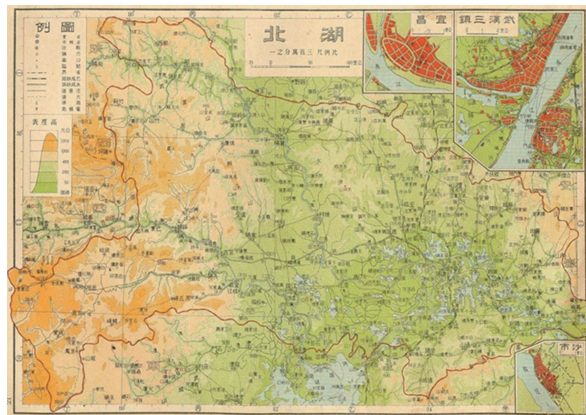


图5 《中国分省新图》湖北省部分

Fig. 5 The Hubei Province in China Provincial Map

法表示地势,取代传统的写景法和晕滃法等表示地貌的旧法,是中国地图发展史上的一次技术革命^[10];设置序图组,增加自然经济方面的专题内容,包括欧亚地形、交通、气象、语言、土壤、等磁差线等,汇集了当时各专题科学研究的结果。《申报》地图集代表了民国时期科学编图的水平,是中国出版的另一部里程碑式的地图作品^[12]。

5.2 清朝末期至民国西方制图技术在中国传播的特点

鸦片战争后,有思想的中国学者开始主动向西方学习先进技术。从清末的“中学为体,西学为用”到民国思想解放,政府主导大范围的测绘,民间团体的活跃,中国制图技术跟上西方的脚步,完成了地图学由传统旧法向现代新法的转变,形成中国近代制图理论^[12]。

清末西方制图技术一定程度上影响了中国传统制图方法,不过受“中学为体、西学为用”指导思想的影响,传统制图技术仍然是清末中国地图制图学的主流。民国思想解放,中西方产生了更加广泛的交流。《申报》地图集的编制出版、专题地图和图集的发展、大量小比例尺地形图的编制,是中国近代地图测绘的具体体现,也标志着中国地图学在吸收和融合了诸多西方制图技术之后,逐渐实现了由传统旧法向近代新法的转变。

清末至民国不同于以上2个时期,该阶段的中西之间不再是平等的交流,而是一种文化对于另一种文化的强势压迫。在这种国家危亡的历史形势下,中国知识分子被动或主动地向西方学习,促进了西方制图技术在中国的传播^[14]。一定程度上,推动了中国近代制图理论的形成。

6 结论

自明朝末期至民国的3个多世纪内,西方制图技术的传入大致可分为3个阶段:明朝末期传教士带来地图知识与产品的启蒙阶段;清朝初期主动向西方学习的高潮期;清朝末期至民国年间,一个世纪交流空白段之后受列强压迫的被动学习期。这3个阶段中国传统制图技术发生了如下转变:

(1)数学基础方面,确立经纬度控制与投影变换的应用。计里画方式地图由于不能适应新时期社会发展的需要,以及自身的局限性而逐渐被取代。

(2)测量手段层面,完成由传统的简易测量仪器到平板仪、经纬仪的转变,直至最先进的航空摄影测量方法的尝试与应用。这一转变简化了测量过程,增加了数据的准确性。

(3)地图的表达手段,符号的设计完成了由简单的山水画法的直观符号到经过综合的抽象符号的转变;在地形的表现手法上,实现了由传统的写景画法到晕渲法、晕渲法、等高线和分层设色法的转变^[15],制印方法也随之不断改进和变化,这些对提高地图的科学表达性起到很大作用。

(4)随着地图上定量要素(如明确的比例尺、坐标网格)的出现与完善,地图与传统山水画的区别更加清晰^[16]。地图成果不再简单地作为图志或图经的附图使用,而是随着其种类的扩展被逐渐应用到了社会发展的各个方面,从而使地图制图作为一门独立的学科逐渐被建立起来,这对于推动制图技术的发展具有十分重要的意义。

(5)人文方面的影响。随着社会的变革以及中国知识分子传统心态的转变,对于外界的学习,也不再像过去一样迟缓和抵触,而是变得更加广泛和彻底,从而形成了中国制图学者们健康的学习心态和开放的交流态度,这对于缩小中西方近代制图方面的差距起到了重要作用。

