

海军航空装备保障统筹图绘制系统的设计与实现

王文秀, 孙鲁青, 纪云飞, 刘阳

(海军航空大学 青岛校区, 山东 青岛 266041)

摘要: **目的** 研制开发“海军航空装备保障统筹图绘制系统”, 实现海军航空装备保障管理智能化, 有效利用保障资源, 提高保障工作效率。**方法** 采用 C/S 和 B/S 模式相结合, 前台以 NevronNETVision 为系统开发平台, 后台数据管理采用大型关系型数据库 SQL Serve, 通过网络计划技术和 AOE 网分析技术, 实现图形绘制和确定关键路线。**结果** 通过导入 Excel 工作簿, 实现统筹图、甘特图、资源载荷图的自动生成, 提供可视化的图形编辑和统筹图的规范性检查, 能进行关键路径、时间参数计算和人员负荷分析。**结论** “海军航空装备保障统筹图绘制系统”智能、高效, 为海军航空装备保障管理智能化提供了技术支持。

关键词: 航空装备保障; 统筹图; 绘制系统

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2020.12.020

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1672-9242(2020)12-0126-05

Design and Realization on Overall Planning Chart Drawing System of Naval Aviation Equipment Support

WANG Wen-xiu, SUN Lu-qing, JI Yun-fei, LIU Yang

(Qingdao Branch of Naval Aviation University, Qingdao 266041, China)

ABSTRACT: The work aims to develop an “overall planning chart drawing system of naval aviation equipment support”, to realize intelligent management of naval aviation equipment support, effectively use support resources, and improve support work efficiency. The C/S and B/S modes were combined. NevronNETVision was used as the system development platform in the foreground, and the large relational database SQL Serve was used for background data management. Network planning technology and AOE analysis technology were used to achieve graphic drawing and determine key routes. By importing an Excel workbook, the overall planning chart and Gantt chart and resource load chart were generated automatically. It can provide visual graphic editing and standardized check of the overall chart, and can analyze critical path, time parameter calculation and personnel load. The overall planning chart drawing system of naval aviation equipment support” is intelligent and efficient, providing technical support for the intelligent management of naval aviation equipment support.

KEY WORDS: aviation equipment support; overall planning chart; drawing system

统筹法是通过统筹图来合理安排工作进程的一种科学项目管理方法, 通过科学地计划组织、协调,

收稿日期: 2020-05-01; 修订日期: 2020-06-25

Received: 2020-05-01; Revised: 2020-06-25

作者简介: 王文秀(1967—), 女, 副教授, 主要研究方向为航空装备保障运筹分析。

Biography: WANG Wen-xiu (1967—), Female, Associate professor, Research focus: analysis of aviation equipment support operation research.

能够有效地利用时间、人力和物力等各种资源，缩短工作周期，提高工作效率，在航空装备保障中（如定检、换发等）有着非常广泛的应用，为航空装备保障计划的最优化提供有力的数据支持。统筹图是统筹法的基础，目前航空兵部队的统筹图绘制还停留在手工阶段，费时费力，所以借助计算机技术开发海军航空装备保障统筹图绘制系统成为必然需求。

1 系统总体设计

1.1 设计原则

1) 简便。系统以减轻航空装备保障流程数据输入、统筹图绘制工作量为主要目的，通过常用的办公软件 Excel 工作簿一次录入数据，动态追加，尽量减少数据信息冗余，自动生成统筹图、甘特图以及确定关键路线。

2) 智能交互。系统人机交互界面友好，在自动

生成统筹图的基础上，可进行可视化的图形编辑，直观地添加、删除、修改工序，拖动节点，手动生成统筹图，符合航空装备保障流程优化专业需求。

3) 规范性。系统统一数据信息输入、输出格式，并可对准备输入、输出的 Excel 工作簿文件进行规范性检测，自动校验数据内容和格式，保证其规范性和正确性。对于不正确的数据或编码输入，自动给出提示，重新输入。

