



面向大连接的物联网集中化支撑系统建设策略

董昭, 齐磊, 顾慧琼, 祝好, 陈旭

(中国移动通信集团设计院有限公司, 北京 100080)

摘要: 为落实运营商“大连接”战略, 作为网络连接管理的核心, 物联网业务支撑系统如何规划和建设, 成为要探讨的一个难题。分析了大连接下物联网业务发展诉求和架构转型需求, 定义了全网集中化物联网支撑系统的技术架构和功能架构, 总结其在全网集中业务运营和支撑、大容量解决等关键难点的实现方案和发展策略。

关键词: 大连接; 物联网; 业务支撑系统

中图分类号: TP393

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2018184

IoT centralized support system construction strategy oriented connected

DONG Zhao, QI Lei, GU Huiqiong, ZHU Hao, CHEN Xu

China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100080, China

Abstract: To implement the “connected” strategy of telecom operators, the construction strategy of IoT centralized support system, as the core of the network connection management, is becoming a difficult problem to be discussed. The demands of business development and evolution of network architecture were elaborated. The technical architecture and function architecture of IoT centralized support system were defined. The implementation and development strategies of centralized support and large connected support were discussed.

Key words: connected, internet of things, business support system

1 引言

为支撑运营商“大连接”战略落地, 满足物联网海量用户支撑需求, 目前“总部省网两级协同”的物联网支撑架构严重制约了业务规模发展。如何实现架构转型、增强能力规划和布局, 如何规划和建设全网集中化的物联网支撑系统, 成为技术人员面临的一个难题。

本文以连接驱动发展理念, 以连接服务为物联网产业切入点, 分析“大连接”战略下物联网业务发展诉求和架构转型需求, 定义了全网集中化物联网支撑系统的技术架构和功能架构。按照“人物分离”的思路, 将物联网专网用户的话单采集、业务管理开通、计费结算集中于物联网集中化支撑系统承载, 通过功能和架构转型实现与 31 个省市的业务支撑系统分离, 并总结集中化



支撑系统在集中化业务运营、大容量解决等关键难点的解决方案和发展策略，满足各个行业和集团客户对物联网连接能力及计费模式的不同需求。

2 物联网业务发展诉求

物联网业务发展有以下诉求。

(1) 业务规模巨大，传统系统难以支撑

作为互联网发展的下一个阶段，物联网业务已经呈现井喷式、倒金字塔式发展，且发展的速度远超想象。截至 2017 年底，某运营商的物联网用户数达到 1.3 亿个，已超越该运营商用户规模最大的省份。万物互联的新世界，物联网支撑系统如何快速适应和变革，搭建大容量且高可靠的支撑系统，转变传统的支撑思路实现产业的突破，是首先要考虑的问题。

(2) 物联网业务场景多变，差异化明显

传统电信业务主要面向单个或小批量的人提供服务，相对简单和清晰。物联网提供了一个高度个性化、互动化的有趣世界，为人们提供多种场景的差异化服务，也带来与传统业务相比的诸多差异。

物联网面向动辄百万级别的大批量用户，且资源生命周期复杂；以上行、小流量为主，但涉及企业流量池、终端多管道流量等复杂场景；行业众多且不同行业业务特征差异极大，并需要提供远程检测和管理能力。从个人市场到物联网市场，物联网具备业务模式转变、客户需求个性化、使用区域全网性、计费多元化、支撑体系复杂化等特点，对现有支撑体系带来极大挑战。

(3) 物联网体系架构转型需求

运营商传统的物联网支撑系统沿用“总部+省公司”两级格局，能力分散在物联网产品业务支撑系统(PBOSS)、内容计费、31 个省市的 CRM/BOSS 以及运营管理平台等多个系统中，业务开通及需求开发均涉及两级支撑系统，流转流程长、时效性低、需求响应慢；且现有支撑模式下缺少

适应行业特点的客户管理模型和产品资费体系，无法实现快速灵活计费，自服务能力严重不足，与物联网行业需求特性不匹配。

3 系统技术架构

为了满足物联网集中化支撑系统的高弹性、高性能、高可靠和大容量要求，建议引进“平台+应用”的架构模式，依托平台实现应用与资源解耦、弹性伸缩、自动化等能力；依托平台提供的服务，实现业务服务化、分布式化，打造全面云化的技术架构，实现支持数亿级甚至更高的用户规模。物联网集中化支撑系统技术架构如图 1 所示。

