2013 届研究生硕士学位论文

分类号：　　学校代码：10269

密　级：　　学　　号：51100801027



华東師範大學

East China Normal University

硕士学位论文

MASTER'S DISSERTATION

CorelDRAW 和 Adobe Illustrator 在地图编制中的应用比较

院　　系：资源与环境科学学院地理系

专　　业：地图学与地理信息系统

研究方向：专题地图编制

指导教师：黄余明 教授

论文作者：戴 琦

2013 年 5 月

2013 届研究生硕士学位论文　　学校代码：10269

学号：51100801027

華東師範大學

CorelDRAW 和 Adobe Illustrator 在地图编制中的应用比较

院　　系：资源与环境科学学院地理系

专　　业：地图学与地理信息系统

研究方向：专题地图编制

指导教师：黄余明 教授

论文作者：戴琦

2013 年 05 月

A Dissertation for Master's Degree, 2013 University Code: 10269

Registration Number: 51100801027

East China Normal University

A comparison between CorelDRAW and Adobe Illustrator in map-making

College: Colleges of Resources & Environmental Sciences

Specialty: Cartography and GIS

Major Field: Cartography-Thematic Map Design

Graduate: Qi Dai

Advisor: Professor Yu-ming Huang

May, 2013

华东师范大学学位论文原创性声明

郑重声明：本人呈交的学位论文《**CorelDRAW 和 Adobe Illustrator 在地图编制中的应用比较**》，是在华东师范大学攻读硕士/博士(请勾选)学位期间，在导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确说明并表示谢意。

作者签名：戴珞　　日期：2013 年 05 月 24 日

华东师范大学学位论文著作权使用声明

《**CorelDRAW 和 Adobe Illustrator 在地图编制中的应用比较**》系本人在华东师范大学攻读学位期间在导师指导下完成的硕士/博士(请勾选)学位论文，本论文的研究成果归华东师范大学所有。本人同意华东师范大学根据相关规定保留和使用此学位论文，并向主管部门和相关机构如国家图书馆和“知网”送交学位论文的印刷版和电子版；允许学位论文进入华东师范大学图书馆及数据库被查阅、借阅；同意学校将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于(请勾选)

(　)1.经华东师范大学相关部门审查核定的“内部”或“涉密”学位论文*，于　　年　　月　　日解密，解密后适用上述授权。

(√)2.不保密，适用上述授权。

导师签名　　本人签名戴珞

2013 年 05 月 24 日

* “涉密”学位论文应是已经华东师范大学学位评定委员会办公室或保密委员会审定过的学位论文(需附获批的《华东师范大学研究生申请学位论文“涉密”审批表》方为有效)，未经上述部门审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权)。

戴琦硕士学位论文答辩委员会成员名单

姓名	职称	单位	备注
束　炯	教　授	华东师范大学	主席
蔡孟裔	教　授	华东师范大学	
李治洪	副教授	华东师范大学	
唐　曦	讲　师	华东师范大学	答辩秘书

摘 要

计算机地图制图技术产生于20世纪50年代，经历了探索、发展、普及等几个阶段后，在20世纪90年代进入了全面应用阶段。在这一时期，计算机地图技术由原来的面向专家，转变为面向大众，地图的艺术性开始逐步为人们所重视。上世纪80年代末开始，各种矢量绘图软件相继问世，基于其面向对象的编辑环境、友好的图形用户界面、良好的图形绘制输出效果，被地图制图人员广泛的运用于各类地图的编制之中。

矢量平面制图软件种类多样、功能相近，国内被制图人员应用在地图编制中的主要有三种： CorelDRAW、Freehand 和 Adobe Illustrator，早期 CorelDRAW 和 Freehand 地图制图的应用研究相对较多。然而自2005年 Freehand 被 Adobe 收购之后，Adobe Illustrator 在矢量制图领域的地位开始逐渐上升，事实上已成矢量图形编辑软件的行业默认标准。然而至今关于 Adobe Illustrator 地图制图的相关研究依旧很少，还停留在图形绘制、编辑阶段，Adobe Illustrator 强大的辅助地图制图功能未被充分发掘，与此同时，CorelDRAW 地图制图的相关研究一直在进步。因此本文通过对比 CorelDRAW 和 Adobe Illustrator 地图制图中的应用差异来讨论如何应用矢量绘图软件编制地图。

本文首先阐述了计算机地图制图的相关概念、发展历程、基本流程等背景，并结合基本制图流程对相关制图软件进行了简单介绍；之后从软件工作界面、图层管理、导入和导出等方面对两款软件在地图制图中的应用做初步的综合分析和比较；最后针对地图编制中最常见的地图符号设计与制作对两款软件地图制图功能进行深入研究。

研究发现，利用 CorelDRAW 所能完成的各种地图制图相关任务，在 Adobe Illustrator 中也能完成，大部分情况下，Adobe Illustrator 的操作更便捷、解决途径更多；反之，在 Adobe Illustrator 中所能实现的地图制图效果，在 CorelDRAW 中则不一定能简单实现，例如利用 Adobe Illustrator 中“图表工具”辅助制作专题统计图表、利用“宽度”工具设计宽度渐变水系等。

【关键词】地图制图学；计算机地图制图；制图软件；CorelDRAW；Adobe Illustrator；地图符号

Abstract

The computer-aided cartography technology was developed in the 1950's; it entered the application stage in the 1990's after going through stages of exploratory, development and popularization. During this period, the main user of this technology changed from experts to ordinary users, and the map artistic has been recognized gradually by many people. With their object-oriented editing environment, user-friendly graphic interface and excellent graphic exporting effects, the vector graphic editors has been utilized to cartography by the cartographers since they were firstly developed in the late 1980's.

CorelDRAW, Freehand and Adobe Illustrator are main graphic editors which have been applied in map-making among the varied and functionally similar vector graphic editor. In the early times, related researches focus on how to utilize CorelDRAW and Freehand to map-making. Since Freehand was purchased by Adobe in 2005, Adobe Illustrator's status in the vector graphic area rise a lot and it has already became the unofficial standard vector graphic editor. However, Adobe Illustrator utilized in map-making related researches are limited and mainly about drawing and editing graphics. The other powerful functions of this software which could be applied in cartography are far from fully discovered. At the same time, the CorelDRAW related researches have never stopped. This paper discusses how to apply the graphic software in cartography by compare the utilizing differences of CorelDRAW and Adobe Illustrator in map-making.

Firstly, this paper talks something about computer-aided cartography, like concepts, development processes and basic map-making procedures. It also gives a brief introduction of some graphic software according to the map-making procedures. Then the research analysis CorelDRAW and Adobe Illustrator primarily and makes a comprehensive comparison between them in several aspects which include software workspaces, layer management, importing and exporting files. At last, map-making related functions of these two graphic editors are further studied from the prospect of map symbol design.

This research finds out that nearly all map-making related task which could be done in CorelDRAW may also be completed in Adobe Illustrator. Furthermore, most operations are more convenient and faster. And there are more solutions to one task in most cases. On the contrary, some map effects which could be realized in Adobe Illustrator may not be done in CorelDRAW easily. For example, the "graph toolbar" in Adobe Illustrator could aid cartographers on making thematically statistic diagram and the "width toolbar" could assist cartographers in designing rivers whose width change gradually. All these functions are not included in CorelDRAW.

【Keywords】 Geographic cartography; Computer-aided cartography; Graphic design software; CorelDRAW; Adobe Illustrator; Map symbols

6

目 录

摘 要 i
Abstract ii
第一章 绪论 1
1.1 研究背景 1
1.2 国内外研究现状 2
1.3 研究目的和意义 4
1.4 研究思路、方法 5
1.5 论文结构 5
第二章 计算机地图制图概览及软件应用 7
2.1 计算机地图制图技术概论 7
2.1.1 概念 7
2.1.2 特点 7
2.1.3 发展历程 8
2.1.4 制图系统 10
2.2 计算机地图制图的基本流程 11
2.3 制图软件的分类 12
2.4 AutoCAD 简介 13
2.5 ArcGIS 简介 13
2.6 CD 和 AI 简介 14
2.7 CD 和 AI 地图制图简介 15
第三章 CorelDRAW 和 Adobe Illustrator 综合比较 16
3.1 工作区 16
3.2 图层与页面 19
3.2.1 地图要素分层原则 19
3.2.2 CD 和 AI 图层管理器对比 19
3.2.3 多图管理 22
3.3 缩放与平移 24
3.4 数据转换 24

3.4.1 交换数据格式.....24
3.4.2 CD 与 AI 间数据交换.....25
3.4.3 CD 和 AI 与专业地图制图软件数据交换.....25
3.5 颜色.....26
3.5.1 颜色模式.....26
3.5.2 颜色选择方法.....27
3.5.3 色板库.....27
3.6 图文混排.....27
3.6.1 文本.....27
3.6.2 图像.....28
3.7 图表.....29
3.8 输出.....29
3.9 文档大小.....31
第四章 CorelDRAW 和 Adobe Illustrator 在地图符号制作与设计中的比较.....32
4.1 地图符号概述.....32
4.2 线状符号.....32
4.2.1 线状要素的绘制与编辑.....33
4.2.2 外源矢量线要素数据的处理.....35
4.2.3 线状符号样式设计.....36
4.2.4 线状符号样式库建立与应用.....40
4.3 面状符号.....42
4.3.1 面状符号绘制.....42
4.3.2 面状符号样式设计.....42
4.3.3 面状符号样式库建立与应用.....45
4.4 点状符号.....45
4.4.1 符号制作、编辑与更新.....46
4.4.2 符号库.....47
第五章 总结与展望.....49
5.1 总结与创新.....49

5.2 不足与展望 50
参考文献 52
后 记 56

图目录

图 1 已有研究中主要使用的 CD 和 AI 版本.....4
图 2 计算机地图制图发展历程.....9
图 3 计算机硬件系统.....10
图 4 计算机地图制图流程.....11
图 5 CD 和 AI 软件版本.....14
图 6 CD 和 AI 工作区.....16
图 7 工作区格局.....17
图 8 CD X5 与 AI CS5 中菜单、工具、面板分类统计.....18
图 9 图层管理器.....20
图 10 图层结构.....20
图 11 等高线分层管理示意.....22
图 12 CD 多页面管理.....23
图 13 AI 多画板管理.....23
图 14 高速、铁路符号示意.....37
图 15 轮廓线组合编辑法.....37
图 16 AI “外观” 面板.....38
图 17 同级道路交叉口压盖现象.....39
图 18 河流符号样式设计方法例证.....40
图 19 图形样式库.....41
图 20 CD X5 和 AI CS5 中填充方式.....43
图 21 点状符号编辑状态.....47

表目录

表格 1 计算机地图制图软件(中国)....12
表格 2 菜单、工具和面板数量统计....18
表格 3 CD 和 AI 图层管理器对比....21
表格 4 CD 和 AI 缩放与平移操作对比....24
表格 5 CD 和 AI 交换格式数量统计....25
表格 6 CD 和 AI 颜色模式对比....26
表格 7 上海交通地图符号分类....32
表格 8 CD 和 AI 线条编辑操作比较....35
表格 9 CD 和 AI 填充方式统计....43

第一章 绪论

1.1 研究背景

地图制图历史悠久，可追溯到公元前 5 或 6 世纪[1]，相比之下，现代地图制图的历史则相当短暂，开始于上世纪中期。20 世纪 40 年代，世界上第一部电子计算机诞生；50 年代，计算机发展初期，计算机主要用来进行数值计算；60 年代，计算机开始应用于机助设计，1964 年，人们使用计算机第一次绘制出了地图图形[2]，由此开始一个崭新的计算机地图制图时代，从根本上改变了传统地图制图技术和流程[3-5]。

20 世纪 60 年代计算机介入地图制图工艺至今，随着计算机硬件、软件的不断更新与发展，地图设计和编制工作实现了由“计算机辅助设计(CAD)”向“全数字化环境制图系统”的转变[2,4]，图形输出载体由纸介质向屏幕为主的电子介质过渡。面向“数据采集更新”、“空间处理分析”和“以用户为中心的交互传达”三阶段的制图功能多样化，进一步拓展了计算机地图设计的内涵和形式；制图流程涉及软件同步分化为以 AutoCAD 为代表的工程设计软件、以 ArcGIS 为代表的 GIS 综合业务平台以及以 CorelDRAW(后文简称为 CD)、Adobe Illustrator(后文简称为 AI)、Inkscape 为代表的矢量绘图软件[6-7]。

3S 技术的强势驱动，以及功能主义的行业倾向，造成目前对信息表达和传输端的制图工艺和软件评估缺少足够重视。从 20 世纪 90 年代计算机地图制图技术进入大规模应用阶段至今，计算机地图制图的发展主要体现在两个方面。一方面，各种地理信息系统软件相继出现，各种数据标准也逐渐完成，地图的精度、详细性和现势性不断提高，基于图形可视化的研究蓬勃发展；另一方面，国民经济、科学研究和文化活动对地图需求的不断增加，促进了地图行业的繁荣，地图的选题范围也在不断扩展，品种不断增加，计算机制图技术由原来的面向专家，转变为面向广大用户[8]。在 GIS 系统体量日益庞大而成图视觉体验欠佳的背景下，如何利用平面设计类软件的图形效果来改善新技术条件下的终端成图质量，以适应逐渐庞大的非专业用户的需求，成为当前需要解决的重要问题[7]。

1.2 国内外研究现状

计算机地图制图技术的相关研究主要集中在AutoCAD、ArcGIS等专业地图制图软件上，利用这些软件制作地图更多强调的是地图数据的全面准确性，而忽视地图视觉效果。随着计算机地图制图技术的用户从专家向大众转移，越来越多的人开始意识到地图的艺术性的重要性[3,9]，为了提高印刷出版地图的质量，应用非专业制图软件作为终端地图输出软件开始受到重视。在2005年召开的ESRI用户大会上，有学者提出应用Adobe Illustrator、MapPublisher之类的矢量绘图软件配合GIS软件以输出制作高品质的地图产品[10]。此外，国外很多计算机地图制图相关文献中有提到应用矢量绘图软件辅助地图设计、完成地图最终产品[6,11-12]。例如利用AI软件调配地图颜色[13]，输出最终地图产品等[14]。

ESRI公司一方面不断提高改进ArcGIS软件本身的制图功能，另一方面为提高广大中国用户对GIS地图制图技术的认识，从2011年开始举办GIS制图大赛，目前已举办两届，并取得了不错的成果。但制作用于出版的高品质地图时，GIS类软件的制图功能仍旧不甚让人满意[10]。

国内以“中国知网”搜索记录为参考依据，1997年张世强在《地图》杂志上发表了《桌面出版系统适于地图制作的特性》一文，正式提出应用非专业地图制作软件制作地图，文中对CD和AI都有所提及[15]，因此可认为两款软件同期进入地图制图领域。分析相关资料可知，国内矢量绘图软件开始用于地图制作的时间大概为1994初，由中国测绘科学研究院的研究人员所主导。

虽然两平面软件开始用于地图制图时间相近，但是后期研究发展状况迥异。1999年，开始有更多研究人员发表了CD地图制图的相关研究成果，此后每年或多或少有该领域研究论文发表；2003年，姚兴海、姚磊等人发表了《CorelDRAW地图制图》一书，文中对CD地图制图相关基本操作、运用CD绘制各种地图要素、地图图文排版等方面进行了全面、细致而深入的介绍[16]；至本文撰写时间为止，在知网上以“CD”和“地图”为关键词可搜索到128条相关记录。

相比之下，由于国内AI用户少、参考资料不易购得等诸多因素[15]，AI地图制图研究进展非常缓慢。直到2001年，才出现第二篇AI制图相关文章，此后虽

然陆续有更多相关研究论文发表，但并非每年都有，且数量相对较少，截止目前，在知网上以“AI”和“地图”为关键词只能搜索到 38 条相关记录，不及 CD 相关的 1/3。

