

智能电网中现代通信技术的介绍

Introduction on Modern Communications Technology in Smart Grid

广东电网公司广州电力设计院 陆慧

Guangdong Power Grid Corporation Guangzhou Electric Design Institute Lu Hui

摘要: 智能电网已成为当今电力行业的热门课题。作为智能电网的基础,系统通信也备受关注。这里首先简要介绍了智能电网的产生背景、定义及主要特征,然后详细分析几种主要现代通信技术的应用前景及应用条件。

Abstract: Nowadays, smart grid has become a hot topic in electric power industry. As the basis of smart grid, communications of electric power system is also attracting more and more attention. Here firstly the background, definition and main features of smart grid is introduced in brief, and then the analysis of the application foreground and conditions of several major modern communications technology are prospected.

关键词: 智能电网 现代通信技术

Key words: Smart grid Modern communications technology

中图分类号: TN915 **文献标识码:** A

1.背景

随着全球资源环境压力的不断增大,电力市场化进程的不断深入以及用户对电能可靠性和质量要求的不断提升,建设更加安全、可靠、环保和经济的电力系统已成为全球电力行业的共同目标。

2001年,美国电力科学研究院创立了智能电网联盟,推动“Intelligent Grid”研究。为了使美国电网实现现代化,保证经济安全和国家安全,美国能源部(DOE, Department of energy)于2003年发布了“Grid 2030”,阐述了美国未来电网远景规划。2005年~2006年,DOE与美国国家能源技术实验室(NETL, National energy technology laboratory)合作,发起了“现代电网”倡议。任务是进一步细化电网现代化远景计划,在全国范围内达成共识。美国总统奥巴马上任后提出了能源计划,将建立美国横跨四个时区的统一电网,发展智能电网产业。

2004年欧盟委员会提出了在欧洲要建设的智能电网的定义。2006年4月,未来电力网络技术平台顾问委员会发布了“欧洲未来电力网络视图 and 战略”。2008年底,欧洲公共事业电信联合会(UTC, Utilities telecom council)发布了一份名为“智能电网—构建战略性技术规划蓝图”的报告,以帮助公共事业公司做充分的规划准备工作,以便更好地制定智能电网发展计划,实现智能电网的发展目标。

我国关于智能电网方面的研究始于2007年10月,华东电网公司首先启动了智能电网可行性

研究项目。2008年,国家电网公司开始推行电力用户用电信息采集系统。在2009年5月举行的特高压输电技术国际会议上,国家电网公司正式对外界公布了“坚强智能电网”计划。

尽管智能电网的研究和实践尚处于起步阶段,然而,智能电网已成为世界电力行业的势在必行的发展方向,将极大推动电力工业的和保护地球生态环境事业的进步^[1-3]。

2.智能电网定义及主要特征

智能电网是以包括发、输、变、配、用、调度和信息等各环节的电力系统为对象,研发新型的电网控制技术、信息技术和管理技术,并将其有机结合,实现从发电到用电所有环节信息的智能交流,系统地优化电力生产、输送和使用^[1]。

智能电网包括以下几个方面的主要特征:①自愈;②互动;③坚强;④优质电能供应;⑤兼容各种发电和储能系统;⑥活跃市场;⑦优化资产和高效运行。

智能电网的实现必须依托于一系列的技术,主要归纳为以下5个关键的技术领域:①集成通信;②传感与测量;③高级电力设施;④高级控制方法;⑤决策支持。

3.通信技术

智能电网的数据采集、保护和控制都需要建立高速、双向、实时和集成的通信系统。因此,集成通信是实现智能电网的基础,也是迈向智能电网的第一步。

高速双向通信系统的建成,智能电网通过连

续不断地自我监测和校正,应用先进的信息技术,实现其最重要的特征—自愈特征。它还可以监测各种电网的扰动,及时进行补偿,重新分配潮流,避免事故的扩大。高速双向通信系统使得各种不同的智能电子设备(IEDs, Intelligent electronic devices)、智能表计、控制中心、电力电子控制器、保护系统以及与用户进行网络化的通信,提高对电网的驾驭能力和优质服务的水平^[4]。

