



国家科学技术学术著作出版基金资助项目

中国工程图学史

刘克明 著

华中科技大学出版社

国家科学技术学术著作出版基金资助项目

中国工程图学史

刘克明 著

华中科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国工程图学史/刘克明 著
武汉: 华中科技大学出版社, 2003 年 12 月
ISBN 7-5609-2990-7

I. 中…
II. 刘…
III. 工程制图-技术史-中国
IV. TB23-092

中国工程图学史

刘克明 著

责任编辑: 万亚军
责任校对: 刘 飞

封面设计: 柳思思
责任监印: 张正林

出版发行: 华中科技大学出版社
武昌喻家山 邮编: 430074 电话: (027) 87545012

录 排: 华大图文设计室
印 刷: 湖北新华印务有限公司

开本: 787×1092 1/16
版次: 2003 年 12 月第 1 版
ISBN 7-5609-2990-7/TB·61

印张: 22.25 插页: 1
印次: 2003 年 12 月第 1 次印刷

字数: 490 000
定价: 36.00 元

(本书若有印装质量问题, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

中国工程图学的发展,和科学技术中的各门学科一样,是有着一定历史继承性的。今天的工程图学以及计算机图学,正是由过去的工程图学发展而来的。研究和了解中国工程图学发展的历史,探讨它的发展规律,科学成就,图学思想,古代图学家所具有的文化素质对科学研究的影响,以及图学与艺术相结合的历史经验,将可以起到鉴古察今,温故知新的作用。显然,这对于广大科技工作者、社会科学工作者以及大学生、研究生了解历史,为中国科学技术的复兴贡献力量是有裨益的。这也正是著者出版中国工程图学史的目的。

本书可供研究中国科技史的专业人员参考,也可供大学生、研究生阅读。

Abstract

Engineering drawing, an important criterion to measure and evaluate the development and civilization of a nation, is a milestone in human history. Ever since engineering drawing made its appearance, it has been a discipline studying the theories and application of drawings in various areas of science, technology and engineering. Applicable to diverse fields, the study of drawing covers a wide range of topics including theoretical drawing, applied drawing, computer-aided drawing, standardization of drawing, drawing techniques, the teaching of drawing, principles of drawing, as well as the history of drawing. The study of drawing and its history is a cross-disciplinary frontier science and has been an issue of common interest for researchers both home and abroad in recent years.

The development of engineering graphics, the same as other disciplines in science and technology, is of great value in the study of graphics. With ancient engineering graphics as a solid base, modern engineering graphics and computer-aided graphics came into existence. Probing into the history of the development of engineering graphics, including its patterns of development, achievements, theories, the influence of culture on graphics, as well as the combination of graphics and arts, will offer valuable insights into the development of modern graphics. In this sense, a thorough understanding of the development of graphics would be beneficial to the revival and further development of science and technology in world.

China is a country with rich traditions in the study of drawing, and engineering drawing has long been a significant branch of Chinese science and technology. With their contributions in the theories, principles and techniques of drawing, ancient Chinese drawing experts have created rarely seen miracles in the history of human development. Their ideas and accomplishments are hailed as a phenomenon in Chinese civilization. In order to search for the essence of Chinese science and technology, and thereby gain an objective and thorough understanding of the quintessence of Chinese engineering drawing and its contributions to the progress of human civilization, modern scholars persist in the study of the formation and development of ancient Chinese engineering drawing, probing into its merits as well as demerits. In the history of the development of Chinese drawing, the exquisiteness of the drawings in pre-Qin period, the abundance of drawing theories in Wei Dynasty and Jin Dynasty, the precision of the engineering drawings in Song Dynasty and Yuan Dynasty, and the ceaseless search for truth and practical application in Ming Dynasty and Qing Dynasty have all been incorporated into drawing. Ancient Chinese engineering drawing not only paves the way to modern engineering drawing, but also sets a model for its future development.

The History of Chinese Engineering Graphics, with a focus on engineering drawing, displays chronologically the accomplishments of Chinese engineering drawing in various

aspects and gives detailed accounts of the ideas and theories of drawing experts of different times. Except the parts relating to the basic concepts of Chinese engineering drawing, geometrical drawing in ancient Chinese engineering, the mathematical basis of ancient Chinese drawing, techniques and routines of ancient Chinese technical drawing, and the contributions of ancient Chinese drawing to modern engineering drawing, the content of the book is presented in time order in line with the history of the development of engineering drawing. The whole book is divided into 13 chapters, covering the development of drawing in pre-Qin period, Western Han Dynasty, Eastern Han Dynasty, Wei Dynasty, Jin Dynasty, Southern and Northern Dynasties, Sui Dynasty, Tang Dynasty, Song Dynasty, Yuan Dynasty, Ming Dynasty and Qing Dynasty.

