

doi: 10.7690/bgzdh.2014.12.016

# 基于 Web 的便携式维修辅助系统

陈俞龙, 鲁冬林, 王小龙, 梁海龙  
(解放军理工大学野战工程学院, 南京 210007)

**摘要:** 针对当前装备现场维修能力存在的不足, 利用 Visual Studio 开发平台, 应用 IETM 技术, 以 XML 文件和 Access 数据库作为数据存储载体, 设计开发一种基于 Web 的便携式维修辅助系统。介绍了系统的总体框架与功能设计、主要功能模块实现的基本方法, 并给出了部分程序代码。结果表明: 该系统不仅实现了对装备技术信息的快速查询、装备故障的交互性诊断, 提高了现场维修能力, 而且实现了对装备履历信息统计与分析, 为下一步的装备使用、维修和管理工作提供了数据参考与支持。

**关键词:** Web; 维修辅助系统; 故障诊断; 装备履历

**中图分类号:** TJ07 **文献标志码:** A

## Portable Maintenance Assistant System Based on Web

Chen Yulong, Lu Donglin, Wang Xiaolong, Liang Hailong  
(College of Field Engineering, PLA University of Science & Technology, Nanjing 210007, China)

**Abstract:** A portable maintenance assistant system based on Web, which uses the platform of Visual Studio, applies the IETM technology and regards XML file and Access database as the data storage carrier, is designed and implemented for overcoming the shortages of the current equipment on-site maintenance ability. The design of overall framework and function of the system and the basic implementation methods of the main function modules are introduced, and the partial program code is given. Analyze conclude that, it not only realizes the quick query of equipment technology information and interactive diagnosis of equipment failure, which improve the ability of on-site maintenance, but also realizes the statistics and analysis of equipment history information, which provides data reference and support for the next step of equipment use, maintenance and management.

**Keywords:** Web; maintenance assistant system; diagnosis of failure; equipment history information

### 0 引言

随着高新技术的应用, 装备不断向复杂化、智能化方向发展, 装备的技术性越来越强<sup>[1]</sup>, 装备的故障形式更加复杂, 装备技术保障难度增加, 而当前装备现场维修能力又存在诸多不足: 如装备技术资料多为纸质材料, 携带、查阅不便; 配套的故障检测设备缺乏; 可投入的专家和维修技术人员力量有限等, 延长了装备故障时间, 影响了装备作业效率。针对上述问题, 提高装备现场保障的效率, 笔者设计开发了一种基于 Web 的便携式维修辅助系统。本系统将装备结构原理、修理、保养、故障诊断、履历资料等技术信息集合到系统数据库中, 迅速、便捷地为用户提供装备使用和维修的技术信息, 可减少维修人员的工作量, 改善维修方法和过程。

### 1 系统框架与功能设计

#### 1.1 系统的总体框架

通过广泛的调研和充分的需求分析, 本系统总体结构设计如图 1 所示, 主要包括综合信息查询模块、装备电子履历模块、故障诊断模块、用户管理

模块、帮助模块 5 大模块。本系统建立系统数据库, 实现对装备各类技术信息的综合管理, 建立故障分析专家知识库, 实现了对装备故障的辅助诊断与排除。同时, 本系统不仅可以部署安装在 Windows 系统的平板电脑上, 满足便携使用需求, 还可部署于 Windows 系统的 Web 服务器上, 在网络环境下, 用户通过任何系统上的浏览器进行终端访问, 满足多环境条件下的使用需求。

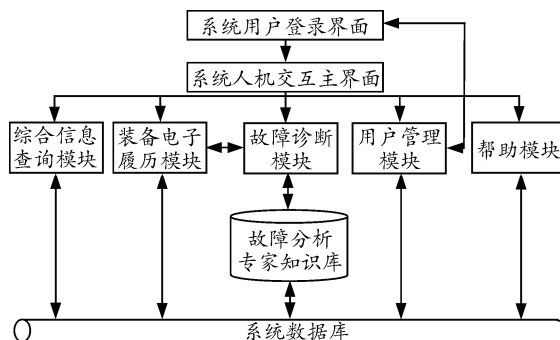


图 1 系统总体结构

#### 1.2 综合信息查询模块

综合信息查询模块主要包含装备的基本概况、结构原理、使用指南、保养知识、修理知识和随装

收稿日期: 2014-06-29; 修回日期: 2014-08-13

作者简介: 陈俞龙(1990—), 男, 河南人, 在读硕士, 从事装备维修与器材保障研究。

配套等技术信息的便捷查询，为维修人员提供相应的维修数据参考。内容形式不仅包含文字信息，还有大量的视频、图片等多媒体信息，实现了由文本、图表、对话框、警示、超链接、注释、导航、多媒体等界面元素构成交互操作，最大程度地摆脱传统纸质技术资料的束缚。

