

# 多源异构电网运行时标量测数据接入方案设计

犹 锋, 赵裕啸, 茅海泉

(江苏瑞中数据股份有限公司, 南京 210012)

**摘要:** 海量准实时数据服务平台是电网运行时标量测数据集中存储的场所; 为了满足电网调度自动化、计量自动化等电网运行数据的接入需求, 提出一种多源异构电网运行时标量测数据接入方案; 该方案综合采用关系数据库和实时数据库存储数据, 结合实时数据库存储数据的测点特性定义了电网时标量测数据存储命名规范, 通过配置服务实现数据接入任务的启停控制和运行状态监控, 使用接入调度器调度接入插件执行接入任务并引入主备冗余技术保证调度器的高可用; 方案引入组件化程序设计思想, 通过可插拔、易扩展的插件设计满足多源异构数据的接入需求; 方案在南方电网公司海量准实时数据服务平台建设项目中得到实际应用, 很好地满足了南方电网运行时标量测数据的接入需求。

**关键词:** 多源异构; 时标量测数据; 实时数据库; 数据接入; 主备冗余

## Scheme Design for Mass Time Scalar Data Accessing of Power Grid With Characteristics of Multi-source Heterogeneous

You Feng, Zhao Yuxiao, Mao Haiquan

(Realtime Database Co., Ltd., Nanjing 210012, China)

**Abstract:** The service platform with mass real time data is the place where the time scalar data of power grid are stored centrally in. In order to meet the demand of power grid dispatching automation and measurement automation, a data access scheme for multi-source heterogeneous grid operation is proposed. The scheme uses relational database and real-time database to store data, define the storage standard of scalar measurement data based on the characteristics of data points stored in real-time database, through the configuration service to achieve data access tasks and stop control and operation status monitoring, the access scheduler is used to schedule the access plug-in to complete the access task, and introduce the main and standby redundancy technology to ensure the high availability of the scheduler. The concept of component programming is introduced, and the access requirements of multi-source heterogeneous data are met by pluggable and expandable plug-in design. The scheme has been applied in the construction project of massive quasi real time data service platform of China Southern Power Grid Company. It can well meet the demand of China Southern Power Grid operating scalar measurement data access needs.

**Keywords:** multi-source heterogeneous grid; time scalar data; real-time database; data access; main and standby redundancy

## 0 引言

近年来, 随着电网信息化和智能化建设的逐步推进, 在电网的输变电设备状态监测、计量自动化及配网自动化等业务领域产生了大量的实时数据, 继而沉淀生成海量的历史数据, 连同调度安全 I/II 区已经形成的电网运行方式、关口电量、保护、气象等实时数据一起, 这些海量的电网运行实时数据都是电网生产运行过程中的重要财富, 是实现精益化管理的重要基础。为了充分发掘海量电网运行实时数据的潜在价值, 确保实时数据的集约精益化管理, 迫切需要建立电网统一、分级管理的海量准实时数据服务平台(以下简称海量平台), 以满足网、省电力公司各业务应用对实时/历史数据进行存储、整合、共享以及统一和标准访问的需求<sup>[1-4]</sup>。

海量平台是电网面向数据资源统一管理及针对实时数据管理的有力支撑平台, 是对生产运行过程中各业务应用形成的实时历史数据进行存储、集中、整合、共享和分析的场所, 同时提供标准统一的访问方式, 是为经营管理各业务应用——特别是跨专业跨部门的综合业务应用在实时历史数据层面提供技术

支撑的信息基础设施。

建设好海量平台前提是各业务领域产生的海量实时数据能够稳定高效的接入平台。由于各业务领域的业务系统的建设目的及建设厂商各不相同, 所以向海量平台提供数据的方式及频率也各有差异, 例如调度自动化系统以 E 文件形式每五分钟提供一次数据, 而计量自动化系统则通过 WebService 每十五分钟提供一次数据等。由于不同业务系统提供数据的方式及频率差异性, 所以本文设计了一种多源异构海量电网运行实时数据的接入方案, 支持多业务系统产生的运行实时数据不同方式不同频率的自动化接入, 同时支持柔性扩展可以满足后续更多业务系统更多形式的接入需求<sup>[5-7]</sup>。

