

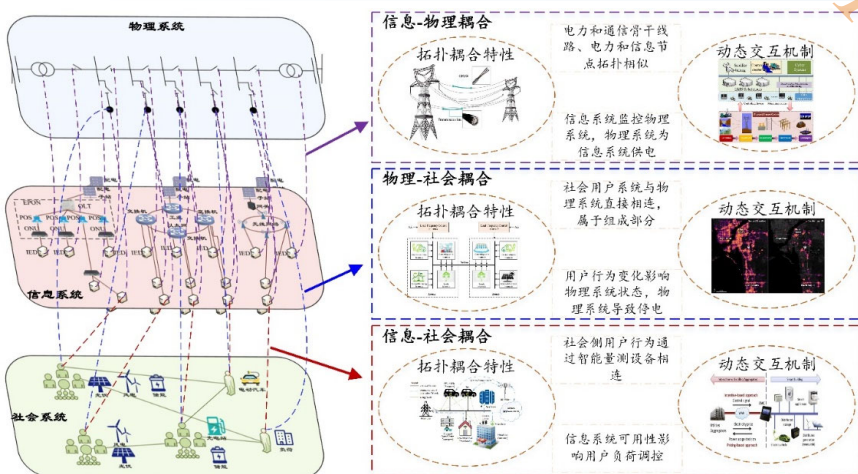


# (信息)物理电力系统韧性提升方法研究

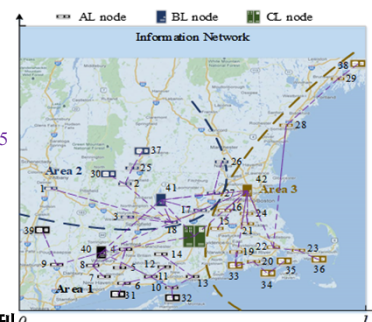
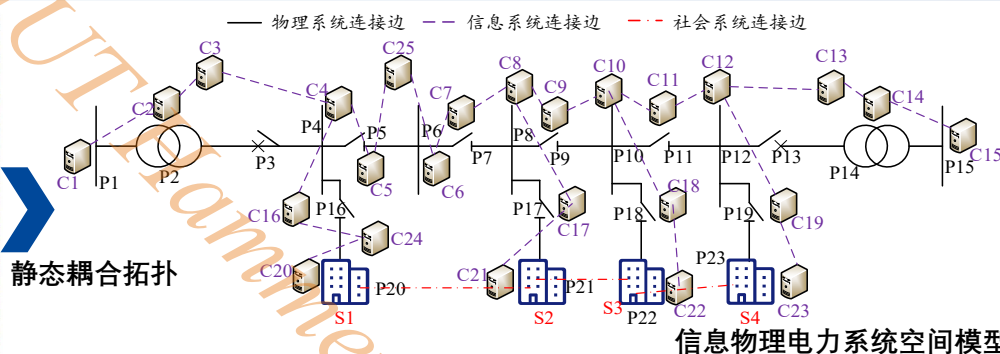
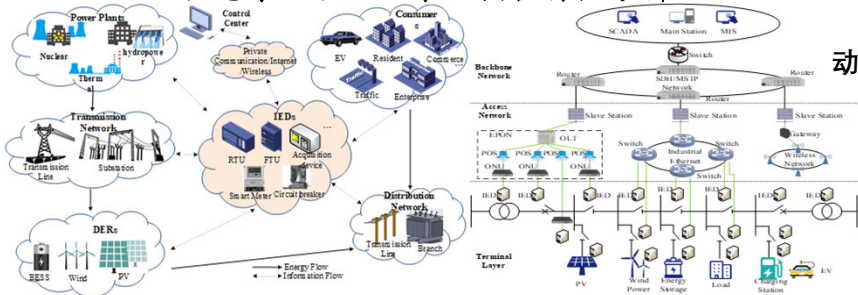