对已有研究文献进行分析可以发现，AI 地图制图目前还停留在一个比较基础的阶段，相关研究主要集中于从地图制图流程的各个步骤、相关操作、制作技巧等方面介绍如何利用 AI 系统的制图[17-19]，偶尔也会提及辅助 ArcGIS、MapInfo、MapGIS 之类专业地图制图软件完成平面地图的编制[20-22]；2010，曾有学者发表《用 AI 制作专题地图统计图表的方法》一文讨论如何利用 AI 中特有的“图表工具”制作专题统计图表[23]。整体来说，AI 地图制图研究成果比较少且不够深入，相对而言，CD 地图制图理论成熟很多。虽然大部分与 AI 的相似，但是有相当数量的文献已集中关注地图符号的设计与制作[24-25]；此外 CD 能与更多种类的制图软件配合制图，除了上述三种以外[26-28]，还包括常用的 AutoCAD、SuperMap、ERDAS 等专业地图制图软件[29-31]，以及 3d Max、Photoshop、Flash 之类的非专业软件[32-33]。在此基础上，还有部分文献讨论如何利用 VBA、Script、MapObjects 等对 CD 进行二次开发[34-36]，以提供针对地图编制的工具，提高 CD 地图制图效率和精度。

已有的 CD、AI 地图制图研究中所应用的软件版本都比较低(见图 1)，据析，CD 中最常用的为 1999 年发布的版本 9.0，AI 最常用版本为 10.0，发布于 2001 年，两版本软件距今都已在 12 年以上。在这段时间里，Corel 公司和 Adobe 公司都发布更新了多个版本，其中 CD 最新版本为 2011 年发布的 X6 版本，AI 最新版本为 2012 年发布的 CS6 版本，两者都在之前软件的基础上增加了很多新功能，如在地图制图方面， CD 在 X5 版本中增加了“符号管理器”，AI 在 CS5 中增加了“宽度”工具、CS6 中增加了“图案创建”功能等。

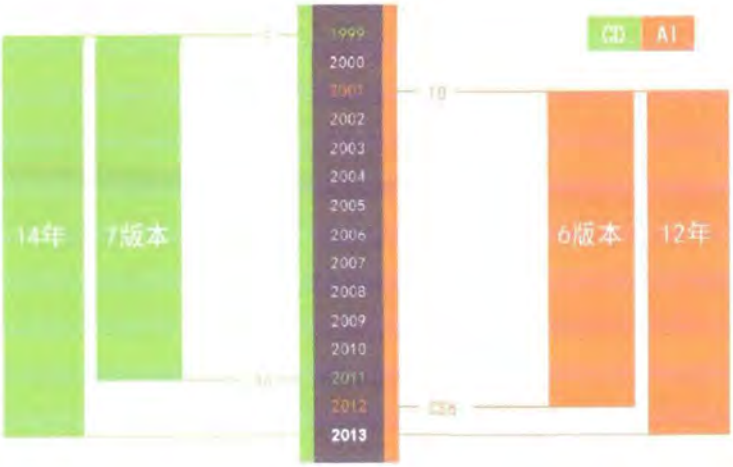


图 1 已有研究中主要使用的 CD 和 AI 版本

已有的平面软件地图制图研究针对的往往只是某一款软件在地图制图中的应用，软件之间缺乏对比研究，唯一的一篇 CD 和 AI 对比研究文献出现在生物绘图领域[37]。

1.3 研究目的和意义

平面设计类软件并非为地图制图专业量身定做，对地理数据的通讯支持存在局限性；但具有强大的图文混排和视觉效果设计等优势，尤其适宜面向用户的图形、色彩、构图的美感塑成[38]，成为数据分析等上游流程完结之后表达环节的必要辅助工具[39]，在现阶段地图编辑、出版、网络发布等业务中得到广泛应用。

矢量绘图软件种类众多，各有特点和擅长领域，操作特性、制图效果和效率存在差异。过往研究涉及 Freehand、CD、AI 等产品的研究多集中于符号绘制、艺术处理、数据转换等方面[24,40]，与 MapGIS、MapInfo、ArcGIS 等 GIS 软件的组合使用和比较也有讨论[27,41-42]，但对其评价和选择缺乏全面而清晰的认识，且长期存在争议。

以往平面软件地图制图应用研究更多的集中于 CD、Freehand 地图制图，对于 AI 用于地图制作的认识和研究相对缺乏，而自 2005 年 Macromedia 公司被 Adobe 公司并购后，Freehand 逐渐退出矢量制图领域，AI 的地位则大大提高。虽然以往关于 CD 地图制图文献远远多于 AI，但在地图编制实践中，并未明显

体会到AI软件功能、操作上的劣势。

因此，本文选取CD和AI两款主流矢量设计软件，从地图线状要素符号的绘制、编辑、整饰和建库等方面进行细致比较、分析两者各自的适用性，以期提供建设性的指导。

1.4 研究思路、方法

本研究从计算机地图编制的整体流程出发，针对制图过程中主要步骤所涉及的菜单、工具、软件功能等几个方面对CorelDRAW X5和Adobe Illustrator CS5进行全面分析比较，并对如何利用两款矢量绘图软件制作地图符号进行深入细致的探索。研究过程中主要应用以下几种方法：

(1) 经验总结

结合个人及其他制图人员地图编制实践，分析归纳应用矢量绘图软件编制地图过程中最常见的操作、所用菜单和工具等，并以此为出发点，对CD和AI两矢量绘图软件在地图编制中的应用进行比较。

(2) 实验研究

对两平面软件采用制作小样的方式进行测试，由不同人员使用相同软件完成相同内容的全部工作。

1.5 论文结构

第一章：绪论。首先对本文的研究背景及国内外研究现状进行简要说明，在此基础上提出本文研究目的和研究意义，据此制定相应的研究思路和方法。

第二章：计算机地图制图概览及软件应用。首先，总结了计算机地图制图的相关概念和理论，计算机地图制图的特点、发展历程、制图系统和制图流程；其次，根据计算机地图制图流程分析了制图软件的种类及其主要应用方向；最后，分别从数据采集、数据分析和图形输出三个角度对ArcGIS等4款软件进行简要介绍。

第三章：CorelDRAW和Adobe Illustrator综合比较。该章节先对CD和AI两软件分别作了背景介绍，之后结合计算机地图制图中常涉及到的几个方面对

CD和AI进行综合比较，这几个方面主要包括软件工作区、图层管理、支持数据格式、颜色模式等。

第四章：CorelDRAW和Adobe Illustrator在地图符号制作与设计中的比较。地图要素从几何角度可分为点状符号、线状符号、面状符号三个类别，该部分据此从各类符号的绘制、符号样式设计、符号库的建立等多个方面出发，对两软件在地图制图中的应用进行深入比较分析。

第五章：总结与展望。归纳CD和AI各自在地图制图中的优劣势，对比分析哪款软件相对更适合地图制图，并指出本文工作中遇到的难点、局限性和需要进一步研究的地方。

第二章 计算机地图制图概览及软件应用

2.1 计算机地图制图技术概论

2.1.1 概念

地图制图学，亦称制图学或地图学，研究如何科学的用地图图形符号反映自然界和人类社会各种现象的空间分布、相互联系及其动态变化，具有艺术性、科学性和技术性三重特性，是研究地图编制及其应用的一门学科[2,43-44]。

从 20 世纪 60 年代开始，电子计算机技术引入地图学领域，经过理论探讨、应用试验、设备研制和软件发展，已形成地图学中一门新的制作地图的应用技术分支学科，即计算机地图制图学。

计算机地图制图又称为自动化地图制图或计算机辅助地图制图(Computer-Aided Cartography，简称 CAC)[45]。计算机地图制图以传统的地图制图学原理为基础，在计算机硬件、软件的支持下，采用图形数据处理方法和数据库技术，研究计算机环境下地理空间信息的获取、识别、处理、分析、变换、存储和图形输出的理论方法和技术工艺手段，并模拟传统的制图方法，进行地图的设计和编绘[2,43]。

2.1.2 特点

计算机地图制图方法具有传统地图制图所无法比拟的许多优点[53]，颠覆了传统的地图生产工艺，此外也极大的促进了地图形式设计、内容设计的发展，这些优势主要体现在地图生产工艺、形式设计和内容设计等方面，突出表现为以下几点[2,5,8,40,43,46-48]：

(1) 数字地图易于编辑、更新、管理和传输，从而提高了地图的适应性和现势性，扩大了制图人员和读图用户的范围，丰富了地图容量和品种；

(2) 改进、简化了制图和制印的工艺流程，加快了成图速度，缩短了成图周期；

(3) 减弱了劳动强度，降低了主观随意性，提高了地图的数学精度和制版精

度，为地图制图的标准化、规范化奠定了基础；

(4) 制图软件对地图各要素实行分层叠加管理，采用所见即所得的显示方式，达到了屏幕显示完整图幅的视觉效果；

(5) 具有丰富的线形、符号 、图表、特效设计工具，能实现很多传统手工设计所无法完成的艺术效果；

(6) 采用 RGB、CMYK、灰度等多种无极变化调色模式，色彩艺术创作和设计更灵活多样；

(7) 手工方法难以解决的曲线插值、立体图形表示、地图投影变换和比例尺变换等过程等变得极为容易；

2.1.3 发展历程

20 世纪 50 年代，在计算机发展的初期，计算机主要被用来进行数值的计算，制图学者开始探索利用电子计算机制图[4]；到 20 世纪 60 年代，计算机才开始运用到制图之中。1962 年，美国学者 Eelver 博士第一次提出了“computer graph”这一名词，此后，计算机图形的硬软件开始被广泛地应用于计算机辅助制图设计之中；1964 年，人们第一次在数控绘图机上绘制出了地图图形[45]，从此，地图制图开始逐步跨入了一个崭新的计算机地图制图时代[27]。

在过去的 50 多年里，计算机地图制图实践、机助制图理论、硬件、软件相互促进与发展着，计算机地图制图技术得到了长足发展，发展历程可以分为图 2 所示 5 个阶段[49]。

20 世纪 50 年代初期(酝酿时期)，计算机制图技术的发展主要体现在通用制图硬件、软件的研制之上，制图学家开始探索利用电子计算机制图；

20 世纪 60 年代中期(发展初期)，制图硬件、软件开始运用到地图绘制之中；

20 世纪 70 年代(蓬勃发展时期)，计算机硬件、软件都有大发展，硬件发展包括运行速度有大突破、交互系统的试验和自动扫描机的研制，软件上解决了应用程序的调试和各种制图算法的建立；

20 世纪 80 年代(普及时期)，制图硬、软件得到进一步完善，软件形成地图绘图系统、地理信息系统两个分支，并开始向大型网络、数据仓库、空间和属性统一发展；

20 世纪 90 年代至今(大规模应用阶段)，各种地理信息系统软件相继出现，各种数据标准也逐渐形成，基于图形可视化研究蓬勃发展，计算机制图技术由原来的面向专家，转变为面向广大用户，地图制图进入了“全民制图”的时代[50]。

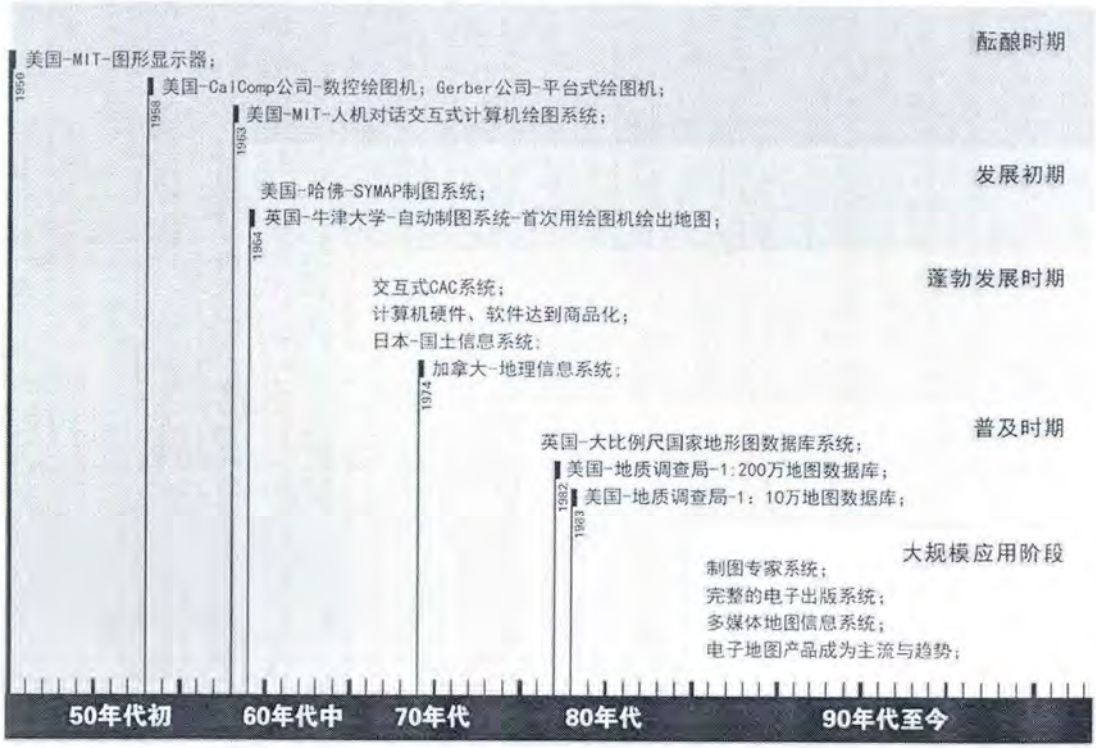


图 2 计算机地图制图发展历程

时至今日，计算机辅助制图技术取代了传统的地图制作法，计算机地图制图理论发展得比较成熟，制图技术广泛地运用在军事、民用等诸多领域，未来发展方向主要集中在以下几个方面：多元数据采集手段一体化、数据标准化、数据库集成化、地图产品多元化。

我国计算机地图制图起步晚、发展快。1970 年，第一批以英国牛津自动制图系统为代表的计算机地图制图系统开始运行，但直到 80 年代初，国际地图制图协会 ICA 举办了多次机助制图培训班，机助制图技术才开始在我国起步，并很快取得一些成果[51]，我国制图学家先后完成了《中国人口地图集》、《中国国家自然地图集》、《中国国家地图集》等重大地图集的设计、编辑和自动制版；同时还研制出地图设计专家系统、统计制图专家系统。自 1989 年出版第一部《京津地区生态环境电子地图集》以来，电子地图集的研究、设计与制作也得到了迅速的发展[46]。

2.1.4 制图系统

计算机地图制图是制图人员运用制图工具依据地图制图原理对地理数据进行一系列完整的、科学的工艺过程和操作所完成，制图系统包括计算机硬件、计算机软件、数据和人这四个相互联系、制约、影响的组成部分，四部分缺一不可[2,4]。

计算机硬件系统是硬件设备的总称，其具体组成要素因制图的性质和目的而复杂，并随着硬件技术的发展而多变。但是，不同硬件系统基本部件大致相同，主要包括输入设备、输出设备、移动数据存储设备、机箱内部、数据接口 5 个部分，各部分间相关联系及其组成要素类别参见图 3。

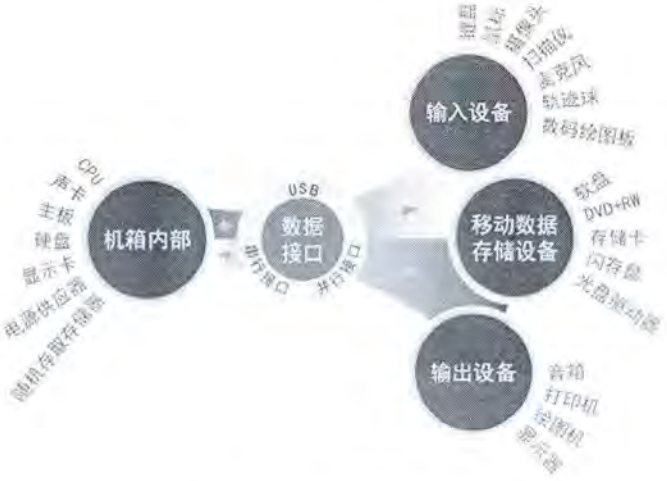


图 3 计算机硬件系统

计算机地图制图软件系统是计算机地图制图过程中所需各种程序的组合，通常包括以下 5 个类别：计算机系统软件、计算机地图制图基础软件及其支撑软件、地图制图数据库管理系统软件、图形编辑系统软件和专用的地图制图系统软件等。

地球上任一客观事物或现象都可作为地图表达对象，以地球表面空间作为参考的时候，必须具有质量、数量、时间、空间位置 4 个特征，采用地图表示的时候，还具有符号特性，计算机地图制图系统用相应的特性数据来描述上述 5 个特征。

