

文章编号:1674-8190(2019)02-241-06

# 基于 MyEclipse 开发环境的低空目视航图系统构建

王吉, 陈博, 史俊辰, 符芳婵

(海南金林通航研究院 飞行服务站, 海口 570203)

**摘要:** 现有民航航图中, 仪表用飞行航图不含地面参照物, 目视飞行用航图也仅包含基本地形轮廓。因此, 主要以目视规则运行的通航飞行器迫切需要一款能够包含禁飞区信息、危险障碍物、城镇居民点等各类地表情报信息的低空目视航图系统。本文介绍一种低空目视航图系统的基础架构及其基本功能。该系统采用 MyEclipse 作为开发环境, 开发语言为 JAVA; 通过 SQL Server 数据库管理系统管理“基础地理信息数据库、专题地理信息数据库、文件数据库”, 形成数据中心; 数据中心采集各数据库相关信息为客户端提供数据服务, 各数据库定期更新和完善各相关数据; 利用 OpenLayer 开发低空目视航图信息系统的 WebGIS 客户端, 并将各基础数据、专题数据、管理数据图层叠加到用户访问界面。

**关键词:** 通用航空; 低空空域; 目视航图系统; 地表信息; 飞行实时情报

中图分类号: V219

文献标识码: A

DOI: 10.16615/j.cnki.1674-8190.2019.02.014

## Construction of Low Altitude Visual Flight Rule Area Map System Based on MyEclipse Development Environment

Wang Ji, Chen Bo, Shi Junchen, Fu Fangchan

(Flight Service Station, Hainan Jinlin General Aviation Research Institute, Haikou 570203, China)

**Abstract:** In the current civil aviation chart, the instrument flight chart does not contain ground reference objects, and the visual flight chart contains only the basic terrain profile. Therefore, the general aerial vehicle, which mainly operates by visual rules, urgently needs a low altitude visual flight rule(VFR) system which can contain the information of no-fly zone, dangerous obstructions, urban settlement and other various surface intelligence information. The basic framework and basic functions of a low altitude VFR system are briefly introduced. This low altitude VFR system is based on the exploitation environment of MyEclipse, and the development language is JAVA. The basic geographic information database, subject geographic information database and file database of data center are managed by SQL Server system. The data center collects the relevant information of each database to provide the data service for the client, and each database regularly updates and perfects the relevant data. Finally, the WebGIS client of the low-altitude visual navigation map information system is developed by using OpenLayer, and the basic data, special data and management data layer are superimposed on the user access interface.

**Key words:** general aviation; low altitude airspace; VFR; ground surface information; flight real-time information

收稿日期:2018-07-21; 修回日期:2018-09-29

通信作者:陈博, dillon\_nwpu@126.com

引用格式:王吉, 陈博, 史俊辰, 等. 基于 MyEclipse 开发环境的低空目视航图系统构建[J]. 航空工程进展, 2019, 10(2): 241-246.

Wang Ji, Chen Bo, Shi Junchen, et al. Construction of low altitude visual flight rule area map system based on MyEclipse development environment[J]. Advances in Aeronautical Science and Engineering, 2019, 10(2): 241-246. (in Chinese)

## 0 引言

美国目视航图的制作距今已有 80 多年的历史,不但为美国通航产业的发展发挥了极大的促进作用,更发展出了独立的航图制作市场。而我国至今还没有官方出版的目视航图。

美国国家航图办公室(NACO)是 FAA 航空系统标准化机构(AVN)的一个部门。主要为军队、航空公司及通用航空飞行员提供美国和世界其他地区的航图以及电子化产品。其目视航图产品包括区域图 SAC、终端区图 TAC、大峡谷目视航图、世界航图、直升机航路图等。其中,区域图详细描绘了地形信息以及用于目视规则飞行(VFR)的目视检查点。检查点包括居民地、水渠、公路、铁路以及其他明显地标。以上航图一年修订一次,并由 NACO 重新发布。NACO 数据库主要由空域数据库、基础数据库、障碍数据库三个数据库构成。NACO 与地理信息部门签订合同,每 4~5 周获取一次基础信息变更通知,并安排专职飞行员进行实地飞行校核<sup>[1]</sup>。

而我国目前唯一目视航图制作机构,为隶属于空军的西安航图大队<sup>[2]</sup>。其障碍物数据库仅采集了机场 50 km 内高于地表 65 m 的障碍物数据,且仅计划 3~5 年更新一次<sup>[3]</sup>。

