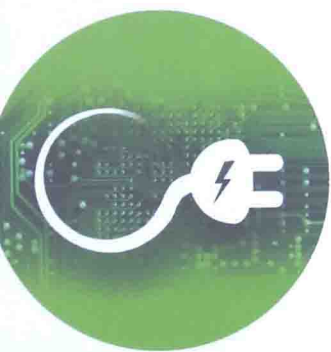


“十二五”国家重点出版物出版规划项目
绿色交通、低碳物流及建筑节能技术研究



主动配电网中的 电力电子技术

ZHUDONG PEIDIANWANG ZHONG DE DIANLI DIANZI JISHU

金新民 等 编著



北京交通大学出版社
<http://www.bjtup.com.cn>

“十二五”国家重点出版物出版规划项目
绿色交通、低碳物流及建筑节能技术研究

主动配电网中的 电力电子技术

金新民 等 编著

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书主要介绍在主动配电网中用到的电力电子技术。全书共分9章,包括绪论、主动配电网中的变流器及其控制,分布式光伏发电技术,主动配电网中的风力发电系统,主动配电网中的能量储存及能量管理,主动配电网孤岛运行时的变流器控制,配电网中的并网/孤岛运行切换技术,主动配电网的稳定性和电能质量,主动配电网仿真技术。

本书可供从事主动配电网、微网、分布式电源方向研究的专家、学者,从事电力电子装置、新能源发电系统、储能系统设计的技术人员,以及高等院校电气工程等专业的研究生使用。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

主动配电网中的电力电子技术 / 金新民等编著. — 北京: 北京交通大学出版社, 2015. 1
ISBN 978-7-5121-2192-8

I. ① 主… II. ① 金… III. ① 配电系统-电力电子技术 IV. ① TM727

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 022488 号

责任编辑: 孙秀翠 特邀编辑: 刘 松

出版发行: 北京交通大学出版社

电话: 010-51686414

北京市海淀区高粱桥斜街 44 号

邮编: 100044

印刷者: 北京瑞达方舟印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×230 印张: 21.25 字数: 476 千字

版 次: 2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5121-2192-8/TM·65

印 数: 1 ~ 1 000 册 定价: 45.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监局反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

绿色交通、低碳物流及建筑节能技术研究 编委会名单

主 任：杜祥琬

副主任：宁 滨 陈 峰 王思强

委 员：刘伊生 王元丰 毛保华 屈晓婷
姜久春 汝宜红 刘颖琦 王海东

前 言

电力电子技术自 20 世纪 50 年代诞生至今已有近 60 年,经过无数前辈科学家和工程师的努力,在众多关联技术进步的簇拥下,电力电子技术也逐渐步入了成熟期,其标志就是在工业、交通、能源、家用电器等许多行业都得到了广泛的应用。20 世纪电力电子技术最主要的运用领域无疑是电机传动和直流电源。2000 年前后,随着越来越强烈的节能、环保要求,可再生能源发电得到重视,尤其是在我国。近十几年来我国的风力发电、光伏发电从无到有,其增速令世界瞩目。可再生能源的发电利用绝大多数要依赖电力电子装置来变流,这使电力电子技术又有了一个新的广阔的发展空间。新的发展空间带来了新的课题。例如,如何提高可再生能源的发电效率、这样产生的电力如何并网、如何独立组网运行,电能如何储存及合理调度利用、电能变换会对电网产生何种影响、如何不污染电网、如何在电网故障时支持电网等。可以想象今后的配电网中将会有大小各种分布式能源接入,如何应对这一新形势,我们似乎还没做好准备。在可再生能源发电高速发展的情况下,理论研究却往往跟不上工程实践,关于主动配电网可以说目前没有完整的答案,还要靠不断的研究和实践来逐步解答和完善。这正是本书编著的背景。本书编著的目的包括以下几点:教学需要与时俱进地讲授新内容,科研成果也应及时总结、归纳并与同行分享,普及电力电子技术应用的新知识,以促进行业的发展。

