

综合智能控制技术在电网规划中的应用 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/290/2021_2022__E7_BB_BC_E5_90_88_E6_99_BA_E8_c57_290727.htm

摘要 广东省的电力工业已步入大电网、高电压和大机组的时代，如何合理地布局电网是广东省电力工业的重要课题之一。电网规划是一个受多种条件约束，以电网总效益为最终目标的多目标系统工程，因此，宜用综合智能控制技术来研究电网规划。在这方面较成功的例子是加拿大魁北克水电公司的直流/交流输电网络设计专家系统，该系统具有目标和预期效益、领域专家和知识工程师的交互作用等特点。根据广东省电网的现状和发展目标，电网规划决策系统可分解为负荷预测、网架规划、无功规划、稳定性分析等子问题，通过子问题的迭代进行协调，寻求最佳电网规划决策系统。广东省电力系统包括21个地市电网，现有最高运行电压等级为500 kV，珠江三角洲地区已形成500 kV环网，并以500 kV电压与广西联网，以400 kV和110 kV电压分别与香港和澳门联网。此外，广东电网还向湖南宜章和临武两县以及江西赣南地区供电。粤中(珠江三角洲地区)地网是广东电网的核心，也是全省最大的负荷中心，该电网与广西、香港等电网互联，除了向珠江三角洲地区提供电力外，还担负着电力交换任务。在粤中地区建设一个强大的500 kV电网，对保证广东电网乃至香港电网以及澳门电网的安全运行有着重大意义。目前广东500 kV电网东已延伸至汕头西翼，江门--茂名500 kV输变电工程正加紧建设，2000年前可望投入使用。广东省的电力工业已经步入了大电网、高电压和大机组时代。随着整个电网变得越来越复杂

，电网规划中以往那种人为臆断和局部最优的规划方式会给电网运行、发展带来隐患，资金盲目使用的可能性加大。结合目前理论的发展，我们认为电网规划是一个受到多种条件约束的、以电网总效益为最终目标的多目标的系统工程。对于这样一个系统，我们认为适宜以控制论为基础，结合信息论、运筹学和系统工程等理论来研究。从控制论角度来看，电网是一个巨维数的典型动态大系统，它具有强非线性、时变且参数不确切可知、含大量未建模动态部分的特征。另外，电力网络地域分布广阔，大部分元件具有延迟、磁滞、饱和等复杂的物理特性，对这样的系统实现有效决策控制是极为困难的。另一方面，由于公众对新建高压线路的不满日益增强，线路造价，特别是走廊使用权的费用日益昂贵，以及电力网的不断增大，使得人们对电力网络的决策控制提出了越来越高的要求。正是由于电网具有这样的特征，一些先进的控制论思想和技术被不断地引入到电网中来。下面将阐明综合智能控制技术引入电网规划中的必要性和可行性。

1 综合智能控制技术

1.1 智能控制的概念

迄今为止，智能控制尚无统一的概念，文献 [1] 有如下归纳： a) 最早提出智能控制概念当推傅京孙教授，他通过对人-机控制器和机器人方面的研究，将智能控制概括为自动控制和人工智能的结合。他认为在低层次控制中用常规的基本控制器，而在高层次的智能决策，应具有拟人化功能。 b) Saridis在傅京孙工作的基础上，提出了三元结构的智能控制理论体系，他认为仅有二元结合无助于智能控制的有效和成功应用，必须引入运筹学，使其成为三元结合，并提出了其递阶智能控制的理论框架。 c) 国内蔡自兴教授在研究了上述理论结构以后，从系统的整体

性和目的性出发，于1986年提出了四元结构价格体系，将智能控制概括为控制理论、人工智能、运筹学和系统理论4学科交叉。总之，智能控制是多学科知识的结合，除了从控制论出发来研究它，还可以从信息论、生物学以及社会科学角度来讨论和研究。

1.2 综合智能控制技术

综合智能控制一方面包含了智能控制与传统方法的结合，如模糊变结构控制，自适应模糊控制，自适应神经网络控制，神经网络变结构控制等；另一方面包含了各种智能控制方法之间的交叉综合，如专家模糊控制，模糊神经网络控制，专家神经网络控制等。

2 一个国外的电网规划专家系统

目前为止，在电网规划方面较成功的综合智能控制技术系统不是很多，其中比较好的有加拿大魁北克水电公司(Hydro-Quebec)的"直流/交流输电网络设计专家系统"。在80年代末期，随着人员的退休和长期不用，一些60年代和70年代加拿大电网高速发展时期由工程师们获得的大量有关电力系统规划设计的专门知识逐渐被人遗忘，这引起了加拿大电力部门的关注，魁北克水电公司将专家系统技术看成是表达和保存某些目前在人类专家头脑中的专门经验和知识的潜在方法。他们认为在电力系统规划设计领域里，专门知识的损失非常明显，尤其是在电力系统增长缓慢的时期。这些专门知识来自于各门学科，在多层次的电力系统设计决策过程中起着重要的作用。一些选择决策，如发电类型、发电厂位置、输电类型(交流/直流)、电压等级、输电线路的数量型号和补偿设备的数量型号的选择必须根据一些准则仔细权衡，包括可靠性、稳定性、稳态性能、费用和环境状况的准则等。基于此，魁北克水电公司的专家们开发了一个用于输电网络初步设计的专家系统，该专家系统具有

