

[电网规划]

智利CGE公司配电网规划研究

文/刘梦璇 戴彦 黄春光 杨军
国网国际发展有限公司

借鉴中国国家电网公司中长期电网规划经验，对智利CGE公司配电网规划进行研究，在充分调研的基础上，明确规划思路及重点，合理安排工作组织及成果，针对配电网存在的主要问题进行分析研究，并提出相应解决方案，为CGE公司电网高效发展提供指引，同时为今后的综合计划编制提供项目储备。

项目概述

CGE公司成立于1905年，因历史原因多次收购、合并其他配电公司，导致辖区内电压等级、设备和设计等差异较大，缺乏统一的标准和规划。部分电网基础设施运行时间已超出设计寿命，装备水平也存在不同程度的技术滞后。

CGE公司历史上未开展过配电网规划，配电网项目来源主要是客户接入需求，地点分散造成目前网架结构混乱、接线随意，并且高负荷密度区域大部分配电变压器重载。

科学合理的电网规划可有效解决电网存在的主要问题，提供技术可行、经济最优的建设方案，合理安排电网建设项目、建设时机和资金投入，满足供电区域经济发展对电力的需求，保证电网安全、稳定和经济运行，获取最大的经济效益，具有十分重要的意义。

规划思路及重点

1. 规划思路

贯彻以经济性为核心的配电网规划理念，开展轻量化电网规划，结合实际用电需求逐站逐线分析，针对不同地区电网特点，提出定制化解决方案，通过实地勘察确保项目良好的可操作性。以解决问题为主、优化网架为辅，逐步构建“可靠性高、互动友好、经济高效”的实用型配电网。

2. 规划重点

1) 兼顾多种规划目标。以经济性为首要目标，结合智利法律法规、监管制度等宏观因素，综合考虑改善供电可靠性、减少停电时间和停电次数、减少监管罚单与客户赔偿等目标。

2) 为未来电网发展提供指导。在深化电网诊断分析和评估的基础上，编制《CGE中压配电网规划技术导则》，突出规划引领，为电网长期发展指引方向。

3) 提供定制化解决方案。智利地域狭长，各区地理环境和经济发展差异巨大，规划方案需结合当地具体情况，做到“一区一策、一乡一策、一线一策”。逐年建立配电网建设类项目储备，逐步提升现有配电网的供电能力。

4) 建立经济评价模型。以项目的投入产出为核心，考察项目的盈利能力、偿债能力、可持续能力和回收期等方面指标，制定针对性的经济评价模型，并结合智利市场调查情况，建立工程造价评估模型，为后续电网建设提供决策依据，提升精准投资能力。

工作组织安排及成果要求

1. 工作机制

由于工期紧张，为保证工作稳步推进，明确由CGE公司规划建设部规划处牵头统筹，着手建立相

关工作机制。

(1) 建立周例会制度

中标通知书下达后，第一时间召集两家咨询公司开展讨论，确定工作思路、方式，确定定期周例会制度，考虑到前期收资沟通需求较大，每周至少两次，同时按需召开临时会议。

(2) 建立高效收资渠道

采用清单模式收资，由咨询公司编制提资清单，涉及社会经济、电力经济、配电网设备、配电网运行和监管政策等方面。规划建设部根据清单需求，组织向相关部门收资，为提高工作效率，建立了专项共享文件夹，实现实时收发。

(3) 明确沟通审核模式

为保证两家咨询公司思路、成果一致性，明确咨询公司必须经两家公司商议一致后方可发送出口的资料。对于成果性材料，必须经CGE公司业务部门认可后，才能发送其他部门和管理层审核。

2. 成果要求

由于是首次开展规划，需综合考虑CGE公司实际情况、项目开展时间要求和资金投入产出比等因素，确定成果要求如下。

1) 一份总报告，包含研究综述和工程项目规划。规划建立以经济性为目标的配电网新建和改造技术原则，改善供电服务质量，满足需求增长，符合智利监管要求，并降低线损水平。规划项目在开展经济性评估的基础上按照优先级排序。

2) 12个供区各一份分报告。每份报告都应该有一份基于现场调查的至少一个乡镇的配电网的详细规划报告，其他乡镇可以使用系统数据进行分析。

3) 一份建议的工程项目列表，每个项目说明应包括：目标区域的负荷预测；配电网当前问题及相应对策；项目类型、范围、理由和对服务质量的影响；工程具体内容、估价和经济性评估。