Engineering drawing is a vigorous discipline with a long history, finding wide application in various fields. The study of the history of Chinese engineering drawing is of great help to the study of such important issues as the patterns of the development of science and technology and the influence of arts on science and technology. The unrivalled achievements of ancient Chinese engineering drawing, especially the extensive knowledge and profound scholarship possessed by the ancient Chinese drawing experts as well as the perfect combination of arts, science and technology manifested in Chinese engineering drawing, have no doubt pointed out the direction of the development of modern engineering drawing. This is the reason why ample studies are still going on exploring into the history of ancient Chinese drawing. Obviously, the perfect combination of arts, science and technology in ancient Chinese engineering drawing has provided a valuable reference for the further development of science and arts as a whole.

前 言

三维变换二维中,解体用图今古同。

蒙日魏公昭简册,中西科技两相融。

这是我1988年10月赴福建同安参加“苏颂创建水运仪象台950周年国际会议”时,所写诗作中的一首。诗中的第一句“三维变换二维中”是对工程图学性质的概括,任何工程图样,无论其应用如何,都建立在把三维空间变换到二维空间形式的理论基础之上。诗中第二句的“解体用图”,引自魏晋时期著名数学家刘徽的《九章算术》“序”,其不仅重视数学的抽象性,而且非常注重数学的直观性,“序”中提出了“析理于辞,解体用图”的名言。刘徽的思想和工作,使得我国的几何学向前推进了一大步。诗中第三句的蒙日,即指法国数学家加斯帕·蒙日(Gaspard Monge, 1746—1818年),1795年蒙日创建的《画法几何学》奠定了工程制图的数学基础。魏公,即苏颂(1020—1101年),据《福建通志稿》记载,其“卒,八十有二,赠魏国公”。诗虽不工,但突出了这样一个信念,即苏颂主持制造的水运仪象台,不仅是中国乃至世界科技史上的一个奇迹,而且,其奉敕编撰的《新仪象法要》及其书中的工程图样,也表明其取得了空前绝后的科学成就。水运仪象台及其相关附有图样的著作,足以扫荡“中国古代没有科学”、“中国古代没有图学”的一切时论而有余。

图学是人类文明的里程碑,也是我们衡量和评价一个民族开化和文化发展程度的重要标尺。无论过去、现在和将来,工程图学总是一门研究科学技术、工程制造领域中图和图样的理论及应用的科学。因此,图学是一门应用极为广泛的横断学科。它包括理论图学、应用图学、计算机图学、制图标准化、制图技术、图学教育、图学思想以及图学史诸方面的内容。图学及其工程图学史的研究,属于新兴边缘交叉学科和跨学科的综合研究,也是近几十年来国内外学界共同感兴趣的研究课题之一。

国内学者对中国工程图学史的研究,始于20世纪50年代,当时,从事中国历史和图学教学的学者发表了有关中国图学史的论文,如杨岳霖1955年发表在《东北工学院学报》第2期上的《中国历史上的技术制图》,赵擎寰1962年发表在《画法几何及制图科学论文选编》上的《中国古代工程制图发展初探》。由于研究的局限,这些论文所叙,远未详备,而其数量,寥寥可数,学术交流,偶有所及,故而影响有限。

因此,在研究中国图学发展史的问题上,学术界存在着两种完全不同的态度。其一,表现在对中国丰富的图学史料的忽视与对所取得的图学成就的低估。在许多西方学者看来,中国古代没有图学,在论述图学发展历史时,他们对中国的古代图学采取回避态度,许多论点,亟待斟酌。其二,则恰恰相反,认为中国一直是“稳步地发展着他们自己的制图传统”,“欧洲在14世纪和15世纪之前之所以能在制图方面有所成就,不仅与阿拉伯人研究了托勒密的制图学有关”,

而且与“中国的制图学”传到西方有关。^①

持前一种看法者,不乏其人。例如英国学者P. J. 布克(P. J. Booker),即为一例。作者身为英国工程图学学会主席,撰写《工程图学史》(1963年出版),应当不乏史料,在论述阿拉伯的科学技术对西方图学的影响时,P. J. 布克曾简略地提到来自东方的图学成就,但无中国图学之述。全书撮要图学典籍,贯以议论,对于中国图学的历史,作者尚未穷源竟委,更乏中西之比较,通观全书,缺憾甚多。西方对中国古代文明贡献的忽视由来已久,P. J. 布克的论点恰好代表了这种思想倾向。^②

1966年,奥地利图学家F. 霍恩贝格(F. Hohenberg)在其所著《工程画法几何》一书中,也曾用专门的章节简述了图学发展的历史,他认为,“图学的基础知识是很古老的文化财富”,“水平投影在古埃及和美索不达米亚的工程图样得到运用”,“古希腊人和罗马人已经掌握了水平投影和正面投影”。F. 霍恩贝格采摘旧闻,书中也未曾提及中国的图学,同样反映了和P. J. 布克相同的思想倾向。^③

