

人员定位系统助力石化企业安全管理降本增效

何英博 陆鹏飞 (中海油惠州石化有限公司信息中心, 广东 惠州 516086)

董 振 (中海油惠州石化有限公司 HSE 中心, 广东 惠州 516086)

摘要: 作为能源和石油化工行业的重要成员, 石化企业生产装置区域具有高温、高压、易燃和易爆等特点, 生产安全要求非常高。传统的安全管理是难以实时控制和掌握现场工作人员的情况和状态, 导致应急情况下响应延迟, 而且投资巨大, 造成了投入和回报比很低。在本文中, 研究设计了一套人员定位系统, 该系统将蓝牙人员定位技术、LoRa 通讯技术及北斗卫星定位技术结合起来, 以提高石化企业的安全管理水平和应急效率同时降低成本。实际应用表明, 该系统提高了员工实时定位的准确性, 提升了应急响应和员工调度效率, 降低了安全管理难度, 提高了生产安全水平。未来, 人员定位系统将在更多行业和场景中发挥重要作用, 通过优化技术以提高智能和集成水平, 为企业安全管理提供更强大的支持。

关键词: 人员定位; 安全管理; 降本增效

作为能源和化工行业的重要成员, 石化企业具有高温、高压、易燃和爆炸等特点, 生产安全要求非常高。随着生产规模的扩大和过程的复杂性, 如何有效管理现场员工, 提高应急响应效率, 降低管理成本已成为公司面临的重要任务。人员定位系统通过实时监控和管理员工, 为生产安全提供了强大的支持。本研究旨在分析这种定位技术, 设计和实施适用于石化企业的人员定位系统, 以提高安全管理水平和应急响应效率。

1 安全管理降本增效研究的背景和意义

石化企业的生产过程中存在许多隐藏的风险和管理问题。传统的安全管理方式如增加视频监控摄像头数量, 还是会有监控盲区, 难以实时控制和掌握现场工作人员的情况和状态, 导致应急响应延迟, 同时管理成本巨大。通过实时监控员工的位置, 员工定位可以及时发现和处理潜在风险, 提高应急响应效率, 确保员工安全。同时, 可以改进定位系统、人员调度和工作流程, 提高科学生产管理和效率, 降低管理成本。因此, 研究和应用适合石化企业的人员定位系统非常重要。

2 行业内现有的定位技术

2.1 RFID 定位技术

RFID 使用射频来识别的技术, 是使用无线电信号进行识别然后获取相关信息。然而, 定位精度相对较低, 在液态和金属环境中性能有限^[1]。RFID 低成本标签间可以相互作用, 每个价格标签的价格都在几元到几十元之间。交互式读卡器和标签在安装过程中相对简单, 无需复杂的布线和设置。然而, 交互定位精度通常在 1-10m 之间, 很难满足高精度定位要求。在

金属、液体等环境中, 信号相互作用很容易干扰, 从而影响效果的确定。

2.2 卫星定位技术

卫星定位技术依赖卫星信号进行定位, 具有全球高分辨率定位覆盖。然而, 在室内、地下和环境中, 定位信号容易被阻止, 难以提供稳定的定位服务。卫星定位技术, 适用于户外大规模定位。在开阔区域, 定位精度可达 2-5m。然而, 卫星定位终端设备是一种消耗大量能源的设备, 如果人员定位系统采用卫星定位技术, 那么随之而来的就是人员佩戴的定位卡片功率提高与耗能增加, 卡片的单次充电后使用时长仅仅为 1.5 天左右, 这样就会导致卡片需要频繁的充电, 造成现场操作人员每天都要考虑卡片充电的问题, 给现场带来额外的工作负担导致抵触情绪, 不利于全员定位工作的开展, 不适合长期连续使用。因此, 此种技术多应用如后勤车辆、应急救援车辆、消防车辆等可以实现车载充电的场景, 以及许多带有定位和跟踪功能的移动通讯终端设备和工程机械和大型设备的定位管理。

2.3 UWB 定位技术

超宽带 (UWB) 使用高分辨率无线电波脉冲定位技术, 具有强大的抗干扰功能和高分辨率定位能力。UWB 技术广泛应用于石化行业, 可以满足高精度实时定位要求, 但设备成本高, 安装和维护更加复杂。定位精度可达 10-30cm, 适用于需要高精度的场景。在复杂的环境中, UWB 信号具有强大的抗干扰能力, 可以提供稳定的定位服务。可以从员工和设备实时获取位置数据。UWB 设备是高成本设备, 每个基站标

签的价格为数十万元。在进行更大的投资之前，需要充分的评估投资与需求场景。因此该技术更适用于范围小、高精度要求高的比如具有高危作业的厂房、特殊企业的楼宇内部等定位范围小但是对精度较高的场景。