以下特点。 2.1 目标和预期效益 主要目的是研究使用专家系统(ES)来模仿人类专家在AC/DC输电网络初步设计中的行为的可能性。系统地确定和表达进行一项合格设计所必须的知识，包括符号和数字数据，以及指导该项设计的原理、规则、准则折衷方法和数学模型。合格的设计基于费用、环境状况、稳定性、可靠性和设计灵敏度或鲁棒性等准则。ES原型还应指导用户通过完成设计所需的各步骤，使用户与知识库交互作用，并提供达到每一中间步骤后相应推理路径的解释。预期的主要效益是： a)专家知识能够保留和传授给未来的工程师； b)知识可以用更加具体的形式加以表达，而不是一些不明确的、没有根据的判断； c)将获得得更一致的结果； d)与人类专家相比，ES可以检查、比较更多的方案，得到更经济的设计； e)借助于推理解释功能，ES可以作为未来专家的教学和训练工具； f)作为一种"咨询"手段或者一个对已有设计进行评价和改进的工具，ES对专家将很有帮助； g)ES将充当进行各种电力系统设备设计的专家系统家族的先驱，作为一种模型，从中抽取更加一般的设计方法论； h)ES起到收集常常分散在整个设计机构中的知识的作用。

2.2 领域专家和知识工程师的交互作用 知识工程师应当具有电力系统分析和设计领域以及人工智能(AI)领域的经验，已经证明两种知识的混合对于从领域专家处抽取和浓缩专家知识非常有效。专家知识来自于电力系统规划工程师，他们具有多年的规划、设计和调试大型工程项目的经验。

2.3 对设计的评价因素 一个候选的设计必须满足下述条件： a)DC系统最小故障恢复特性； b)容许的无线电和谐波干扰要求； c)故障后的最小稳定判据； d)稳定电压和无功电源的极限； e)甩负荷后的暂态过电压

极限；f)可靠性所要求的最小设备冗余度；g)必须对输入数据变化不敏感(鲁棒性)；h)必须满足某一最大费用要求；i)必须适合现有技术。魁北克水电公司的"直流/交流输电网络网络设计专家系统"已经成功地应用了近十年，并在不断地发展、完善。随着模糊技术和人工神经网络等的迅速发展，综合智能控制技术在电网规划中的应用前景愈来愈广阔。

3 电网规划决策系统的分解及协调

电网的建设是资金和技术密集型的工程，线路和设备的经济使用寿命长达数十年之久，所以网络的结构合理与否，对电网的技术性能和经济效益将产生长期的影响。一次规划失误的损失，若干年难以挽回。随着广东省电网的不断发展，如何合理地布局电网已是当前电网乃至整个电力工业发展的重要课题之一。电网规划需要确定的决策是大量的，而这些决策在时间和空间上是相互影响的。目前，限于各方面条件，无法将其统一在一个模型中考虑。只能将其分解成相对简单的子问题，再通过子问题间的迭代进行协调。按照问题划分，电网规划可分为：负荷预测，网架规划，无功规划，稳定性分析，短路电流分析。

4 结束语

电网负担着将电源与用户连接起来的任务。此外为了得到最大的供电可靠性和经济性，它还担负着与邻近地区电力系统联系起来的任务。由于电网设备投资需求大，并且设备寿命长达数十年，从而导致电力系统强烈地受"过去权重"的制约，因此，寻求最佳的电网投资决策以保证整个电力系统的长期优化发展，是电网规划所要达到的目标。结合本文的论述可以看出，电网这一巨维数的典型动态大系数，具有强非线性、时变且参数不确切可知、含大量未建模动态部分的特征，而我们所要达到的控制效果是一种多目标、滚动优化

的动态非量化指标(电网的工程效益)，在这个过程中知识的表示和处理占了较大的比重。这样就需要利用综合智能控制技术去有效地组织有关电网规划的大量知识，进行选优运算，得到优化的决策。目前广东省电力工业局联合华南理工大学电力学院共同开展了"电网规划专家决策系统"的有关理论研究工作，并有望在2000年开发一个有效的基于综合智能控制技术的电网规划决策系统，它的使用将对广东省电网的建设起到积极的促进作用。参考文献 1 黄苏南，邵惠鹤，张钟俊．智能控制的理论和方法 [J] ．控制理论与应用，1994(4)2 王梅义，吴竞昌，蒙定中．大电网系统技术．第2版 [M] .北京：中国电力出版社，19953 周乐荣．电网规划辅助决策系统中面向对象模糊数据库的研究： [学位论文] [D] ．广州：华南理工大学电力学院，1998 100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com