

# 智慧能源管理系统E-R图说明文档

## 1. 文档概述

### 1.1 编写目的

本文档旨在详细说明智慧能源管理系统的实体关系（E-R）图设计，包括各业务模块的局部E-R图、冲突分析与解决方案，以及全局E-R图的构建过程。通过图形化的方式展现系统的数据结构和实体间的关系，为数据库设计和系统开发提供清晰的指导。

### 1.2 文档范围

- 系统人员管理局部E-R图
- 厂区信息管理局部E-R图
- 配电网监控局部E-R图
- 综合能耗管理局部E-R图
- 分布式光伏局部E-R图
- 告警运维局部E-R图
- 大屏展示局部E-R图
- 局部E-R图冲突分析与解决
- 全局E-R图设计与说明

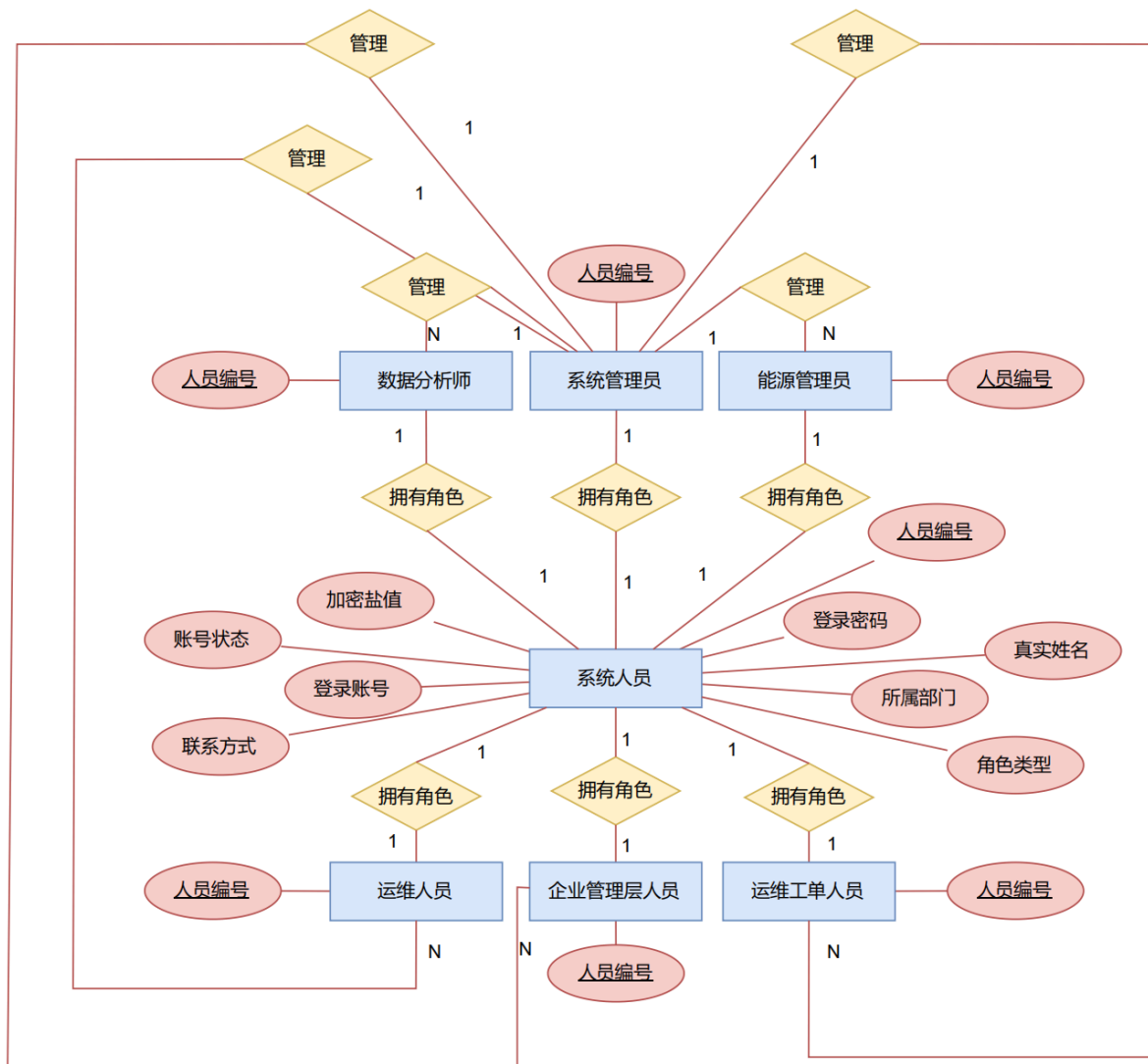
### 1.3 设计原则

- 完整性：**确保所有业务实体和关系得到完整表达
- 一致性：**保持命名规范和设计风格的统一
- 规范性：**遵循E-R图绘制的标准规范
- 可读性：**图形布局清晰，便于理解和维护

