

基于 B/S 架构的建筑能耗系统^①



石磊¹, 王英明², 程子清¹, 宁群仪¹, 黄嘉华¹

¹(深圳市赛为智能股份有限公司 大数据研究院, 深圳 518052)

²(安徽工业大学 工商学院 大数据实验室, 马鞍山 243100)

通讯作者: 石磊, E-mail: 15955166540@139.com

摘要: 随着我国经济的发展, 办公建筑和大型公共建筑面积的日益增加, 建筑所带来的高耗能的问题日益突出. 主要体现在用电、用水、用气等能耗中, 本系统主要使用 B/S 架构 Webx 框架技术实现能耗管理的统计分析功能. 采集程序以 Go 语言技术通过网络通信与串口服务器获取数据, 串口服务器再与终端设备以 RS485 串行接口连接, 以 modbus 或 opc 等协议采集数据. 数据存储方面使用 MySQL 集群部署, 以现代信息化技术手段实时了解当前办公楼的能耗使用情况. 此系统在参考以往的系统设计方案同时, 再进一步从技术选型、大数据存储、采集系统模块化、硬件性能的提升等各个方面进行升级改造, 增加系统的易维护、易扩展、分布式部署等提升系统负载能力. 从技术选型上选择目前最流行稳定的架构方案, 数据库存储选择开源免费的 MySQL 集群方式来替代价格昂贵的 Oracle 数据库.

关键词: 建筑能耗; 节能改造; Webx 框架; Go 语言; MySQL 集群

引用格式: 石磊, 王英明, 程子清, 宁群仪, 黄嘉华. 基于 B/S 架构的建筑能耗系统. 计算机系统应用, 2019, 28(10): 68-73. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/7092.html>

Building Energy Consumption System Based on B/S Architecture

SHI Lei¹, WANG Ying-Ming², CHENG Zi-Qing¹, NING Qun-Yi¹, HUANG Jia-Hua¹

¹(Big Data Research Institute, Shenzhen SUNWIN Intelligent Limited by Share Ltd., Shenzhen 518052, China)

²(Big Data Laboratory, School of Business, Anhui University of Technology, Maanshan 243100, China)

Abstract: With the development of China's economy, the area of office buildings and large-scale public buildings is increasingly growing, resulting in ever-increasing high energy consumption, such as electricity consumption, water consumption, and gas consumption. This system based on B/S structure and Webx frame technology can conduct statistical analysis of energy consumption. The collection program uses Go language technology to acquire data through network communication and serial device server which is then connected to the terminal device through the RS485 serial interface, and collects data by protocols such as modbus or opc. In addition, data storage is deployed using MySQL cluster. Such modern information technologies help us to know the current energy consumption of the office building in real time. Referring the previous system design scheme, we then further upgrades and rebuilds technical selection, big data storage, acquisition system modularization, hardware performance, and other aspects to make the system easier to be maintained and extended, and meanwhile adds distributed deployment and so on in attempting to improve the load capacity. In terms of technical selection, the most popular and stable architecture scheme is selected. Moreover, an open-source and free MySQL cluster mode is used to replace the expensive Oracle database for database storage.

Key words: building energy consumption; energy saving transformation; Webx framework; Go language; MySQL cluster

1 需求分析

目前, 我国每年竣工建筑面积约为 20 亿 m², 其中

公共建筑约有 4 亿 m². 2 万 m² 以上的大型公共建筑面积占城镇建筑面积的比例不到 4%, 但是能耗却占到建

① 收稿时间: 2019-03-12; 修改时间: 2019-04-04, 2019-04-15; 采用时间: 2019-04-16; csa 在线出版时间: 2019-10-15

筑能耗的 20% 以上, 其中单位面积耗电量更是普通民宅的 10 到 15 倍. 在公共建筑 (特别是大型商场、高档旅馆酒店、高档办公楼等) 的全年能耗中, 大约 50%~60% 消耗于空调制冷与采暖系统, 20%~30% 用于照明.

在我国现有的约 430 亿 m^2 建筑中, 只有 4% 采取了能源效率措施, 单位建筑面积采暖能耗为发达国家新建建筑的 3 倍以上. 根据测算, 如果不采取有力措施, 到 2020 年中国建筑能耗是现在的 3 倍以上. 因此, 做好大型公共建筑的节能管理工作, 对实现“十一五”建筑节能规划目标具有重要意义^[1-3].