4) 模块化。系统按照模块化进行设计，可以对每个模块进行独立的编程、调试、修改和扩充，而不影响整个系统，并可方便地扩充新模块，有较好的通用性和灵活性。

1.2 系统结构与功能

系统从自身的管理和使用角度，设计整体结构如图 1 所示。系统主要有绘图、参数计算、优化分析和数据图形输出等功能。

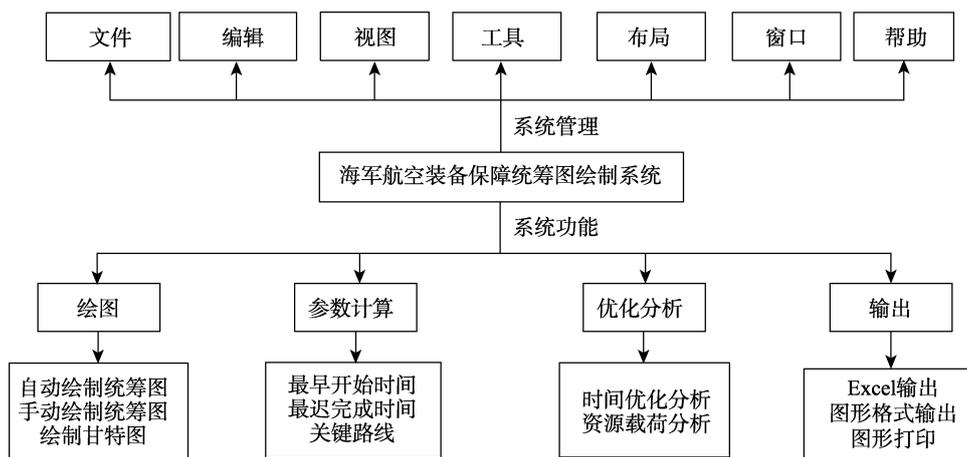


图 1 海军航空装备保障统筹图绘制系统结构

Fig.1 Structure of drawing overall plan chart drawing system of naval aviation equipment support

1) 绘图。系统绘制统筹图有两种方式：一种是通过导入 Excel 工作簿，自动生成统筹图；另一种方式是手动绘制和编辑，并通过“绘图工具栏”对统筹图进行版面设计，实现对统筹图进行移动、删除、擦除、复制、粘贴等多种操作，从而使统筹图布局更加合理、美观。通过对统筹图进行规范性检查后，系统自动生成甘特图。选择“工具”菜单下的“计算关键路径”子菜单，可在统筹图（甘特图）中标出关键路线（红色）。

2) 计算时间参数。在绘制统筹图的基础上，可自动计算每个结点的最早开始时间和最迟完成时间，从而可确定每项工作的最早开始时间、最迟完成时间和机动时间。

3) 优化分析。在梳理关键工序的基础上，通过缩短关键工序的时间或改变关键工序的组织方式，给出缩短工期方案和资源载荷分析，并在非关键工作机动时间允许的范围内，通过推迟部分非关键工作的开

始时间和延长部分非关键工作的持续时间，解决非关键工作与关键工作争资源的矛盾，到达资源的均衡利用，充分发挥有限资源的作用。

4) 输出。系统提供四种形式的输出：一是统筹图保存（另存为）；二是由统筹图导出 Excel 工作簿；三是统筹图（甘特图）导出图像；四是统筹图（甘特图）打印（打印预览）。

2 系统研制的技术与方法

2.1 开发平台

本系统的开发平台为 .NET Framework 和 NevronNETVision。 .NET Framework 是一个多语言组件开发和执行环境，它提供了一个跨语言的统一编程环境，可用于创建任意基于 Windows 系统的应用程序，

支持各种业务流程，是程序开发必不可少的工具。NeuronNETVision 主要用于创建企业级的数字仪表盘、记分卡、图表、地图、MMI 界面等，具有很多精心设计的对象模型，所以以此绘制统筹图非常方便。

