国际电网互联的北欧经验

文 / 国际智能电网行动网络（ISGAN）输配电系统主席 博·诺马克

人物简介

国际智能电网行动网络（ISGAN）输配电系统主席、瑞典国家电网输电系统调度委员会成员、皇家工程科学院会员。在电子技术产业领域拥有 35 年从业经验。

早在 1890 年，瑞典就已经产生了电网互联的概念。在此后的 30 年里，瑞典国内建成了一条由东向西、长度为 400 公里的输电线路，当时的电压等级只有 130 千伏。之后，为了与瑞典北部地区的水电实现互联，1922 年起，瑞典电网开始向北部延伸，此时，瑞典建成了第一条 220 千伏的输电线路。在当时，瑞典电网实现了东—西、南—北的互联，输电线路的长度达到了 1000 公里。

从探索到成形的北欧跨国电网互联

进入上世纪 60 年代之后，瑞典开始参与北欧的合作和规划。北欧各国之间的电网互联合作有一个非常成功的开端——各国在进行电网规划时，不会仅仅以本国的情况为出发点，而是综合北欧各国的实际情况进行协调。北欧各国之间的电力互联合作，不仅包括一些市场运营商方面的合作，也包括在电网的维护、规划，以及电网技术的研发等方面的合作。在建设跨国互联电网的同时，北欧各国还共同开发了一个北欧的电力交易市场。有了一体化的市场，我们才能建立一体化的电网，激励人们实现电网互联。

近几年来，北欧国家的电网互联有了进一步的发展。北欧各国的发电系统各不相同：挪威水资源丰富，几乎是 100% 的水电，瑞典是占比相当的水电和核电，以及大约 10% 的风电；丹麦是风能富集，因此风力发电比例较高，而火电次之；芬兰则是各种类型的能源均衡发展。

由于各国的发电系统存在着较大的差别，因此，实现北欧各国间的电网互联，并进行协调规划就显得非常必要。挪威的水力发电占欧洲能源储备量的 50%，瑞典的水力发电占 20%。这两个国家的水力发电总和几乎可以占到欧洲能源储备量的 70%。所以，挪威和瑞典两国之间电网互联的协调，会对整个北欧国家间电网互联的协调产生很大的影响。

2000 年之后，北欧各国正式展开了跨国电网的互联工作，各个国家共

> 在建设跨国互联电网的同时，北欧各国还共同开发了一个北欧的电力交易市场。有了一体化的市场，我们才能建立一体化的电网，激励人们实现电网互联。

同协力规划整个北欧地区的互联电网。同时，这些国家在互联电网建设融资方面也达成了一致的意见，找到了各国都认可的融资方式。

一体化的市场是建设互联电网的先决条件

在经过了 10 年的发展后，北欧国际互联电网得到了长足的发展，也形成了一体化的电力市场。在 2010 年前后，波罗的海国家也参与到了北欧电网互联的发展规划中，并逐渐进入北欧的一体化市场。更多国家的加入，意味着北欧国际电网互联的规模变得更大，电网互联需要去协调更多的国家。

北欧国际互联电网扩展到了波罗的海地区，带来了诸多利好。互联的好处之一是能够共享备用的储能。不同的资源有不同的平衡。在北欧，一年中有旱季和雨季之分，在依赖水电的国家，丰、枯季的发电量相差可达到 30% 以上，而有了互联的国际电网就可以利用各个国家不同发电系统的特性来实现发电和用能的平衡。

再以风能富集的丹麦为例，丹麦是最早利用风力发电的国家之一，也是世界风力发电大国和发电风轮生产大国。由于丹麦缺乏自然能源，早在 1891 年就开始风电研究。丹麦风力发电站装机总量一直位居世界前列，人均风能拥有量居世界首位。有时，丹麦的风电无法在本国实现全部消纳，通过互联的国际电网，就可以将富余的风电送到以水电为主的挪威，实现能源的互济。

其次，是价格的套利，这主要看不同的自然条件和价格的流动。在北欧一体化的电力市场中，电价是一种调节手段。不同的电价定价区可以通过电价来调节电能的流通，将电能从电价较低的地方输送到电价较高的地方，这样，输电方和受电方就能够实现双向盈利，还有益于降低电价。

一体化的市场是建设互联电网的先决条件。在一体化市场的促进下，未来，北欧国家的国际电网互联还会进一步加强，乃至在整个欧洲都会有长足的发展。目前规划建设挪威—英国、挪威—德国的 4 条输电线路，输电距离为 500 ~ 700 公里，据测算，所有的跨国输电线路都能够实现盈利。

国际电网互联有助于提升可再生能源产能

2009 年，欧洲输电运营商联盟成立，这个组织由欧洲 34 个国家的 41 家输电运营商组成。同年，欧洲理事会正式批准欧盟第三次能源改革法案，授权该组织编制和发布泛欧洲范围内两年一度的“规划”（以下简称“规划”）。

“规划”重点研究泛欧洲、区域和成员国在不同情境下的发电充裕性和电力平衡状况。“规划”还会列出有利于进一步提升电网互联能力的电网项目，这些规划一旦实现，就能够进一步提升可再生能源的产能。

以可再生能源比例很高的德国为例，将建设 3 条贯穿南北的输电通道，这成为德国解决更多可再生能源接入的有效途径。

欧洲计划到 2030 年投资 1500 亿欧元用于建设互联电网。这是一笔很大的投资。但如果将这笔投资转化成消费者的利益，相当于每 1000 千瓦时降低电价 2 ~ 5 欧元。这样的投资给整个社会带来了极大的好处。

从北欧电网互联的经验可以清晰地看到，电网的投资可以带来很大的回报。如果能够引入更多的可再生能源，回报将会更高。发展互联电网不能一蹴而就，而是需要确立一个共同的目标，并在此基础上进行协调规划。此外，新技术的发展能够为电网互联提供技术支撑，新的技术方案也能给电网互联带来更多的选择。

（根据 2016’全球能源互联网大会发言整理，未经本人审阅）