

智能电力系统设计

概要

在这篇论文中，一个电力系统设计和打算的概念正在发展。这样一个系统是用来保护电力系统设计知识的巨大身体识别、构建和巩固它到一个方便的来源。智能系统可以用于支持经验的电力系统规划者或用于训练的目的。主要规划和设计活动被认为是包括完整的电力系统或子系统的具体设计如变电站或传输走廊。它的主要特征和主要组件的通用智能系统，被称为 **PSIDE**。

一般方法和造型的设计工具被设计和使用这些知识。面向对象的策略是找到最合适的，由于自然有着强大的功能，所以它是电力系统的结构和行为。因此，**PSIDE** 是基于面向对象的知识模型，设计任务，如点对点传输设计、绝缘协调以及保护系统和变电所的设计。

为了验证提出的概念以及面向对象范型的实现，采用变电站设计模块完全开发和测试。

感谢

我想表达我真诚的感谢，感谢 **Francisco galiana** 教授，将他的指导、建议和个人参与的过程加入我的博士研究之中。他的热情、友谊和鼓励，对我完成这篇论文起到了极大的帮助。

我也十分的感谢 **Donald McGillis** 博士的支持和建议，他的专长领域的电力系统规划和设计这项工作造成了很大的影响

我也很感激 **Peggy**。改造和所有其他好人工程系的援助。

特别要感谢我的家人和我的朋友们爱和支支持，使这项工作成为可能。

最后，我想对提供的我金融支持的自然科学和工程研究委员会表达我的感激之情。

1. 介绍

1.1 总结

电力系统的规划和设计是一个高度知识密集型活动。这意味着设计任务依赖于混合的数学程序根据设计经验和人类经验。虽然数学程序已经成熟，而且交通便利，人类的知识是不太好定义或结构的，因此，没有现成的设计师。这个基本设计专业知识而且大大侵蚀多年来由于最近缓慢增长的电力系统和经验丰富的退休人员。因此，有一个伟大的需要结构、封装、保存，使这些知识可访问一个广泛的观众。本文试图提出实现这一需求，开发和测试的通用智能系统电力系统的设计和规划。

本章首先介绍一般设计问题的本质。1.3 节主要集中在电力系统更具体的设计问题。因为这在很大程度上依赖于人类的专业领域，人工智能的主题，特别是知识型系统，主要在 1.4 节综述，将它应用到电力系统的设计问题具体说明，这是本文的主要目的。在同一节中，两个主要的知识建模技术进行了综述，即基于规则和面向对象的编程。与面向对象编程的讨论，结合 C++ 语言的基本特征也概述了。1.5 节描述了一些方法设计方案的评价和排名。1.6 节综述了各种现有的应用程序，为智能系统的电力系统设计提供了一些文献的回顾与规划，以及对一些问题进行了强调规划设计。这是紧随其后的是讨论激励和证明本论文所做的工作，也就是说，开发的一个集成的智能电力系统设计工具。

1.2 设计的本质

数定义的设计提出了文学。因此，Asimow 定义设计作为一种“有目的的活动指向的目标满足人类需求”。Archer 描述设计作为一种“有目的的解决问题的活动主要是基于决策过程”。根据 simon 所说，设计可被视为一个“搜索过程，其目标是找到物理或组织模式，得到一定的目标，同时满足指定的约束”。

1.3 电力系统规划

电力系统规划的目标是可靠、灵活、经济的电力系统。其主要活动可能包括一个完整的电力系统的规划或特定的一代等子系统，相互连接，传输和分销网络、线路和变电站。性能需求如功率流的稳定、绝缘协调、保护、控制、接地、可靠性和成本评价也必须加以考虑。

两个基本类别的知识可以识别在电力系统规划过程中，即设计知识局限于具

体的设计任务和全球规划相关知识主要是决策的性质，如是否或何时建造新一代或互连。设计知识建模和处理是本研究的重点，详细研究了与全球计划知识在概念级别的待遇。

来描述电力系统的设计知识，首先是电力系统设计过程后在前一节中所描述的四个一般设计步骤在 1.3.1 中讨论。而电力系统设计知识的特征，包括电力系统的结构及其子组件，这一部分在 1.3.2 节讨论。

1.3.1 电力系统设计

1.3.1.1 设计目的

在电力系统的设计中，我们的目标或目标是生成一组场景，满足设计标准，也就是说，成本、可靠性、操作灵活性和对环境的影响。例如，在点对点的传输设计、传动系统的目标包括设计一组的特点是线路和变电站的数量和类型，数量和类型的系列以及并联补偿成本。同样，在变电站的设计中，目的是产生一组备选方案的特点。选择主变电站等组织安排高压和低压汇流，变压器部分高压和低压线路终端，所有这些满足实施操作约束和满足预定义的用户首选项。