2 系统总体框架

本系统将采用 Webx 框架进行构建^[4], Webx 是基于经典 MVC 设计模式的 Web 框架, 推崇页面驱动和约定胜于配置的理念. Webx 也是一个基于 Spring 的组件框架. 组件是一个软件包, 它可以被其它组件扩展, 也可以扩展其它组件. 利用这些特性, Webx 不仅能够用来开发高度可定制的 Web 应用, 也能够用来帮助你开发高度可扩展的非 Web 的应用.

将系统化的、严格约束的、可量化的方法应用于软件的开发、运行和维护, 即将工程化应用于软件, 借助科学软件来管理软件开发流程管理^[5].

采集服务器的作用负责从采集器或集中器获取能耗数据并保存到数据库服务器, Web 服务器则负责系统的维护、分析等 Web 页面实现.

系统的采集部分采用两种方式实现, 针对屏蔽较强的大楼, 且具有合适的 IP 网络, 尽量采用有线的方式实现. 对于不具备有线网络, 施工难度大周期长的建筑物, 同时没有特别的屏蔽限制, 可以考虑采用无线的方式实现, 无线采集的方式的优点是可以大大降低施工难度和缩短实施工期, 从而可以降低整个系统的总成本, 但无线组网的无线集中器通过有线的方式与采集服务器相连从而保证集中器与采集服务器之间的数据传输可靠性, 这是因为无线集中器与采集服务器之间的数据传输比较频繁和数据量远大于一个无线终端与集中器之间的数据量.

系统提供 B/S 访问模式, 任何地方只要有一台可以上网的电脑即可访问服务器, 做到了真正的跨网络、跨平台访问. 能耗监测管理系统物理架构图如图 1 所示.

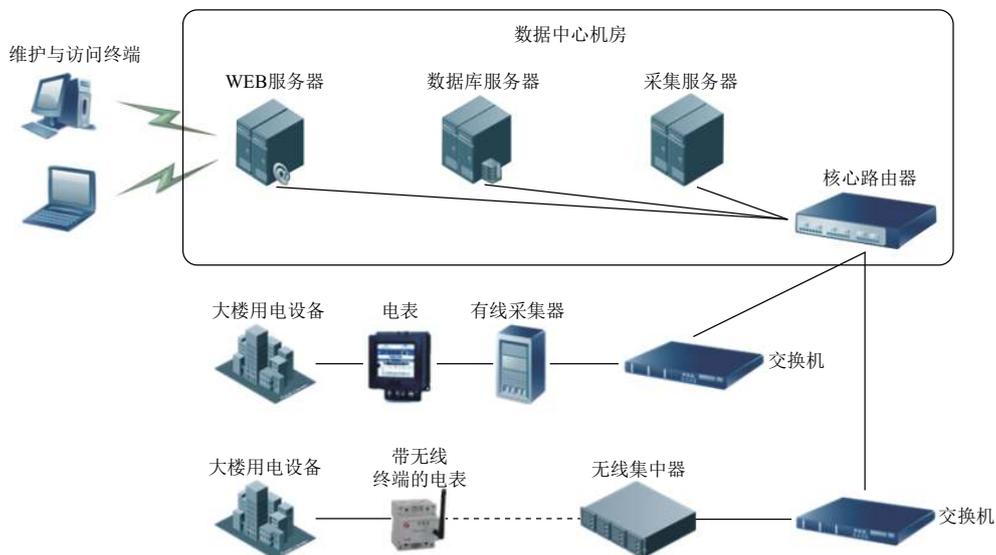


图 1 系统物理架构图

3 系统设计与关键技术

建筑能耗监测管理系统是一个不断在发展和完善的系统, 同时考虑的研发进度及降低研发风险, 该系统的开发拟分成多个版本进行迭代式开发, 不同版本必须确保是一个独立可完整部署的系统, 每个升级版本需要涉及到重大功能或特性的提升. 本系统的软件架

构示意图如图 2. 系统分为 3 个模块: 能耗采集子系统, 业务应用子系统和数据同步模块.

3.1 能耗采集子系统

能耗采集子系统负责能耗数据的采集, 支持通过有线或无线的方式采集能耗数据, 并将采集到的数据存入数据库系统. 采集子系统示意图如图 3 所示.

