

# 基于物联网平台的智慧园区设计与应用

韩存地<sup>1</sup>, 刘安强<sup>1</sup>, 张碧川<sup>1</sup>, 刘 航<sup>2</sup>, 李 幸<sup>2</sup>, 边 帅<sup>2</sup>, 陈 婕<sup>3</sup>

(1. 陕西陕煤曹家滩矿业有限公司, 陕西 榆林 719000; 2. 重庆梅安森科技股份有限公司, 重庆 400050;  
3. 重庆邮电大学 创新创业教育学院, 重庆 400065)

**摘 要:** 利用物联网、人工智能、大数据、云计算和三维可视化等先进互联网技术和产品, 提出了以园区智慧化管理系统为核心的“管控一体化”综合智慧园区系统设计技术。针对曹家滩智慧园区建设功能研究了设计原则要求, 提出了智慧园区的总体框架和具体实施方案, 建设了园区统一的信息资源支持体系、信息安全保障体系、基础设施支持体系和智能化管控保障体系等。结果表明, 该方案能对园区内人员进行精准智能化管理, 实现对园区的联动预警, 解决了子系统数据格式与类型差异所致信息孤岛问题、子系统间网络协议不兼容所致通信问题以及子系统相互叠加所致功能冗余问题。

**关键词:** 智慧园区; 管控一体化; 联动预警; 建设应用

中图分类号: TD214; TN929. 5

文献标志码: A

文章编号: 1004-3365(2021)01-0146-05

DOI: 10.13911/j.cnki.1004-3365.200533

## Design and Application of a Smart Park Based on Internet of Things Platforms

HAN Cundi<sup>1</sup>, LIU Anqiang<sup>1</sup>, ZHANG Bichuan<sup>1</sup>, LIU Hang<sup>2</sup>, LI Xin<sup>2</sup>, BIAN Shuai<sup>2</sup>, CHEN Jie<sup>3</sup>

(1. Shaanxi Shanmei Coal Caojiatan Mining Co., Ltd., Yulin, Shaanxi 719000, P. R China; 2. Chongqing MAS Science and Technology Co., Ltd., Chongqing 400050, P. R China; 3. School of Innovation and Entrepreneurship Education, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, P. R China)

**Abstract:** Using the internet of things, artificial intelligence, big data, cloud computing, 3D visualization and other advanced internet technologies and products, the "integrated management and control" integrated smart park system design technology with the smart park management system as the core were proposed. According to the construction function of Caojiatan smart park, the design principle requirements were studied, the overall framework and specific implementation plan of the smart park were proposed, and the unified information resource support system, information security guarantee system, infrastructure support system and intelligent control guarantee system were built. The results showed that the scheme could carry out accurate and intelligent management for the staff in the park, realize the linkage early warning to the park, and solve the problem of information island caused by the difference of data format and type of subsystems, communication problem caused by the incompatibility of network protocols between subsystems, and functional redundancy caused by the overlapping of subsystems.

**Key words:** smart park; management and control integration; linkage early warning; construction application

收稿日期: 2020-11-18; 定稿日期: 2020-12-28

基金项目: 重庆市技术创新与应用发展专项重点项目 (cstc2019jscx-fxydX0039); 曹家滩矿井智能化项目建设平台项目 (CKH/2-2017)

作者简介: 韩存地 (1986—), 男 (汉族), 学士, 工程师, 从事矿山建设及智慧园区设计技术工作。

## 0 引言

随着互联网信息化技术水平的不断完善,各种信息化技术与传统产业不断融合,逐步出现了智慧地球、智慧城市、智慧园区、智慧农场等新颖的发展模式<sup>[1]</sup>。将物联网、大数据、人工智能、云计算等技术融入智慧园区智能化系统成为研究热点<sup>[2]</sup>。

近年来,传统数字化工业园区管理的弊端逐渐显现,管理效率低,出现了子系统数据格式与类型差异所致信息孤岛问题、子系统间网络协议不兼容所致通信问题、子系统相互叠加所致冗余问题等<sup>[3]</sup>。建立高效、透明的智慧园区应用体系是必然趋势。

各种物联网先进技术已开始应用于智慧城市、智慧园区,为智慧园区自动化、智能化提供了技术支撑。智慧地球、智慧城市、智慧园区等理念是1990年代由IBM公司提出<sup>[4]</sup>。智慧城市包含若干智慧园区,智慧园区是智慧城市的重要组成部分。为了建成高效、可视化的智能园区,应用先进的物联网技术(IoT)、人工智能技术等,建立起整套以园区智能化管理系统为核心的管控一体化智慧园区系统,具有现实的重要应用价值。

