

# 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，傳統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的考慮)，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。



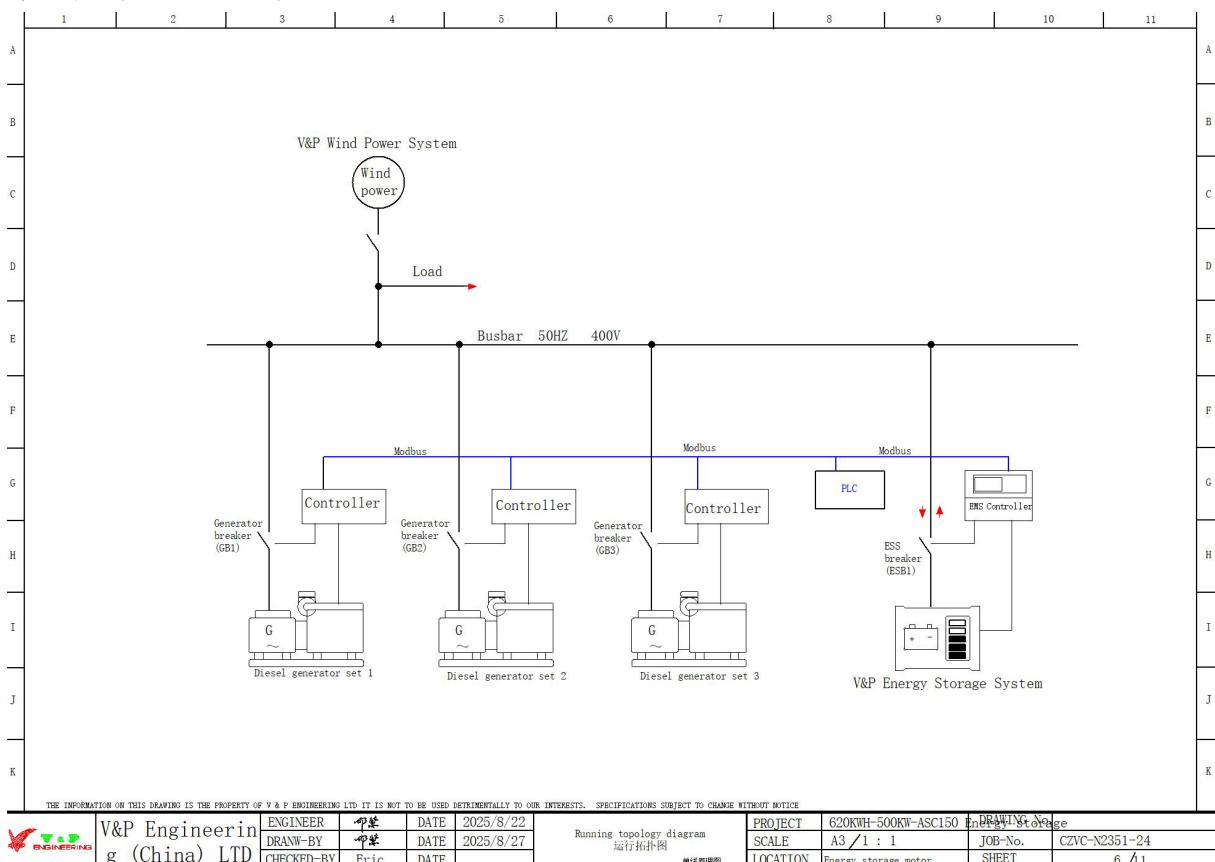
2. 新增配置 1: 储能系统 (ESS): 1 x 20 尺标准集装箱式磷酸铁锂电池储能系统，额定功率 500kW，额定容量 620kWh，配套 PCS(双向变流器)及 EMS(能源管理系统)



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

- 岛上负荷波动比较大，由 300 – 700KW，日夜功率差距也大
- 一般 1-2 台柴发使用，第三台作为备用
- 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）
- 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

- 风力发电和伟柏储能系统会长期接在系统上
- 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
- 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
- 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. 所有柴油發電机组，偉柏儲能系統的運作皆全自動，按照外面負載，  
机组功率，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 經濟效益詳細分析

#### 3.1 康明斯 K38 柴油耗油率曲線如下：

25%負載：251 g/kWh

50%負載：225 g/kWh

75%負載：207 g/kWh (最佳效率點)

100%負載：202 g/kWh

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



3.2 把柴油發電机组使用時間減低 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. 总結

- 以前再生能源的應用限於數十 MW 以上國家級大項目，联网到市电上；现在隨着技術，产品的普及，已開始落戶到 10 – 2000KW 的家庭，工廠，偏遠地区供电的微电网上，而且可以提供吸引的回報率，光伏發電設備年化回報率(不計算安裝，運費和税项)可達 25 – 40%；風力發電設備年化回報率(不计算安裝，運費和税项)可達 18 – 25%，因此不需政府補貼已经具商业條件作應用
- 在柴油發電的微电网上使用再生能源，因為再生能源發电量波动很大，容易引起柴油發电机組長時間低負載運行，引致積碳和高油耗的问题，進而減低整体回報，需通過储能柜来矫正
- 在柴油發電的微电网上使用再生能源，储能柜对整个项目的回報很多時候都有不可或缺的角色，此類储能柜雖然功率及容量細，但智能化和技術的要求绝对不低於大型储能設備
- 一般在偏遠地方油費更高，省油的回報更大
- 在偏遠地方一般市电不穩，经常是柴油和市电輪流供电，储能柜可令更替無縫轉換
- 再生能源，储能柜的規格應該跟用电情况掛勾才能達到最佳回報