苏联数学家H. Ф. 切特维鲁新(H. Ф. Четверухин)在其主编的《画法几何学》一书中,也论述了图学和画法几何的发展简史。他认为,“远在纪元前,作投影图的初步尝试就已经出现”,“古代曾经采用过一些投影图要素”。他特别强调,“在古埃及时代,营造各种建筑物时就应用了平面图和立体图”,但他只字未举中国的图学和中国早期的几何作图。^④

此外,还有如美国W. J. 路扎德(Warren J. Luzadder)编著的《工程制图基础——设计、产品研制与数字控制》。该书1977年出版了第7版,是国外较为成功和较有影响的制图教材之一。在工程图学发展部分中,W. J. 路扎德也仅仅提及罗马建筑绘制的工程设计图样和列奥拉多·达·芬奇(Leonardo da Vinci, 1452—1519年)绘制的透视图等图样,如表示其设计构思的作战器械图和机械结构图。而F. D. 吉瑟科(F. D. Giesecke)等编撰的《技术制图》,到1986年已连续8次再版,也是一部反映美国工程制图成果的专著。在“图学语言与设计”一章中,该书作者专门地讨论了图学发展的历史,列举了大约公元前4000年古巴比伦的迦勒底人绘在石板上的建筑平面图。该书作者还认为,最早有关图学的专著是公元前30年,即罗马建筑师维特鲁威(Vitruvius,创作时期为公元前1世纪)撰写的《建筑十书》,书中讨论了建筑透视及建筑物的平面图以及立体图。《建筑十书》中虽讲到工程用图,但现在所见书中的图样,乃是公元16世纪时人们整理时补画的,它反映了16世纪机械与建筑图样的绘制水平。无疑作者以西方的图学成就为主线,仍未注意中国古代工程图学所取得的成就。^{⑤⑥}

即使是在东方,日本学者也持有类似的观点,1980年6月,日本图学会编辑出版了《图形科学手册》,并于1981年再版发行。该书在“图样的表现历史与展望”一章中,介绍了图学发展的历史,论述了人类与图学发展的关系,图学表现方法的进步,蒙日以后的图学等;并论述了透视的历史;书中还刊载了有关的插图。日本学者在论述中虽颇涉史籍,端资学界,但对于中国工程

① Needham, Joseph: Science and Civilization in China, Volume III, The Science of The Earth. London: Cambridge University Press, 1959, pp. 533~543, 525, 500.

② Booker, PJ: A History of Engineering Drawing, London: Northgate Publishing Co. Ltd., 1979, pp. 18.

③ 洪钟德主译:《工程画法几何》,高等教育出版社,1987年,第8页。

④ 梁升照译:《工程画法几何》,高等教育出版社,1985年,第271~274页。

⑤ 西北工业大学制图研究室译:《工程制图基础——设计产品、设计研制与数学控制》,甘肃人民出版社,1981年,第2~4页。参见Luzadder, Warren J: Fundamentals of Engineering Drawing.

⑥ 高履泰:《建筑十书》,中国建筑工业出版社,1986年。参见Vitruvius: De Architectura Libri Decem.

图学,未加深考,语焉不详。^①

以上诸书,皆出自名家学者之手,但他们对图学发展史的论述缺少中国图学这一环,即使是对中国图学的论述,或略而不述,或视而不见;且参以管见,难免疏陋,更有持论不公之嫌。

与大多数西方学者对中国图学的态度相反,英国科学史家李约瑟(Joseph Needham, 1990—1995年)以客观审慎的态度对中西方图学的发展进行了广泛的研究。在其SCC工程,即《中国科学技术史》著作中,李约瑟虽然没有用专门的分册论述中国的图学史,但在他的言论中,论及中国图学的却很多,持论也很谨慎,这和他对中国古代科学起源的观点,譬如中国天文学的西源说相比,恰成鲜明的对照。

在《中国科学技术史》第三卷“地学”中,李约瑟开宗明义,指出:“与本书真正有关的,似乎应该是科学的制图学在中国的发展,因此,这个问题应该作为一个重点来谈。过去出版的有关地理学史的所有权威著作,都由于忽略了这个问题而大为减色。”李约瑟高度地评价了中国古代图学,在这一卷里,他专门介绍了中国地图学发展的历史和《周礼》中的图学成就。他认为,只有在论述张衡在地图学方面的贡献之前,先看看先秦时期中国地图测绘方面的情况,特别是《周礼》中的记载,将是更为合乎叙述逻辑的。^②

李约瑟强调:“现在我们要指出最重要的一点,即正当希腊的科学制图在欧洲被人们忘得一干二净的时候,这门科学却开始以不同的形式在中国成长起来。”他客观地指出:“事实上,在中世纪这整整一千年中,当欧洲人对科学的制图学还一无所知的时候,中国人却正在稳步地发展着他们自己的制图传统。”“我们同样也不能忽视,而且正是由于中国图学家一代又一代的辛勤工作,世界这个部分的地理知识才能够现代地理学上体现出来。”

