

# 继电保护技术信息管理系统研究

李志兴, 蔡泽祥, 许志华, 李俊达, 朱林

(华南理工大学电力学院, 广东 广州 510640)

**摘要:** 以设计开发实用化的继电保护技术信息管理平台为目标, 对平台的整体规划、设计思路和核心技术等问题进行了研究与探讨, 明确了系统的结构、功能和实现方式。通过沙角 A 电厂继电保护技术信息管理系统的应用, 验证了该文的设计思路, 在实际应用中取得了较好的效果。

**关键词:** 继电保护; 图纸管理; 矢量化; AutoCAD 二次开发

**中图分类号:** TM734 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)05-0040-04

## 0 引言

随着电力系统体制改革的进一步深化以及电力行业市场化、信息化的发展, 传统的继电保护信息管理方式和手工管理手段已经不能适应电力行业生产发展的需要, 形势要求继电保护专业必须改变现有落后的管理体制、管理方式和手段, 建立网络化、统一的信息管理系统。为此利用新的计算机应用技术, 开发实用的、针对性强的继电保护管理信息系统, 把专业人员从繁琐的日常管理工作中解放出来, 就成为一名非常重要而且有意义的工作。本文从继电保护技术信息管理通用平台的设计角度出发, 对其功能需求和设计方式进行了研究和探讨, 对开发过程中遇到的核心技术问题, 提出了具体的解决方案。

## 1 继电保护技术信息管理系统的需求分析

继电保护是现代化技术水平要求较高的行业, 建立一个规范、实用的信息管理系统, 将改变过去管理工作中数据混乱的现象, 提高管理水平, 促进网络化、信息化的发展。总的来说, 一个实用、规范的继电保护技术信息管理系统应该包括以下几个部分:

(1) 图纸管理。继电保护信息管理系统建设的核心是图纸管理, 对这些图纸不仅仅是静态的、档案意义上的管理, 更重要的是在网络环境下面向生产设计过程的、动态的图纸管理, 符合图纸业务流程, 实现共享环境下的图纸制作、审批、浏览、查询与传输等功能。

(2) 文档管理。通过网络对文件、资料和记录的信息进行管理, 用户可以控制目录的创建, 支持各种类型资料的网络浏览和传递, 利用关键字实现对

文件查询, 利用数字签名技术对文档进行电子签名以保证文档的安全性。

(3) 定值管理。针对不同系统不同种类的继电保护应该分门别类进行继电保护数据的整理和统计, 建设各种规范的表单。实现基于各种类型保护的定值查询以及微机保护控制关键字的查询。所有表单可以自动生成, 也可以由用户自定义合适的模板输出。

## 2 继电保护技术信息管理系统建设流程

根据实际的需求分析, 一个规范、实用的继电保护信息管理系统具体应该涉及到以下相关方面, 其中系统的建设流程如图 1 所示。

## 3 继电保护技术信息管理系统的关键技术

### 3.1 图纸扫描矢量化的探讨与分析

继电保护专业由于行业的特殊性, 图纸成为信息管理工作的核心。由于现有的继电保护图纸缺乏完善的管理手段, 绝大多数仍然采用手工制图、人工管理, 不同的设计单位有不同的作图方式, 图纸储存方式多种多样, 因此首先应该统一图纸的格式。现有的图形文件可以分为两类: 一类为位图文件, 另一类称为矢量类图像文件。前者以点阵形式描述图形图像, 后者是以数学方法描述的一种由几何元素组成的图形图像。由于后者对图像的表达细致、真实, 因此需要将图纸全部转化为矢量图文件。由于 AutoCAD 已经成为了二维工程图纸事实上的一种标准, 所以通常转化为 AutoCAD 的 DWG 格式。由于目前电力行业技术人员对计算机知识尤其是 AutoCAD 不熟悉, 如果要将所有的图纸用 CAD 进行重绘, 工作量太大。

