

机房动环智能监测系统总体设计

陈宝海, 高 瞻, 许 钺, 王伟光, 刘 园

太原卫星发射中心, 宁夏 银川

收稿日期: 2024年12月9日; 录用日期: 2025年2月13日; 发布日期: 2025年2月25日

摘 要

结合智能化态势感知、标准化体系架构、组件化功能模型、人性化操作使用、系统化运行管理的需求分析, 运用物联网、自动控制、模式分析等信息技术, 采取“实时监控、风险预警、无人值守”保障模式, 总体设计一套集信息采集、实时监控、边缘计算、数据分析、智能联动、阈值告警、远程控制、态势可视等功能于一体的机房动环智能监测系统, 为管理人员提供智能辅助决策和综合态势感知。系统组成元素和关系采取分层方式总体设计, 物理层包括硬件组成、基本原理、通信协议, 平台层包括整体架构、Web开发、界面交互、接口预留、安全防护, 数据层包括数据内容、数据存储、数据访问, 服务层包括公共服务、架构服务、集成服务, 应用层包括实时监控、态势感知、运维管理, 目的在于提高系统可维护性、可扩展性和可重用性。

关键词

动环, 需求, 分层, 设计

Overall Design of Intelligent Monitoring System for Dynamic Environment in Computer Room

Baohai Chen, Zhan Gao, Cheng Xu, Weiguang Wang, Yuan Liu

Taiyuan Satellite Launch Center, Yinchuan Ningxia

Received: Dec. 9th, 2024; accepted: Feb. 13th, 2025; published: Feb. 25th, 2025

Abstract

In combination with the demand analysis of intelligent situation awareness, standardized architecture, component-based functional model, humanized operation and use, and systematic operation management, using information technologies such as the Internet of Things, automatic control,

mode analysis, and adopting the “real-time monitoring, risk early warning, unattended” support mode, the overall design of a set of computer room dynamic environment intelligent monitoring system integrating information collection, eal-time monitoring, edge computing, data analysis, intelligent linkage, threshold alarm, remote control, situation visualization and other functions provides managers with intelligent auxiliary decision-making and integrated situation awareness. The overall design of the system components and relationships adopts a layered approach. The physical layer includes hardware composition, basic principles, and communication protocols. The platform layer includes overall architecture, web development, interface interaction, interface reservation, and security protection. The data layer includes data content, data storage, and data access. The service layer includes public services, architecture services, and integration services. The application layer includes real-time monitoring, situational awareness, and operation and maintenance management, aiming to improve the maintainability, scalability, and reusability of the system.

Keywords

Dynamic Environment, Requirements, Layering, Design

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

机房作为计算机系统部署、运行、维护基础场所，为其提供工作动力和环境保障。随着计算机系统地位的日益突显和数量的与日俱增，机房动力和环境保障要求更加全面、智能、可靠。机房动环智能监控系统就是运用物联网、自动控制、模式分析等信息技术，采取“实时监控、风险预警、无人值守”保障模式，通过对感知设备各种参数的遥测、遥信、遥调、遥控，实现动力和环境状态的智能监控，为管理人员提供智能辅助决策和综合态势感知[1]。

2. 需求分析

智能化态势感知：借助丰富物联感知技术，通过前端设备边缘计算，全场景覆盖电源、环境、视频、安防监控业务，全要素满足测量、控制、分析、存储使用需求，实现数据汇聚、信息互通、业务互融。通过后台中心数据处理，高效率管理机房设备、多层次感知机房信息、全方位展现机房态势，形成集机房全貌、全景、全况于一体的多维、立体、动态的全局态势。

标准化体系架构：采用多级、分层架构支持系统平台规模灵活扩展，提供开放、共享接口支持业务单元功能平滑扩容。平台通过中间件实现异构数据的整合，提供协议接入、SDK 接入、主动注册设备接入等多种接入方式兼容国内主流厂商标准化设备。采用的硬件及软件均支持国内、国际通用的标准网络协议，选用的设备和技术均符合国标、行标的统一要求。

组件化功能模型：基于面向服务的分布式组件模型，可对系统功能体系进行模块化组合，以新增组件的方式满足业务的横向扩展。统一软件技术架构以组件化方式构成产品，各个组件承载相关服务能力，提供平台及支撑组件的各种功能需求。各个组件间可以方便根据自身功能需要相互调用，功能复用的同时也完善了自身能力。