## 2. 局部E-R图设计

### 2.1 系统人员管理局部E-R图

#### 2.1.1 E-R图展示



## 2.1.2 实体说明

核心实体：

- **系统用户 (Sys\_User)**：系统中所有用户的基本信息实体
  - 主键：用户编号
  - 属性：登录账号、登录密码、加密盐值、真实姓名、所属部门、联系电话、账号状态、创建时间
  - 约束：登录账号具有唯一性约束
- **角色分配 (Sys\_Role\_Assignment)**：用户角色分配关系实体
  - 主键：分配编号
  - 属性：角色类型、分配时间
  - 外键：用户编号、分配人编号

角色实体群：

- **系统管理员 (Role\_SysAdmin)**：系统管理人员

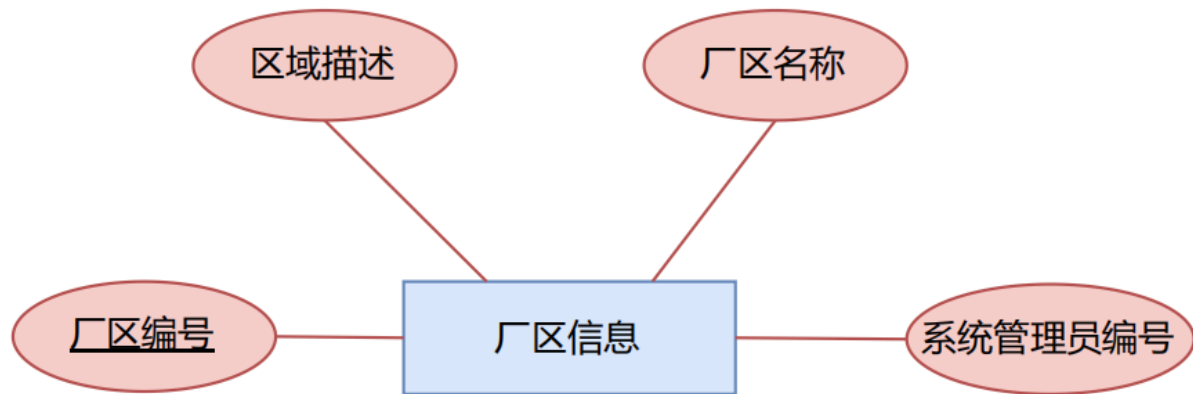
- 运维人员 (Role\_OandM)：设备运维人员
- 能源管理员 (Role\_EnergyMgr)：能源数据管理人员
- 数据分析师 (Role\_Analyst)：数据分析专业人员
- 企业管理层 (Role\_Manager)：企业决策管理人员
- 调度员 (Role\_Dispatcher)：运维调度人员

### 2.1.3 关系说明

- 用户-角色分配：一对多关系 (1:N)，一个用户可以被分配多个角色
- 角色分配-具体角色：多对一关系 (N:1)，多个分配记录对应一个具体角色
- 管理员-角色分配：一对多关系 (1:N)，一个管理员可以分配多个角色