## 1 数据接入背景

### 1.1 数据存储机制

海量平台为了保证实时数据的插入与查询效率采用关系数据库与实时数据库两种类型数据库混合使用的方式存储数据。关系数据库负责存储电网设备台账信息、设备模型关系、平台运行配置信息及运行监控日志等; 实时数据库负责存储电网运行实时数据, 一般采用“测点名称”这一标识符来标识所存储的数据。每一个数据都由三部分组成: 时标、值以及质量码, 其数据格式如图 1 所示<sup>[8-9]</sup>。

通过测点名称可以快速访问到测点存储的实时/历史电网

收稿日期: 2017-09-12; 修回日期: 2017-10-11。

作者简介: 犹 锋(1975-), 男, 四川盐亭人, 硕士, 主要从事电力系统调度及调度自动化方向的研究。

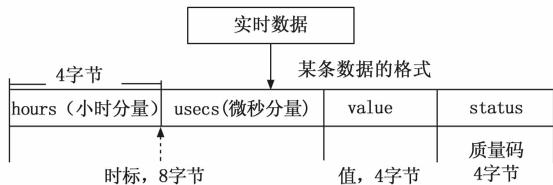


图 1 实时数据库数据格式示意图

运行数据。因此为了保证测点名称具有一定意义及全网唯一性，平台制定了测点名称的命名规则。

1.2 测点命名规则

海量平台使用英文字符、数字、下划线、特殊符号等 33 至 127 号 ASCII 码字符命名测点名称，测点名称应保证全网唯一性。海量平台的测点名称一般由五部分组成：省代码、子控制区码、数据源码、数据源内部码、量测类型码。其中，针对省（市）公司一级部署系统，子控制区码是可选的，可以没有；针对省（市）公司二级部署系统，测点名称中则必须包含子控制区码。每段之间以“.”字符连接，段内不得使用“.”字符，无匹配项的段用“Null”占位。测点名称各组成部分的命名规则如下<sup>[10-11]</sup>：

- 1) 省代码：是测点所属网省公司在测点命名上的表示方式，以省份名称的拼音首字母缩写表示；
- 2) 子控制区代码：是测点所属地市在测点命名上的表示方式，网省公司的子控制区码采用各地区电力公司所在地市的拼音首字母大写缩写表示，对于存在重复情况的网省，第一字的拼音字母往后取，直到没有重复为止；
- 3) 数据源码：是接入业务系统在测点命名上的表示方式，以数据源系统的英文缩写命名，须保证其全网唯一性，海量平台遵照 CIM 规范规定了数据源码的命名。常用的数据源码的命名如表 1 所示<sup>[12]</sup>。

表 1 常用数据源码命名

系统名称	系统简称
调度自动化系统	SCADA
计量自动化系统	TMR
输变电状态监测系统	TMR
气象监测系统	WMS
电能质量系统	PQS
.....	.....

4) 数据源内部码：是业务系统内部设备或者测量点使用的唯一编码，一般以业务系统设备编码或者测量点的编码命名；

5) 量测类型码：是接入数据量测类型在测点命名上的表示方式，量测类型的名称遵照 CIM 规范中对量测的英文命名，同时海量平台为了方便测点命名还定义了量测的英文简称。以计量自动化系统中的部分量测类型为例，量测英文命名及简称如表 2 所示。

根据上述测点命名规则，广东省佛山市调度自动化系统中功能位置编号为 DE-54876 的变压器的有功功率在平台创建的测点名称为：GD.FS.SCADA.DE-54876.P。其中 GD 为广东省代码，FS 为子控制区域佛山市的代码，SCADA 为调度自动化系统简称，DE-54876 为设备的功能位置编码即数据

源内部码，P 为量测类型码中有功功率的英文简称。

表 2 计量自动化系统量测命名示例

中文全称	英文全称	简称
电压	Voltage	U
A 相电压	A PhaseVoltage	Ua
电流	Current	I
A 相电流	A PhaseCurrent	Ia
功率因数	PowerFactor	F
有功功率	ActivePower	P
无功功率	ReactivePower	Q
.....	.....	.....