人性化操作使用：平台界面设计人性化，系统管理、远程配置、运行维护均要快捷化响应、图形化

交互、简洁化操作。根据机房实际情况和具体要求，满足监、控、存、查、管、用的基本要求，在满足功能要求和技术指标要求基础上操作维护简单易用[2]。

系统化运行管理：用户权限设置按照管理、使用、查看功能权限进行划分，从系统安全和数据安全两个层面提供全方位的信息安全管理。平台运维服务可对系统设备运行状况进行监控和管理，并以各种图表的形式进行实时显示。

3. 总体设计

机动产环智能监控系统总体设计是指采取分层方式设计信息系统的组成元素和关系，包括系统物理设备(物理层)、软件平台(平台层)、数据交互(数据层)、服务管理(服务层)、业务功能(应用层)等，机房动产环智能监控系统总体设计见图 1。

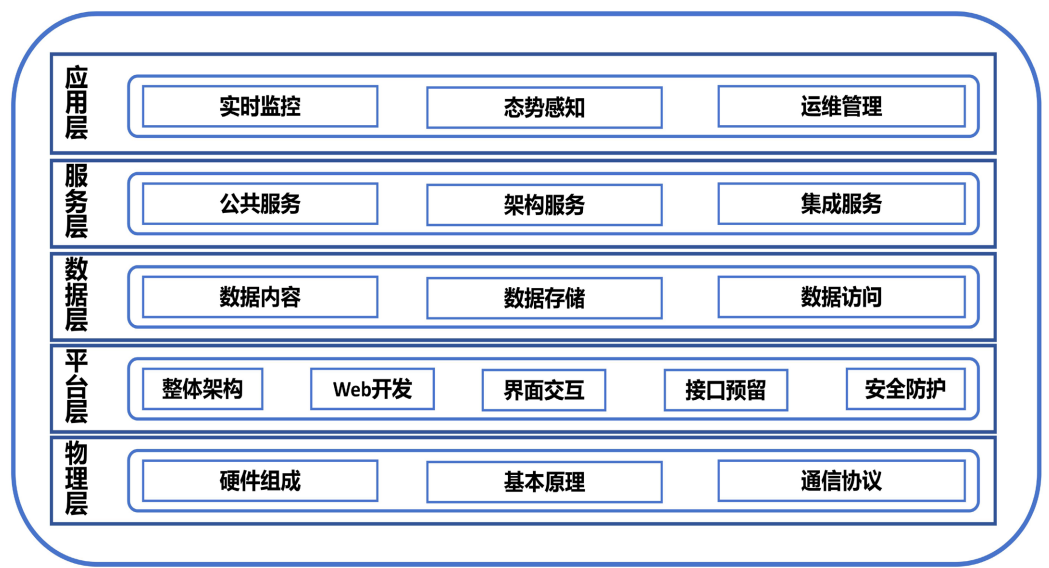


Figure 1. Overall design diagram of intelligent monitoring system for dynamic environment in computer room
图 1. 机房动产环智能监控系统总体设计图

3.1. 物理层

物理层作为监控系统工作环境的硬件支撑，提供系统运行所需计算、存储、处理资源，主要包括系统硬件组成、基本原理、通信协议。

硬件组成：监控系统物理设备分为前端和后端，设备之间遵守通信接口、通信语法、通信规则等通信协议约定，实现监控系统数据聚合与交互。前端设备包括摄像机、传感器、控制器、交换机、动环主机等，部署于机房内部。后端设备包括硬盘录像机、服务器、工作站等，部署于监控中心。

基本原理：前端设备负责机房动力和环境数据的采集、转换、传输，以及整个系统的参数提取、状态感知、信息汇聚。后端设备主要负责采集数据的处理、显示、存储，以及整个系统的阈值报警、设备管理、人机交互。其中动环主机作为传感设备物联网关，主要完成各种智能设备接入、控制协议转换，确保统一接入监控中心。

通信协议：中心平台对外通信使用 TCP/IP 协议，视频编码使用 H.265/H.264 协议，音频编码使用 G.711/G.729 协议，各种传感器使用 4~20 mA/0~5 V 模拟量、DI、AI、开关量、RS232、RS485 等协议接入动环主机。