本书的作者来自于北京交通大学的新能源发电科研团队,从事电力电子技术的研究始于 20 世纪八九十年代,对于新能源发电、微网等也已积十余年科研实践经验。鉴于电力电子技术在主动配电网中的应用领域很广泛,本书不企图追求面面俱到,而主要是关注我们团队研究涉及的领域。

本书共分 9 章。第 1 章为绪论,综述主动配电网的概念、结构、特点及电力电子技术在其中的位置。第 2 章为主动配电网中的变流器及其控制,讲述变流器的拓扑、PWM 调制及不同输出模式时的控制技术,这一内容也是其他各章共同的技术基础。第 3 章为分布式光伏发电技术,讲述光伏发电系统的工作原理和控制技术。第 4 章为主动配电网中的风力发电系统,讲述两种常用的风力发电系统

的原理和控制、风力发电系统的低电压穿越控制技术等。第5章为主动配电网中的能量储存及能量管理,主要以电池储能为例,讲述储能系统的构成、容量配置、能量管理等。第6章为主动配电网孤岛运行时的变流器控制,讲述孤岛运行时变流器的并联控制方法、变流器下垂特性控制时的各种性能等。第7章为配电网中的并网/孤岛运行切换技术,讲述单台微源的并/离网切换方法、微网系统并/离网无缝切换技术及黑启动控制等。第8章为主动配电网的稳定性和电能质量,讲述小信号稳定性分析方法、主动配电网的三相不平衡运行问题和谐波问题等。第9章为主动配电网仿真技术,讲述离线仿真、纯数字实时仿真、半实物仿真等技术。

本书的编写大纲由全体作者讨论审定。本书的第1章由金新民编写,第2章由吴学智编写,第3章由童亦斌编写,第4章由张禄、梁晖编写,第5章由黄梅编写,第6章、第7章由黄杏编写,第8章由周啸、梁建钢编写,第9章由荆龙编写。金新民负责全书的统一修改和审定。

本书引用了本团队毕业博士生杨海柱、陈瑶、马琳、周飞、唐芬、战亮宇、谢路耀、马添翼等的研究成果,在此表示感谢。感谢电气工程学院姜久春院长的督促与支持。感谢柴亚盼、李洋同学对文稿整理的贡献。感谢北京交通大学出版社孙秀翠副社长为本书的出版付出的辛勤劳动。

由于作者的学识有限,书中的疏漏和错误之处在所难免,殷切期望专家和读者批评指正。

编 者

2015年1月

jinxm@bjtu.edu.cn

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 主动配电网的概念	1
1.2 主动配电网的结构	2
1.3 主动配电网的特点	6
1.4 主动配电网中的电力电子技术	7
本章参考文献	8
第 2 章 主动配电网中的变流器及其控制	10
2.1 两电平变流器	10
2.1.1 两电平电压源型变流器的运行原理分析	11
2.1.2 两电平电压源型变流器的 PWM 控制技术	13
2.2 三电平变流器	17
2.2.1 NPC 三电平变流器	17
2.2.2 TNPC 三电平变流器	19
2.2.3 三电平变流器的 PWM 控制技术	21
2.3 无隔离变压器的光伏并网逆变器拓扑	27
2.4 电压源型变流器的控制技术	32
2.4.1 电压源型变流器的并网控制技术	32
2.4.2 电压源型变流器的离网控制技术	41
2.5 主动配电网中的 DC/DC 变换器及其控制	42
本章参考文献	46
第 3 章 分布式光伏发电技术	50
3.1 太阳能光伏发电原理	50
3.1.1 太阳能光伏电池	50
3.1.2 太阳能光伏发电系统	54