## 2.2 厂区信息管理局部E-R图

### 2.2.1 E-R图展示



### 2.2.2 实体说明

核心实体：

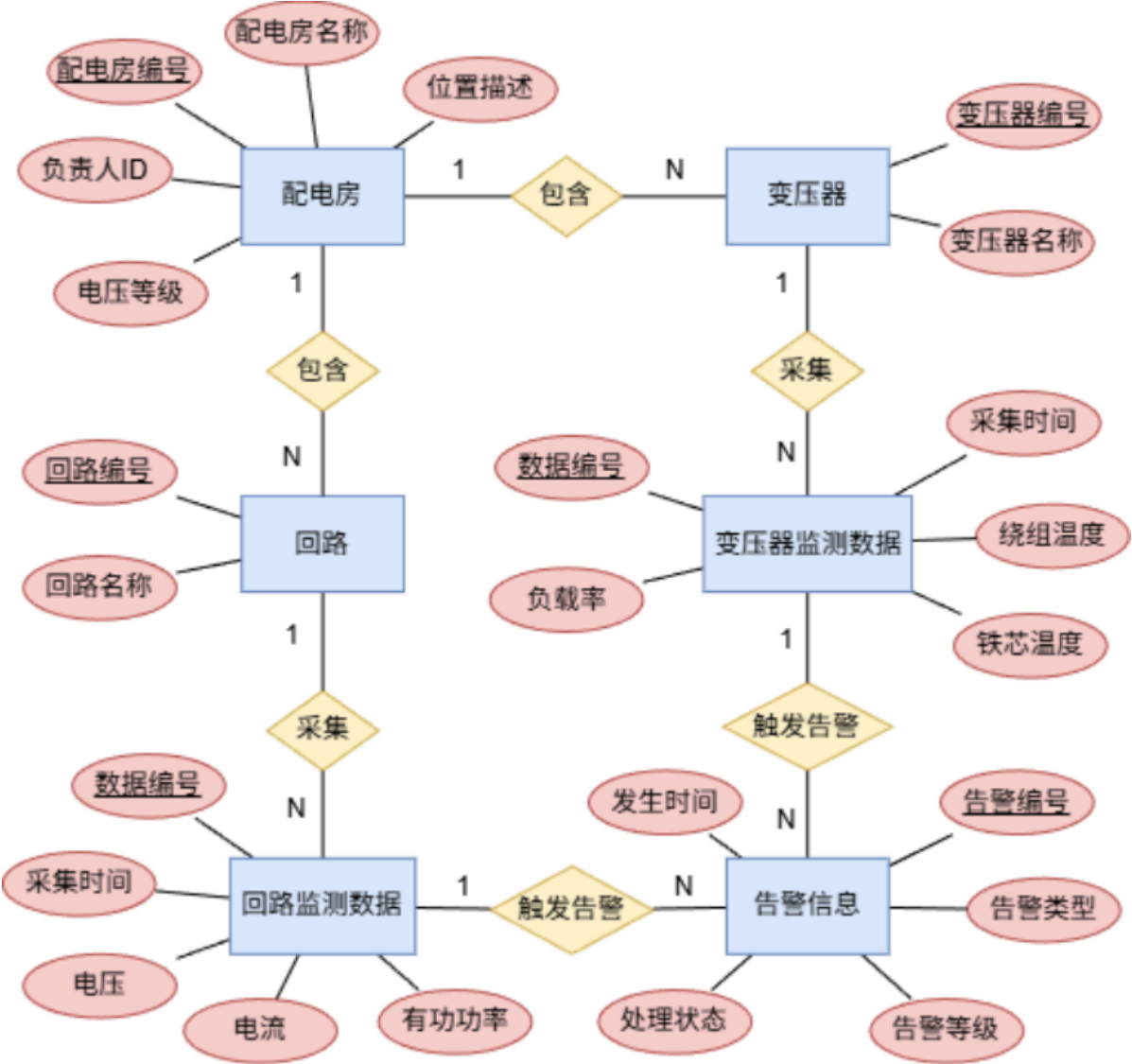
- 厂区信息 (Base\_Factory)：企业生产厂区基本信息
  - 主键：厂区编号
  - 属性：厂区名称、区域描述
  - 外键：负责人用户编号
- 设备台账 (Device\_Ledger)：设备资产管理台账
  - 主键：台账编号
  - 属性：设备名称、设备类型、型号规格、安装时间、报废状态

### 2.2.3 关系说明

- 厂区-负责人：多对一关系 (N:1)，多个厂区可以有同一个负责人
- 厂区-设备台账：一对多关系 (1:N)，一个厂区包含多个设备台账记录

## 2.3 配电网监控局部E-R图

### 2.3.1 E-R图展示



### 2.3.2 实体说明

设施实体：

- **配电室 (Dist\_Room)**：配电设施的物理空间
  - 主键：配电室编号
  - 属性：配电室名称、位置、电压等级、投运时间、变压器数量
  - 外键：负责人用户编号、厂区编号
- **变压器 (Dist\_Transformer)**：电力变压设备
  - 主键：变压器编号
  - 属性：变压器名称
  - 外键：配电室编号、台账编号
- **回路 (Dist\_Circuit)**：电力回路设备
  - 主键：回路编号
  - 属性：回路名称
  - 外键：配电室编号、台账编号

