

“再电气化”背景下节能减排路径思考

文/国网能源研究院有限公司 吴 鹏
编辑整理/本刊记者 史海疆



吴 鹏
国网能源研究院能源供需所主任工程师

随着经济社会的发展，我国能源资源和环境约束日益加剧，雾霾频发，生态环境问题突出。全球能源结构正在加速向绿色、低碳和智能的方向转型，电气化是必由之路。

我国能源现状

2016年，我国CO₂排放总量达95.1亿t，约占世界的27.9%；人均CO₂排放为6.8 t，分别仅为美国的43%、日本的74%。我国碳排放强度降幅明显，但仍高于发达国家水平。2000—2016年间，年均下降2.6%；2016年，我国碳排放强度为10.0 t CO₂/万美元，约为世界平均水平的2.3倍，为美国的3.3倍、日本的5.2倍。2017年，全国单位

国内生产总值能耗为0.57 t标准煤/万元（按2015年价格计算），比2016年下降3.4%。全年实现节能量1.66亿t标准煤；相当于2017年能源消费总量的3.7%。2017年，全国单位GDP电耗803 kW·h，比2016年下降1.2%，与2015年相比累计下降2.9%。“十五”期间累计上升15.4%，“十一五”期间下降0.8%，“十二五”期间下降7.2%。2006—2017年，单位GDP电耗累计下降14.3%。其中结构因素、效率因素对单位GDP电耗下降的贡献分别为73.1%、26.9%。特别是2016、2017年，结构的优化弥补了部分行业电耗的上升，保持了整体电耗的持续下降。总体来看，2006年以来

结构因素对我国单位GDP电耗的影响大于效率因素，且近年来结构因素的影响呈现逐步增大趋势。

目前我国的电力工业节能现状如下：供电煤耗呈下降趋势，“十一五”以来，供电煤耗持续降低，从2011年的329 gce/kW·h下降至2017年的309 gce/kW·h；厂用电率呈下降态势，从2011年的5.39%下降至2017年的4.8%；线损率逐年降低，从2011年的6.52%下降至2017年的6.48%。

2017年，综合发电和输电环节节能效果，电力工业实现节能量1 300万tce。“十二五”期间实现节能总计6 901万tce。

电气化是必由之路

电气化水平是衡量一个国家或地区现代化水平的重要标志。由于各国基本国情不同，电气化发展历程既有共性又有差异。

电气化水平的提高有助于提高能源利用效率，节约能源。从能源的终端利用效率来看，电能的终端利用效率最高，可以达到90%以上；燃气的终端利用热效率约为50%~90%，而燃煤的终端利用效率通常不高于40%。通过测算，1990—2015年我国电气化水平平均上升1%，能源强度下降3.6%。2016—2030年，预计电气化水平平均上升1%，能源强度下降2.6%。

电气化可以显著减少污染物排放，是解决能源环境问题的有效途径。从电力生产利用全过程来看，火力发电排放的污染物可以集中处理。目前火电厂脱硫率可达90%以上，脱硝率可达80%以上。随着清洁能源的发展，提高电气化水平的环保优势将进一步显现。

电气化可以实现终端能源消费高效化、低碳化。从能源消费看，电能是清洁优质二次能源，终端利用效率最高，且无污染。随着电气化水平的大幅提升，将减少终端化石能源消费量，从而减少终端消费的污染物排放，实现能源的高效利用。

我国要达成节能减排的既定目标，实施再电气化十分重要。

再电气化进程具有两个方面的鲜明特点：从能源生产侧来看，体现为清洁能源特别是新能源的大规模开发利用；从能源消费侧来看，体现为电能对终端化石能源的深度替代。坚持智能电网、信息化融合是推进再电气化的重要支撑。

