

[电力系统]

基于BPM理论的智能变电站配置管控系统设计与实现

文/国网内蒙古东部电力有限公司 单志伟 乔宇峰 毛启欣
山东容新信息科技有限公司 丁希亮 王云鹏

结合智能变电站新的技术形态的变化，深入剖析了智能变电站二次系统建设过程的业务活动额业务流程，应用BPM理论系统建立了完整的包含各流程节点的业务功能和数据要求的智能变电站配置管控流程业务体系，且对流程建模思路进行了详细的阐述。

结合我国电力行业的产业链格局，采用 IEC 61850标准的智能变电站建设过程大致可以归纳为四个主要的阶段，分别是初步设计阶段、集成设计阶段、现场调试阶段和验收投产阶段。这几个阶段是目前智能站建设过程中的重要环节，由不同的单位协同完成整个过程。其中，系统联调、现场调试阶段是对设计集成结果的验证过程，更是保证整个工程集成过程质量的关键环节。下面主要围绕二次系统的建设展开叙述各阶段的工作内容。

1. 初步设计

设计单位根据电网系统规划开展初步设计工作，为物资招标、施工图设计提供依据。

初步设计工作需根据国家标准、电力行业标准、电网公司企业标准及电网公司输变电工程通用设计开展，同时要考虑电网公司各职能部门下发的通知、规定的相关条款。基建单位牵头组织，设计单位系统规划专业提供工程概况，各专业根据系统提资完成初步设计成品。初步设计成品经工程评审单位完成审查并提出评审意见，设计单位完成初步设计的收口工作。

2. 集成设计

对于二次专业设计来说，集成设计主要是设计单位根据初步设计的成果完成二次系统和二次

回路的设计，可用于指导设备厂家装置生产、施工现场电缆、光纤的敷设及熔接。对于数字化的智能变电站设计来说，又分为逻辑回路的设计和物理光纤/电缆回路的设计。

设计单位完成包括屏间光配之间的连接、光纤组缆方案、装置端口分配和虚端子回路等设计工作。设计单位依赖于厂家提供的装置资料及屏柜资料开展物理回路设计，由于各厂家物理装置端口描述及端口所实现的功能不尽相同，导致设计输出成品不能标准化，过多的是设备厂家在引导设计，再约束设计，而并非设计成果对厂家提出新的要求。

3. 现场调试

现场调试分为单体调试、分系统调试和系统调试三个子阶段。

1) 配置下装后进行装置单体的调试，以验证配置文件本身的正确性及装置单体本身功能的正确性。包括装置各插件检查，采样值开入量检查，各保护、测控装置及其他自动装置定值和逻辑测试，合并单元、智能终端、交换机和同步时钟性能测试。

2) 分系统调试是在各设备单体调试合格后，为确保系统达到整套启动所必须具备的条件而进行。分系统调试前还应确保涉及的光纤、电缆和

通信线路连接完成并经测试通过，交换机配置已完成，光纤和尾纤标识已完成。分系统调试的主要工作内容有：通信链路检查、虚端子连接测试、MMS功能检测和保护整组传动；按照设计结果进行装置间的SV、GOOSE、MMS及物理回路的信息的点对点检查。

3) 系统调试是对系统硬件、软件进行总体验证，确保供应的硬件、软件满足用户的要求。系统调试的主要工作内容有：计算机监控系统五防、顺控功能调试和带负荷试运行；按照相关要求开展调试，如整组传动测试、网络测试等。

4. 验收投产

智能站配置管理建设过程的最后一道工序，也是全面考核施工质量的重要环节。验收单位考核工程是否符合国家标准、电力行业标准、国家电网公司企业标准及国家电网公司输变电工程通用设计规范，是否符合工程设计文件要求和合同约定的各项内容，对工程进行全面考核评价的业务活动。

目前智能变电站的建设出现的一些问题，究其本质可以概括为以下几点。

1) 二次系统建设过程多个阶段尤其是设计阶段、现场调试阶段的详细工作内容复杂度大大增加。

2) SCD是涵盖全站二次系统的配置文件，在各个阶段都有可能进行配置、验证和修改。

3) 各阶段的环节大多采用串行工作模式，例如SCD站控层与过程层的修改不能同时开展，导致相互等待。

4) 每阶段各环节中对SCD的修改和变更无记录，大多情况下缺乏设计变更或ICD模型变更的记录。

5) 阶段之间以及同阶段不同环节之间工作衔接中数据交接不严谨，缺乏自动化的交互和共享手段。

总结上述问题，智能变电站配置管理过程以SCD文件为核心。从二次设备制造生成ICD文件，到设计院开展二次系统设计完成回路图样，基于ICD文件和回路设计生成SCD文件，再到现场调试、系统验收等环节对SCD文件进行验证和完善，整个过程包括了多个阶段，每个阶段都可能需要二次设备制造商、设计院、调试单位和系统集成商等多个角色参与，参与者之间需要进行信息和数据交互，体现了二次系统的建设过程是一个经过多个阶段，由多方参与、共同协作的复