2.2 C/S、B/S 模式

C/S 即 Client/Server, 也称为客户端/服务器模式。从开发的角度来说, 该结构模式具有较强的事务处理能力, 能适应复杂的业务流程。本系统的更新、维护及所有数据处理通过 CS 客户端在后台的数据库中完成, 包括对数据的查询、增加、删除、修改等。B/S 即 Browser/Server, 客户端只要安装一个浏览器, 方便系统的维护升级。为此, 本系统结合 C/S 和 B/S 两种模式的优点, 系统总体技术采用 C/S 模式为主并结合 B/S 模式的混合结构。

2.3 网络计划技术与 AOE 网分析技术

网络计划技术又称为统筹法, 它是通过绘制统筹图, 计算时间参数, 确定关键路线, 并在此基础上调整优化, 从而实现合理安排工作的目的。统筹图是统筹法的基础, 是表示工程所含工作、工作之间的关系及工作消耗资源的有向图。在统筹图中, 箭线表示工作, 箭线上方为工作名称, 下方为工作所需资源, 如时间、人力等, 节点编号顺序应从小到大。

AOE 网是用来描述和分析工程计划和实施过程的有向图。AOE 图上的每一条边表示的是一个活动, 顶点作为各个“入度边事件”的汇集点。在 AOE 网中只有一个入度为零的点, 为始点; 一个出度为零的顶点, 为终点。从始点到终点的最长路径就是关键路线。关键路线算法流程如图 2 所示。