3.1.3 太阳能光伏发电系统分类	59
3.2 分布式光伏发电	65
3.2.1 分布式光伏发电原理与典型应用形式	65
3.2.2 分布式光伏发电并网逆变器控制	70
3.2.3 缺电地区的光伏发电解决方案	74
3.3 光伏发电 MPPT 技术	76
3.3.1 最大功率跟踪原理	76
3.3.2 最大功率跟踪算法	77
3.3.3 分布式 MPPT 定义	79
3.3.4 分布式 MPPT 技术	80
3.4 孤岛检测	83
3.4.1 孤岛检测原理	83
3.4.2 电网侧孤岛检测方法	85
3.4.3 电源侧被动孤岛检测方法	86
3.4.4 电源侧主动孤岛检测方法	87
本章参考文献	93
第 4 章 主动配电网中的风力发电系统	95
4.1 风力发电系统概述	95
4.1.1 风力发电系统分类	95
4.1.2 风力机功率特性及最大功率跟踪技术	99
4.2 风力发电系统变流器基本控制策略	103
4.2.1 双馈型风力发电系统原理及控制	103
4.2.2 直驱型风力发电系统原理及控制	117
4.3 风力发电系统低电压穿越控制技术	125
4.3.1 电网故障及低电压穿越标准	125
4.3.2 电压跌落对双馈型风力发电系统的影响	126
4.3.3 双馈型风力发电系统低电压穿越控制策略	136
4.4 电网电压不平衡下风力发电系统控制技术	140
4.4.1 不平衡电网电压下的双馈型风力发电系统数学模型	141
4.4.2 不平衡电网电压下 DFIG 系统 RSC 控制目标	145
4.4.3 不平衡电网电压下 DFIG 系统控制策略	152
4.5 风力发电系统在主动配电网中的作用	156
本章参考文献	158

第5章 主动配电网中的能量储存及能量管理	162
5.1 能量储存在主动配电网中的作用	162
5.1.1 主动配电网中储能的作用	162
5.1.2 光伏发电系统中储能的必要性	164
5.2 主动配电网中的储能系统	165
5.2.1 储能装置种类	165
5.2.2 电池储能系统构成	166
5.2.3 储能电池	167
5.2.4 电池管理系统 BMS	168
5.2.5 储能变流器及其控制	172
5.2.6 电池储能应用方案举例	174
5.3 主动配电网中储能系统容量配置及能量管理	180
5.3.1 储能系统容量配置	180
5.3.2 主动配电网中储能系统能量管理	184
本章参考文献	186
第6章 主动配电网孤岛运行时的变流器控制	188
6.1 变流器孤岛运行技术概述	188
6.2 主从并联控制方法	189
6.3 有互连信号线并联控制方法	190
6.4 无互连信号线并联控制	191
6.4.1 微源下垂控制原理	191
6.4.2 逆变器型微源静态稳定性	195
6.4.3 逆变器型微源无互连信号线控制方法	196
6.5 电压特性与功率控制性能	201
6.5.1 三环控制方法的等效阻抗分析	201
6.5.2 虚拟阻抗控制方法的等效阻抗分析	203
6.5.3 虚拟阻抗控制方法的电压跌落问题	205
6.5.4 $P-f$ 和 $Q-V$ 单环下垂控制方法的等效阻抗分析	206
6.5.5 $P-f$ 和 $Q-V$ 单环下垂控制方法的功率限幅功能	207
6.6 频率特性	209
6.6.1 传统下垂控制方法	209
6.6.2 虚拟同步发电机控制方法	210
本章参考文献	214

第7章 配电网中的并网/孤岛运行切换技术	217
7.1 分层控制思想概述	217
7.2 单台微源的并/离网切换方法	218
7.2.1 下垂控制的VCM模式并网/孤岛切换方法	218
7.2.2 并网CCM模式和孤岛VCM模式切换方法	219
7.3 微网系统并/离网无缝切换技术	222
7.3.1 微网系统准同期并网原理	223
7.3.2 微网系统准同期并网条件	224
7.3.3 微网系统准同期并网控制策略	226
7.4 微网系统黑启动控制策略	228
7.4.1 微网系统黑启动原理	228
7.4.2 微网控制系统黑启动调度方法	231
7.4.3 微源黑启动控制方法	234
本章参考文献	236
第8章 主动配电网的稳定性和电能质量	238
8.1 主动配电网的稳定性	238
8.1.1 小信号稳定性分析方法	238
8.1.2 集中式负荷系统的小信号建模	243
8.1.3 分布式负荷系统的小信号模型	249
8.1.4 小信号稳定性分析算例及时域仿真验证	254
8.2 主动配电网电能质量分析及治理	258
8.2.1 主动配电网三相不平衡运行	258
8.2.2 孤岛运行不平衡电压控制	267
8.2.3 主动配电网谐波问题	278
本章参考文献	290
第9章 主动配电网仿真技术	293
9.1 离线仿真	293
9.1.1 仿真技术对于主动配电网研究的重要性	293
9.1.2 不同目的下的建模尺度和方法	294
9.1.3 典型分布式电源模型	296
9.2 纯数字实时仿真	306
9.2.1 纯数字实时仿真的概念及意义	306