计算机地图制图的操作主体是人，无论是地图系统的组织、管理、维护、

更新和完善，还是数据库的管理与更新，或是对产品的分析、研究和评价，都离不开人的参与，地图的最终用户也是人。要制作出好的地图需要制图人员精通计算机地图制图技术。

2.2 计算机地图制图的基本流程

地图制图由一连串信息转换的过程组成，制图过程中的每一步都能影响地图最终效果。相对于传统地图制图法，计算机地图制图技术起步晚，但发展迅速，在不断实践的基础上，已形成了一个独立的制图流程。通常情况下，一个完整的制图流程包括如图 4 所示四个基本过程：编辑准备阶段、数字化阶段、数据处理阶段、图形输出阶段[45]。

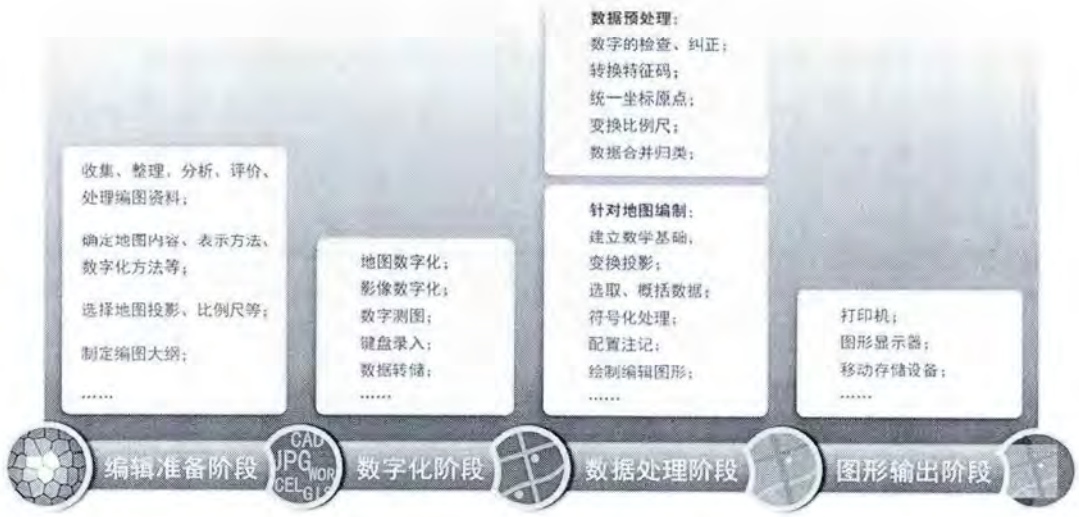


图 4 计算机地图制图流程

编辑准备阶段与传统地图制图过程基本相同，包括编图资料的收集、分析评价，并根据制图需要对资料进行处理、内容筛选，为下一步的数字化做基础准备工作。数字化阶段是指将图形(图像)和具有实际意义的属性转化为可用于计算机存储、识别和处理的数据文件，数字化方法包括扫描数字化和手扶跟踪数字化两种，相应的数据记录格式为栅格格式和矢量格式。4 个阶段中数据处理和编辑阶段是计算机地图制图的核心工作，它是指对数字化所获取的数据进行分析加工整理编辑成图文的全过程，主要包括数据预处理和针对实施地图编制而进行相应数

据处理两种类型。图形输出阶段是把计算机编辑处理完成的图形数据，通过各种输出设备输出成地图图形图像的过程。

2.3 制图软件的分类

从计算机地图制图产生开始发展至今，制图硬件、软件都得到了很大的发展，各种制图软件层出不穷。从计算机地图制图流程及软件的应用功能角度出发，当前地图制图软件主要可以分为 3 个类别：地理资料输入软件(CAD/CAM 类)、地理信息分析软件(GIS 类)和图形输出软件，其中图形输出软件又可以分为专业地图出版类和平面设计类软件两种。表格 1 整理了在中国计算机地图制图领域主要使用的几款制图软件。

表格 1 计算机地图制图软件(中国)

软件类别	软件名称	最早发布时间	最新版本	国家	所属公司
地理资料输入软件	AutoCAD	1982 年	Autodesk AutoCAD 2013	美国	Autodesk 公司
地理信息分析软件	ArcGIS	1982 年	ArcGIS 10.1	美国	ESRI 公司
	MapInfo	1986 年	MapInfo professional 11.0	美国	MapInfo 公司
	ERDAS IMAGINE	—	ERDAS IMAGINE 2013	美国	ERDAS 公司
	MapGIS	1995 年	MapGIS K9 SP3	中国	武汉中地信息工程有限公司
	SuperMap GIS	1997 年	SuperMap GIS 6R	中国	北京超图地理信息技术有限公司
	方正智绘	1998 年	北大方正智绘 5.01	中国	北大方正技术研究所
	GeoStar	1999 年	—	中国	武汉吉奥信息工程技术有限公司
专业地图出版类	MicroStation	1986 年	—	美国	奔特力(Bentley)工程软件系统有限公司
通用绘图类	Freehand	—	FreeHand MX(11.02)	美国	Adobe 系统公司
	Illustrator	1987 年	Adobe Illustrator CS6	美国	Adobe 系统公司
	Photoshop	1990 年	Adobe Photoshop CS6	美国	Adobe 系统公司
	CorelDRAW	1989 年	CorelDRAW® Graphics Suite X6	加拿大	Corel 公司
	Word	1983 年	word2013	美国	Microsoft 公司
	MAPCAD	1991 年	MapGIS K9 SP3	中国	武汉中地信息工程有限公司

在地理资料输入方面，主要使用的为Autodesk公司所开发的AutoCAD软件；地理信息分析采用的国外软件主要为 ArcGIS、MapInfo 等，国内开发的主要为MapGIS、SuperMap GIS 等；图形输出专业软件有Bentley 公司的MicroStation，此外，基于平面设计类软件良好的图形图像绘制编辑功能，Freehand、CD、AI之类的软件也开始运用到地图编制之中。

2.4 AutoCAD 简介

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司开发的一款自动计算机辅助设计软件包，以矢量图形为基础进行操作[52]。从1982 首次发行至今，已经更新升级了 30 多个版本，最新的版本为 Autodesk AutoCAD 2013。AutoCAD 具有完善而精确的平面图形绘制、编辑、显示和输出功能，并可对三维图形进行绘制、渲染和观察；针对图形尺寸、比例等相关信息，也可进行详细的文字说明和注释；该软件具有广泛的适应性，支持多种操作平台，支持多种硬件设备，还可以与 ArcGIS 等多种制图软件进行数据交换[53]；面对不同的用户人群，可采用多种方式进行二次开发以满足其特定需求。

目前，AutoCAD 广泛应用于工程制图(如土木建筑、城市规划、装饰装潢)、工业制图(如精密零件、模具、设备)、服装加工(如服装制版)、电子工业(如电子电路)等绘图精度要求很高的领域，在测绘行业，机助制图也早已取代了效率低下的手工制图[54]。在计算机地图制图中，AutoCAD 主要起到了辅助数据采集的功能，如各种地形图、城市规划图、建筑平面图的绘制。

2.5 ArcGIS 简介

ESRI 对 ArcGIS 的定位为“一个通过运用地理知识，辅助用户做出设计和管理决策的平台。它让用户对其拥有的数据有一个深入的了解和分析，从而做出高水准的有理有据的决策”[55]。作为一款具备强大的空间分析和决策支持能力的地理信息系统软件，ArcGIS 由美国的 ESRI 公司(Environmental Systems Research Institute, Inc.)所开发。在 1981 年 10 月到 1982 年 6 月的 9 个月时间里，ESRI 开发出了世界上第一款现代意义上的商业化 GIS 软件：ARC/INFO 1.0；1992 年，

推出了 ArcView 软件；2012 年 6 月份发布了最新版的 ArcGIS 10.1。

从最初发布至今，ArcGIS 已经深入到了与地理有关的各个行业，深入到了人们生活生产的诸多方面。主要包括各级政府部门、公共安全与应急减灾、公共事业、教育、交通运输、自然资源、商业与公共服务[50]。在计算机地图制图中，ArcGIS 主要负责对地理数据进行输入、处理、管理、查询、分析和输出。

2.6 CD 和 AI 简介

CD 和 AI 都是基于矢量图形的平面绘图软件，广泛应用于专业插画、模型绘制、商标设计、印刷出版、多媒体图像处理和互联网页面的制作之中。

加拿大 Corel 公司于 1989 年发布 CD 的第一个版本(参见图 5)，引入了全色矢量插图和版面设计程序；并于 1991 推出第一款一体化图形套件，给计算机制图带来了革命性剧变。至今，该软件一共发行了 16 个版本，2011 年发布的最新版 CorelDRAW® Graphics Suite X6 是迄今为止最强大和最稳健的版本。Corel 公司于 1998 年在中国首次推出的官方中文版 8.0 后，由于各种原因直至 2006 年才重返中国推出官方中文版 X3，以至于在中国使用的比较多的为 8.0、X3、X4、X5 和非官方汉化版 9.0。

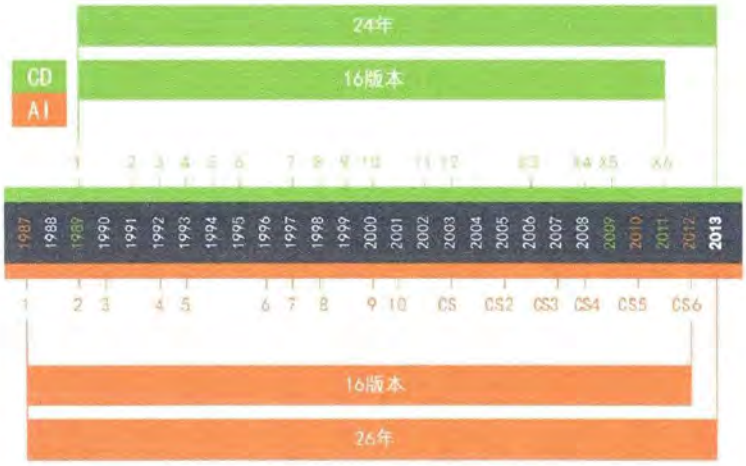


图 5 CD 和 AI 软件版本

AI 由美国的 Adobe 公司所开发，最初只是 1986 年为苹果公司麦金塔电脑所设计开发的一款 Adobe 内部应用的字体开发和 PostScript 编辑软件，直至 1987

年 1 月(参见图 5)，Adobe 公司才推出 Adobe Illustrator1.1 版本。迄今为止，也一共发布了 16 个版本，自 2003 年被纳入 Creative Suite 套装后，AI 不再使用数字编号，而是改称 CS 版本。

CD 和 AI 都只是通用绘图软件，并非为地图制图所开发，但是其便捷的软件操作、强大的图形编辑功能、完善的图文混排系统、丰富的视觉效果促使广大地图制图人员将其运用在地图编制之中。这两款矢量绘图软件都能辅助制图者制作出效果精良的地图，但在软件功能、制图操作上存在一定的差异，这些差异直接影响了软件制图效率与效果。

2.7 CD 和 AI 地图制图简介

AutoCAD 和 ArcGIS 等专业地图绘图软件都可用于地图图形的输出，但在地图内容的形式表达上具有一定的局限性，难以刻画和表达复杂丰富的地物信息，绘图功能特别是图幅整饰功能相对较弱。而矢量图形设计软件如 CD、AI 虽然不具有精确的空间信息定位、空间数据管理等功能，但是在图形设计、图文混排、表达形式等方面具有明显优势[56]，十分适合编制幅面小、内容相对简单、对数学精度要求不高的专题地图[3,57]，在公开出版地图领域使用尤其广泛。

相对于专业地图制图软件，CD、AI 等通用绘图软件用于地图制图具有以下几个突出优势[57-65]：

(1) 面向对象的编辑环境，友好的图形用户界面，软件操作简单、易学易用；

(2) 具有强大的图形绘制、处理、编辑功能；

(3) 制作的图形色彩精确美观，增强了地图的艺术性；

(4) 图形、图像和文字的混合排列，表现形式生动；

(5) 用户可以根据需求创建自己的符号、花纹和色盘模板；

(6) 具有丰富的数据接口，可方便的进行数据交换；

(7) “所见即所得”的图文编辑制作系统，看到与印刷很接近的图文效果；

(8) 缩短地图制作的周期，降低成本；

第三章 CorelDRAW 和 Adobe Illustrator 综合比较

同为矢量制图软件，CD 和 AI 很多基本功能非常接近，用于编制地图的流程与操作类型大同小异，但在同类功能的具体操作上，两者存在一定差异，这些差异直接影响了两款软件的制图效率。下文结合平面软件地图制图过程中常涉及到的几个方面对两款软件进行综合比较，主要包括工作区的结构、文档内部对象分层管理、图面的缩放与平移、与外源数据的交换、文档颜色模式管理、统计图表的制作与设计等几个方面。

3.1 工作区

CD 和 AI 工作区默认状态分别如如图 6(a)和(b)所示。对两者工作区构成要素及其结构进行对比分析可以发现，虽然构成元素名称存在差异，但是都采用了“图形用户界面”，功能也相同或相似[15]。结合计算机地图制图中的常规操作，可以将整个工作区划为如图 7 所示的上、下、左、右、中 5 个区域。上区域主要包括标题栏、菜单栏和属性栏 3 栏(CD 标题栏在位于工作区最上方，显示当前操作文档的名称，而 AI 中采用“标签”的形式列出所有打开文档，标签栏位于“中区域”上方，便于不同打开文档见切换)；下区域为状态栏；左区域工具栏；右区域面板区(CD 中“泊坞窗”与 AI 中“面板”对应)；中间区域可分为中心文档窗口和边框区域，其中左、上边框为标尺，右、下边框为滑动条和文档导航条。

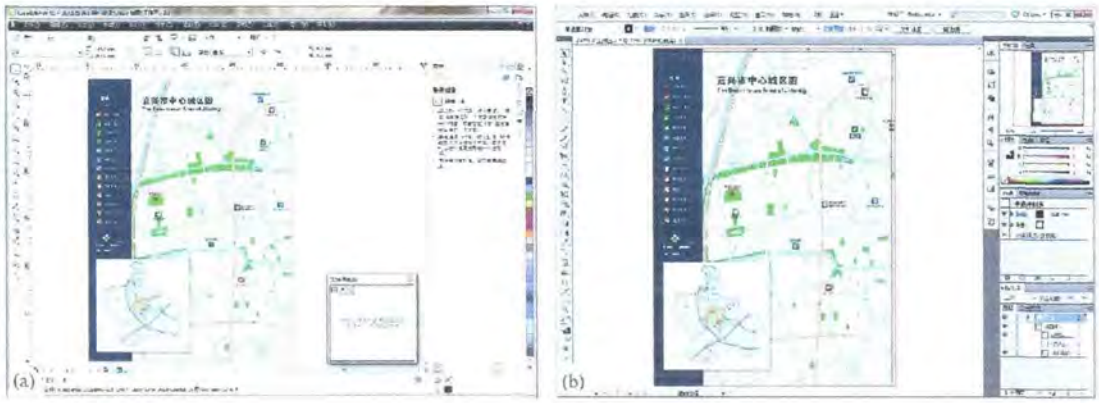


图 6 CD 和 AI 工作区
(a)CD 工作区；(b)AI 工作区

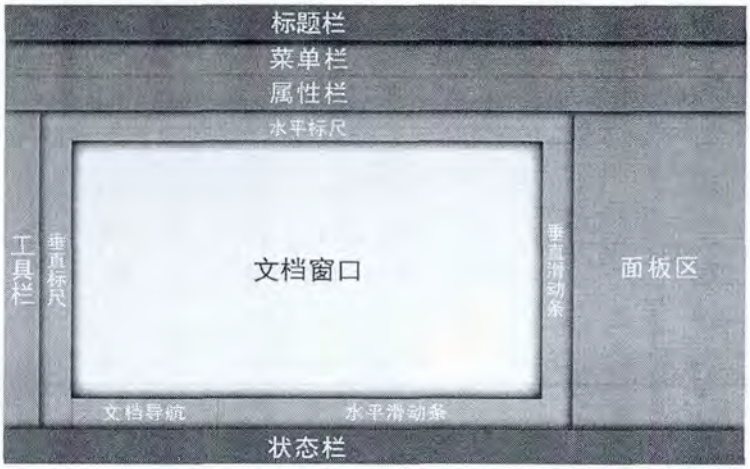


图 7 工作区格局

为了适应制图人员的不同需求，这两款软件都允许用户根据其自身需求对各个要素进行调整，如是否折叠、是否显示、停放位置等。AI 还根据不同的制图需求与习惯，提供了某几种常用的工作区结构，如排版规则、打印和校样、类似于 Freehand 等。

