

基于 ZigBee 技术的管道监测无线数据传输网络

关键词: Zigbee、管道监测、GPRS/CDMA、无线数据传输网络

应 用: 石油管道远程监测、天然气管道监测、城市热网管道监测

一、应用需求

石油管道、天然气管道、城市热网管道等输送管道的维护监测中, 如何保障输送管道的安全是石油、天然气和城市热力部门的一项重要责任。但是近年来针对输油、输气和热力管道的打孔盗油、盗气现象非常严重, 各管道储运部门投入大量的人力物力进行管道的安全保障维护工作, 很多储运公司都布置了大量的管道巡线人员, 但是人工的巡线方式并不能有效保证管网的安全。因此对于管道的储运公司来讲, 采用经济合理的方案布置 24 小时全天候的输油管道监控系统, 才能够对于管网的安全给与有效的技术支持, 从而减少损失。

二、系统概述

由于油气管道的空间跨度很大, 一般来讲都要绵延上百上千公里, 所以管道监控装置要布置在较大的空间跨度上, 各监测节点成链型线性分布, 所以数据的传输必须满足这一空间要求, 可以考虑采用经济的 ZIGBEE 无线数据传输方式。

由于油气管道一般都是露天布置、野外无人值守方式工作, 所以要求监控设备必须适合野外工作, 具有较高的稳定性和环境适应能力, 系统供电具有双电源系统和蓄电池以及太阳能电池, 停电时太阳能电池自动供电, 确保正常有效工作, 对山区和距离较远的监测点, 还有遥测中继站, 能接受并转发信号, 亦由太阳能电池供电, 保持长期可靠运行。

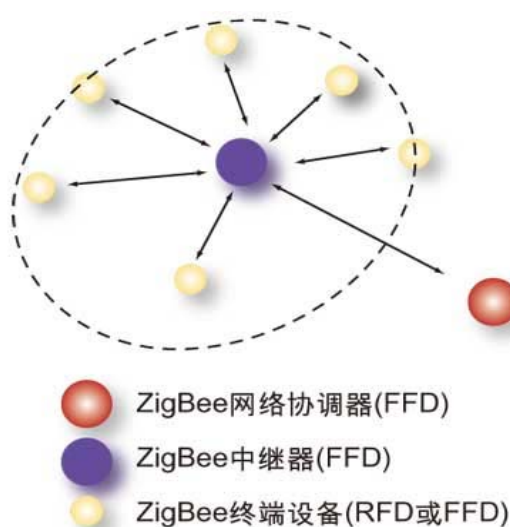
需要采集输油管道各个参数采集点的多种参数, 比如压力、流量、温度等, 数据返回监控中心便于进行综合分析。

随着无线通信技术的不断发展, 近年来出现了面向低成本设备无线联网要求的技术, 称之为 zigbee, 它是一种近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的双向无线通信技术, 主要适合于自动控制、远程数据采集领域及家用设备联网, 我们采用 zigbee 技术和 GPRS/CDMA 技术结合, 可以为管道监控系统的远程数据传输通信提供很好的解决方案。