3.2. 平台层

平台层就是围绕监控系统软件的设计、开发、部署全过程，提供元数据管理、应用快速搭建和接入认证环境，主要包括整体架构、Web 开发、界面交互、接口预留、安全防护。

整体架构：平台设计基于面向服务体系(SOA)的 B/S 架构，Web 运行环境采用开源 Apache Tomcat 和 JDK，Web 服务遵循 Web2.0 技术和 XML 协议标准，通过 360、Chrome 等主流浏览器可以进行管理和维护。平台开发采用 Java、Python、C++ 等跨平台编程语言，支持 Windows、Linux、Kylin 等操作系统，支持 Oracle、MySQL、DM 等数据库[3]。

Web 开发：Web 视图作为用户操作使用窗口，通过 Web 浏览器运行。Web 视图采用 HTTP 协议向 Web 后台获取信息，关键信息支持通过 WebSocket 向 Web 视图推送，为 Web 视图提供数据支持和响应能力。Web 后台通过 MQ 消息队列调用应用服务接口实现数据访问和操作处理能力，MQ 消息队列的消息体采用 JSON 进行封装

界面交互：平台提供图片、图标、曲线、矩形区域、弹出窗口、消息提示等页面元素，以及页面元素间的联动事件配置。平台提供智能表单组件定制工具，支持与多种关系型数据库的交互，通过设计元素拖拽、数据绑定配置即可完成电子表单的定制。

接口预留：平台预留符合 YD/T1362.2-2005 规范的南北向接口进行集中化管理，便于接入其他系统实现业务互联、数据交互、信息共享。基于软件集成框架和统一规范，通过 Webservice 及 HTTP 接口提供基础服务，接口遵循 RESTful 规范，实现应用接口开放和第三方应用快速集成。

安全防护：平台采用用户名密码认证方式，密码使用 SHA256 双层认证方式进行加密传输。Web 页面到服务端敏感数据默认采用 RSA 非对称加密 2048 位加密。平台服务接口间调用采用 DH/ECDH 进行密钥协商选择的加密模式对敏感信息进行加解密。

3.3. 数据层

数据层用于数据资源的统一组织和管理，实现数据的标准化和统一，为数据交换和态势展现提供支撑，主要包括数量内容、数据存储、数据访问。

数据内容：数据内容均是基于控件方式展现，对外提供控件标准开发接口，方便控件的开发和扩展，包括应用数据、状态数据、视频数据、图片数据及缓存数据[4]。

数据存储：应用数据存储在 ORDBMS 中，状态数据存储 in 目录服务(LDAP)中，视频数据存储在 NVR 中，图片数据存储 in ASW 组件(存储接入服务)中，部分高热访问数据缓存在 REDIS 中。

数据访问：数据库访问采用中间层设计方法，应用层通过中间层的接口调用数据，降低数据库中存储的数据与应用层的耦合度，提高数据库维护能力。

3.4. 服务层

服务层就是充分考虑内部外部对接关系，形成运行、管理、维护一体化的服务体系，主要包括公共服务、架构服务、集成服务。

公共服务：通过统一的用户数据管理、组织机构管理、数据资源服务、消息总线服务、任务管理服务等公共服务，为信息系统提供公共数据调取服务，在统一构架下实现所有应用系统一体化运行[5]。

架构服务：服务采用领域驱动设计建模与微服务架构构建，从架构设计层面分为 BFF 层服务、后台无状态微服务两部分组成，将通用服务与业务服务进行拆分。

集成服务：提供软件集成、服务集成、数据集成等服务，同时预留相应的接口，承载下层数据，形成数据中心，为上层基础服务、业务服务进行数据挖掘、数据分析提供支撑。

3.5. 应用层

应用层作为系统架构的顶层设计、业务功能的具体呈现、用户体验的直接感观，主要围绕核心业务应用、聚焦人机交互问题、基于数据服务支撑，主要包括系统实时监控、态势感知、运维管理。

3.5.1. 实时监控

动力监控：实时监测 UPS、市电等供配电设备参数状态，采集电压、电流、频率，计算电量、能耗。实时监测蓄电池组总电压、总电流，每节蓄电池的单体电压、表面温度、贮存容量[6]。

环境监控：实时监测机房温湿度等状态参数，支持按照自定义的时间范围筛选历史温度数据。支持远程控制空调、灯光、新/排风机开关机，开关管理包括配置开关组合和开关计划[7]。