(1) 用户交互

通过用户交互的运营管理平台、各类门户以及写卡平台，实现对物联网集中化支撑系统的各种操作及交互。

(2) 物联网集中支撑系统

物联网集中支撑系统实现业务与平台解耦、应用逻辑与数据解耦、应用的组件化、服务化。

其中，平台层提供自动部署（系统安装部署、应用组网和部署编排以及实现软件/镜像管理仓库等）、应用运行管理与平台服务管控（包括应用调度与资源管理、通用云中间件服务及管控、平台操作节点执行代理）、监控运维（提供故障诊断、监控分析等自动化运维能力）等能力。

业务层全部基于平台提供的能力或组件搭建，按照系统业务能力分为 3 个域：客户与产品运营域（即传统 CRM）、计费与账务域（即传统 BOSS）以及网络交互域（用于服务开通的对外交互），并提供分层定制能力，通过配置定制、脚本定制等方式支撑不同行业 and 不同省公司的个性化需求。

(3) 基础资源层

基础资源层提供系统运行所需的硬件资源，包括计算资源、存储资源和网络资源。为提升系统弹性扩展能力，并降低投资成本，系统支持采

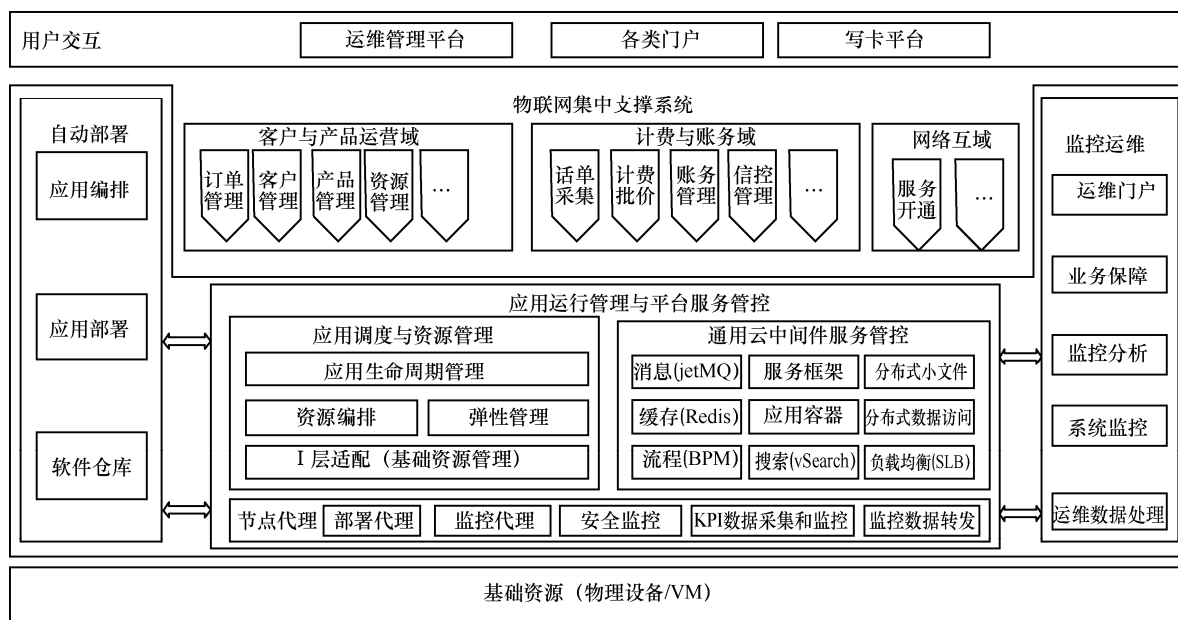


图1 物联网集中支撑系统技术架构

用全 x86 化部署。

4 全网集中化业务运营模式

4.1 集中化业务支撑

现有物联网大部分用户为企业客户或集团客户，如常见的智能电表、摩拜等用户，均为“人物分离（B2B、B2B2C）”模式，即客户暂无“物联网与手机合账”“物联网与其他集团业务交叉优惠”等“人物融合（B2C）”的需求。