计算机地图制图过程中，CD 和 AI 工作区中常用到的要素是有限的，主要包括文档窗口、菜单栏、属性栏、工具栏、面板区这几个部分。在工作区默认设置下对这几个要素进行分析比较结果如下。

文档窗口是地图制图过程中的实际可编辑区域，是能显示图像的最大窗口。显示器的屏幕尺寸有限，但不同软件的文档窗口是不同的，文档窗口尺寸与制图便利程度存在一定的正相关关系[50]。1440*900、1280*1024 等多种不同尺寸屏幕上进行测试可以发现，AI 的文档窗口面积更大，长高比更低，形状更接近于正方形，更能适应不同尺寸的绘图需要。造成此种结果的原因可能在于 CD 相对于 AI 在工作区内增加了标准工具栏、调色板等要素，并将状态栏整合到水平滑动条的左侧。

地图编制过程中，工作区内最常用到的三个操作部分为菜单栏、工具栏和属性栏。其中属性栏随当前选择的工具实时变化，在此不做进一步的比较。CD 和 AI 不是为编制地图而开发，因而只有部分菜单和工具常用在地图编制之中，对菜单、工具和面板数量从软件默认及常用于地图编制之中这两个角度进行统计，结果如表格 2 所示。

表格 2 菜单、工具和面板数量统计

		CorelDRAW (X5 版本)		Illustrator(CS5 版本)	
		默认	地图编制涉及	默认	地图编制涉及
菜单数量	一级	12	10	9	8
	二级	221	58	211	70
工具数量	一级	19	11	34	19
	二级	78	19	89	29
菜单数量	一级	29	6	31	19
	二级	5	5	84	84

将表格 2 中的数据以图 8 的形式表现出来，途中绿色斜线表示 CD X5 中对应数量，橙色斜线表示 AI CS5 中对应数量，叠置突出部分反应数量更多的软件。从图中可以看出，CD 相对于 AI 的优势主要体现在菜单的数量之上，而在工具和面板这两项方面，AI 中各项数量均更多。尤其在能用于地图制图的工具和面板数量上占有比较明显的优势。

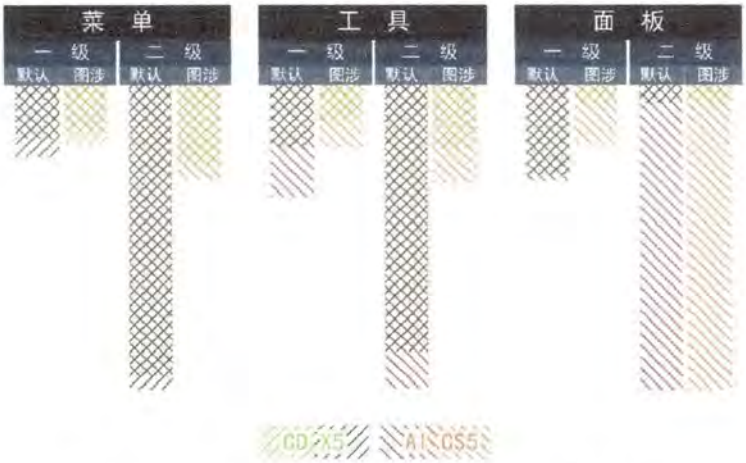


图 8 CD X5 与 AI CS5 中菜单、工具、面板分类统计

面板区更多是起到辅助制图的作用，根据实践经验总结，在地图编制过程中，CD 中常用到的泊坞窗主要有对象管理器、颜色等 4 个，AI 中常用面板主要有图层、外观等 21 个，远远超过 CD 中的。

文档窗口的大小，菜单命令、制图工具和面板的数量、种类、可及程度直接影响地图制图效率，从这方面看，AI 相对于 CD 有着更适合地图编制的工作区。

3.2 图层与页面

地图信息量大、要素种类复杂、图形色彩丰富，不同图形要素类型往往具有不同的图形空间结构，计算机辅助制图中对象为上层对象会压盖下层对象[64-65]，如果不对复杂的地理数据进行合理的管理，整个地图要素会变得杂乱无章、没有主次前后之分，难以达到准确精彩的图文效果。因此在使用计算机进行地图编绘的时候，制图者要熟练掌握并灵活运用图层管理器将地图数据按照其类型分层组织，使复杂的地理数据管理得井然有序，层次鲜明，这既有利于地图的后期修改、修编，也便于不同数字产品之间的数据共享，从而减少数字化作业量，提高工作效率、保证地图数据的质量[66]。

3.2.1 地图要素分层原则

无论是用计算机绘制何种对象，图层管理的首要原则为“相同属性的要素置于同一个图层之内”，在此基础上，根据地理要素的特性，地图内容还有其特定的分层原则，总结如下：

(1) 根据要素的几何形状，图层显示顺序按照从上往下为注记>点状要素>线状要素>面状要素

(2) 根据地理要素实际分布情况，线状要素排列遵循规则为从上往下为居民地>道路>植被>河流

(3) 根据制图综合原则，等级低的线状要素在下，等级高的线状要素在上;

(4) 个别地物需做特殊的压盖处理，如桥梁、涵洞、道路面上的花圃等要按地物表现形式调整压盖顺序;

(5) 境界线在全部线状要素之上;

(6) 专题要素在背景要素之上;

3.2.2 CD 和 AI 图层管理器对比

CD 和 AI 的图层管理器如图 9 所示，但在 CD 中称为“对象管理器”，而 AI 叫做“图层面板”，称呼不同，但都能有效的管理量大复杂的地图要素。



图 9 图层管理器

(a)CD 对象管理器；(b)AI 图层面板

对两款软件的图层管理器界面结构和功能分析可以发现以下几个共同点：(1)图层垂直堆叠，上下顺序可拖拽调整；(2)可新建和删除图层；(3)对图层重命名；(4)能控制图层是否显示；(5)对图层进行锁定和解锁；(6)都有扩展按钮对图层进行操作。

两图层管理器的差异主要体现在图层的管理结构上。虽然都采用了树形结构，但在 CD 中只支持建立如图 10(a)所示的一级结构，而在 AI 中可建立如图 10(b)所示的多级结构，即在图层之下可以继续建立子图层，便于对地图要素进行更细致的分类管理。



图 10 图层结构

(a)CD 中 1 级树形结构；(b)AI 中 n 级树形结构

结合地图制图过程中所涉及的图层操作对两款软件图层管理器进行分析，结果参见表格 3。

表格 3 CD 和 AI 图层管理器对比

对比项	CorelDRAW (X5 版本)	Illustrator(CS5 版本)
图层结构	一类要素一个图层，垂直堆叠，任何对象必须置于图层之内	类似于 Windows 资源管理器的树形管理结构，图层之下可建立多级子图层，任何要素必须置于图层之内
命名	针对任意、图层等重命名	同 CD
对象显示	显示对象填充色，轮廓的颜色和粗细	对象略缩图，大小可调整
图层轮廓颜色	双击黑色块标志	双击图层在选项里设置颜色
对象顺序调整	可拖动选中的要素或群组到非锁定的同图层或其它图层任意位置；以拖放来群组和取消组对象；可拖动图层到任意位置；	可拖动任何选中要素或群组至非锁定图层、群组、剪切蒙版、复合路径之中；也可跨层级拖动图层之锁定图层以外的任意位置
删除	删除任何选中的对象或图层及其内部对象	同 CD
辅助选择	选择单个对象或群组；与 Ctrl 和 Shift 键结合可选择多个对象或群组；	选择单个对象或群组；与 Ctrl 和 Shift 键结合可选择多个对象或群组；单击图层右侧圆圈可以选中一个图层中所有要素；可对群组、蒙版、复合对象中的要素任意选择；
显示或隐藏	“显示或隐藏”的眼睛按钮，以图层为单位控制地图要素显示或隐藏	“切换可视性”的眼睛按钮，可对任一地图要素、编组、子图层、图层进行显示或隐藏；按住 Ctrl 键单击可以“线框”模式显示对象；按住 Alt 单击选定图层的眼睛标志仅显示选定图层
对象锁定	“锁定或解锁”的铅笔标志，以图层为单位控制地图要素锁定或解锁	“切换锁定”的锁头标志，可对任意地图要素、编组、子图层、图层进行显示或隐藏；按住 Alt 双击选定图层的锁头标志反向锁定其他图层
打印	"启用还是禁用打印或导出"的打印机标志控制	双击图层在选项里设置是否打印，图层默认状态为可打印，此时文件为“所见即所得”的打印模式

对表格 3 中的相关信息分析可知 AI 相对 CD 具有如下两方面优势：

(1)更适合管理要素种类多的地图。例如某地图包含 10 个等级的等高线数据，不对各级等高线组群的前提下，在 CD 中需要建立 10 个图层单独存放各级数据(如图 11(a)所示)，在 AI 中只需要建立一个单独的“等高线”一级图层，并在其下建立 10 个子图层单独存放各级数据即可(如图 11(b)所示)，此时 AI 中 1 个一级“等高线”图层远远低于 CD 中的 10 个，处理其他地图要素时折叠该一级图

层，可极大的增加图层面板的空间(如图 11(c)所示)；也可以对各级等高线进行单独群组置于同一个图层之内，若需要对等高线进行节点编辑，CD 中需要单独取消此级群组，编辑完后重新组群，而 AI 可直接编辑。



图 11 等高线分层管理示意

(a)CD 等高线分层；(b)AI 等高线分层；(c)AI 一级图层折叠

(2)AI 对地图要素具有更强的控制性，例如控制任意要素(包括复合图形、剪切图形之内的要素)是否显示、锁定等，而 CD 中以图层为单位进行此类操作。

AI“图层面板”中显示对象略缩图，而 CD 可以显示对象填充色数值、轮廓颜色数据和粗细，这使得 CD 更容易挑选出同一图层中的异类。

3.2.3 多图管理

CD 和 AI 都可以用一个文档绘制、管理多张地图，有利于编制专题地图集，但两款软件的管理方式差别很大，CD 利用“多页面”的方式进行管理，而 AI 采用“多画板”的形式处理。

在 CD 中，可利用工作区左下角的“文档管理器”往 CDR 文档中添加空白页面、删除页面，可以重命名页面，也可拖拽页面标签可以调整页面顺序，还可随时切换至任何页面，同一个文件的所有页面尺寸统一，各个页面相互独立，采用垂直叠置的结构(图 12)，一次只可看见其中的一个页面，文档窗口非文档页面区域数据在不同页面间可实现共享。



图 12 CD 多页面管理

AI 从 CS4 版本开始，利用“画板工具”可以在一个画布上创建多达 100 个不同尺寸的画板，各个画板坐标系统、大小、位置相互独立，可以重叠、平铺或堆叠在一起。利用“画板面板”可以对画板进行建立、复制、删除、顺序调整等操作，在画板属性栏中还可以对画板的名称、尺寸、位置等属性进行调整。AI 中“复制画板”功能可以在不改变图层结构的前提下连同目标画板中的图形要素一起复制；同一个窗口同时显示多个画板，方便各个画板间的数据交流、图幅比较，可实现在不对大幅地图数据做任何处理的情况下分幅输出。



图 13 AI 多画板管理

CD 多页面管理方式允许制图人员在主页面中建立一个图层，同于用于各个页面之中，减小了数据量，从而减小文件体积；AI 的多画板管理方式允许制图人员在同一个活动窗口中同时对多幅图进行操作，节省了页面切换时间。由此可见，在管理多图方面，两者各具优势。

3.3 缩放与平移

地图编绘过程中免不了对绘图区域进行缩放、平移以重点显示目标区域，在绘制幅面大、图面要素复杂的地图时，此操作尤为频繁。虽同为矢量绘图软件，CD 和 AI 在此操作方面存在较大的差异，对比结果如表格 4 所示。分析可知在缩放与平移的功能方面，CD 胜在仅滚动鼠标滑轮即可实现绘图窗口的缩放，而 AI 强在通过“空格键+鼠标拖拽”即可方便快速的在绘图窗口中漫游。

表格 4 CD 和 AI 缩放与平移操作对比

对比项		CorelDRAW (X5 版本)	Illustrator(CS5 版本)
缩放	放大	放大工具；前滚鼠标滑轮；	菜单【视图>放大】；缩放工具；Alt+前滚鼠标滑轮；
	缩小	缩小工具；后滚鼠标滑轮；	菜单【视图>缩小】；Alt+缩放工具；Alt+后滚鼠标滑轮；
平移	水平	水平滑动条；Alt+左右键；	水平滑动条；Ctrl+滚动鼠标滑轮；
	垂直	垂直滑动条；Alt+上下键；	垂直滑动条；滚动鼠标滑轮；
	漫游	平移工具；	抓手工具；空格键+鼠标拖拽；导航器；

3.4 数据转换

3.4.1 交换数据格式

CD、AI 默认的文件格式分别为 CDR、AI，除此之外，两软件也能友好的与其他软件(如 ArcGIS 、AutoCAD、MapGIS)进行数据交换[27,67-68]。CD 和 AI 与外部数据的交换方式有四种：打开、存储(存储为)、导入、导出。从表格 5 中统计数据可知在各方面 CD 所能交换的数据类型远远超过 AI，但在地图制图中，常交换的数据格式只是有限的几种，但在地图编制过程中，使用的数据格式有限，如 ai、cdr、jpg、eps、pdf 等，针对于这些地图编制所用格式，两软件都能很好的予以支持，因此交换数据类型的巨大差异并未直接影响到两软件的地图制图功能差异。据统计两软件制作地图中常用到的矢量图形格式主要包括：AI、CDR、PDF、DWG 、DXF、EMF、EPS、WMF、FXG、SWF、SVG；栅格图像格式主要包括： JPEG、BMP、GIF、PSD、PNG、TIFF。

表格 5 CD 和 AI 交换格式数量统计

对比项	CorelDRAW (X5 版本)	Illustrator(CS5 版本)
打开格式	35	29
存储格式	22	7
导入\置入格式	79	28
导出格式	53	13
编图常用格式 (ai\bmp\cdr\dwg\emf\eps Jpg\pdf\png\psd\wmf)	支持	支持

3.4.2 CD 与 AI 间数据交换

分别以 CD X5 和 AI CS5 为操作软件版本。AI 能打开 CD 版本 10 及其以下的 CDR 文件，打开的文件中图层完全保留，但文字极易出现乱码；CD 可以打开从 CS5 开始往下的任何一个版本的 AI 文件，文字不会变成乱码，但是在 CS 版本中可能出现倾斜之类的变形，图层不保留，所有要素合并到一个图层内。

AI 中无法存储为 CDR 文件，但 CD 中可以另存为 AI 文件，不过文字可能出现字号之类的变化，另存版本参照上面的打开模式。

两软件间也可采用非本机文件格式互换数据，如 EPS、PDF，这两个格式是 AI 和 CD 文件互转常用到的，不容易出现文字乱码、版本不兼容之类的问题[69]。

此外，还可以采用拷贝、粘贴的方式在两软件间交流数据。拷贝 CD 中对象至 AI 中，所有图形对象、群组保留，可继续进行编辑，但阴影等特效转化为栅格图像；而拷贝 AI 中对象至 CD 中，则以位图的格式粘贴。

3.4.3 CD 和 AI 与专业地图制图软件数据交换

利用 CD 和 AI 等通用绘图软件编制地图的原始数据很多情况下来源于专业地图制图软件，如 ArcGIS、AutoCAD。利用 ArcGIS 和 CD 制作地图，通常在 ArcMap 中将所需数据按照指定的比例尺范围导出成 PDF 文件，再导入到 CD 中使用，所有的数据将会合并到一个图层中，极不方便管理。而利用 ArcGIS 和 AI 制作地图，既可以用 ArcMap 将所需数据直接导成 AI 格式的文件，在 AI 中打开文档图层结构与 ArcMap 中的一致[10]；此外也能借助于第三方数据格式如 PDF，

虽然所有数据也会合并到同一个图层之中，但 ArcMap 中同一个图层中的要素会组成一个剪切对象，并保留原来的垂直顺序，利用图层面板中的“释放到图层”命令，可一次完成地图要素分层，方便地图要素的进一步处理。

3.5 颜色

3.5.1 颜色模式

对图稿应用颜色是地图制作过程中必不可少的一部分，它要求制图者对于颜色模型和颜色模式相关知识有一定的了解。颜色模型用于描述在数字图形中看到的各种颜色，或者说是一种记录图像颜色的方式。各个颜色模型分别表示用于描述颜色及对颜色进行分类的不同方法,颜色模型用数值来表示可见色谱。

