基于微服务的电力运维云平台研究与应用

蔡清龙[1]，帅金泉[2]，石启杰[2]，冯琪[3]

（1. 广州致远电子有限公司，广东 广州 510000；
2. 广州思泰信息技术有限公司，广东 广州 510000；
3. 华能内蒙古东部能源有限公司，内蒙古 海拉尔 021000）

摘要：随着国家电网改革政策的逐步推进和落实，传统的线下运维模式已渐渐不能满足客户的需求，同时物联网技术快速发展，因此基于云计算的智能化运维管理和电力服务平台应运而生。电力云平台不但系统复杂且功能需求众多，诸如显示电力系统全貌、电力数据监测、电能质量分析、用电统计分析、事件预警及记录、运行环境监测和运维巡检派单等功能，且需要支持多平台、多终端数据访问。研究微服务实践的特点并给出电力物联网云平台中微服务的应用方案。

关键词：微服务；物联网；电力运维；云平台；Docker

Research and application of power operation and maintenance cloud platform based on micro-services

CAI Qinglong[1], SHUAI Jinquan[2], SHI Qijie[2], FENG Qi[3]

(1. Guangzhou ZHIYUAN Electronics Co., Ltd., Guangzhou 510000, China
2. Guangzhou stratac information Electronics Co., Ltd., Guangzhou 510000, China)
3. Huaneng Inner Mongolia East Energy Co., Ltd., Hailar 021000, China)

Abstract: With the gradual advancement and implementation of the State Grid reform policy, the traditional offline operation and maintenance mode has gradually failed to meet the needs of customers. At the same time, with the rapid development of Internet of things technology, the intelligent operation and maintenance management and power service platform based on cloud computing came into being. Power cloud platform not only has complex system, and many functional requirements, such as displaying the whole picture of power system, power data monitoring, power quality analysis, power consumption statistical analysis, event early warning and recording, operation environment monitoring, operation and maintenance inspection and dispatch, but also needs to support multi platform and multi terminal data access. This paper studies the characteristics of micro service practice and gives the application scheme of micro-services in the cloud platform of power Internet of things.

Key words: micro-services; Internet of things; power operation and maintenance; cloud platform; Docker

0 引言

云平台作为电力物联网生态系统不可或缺的一部分，可向下连接海量电力设备，支持设备采集现场数据上云；也可发送指令至设备端，实现远程管理。云平台旨在为设备提供安

全可靠的连接通信能力，完成电力设备接入、设备远程控制、设备数据管理和分析及设备边缘计算等功能。开发一个智能化运维管理应用系统时，把复杂的应用系统拆分为多个小型的服务单元，每个小型服务单元运行在独立的进程中。各个小型服务单元可以使用不同的编程语言来编写，采用轻量级 API（如常用的 HTTP）相互通信，同时使用不同的数据库存储技术。每个服务单元可以通过全自动的部署机制来部署，将这些服务称之为微服务。对这些微服务，用户仅做最低限度的组合管理。

微服务架构上本质是传统的单体架构的演进，它将单体应用的服务层划分为多个微服务。微服务比较抽象，一个微服务可以看作是一个模块，也可以称为一个组件。单体架构和微服务架构如图 1 所示。

