



高等学校电气信息类规划教材

总主编 王耀南

电力系统及厂矿 供电CAD技术

冯林桥 许文玉 王姿雅 编著

湖南大学出版社

高等学校电气信息类规划教材
总主编 王耀南



电力系统及厂矿供电 CAD 技术

冯林桥 许文玉 王姿雅 编著

湖南大学出版社

2004·长沙

内 容 简 介

本书介绍电气 CAD 技术的基本原理、方法和实际应用,内容包括基础知识、技术开发、应用软件及 CAD 新技术四部分,分别介绍电气 CAD 的概念、组成、图形处理、工程数据库及与数据库链接的高级电气绘图技术;电气 CAD 软件开发、选型与优化设计、电机 CAD;潮流与网损计算、继电保护整定与短路计算一体化、厂矿电网辅助设计等软件设计与使用,以及智能化、网络化与基于地理信息的 CAD 新技术。本书大部分内容是作者多年从事电气 CAD 技术研究、开发及工程应用的成果和实践总结,对电气工程各领域的 CAD 应用研究和运行管理都有参考意义。

本书可作为大专院校电气类专业(电气工程及其自动化、电力系统及其自动化、自动化、电气技术、建筑电气技术、铁道电气技术、矿山机电等)本、专科及研究生电气 CAD 课程教材与毕业设计工具书,也可作为电气技术人员自学培训及工程应用参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电力系统及厂矿供电 CAD 技术/冯林桥,许文玉,王姿雅编著.

—长沙:湖南大学出版社,2004.7

(高等学校电气信息类规划教材)

ISBN 7-81053-785-7

I. 电... II. ①冯... ②许... ③王... III. ①电力系统—

计算机辅助设计—高等学校—教材 ②工业用电—电力系统

运行—计算机辅助设计—高等学校—教材 IV. TM769

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 065893 号

电力系统及厂矿供电 CAD 技术

Dianli Xitong ji Changkuang Gongdian CAD Jishu

编 著:冯林桥 许文玉 王姿雅

责任编辑:李继盛

封面设计:张 毅

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山 邮 编:410082

电 话:0731-8821691(发行部),8821315(编辑室),8821006(出版部)

传 真:0731-8649312(发行部),8822264(总编室)

电子邮箱:press@hnu.net.cn

网 址: <http://press.hnu.net.cn>

印 装:湖南新华印刷集团有限责任公司(邵阳)

总 经 销:湖南省新华书店

开本:787×1092 16 开

印张:18

字数:416 千

版次:2004 年 7 月第 1 版

印次:2004 年 7 月第 1 次印刷

印数:1~4 000 册

书号:ISBN 7-81053-785-7/TM·6

定价:28.00 元

高等学校电气信息类规划教材

编辑委员会

主 任:章 兢

(湖南大学副校长,教授,博士生导师)

总 主 编:王耀南

(湖南大学电气与信息工程学院院长,教授,博士生导师)

常务副主任:彭楚武 罗 安 何怡刚 黄辉先 黎福海 黄守道 王英健

副 主 任:(按姓氏笔画为序)

王新辉 邓曙光 朱荣辉 刘志壮 陈日新 杨家红 张万奎

张忠贤 周少武 贺达江 黄绍平 彭解华 瞿遂春

委 员:(按姓氏笔画为序)

丁跃尧 方厚辉 王 辉 王 群 王建君 田学军 包 艳

刘祖润 肖强晖 李益华 李正光 李茂军 李春树 李欣然

余建坤 汪鲁才 张学军 金可音 孟凡斌 欧青立 唐勇奇

康 江 黄智伟 揭 屿 曾喆昭 熊芝耀 戴瑜兴

参 编 院 校

(排名不分先后)

湖南大学

国防科学技术大学

湘潭大学

湖南师范大学

长沙理工大学

湖南科技大学

湖南农业大学

南华大学

株洲工学院

湖南工程学院

吉首大学

湖南商学院

湖南理工学院

湖南文理学院

湖南城市学院

邵阳学院

怀化学院

零陵学院

长沙学院

湖南工学院(筹)

序

我国高等教育已经发展到大众化教育的新阶段。随着国家工业化建设迅猛发展,电气信息类专业技术人才的需求也日益增大。为了适应人才培养的这种新形势,跟踪科学技术的前沿进展,我们根据教育部面向 21 世纪电气信息类课程改革的要求,结合湖南大学和兄弟院校长期教学教改的经验,为大学电气信息类本科生编写了这套教材。

