



基于 AutoLISP 与 DCL 的 航迹自动绘制工具设计方案

江媛媛, 程新平, 袁鹏, 贺莹莹
(长江宜昌航道局, 湖北宜昌 443000)

摘要: 通过分析目前航迹成图存在的问题, 提出了灵活、自主、精确、高效的航迹自动绘制工具设计方案。同时, 为保证成图的精度, 研究了船舶结构点绘制算法, 并利用 AutoLISP 和 DCL 实现了该方案。实际应用表明此方案有效提高了航迹绘制效率。

关键词: AutoLISP; DCL; 航迹图; 自动绘制工具

中图分类号: U 612

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)07-0141-04

Design of track automatic drawing tools based on AutoLISP and DCL

JIANG Yuan-yuan, CHENG Xin-ping, YUAN Peng, HE Ying-ying
(Changjiang Yichang Waterway Bureau, Yichang 443000, China)

Abstract: By analyzing the existing problems of track mapping currently, we propose the design of track automatic drawing tools which is flexible and independent, accurate and effective. Simultaneously, in order to guarantee the accuracy of the mapping, we make a research of rendering algorithm for the ship structure point, and make the design achieved by AutoLISP and DCL. We effectively improve the efficiency of the track drawing by applying it to the actual project.

Key words: AutoLISP; DCL; track mapping; automatic drawing tools

为确保船舶航行的安全性、稳定性与畅通性, 对流域内船舶的航行轨迹进行测量一直是航道管理、航道施工等相关单位不可忽视的工作。航行轨迹也是新建长江大桥设计方案论证、航道整治及施工方案评估所必须考虑的重要指标之一。而航迹图则是对抽象测量数据的二维直观表现, 反映了船舶运动规律和水上交通实况, 由此航迹绘制变得至关重要。

随着计算机图形图像技术的不断发展, 原本只是用单一的直线表示船舶航行轨迹的制图方式已经不能满足要求, 因为它只能简单展示船舶运动轨迹, 不仅对船型没有直观的表达, 也不能准

确表现出船舶在水域的具体航行状态。所以, 如何在真实反映测量数据的同时, 准确、直观地表达船舶类型、航行轨迹以及船舶与水域中其他物体的相对位置, 已成为航道测绘领域的研究热点。

在航迹图的实际绘制工作中, 利用 AutoCAD 进行手工绘制也能达到相应要求, 但此项工作多为重复性的操作, 不仅工作量大而且耗时长, 增加了工作成本。本文针对以上问题, 借助 AutoCAD 的开放平台, 综合利用 AutoLISP 与 DCL 二次开发技术^[1-2], 研发了航迹自动绘制工具, 实现了航迹图高效、准确、直观的绘制, 大大降低了绘图成本, 提高了内业工作效率。

收稿日期: 2013-11-27

作者简介: 江媛媛(1987—), 女, 硕士, 工程师, 从事数字航道及数字化成图技术的研究。

1 航迹成图要素分析

航迹图，即通过某种表达方式将外业测量的船舶在某一时间或某一流域内的运动轨迹离散点数据转换成二维图像。目前，航迹图主要有两种表达方式：一种是点状图，就是将测得的点坐标数据直接以点要素描绘在图上；另一种是线状图，就是将船的运动轨迹点用线连接起来形成的图^[3]。

点状航迹图的构成要素主要是点要素；线状航迹图的构成要素主要包括点要素、线要素，其中，点要素即外业测量所得的离散点数据，线要素则是通过点要素形成的航行轨迹线。很显然仅用点要素绘图只能形成离散的点迹；采用点要素及线要素结合的方式可以使得航行轨迹相对明显。但是，以上两种方式都存在船型不够直观、位置不够精确、无法表现船舶行驶的状态（如：船舶状态、与周边物体的间距等）的弊端。

所以，为了能绘制出更加直观、详尽的航迹图，研究了自动成图方法。

首先，对成图基础点数据的获取方法进行了改良，采用基于 GPS 双点观测法，测量得出成图点要素。也就是在测船的首、尾各设一个测点（图 1），这样可以在记录航行轨迹的同时，记录船只航行状态。