1.3 数据接入特点

电网运行实时数据来自于不同业务领域的业务系统，由于各业务领域的业务系统建设目标及建设厂商各不相同，所以平台接入数据具有多源异构性的特点，典型接入业务系统的数据接入频率及方式如表 3 所示。

表 3 典型业务系统的数据接入频率及方式

系统名称	接入方式	接入频率
调度自动化系统	E 文件	5Min
计量自动化系统	WebService	30Min
气象监测系统	关系库	60Min
输变电状态监测系统	WebService	5Min
配网自动化系统	E 文件	5Min
.....	.....	.....

2 接入方案设计

2.1 总体架构设计

结合电网运行实时数据接入频率高、实时性强及多源异构性的特点，海量平台设计的针对电网运行实时数据的接入方案的架构如图 2 所示。

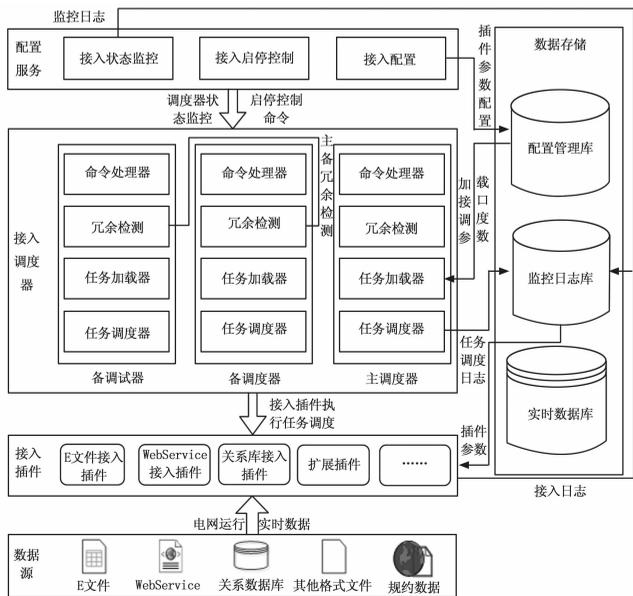


图 2 实时数据接入方案架构图

接入方案架构由配置服务、接入调度器、接入插件、数据

存储及数据源五个部分构成, 核心模块是配置服务、接入调度器及接入插件三个部分。

配置服务包含接入状态监控、接入启停控制及接入配置三个子模块。接入配置模块用于配置接入任务调度参数、数据解析规则、测点及测点值创建规则等参数; 接入启停控制模块通过向接入调度器发送命令控制接入任务的启动和停止; 接入状态监控用于监控接入调度器的运行状态。

接入调度器负责加载任务并根据任务调度参数调度执行接入任务。接入调度器主要包括命令处理器、冗余检测、任务加载器及任务调度器四个子模块:

1) 命令处理器用于接收启停控制命令和主备调度器间的心跳检测, 启停控制命令可以控制接入任务的启动和停止, 心跳检测用于检测主调度器的运行状态。

2) 冗余检测模块是调度器主备冗余的核心。可以部署多个接入调度器, 但是只有一个是主调度器。备调度器通过冗余检测模块实时检测主调度器的运行状态, 一旦检测到主调度器发生故障, 就会立刻抢占主调度器的位置负责接收处理命令、同步任务配置及调度执行任务, 原来的主调度器则变成备调度器。