电气信息类课程是培养电类专业人才的基础课程,大量概念、理论、方法和工程案例构成了一个完整的技术知识体系。学生要开启心智、培育形成电类专业思维、打下电类专业人才的技术知识基础,必须系统地扎实地学好这些课程。为此,我们在组织编写这套教材时,特别注意了以下几个方面:

一是保证基础。作为大学基础课程,应确保基本概念、基本原理和基本方法的学习。只有透彻地理解和掌握了基础知识,才能顺利地进入电气信息技术领域的大门,才有可能进一步深造。

二是跟踪新技术。电气信息技术发展日新月异,大学教材必须及时吸纳最新技术,使学生了解学科发展动态。本套教材一方面注意反映学科各方面的最新进展,安排了扩充阅读的相关文献题录,指引学生直接接触学科前沿;另一方面还根据学科与技术的发展趋势,对经典知识进行重新组织编排。本套教材还将及时再版,及时更新内容,确保与时俱进,始终处于技术发展的最前沿。

三是注重应用。电气与信息理论源于工程实践,源于科学发现和技术发明,就像艺术源于生活一样。本套教材在讲述基本理论的同时,注重联系工程实际,并把作者的研究成果应用到其中。在正文、例题和习题中,特意安排了大量工程实用问题,通过理论和工程实际的结合,使学生学到知识并掌握方法。

四是文理渗透、启发诱导。为了提升素质,开阔视野,培养科学创新意识,理工科学生应适当了解与学科相关的课程外知识。为此,在许多教材中精心安排了“扩展与思考”的内容,以使从中体会科学思想、科学方法以及科技与人文、科学与艺术相互交融的精神和境界。

五是部分教材以多媒体 CAI 课件配合。这样可以将重要的知识点以生动形象的画面表现出来,深化认识,提高学习效果,也便于课堂教学。

本套教材经过充分研讨和论证,聘请各院校教学经验丰富、科研基础深厚的教授和副教授担任主编和编写者,是湖南所有电气信息类院校团结协作的成果,是全省最优秀的电气信息工程学科专家学者集体智慧的结晶。

本套教材的编写和出版,得到了湖南大学、国防科学技术大学、湘潭大学、湖南师范大学、长沙理工大学、湖南农业大学、湖南科技大学、南华大学、株洲工学院、湖南工程学院、吉首大学、湖南商学院、湖南理工学院、湖南城市学院、湖南文理学院、邵阳学院、怀化学院、零陵学院、长沙学院、湖南工学院(筹)等高校的通力合作,得到了湖南大学出版社的支持和帮助,在此一并表示衷心感谢。

总主编 王耀南
2004 年 6 月于岳麓山

前 言

21 世纪是信息的时代, 电气 CAD 技术是现代计算机与信息技术在电气工程领域应用的一个重要方面。

CAD 技术是一项跨学科的综合性高新技术, 具有减轻劳动强度、缩短设计周期、提高质量、产生巨大经济效益的优点, 已经成为一个国家科技现代化和工业现代化水平的标志。

我国对 CAD 技术的发展非常重视, 早在 1991 年中央领导同志就精辟论述了 CAD 技术的意义: “计算机辅助设计, 推动了几乎一切领域的设计革命……” “九五” 期间, 国家科委将 CAD 应用列为科教兴国的重要内容。科技部在 CAD 应用工程发展纲要中提出加快应用 CAD 技术对传统产业的改造, 并提出了 “到 2000 年甩掉图板” 的目标。

目前我国 CAD 技术已经得到较快的发展, 但与发达国家相比还有较大差距, 电气工程领域较其他行业更为落后, 以致于相当数量的电气工程技术人員还停留在使用原始手工方法去解算电网和进行继电保护整定等繁琐劳动的阶段。高校电气类专业毕业生必须掌握 CAD 技术的基本知识和技能, 这是时代的要求, 社会的需求, 也是个人就业的需要。

