

CIREN 1997

14TH INTERNATIONAL
CONFERENCE ON ELECTRICITY
DISTRIBUTION

1997 年第 14 届国际供电会议论文集

下 卷

中国电机工程学会城市供电专业委员会

1997 年第 14 届国际供电会议论文集

下 卷

第 4 分册 供电系统的运行、控制和保护

第 5 分册 电能的利用和应用

第 6 分册 供电系统的研究和规划

内 容 提 要

第14届国际供电会议于1997年6月在英国召开。本届会议论文集仍由原电力部委托我专委会组织翻译,论文来自全球,是近年来国际上供用电先进技术的大集成,内容丰富广泛,实用性强,从中可以了解供用电方面的新理论、新技术、新产品和新经验;有助于技术人员知识更新和思路开拓,对指导和提高国内电网规划设计、城网改造、设备选用和电网的检修、运行、自动化以及用电方面等实际工作有很大参考价值。全书原文218篇,按不同专业分为6分册,全文翻译、装订成上、下两卷。

1997年第14届 国际供电会议论文集 (下 卷)

总 编 《供用电》编辑部

第4分册 主编 陈效杰

第5分册 主编 戚国彬

第6分册 主编 程浩忠

翻译单位:中国电机工程学会城市供电专业委员会

(上海四川北路1856弄16号,邮政编码200081)

印刷单位:华东电力试验研究院印刷厂

(上海邯郸路171号,邮政编码200437)

上海市新闻出版局内部资料准印证98第102号

工本费300元(上、下两卷,包括邮费)

前 言

第14届国际供电会议(Congres International des Reseaux Electriques de Distribution 简称为CIRED)已于1997年6月2日至5日在英国伯明翰召开。我国派出9位代表,并入选了4篇论文。每次双年会议是CIRED的重要学术活动,集中讨论了供电技术的新理论、新技术、新产品和新经验,具有最新的国际水平。我们自1987年开始,委托中国电机工程学会城市供电专委会将每届会议的论文集全文翻译,以期吸收消化国际先进经验,提高我国供用电技术,并促进国内技术交流,力争多参与国际交流。10年来的实践证明已基本达到了上述要求并越来越受到各方的重视和欢迎。

我国电力工业近年来取得了突飞猛进的发展,全国发电装机容量和发电量已占世界第二位,而这样巨大数量的电能都要经过全国的供电网向用户供电,因此供电企业的成绩是很大的,任务也是很繁重的。在数量上有了极大提高的同时,供电质量和管理水平、技术水平也要有相应的提高。如何在供电领域内贯彻科教兴国战略,实现技术上的跨越,提高电力的社会效益和企业效益,这是摆在广大供电企业领导人员,工程技术人员和全体职工面前不容回避的严峻任务。应该清醒地看到,我国供电企业现有的管理及技术水平和国际水平的差距还相当大,有些领域甚至还在扩大,因此,论文集的全文翻译更有现实意义,希望广大供电职工能充分利用这个好条件,迅速提高技术和管理水平,以尽快缩短差距。

国际供电会议很重视历届会议的连贯性,又很注意按照国际上发展的实际情况及时作出调整,因此,在阅读论文集时,我们提倡要和前几届的相关论文连贯起来,这样更容易理解到历年技术的发展过程,从中看到今后发展的趋势和方向,也可对具体技术发展的来龙去脉有更深刻的了解,更有助于对国际先进技术的吸收。

第14届国际供电会议论文集仍分为6个分册。第1分册为变电站,共32篇。第2分册为干扰和过电压,共37篇。第3分册为电缆和架空线,共43篇。第4分册为供电系统的运行、控制和保护,共35篇。第5分册为电能的利用和应用,共29篇。第6分册为供电系统的研究和规划,共42篇。全部论文集共有论文218篇。

本届论文集仍由中国电机工程学会城市供电专委会《供用电》编辑部组织有关专业人员进行翻译、承担编辑发行,并得到上海市区供电局的大力支持,谨向他们表示衷心感谢。

国际供电会议中国联络委员会主任

魏光耀

1998年5月

CIREN 1995~1997 年度主席 P. L. Noferi 的书面报告

(刊载于国际供电会议第 20 期会刊)

国际供电会议刚经历了不平常的一年,充满了新的事物,其中最主要的是两次区域性会议和第一次在欧洲以外召开的指导委员会会议。现在正从事于新的工作,首要的是 1997 年的双年 CIREN 会议。

区域性会议

1996 年 6 月,CIREN 在约旦安曼和阿拉伯发输供电联盟(Arab Union of Producers, Transporters and Distributors of Electricity AUPTDE)联合组织一次学术讨论会,名称为阿拉伯世界的供电(Electricity Distribution in the Arab World)。出席人数(220 名代表,75%来自阿拉伯国家)和重要传媒(传真、无线电和出版物)的覆盖范围说明了会议的成功。

1996 年 12 月,CIREN 在阿根廷的布宜诺斯艾利斯由阿根廷供电协会(Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina ADEERA)和 CIER 联合召开 CIREN—阿根廷'96 供电会议。会议共有 209 篇论文,大部分是南美洲的作者撰写的。会议分成 8 个技术小组进行讨论。

CIREN 还收到如印度、中国和澳大利亚等其他国家要求组织或主办区域性会议的建议。即以中国而论,CIREN 主席被邀请参加 1996 年 10 月 13 日至 15 日在烟台由中国电机工程学会城市供电专业委员会召开的双年学术讨论会的开幕式。