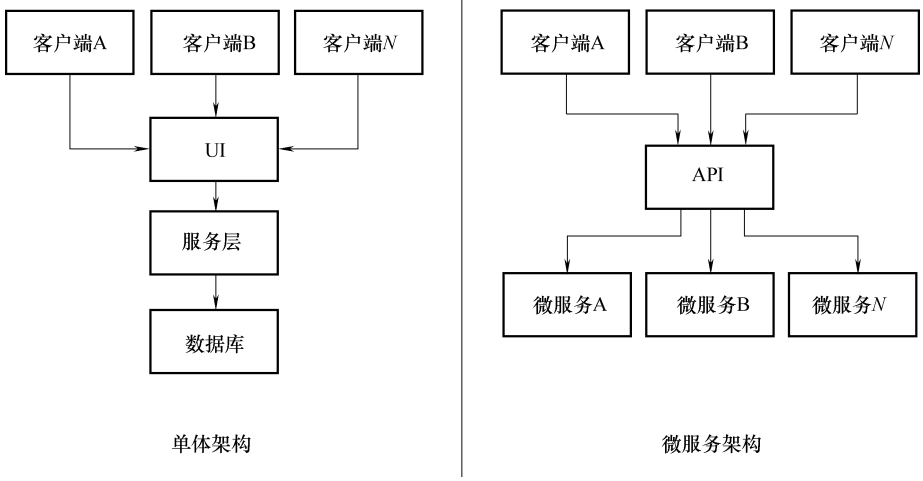

图 1　单体架构和微服务架构

Fig. 1 Single and micro-service architecture

云平台的后台开发中，通常使用 Docker 作为微服务的载体。Docker 是轻量级的虚拟机，虚拟机可以是 Linux 系统，或者是其他类 Unix 系统，也可以是 Windows；就像在虚拟机里安装软件一样，把业务程序+相关依赖安装到 Docker 中，并打包为虚拟机镜像；通过 Docker 启动镜像后，等于运行业务程序就可以访问业务程序提供的服务了。从可视化的角度看，一个 Docker 镜像就是一个微服务。在部署/维护微服务时，可供选择的较多，如轻量级的有 Docker Compose，重量级的有 Docker Swarm、Kubernetes（简称 k8s）和 Cloud Foundry 等。

1　微服务的优缺点

单体架构具有开发过程简单直接、采用集中式管理及不存在分布式开发的管理和调用开销等优点。但是缺点也十分明显，例如：开发效率低，所有的开发在一个项目中代码耦合程度高，业务不分离；代码维护难，各种功能耦合在一起，牵一发而动全身；稳定性较差，一个小 bug 可能导致整个应用崩溃；扩展性弱，增加业务需求时无法及时响应；部署困难，任何小修改必须重新构建整个项目，导致构建时间长，无法局部构建。

随着电力云快速发展变化，其业务需求不断增长，需要给用户提供一种更快、更高效的软件交付方式，显然传统单体架构已不能满足要求，微服务是一个可以满足这种需求的软件架构，接下来分析其优势和劣势。

1.1　微服务带来的好处

1）复用：利用 Docker 的封装、隔离运行环境的特点，可以随意复制 Docker 镜像，然

后直接启动，复用起来很方便。

2）接口编程：微服务只提供 API，调用者看不到微服务内部的机制，开发者只能针对微服务的接口编程，在一定程序上避免开发者为了省事，直接修改源代码造成耦合的情况。

3）团队编程：多人共同开发项目，每个人负责一个微服务，只需要先定义好各个微服务的 API，前期通过 Mock 模拟接口方便调试，快速开发。

4）CI/CD（持续集成/持续部署）：每个微服务可以独立编译，独立部署，方便实现持续集成/持续部署。

5）分布式：微服务之间通过 API 通信，底层是 TCP/IP，有利于支持分布式。把一个应用系统拆分为 10 个微服务，一般会对应 10 个 Docker 镜像，这 10 个镜像复制到不同的计算机上并启动，最终只提供 API 网关给终端用户，通过这种方式可以完成最基础的分布式应用。分布式具有动态扩展性能、容灾处理和可用性更好等优点。

1.2 微服务带来的缺点

微服务并不全是好处，同时也存在执行效率低、架构复杂和分布式面临新问题的缺点，详情如下。

1）执行效率：微服务之间通过进程外 API 通信，相比单体式应用直接进程内通信，可能更耗时。

2）架构复杂：拆分为微服务后，整体架构更复杂，如果拆分不合理，会造成更多的耦合。

3）分布式面临新问题：分布式需要服务注册，服务发现配置中心等一系列基础设施，同时分布式还存在数据不一致、运维监控更复杂等问题。

2 电力云的微服务拆分及重构

2.1 微服务拆分

在拆分微服务时按照“高内聚低耦合”的原则，把联系紧密的功能内聚到同一个微服务中，不同的微服务完成不同的功能，尽量降低不同微服务之间的耦合。基于该原则，常见以功能基础、业务功能等方向进行拆分。