数据实体：

- **变压器监测数据 (Data\_Transformer)：** 变压器运行监测数据
  - 主键：数据编号
  - 属性：采集时间、绕组温度、铁芯温度、负载率
  - 外键：变压器编号、厂区编号
- **回路监测数据 (Data\_Circuit)：** 回路运行监测数据
  - 主键：数据编号
  - 属性：采集时间、电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、开关状态
  - 外键：回路编号、厂区编号

告警实体：

- **告警信息 (Alarm\_Info)：** 设备异常告警信息
  - 主键：告警编号
  - 属性：告警类型、告警等级、告警内容、发生时间、处理状态
  - 外键：台账编号、厂区编号

2.3.3 关系说明

- **配电室-厂区：** 多对一关系 (N:1)，多个配电室属于一个厂区
- **配电室-变压器：** 一对多关系 (1:N)，一个配电室包含多个变压器
- **配电室-回路：** 一对多关系 (1:N)，一个配电室包含多个回路
- **变压器-监测数据：** 一对多关系 (1:N)，一个变压器产生多条监测数据
- **回路-监测数据：** 一对多关系 (1:N)，一个回路产生多条监测数据
- **监测数据-告警信息：** 一对多关系 (1:N)，监测数据异常时触发告警

2.4 综合能耗管理局部E-R图

2.4.1 E-R图展示

- 
- ```

    erDiagram
        厂区信息 ||--}| 能耗计量设备 : 部署
        厂区信息 ||--}| 能耗监测数据 : 归属
        能耗计量设备 ||--}| 能耗监测数据 : 采集
        厂区信息 ||--}| 峰谷能耗数据 : 统计
        能耗监测数据 ||--}| 峰谷能耗数据 : 汇总生成

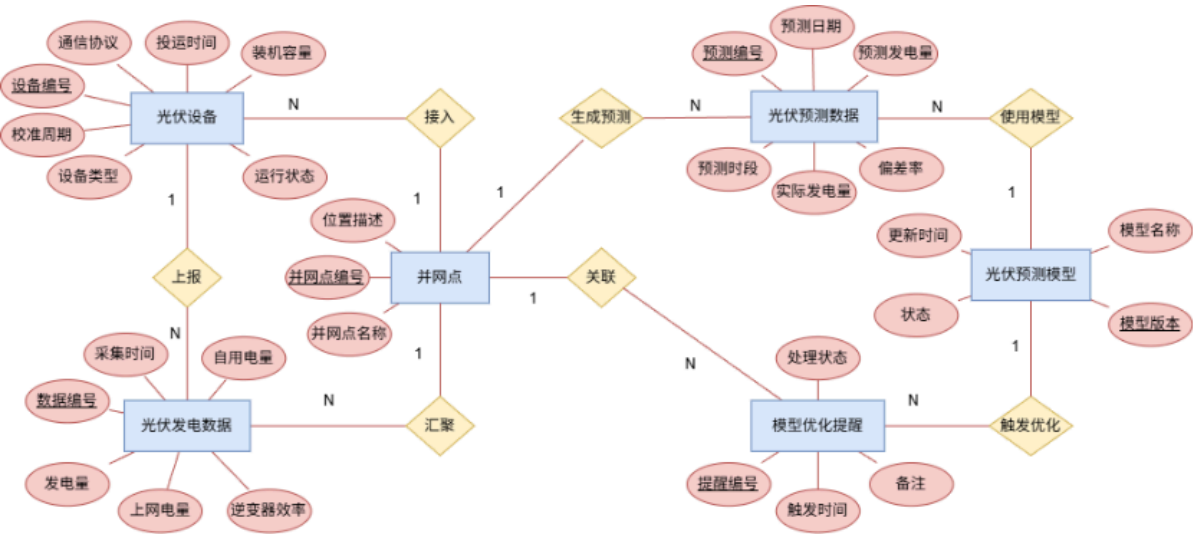
        厂区信息 {
            string 厂区编号 PK
            string 厂区名称
            string 区域描述
            string 负责人ID
        }
        能耗计量设备 {
            string 设备编号 PK
            string 能源类型
            string 安装位置
            string 生产厂家
            string 校准周期
            string 运行状态
            string 通信协议
        }
        能耗监测数据 {
            string 数据编号 PK
            string 采集时间
            string 单位
            float 能耗值
            string 数据质量
        }
        峰谷能耗数据 {
            string 记录编号 PK
            string 统计日期
            string 能源类型
            float 总能耗
            string 尖峰/高峰/平段/低谷
            float 能耗成本
        }
    
```

