

大型复杂电子系统电缆网通用CAD及自动测试系统

韩力群

(北京轻工业学院自动化工程系, 北京 100037)

摘要 介绍了大型复杂电子系统电缆网通用CAD及自动测试系统的方案构成, 简述了电缆加工图CAD子系统, 电缆网自动测试子系统和电缆网数据库管理子系统的主要功能, 给出了电缆网自动测试子系统的软硬件技术方案。指出该系统具有操作简单、功能丰富、可靠性高等特点, 实践检验证明该系统可整体提高大型复杂电子系统的设计、制造水平。

关键词 电缆网 测试 计算机辅助设计 数据库

General System for Computer-aided Design & Automatic Detection of Cable Network

Han Liqun

(Beijing Institute of Light Industry, Beijing 100037)

Abstract The framing of the general system for computer-aided design & automatic detection of cable network is discussed, and main functions of the three subsystems- CAD of cables drawing, automatic detection of cable networks and dbase of cable networks are introduced. Software and hardware technical designs of automatic detection of cable networks are given. Applications show that the system with the features of simple operation, rich functions and high reliability, can improve the whole lever of design and manufacture for large-scale sophisticated electronic systems.

Keywords cable network; detection; CAD; dbase

1 引言

大型复杂电子系统电缆网通用CAD及自动测试系统是根据大型复杂电子系统设计、制造的实际工作需要提出的研究课题。大型复杂电子系统往往由数百乃至上千台用电缆互相连接的电子仪器设备组成。各种电缆纵横交错, 组成错综复杂的电缆网络, 为整个系统提供各种电源和测控信号。典型的大型复杂电子系统(如各种卫星及轮船、舰艇等), 其电缆网芯线常达数万根之多。然而令人难以置信的是, 即使在已经进入世界空间技术先进行列的我国航空、航天技术领域, 电缆网系统的设计、绘图及测试工作仍然停留在落后、繁琐的人工操作水平。这种低效率、低可靠性的人工操作方式远不能适应电缆网的复杂程度和技术要求。因此, 急待研制一种可靠而高效率的通用电缆网计算机辅助设计及自动测试系统。该系统的研制对实现大型复杂电子系统电缆网设计、制造与测试工作的自动化、计算机化, 从而整体提高大型复杂电子系统设计制造水平有着非常重要的意义。

2 系统方案构成

根据电缆网设计、制造及测试各阶段的不同需要, 整个系统由电缆加工图计算机辅助设计(CAD)、电

缆网计算机自动测试及电缆网数据库管理三个子系统组成。其中电缆加工图 CAD 子系统的任务是,用计算机取代人工进行电缆加工图图纸的辅助设计;作为整个系统核心的电缆网计算机自动测试子系统的任务是,用计算机及配套的测试电路实现电缆网通断状态和绝缘情况的自动检测。上述两个子系统在执行绘图和测试任务时所需要的各种原始数据均由电缆网公用数据库提供。电缆网公用数据库的建立、维护及管理工作,由电缆网数据库管理系统完成。三个子系统软件自成体系,成龙配套地服务于电缆网设计、制造及测试的不同阶段,硬件可共用一套设备。系统方案示意图如图 1 所示。