颜色模式可分为很多种，各种颜色模型中又存在多个颜色空间，然而在实际运用中，不同软件能设置的颜色模式是有限的。对 CD 和 AI 的颜色设置进行分析统计结果如表格 6 所示。从中可以发现，CD 能运用的颜色模式种类将近 AI 中的两倍，在“颜色设置”对话框中能管理的除了共有的 RGB 模式和 CMYK 模式，CD 在此基础上还能设置灰度模式。虽然 CD 中 RGB 模式和 CMYK 模式所具有的颜色空间都比 AI 多，但是常用的默认设置均采用日本通用设置中的显示器 RGB sRGB IEC61966-2.1 和 Japan Color 2001 Coated。

表格 6 CD 和 AI 颜色模式对比

对比项		CorelDRAW (X5 版本)		Illustrator(CS5 版本)	
		种数	类别/默认设置	种数	类别/默认设置
颜色模式		9	CMY\CMYK\RGB\HSB\HLS \Lab\YIQ\灰度\注册色	5	灰度\RGB\HSB\CMYK\Web 安全 RGB
颜色设置		12	日本通用设置	7	日本常规用途 2
工作空间	RGB	22	sRGB IEC61966-2.1	5	显示器 RGB sRGB IEC61966-2.1
	CMYK	37	Japan Color 2001 Coated	17	Japan Color 2001 Coated
	灰度	8	Dot Gain 15%		—
上色方式		3	调色板、颜色滴管工具、“颜色”泊坞窗	6	“色板”面板和"色板库"面板、拾色器、吸管工具、颜色面板、“颜色参考”面板、“编辑颜色”/“重新着色图稿”对话框

3.5.2 颜色选择方法

在地图制图实践中，制图者更多接触到的是图形上色的操作方式。CD 主要用调色板、颜色滴管工具和“颜色”泊坞窗给对象上色，利用调色板上色时，左键单击色块给对象填充颜色，右键单击色块设置轮廓线颜色，此外也可以将色块拖到对象的内部或轮廓之上来添加相应颜色；AI 在此基础上，还能利用“颜色参考”面板等方式上色，在对象属性栏中可以利用相互的独立的填充色色板和轮廓色色板分别上色。

3.5.3 色板库

软件提供的默认调色板颜色不能满足地图制作需求，制图人员需要根据实际情况自定义颜色，并制作成“色板库”供所有作业员统一使用，以保证编图用色统一。CD 和 AI 都具有建立色板库的功能，应用步骤通常包括三个过程：建库、共享、安装。两软件在共享和安装步骤上比较接近，在建库方法上存在较大的差异。

确定使用颜色后，在 CD 中选菜单“工具>调色板编辑器”，在编辑对话框中新建调色板文件，在其中以输入数值的方式添加自定义的各种颜色后保存即可；AI 利用“色板”面板建立色板库，添加色块有两种方式，一是在“新建色板”对话框中输入各颜色的名称和颜色数值；另一方法为选中运用相关颜色的一个或多个对象，执行“添加使用的颜色”即可将所有应用颜色一次性添加到色板之中，之后将当前色板存储为色板库文件即可。AI 制作色板库的优势在于完成了一张地图样品后，一次性将所有使用颜色添加到色板中。

3.6 图文混排

3.6.1 文本

CD 和 AI 中都有两种基本的文本对象类型：美术字文本对象和段落文本对象[70]，美术字文本除了向读者传达字面含义，更多的是利用其丰富的艺术效果带给读者视觉上的享受；段落一般用于处理大量文本以说明图中相关信息。CD 中

两种文本类型可相互转换，AI 中不可以。CD 提供文字、区域文字和路径文字三种输入方式，AI 在此基础上再增加垂直文字、垂直区域文字和垂直路径文字三种输入方式，但无论在 CD 还是 AI 中，水平文本与垂直文本间都可直接转换。

输入文字注记是地图数字化过程中一项基础而又量大的任务，通常的做法是在一个文本框之中一次输入多个文字注记后使其分散后放置于对应位置之上，此过程涉及到文字的打散。CD 中此操作非常简单，利用快捷键“Ctrl+K”能以换行符为断点将多行文本打散为各行独立的文本，也可将单行文本打散为各个独立的文字；AI 中文字打散操作则相对麻烦，将段落文本分解为多行独立文本，需要针对选定在“对象>透明度拼合”中设置相关选项后将其取消群组，若将单行文本打散为独立文字，需要在“字符面板>字符度数”中设置非零度数(通常为 0.01)后重复“段分行”步骤来实现，过程、相关选项参数设置复杂，便捷性不如 CD。

一项地图制图任务中所使用的字体种数往往只是有限的几种，然而字体选项包含计算机所安装的几百种字体。针对此种情况，CD 在字体选择窗口中有“最近使用字体列表”一栏，从中可以快速选择该文档最近使用的 5 种字体；而 AI 不具备此功能。

创建并保存文本外观并将其应用其它文本之上时字处理和桌面排版软件的特性，不仅有利于减少文字排版时间，还有助于统一文档文本样式风格[57]。CD 可在“图形和文本样式”泊坞窗启用、重命名或禁用文本样式，而 AI 应用“字符样式”面板或“滴管工具”进行相关操作。

3.6.2　图像

无论是在地图的数字化过程中还是在地图的整饰阶段，都需要从外部导入其他图像数据做进一步处理以供使用。在地图制图里，图像数据的处理主要包括色彩调整、裁剪、特效应用等操作。

CD 中集成了较多的位图处理功能，可以直接对导入的位图进行色阶、亮度/对比度、色彩平衡之类的调整；无论是位图还是图形数据，都可以用 CD 中的

“裁剪工具”进行裁剪，此过程不可逆，此外还可以利用“效果>图框精确裁剪>放置在容器中”裁剪所需范围，此操作可逆，不损坏裁剪对象；针对导入的图像，可对其添加阴影等特效。

AI 不可以直接对置入栅格图像做“曲线”等色彩调整；主要通过建立“剪切蒙版”来裁剪图像，此过程可逆；利用“效果>Photoshop 效果”给图像添加丰富的视觉特效。从某种程度上来说，AI 本身对于栅格图像的处理能力不如 CD 强大，但是默认状态下，AI 并非将图像文件嵌入到 AI 文档之中，而只是链接至其中，对相应链接文件的任何处理都可以直接运用于 AI 置入图像之上，如此便可以结合 Photoshop 等位图处理软件对图像进行更复杂精确的处理，如抠图、沿行政边界做羽化效果等。

3.7 图表

图表制作是专题地图编制中最常见的任务之一。CD 不提供此功能，若要在 CD 中制作图表，需要按照手工制图的流程绘制或是在 Excel 中初步制作后导入到 CD 中做进一步处理，过程比较繁琐，修改也很麻烦。但是 AI 有“图表工具”，只需要手工输入或导入外部数据，即可生成基本的柱状图、面积图、折线图、饼图、雷达图、散点图等 9 种统计图表，在不取消群组的条件下，可以再次修改图表数据、图表类型、图表样式等[71]。

虽然 AI 在图表方面具有一定的优势，但是也只能绘制坐标刻度均匀变化或有一定规律的图表，对需要分段表示、递增或递减表示的复杂数据时，AI 无法智能化的表示；此外，自动绘制的图表一经取消群组则无法再次运用图表工具对数据、类型等进行修改， AI 的图表功能也有局限性[66]。

3.8 输出

地图产品的最终完成离不开“输出”这一步，地图产品主要包括纸质地图和电子地图两种形式，在输出过程中都需要设置输出设备类型、输出幅面、比例尺、色彩模式等参数。

CD 和 AI 都具有打印功能，可直接应用于桌面系统的输出；此外，两者都

可将文件输出存储为 PDF、WMF、EPS 等文件格式，以供其他软件调用或直接出版使用。常见的输出形式有：数码打样输出、彩色喷墨输出、分色版输出(CTP)、分色胶片输出[72]。

在输出过程中，都可能遇到不同的问题而导致不能输出理想的结果，根据制图经验总结，输出过程中容易出现的问题主要包括以下几种：

(1) 字体缺失。直接将完成的 CDR 或 AI 文件交付给印刷厂商等其他计算机用户时容易出现此问题，而替代字体往往不符合制图要求。为此无论是在 CD 还是在 AI 中都在将文件交付他人打印之前，需将地图中所有文字转成曲线。CD 中应用的为“排列>转换为曲线”命令，AI 中“对象>扩展”，若文字使用了外观样式，则需先“扩展外观”。

(2) 特效无法正常输出。CDR 或 AI 文件在应用了一些特效的情况下，如交互式透明、阴影效果、纹理填充等，有时无法正常输出。CD 中针对某些应用了特效的物件，可以将其转曲后输出，但是针对透明透镜等特效却无能为力；而 AI 应用“扩展外观”功能可以很好的解决此类问题[73]。

(3) 数据量过大。文件数据量过大极易导致输出过程中死机，用喷墨绘图仪输出时最常见。CD 中通常的解决为将 CDR 文件以 EPS 或 PDF 文件格式导出后打印，某些情况下，甚至也可以将问题部分转成位图；AI 文件体积大导致输出缓慢常常是文中使用了大量特效、外观样式所决定，通常以“扩展外观”来减小文件体积，效果良好[66,73]。

(4) 打印内容不全或过多。CD 相对于 AI 更容易出现此类问题，例如将 CDR 文件导出成 PDF 文件后打印，未“还原为对象”的符号会丢失；CD 中可视性与是否打印功能相互独立，导致极易将隐藏的图层打印出来，为避免此类问题的出现，制图者在用 CD 打印地图之前需要对其进行仔细的检查。AI 此问题通常表现为为链接文件丢失导致的要素不全，但在 AI 文件打开过程中软件会出现“无法找到链接的文件”提示对话框，从而有效的解决此问题；AI“所见即所得”的打印模式也只要求制图人员在显示待打印图层即可，操作更直观。

从上述文本可以看出在打印输出过程中，CD 比 AI 更容易出现问题，问题的种类比较多，针对不同的问题处理方式也不一样；AI 出问题的几率比较小，运用“对象”菜单中的“扩展外观”和“扩展”命令能有效解决大部分问题。

3.9 文档大小

为了减小文档存储空间，保证计算机系统运行速度，实际制图过程中需要考虑地图文档在不同存储格式下的大小。相关研究者通过大量的实验发现，针对与同一矢量图形的文件，CDR 格式的文档要远远小于 AI 格式的；地图中若含有栅格图像，此时 CDR 文档要比含相同要素的 AI 文档小；此外，图形是否使用特效也会极大的影响文档的大小和响应速度。

第四章 CorelDRAW 和 Adobe Illustrator 在地图符号制作与设计中的比较

4.1 地图符号概述

作为空间信息的载体，地图是空间信息的图形化表达[74]；作为地图的语言，地图符号是表达地图内容的重要手段[75]。地图符号由大小不一、形状不同、色彩各异的文字或图形组成，包含形状、色彩、尺寸、文字、定位点等要素，具有形象生动、明确直观的特点[76]，能够形象的传达地理事物的空间位置、形状、数量、质量、各事物间的相互联系以及区域总体特征等信息[50,77]。地图符号表示方法的选择、设计和制作是地图制作的重要部分[78]，直接影响地图质量、读图效果[75]。

地图符号的内容千变万化，表示方法千差万别，图形结构复杂多样，根据地图符号几何特征和分布特征可以将其划分为三类：点状符号、线状符号和面状符号[79-81]。相关研究人员以上海市交通图作为试验，经过仔细分类，将交通图地图要素按照点、线、面的方式进行分类，分类结果如下表格 7[47]：

表格 7 上海交通地图符号分类

符号类别	地图要素
点状符号	政府驻地、区政府驻地、街道办事处、居民点、百货公司及商厦、宾馆饭店、娱乐场所影剧院、医院、地铁站、火车站、高架道路出入口方向箭头、地铁及地铁站、高架道路出入口等；
线状符号	道路边线、高速道路边线、高架路出入口引线、建成区与非建成区分界线、铁路、地铁、河流边线、公交线路、图格网、图廓线、江轮渡线，过江隧道线、局部区域放大范围线、高架道路及立交桥、境界线等；
面状符号	建成区、非建成区、公园绿化、体育场、主要道路、次要道路、河流、高速公路及高架道路、飞机场等；

4.2 线状符号

线状要素是形成地图图面的基础结构骨架，通常情况下，在地图各类要素中占有相当大的比例。线状符号除了表示道路、河流等线状地理要素外，也常用来表示行政边界、湖泊水岸等面状要素的轮廓线，还可用于表示流线、锋面等专题对象[47]。地图编绘中线状符号设计主要包括源数据转换、绘制、编辑、样式整饰

等方面，既存在较严格的俗成规范，也有随技术支持的发展而出现的创新表达，不同软件环境下的实现路径和方法也不断完善。对于 CD 和 AI，由于自身架构体系的不同，即使面对相同的线型效果，具体的操作过程和技巧也存在差异；同时，各自特有的功能又可实现另一款软件难以达成的效果；加之制图部门的习惯倾向、设计人员的个体偏好和熟悉程度，都可能造成软件的选择并非最佳方案，制图效率受到影响。

4.2.1　线状要素的绘制与编辑

地图编制的很多原始资料只能通过扫描成栅格图像进入计算机，这些资料不可以直接用于地图的制作，需要进行矢量化处理[51]，即地图数字化。诸如道路、河流、境界线之类的线状符号是地图的骨架，在地图内容中往往占据了相当大的比例，因此线状要素的绘制是数字化的主要任务之一。地图线状要素本质上主要体现为封闭或不封闭的折线段、平滑曲线或其组合线条等类型，CD 和 AI 中分别使用“贝塞尔曲线”和“钢笔”工具，基本可满足线状要素的编绘需求。其中，线条节点的接续、增删、属性变更、拆分和结合等是关键。

(1) 线状要素绘制

1)　结束当前线条绘制

贝塞尔工具和钢笔工具都是连续单击左键绘制线条的工具，绘制过程中，无法通过双击或单击右键结束当前线条的绘制，然而地图数字化过程中，通常要连续绘制多条线条，此时结束当前线条绘制开始新线条的绘制是一项极其频繁的操作。针对此情况，CD 和 AI 都可以通过切换工具来实现，即绘制完一条曲线时，选择其它任一种工具，然后重新选择贝塞尔工具/钢笔工具开始另一线条的绘制，此方法操作简单，但数字化线条很多的情况下，来回切换工具极其浪费时间，对此，两平面软件各有其解决之道。CD 中，绘制完线条最后一个节点，按回车键可结束该线条的绘制，接下来可直接开始绘制另一线条；而在 AI 中，在按住 Ctrl 键的前提下可直接开始另一线条的绘制。

2) 分次绘制同一线条

地图显示要素比较多时，往往不能一次数字化完毕，需要分次作业完成；有时甚至单一的线条也需分次绘制；此外，基础数据的更新等原因，也可能导致对某些线状要素进一步的补充，如延长、曲线闭合等。针对分次绘制同一线条的情况，在 CD 中，用“选择工具”选中相应的线条，然后切换至贝塞尔曲线等工具才能从该线条的某一端点开始进行进一步的绘制，处理线条比较多的时候，此方法需要在贝塞尔曲线工具和选择工具间来回切换，耗费时间；而在 AI 中，则相对简单，在选中钢笔工具的条件下，当钢笔符号“笔尖”移至待处理线条的某一个端点时，钢笔工具符号右下角的形状由“×”变为“\”，点击该端点即可开始该线条的进一步绘制。虽然 AI 中钢笔工具对于非闭合线条的端点具有无差别自动感应功能，但是若两个端点距离非常近甚至完全重合时，则难将其区分开，此时可双击待处理线条将其隔离编辑，也可以采用其他方式来选择目标端点。

3) 节点撤销操作

线条点绘不能保证每一节点都符合要求，常需对之前的操作进行撤销。定义线条节点顺序为起点 P0 至终点 Pi(i=0,1,2,...,n)，CD 和 AI 的撤销机制(快捷键 Ctrl+Z)均从 Pn 开始，逐次直至整条线条被撤销。AI 中，此规则适用于所有节点。CD 中，此规则仅适用于节点 Pn～P2，若撤销 P1，P0 连同被撤销；如果线条只绘制了 P0，则通过按回车键或选择其他工具来撤销该节点。