第一次欧洲以外的指导委员会会议

在 1994 年讨论决定欢迎美国作为 CIREN 指导委员会第 14 个成员后,1996 年 6 月 28 日在波士顿召开了第 45 次指导委员会会议。所有参加会议的成员一致公认美国国家委员会的工作和若干美国公司的支持使会议取得了巨大的成功。

1997 年 CIREN 会议

此次 CIREN 会议将于 1997 年 6 月 2 日至 5 日在英国伯明翰召开。指导委员会已对技术小组的组织工作和论文的选用准则采取了若干革新,着眼于改进论文的技术水平和讨论的效率。主要想法是限制书面论文的数目,而化更多时间于自发性稿件,以便使会议更加活跃,增加到会者之间的交流。

关于会议的论文,值得强调的是选稿的基本准则是其质量,国家委员会和联络委员会都要求遵守此准则。所有这些行动都应维护,并改进 CIREN 会议的技术和文化的高水平,从而面向 CIREN 活动的同一领域即供电领域内的其他团体的竞争。

工作小组

几年前,CIREN 决定设立工作小组,目的是研究专题。自从若干工作小组完成了任务并在 CIREN 会议上提供了高质量报告后,已证明了这种活动是成功的。

要强调指出,在'97 CIREN 会议上,工作小组 CC. 02 和 CC. 05 将在 3 篇报告中展示出他们的成果。特设工作小组还可使 CIREN 参加到有关配电网的运行、规划和设计的争论,并对供电发展中产生的新问题详细阐述观点和解决办法。

在 1996 年,新设立一个工作小组,以研究配电网故障管理的各种情况。

CIREN 的未来

CIREN 基础是许多年前举行的供电学术讨论会。开始,CIREN 主要是欧洲会议,最近几年,CIREN 转向真正的全世界性的组织,目的在于成为供电领域内起领导作用的团体。区域性会议的联合组织和工作小组的设立是这种转变的结果。但是,现在 CIREN 需要确保自己活动的有效和协调的发展,以面向日益增长的竞争状态。关键问题是:CIREN 要成为那一种组织?目标和措施是什么?对这个课题的讨论正在进行,并将向你们通报其主要结论。

(陈警众 译)

第 4 分册

供电系统的运行、控制和保护

第4分册

供电系统的运行、控制和保护 目 录

- 4.00 关于第4组“供电系统的运行、控制和保护”的报告 B. Ehmcke(德国)(4-1)
- 4.01 减少检修停电的两种补救方法:重新供电手段和带电作业 G. Blondel 等(法国)(4-5)
- 4.02 提高荷兰中压电网的可靠性 G. C. Schoonerberg 等(荷兰)(4-9)
- 4.03 改装工作在设备寿命管理中的应用 A. Clay 等(英国)(4-12)
- 4.04 电网控制系统中换代改造的必要性评估 T. Aundrup 等(德国)(4-16)
- 4.05 电网中超导故障限流器的运用 F. BaItzer 等(德国)(4-20)
- 4.06 法国和芬兰配电控制中心故障处理方式比较 F. P. Krivine 等(法国)(4-25)
- 4.07 IBERDROLA 的报警管理系统 J. M. Corern 等(西班牙)(4-30)
- 4.08 变电站开放性控制系统的探讨 W. Y. Thang 等(法国)(4-34)
- 4.09 RENEL SIBIU 的 SCADA 和监视系统的发展及保护系统采用数字化保护和 SCADA 综合系统的改进 Gal. Stelian 等(罗马尼亚)(4-38)
- 4.10 综合于 SCADA 系统中的中压电网控制 R. Albuquerque 等(葡萄牙)(4-43)
- 4.11 中、低压配电网中的新型分散控制系统 F. Lorito 等(意大利)(4-46)
- 4.12 神经网络在地区性电力公司负荷预测上的应用 I. Heinich 等(德国)(4-50)
- 4.13 仿真神经网络在电力系统管理中的应用 G. Döding(德国)(4-56)
- 4.14 中压格式电网继电保护对负荷节点可靠性指标的影响
..... J. J. Meeuwsen 等(荷兰)(4-60)
- 4.15 SINAI 综合故障分析系统的经验 J. L. Martinez(西班牙)(4-64)
- 4.16 中压变电站及其电气设备的数字式保护和监控系统 V. E. LANE 等(法国)(4-68)
- 4.17 变电站综合控制与保护系统的性能问题 J. Pinto de Sa 等(葡萄牙)(4-70)
- 4.18 重合闸应用中的优化问题 S. Nosaki 等(巴西)(4-74)
- 4.19 波兰配电网变电站自动化系统中用于接地故障检测的导纳判据
..... Jozef Lorenc 等(波兰)(4-79)