9.2.2 常用的实时仿真器	307
9.2.3 应用举例	309
9.3 半实物仿真	316
9.3.1 半实物仿真的概念及特点	316
9.3.2 硬件在回路	317
9.3.3 快速控制原型	317
9.3.4 应用举例	317
本章参考文献	319
附录 A 偏导函数计算结果	321
附录 B 系数矩阵计算结果	322
附录 C 主动配电网系统参数表	325
附录 D CCM-VSC 参数表	326
附录 E VCM_VSC 参数表	327

绪 论

1.1 主动配电网的概念

说到主动配电网（Active Distribution Networks, ADN），还是要先从传统的配电网说起。配电一词根据《辞海》的定义是：将发电厂生产的电能通过变电所及线路送到用户或用电设备的过程^[1]。据此推论配电网就应该是指实现这一过程的电力网了。《现代电力工业词典》对配电网的定义是：从输电网或地区发电厂接受电能，通过配电设施就地或逐级分配给各类用户的电力网^[2]。与主动配电网相对，传统的配电网其实隐含着被动的（passive）意思，也就是在配电网中没有发电厂等电源，电能来自外部，电能的流向也是单一的，是从发电厂经配电网络流向用户。

20 世纪中期以来，由于电力需求的持续增长、传统石化能源的大量消耗，由此带来的环境污染、全球气候变暖等问题日益严峻，人们开始寻求新的、可再生的能源，例如：风力发电、光伏发电等。很多情况下这些可再生能源能量密度较低，相比既有的发电厂功率小、分散，并且直接接入配电网。大量的分布式能源（Distribution Energy Resources, DER）接入配电网，这是传统配电网所不曾预计到的景象。分布式能源的大量接入，对于配电网的接纳、调度能力及配电网的电压控制、供电可靠性、电能质量、继电保护等都提出了不同于以往的挑战。因此，主动配电网的概念应运而生。为了应对这一新的情况，CIGRE（International Council on Large Electric Systems，国际大电网会议）成立了 C6.11 工作组，其目的是研究主动配电网的开发和运行，从 2006 年 8 月开始工作。C6.11 工作组开展工作之初，对于主动配电网并没有清晰的概念，于是向 14 个国家的 27 个代表发放了调查表，根据分析反馈的数据，在对主动配电网的定义上形成了如下的共识^[3]：

- 主动配电网是具有一个系统来控制的，由分布式能源（定义为发电机）、负载、储能装置组成的联合体；
- 配电系统操作者有可能通过灵活的网络拓扑来管理潮流；
- 在适当的监管环境和并网协议下，分布式能源在一定程度上承担支持系统的责任。

C6.11 工作组对主动配电网定义的共识强调了配电网含有并控制分布式能源、可主动调

度潮流和分布式能源对配电网的支持这三点。这明显有别于传统的配电网。

在讨论主动配电网的概念时,有一个绕不开的话题就是微网(Microgrid),或叫微电网。关于微网也没有统一的定义,美国能源部引用的MEG(Microgrid Exchange Group)的定义是^[4]:微网是负载和分布式能源互连的组合;微网作为一个单独可控的实体相对于电网有着清楚定义的电的边界;微网可与电网连接也可以不连接,使它可以运行在并网和孤岛两种模式下。CIGRE的C6.22工作组在微网发展的路线图中给出的定义是^[4]:微网是包含负载和分布式电源(例如:分布式发电机、储能装置或可控负载)的配电系统,它可以受控、协调地运行于并网或孤岛状态。