(2) 线状要素编辑

矢量绘图软件中完成的数字化草图需要做进一步的调整以提高准确性和数据质量；后期根据专题图的编制需要，也往往需要作进一步处理以达到使用标准。地图编制中，线状要素的编辑主要包括节点增减、线条连接中断、曲线弧度调整等操作[65]，整体来说，在 CD 和 AI 中都可通过单独运用某种工具或工具与相关命令相结合的方式来完成，但是在具体实现方法上，两者存在较大的差异(详见表格 8)。

表格 8 CD 和 AI 线条编辑操作比较

对比项	CorelDRAW (X5 版本)	Illustrator(CS5 版本)
选择节点或线段(曲线)	用“形状工具”单击选中目标节点或线段(曲线)	用“直接选择工具”单击选中目标节点或线段(曲线)
调整节点或线段(曲线)位置	用“形状工具”拖拽目标节点或线段(曲线)，至目标位置	用“直接选择工具”拖拽目标节点或线段(曲线)至目标位置
增加节点	用“形状工具”双击线条的任意非节点位置	用“添加锚点工具”单击线条的任意非节点位置
删除节点	用“形状工具”双击待删除节点	用“删除锚点工具”单击需要删除节点
裁断线条	用“形状工具”单击线条需断开位置，执行“断开曲线”命令后，再执行“排列>拆分曲线”(Ctrl+K)命令断开线条	使用“剪刀工具”线条单击需要断开的位置即可；也可选中需要断开节点，执行“在所选锚点处剪切路径”命令
调整曲线弯曲度和方向	选中目标线条，使用“形状工具”调整控制柄来	选中目标线条，用“形状工具”调整控制柄；也可使用“转换锚点工具”来调整控制柄，但涉及节点会转化为尖突节点

4.2.2 外源矢量线要素数据的处理

在矢量绘图软件中，基础地理要素对象既可由该软件绘制而得，也可以导入外源专业地图制图软件生产的地理数据。软件格式的兼容性差异导致外部数据导入到矢量绘图软件后，可能存在线条打断、曲线不平滑等现象，难以直接使用，而应作进一步处理。针对从 ArcGIS 导出的矢量线要素数据中存在的两个主要问题，分析讨论 CD 和 AI 的处理方式。

(1) 中断线条的拼接

将 ArcGIS 矢量数据导入到矢量绘图软件中存在的一大问题为完整线条自动断开呈多段，当中断线条符号样式为平头、宽度较大的时候，断裂处会比较突出，从而导致完整道路出现破碎感，为此，需要将同一道路的各段拼合成一条完整的线条。

在 CD 中，可以综合利用“选择工具”和 Shift 键依次选中各段，点击“合并”图标将各段合并成一条线，但此时的线条只完成数量上的逻辑整合，并未实现各中断处相邻节点的接合，没有成为严格意义上的一个对象。如果合并的为湖泊之类面状要素的边界，此时不可以填充颜色，需要使用“形状工具”依次将各断点处端点移动融合成一个节点，数据量比较大的情况下效率较低。相比之下，

AI 对中断线条的拼接只需要针对选定的分段线条，执行“对象>路径>连接”(Ctrl+J)命令，即可比较便捷的将各段线条合并成完整的一条，且中断处两端点自动融合。

(2) 曲线平滑化

ArcGIS 中的线状要素通常由“折线工具”或“多边形工具绘制”而成，线条节点为尖突的不可导性质，而所谓曲线路径只是通过使节点的数目足够多来增强视觉上的平滑感。此方法绘制的线状要素尽管仍能反映空间对象关系、满足数据查询、分析等 GIS 操作，但只是连续曲线离散化的解决方式，不能真实反映某些自然曲线要素(如河流)，且输出后的视觉效果还需改善。在 CD 和 AI 中均可在保持线条整体形状和几何特征不变的情况下对其进行适当平滑。

途径一：减少节点。CD 和 AI 都具有此功能。在 CD 中，用“形状工具”选中一条线条中需要平滑的节点(节点尖突程度应满足一定阈值)，通过调整属性栏“减少节点”滑块的数值(0～100)，即可对选定部分的曲线进行一定平滑处理。在 AI 中，一方面，平滑处理对象可以是一条或多条线条中的部分或全部；另一方面，“简化”对话框中，在基本的“简化路径”选项之上，增加了“角度阈值”(0° ～180°)的控制项，制图者可利用此选项控制最小平滑角度，综合利用上述两控制项，可以灵活得到不同层次的平滑效果。

途径二：折角圆角化，即将折角转换为圆角，从而使曲折的线条变为平滑的曲线。CD 中在“形状工具”节点编辑状态下，选择尖突属性的节点进行“平滑节点”操作，并通过贝塞尔曲线控制柄来调整曲率。在 AI 中则通过执行“效果>风格化>圆角”命令，在“圆角”对话框中调整半径值达到最佳效果点击“确定”即可，未将线条的圆角效果扩展的情况下，可以在“外观面板”中反复调整半径值以达到最佳效果。

4.2.3 线状符号样式设计

由于 CD 和 AI 并非为地图设计量身定制，除了实线和虚线(广义上包括实部等长或由不等长部分组成的基础图元，且图元与线条等宽)以外，没有现成的地

图线状符号可以调用，其它的线型都要进行专门设计。绘制方法主要有两种：轮廓线组合编辑法，符号适合路径编辑法[25]。

(1) 轮廓线组合编辑法

轮廓线组合编辑法是指拷贝线状要素并原地粘贴，再设置不同的线型样式，两层线条叠合显示出新线状符号的编辑方法。诸如高速路之类的双线道路符号沿线条延伸方向通常由填充色与两侧边廓色相结合，这里介绍如何应用轮廓线组合编辑法设计图 14 所示高速符号样式：



图 14 高速、铁路符号示意

轮廓线组合编辑法各个步骤的高速样式如图 15 所示。图 15 (a)表示的未设置任何样式的高速路数据，(1)选中要编辑的高速道路对象，设置宽度为 1.5mm，轮廓色为 48 84 100 17(CMYK 值)，效果如图 15 (b)所示；(2) 拷贝高速道路一次原位粘贴，宽度设为 1.0mm，描边色为 2 29 94 0(CMYK 值)，得最终效果如图 15 (c)所示：



图 15 轮廓线组合编辑法

(a)道路数据;(b) 第一层高速样式;(c)最终样式

图 14 所示铁路符号样式的设置步骤与上基本相同，区别在于具体参数的设置：

(1)选中要编辑铁路对象，群组，设置宽度为 1.0mm，轮廓色为黑色；(2)拷贝上步得到的线条原位粘贴，设置宽度为 0.7mm，实虚部均为 3.5mm 的虚线，轮廓色为白色；

CD 和 AI 都可采用轮廓线组合编辑法设计线性的线状符号，该方法的劣势在于对部分线型样式更新调整时，需要调整多层数据，操作繁琐，AI 对对象多层描边的支持能更好实现上述效果。AI 从版本 CS5 开始，增加了“外观面板”这一功能，在其中按照需求对同一对象快速设置多层不同样式的描边即可实现各种复合线条样式[48]。完成图 14 高速道路效果的外观面板设置如图 16 所示。



图 16 AI“外观”面板

此外，还需防止图 17 所示多条同级双线道路交叉口出现截断式“跨越”压盖现象，这就要求线条严格按照从下到上逐层全选后设置线型，且按宽度由粗到细的层序叠置。同时，还将同类线型符号群组后对群组设计符号样式，或将同类线型要素放置于同一个图层中，对该图层设置符号样式参数。如此，同类数据只有一层，便于更新。



图 17 同级道路交叉口压盖现象

(2) 符号适合路径编辑法

符号适合路径编辑法，是指构成线型符号的基本几何图元(不同于虚线线型的实部，通常形态复杂，尺寸大于线条宽度)以字符串形式重复分布在线条路径上，该方法适用于绘制符号性的线状符号，比如城墙(城墙垛)、国界(工字线两端)、运河(梳状齿)等[24,82]。CD 和 AI 中均可利用文本适合路径的标注功能或以渐变物件填入路径的方法来实现，此处不再做比较。

(3) 特殊符号的设计

某些呈线状地理要素沿路径分布的宽度并非各处均等，而是按某种规律存在粗细变化，例如河流，从上游到下游逐渐变宽(断流河之类的特殊情况除外)，如果按照单一宽度设计河流的符号样式，难以科学、直观地表现河流的地理特征。

CD 和 AI 都能用“分段设置粗细”的方法大概区分出河流的不同分段，即将一条河流分成多段，按照上游到下游或流量增加的顺序，对各段设置逐渐增加的宽度值，达到在视觉上近似表现出河流粗细变化的趋势的效果，但是分段处线条过渡的粗细设置不当或分段数目不足，输出后跳跃感仍可能出现。此外，针对不同长度和地貌背景的河流，需要设置不同的分段数和分段长度，各段宽度值的依次单独设置不仅依赖制图者的经验而且耗费人力。

AI 从 CS5 版本开始，增加了“宽度”工具，可以对线条任意位置设置任意宽度，且保证线条粗细变化均匀。操作时可将按照某种宽度变化规则设置好的线条样式存入到“变量宽度配置文件”中，即可将此样式应用在其它线状对象上。

假设图 18(a)为某流域河流基础线状数据，包括一条干流和两级支流；对干支流分级设置粗细的效果如图 18(b)所示，此时可以区分出不同河流的等级；对干流分段设置宽度后，效果如图 18(c)所示，可以大致看出干流粗细变化；在 AI 中综合利用宽度工具、变量宽度配置文件等对该流域河流符号重新设置，如图 18(d)所示，整个流域干支流等级清晰且各级河流渐变自然、流向更加直观。

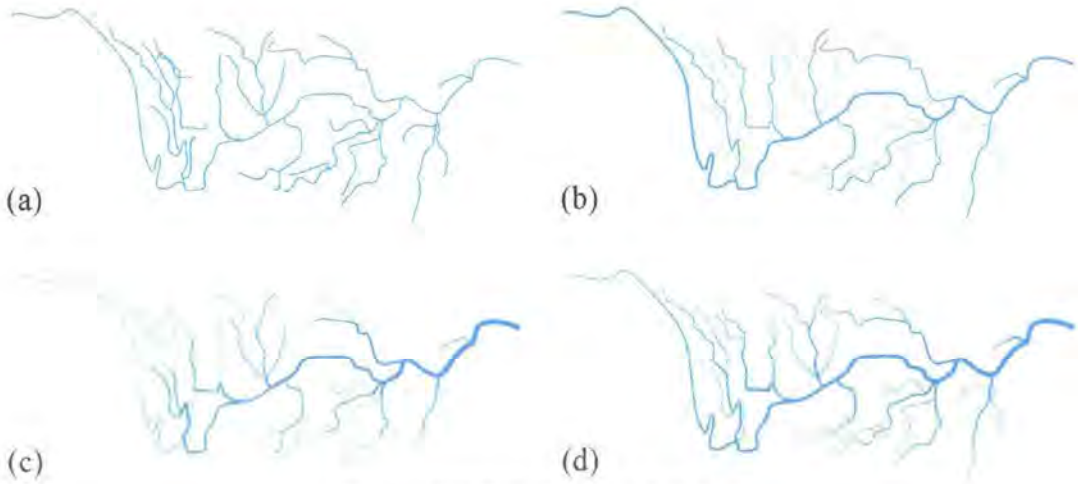


图 18 河流符号样式设计方法例证

(a)河流基础数据；(b)河流分级设宽度；(c)河流分段设宽度；(d)河流宽度连续渐变；

4.2.4 线状符号样式库建立与应用

地图符号种类繁多，常需要保证同系列地图风格的统一及地图符号的后续重用性，为推动专题地图设计出版的标准化和规范化，GIS 制图软件中多配置“符号库”功能[83]。在 CD 中可通过“符号管理器”建立点符号库；AI，能通过“符号面板”或“图形样式面板”建立点符号库和面符号库。但是直至 CD 的 X5 版本，除了实线、虚线、符号适合路径编辑法绘制线型可入库外，其他线型都不可以[84]，无法建立具有可用意义的线符号库(尽管通过艺术笔触可以尝试制作，但后期更改麻烦)；而在 AI 中可以利用“画笔面板”或“图形样式面板”建立线符号样式库[48]。

AI 中选定已设定好样式的线符号，在“画笔”面板中新建“图案画笔”，确定符号的起始部分、拐角部分及结尾部分等各部分，即可完成线状符号的设计制

作；也可以通过单击“图形样式”面板右下方的“新建图形样式”图标或拖拽入面板的方式，可将选定的线状符号样式存储至当前文档的图形样式库之中，面板中也会增加相应的略缩图，可对其重命名。此后，在该文档中单击此略缩图即可将相应符号样式应用在选中的线状要素之上[48]。若要将存储的线状符号样式运用于其他文档中的线要素，则需要将符号样式存储为“样式库”文件(保存时文档全局所有物件样式同步入库，对于不想保留的样式需再自行删除)，在新文档中载入应用(但文档页面内线状符号与图形样式库中符号样式相互独立，即线状符号样式不会随样式库内容的更新而同步更新)。《松江区饮用水水源保护区范围图》(后简称《水源图》)线符号库制作示例如下。

《水源图》由一幅 1:3.8 万全区范围图及三幅 1:1.5 万一级保护区范围图组成。虽然各图分开完成，但是内部要素的类型(线要素组要包括行政区划界线及晕线、道路、河道、保护区范围界线)及其符号样式基本相同，为了全图风格的统一，制作过程中利用 AI 的“图形样式”功能。①将全区范围图中设计好的线状要素的符号样式全部存储到图形样式面板之中，并按实际地物重命名(图 19)；②删除非相关符号样式后点击面板左下方“图形样式库菜单”选择“保存图形样式”，在弹出的“将图形样式存储为库”对话框中，对库命名为“水源地”并选择存储路径(推荐默认路径，以便软件启动时自动载入)；③打开各个一级保护区范围图文档，依次选择“图形样式库菜单>用户定义>水源地”，即可选择该样式库中任意符号样式应用在对应要素上。



图 19 图形样式库

4.3 面状符号

面状符号通常用来表示地图上呈片状分布或存在的地理实体和现象[75]。应用计算机不同绘图软件制作各种面状符号的过程和方法基本相同，即根据表示方法本身需求绘制面状要素轮廓，并赋予一定的线型、宽度和颜色，在轮廓线范围内填充颜色或图案等。

4.3.1 面状符号绘制

面状符号的轮廓为线条，绘制、编辑方法和线状符号的操作方法基本相同，但又具有其特定要求，绘制面要素过程中，需注意以下几点：

(1) 轮廓线闭合。面状符号轮廓线要求严格闭合，未封闭的曲线只是线，不是面。在 CD 中不可对非闭合线条进行填充，AI 中虽可以两端点直线连接闭合的方式填充[85]，但轮廓线并不因此闭合。

(2) 公共边界不重复数字化。CD 和 AI 都为非专业地图制图软件，无法自动生成拓扑关系，为避免两次数字化造成公共边界出现间隙，公共边界应只绘制一次，然后采用剪切相邻图形或拷贝公共边界继续绘制的方法绘制相邻面。

4.3.2 面状符号样式设计

面状符号的样式设计主要包括两个部分：轮廓线样式和填充样式。轮廓线是线条的一种，其样式设计方法在线要素符号样式设计中已作论述，在此不做进一步讨论，此部分主要讨论面状符号填充样式的设计。

表格 9 对 CD 和 AI 两软件中面状符号填充方式进行了统计，从表中可以看出，CD 中能用于面填充的工具有 14 种，远远对于 AI 中的 5 种，但面板数量上则相对更少。

表格 9 CD 和 AI 填充方式统计

填充方式	CorelDRAW(X5)	Adobe Illustrator(CS5)
工具	14	5
面板	2	6
属性栏	1	1

图 20 对 CD X5 和 AI CS5 中填充类型进行了示意说明。以 CD 中的填充类型为参考依据，一共支持均匀填充、渐变填充等 6 中填充方式，其中图案填充又可以分为单色、双色和图片等三种类型。AI 只支持其中的 4 种，分别为均匀填充、渐变填充、图案填充和网状填充。



图 20 CD X5 和 AI CS5 中填充方式

地图中面状符号表示方法主要包括质底法、范围法、点数法、分级统计图法等[86]，种类很多，主要涉及的填充方式有三种：均匀填充、渐变填充和图案填充[75]，CD 和 AI 都能实现这几种填充方式，但在具体操作方法上存在一定的差异。