目前存在的各种通信技术都可用于支撑智能电网。按传输媒质分类可分为有线通信技术和无线通信技术^{[5]-[8]}。

3.1 有线通信技术

在电力通信专用网络中,有线通信可以是电力线载波通信(PLC(Power line carrier)、光纤通信等。

1)电力线载波通信(PLC)。电力线载波通信是电力系统传统的特有通信方式。它以输电线路为传输通道,具有通道可靠性高、投资少、见效快、与电网建设同步等优点。曾经是电力通信的主要方式。

电力线载波通信的缺点也比较明显。由于受电力线强磁场干扰,杂音电平高;传输性能受电力线结构影响,电力线换位及线路故障会衰耗剧增;通道容量小(我国规定其频率使用范围40~500kHz),音频范围窄。这种通信方式已逐步退出运行。

2)光纤通信。光纤的传输频带宽、通信容量大;传输损耗低、中继距离长;线径细、重量轻。光纤原料为石英,节省金属材料,有利于资源合理使用;兼有绝缘高、抗电磁干扰性能强、抗腐蚀能力强、抗辐射能力强、可绕性好、无电火花和保密性强等优点。它一问世便在电力行业得以应用并迅速发展。除普通光纤外,一些专用于电力系统的特种光纤已被大量使用。

光纤复合架空地线(OPGW)。OPGW可以安装在输电线路杆塔顶部,不需考虑最佳架挂位置和电磁腐蚀等问题。主要在500kV、220kV和110kV电压等级线路上使用。有较高的运行可靠性,综合成本较低。但在旧线路加装要线路停电,只在新架设线路或旧线路更换架空地线时才适合采用。

全介质自承式光缆(ADSS)。ADSS可以提供数量大的光纤芯数,安装费用比OPGW低,一般不需停电施工,能避免雷击。ADSS的存在与运行,基本上与电力线路无关。光缆重量轻,价格适中,因此安装和维护都比较方便,但须注意防

止表面电腐蚀措施。

光纤复合相线(OPPC)。OPPC是电力通信系统的一种新型特种光缆,是在传统的钢芯铝绞线结构中将光纤单元绞合在铝股或钢股中所形成的导线。能充分利用电力系统自身的线路资源,特别适合没有架空地线的配电网应用,避免在频繁的资源、路由协调和电磁兼容等方面与外界的矛盾,使配电网具有传输电能及通信的双重功能。目前,OPPC在国内的应用正在兴起。

管道光缆。在城区内,敷设电缆的地区,一般都使用管道光缆。管道敷设的环境比较好,因此对光缆护层没有特殊要求,无需铠装。管道敷设前必须预定敷设段的长度和接续点的位置。敷设时可以采用机械牵引或人工牵引。须注意牵引力不要超过光缆的允许张力,拐弯时保持大于规定的转弯半径。

光纤通道可以开展上述多项应用,实现网络化、宽带化和综合化的目标,满足电力通信网络应用及用户需求。目前,语音交换技术主要有程控交换技术和软交换技术和多媒体子系统(IMS, IP multimedia subsystem)等三种技术体制。程控交换技术是一种成熟的语音交换技术,正以数字化模拟声音讯号规约(VOIP Voice over internet protocol)和远端模块两大技术进行延伸为基于电路交换技术。它的缺点在于开通智能增值业务不方便,目前电信运营商对网络改造已不再使用,将逐渐被软交换或IMS技术取代。软交换已经得到广泛应用。但IMS的相关技术仍不够成熟,很多网元和接口的功能还需要完善或修改。同时,相当多电信运营商正面临如何将基于电路交换的公共交换电话网络(PSTN (Public switched telephone network))演进到基于分组的下一代网络(NGN (Next generation network))的问题。但IMS在支持语音业务方面存在不足,目前也不具备大规模商用部署的条件。

数据网络发展比较缓慢,目前依旧采用异步传输模式(ATM Asynchronous transfer mode)、路由器和以太网等技术。

目前,“网协”IP化和智能化已成为传输网络技术的发展方向,同步数字传输体系的SDH(Synchronous digital hierarchy)、波长分部复用(WDM(Wavelength division multiplexing))已发展成熟并广泛应用。多业务传送平台(MSTP(Multi-service transfer platform))组网灵活、业务分插方便、工作稳