杂的制造过程。具有如下特征。

1) 建设过程涉及多个阶段，每个阶段有多个环节，且有多方参与。

2) 环节之间的工作开展需要统筹编排，需要支持工作的并行和串行开展。

3) 各环节需要紧密协作，需要进行实现数据交换与共享。

4) 各业务活动需要相应的技术手段进行支持。

标准配置过程

IEC 61850标准作为智能变电站模型和通信的技术标准，在变电站实施的不同阶段通过SCL文件实现模型信息在不同环节的无缝传递。按照阶段的不同，有不同的类型，常用的有四种：ICD文件、SSD文件、SCD文件和CID文件。这里提到的SCL即变电站配置描述语言（Substation Configuration description Language），该描述语言是基于XML格式和IEC 61850标准定义的。

文件在各个阶段的流转过程如图1所示，大致分为三个环节：①由装置制造厂商完成，厂商利用配置工具定义装置的能力描述，也就是定义自己的智能装置具备哪些功能。②集成过程，参照SSD文件的要求，统一合并所有装置的ICD模型文件，配置出最终的SCD文件。SCD包括了所有装置的ICD文件信息，并集成了每个具体实例化装置的信息、回路信息及网络配置信息等。③配置实例化装置的环节，厂家拿到集成的SCD文件

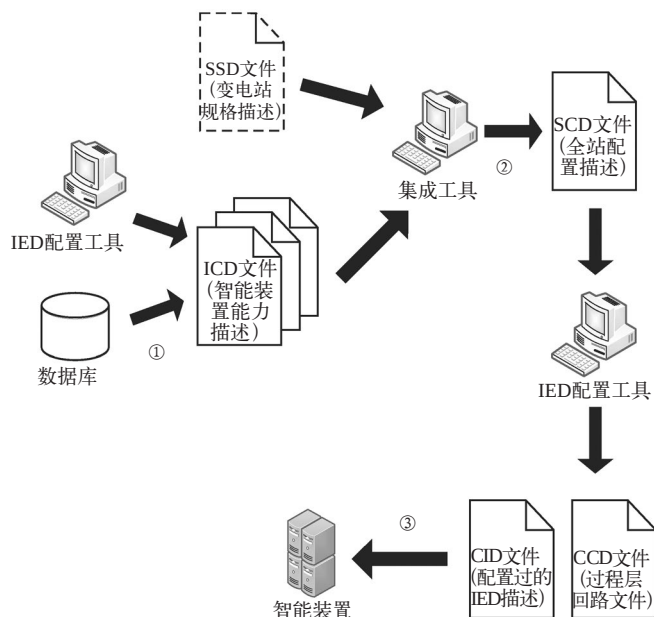


图1 变电站配置流程图

后，通过配置工具导出CID文件和CCD文件灌入装置，装置即可按照配置工作。

业务建模

1. BPM理论

针对智能变电站集成过程这样一个目标明确，经过多个阶段，由多方参与共同协作的复杂的制造过程，采用了广泛应用于业务管理领域的BPM方法论作为智能变电站配置管理业务流程建设的理论基础。

BPM强调以业务流程为中心，关注端到端的业务流转，最大限度地实现技术上的功能集成和管理上的职能集成；同时着眼于目标，立足现状并持续演进；打破传统的职能型组织结构，建立全新的过程型组织结构，从而实现制造过程在成本、质量、服务和速度等方面的改善。

应用BPM理论过程是以整合业务能力为基础，以持续监控与改进为原则，以价值增值为目的的循环过程。针对智能变电站配置管理过程，BPM建设的第一个阶段的重点工作是：全面整合分散于各企业的业务能力。