## 信息-物理电力系统耦合特性分析与建模研究

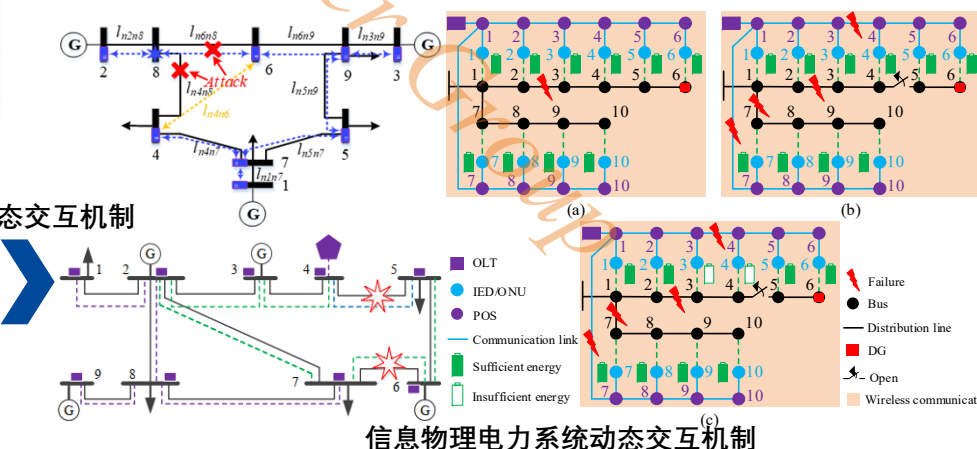
分析电力信息、物理等异质系统的特性，建立信息-物理跨域电力系统静态耦合模型与动态交互机制。