3 绘图实例

飞机定检工作是航空兵部队内场日常性的工作,

是装备维护工作的重要组成部分, 也是部队内场的主要任务。按照法规, 定检工作必须依照定检统筹图实施, 下面以绘制某型机定检统筹图为例进行说明。

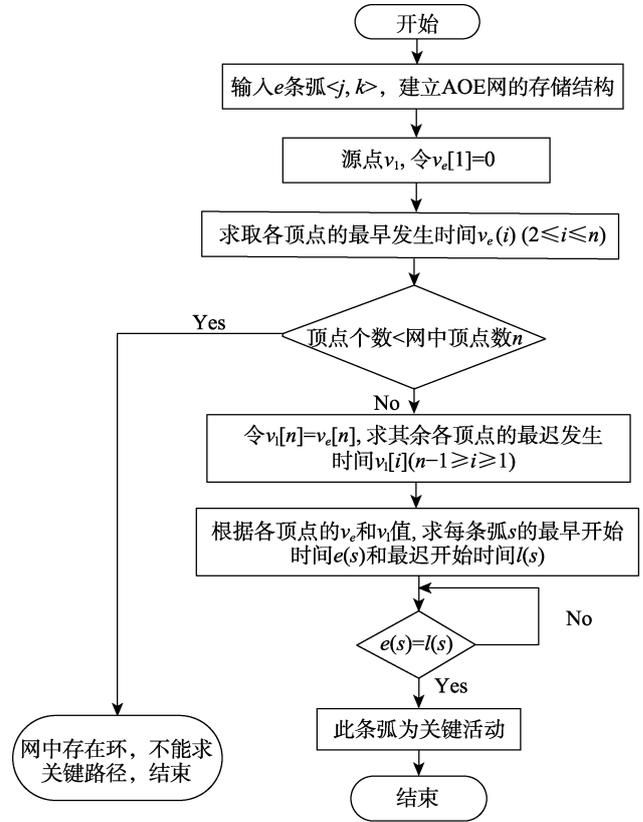


图 2 关键路径算法流程
Fig.2 Critical path algorithm flow

3.1 制作 Excel 工作簿

根据规程, 梳理出该型机定检所包括的所有工序、工序之间的关系、工序所需时间及对应专业, 工序之间的关系通过紧前工序表示, 如图 3 所示。

	A	B	C	D	E	F	G
1	工序ID (整型)	工序名称 (字符型)	紧前工序ID (字符型)	持续时间 (单精度浮点型)	需要人数 (整型)	所属专业 (字符型)	备注 (字符型)
2		0 下指令		0.5			
3		1 专业分工	0,		1		
4		2 交接飞机	1,		1		
5		3 各专业通电	2,		1.5		
6		4 拆离位检测部附件 (83,			8	4 军械专业	
7		5 校验离位件	4,		4	4 军械专业	
8		6 装离位检测件	5,		12	3 军械专业	
9		7 拆离位检测部附件 (93,			2	3 火控专业	
10		8 拆控制盒、导弹接线排7,			1	3 火控专业	
11		9 校验离位件	8,		8	4 火控专业	
12		10 装离位检测件	9,		4	4 火控专业	
13		11 校修前准备	3,		4	8 机械专业	
14		12 校验1	11,*17,*24,		4	8 机械专业	
15		13 校验2	12,*18,*25,		4	8 机械专业	
16		14 校验3	13,*19,*26,		4	8 机械专业	