(1) 均色填充，地图面状符号应用最多的填充方式，在行政分区填色、河流设色等表示方法中经常用到。CD 中可以利用调色板、颜色泊坞窗、颜色滴管工具等方式给面状对象填充纯色，而 AI 中填充纯色的途径相对更多，除了与 CD 中功能类似对应的色板面板、颜色面板、吸管工具等，还可以利用拾色器、颜色参考面板等其它途径给对象的填充均匀颜色。

CD 中颜色滴管工具和 AI 吸管工具工作原理相似，实践经验可知 AI 吸管工具只相当于 CD 颜色滴管工具下的属性滴管，即吸取对象 A 的如填充颜色、轮廓

线宽、轮廓线颜色等各种样式属性将其全部赋予对象 B 之上；除此之外，CD 中还有颜色滴管工具，该工具只吸取选中点的颜色值赋予任何非渐变对象的内部填充色或轮廓色。

单击 AI 色板面板中均匀色块可打开其“色板选项”对话框，该对话框中除了可对该色块颜色值进行调整，还可将其定为“全局色”。调整全局色颜色，可使应用该颜色所有对象的填充色或轮廓色同步调整，诸如土地利用分布图之类的专题要素分散的地图应用该方法填充分散同类要素时后期颜色调整极为方便，这是 CD 所不及的。

(2) 渐变填充，地图编制中最常用到的另一种标准填充方式。CD 提供四种渐变填充类型：线性渐变、辐射渐变、锥形渐变和方形渐变，在“渐变填充”对话框中可以选择任意一种渐变方式，还可以自己定义渐变的颜色、方向和步数，得到想要的颜色，若要完成多种颜色的渐变则无法控制两颜色中点位置。 AI 只能提供线性渐变和径向渐变两种方式，但是可自定渐变颜色及其透明度之类的属性值，能控制多种颜色渐变中点。由此可见，AI 相对于 CD 的渐变类型较少，但是操作性较强。

(3) 图样填充，是一种将预先定义的图像作为整体平铺的方式。针对不同类型的图样填充方式，CD 有不同的操作方式，而 AI 只有一种：色板面板。在 CD “图样填充”对话框样中可以选择双色、全色和位图中的一种。针对选中的填充类型，既可选择图样库中的图样进行填充，也可以“装入”外部图像，双色填充类型下还可以在“双色图案编辑器”中创建新的填充图像，在此基础上，可设置填充图样的位置、尺寸、变换等属性参数，针对应用图样填充图形，还可根据需要重新设置这些参数以调整图像填充样式。

AI 中图案填充的方式相对复杂很多，包括三个步骤：①绘制基础填充图像单元；②在“色板”面板中建立图案填充图样；③将建图案样式应用到对象之上。针对应用图案填充方式的对象，不可以对填充图案做进一步的编辑调整，若要更新需要重新制作图案单元，操作极其麻烦。由此可见，AI 图案填充功能的操作方法、灵活性不及 CD，为此，Adobe 公司在 2012 发布的最新版本 CS6 中，新

增了“图案创建”功能，利用此功能也能像在 CD 中一样对图案填充进行各种编辑调整，并增加了图案间隔、平铺方式等多个调整选项。

虽然图案填充方式有双色、全色和位图三种，但地图制图中使用较多的只有双色填充。这一方面是基于地图表达方式的需求，另一方面是因为其它两种填充方式填充单元较复杂，占用较多的内存。

4.3.3 面状符号样式库建立与应用

面状符号样式的共享离不开符号库的建立和使用，CD 中仅可针对单色填充方式建立调色板文件(*.xml)，供其它文件或人员使用，不可对其它填充方式建立库，难以满足需求。调色板文件的建立和应用包括三个部分：①制作调色板文件(*.xml)，CD 中选择菜单命令“工具>调色板编辑器”，在“调色板编辑器”对话框中新建调色板文件或针对已有文件“添加颜色”，在“选择颜色”对话框中应用“模型”、“混合器”或“调色板”方式添加颜色，点确定后可在“调色板编辑器”中给选中的颜色命名、视为“印刷色”或“专色”，还可进行编辑和删除等操作，一切完成后保存调色板文件即可；②共享调色板文件，可将建立的调色板文件直接拷贝到服务器上或其它计算机之上；③安装调色板，如果调色板文件存放在默认路径“C:\Users\计算机名\Documents\我的调色板”下，则在“窗口>调色板”中选择自定义的调色板即可；若文件存在计算机其他位置或移动盘之上，则需要通过“窗口>调色板>打开调色板”的方式安装自定义调色板文件。

AI 有两种建立面状符号样式库的方法：利用图形样式面板建库和利用色板面板建库，具体操作同线状符号样式库的建立方法完全相同，区别在于一个是利用图形样式面板操作，另一个在色板面板中操作，其中图形样式面板可同时存储选定对象的填充样式和线条样式。两种方式都可针对任意填充方式建库，由此可见，AI CS5 及之前版本中面状符号样式库的建立与应用相对 CD 更方便、快捷、完善。

4.4 点状符号

点状符号通常用来表示地图上呈点状分布或存在的地理实体和现象。符号的

尺寸与地图比例尺无关，在图中的位置由一个点来决定，即符号的定位点，该点通常为符号的几何中心点或符号底部的中心点。常用的定位符号主要有几何符号、象形符号、字母符号和统计图表四种，计算机针对不同的符号类型有着不同的模拟方法，但设计时都要遵循方圆、挺直、齐整、对称、均匀等原则。

4.4.1　符号制作、编辑与更新

CD 和 AI 都非专业地图制图软件，没有专门针对地图点状符号的功能。直到 2011 年 CD 的 X5 版本问世，软件中才增加了“符号管理器”，以建立应用各种符号，之前的软件版本“符号与特殊字符”更多强调是软件自带符号的应用，且基本非地图符号，对于用文字或图形建立符号的限制条件也很多。而 AI 早已于 2001 年发布的版本 10 中新增了“符号工具”[87]，可以方便、快捷的生成很多的图形实例。

CD 和 AI 建立点状符号的过程相同，主要步骤包括：①绘制点状符号图形；②选中绘制图形拖拽入“符号管理器”(CD)/“符号”面板(AI)即可，可根据实际情况对新建的地图符号进行命名，以方便后续使用和管理。符号的应用也很简单，直接将符号管理器中符号拖入到页面中即可新建相应的符号实例；也可在管理器中针对选定符号类型应用“插入符号”命令，将在页面中心生成符号实例；在此基础上，AI 还可利用“符号喷枪”工具在页面单击位置放置符号实例。

建立的地图符号可以再次进行编辑。CD 采用的方法有三种：(1)选定页面中任一符号实例，右键>编辑符号；(2)选定“符号管理器”中符号源，点“编辑符号”图标；(3)Ctrl +单击符号实例。AI 中也有三种：(1)选定页面符号实例后，单击属性栏中“编辑符号”按钮；(2)双击任一符号实例；3)双击符号面板中符号源。CD 和 AI 中符号编辑的方法都很多、操作都很简单、同一类符号源及实例都能在编辑完成后同步更新。在实际符号编辑过程中可以发现两软件之间存在一个直接影响到地图符号制作效果的差异：隔离编辑方式。以编辑图 21(a)中红色镇符号为例，在 CD 中无论以各种方式编辑，开始编辑之后，符号图形会独立存在于一个新的空白页面的中心(如图 21(b)所示)。对 AI 符号面板中符号源进行编辑，符号的隔离方式与此类似；但如果直接对 AI 页面中的符号实例进行双击编辑，

则以 AI 中特有的隔离方式对符号图形进行隔离(如图 21(c))，此时，文档窗口视图基本不变，符号进入可编辑状态，符号图形以外的地图要素弱化显示且不可选定或编辑，编辑符号与周边地图要素的相对位置很明显，此处理方式有利于以其它地图要素为参考调整符号尺寸、颜色，节省对比查看符号样式效果切换时间。

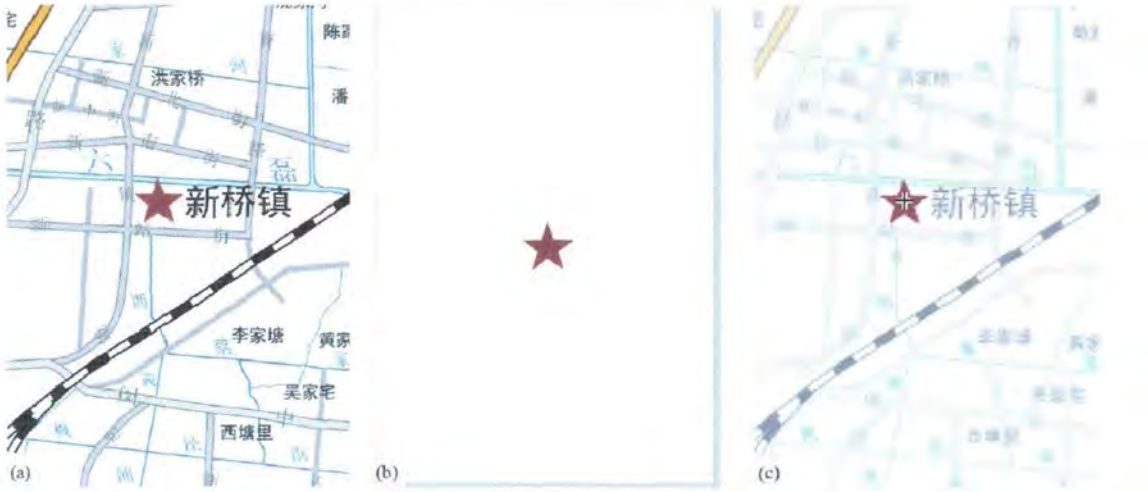


图 21 点状符号编辑状态

(a)待编辑符号；(b)独立编辑；(c)单独隔离编辑

CD 中对于符号的操作主要包括新建符号、编辑符号、插入符号、删除符号、还原到对象等基本操作，相比之下，AI 提供了更多的符号操作。例如断开链接\还原链接、重置、符号替换、选择所有实例等，这些都给地图符号设计与绘制提供了便捷。

4.4.2 符号库

地图符号种类繁多，地图绘制过程中重复使用率比较高，CD、AI 等非专业地图制图软件都提供了一定量的现成图符号，但数量、种类、使用地区有限，完全不能满足地图制图需要。因此，将一些常用的地图符号分别编制相应的信息块，自定义地图符号库是非常有必要的。地图符号库的建立既有利于同系列地图符号的统一，也有利于符号的重复利用。

在 CD “符号管理器”中选择所需建库的符号，点击泊坞窗中“导出库”图标，即可在将选定的部分或全部符号导出成一个独立的 CSL 文件，对其自定义名称，存储在计算机的任何位置(推荐默认存储路径，软件启动时可自动调用)，

符号库 CSL 文件可以移动、拷贝、载入实现符号共享；AI 建立符号库步骤与 CD 类似，区别在于会将当前文档“符号”面板中的所有符号全部存储在库中，因此建库之前需要对面板中符号进行筛选。

通过符号库建立的符号实例与符号库没有任何关联，因此符号实例不会与符号库文件同步更新，但是彼此都可以独立做进一步的编辑。CD 中需要先对符号实例执行“右键＞中断连接”命令才可开始编辑，而 AI 中则不受限制，修改结果都可应用于当前文档中的所有同类符号实例。

第五章 总结与展望

5.1 总结与创新

随着地图用户和计算机地图制图技术用户由专家向大众转移，利用矢量绘图软件配合专业地图制图软件制作公开出版地图开始逐渐为人们所重视。当前国内用于地图制作的矢量绘图软件主要有 CorelDRAW、Freehand、Adobe Illustrator 等软件，其中关于 CD 地图制图的文献远远多于关于 AI 的，而个人制图实践体会到 AI 地图制图能力并不比 CD 弱，为此，本文首先从计算机地图制图流程中涉及到工具菜单、图层管理、格式转换等多个方面对两款软件做了综合比较，之后针对于地图点、线、面符号的设计和制作对两软件进行了细致深入而全面的分析和对比。

结合地图制图人员的制图实践及相关研究文献可知，CD 和 AI 都能很好的配合制图人员制作视觉良好的地图。运用 CD 所能完成的地图效果，在 AI 中往往也能实现，且大多数情况下实现的途径更多、操作更简单，反之则不然。虽然能实现相近的效果，但两软件仍旧存在一定的差异，具有各自特定的优势。CD 相对于 AI 所具有的地图制图相关突出优势主要包括文字打散、最近使用字体选择、面状符号图案填充方法等方面，而 AI 相对于 CD 的突出优势则更多，主要包括：①便捷的线条拼接功能；②更为精确、完善的线条平滑方式；③支持对象多层描边；④可建立线状符号样式库等方面。对比可知，AI 所具有的突出优势与地图编制的关联性更密切，更有利于地图的制图。

除了分析 CD 和 AI 两软件的制图差异，在此基础上本文也提出了一些新的地图制图方法。如利用 AI 绘制宽度渐变且后期操作性强的河流，对水系流向趋势表现力更强；利用 CD 中的“调和工具”/AI 中的“混合工具”设计“工字线”之类的复杂线型等。

5.2 不足与展望

文中研究结果主要来源作者本人的制图实践及其他制图人员的经验总结，缺乏定量指标。制图人员对软件的熟悉程度、个人制图习惯等主观因素会直接干扰比较结果。

此外，由于论文撰写时间有限，两软件中某些与地图制作和设计有很大关联的功能并未在此得到深入讨论，如 AI 中的“画笔面板”、矢量绘图软件中的特殊效果、二次开发功能等，这些功能能有效的提升矢量绘图软件地图制图效果和效率，有待更深一步的研究。

(1) 画笔面板。地图线状符号的线型设计是地图设计中一个重要方面，文中有详细讨论如何利用 AI 中的“图形样式面板”设计线条样式并建库。但阅读某些文献可知，利用 AI 中的“画笔面板”能方便快捷的设计出准确度更高、种类更多的线型，完成的线型样式也可建库共享。文中对此仅有所提及，未作任何讨论。

(2) 特殊效果。CD 和 AI 等矢量绘图软件凭借强大的特殊效果能明显提升改善地图的视觉效果、艺术性是其应用于地图制图的主要原因之一[75]，诸如透明度、阴影、羽化、立体等特效在地图设计中经常用到，CD 和 AI 软件在此方面存在巨大的差异，但文中对此并未提及，仅讨论了此类软件地图制图相关最基本的方面。

(3) 二次开发。二次开发通过将工作量大的重复劳动编成程序可以极大的提高地图制图的自动化、智能化程度，从而显著提升制图效率，更可以针对不同地图的制作开发特定的插件、脚本。CD 中可以利用简单的 CorelScript 脚本程序和相对复杂的 VisualBasic 语言程序设计进行二次开发[88]，AI 中可利用 Microsoft Visual Basic、AppleScript、JavaScript 和 ExtendScript 等多种脚本环境进行二次开发。部分已有的 CD 地图制图相关研究文献中对此有所讨论[34,89-90]，但并不深入。国外有地图符号制作插件“Map Symbol Brewer”之类的 AI 二次开发研究[91]，但 AI 相关研究国内几乎没有，亟待深入研究。

(4) 与 CAD\GIS 类软件融合。目前在地理学学科之中，最常使用的为

CAD\GIS 类软件，这类软件数据精度高、具有空间属性信息，能对地理信息进行有效的管理分析等，但是制图输出效果不甚让人满意。而 CD、AI 之类的图形设计软件虽然具有很好的地图输出效果，能有效的与印刷输出通道相接，但是不具备 CAD\GIS 类软件的地理空间信息相关功能，在今后的发展中，一方面可以考虑在某类软件中增加另一类软件的某些功能；也可以考虑开放两类软件间的端口，使得两类软件之间能够更好的进行数据交流。

参考文献

[1] Bagrow L, a Skelton R. History of cartography[M]. Transaction Pub, 2009.

[2] 田青文. 地图制图学概论[M]. 中国地质大学出版社, 1995:1+162-163.

[3] Cartwright W. Art and Cartographic Communication[M]//Cartography and Art. Springer Berlin Heidelberg, 2009: 1-14.

[4] Robinson A H. Elements of cartography[M]. 6thed. Canada:JOHN WILEY & SONS,INC., 1995:1-9.

[5] Dent B D. Cartography: Thematic map design[M]. 5thed. Dubuque, IA: WC Brown, 1999.