- 4.20 消弧线圈接地的中压电网中熄灭接地故障电弧的原理和算法 A. Nikander 等(芬兰)(4-82)
- 4.21 不对称架空线路的距离保护 M. Igel 等(德国)(4-87)
- 4.22 保护风力发电场电源端的一种多功能保护继电器的设计和现场试验经验 S. J. Haslan 等(英国)(4-92)
- 4.23 原文取消
- 4.24 电力系统保护和自动化的综合解决办法 M Lehtonen 等(芬兰)(4-97)
- 4.25 未来配电系统的分布型智能化 S. Torben 等(挪威)(4-101)
- 4.26 原文取消
- 4.27 原文取消
- 4.28 得自中压电网控制系统(SCADA)的故障定位诊断 F. Grosmangin(法国)(4-105)
- 4.29 中压配电网使用方向闭锁方案来提高供电质量 J. C. Tobias 等(香港)(4-107)
- 4.30 配电自动化的好处和其在电网上试验性能的结果 B. Watson 等(英国)(4-111)
- 4.31 中国山东电网 1995 年 10 kV 城市用户供电可靠性分析 厉吉文等(中国)(4-114)
- 4.32 新的配电自动化开关装置及其对架空配电网可靠性的作用 S. R. Southerlin(美国)(4-118)
- 4.33 配电网最优化运行的概念 N. A. Sølvik 等(挪威)(4-121)
- 4.34 法国电力公司遥控系统的升级 Thierry Deneux(法国)(4-126)
- 4.35 SCADA/DMS—GIS 接口开发的试验 G. Charooset 等(法国)(4-130)
- 4.36 中压系统中的接地故障处理 H. Roman 等(德国)(4-134)
- 4.37 数字式距离保护继电器给配电网带来了全型式继电器的优点 E. Montani 等(意大利)(4-138)

4.00 关于第4组“配电网的运行、控制和保护”的报告

B. Ehmcke (德国)

引言

配电工作需要大量的组件和功能的综合性的相互作用。为保证供电的高质量、可靠和安全的供电,配电系统要谨慎地规划和采用先进的、可靠的组件。配电网的运行、控制和保护还需要符合用户对供电有关的严格的需求。特别是,控制那些不可避免的系统故障,减少因而引起的停电的时间和改善服务质量,这三者作为一个整体构成了配电的主要工作。

近年来,硬件和软件系统的发展取得显著的进步。根据配电网的需要和特点,将运行、控制和保护构成一完整系统,取得了加强和实效。

第4组共选用了37篇论文。其中4.23、4.26和4.27已取消。本分册共有26篇论文在全体会议上讨论。根据其主要内容分列入各推荐的主题中。还有8篇论文列入专题组。

推荐的主题4.1

运行:中压和低压电网管理,改进、更换、维修和质量保证的措施(例如新的见解与工具、故障管理设施、用户信息、经验……)。

涉及本主题的有5篇论文。

故障报修后运行人员进行的灵活的和创造性的不同维修策略和更换作业以减少停电时间。

论文4.01(法国)论述采用更换措施恢复供电或进行带电作业的可行性。对其优、缺点都作了讨论。

问题4.1 其它公司采取什么措施或推荐用什么措施?带电作业在什么范围和哪些电压等级上实施?有哪些已经取得的经验?

第二篇论文也涉及到在发生故障时减少停电时间的问题,讨论了快速故障的定位。故障定位问题是国际供电会议一个始终提及的题目。

论文4.02(荷兰)采用一种新近开发的电子动作的短路指示器并与自动复归和远方指示结合起来解决这个问题。文中列出了动作电流和预期的减少停电时间。

问题4.2 其他公司有什么经验?与其他国家的故障统计比较是怎样的?中性点连接对故障持续时间和故障定位的效果如何?为什么说没有像其他文章所介绍的清除故障的远方控制隔离开关?

配电网越来越接近到需要将陈旧的变电站置换或

新建的年代。在国际供电会议中,已几次提及有关的政策和措施。

论文4.03(英国)建议将油断路器用专门开发的真空断路器替换而保留其他系统的部件和配置。

问题4.3 有多少系统满足这些要求?在什么范围里系统的改进也需要相适应的开关配置?在改进陈旧的系统方面其他公司已取得哪些经验?一个公司采用不同制造厂的系统,它们的有利系数是怎样的?在整个系统的改造中,用临时箱式柜系统保证供电可用到什么范围?

计算机系统的快速发展和应用也要求配电网控制系统领域的持续更新和与之适应。

论文4.04(德国)论述了更换或拆除现有电网控制系统的问题,列出适合先进的电网控制系统的条件并述及作出对成本有益的拆除决策的理由。

问题4.4 现有系统要满足那些最起码的条件,才可考虑拆除?其他公司正在实行那些政策?今后的发展是不是包括对现有系统进行模块式的置换?

电网的电压质量也需要具有一个大的短路容量支持。而另一方面,大的短路容量也意味着需对开关和电缆等较高的投资。这就是为什么要限制短路容量的原因。采用配电网中最常用的将系统分割方法的同时,还提出了各种技术上的解决办法。

论文4.05(德国)列出了不同的解决办法和对他们的的评价,并介绍了例如在两个馈电变压器之间利用超导体限流器作为联络开关。系统部件的短路容量可以设计成适应降低了的容量而不用考虑在运行时会出现高额短路容量。

问题4.5 这样的解决措施需要多少设备费用和投资以及运行维修费用?运行的可靠性如何?在停电事故时会出现什么结果?

推荐的主题4.2

控制:实时控制和数据采集系统(例如:结构、经济论证、功能、配电自动化、与其他系统的接口、系统规范化的新方法、经验……等)。

涉及本主题有7篇论文。

配电网管理要求在不同场合有高度的灵活性和适应能力。管理系统的结构和原理所提供的信息是对这方面的重要保证。

论文 4.06 中用法国和芬兰城市和农村混合的环境下两个控制中心为例,对其基本的系统结构和运行原理进行比较。叙述了配电管理系统的情况。

问题 4.6 在两个系统各种故障定位程序中,对架空线和电缆的截然不同的关系考虑到什么程度?对架空线和电缆的精确度分别达到什么程度?将两者的方法结合起来是否会有更多好处?其他公司已经取得了那些经验?