（1）按照基础功能拆分微服务

在电力运维云平台中，按照基础功能微服务拆分如下。

1）Mongo 服务：提供数据库功能。

2）Redis 服务：提供缓存功能。

3）Filemanager 服务：提供文件上传和文件下载功能。

从上述描述可知，数据库、缓存和文件上传下载等功能都与业务无关，且可以独立运行，非常适合拆分为微服务，此类微服务可以看作是电力云平台的基础设施。

（2）按照业务功能拆分微服务

在电力运维云平台中，按照业务功能微服务拆分如下。

1）用户管理（Users）服务：提供用户管理功能，如注册、登录，更新用户信息。

2）设备管理（Devices）服务：提供设备管理功能，如添加设备、删除设备和查询设备数据。

3）Mqtt 服务：提供设备接入/通信功能，如设备连接服务器、上报电力数据和下行控制命令给设备。

4）统计收费（Billing）服务：提供账单相关功能，如统计用户年/月/日度账单、充值和禁用欠费用户等。

上面的服务都与具体的业务有关，开发初期按照业务功能分类拆分即可。

2.2 微服务的重构

云平台开发初期按照电力运维业务分类拆分微服务，随后根据业务的推进仍需要不断重构微服务。比如 Billing 服务本来是根据设备的流量，统计用户的年/月/日账单，后来有需求把设备数据占用的磁盘空间也统计到月度账单中，那么统计磁盘费用的功能放到哪个服务中呢？统计账单是在 Billing 中，但是设备数据却

是在 Devices 服务中，不管放到 Devices 中还是 Billing 中，都会造成 Devices 和 Billing 的耦合。基于这些实际开发中遇到的问题，新增 Jobs 任务调用服务，用来完成各种定时任务，专门负责统计用电量、功率因数、报警事件、磁盘使用量和统计账单等统计任务，这样 Devices 只负责设备数据管理，而 Billing 只负责充值和账单查询，两者就不再耦合。电力运维云平台的微服务划分框图如图 2 所示。

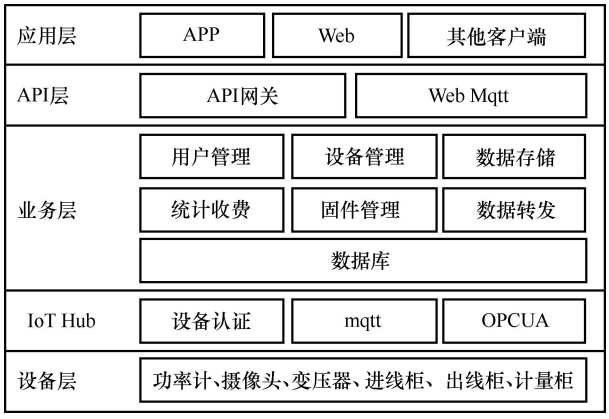

图 2　电力运维云的微服务划分概况

Fig. 2 Overview of micro-services division of power

3　微服务组合

前文分析过微服务拆分，实际设计中还是会出现要再次组合微服务的场合。主要原因是微服务提供的 API 很多时候只能给系统内部的其他微服务调用，而不能给终端用户调用。如果终端用户调用内部微服务将会有安全风险，这时就需要用到 API 网关。API 网关用来组合多个内部微服务。API 网关本质是设计模式中的外观模式（Facade 模式），API 网关封装了各个微服务的 API，组成一组更高层的 API，终端用户只能看到 API 网关，看不到内部微服务的 API，终端也不需要关心内部微服务，这样不仅简化了终端用户的操作，还增加了系统级微服务的安全性。

