



普通高等教育“十一·五”国家级规划教材



高等学校电气信息类规划教材

electric information

电力系统及厂矿供电CAD技术

(第二版)

冯林桥 等编著

湖南大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

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(第二版)

冯林桥 许文玉 王姿雅 陈元新
金席卷 朱红萍 冯 威 毛 弋 编著
江亚群 刘光晔 叶家卓

湖南大学出版社

2010·长沙

内 容 简 介

本书是教育部审定的高等教育“十一五”国家级规划教材。全书分为三篇,基础篇介绍电气工程 CAD 的概念、特点、系统硬件、软件组成、计算机绘图知识、AutoCAD、Visio 绘图及其二次开发、工程数据库、电气 CAD 建模与软件开发,同时介绍智能化与网络化 CAD 新技术;电力系统篇介绍电力 CAD 潮流及短路电流计算、地区电网继电保护与短路计算一体化软件的设计原理和使用方法;电机 CAD 技术:厂矿供电篇介绍厂矿企业电气设计、绘图与数据处理一体化的 CAD 系统、高低压供配电工程 CAD 实践——博超 EP 设计软件操作实例与设备选型与优化程序设计。

本书大部分内容是作者及其课题组多年研究、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。

本书适合作为大专院校电气类专业(电气工程、电力系统、自动化、电气技术、建筑电气技术、电子技术、铁道电气技术、矿山机电等)本、专科及研究生 CAD 课程教材与毕业设计工具书,也可供电气技术人员在职培训、社会培训或自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

电力系统及厂矿供电 CAD 技术(第二版)/冯林桥等编著.

—长沙:湖南大学出版社,2010.12

(高等学校电气信息类规划教材)

ISBN 978-7-81113-915-0

I. ①电… II. ①冯… 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. ①TM769

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 247307 号

电力系统及厂矿供电 CAD 技术(第二版)

Dianli Xitong ji Changkuang Gongdian CAD Jishu(De'erban)

编 著:冯林桥 等

责任编辑:金 伟

出版发行:湖南大学出版社

责任印制:陈 燕

社 址:湖南·长沙·岳麓山

邮 编:410082

电 话:0731-88822559(发行部),88821142(编辑室),88821006(出版部)

传 真:0731-88649312(发行部),88822264(总编室)

电子邮箱:pressjinw@hnu.cn

网 址: <http://press.hnu.cn>

印 装:长沙瑞和印务有限公司

开本:787×1092 16 开

印张:19

字数:439 千

版次:2010 年 12 月第 2 版

印次:2010 年 12 月第 1 次印刷

印数:1~1 500 册

书号:ISBN 978-7-81113-915-0/TM·10

定价:35.00 元

版权所有,盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

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的迅猛发展,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。

王耀南

2004 年 6 月于岳麓山

再 版 前 言

CAD 技术在电力系统及厂矿供电领域应用越来越广泛,为解决本科教学的迫切需要,编著了《电力系统及厂矿供电 CAD 技术》。本书已被教育部审定为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本教材克服了国内已有电气 CAD 教材仅限于绘图软件操作应用的缺陷,回归了计算机辅助设计的完整概念,填补了电力工程领域电气 CAD 本科教材的空白。教材出版后,受到广大读者的欢迎,被选作为大专院校电气类专业的 CAD 教材,还被作为专业技术培训和研究生 CAD 课主要参考教材。

随着 CAD 应用新技术的引入和教学改革的深化,我们决定在原基础上再版修订,以便奉献给读者一本更好的实用教材。本书对原书的内容结构作了重新编排和增删,精选内容,加强实例,注重实践,突出应用。再版主要特点有:

(1)合理编排内容顺序,适用不同教学模式。基础篇(1~10 章)适用于所有电类 CAD 教学,电力系统篇(11~14 章)与厂矿供电篇(15~17 章)供深入学习和实训,适用于相应专业实践应用和开发。

(2)突出电力工程电气设计中方案设计、绘图制表、数据处理三条主线,并将其贯穿教材各篇,展现了完整的电力系统及厂矿供电 CAD 技术。

(3)在安排了对图形软件实践操作知识的基础上,较详细介绍了对 AutoCAD 及 Visio 的二次开发新技术,填补了一般电气 CAD 教材中的空白。

(4)将设计原理、实现方法、应用实例与操作实践相结合,引进了已在国内外广泛应用的国产电气 CAD 软件——北京博超公司的 EP 电气软件的实例设计操作步骤,有利于学员动手能力的训练。

