



抽水蓄能电站人员定位管理系统关键技术

马娜, 靳莉

(北京国电通网络技术有限公司, 北京 100070)

摘要: 超宽带定位技术具有功耗低、传输速率高、安全性高等优点, 特别是在定位方面能够提供非常高的精度, 在抽水蓄能电站信息化建设方面发挥着不可替代的作用。介绍了超宽带定位技术, 对 RFID、ZigBee、高频脉冲等定位技术进行了对比分析, 阐述了系统架构和定位原理, 最后介绍了抽水蓄能电站中的应用。

关键词: UWB; 抽水蓄能电站; 人员定位管理系统

中图分类号: TN925

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2018166

Key technologies of personnel location's management system for pumped storage power station

MA Na, JIN Li

Beijing Guodiantong Network Technology Co., Ltd., Beijing 100070, China

Abstract: The ultra wideband location has the advantages of low power consumption, high speed transmission and high security level, especially it can support high location accuracy. It plays an irreplaceable role in the information construction of pumped storage power station. The ultra wideband positioning technology was introduced. The positioning technologies such as RFID, ZigBee, high-frequency pulse were compared and analyzed. The system architecture and positioning principle were described. Finally, the application of the pumped storage power station were introduced.

Key words: UWB, pumped storage power station, personnel location's management system

1 引言

随着国家经济的发展, 电力负荷也随之增长, 电网的峰谷差不断扩大, 用户对电力安全和质量预期越来越高。抽水蓄能电站作为电网系统的稳定器, 其运行状况直接影响着电网的安全稳定运行, 在电网调峰、电网储能、新能源消纳和多能互补方面具有重要作用。由于抽水蓄能电站特殊

的隧洞施工环境, 一旦发生危险, 救援人员很难掌握隧洞中的实际情况和发生事故时被困人员的确切位置。因此, 抽水蓄能电站中应用的人员定位管理系统必须具备精准测距和定位技术, 而传统的无线定位系统使用 Wi-Fi、蓝牙及 ZigBee 等技术, 基于接收信号强度指示 (received signal strength indication, RSSI) 对标签位置进行粗略估计, 定位精度低、容易受到干扰、定位稳定性差,



难以适应高精度无线定位应用的要求。近年来,基于超宽带(ultra wideband, UWB)无线通信的精确测距和定位技术备受关注,得到快速发展,其拥有传统定位技术无法比拟的优势。

2 超宽带定位技术

超宽带技术是一种无载波通信技术,通过纳秒或微微秒接收和发送极窄脉冲传输数据,具有 GHz 量级的带宽。通过在宽频谱上传输功率非常低的无线信号,UWB 可以在大约 10 m 的范围内实现数百 Mbit/s 到数 Gbit/s 的数据传输速率。UWB 技术具有抗干扰性好、功耗低、传输速率快、发送功率小等诸多优点。目前,美国联邦通信委员会(Federal Communications Commission, FCC)开放的频段是 3.1~10.6 GHz,任何-10 dB 相对带宽大于 0.2 或绝对带宽大于 500 MHz 的信号都是超宽带信号。

$$\frac{f_H - f_L}{f_C} > 20\% \quad (1)$$

其中, f_H 、 f_L 分别为功率较峰值功率下降 10 dB 时所对应的高端频率和低端频率; f_C 为载波频率或中心频率, $f_C = (f_H + f_L)/2$ 。

UWB 超宽带技术具备了许多正弦载波通信技术无法比拟的优势,特别是 UWB 脉冲的宽度为纳秒级,具有较高的时间分辨率和较强的穿透材料的能力。利用超宽带信号进行定位,采用到达时间(time of arrival, TOA)定位技术测距,理论上可以达到 cm 级的测距精度,完全能够满足精确定位的需求。这种良好的性能为抽水蓄能电

站人员定位管理系统的设计提供了有力的支撑。

3 定位技术对比

目前存在的多种定位技术都有其自身的特点和应用场合,常见的无线定位技术的对比见表 1。

经过表 1 中的分析,可以得出 UWB 定位精度为厘米级,相比于其他定位方式更加精准,更重要的是,由于 UWB 信号的特点,决定了在变电站这种复杂的电磁环境中的精度不会降低,并且在计量、设备保护和通信系统上不会受到干扰。

