

超高层消防安全管理云服务平台设计与实现

邢翱

(应急管理部沈阳消防研究所 辽宁省沈阳市 110034)

摘要: 本文介绍了超高层消防安全管理云服务平台的架构设计与应用, 平台将新一代信息技术与消防安全管理深度融合, 实现超高层建筑的消防安全管理数据的全面汇集、多源异构数据的集中处理、消防隐患的实时监测预警、消防安全风险的智能评估, 提升超高层建筑的消防安全水平和监测预警能力。

关键词: 平台设计; 多源异构数据; 风险评估; 监测预警

近年来, 随着我国经济的高速发展, 人口不断增长, 城市土地资源有限的条件下城市建设了大量高层/超高层、大型综合体等建筑, 这些建筑中尤其以超高层建筑最为复杂。根据《民用建筑设计通则》的规定, 超高层建筑为建筑高度大于等于 100m 的民用建筑。典型的超高层建筑代表有广州塔(600 米)、平安国际金融中心(592.5 米)、周大福金融中心(530 米), 此类超高层建筑结构复杂、容积率高、人口荷载大, 由此带来消防安全隐患和风险也日益增多, 火灾发生几率和防控难度不断增加, 一旦发生火灾扑救难度大, 将对人民生命财产造成重大损伤。

本文介绍的超高层消防安全管理云服务平台以应急管理部《高层民用建筑消防安全管理规定》为基础, 落实超高层建筑的消防安全责任制, 规范消防安全管理要素, 全面汇集消防设施状态、维修保养、隐患排查、防火巡查等消防安全管理数据, 应用基于大数据的风险评估模型, 实现超高层建筑消防安全火灾隐患全域感知与风险监测预警, 解决了超高层建筑消防安全责任难落实、风险评估不科学、监测预警不智能等问题。

1 超高层建筑消防安全管理面临的现实问题

1.1 超高层建筑火灾隐患多

随着城市发展, 城市建设伴生风险不断积累。超高层建筑是伴随城市发展的成果, 建筑结构复杂, 体量大, 设施繁多, 建筑内商场、娱乐、餐饮、办公、宾馆等场所数量庞大种类繁多, 超高层建筑内使用装饰材料的情况复杂, 建筑内部人员构成复杂, 火灾荷载密度大, 消防安全管理工作点多面广, 火灾隐患排查依赖的消防巡查巡检, 缺乏对风险隐患的监测感知。此外, 由于消防安全宣传力度不足, 大众消防安全意识淡薄。超高层建筑的火灾隐患数量急剧攀升。

1.2 消防安全主体责任难落实

超高层建筑往往由大量业主单位和使用单位使用, 内部

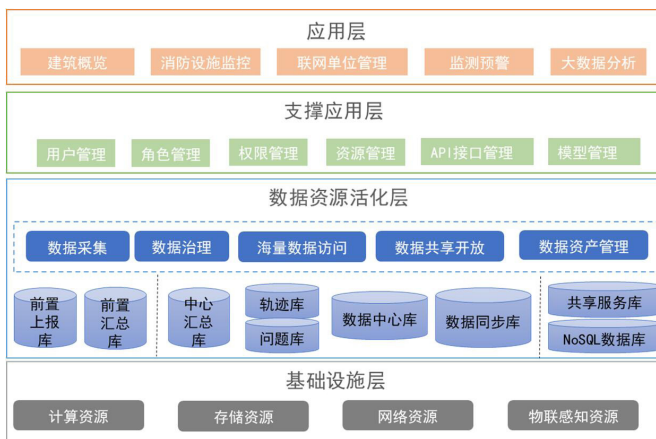


图 1: 系统架构图

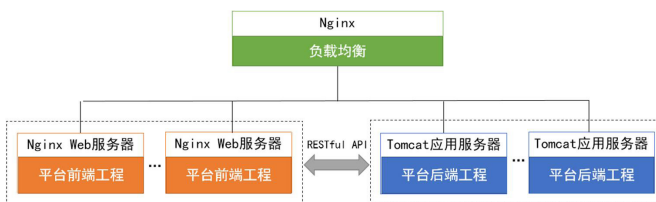


图 2: 平台部署架构

场所的使用形式有承包、租赁、委托经营等等, 超高层建筑的消防安全管理机构的消防安全制度不健全, 防火巡查、检查流于形式, 消防设施维保工作走过场, 疏散通道、安全出口、消防车通道等消防设施存在堵塞、占用等问题。超高层建筑的消防安全主体责任难以落实。