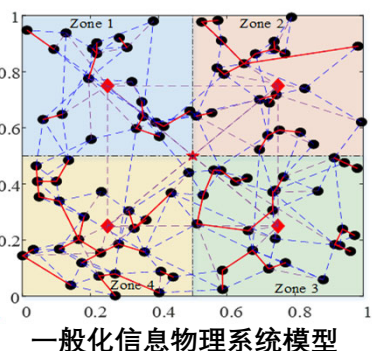
信息系统和物理系统耦合特性分析



动态交互机制



一般化推广





# (信息)物理电力系统韧性提升方法研究



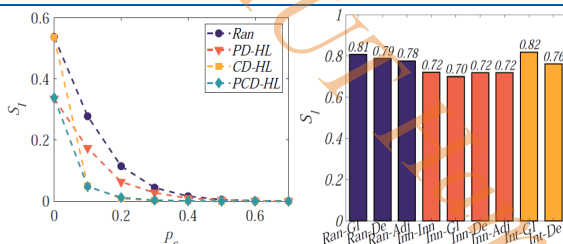
## 网络化关联基础设施系统的建模与韧性提升

针对复杂网络化系统，提出了多种攻击模式及成本约束下的韧性提升策略，并在电力系统进行了验证。

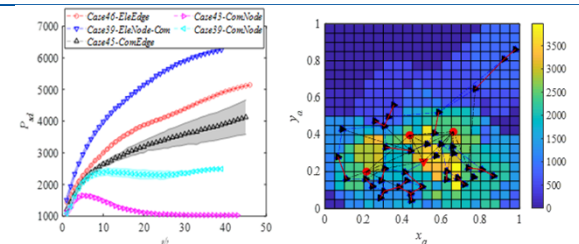
攻击策略

- 蓄意攻击
- 区域攻击

网络化系统



电力系统

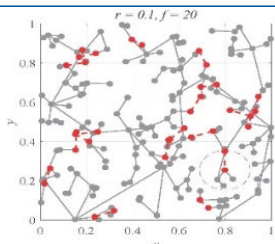


获得较优的攻击策略和对应防御措施

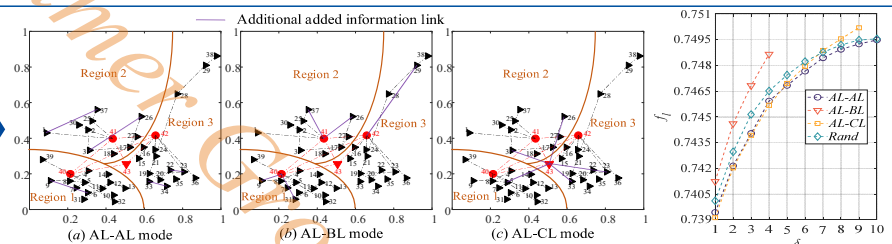
加边策略

- 数目约束
- 长度约束

网络化系统



电力系统

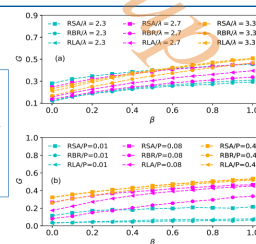
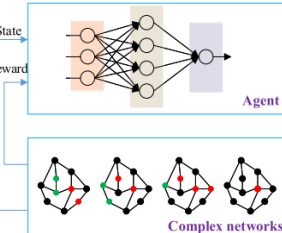
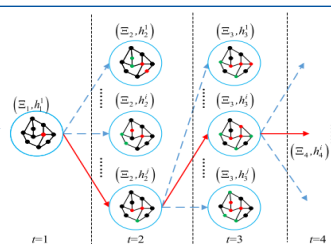