本书较系统地介绍了电气 CAD 的概念、组成和结构原理。对计算机绘图、工程数据管理、电气工程建模、分析处理算法等作了重点论述。全书贯穿了 CAD 中的数据处埋、分析计算与绘图制表一体化的思想。对有效实现该功能的 VB 高级电气绘图技术作了较详细的论述。书中以电网的辅助分析及厂矿电网的设计为主要内容, 其基本原理可应用于电气工程的其他方面乃至其他行业的辅助设计。

本书结合实际电气 CAD 应用软件, 如潮流及网损 CAD 软件、图示化多功能短路电流计算软件、短路与继电保护一体化软件、矿井电网计算机辅助设计软件等, 介绍了 CAD 的实用设计技巧和使用方法, 使学生在掌握电气 CAD 基本概念和理论的基础上, 还能掌握电气 CAD 软件的应用与开发方法, 提高实际操作和动手能力。

本书中电气 CAD 应用软件的研究得到了 “许继奖教金” 的大力资助。

课程教学时数可按 48 学时 (讲授 36 学时, 上机 12 学时) 组织教学。上机实践穿插在第 4、5、6、7、9、10 章后进行。为方便使用, 另配学习版光盘一张, 其中包含书中所有示例及部分应用子程序 (需要者请与出版社联系)。

本书由湖南大学电气与信息工程学院冯林桥 (第 2、3、6~12 章)、许文玉 (第 3、4、5 章)、王姿雅 (第 14 章)、陈湘波、刘飞 (第 11 章第 1、3、4 节) 编著。全书由冯林桥教授统编定稿。

本书在编写过程中得到了华中科技大学何仰赞教授、程时杰教授、张步函教授的关心与支持, 他们对本书的编写提出了宝贵意见。湖南大学电气与信息工程学院王耀南院长、彭建春教授、周有庆教授、姚建刚教授、李欣然教授及湖南大学出版社对本书的编著出版给予了极大的关注与支持, 在此一并致以谢意!

编著者

2004 年 7 月于湖南大学

目 次

第1章 概述	(1)
1.1 计算机在电力系统及厂矿供电系统中的应用	(1)
1.1.1 计算机在电力系统中的应用	(1)
1.1.2 计算机在厂矿供电中的应用	(2)
1.1.3 电力及厂矿供电系统计算机应用的发展趋向	(2)
1.2 电力及厂矿供电 CAD 技术概要介绍	(3)
1.2.1 基本概念和模式特点	(3)
1.2.2 电气工程 CAD 的作用与功能	(6)
1.2.3 CAD 的应用现状和发展趋势	(7)
1.3 电力及厂矿供电 CAD 系统	(9)
1.3.1 电力及厂矿供电的特点及设计内容	(10)
1.3.2 电力及厂矿供电 CAD 的特点	(13)
1.3.3 电力及厂矿供电 CAD 的主要任务	(14)
第2章 电力及厂矿供电 CAD 系统的构成	(15)
2.1 硬件组成和布局方式	(15)
2.1.1 CAD 系统的硬件构成	(15)
2.1.2 CAD 系统硬件布局方式	(16)
2.2 常用的图形输入输出设备	(17)
2.2.1 图形输入设备	(18)
2.2.2 图形输出设备	(19)
2.3 系统软件组成	(22)
2.3.1 CAD 系统软件分类	(22)
2.3.2 CAD 系统的类型	(24)
2.4 CAD 系统的选用	(26)
2.4.1 CAD 硬件系统的选用原则	(26)
2.4.2 CAD 软件系统的选用原则	(27)
第3章 电气 CAD 绘图基础及交互处理技术	(28)
3.1 微机绘图的基本方法及图形子程序	(28)