大连接场景下，物联网客户具有需求个性化、使用区域全网性、计费多元化等特点，客户的物联网缴费账户与现有手机账户有较强的合户要求。物联网支撑系统需要由传统的人物分离支撑方式，向人物融合支撑方式转变，实现对人物分离和人物融合的支撑，同时具备互转能力。

为实现物联网体系架构的良好转型，解决现有业务支撑需求，并改变现有流程长、效率低等业务痛点，物联网集中支撑系统较现有的两级协同模式（PBOSS+内容计费+31个省市BOSS（以下简称“31省BOSS”）），在功能架构上做出的重大改变梳理如下。

- 业务受理：原有受理界面分散在 31 省 BOSS，开通集中在 PBOSS，通过集中统一的业务受理，解决流程长、效率低、订单数据不一致等问题。
- 产品管理：原有产品管理在 PBOSS 实现，需要下发到 31 省 BOSS、内容计费、运营管理平台。通过集中化产品管理、营销活动管理，避免了多系统间的数据同步，解决流程长、效率低、产品数据不一致问题。
- 资源管理：原有资源管理在 PBOSS 实现，需要下发到 31 省 BOSS，且资源调度和使用在省 BOSS，PBOSS 无法知道资源的总体使用情况，难以进行资源的实时动态调拨共享。集中化的资源管理，无需与 31 省 BOSS 进行号卡资源数据同步，实现了集中高效的资源管控。
- 计费/结算/账务等：原有采集、结算功能在内容计费系统，该系统同步话单给 31 省 BOSS 进行二次批价、优惠、出账、收费等操作。通过集中化的支撑系统建设，集中实现采集、批价、结算、合账、账务优惠、



出账、收费等功能，并可额外提供 APN 计费、内容计费、共享池计费等 B2B 业务的计费特性，有效满足物联网业务多变和差异化的场景需求。

4.2 集中化运营模式

通过全网集中化重构物联网支撑系统功能架构和业务流程，实现与 31 个省市的业务支撑系统分离，全面支撑省公司和全网业务发展，解决多点开发、流转流程长、时效性低的问题，提升支撑效率。

系统更需要集中化重构运营管理流程和客户自服务流程，提升系统需求响应速度，实现快捷业务办理和自服务能力。运营支撑贴近省公司，按照省运营模式贴近服务，提升支撑效率；客户门户贴近垂直行业市场客户，提供快捷自服务。

集中化系统引入集中建设、分中心部署模式，每个中心有独立的应用、数据、平台、资源。一个中心可以部署多个省的业务，各个省份按号段进行管理运营。多个中心部署示意如图 2 所示。

- 日常业务运营：分省独立运营模式，包括业务受理、缴费查询、产品商品配置上下架、号卡管理分配等日常业务，通过操作权限控制实现各省的业务隔离。如 CRM 系统内部通过 BE (business entity, 业务实体) 进行客户数据、订单数据、号卡资源数据、产商品数据等分省数据隔离。每个独立的运营实体（省份）可映射到不同的 BE。在数据操作框架上，内置写入的时候自动写

入 BE 信息能力，查询的时候以 BE 作为附加条件，达到 BE 隔离的目的。如产/商品由集团管理配置、发布，并同步到各个省的公共库，实现全网统一的产/商品。

- 后台运维：采用统一集中运维模式，包括月结出账、调账、定时任务处理、订单异常维护、三户资料维护等。
- 基础设施维护：采用统一集中的资源管理，通过平台实现业务层面的弹性伸缩、自动化部署。

5 大容量解决方案

集中化的业务支撑系统，可以有效满足物联网业务发展诉求，实现快速支撑。但集中和分散一直是不可分割的两个因素，全网集中化的系统不可避免带来大容量解决方案的困扰。

“大连接”战略和大容量规模场景下，系统需要通过业务中心化、能力平台化，建立高弹性、高可靠的云化架构，将系统扩展从传统的纵向扩展转变为横向扩展，实现有效支撑全网物联网数亿级用户的业务受理、计费出账、服务开通等要求，满足业务快速发展需求。具体可体现在如下几个方面。