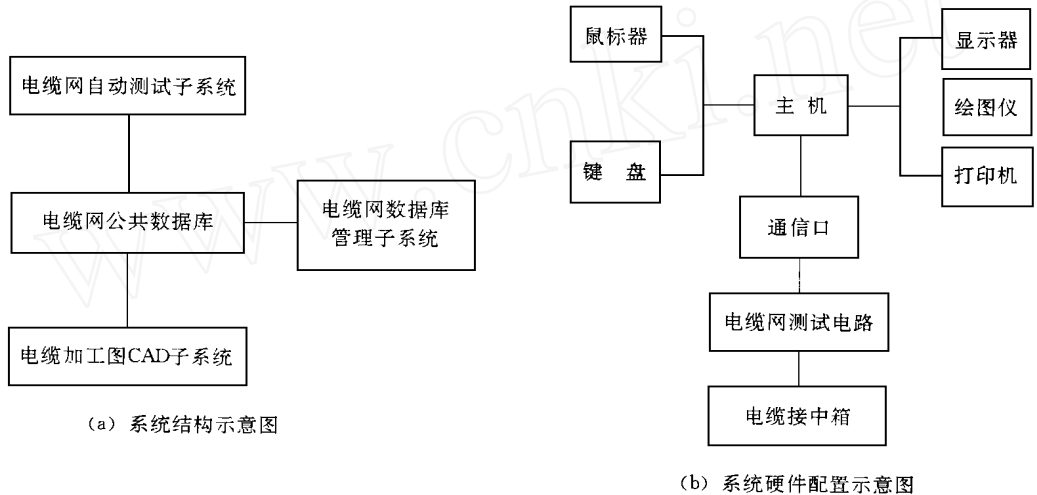


图 1 系统方案示意图

3 系统功能概述

3.1 电缆加工图 CAD 子系统功能

电缆加工图 CAD 子系统是一套用于绘制电缆接点图和接点展开图的计算机辅助绘图软件。该软件提供了交互式 and 自动式两种设计,绘图方式,设计时可单独使用一种或交叉使用两种方式完成加工图的设计。交互式绘图方式为用户提供了—套功能较强的电缆加工图专用交互绘图工具。设计人员可通过人机交互方式输入绘图参数,方便地绘制出电缆图加工中所需要的各种标准图形符号组、生成目录表、填写针孔号、标注尺寸、书写文字。自动绘图方式通过从公用数据库中读取所选电缆的有关数据,根据用户指定的图幅和主干电缆,自动生成电缆连接图、接点展开图、元件目录表、电缆目录表。加工图自动生成后,可用交互方式对布图进行调整,添加文字说明。

3.2 电缆图自动测试子系统功能

电缆网自动测试子系统可根据用户选择的电缆接插件测量顺序,提示用户插拔电缆接插件,并启动测试电路和数据采集程序进行巡检测试。也可以由用户指定接插件代号及接点位置,将测试系统用作数字表进行单点定位测试。测试子系统共有四种测试方式,即:

- 1) 跨接测试 根据电缆网接插件数据库中描述的跨接关系测试各接插件上的实际跨接情况。
- 2) 导通测试 根据电缆网接插件数据库中描述的接插件间的导通关系测试各对接插件间的实际导通情况。
- 3) 阻断测试 测试电缆网中没有导通关系的任意接插件接点之间是否断开。
- 4) 绝缘测试 测试电缆网中各接插件任意两接点之间的绝缘情况。

在测试过程中可以图形方式实时显示当前测试结果及相应时间,测试完成后也可在查询方式下以表格方式集中显示测试结果。对测试中所有非正常数据均可确定故障位置并进行声光报警。对各种测试结果进行分类并分别存入各个测试结果数据库及故障记录数据库中,测试程序提供了各种查询方式。另外,可

对各故障库中的故障记录进行分段或定点测试。故障被排除后,将正常值自动存入相应的测试数据库,并将故障库中的原记录自动删除。如果故障未能排除,则自动用最新故障值修改旧故障值。测试系统在测试后可自动生成各种报表,如测试顺序表、导通测试数据表、跨接测试数据表以及各种测试故障表。每种报表既可输出硬拷贝,也可存为文本文件。

测试子系统在进行测试之前能对自身软硬件功能进行自测试、自诊断,以确保电缆网测试的正确无误。测试时主机负责各项监控管理功能,并用通信方式与智能电缆测试电路交换测控数据。

3.3 电缆网数据库管理子系统功能

电缆数据库管理子系统属于工程数据库,其功能是为电缆网计算机自动测试子系统及电缆加工图 CAD 子系统提供标准电缆接点数据表及接插件(元件)目录表,该子系统具有录入、查询、修改、删除、统计、报表打印以及系统维护等功能。

4 电缆网自动测试子系统技术方案

4.1 主机技术方案

根据测试子系统功能要求,主机测试管理软件由菜单管理、系统服务、自动测试、通信测试、故障修复、结果查询、报表打印及数据库接口八个模块组成,其结构如图 2 所示。下面对几个主要模块进行介绍:

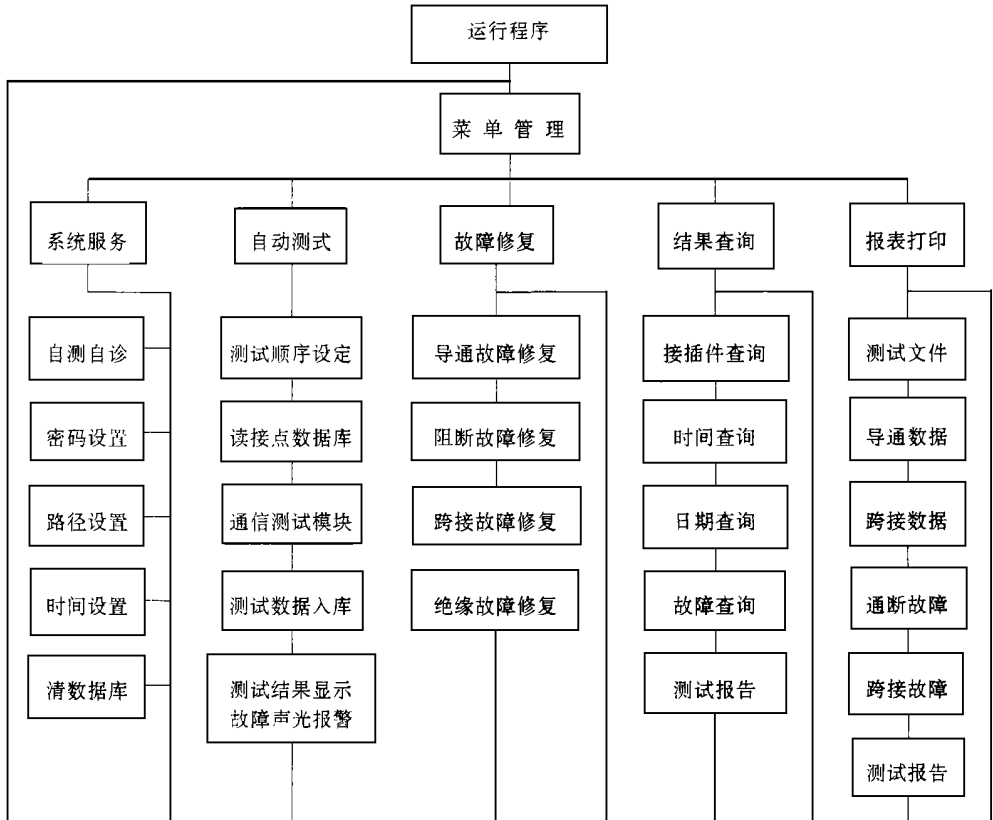


图 2 通用电缆网测试子系统方案示意图

1) 数据库接口模块

该模块执行对电缆接插件库、接点库以及各测试结果数据库的操作。主要包括数据库的写操作子程序,读操作子程序,修改操作子程序,删除操作子程序及清库操作子程序。各数据库文件均符合当前流行的

各种数据库系统对库文件格式的规定, 因此可用 Foxpro、foxbase、各种 dBASE 及其兼容软件对其进行处理, 以实现数据共享。

2) 自动测试模块

该模块的主要任务是对电缆网进行各种模式的自动测试。实时显示及数据处理, 因而是电缆测试子系统的核心, 其运行原理如图 3 所示。在对电缆网进行自动测试前应对待测接插件及其测试顺序进行规定。为此, 测试模块提供了电子表格编辑功能, 用户可利用键盘按测试顺序向表中填入待测接插件代号。编辑好的测试顺序表可作为测试顺序文件存盘, 再次测试时可作为自动顺序文件调入内存。后面的测试将严格按照测试顺序文件的规定进行。对于测试顺序文件中的每一对待测接插件, 需根据电缆接插件代号从接点数据库中找出其连接关系, 从接插件数据库找出跨接关系及针(孔)数。接点数据库和接插件数据库是在“电缆网自动测试数据库管理系统”中建立的, 从测试系统直接操作数据库的任务由测试子系统的数据库接口模块完成。从上述两库中读出的信息经过处理后作为实际测试值正常与否的依据, 同时作为标准测试状态显示在显示窗口。