图 3 定检工作簿
Fig.3 Periodical inspection work book

3.2 生成统筹图

通过文件菜单导入 Excel 工作簿，进行规范性检查后，由系统自动生成统筹图，如图 4 所示。确定关键路线，并对生成的统筹图进行手动编辑，使统筹图

的布局更加美观、合理，如图 5 所示。

3.3 生成甘特图

选取工具菜单下的“生成甘特图”，系统自动生成甘特图。如图 6 所示。

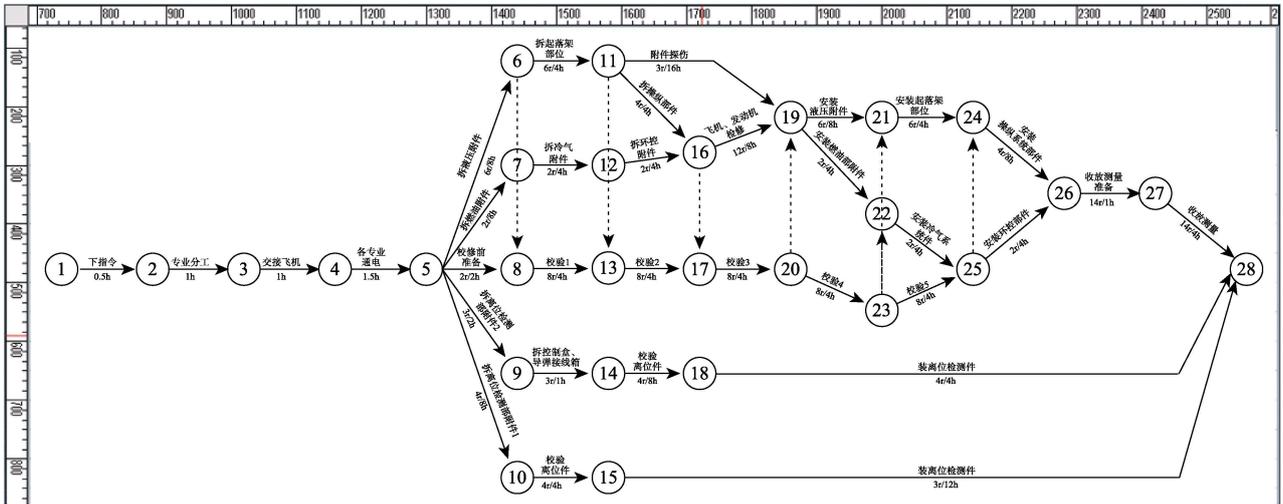


图 4 自动生成的定检统筹
Fig.4 Regular inspection coordination generated automatically

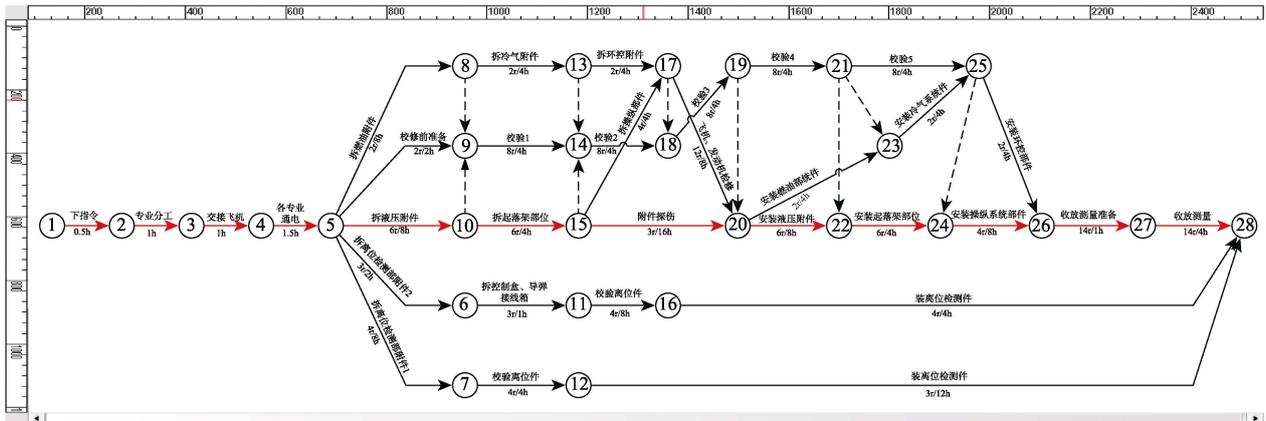


图 5 手动编辑调整后的定检统筹图
Fig.5 Regular inspection overall plan after manual editing and adjustment

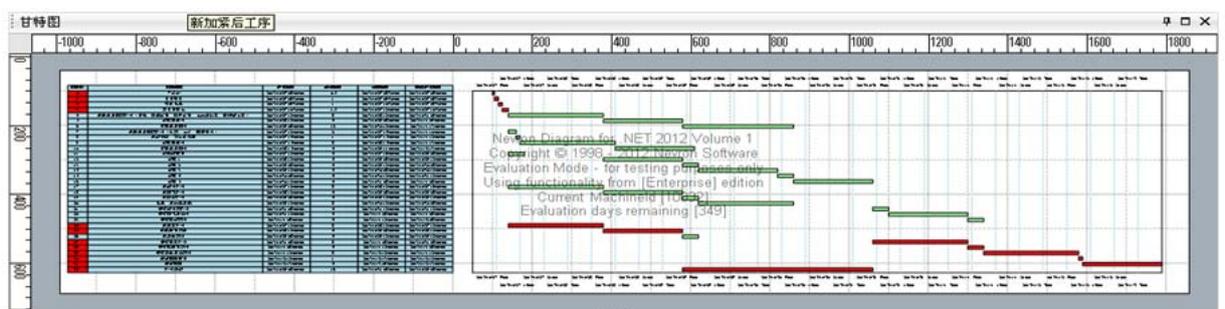


图 6 定检甘特图
Fig.6 Gantt chart of regular inspection

4 结语

《海军航空装备保障统筹图绘制系统》，通过导入常

用的办公软件 Excel 表格，实现统筹图、甘特图、资源载荷图的自动生成，提供可视化的图形编辑和统筹图的规范性检查，能进行关键路径、时间参数

计算和人员负荷分析,并可自动导出规范化的 Excel 表格、保障流程内容及其之间逻辑关系和多种形式的图形,充分满足航空装备保障流程优化专业需求。该系统的应用,大大节约了人力物力资源,提高了工作效率,并为航空装备维修保障管理智能化提供技术支持。

参考文献:

- [1] 陈志华. 双代号网络图计算机自动绘制研究[J]. 武汉理工大学学报, 2006, 28(2): 25-28.
CHEN Zhi-hua. CAD of Activity-on-Arrow Network[J]. Journal of Wuhan University of Technology (Information & Management Engineering), 2006, 28(2): 25-28.
- [2] 邹海, 邱慧丽. 双代号网络图绘制算法的研究与实现[J]. 计算机与现代化, 2013(7): 176-179.
ZOU Hai, QIU Hui-li. Research and Implementation of Drawing Activity-on-arrow Network[J]. Computer and Modernization, 2013(7): 176-179.
- [3] 甘焕, 赵嵩正. 双代号网络图虚工序的自动添加方法研究[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(16): 4016-4018.
GAN Huan, ZHAO Song-zheng. Method of Auto Adding Virtual Working Procedure in Double Code Network Diagram[J]. Computer Engineering and Design, 2007, 28(16): 4016-4018.
- [4] 王绍华. 海军机场飞行保障流程仿真及优化[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2012.
WANG Shao-hua. Simulation and Optimization of Flight Support Process in Naval Airport[D]. Harbin: Harbin Engineering University, 2012.
- [5] 甘焕, 赵嵩正, 高娜. 一种双代号网络图节点编号方法[J]. 陕西理工学院学报, 2007, 23(1): 60-63.
GAN Huan, ZHAO Song-zheng, GAO Na. The Method of Numbering the Node of Dummy Arrow[J]. Journal of Shaanxi University of Technology (Natural Science Edition), 2007, 23(1): 60-63.
- [6] 芦思文, 方小杰, 王惠溧. 基于 Matlab 的工程施工关键线路确定[J]. 科技创新与应用, 2013(21): 229.
LU Si-wen, FANG Xiao-jie, WANG Hui-li. Determination of Key Construction Route Based on Matlab[J]. Technology Innovation and Application, 2013(21): 229.
- [7] 张彩庆, 王婷. 网络图自动生成算法研究[J]. 数学的实践与认识, 2003, 33(12): 9-14.
ZHANG Cai-qing, WANG Ting. The Study of Network Diagram Automatically Generating Algorithm[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2003, 33(12): 9-14.
- [8] 陈施奇, 李琪, 王博. PERT 网络计划图自动布点的研究[J]. 计算机与数字工程, 2009, 37(4): 122-123.
CHEN Shi-qi, LI Qi, WANG Bo. Research on Automatically Points Displacement Based on PERT Network Plan Chart[J]. Computer and Digital Engineering, 2009, 37(4): 122-123.
- [9] 宋车梅, 范俊波, 徐振明. PERT 网络图绘制的研究[J]. 成都信息工程学院学报, 2003, 18(2): 132-135.
SONG Che-mei, FAN Jun-bo, XU Zhen-ming. Pert Network Drawing[J]. Journal of Chengdu University of Information Technology, 2003, 18(2): 132-135.
- [10] 张永强, 李克华, 陈庆华. 网络图自动生成系统的设计与实现[J]. 计算机工程与应用, 2003, (33)125-127.
ZHANG Yong-qiang, LI Ke-hua, CHEN Qing-hua. The Design and Implement of Network-Chart Automatic Creation System[J]. Computer Engineering and Applications, 2003, (33)125-127.
- [11] 陈志华, 蒋沧如, 彭少民. 网络图中节点排序及回路判断方法[J]. 建筑技术开发, 2004, 31(6): 111-112.
CHEN Zhi-hua, JIANG Cang-ru, PENG Shao-min. Sorting Nodes and Checking Loop Methods in Network Chart[J]. Building Technique Development, 2004, 31(6): 111-112.
- [12] 王磊, 朱万红, 张健. 网络图虚工序自动识别算法的改进[J]. 解放军理工大学学报(自然科学版), 2009, 10(S): 16-20.
WANG Lei, ZHU Wan-hong, ZHANG Jian. Improvement on Automatic Identification Algorithm of Dummy Activities in Network Charts[J]. Journal of PLA University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2009, 10(S): 16-20.