2.4.3 关系说明

- 厂区-计量设备：一对多关系（1:N），一个厂区部署多个计量设备
- 计量设备-能耗数据：一对多关系（1:N），一个设备采集多条数据
- 峰谷配置-统计数据：一对多关系（1:N），一个配置应用于多条统计
- 能耗数据-峰谷统计：多对一关系（N:1），多条原始数据汇总为一条统计
- 能源管理员-统计数据：一对多关系（1:N），一个管理员负责多条统计

2.5 分布式光伏局部E-R图

2.5.1 E-R图展示



2.5.2 实体说明

基础设施实体：

- **并网点 (PV\_Grid\_Point)**：光伏系统并网接入点
  - 主键：并网点编号
  - 属性：并网点名称、位置
- **光伏设备 (PV\_Device)**：光伏发电设备
  - 主键：设备编号
  - 属性：设备类型、装机容量、运行状态、安装日期、通讯协议
  - 外键：并网点编号、台账编号

数据实体：

- **光伏发电数据 (Data\_PV\_Gen)**：光伏发电实时数据
  - 主键：数据编号
  - 属性：采集时间、发电量、上网电量、自用电量、逆变器效率
  - 外键：设备编号、厂区编号

预测实体：

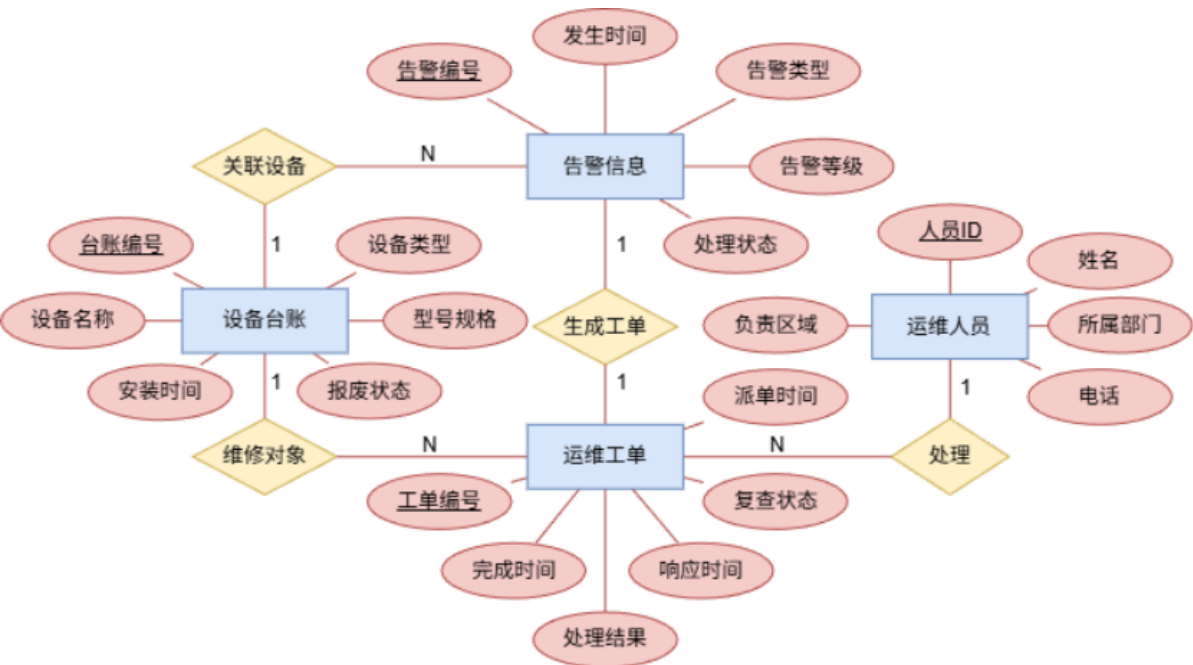
- **预测模型 (PV\_Forecast\_Model)**：光伏发电预测模型
  - 主键：模型版本
  - 属性：模型名称、状态、更新时间
- **光伏预测数据 (Data\_PV\_Forecast)**：光伏发电预测数据
  - 主键：预测编号
  - 属性：预测日期、时间段、预测值、实际值
  - 外键：并网点编号、模型版本、分析师编号
- **模型优化告警 (PV\_Model\_Alert)**：预测模型优化告警
  - 主键：告警编号
  - 属性：触发时间、备注、处理状态
  - 外键：并网点编号、模型版本