3.1.1	微机绘图的基本方式及坐标系	(28)
3.1.2	常用图形处理子程序	(29)
3.2	基本绘图算法	(30)
3.2.1	椭圆图形绘制算法	(30)
3.2.2	正多边形图形的绘制算法	(30)
3.3	图形的几何变换	(31)
3.3.1	二维基本变换	(31)
3.3.2	二维复合变换	(33)
3.3.3	三维变换	(33)
3.4	图形编辑处理	(34)
3.4.1	矩形窗口的线段裁剪	(34)
3.4.2	多边形区域的填充	(35)
3.5	图形软件标准化	(36)
3.6	CAD 中的交互处理技术	(37)
3.6.1	交互接口的形式	(37)
3.6.2	交互输入技术与交互控制技术	(39)
3.6.3	交互系统的构造	(40)
第4章	电气工程中 AutoCAD 绘图软件应用与二次开发	(45)
4.1	AutoCAD 软件简介	(45)
4.1.1	AutoCAD 运行环境	(45)
4.1.2	AutoCAD 使用要点	(46)
4.1.3	AutoCAD 的主要特点	(47)
4.1.4	AutoCAD 的主要功能	(48)
4.1.5	AutoCAD 与高级语言的接口	(48)
4.2	AutoCAD 软件的二次开发	(49)
4.2.1	二次开发的意义及特点	(49)
4.2.2	二次开发内容及功能要求	(49)
4.3	基于 AutoLISP 的 AutoCAD 二次开发	(50)
4.3.1	AutoLISP 语言简介	(50)
4.3.2	AutoCAD 用户菜单生成	(52)
4.4	用 VBA 对 AutoCAD 进行二次开发	(55)
4.4.1	AutoCAD 的对象模型	(55)
4.4.2	创建新的下拉菜单和工具栏	(56)
4.4.3	实现电气元件与数据库的链接	(58)
4.4.4	运行程序后的结果	(59)
4.5	用 VB 对 AutoCAD 进行二次开发	(61)
4.5.1	AutoCAD 对象的使用	(61)

4.5.2	连接 AutoCAD	(62)
4.5.3	使用图形文件	(63)
4.5.4	图形缩放	(64)
4.5.5	窗口界面控制	(64)
4.5.6	用 VB 编程实现 AutoCAD 绘图	(64)
第5章 电气 CAD 中工程数据的组织和管理		(67)
5.1	数据的描述和组织	(67)
5.1.1	工程数据的基本概念	(67)
5.1.2	工程数据的组织形式	(68)
5.1.3	数据编码结构	(68)
5.2	工程数据管理技术	(69)
5.3	数据的文件管理系统	(71)
5.3.1	文件类型	(71)
5.3.2	数据文件的特点	(72)
5.4	工程数据库	(72)
5.4.1	数据库的数据模型	(72)
5.4.2	数据库管理系统	(73)
5.4.3	数据库系统的建立和使用	(74)
5.5	电气 CAD 中数据处理实用技术	(77)
5.5.1	数表程序化	(77)
5.5.2	曲线图数字化	(79)
5.5.3	离散数据解析化	(79)
5.5.4	数据文件化	(80)
5.5.5	使用数据库技术	(80)
第6章 电气 CAD 中高级绘图及图形与数据库的链接		(81)
6.1	高级语言绘图基础	(81)
6.1.1	绘图功能的实现方案	(82)
6.1.2	高级语言绘图程序的组成	(83)
6.1.3	高级语言绘图程序结构框图	(84)
6.2	VB 高级绘图技术	(85)
6.2.1	概述	(85)
6.2.2	坐标设置及度量单位	(85)
6.2.3	绘图属性	(88)
6.2.4	图形方法	(91)
6.3	开放式子图库技术	(99)
6.3.1	开放式子图库	(99)

6.3.2	子图库结构	(99)
6.3.3	建库与检索	(100)
6.3.4	子图库操作	(101)
6.4	绘图及图形编辑	(101)
6.4.1	VB 拖动绘图技术	(101)
6.4.2	子图调用——绘图	(117)
6.4.3	图形编辑	(118)
6.5	图面标注	(119)
6.5.1	矢量字符标注功能的实现	(119)
6.5.2	标准文字标注功能的实现	(122)
6.5.3	动态自动标注	(123)
6.6	与数据库链接的高级电气绘图系统	(123)
6.6.1	面向对象的 VB 高级图形编辑	(124)
6.6.2	电气图元与数据库的动态链接	(125)
6.6.3	电气工程图形的输出	(125)
第7章	电力及厂矿供电 CAD 软件开发	(127)
7.1	电气 CAD 软件开发基础	(127)
7.1.1	软件工程的概念	(127)
7.1.2	电气 CAD 软件的特点及开发要求	(128)
7.2	电气 CAD 应用软件的开发方法	(130)
7.2.1	程序设计原则	(130)
7.2.2	CAD 系统开发过程	(131)
7.3	CAD 软件的文档组织	(135)
7.3.1	CAD 的文档规范	(135)
7.3.2	CAD 软件说明书类型与格式	(138)
7.4	电力及厂矿供电 CAD 软件开发	(140)
7.4.1	电力及厂矿供电 CAD 系统的分层开发	(140)
7.4.2	电力及厂矿供电 CAD 系统总体目标和结构框图	(141)
7.4.3	电力及厂矿供电 CAD 实施步骤及系统框图	(141)
第8章	电力及厂矿供电 CAD 中的基本建模与处理方法	(143)
8.1	开式电网的微机拓扑识别及直接算法	(143)
8.1.1	开式电网识别	(143)
8.1.2	直接算法数学模型	(144)
8.2	复杂闭式电网节点导纳及节点阻抗矩阵算法	(146)
8.2.1	复杂网络数学模型	(146)
8.2.2	复杂网络算法与网络方程求解	(148)