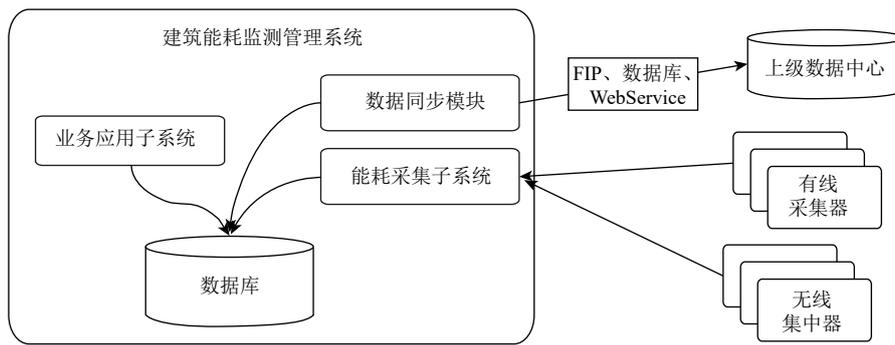


图2 软件架构示意图

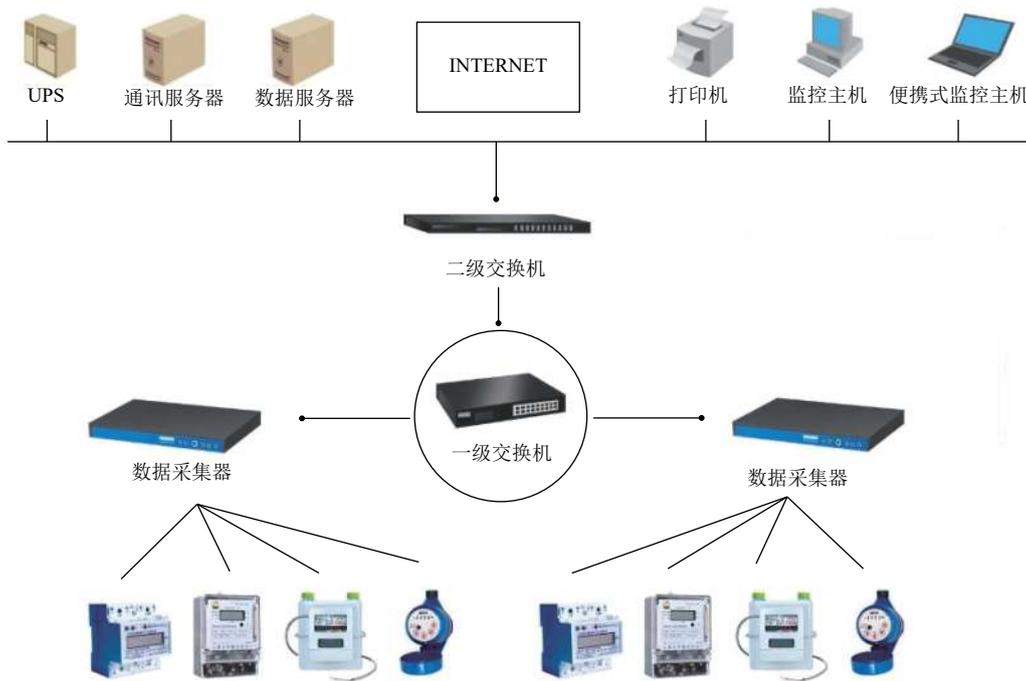


图3 采集子系统示意图

系统解决方案以太网为主干网,水电气热等现场表计具备RS485 串行通讯接口,接入数据采集终端,数据采集终端连接就近的交换机,分配相应的IP 地址,通过现场网络即可将数据传输至抄表系统(可通过宽带接入云服务器^[6]),服务器端无需再安装数据采集终端或集中器。

采集程序通过与串口服务器网络连接,串口服务器再通过串口方式与终端设备连接,实时从串口服务器读取终端设备上的各种参数数据.其中所采集的数据需要通过算法转换,再转存到MySQL 集群服务器中^[7].其中主要的数据格式转换算法代码如下:

// ieeec 754 1985 32 位单精度 16 进制转换算法

```

type Dec32 uint32
const (
    S_MASK=0x80000000
    E_MASK=0x7F800000
    M_MASK=0x7FFFFFFF
    S_OFFSET=31
    E_OFFSET=23
)
func (d Dec32) s() float64 {
    return float64((uint32(d) & S_MASK) >> S_
OFFSET)
}
func (d Dec32) e() int {

```

```

        return int((uint32(d) & E_MASK) >> E_
OFFSET)
    }
    func (d Dec32) m() float64 {
        fraction:=uint32(d) & M_MASK
        m:=float64(fraction)/math.Pow(2, E_
OFFSET)
        return m
    }
    func (d Dec32) Float32() float32 {
        S, E, M:=d.s(), d.e(), d.m()
        if E!=0 && E!=255 {
            return float32(math.Pow(-1, S) * math.
Pow(2, float64(E-127)) * (1 + M))
        }
        return 0
    }

```

采集子系统以 Go 开发语言 REVEL WEB 开发框架^[8], Go 语言是一种新的语言, 一种高并发的、带垃圾回收的、快速编译的语言. 因为采集程序对并发与稳定要求比较高, 所以当初选择技术架构时, 最终讨论结果还是以 Go 语言为基础架构.