2.5.3 关系说明

- **并网点-光伏设备**：一对多关系 (1:N)，一个并网点连接多个设备
- **光伏设备-发电数据**：一对多关系 (1:N)，一个设备产生多条发电数据
- **并网点-预测数据**：一对多关系 (1:N)，一个并网点有多条预测数据
- **预测模型-预测数据**：一对多关系 (1:N)，一个模型产生多条预测
- **预测模型-优化告警**：一对多关系 (1:N)，一个模型可触发多个告警
- **分析师-预测数据**：一对多关系 (1:N)，一个分析师负责多条预测

2.6 告警运维局部E-R图

2.6.1 E-R图展示





## 2.6.2 实体说明

告警实体：

- **告警信息 (Alarm\_Info)**：系统异常告警信息
  - 主键：告警编号
  - 属性：告警类型、告警等级、告警内容、发生时间、处理状态
  - 外键：台账编号、厂区编号

工单实体：

- **运维工单 (Work\_Order)**：运维任务工单
  - 主键：工单编号
  - 属性：派单时间、响应时间、完成时间、处理结果、复查状态
  - 外键：告警编号、运维人员编号、台账编号

日志实体：

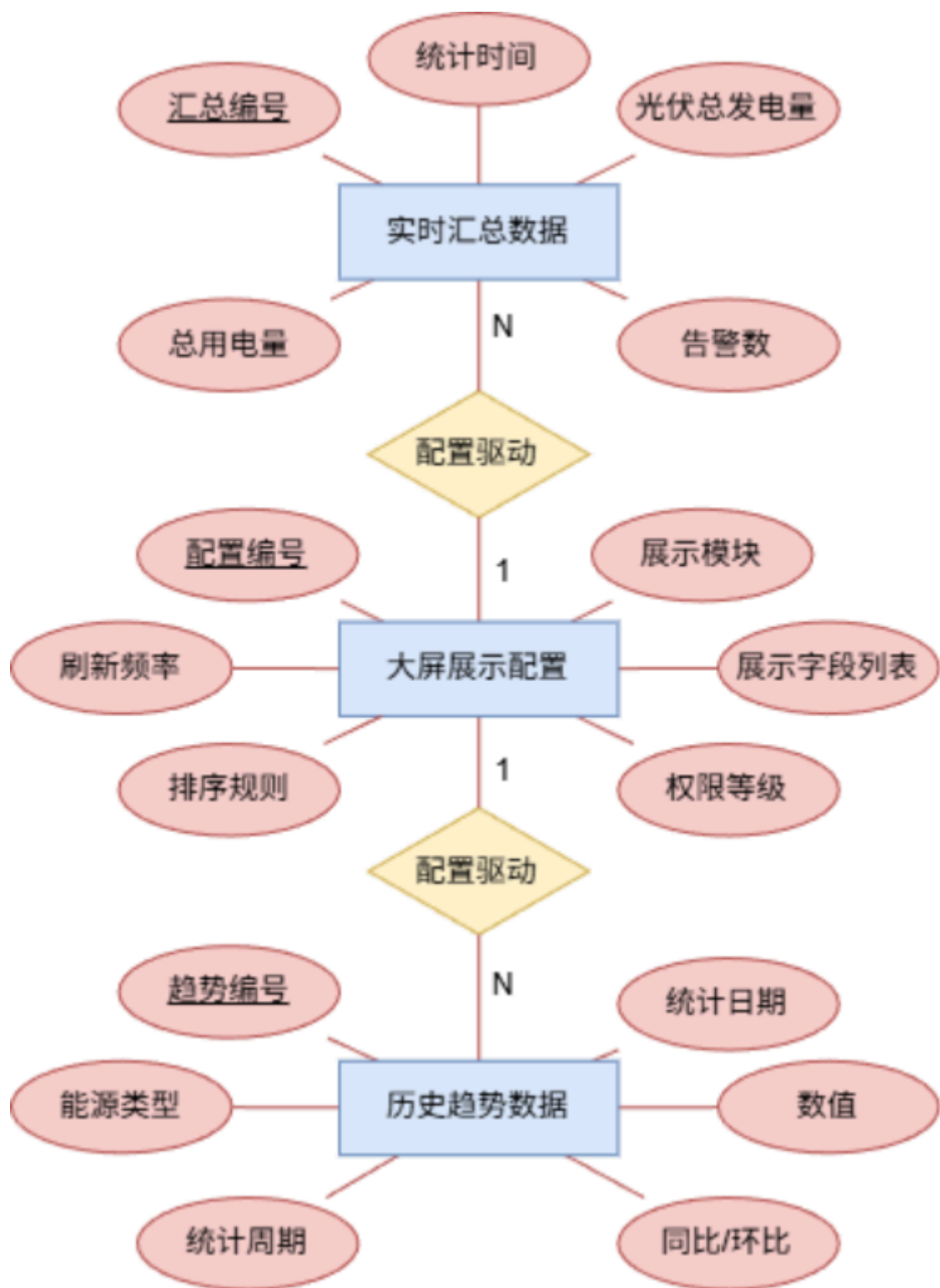
- **告警处理日志 (Alarm\_Handling\_Log)**：告警处理过程日志
  - 主键：日志编号
  - 属性：处理时间、处理后状态
  - 外键：告警编号、运维人员编号、调度员编号