8.3	继电保护微机辅助设计方法	(154)
8.3.1	保护配置一般方法	(155)
8.3.2	继电保护 CAD 主要组成模块	(155)
8.4	图表与曲线的计算机处理	(156)
8.4.1	短路电流计算机曲线自动查寻	(156)
8.4.2	继电保护中特性曲线的自动查寻	(157)
8.4.3	最大负荷年损耗小时数的自动查寻	(157)
8.5	电气工程数据及文档实用处理方法	(158)
8.5.1	数据分类处理方法	(158)
8.5.2	文档处理	(161)
第9章	图示化电力 CAD 潮流及网损软件	(162)
9.1	功能特点及总框图	(162)
9.2	程序结构及模块设计	(163)
9.2.1	图形编辑系统	(163)
9.2.2	数据库设计及数据输入方式	(164)
9.2.3	运行方式变换及网络拓扑分析	(164)
9.2.4	潮流及网损计算分析	(164)
9.2.5	潮流图与数据表的同步联动	(165)
9.2.6	计算结果与图形查询输出	(165)
9.3	CAD 潮流及网损软件使用	(165)
9.3.1	菜单说明	(165)
9.3.2	数据准备	(167)
9.3.3	运行操作步骤简述	(168)
第10章	图示化电网多功能短路电流计算软件	(172)
10.1	软件功能特点	(172)
10.2	计算数学模型及程序实现	(173)
10.2.1	数学模型	(173)
10.2.2	软件结构及模块设计	(174)
10.3	程序自动处理关键技术	(176)
10.3.1	数据自动处理	(176)
10.3.2	网络智能拓扑分析	(177)
10.3.3	短路电流计算曲线自动查询	(177)
10.3.4	短路电流分布图中显示数据的同步更新	(177)
10.4	软件使用方法及实例	(177)
10.4.1	软件界面说明	(177)
10.4.2	数据准备	(179)

10.4.3 运行操作步骤	(182)
第11章 图示化地区电网继电保护与短路计算一体化 CAD 软件	(186)
11.1 系统总体结构及功能特点	(186)
11.1.1 系统总体结构	(186)
11.1.2 系统功能特点	(187)
11.2 数学模型及实现原则	(187)
11.2.1 短路计算模型	(187)
11.2.2 继电保护整定模型	(188)
11.2.3 110kV 线路保护整定原则	(188)
11.3 程序模块及流程图	(189)
11.3.1 程序流程图	(189)
11.3.2 模块设计	(189)
11.3.3 窗体及界面设计	(193)
11.3.4 数据库系统	(194)
11.3.5 重点、难点的处理	(195)
11.4 应用举例	(197)
11.4.1 放射线路实例	(197)
11.4.2 环网整定实例	(203)
第12章 电气设备选型与优化 CAD 程序设计	(206)
12.1 电网输电线路的合理与优化选择	(206)
12.1.1 架空线路截面的合理与优化选择	(206)
12.1.2 高压电缆截面选择计算程序	(211)
12.2 变电所一次设备选择计算程序	(217)
12.3 最佳无功补偿容量的选择及分配	(222)
12.3.1 电网无功补偿容量的优化配置	(222)
12.3.2 企业供电系统最佳无功补偿容量的选择及分配程序	(224)
第13章 矿井电网计算绘图与数据处理一体化 CAD 系统	(229)
13.1 系统结构及功能特点	(229)
13.2 数学模型及程序模块设计	(230)
13.3 系统使用方法及实例	(233)
第14章 电机 CAD 技术及电气工程 CAD 方案实例	(240)
14.1 电机 CAD 概述	(240)
14.2 基本的电机 CAD	(241)
14.2.1 校核设计	(241)