3.2 业务应用子系统

业务应用子系统负责对能耗数据进行分析处理, 同时支持无法自动采集的能耗数据实现人工输入能耗数据. 业务应用子系统实现对各种建筑物的资源管理、能耗预算模型配置、能耗预算、节能效果评估、能耗指标分析、能耗预警、报表自定义、建筑物 GIS 能耗信息展示、统计及报警等功能.

业务子系统采用的技术为基于 J2EE 架构的 SSM 免费开源框架 (Spring+Struts+MyBatis), 实现的是免客户端的 B/S 架构, 数据库选用 MySQL 或 Oracle 数据库, 开发工具采用 Eclipse 或 MyEclipse, 应用服务器一般采用 Tomcat (免费) 或 WebSphere、WebLogic (针对大规模项目可采用), 操作系统可部署在 Windows、Unix 或 Linux 上.

3.3 数据同步模块

数据同步模块实现将本系统的能耗数据上报至其他系统, 支持 FTP、数据库以及 Webservice 等多种接口方式实现同步, 并支持根据系统实际的要求灵活定制. 同步的间隔时间可配置. 本模块可根据具体项目进行定制化开发.

3.4 关键技术分析

采集程序: 以 Go 语言技术开发, 通过协议读取串口服务器再与 RS485 串口连接的终端设备.

数据储存: 终端设备点多, 所需要采集的参数也很多, 尤其是电表相关参数, 所以数据储存是个关键技术, 本系统采用 MySQL 集群方式^[9,10], 通过 MyCAT 数据库中间件, 再结合 HAProxy 框架技术, 实现数据的存储与读取. 数据库集群架构示意图如图 4 所示.

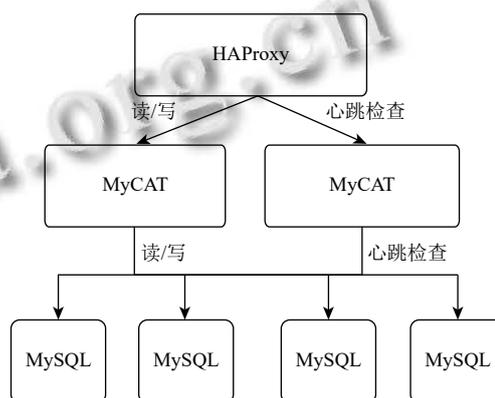


图4 MySQL 集群示意图

MyCAT 技术: 一个彻底开源的, 面向企业应用开发的大数据库集群, 支持事务、ACID、可以替代 MySQL 的加强版数据库. 用来替代昂贵的 Oracle 集群, 融合了内存缓存技术、NoSQL 技术、HDFS 大数据的新型 SQL Server. 结合传统数据库和新型分布式数据仓库的新一代企业级数据库产品. 其中的分区规则以时间、设备编号等. 提高设备的查询速度.

HAProxy 技术: HAProxy 是一个使用 C 语言编写的自由及开放源代码软件, 其提供高可用性、负载均衡, 以及基于 TCP 和 HTTP 的应用程序代理. 实现了一种事件驱动, 单一进程模型, 此模型支持非常大的并发连接数. HAProxy 负责将请求分发到 MyCAT 上, 起到负载均衡的作用, 同时 HAProxy 也能检测到 MyCAT 是否存活, HAProxy 只会将请求转发到存活的 MyCAT 上. 如果一台 MyCAT 服务器宕机, HAProxy 转发请求时不会转发到宕机的 MyCAT 上, 所以 MyCAT 依然可用.