## 2.6.3 关系说明

- **设备台账-告警信息**：一对多关系 (1:N)，一个设备可产生多个告警
- **告警信息-工单**：一对一关系 (1:1)，一个告警对应一个工单
- **运维人员-工单**：一对多关系 (1:N)，一个运维人员处理多个工单
- **告警-处理日志**：一对多关系 (1:N)，一个告警有多条处理记录
- **运维人员-处理日志**：一对多关系 (1:N)，一个运维人员有多条处理记录

## 2.7 大屏展示局部E-R图

### 2.7.1 E-R图展示



## 2.7.2 实体说明

配置实体：

- **大屏配置 (Dashboard\_Config)**：大屏展示配置信息
  - 主键：配置编号
  - 属性：模块名称、刷新频率、排序规则、显示字段、权限等级

统计实体：

- **实时统计数据 (Stat\_Realtime)**：实时汇总统计数据
  - 主键：汇总编号
  - 属性：统计时间、总电量、总告警数、光伏发电量

- 外键：配置编号、管理层编号
- **历史趋势数据 (Stat\_History\_Trend)**：历史趋势分析数据
  - 主键：趋势编号
  - 属性：能源类型、统计周期、统计日期、数值、同比增长率、环比增长率
  - 外键：配置编号、分析师编号

### 2.7.3 关系说明

- **配置-实时数据**：一对多关系 (1:N)，一个配置对应多条实时数据
- **配置-历史趋势**：一对多关系 (1:N)，一个配置对应多条历史数据
- **管理层-实时数据**：一对多关系 (1:N)，一个管理者关注多条实时数据
- **分析师-历史趋势**：一对多关系 (1:N)，一个分析师负责多条趋势数据

## 3. 局部E-R图冲突分析与解决方案

### 3.1 属性冲突识别与解决

#### 3.1.1 数据类型冲突

冲突现象：

- 时间属性在不同模块中使用了不同的数据类型
- 配电网模块：DATETIME2(0)
- 光伏模块：DATE + TIME分离
- 能耗模块：TIMESTAMP

解决方案：

- 统一时间类型标准：采用DATETIME2(0)作为标准时间类型
- 特殊需求处理：仅需日期的场景使用DATE类型
- 精度要求：确保时间精度满足业务需求

#### 3.1.2 标识符冲突

冲突现象：

- 设备标识在不同模块中命名不一致
- 配电网：Transformer\_ID、Circuit\_ID
- 光伏：Device\_ID
- 能耗：Meter\_ID

解决方案：

- 保持模块内命名一致性
- 通过设备台账 (Ledger\_ID) 实现统一标识
- 建立设备类型枚举规范

## 3.2 命名冲突识别与解决

### 3.2.1 实体命名冲突

冲突现象：

- 多个模块都有"数据"实体
- Data\_Circuit、Data\_Transformer、Data\_Energy等

解决方案：

- 采用"模块前缀+Data"命名规范
- 建立实体命名词典
- 明确各数据实体的业务归属

### 3.2.2 属性命名冲突

冲突现象：

- Status属性在不同实体中含义不同
- Run\_Status (运行状态)
- Process\_Status (处理状态)
- Account\_Status (账号状态)

解决方案：

- 采用"业务含义+Status"命名方式
- 建立状态值枚举词典
- 确保同类状态使用相同值域

## 3.3 结构冲突识别与解决

### 3.3.1 关系基数冲突

冲突现象：

- 用户与厂区关系存在不同理解
- 管理视角：1个用户管理N个厂区 (1:N)
- 归属视角：N个厂区对应1个负责人 (N:1)