4) CGE配电网规划技术导则。

5) 配电网建设和设备选择的标准化建议。

6) 项目经济评估模型。

CGE公司配电网与国内的区别

1) 配电网电压序列混乱。CGE配电网存在12 kV、13.2 kV、15 kV、13.8 kV和23 kV等电压

等级，并且存在交叉供电问题，甚至单条线路某个分支用户电压等级也不同，通过自耦变压器变压供电。

2) 电缆化率极低。CGE配电网以架空线路为主，电缆仅用于变电站出口和跨路通道，电缆长度占比仅有1.44%，电缆化率极低。

3) 供电半径过长。CGE配电网普遍偏长，全国平均供电半径为20.42 km，供电半径超过50 km的线路有103回，占比13.55%，总长度为19 526.13 km。

4) 电网设备型号多、运行年限长。因历史原因多次收购、合并其他配电公司，大量设备建于20世纪80年代前，全国共有300余种线路型号，运行年限超过40年的设备大量存在，设备配置水平低，高损配变、单相线路和设备超载运行造成较高的技术线损。

5) 规划目标与导向不同。国内配电网规划目标以可靠性为重点，而CGE的配电网规划将在满足监管要求的可靠性基础上，更侧重电网建设的经济性，因此需要更精准的电网建设经济评价分析。

配电网存在典型问题

1. 接线混乱且单辐射问题严重

CGE公司共有中压配电线路760回，其中多电源线路413回，单辐射线路347回。线路联络率低，且大部分联络线路接线混乱，有效联络少，如遇故障停电，可转供电率低。

2. 不同电压等级交叉问题突出

由于历史原因，CGE配电网普遍存在同一个乡镇中多个电压等级供电模式，一般为12 kV、13.2 kV、13.8 kV、15 kV和23 kV等交叉供电，不同电压等级线路之间无法转供负荷，故障情况下停电范围大，供电可靠性较低。

3. 线路过载问题严重

CGE公司共有中压线路760回，其中过载线路264回（占比34.74%），供电安全性堪忧。

4. 中压线路存在安全隐患

CGE公司配电网线路存在大量中压线路交叉、树障、杆塔倾斜和海盐侵蚀等问题，供电安全距离不足，设备状况差，存在严重安全隐患。例如森林中裸铜线大档距跨越，在刮风下雨、冰雪天时故障率高，易引发山火。经统计发现，影响森林植被茂

密的Maule地区SAIDI指标的停电事故原因，44%是植被管理。

5. 配电网损耗管理无序

CGE公司线损管理水平落后严重，技术降损工作体系还不够完备，技术降损与专业管理尚未有效融合，专业间缺乏协调推进，工作人员技术降损专业知识储备不足。目前仅有变电站口径供电量统计及电度表口径售电量的统计，现有联络线路均未安装双向计量电度表，中压线路线损无法计算。

解决方案

针对以上问题清单，结合前期对所有的电网缺陷问题进行统计分类梳理，因地制宜地开展问题诊断分析。综合考虑可靠性因素、经济性因素和安全性因素等方面，提出以下解决方案。

1. 配电网规划原则

(1) 接线模式标准化

根据现状网架基础，结合城市用电需求及变电站新出线，统筹规划主联络通道，简化城区复杂联络，消除单辐射线路，提高线路有效联络率和供电可靠性。

(2) 主干线径统一化

详细梳理各条线路主干线线径，优先改造主干线“卡脖子”线段，尽量统一联络线路的线径，注重支线联络线路的改造，使联络通道载流量匹配。

(3) 供电范围合理化

参考网格化规划思路，开展分区分片规划，尽量避免跨越乡镇行政边界、铁路、河流、山川等天然屏障。结合现状线路分布及负荷分布，以主干道为界，通过合理切改优化供电范围。

(4) 电压序列协同化

分析现状不同电压线路分布情况，近期改造小范围的10 kV、12 kV等非标准电压等级，实现区域性电压协同。未来在中心城区、人口密集区等重点区域，积极尝试采用同一电压等级供电，增强互转互供能力，提高供电可靠性。

(5) 建设改造轻量化

结合CGE公司运营现状，制定以解决现状问题为主的轻量化建设改造思路，以最小的建设改造量，最大化降低停电时间，减少罚单，避免大拆大建，提高电网规划经济效益。

2. 解决方案

根据以上原则，针对典型问题，提出以下解决方案。

(1) 开展基于分区分片的网架协同规划

依据区域发展定位差异，负荷密度和负荷性质不同，制定差异化接线模式。配电网规划立足于现有网架，通过网络拓展、用户接入及变电站配套送出等工程不断微调，逐步清晰、明确和优化网架结构。

