

# 分布式网络多通道实时数据无线监测系统设计

钱 军

(江西省信息中心, 南昌 330036)

**摘要:**普通无线监测系统中单个数据节点完整性较低,不能在适应网络多级结构分布形式变化的前提下,完成数据传输情况的实时记录;为解决上述问题,设计新型分布式网络多通道实时数据无线监测系统;通过数据实时采集、JIAG 无线监测电路设计,确定网络服务器在分布式串口中的连接形式,完成新型监测系统的硬件设计;针对监测电路模块,对多通道网络协议、节点监测主程序、无线监测上位机三大环节进行调整,完成新型监测系统的软件设计,实现系统的顺利运行;对比实验结果表明,与传统系统相比,应用新型无线监测系统后,多级网络结构分布适应性提升 35% 左右、单个数据节点的完整性提升 20% 左右。

**关键词:**分布式网络;实时数据;无线监测;数据采集;JIAG 电路;串口服务器;网络协议;监测上位机

## Design of Distributed Network Multi-channel Real-time Data Wireless Monitoring System

Qian jun

(Jiangxi Information Center, Nanchang 330036, China)

**Abstract:** The integrity of the single data node in the ordinary wireless monitoring system is low, and the real-time record of the data transmission can not be completed on the premise of adapting to the change of the multilevel structure of the network. To solve these problems, a new distributed network multi-channel real-time data wireless monitoring system is designed. Through the real-time data acquisition and JIAG wireless monitoring circuit design, the connection form of the network server in the distributed serial port is determined, and the hardware design of the new monitoring system is completed. According to the monitoring circuit module, the three links of the multi-channel network protocol, the node monitoring main program and the wireless monitoring machine are adjusted to complete the new type. The software of the monitoring system is designed to achieve the smooth operation of the system. The experimental results show that, compared with the traditional system, the adaptability of the multilevel network structure is up to about 35% and the integrity of the single data node is up to 20% after the new wireless monitoring system.

**Keywords:** distributed network; real-time data; wireless monitoring; data acquisition; JIAG circuit; serial port server; network protocol; monitoring upper location

## 0 引言

无线监测技术通过模拟微波、3G 通信、数字微波等手段实现视频资料的实时传输。这种新型检测手段综合运营成本较低,且网络结构灵活性较强,整个组网过程不受任何外部媒介影响,该项技术在我国主要被应用于视频监控、数据传输等多个领域。在过去很长一段时间里,普通无线监测系统以 Winform 框架作为硬件运行环境的搭建基础,并在此基础上,通过串口组网的形式完成完善系统软件运行环境<sup>[1-2]</sup>。模仿 FPGA 全波形数字化通信方式,连接系统的软硬件运行基础,实现系统的顺利运行。但随着系统运行时间的增加,单个数据节点的完整性、多级网络结构分布适应性开始出现下降趋势,导致数据传输情况得不到实时记录结果的出现。为避免上述情况的发生,引入多通道分布式网络搭建理论,并通过完善网络服务器在分布式串

口中连接形态等手段,设计一种新型分布式网络多通道实时数据无线监测系统,模拟对比实验结果显示,与普通系统相比,新型系统确实具备一定的实际推广意义。

## 1 分布式网络多通道实时数据无线监测系统硬件设计

新型分布式网络多通道实时数据无线监测系统的硬件设计流程包含采集模块设计、监测电路设计等三个环节,每一环节的具体设计方法如下。

### 1.1 数据实时采集模块设计

在分布式网络环境中,所有传输数据都以电压信号的形式存在。电信号是一种稳定性较差的模拟信号,且常与主频不同的干扰信号混合在一起,对模块的实时采集操作造成较大困扰。由于系统中数据种类较为复杂,且每一类信号所对应的电压频率也都不相同,若不能有效区分电信号运行频率、回归周期等属性,极易影响数据传输情况实时记录结果的真实性<sup>[3]</sup>。为避免上述情况的发生,新型系统的数据实时采集模块以 C8051F020 单片机作为核心设备,

收稿日期:2018-06-11; 修回日期:2018-07-16。

**作者简介:**钱 军(1976-),男,江西鹰潭人,工程师,主要从事电子政务方向的研究。

并利用该芯片可放大滤波信号的特点,对所有电压信号进行初步过滤,为保证过滤结果真实性,该芯片的滤波上限为 2.31 T/s。达到该限度电压信号的回归周期基本处于 10~15 s 之间,运行频率也与 C8051F020 单片机的额定工作频率基本一致。根据上文所述方法,即可完成系统硬件数据实时采集模块设计,具体模块结构如图 1 所示。