以上关于微网的定义尽管表述不同,但都强调了微网中包含分布式能源和微网可以并网或孤岛模式运行这两点。仅凭这两点似乎很难将微网和主动配电网相区别;因为主动配电网不但包含分布式能源,也具有孤岛运行模式^[3, 5],这也是分布式能源支持配电系统、提高系统可靠性的手段之一;另一方面微网的操作者同样可以灵活地调节管理网内的潮流。因此有的学者认为“微网本质上就是一个主动配电网,因为它在配电网电压等级上组合了分布式发电系统和各种负载”^[6]。

虽然主动配电网和微网在概念上有着相当程度上的重叠,但通过近年来众多研究可以了解到,主动配电网和微网的关注点是不同的。微网主要关注的是它作为一个独立单元的运行与管理;而主动配电网更关注的是整个配电网层面的运行与管理。按照分层控制的思想^[7],微网的控制属于较低层的就地控制或区域控制,主动配电网的控制则是更高层的全局控制。可以认为微网是主动配电网中比较独立的单元,是主动配电网的组成部分。

主动配电网的概念可以用灵活、智能、集成和协调这几个词来描述。所谓灵活是指主动配电网可利用分布在配电网各处的可控源,比只能靠增加配电网容量来满足负载需求的传统配电网更为灵活。智能是指以相对廉价的控制、信息和通信的投资取代对配电网容量的投资。集成就是要将分布式电源(Distributed Generation, DG)接入主动配电网,进行一体化的管理。所谓协调就是要从更高的网络管理层面去协调每个独立的可控源,以达到利益最大化。

1.2 主动配电网的结构

主动配电网的结构可以用图1-1来说明^[8]。

图1-1中,DG为分布式电源,DES为分布式储能,LC为本地控制器,M为检测装置,AD为主动需求负载,DSE为配电状态估测,DMS为配电管理系统。

由图1-1可见,主动配电网主要由分布式电源、储能装置、负载和状态估测、管理系统等组成,并通过变电站和上一级电网连接。

分布式电源相对于传统的大型集中式发电机而言,是指位于用户侧,优先满足用户自身需求,独立运行或接入配电网的电源。直接接入配电网也决定了分布式电源的功率要大大小

于集中式发电机。分布式电源可能是多种多样的,包括使用传统石化能源的柴油机发电、微型燃气轮机发电,以及使用可再生能源和新型能源的小水电、地热发电、风力发电、太阳能光伏发电、太阳能热发电、燃料电池发电、生物质发电等。分布式发电的接入是主动配电网最显著的特征,CIGRE C6.11 工作组的调查也表明,正是分布式发电可预见的持续发展使配电网向主动型转变,并将被广泛地接受^[9]。

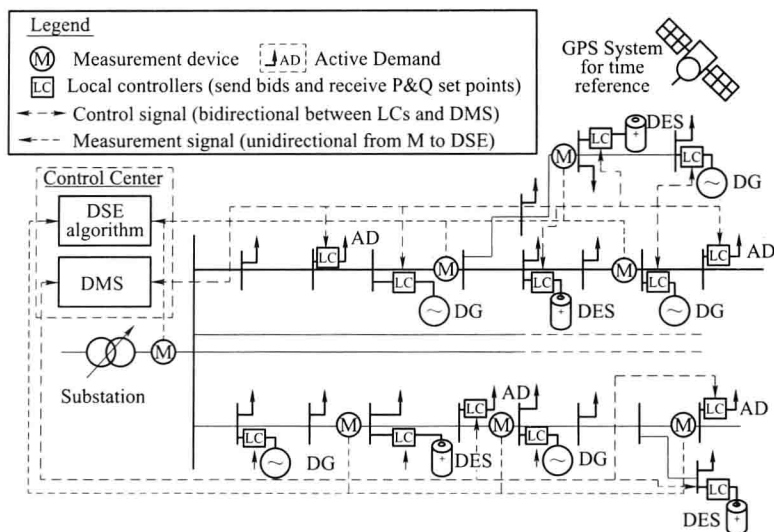


图 1-1 主动配电网的结构

储能装置也有很多种,包括抽水蓄能、飞轮储能、压缩空气储能、蓄电池储能、超级电容储能、超导线圈储能等。这里的能量的储存形式有机械能、电化学储能、电能等,不管是哪一种形式的能量的储存,至今对人类都是难题。不论是能量储存的容量、密度、效率还是成本都远远不能满足要求,制约着人类生活的各个方面。