3.5 技术对比

建设此系统方案同时参考以往的很多类似设计方案^[11-14], 在原基础上不断的改进升级. 使系统更加符合当前需求及性能要求. 从技术选型上选择跨平台易上手 Java、Go 等语言为基础. 以往系统很多选择 ASP.NET 语言局限在微软平台上运行. 数据库存储方便选择开

源免费的 MySQL 集群方式, 即保证大数据的存储要求, 又能降低成本. 采集子系统采用模块化开发, 降低系统耦合度, 同时使系统更加易扩展, 后期有其它数据需要接入, 同样适用. 依赖采集数据的积累, 不仅仅只做统计分析功能, 更进一步为节能改造提供有力依据. 达到绿色低能耗建筑目标.

4 系统实现

本系统采用 Java 语言, 在 Webx 框架下完成具体

的系统功能, 服务器采用 Linux+Tomcat, 数据库采用 MySQL. 整体系统为 B/S 模式, 客户端为各种浏览器, 方便跨平台的用户的使用.

本系统已成功在赛为智能大厦投入使用, 通过本系统很方便的统计每日的用能情况, 并可以通过不同的维度 (楼层或部门) 分别统计展示出各楼层或部门的能耗使用情况.

详细系统使用情况及展示部分功能效果图如图 5 所示.



图 5 系统功用界面

建筑能耗系统从2017年在赛为智能大厦安装运行数据如表1所示。

表1 水电用量统计对比表

日期	电量(千瓦时)			水量(吨)		
	2017	2018	涨浮(%)	2017	2018	涨浮(%)
1月	55 000	54 200	-1.45	31	32	3.23
2月	1000	980	-2.00	12	11.8	-1.67
3月	45 300	45 500	0.44	35	35.5	1.43
4月	25 700	25 300	-1.56	34	35	2.94
5月	25 840	26 430	2.28	42	41	-2.38
6月	32 876	32 443	-1.32	45	44.5	-1.11
7月	65 783	66 432	0.99	60	58.9	-1.83
8月	70 103	67 201	-4.14	82	80	-2.44
9月	38 760	37 824	-2.41	67	65	-2.99
10月	23 334	22 761	-2.46	43	44	2.33
11月	27 934	26 931	-3.59	38	36.9	-2.89
12月	39 039	38 401	-1.63	35	34.5	-1.43

通过其中的水、电采集数据在同期两个年度的对比发现,整体能耗在下降的趋势,主要依靠系统能够实时了解到当前的能耗用量,能够及时发现不必要的浪费现象。通过技术加管理手段,初步达到一定的节能成效。下一步会根据历史数据对比分析出比较耗能环节,再针对性的增加改造设备,达到节能减排效果。

5 结语

通过建筑能耗监测管理系统能够实时有效的采集到能耗数据,并按各种分项维度统计分析各项用能情况和实时掌握建筑设施的实时运行状态,及时发现问题,调整设备参数。根据数据积累的统计值,进行比对,找出设施的故障和资源消耗的异常,实施节能改造升级方案,提升建筑物的能效。

参考文献

- 龙惟定. 建筑节能与建筑能效管理. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
- 中国城市科学研究会. 绿色建筑. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- 中华人民共和国财政部, 中华人民共和国住房和城乡建设部. 财政部、住房和城乡建设部关于进一步推进公共建筑节能工作的通知. http://www.gov.cn/zwgk/2011-05/11/content_1861716.htm, 2011-05-04.
- Zhou M. Webx 框架指南. <https://m.open-open.com/pdf/59671b1d298047b39f2a82eeb02dd2a5.html>.
- 张海藩, 倪宁. 软件工程. 3版. 北京: 人民邮电出版社, 2010. 30-35.
- 张晓丽, 杨家海, 孙晓晴, 等. 分布式云的研究进展综述. 软件学报, 2018, 29(7): 2116-2132. [doi: 10.13328/j.cnki.jos.005555]
- MySQL 官网中文. <https://www.mysql.com/cn>.
- Go 语言中文网. <https://studygolang.com/>.
- 杨明珉, 陈勇. MySQL 集群到 Oracle 数据库的数据同步方法. 计算机系统应用, 2018, 27(6): 60-68. [doi: 10.15888/j.cnki.csa.006374]
- 张伟丽, 江春华, 魏劲超. MySQL 复制技术的研究及应用. 计算机科学, 2012, 39(S3): 168-170.
- 王磊. 基于 B/S 架构的建筑能耗监测管理系统的设计与实现[硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2012.
- 戴史文. 大型公共建筑用电能耗在线监测系统的研究与实现[硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2014.
- 张伟. 实时数据库在建筑能耗监测系统中的应用研究[硕士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2016.
- 郭志越. Web 发布在建筑能耗监测系统中的应用研究[硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2018.