图 1 测点设置

其次，改变了传统的只用线要素的抽象表达形式，成图过程中按比例、有方向性地绘制船形，每条航迹线都是由若干结构和方向明显的船只构成，同时每条航迹线融合属性要素，也就是绘制之前建立单独的图层，并以所表示的航迹命名（如：长江 02031 船队下水），用不同的颜色进行直观区分。这样，最终形成的航迹图更直观、更

有利于使用人员进行相应的分析决策。传统线要素航迹图与本文研究方法生成的航迹图对比见图 2。

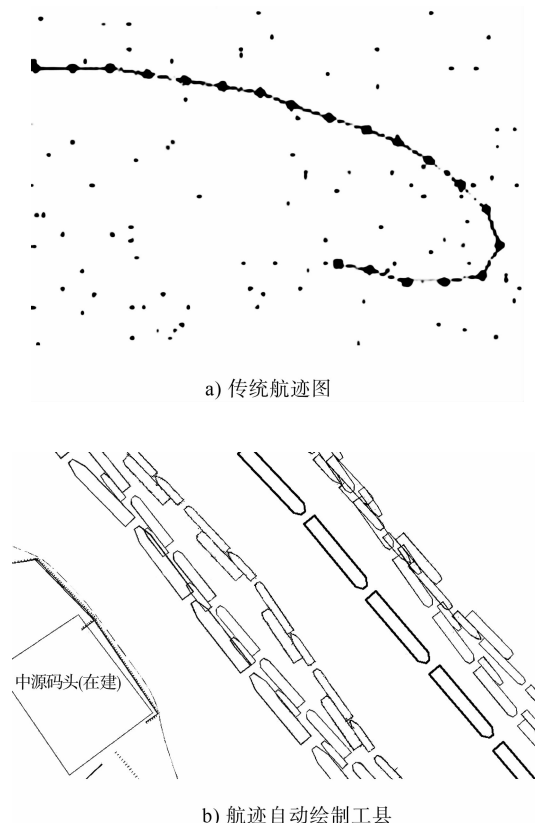


图 2 航迹图对比

2 航迹绘制工具设计

2.1 系统设计

本工具面向航道管理、维护性的测量工作，将涉及该项工作的各类数据进行关联、整合，通过 DCL 构建具有较强友好性的用户交互界面，将绘图所需的要素信息传递给后台程序，并利用 AutoLISP 二次开发语言^[4-6]在合理的结构点绘制算法基础上将要素信息进行二维可视化表达，最终实现航迹自动绘制。

通过对系统的综合考虑、分析，最终将航迹图自动绘制系统分为以下 3 大模块：

1) 原始数据模块。

在数据读入系统应用之前，需要对各类数据进行预处理和关联、整合。数据经过预处理后成为系统能够友好支持的数据形式，也就是包含点

号、X、Y 和 Z 坐标信息的 .txt 或 .dat 文件, 以及所测船舶的船型、船长、船宽和所设测距值。有序的原始数据模块能够使航迹自动生成过程更加高效和方便, 为系统高效运行打好基础。

2) 用户交互及应用模块。

利用 DCL 搭建友好的用户界面, 提供一个可视化的用户界面与原始数据模块中的数据进行交互, 同时用户可手动输入成图要素信息及成图属性信息, 以此达到数据与可视化系统相统一的目的。

3) 成图要素二维可视化模块。

利用 AutoLISP 开发的航迹绘制程序, 在对原始数据层的数据进行提取和配置之后, 进入绘制阶段。根据用户交互及应用模块获取的点、线和属性要素, 通过 LISP 的函数命令实现图像的自动二维绘制。

2.2 绘制算法

通过外业测量获取的原始数据中, 只有设置的测点 P_1 和 P_2 两点在不同时间的精确坐标数据, 但是, 要想绘制出结构明显的船, 需要根据不同船型确定不同的结构点来绘制船轮廓的线要素。图 3a) 是单船模型, 它的结构点为 $P_5 \sim P_{10}$; 图 3b) 是一拖船模型, 它的结构点为 $P_5 \sim P_{10}$, $P_{14} \sim P_{19}$; 图 3c) 是二拖船的模型, 它的结构点为 $P_5 \sim P_{10}$, $P_{14} \sim P_{19}$, $P_{22} \sim P_{27}$ 。