三、Zigbee 无线技术简介

zigbee是一种新的无线连接技术，该无线连接技术主要解决低成本、低功耗、低复杂度、低传输速率、近距离的设备联网应用。

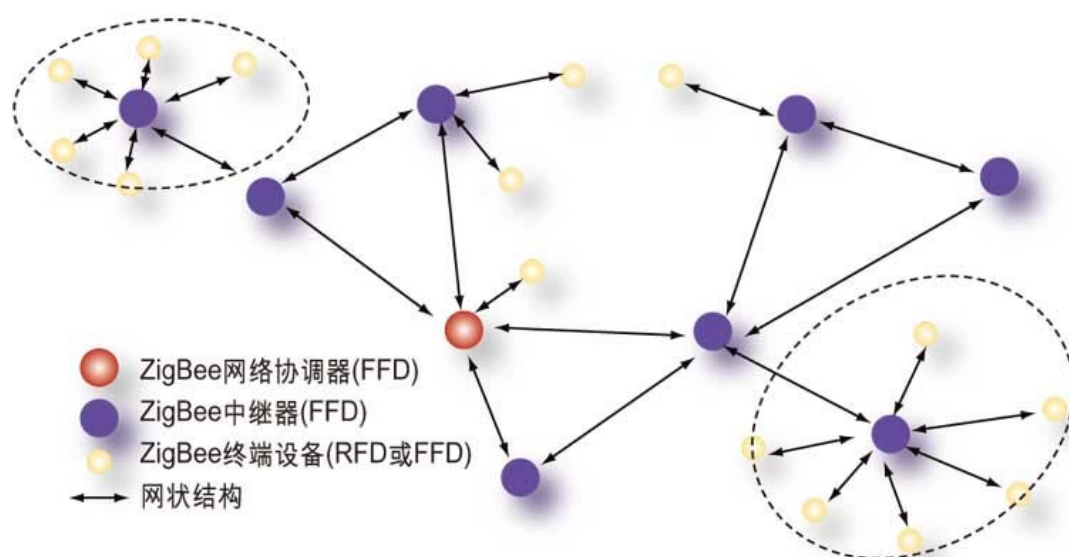
ZigBee 标准基于 802.15.4 协议栈而建立，具备了强大的设备联网功能，它支持三种主要的自组织无线网络类型，即星型结构、网状结构 (Mesh) 和簇状结构 (Cluster tree)，并且系统节点具有多跳路由功能，特别是能够组成蜂窝网状网络结构，具有很强的网络健壮性和系统可靠性。



图一 ZIGBEE 星型网络结构

星型网络结构特点

- ➡ 支持点对点、点对多点通信
- ➡ 中心节点为 ZIGBEE 协调器，终端节点为 ZIGBEE 终端设备
- ➡ 所有数据经过中心节点
- ➡ 适合圆形分散、距离较近的设备联网



图二 ZIGBEE 网状网络结构

MESH 网状网络结构特点

- ➡ 系统采用多跳式路由通信
- ➡ 网络容量很大
- ➡ 可以跨越很大的物理空间，适合距离较远比较分散的结构

MESH网状网络拓扑结构的网络具有强大的功能，网络的所有实体只有要通信范围之内，都可以互相通信，如果没有直接通路，还可以通过“多级跳”的方式来通信；该拓扑结构还可以组成极为复杂的网络；除此之外，网络还具备自组织、自愈功能。

四、Zigbee 无线技术优点

➡ 设备省电

zigbee 技术采用了多种节电的工作模式，可以确保两节五号电池支持长达 6 个月到 2 年左右的使用时间；

➡ 通信可靠

zigbee 采用了 CSMA-CA 的碰撞避免机制，同时为需要固定带宽的通信业务预留了专用时隙，避免了发送数据时的竞争和冲突；MAC 层采用了完全确认的数据传输机制，每个发送的数据包都必须等待接收方的确认信息；

➡ 网络的自组织、自愈能力强

zigbee的自组织功能：无需人工干预，网络节点能够感知其他节点的存在，并确定连接关系，组成结构化的网络；

zigbee自愈功能：增加或者删除一个节点，节点位置发生变动，节点发生故障等等，网络都能够自我修复，并对网络拓扑结构进行相应地调整，无需人工干预，保证整个系统仍然能正常工作。