在电力运维云平台中，API 网关组合了用户管理服务、设备服务、Mqtt 服务和数据转发服务等，最终 API 网关提供 IoT 云平台给用户，详情如图 3 所示。

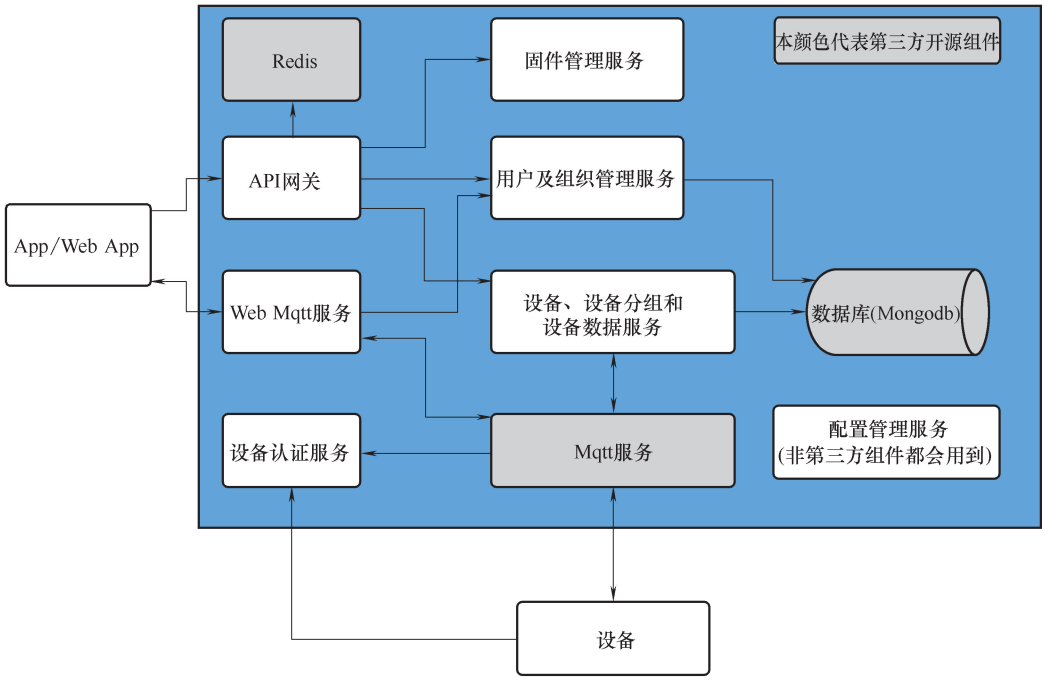

图 3　电力运维云的 API 网关示意图

Fig. 3 Schematic diagram of API gateway of power operation and maintenance cloud

若后续有新的功能，如授权设备功能，可以复用之前微服务的用户管理（User）服务、设备（Devices）服务和 Mqtt 服务，再新增授权服务、API 网关组合这些微服务后，可以快速提供授权设备的平台给终端用户。微服务开发和维护时，应刻保持对新业务服务持续演进，面对新业务的变化，能够快速、低成本地拆分和合并微服务。

4 结束语

云服务技术的发展永无止境，电力运维云的发展也不例外，从发展趋势来看，云服务构架从单体服务构架到微服务构架。微服务是技术层面的变革，有了变革后，还需持续学习和反馈，持续迭代和重构，微服务架构才能可持续发展，保持鲜活的生命力，从而实现设计的初衷。本文分析了电力运维云平台中应用的微服务，并简要描述云平台的基础功能和业务功能的微服务划分，提出电力云平台架构一种可行性方案。**EA**

参 考 文 献

[1] 王纪军，张斌，顾永生，等. 云环境中 Web 应用的微服务架构评估［J］. 计算机系统应用，2017，26（5）：9-15.

[2] 辛园园，钮俊，谢志军，等. 微服务体系结构实现框架综述［J］. 计算机工程与应用，2018（19）.

[3] 黄小锋，张晶. 微服务框架介绍与实现［J］. 电脑与信息技术，2016，24（6）：14-16.

[4] 杨俊伟，纪鑫，胡强新. 基于微服务架构的电力云服务平台［J］. 电力信息与通信技术，2017，15（1）：8-12.

[5] 王晴. 面向微服务架构的会议管理系统的设计与实现［D］. 武汉：华中科技大学，2018.

作者简介

蔡清龙

蔡清龙（1985—），男，本科，工程师，主要从事云平台、物联网设备、电力设备、工业现场总线和工业实时以太网方面的研究。

（收稿日期：2021-05-18）