信息边添加提升信息物理系统韧性

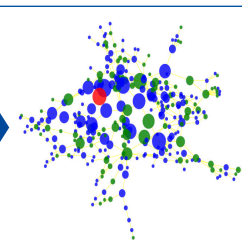
加边策略

- 数目约束
- 长度约束

网络化系统



电力系统



获得最优节点攻击序列和防御措施



# (信息)物理电力系统韧性提升方法研究

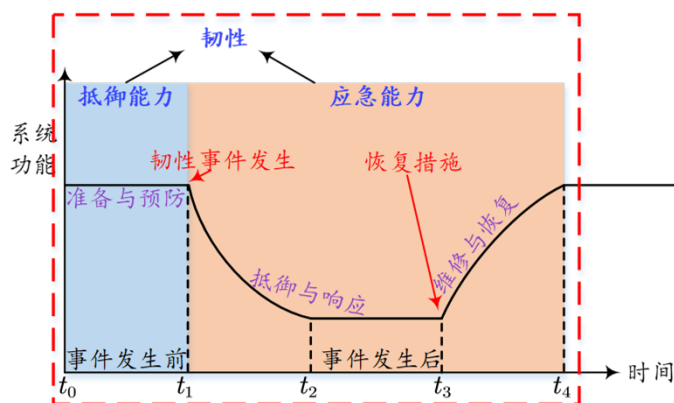


## 信息物理电力系统在极端事件各环节架构优化和调度问题

建立了面向韧性场景各阶段的信息物理电力系统各类优化模型，提出了电力系统最优的防御和应急策略。

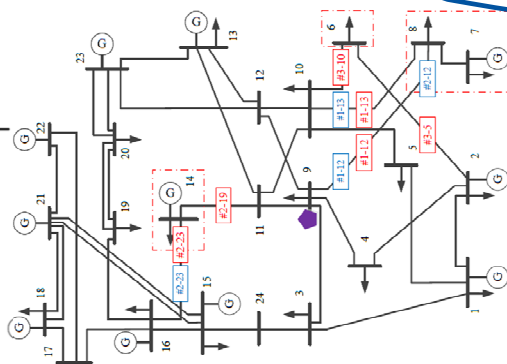
围绕韧性曲线的时间线开展  
各阶段的韧性提升方法研究

### 韧性曲线



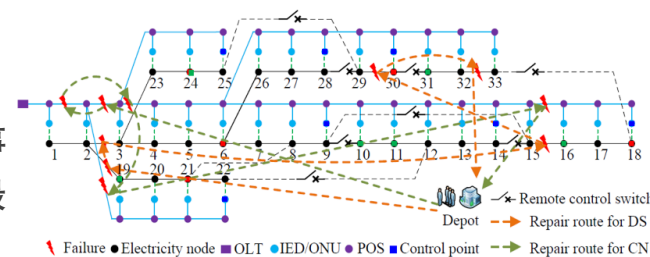
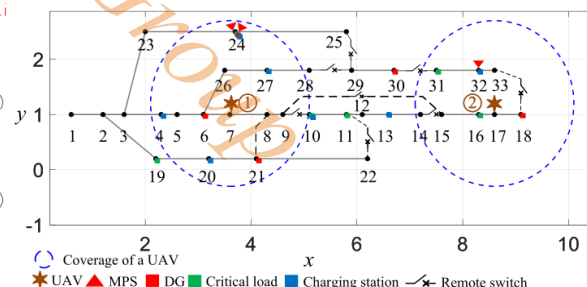
基于攻防攻三层规划建立事  
件前防御模型，获得最优的  
加固和发电配置策略