1.3.1.2 设计的先决条件

电力系统设计是受到约束和被控制的，比如环境、金融和技术。

标准在电力系统设计技术要求实施监管董事会或实用程序来确保设计符合某些标准如绝缘强度、短路容量、安全与稳定的利润率以及可听噪声和无线电干扰水平。在某些关键系统，最大容许也可能指定的设计准则。

电力系统仿真程序实现纯粹是算法程序，基本的分类如下：稳态和瞬态。此外，存在模拟程序旨在确定可靠性措施，评估成本，执行机械应力分析。

电力系统由数据库：电气设备、标准和统计数据、输入设计规范，以及完整的设计。

1.3.1.3 设计的方案

在大多数电力系统设计任务中，目标是建立一个复杂的系统组成的众多的子组件。此外，电力系统区域的设计任务主要是通过一套行之有效的特点是顺序处理步骤。因此，在 1.2 节中描述的范围减少方法被认为是特别适合电力系统的设计。例如，在变电站设计中，主要设计步骤的定义如下：

(1) 选择可行的单行图

(2) 执行所需的模拟

(3) 选择变电站的电气设备。此外，这三个主要步骤由一个序列的子步骤的设计。单行的图的一个例子是选择在接下去的两个步骤进行，选择可行的配置为每个变电站的主要部分及其组装成完整的变电站。

1.3.1.4 选择最终设计

一旦生成一组可行的设计方案，它仍然是评估每一个选择和排列他们根据标量评价指标如 1.2 节所提出的。详细的例子设计步骤也在第三章中描述。

1.3.2 电力系统设计知识

“知识表示的信息，人们倾向于记住和操纵，以理解和解决问题”。设计知识的集合可以被定义为事实、数据、规则、指南、程序和设计与设计的系统。本文电力系统设计知识进行分类：

- (1) 身体组成的子组件
- (2) 类型的相关知识
- (3) 知识分布
- (4) 知识的处理

1.3.2.1 电力系统的物理组成

电力系统是由自己的组件或者子系统反过来而形成的。例如，一个大的功率池由几个较小的相互关联的子系统组成，反过来，包含自己的变电站、输电线路和代单位。此外，变电站和输电线路将由基本的电气设备组成，如导线、电源变压器、断路器、仪表变压器和汇流。设计的过程遵循本文的任务，充分利用这种自然电力系统的结构。因此，一个复杂的系统可以通过设计一组越来越复杂的子系统进行设计。

1.3.2.2 知识分布

系统子组件通常包含一些嵌入式的知识对自己的设计，可以独立于其他子组件的设计处理。这些知识被称为低级知识。高级知识与系统有关，而不是与子组件。而低级知识规则是进行的更具体，规范更小的本地相关任务的系统组件。

作为一个例子，在变电站的设计中，高级知识是为了处理选择可行的单行的变电站的配置，而低级知识包含规则和数据相关的实例化基本变电站电气设备。

1.3.2.3 知识处理

大多数的电力系统设计任务是进行完善的一系列步骤，而不是通过迭代过程。尤其如此，当处理高层知识的决策变量是离散的，不能反复调整。这个范围减少试验也常用在电力系统底层知识的处理设计。

这种类型的低级处理的一个例子是电气设备的选择特点，必须由制造商目录数据的一组有限的离散。

具体说明上述因素是变电站设计的过程。第一步是选择可行的替代单行的图。二是执行必要的模拟来获得所需的参数。第三步变电所电气设备的选择。第四步是设计方案的评价与指定的性能标准。一个类似的过程适用于其他典型的电力系统设计问题。

1.4 人工智能和智能系统

常见的人工智能的各种定义之间的链接出现在无数的尝试为数字计算机提供类似于人类的推理能力。尽管做出了非凡的计算机产业的发展，使计算机智能的目标已被证明是比预期更加的困难。

2 一个智能电力系统设计环境

在过去的七年里，McGill 大学的电力工程集团从事程序开发知识或智能电力系统的规划方法。这一努力的动机，在很大程度上，由于电力系统设计知识的广泛分散和侵蚀的危险是由人类专家的退休和一个任劳任怨的电力工业商业，而不是技术因素。智能方法是试图识别广泛的电力系统规划和设计的知识，收集和结构它到一个方便的来源计划的保护，整合和培训。