自明末至民国的3个多世纪内,中国传统制图技术本来有与西方并驾齐驱甚至赶超的机会,然而由于中国传统文化理念和历史环境的原因,没有意识到与其他文化交流的重要性,这些机会都遗憾地失去了^[5,10]。世界上任何先进科学技术的进步都不能脱离与外界的交流,地图制图技术当然也不例外,固步自封必然导致落后,不断吸收和融合才能取得自身的不断进步。

参考文献(References):

- [1] 尚智丛.传教士与西学东渐[M].太原:山西教育出版社,2012:51-214. [Shang Z C. Prechers and western learning spreading to the east[M]. Taiyuan: Shanxi Education Press, 2012:51-214.]
- [2] 廖克.现代地图学[M].北京:科学出版社,2003:46-57. [Liao K. Modern Cartography[M]. Beijing: Science Press, 2003:46-57.]
- [3] 卢良志.裴秀与"制图六体"理论[J].国土资源,2008(2):54-57. [Lu L Z. PEI Xiu and six basic principles for cartography theory[J]. National Land and Resources, 2008,2:54-57.]
- [4] 王自强,周晨.西方地图学史话[J].地图,1992,(3):47-49. [Wang Z Q, Zhou C. History of western cartography[J]. Map,1992,3:47-49.]
- [5] 牛汝辰.中国测绘与人文社会[M].北京:中国社会科学出版社,2008:54-103. [Niu R C. Surveying and Mapping of China And Cultural Society[M]. Beijing: China Social Sciences Press, 2008:54-103.]
- [6] 吕惠成.中西地图学史的比较研究[J].地理研究,1994,13(2):82-89. [Lu H C. A comparative study on cartographic histories between China and the west[J]. Geographical Research, 1994,13(2):82-89.]
- [7] 吴廷桢.西方传教士与中国近代地图学[J].甘肃社会科学,1990(1):88-94. [Wu T Z. Western prechers and history of cartography in modern China[J]. Gansu Social Sciences, 1990,1:88-94.]
- [8] 孙果清.中国第一部经纬度实测地图清康熙《皇舆全览图》[J].地图,2009(5):136-137. [Sun G Q. The First Latitude and Longitude Measured Map in China 《Huang Yu Quan Lan Tu》[J]. Map, 2009,5:136-137.]
- [9] 曹婉如.中外地图交流史初探[J].自然科学史研究,1993,12(3):287-295. [Cao W R. A preliminary inquiry into the intercourse of maps between China and other countries [J]. Studies In The History Of Natural Sciences, 1993,12(3):287-295.]
- [10] 葛剑雄.中国古代的地图测绘[M].北京:商务印书馆,2007:97-270. [Ge J X. Map Making in Ancient China [M].Beijing: The Commercial Press, 2007:97-270.]
- [11] 杜石然,范楚玉,陈美东,等.中国科学技术史史稿(修订版)[M].北京:北京大学出版社,2012:344-415. [Du S R, Fan C Y, Chen M D, et al. History draft of science and civilisation in China (Recension)[M]. Beijing: Peking University Press, 2012:344-415.]
- [12] 廖克,喻沧.中国近现代地图学史[M].济南:山东教育出版社,2008:1-205. [Liao e, Yu C. A history of cartography in modern China[M]. Jinan: Shandong Education

- Press, 2008:1-205.]
- [13] 江凌.试论晚清武昌舆地学会的舆图出版及其经营特点[J].武汉科技大学学报(社会科学版),2008,10(6):73-76. [Jiang L. Characteristics of operation and map publication of wuchang mapping institute in late Qing Dynasty [J]. Journal of Wuhan University of Science and Technology(Social Science Edition), 2008,10(6):73-76.]
- [14] 杨杞,郭玥.中国古代地图制作史述略[J].图书与情报, 2003(6):72-75. [Yang Q, Guo Y. A brief history of map making in ancient China[J]. Library and Information,2003 (6):72-75.]
- [15] 高俊.试论我国地图的数学要素和表示方法的演进特色[J].测绘学报,1963,6(2):120-135. [Gao J. An attempt discussion about evolution features of map mathematical elements and representing method[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica,1963,6(2):120-135.]
- [16] 余定国.中国地图学史[M].姜道章译.北京:北京大学出版社,2006:109-244. [Yu D G. History of Chinese cartography[M].Translated by JIANG Daozhang. Beijing: Peking University Press, 2006:109-244.]