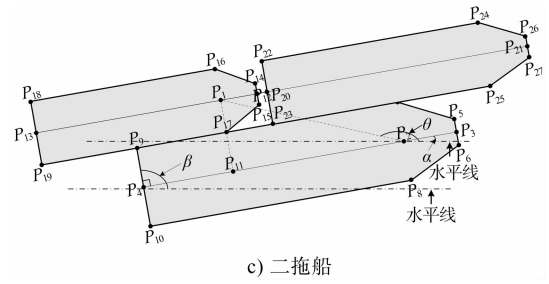
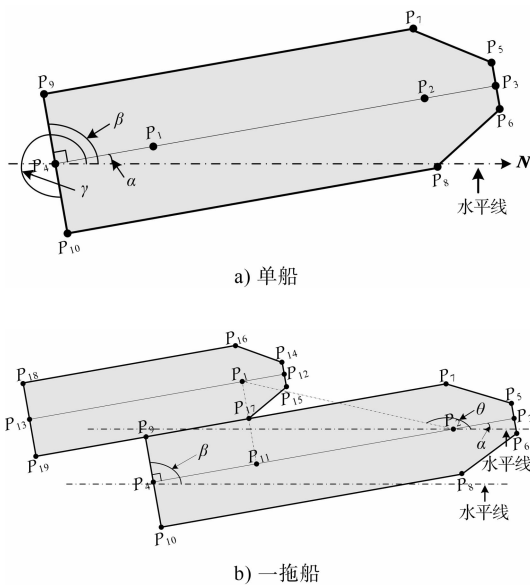


图 3 船型结构

为了通过两个测点坐标数据计算出船只结构点, 在研究过程中, 设单船的船长为 CC , 船宽为 CK , 测点 P_2 到船头的距离为 a , 测点 P_1 到测点 P_2 的测距为 s , 水平向右的方向向量为 N , 船的方向夹角 α 则为水平线与两测点连线的夹角即 N 与 P_1P_2 的夹角。

$$\alpha = \arccos \frac{N \cdot P_1P_2}{|N| \cdot |P_1P_2|} \quad (1)$$

P_1 与 P_2 延长线在船头与船尾的交点分别为 P_3 和 P_4 , 如图 2 所示, 通过数学几何法, 可以计算出相应结构点坐标。以 P_4 为例, 其坐标为:

$$P_4(X, Y) = [X_{P_1} - (CC - a - s)\cos\alpha, Y_{P_1} - (CC - a - s)\sin\alpha] \quad (2)$$

结构点 P_9 与 P_{10} 方向与水平方向的夹角分别为 β 和 γ 。则以 P_9 为例, 其坐标为:

$$P_9(X, Y) = \left(X_{P_4} + \frac{CK}{2}\cos\beta, Y_{P_4} + \frac{CK}{2}\sin\beta \right) \quad (3)$$

同理, 通过计算得出结构点 $P_5 \sim P_8$ 的坐标。当船型为多船时, 不论是一拖船或是二拖船, 设测点 P_1 所在的拖船为拖船一, 其船宽为 CK_1 , 根据船宽和测距可以得出 P_1P_{11} 以及 P_2P_{11} 的距离 $S_{P_1P_{11}}$ 和 $S_{P_2P_{11}}$ 。则一拖船或是二拖船的方向夹角 α 如下式:

$$\alpha = \arccos \frac{N \cdot P_1P_2}{|N| \cdot |P_1P_2|} + \arctan \frac{S_{P_1P_{11}}}{S_{P_2P_{11}}} - \pi \quad (4)$$

根据上述结构点的计算方法, 可以获取一拖船或是二拖船的所有成图结构点坐标。最后, 利用 LISP 实现根据结构点绘制出的由若干船只组成的航迹线。

3 应用与结果分析

基于 AutoLISP 与 DCL 研发的航迹自动绘制工具已经被成功应用到了航迹测量辅助湖北省宜昌市伍家岗长江大桥规划建设方案论证的工作中。对伍家岗大桥选址的上下共 1 km 流域范围分洪水、中水、枯水季进行了 3 次航迹测量工作。图 4 为使用航迹自动绘制工具生成的长江 02031 上水、仲泰 99 上水、宜港拖 1001 上水以及泽洋 808 下水、长江 02031 下水、宜港拖 1001 下水航迹。