定、成本低廉,是目前发展成熟,应用广泛的多业务传输技术。自动交换光网络ASON(Automatically switched optical network)技术是对MSTP技术的一种革新与改进。它增加了控制层面,使网络更趋智能化。采用该技术可实现网络拓扑自动发现、业务带宽动态分配、在线业务优化调整和端到端业务的智能开通等功能。网络保护与恢复更加灵活可靠,该技术已成为当前技术选择的趋势。光传送网OTN(Optical transport network)可以面向多种业务(语音、数据等),提供对客户信号透明的传送和光通道管理,具有大容量交换(交叉)或路由能力。从本质来看,OTN=SDH+WDM。分组传送网PTN(Packet transport network)是下一代网络NGN的传输基础,是下一代的宽带传输网络,适合于电信(移动/固网)、电视和数据业务统一的传输网络。随着技术的发展,可以不断提升以满足智能电网的要求。

3.2 无线通信技术

常见的无线通信技术可分为卫星通信、微波/超短波通信、短波通信、自由空间光通信、无线局域网WLAN(Wireless local area network, IEEE 802.11)、无线城域网WMAN(IEEE 802.16)、2G/2.5G通信和3G/B3G通信等。

1)卫星通信。卫星通信就是地球上的无线电通信站之间利用卫星作为中继的通信。卫星通信系统由卫星和地球站两部分组成。它的特点是:通信范围大,在卫星发射电波覆盖范围内的任何两个地面站都能进行通信;它不受陆地灾害环境的阻隔,可在多处同时接收,方便经济地实现广播和多址通信。卫星通信适合于远距离通信,而对市内电力通信,目前还不适用。

2)微波/超短波通信。微波通信是使用波长为0.1mm~1000mm电磁波的通信。微波通信不需要固体介质,只要两点间直线距离内无障碍就可以传送微波。微波通信具有良好的抗灾性能,但微波经空中传送,易受干扰。由于在同一方向上不能使用一个以上的同频率的微波通信,所以微波电路必须在无线电管理部门的严格管理下进行建设。超短波利用1~10m波长的电磁波进行视距传输,与微波相似,在电波波束方向上不能有高楼阻挡,城市的电力通信用不上,但可作为郊野远距离通信的辅助载体。

3)短波通信。短波通信波长在10m~50m之

间,发射电波要经电离层反射才能到达接收设备,通信距离较远,是远程通信的主要手段。但电离层的高度和密度容易受昼夜、季节和气候等因素的影响,稳定性较差,噪声较大。但短波通信是唯一不受网络枢纽和有源中继体制约的远程通信手段。无论哪种通信方式,其抗毁能力和自主通信能力与短波无法相比,可作为辅助的通信手段,但城市电力通信不适用。

4)自由空间光通信。自由空间光通信以激光光波作为载波,大气作为传输介质的光通信系统。大气传输激光通信系统是由两台激光通信机构成的通信系统,它们相互向对方发射被调制的激光脉冲信号(声音或数据),接收并解调来自对方的激光脉冲信号,实现双工通信。空间光通信与微波通信在许多方面互为补充。但地面的空间光通信受大气的雨雾尘埃影响,通信距离和稳定性大受限制,也只可作为辅助的通信手段。从目前发展来看,只在星际通信及军事领域具有较大的应用前景。

5)无线局域网WLAN(Wireless local area network)。无线局域网利用射频RF(Radio frequency)技术,可以取代旧式的双绞铜线连接,但绝不是要完全取代有线局域网,而只是用来弥补有线局域网之不足,以达到网络延伸之目的。一般无线网络所能覆盖的范围应视环境的开放与否而定。若不加外接天线而言,在视野所及之处约250m;若属半开放性空间,有隔间之区域,则约35~50m左右;若加上外接天线,则距离可达更远。无线局域网一般作为接入部分,连接到传输网络中。

6)无线城域网WMAN(Wireless metropolitan area networks)。无线城域网的推出是为了满足日益增长的宽带无线接入(BWA, Broadband wireless access)市场需求。它能向固定、携带和游牧的设备提供宽带无线连接,还可用来连接802.11热点与因特网,提供校园连接,以及在“最后一英里”宽带接入领域作为线缆调制解调器(Cable modem)和数字用户线DSL(Digital subscriber line)的无线替代品。它的服务区范围远达50km,用户与基站之间不要求视距传播,带宽足以支持数百个采用T1/E1型广域网分析仪连接的企业和数千个采用DSL型连接的家庭,应用前景广阔。