李约瑟通过中西方图学比较,贯穿古今,审视中国图学,并且持论公允,不仅是对中国——一个具有丰富图学传统的国家做出的评价,同时,也是对中国图学所取得的科学成就做出的十分客观的评价。李约瑟的一部《中国科学技术史》纠正了西方学者过去对中国科学技术的各种错误看法、误解和偏见,热情捍卫了中国人对一些重大发展与发现的优先权,把中国图学置于世界图学中应有的历史地位,从而扭转了西方学者过去的中国观,使之必须重新评价一度被忽视的世界科学史与图学史中的中国一环。中国图学应该是任何一部世界图学史中不可缺少的组成部分,它在科学技术的发展中曾起到过仍未被世人认识到的巨大作用,正因为有这种客观的态度,这才使其《中国科学技术史》厥功甚伟,足以千古。但是,由于时间和人力的限制,李约瑟并没有完成一部中国工程图学史的研究与写作。

有鉴于此,自20世纪80年代以来,吴继明教授一直致力于中国工程图学史的研究,相继发表了《中国古代的规和矩》、《中国古代的建筑制图》等论文,并于1984年招收研究生,从事图学史的研究。我是其中受业于先生门下的学生之一。先生为研究生授课的讲义——《中国图学史》,考镜源流,联缀前后,是一部系统介绍中国图学历史的著作。1988年由华中理工大学出版社出版。这些著作和论文代表了中国图学史的研究成果,也为进行中国工程图学发展史的研究以及完成《中国工程图学史》的写作,提供了借鉴。在《中国图学史》出版之际,我曾赋诗,以纪其盛。诗云:

① 日本图学会:《图形科学ハドブック》,森北出版(株式会社),1980年,pp. 1~12.

② Needham, Joseph: Science and Civilization in China, Volume Ⅲ, The Science of The Earth, London: Cambridge University Press, 1959, pp. 533~543, 525, 500.

其一

巨篇鸿著几经删,冒暑冲寒亦等闲。
书纬图经千古事,缥緲十万蔚奇观。

其二

立雪师门忆昔年,琴园旧梦尚依然。
才搜千载图学事,薪火丹铅得遗传。

《中国图学史》一书,撮其体例,由原始社会图学的萌芽和其后的发展,分门别类写成。包括制图发源于图画;中国古代的制图工具;几何作图;机械制图;建筑制图;天文制图;地理制图;水利制图简介和其他图略;制图理论;宋代是我国古代图学发展的全盛时期;阻碍我国古代图学发展的原因等,共十一个部分。^①

与本师的目次略有不同的是:《中国工程图学史》在已有研究的基础上,主要以工程图学为主线,并按照历史的发展脉络,揭示几千年来中国工程图学在各个领域的成就,论述历代图学工作者的图学思想和科学精神。除中国工程图学的基本概念;中国古代工程几何作图,中国古代工程图学的数学基础;中国古代工程图的绘制技术;中国古代工程制图的表达方式;中国古代图学对现代工程图学的贡献之外,均按历史发展的进程写成。主要内容为先秦两汉时期的工程图学;魏晋南北朝时期的工程图学;隋唐时期的工程图学;宋代工程图学的成就;元代工程图学的成就;明代和清代工程图学等,凡十三个章节。

我自1984年攻读自然科学史硕士学位、从事中国工程图学史研究以来,孜孜于中国图学史料的搜集与整理,勤于浏览群书,左右采获,往往折衷一是,论述成文。1990年以后分别参加了中国科学院《中国科学技术史》与《中国近现代科学技术史》中工程图学史的研究与写作,其研究成果,见诸各类学刊。1993年之后,多次赴日本、韩国、新加坡以及我国的香港地区参加有关中国科学技术史的国际会议,介绍中国工程图学的历史,交流之中,摘要牖陈,亦得切磋之益。发表的论文有:《中国技术制图的历史》,《东西方工程制图之比较》,《宋代图学教育及其社会效应》,《中国古代工程几何作图》,《中国古代绘画及制图中的数学内容》,《中国古代机械设计方法初探》,《南朝时期宗炳的透视理论》,《〈营造法式〉中的艺术与数学成就》等,中国工程图学的历史也引起各国学者的重视。^{②③④⑤⑥⑦}

① 吴继明:《中国图学史》,华中理工大学出版社,1988年,第1~3页。

② Liu Keming: A Study of Geometric Constructions in Ancient China, Current Perspectives in the History of Science in East Asia, Seoul: Seoul National University Press, 1999, pp. 415~425.