### 事件前



基于两阶段随机规划建立事  
件中应急配置模型，获得最  
优的电源和通信配置策略

### 事件中



### 事件后

建立考虑信息物理协同的极  
端事件后优化模型，获得最  
优的修复次序



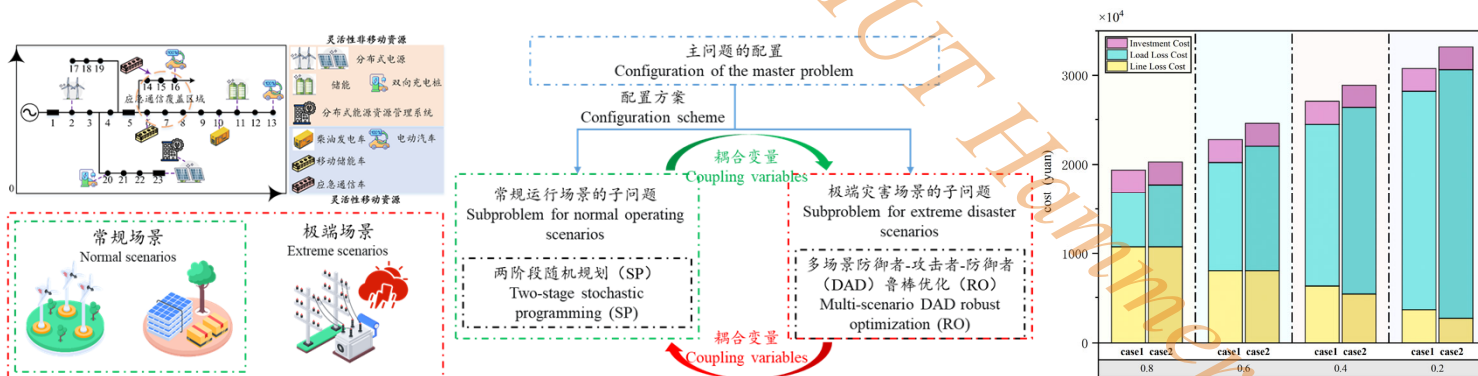


# (信息)物理电力系统韧性提升方法研究



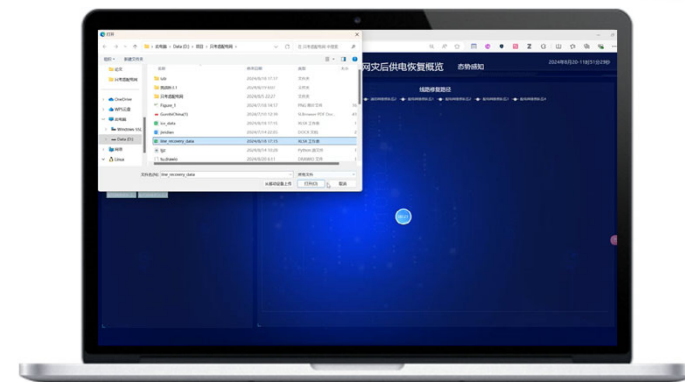
## (信息)物理电力系统在常规和极端场景下的泛安全性研究

建立了一种综合考虑可移动和不可移动资源的泛安全性研究框架，以平衡常规和极端场景下的成本。



平衡常规场景和极端场景下的成本问题

$\zeta$	Case	DERs Position				Line Information		Cost			
		FESS	WTG	PVG	EPV	Attack line position	Reconfiguration of line locations	Investment	Line loss	Load loss	Total cost
0.8	case 1	[18]	[14, 30]	[30, 32]	[10, 19, 20, 24]	[8, 16, 2, 13, 4]	[2, 8, 13, 16, 22]	254.00	1074.27	609.32	1937.59
	case 2	[18]	[14, 30]	[30, 32]	[2, 19, 24, 25]	[22, 4, 7, 10, 30]	[3, 7, 8, 10, 21]	254.00	1074.27	698.57	2026.84
0.6	case 1	[18]	[14, 30]	[30, 32]	[2, 19, 23, 24]	[1, 28, 33, 2, 13]	[2, 13, 26, 32, 33]	254.00	805.70	1216.99	2276.69
	case 2	[18]	[14, 30]	[30, 32]	[2, 19, 24, 25]	[22, 4, 7, 10, 30]	[3, 7, 8, 10, 21]	254.00	805.70	1397.14	2456.84
0.4	case 1	[24]	[14, 30]	[24, 32]	[3, 19, 23, 24]	[1, 33, 16, 7, 22]	[7, 8, 12, 16, 22]	254.00	626.27	1819.78	2700.05
	case 2	[18]	[14, 30]	[30, 32]	[2, 19, 24, 25]	[22, 4, 7, 10, 30]	[3, 7, 8, 10, 21]	254.00	537.14	2095.71	2886.84
0.2	case 1	[24]	[19, 24]	[24, 31]	[10, 11, 16, 24]	[13, 22, 2, 20, 28]	[4, 14, 15, 25, 33]	254.00	363.25	2457.66	3074.91
	case 2	[18]	[14, 30]	[30, 32]	[2, 19, 24, 25]	[22, 4, 7, 10, 30]	[3, 7, 8, 10, 21]	254.00	671.42	1746.42	2671.84