## 1 智慧园区的建设原则与要求

### 1.1 智慧园区建设原则

目前,智慧园区缺乏统一的建设要求、建设原则和建设标准。传统建设原则聚焦于简单的提升单个设备性能,如更高精度的基础物理设施(各类传感器、摄像头),或更高效的基础社会设施(智能停车场)等。这种分散孤立的建设过程难以达到高度集成化、智能化的效果,智慧园区的协调力和智能化得不到有效提高。

在结合前述研究的基础上,充分考虑我国国情及现行政策后<sup>[5]</sup>,提出了智慧园区的整体建设原则,即统筹规划、兼顾整体、逐步实施、程序规范、示范引路、循序渐进。智慧园区的建设过程中,做到安全高效、功能适用、经济合理,使整体系统具备可扩展性、一定的开放性和灵活性。智慧园区内,各种基础设施应与各个子系统同时建设,防止应用子系统相互集成、堆叠产生的数据类型差异造成的信息孤岛问题。不断增加融合新的软硬件子系统,使管理系统不断完善<sup>[6]</sup>。应用先进物联网技术,实现无感、便

捷、高效的智慧应用,以及用餐、购物、通行、体检等高效的用户体验。通过阿里云、物联网、云计算、人工智能等技术打造“云工作台+聚合共享应用”的智慧园区管理办公平台。为了实现智慧管理,需要建设管理驾驶舱、视频人工智能分析、智能场景等,从而构建园区的智慧管理大脑。

### 1.2 智慧园区建设要求

#### 1.2.1 统一的信息资源支持体系

信息资源支持体系的构建需要对业务数据的获取设置统一标准,以减轻多源异构数据堆叠造成的信息孤岛问题。

#### 1.2.2 统一的信息安全保障体系

信息安全保障体系的构建需要同时考虑安全需求和现实需要,统筹规划,结合现有互联网技术规范与信息安全要求,逐步健全、完善各阶段管理策略和安全建设内容<sup>[7]</sup>。

#### 1.2.3 统一的基础设施支持体系

基础设施支持体系的构建是为各子系统提供机房服务、计算服务、存储服务、网络服务,提供主机、网络、存储等硬件资源支持。

#### 1.2.4 统一的智能化管控保障体系

智能化管控保障体系的构建是应用云计算、人工智能、大数据、物联网等技术,对各业务场景有效管控,实现管控智能化,实现多因素、多层次、多智能体的有效协同,形成有效的安全智能预警模式,在提高效率的同时保证园区安全。

## 2 智慧园区总体结构设计

智慧园区建设的总体结构包括传感器建设、平台建设、子系统开发应用等。智慧园区管理平台按照“1+1+N”模式建设,即一个物联网平台、一个指挥中心和N个专题应用。智慧园区总体结构包括接入层、平台层、业务层和交互层等四部分。智慧园区的总体结构如图1所示。

接入层由子系统接口模块、IoT设备模块和用户统一管理模块组成。平台层基于阿里云IoT平台搭建,提供IoT平台统一数据接口、设备告警数据、设备权限配置、设备下行指令、设备安全接入、上行监控数据和第三方系统对接。业务层由业务系统、园区管理系统和运营系统组成。交互层由领导驾驶舱、Web终端、移动端(钉钉、微信)、监控大屏等组成。