4 系统架构

抽水蓄能电站中人员定位管理系统由定位硬件设备、中心数据处理硬件设备、中心网络传输设备、系统软件、后台服务软件、应用服务软件组成。人员定位系统通过前端硬件设备采集信息,通过网络传输设备上传至服务器,监控中心根据数据信息准确判断出人员的具体位置。人员定位管理系统架构如图 1 所示。

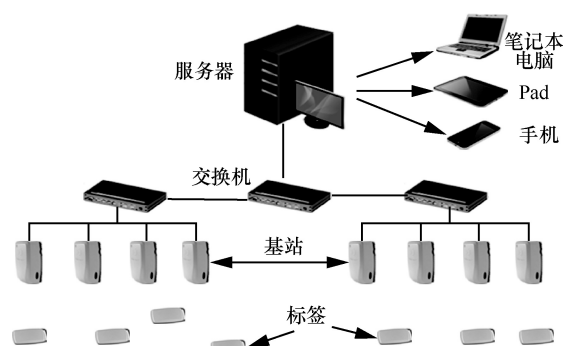


图 1 人员定位管理系统架构

表 1 无线定位技术对比

技术方式	技术原理	频率	基站半径	定位精度	技术特点
RFID	RSSI	2.4 GHz	全向最大 80 m, 定向最大 150 m	>1 m, 通过辅助 定位器可实现	RFID 为私有通信协议, 定制性强、安全性高, 可根据用户的应用灵活开发, 属于 ISM 开放频段, 专用于物联网
ZigBee		2.4 GHz	全向最大 80 m, 定向最大 150 m	>1 m, 通过辅助 定位器可实现	国外标准协议, 成熟、兼容性强, 但由于公有协议存在安全漏洞, 容易被破解。ZigBee 具有自组网能力(带宽 2 Mbit/s 可用于读表), 但在定位中此功能往往会成为缺陷, 基站节点瘫痪造成定位的瘫痪
高频脉冲	UWB	6.24~6.74 GHz	35~50 m	10 cm (无需辅助 定位器)	精度高, 频段需要无线电委员会批准, 干扰少, 标签电池续航时间短

5 定位原理

由于抽水蓄能电站对人员定位的高精度要求,在实际应用中通常有两种工作模式:一种是高精度测距的 TOA 模式;另一种是大容量的 TDOA (time difference of arrival, 到达时间差) 模式。

5.1 TOA 工作原理

TOA 是通过测量被测点发出的信号到达 3 个以上参考节点接收机所需的时间,得到发射点和接收点之间的距离,然后将接收机作为圆心,测量距离作为半径画圆,3 个圆的交点是被测量点的位置。如要系统实现一维定位,在布设基站时至少需要保证每个标签被两个基站信号覆盖;如果系统要二维定位,在布设基站时至少需要保证每个标签被 3 个基站信号覆盖。TOA 定位原理如图 2 所示。

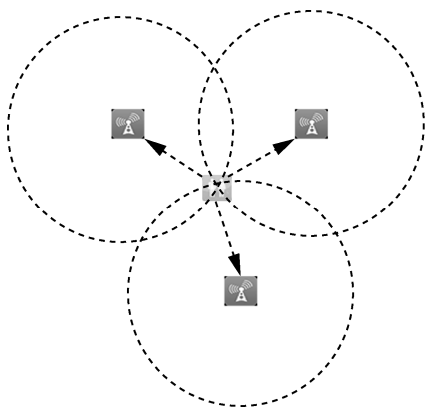


图2 TOA 定位原理

5.2 TDOA 工作原理

TDOA 定位通过测量无线电信号到达不同基站天线单元的时间差,对发射无线电信号的发射源进行定位,从而得出信号源的准确位置。定位过程是从基站将同一时间测量同一信号得到的数据发送至主基站,主基站分别计算出无线电信号到达两个基站天线的的时间差,将两站之间的时间差转换为距离差,可以得到一条双曲线,通过 3 个或多个无线电基站测得的时间差可得到两条或多

条双曲线相交,实现对发射源的定位。如系统要实现一维定位,在布设基站时至少需要保证每个标签被两个基站信号覆盖;如果系统要二维定位,在布设基站时至少需要保证每个标签被 3 个基站信号覆盖。