### 1.3 装备电子履历模块

装备电子履历模块主要是实现装备履历书的数字化，装备使用、维修人员对装备履历数据收集、记录，进行数据管理与分析，为装备保养和维修提供参考与依据。该模块主要包括履历查询、履历统计 2 个子模块。

### 1.4 故障诊断模块

故障诊断模块主要以故障分析专家知识库为核心，实现对装备故障的辅助诊断与维修。基于装备的结构原理，运用故障树分析法，梳理了装备的常见故障，编制了大量的故障诊断流程图，开发了故障分析专家知识库。通过调用专家知识库中的数据，进行故障查询、分析和定位，帮助维修人员快速、高效判定故障原因，给出装备故障的维修方案<sup>[2]</sup>，为该装备的维修保障提供了辅助决策。同时，本系统开发了故障数据维护功能子模块，可将新的故障诊断方法添加到故障分析专家知识库中，以补充现有知识库的不足，增强系统辅助决策的能力。

### 1.5 用户管理模块

用户管理模块主要是基于系统安全性考虑，区分用户权限，实现了对系统用户的分类、分级管理，该模块分为管理员用户模块和普通用户模块，管理员用户模块可以对系统数据进行更改、查看用户、添加用户、删除用户、修改密码，而普通用户则只能对自己的用户密码进行修改。

### 1.6 帮助模块

帮助模块可查询系统使用中遇到的常见问题，帮助用户更好地使用系统。

## 2 系统关键技术的研究与现实

### 2.1 综合查询模块

本系统基于 Visual Studio 开发平台，应用 IETM 技术，以 XML 文件作为数据存储载体。XML (eXtensible markup language) 称为可扩展标记语言，是数据描述格式的标记语言，XML 具有良好的可扩展性、严谨的结构化、内容与显示分离等优点<sup>[3]</sup>。

本系统将装备纸质资料、技术文档、多媒体资料等信息编制成 XML 文件。在基于 XML 文件的数据流程中，XML 文件结合相对应的显示样式 XSL 文件传回给浏览器<sup>[4]</sup>，并以网页形式显示于浏览器，用户则可通过浏览器查询本系统中的技术信息，其数据流程如图 2 所示。

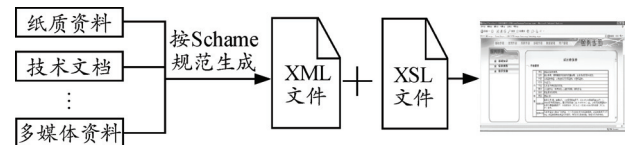


图 2 系统的数据流程

基于 XML 文件数据库，本系统综合信息查询模块控制内容显示的部分代码如下：

```
<%@ Page Title="" Language="C#"  
MasterPageFile="~/aspx/baoyang/baoyang_MasterPage.master" AutoEventWireup="true" CodeFile="baoyang.aspx.cs"  
Inherits="aspx_baoyang_baoyang" %>  
.....  
<h2 align="center">保养规程 </h2>  
<asp:Panel ID="Panel1" ScrollBars="Auto">  
  <div>  
    <asp:Xml ID="Xml1" runat="server"  
      odocumentSource="../xml/maintenancerules.xml"  
      TransformSource="../xsl/maintenancerules.xsl"></asp:Xml>  
    .....<!--实现页面内字段跳转-->  
    <p> 活塞连杆主要由 <a href="#hsz" style="text-decoration: underline; color: #0000FF">  
      活塞组</a>、<a href="#lgz" style="text-decoration: underline; color: #0000FF">  
      连杆组</a>组成。</p>  
    .....
```

### 2.2 故障诊断模块

本系统针对装备的故障模式，采用故障树分析法 (fault tree analysis, FTA) 进行分析。FTA 是一种将系统故障形成原因按树枝状逐级细化的图形演绎方法，非常形象、直观。而且它是一种对故障事件在一定条件下的逻辑推理方法。它可以围绕某些特定的故障状态进行层层深入的分析，因而在清晰的故障树图形下，表达系统内在联系，并指出元部件故障与系统故障之间的逻辑关系，找出系统的薄弱环节<sup>[5]</sup>，建立故障树的步骤如图 3<sup>[6]</sup>所示。



