

doi: 10.7690/bgzd.2014.02.011

配线数据在辅助维修系统中的研究与应用

高万春, 张锐丽, 吴为团

(海军航空工程学院青岛校区航空装备保障指挥系, 山东 青岛 266041)

摘要: 针对辅助维修系统很难有效的对结构复杂、幅面较大的配线图进行原理分析的问题, 提出一种配线数据分析功能在辅助维修系统中的应用要求和数据操作模型。以某型飞机辅助维修系统开发为背景, 基于 GJB6600 标准下配线数据模块、配线数据信息集、WebCGM 和 CGM 图形操纵等关键技术, 结合装备保障工作实际和辅助维修系统的应用, 分析了辅助维修中配线数据分析系统应包含的主要功能, 并通过装备研制方、协作方和用户多方协作完成辅助维修系统的创作。实例分析结果证明: 该设计能自动查找 2 个设备间的电路通路, 可以通过通路间设备、导线列表辅助分析电路, 实现故障排除。

关键词: 辅助维修系统; 配线数据模块; 配线数据分析系统

中图分类号: TJ07 **文献标志码:** A

Research and Application of Wiring Data in Assistant Maintenance System

Gao Wanchun, Zhang Ruili, Wu Weituan

(Department of Aeronautical Equipment Support Command, Qingdao Branch,
Naval Aeronautical & Astronautical University, Qingdao 266041, China)

Abstract: It is difficult to analyze principle of big wiring scheme with complicated structure. Put forwards application requirement and data operation model of wiring data analysis function in assistant maintenance system. Takes certain type airplane assistant maintenance system research and development as background, based on these key technology such as wiring data module, wiring data information integration, WebCGM and CGM under GJB6600 standard, combined with equipment support work and assistant maintenance system application, analyze main functions of wiring data analysis system in assistant maintenance. Then create assistant maintenance system by equipment research department, assistant department and user. The example analysis result shows that the system realizes auto lookup circuit access of two equipments, assistant analysis circuit through access equipment and lead list, and trouble shooting.

Keywords: assistant maintenance system; wiring data module; wiring data analysis system

0 引言

飞机、舰船等装备的纸质技术资料一般包含大量的技术图形, 其中进行原理介绍和电路分析的配线图是装备维修保障的基础, 对于这些结构比较复杂、幅面较大的配线图, 仅仅通过简单的人机交互和放大展示很难进行有效的原理分析, 会影响装备维护人员进行故障隔离和设备保障的成功率, 从而影响维修效率^[1]。当前国际上先进的辅助维修系统一般都集成有复杂电路的配线数据分析功能, 比较先进的典型系统有波音公司的 Boeing Wiring Illuminator 系统和 InfoTrust 公司的 FlightLine 系统等, 这些产品典型的特点除了功能强大、操作方便外, 都能够根据用户的操作要求, 自动地生成电路分析和连接关系, 如插针连接图、配线走向等, 这些功能在维护工作中能够大大减少查找设备布线的�时间, 提高工作效率。尤其对于连接关系复杂、跨页显示的电路特别重要。辅助维修系统中的配线数据分析也是装备辅助维修系统发展的重要领域^[2-3];

因此, 笔者对配线数据在辅助维修系统中的应用进行了研究与实践。

1 关键技术分析

1.1 辅助维修系统创作标准

数字化的技术资料是辅助维修系统创作的基础, 而技术资料的数字化储存与使用必然与环境有关, 这就存在着平台与系统的互异性问题, 为实现跨平台、跨系统的信息交换, 从而保证系统长期可用, 辅助维修系统在创作时必须按照标准实施, 以规范系统的内容组织、界面组成、交互方式等内容。当前国际上广泛采用的创作标准主要包括欧洲 S1000D 国际规范、美国 IETM 军用标准、民用航空器技术标准等, 其中起源于欧洲的 S1000D 标准以其广泛的技术基础和强大的组织支持, 目前已经发展成为一个适用于军、民领域的陆、海、空、天所有装备技术资料的数字化通用规范, 发展迅速、前景广阔。我国也于 2007 年加入了 S1000D 规范编制

收稿日期: 2013-08-29; 修回日期: 2013-09-25

作者简介: 高万春(1973—), 男, 山东人, 硕士, 讲师, 从事航空装备保障技术、信息管理系统与应用研究。

维护工作组，并且在引进、吸收 S1000D 规范的基础上，结合我国、我军的实际情况，于 2009 年颁布了国家标准 GB/T2446 和军用标准 GJB6600，目前这些标准还没有经过充分的工程实践^[4-5]；因此，在较长的一个时期内，我军装备辅助维修系统的创作是以 GJB6600 标准为基础，参照 S1000D 规范，通过 2 个标准的综合集成和合理剪裁，创作出重用性、交互性、互操作性等各方面符合装备全寿命管理要求的辅助维修系统。