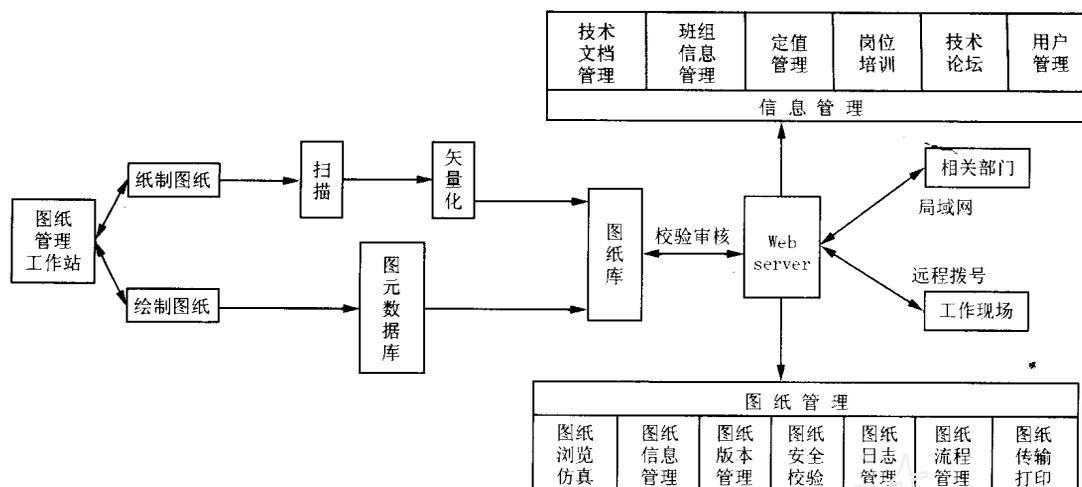


图1 继电保护技术信息管理系统流程图

Fig. 1 Flow chart of technological information management system of relay protection

在实际的应用中,通过扫描-矢量化绘制图纸是一种较为实用、高效的方法。

### 3.1.1 扫描与矢量化基本原理

这种方法的基本原理就是利用扫描仪将预绘制的图纸扫描储存在计算机里面,对图纸前期处理后,用矢量化工具转换成 DWG 格式的矢量文件,间接实现图纸的绘制。通俗意义上的矢量化功能包括三个部分:图像净化、光栅编辑和矢量化。图像净化可以对图纸中存在的污点进行处理;光栅编辑可以用于全局光栅化;矢量化包括文字识别和类型识别。

### 3.1.2 矢量化工具的介绍

VP 系列是一款优秀的光栅编辑和矢量化软件,可以与 AutoCAD 相关联,包括光栅编辑、全自动矢量化或人机交互矢量化。在短时间内,用户就可以得到修改过的光栅图像和优秀的矢量化结果,也可以立即将结果动态连接到 AutoCAD 中。总的来说,VP 与 AutoCAD 结合可以为继电保护图纸光栅图像矢量转换以及图形数据处理提供很好的处理手段。

### 3.1.3 扫描-矢量化的操作步骤

矢量化过程应该正确地识别图形信息以及各种其它有用的符号信息(图表、文字等),同时滤掉无用的信息(污点、折痕)。首先应该用初始化好的扫描仪对图纸进行扫描,使之形成光栅文件。这一过程需要注意选择合适的图纸扫描分辨率、扫描类型和保存类型。然后进行矢量化处理:输入光栅文件;编辑光栅数据;光栅化保存编辑操作;矢量化(设置参数进行数据转换和后台处理);编辑矢量,进行文本的手工识别;输出矢量文件。

## 3.2 利用 AutoCAD 的二次开发绘制图纸

继电保护图纸含有丰富的图元信息,但通过扫

描-矢量化或其它工具重绘的继电保护图纸只是一些简单的图形符号,无法保存图元以外的各种属性,使用图纸极不方便,因此如何实现图元与属性相关联是一个关键部分<sup>[1]</sup>。作为 CAD 绘图设计的代表软件,AutoCAD 为广大工程设计人员所熟悉。AutoCAD 同时提供一个功能强大的集成开发工具 4/VBA,通过 VBA 制作专用的继电保护绘图工具,可以完成图元在图纸上的绘制,并且可以定制图元属性对话框,在绘图的过程中添加图元属性到数据库,使图元与属性相关联。

### 3.2.1 工具菜单开发

AutoCAD 的菜单包括下拉菜单、图标菜单和按钮菜单等。所有菜单都是由 Acad.mnu 文件产生的。用户可以根据需要修改这个文件内容定制菜单,将继电保护常用的图形元件做成直观、形象的图标菜单,利用菜单栏、工具栏或者右键菜单进行绘图,提高绘图效率。

### 3.2.2 数据库的设计

继电保护图纸作为一种专业图纸,图元种类繁多,所以必须对图元进行分类整理,设计合理的数据结构。数据库中每种元件都设计成两层表的结构:基本属性表和参数表,其中基本属性表可以包括图元的图纸名、元件名称、元件坐标、加工日期以及图块类型等,并以 ID 作为基本属性表的主键,参数表则对应每一个元件的具体参数类型。