1) 对于已形成标准接线的地区，按供电区域的规划目标，进一步优化网架，合理调整分段，控制分段接入容量，提升联络的有效性，加强变电站之间负荷转移。

2) 对于网架结构复杂、尚未形成标准接线的区域，适度简化线路接线方式，取消冗余联络及分段，逐步向标准接线建设改造。

3) 对于单辐射线路，结合区域定位、高压变电站布点因地制宜开展联络方案，城市地区消除单辐射线路，农村地区不具备联络条件的单辐射线路可不解决。

(2) 开展针对不同电压等级的转供电方案

不同电压等级线路之间无法直接通过断路器进行联络，规划期间应结合配电网发展阶段、区域定位和线路规模制定差异化方案，解决转供电问题的根本在于使联络开关两侧电压等级相同。

1) 通过新建自耦变压器进行电压调节，实现不同电压等级线路联络，故障情况下互相转供负荷，减少停电时间，提高供电可靠性。

2) 通过改造线路电压等级，使区域内所有线路电压等级一致，进而构建标准化接线，实现线路间互导互供。

(3) 开展基于轻量化规划的过载线路改造

统筹分析区域内存量电网分布情况，研究各类负荷分布，判断各段电网承载能力，挖掘引起过载问题的根本原因，通过轻量化线路建设改造，使线路供电能力与所带负荷相匹配，解决线路过载等现状问题。

1) 优化线路供电范围，将过载线路的部分负荷转移至其他线路，通过降低线路供电负荷的方式解决过载问题。

2) 梳理主干线各段线径的载流量，挖掘出“卡

脖子”线段的位置及长度，根据主干线整体载流量决定其改造标准，通过提高线路承载能力的方式解决过载问题。

3) 分析线路出口CT安全电流与主干线载流量对比，对安全电流小CT进行改造，通过优化保护装置的方式解决线路过载问题。

(4) 开展针对不同类型电网的安全隐患整治

对配电网安全隐患问题开展专项整治工作，根据隐患类型制定针对性解决方案，同时应结合历年停电情况统筹分析，从轻重程度来判定规划解决优先顺序。

1) 跨越森林的裸铜导线在南部地区较多，易引发森林火灾，首先考虑绝缘化改造，其次在问题严重地区开展线路迁改，彻底解决安全隐患，并且建议制定专门计划砍伐树木和植被。

2) 对于杆塔倾斜、海盐侵蚀等常规安全隐患，规划中不单独立项，一般与其他电网问题同步改造解决。

3) 建议加强运维管理水平，参照地理坐标对电网逐点检查，记录各配电点的设施状况，对隐患点进行排序，为后续改造项目提供支撑。

(5) 开展基于实用化的线损统计专项工作

提升配电网基础管理水平。一是建议开展配电网图形、拓扑和档案的全量治理，提升线变关系对应率和理论线损计算达标率；二是开展配线联络开关建设，联络及环网项目须考虑配套计量装置；三是建立常态化档案一致率、完整率标准体系，建立长

效管理机制。

结束语

针对CGE配电公司电网基础薄弱现状，首次部署开展配电网规划研究，借鉴国网公司中长期电网规划经验，全面调研诊断现有各级配电网问题，明确电网发展目标和建设技术标准，结合公司实际情况，量身定制符合CGE公司发展需求的规划方案，远近结合制定电网建设重点项目计划，为电网高效发展提供指引，同时为今后的综合计划编制提供项目储备。EA

(收稿日期：2023-05-24)

参考文献

- [1] 中国国家电网公司配电网规划设计技术导则：Q/GDW 1738—2020[S].
- [2] 中国国家电网公司配电网规划设计技术导则：Q/GDW 738—2012[S].
- [3] 中国南方电网110 kV及以下配电网规划技术指导原则：Q/CSG1201023—2019[S].
- [4] 常成，李洁. 基于帝国主义竞争算法的主动配电网重构策略[J]. 电气应用，2022，41(5)：11-17.
- [5] 张昊. 提高配电网新能源消纳比例的分布式储能系统优化配置方法[J]. 电气应用，2022，41(3)：56-63.