7)2G/2.5G通信。

2G。即第二代移动通信技术,一般指基于时分多址接入(TDMA, Time division multiple access)的欧洲的全球移动通信系统(GSM)和美国的码分多址(CDMA)两种技术。2G以数字语音传输技术为核心,具有手机短信(SMS)等简单功能,无法直接传送如电子邮件、软件等资讯。现时经常提到的2G通信,则是已经升级的通用无线分组业务和增强型数据传输的全球演进技术GPRS/EDGE (General packet radio service/enhanced data rates for global evolution)等。

2.5G。一般指通用分组无线业务GPRS和增强型数据速率GSM演进技术EDGE等。EDGE技术是GPRS的一种增强版本,两者具有许多相似之处,在此仅介绍GPRS技术。GPRS与现有的GSM语音系统最根本的区别在于,GSM是一种电路交换系统,而GPRS是一种分组交换系统。GPRS特别适用于间断的、突发性的或频繁的、少量的数据传输,也适用于偶尔的大数据量传输。目前GPRS技术已成熟,并已得到广泛的商用。在电力行业,通过租用运营商的通信系统,GPRS技术可用于部分远程数据采集。例如配网自动化的数据采集。

8)3G/B3G通信。

3G。国际电信联盟(ITU, International telecommunication union)一共确定了全球四大3G标准,它们分别是宽带码分多址WCDMA(Wideband code division multiple access)、CDMA2000和时分同步码分多址TD-SCDMA(Time division-synchronous code division multiple access)和全球微波互联接入WiMAX(Worldwide interoperability for microwave access)。WiMAX又称为802.16无线城域网。上述第6点已经提到,WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA三大标准已在我国三大运营商,中国联通、中国电信和中国移动开始商用。三种技术都属于宽带CDMA技术,在一个更宽的频带上扩展信号,从而减少由多径和衰减带来的传播问题。具有更大的容量,可以根据不同的需要使用不同的带宽;具有较强的抗衰落能力与抗干扰能力,支持多路同步通话或数据传输,且兼容现有设备。有些关键技术三者存在着较大的差别,性能上也有所不同。

TD-SCDMA在高速公路及铁路等高速移动的

环境中见劣,但TD-SCDMA对频率资源的利用率最高;WCDMA能有效解决多径和衰落问题,但却占用了更大的带宽;而CDMA2000可采用灵活多载波方式,在频带要求比较严格时是其它两个标准无法比拟的。总之三大技术都各有优缺点,对于移动性要求不高的电力系统通信,这三大技术都有很大的发挥空间。

超三代移动通信系统B3G (Beyond third generation in mobile communication system)技术的研究从二十世纪末3G技术完成标准化之时就开始了,与3G技术相比,B3G技术更复杂,但具有更多优势。B3G能满足更大的数据传输速率需求,有很强的智能性、适应性和灵活性。它可实现业务的多样性,有较好的技术基础,便于过渡与演进。3G技术在世界范围已大规模商用,也逐步从研究领域推向产业化。不久的将来B3G技术的使用将使世界移动通信面貌焕然一新,在智能电网的实现中,大有作为。

4. 结语

通信技术作为智能电网的实现基础,随着智能电网的建设和发展,必将拥有巨大的发展空间。但要更好地服务于智能电网,仍有许多问题亟待解决。如通信基础平台的规范性、兼容性、可扩展性等等。

无论是有线通信技术还是无线通信技术,都有其特点和用场,它们相辅相成,长期并存,为智能电网的发展提供强有力的保障。至于具体的技术的选择使用,则取决于技术的发展和实际的应用需要。在智能电网如火如荼的建设过程中,电力通信系统也将迎来崭新的变化。

参考文献:

- [1] 许晓慧.智能电网导论.中国电力出版社,2009
- [2] 王明俊.智能电网热点问题讨论.电网技术,2009
- [3] 徐丙垠,李天友等.智能配电网讲座.供用电,2009
- [4] 李炎.现代通信技术在智能电网中的应用前景.科技创新导报,2009
- [5] 苗新,张恺等.支撑智能电网的信息通信体系.电网技术,2009
- [6] 潘莹玉,齐鹏.电力专业通信网发展综述.中国电力通信网,2006
- [7] 王延恒,贺家李等.光纤通信技术及其在电力系统中的应用.中国电力出版社,2006
- [8] 啜钢,王文博等.移动通信原理与系统.北京邮电大学出版社,2009