14.2.2	综合设计	(247)
14.3	电机的优化设计	(249)
14.3.1	电机优化设计的数学模型	(249)
14.3.2	变量与约束条件	(250)
14.4	电气工程 CAD 方案实例	(252)
14.4.1	电气主结线 CAD	(252)
14.4.2	6~35 kV 变配电所 CAD 系统	(253)
14.4.3	工厂供用电一体化 CAD 系统	(254)
第15章	智能化与网络化电气 CAD 新技术	(256)
15.1	智能化电气 CAD	(256)
15.1.1	电气 CAD 专家系统	(256)
15.1.2	智能化电气 CAD 系统的结构	(260)
15.1.3	CAD 中图形交互功能智能化	(261)
15.1.4	应用功能智能化	(262)
15.2	基于 Web 的电气 CAD	(263)
15.2.1	使用网络服务功能	(263)
15.2.2	运用 Internet 支持 CAD	(264)
15.2.3	实现 Internet 上 CAD 资源共享	(265)
15.2.4	基于 Web 的电气工程 CAD 中数据的传输和管理	(265)
15.2.5	基于 Web 的 CAD 图纸管理	(256)
15.3	基于地理信息系统的智能电气 CAD 技术	(267)
15.3.1	基于 GIS 的电气 CAD 的特点	(268)
15.3.2	基于 GIS 的智能电气 CAD 系统的构成	(270)
15.3.3	基于 GIS 的配电网 CAD 与配电自动化的衔接	(270)
参考文献		(272)

第 1 章 概 述

计算机辅助设计(computer aided design, CAD)是计算机应用中近年来发展最快的技术领域之一,它将计算机快速准确的处理能力和设计者的创造力、判断力有机地结合起来,有缩短设计周期、提高功效、优化设计成果的作用。

电力与厂矿供电设计直接关系到生产的安全性与可靠性。提高设计质量,优质、高效、准确完成设计任务,是电气科技工作者的基本课题。电力与厂矿供电 CAD 则是借助于计算机技术、完成电气工程设计的有力工具。

当前我国正面临新的工业革命的挑战,大力发展和推广应用 CAD 技术,尤其是面向对象的图示化智能 CAD 技术,是我国加快发展高新技术产业的技术政策之一。本书介绍的电力系统及厂矿供电 CAD,以下简称电气工程 CAD,是电气行业 CAD 技术的主要组成部分。

本章从计算机在电力及厂矿供电中的应用入手,介绍电气工程计算机应用的发展方向,电力及厂矿供电 CAD 技术的概念、作用、功能及技术特点,详细介绍电力及厂矿供电的特点与设计内容,论述电气 CAD 系统的特点及主要任务。

1.1 计算机在电力及厂矿供电系统中的应用

1.1.1 计算机在电力系统中的应用

1. 起步早,发展迅速

电力系统在国内外都是较早应用计算机的部门之一,在我国已有近 40 年的历史。早期应用于电网的分析计算等数值处理。20 世纪 30 年代,人们广泛采用交流计算台来进行电力系统的各种计算。在交流计算台上由电阻、电抗、电容模拟电力系统元件,通过测量仪表,可清楚掌握电力系统运行情况的各种变化,加之物理概念明确,易于实现各种操作,因此交流计算台曾是电力系统的重要计算工具。

50 年代中期,国外开始用电子计算机研究电力系统的各种问题。由于具有内存大、计算速度快、结果精确等优点,计算机已逐渐取代了交流计算台而成为电力系统主要计算工具。

60 年代起,发达国家广泛应用计算机计算电力系统的运行方式,分析电力系统稳态和动态特性,计算机成为规划设计和调度运行不可缺少的工具。

我国 60 年代初才开始进行计算机应用于电力系统计算的研究,并着手编制常用的计算程序,但由于多方面的原因,进展缓慢。直到 70 年代以后,我国电力系统应用计算机分析计算才有了迅速的发展,电力系统计算分析软件开发和应用也进入了一个新的阶段。

