

V&P 微电网风能、柴發、储能系统应用案例

引言与项目背景

本案例位于一处偏远地区岛屿，传统依赖柴油发电机作为主电源，现希望引入风力发电以降低燃油成本並實現更加绿色的能源結構。然而，风电的间歇性和负荷的波动性导致柴油机长期运行在低效区，高维护成本的情况（因主电源的穩定是设计中最重要考慮），所以在改造過程中加入 500kW/620kWh 储能系统，旨在构建一个智能混合能源微电网，实现经济运行、降低碳排放和提高供电可靠性的核心目标。

1 系统配置

1. 工地现有配置：康明斯柴油发电机 (DG): 3 台 x 800kW (额定电压 400V, 频率 50Hz), 总计 2400kW。



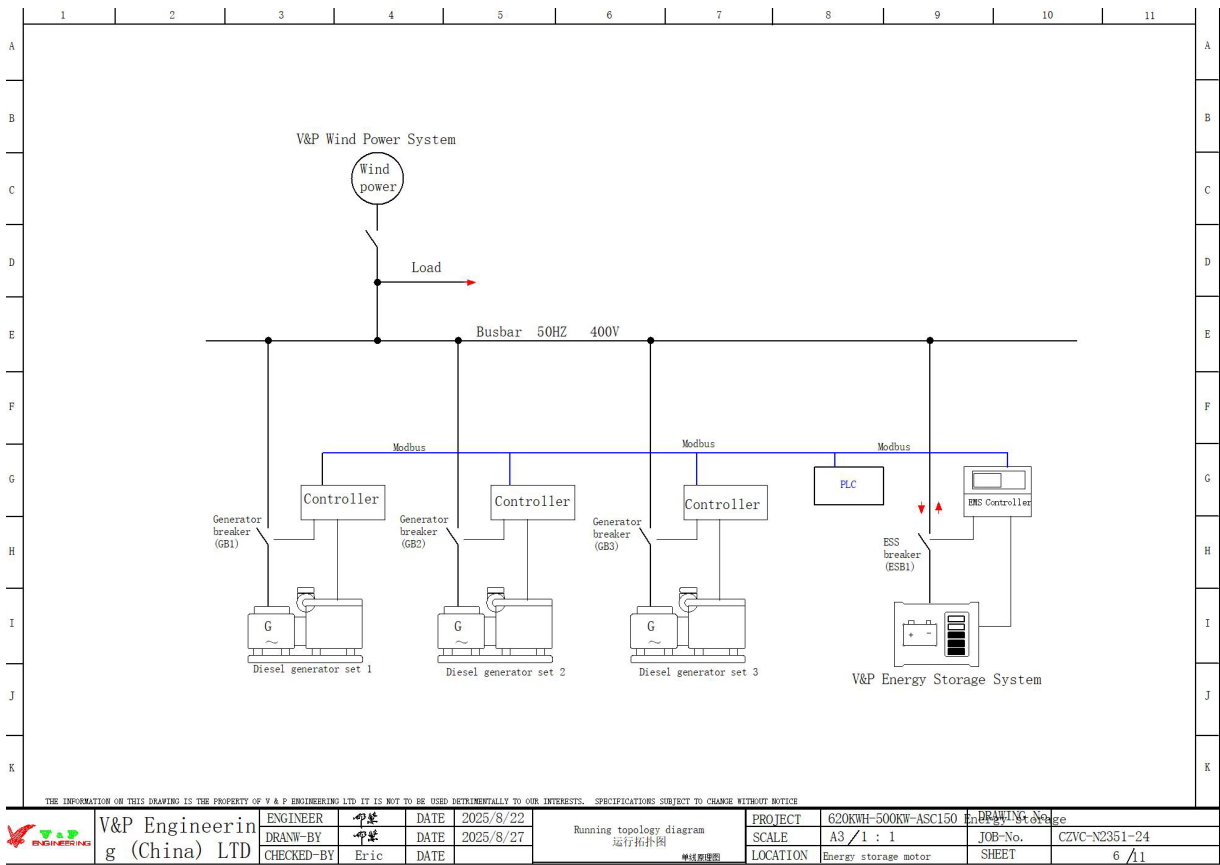
2. **新增配置 1:** 储能系统 (ESS): 1 x 20 尺标准集装箱式磷酸铁锂电池储能系统，额定功率 500kW，额定容量 620kWh，配套 PCS(双向变流器)及 EMS(能源管理系统)