1.2 基于 GJB6600 的数据流程

基于 GJB6600 标准的辅助维修系统采用全寿命、模块化设计思想，装备的技术数据在其生命周期内一次生成、全程使用，并按用途和使用时机被设计和分解为一系列的数据模块 (data module, DM) 和信息对象，在管理上采用统一规范的方式集中存储，在存储方式上采用公共源数据库 (common source data base, CSDB)，CSDB 中的存储对象均被分配一个全球唯一的编码，用于对象的组织、管理和引用^[6]。辅助维修系统以出版物模块 (publication module, PM) 的形式组织，系统所需要的技术信息以 PM 的方式定义出版物的内容和结构，引用数据模块，并形成序列。

在 WEB 环境下基于浏览器/服务器结构的系统中，辅助维修系统的数据模块要组织成 XML 文档，在显示上通过样式单控制，数据模块与样式单发送给浏览器系统阅读器解析显示。系统数据流程如图 1 所示。

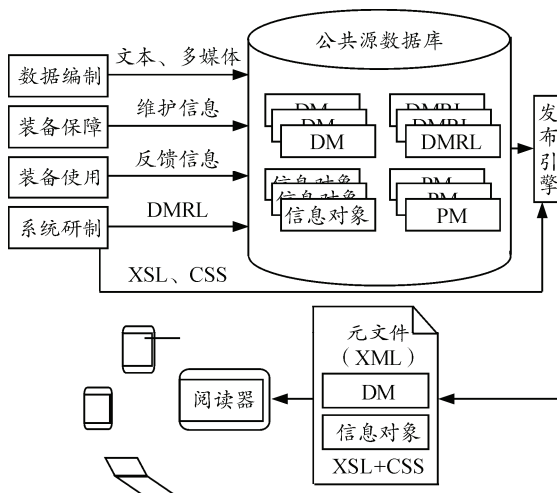


图 1 基于 GJB6600 标准的数据流程

其中，公共源数据库是系统的核心，主要用来存储用以组织和显示辅助维修系统的所有 DM、各类对象，是一个所有系统公用的数据信息集合，在

具体实现和选择上一般选用功能强大的大型商用数据库来实现^[7-8]，如 Oracle、DB II 等。

1.3 WebCGM 技术与应用

对装备的技术插图，GJB6600 建议使用 CGM 计算机图形元文件格式，CGM (computer graphics metafile) 是美国国家标准化委员会 (ANSI) 公布的一项有关计算机智能矢量图形格式的国家标准，随着互联网和基于 B/S 结构系统的广泛应用，为了符合对可扩展图形的一系列要求，CGM Open 发布了 WebCGM 规范，在规范中对图形对象的访问接口 (document object model, DOM) 和 XML 伴随文件 (XML company file, XCF) 结构进行了规范和定义，新规范定义使用户在访问 CGM 图形对象时有了统一的方法，凡是遵循此规范的软件产品，用户均可采用统一的方法进行操纵。CGM 凭借其强大的显示、导航、查询和信息提取等功能，已成为最成熟的智能矢量图形格式，广泛应用于辅助维修系统中。

在基于 BS 结构的辅助维修系统中，以 CSDB 中的配线数据模块为数据基础，利用 XCF 存储图形的非图形信息，CGM 存储图形信息，二者分离存储，采用 DOM 实现 XCF 对 CGM 的伴随应用，用户交互时，利用 CGM 阅读器支持的脚本语言编程控制，个性化显示和响应热点，从而极大地提高智能图形的自动化编著，在用户体验上，也增强了交互和显示效果，其工作模型如图 2 所示。

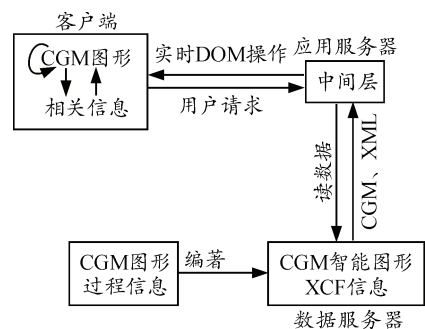


图 2 CGM 智能图形工作模型

1.4 CGM 图形操纵

要在浏览器中动态生成并显示配线数据和 CGM 格式的电路图形，客户端 CGM 图形的控制与操纵是关键技术之一，当然在生成基础数据时必须要娴熟有经验的电路分析基础和丰富的编程经验。目前市场上提供的 CGM 阅读器在访问、操纵 CGM 图形对象的能力方面各不相同，接口各异，目前并没有完全支持 WebCGM 规范的阅读器可供使用^[9]。以下是采用 Arbortext IsoView 阅读器对 CGM 图形操纵