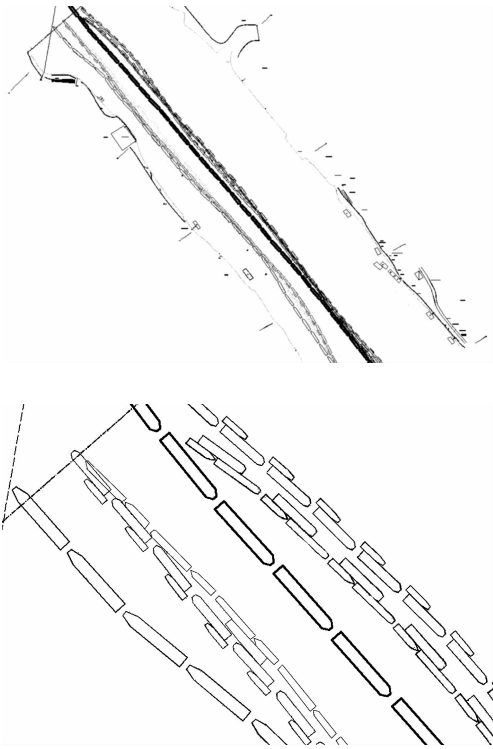


图 4 使用工具绘制的航迹

通过对相同外业测量数据利用本文提供的工具与人工手动绘制同时进行内业成图，其中，人工手动绘制与使用本工具进行内业成图流程比对如图 5 所示。

绘图过程中可以发现，本文研究的自动成图工具相较于人工手动绘制的优势如下：

1) 航迹绘制精准。

以单船为例，手动绘制时，需要根据测点 P_1 和 P_2 连成的方向线、结合船舶的长度与宽度，再人工绘制出 $P_5 \sim P_{10}$ 的结构线，绘制过程中只要任何一条结构线出现问题，那么该船舶的航行方向及船型就不精确，从而影响了整个航迹的准确性。

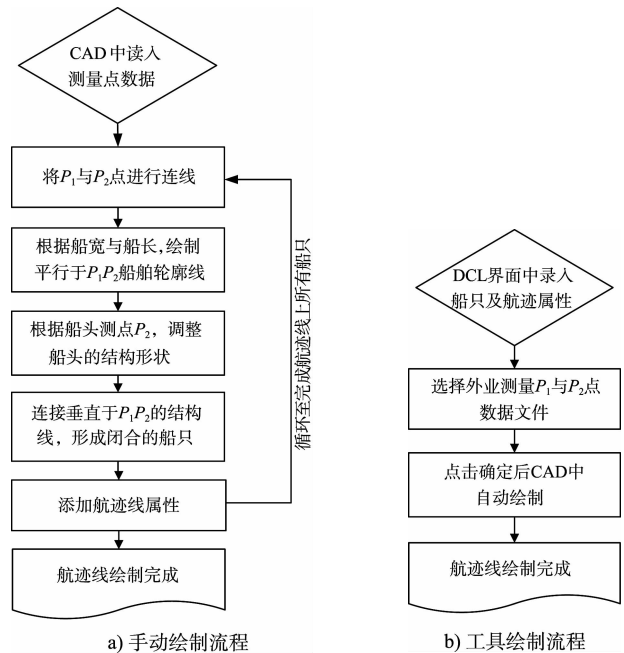


图 5 绘图流程

当所测航迹为多船时，绘制难度更大，人工绘制时出现问题的可能性也越大。与之相比，本文设计的航迹自动绘制工具，实现了后台自动绘制，保证了绘制过程中无误差，提高了航迹绘制精准度。

2) 航迹成图快速。

每条航迹线都会由若干结构船构成，本文提供的工具只需输入所测船舶信息并读入测点数据文件就可以自动生成直观的航迹图，不用人工进行重复的船只结构线的绘制，也不用手动添加所有航迹的图层属性。这样，大大降低了成图工作量，提高了工作效率。

两种方法耗时比对结果见表 1。在同一 PC 机上完成以上 6 条船舶的航迹进行绘制，通过本文提供的航迹自动绘制工具绘图时间只是手动方式的 1/22，绘图效率提高了 95.5%。

表 1 航迹自动绘制工具与手动方式耗时

绘图方式	绘图耗时/min		
	数据预处理	航迹绘图	共计
航迹自动绘制工具	3.2	8	11.2
手动	1.5	247	248.5

(下转第 153 页)