课程教学学时数可按 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、第 6、第 8、第 9 章后进行。

本书由冯林桥(第 1、第 11~第 13、第 17 章)、许文玉(第 6、第 7、第 9 章)、王姿雅(第 14 章)、金席卷(第 8 章)、陈元新(第 16 章)、朱红平(第 15 章)、冯威(第 10 章)、毛弋(第 5 章)、江亚群(第 3 章)、刘光晔(第 4 章)、叶佳卓(第 2 章)编写。全书由冯林桥统稿。

本书在编写过程中得到了中国科学院院士、华中科技大学程时杰教授及湖南大学电气与信息学院王耀南院长、罗隆福、李欣然等教授的大力支持,华中科技大学尹项更、张步涵教授提供了宝贵意见,北京博超公司技术部经理李明工程师提供了大型电力设计软件的实例操作步骤,陈湘波、刘飞、张二飞、刘金玲、罗俊伟参加了部分章节的编写和插图的绘制,在此一并致以谢意!

同时对曾为本书一版仔细校阅、并大力支持的已去世的华中科技大学何仰赞教授表示深切怀念和追谢。

限于作者水平,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者

2010 年 7 月

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和高新技术,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。科学技术部在 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员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 中的数据处理、分析计算与绘图图表一体化的思想。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、第 3、第 6~第 12 章)、许文玉(第 3~5 章)、王姿雅(第 14 章)、陈湘波、刘飞(第 11 章第 1、第 3、第 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

第一篇 基础篇

第 1 章 概 述

1.1 电力及厂矿供电 CAD 技术概要	(1)
1.1.1 基本概念和模式特点	(1)
1.1.2 电力及厂矿供电 CAD 的功能内容与技术特点	(3)
1.1.3 CAD 的应用现状和发展趋势	(5)
1.2 CAD 技术在电力及厂矿供电中的应用	(7)
1.2.1 CAD 在电力系统中的应用	(7)
1.2.2 CAD 技术在厂矿供电中的应用	(8)
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其设计内容	(9)
1.3.2 电力及厂矿供电 CAD 的特点	(12)
1.3.3 电力及厂矿供电 CAD 的主要任务	(13)

第 2 章 电力及厂矿供电 CAD 系统的构成

2.1 硬件组成和布局方式	(14)
2.1.1 CAD 系统的硬件构成	(14)
2.1.2 CAD 系统硬件布局方式	(15)
2.2 常用的图形输入输出设备	(16)
2.2.1 图形输入设备	(16)
2.2.2 图形输出设备	(18)
2.3 系统的软件组成	(20)
2.3.1 CAD 系统软件分类	(20)
2.3.2 CAD 系统的类型	(22)
2.4 CAD 系统的选用	(24)

第 3 章 电力及厂矿供电 CAD 绘图基础及交互处理技术

3.1 微机绘图的基本方法及图形子程序	(25)
3.1.1 微机绘图的基本方式及坐标系	(25)
3.1.2 常用图形处理子程序	(26)
3.1.3 基本绘图算法	(26)
3.1.4 图形的几何变换	(27)