在主动配电网中除了有传统意义上的、一般的用电负载之外,还有一类能与配电网管理系统互动的主动需求(Active Demand)负载。配电网管理系统可以根据这类用户的要求(包括价格等)做出最优的调度,达到网损小、电价低,有利于分布式电源利用等目的。这也被称为基于用户的配电网需求方管理方式。

配电网状态估测系统的任务是收集配电网各处传感器的信息,通过计算能够掌握配电网各个局部和整体的状态,为配电网管理系统提供管理的依据。

配电网管理系统通过收集各个分布式电源、储能装置的报价信息,对其输出有功/无功功率发出指令,通过本地控制器控制每一局部的运行,以达到配电网整体的优化管理。主动配电网区别于传统配电网的重要特征之一就是对网上的每一要素(包括分布式电源、储能装置等)做到可知、可控,通过主动的管理实现电压的协调控制、对潮流的管理、故障时的网络重构等。

这里通过一个实例来进一步说明主动配电网的结构及相关研究。

ADINE (Active Distribution Network)^[10, 11] 是欧盟研究和技术开发框架计划 FP6 的特定目标研究示范项目。ADINE 项目的目的是为了便于在配电网中大量接入 DG 和其他主动装置而开发主动的网络管理 (Active Network Management, ANM) 系统。借此有计划地控制主动配电网中的各种装置, 使其有利于网络的运行和稳定。该项目将在最大程度上利用既有的配电网, 减少新建线, 而且不能损害网络的安全性和可靠性。计划开发出一系列技术上的解决方案, 在实时环境下演示各方案, 并通过仿真验证各方案的联合运行。项目总预算是 320 万欧元, 项目执行的期限是 2007 年 10 月至 2010 年 11 月。该项目由 Hermia, ABB, AREVA, Compower 等企业和 Land 大学、Tampere 技术大学合作完成。ADINE 项目中主动配电网的概貌如图 1-2 所示。该主动配电网有 3 条支路, 每条支路中分别接入的 DG 有同步发电机、微型燃气轮机和风力发电场等。