在系统发生故障时,对所得系统数据的评估不但对运行人员会有兴趣,而且也能为其它领域诸如规划、维修、保护配合等提供指导。

论文 4.07(西班牙)介绍了一个报警系统,在该系统中所有报警信号、事件和信息都贮存于数据库并可供不同部门评估查询。

问题 4.7 这个系统用到什么范围?在执行中已有什么改进?其他公司是用什么办法掌握通用信息的?

作为中压配电网的电源,高压/中压变电站的安全水平应特别高。因此,对这些站的监测和控制必需有很高的要求。

论文 4.08(法国)权衡了由法国电力公司借助国际上两大制造商的工业优势开发的一个先进的高压/中压变电站的控制系统的发展准则。

问题 4.8 其他公司如何根据它们自己的经验评价这些准则。有那些准则应该给予考虑?

监测、控制和保护功能更紧密地合并成一个单一系统以保证改善服务、加快响应时间和保持高的安全水平。这就是为什么开放式系统在这个生产技术中会成为最新技术水平。

论文 4.09(罗马尼亚)介绍一由罗马尼亚 Sibiu 开发的基于特大的负荷需求背景和按照采用先进的数字保护继电器的电网控制系统的第一步计划。

论文 4.10(葡萄牙)对将电网控制综合于 SCADA 系统作了评估,特别集中于通讯技术的选用和配电线路载波(DLC)的采用。

问题 4.9 对于 Sibiu 电网控制系统的考虑是否已得到确认?由于需求量大量的备用可有什么建议?其它公司主要采用那些通讯系统?在中压电网中采用配电线路载波技术已有那些经验?

现代数字技术促进采用“智能”元件的可能,其结果是分散化的解决措施、减少通讯通道和增加中压/低压配电系统自动化的灵活性。

论文 4.11(意大利)描述了以自动转换操作作为例子的配电网分散化自动系统,系统工程的分级和用户的预期受益。

问题 4.10 在系统工程中用这个工具取得了什么经验?对复杂的自动化作业如何保证其透明度?在执行这个说明项目中用户可进行那些控制?

计算机的硬件和软件的开发是为了使处理过程能更有效和更快速。如神经网络,模仿人脑尚未能达到的工作方法,将引导我们能在其性能上取得大量的提高。

论文 4.12(德国)叙述采用如神经网络为基础的自动短期负荷预测。

论文 4.13(德国)介绍在电网控制技术中采用传统方法和采用如神经网络方法之间的差别,并举了例子。

问题 4.11 这种神经网络的方法在实际应用中已到什么程度?已取得了什么经验?是否有可能将这个方法介绍给现有的电网控制中心?对硬件有什么要求?其它公司用什么方法进行负荷预测,已取得那些成果?

推荐的主题 4.3

保护:用于中压和低压电网中保护发展的基本原理和算法(例如:功能性,与 SCADA 和变电站控制系统的综合性能、安全水准、经验……等)。

涉及这方面有 9 篇论文。

在很多场合,中压配电系统是辐射型系统或环状馈线,保护的结构就简单到可用时限过电流保护方式。如果因各种原因选用环网结构,则需要距离或电流差动为基础的保护装置。

论文 4.14 根据对网络节点的可靠性评估,对环网采用距离保护和差动保护作了比较。

问题 4.12 这样的结果从费用角度看其效果怎样?对距离保护而言,线路长度的极限是多少?是不是这个方法有可能考虑用诸如方向定时限过流继电器或相互连锁等其它保护结构方案?

数据采集和分析在故障时形成的工作,对运行人员增加了一项额外的负担。

论文 4.15(西班牙)描述了一个在系统故障时由数字化保护和信号发送装置产生的用于数据采集、存贮和分析的系统。特别提到节省远方通讯的问题。

问题 4.13 其他公司采用了什么数据采集的方法?对这样的方法它们的时帧是怎么算的?至今已有了那些经验?

由于硬件和软件的发展使保护和控制功能的综合不断发展。必须谨慎规划以保证这样的综合效果。

论文 4.16(法国)列出“目标结构”的准则并介绍一个用于工业电网中压系统的新的综合化数字系统的模型。

论文 4.17(葡萄牙)讨论了只能在多处理机中实现的保护和系统自动化综合化的要求。

问题 4.14 在论文中所提到的理论是否可得到确认? 其他公司已取得什么经验?

由于架空线电网的可扩展的和分枝状的结构,重合闸装置的应用成为减少故障影响和停电的基本组件。这个问题已多次在国际供电会议上讨论过。

论文 4.18(巴西)叙述了应用重合闸的系统最优化方案。经过对安装和运行费用的评估,可能得到显著的节约。

问题 4.15 其他公司采取了那些最优化策略并取得了那些经验? 是不是可以列出应用重合闸装置的基本准则? 对可靠性能改善到多少%? 而且这样的改善是否有利?

接地故障是事故最常见的原因。快速和正确的接地故障检测或藉接地故障补偿技术使接地故障电流最小将成为避免因接地故障而引起短路跳闸的重要措施。

论文 4.19(波兰)介绍根据导纳测量以测定接地故障的技术。讨论了对各种不同中性点接地方式的响应条件和故障标准。

论文 4.20(芬兰)描述了在长距离中压架空线路农村电网中,用集中与分散补偿相结合的方案,并对不同故障阻抗的试验结果作了介绍。

问题 4.16 其它公司在用导纳测量方面已取得那些经验? 在那里有多少比例采用了集中和分散补偿混合方式? 什么经验? 使用的限度是什么?