3.1.5	图形编辑处理	(30)
3.2	电力工程电气 CAD 绘图基本知识	(31)
3.2.1	电力工程电气图的种类及特点	(31)
3.2.2	电气 CAD 制图规则	(32)
3.2.3	电气制图一般规定	(32)
3.3	图形软件的标准化	(36)
3.4	CAD 中的交互处理技术	(37)
3.4.1	交互接口的形式	(37)
3.4.2	交互输入技术与交互控制技术	(38)
3.4.3	交互系统的构造	(39)
第 4 章 基于 AutoCAD 与 Visio 的电气绘图及操作实例		
4.1	基于 AutoCAD 2010 的电气绘图	(43)
4.1.1	AutoCAD 2010 的基本知识	(44)
4.1.2	AutoCAD 绘图软件操作方法	(45)
4.1.3	建立电气元件图形符号库	(56)
4.2	基于 Visio 的电气绘图	(56)
4.2.1	Microsoft Visio 软件简介	(56)
4.2.2	Visio 绘图软件操作实践	(58)
第 5 章 电气 CAD 中工程数据的组织和管理		
5.1	工程数据的描述和组织	(64)
5.1.1	工程数据的基本概念	(64)
5.1.2	工程数据的组织形式	(65)
5.2	工程数据管理技术	(65)
5.3	数据的文件管理系统	(67)
5.3.1	数据文件的类型	(67)
5.3.2	数据文件的特点	(67)
5.4	工程数据库	(68)
5.4.1	数据库的数据模型	(68)
5.4.2	数据库管理系统(DBMS)	(69)
5.4.3	数据库系统的建立和使用	(70)
5.5	电气 CAD 中数据实用处理技术	(72)
5.5.1	数据分类处理方法	(72)
5.5.2	数表程序化	(75)
5.5.3	曲线图数字化	(76)
5.5.4	离散数据解析化	(76)
5.6	电力及厂矿供电 CAD 中数据处理实例	(77)
5.6.1	电网数据文件建立存取实例	(77)

5.6.2 短路计算电气元件的数据库管理实例	(78)
第6章 电力工程电气 CAD 中高级绘图及图形与数据库的链接	
6.1 高级语言绘图基础	(82)
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	(84)
6.2.1 概述	(84)
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)
6.2.5 开放式子图库技术	(98)
6.2.6 绘图及图形编辑	(101)
6.2.7 图面标注	(106)
6.3 与数据库链接的高级电气绘图系统	(108)
6.3.1 面向对象的 VB 高级图形编辑系统	(108)
6.3.2 电气图元与数据库的动态链接	(110)
6.3.3 电气工程图形的输出	(110)
第7章 电力及厂矿供电 CAD 中基本建模与处理方法	
7.1 开式电网的描述与拓扑识别及直接算法模型	(111)
7.1.1 开式电网描述模型	(111)
7.1.2 开式电网的拓扑识别	(113)
7.1.3 直接算法数学模型	(115)
7.2 复杂闭式电力网络节点导纳及节点阻抗矩阵算法	(116)
7.2.1 复杂网络数学模型	(116)
7.2.2 复杂网络算法与网络方程求解	(118)
7.3 继电保护微机辅助设计方法	(123)
7.3.1 保护配置一般方法	(124)
7.3.2 继电保护 CAD 主要组成模块	(125)
7.4 图表与曲线的计算机处理	(125)
7.4.1 短路电流计算曲线的自动查寻	(125)
7.4.2 继电保护中特性曲线的自动查寻	(126)
7.4.3 最大负荷年损耗小时数的自动查寻	(127)
第8章 电力及厂矿供电 CAD 软件开发	
8.1 电气工程 CAD 软件开发基础	(128)
8.1.1 软件工程的观念	(128)

8.1.2 电气 CAD 软件的特点及开发要求	(129)
8.2 CAD 应用软件的开发方法	(131)
8.2.1 程序设计原则	(131)
8.2.2 CAD 系统开发过程	(132)
8.3 CAD 软件的文档组织	(136)
8.3.1 CAD 的文档规范	(136)
8.3.2 CAD 软件说明书类型与格式	(138)
8.4 电力及厂矿供电 CAD 软件开发步骤	(139)
8.4.1 电力及厂矿供电 CAD 的分类开发	(140)
8.4.2 电力及厂矿供电 CAD 系统总体目标和结构框图	(140)
8.4.3 电力及厂矿供电 CAD 实施步骤	(141)

第 9 章 AutoCAD 与 Visio 图形软件的二次开发

9.1 图形软件二次开发基础	(142)
9.1.1 二次开发的意义及特点	(142)
9.1.2 二次开发内容及功能要求	(142)
9.1.3 二次开发工具及方式	(143)
9.2 基于 AutoLISP 的 AutoCAD 二次开发	(143)
9.2.1 AutoLISP 语言简介	(144)
9.2.2 AutoCAD 用户菜单生成	(144)
9.3 基于 VB 的 AutoCAD 二次开发	(146)
9.3.1 AutoCAD 对象的使用	(147)
9.3.2 菜单和工具条的开发	(148)
9.3.3 实现电气元件与数据库的链接	(152)
9.3.4 运行程序后的结果	(153)
9.3.5 VB 二次开发 AutoCAD 基本操作程序	(154)
9.3.6 VB 二次开发 AutoCAD 实践	(156)
9.4 基于 VB 的 Visio 二次开发	(162)
9.4.1 Visio 二次开发原理	(162)
9.4.2 Visio 二次开发实践	(164)
9.4.3 实现图形与数据库的链接	(169)