的部分代码^[3,10]:

```

strName=strName.replace(/s/g, "");
//获取 CGM 文档
webcgm = document. getElementById('ivx').
getWebCGMDocument();
if( webcgm ) {var pic = webcgm.firstPicture;
if( pic ) {
var objlist=pic. getAppStructuresByName
(strName);
if(objlist==null){ alert("图中未标出该组件！ ");
}else {var strSrc=webcgm.src;
document.ivx.FileName = strSrc+ "#name(" +
strName + ",view_context)";
document.ivx.HighlightHotspot(0
,strName,
4,104448);
document.ivx.HighlightHotspot(0
,strName,
8,104448);
document.ivx.HighlightHotspot(0
,strName,
4,104448);
document.ivx.HighlightHotspot(0
,strName,
8,104448); } }

```

2 配线数据分析系统研究

2.1 功能分析

波音公司开发的 Boeing Wiring Illuminator 是国际上先进的配线数据分析系统，其典型操作界面如图 3 所示。在系统中，维护人员可以根据当前任务提取出相关线路图、针脚列表、电缆列表和导线列表等内容显示，减少了从不同手册中的原理图和构造信息中查找内容的环节，点击鼠标还可以根据需要调出安装位置图、针脚布置图等信息，从而极大地减少排查时间，提高工作效率，这是配线数据分析典型的应用实例。

结合装备保障工作实际和辅助维修系统的应用，在设计辅助维修中配线数据分析系统应主要包含如下功能^[2]。

1) 配线信息显示：维护人员以当前浏览的内容、当前聚焦的任务为基础，通过交互自动地提取接线图、零部件列表、标准件等多种信息，以方便不同维护人员、不同场合的需求。此外，显示的图形和信息列表还可以进一步导航至配线数据信息集的概述、电气标准施工等内容。灵活、全面的信息展示是配线数据分析系统的基本要求。

2) 电路分析：配线数据系统除了能够交互显示文本和图形信息辅助人工进行电路分析外，还具有自动分析与故障隔离的功能，根据电路的描述数据，

系统能够自动地分析连接关系，显示 2 个设备的电路连接关系，或者自动分析出通路所经过的电子设备，在显示方式上，电路通路以连续高亮的方式突出显示，以方便用户分析。

3) 动态电路生成：对多个幅面的复杂电路，配线数据分析系统能自动分析并建立电路通路，通过设备、导线、电缆等方式，动态拼接电路连接关系，生成从起点到终点的电路通路进行显示和分析。

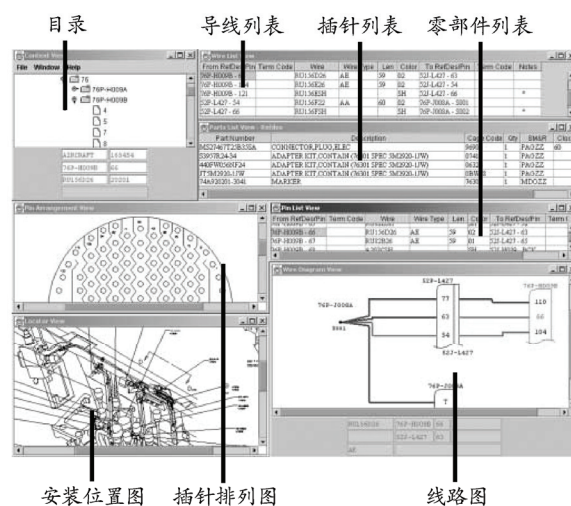


图 3 Boeing Wiring Illuminator 操作界面

2.2 配线数据模块

精确、详细的数据描述是配线数据分析系统分析的基础，在基于 GJB6600 的辅助维修系统中，数据是以配线数据模块的方式进行组织、管理和使用，这些信息单元包含线路中的导线、标准件、连接插头等各种信息^[6]，维修系统利用这些不可再分、自包含的数据信息进行线路分析，通过线路图表、图形展示等方式，提供分析结果，辅助维护人员完成故障隔离和维修。创作标准定义了配线数据模块的业务规则，以保证数据的标准化和一致通用性，在 GJB6600 标准中配线数据模块 (XML 文件) 通过 <wiringData>、<wireGroup>、<standardPartGroup> 等元素组织，每个元素下均包含更详细的描述，比如 <wireGroup> 下层包含 <wire> 元素，用来描述各条连线，对每条连线，又包含导线的起止设备、颜色、长度等信息，其业务规则如图 4 所示。

2.3 配线数据信息集

配线数据分析总是针对特定的装备型号、用途和范围，这在辅助维修系统规划阶段就要确定，以便于从总体上理清需要的数据模块，并编制需求列表。配线数据信息集主要包含配线数据概述信息、电气系统描述信息、线路图、标准件、施工信息、