5.1 提升系统解耦、弹性和自动化能力

5.1.1 用户交互层解决方案

前台界面框架、用户交互界面基于分布式会话存储，实现了无状态的逻辑层，支持前后端解耦以及高可定制性。通过弹性 DNS（域名系统）

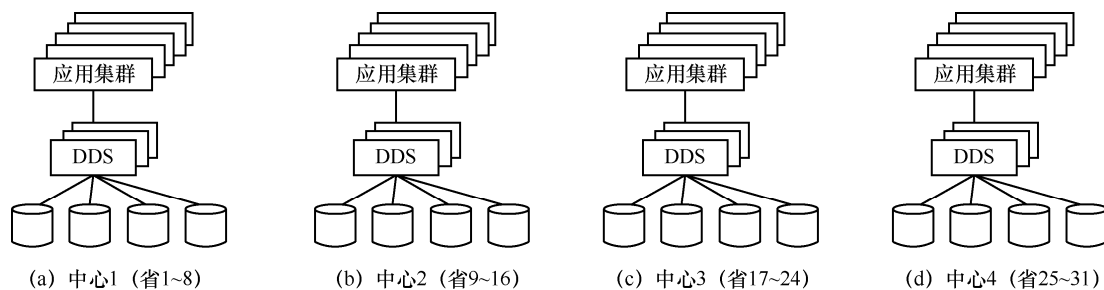


图 2 物联网集中建设、分中心部署运营模式

和弹性负载均衡器多层次协议应用实现系统水平伸缩。

外部所有访问物联网支撑系统的业务,通过 TCP 和 HTTP 层次的负载均衡,实现同一站内用户请求分发到多个相同的功能实体上,从而实现系统内的弹性扩展;通过 DNS 轮询调度(round robin, RR)实现用户请求在多中心的分发,从而实现系统跨数据中心、跨地域的水平伸缩。

5.1.2 业务和平台层解决方案

(1) 业务与平台解耦

业务功能的实现不依赖特殊的技术实现手段,非功能特性由平台实现。技术实现方式变化不会重写业务功能,同时降低了业务功能实现的复杂性。

(2) 应用逻辑与数据解耦

应用逻辑依赖于逻辑数据模型构建,通过 ORM(对象关系映射)层实现与物理模型的绑定,通过数据访问层实现数据的透明访问,从而实现应用与数据的彻底解耦。实现关键应用和关键数据的读写分离、分布式缓存处理,减轻主库压力,提高应用的效率。

(3) 实现应用的组件化、服务化

将应用的核心能力解耦为组件(蕴含业务逻辑和数据),并对外提供服务;组件服务可以独立部署、升级,做到应用彻底解耦,实现应用的弹性扩展,提升系统可扩展性与运营维护效率。通过服务的注册和通知,实现服务消费者和服务提供者之间的服务信息交换;通过点对点的服务之间的交互,消除服务调用的中间瓶颈点。

(4) 高扩展性

基于每个应用模块的领域业务特征,抽象高扩展性的业务框架,依据业务需求提供灵活配置扩展能力,快速实现需求。如计费业务大容量处理,基于两个框架(分布式服务框架和分布式数据访问框架)构建应用提供数据路由机制支持数据分区,提供服务路由机制应用分布式,提供插件化容器,支持组件化。

5.1.3 数据层拆库方案

数据层主要搭建数据存储访问,并通过垂直拆分和水平拆分两种分库模式实现弹性扩展、灵活部署,且不影响应用逻辑。

垂直拆分主要针对用户资料、订购信息、订单数据等数据,根据业务和数据域维度完成数据分布调整,拆分为资源库(存储号码信息、号段信息、卡信息等)、产品库(产商品信息等)、业务库(客户信息、用户信息、订购关系等)、公共库(数据字典、系统参数、产品配置)、运维库(系统监控信息、业务监控信息)等。