对于架空线不论是单回还是双回线,由于几何结构的原因会形成一定的线路阻抗不对称。这就是为什么往往会使距离保护不能准确进行故障定位。

论文 4.21(德国)叙述了故障测量时在距离保护中考虑进这些不对称因素的几种方法。

问题 4.17 在什么电压等级下会出现需要引起注意的偏差或需要执行所介绍的方法? 在中压范围直至 110 kV 的架空线上会预期达到什么效果?

由于价格的原因风力发电厂接至公共电网设计得越简单越好。这将会使一些单独的系统合并在一个情线开关下。

论文 4.22(英国)叙述了对一种专门为异步发电机开发的用于风力发电场的微处理器的保护设备。论文还包括对励磁条件的描述和保护的范围。

问题 4.18 在其它公司以什么方法对待类似的风力发电站保护? 已经取得那些涉及系统可靠性的经验? 预期的故障率是多少?

推荐的主题 4.4

控制和保护综合化;草案;接口标准

涉及本主题的有 4 篇论文。

有关控制和保护的功的综合化已在以前的论文中部分论述。这些提出的主题涉及综合化的特定概念。

论文 4.24(芬兰)叙述系统自动化的解决办法和应用,作为自动故障定位,自动故障清除和恢复供电的计算机模型的实际例子。

问题 4.19 其它公司在故障定位和自动故障清除方面采用了那些方法? 已取得那些经验?

供电市场的开放,其竞争是非常剧烈的,对供电企业提出了新的需求。特别是期望配电站具有监测,保证和用文件说明其供电质量的主要功能。

论文 4.25(挪威)讨论了针对这个背景,在中压/低压变电站中分布型智能元件的开发。

问题 4.20 其他公司如何评价电网市场开放和变电站技术的效果? 这样的开发是不是通常可行的,甚至是在市场开放的争论未被采用时?

在故障发生时示波器被证明能成功的进行电流和电压的故障分析。

论文 4.28(法国)叙述新一代的示波干扰仪(Oscillo-perturbographs)和中压电网 SCADA 系统的数据评估。

问题 4.21 其他公司是否用示波器分析故障? 用到什么程度? 已取得什么经验?

在有一定规模的办公用房(多层建筑)的人口极度密集地区,对供电安全和可靠性提出特高的要求。

论文 4.29(香港)叙述在香港电力公司中压电缆上开发的一种基于方向闭锁系统的新保护设备,用于将开式环型供电转换为闭式环型运行。

问题 4.22 在人口密集中心其他公司用什么方法? 与用差动保护比较能有什么预期效果? 在电缆故障时转换至闭式环型供电是否能解决电压骤降的问题? 因为即使高等级的电网也会发生事故,什么范围内需要使用应急供电系统?

专题组

有 8 篇论文在专题组中讨论。几年来专题组讨论证明是成功的。特别是面对面与作者讨论的好处得到广泛的认可。

论文 4.30(英国)解释了配电自动化的好处,详细叙述了必需的组件和整个装置的结果。

论文 4.31(中国)描述了中国山东省 17 个城市电网的可靠性分析并列出了改进措施。

论文 4.32(美国)介绍特别为配电自动化而开发的用于架空电网的高科技开关。

论文 4.33(挪威)说明供电的质量特征并分析了投

资、运行和维修以及质量要求等主要方面。

论文 4.34(法国)叙述了法国电力公司遥控系统的重组和开发,其基本系统结构,并介绍新开发的功能。

论文 4.35(法国)对 SCADA/配电管理系统(DMS)和地理信息系统(GIS)的开发和要求作了估计,并列出了至今取得的经验。

论文 4.36(德国)讨论和评估了中压系统接地故障检测的不同方法并对今后的发展作了展望。

论文 4.37(意大利)叙述了一种新型的数字式距离

保护继电器,其硬件结构,它们的可用性和已增加的大量综合化功能。

在运行、控制和保护领域内的文章提出了今后发展的新见解和新方法。很难严格区分个别推荐主题,因为所有系统和功能的综合性非常强。因此在这些领域内工作的人员应具有高度的创造性和灵活性。

陈效杰 译

谢楚民 校

4.01 减少检修停电的两种补救方法:重新供电手段和带电作业

G Blondel, Mr. Le Boëdec (法国)

EDF GDF 对减少检修停电的方针

1996 年统计结果

在 1990 年,作为改善供电质量的全面政策的一部分,法国电力公司(EDF)公开宣称它的长期目标是要取消所有的检修停电。

从 1985 年至 1995 年间,全国范围内的检修停电大大减少。年平均检修停电时间的标准到 1993 年底降至 15 分钟以下,到 1995 年底降至 10 分钟以下。

表 1 法国平均检修停电时间表

年 份	1985	1990	1992	1994	1995
中压平均检修停电时间	1 小时 13 分	0 小时 33 分	0 小时 14 分	0 小时 08 分	0 小时 05 分
低压平均检修停电时间	0 小时 31 分	0 小时 13 分	0 小时 07 分	0 小时 03 分	0 小时 03 分
总的平均停电时间	1 小时 44 分	0 小时 46 分	0 小时 21 分	0 小时 11 分	0 小时 08 分

这些结果是由于自从 1990 年以来越来越多的中、低压带电作业和重新供电的各种补救措施而获得的。

1996 年后的政策

有四个目标:

一 对所有用户保持供电基本质量,即:

任何用户一年内检修停电不得超过两次;

每一次检修停电不得超过 4 小时;

年平均检修停电时间不得超过 15 分钟。

一 遵守合同约定。与实业家签订的合同包括超出基本供电质量的一些质量承诺。如一旦未能履行承诺时要对用户作出赔偿。

一 无论何时经济上认为避免停电是合理的。法国电力公司对 1996 年少供电能的价值重新估计为 60 F/kWh (法郎/千瓦时),和 5 F/kW (法郎/千瓦),这些数值是用以证明必须避免停电的经济依据。

一 若停电不可避免,应尽量少给用户带来不方便,例如,可以和用户商量以确定最好的停电日期和时间。

为什么要采用重新供电方式?