1.3 监测预警科技支撑能力不足

大量超高层建筑的消防设施尚未接入的城市消防物联网远程监控系统实现各类消防设施运行情况的实时监测, 消防安全薄弱环节及重点部位未借助物联感知设施进行消防安全风险隐患的全面感知。超高层建筑的消防安全管理系统如巡查巡检系统、消防维保系统, 以及消防救援等政府部门建立

● 基金项目: 广东省重点领域研发计划项目“超高层建筑火灾监测预警与灭火救援关键技术及装备研发与应用示范”(2019 B111102002)。

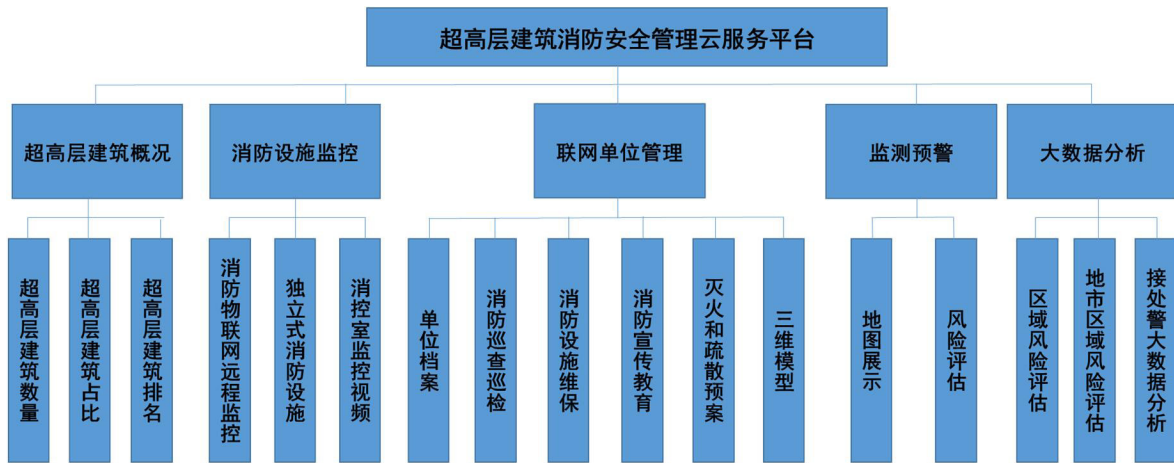


图 3: 平台功能架构



图 4: 平台首页

的消防监督管理系统、火灾统计系统、网格化系统中积累了大量的数据，未能有效汇聚整合，形成了“数据孤岛”，且未能充分挖掘数据的价值以支撑精准防控与监测预警。

2 系统架构设计

超高层消防安全管理云服务平台针对超高层消防安全管理存在的诸多问题，设计了由基础设施层、数据资源活化层、支撑应用层和系统应用层构成的系统平台。平台以消防安全管理的应用需求为导向，以物联网、大数据、云计算等计算机应用技术为手段，以综合消防大数据分析管理和智能监测预警为目标，将超高层建筑的基础信息、人员信息和场所信息进行采集，重点是将消防设施和消防安全管理信息进行采集，并对数据进行分析挖掘，实现超高层建筑消防设施状态全息感知、消防安全风险实时评估和智能化监测预警。

2.1 基础设施层

基础设施层包含计算资源、存储资源、网络资源和物联感知资源。计算资源和存储资源是由服务器、交换机、存储设备、安全设备等硬件以及虚拟化、分布式数据库等软件共同搭建的云计算中心实现，为平台的运行提供计算和数据存储服务。网络资源包括政务外网、互联网等网络资源为平台的运行和数据汇集提供网络支撑。物联感知资源包括消防设施感知、火灾隐患感知、消防通道感知、建筑人员分布感知、