第 10 章 智能化与网络化电气 CAD 新技术

10.1 智能化电气 CAD	(172)
10.1.1 什么是智能化 CAD	(172)
10.1.2 电气 CAD 专家系统	(172)
10.1.3 智能化电气 CAD 系统的结构	(176)
10.1.4 CAD 中图形交互功能的智能化	(177)
10.1.5 应用功能智能化	(178)

10.2 网络化电气 CAD	(179)
10.2.1 网络化电气 CAD 的概念和特点	(179)
10.2.2 网络化 CAD 信息获取与资源共享	(179)
10.2.3 基于 WEB 的电气工程 CAD 中数据的传输和图形管理	(180)
10.3 基于地理信息系统的智能电气 CAD 技术	(182)
10.3.1 基于 GIS 的电气 CAD 的特点	(182)
10.3.2 基于 GIS 的智能电气 CAD 系统的构成	(183)
10.3.3 基于 GIS 的配电网 CAD 与配电网自动化的衔接	(185)

第二篇 电力系统篇

第 11 章 图示化电力 CAD 潮流及网损软件

11.1 功能特点及总框图	(186)
11.2 程序结构及模块设计	(187)
11.2.1 图形编辑系统	(187)
11.2.2 数据库设计及数据输入方式	(188)
11.2.3 运行方式变换及网络拓扑分析	(188)
11.2.4 潮流及网损计算分析	(188)
11.2.5 潮流图与数据表的同步联动	(189)
11.2.6 计算结果与图形查询输出	(189)
11.3 CAD 潮流及网损软件使用	(189)
11.3.1 菜单说明	(189)
11.3.2 数据准备	(191)
11.3.3 运行操作步骤简述	(192)

第 12 章 图示化电网多功能短路电流计算软件

12.1 软件功能特点	(196)
12.2 计算数学模型及程序实现	(196)
12.2.1 数学模型	(196)
12.2.2 软件结构及模块设计	(198)
12.3 程序自动处理关键技术	(200)
12.3.1 数据自动处理	(200)
12.3.2 网络智能拓扑分析	(201)
12.3.3 短路电流计算曲线自动查询	(201)
12.3.4 短路电流分布图中显示数据的同步更新	(201)
12.4 软件使用方法及示例	(201)
12.4.1 软件界面说明	(201)
12.4.2 数据准备	(203)
12.4.3 实例运行操作步骤	(206)

第 13 章 图示化地区电网继电保护与短路计算一体化 CAD 软件

13.1 系统总体结构及功能特点	(210)
13.1.1 系统总体结构	(210)
13.1.2 系统功能特点	(211)
13.2 数学模型及实现原则	(211)
13.2.1 短路计算模型	(211)
13.2.2 继电保护整定模型	(212)
13.3 程序模块及流程图	(213)
13.3.1 程序流程图	(213)
13.3.2 模块设计	(213)
13.3.3 窗体及界面设计	(216)
13.3.4 数据库系统	(218)
13.3.5 重点、难点的处理	(218)
13.4 应用举例	(220)
13.4.1 放射线路实例	(220)
13.4.2 环网整定实例	(225)

第 14 章 电机 CAD 技术

14.1 概述	(227)
14.2 基本的电机 CAD	(228)
14.2.1 校核设计	(228)
14.2.2 综合设计	(234)
14.3 电机的优化设计	(236)
14.3.1 电机优化设计的数学模型	(236)
14.3.2 变量与约束条件	(237)

第三篇 厂矿供电篇**第 15 章 矿井电网计算绘图与数据处理一体化 CAD 系统**

15.1 系统结构及功能特点	(239)
15.2 数学模型及程序模块设计	(240)
15.3 系统使用方法及实例	(243)