2.4 蓝牙定位技术

通过在现场部署蓝牙信标，蓝牙定位技术可以实现人员和设备的定位管理。蓝牙信标是一种低成本接收器，每个蓝牙信标的价格在几十元到100元之间。蓝牙信标安装过程简单，易于维护和更换。定位精度通常在3-5m之间，不适合极高精度要求的应用场景。蓝牙是一种覆盖范围有限的信号，通常在几米之内，因此信标部署的数量较多，但是蓝牙定位技术的功耗低，平均一张人员定位卡片单次充电后可使用20天左右，大大减少了充电问题给现场操作人员带来的困扰，有利于全员定位工作在全厂的开展。

3 石化行业现场的实际情况和特点

3.1 石化企业环境特点

首先，石化企业生产现场有许多危险因素，例如高温、高压、易燃、爆炸等。其次，工作区域范围广，分散的员工分布使安全管理非常困难也是石化企业的一大特点^[2]。再次，现场多为钢铁框架结构，内部设备及种类繁多，包括塔、罐、机泵、换热器、管道等都是金属材质，其特点就是天然屏蔽。

3.2 操作人员工作特点

在考虑石化企业的环境特点的同时也要考虑操作人员实际工作方面的问题，比如定位设备的体积、重量、电池续航时间、设备功能等等因素。如果体积和重量过大，则会导致员工携带不方便，影响正常作业；如果续航时间短，则会导致员工经常要关注电量问题，频繁充电给员工增加工作量；如果定位设备功能单一，则会导致员工在工作时要根据需求功能不同携带不同的设备在身上，从而增加员工的负担。

因此，在选择最佳技术方案时，要多方面综合考虑，比如定位精度、环境适应性、便携性和安全性。

4 系统设计

4.1 设计调研

人员定位系统设计需求调研主要以定位范围、定位精度、卡片尺寸、卡片待机时长以及平台功能等几大方面开展，其中定位精度根据实际需求应 $\leq 5m$ ；定位卡片尺寸选择应根据员工的佩戴习惯尽可能接近工作证尺寸；定位卡片的电池续航要求原则是越长越好，最少不低于15天，以避免频繁充电；平台功能

方面应按照国家相应的指导意见及企业自身需求来进行定制化开发。

4.2 技术路线

结合厂区的特点，其方案选择的技术路线是人员定位卡采用蓝牙5.0加LoRa基站通讯加5G石化专网通讯技术，现场通过布设蓝牙信标和内置5G通讯模块的LoRa基站实现整个厂区的定位信号全覆盖；车辆定位卡采用北斗技术方案通过5G石化专网传输数据；

4.3 系统架构

人员定位系统的整个结构由以下几个部分组成：信标、通讯卡片、通讯基站、管理平台组成。

4.4 主要功能

定位终端方面，每位员工都会佩戴实时发送位置信息的蓝牙定位卡片，蓝牙信标每秒通讯5次，同时卡片具备工作证、门禁和消费功能，实现厂区一卡通。通讯基站方面，在厂区中设立100余个LoRa基站和30000余个蓝牙信标，LoRa基站覆盖100m，蓝牙信标覆盖10m。每个基站和信标都可以在其范围内获取定位标签信号，并通过5G无线网络将数据传输到后台管理平台。通信网络方面，在工厂使用专用5G无线网络，确保数据传输的稳定性和安全性。网络带宽为100Mbps，可以支持实时传输大量数据进行定位。后台管理平台方面，选用高性能服务器，具有大数据处理和软件分析。该平台可以接收和处理实时定位数据，提供地图位置工作人员功能、查询历史记录路径、异常警报和应急响应，定位数据可存储一年。

5 系统实施

5.1 设备安装

根据厂区不同区域的实际情况，进行实地调查以确定基站和信标安装的位置，以确保全面稳定的信号覆盖。在设备安装过程中，必须考虑防腐蚀爆炸等特殊要求，以确保系统运行的安全性和可靠性。设备安装完成后，校正系统得到优化，以确保定位精度和响应速度，以满足预期。通过不断修改设置参数基站的位置，提高系统性能，提高站点效果。培训管理人员和操作员使用系统，确保他们能够熟练操作系统，并及时响应异常情况。制定系统维护计划，定期检查设备，确保系统的长期稳定性。