③ Liu Keming: A Brief Survey of Engineering Drawing Education in the Song Dynasty, The Proceedings of Mathematics & Design (2001), The Third International Conference on the School of Architecture & Building, Geelong (Australia); Deakin University, 2001, pp. 215~224.

④ Liu Keming: Mathematical Issues in Chinese Ancient Engineering Drawing. Journal of Mathematics & Design, Volume 1, Number 2, 2001, pp. 47~58.

⑤ Liu Keming: The Preliminary Study of Mechanical Design Methodology in Ancient China. Historical Perspectives on East Asian Science, Technology and Medicine, Singapore: Singapore University Press, pp. 489~495.

⑥ Liu Keming: The Perspective Theory of Zong Bing in the 5th Century of China, The Third International Conference on Mathematics Education and Cultural History of Mathematics in this Information-Oriented Society (MECHM-3) Proceedings, Osaka (Japan): Hankai Shuppan Insatsu Co., Ltd., pp. 51~56.

⑦ Liu Keming: The Achievement of Art and Mathematics in "Ying Zao Fa Shi", The Third International Conference on Mathematics Education and Cultural History of Mathematics in this Information-Oriented Society (MECHM-3) Proceedings, Osaka (Japan): Han'kai Shuppan Insatsu Co. Ltd., pp. 161~164.

值得一提的是,1987年冬,我赴华中工学院任教之初,旋即开展中国工程图学史的研究。赵学田教授得知此事,欣然写信力荐,表现出老一辈图学工作者对后学的关怀,信中他以学科发展的高度,对中国工程图学史的研究冀存希望,充满信心,且“乐观其成”;当时我曾赋诗二首以纪之,诗云:

其一

故国图学千年功,索象于图今古同。
初来莫言知己少,喻山幸有赵老翁。

其二

八秩老翁眼不昏,椽笔细字更通神。
满纸无限殷情意,一马当先赖后生。

诗中二句,“初来莫言知己少,喻山幸有赵老翁”表达了我对赵老的感激之情。遗憾的是2000年5月赵老溘然离世;在此前后,对中国工程图学史研究尤有贡献,在学习上我多赖指津的周华琴、刘先枚诸师也相继辞世,生前他们并没有看到本书的出版。哲人已去,南针谁托?感念畴昔,缅怀教泽,不觉临风而陨涕者矣!^①

工程图学是中国古代科学技术最具特色的学科之一,在几千年的文化演进过程中,我们的前人留下了极为丰富的图学遗产,这些遗产犹如汪洋大海,使任何一个文明在它的面前相形见绌。察古知今,以史为鉴,中国工程图学的遗产亟待我们去发掘与整理。在《中国工程图学史》的研究与写作过程中,作者虽竭尽绵薄,力戒肤浅,但阙漏不少;且所引图样,如宋、元、明、清各代附有图样的著作,均采自《钦定四库全书》所绘之图,此实因检书之难而不得已而为之耳。而其编著之端,率尔操觚,在论述之中,片言只语,错讹甚多。尚荷匡益,实所企禱!

刘克明

2002年12月于华中科技大学

^① 刘克明:《诗二首》,华中理工大学周报,1988年9月29日第4版。

目 录

第一章 中国工程图学的基本概念	(1)
第一节 《世本》中有关“图”的记载	(1)
第二节 汉字与工程图学	(4)
第三节 中国古代有关图样的名词	(7)
第二章 中国古代工程几何作图	(15)
第一节 中国古代几何作图的起源	(15)
第二节 先秦时期的工程几何作图	(17)
第三节 汉代几何作图的科学成就	(21)
第四节 中国古代工程几何作图的方法	(23)
第三章 中国古代工程制图的数学基础	(34)
第一节 比例在工程制图中的应用	(34)
第二节 投影理论的起源	(36)
第三节 投影理论在绘图中的应用	(39)
第四节 对基本视图的认识与应用	(41)
第四章 中国古代工程制图的绘制技术	(44)
第一节 中国古代绘图工具及使用	(44)
第二节 中国古代工程制图的绘图方法	(54)
第五章 中国古代工程制图的表达方式	(63)
第一节 中国古代工程制图字体的演变	(63)
第二节 文例	(66)
第三节 中国古代工程制图的线型	(67)
第四节 图样的幅面安排	(68)
第五节 样式	(69)
第六章 先秦两汉时期的图学思想及其实践	(76)
第一节 《周易》中的图学思想	(76)
第二节 《周礼》中的图学记载及其有关问题的探讨	(84)
第三节 《墨子》一书中的几何定义及其理论	(92)
第四节 先秦时期的建筑制图	(97)
第五节 汉代工程图学的成就	(109)
第六节 张衡对图学的贡献及其思想	(113)
第七章 魏晋南北朝时期的图学成就	(119)
第一节 魏晋刘徽的图学思想	(119)
第二节 晋代裴秀“制图六体”的思想基础及其方法	(124)
第三节 南朝宋宗炳的透视理论及其数学基础	(128)
第八章 隋唐时期的工程图学	(136)