解决方案：

- 明确业务语义：采用N:1关系
- 通过角色机制支持复杂权限需求
- 应用层实现灵活的权限控制

### 3.3.2 依赖关系冲突

冲突现象：

- 告警信息存在多重依赖路径
- 直接依赖：Ledger\_ID
- 间接依赖：Factory\_ID

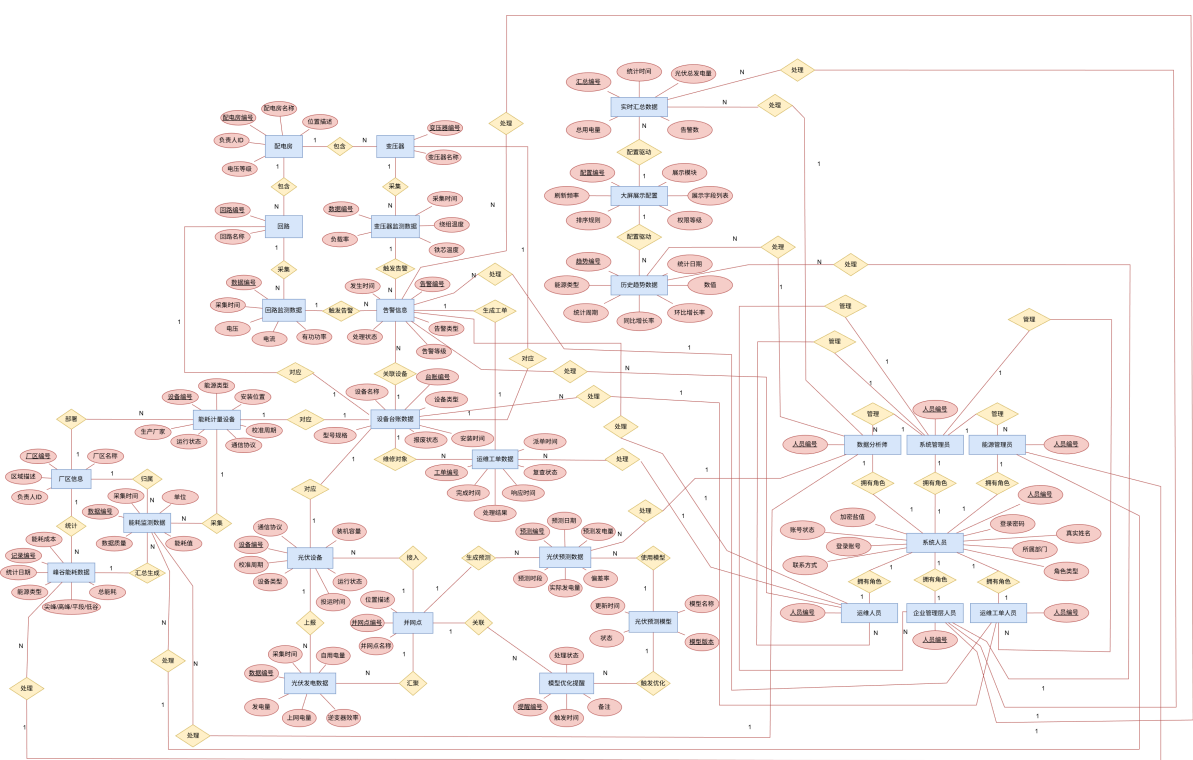
- 可能导致数据不一致

解决方案：

- 主要关联路径：通过设备台账关联
- 冗余字段：Factory\_ID用于查询优化
- 一致性保证：建立数据检查机制

4. 全局E-R图设计

4.1 全局E-R图展示



4.2 全局E-R图构建策略

4.2.1 实体整合策略

核心实体层：

- 系统用户 (Sys\_User) ：系统核心主体
- 厂区信息 (Base\_Factory) ：物理空间抽象
- 设备台账 (Device\_Ledger) ：设备管理统一入口

业务实体层：

- 配电网实体群：配电室、变压器、回路
- 能耗管理实体群：计量设备、峰谷配置
- 光伏系统实体群：并网点、光伏设备、预测模型
- 运维管理实体群：告警信息、运维工单

数据实体层：

- 监测数据群：变压器数据、回路数据、能耗数据、光伏数据
- 统计数据群：峰谷统计、预测数据、实时统计、历史趋势
- 日志数据群：告警处理日志

### 4.2.2 关系整合策略

**主体关系链：**

用户 → 角色分配 → 具体角色 → 业务实体 → 数据实体

**空间关系链：**

厂区 → 配电室 → 设备 → 监测数据  
厂区 → 并网点 → 光伏设备 → 发电数据  
厂区 → 计量设备 → 能耗数据

**管理关系链：**

设备台账 → 具体设备 → 告警信息 → 工单 → 处理日志