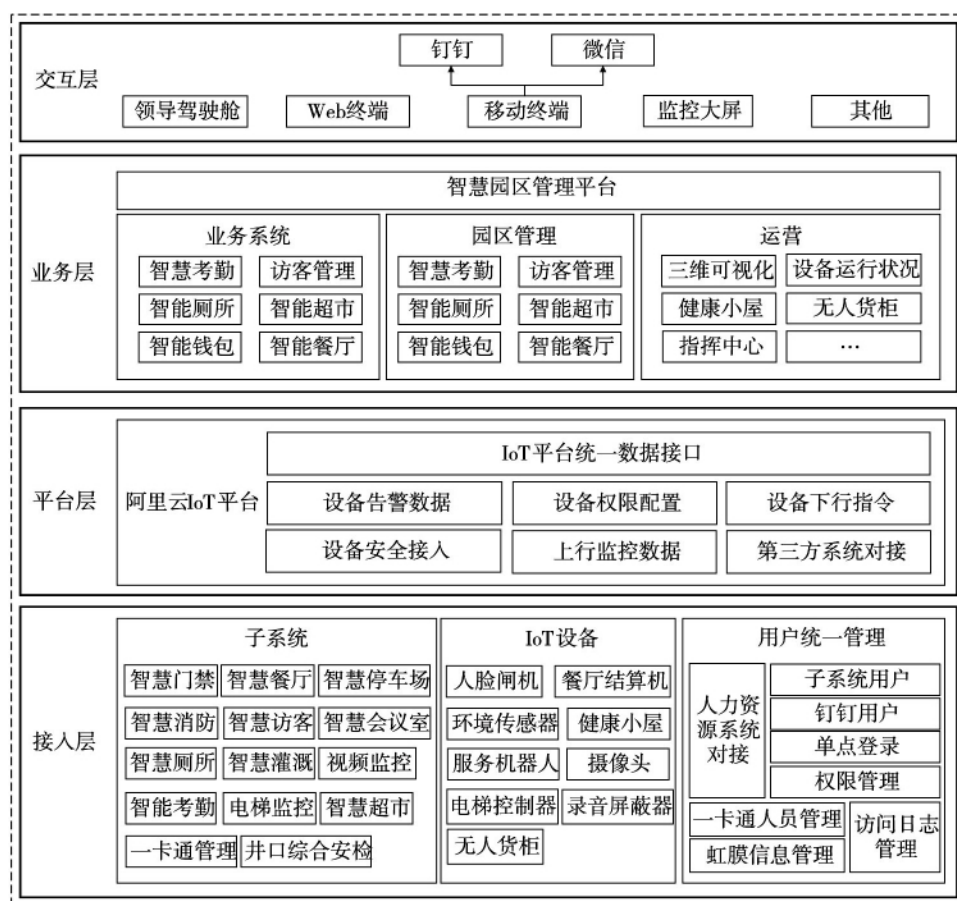


图1 基于物联网的智慧园区总体结构

接入层负责各子系统和 IoT 设备的接入以及用户的统一管理,接收来自各子系统的结构化数据,对结构化数据进一步处理、分析、融合,再将融合后的结构化数据发送到平台层。平台层对数据进行深度挖掘、分析,经不断迭代的智能学习算法后,得出决策。各子系统产生的数据类型各不相同,结构化数据包括子系统的基础数据和来自传感器的数据。半结构化数据包括子系统中各种配置文件、子系统中日志文件、HTML 脚本等,非结构化数据包括监控器的视频、音频、系统日志文件等。

平台层是为上层应用提供 IoT 平台统一的数据接口,实现统一的基础设施体系。采用嵌入式的无线互联设备,通过远程连接各子系统,使系统接入阿里云 IoT 云服务。阿里云 IoT 平台由 IoT 数据处理和数据传输构成,分别通过 STM32F100BV 单片机、WM-N-BM-09A 单片机实现。

业务层对平台层传来的数据进一步处理,处理后发送到核心业务层进一步分析。核心业务层将处理后的数据完整地转发到交互层,实现了 MVC 的三层架构,大幅减小了各模块之间的耦合度,降低了

交互次数和数据量,减轻了系统的运行负担<sup>[8]</sup>。

交互层是将采集到的数据、智能化决策和分析结果在各交互终端进行信息反馈,实现系统可视化。凭借良好的移植性和兼容性,系统可以在 Web、智能手机、监控大屏等多终端运行,实时反馈信息,实现全天候、多方位的智慧园区工作状态监控。

### 3 智慧园区建设的关键技术

#### 3.1 人工智能技术

本文实现的智慧园区平台采用随机森林作为决策分类算法<sup>[9]</sup>,其基本单元是决策树。评定决策树准确性的重要指标是信息增益。设目标特征有  $n$  个不同的值,则定义训练样本集  $S$  相对于  $n$  个状态的信息熵  $E$  为:

$$E(S) = - \sum_{i=1}^n p(X_i) \ln(p(X_i)) \quad (1)$$

假设当前样本集中第  $k$  个样本为  $p_k = (k=1, 2, \dots, |y|)$ ,则信息熵  $D$  为:

$$Ent(D) = - \sum_{k=1}^{|y|} p_k \log_2 p_k \quad (2)$$

$Ent(D)$  的值越小, 表明  $D$  的置信度越高。信息增益函数为:

$$Gain(S, A) = E(S) - \sum_{v \in V(A)} \frac{|S_v|}{S} E(S_v) \quad (3)$$

式中,  $S$  为训练样本集,  $A$  为全体样本集。

信息增益越大, 则该特征的选择性越好。随机森林算法具有准确度高、输入变量维度多、学习过程快速等特点, 已被应用于各类智能决策。

### 3.2 物联网技术

物联网是互联网的进一步延伸, 它将信息通信网络扩展到了更为广泛的物理世界<sup>[10-12]</sup>。各行业终端设备的多样化和网络普及范围的扩大, 促使物联网的应用越来越广泛<sup>[13]</sup>。通过智慧园区内的各种传感器设备(监控器、压力感应装置等), 按照约定协议, 通过无线传输的方式实现物与物之间的互联互通。物联网感知的关键技术包括传感器技术、射频识别技术、蓝牙技术、ZigBee 技术和二维码技术等。

### 3.3 大数据分析挖掘技术

大数据平台的核心包括数据分布式存储和分布式计算两部分。为使园区智慧决策系统适应复杂的变化环境, 平台采用 BP 神经网络算法, 实现预期系统功能, 完成网络的输出和迭代进化。神经网络的输出为:

$$y_j = f(Net_{in} - \theta_j) \quad (4)$$

式中,  $\theta_j$  为神经元的阈值;  $Net_{in}$  为第  $i$  个神经元的净输入, 其表达式为:

$$Net_{in} = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot x_i \quad (5)$$

式中,  $x_i$  为神经元的输入, 是事故预警模型的关键自变量;  $\omega_i$  为连接权值调节各输入量的占比。

网络的进化通过 BP 算法辅助完成, 依靠微积分中的链式求导法, 将误差反向传播, 以修正各连接神经元的权值<sup>[14]</sup>。最终, 实现可以实时更新并不断进化的大数据挖掘及分析系统。

### 3.4 架构技术

将架构技术应用于智慧园区建设时, 可结合用户需求开发不同的应用。软件架构技术存在于大量的软件结构及程序开发中, 利用科学的数据结构规划可发挥其架构功能。本文采用 SOA 技术将多种微型服务结合起来, 采用集中式缓存提高了系统的数据一致性, 成功建设了高可用、高性能、易扩展、可伸缩的智慧园区系统。

## 4 智慧园区的应用

智慧园区集中整合了人脸道闸、智能会议、无感考勤、智慧办公等系统, 形成了智慧管理平台, 实现了园区场景的智能化、运营可视化、管理精细化。

### 4.1 智能化应用

智能化应用包括智慧服务、办公、管理等。智慧服务采用 AIoT 技术, 实现了无感、便捷、高效的智慧应用, 如用餐、购物、通行、体检等高效的用户体验。

智慧办公采用阿里云物联网、云计算、人工智能等技术, 形成了“云工作台+聚合共享应用”的管理办公平台。

智慧管理应用包括管理驾驶舱、视频人工智能分析(明火、闯入、违停、安全帽、自救器、人员聚集)、智能场景应用, 构建园区智慧管理大脑。

### 4.2 应用场景

智慧园区应用中, 涉及多类场景, 即园区员工、访客、管理者等场景。系统整合了智能会议、无感考勤、移动办公等, 建成了智慧员工管理平台, 实现了园区场景智能化。

访客管理实现了自动化与智能化, 整合了访客申请、园内导航和智慧展厅等。管理者可以通过各类子系统对园区进行智慧管理, 实现了场景智能化。采用阿里钉钉构建云工作台, 聚合、融合、共享了服务应用, 实现了园区应用的一体化, 提供了移动办公、高效沟通协同的多端平台。

### 4.3 运营管理可视化

运营管理采用三维建模, 包括园区模型定制服务、建筑模型定制服务、室内结构模型定制服务、设备点位授权及服务。

### 4.4 安防保障可视化

安全门禁系统可视化包括道闸分布、道闸工况、访客和员工进出信息、非法闯入等事件报警等。停车场可视化包括停车场分布、空余车位数量、车辆查询、违规停车报警等。消防可视化包括设备空间分布、设备基本信息、设备告警信息及定位、消防设备联动、安防摄像头联动等。访客可视化包括访客统计、滞留人员统计、访问人员信息查询等。电梯可视化包括电梯空间分布展示、动态运行展示、故障报警、联动轿厢监控视频查看、故障现场确认等。