[6] Muehlenhaus I. From print to mobile Apps: How to take Adobe Illustrator maps, add pinch-to-zoom, and place them on the Android market[J]. Cartographic Perspectives, 2011(69): 59-70.

[7] Opach T. Cartography and graphic design[M]//Cartography in Central and Eastern Europe. Springer Berlin Heidelberg, 2010: 199-210.

[8] LiqiuMeng. Cartography [M]. Handbook of Geomathematics. Springer Verlag, 2010: 1289-1311.

[9] Wagnitz, R. (1999) Communicating with Users: The Art of Program Composition and Teaching Techniques in aMultidisciplinary User Environment. ESRI Users Conference Proceedings, 1999. San Diego, CA.

[10] Ralph D. Wagnitz. Cartographic Quality: ArcMap to Adobe Illustrator for Publication[C/OL]. ESRI User Conference, 2005. http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc05/papers/pap1101.pdf.

[11] Larsen M L, Grottum K J. Interactive Map Applets[J]. Published in: J. STROBL and C. BEST (Eds.), 1998.

[12] Rosiek M R, Howington-Kraus E, Hare T M, et al. Mars Transverse Mercator (MTM) map series updated with planetocentric grid[C]// Proceedings of the ISPRS WG IV/9 Extraterrestrial Mapping Workshop, Houston. 2003.

[13] Harrower M, Brewer C. Colorbrewer. org: an online tool for selecting colour schemes for maps[J]. Cartographic Journal, 2003, 40(1): 27-37.

[14] Stock K S E. The traditional land-use of the Waterhen First Nation vis-a-vis a forest management plan[J]. 1996.

[15] 张世强. 桌面出版系统适于地图制作的特性[J]. 地图, 1997, 2:16-18.

[16] 姚兴海,姚磊. CorelDraw 地图制图[M]. 中国地图出版社, 2003.

[17] 张颖杰,姚炬. Illustrator 在地图制作中的应用[J]. 江苏测绘,2002,2:42-43+48.

[18] 严薇,张佩英,阚映红. 基于 AI 环境下专题地图的编辑与制作[J]. 测绘与空间地理信息,2011,1:238-241.

[19] 高晖,张法鹏,陈林江. Illustrator 在西部测图项目制图数据生产中的应用[J]. 测绘技术装备,2008,04:19-20+15.

[20] 陈盛银. ArcGIS 和 Adobe Illustrator 在影像地图制作中的应用[J]. 地理空间信

息,2013,1:141-143+15.

[21] 刘诗德,郑海鹰,孙冰. 利用 MapInfo 地图数据在 Illustrator 中制作地图挂图[J]. 今日印刷, 2012,5:57-59.

[22] 程一曼. MapGIS 与一些常用软件的相互调用方法[J]. 印刷工业, 2009,8:67-69.

[23] 于立全,金成范. 用 Illustrator 制作专题地图统计图表的方法[J]. 测绘与空间地理信息, 2010,33(6):221-223.

[24] 姚兴海,马秋云. 基于 CorelDRAW 的地图符号库建库[J]. 测绘通报, 2003,2:36-38.

[25] 尹朝阳. CorelDraw 地图符号的设计制作与应用[J]. 城市勘测, 2006,6:29-31.

[26] 廖义杰,余洁,刘继琳. 基于出版的地图数据向 GIS 空间数据转换的方法探讨[J]. 测绘通报, 2004,3:44-46+64.

[27] 杨春霞,王圣洁. 两种制图方法的结合[J]. 测绘通报, 2005,5:46-49.

[28] 马晓东,王海芹,王苑. MapGIS 数据与 CorelDRAW 数据转换技巧[J]. 测绘技术装备, 2003,2:45.

[29] 张琳,范东明,钱文进. 基于 AutoCAD 和 CorelDraw 的土地利用现状图制作[J]. 测绘, 2011,02:60-62.

[30] 杨海刚,唐曦. 基于 SuperMapDeskpro&CorelDraw 的电子地图制作——以上海长风公园导航地图为例[J]. 测绘与空间地理信息, 2008,(05):134-137.

[31] 肖潇. 论 ERDAS 等软件在专题地图中的应用[J]. 江西测绘, 2007,(S1):56-58.

[32] 王莲玉,杨燕. 基于 3D MAX 的城市地图符号的设计及制作[J]. 测绘技术装备, 2008,02:21-23+17.

[33] 黄燕. 基于 Flash 的多媒体地图信息系统设计与实现[D]. 华东师范大学, 2011.

[34] 高小明,汤青慧,温俊丽. CorelDraw 中基于 VBA 的二次开发[J]. 测绘与空间地理信息, 2006,06:54-56.

[35] 王建武. CorelDRAW 的 Script 语言及其在地图生产中的应用[J]. 四川测绘, 2001,04:168-171.

[36] 刘金,李钢,陈国良. 基于 MapObjects 和 DLL 的自定义地图面符号库的实现[J]. 全球定位系统, 2012,03:86-89.

[37] 唐安科,唐发辉,赵元. CorelDRAW 和 Illustrator 在生物线条图绘制中的应用[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2004,02:43-44.

[38] Li Z, Dong W. A stroke-based method for automated generation of schematic network maps[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2010,24(11):1631-1647.

[39] Karabinos M. Review of disOrientation2[J]. Cartographic Perspectives, 2012(70):58-60.

[40] 张晖芳,黄仁涛,祁华斌. 常用地图制图软件性能评价及应用研究[J]. 测绘科学, 2004,6:88-91.

[41] 麦照秋,韩雪华. GIS 数据用于 CorelDRAW 地图制图方法的研究[J]. 测绘通报, 2008,2:62-64.

[42] 魏样,陈昊. 基于 ArcGIS 与 Illustrator 的长城专题影像图制作[J]. 遥感技术与应用, 2009:670-673.

[43] 艾自兴,龙毅. 计算机地图制图[M]. 武汉大学出版社, 2005:1-3.

[44] Meynen E. Multilingual dictionary of technical terms in cartography[M]. Steiner, 1973.

[45] 胡友元,黄杏元. 计算机地图制图[M]. 测绘出版社, 1987:1-5.

[46] 艾拜热依汉古丽. 计算机地图制图概述及发展趋势[J]. 大陆桥视野, 2010 (02X):85-86.

[47] 毕俊. 计算机辅助地图制版的研究[J]. 工程勘察, 1997,03:56-58+55-74.

[48] McManigal K. Graphic Styles and the Appearance Palette in Illustrator CS5[J]. Cartographic Perspectives, 2011,(69):55-58.

[49] 蔡孟裔. 新编地图学教程[M]. 高等教育出版社, 2000:271.

[50] Krygier J, Wood D. Making maps: a visual guide to map design for GIS[M]. Guilford Press, 2011:4.

[51] 张世强. 利用电子出版系统制作地图[J]. 地图, 1996,3:29-31.

[52] 邹桂逢,彭剑华,肖泽鑫,等. AutoCAD 制图软件在汕头林业调查规划中的应用[J]. 林业调查规划, 2011,36(6):13-16.

[53] 郭向前,郝伟涛,吴芳. AutoCAD 到 ArcGIS 的数据检查与转换[J]. 地理空间信息, 2009,10:51-53.

[54] 陈昕,徐志中. AUTOCAD 在地图自动绘制中应用一例[J]. 计算机辅助工程, 1996,5(3):21-24.

[55] Kimerling A J, Buckley A R, Muehrcke P C, et al. Map Use: Reading and Analysis[M]. Esri Press, 2009.

[56] 刘新贵,李文,黄雅娟,等. 用 Illustrator 制作和生产地图的方法和技巧[J]. 河南测绘, 2003(4):6-7.

[57] 沈一峰,张天纯. 使用 CorelDraw 图形软件编制专题地图集[J]. 江苏测绘, 2002,25(2):35-37.

[58] 向阳洁,何潇. CorelDRAW 在科技期刊制图中的应用[J]. 怀化学院学报, 2005,23(5):95-97.

[59] 高晖,张法鹏,陈林江. Illustrator 在西部测图项目制图数据生产中的应用[J]. 测绘技术装备, 2009,4:19-20.

[60] 陈红霞,岳红娟,赵秋菊等. CorelDRAW 在地图制图中的应用浅谈[J]. 河南测绘, 2005,3:527.

[61] 张月琴. CorelDRAW 软件在彩色电子地图制作中的应用方法[J]. 青海国土经略, 2008(01):28-30.

[62] 叶春,隋振民. 基于 CorelDRAW 软件的地质图制作[J]. 世界地质, 2008, 27(2):233-238.

[63] 冯艳芬,曹学宝. CorelDRAW 在《计算机地图制图》教学中的应用[J]. 中山大学学报论丛, 2005,25(1):116-119.

[64] 邱源. CorelDRAW 与 FreeHand 在地图制作中的比较[J]. 测绘与空间地理信息, 2010,33(004):234-235.

[65] 高晖,杨淑霞,韩东明. CorelDRAW 在地图制作中的应用[J]. 测绘标准化, 2008,3:014.

[66] 杨晓超. 几种通用图形软件在地图制作中的应用比较[J]. 地图, 2001, 4:27-29.

[67] 彭聪,白金,刘国兴,等. 中国地学断面 CorelDRAW 图形数据库开发研究[J]. 地球学报, 2003,24(4):361-366.

[68] 胡斌,白忠凯,牛永斌,等. 地质绘图中 CorelDRAW、AutoCAD 与 MapGIS 的数据转换[J]. 河南石油, 2006, 20(4):15-17.

[69] 富楼那.Illustrator 与 CorelDRAW 操作对比[OL].(2010-12-01). http://design.yesky.com/artist/321/11680321.shtml

[70] 清源计算机工作室. CorelDRAW 810 设计宝典[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999:11

[71] 江振武. 基于 Illustrator 的地理图像绘制技巧[J]. 中学教学参考, 2012,30:42-44.

[72] 王大新. 图形软件在编辑出版专题地图中的应用研究 ①[J]. 地球信息科学, 2001:25-28.

[73] 苑爱华. 几种制图软件在地图集制作中的灵活应用——以《内蒙古自治区地图集》的制作为例[J]. 地图, 2000,2:5.

[74] Robinson A H, Petchenik B B. The nature of maps: Essays toward understanding maps and mapping[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1976.

[75] Tyner J A. Introduction to thematic cartography[M]. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1992:127-142.

[76] 王锐君. 区域综合地图集地图符号的设计与实现[D]. 解放军信息工程大学, 2009:22.

[77] 熊卫东,罗年学. RDGIS 的开放式地图符号体系设计[J]. 测绘信息与工程, 2003,28(1).

[78] 田祖斌,龙思宇,王刚刚. 基于 Illustrator 的图集符号库设计与实现[J]. 山东理工大学学报(自然科学版), 2012,26(3):81-83.

[79] 尹贡白. 地图概论[M]. 北京：测绘出版社, 1991:58-60.

[80] 田德森. 现代地图学理论[M]. 北京：测绘出版社, 1991:22-24.

[81] 俞连笙,王涛. 地图整饰[M]. 北京：测绘出版社, 1995:65.

[82] 姚炬,张颖杰. CorelDRAW 在图形编辑中的运用[J]. 海洋测绘, 2004,24(3):47-48.

[83] 熊伟,王家耀,武舫,等. 地图符号化中的几个关键问题研究[J]. 测绘科学技术学报, 2006,23(1):48-50.

[84] 孙庆荣,王敏,朱佳提. 三种地图制图软件符号库的应用研究[J]. 江苏省测绘学会 2007'学术年会论文集, 2008:320-324.

[85] 张国庆,林子瑜,刘艳. 用 CorelDraw 绘制科技期刊插图的方法和技巧[J]. 计算机辅助工程, 2006,14(4):20-24.

[86] 黄仁涛,庞小平,马晨燕. 专题地图编制[M]. 武汉大学出版社, 2003:22-31.

[87] 陆爱军. 巧用 Illustrator10 软件建立地图符号库[J]. 华东地区第九次测绘学术交流大会论文集, 2005.

[88] 曾克明. CorelDRAW 软件的二次开发在地图制图中的应用与实例[J]. 测绘通报, 2010,8:023.

[89] 杨穗,易捷. 应用 VB 或 VBA 对 Coreldraw 进行二次开发[J]. 电脑学习,2004,1:31-32.

[90] 陈果,彭军,蔡天含. 用 VB 控制 CorelDraw 和 Excel 实现地质绘图的自动化[J]. 石油工业计算机应用, 2004,03:26-29+6.

[91] Schnabel O. Map Symbol Brewer–a new approach for a cartographic map symbol generator[C]//22nd International Cartographic Conference. 2005:9-16.

后 记

伴随着毕业论文的完成，3 年的研究生阶段进入了尾声，长达 19 年的学校求学生涯也即将暂时告一段落。在过去的人生中的第一个 25 年里，个人经历了很多，自身也随之不断成长进步了很多，在这段成长成熟的阶段里，遇到接触过很多人，虽然不是每个人能一直陪伴在我左右，但是在离去之前都给予了或多或少的指导、帮助与关心，助我一步一步走到今天，本人在此对各位表示诚挚的谢意！

首先感谢在论文撰写过程中予以帮助和支持的各位。从论文的选题、确定直至论文的撰写完成，离不开导师黄余明教授和唐曦老师的全程指导，在此特别感谢。毕业论文答辩上，有幸邀请到了束炯教授、蔡孟裔教授和李治洪副教授担任答辩委员，非常感谢各位老师提出了诸多建设性的意见和建议。此外，论文的完成也离不开其他人员给予的各种帮助，感谢陈建香师姐和许天宇同学在论文撰写过程中提供了诸多有用的参考意见，感谢未来同事丁毅辉及各位同学师妹对论文细致而深入的修改完善改进了论文，更感谢引用文献的作者为论文框架的构建、部分内容的填充提供了建设性参考依据。

毕业论文是研究生学习成果的总结，3 年研究生则是学习的过程。感谢那些曾经教授过我们的各位老师。特别感谢导师黄余明教授对学生的各种教育指导，这种指导不仅仅局限于专业知识与技能的传授之上，更多的是为人处事方面，专业知识为个人生存提供保障，处事方式决定人生态度，伴其一生，终生有益。感谢那些曾经站在讲台上授予我们各门专业知识的老师们。辅导员范安康老师、教务赵睿老师等虽然不曾站在讲台上给我们授课，但三年以来一直以兢兢业业的态度处理着各项琐碎麻烦的学生事务，谢谢老师以敬业的态度保障学生顺利的渡过 3 年研究生学习生活。

研究生期间大部分时间都在教研室科研学习中度过，感谢这几年曾经聚在一起的 318 的各位同仁，感谢留校任教的唐曦师兄、已毕业的黄燕、陈建香、何曼丽、刘广琼师姐们等人身先表率，带领大家融入到 318 这个集体之中，并在科研学习和生活上予以悉心指导，特别感谢黄燕大师姐在毕业关头介绍给师妹满意的工作。感谢同级许天宇、耿以孝以及吴笑乐、叶天羽、朱峰林菲菲、师妹们一起相互学习与帮助，期间虽有不快，但也能彼此相互理解与宽容。

学习之外也要生活，感谢三年来一起生活的孙靖、杨洁、蒋益娟等同学，正是有你们，才有那些快乐的业余乐趣。考研生活艰苦而枯燥，感谢一起考研奋斗的王洁华、王骏同学彼此相互鼓励与学习。云南旅游短暂但精彩，感谢那几天一直陪伴在身边的唐传、李洁、刘超和浦兆灿等人，虽然来自 5 个不同地方的 5 人此前完全不认识，但彼此不掺杂任何嫌隙的信任与支持带来了这几年最无忧无虑的时光，让人体会到了不带任何杂质的关心与关爱，谢谢各位，这段美好时光终生难忘。

长大至今，离不开老师同学的陪伴，更离不开父母姐妹和亲朋好友的大力支持，感谢父母几十年的默默支持，感谢童年时代有外公外婆的陪伴与教育，感谢小姨夫妇在高中时代提供的住宿饮食之便，感谢姐姐妹妹一直以来的相互竞争与支持渡过了学习生活中的各种艰难时刻，尤其是姐姐在任何重要时刻都从精神和物质上都尽其所能给予了极大的支持、鼓励与帮助，谢谢！

生活至今已算经过了人生中的第一个三分之一，在这个不断学习与进步的阶段，遇到了很多人，学到了很多东西，感谢各位无私的教导。祝各位身体健康，生活愉快！

戴 琦

2013 年 5 月于资环楼