3) 任务加载器负责加载接入任务配置, 同时定时同步更新已加载任务配置和状态, 保证任务调度执行的准确性和一致性。

4) 任务调度器根据任务配置定时调度执行接入插件并记录插件执行时间、执行状态等信息。

接入插件负责根据数据解析规则解析数据, 根据测点及测点值创建规则在平台创建测点并将数据解析为测点值存入相应测点。

## 2.2 接入任务配置

接入任务由任务调度参数、数据访问参数、数据解析规则、测点创建规则、测点值规则及关联的接入插件构成。创建一个接入任务首先就要配置其关联插件以及相应的参数和规则。下面以 E 文件接入为例, 介绍 E 文件接入任务的配置流程。

平台规定接入的 E 文件名称必须遵循以下规约: 省代码 + “\_” + 子控制区代码 + “\_” + 数据源码 + “\_” + 断面时间 (格式: YYYYMMDD\_HH24MISS) + “.” + 文件类型后缀。以广东省东莞市 SCADA 系统 2015 年 3 月 13 日下午 5 点 5 分 7 秒的 E 文件为例, 其文件名: GD\_DG\_SCADA\_20150313\_170507.DT。

基于上述 E 文件名规范, 通用的 E 文件接入任务配置流程如图 3 所示。

1) 创建接入任务, 系统分配任务编号, 配置任务名称、描述、任务类型等基本属性, 设置开始启动时间、任务执行周期、延迟执行时间等任务调度参数;

2) 配置 E 文件的获取规则, 包括文件所在服务器地址, 文件存放路径及访问文件的用户名、密码等访问权限;

3) 配置文件解析规则, 包括 E 文件的后缀, 文件包含的内容标签, 标签内属性间的分隔符及分隔符的个数等, 图中内容标签为 <ACLineSegment>, 标识设备类型为交流线段, 属性分隔符为空格, 属性间间隔两个空格。

4) 配置测点创建规则, 根据测点命名规范配置测点名的构建规则, 一般省代码、子控制区码和数据源码从文件名获

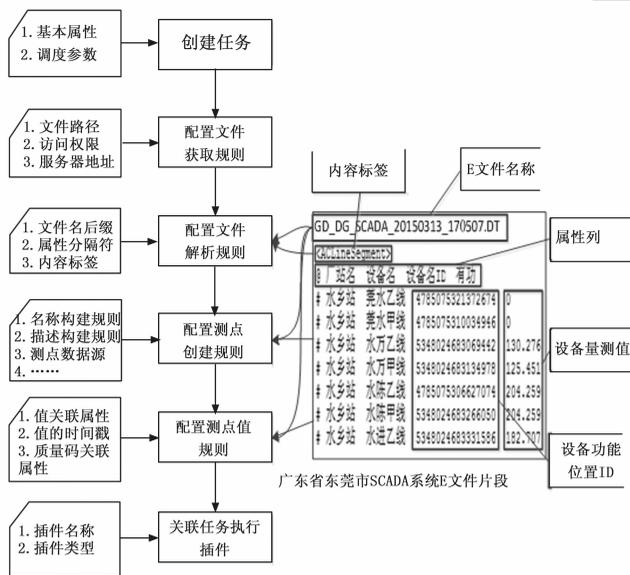


图 3 数据接入任务配置流程图

取, 数据源内部码关联设备 ID 属性, 量测类型为量测类型的英文简称, 图中“莞水乙线有功”对应的测点名为: GD.DG.SCADA.4785

075321372674.P; 接着配置测点描述构建规则、测点数据源等属性。

5) 配置测点值创建规则, 时间戳从文件名获取, 值关联到对应的量测属性, 质量码关联到对应的量测值状态属性, 如果没有该属性, 则可以设置质量码的默认值。

6) 最后选择 E 文件接入插件为任务关联插件, 由插件根据配置的文件解析规则、测点创建规则和测点值规则完成 E 文件的解析、测点的创建及值的插入工作。

## 2.3 数据接入流程

配置好接入任务就可以启动数据接入工作。数据接入流程一般包括接入任务加载、任务调度、启动进程执行任务插件、解析并完成数据接入等步骤, 数据接入的流程如图 4 所示:

1) 启动接入调度器, 由任务加载器加载接入任务列表及任务的调度参数;

2) 任务调度器开始周期检查任务调度参数, 当发现某个任务满足执行条件时, 立刻启动进程, 执行任务关联插件;

3) 插件根据配置的数据访问参数访问到带接入的数据;

4) 插件根据数据解析规则解析数据, 根据测点创建规则不断构造测点名并检查该测点在平台是否存在, 如果存在则根据测点值规则写入实时数据; 如果不存在, 则先在平台创建该测点然后写入实时数据;

5) 当插件完成数据解析后, 任务调度器释放创建的进程资源, 该接入任务本次执行结束。

## 3 数据接入关键技术

### 3.1 基于主备冗余的高可用设计

由于每天产生的电网运行实时数据量很大且接入实时性要求很高, 海量平台需要不断接入各业务系统定时推送过来的运行数据。如果数据接入发生故障, 电网运行数据就会累积, 上层业务分析系统无法获取最新的运行数据, 这是不能容忍的。所以, 海量平台的数据接入方案采用主备冗余设计保证数据接

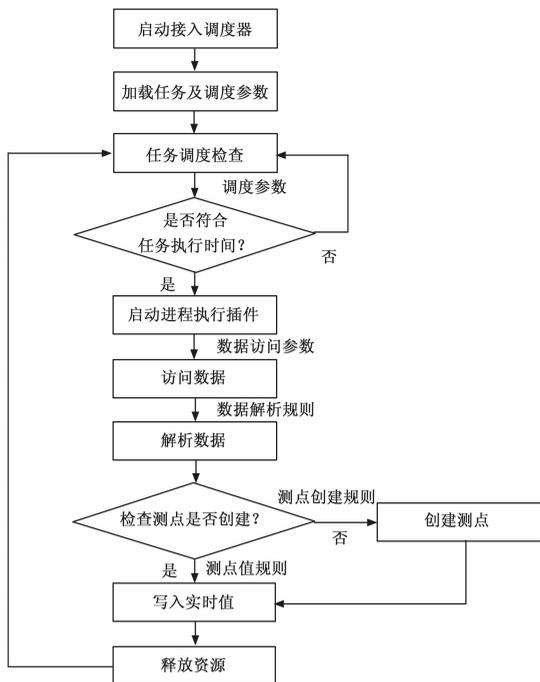


图 4 数据接入流程

入的高可用性。同一时刻只有一个主接入调度器工作，同时存在的多个备接入调度器只定期检测主调度器是否正常工作。如果发现主调度器运行异常，则由某个备调度器切换成主调度器负责处理接入任务<sup>[13]</sup>。启动调度器的流程如图 5 所示。

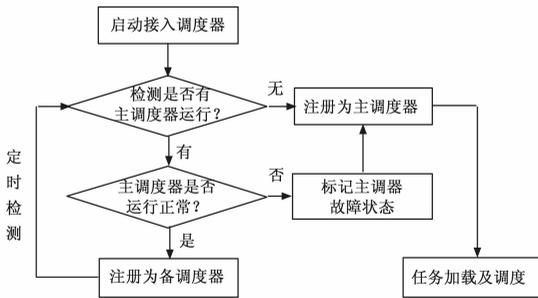


图 5 接入调度器启动流程

1) 启动调度器，调度器首先会检测是否有主调度器正在运行，如果没有主调度器运行，则将自身注册成为主调器，加载接入任务并进行任务调度；

2) 发现有主调度器正在运行，则与主调度器进行心跳检测，检测其运行状态；如果发现主调度器不响应心跳检测，则标记主调度器为故障状态并将自身注册成为主调器，加载接入任务并进行任务调度；