2016 年 6 月,国务院、中央军委空中交通管制委员会办公室决定在海南省开展空域精细化管理改革试点工作,由国有企业海南省金林投资集团建设低空空域空管服务保障示范区。考虑到实际通航飞行的需要,海南低空目视航图系统建设被列为示范区项目的重要建设内容之一。海南通用航空研究院结合其飞行服务站运行管理经验,开发了一套基于 MyEclipse 开发环境的低空目视航图系统。该系统可对地理数据进行采集/利用、处理/加工,主要构成为:①海南地区基础地理/空管信息数据、低空飞行地理/空管信息数据管理及数据库软件;②低空飞行目视航图数据采集及处理软件、低空飞行目视航图综合处理软件 SQL Server 数据库和服务器等。其中,基础地理信息数据包括地形地貌数据:采用 30 m 高程数据、0.6 m 影像数据、城市模型数据构建基础地理环境。支持导入来自互联网的影像数据。采用 1:50 000 导航图作为基

础地理信息数据。

本文首先介绍海南低空目视航图系统方案,然后介绍其功能,以期为我国通用航空航图绘制提供借鉴。

## 1 海南低空目视航图系统方案

海南低空目视航图系统通过数据中心采集其他数据来源定期更新数据,保证地理信息数据的准确性;能够自定义筛选有用信息并且过滤掉敏感信息<sup>[4]</sup>。形成满足低空空域目视飞行要求的低空空域目视航图系统。为海南低空空域飞行用户提供飞行计划航线规划和目视飞行航图服务,并导出相关的飞行信息文档和航路截图,以便飞行用户随身携带和查看<sup>[5]</sup>。

系统采用 1:250 000 比例尺,所含信息包括计划航线及里程、导航设施、地面障碍物、空域等级、主要机场之间大圆航线距离表、进出机场间的里程、机场目录、机场设施和服务、建议飞行路径以及建议高度等信息<sup>[6]</sup>。地图上标明有地面参考可提供目视飞行定位。同时可在基础地图上叠加禁飞区、电力线、居民地等专题数据,并可实现历史数据对比<sup>[7]</sup>。

### 1.1 海南低空目视航图系统构建模式

低空空域目视航图可实现航线规划、专题展示、空间量算、地图标绘、展示航线、飞行导航和空间数据可视化等功能<sup>[8]</sup>。系统为飞行用户提供多元化的航线编辑模式,用户可根据自己掌握的信息自行选择更科学、更便捷的航线规划方式。

(1) 航线规划:系统支持航线规划,为用户智能规避航路上的禁飞区和障碍物等。

(2) 专题展示:能够加载禁飞区、高压线、居民地、障碍物和其他助航专题数据。

(3) 空间量算:实现基本距离测量和面积测量等功能,方便用户在规划航线时参考。

(4) 地图标绘:用户能够通过点、线、面三种方式在地图上自定义临时的专题信息。

(5) 展示航线:能够显示用户编辑过的航线及航线导出功能。

(6) 飞行导航:能够为空中飞行用户提供实时

导航定位信息和周边飞行环境,让空中飞行用户实时了解周边飞行环境。

(7) 空间数据可视化:基础地理数据支持显示河流、湖泊、居民地、公路、铁路等具有明显特征的基础地理环境数据;支持以影像图的形式显示地貌数据;支持显示航路、航线、机场、起降点、助航设施等空域相关数据,并支持图层控制、风格设置、对象选择操作<sup>[9]</sup>;支持以符号的形式显示人工建筑物或构筑物,以及线、面的形式显示连续的障碍物。