具备自组织、自愈能力的无线通信网络才是自动抄表系统最理想的通信方式。

➡ 成本低廉

设备的复杂程度低，且 Zigbee 协议是免专利费的，这些可以有效地降低设备成本；

Zigbee 的工作频段灵活，为免执照频段的 2.4GHz，就是没有使用费的无线通信。

➡ 网络容量大

一个 ZigBee 网络可以容纳最多 254 个从设备和一个主设备，一个区域内可以同时存在 200 多个 ZigBee 网络；

➡ 数据安全

ZigBee 提供了数据完整性检查和鉴权功能，加密算法采用 AES-128，同时各个应用可以灵活确定其安全属性。

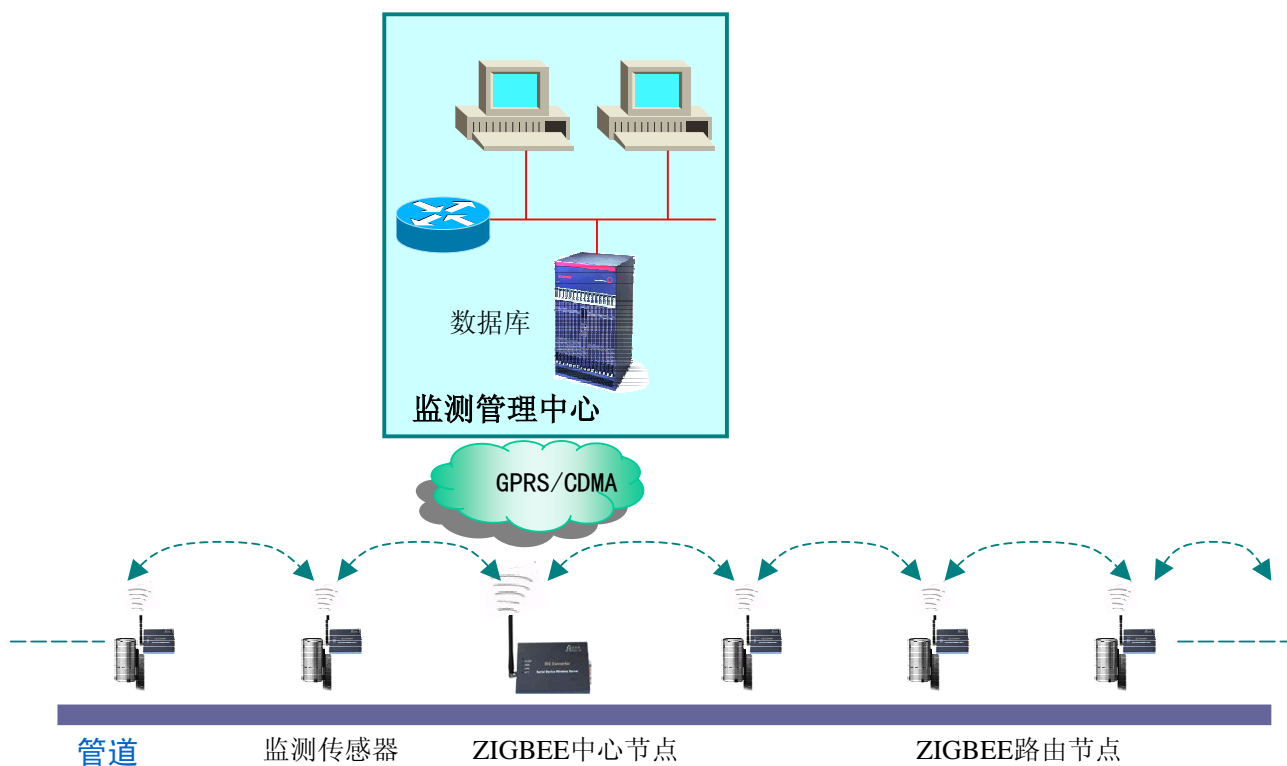
五、基于 ZigBee 和 GPRS 结合的管道监测无线数据传输网络

通过前面对管道监测系统的通信技术要求分析，结合 zigbee 技术特点和技术优势，我们采用 zigbee 技术和 GPRS 相结合的无线数据传输系统，来实现管道远程监测是一个非常理想的无线数据通信解决方案。