3) 如果主调度器正常响应心跳检测，则将自己注册成为备调度器并定时与主调度器进行心跳检测。

### 3.2 基于插件的可扩展设计

由于电网运行实时数据的多源异构性和接入的复杂性，为了满足今后更多电网业务系统的实时数据接入需求，海量平台的数据接入方案允许用户开发自定义插件扩展实时数据的接入。用户根据接入数据的方式和数据格式开发满足个性化需求的接入插件时仅需要关注数据解析及数据接入逻辑，而任务调

度交给调度器完成。用户自定义插件要求使用 Java 语言开发，插件必须实现 IExecute 接口，接收一个 Integer 类型的入参。该接口是插件的执行入口，调度器执行插件时根据注册的类名找到执行入口，传入关联该插件的任务 ID，从而完成数据接入工作。插件注册及使用执行过程如图 6 所示。

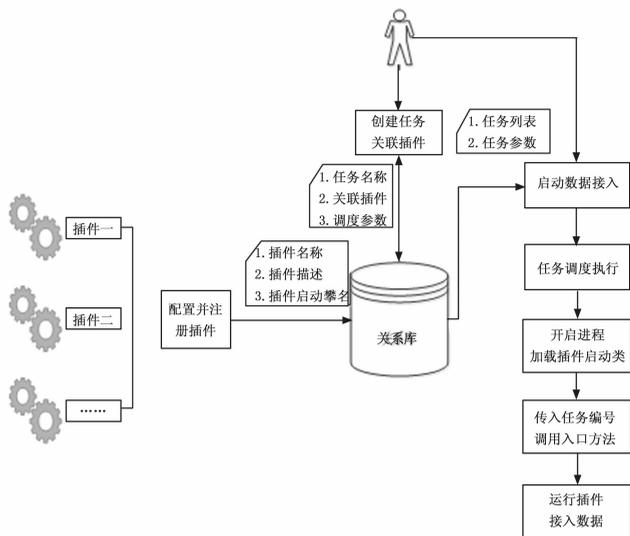


图 6 插件注册及使用过程

- 1) 配置并注册自定义插件，说明插件名称、功能描述及插件执行加载类名；
- 2) 创建接入任务，配置任务关联的插件及调度参数；
- 3) 启动数据接入，加载任务列表并调度执行接入任务；
- 4) 创建独立进程，加载插件启动类，传入任务 ID，调用插件入口方法 Execute 运行插件；
- 5) 根据插件的配置信息解析数据、创建测点并插入数据。

由于自定义插件所需参数像接入数据的访问途径、数据格式等都无法预估，也不能定义统一的规范，所以自定义插件只能由插件开发人员根据插件运行需求提供相应的配置文件，满足个性化的实时数据接入需求。

## 4 工程实用

本文成果已在南方电网公司海量准实时数据服务平台建设项目中得到了实际应用，满足了南方电网各省市公司调度自动化系统、计量自动化系统等业务系统实时数据接入海量平台的需求，也满足了各省市公司自建业务系统的实时数据的接入需求。图 7 为海量平台数据接入任务调度监控界面。