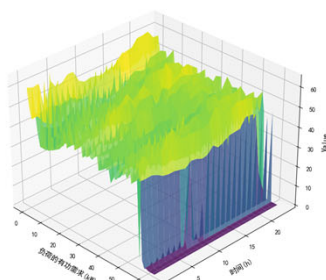
# 新型配用电系统/综合能源系统低碳规划/运行



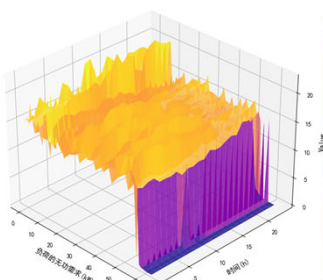
## 多种分布式资源协同下的配用电系统降碳规划

针对配用电系统建立了考虑光-储-充等各类资源的降碳规划模型，可实现最优的配置策略和低碳运行。

负荷有功需求随时间变化柱状图

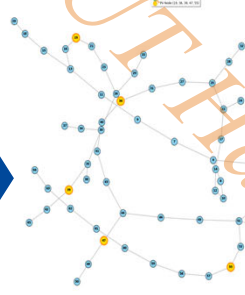


负荷无功需求随时间变化柱状图

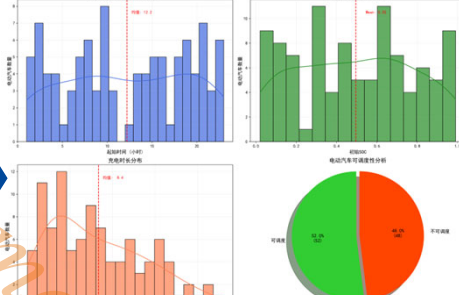


负荷需求随时间变化柱状图

光伏单点接入模式配置拓扑图



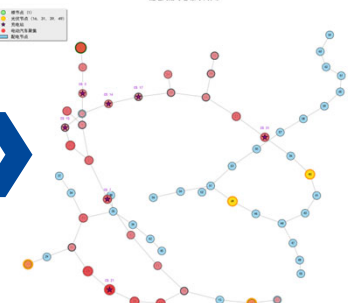
电动汽车特性分析



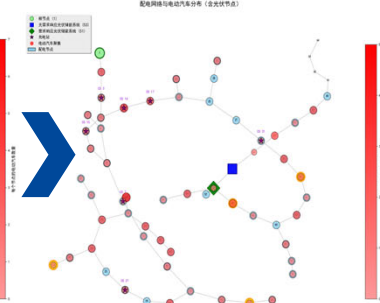
光伏单点接入模式配置拓扑图

电动汽车特性分析

配电网与电动汽车分布

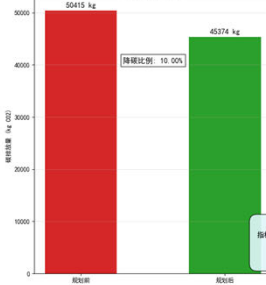


配电网与电动汽车分布

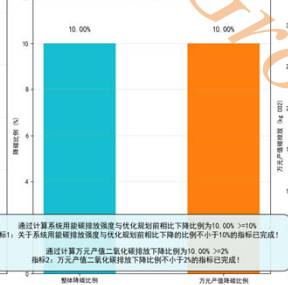


光充互补消纳模式配置拓扑图 光-储-充多能协同模式配置拓扑图

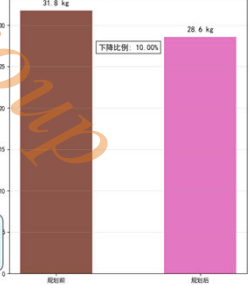
碳排放总量对比



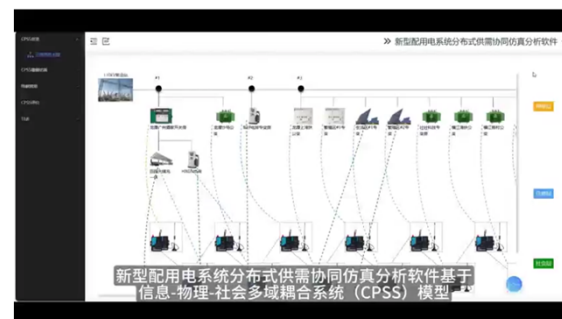
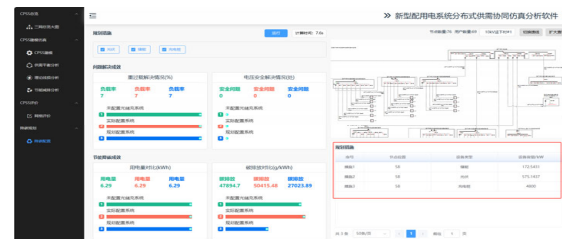
降碳比例对比