消防安全管理行为感知等，为平台获取实时的消防物联感知数据。

2.2 数据资源活化层

数据资源活化层包括数据采集、数据治理、海量数据访问、数据开放共享和数据资产管理。数据资源活化层利用离线数据导入形式将超高层建筑和单位等数据进行初始化导入，利用前置库同步将超高层建筑消防安全管理进行数据同步，利用数据接口和消息队列实现消防设施数据实时接入，利用数据流式接入视频非结构化数据。

2.3 支撑应用层

支撑应用层包括用户管理、角色管理、权限管理、资源管理、API 接口管理和模型管理。用户管理、角色管理和权限管理实现用户的角色权限控制，资源管理实现对数据资源的访问的控制，API 接口管理实现数据接入和共享等数据接口的管理，模型管理实现对建筑三维模型和消防安全风险评估模型的配置管理。

2.4 平台应用层

平台应用层包括超高层建筑概况、消防设施监控、联网单位管理、监测预警、大数据分析等一系列功能。将汇集的数据进行分析和建模，对超高层建筑的消防安全风险进行评

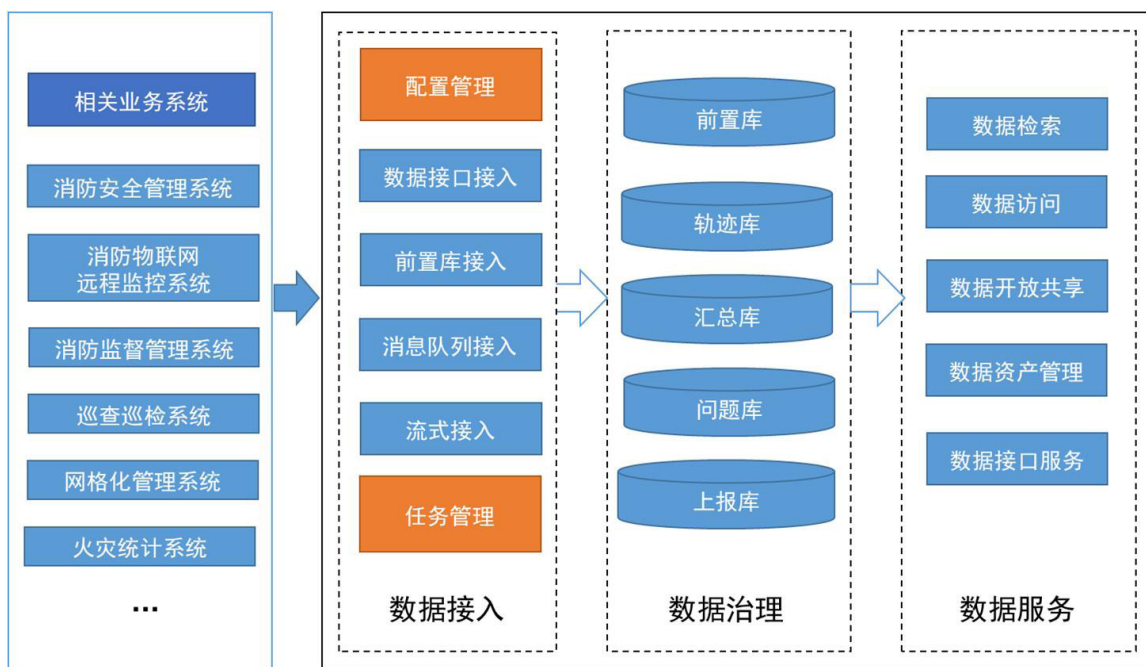


图 5: 平台数据架构

估，进而实现智能监测预警。

3 系统实现

超高层消防安全社会化服务云平台是综合运用新一代信息技术，构建按需分配计算、存储、网络、应用等资源的云服务平台，对接社会单位消防安全系统，通过汇集联网单位的消防设施数据、消防安全管理数据，并将火灾统计数据、消防监督管理数据、网格化数据与之整合，构建消防数据资源库，提供消防设施监控和信息管理服务，利用大数据统计与分析技术对现有数据资源进行深度挖掘应用，寻找潜在规律、提前预判风险、优化消防救援力量配置。