序号	任务名称	数据源	监控状态	接入类型	解析开始时间	解析完成时间
1	广东-潮州-SCADA-...	潮州SCADA	正常	SCADA-文件接入	2015-09-17 10:09...	2015-09-17 10:10...
2	广东-湛江-SCADA-...	湛江SCADA	正常	SCADA-文件接入	2015-09-17 10:08...	2015-09-17 10:09...
3	广东-茂名-SCADA-...	茂名SCADA	正常	SCADA-文件接入	2015-09-17 10:08...	2015-09-17 10:09...
4	广东-揭阳-SCADA-...	揭阳SCADA	正常	SCADA-文件接入	2015-09-17 10:08...	2015-09-17 10:09...
5	广东-茂名-SCADA-...	茂名SCADA	正常	SCADA-文件接入	2015-09-17 10:07...	2015-09-17 10:08...
6	广东-湛江-SCADA-...	湛江SCADA	正常	SCADA-文件接入	2015-09-17 10:07...	2015-09-17 10:08...
7	广东-揭阳-SCADA-...	揭阳SCADA	正常	SCADA-文件接入	2015-09-17 10:06...	2015-09-17 10:08...
8	广东-梅州-SCADA-...	梅州SCADA	正常	SCADA-文件接入	2015-09-17 10:06...	2015-09-17 10:08...
9	广东-茂名-SCADA-...	茂名SCADA	正常	SCADA-文件接入	2015-09-17 10:06...	2015-09-17 10:07...
10	广东-梅州-SCADA-...	梅州SCADA	正常	SCADA-文件接入	2015-09-17 10:06...	2015-09-17 10:07...

图 7 数据接入任务调度监控界面

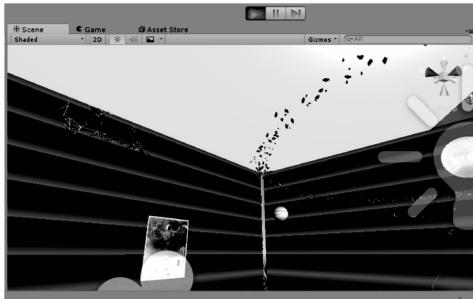


图 7 虚拟场景导入 Unity 后的结果

## 4 混合现实的实现

实现混合现实的交互方式主要有 3 种：语音控制、凝视和手势控制<sup>[9]</sup>。语音控制帮助用户通过语音对全息影像或图片发送基本控制命令；凝视用于选择，相当于鼠标指针的功能，通过头部的运动指向一个位置；手势控制主要分为轻点和拖拽，通过识别用户手指的运动轨迹实现类似于鼠标确认等操作。

在此设计案例中，实现的具体交互方式为，墙面上的图片文字信息可以根据用户的凝视指令在墙面上的任意位置自由移动，并通过用户的手势确认指令固定放置在墙面上的任意位置。设计案例同样支持语音控制，用户可以通过语音指令固定图片在墙面上的位置。但是，值得注意的是，图片文字信息只能出现在墙面上。用户也可以将虚拟的三维立体模型在地面上通过凝视指令移动并通过手势或语音确认指令任意放置。同时，虚拟的太阳系环境置于室内空间中，佩戴 HoloLens 的用户可以在室内空间看到动态运动的太阳系场景，包括行星、陨石的运动。

由此，置身于室内空间并佩戴 HoloLens 的用户，不仅可以透过 HoloLens 的透光屏幕看到室内的真实场景，也可以看到通过 Unity 导入的虚拟的文字、图片和三维动画信息，并与虚拟信息开展语音控制、凝视和手势控制等交互方式，实现了混合现实的效果。

(上接第 254 页)

## 5 结语

海量平台是电网生产运行过程中各业务应用形成的实时历史数据进行存储、集中、整合、共享和分析的场所。本文设计的多源异构海量电网运行实时数据的接入方案可以稳定高效地接入各业务系统的实时数据，完全满足海量平台的数据接入需求，为平台支撑跨部门、跨专业的大规模综合应用奠定坚实基础。

### 参考文献：

[1] 姚建国, 杨胜春, 高宗和, 等. 电网调度自动化系统发展趋势展望 [J]. 电力系统自动化, 2007, 31 (13): 7-11.  
 [2] 陈树勇, 宋书芳, 李兰欣, 等. 智能电网技术综述 [J]. 电网技术, 2009, 33 (8): 1-7.  
 [3] 赵家庆, 唐胜, 丁宏恩, 等. 多主题电网设备综合智能告警技术方案 [J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43 (10): 116-122.  
 [4] 陈丽娟, 朱晓燕, 赵俊峰, 等. 国内电网实时数据集成应用综述 [J]. 电力自动化设备, 2010, 30 (1): 139-144.  
 [5] 喻宜, 吕志来, 齐国印. 分布式海量时序数据管理平台研究 [J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44 (17): 165-170.

