

智能整定计算系统方案

针对配电网继电保护智能整定计算系统的需求与痛点，必须明确一个技术红线：大模型绝不能直接做电网短路计算与定值推导（存在幻觉风险），必须采用“AI多模态解析/生成 + 确定性电力计算引擎 + 人工终审(Human-in-the-Loop)”的双核架构。

一、整体技术方案架构

配电网整定计算的核心在于“入参准、拓扑清、规则严、责任可追溯”。系统架构分为四层：

[前端展现层]	Web / GIS单线图图形化展示 / 智能定值单编辑器 / 审批 workflow
[AI辅助层]	多模态OCR参数抽取 / 模板智能推荐 / 计算书/定值单自动生成
[业务计算层]	配网拓扑配合关系算法 / 确定性整定规则引擎 / 短路电流计算模块
[数据与接口]	保护定值/参数数据库 / GIS接口 / 接入OCS系统安全网闸

核心功能模块实现逻辑：

- 多模态设备参数采集：采用 PaddleOCR/LayoutLM + 大模型结构化抽取技术，自动识别 PDF、Word、Excel 中的名牌参数与整定规程，直接提取为结构化 JSON 数据入库。
- GIS拓扑与上下级配合识别：解析 GIS 系统的配网单线图矢量数据，构建设备拓扑图谱（进线、出线、母联），自动判断上下级保护配合关系，避免人工判断疏漏。
- 模板管理与智能推送：搭建分类定值单模板库，基于设备品牌、型号及开关位置属性，利用规则匹配+向量搜索(RAG)自动智能推荐最匹配的定值单模板。
- 确定性整定计算引擎：拒绝大模型算数。编写基于电力行业规程（如配网保护整定规程）的 Python/C++ 算法逻辑，根据设备参数与系统短路电流自动执行公式计算，并计算上下级级差配合。
- 计算书与定值单智能生成：基于计算结果与参数，采用 Docx/PDF 模板引擎自动填充生成符合规范的定值书与定值单，提供在线对比与高亮差异功能。
- 工作流与OCS系统交互：内置轻量级工作流引擎（如 Camunda），实现线上传阅、审核、签发。通过正反向安全隔离网闸，将审核通过的定值数据下发至 OCS（能量管理/调度自动化）系统。
- 历史数据与台账管理：建立“一机一档”设备与历史定值单台账，支持按设备名称、变电站、时间轴全检索与同类定值比对。

二、团队组建与开发周期

研发团队需兼顾电力业务与AI技术，建议配置 5-6人精锐团队，开发周期约 4-5个月：

岗位角色	人数	核心职责
电力业务 PM /架构师	1人	负责整定计算规则建模、保护配合逻辑把关及供电局需求对接
AI /算法工程师	1人	负责多模态文档参数抽取、模板智能推荐及大模型文本生成
电力计算/后端工程师	2人	开发拓扑算法、确定性整定引擎、工作流及 OCS 安全网闸接口
前端开发工程师	1人	实现 GIS 单线图拓扑可视化、定值单模板在线渲染与交互
测试与交付工程师	1人	整理配网计算例程、红队测试(边界异常校验)与现场部署

三、项目成本估算

考虑到项目包含 **GIS**拓扑对接、**OCS**接口穿透、确定性规则引擎开发，若按完全体标准交付，市场正常研发成本为几十万到百万预算。建议采用分级方案：

方案版本	预估成本	核心范围与策略
轻量裁剪版(建议控预算)	30 - 45 万元	裁剪复杂 GIS 动态图形交互与 OCS 穿透接口。聚焦于文档 OCR 抽取 + 规则库计算 + 模板生成 + 审批流。数据通过 Excel/JSON 导入导出，极大地降低接口联调与安全合规成本。
全功能标准版	70 - 100 万元	包含全部7项需求：接入 GIS

		实时拓扑、配网图形化展示、实时对接 OCS 系统、完整工作流及定制化定值单模板系统。
--	--	--

控风险提示：无论选择哪个版本，系统界面必须设计“人工确认校验”环节。系统生成计算书和定值单后，必须由供电局专业人员点击“确认无误”并电子签名，系统仅定位为“辅助计算与生成工具”，规避大模型或自动计算引起的法律与事故连带责任。