万元产值碳排放



配置后降碳效果综合分析图



新型配用电系统分布式供需协同仿真分析软件基于信息-物理-社会多域耦合系统 (CPSS) 模型

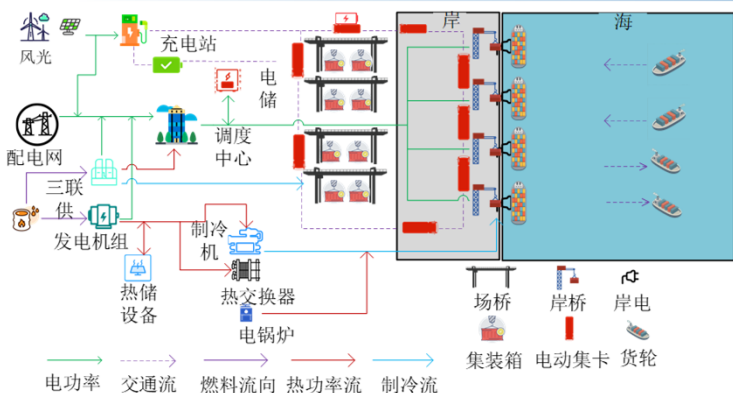


# 新型配用电系统/综合能源系统低碳规划/运行

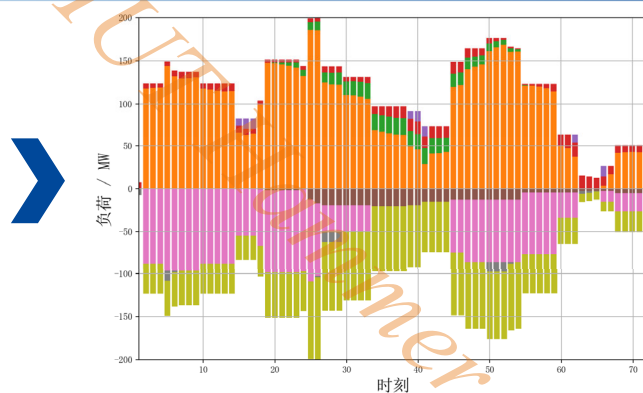


## 各类综合能源系统运行优化和配置优化建模

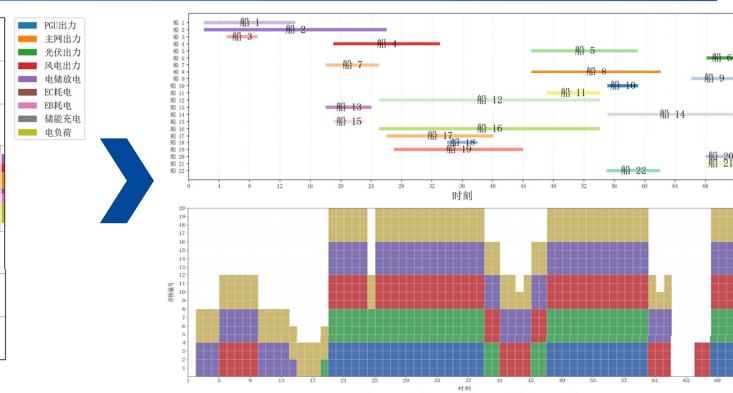
针对区域/园区等综合能源系统进行建模，实现低碳/经济/安全等各类目标下系统的最优运行和配置方案。



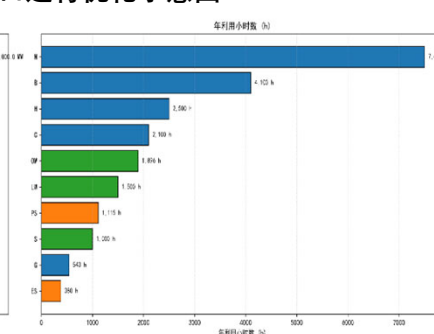
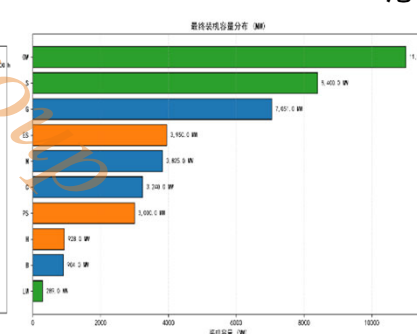
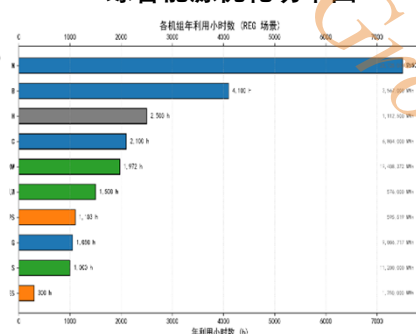
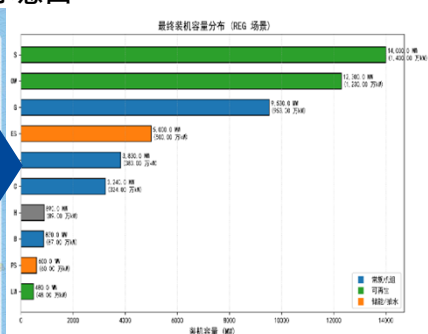
港口综合能源和泊位-岸桥示意图



综合能源优化功率图



港口运行优化示意图



海南省域常规和极端场景下各类能源配置规划研究