第 16 章 高低压供配电工程电气 CAD 实践

16.1 高低压供配电工程 CAD 方案实例	(249)
16.1.1 电气主结线 CAD	(249)
16.1.2 变配电所 CAD 系统	(250)
16.1.3 工厂供用电一体化 CAD 系统	(251)
16.2 高压变配电所一次部分 CAD 实践	(252)

16.2.1	电气主接线图绘制·····	(252)
16.2.2	短路电流计算·····	(257)
16.2.3	一次设备选型·····	(258)
16.2.4	间隔断面·····	(260)
16.2.5	间隔平面·····	(261)
16.2.6	防雷设计·····	(261)
16.2.7	接地设计·····	(265)
第 17 章 供用电系统设备选型与优化 CAD 程序设计		
17.1	电网输配电线路的合理与优化选择·····	(269)
17.1.1	架空线路截面的合理与优化选择·····	(269)
17.1.2	电力电缆截面选择计算程序·····	(273)
17.2	变配电所一次设备选择计算程序·····	(277)
17.3	最佳无功补偿容量的选择及分配程序·····	(281)
17.3.1	企业电网无功补偿容量的优化配置·····	(281)
17.3.2	企业供电系统最佳无功补偿容量的选择及分配模型·····	(282)
17.3.3	企业无功优化补偿程序设计方案实例·····	(284)
17.4	供用电系统一次设备选择计算集成 CAD ·····	(287)
参考文献 ·····		(288)

第一篇 基础篇

第 1 章 概 述

计算机辅助设计(CAD)是计算机应用中近年来发展极为迅速的新技术,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,是电气科技工作者永恒的课题。电力与厂矿供电 CAD 则是借助于计算机技术,完成电力工程电气设计的有效工具。

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形化智能 CAD 技术,是我国加快发展高新技术产业的技术政策之一。本章介绍了 CAD 技术的基本概念、功能及发展趋势,详细介绍了电力及厂矿供电的行业特点、设计内容及 CAD 技术的应用,论述了电气 CAD 系统的特点及主要任务。

1.1 电力及厂矿供电 CAD 技术概要

1.1.1 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(以下简称电力 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。CAD 技术有以下共同特点:

- (1)CAD 技术与计算机软件、硬件技术的发展及工程设计改革密切相关。
- (2)CAD 技术是现代工程设计的迫切需要。
- (3)能高速完成复杂、劳动量大及人工难以完成的工作。
- (4)把设计人员的创造性思维、知识经验、判断分析能力同计算机强大的存储记忆、信息处理、高速运算及图形功能相结合,大大提高设计效率和质量。

2. 基本工作模式

电力工程设计的传统模式如图 1.1 所示。

- (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。

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, 高质量完成设计工作。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。

图 1.2 是一个典型的人-机交互式电力工程 CAD 系统流程图。

其中主要部分说明如下:

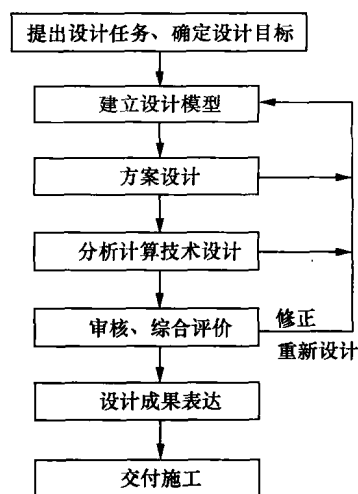


图 1.1 电气工程传统设计模式

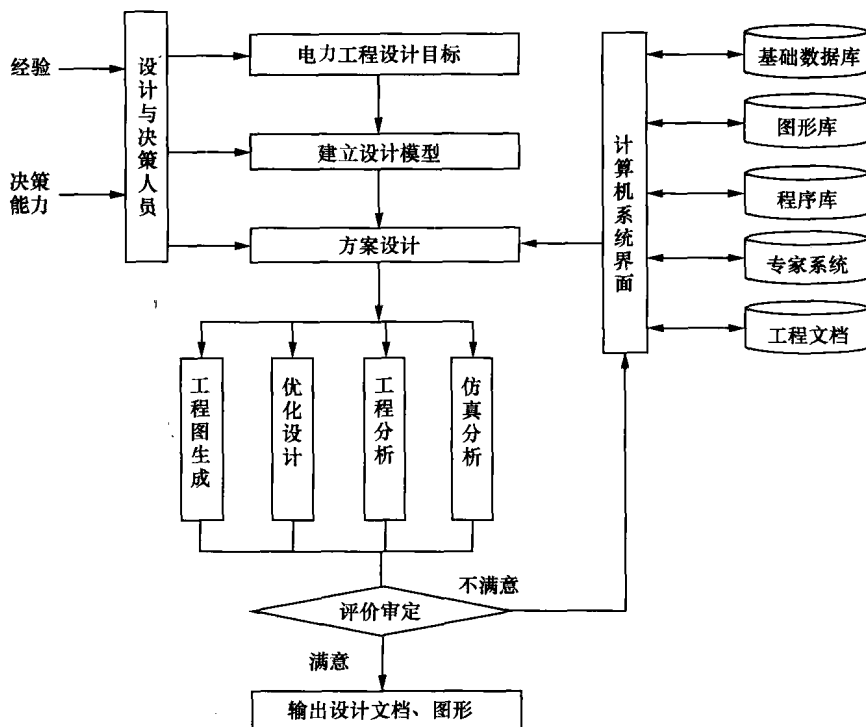


图 1.2 人-机交互式电力工程 CAD 系统流程图

(1) 建立设计模型

作用是对设计对象的结构给出确切的数字描述, 以便计算机能存储和识别、运算后数据入库, 能显示、观察, 随时调用、修改。设计模型分为通用模型和专用模型。不同的对象有不同要求, 对电力工程分类如下:

①元件描述模型:组成电力系统的电气设备称为电气元件。主要元件有发电机、变压器、开关、电抗器、调相机及连接各元件的线路。不同元件有不同的描述方法。

②网络描述模型:由电气元件组成并由线路连接而成的电力网络在 CAD 中用节点和支路来描述,并用便于计算机查询处理的编号规则表示。

(2)方案设计

为完成工程设计而提出和拟定实现目标的可行方案的过程称方案设计。电力工程方案设计有以下类型:

①新电力或厂矿供电系统设计:涉及内容有电源、变电所位置、网络结构、电压等级确定,与邻电网连接、设备选型等。

②扩建改造:通常是原有系统规模不足或满足不了未来的需要而增设的工程。除考虑新增容量外,还要考虑与原系统结合的协调性。

③增设局部电源,负荷或线路,除考虑增加设备本身的技术要求外,还要考虑对系统的影响。

(3)工程分析、计算

电力及厂矿供电系统的安全性、可靠性、经济性及必须满足的技术指标等方面的计算包括:节点电压水平;各元件如线路等的功率和电流大小分布; $N-1$ 安全检验;保护装置设计与整定;故障承受能力及稳定性校验等。

对多种方案均要进行以上各项分析并给出定量结果和投资概算。

(4)评价审定与优化设计

对提出的多种方案的各项经济技术指标进行综合评价比较,确定最佳方案,此方案就是最终设计方案。多方案的比较历来是人工进行,电力工程 CAD 中由装有判别比较能力的专家系统自动排序确定。

(5)文档编制及图形输出

文档与图形是设计成果的表现形式,也是施工的唯一依据,除必需的设计说明书、计算书、概算书及设备明细表外,还要有系统图、布置图、施工安装图等图纸资料。

1.1.2 电力及厂矿供电 CAD 的功能内容与技术特点

1. CAD 的作用

CAD 不仅让繁琐复杂的方案分析、数值计算和重复的机械绘图由计算机辅助完成,极大地减轻了设计者的劳动强度,而且使设计工作产生了重大变革:①使设计工作深入到前所未有的深度;②提高了图纸设计的速度和质量;③简化设计过程;④实现设计仿真和设计检验,在设计之初就对产品进行优化,设计中可以对其过程中的方案组建、动态特征和阶段成果进行分析和检验,从而提高了工程设计的一次成功性;⑤设计与施工紧密结合,可以通过数据传输系统与数控加工设备联结,直接进行产品的加工(CAM)。

使用 CAD 技术能提高设计质量和效率,缩短设计周期。但人是主人,计算机是助手,两者各有所长,两者的比较见表 1.1。