水平拆分主要针对用户数据、订购关系等跟用户交易密切相关的数据,通过水平拆分,完成用户数据的分布调整。水平拆分后对于需要关联操作的表,在满足号段维度的前提下,一个主实体以及相关的聚合数据分到一个库中,减少一笔业务跨多库的情况。如客户 ID=10001 的用户及产品实例、相应产品属性实例、相应产品实例关系等一组数据被分布在 1 库,客户 ID=10002 的用户及产品实例、相应产品属性实例、相应产品实例关系等一组数据被分布在 2 库等。经过以上处理后,如果还存在跨库操作的情况,则需要应用通过两次单库查询后再进行关联操作,减轻对数据库的依赖和关联造成的压力。

5.2 大用户流量池共享技术

数量繁多的物联网卡共享一个流量池,是物联网最常见的场景之一。大用户资源池共享,将联合采用如下两种手段来提升共享资源池的性能:支持百万级用户共享同一账户的余额;在账户余额快用尽的场景下,由于异步扣费,不支持预留,可能导致信控不精确,比如余额扣负、带宽控制不精确(节点数 $\times 2 \times$ 合并计费条数)。

(1) 拆分共享池大小

由于内存数据库针对相同记录的处理性能存在瓶颈,在高并发扣费场景下更新账户余额的同一条记录存在处理性能的瓶颈,无法支撑大账户



共享资源池的高并发更新账本余额，考虑到一个账户余额的性能限制，可采用拆分为多个共享资源池的方式。

将共享的免费资源账本拆分成多个免费资源账本池。比如将 100 GB 共享池拆分为 10 个 10 GB 共享池的方式。不同的用户扣费请求按照用户键值取模优先扣除到相应的账本。如果优先扣除账本余额不足，则依次循环扣除其他池内账本。

(2) 异步合并扣费

共享池大容量并发时，具体性能瓶颈在于多用户/进程同时访问相同内存数据库中同一个共享池资源数据，导致并发争抢同一条内存数据库记录。可采用批价与扣费流程相分离、独立构建共享池扣费服务的方式解决。方案过程描述如图 3 所示。

每个用户离线计费流程，由如下处理过程组成：预处理&校验、计费元素分析、批价、分账、余额更新、累计&奖励、写话单、（累计量/余额）通知。

当计费流程服务在进行批价时，直接从内存数据库中访问获取共享池大小。当进行资源扣减

时，计费流程服务将扣减请求提交给独立的“共享池扣费服务”来进行，而不是直接访问/写回内存数据库；由“共享池扣费服务”统一汇总多条扣费请求动作，统一更新内存数据库，极大地降低了内存数据库的并发访问。

5.3 大账户出账方案

传统支撑系统的计费域架构下，出账生成的账单支持多层级结构，包括可以呈现大账户支付费用，同时也可以合并大账户账单中各成员的费用账单，呈现各账单的明细清单。但受限于单节点内存数据库（memory database, MDB）的性能，当前一个账户下一般仅挂载十万级别用户。针对物联网动辄千百万数量级别的场景，系统需要支持更大的企业账户下包含更多用户（物联卡）的场景。大账户出账解决方案如下。

- 通过用户账单费用和账户账单费用的分离，不再要求在一个 MDB 上存储账户下所有用户的账单费用，避免 MDB 的单节点存储约束。将用户的账单费用按照用户分库存储到不同的 MDB，账单处理模块只负责将话单按照用户节点累计到用户节点