第一节	宫苑图的出现及对古代建筑画的影响·····	(136)
第二节	唐代壁画中的建筑图·····	(143)
第三节	张彦远《历代名画记》中对图的论述及其工程图内容·····	(152)
第九章	宋代工程图学的成就·····	(157)
第一节	宋代工程图学发展的社会背景·····	(157)
第二节	宋代图学思想·····	(159)
第三节	宋代工程图学的科学成就·····	(165)
第四节	中国古代绘画艺术的历史功绩·····	(188)
第十章	元代工程图学的成就·····	(198)
第一节	元代图学思想·····	(198)
第二节	《梓人遗制》中机械图样的科学价值·····	(203)
第三节	王祯《农书》的图学成就及其历史地位·····	(205)
第十一章	明代工程图学·····	(215)
第一节	明代方志中的图学思想·····	(215)
第二节	明代建筑制图·····	(217)
第三节	明代兵书中的图学成就·····	(226)
第四节	徐光启的图学实践及其有关著作·····	(234)
第五节	宋应星《天工开物》及其图样的历史地位·····	(242)
第六节	王征有关机械译著及其东西方工程制图的融汇·····	(251)
第十二章	清代工程图学·····	(259)
第一节	清代图学思想·····	(259)
第二节	《西清古鉴》的图绘水平·····	(265)
第三节	中国古代建筑彩画的图学成就·····	(269)
第四节	《视学》的理论价值及其历史地位·····	(278)
第五节	中国近代图学思想论述·····	(292)
第六节	中国近代工程图学的引进及其教育·····	(296)
第七节	徐寿父子的图学实践及其历史功绩·····	(305)
第十三章	中国古代工程图学对现代工程图学的贡献·····	(321)
第一节	中国古代工程图学的成就·····	(321)
第二节	中国古代工程图学的现代意义·····	(324)
索引	·····	(328)
	人名索引·····	(328)
	书名索引·····	(334)

Contents

Chapter One: Fundamental Concepts in Chinese Engineering Graphics	(1)
1. The accounts of “drawings” in <i>Shi Ben (The Current Affairs in Ancient History)</i>	(1)
2. Chinese characters and engineering graphics	(4)
3. The nouns related to drawings in ancient China	(7)
Chapter Two: Ancient Chinese Geometrical Drawing in Engineering	(15)
1. The origin of geometrical drawing in ancient China	(15)
2. Geometrical drawing in engineering in pre-Qin period	(17)
3. The achievements in geometrical drawing in Han Dynasty	(21)
4. The methods of ancient Chinese geometrical drawing in engineering	(23)
Chapter Three: The Mathematical Basis in Ancient Chinese Engineering Drawing	(34)
1. The application of scale in engineering drawing	(34)
2. The origin of the Projection Theory	(36)
3. The application of the Projection Theory in drawing	(39)
4. The cognition and application of basic view	(41)
Chapter Four: The Techniques Adopted in Ancient Chinese Engineering Drawing	(44)
1. The tools and their application in ancient drawing	(44)
2. The methods of ancient Chinese engineering drawing	(54)
Chapter Five: Routines in Ancient Chinese Engineering Drawing	(63)
1. The change of characters in ancient Chinese engineering drawing	(63)
2. Examples of engineering drawing in ancient China	(66)
3. Line types in ancient Chinese engineering drawing	(67)
4. Display of the drawing	(68)
5. Technical drawing	(69)
Chapter Six: The Theories and Practice of Graphics in Pre-Qin Period and Han Dynasty	(76)
1. The thought of graphics in <i>Zhou Yi (Book of Changes)</i>	(76)
2. The discussion of graphics in <i>Zhou Li (Record of the Rites of the Zhou Dynasty)</i>	(84)
3. The definition of geometry and related theories in <i>Mo Zi</i>	(92)
4. Architectural drawing in pre-Qin period	(97)
5. The accomplishments in engineering graphics in Han Dynasty	(109)
6. Zhang Hen's contributions to graphics	(113)
Chapter Seven: The Development in Graphics in Wei Dynasty, Jin Dynasty, Southern and Northern Dynasties	(119)
1. The thought of graphics of Liu Hui	(119)
2. The thought of graphics of Pei Xiu in Jin Dynasty: the six principles of drawing	(124)
3. The Perspective Theory of Zong Bing in Southern Dynasty and its mathematical basis	(128)
Chapter Eight: Engineering Graphics in Sui Dynasty and Tang Dynasty	(136)
1. The drawings of architectures and gardens and their influence on ancient architectural drawing	(136)