现在,我国电力设计部门和电力调度机构都配备有较高档的计算机,广泛运用计算机

进行电力系统运行方式、确定设计方案、研究提高稳定性的措施、优化调度等方面的计算,使电力部门的技术人员从繁重的手工计算中解放出来。

2. 应用范围不断扩大

计算机起初主要用于电网计算和工程分析。其中潮流、短路和稳定计算是电力系统经常要进行的三大基本计算项目。这些计算如用手工进行,即使是很小的电网也很困难。

目前计算机应用已扩展到辅助设计、辅助试验、仿真及电网与发、输变电设备的实时在线监控,电网自动化及信息管理与遥信、遥测、遥控等领域;扩大到电力系统与厂矿供电系统的各个组成部分,包括设备监控及人、财、物、环保、安全的管理信息系统。与此同时,电力与厂矿供电系统的计算机辅助设计与仿真技术也得到了较快的发展。

1.1.2 计算机在厂矿供电中的应用

作为电力系统的重要组成部分、传输电量占全国总发电量 70% 的厂矿供电系统,早期为人们所忽视,随着市场经济的发展,随着国民经济由粗放型转向效益型及城乡电网改造与配电网自动化技术的引进,厂矿供电系统越来越受到研究、设计部门和设备生产厂家的重视。这是一个庞大的电气工程市场,其电压等级高者达 220 kV、低者仅 0.4 kV~0.66 kV。其计算机应用技术也在逐步扩展和深入。

1. 供电系统及变电所辅助设计

只进行单项的短路电流计算、导线截面选择、设备选型、矿井配电设备校验等项目,相对于大电力系统,就显得太落后,太不相称了。对厂矿供电 CAD 较为系统的研究虽已起步,但功能齐全的 CAD 软件系统还少有问世,以至于厂矿企业电力系统的设计人员及运行管理人员至今仍在沿用手工方法去化简和解算网络。尽管如此,部分有条件的厂矿已在逐步引入计算机应用项目,包括新设备校验、保护整定、电气绘图、信息管理等。

2. 厂矿供电系统及变电所监控

厂矿供电系统及变电站监控技术应用发展较快,虽比大电力系统落后,但随企业规模不同而相差悬殊。早在 20 世纪 80 年代,有些大型企业已先于电力系统引进了变电所的微机综合监控系统,可完成对电流、电压、功率、频率等电气量的测量及变压器、断路器等主要设备的实时监测、保护与数据管理。目前有条件的厂矿企业已与大电力系统同步,具有功能齐全的供电系统监测、管理、数据自动采集处理、故障定位、无动自动补偿及均衡用电控制等设施与技术。

3. 厂矿供电系统信息管理

信息管理是厂矿企业管理的组成部分,各项管理归根结底是信息管理。大型厂矿供电系统含有电源或自备电源,多个不同电压等级的变电站及电力网络的信息量不亚于一个地区级电力系统,而且还有与其生产过程及技术产品相关联的信息,如产品的单位电耗、综合电耗、单位电能产值等。信息技术已在有条件的部分厂矿得到应用,这也是厂矿计算机应用的发展方向。

1.1.3 电力及厂矿供电系统计算机应用的发展趋向

随着计算机硬件的不断更新和软件水平的提高,电力及厂矿供电系统计算机应用技

术得到了较快的发展,发展趋向大致表现在以下几方面:

1. 分级管理的分布式集成监测诊断系统

这是一个面向多台设备或整个变电站、发电厂乃至电力系统的由不同级别的子系统构成的监测系统,其终端子系统由多台计算机分级管理、主辅计算机经网络通信。与此适应的状态监测和故障诊断技术也将得到较快的发展,在此基础上得以实现的状态维修也将起步,这类技术可以使预防性维修向预知性维修过渡,防患于未然,提高电力系统及厂矿供电系统的可靠性。

2. 高速发展和逐步完善的电力信息网络

随着国家电力信息网的建立,电力工业信息化技术发展迅速,其发展过程经历了三个阶段。20世纪60~70年代,生产过程自动化处于起步阶段,主要应用于发电和变电站自动控制;80~90年代应用于调度自动化、电力负荷控制、计算机辅助设计、仿真等方面,信息技术达到了一定水平;90年代后是管理信息化推广应用阶段。目前,信息技术已应用到规划设计、基建、发电、输电、供电等各个环节。在发电厂计算机控制、变电站自动化、电网调度自动化、配电网自动化、电力负荷管理、生产管理、仿真、试验等信息技术已达到较高水平。