### 1.2 框架设计

低空空域目视航图系统由空管基础数据管理工具、空管基础数据采集终端、航图综合工具、辅助工具组成,功能模块组成如图 1~图 2 所示。

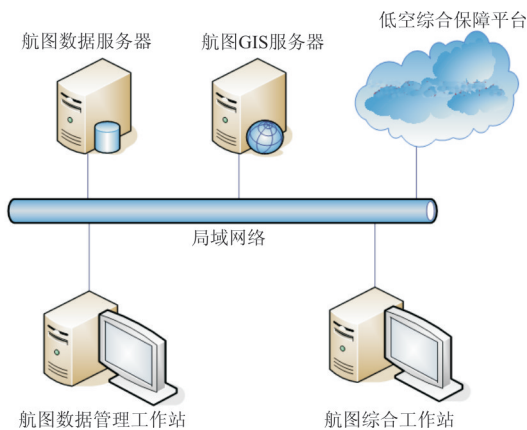


图 1 低空空域目视航图系统服务器拓扑结构图

Fig. 1 Low altitude visual chart system server topology structure chart

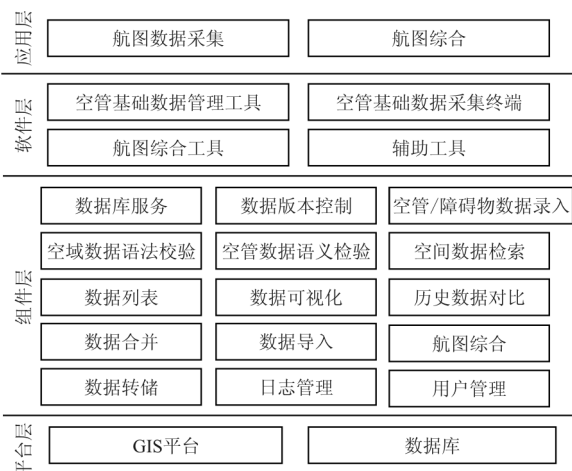


图 2 低空空域目视航图系统网络逻辑层级图

Fig. 2 Low altitude visual chart system network logic hierarchy diagram

### 1.3 开发环境及安全

海南低空目视航图系统采用 MyEclipse 作为开发环境<sup>[10]</sup>,开发语言为 JAVA。GIS 平台软件选择 OpenLayer 开源软件进行二次开发来实现<sup>[11]</sup>。开发技术架构如图 3 所示。

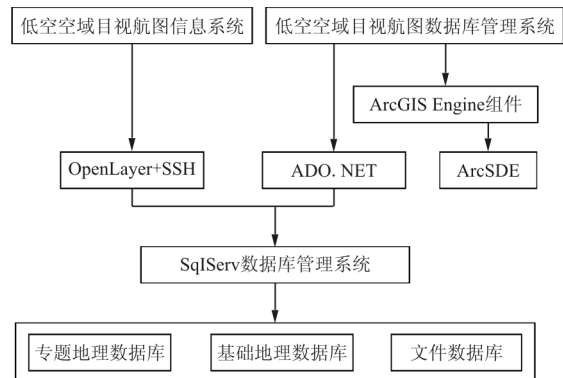


图 3 开发技术架构图

Fig. 3 Development technology framework

本系统所采用地理信息数据在进行脱密再加密处理,以保证数据的安全性。所使用的开发语言 JAVA 关闭对指针的直接操作,系统的安全性高。

## 2 海南低空目视航图系统功能介绍

### 2.1 用户主界面

系统用户界面包含四大功能区,如图 4 所示。

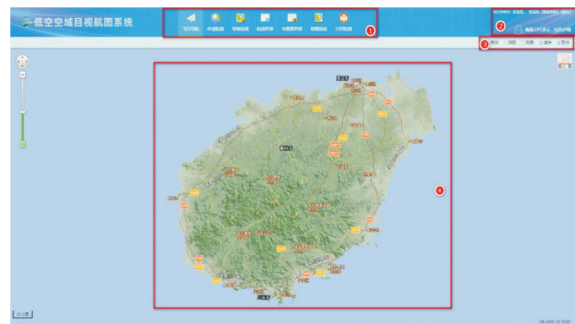


图 4 飞行用户主界面图

Fig. 4 Pilot user interface

(1) 系统功能区:主要功能包括飞行导航、申请航线、常备航线、航线列表、专题图层列表、地图标会和打印航线。

(2) 用户信息及天气预报:能够显示当前登录

用户名、修改密码、显示当前区域天气情况、退出系统。

(3) 地图工具:包括漫游、测距、测面积、清除地图上的其他标记和显示图例。

(4) 地图功能区:能够显示基础地图、专题地图、航线,以及航线的绘制、编辑等都在地图显示区域完成,如图 5 所示。



(a) 地势图



(b) 影像图



(c) 电子地图

图 5 基础地理数据图

Fig. 5 Basic geographic data map

系统支持地图多种模式显示,用户可根据需要自行切换显示地势图、影像图或者电子地图。

## 2.2 航线申请

针对普通飞行用户,系统提供了三种申请航线的方式,分别为经纬度输入、地址定位输入及地图取点输入。

### (1) 经纬输入法

用户可以在航线申请的界面上直接输入起点、终点和多个途径点的经纬度,最后系统会根据输入的顺序自动生成临时航线,航线支持手动调整。

### (2) 地址定位法

当用户无法提供准确的经纬度坐标时,系统支持用户使用地址定位的方式来生成航线。当用户输入地址时,系统会匹配相似度最高的地址供用户选择,用户选择对应的地址作为起点、终点或途经点后,系统会智能生成相应的临时航线。航线支持手动调整。