主基站 A 定时对从基站 B 和从基站 C 进行周期性的时间校准,并且将校准信息回传给服务器。标签 T 开启后按照事先设定好的刷新率周期性的向外发送定位信息,基站收到标签的定位信息后回传服务器。TDOA 定位原理如图 3 所示。

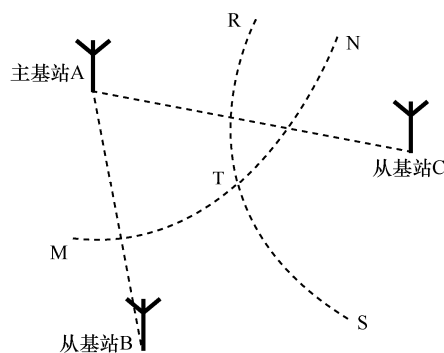


图3 TDOA 定位原理

6 抽水蓄能电站中的应用

抽水蓄能电站系统采用超宽带定位技术,通过人员定位管理系统对施工人员进行定位、跟踪。人员定位系统通过基站接收到标识卡发出的信号,监控中心根据信号到不同基站间的传输时间准确判断出人员的具体位置信息,系统可以在各种环境下获得定位数据,基本不受洞室群环境的影响。可根据洞室内各施工区域实际情况绘制主要监控区域、特殊区域电子地图,随着各施工区域内人员的移动,系统软件中各区域人数会随时更新;通过二维定位对现场人员在洞室中的位置进行定位,并将其运行轨迹在电子地图上进行形象直观的动画回放。事故发生时,可以迅速确定相关遇险人员的数量,准确定位事故地点。

抽水蓄能水电站虽然地形复杂、环境恶劣,但建筑结构分类却十分清晰。目前可采用以下几



种方式进行定位。

6.1 一维定位

一维定位是单轴方向上的定位,也可称为“直线定位”,能够精确定位标签在直线上的运动轨迹。

在定位区域内,标签定时(通信频率可设置)和基站进行测距,系统拿到标签与基站的时间差后画双曲线,已知 (X, Y) 中的一个变量,通过解方程求另一个变量。如图4所示,两个圆的交点就是标签的位置。

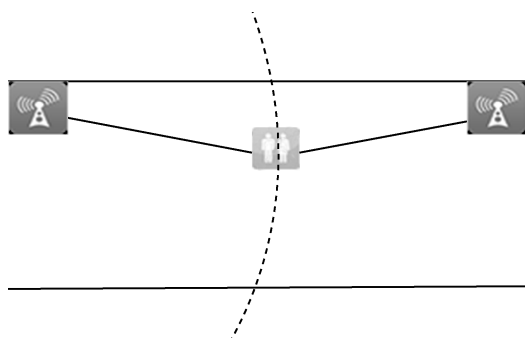


图4 一维定位原理

一维定位方案的基站之间的距离为80~100 m,标签至少被两个基站覆盖到。一维基站布置方案如图5所示。

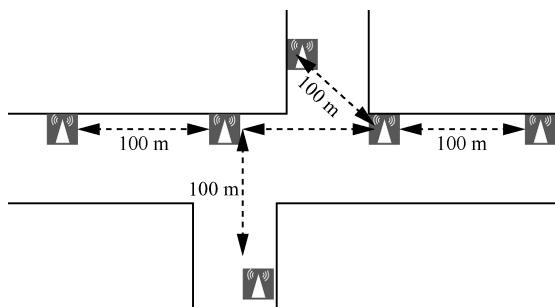


图5 一维基站布置方案

一维定位一般适用于长隧洞类型,包括交通洞、通风洞、导流洞等隧洞。隧洞的特点是长度较长,宽度相对于数千米的长度而言,基本可以忽略;尾闸洞、排水廊道等洞室,因其宽度较窄,一般也被归为长隧洞类型。定位精度可以达到1 m以内。