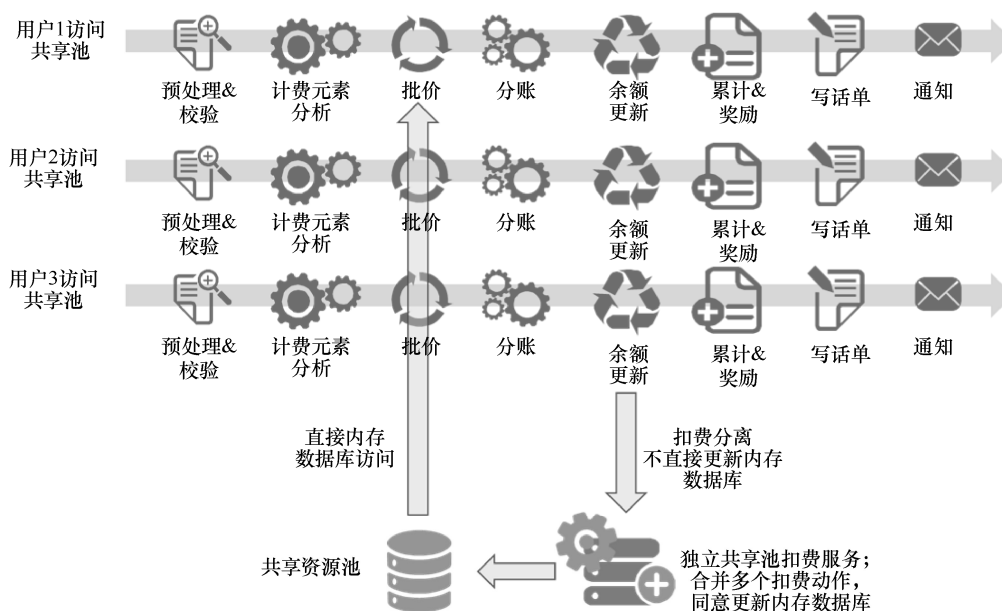


图 3 大用户共享资源池示意

对应的 MDB,并按用户增加增量累计部分。

- 增加一个合并服务定时(如可按分钟级别异步合并),将各用户节点的用户账单费用按照账户合并到账户对应 MDB 的账户账单费用。

6 结束语

搭建集中建设、统一运营的物联网支撑系统,可以满足垂直行业市场物联网运营商的大规模定制和个性化服务的市场需要,从而为运营商带来市场竞争优势,实现物联网重点行业领域的突破式发展。但考虑物联网支撑体系的复杂化、业务规模的巨大化,在物联网支撑系统的架构和技术演进道路上,仍需不断研究和提升。

参考文献:

- [1] 齐磊,董昭.物联网业务运营支撑系统建设分析与探讨[J].电信工程技术与标准化,2013(7): 72-76.
QI L, DONG Z. Analysis and research on internet of things product business operation support system[J]. Telecom Engineering Technics and Standardization, 2013(7): 72-76.
- [2] 孙亮,高寅欣,孙一平.电信运营商物联网发展挑战及策略建议[J].电信工程技术与标准化,2015(2): 83-87.
SUN L, GAO Y X, SUN Y P. Research on IoT challenges and operator development strategy [J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2015(2): 83-87.
- [3] 齐磊,张海峰.基于容器技术的PaaS云平台方案[J].电信科学,2017,33(4): 177-182.
QI L, ZHANG H F. PaaS cloud platform based on container technology[J]. Telecom Engineering Technics and Standardization, 2017, 33(4): 177-182.
- [4] 王计艳,王晓周,吴倩,等.面向NB-IoT的核心网业务模型

和组网方案[J].电信科学,2017,33(4): 148-154.

WANG J Y, WANG X Z, WU Q, et al. Core network service model and networking scheme oriented NB-IoT[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(4): 148-154.

- [5] 李洁.互联网汽车发展及关键技术分析[J].电信科学,2016,32(8): 34-38.

LI J. Introduction and critical technology analysis of internet of vehicle [J]. Telecommunications Science, 2016, 32(8): 34-38.

[作者简介]



董昭(1977-),男,中国移动通信集团设计院有限公司网络所副所长、高级工程师,主要从事IT支撑系统的咨询设计和课题研究工作。



齐磊(1982-),男,中国移动通信集团设计院有限公司高级咨询设计师,主要研究方向为IT支撑系统技术及组网、大数据和云计算技术及应用。

顾慧琼(1982-),女,中国移动通信集团设计院有限公司高级咨询设计师,主要研究方向为IT支撑系统技术及组网、业务支撑系统方案及设计。

祝好(1985-),女,中国移动通信集团设计院有限公司高级咨询设计师,主要研究方向为IT支撑系统技术及组网、运营管理系统方案及设计。

陈旭(1987-),女,中国移动通信集团设计院有限公司咨询设计师,主要研究方向为IT支撑系统技术及组网、业务支撑系统方案及设计。