- 新增配置 2:** 风力发电 (WTG): 1 x 200kW 水平轴风力发电机组



系统拓扑配置图如下：



2 运行核心逻辑

2.1 新设备投入前

- a. 岛上负荷波动比较大，由 300 – 700KW，日夜功率差距也大
- b. 一般 1-2 台柴发使用，第三台作为备用
- c. 柴油发电机组的平均使用负载只有 30 - 45% (因需预留功率以供突发加载)
- d. 假若只投风力发电，因波动会更大， 估计柴油发电机组的平均使用负载会跌至只有 15 - 20%

2.2 新设备投入后之运行逻辑

- a. 风力发电和伟柏储能系统会长期接在系统上
- b. 风力发电量随环境风速而波动，伟柏储能系统会智能地供应余下的电力，确保供电稳定
- c. 假若有需要，则自动启动 1 台 800KW 柴油发电机组供电，并对储能系统充电
- d. 通过 EMS 控制系统和 PLC 的编程，智慧地确保柴油发电机组的负载

長期穩定在 70 – 85% 範圍 (範圍可調)

- e. 所有柴油發電機組，偉柏儲能系統的運作皆全自動，按照外面負載，機組功率，風力發電量，儲能系統電量 SOC (stage of charge)而自動作出調整，不經人手
- f. 整套系統可以兼容現有機組及併聯系統，不會做成浪費

3 经济效益详细分析

3.1 康明斯 K38 柴发油耗曲线如下：

25%负载：251 g/kWh

50%负载：225 g/kWh

75%负载：207 g/kWh (最佳效率点)

100%负载：202 g/kWh

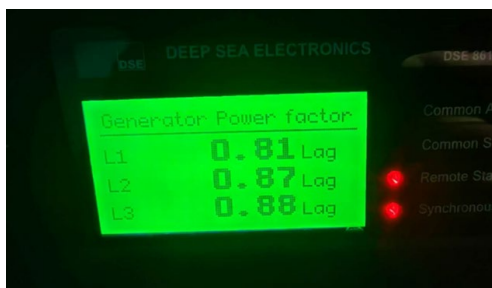
通過把平均负载率由 20%提升至 75-80%，柴油發電的耗油率大幅減低 20%



3.2 把柴油發電機組使用時間減低 50- 70%，柴油機的耗材和大修時間皆和使用時間掛勾，大幅度減低使用時間間接降低柴油發電成本

3.3 風力發電設備的投資年回報率大約 15 – 25% (情況容許光伏的投資年回報率更佳)，偉柏儲能系統能避免再生能源的回報浪費在耗油率損耗上

3.4 由于储能系统 ESS 的投入可改善配电系统的功率因数，减少电缆铜损 目前平均功率因数已从 0.8 提升至 0.95



投入 ESS 前的功率因数



投入 ESS 后的功率因数

3.5 随着风能和储能系统的投入，工地上的柴油发电机组可以换成 2 -3 台 400KW 机组，进一步减低投资又不损供电稳定性

3. 总结

- 以前再生能源的应用限于数十 MW 以上国家级大项目，联网到市电上；现在随着技术，产品的普及，已开始落户到 10 - 2000KW 的家庭，工厂，偏远地区供电的微电网上，而且可以提供吸引的回报率，光伏发电设备年化回报率(不计算安装，运费和税项)可达 25 - 40%；风力发电设备年化回报率(不计算安装，运费和税项)可达 18 - 25%，因此不需政府补贴已经具商业条件作应用
- 在柴油发电的微电网上使用再生能源，因为再生能源发电量波动很大，容易引起柴油发电机组长时间低负载运行，引致积碳和高油耗的问题，进而减低整体回报，需通过储能柜来矫正
- 在柴油发电的微电网上使用再生能源，储能柜对整个项目的回报很多时候都有不可或缺的角色，此类储能柜虽然功率及容量细，但智能化和技术的要求绝对不低于大型储能设备
- 一般在偏远地方油费更高，省油的回报更大
- 在偏远地方一般市电不稳，经常是柴油和市电轮流供电，储能柜可令更替无缝转换
- 再生能源，储能柜的规格应该跟用电情况挂钩才能达到最佳回报