不是所有的中、低压线路上的工作都能进行带电作业。在进行某些类型的检修和调换工作前必须将电源切断(例如变压器的调换或中/低压变电站内负荷开关柜的调换)。在这种情况下,如果要避免对所有用户的断电,电网要对工作场所的负荷侧进行重新供电。

根据不同工作场所,重新供电可以通过以下几种方式实现:

一 如果现场的供电端有电源而且距离不远,可以用临时的中压或低压电缆。

一 如果现场的供电端有中压电源,而且对低压网进行重新供电可以用一台移动式变压器。一个中压网可以由一台移动式变压器和一台发电机组联合进行重新供电。

一 一台或一台以上发电机组分别地对低压网上的各部分供电。

与配电网的连接是通过临时低压线连接的。根据电网结构,也可以在一些地方临时用中压线连接,用一台临时负荷开关或用一台低压临时负荷开关。为了设置重新供电措施,必须有一个电网连接点作为供电侧和负荷侧的分隔点。这连接点可能是一个已经存在的电网设备或在工作时临时安装的设备。如果这个连接点也可以起负荷开关的作用,可使重新供电得以实现在线连接。

如何选择重新供电措施?

对用户作出不停电的决定要考虑到用户所在的地点,避免停电措施的选择是以两个标准为基础的。

一 技术标准;

一 非技术标准,包括经济标准(费用)。

这些不同的标准会影响措施的选择,并作为各种措施优缺点的衡量指标。

技术标准

通常对一个已知地点的限制条件是指在技术上只有一种方法可以对用户重新供电。要考虑的主要技术限制有:

一 要重新供电的电力;

一 现场附近是否有中、低压电源;

一 在将要进行作业的电网部分是否有可能带电作业;

一 如果现场有事故发生,恢复至正常供电的时间。

下表阐述防止停电的各种措施的优缺点。

对许多地方有几种可行措施,包括利用中压带电作业或低压带电作业队伍,在这种情况下,这些措施可以并用且通过考虑非技术标准(特别是费用)来作出选择。

防止停电措施	优点	缺点或限制条件
带电作业 (中压)	在主要的中压架空线上作业时,防止停电最好的解决方法。 具有利用电网供电的一切优点(见移动式变压器)。	需长时期且昂贵的专业培训。 工作相对时间长、费用高。 电网的某些部分不能进行中压带电作业。
带电作业 (低压)	无论何时,只要可行就是最佳解决方法。 具有利用电网供电的一切优点(见移动式变压器)。	有些电网或设备不能带电作业。
移动式变压器	维护工作量小。 可以以升压方式对中压重新供电。 由电网解决的优点:电网提供的电能价格便宜。 能经受突然的负荷增加(高短路功率)。收费信号传输好。不要监视,没有噪音,不要维护。	附近要有中压电源与中压连接困难。 架空线:需要一支中压带电作业队伍,地下电缆:连接前要先挂保安锁并挂警告标示牌。在双电源供电网上连接使用非常复杂(多重挂保安锁和挂警告标示牌)。
发电机组	独立(不需要电网) 几乎可以用在所有地方。 连接简单。 通过定制合同可以租用。	经常需要燃料供应对附近居民有噪音,对频率和电压调整需要加以控制(逻辑控制器)。 对突然的负荷变化很难支持。 收费信号不能传输,每千瓦时的费用高、比移动式变压器占地空间大。 故障的风险大。
重新铺设中压或低压电缆盘	设备不昂贵。 具有利用电网供电的一切优点(见移动式变压器)。 对长期工作尤其好。	附近要有电源。 铺设电缆问题(如授权,第三方的安全等)。 与中压的连接通常需要一支带电作业队伍。

非技术标准

与选择有关的主要非技术标准有:

—“用户”标准

对所需电力的突然改变;

对任何电压和频率波动的敏感性;

运行受收费信号控制的设备存在。

—“环境”标准

随事故带来的公众安全;

可接近性;

车辆和行人的交通拥挤;

听觉和视觉骚扰;

在现场要持续几天时间,可能有破坏公共财产的风险。

—“组织”标准

用内部的或租借的办法;

为现场安排适当的日期;

对有资格参与者安排有效工作日期;

对重新供电措施安排合适日期。

—“经济”标准

如果现场经理者在考查以上标准后发现几种措施可行,他应该选择费用最低的一种。为了对不同措施进行比较,法国电力公司的会计原则规定用每小时使用费对各种防止停电措施(如中压带电作业队、低压带电作业队、发电机组、移动式变压器等)进行比较。

每小时使用费包括各种需要的机械费用,其中有折旧费、维护费、附件调换费、燃料费等。

为了算出在现场设备的总费用,还必须加上运输费,与电网连接的人工费。这些是固定费用,与现场工作持续时间无关。

因此,各种措施的费用计算如下: $\text{费用} = A + B \cdot h$ 。

其中: A = 固定的运输费和电网连接人工费;