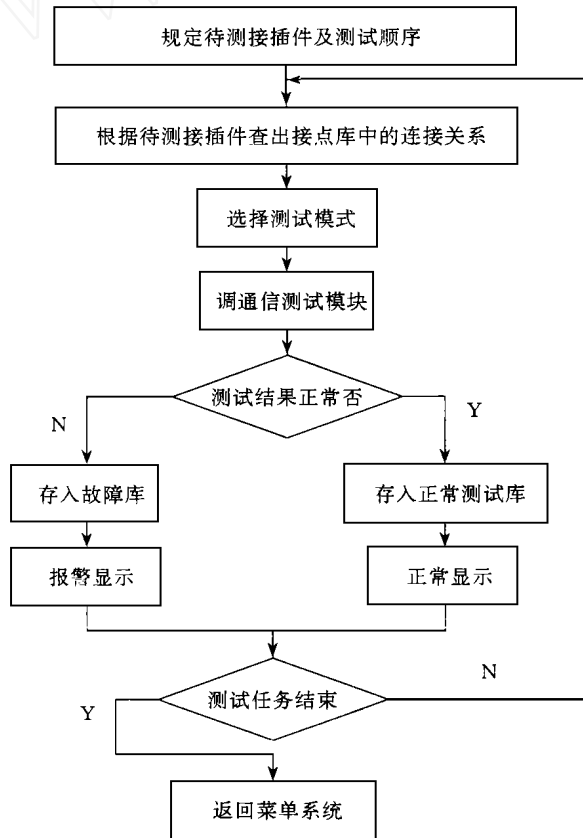


图 3 自动测试模块流程图

测试子系统提供了四种测试方式, 既跨接、导通、阻断及绝缘。为了增加测试的灵活性, 系统还提供了两种测试方式, 即全方式和单方式。对于全方式, 用户只需拔插一次接插件就可进行四种方式的测试。如果只需进行导通或绝缘一种测试, 可设置单方式进行连续测试。执行各种测试任务均通过调用通信测试模块进行。通信测试模块把测试任务传给智能测试电路(下位机), 测试结束后再将测试结果返回主机。

测试结果的数据处理包括数据分类处理、数据写库处理及显示与报警处理。对于不同的测试模式和数据分类结果, 测试数据被写入不同的测试结果数据库。测试结果的显示与报警子程序在屏幕上打开显示窗

口,以亮灯方式动态显示各种测试状态。对于故障状态则在显示故障值的同时,进行声光报警。

3) 故障修复模块

用户对各种故障进行修复时,可以利用该模块提供的功能非常方便地对各个故障库的故障记录进行定点测试。测试结束后,如故障已被排除,则原故障值自动从故障库中删除,正常值自动写入正常测试库;如故障未能排除,则用新故障值修改旧值。该模块的另一重要功能是能自动保留每次故障修复的过程记录,从而为用户分析判断故障原因提供了重要依据。

4) 结果查询模块和报表打印模块

该模块调用数据库接口模块对数据库文件进行处理,使对测试数据库的操作与电缆测试功能统一在同一系统中。根据用户需要提供了四种查询方式,可选择不同查询方式对不同数据库进行查询。报表打印模块的任务是向打印机或磁盘文本文件输出各种测试结果报表。

5) 通信测试模块

通信测试模块是主机和智能测试电路交换测控数据的中转模块,其主要功能是:

向测试电路发出测试命令,启动测试;

接收测试电路送回的测试数据,经工程值转换后将测试结果返回调用程序;

配合测试电路进行通信自检和测试电路自检;

智能测试电路对通信口初始化后,根据测试方式编号散转到各相应子程序分别进行处理。主机和测试电路通信时如发生错误将在屏幕上开窗口显示出错误信息。

6) 系统服务模块

模块由一些系统服务子程序组成,主要包括系统软硬件自检、系统参数设置、清数据库等功能。系统自检包括通信自检、测试电路自检和软件自检。前两项通过调用通信模块进行,后一项主要是对六个测试数据库的读、写、改、删等操作进行自检,通过调用数据库接口模块完成。系统参数设置有三个子程序。对系统时间和日期进行设置后所有测试数据入库时将按新的时间和日期写入。系统密码可经常更改设置以增强安全性。系统生成的各种数据文件存在系统默认的目录中,用户可通过路径设置子程序指定数据文件存放何处。