主要的电力系统规划活动认为这种方法包括一个完整的电力系统的设计或特定的子系统或组件如一代，相互连接，传输和分销网络、线路和变电站。

正如简介中提到的，两个基本类别的知识可以识别在电力系统规划过程中，即技术设计知识限制设计任务和全球规划相关知识主要是整个流程的管理。本文强调技术设计知识建模和处理，而不是全球规划知识，全球规划知识只是简要地讨论了。

本章中，首先提出了一种智能设计环境的整体电力系统规划和设计过程。为了发展提出设计环境，一般的面向对象的方法描述。最后一些典型的例子，设计

任务属于 PSIDE 如点对点传输，绝缘协调和保护设计简要讨论说明这些通用方法。此外第三章描述了一个发育完全的面向对象模块的 PSIDE 变电站设计实践验证该设计环境和方法。

3 智能变电站设计环境

3.1 总结

本章详细介绍了智能变电站的计算机环境设计基于第一章中描述的面向对象范型。这个工具集成了一套不同的变电站设计和仿真活动变成了一个强大的和友好的软件包。

本文中使用的术语智能应解释为处理一个广泛的知识基础和能力产生一组复杂的设计方案以满足给定的基本规范。方面存在的“智能”两种形式：知识在规则和程序，这些知识在井身结构的分布类的对象。

SIDE 的发展是出于以下实施：

1. 变电站的设计是一个经常需要的任务在任何电力系统的负荷增长，代扩张和电压控制的需要，作为一个例子，在蒙特利尔地区的负荷约 15000 千瓦，每年大约有 200 个不同的变电站设计项目进行从 25 千伏到 735 千伏花费几亿美元。

2. 变电站的许多方面规划、设计、操作和维护是高度知识密集型的，也就是说，它们的执行强烈依赖于人类专家通过多年的经验而不是具体的数值程序。

3. 专业知识在变电站设计和操作变得不那么可用由于经验丰富的退休人员。此外，变电所设计专家一般不集中，但相反，遍布众多的部门、公司、数据基地、手册和人。综合知识变电站设计工具还有很长一段路要走所以保护和利用这一技术。

这部分研究的总目标是开发一个基于知识集成的工具，维护和支持这些任务内在变电所的设计。这个工具实现这一目标通过结合主要活动和数据相关的变电站的电气工程设计。它产生许多潜在的设计，满足给定的设计标准，如短路、绝缘承受电压和可靠性。

生成的设计包括：主要变电站设备的定义，通用电气规范，变电站的单行的图，以及一个详细的报告描述了设计性能包括可靠性和成本。

主要以知识为基础的系统架构概述的所有基本系统子组件和模块在 3.2 节中进行介绍。

3.2 系统架构

如图 3.1 所示，系统架构的设想在客户机-服务器功能原则。服务器是大脑，它包含了面向对象设计知识模型。它管理系统数据库和执行知识处理生成一组可行的设计方案。客户端是图形用户界面，允许用户访问不同的设计功能，输入设计规范数据并检查输出的设计方案和数据库，多个用户可以分时访问设计工具。服务器是在 C++ 编程语言的面向对象的功能和可移植性，而客户是基于 TCL/TK，一个强大的图形用户界面开发环境。

3.3 面向对象模型的方

变电站设计的领域知识可以分为以下五类：

1. 变电站的结构组成
2. 设计的规范
3. 仿真程序
4. 变电站的设计方法
5. 电气设备

这些部分概述一些长度的步骤，变电站设计的面向对象的模型结构与变电站的描述开始，结束了其主要设备组件。减轻读者的负担，这些部分可以被认为是实体本身，他们或多或少是自给自足的；然而，它们的内容是相关的，所以加在一起，就形成了一面的故事。本章也有图形用户界面的讨论。

3.4 设计的规范方面

设计规范方面代表基本的输入对变电站电力系统设计过程中，环境和可靠性要求。这些规范是已知的电力工程师设计标准和分类如下：

电力系统标准包括与系统相关的参数，如额定电压水平，负载评级、短路和绝缘水平在现有网络，相关数据传入和传出的电线以及关于无功补偿数据。

指定的值是电压水平的最高工作电压设备。文中提供的信息关于额定载荷的两种形式：变电所的总峰值负载评级和作为一组峰值负载评级分别描述每个客户提供的变电站。指定的网络短路水平两个参数，即三相和单相短路容量。输入用于绝缘协调目的是期望立刻缓慢停止和暂时过电压以及指定的绝缘失败的风险。传入和传出的行线相关参数和非线性相关的参数。关于无功补偿主要的参考的数据类型和评级的静态 VAR 系统通常实现高压变电站的一部分。自变电站，在一般情况

下，在几个电压水平，是很重要的提到，大多数上述输入数据必须被指定为每个电压水平。