B = 每小时使用费;

h = 连续使用时间(小时)。

所以,每一个地方都可以针对不同措施,规定费用 = $f(\text{时间})$ 的曲线,使得决策者可以方便地确定各种方案的费用。

法国电力公司为改善设备采取措施

当重新供电措施自1991年开始推广以来,在市场上出售的新设备不能真正适应配电网的运行。因此,EDF采取一些措施来改善设备性能和运行条件,这些将在下面加以介绍。

发电机组和移动式变压器

法国电力公司对设备实行标准化后使得设备完全能满足重新供电对电网的要求。一批用户用价值分析法规定了两种功能规格,这样在全国范围内就可以作出一些选择。

对于发电机组为:

—功率范围的合理化;

—中性点运行方式和接地值的规定;

—带负荷连接装置的规定;

—安装在控制屏上的功能和信息的标准化;

—对各种调整装置(电压、频率)和保护装置性能的规定。

对移动式变压器为:

- 一功率范围的合理化,配合中压负荷开关柜的规定设备;
- 一针对中压内部故障,对操作人员的保护;
- 一安装在控制屏上的功能和信息的标准化;
- 一用一根选定的可伸缩杆便于与中压架空线连接;
- 一在拖车上负荷开关柜安装规则的规定。

中压临时连接

法国电力公司已经和一家制造商合作开发一批临时设计用于中压电缆互连的附件,与过去相比有两个地方得到改善:

- 一这批新附件能够满足各种中压电缆连接的需要,包括不同电流容量或使用不同技术的电缆终端。
- 一所有附件都设计得可以保护操作人员和第三方免受内部故障的危害。

低压临时连接

法国电力公司实施标准化并批准可用于带电作业的两组低压连接组件,电流可高达 400 A。

- 一种是“咔嚓”式连接,通常被称作“推一拉”式。
- 一种是“螺旋紧固式”连接。

这两种技术是互补的,第一种比较老式,它的主要优点是速度快,使用方便。它的缺点是相对不耐用(刀片连接),价格高。第二种技术比较耐用而且比较便宜,但是安装时间较长。这种技术是用于装备下一代的重新供电连接装置的低压设备。

对这种设备的精确规范作了规定,尤其对合格性试验,与上一代设备相比最明显的改进是对两种连接器的插头和插座型式加强了保护级别至 1P2X 级。具体地说,这就意味着操作人员将没有接触带电连接器裸露部分的可能。

配电网上的重新供电连接装置

配电网上现有的设备不是为可以连接重新供电设备而设计的,因此需要采取两个步骤:开发新工具以与电网通流部件进行带电连接。规定一个标准的 400 A 连接装置,它可以用在以下各节中介绍的今后的所有低压部件上。

与现有部件的连接

在中压电网上:

由于现有的带电作业工具已经足够对架空网进行连接,这就相当简单。对中压地下线路现有的负荷开关柜也能够做到中压电缆临时停电连接。必需的是要开发临时中压连接器以供临时电缆互连。

在低压电网上:

对架空电缆,现有的连接器已经可以将重新供电

电缆连接好。

地下电缆接线箱,已经有一个连接装置,但它的重新供电容量被限制为 200 A。

考虑到它们的结构,对中压/低压变电站,低压配电屏是最好的重新供电场所(如图 1)。

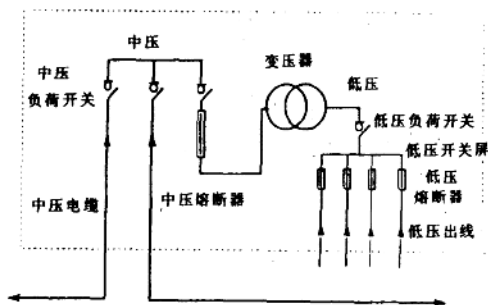


图 1 在输电线路断开时城市的中压/低压变电站

为了调换一台 中压负荷开关或中/低压变压器而不切断用户电源,配电站的中压部分必须停电,同时重新对低压出线供电,因此,操作步骤如下:

将发电机组投运并接入低压配电母线充电,因此所有的低压出线可以与供电网并列地被重新供电。

拉开低压负荷开关,然后对中压电网充电。

用于连接到变电站低压母线的线夹载流量是 400 A 或 700 A。

与预留部件的连接

低压配电网的预留部件,目前(柜、变电站配电屏等)是开发出的一种内部装有 400 A 供重新供电的连接装置。这种连接装置是以接触片的形式供重新供电电缆,用螺旋紧固上去连接用的。

连接方式已经介绍过了(“咔嚓型”和螺旋紧固式)。

与重新供电措施有关的带电作业队中压

中压带电作业队在 中压架空线上工作,其架空线结构如图 2 所示。

由于不可能对主要输电线路重新供电,对主要输电线路不能用其它方法替代带电作业。

在大型的配电线路上,可以用一台发电机组带一台移动式升压变压器组代替带电作业。但是将移动式变压器连接到架空线上的作业仍旧要带电操作,因此在实际应用上,发电机组加移动式升压变压器组合只用在不能进行带电作业且必须在供电侧电网上的工