国家电力信息网包含国家电力公司联接集团公司、集团公司联接省级电力公司、省公司联接地区电力公司及地区联接县级供电系统共四级电力信息网,具有内部网的安全性,也具备因特网的开放性和灵活性。虽然电力信息还有待于进一步建设完善,但已在电业生产管理中发挥着越来越重要的作用。

3. 面向对象的图示化计算机辅助设计技术与生产过程仿真技术

计算机辅助设计是电力工程计算机应用最早,也是较重要的方面。其内容不断丰富、技术水平不断提高。其范围已由单纯三大计算、绘图发展到负荷预测、电网规划、状态估计、安全分析、可靠性评价、设计图生成等方面,并与电力市场、地理信息及管理信息有机融合。实现技术已由单纯数值计算发展到面向对象的图示化技术,达到了计算分析、图形处理与数据库管理的一体化。目前,辅助设计技术正向高层次的智能化、网络化方向发展。面向生产过程的仿真技术如发电机运行仿真、保护装置动作仿真、系统故障仿真受到较多的关注。

4. 数字电力系统(digital power system)

数字电力系统是电力系统描述、控制和管理的最新模式,其基本内容可涵盖已有的能量管理系统(EMS)、数据传输系统(DTS)、数据采集(SCADA)、管理信息(MIS)、地理信息(GIS)等诸多方面。目前尚处于研究建模阶段。

1.2 电力及厂矿供电 CAD 技术概要介绍

1.2.1 基本概念和模式特点

1. 基本概念

CAD 是计算机辅助设计(computer aided design)的简称,是研究综合应用计算机帮

助人们进行工程和产品设计的新技术,是一门多学科综合应用的新技术。电力及厂矿供电 CAD 就是利用计算机及其软件对电力及厂矿供电工程进行分析、计算与仿真、绘图及文档制作的现代设计技术。

2. 基本工作模式

(1) 特点。电气工程设计的传统模式如图 1.1 所示,其特点是:

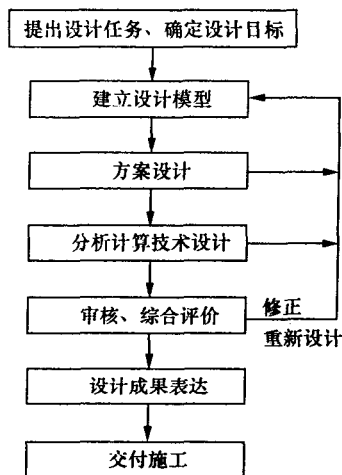


图 1.1 电气工程传统设计模式

①全部设计都由设计者手工完成。常凭设计人员的经验,经类比分析、经验公式或直觉来确定方案,周期长、效率低、繁琐、劳动强度大。

②设计方案取决于设计者的个人经验,难以获得最优方案。

③难以完成分析计算复杂的项目。

(2) CAD 工作的步骤。针对传统设计,CAD 内容可以包含全部环节,也可以只包含其中某些部分。早期的 CAD 主要运用计算机来完成设计工作中一部分复杂、繁琐、重复性的数值计算。随着计算机及其外围设备的发展,CAD 技术逐步深入到各个设计阶段,能充分发挥人与计算机的各自优势,高质高效完成设计工作。在 CAD 中,计算机的任务实质是进行大量的信息加工处理和交换。在设计人员构思判断、决策的基础上,由计算机对大量的设计资料、原始数据进行处理,根据设计目标要求进行分析计算和优化,提供初步结果的文档与图形,由设计人员进行交互式修改,最后形成满意的成果存储或由打印机、绘图机输出。因此 CAD 工作的主要内容有以下三方面:

① 建立工程设计数据库

工程设计数据库存储设计所需各种数据信息,如设计标准、原始数据、曲线图形、数值表格、算法公式及专家知识等,供 CAD 工作中检索与调用,也便于数据管理及资源共享。

② 建立多功能交互式图形程序库、进行图形的信息处理与绘制是设计的重要内容,完成此工作的程序库应具有图形变换、编辑等功能。

③ 建立分析计算应用程序库

编制为解决专用电气工程设计问题的通用或专用程序,如代数方程、微分方程及优化