### 3.2.3 元件库的设计

通过对图纸的归纳与整理,将图纸中需要绘制的图元分类,例如两绕组变压器,三绕组变压器等,通过 VBA 来设计每种图元对应的宏。其中关键技

术部分包括:

(1) 数据库的关联。打开图元对应的图纸数据库。

(2) 定义元件的 ID。每个元件用一个唯一的 ID 号来标识,作为属性表的主键。

(3) 定义图块。创建块参照,将图元的几何形状添加到图纸中。

(4) 添加属性标签。提取属性参照的信息,保存到数据库。

(5) 编辑属性。从选择集中提取元件的 ID 值,编辑属性。

(6) 添加公用属性。创建选择集,利用循环将这个选择集内的所有图元赋予这张图纸上第一个元件所添加的公共属性,在绘图时每张图纸只有第一个图元才需要添加公共属性。

(7) 关联元件。继电保护图纸的一次图与二次图之间有着电气上的关联,但是在工程图纸中一次图和二次图是分开表示的,因此在绘制图纸时就需要在相关元件之间加上索引,可以通过手工拾取相关元件或者通过搜索同名元件来自动添加。通过建立各种保护装置之间的关联关系,可以为现场人员阅读图纸、查询故障提供方便<sup>[2]</sup>。

### 3.3 AutoCAD 图形的网上发布

AutoCAD 的 DWG 格式文件虽然可以放置到网上,但在网页中无法直接浏览。因此 AutoDesk 公司开发了 DWF 格式,虽然也是一种矢量文件,但与 DWG 文件相比,DWF 格式的文件尺寸小,可以无级放大及缩小,很适于网上传输和浏览,是共享图形信息的一种理想方式。在 AutoCAD 2000 中使用 ePlot 特性可以发布电子图形(即 DWF 文件)。

在 IE 的环境下浏览图纸需要下载 Whip 插件。由于绘制图纸时每个图元的坐标属性已经自动获取,利用 AutoDesk 的 Whip 插件(Whip 插件可以在 VB、VC 等支持 ActiveX 的软件中进行特定的开发),通过鼠标的平移、单击等事件与数据库进行交互以响应用户的操作。客户端就可以对 Web 上的图纸以及相关的属性进行快速浏览、查询和修改,还可以平移、全屏显示以及打印图形,查询图元的关联元件等。

### 3.4 动态图纸管理

目前继电保护的图纸管理,主要解决了纸质图纸的扫描输入、处理、归档等静态图纸管理的问题,而继电保护在图纸管理方面面临的最大问题是面向设计过程的、动态的图纸管理。使用面向对象技术

管理的文件除了其本身所包含的内容外,还具有其它一系列的属性,如图号、版本号、创建时间、创建人等。总的来说,动态图纸管理应解决以下问题:

(1) 基于描述信息的图纸管理。第一,基于描述信息是指对于图纸的描述应该基于如图纸名称、创建人、图号等静态描述信息和创建时间、版本号等动态描述信息,用户对图纸的查询应根据这些工程信息而不仅仅只是一个文件名;第二,图纸组织结构管理是指根据项目结构组织各类图纸。用户只需知道图纸的工程信息,就可以迅速定位所需要的图纸。

(2) 图纸的建设流程。继电保护图纸分为施工图和竣工图,一般保存的图纸多为竣工图,其中竣工图不可编辑,施工图可以编辑,在完工后,经校对、审核后可转化为竣工图。对每种图纸必须结合实际情况,采用正确的建设流程。

(3) 安全性管理。在网络共享信息环境下,用户对图纸除了浏览、修改、删除等基本权限外,还应该有更精确的划分和描述,如可见不可见、可否上传下载等。

(4) 图纸版本管理。图纸在设计中会经历校审和修改过程,版本管理主要解决如何进行版本生成、保留历史版本及修改记录、跟踪版本的演化历史、确定当前有效版本等。

(5) 图纸日志管理。包括记录日志与显示日志。记录日志中需要自动对每个图形文件保存相关的操作信息,包括修改、上传图纸的用户名和时间等各种必要的信息,一旦日志保存以后,任何人不能更改历史记录。显示日志中保存相关的历史纪录,可以浏览与查询。

(6) 图纸浏览与关联。在 IE 浏览器中打开图纸,可以实现图纸的平移、缩放和打印、显示图层,对加工过的图元可以浏览其参数,查找到相关联的保护,并打开对应的图纸。