整合业务能力，首先需要定义业务能力，业务能力可通过三个要素衡量，如图2所示。

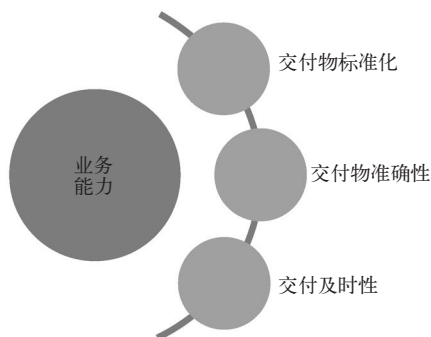


图2 业务能力定义图

通过业务的输出对业务能力进行评估，涉及三个方面：交付及时性、交付准确性和交付标准化。另外，业务的输出是数据，因此数据标准化工作是全面业务能力整合过程中的重要工作内容。

2. 解决思路

围绕业务能力整合的思路展开工作，智能变电站配置管理问题的解决分为两大块内容，分别是业务分析及建模、系统设计及技术开发。

(1) 业务分析及建模

分析达成目标所需的业务能力以及提供这些业务能力的组织和机构；同时，定义业务能力，业务能力的定义主要围绕业务输出的标准化定义；建立跨组织的业务流程模型，建立业务输入输出的业务数据单元模型；将业务能力分配到具体的组织和机构。

(2) 系统设计及技术开发

构建一套支撑业务流、工作流和数据流运转的，包含作业管理、数据信息管理和基本的工程管理功能的，能够集成专业技术支撑工具的软件系统。同时，提供支撑业务开展的专业化支撑工具软件。

技术方案

1. 业务流程

结合IEC 61850的要求及国内智能变电站建设情况，配置管理过程大致可以归纳为四个主要的阶段，分别是初步设计阶段、集成设计阶段、现场调试阶段和验收投产阶段。这四个基本阶段是目前智能站配置管理过程中的重要环节，由不同单位协同完成整个流程。其中，现场调试阶段是对设计集成结果验证纠错的过程。智能变电站配置管理过程主业务流程如图3所示。

由图3可知，四个阶段是一级业务流程，四个业务节点将进一步展开二级业务流程，限于篇幅

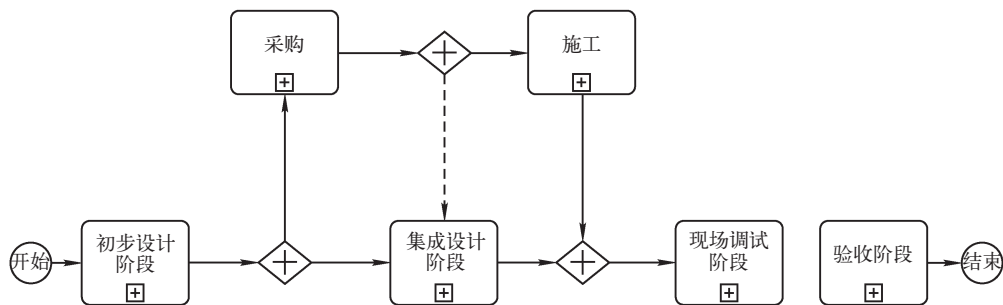


图3 智能变电站配置管理过程主业务流程

本文不再赘述。

2. 系统设计

为实现上述的业务流程和数据，开展系统平台的总体技术架构设计，包括基础服务层、资源服务层、展现层、逻辑控制层、业务模型服务

层、组件容器及客户端，具体如图4所示。

在整个业务开展过程中，系统平台充当着数据交换共享平台的角色，连接着智能变电站从设计到建设、验收运维各个环节，整个的数据整合通过全系统平台来完成。例如，厂家环节的数据