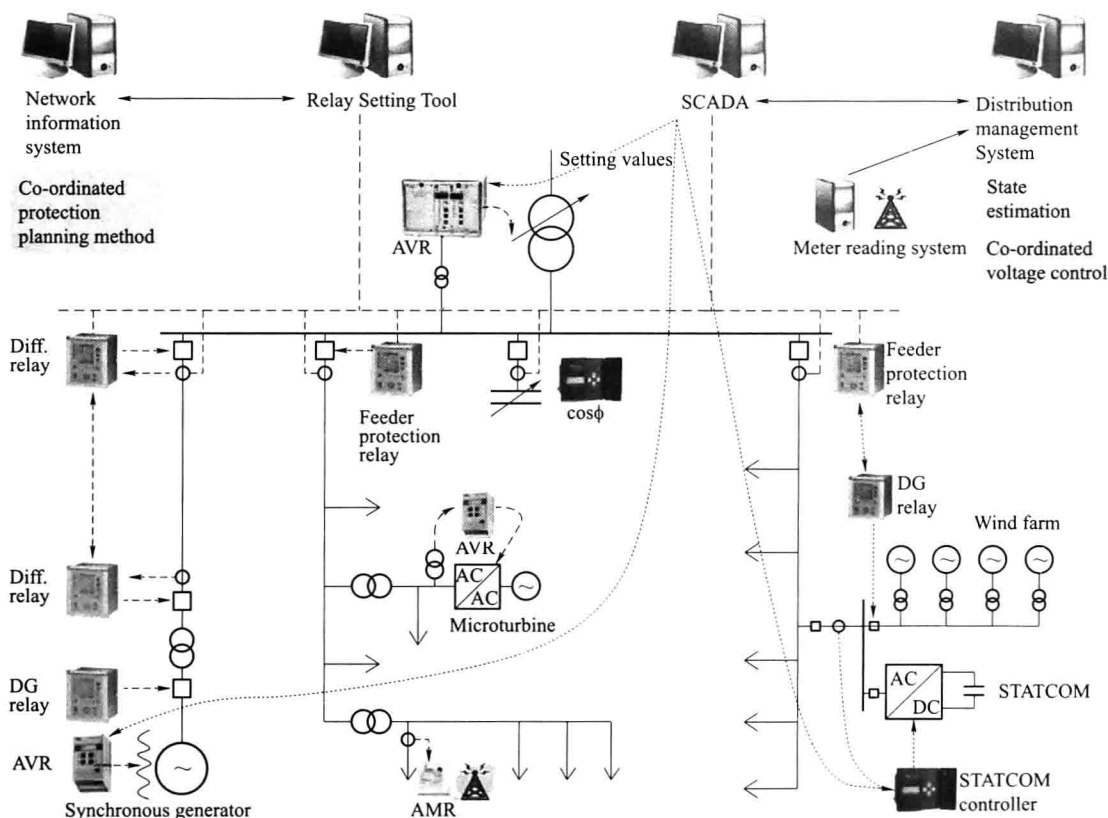


图 1-2 ADINE 项目中主动配电网的概貌

ADINE 项目的主要研究内容包括以下几个方面。

(1) 含有 DG 的配电网的保护

- 在配电网中具有通信功能的继电器的应用;

- 考虑 DG 的影响的新的故障定位方法；
- 基于网络信息系统（Network Information System, NIS）的协调保护的有计划应用。

(2) 含有 DG 的配电网的电压控制

- 微型燃气轮机的下垂特性控制；
- 通过调节 DG 输出的无功功率实现对 DG 本地的电压控制；
- 通过 SCADA（Supervisory Control And Data Acquisition，数据采集与监视控制系统）

/DMS（Distribution Management System，配网管理系统）的软件来控制各处电压/无功控制器的设定值，协调所有的装置，实现配电网层的集中电压控制。

(3) 新一代中压 STATCOM（静止同步补偿器）的应用

- 针对 DG 的影响，应用 STATCOM 补偿无功、滤去谐波、消除闪变等，改善配电网的电能质量并提高风电场的故障穿越能力；
- 在发挥以上功能的同时，参与缓解电压跌落和配电网电压水平的控制。

(4) 对上述 3 项研究的联合实时仿真

上述 3 项研究分别由不同的研究团队完成，采用 RTDS（Real Time Digital Simulator，实时数字仿真器）/dSPACE 对这 3 项研究的解决方案进行实时的联合仿真，以验证其效果。

RTDS/dSPACE 相结合的仿真环境如图 1-3 所示。RTDS 是电力网的实时数字仿真器。dSPACE 是电力电子装置的实时数字仿真器，其中有 DG 单元仿真模型库和它们的控制运算。在 RTDS 侧可以对电力系统建模并仿真其过渡过程，而在 dSPACE 侧通过 Simulink 接口对电力电子装置建模、仿真。这一仿真环境的独特之处是 RTDS/dSPACE 的结合，它对电力电子装置和电网状况的任意组合提供了一个通用的仿真环境。通常电网的状况不经特殊的准许是不可能真实的电网中模拟的。RTDS/dSPACE 这两个仿真器的结合使电力系统和电力电子装置相互作用的仿真研究成为可能。