5.2 系统功能实现

现场布设的LoRa基站中使用的是5G专网通讯卡进行定位数据的回传，通过5G专网数据回传到中控室人员定位管理平台进行集中管控，蓝牙信标发送信

号给到人员定位卡，人员定位卡收到蓝牙坐标值后通过 470M LoRa 通讯系统传输到数据网关，再通过 5G 专网回传到中控室人员定位管理平台；给车辆定位，通过北斗卫星进行定位，车辆卡收到北斗定位坐标后通过内置的 5G 专网通讯模组将信号回传到中控室人员定位管理平台；实现人/车实时定位、轨迹查询、SOS 报警、电子围栏、静止/超员/聚信/缺员/违禁闯入/超时滞留等告警管理、最终位置查询、设备低电量管理、外来人员进出管理、承包商管理、门禁集成联动、视频联动、厂区系统集成服务、三维地图可视化大屏管理等。

6 降本增效应用效果

蓝牙技术人员定位系统成本相对其他技术有着成本低部署快的特点，部署完毕后可通过管理平台实时接收和处理位置数据，并通过视觉界面显示，实施掌控现场人员动态，大大减少传统监控设备的投入，节约成本。

传统的安全管控在技术方面主要依靠视频监控手段对现场人员进行跟踪管控，但是视频监控存在一定的盲区，如果将装置所有盲区布置高清摄像头，单独考虑一套装置的话就需要增加近 30 台摄像机，按照每台 1 万元来计算，加上设计、布线、施工等费用，投资就要增加 60 万。

如果采用定位系统对人员进行跟踪管控，系统软件、硬件、设计、施工等费用核算下来每套装置不到 20 万元，投资成本不到高清摄像头费用的三分之一，大大的节约了成本。同时，在后续维护方面，蓝牙信标是 3 年免维护，基站数量少且单台基站维护费用也远低于高清摄像头。选用定位系统总体算下来 1 套装置 5 年可为公司节约近 50 万的成本，全厂考虑下来节约成本更为可观。

效果方面，实时位置是通过每秒更新系统数据，实时显示整个工厂的人员位置信息。管理者可以通过界面选择特定区域或人员、车辆，以实时查看人员、车辆的位置和活动路径。

历史路径查询是通过调用一个保存所有员工历史路径数据的时序数据库里的数据，管理者可以通过输入时间段和员工信息，查询特定个人的历史路径，并分析活动路径和停留时间。

报警功能是具有多种机制的异常报警系统，例如进入禁区、长时间不移动、许多人聚集在一起等情况。一旦系统检测到异常情况，系统将会立即发送警报提示并通知相关管理人员。系统响应时间为 1s，以确保

能够及时解决潜在风险。

应急响应功能是该系统提供应急响应计划，一旦发生紧急情况，该系统可以自动生成最佳疏散路径和员工分布地图，并帮助管理人员在紧急情况下做出决策。该系统支持与紧急广播和现场报警系统的交互，提高应急响应效率。

通过实时监控和数据分析，管理者可以控制现场员工动态，提高应急安全管理和决策的效率，并确保企业的生产和运营安全。

7 拓展研究

接下来结合人员定位行业内的多种技术特点，我们考虑如果将蓝牙技术与 UWB 技术相结合起来，如表 1 所示，定位效果会得到更进一步的提升，可有效满足石化企业高精度定位服务与大范围复杂场景定位服务灵活组别的需求。

表 1 UWB 技术和蓝牙技术的结合应用

技术	优点	缺点	应用情况
UWB 技术	高精度定位 (10-30cm)、抗干扰能力强、实时性好	设备成本高、安装和维护复杂	用于厂房及楼宇内超高精度需求的人员和设备定位需求
蓝牙技术	成本低、易部署	定位精度相对较低 (3-5m)、信号覆盖有限	适用于装置区大范围定位，非超高精度要求的场景

综上所述，通过综合考虑石化企业的实际环境和需求，如果需要进一步提高定位精准度，采用 UWB 技术和蓝牙技术的结合方案。

8 结论

蓝牙技术定位系统在满足石化企业的需求的同时，其低成本以及卡片的一卡通功能和低功耗、长待机的特点也助力了定位系统的推广使用。接下来可以研究通过将蓝牙技术与 UWB 技术相结合设计的人员定位系统，能够满足石化企业不同业务场景下定位精度差异化的需求，即可实现精准定位，极大的提高了安全管理和应急响应的效率，又解决了现场环境多样单一技术无法满足需求，同时有效的节约了项目投资。未来，随着技术的不断发展，人员定位系统将在行业内更多场景中发挥重要作用，将为石化企业安全管理提升提供更强大的支持。

参考文献：

- [1] 李静. 矿井人员定位系统定位精度的优化设计与应用 [J]. 自动化应用, 2024, 65(06): 28-30.
- [2] 俞吾龙. 人员定位系统在化工企业安全管理中的应用 [J]. 化纤与纺织技术, 2024, 53(04): 112-114.