在实际应用中，我们选择了将 zigbee 技术与 GPRS/CDMA 结合起来，根据监测区域监测设备的不同分布，来灵活地构建检测数据传输无线网络。

- 监控点布置在管道的通过的途径上，每隔一段距离就布置一个监控点采集管道中的压力、流量、温度等参数，然后监控点通过 ZIGBEE 无线网络把采集到的数据传到 ZIGBEE 中心节点，中心节点的数据通过 GPRS 上传到监控中心，由监控中心负责分析记录数据，然后通过对数据的分析判断出哪一段的管道发生了泄露，通知管理人员进行处理。

- 所构建的 zigbee 网络线型发散的网路拓扑， 可以根据实际的组网需要， 设计合理的网路结构。



ZigBee管道监测无线数据传输方案—系统拓扑图

- ➔ 采用线型网络结构，随管道方向设置监测节点，数据采用多跳逐级路由发送
- ➔ 每个监测节点设置一个ZIGBEE路由节点，负责发送本节点数据，并负责中继转发其他节点数据
- ➔ 一个区域监测中心设置一个ZIGBEE中心节点
- ➔ ZIGBEE中心节点数据通过GPRS/CDMA或ADSL上传到监测中心

六、Zigbee 技术方案优势

目前的管道监测系统，从数据传输角度划分，可分为有线、无线两大类，这两大类抄表系统各有其适用的应用领域，但就抄表系统的投资、建设、维护等几方面而言，无线数据传输系统显然具有更大优势。

目前市场上的无线通信系统大致可分为基于无线数传模块、基于 GPRS/CDMA 数字蜂窝网络、或者是二者结合等几种方式，从应用角度而言，都存在以下一种或几种问题：

➡ 使用成本较高

GPRS/CDMA 数据传输需要付费，对于家庭电表抄表来说，系统的运行成本很高；

ZigBee 无线数据传输网解决了这个问题，系统运行不需要支付任何费用。

➡ 网络的自管理能力有限

采用无线数传模块，除了数据轮询时间随节点数增加而线形增加外，所组建的无线网络的自管理功能非常有限，增加或者减少节点，都需要人工去修改相应的数据库配置；节点出现故障，也常常需要人工去诊断等等；

抄表终端的供电问题难以很好地解决，由于抄表终端难以做到极低功耗，所以供电问题始终是一个瓶颈。

比较项目	Zigbee	GPRS/CDMA	WLAN	光纤 电缆
网络使用	2.4G 免费频段，无使用费	需要使用费	免费频段，无使用费	有线方式
设备功耗	极低	高	高	高
网络规模	容量很大，65536	1	32	小
传输距离	1—1000 米	远距离	1—50 米	远
传输带宽	最大 256K	128K	11M	大
技术优点	成本低，功耗低，网络容量大，网络安全性高	覆盖范围广，适合远距离传输	数据速率大	建设成本太高

七、顺舟网络科技的 ZIGBEE 通信模块

顺舟科技



顺舟科技



顺舟科技 SZ02-ZIGBEE 通信模块

参数名称	性能参数
频 段	2.4-2.483GHz
通讯协议标准	IEEE 802.15.4 zigbee
网络拓扑结构	网状网、星型
调制方式	DSSS (O-QPSK)
数据传输速率	最大 250KBps
寻址方式	64 位 IEEE 地址，8 位网络地址
数据加密	128-bit AES
错误校验	CRC-16/32
信道接入方式	CSMA-CA 和时隙化的 CSMA-CA
信道数	16
通信时延	15ms（激活或信道接入），30ms（设备搜索）
最大发射功率	25dbm
接收灵敏度	-94dbm
工作温度	-40-85℃
天线	2.4G 外置天线
通信距离	1000 米
数据接口	RS232/485（RJ45 接口）
配置端口	RS232（RJ45 接口）
电源	9V（标准工业接线端子）
工作功耗	1.8W