能源互联网导论挑战性任务——园区多能系统的优化运行

背景：多能工业园区可通过调整园区内的各发电设备，在实现园区内负荷平衡的基础上参与辅助服务市场，为电力系统提供灵活性，赚取辅助服务收益，同时提升电力系统运行的安全性、经济性。本任务面向一个多能园区，通过联络线和电网连接，作为园区管理者，如何通过调控园区内的内燃机、溴化锂、燃气锅炉、电制冷机、直燃机、蓄电池、光伏发电等资源，使运营成本最低？



1. 多能园区参数及次日预测数据如excel附表，该多能园区需保证冷、热在园区内平衡，可以通过联络线与上级电网交换电量。请求出园区自身的最优运行计划，对比园区对外联络线功率与分时电价的趋势关系。（日前优化问题，决定次日运行计划）
2. 多能园区为电网提供调峰能力：

电网通过负荷预测，发现次日15：00-18：00用电负荷较高，故电网发布了削峰需求。

（1）以第1问中求出的最优运行计划为基准，求多能园区构成的虚拟电厂可最多在15：00-18：00中削减的联络线功率（其他时段功率可增加），可获得多少调峰收益？

（2）若电网为削峰提供补贴，补贴价格为0.75元/kWh，求多能园区提供的调峰量。（注：补贴价格含义为：在电网削峰时间段内，每与基准曲线相比，联络线功率每下降1kW,维持1小时，将获得0.75元的补贴；但燃料费用、购电成本正常结算，不受补贴影响（如：若多能园区在15：00-16：00减少了1MWh用电量，其他时刻用电量不变，除了获得750元的补贴外，购电费用还会减少677元））。

1. 拓展任务
2. 若光伏出力提高10倍，重新求解运行计划，分析系统是如何消纳可再生能源的。
3. 考虑、不考虑辅助服务（辅助服务时间同2）的情况下，此时园区是否需要购置储能？若需要，大约多少年可以收回成本？（储能购置价格为100万元/MWh的价格）

注意：

* + 1. 直燃机（直接燃烧天然气制冷/制热）和溴化锂既可供冷，又可制热，但不可同时制冷/制热，如何确定其供能计划？
  + 2. 内燃机和溴化锂组成冷热电三联供系统，内燃机发电的同时产生烟气，**认为内燃机发出的有功功率与燃烧产生的烟气中可利用的热量呈线性关系**，烟气之后通入溴化锂进行制热/制冷。烟气通常有旁路，可连续调节通入溴化锂的烟气量来调节制冷/制热量（一路烟气进入溴化锂，旁路烟气通过尾气处理装置排入空气，即烟气中的热量不一定全部通入溴化锂）。如何对这个三联供系统建模？
  + 3. 多能能量转换设备采用线性模型，用能量转换效率建模。
  + 4. 给出的数据不一定全部需要用到，可以根据自己建模的实际情况或精度进行取舍。