在生产侧，大规模开发利用清洁能源，实现对化石能源的替代和发电能源占一次能源消费比重的提升。

在消费侧，扩展电能的利用范围；深化电能的利用程度。呈现对其他终端能源消费品种的广泛替代。

在信息化融合方面，以“大云物移智”为代表的信息技术与能源行业深度融合，提升电能生产、利用各环节的智能化、互动化水平。

推进实施再电气化战略

(1) 生产侧清洁替代

发电能源占一次能源消费比重稳步提升，非发电用化石能源消费在2025年左右达到峰值。高能效情景下，发电能源占比由2000年的约30%升至2035年的约47%、2050年的约60%；展望期内发电用电量先升后降，占总用电量比重峰值超过

70%；发电用电持续增长。

分品种发电量结构持续调整，新能源发电量占比从2017年的6.6%提升至2035年的32%、2050年的55%。

提高化石能源发电利用比例。促使更多的煤炭用于发电，减少能源直接燃烧利用比重。2050年发电用煤占煤炭消费比重在70%以上。

提高能源资源发电效率。推广超超临界火电机组等发电技术利用，推行热电联产、热电冷三联产技术应用，提高发电能源利用效率。

大幅提高新能源发电比重。因地制宜，在资源丰富的地区大规模建设风电、太阳能发电设备；在相对不丰富地区，开发多种模式分布式清洁能源发电。

(2) 消费侧电能替代

工业领域。推行电锅炉、电窑炉、电加热和电驱动等电能替代技术推广，以及工业智能制造和自动化生产技术，提升工业电气化水平；深化工业领域技术标准体系建设；着力加强工艺技术研发；加快工业重点领域替代技术推广；借助智能制造的发展趋势，建立相关产业链，提高电能替代在工业领域的推广。

交通领域。电动汽车对燃油汽车的替代进程加快，大规模推广电气化铁路、城市轨道交通和港口岸电能应用；着力加强电动汽车、电气化铁路等相关技术研发；形成充电基础设施的一体化服务网络、建设车联网平台，扩大试点城市；扩展适用的电动汽车增值服务，创新运营模式；加快出台相关政策，引导交通电气化发展建设。

居民领域。电采暖/制冷、烹饪等传统用能领域全面实现电能替代，住宅电气化、智能电器和智能家居等大范围推广；因地制宜发展集中电采暖和分散电取暖（碳晶、电热膜和发热电缆等）；加快推进家庭共享电气化工程，推进电厨

炊、电热水器等应用；推动智能家居发展，提升家庭智能化应用比例，并着力打造“互联网+电能替代”形式，形成用户与电网友好互动机制；积极推进新建住宅全电气化。

我国再电气化的建议

1) 加强顶层设计，推动形成以再电气化为核心的能源转型共识。加强顶层设计与总体部署，将再电气化上升为国家战略，完善出台2050年国家能源转型路线图和实施方案，明确能源转型的长期目标和阶段性重点任务

2) 强化政府职能，加强能源电力行业规划。实现供需平衡是提升能效的重要手段，是最大的节能。政府应充分发挥统筹作用，加强能源电力行业规划，特别是电源规划，本着电力行业发展适度超前的原则，科学规划电网电源发展。

3) 加大研发投入，以技术创新推动电气化快速提升。加大终端用电技术研发，包括智慧建筑、智能电器和汽车电控等；广泛开展项目试点，推动新技术、新材料、新装备的试验示范和推广应用；鼓励储能技术创新，努力降低成本、延长寿命和提高性能，支撑新能源发展。

4) 加快机制创新，支持新技术、新模式和新业态发展壮大。应用先进电力技术和互联网手段，加快建设以电为中心的能源互联网；着力打通机制壁垒、消除政策阻碍，培育壮大综合能源服务产业，培育新模式、新业态。

5) 推进企业用能大数据共享分析，助力能源高效利用。建议相关部门大力支持发展大数据及关联产业，推进企业用能数据的融合共享，以及“互联网+智慧能源”的发展；加强企业用能数据的挖掘分析，为企业用能提供指导和服务，给大众提供智慧能源电力。EA