6.2 二维定位

二维定位能够精确定位标签在两个坐标轴上的位置,也称为“平面定位”,可反映标签的平面运动轨迹。二位基站布置方案如图6所示。

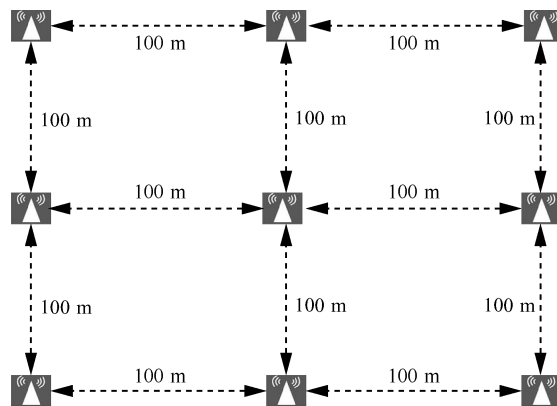


图6 二位基站布置方案

二维定位基站的布置可根据现场情况间隔35~50 m部署基站,在定位区域任何地点至少有3个基站可以照顾到标签。

二维定位一般适用于长宽比例差不多并且很大型的定位区域,如电厂厂房、厂区等,其特点是厂房的长度和宽度都比较大(长100~400 m,宽40~80 m,高30 m左右),空间内部署的设备数量并不多,但需要精确定位。定位精度可以达到1 m以内。

7 结束语

“十三五”期间抽水蓄能电站建设的全面铺开和智能技术的高速发展,对信息化的需求越来越高,人员定位系统作为抽水蓄能电站信息化建设中不可或缺的系统之一,发挥着十分重要的作用。超宽带技术已经渐渐成为无线通信领域研究的热点,必将成为下一代无线通信的关键技术,UWB的应用及相关产品的研究步伐也逐渐加快。UWB技术中的脉冲信号的传输功率非常低,只相当于一些背景噪声,并且能够与其他窄带信号系统共存,为解决频谱资源分配和容量问题提供了有效的途径。未来,UWB技术将日臻成熟,得到产业界的大力推

广, 也将在抽水蓄能电站中得到广泛应用。

参考文献:

- [1] 刘金镗. 先进 PID 控制 MATLAB 仿真[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
LIU J K. Advanced PID control MATLAB simulation[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2004.
- [2] 曾光奇. 模糊控制理论与工程应用[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2006.
ZENG G Q. Fuzzy control theory and engineering application[M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2006.
- [3] 刘伟. 关于模糊 PID 控制器的应用设计[J]. 沈阳工业大学学报, 2003, 25(2): 115-117.
LIU W. Application design of fuzzy PID controller[J]. Journal of Shenyang University of Technology, 2003, 25(2): 115-117.
- [4] 曾文, 王宏, 徐皓东. 超宽带技术的信道模型和定位技术研究与分析[J]. 计算机科学, 2007, 34(7): 34-37.
ZENG W, WANG H, XU A D. The research and analysis of channel models and positioning technology based on UWB[J]. Computer Science, 2007, 34(7): 34-37.
- [5] 王金龙. 无线超宽带(UWB)通信原理与应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
WANG J L. Principle and application of wireless ultra-broadband[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2009.
- [6] 俞一鸣, 姚远, 程学虎. TDOA 定位技术和实际应用简介[J]. 中国无线电, 2013(11): 57-58.
YU Y H, YAO Y, CHENG X H. TDOA positioning technology and practical application introduction[J]. China Radio, 2013(11): 57-58.
- [7] 张平, 李建武, 冯志勇, 等. 认知无线网络基础理论与关键技术研究[J]. 电信科学, 2014, 30(2): 1-13.
ZHANG P, LI J W, FENG Z Y, et al. Research on basic theory and key technology of cognitive radio network[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(2): 1-13.
- [8] 方箭, 王坦, 黄标. 高频段宽带无线通信前瞻[J]. 电信科学, 2014, 30(3): 109-113.
FANG J, WANG T, HUANG B. Outlook of broadband wireless communications at high frequency bands[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(3): 109-113.
- [9] 赵梓森. 中国光纤通信发展的回顾[J]. 电信科学, 2016, 32(5): 5-9.
ZHAO Z S. Review of the development of China's optical fiber communication[J]. Telecommunications Science, 2016, 32(5): 5-9.

[作者简介]



马娜(1986-), 女, 北京国电通网络技术有限公司技术与实施部技术支持经理, 主要研究方向为智能用电、智慧小区、抽水蓄能电站。



靳莉(1981-), 女, 现就职于北京国电通网络技术有限公司, 主要研究方向为智能用电、智慧小区、抽水蓄能电站。