## 5 结束语

随着混合现实技术的发展和相关应用的研究，其在航天员辅助操作和独立获取信息等方面的巨大优势已经显现出来。本文的设计研究利用室内环境模拟太空舱内环境，首先对室内空间进行深度扫描，然后对数据进行处理，将虚拟场景导入，并实现多种形式的人机交互。用户佩戴 HoloLens 混合现实头盔，既能够看到真实完整的室内空间，又可以获取虚拟场景提供的图片文字等信息，同时解放了用户的双手，方便用户在获取信息的同时开展相关操作。本设计对研究长期航天员在轨任务辅助支持与训练方法具有重要的研究意义。

### 参考文献：

[1] Tamas H, Zoltan B. Surgical robotic support for long duration space missions [J]. Acta Astronautica, 2008, 63 (7): 996-1005.  
 [2] 朱秀庆, 刘玉庆, 周伯河. 载人航天领域增强现实技术应用研究进展 [J]. 航天医学与医学工程, 2014, 27 (5): 374-378.  
 [3] 罗斌, 王涌天, 沈浩. 增强现实混合跟踪技术综述 [J]. 自动化学报, 2013, 39 (8): 1185-1201.  
 [4] 张洋. 混合现实的人机交互软硬件系统的研究与设计 [D]. 上海: 华东师范大学, 2014.  
 [5] Henry P, et al. RGB-D mapping: Using depth cameras for dense 3D modeling of indoor environments [A]. Proc. of the Int. Symposium on Experimental Robotics (ISER) [C]. 2010.  
 [6] Izadi S, Kim D, Hilliges O, et al. Real-time 3D reconstruction and interaction using a moving depth camera [A]. UIST' II [C]. Santa Barbara, CA, USA, 2011.  
 [7] Newcombe R A, Izadi S, Hilliges O. Real-time dense surface mapping and tracking [A]. In ISMAR [C]. 2011.  
 [8] 李国. 基于立体视觉的同时定位与地图创建研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2014.  
 [9] 康波. 增强现实中的跟踪技术 [J]. 计算机测量与控制, 2006, 14 (11): 1431-1434.  
 [6] 王和栋, 杨劲锋, 等. 省级电能计量自动化系统海量数据的分布式并行处理 [J]. 广东电力, 2014, 27 (4): 82-85.  
 [7] 辛耀中, 陶洪铸, 李毅松, 等. 电力系统数据模型描述语言 E [J]. 电力系统自动化, 2006, 30 (10): 48-51.  
 [8] 赵家庆, 赵裕啸, 丁宏恩, 等. 电网调度自动化主备系统间模型正确性校验技术方案 [J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42 (19): 139-144.  
 [9] 黄海峰, 张珂珩, 张鸿, 等. 电力系统动态信息数据库关键技术 [J]. 计算机应用, 2011, 31 (6): 1681-1684.  
 [10] 丁盛舟, 李永光, 杜鹏, 等. 基于 CIM/E 的电网调度系统数据质量优化方法 [J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44 (3): 129-134.  
 [11] 曹晋彰, 王扬, 朱承治, 等. 基于公共信息模型的电网企业资产管理信息模型及应用 [J]. 电力系统自动化, 2012, 36 (2): 77-81.  
 [12] 齐林海, 柳超, 任旭. 基于 IEC 61970 的电网拓扑分析结果共享技术的研究 [J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44 (17): 146-150.  
 [13] 胡宇舟, 范滨, 顾学道, 等. 基于 Storm 的云计算在自动清分系统中的实时数据处理应用 [J]. 计算机应用, 2014, 34 (S1): 96-99.