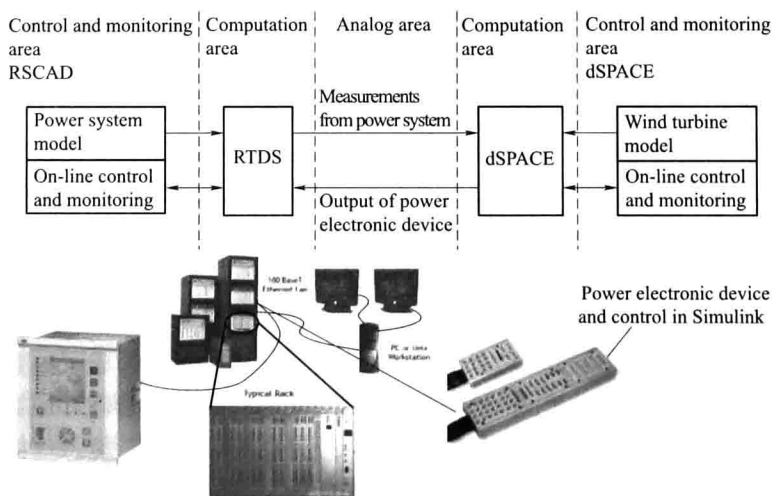


图 1-3 RTDS/dSPACE 相结合的仿真环境

ADINE 项目用真实演示和实时仿真证明了主动的网络管理 (ANM) 可以适用于既有的配电网, 开发了使 DG 易于接入配电网的一些技术解决方案, 包括保护、保护设定管理、低压和中压层面的电压控制、保证电能质量、故障穿越和反孤岛等。这些解决方案基于电力电子技术、自动化和计算机系统, 利用了既有的设备和自动化系统, 优化了对既有配电网的利用, 节省了配电网扩容的投资。

1.3 主动配电网的特点

主动配电网的特点是相对于传统配电网而言的。关于主动配电网的特点在 1.1 节中也曾涉及, 这里归纳如下:

- 主动配电网可以接入分布式电源;
- 主动配电网可以运行在并网和孤岛两种模式下;
- 当电网发生故障时, 分布式电源可以对电网起到支撑的作用;
- 主动配电网具有数据采集和通信功能;
- 主动配电网可以对分布式电源、负载的电压、潮流等进行主动的管理;
- 当电网发生故障时, 主动配电网可以对网络进行再构建。

正是由于主动配电网有这样的特点, 它给配电运行带来了一系列的好处。分布式电源的接入是主动配电网最大的特点, 它为可再生能源的利用打开了大门, 这与今后能源发展的大趋势相适应, 有助于环境保护、经济的可持续发展。分布式电源在距离上更接近负载, 可以就近为其提供电力, 这对于减少线路损耗、提高功率因数、改善用户端电压等都是有利的。尤其是当分布式电源接入配电网末端时, 可以改善末端的电能质量。当电网发生故障时, 分布式电源对电网的支撑作用, 会有利于故障的恢复, 提高供电可靠性。由于主动配电网能运行在并网和孤岛两种模式下, 当电网发生故障时主动配电网也可以不依赖电网而独立运行, 这也提高了供电的可靠性。主动配电网的孤岛运行模式还适用于远离电网的离岛、边远地区, 减少了长距离输电的投资和线路损耗。主动配电网对潮流进行积极的管理也使得网络的负荷可以降低, 在不增加配电网硬件投资的情况下, 提高配电网的容量, 提高设备利用率和投资效益。

分布式电源的接入为配电网带来好处的同时, 也带来了不少的问题。分布式电源的供电往往是波动的、不连续的, 如风力发电、光伏发电都会受到季节、时间、气象的影响, 而且发电量的预测精度较差。由于分布式电源接入的位置和发电量的变化, 使潮流的方向、大小都不同于传统配电网而难以把握。作为分布式电源的接口, 大量电力电子装置的接入也给配电网带来谐波、电磁干扰等电能质量问题。为了实现配电网的主动管理, 还需要投资建设通信等基础设施。因此主动配电网必须应对挑战, 解决分布式电源大量接入后的继电保护、潮流管理、电压控制、电能质量管理、供电可靠性等问题。

作为智能电网的组成部分, 目前主动配电网还处于研究、起步阶段, 大规模实施的项目