作。所以,这种做法是一种补救方法而没有竞争力。

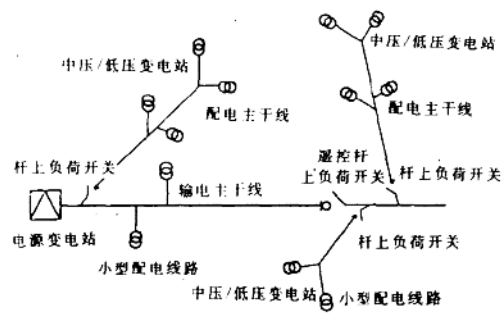


图 2 农村架空网结构

在小型配电线路上(1 或 2 个变电站),可以用一台发电机组对低压进行重新供电来代替中压带电作业。如果必须在一个变电站的中压输电线路路上工作,停电工作且用发电机组对低压重新供电的办法会更经济些。

因此,在决定重新供电方案时,几种重新供电措施作为补充办法,而不能与带电作业方案相提并论。

低压

在许多场所,有两种选择,即:

带电作业;
停电作业并且对低压侧重新供电。

实际上只有方案的竞争,但无工作人员之间的竞争。因为在所有情况下,重新供电措施必须带电连接,且通常情况是由同一个带电作业队伍做这一工作的。

结束语

由于不论中压还是低压,最合适的方法要采用带电作业方法与电网连接,故重新供电措施也使用带电作业技术,这就使得进行低压带电作业次数大大增加。

其次,重新与负荷连接的供电措施需要带电操作,如核相、两个低压网并联、与不同频率电网的同步运行等,都必须由合格的受过专业训练的工作人员操作,因此定性地讲,他们需要提高传统的带电作业技术。

因此各种重新供电措施只能作为补充,而不能与带电作业竞争。操作人员懂得有很多可行方案来避免停电,他可以自由地选择最能节省费用的最佳方案。

许文斌 译
徐圣书 校

4.02 提高荷兰中压电网的可靠性

G. C. Schoonerberg, W. M. M. Menheere, F. Jansen (荷兰)

摘要

对于一个普通的家庭用户来说,荷兰可以被认为是世界上供电最可靠的国家之一。因为平均每五年一个用户才会遇到一次公用电网的故障。以一年为基数来算,其结果是小于 20 分钟的停电时间。由于上述停电时间中大约 15 分钟时间是因中压电网故障引起的,显而易见,把重点放在中压系统上将是提高可靠性的希望所在。

本文将要探讨的是一个相对简单而又经济的提高电网可靠性的方法。它是借助于电网中的一个具有远方指示(自动复置)功能的短路指示器。这些指示器可以安装在象 Holec Magnefix 这一系列的手动操作的 RMU 开关装置中。在描述了该指示器的功能及其实际应用情况后,本文重点介绍它的遥测(读)及其对电网可靠性的作用。

它将表明当发生故障时,可以立刻知道电网中故障点的位置,这样就能够节省相当多的寻测时间。

1 引言

在荷兰,供电质量一直是在研究中的一个主要论题。早在 70 年代初,故障统计就被编入年度 Voeten^[1]。从 UNIPED 的研究表明,荷兰的供电可靠性在欧洲是最高的。这里面有很多原因,其中之一就是它的中压和低压电网几乎全部电缆化。

一般来说,一个家庭用户每隔五年将会遇到一次公用供电系统的故障。

由于大约 75% 的平均停电时间是因中压电网故障引起的,很显然,如果想要提高供电可靠性就应把重点放在中压系统上。

社会的发展愈来愈倾向于不断提高高质量供电的可靠性。因此在不久的将来,人们对不间断供电的要求也愈来愈高。事实上,荷兰的供电部门如果不能证明导致停电的原因超出了他们的责任范围的话,他们可能已经面临着索赔的威胁。

挑战便是要用最小的额外费用把可靠性提高到比现在更高的水平。而荷兰的一般用户并不愿意支付比现在更多的费用来获得更高的用电可靠性。

2 荷兰的电网

荷兰的输电电压是在 50~380 kV 之间。

中压(MV)用于配电,其电压在 3~20 kV 之间;而 95% 以上是 10 kV 电网。这些中压电网全都是电缆敷设的。在荷兰总共有 80,000 km 的中压电缆在运行。配电网主要是环网形式,辐射运行(开环运行)。这就使电网的结构有了一个 $n-1$ 的余度,但不是在运行状态。这种系统中发生电缆故障导致停电后,只能通过一系列的切换操作(手动操作)后才恢复供电。在配电系统的环网中,手动操作的 Magnefix 开关柜(绝缘封装的环网单元)的运用十分普遍。

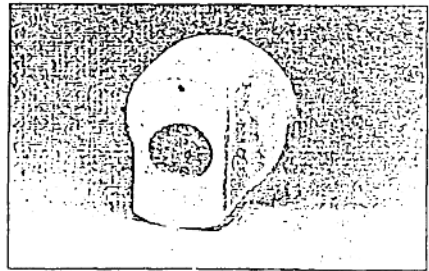
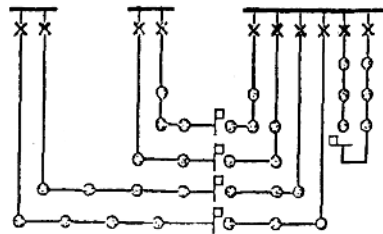


图 1 电子指示器



● = RMU 环网单元 X = 断路器
P = 开环点

图 2 荷兰的中压电网状况

3 供电可靠性^{[1],[3]}

在荷兰,一个普通低压用户每年的停电时间不到 20 分钟,其中少于 2 分钟的时间是高压电网故障引起的,大约 15 分钟的时间是中压电网故障引起的,而低压电网故障引起的停电时间约为 3 分钟。从上面的数字可以看出:可以通过改善中压电网来达到提高可靠