### (3) 地图取点输入法

用户在地图上点击右键并选择要添加点的属性(起点、终点或途经点),最后会自动生成临时航线。航线支持手动调整。

用户通过以上方式输入起点、途经点、终点、飞行日期和飞行时间段后,系统能够自动为用户推荐一条合适的飞行航线,该航线智能地避让禁飞区、高山、变电站、高压线等危险区域。同时,系统支持绘制航线功能。用户可通过手工绘制航线,也可参考专题数据信息来自定义航线。若用户制作航线过程中想要修改航线,可通过调整航线功能来手动调整航线。

## 2.3 飞行导航

飞行导航能够为机组提供实时导航信息,包括飞机当前经纬度信息、飞行高度、地面高程、禁飞区,飞行方向前方 7 km 范围内的碍航信息等,如图 6 所示。

## 2.4 航图导出

制作的航图输出成图像格式文件,可通过外设把制作完成的航图打印成纸质文件,方便用户随身携带查看。



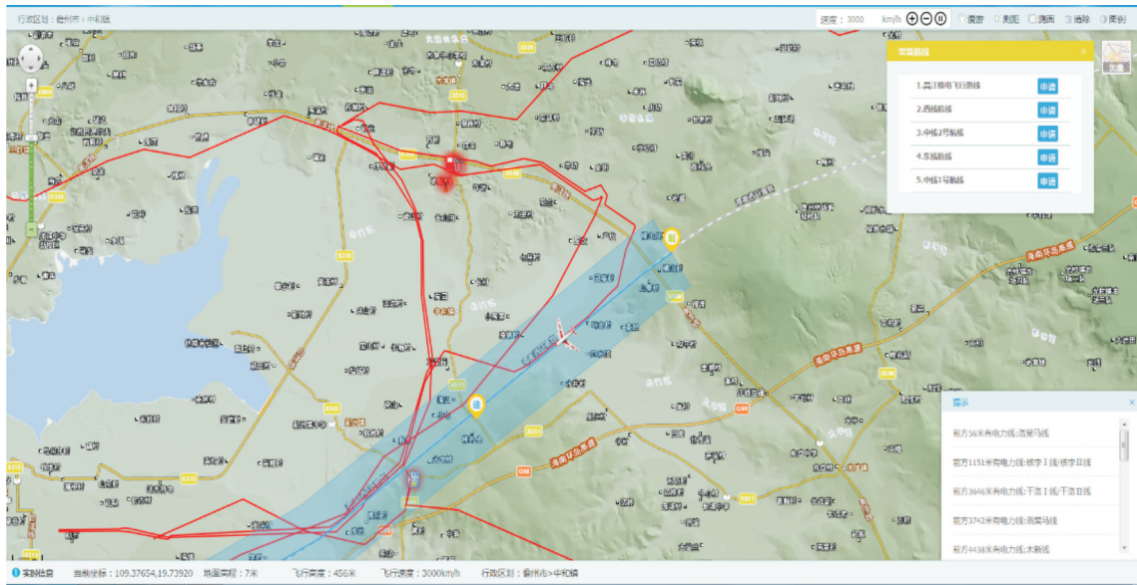


图 6 飞行导航效果图

Fig. 6 Flight navigation map

### 2.5 常备航线

常备航线是经过多次飞行和测试,安全系数最高的低空飞行航线,用户可直接申请使用常备航线或在制作航线时参考常备航线来规划飞行路线。

### 2.6 专题图层

专题数据主要包括飞机临时起降点数据、导航基站、变电站、电力线、机场、服务区、气象数据、油库等数据。用户可以根据需要加载不同的专题数据,从而获取导信息,如图 7 所示。