2. Architectural drawings in the murals in Tang Dynasty	(143)
3. The accounts of engineering graphics in Zhang Yanyuan's <i>Li Dai Ming Hua Ji</i> (<i>Famous Paintings in all Ages</i>)	(152)
Chapter Nine: The Attainments in Engineering Graphics in Song Dynasty	(157)
1. The social background of the development of engineering graphics in Song Dynasty	(157)
2. The thought of graphics in Song Dynasty	(159)
3. The attainments in engineering graphics in Song Dynasty	(165)
4. The contribution of ancient Chinese drawing arts	(188)
Chapter Ten: The Achievements in Engineering Graphics in Yuan Dynasty	(198)
1. The thought of graphics in Yuan Dynasty	(198)
2. The value of the mechanical drawings in <i>Zi Ren Yi Zhi</i> (<i>The Handbook of Craftsmen</i>)	(203)
3. The achievements in graphics in Wang Zhen's <i>Nong Shu</i> (<i>On Agriculture</i>) and his contribution to graphics	(205)
Chapter Eleven: Engineering Graphics in Ming Dynasty	(215)
1. The thought of graphics in the located record in Ming Dynasty	(215)
2. Architectural drawing in Ming Dynasty	(217)
3. The attainments in graphics in martial books in Ming Dynasty	(226)
4. Xu Guangqi's study of the practice of graphics	(234)
5. Song Yingxing's <i>Tian Gong Kai Wu</i> (<i>The Exploitation of the Works of Nature</i>) and his contribution to graphics	(242)
6. Translations on mechanism by Wang Zheng and the combination of eastern and western engineering drawing theories in his works	(251)
Chapter Twelve: Engineering Graphics in Qing Dynasty	(259)
1. The thought of graphics in Qing Dynasty	(259)
2. The practice of graphics in <i>Xi Qing Gu Jian</i> (<i>An Archeological Draft of Qing Dynasty</i>)	(265)
3. The contribution of ancient Chinese color architectural painting to graphics	(269)
4. Theoretical contributions of <i>Shi Xue</i> (<i>The Science of Seeing</i>)	(278)
5. A review of the theories of graphics in China in modern times	(292)
6. The introduction of western engineering graphics into China and the teaching of graphics	(296)
7. The practice of Xu Shou and his son in graphics and their contribution	(305)
Chapter Thirteen: The Contribution of Ancient Chinese Engineering Graphics to Modern Engineering Graphics	(321)
1. The achievements of ancient Chinese engineering graphics	(321)
2. The implication of ancient Chinese engineering graphics in modern engineering graphics	(324)
Index	(328)
Name index	(328)
Book index	(334)

第一章 中国工程图学的基本概念

图学是科学技术的重要因素,同时也是一门应用极为广泛的横断学科。工程制图是一门研究图示法和图解法,以及根据工程技术规定和知识来绘制和阅读图样的科学,是一切工程技术的基础。用图样来表达设计意图,是进行科技思维的重要形式之一。将物体按平行投影和中心投影的方法以及技术规定表达在图纸上的工程图样,是进行工程技术交流的重要工具,又是指导组织生产必不可少的重要技术文件。图或图样贯穿于任何产品的生产过程之中。没有图或图样,任何生产过程都是无法进行的。因此,图或图样是从事科学技术的工程技术人员必须掌握的通用的工程语言。

工程图学的形成和发展经历了漫长的历史岁月,随着科学技术的不断进步而向前发展。它所达到的技术水平,反映了每一时代科学技术发展的水平。中国图学的起源,其来远矣,绵代相传,无论是机械制图,或是建筑制图,都有着悠久的历史。中国古代大量的工程图学史料,为研究中国科技史提供了重要线索。先秦以至明清,中国工程图学,绵亘数千载,这在中国乃至世界科技史上都是仅见的。

第一节 《世本》中有关“图”的记载

中国古代典籍中最早记载图的文献是《世本》。此书是一部实具其内容,又见其价值的古史著作,“其叙黄帝以来,为古史所录,盖得其实矣”^①。它也是《史记》据以成书的古代文献之一。^①

《汉书·司马迁传》称:“自古书契之作,而有史官,其载籍博矣。”“又有《世本》,录黄帝以来至春秋时帝王、公侯、卿大夫祖世所出。春秋之后,七国并争,秦兼诸侯,有《战国策》。汉兴伐秦定天下,有《楚汉春秋》。故司马氏据《左氏》、《国语》,采《世本》、《战国策》述《楚汉春秋》,接其后事,讫于天汉。其言秦汉,详矣。”天汉,武帝年号。清人张澍《世本》“后序”亦称:“司马迁为《史记》,既效周谱,实依《世本》,《大戴礼》纪帝德,虽次帝系,亦原《世本》。”本者,据裴松之《史目》,系其本系,故曰本。其虽已早佚,但于后来史学之影响,尤为巨大。今据凡诸辑本,而条其内容,大抵古之《世本》,其书所分列成书者,共有六门。其中“制作”,即通言之《作篇》,是记载古代科技发明的重要文献。