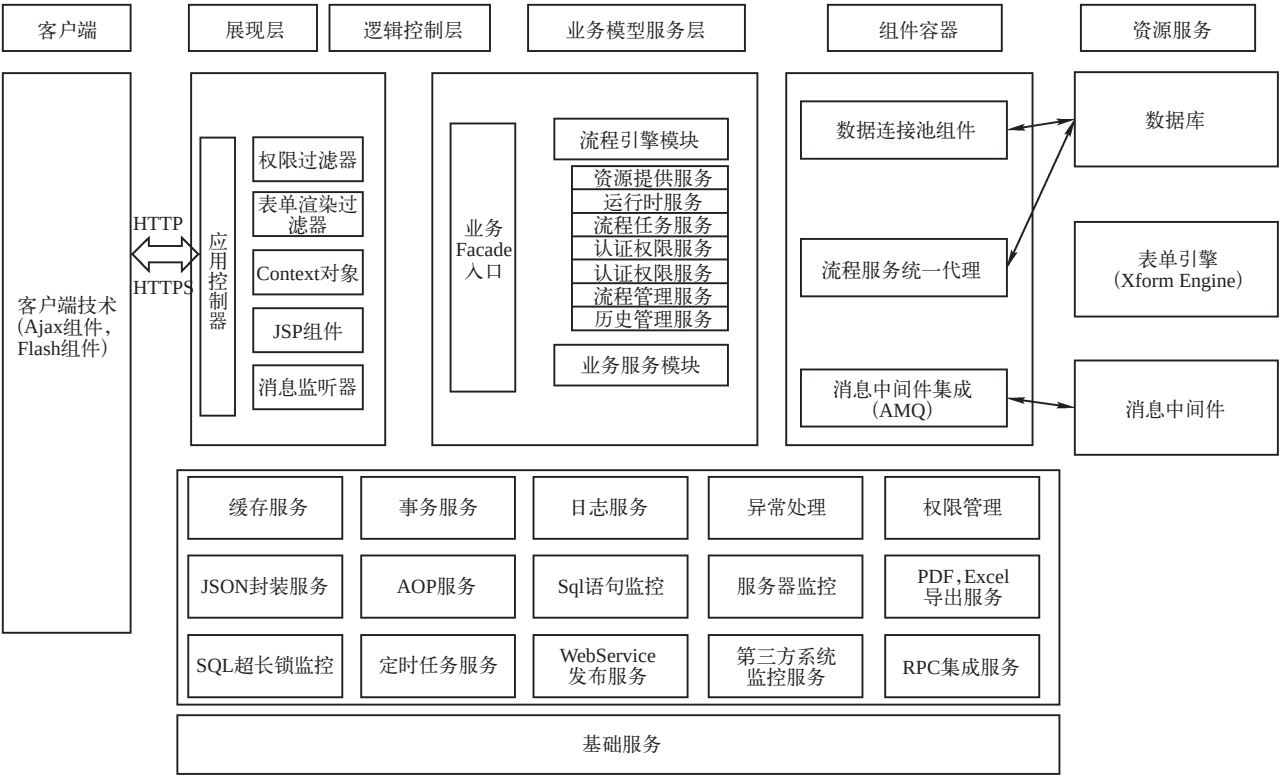


图4 技术架构图

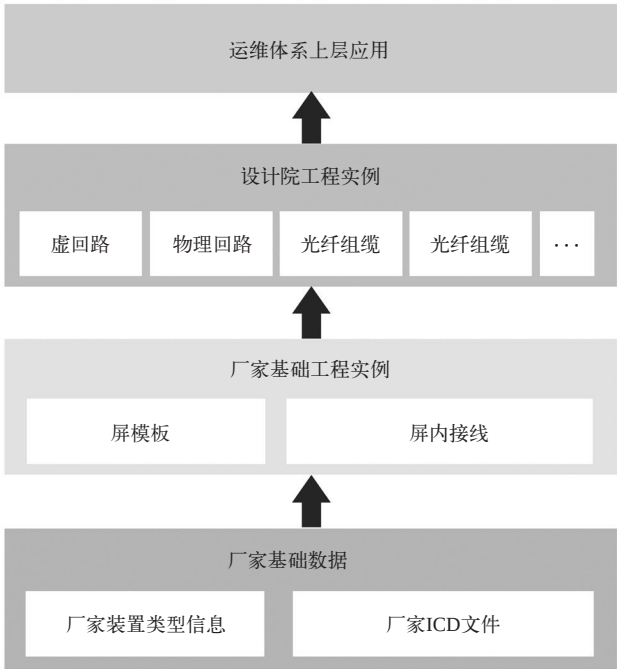


图5 数据流程结构

分为厂家基础数据和厂家工程基础实例，设计院环节提供具体的工程实例数据，运维体系建立自己相应的上层数据。系统的数据流程结构，如图5所示。

结束语

基于BPM理论的智能变电站图档管理系统，借鉴常规变电站的建设过程，针对智能变电站新的技术形态的变化，通过对智能变电站二次系统建设过程与业务活动的全面分析，采用BPM业务流程管理的思想方法，系统地建立了完整的包含各流程节点的业务功能和数据要求的智能变电站配置管理业务流程体系，提高了智能变电站配置管理的工作效率，提升了智能变电站过程风险管控水平，成为智能变电站开展改扩建、调度运行以及检修维护工作的技术保障。EA

(收稿日期：2020.01.14)

(编辑：朱金凤)