设备电报信息、安装位置图等内容；此外，还包括导线的长度、插头、插针、标识等内容^[4]。这些数据均以数据模块的方式进行存储和使用。

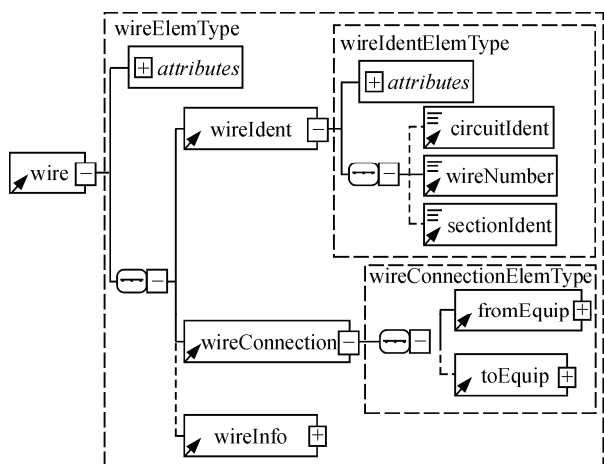


图 4 元素<wire>业务规则定义

2.4 配线数据分析操作模型

技术资料中的配线数据按GJB6600规范转化为一系列配线数据模块DM、配线数据描述DM和标准描述DM，存储在CSDB中，这是进行配线数据分析的基础性数据，也是配线数据信息集包含的配线数据分析与装备维护相关的技术资料，将工程用电数据转换为可用于辅助维修的配线数据分析系统数据模型如图5所示。

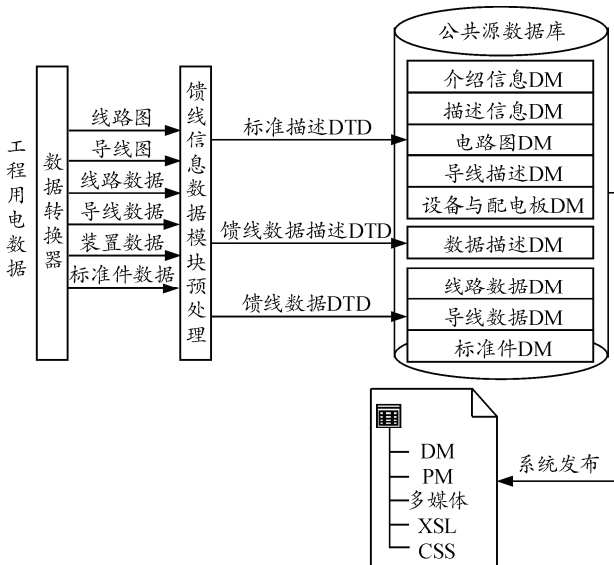


图 5 配线数据分析系统数据模型

在系统研制过程中，基础数据，即配线数据模块的生成是一项重要的工作，其数据的质量直接决定了电路分析能力，典型的配线数据模块部分内容示例如下^[11]：

```
<wire wirestate="active" >
```

```

<wireid contextid="" originator="">
<circode></circode>
<wireno>38G5</wireno>
<secid>SEC1</secid>
</wireid>
<wireconnection>
<fromequip>
<rfd>38G</rfd>
<contactinfo>
<contact ident="5" ctype="SOCKET"
cconnect="1"></contact>
</contactinfo ></fromequip >
</wireconnection >
</wire>

```

3 实例分析

辅助维修系统的创作是一项复杂的系统工程，需要装备研制方、协作方和用户多方协作完成。针对某型飞机技术资料中数量庞大的配线信息图形及大量相关数据，系统采用B/S架构和WebCGM图形格式，对大幅面、跨页显示的复杂电路进行了深入研究，电路分析应用效果良好。

系统按GJB6600规范实施，装备的配线分析信息分解为描述信息、配线数据、故障信息等一系列数据模块，在CSDB中统一组织管理。用户根据当前维修任务与系统交互，辅助维修系统根据用户响应情况自动分析并加载电路图，并显示分析结果。

电路分析是个动态过程，提供给用户的电路图、内容列表及结果信息应能自动级联更新，根据用户的选择自动响应。对一些附加信息，如安装位置、插针连接等内容可以通过弹出窗口进行显示。

电路分析系统可以根据用户的输入和选择自动查找设备间的电路连接通路，选择或输入起始与终止设备，系统将分析查找通路，通过图形、列表方式显示出设备间的相互连接，用户通过电路通路间设备、导线列表和相关信息辅助分析电路，实现故障隔离，完成故障排除过程。

4 结束语

根据用户要求，自动、交互地实现线路分析，从而快速实现故障隔离是辅助维修系统开发的难点，也是高级别维修系统区别于传统技术手册的特点。当前国内并没有功能完善的产品以供借鉴，随着新型装备的大规模列装和辅助维修手段的进步，配线数据分析系统将会越来越多地应用在各种辅助维修系统中。