《周礼·春官·龟人》郑玄(127—200年)注:“《世本·作》曰:‘巫咸作筮’。”《礼记·明堂位》郑玄注:“《世本·作》曰:‘垂作钟,无句作磬,女娲作笙簧。’”孔颖达(574—648年)疏:“《世

^① (清)张澍:《后序》,《世本》,《二酉堂丛书》。

本》书名,有《作篇》,其篇记诸作事。”王充(27—97年)《论衡·对作篇》亦曰:“仓颉之书,世以纪事;奚仲之车,世以自载;伯余之衣,以辟寒暑;桀之瓦屋,以避风雨。夫不论其利害,而徒讥其造作,是则仓颉之徒有非,《世本》十五家皆受责也。”由是观之,《作篇》所言,即为“制作”之所创始,故仓颉作书,奚仲作车,伯余作衣,一物一记,皆见于《世本》。

我们现在见到的《世本》,已经清人张澍集补注,其审阅帙帙,将有引用者辄著录之,集得《作篇》。《世本》不仅详细记录了远古以来的科技发明以及发明者,也是最早记载“图”的发明的古代文献。

《世本》云:“史皇作图。”汉人宋衷注:“史皇,黄帝臣也。图,谓画物象也。”清人张澍注此按《类聚》引《世本》云:“史皇作画。”又按《淮南子》注,史皇,仓颉也。《春秋元命包》云:“仓帝史皇氏,名颉,姓侯冈。龙颜侈哆,四目灵光,实有睿德。生而能书,及受河图录字,于是穷天地之变,仰观奎星圆曲之势,俯察龟文鸟羽山川,指掌而创文字,天为雨粟,鬼为夜哭,龙乃潜藏。治百有一十载,都于阳武,终葬衡之利乡亭。”亦以史皇为仓颉,然《路史》引《世本》云:“史皇仓颉同阶,是史皇非即仓颉也。”

就图的记载而论,《春秋元命包》有关图的论述不止一端,除“黄帝受图”、“图在唐典”等记载之外,尚有“神农世,怪义生白阜,图地形脉道”。注云:“怪义,白阜之母名也。白阜为神农。图画地形,通水道之脉,使不壅塞也。”此“图”可解释为图画之意。^{①②}

史皇为黄帝之史臣,这一时期是为“五帝时代”。“五帝”同“三王”、“五霸”一样,是一个特定的历史时代的称谓。传说五帝是:黄帝、颛顼、帝喾、尧、舜。公元前26世纪的黄帝,是中国“人文之祖”。黄帝以前,中国已有文化尚无文明;黄帝开始,中国既有文化更有文明。文化与天然相对,文明与野蛮相对。黄帝以来,中国文化也是中国文明,中国文明也是中国文化。通常,史家们把黄帝为代表的这一时期定在新石器时代。

据《越绝书》引战国时人风胡子与楚王论剑之精神的一段话:“轩辕、神农、赫胥之时,以石为兵……至黄帝之时,以玉为兵……禹穴之时,以铜为兵……当此之时(指东周时期),作铁兵,威服三军。”这段引文把东周以前的历史划分为四个阶段。从大量的考古资料证实,《越绝书》关于石器、玉器、铜器和铁器使用年代的见解大致符合中国上古的历史事实。“以石为兵”当与考古学上的旧石器时代相符,“以玉为兵”与考古学上的新石器时代相符,而“以铜为兵”则与考古学上的铜器时代相吻合。《越绝书》云,“黄帝之时,以玉为兵”,可知以黄帝为首的五帝时代上接三皇,下启三代,中经颛顼、帝喾,及至尧、舜,处于新石器时代早、中、晚不同时期,大体与仰韶文化同步。^③

“史皇作图”的记载,亦见之于古代的典籍之中,如《文选》五十七卷“宋孝武宣贵妃诔”中有:“修时贲道,称图照言。”唐人李善(约630—689年)注此,亦引《世本》曰:“史皇作图,宋衷曰史皇黄帝臣也。图,谓画物象也。”称,举也;图,图书也。“称图照言”即举以图书,见其善言也。《太平御览》七百五十卷亦载:“《世本》曰:史皇作图。并注曰:史皇,黄帝臣也,谓画物象也。”

唐人张彦远(约815—874年)所著《历代名画记》“叙历代能画人名”,自轩辕至唐会昌年间(841—846年)凡三百七十二人,轩辕时一人,即史皇,该书卷四称:“史皇,黄帝之臣也,始善图

① (H)安居香山,中村璋八辑:《春秋元命包》,《纬书集成·春秋篇》,河北人民出版社,1994年,第589~591页。

② 黄奭辑:《春秋元命包》,《春秋纬》,上海古籍出版社,1993年,第37~75页。

③ (东汉)袁康,吴平辑录:《越绝书》,上海古籍出版社,1985年,第81页。