### 3.5 技术资料管理

技术资料管理将繁琐的技术资料,例如电子文档、扫描图片和其它资料等分门别类进行管理,创建文件资源管理器的模式。可以创建新文件夹,并对其内部的文件进行浏览、添加、删除、修改等操作,同时可以对文档的标题进行搜索。关键技术应该包括:

(1) 数字签名。目前电力系统中普遍实现了办公自动化,可以完成文档的生成、确认、签发、传递、存档等工作,在此过程中一般都是采用简单的用户名/密码机制实现对用户的身份认证,不能提供实质

上的安全签名服务,而采用基于密码算法的数字签名可以充当个人在网络空间“身份证”的角色,能够很好地解决目前存在的文档签名问题<sup>[3]</sup>。

(2) 网络浏览与传递。常用的继电保护文档格式包括 Word、Excel、PDF 以及扫描的定值单和各种图片等。在 IE 的环境下点击文件即可调用客户端对应的应用程序来打开。通过采用成熟的上传组件,例如 LyfUpload 即可实现技术资料的上传功能。

(3) 定值管理。通过保护定值代码查询可以列出所查询保护类型的保护定值代码清单和相应的控制字的含义。输出各代码值后可以列出代码值的名称以及相应的代码值。用户可以添加、修改、删除定值单。对于每种保护的定值单可以按照默认格式自动生成,也可以由用户对定值单模板进行修改以生成新的定值单模板。

(4) 班组信息管理。在继电保护日常工作中,必然会涉及到许多应用表格的管理工作。考虑到用户对表的自定义功能和表的可扩展性,用户可以按照自己的意图对表进行操作,包括表的创建、删除和修改。输入用户需要查询的信息可以对对应的表记录进行模糊查询。这个功能模块不仅局限于班组管理,同样可以用于资料管理、材料管理等。

### 3.6 生产培训管理

由于工作的需要,继电保护工作人员需要经常进行专业知识的学习和培训。生产培训管理面向相关生产岗位的技能培训和考核系统,为广大职工在职学习、岗位培训、上岗认证、岗位考核等建立起完善的网络教育环境,使广大职工可以方便地了解 and 掌握各专业的岗位技术要求,并随时测试自己的学习效果,找出存在的差距。其中关键的部分应该包括:

(1) 岗位培训。岗位培训基于继电保护技术培训与考工试题库,可以实现添加试题、浏览试题、选择试题等功能。试题可以包括填空、选择、问答等各种类型 and 不同的试题难度等级。同时提供自动组卷和手工组卷两种方式,可以设置题型、难度等属性。

(2) 技术论坛。技术论坛分为信息公告栏、讨论园地和专家论坛 3 个部分,其中信息公告栏可以发布最新的通知;讨论园地可以就工作、技术方面的问题进行探讨;专家论坛可以发表相关的专业知识,通过主题与作者可以查询相关信息。

### 3.7 系统应用平台与安全设计

设计良好的应用平台,必须同时满足速度和容量的要求,开放性和安全性的要求,应该保证数据传输的速率,同时也要保证多客户端的同时访问。本

系统利用 IIS 架构 Web 站点,利用 Intranet 来进行继电保护信息发布,采用 ASP3.0 作为开发工具。网络应用的同时势必会造成网络安全方面的问题,系统应该保证安全性的同时兼顾开放性。通过设置 Administrator、User、Guest 三种权限的用户,对每一种用户在每一个功能模块都有对应不同的使用权限供管理员选择,实现分级、分用户管理,保护了整个系统的运行安全。

## 4 结论

本文所介绍的继电保护技术信息管理系统是以广州变电管理所继电保护技术支持系统和沙角 A 电厂网控与机组继电保护技术管理系统为模型,结合继电保护专业的实际情况,根据提出的继电保护信息管理系统的目的和要求,进行了详细的探讨和研究,确定了具体的设计方案,开发了一个具有实用性和通用性继电保护技术信息管理系统,为电力系统继电保护技术信息管理系统开发研究提供了一条可靠的途径。

### 参考文献:

- [1] 刘为雄,蔡泽祥(LIU Wei-xiong, CAI Ze-xiang). 位图格式的电力系统继电保护图纸及其信息管理(Drawings and Information Management Based on Bitmap of Power System Relay Protection) [J]. 继电器(Relay), 2002, 30(9): 31-34.
- [2] 孔华东,蔡泽祥(KONG Hua-dong, CAI Ze-xiang). 电力系统继电保护信息管理的图形化平台(A Graphic Frame Design of the Management Information System of Power System Relay Protection) [J]. 继电器(Relay), 2002, 30(5): 25-28.
- [3] 胡炎,董名垂(HU Yan, DONG Ming-chui). 用数字签名解决电力系统敏感文档签名问题(Solving Signature Problem of Sensitive Documents with Digital Signature in Power System) [J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2002, 26(1): 58-61.