电缆网测试任务全部结束后,测试数据库中的记录数可达数万条。为了便于管理,提高数据库读写速度,用户可在保留硬拷贝后将测试库中的内容清除。

4 2 测试电路技术方案

电缆网测试子系统测试电路(下位机)结构原理如图 4 所示。电路由继电器阵列,低阻值测试电路,绝缘测试电路,单片机处理系统组成。测试电路通过 A、B 两个 96 针的接插件与电缆接口箱相连,电缆接口箱则与电缆网相连。各部分的任务是:

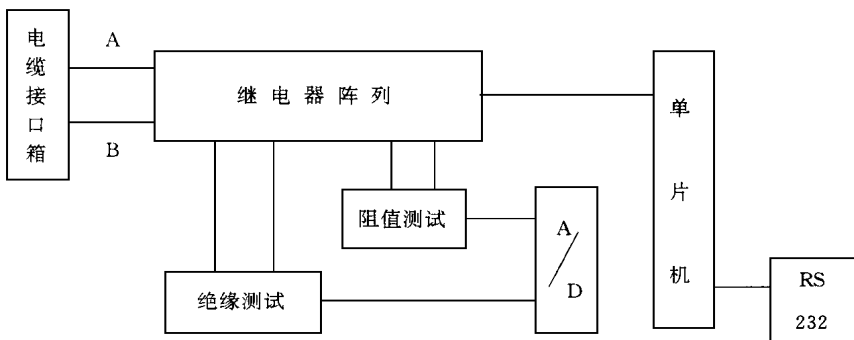


图 4 电缆测试电路结构示意图

1) 被测信号采样及切换电路

采样切换电路实现对电缆芯的选通控制,切换采用继电器,其优点是继电器控制回路与其触点控制测

量回路完全隔离, 触点电阻仅为几十毫欧, 且稳定性好。

2) 恒流阻值测试电路

由四级恒流源提供各档不同阻值测试所需恒流电源。根据电缆的不同测试需要由单片机控制切换, 选用不同级的恒流源, 以适应测量不同阻值电缆。后级放大电路对阻值采样电压进行放大并接至 A/D 转换器。

3) 绝缘测试电路

绝缘测试电路主要由高压源, 采样电路, 放大器构成。其中高压源提供绝缘测试 100V 直流电压, 采样电路分别与高压源、放大器相联, 并提供与继电器阵列相联的接口。其功能为对绝缘阻值采样。放大器将采样电压作适当放大, 以利于 A/D 转换。

4) 单片机处理系统

单片机处理系统直接控制测量过程, 并有一定的数据处理功能以及与上位机的通信功能。

5 结论

通用电缆网 CAD 和自动测试系统已成功地应用于航天工业。在航天器电缆网设计、制造与测试的过程中, 该系统充分展示了操作简单、功能丰富、可靠性高等特点, 很好地适应了电缆网的复杂程度和技术要求。与过去落后繁琐的人工操作相比, 该系统不仅提供了高效率、高可靠性的自动化操作, 而且从整体上提高了电缆网设计制造的水平。

参考文献

- 1 陈捍东编译. Quick Basic 4.50 高级编程指南. 中科院希望高级电脑技术公司, 1990
- 2 张幽彤, 陈宝江. MCS 8098 系统实用大全. 北京: 清华大学出版社, 1993
- 3 周建成编著. Foxpro 2.5 命令与函数专辑. 北京: 人民邮电出版社, 1995

(上接第 18 页)

- 18 Spence M and Starett D. Most Rapid Approach Paths in Accumulation Problems. International Econ Review, 1975, 16: 388~ 403
- 19 Spremann K. The Signaling of Quality by Reputation. In G Feichtinger Ed, Optimal Control Theory and Econ. Analysis Vol 2 North-Holland, Amsterdam, 1985, 235~ 252
- 20 Tapiero C S. Random walk models of Advertising. Their Diffusion Approximation and Hypothesis Testing. Ann. Economic and Social Measurement, 1975 4: 293~ 309
- 21 Vidale M L, and Wolfe H B. An Operations Research Study of Sales Response to Advertising. Oper Res. 1957, 5(3): 370~ 381