图 3 故障树建立流程

本系统对于装备常见的故障现象建立故障树，编制故障诊断流程图，梳理故障排除方案，按 Scheme 规范设计了存储故障诊断数据的 XML 文件数据库作为系统的故障分析专家知识库，通过编程的方式，实现维修人员与系统交互，不断通过提示按钮和提示框，引导维修人员进行故障诊断与排除。

笔者以“柴油机不能启动”故障为例，采用故障树分析法，建立故障诊断知识库。通过维修人员对装备故障现象的描述，利用系统故障查询功能，检索故障数据库中与装备现有故障特征相似的故障现象，然后系统开始提示和引导维修人员对故障现象进行分析，第 1 步是找出直接导致装备故障(顶端事件)发生的各种可能因素或因素组合，如硬件故障、软件故障、环境因素、人为因素等。第 2 步再找出第 1 步中各因素的直接原因，循此方法逐级向下演绎，一直追溯到引起系统发生故障的全部原因，即分析到不需要继续分析原因的底事件为止，并在故障分析结果中提供故障排除方案。

故障原因分析部分关键代码如下：

```
string st = textbox2.Text;//用来存放故障编号
DataSet ds = new DataSet();
ds.ReadXML(@"E:\我的文档\Visual Studio 2008\GLM122_IETM\App_Data\gz.XML");
DataTable dt = ds.Tables[0];
for (int i = 0; i < dt.Rows.Count; i++)
{
    string str1 = dt.Rows[i][2].ToString();
    if (st == str1)
    {
        st = dt.Rows[i][0].ToString();
    }
    string xpathQuery = "/故障诊断/" + "/故障
[@ID=" + st + "]" + "/故障分析步骤一" + "/原因
[@ID=1]";
    QueryNode(xpathQuery, TextBox3);
    Session["yyid1"] = 1.0;
    Session["yyid2"] = "";
    Session["yyid3"] = "";
    .....
    // 构造查询函数 QueryNode
public void QueryNode(string path, TextBox txtb)
{
    XPathDocument doc = new XPathDocument
(@"E:\我的文档\App_Data\故障诊断.XML");
    XPathNavigator xpathNav = doc.
CreateNavigator();
```

```
XPathExpression xpathExpr = xpathNav.Compile
(path);
XPathNodeIterator xpathIter = xpathNav.Select
(xpathExpr);
while (xpathIter.MoveNext())
{
    txtb.Text=xpathIter.Current.InnerXML.ToString();
}
}
```

### 2.3 装备电子履历模块

装备电子履历是管理装备的重要内容，对于掌握装备的质量状况，预测变化趋势，开展装备管理和维修提供辅助决策和数据参考<sup>[7]</sup>。该模块采用 Access 数据库，实现装备履历的查询与统计分析。

#### 1) 履历查询模块。

该模块主要包括装备履历信息的录入、修改、查询和删除。

#### 2) 履历统计模块。

该模块主要对装备的履历信息进行统计分析，以柱状图的形式呈现，更加形象直观。

本系统的履历信息包括装备维修保障的相关信息，以装备保养记录表 BaoYang 为例，运用 select 语句、insert 语句、update 语句、delete 语句来实现履历查询模块。

对于装备保养记录表 BaoYang，统计不同保养级别的保养次数，可以为下一步装备的保养、维修和管理工作提供数据参考。该模块使用 chartcontrol 控件来实现统计结果的柱状图显示，部分代码如下：

```
private void Frmbycha_Load(object sender,
EventArgs e)
{
    //以柱状图形式显示统计结果
    chartControl1.Series.Clear();
    chartControl1.DataSource = createchartdata();
    chartControl1.SeriesDataMember = "byjb";
    chartControl1.SeriesTemplate.ArgumentDataMe
mber= "byjb";
    chartControl1.SeriesTemplate.ValueDataMembers.
AddRange(new string[] { "value" });
}
int _yjby = 0, _ejby = 0, _sjby = 0;
private DataTable createchartdata()
{
    .....//连接数据库
string value; //对不同保养级别的保养次数进行统计
```