3.1 平台功能设计

平台采用前后端分离架构，通过访问接口实现前后端的协调工作，前端采用 Vue 框架，后端采用 Spring Boot 微服务架构，通过 ajax 请求后端 RESTful API 接口，实现前后端项目的联动，构建高性能、高并发、高可用的一体化平台应用。

平台的前端工程以 Vue 框架为核心，基于标准的 HTML、CSS 和 Javascript 构建模块化用户界面。前端页面设计采用 Vue 拓展 HTML 标签的模块语法，自动追踪依赖并计算属性。页面数据处理方面利用 Vue 框架的双向数据绑定实现数据和组件的高效绑定，触发监听回调函数对视图进行渲染。页面切换和跳转的应用方面采用 Vue-router 插件将访问路径和组件进行映射，实现页面的便捷切换与跳转。

平台的后端工程以 Spring Boot 框架为基础，创建独立的 Java Web 应用程序，将平台功能进行模块化设计，构建高性能的生产级后台服务。后端工程采用自动配置，部署时

支持直接嵌入 Tomcat、Jetty 等应用服务器，为后端服务的横向拓展提供便利。

前后端分离架构设计本质上是利用 JavaScript 封装数据调用访问 RESTful API 接口实现数据交互和信息展示，该架构的优势在于提供平台的性能，缓解服务端压力，实现页面流畅访问、高兼容性运行，提升用户体验。平台的前后端工程的部署架构如图 2 所示，通过集群式部署横向拓展项目的并发访问能力，确保平台的高可用。

超高层消防安全社会化服务云平台的功能架构如图 3 所示，功能架构采用层次设计，共分为超高层建筑概况、消防设施监控、联网单位、监测预警和大数据分析 5 大功能。

超高层建筑概况总体展示平台汇集的超高层建筑信息，并以地市为单位展示超高层建筑的数量、占比和排名。消防设施监控展示消防物联网远程监控数据、独立式消防设施数据、消防室视频数据。联网单位管理支持省市三级联动查看超高层建筑社会单位消防安全数据，包含单位档案、消防巡查巡检、消防设施维保、消防宣传教育、灭火和疏散预案管理、三维建筑模型。监测预警支持地图上展示建筑的消防安全风险情况。大数据分析展示区域风险情况、区域警情和火灾扑救情况。

超高层建筑消防安全管理云服务平台首页如图 4 所示，左侧页面展示超高层建筑概况和消防设施监控，中间页面展示联网单位管理和监测预警，右侧页面展示大数据分析。

平台建立的建筑三维模型展示超高层建筑的整体信息，平台用户可以直观调取超高层建筑的消防安全管理数据，包括单位基础信息、消防物联网设备信息、建筑楼层图信息、

建筑风险评估、扣分详情和改进建议等。

3.2 数据架构设计

根据《高层民用建筑消防安全管理规定》，平台重新梳理超高层建筑消防安全相关要素，梳理出了 19 个要素：

- (1) 超高层建筑档案；
- (2) 超高层建筑年度消防工作计划；
- (3) 防火检查、防火巡查、火灾隐患整改；
- (4) 消防设施运行情况；
- (5) 消防设施维护保养；
- (6) 消防安全重点部位标识和管理；
- (7) 消防控制室管理；
- (8) 安全出口、疏散通道、消防车通道管理；
- (9) 动用明火、用电、用气和危险品管理；
- (10) 库房设置与管理；
- (11) 逃生疏散设施器材配备情况；
- (12) 专职消防队、志愿消防队（微型消防站）等管理；
- (13) 电器设备的安装、线路敷设、维护保养情况；
- (14) 燃气用具的安装使用及其管路敷设、维护保养情况；
- (15) 建筑外墙外保温系统维护保养；
- (16) 户外广告牌、外装饰管理；
- (17) 电缆井、管道井等竖向管井管理；
- (18) 灭火和应急疏散综合预案编制和演练；
- (19) 消防安全宣传教育和培训。