视频监控：实时监控和现场监听远程点位，支持按录像类型进行查询，支持监控点亮度、色度、对比度、饱和度视频参数调整，支持视频倍率、焦点、光圈、位置的调整。

安防监控：实时监控机房安全状况，支持指纹、人脸、密码等方式门禁，支持人体红外入侵检测，支持火灾烟感告警，支持水浸危险告警，支持玻璃破碎告警，支持远程喊话警示。

3.5.2. 态势感知

视图展示：结合机房整体布局配置 2D、2.5D 两种可视化形态，集成各类图表、视频、动画。根据设备位置、拓扑关系、工作状态，展示监测数据、告警信息、总揽视图。

态势分析：通过资源、网络、健康等数据采集、统计、分析，进行参考模型比对、安全状况评估、综合态势研判，预测可能发生的安全隐患和事故苗头。

智能联动：视频监控点和环境量支持通过 OSD 叠加进行信息关联，视频预览或回放时可以查看关联的环境量数据。安防监控告警联动视频监控预置点位进行近景查看，告警事件视频支持单独存储。

图表统计：支持通过柱状图、饼状图、折线图等图表查询各种监测数据，支持按照时间周期、事件类型、图表格式分类，支持导出 Excel 和 PDF 两种格式。

告警处理：支持阈值设置自动告警，支持一般、重要、严重告警等级设定，支持声光、短信和电话等多种告警提醒，支持告警事件按照时间、类型、等级进行浏览、查询、处理[8]。

3.5.3. 运维管理

权限管理：支持基于角色的用户组管理，角色权限分为操作权限和数据权限两类，操作权限指当前角色的用户能够操作的菜单和功能，数据权限指当前角色的用户能够访问的数据。

配置管理：负责基础数据库的标准化录入以及资源数据的存储，通过组态配置方式添加、删除、修改监控对象，根据客户个性化需求进行自由组合管理。

故障管理：具备故障采集和响应、故障诊断、故障过滤功能，故障等级设定分为严重告警、主要告警、次要告警，支持按照时间、类别、等级查询故障[9]。

日志管理：分为系统日志、安全日志和操作日志管理，支持按照日志时间、操作结果、关键词对日志进行检索，支持日志检索结果导出。

集中管理：遵循管理规章制度，通过可视化的界面集中管理系统，可对机房各个设备运行状况在线进行监视、控制、调整、升级、维护。

4. 结语

针对机房硬件设备多、动力能耗高、环境要求严、运维管理难、地位作用重的特点，总体设计一套集信息采集、实时监控、边缘计算、数据分析、智能联动、阈值告警、远程控制、态势可视等功能于一体的机房动环智能监测系统。监控系统通过对机房动力和环境因素的全面监控、智能管理、规范运维，为

机房的管理、安全、高效运行提供基础保障,确保设备的稳定运行和环境的安全保持,最终实现机房 24 小时无人值守。监控系统可为机房的管理自动化、运行智能化和决策科学化提供有力的技术支持,进而节省人力物力、规避风险隐患、减小损失浪费,不断降低运营成本、增强竞争实力、提高企业形象[10]。

参考文献

- [1] 吴瑶, 兰鹏博, 张雪霞. 无人值守机房监控现状与发展探讨[J]. 中国管理信息化, 2020(8): 113-117.
- [2] 陈宝海. 智慧图像系统总体设计研究[J]. 计算机科学与技术, 2024, 14(10): 67-73.
- [3] 陈宝海. 无纸化会议系统总体设计[J]. 软件工程与应用, 2024, 13(5): 677-684.
- [4] 楼向东, 杨兴, 孙继康. 无人值守通信机房远程监控系统的设计与实现[J]. 电子设计工程, 2023, 31(12): 119-123.
- [5] 张帅. 基于物联网安全体系下的实验室安全监控管理系统[J]. 现代职业安全, 2023(5): 66-69.
- [6] 叶芊芊. 基于物联网的电力物资智慧仓储系统的研究与实现[J]. 传感器世界, 2021, 27(4): 10-14.
- [7] 戈西伟, 吴利辉, 朱琳, 等. 无人值守机房环境智能监控系统的设计实现[J]. 计算机科学与应用, 2024, 14(7): 10-17.
- [8] 韦永浩. 高速公路智能配电房监控物联网系统应用[J]. 中国交通信息化, 2022(S1): 458-460.
- [9] 厉军英. 基于物联网技术电力物资仓储管理系统研究[J]. 大科技, 2019(35): 239-240.
- [10] 蒋久芳. 基于 Labview 的无人值守机房远程监控系统[J]. 电子技术与软件工程, 2020(5): 62-64.