图 7 加载电力线效果图

Fig. 7 Power line loaded diagram

## 2.7 地图标绘模块

地图标绘模块为用户提供了点线面三种标绘方式。用户可根据自己的需求在地图上绘制需要的信息。当临时标注信息失效时,用户可删除标注。

## 3 结束语

海南是全国首个在空域精细化管理改革试点中实施低空空域管理改革的地区。低空飞行目视航图系统现已覆盖了海南省全境。该系统不但为海南低空安全飞行提供了有力保障,成为了海南通用航空飞行安全保障体系中不可或缺的一部分,更为我国摸索出了便捷高效、交互程度高的通用航空目视航图系统构建方法。相信该系统的构建将会成为我国通用航空航图绘制的一次成功探索,引导我国航图绘制事业走上高速发展的轨道。

### 参考文献

- [1] 郑钦明. 美欧目视航图要素标绘比较及启示[J]. 空中交通管理, 2010(1): 16-17.  
Zheng Qinming. Comparison and enlightenment of American and European visual graphic elements plotting[J]. Air Traffic Management, 2010(1): 16-17. (in Chinese)
- [2] 王伟, 刘松. 关于我国低空空域管理问题的思考[J]. 空中交通管理, 2006(5): 4-10.  
Wang Wei, Liu Song. Thinking about the management of low-altitude airspace in China[J]. Air Traffic Management, 2006(5): 4-10. (in Chinese)
- [3] 孟爱民. 美国通用航空目视航图[J]. 中国民用航空, 2005(3): 59-61.  
Meng Aimin. US general aviation visual charts[J]. China Civil Aviation, 2005(3): 59-61. (in Chinese)
- [4] 杨军, 利余江. 电子航图在通用航空飞行准备中的应用[J]. 中国民航学院学报, 2006, 24(3): 32-34.  
Yang Jun, Li Yujiang. Application of electronic chart in general aviation flight preparation[J]. Journal of Civil Aviation University of China, 2006, 24(3): 32-34. (in Chinese)
- [5] 郑钦明. 浅谈目视航图的制作[J]. 空中交通管理, 2008(10): 37-39.  
Zheng Qinming. Brief discussion of visual aerial map[J]. Air Traffic Management, 2008(10): 37-39. (in Chinese)
- [6] 胡文娟. 通航飞行服务站系统研究与实现[J]. 中国民航飞行学院学报, 2015, 27(3): 53-56.  
Hu Wenjuan. Research and implementation of general aviation flight service station system[J]. Journal of China Civil Aviation Flying College, 2015, 27(3): 53-56. (in Chinese)
- [7] 郑潇雨. 基于 GIS 的复杂地形下直升机救援飞行路径优化[D]. 广汉: 中国民用航空飞行学院, 2013.  
Zheng Xiaoyu. Optimization of helicopter rescue flight path under complex terrain based on GIS[D]. Guanghan: China Civil Aviation Flight University, 2013. (in Chinese)
- [8] 黄俊祥, 李鹏, 王红勇. 基于视觉感受实验的目视航图评价制作[J]. 中国民航大学学报, 2013, 31(2): 7-11.  
Huang Junxiang, Li Peng, Wang Hongyong. Visual aeronautical chart evaluation based on visual perception experiment[J]. Journal of Civil Aviation University of China, 2013, 31(2): 7-11. (in Chinese)
- [9] 黄邦菊, 郑潇雨, 林俊松, 等. 基于 Super Map 复杂地形下的直升机飞行计划制定方法研究[J]. 中国民航大学学报, 2013, 24(2): 14-16.  
Huang Bangju, Zheng Xiaoyu, Lin Junsong, et al. Research on helicopter flight planning method based on super map in complex terrain[J]. Journal of Civil Aviation University of China, 2013, 24(2): 14-16. (in Chinese)
- [10] 陈曦. 目视航图的分析与研究[J]. 黑龙江科技信息, 2012(15): 36.  
Chen Xi. Analysis and study of visual aerial map[J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2012(15): 36. (in Chinese)
- [11] 张文元, 许妙忠. 基于规则库的目视航图自动化制图[J]. 测绘科学, 2011, 36(1): 160-163.  
Zhang Wenyuan, Xu Miao Zhong. Automatic drawing of visual aerial map based on rule base[J]. Science of Surveying and Mapping, 2011, 36(1): 160-163. (in Chinese)

### 作者简介:

王吉(1963—),男,博士,高级政工师,工程师。主要研究方向:通用航空基础设施建设及产业化运营。

陈博(1986—),男,硕士,工程师。主要研究方向:电子信息自动化、通用机场及低空飞行服务系统建设。

史俊辰(1990—),男,学士。主要研究方向:通用航空飞行服务保障。

符芳婵(1995—),女,学士。主要研究方向:通用航空飞行服务保障。

(编辑:赵毓梅)