上述要素确定了平台的关于超高层建筑消防安全管理的重要数据构成。

超高层建筑消防安全相关要素中消防设施运行情况数据是能体现超高层建筑消防安全的实时状态的数据，平台汇集并管理的消防设施数据包括火灾自动报警系统、电气火灾监控系统、消防给水系统及消火栓系统、防烟排烟系统、防火门及卷帘系统、消防电梯、消防应急照明和疏散指示系统、消防电源、独立式设备、消防车道、自动喷水灭火系统、水喷雾（细水雾）灭火系统、泡沫灭火系统、干粉灭火系统、消防应急广播等消防设施的传感数据。

超高层建筑消防安全管理云服务平台的数据架构如图 5 所示，超高层建筑消防安全相关要素明确平台汇集数据的来源和数据项。平台从消防安全管理系统、消防物联网远程监控系统、消防监督管理系统、巡查巡检系统、网格化管理系统、火灾统计系统等相关业务系统汇集数据。

数据接入支持接口接入、前置库接入、消息队列、视频流式接入，多种接入方式满足各类数据接入需求，将数据进行高效汇集。汇集管理的数据中结构化数据主要由消防安全管理系统等相关业务系统产生的数据构成，非结构化数据包含预案、建筑结构图、视频等数据。通过数据治理形成超高层

建筑消防安全管理数据库，并对上层提供数据服务，提供数据检索、数据访问、数据开放共享、数据资产管理和数据接口服务。

3.3 风险评估

超高层建筑消防安全管理云服务平台的最终目标是实现智能化监测预警，为了实现这一目标需要对超高层建筑建立风险评估模型，并进行消防安全风险评估。

平台汇集超高层建筑消防安全数据，以汇集的各类消防数据为基础，将消防设施信息、消防安全管理信息、消防监督信息、网格化信息、火灾统计信息进行整合，构建超高层建筑风险评估数据集，以消防监督和火灾信息为验证结果，利用大数据和机器学习的算法，建立超高层建筑风险评估模型，进而实现对超高层建筑消防安全的多因素综合风险评估。

超高层建筑消防安全管理云服务平台应用风险评估模型对某超高层建筑进行评估。评估结果对存在的消防安全问题进行展示，指导社会单位对风险项进行整改完善。平台针对管理的超高层建筑进行消防安全风险评估，并对中高风险的建筑进行提示和预警。同时，消防救援部门可以以平台的评估结果为基础开展有针对性的消防监督检查，实现差异化监管和消防安全风险的精准防控。

4 总结

超高层建筑消防安全管理云服务平台通过全面汇集超高层建筑消防安全数据，建立数据同步机制，标准化数据的存储与交换，进一步利用先进的物联网、大数据、云计算、人工智能等技术手段分析挖掘数据，全息感知高层建筑消防安全风险，准确识别风险和及时预警，实时化、智能化评估消防安全风险，差异化、精准化消防安全监管，提升超高层建筑的消防安全预警能力，为消防救援部门防火监督检查和监测预警提供技术支撑。

参考文献

- [1] 范维澄. 火灾风险评估方法学 [M]. 科学出版社, 2004.
- [2] 王剑文, 曹刚. 当前我国高层建筑消防安全管理现状及对策研究 [J]. 中国应急救援, 2012(3): 3.
- [3] 张绍国. 超高层建筑消防安全对策案例分析 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2017(11): 3.
- [4] 王其磊, 贾春雷, 杨素芳等. 基于改进模糊层次分析法的超高层建筑消防安全评价 [J]. 消防科学与技术, 2016, 000(003): 416-418.

作者简介

邢翱(1992-), 男, 辽宁省沈阳市人。硕士学位, 研究实习员。研究方向为智慧消防。