### 4.5 服务可视化

服务可视化功能模块包括: 1) 餐厅可视化模

块,展示餐厅空间分布,联动餐厅视频,集成餐厅客流情况,实时地展示餐厅就餐人数、就餐位占比、餐厅拥堵预警、历史数据信息等;2) 购物可视化模块,展示超市/无人柜分布、超市营业状态、货柜数据等;3) 健康小屋可视化模块,展示健康小屋的三维空间及位置分布、设备介绍、占用状态、使用率、设备警示等。

#### 4.6 办公可视化

办公可视化的效果如图 2 所示,具体的功能模块包括:1) 会议室可视化模块,展示会议室的占用情况、设备实时信息、设备开关状态、设备开关的远程控制等,实现人来灯开、人走灯灭;2) 厕所可视化模块,展示厕所在园区内的分布、位置占用、氨气数据、故障提示、使用率统计等。

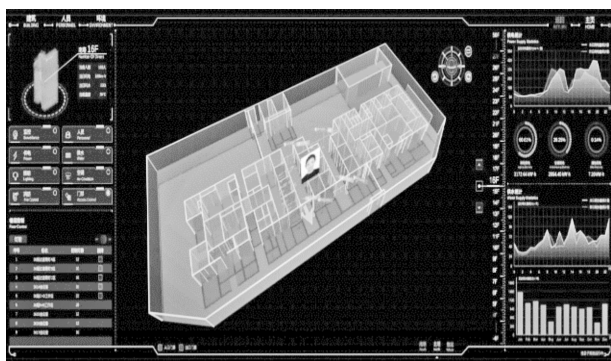


图 2 智慧办公可视化

## 5 结束语

本文分析了智慧园区的建设原则与要求,提出了总体结构及具体实施方案,设计集成了服务平台的建设内容、关键技术和实现方式。该方案能对园区内人员活动情况进行精准智能化管理,实现了联动预警,解决了子系统数据的信息孤岛问题、网络协议通信问题和功能冗余问题,为智慧园区的信息化建设和管理提供了有益实践。

今后将利用物联网智慧园区的总体布局、子系统无缝接入、产品智能优化等,进一步提升本文核心技术在应用中的可靠性,降低运维成本;进一步对设

计技术和应用模式进行优化,以使用于社区、村镇和城市的智慧化建设及运营,为实现智慧生活提供技术支撑。

#### 参考文献:

- [1] 毕雪娇. 数字城市发展到智慧城市的理论及实践研究[J]. 工程建设与设计, 2017(20): 7-8.
- [2] 邹砺锴. 智慧城市建设下智慧园区规划设计探索[J]. 智能城市, 2020, 6(8): 15-16.
- [3] 王建利. 智慧园区信息化建设[J]. 计算机与网络, 2020, 46(13): 42-43.
- [4] 马荣华, 黄杏元, 蒲英霞. 数字地球时代“3S”集成的发展[J]. 地理科学进展, 2001, 20(1): 89-96.
- [5] 潘志刚. 智慧园区发展思路研究[J]. 智能城市, 2020, 6(18): 12-14.
- [6] 任永强. 智能矿井综合自动化系统研究[J]. 能源与环保, 2019, 41(5): 115-120.
- [7] 公安部信息安全等级保护评估中心. 信息安全等级保护政策培训教材[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [8] 孙其博, 刘杰, 黎彝, 等. 物联网: 概念、架构与关键技术研究综述[J]. 北京邮电大学学报, 2010, 33(3): 1-9.
- [9] ATHEY S, TIBSHIRANI J, WAGER S. Generalized random forests [J]. Annals Statist, 2019, 47(2): 1148-1178.
- [10] 鄢丹, 周继雄, 谷岩. UML 与 PB 在三层医院信息系统中的应用[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版), 2003, 27(1): 120-123.
- [11] 张亮, 刘百祥, 张如意, 等. 区块链技术综述[J]. 计算机工程, 2019, 45(05): 1-12.
- [12] 王汝言, 刘宇哲, 张普宁, 等. 面向物联网的边云协同实体搜索方法[J]. 计算机工程, 2020, 46(8): 43-49.
- [13] 朱国晖, 刘秀霞, 张茵. 面向多链路故障的生存性虚拟网络映射算法[J]. 计算机工程, 2020, 46(10): 182-187.
- [14] LI J C, ZHAO D L, GE B F, et al. A link prediction method for heterogeneous networks based on BP neural network [J]. Phys A-Statist Mechan & ITS Applic, 2018, 495: 1-17.