收稿日期: 2003-07-10; 修回日期: 2003-11-11

作者简介:

李志兴(1977-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统继电保护;

蔡泽祥(1960-),男,教授,博士生导师,研究方向为电力系统继电保护、电力系统稳定分析与控制;

许志华(1980-),女,硕士研究生,研究方向为电力系统继电保护。

(下转第 48 页 continued on page 48)

## 4 结论

基于多区图控制策略的地区电网电压无功优化控制具有如下特点:

(1) 借助地区电网调度自动化系统或集控站自动化系统采集的电网数据和遥控遥调手段,以各个变电站内的有载调压分接头、无功补偿设备和地方小电厂的发电机励磁电流作为控制对象,采用多区图控制策略,实现全网电压无功优化的协调控制,可以有效地提高全网各个节点的电压合格率、降低网损。

(2) 由于不进行电压无功优化计算,不存在软件不收敛问题,可以适应地区电网的异步数据,当电网数据不全或出现局部坏数据时,仍可以实现电网大部分区域协调控制,实用性大大增强。

基于多区图控制策略的地区电网电压无功优化控制方法适合于 110 kV 及以下电网电压无功控制。

### 参考文献:

[1] 丁晓群,陈晟,许杏桃,等(DING Xiao-qun, CHEN Cheng,

XU Xing-tao, et al). 全网无功电压优化集中控制系统在泰州电网的应用(Application of Optimization and Centralized Control System for Reactive Power/ Voltage in Taizhou Power Network) [J]. 电网技术(Power System Technology), 2000,24(12):21-23.

[2] 唐寅生,周全仁,周铁强(TANG Yin-sheng, ZHOU Quan-ren, ZHOU Tie-qiang). 湖南 500 kV 电网自动电压控制方法研究(Study on Method of Automatic Voltage Control for 500 kV Power Network in Hunan) [J]. 中国电力(Electric Power), 2001,34(8):31-34.

收稿日期: 2003-06-13; 修回日期: 2003-08-29

作者简介:

罗毅(1966-),男,副教授,从事 EMS & DMS 的研究;  
涂光瑜(1941-),男,教授,博士生导师,从事电力系统运行与控制的研究;

金燕云(1977-),女,硕士研究生,从事电力系统电压控制的研究。

### Control over optimization of voltage and reactive power in regional power network based on multi-region chart control strategy

LUO Yi, TU Guang-yu, JIN Yan-yun, DING Li, WU Ji-xiang  
(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** A control scheme for optimization of voltage and reactive power in regional power network based on multi-region chart control strategy is proposed to cope with the *status quo* of the control over voltage and reactive power in regional power network. Automatic control over the voltage of the entire network and optimization of reactive power are realized using the power network data gathered by the dispatch automation system of the regional power network or the automatic system of the centralized control station, by means of telecontrol and telemetry, and with control objects of on-load voltage regulation taps, reactive power compensation installations in all substations and the exciting current of generators in small local power plants. The performance of multi-region chart control strategy in automatic control over the optimization of voltage and reactive power in entire power network has made it possible to effectively increase the rate of acceptable voltage at all the buses on the entire power network, and reduce network loss. Also the discussed are some technical problems in implementation, such as the setting of control parameters, the magnitude of the amount of reactive power regulation, the way how small local power plants perform the regulating, and the influence of network loss in long transmission lines. The control effect with the multi-region chart strategy is discussed with examples.

**Key words:** voltage; optimization of reactive power; energy management system(EMS)

(上接第 43 页 continued from page 43)

### Research on technological information management system of relay protection

LI Zhi-xing, CAI Ze-xiang, XU Zhi-hua, LI Jurr-da, ZHU Lin  
(Electric Power College, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** This paper takes the design and development of the practical technological information management platform of relay protection as the goal, expatiates on the overall plan, design thoughts and key technologies, and points out the structure, functions and way of realization of system. The successful application of this system in Shajiao A power plant has verified the efficiency of design thoughts presented in this paper.

**Key words:** relay protection; drawing management; vectorize; secondary development of AutoCAD