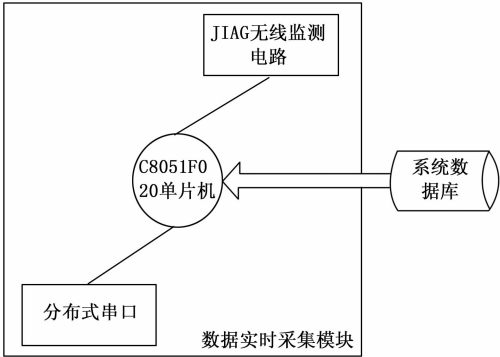


图 1 数据实时采集模块结构图

### 1.2 JIAG 无线监测电路设计

新型系统的 JIAG 无线监测电路以 UTXD1 和 SIM900 两个无线设备作为核心结构。在 MAX809R 复位芯片的促进下,UTXD1 和 SIM900 设备既可以同时与数据实时采集模块的 C8051F020 单片机相连,也能在保持稳定工作状态的前提下,分别与 C8051F020 单片机进行单线连接<sup>[4]</sup>。当分布式网络中的串口服务器处于连接状态时,系统数据实时采集模块会对代表传输数据的电压信号进行初步过滤,并将符合系统运行要求的数据存储于数据库中。JIAG 无线监测电路中的 SIM900 设备包含上、下两个数据输出接口,其中一个与 C8051F020 单片机相连,另一个与系统数据库的调用接口相连,并在数据库获取符合要求存储数据的同时,对这些数据发出调用申请<sup>[5-6]</sup>。当这些数据进入 JIAG 无线监测电路后,分布式串口网络服务器开启全面连接状态,促进系统后续监测任务的进行。至此,完成系统 JIAG 无线监测电路设计,具体电路结构如图 2 所示。

### 1.3 分布式串口网络服务器设计

分布式串口网络服务器承担系统核心与以太网间的数据通信转换任务,该模块的设定既为无线监测软件程序提供可连接上机位,也为系统的工作模式选择提供多个方向。分布式服务器主要依靠 TTL 电平、RS-232、通用 RS-232/RS-422/485、无线光纤四种串口与以太网进行连接。其中,TTL 电平串口对应 TCP 系统服务器,这种连接方式可最大程度上确保每一个数据节点的完整性,使系统的监测响应状态达到较高水平。RS-232 串口对应 Client 系统服务器,这种连接方式不需对无线监测上机位的软件程序进行详细编写,大大缩短系统多通道数据的实时响应速率<sup>[7]</sup>。通用 RS-232/RS-422/485 串口对应 Real Com 系统服务器,这种连接方式具备极强的综合容错性,在系统平均通信效率持续不稳定的情况下,也能充分适应网络多

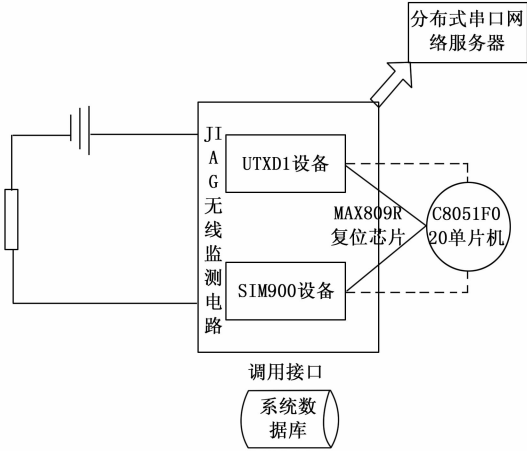


图 2 JIAG 无线监测电路图

级结构分布形式的快速变化。无线光纤串口对应 UDP 系统服务器,这种连接方式的容纳上限极高,当系统内部数据总量较多时,也能保证监测实时传输的及时性。整合上述四种连接形式,完成分布式串口网络服务器设计,具体模块结构如图 3 所示。

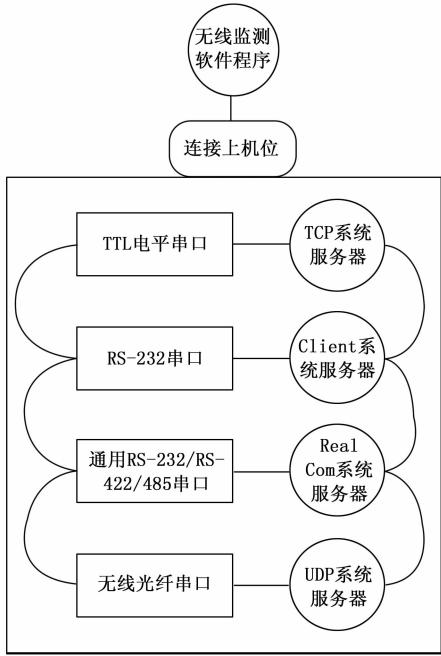


图 3 分布式串口网络服务器模块结构图

## 2 分布式网络多通道实时数据无线监测系统软件设计

在系统硬件 JIAG 无线监测电路模块的基础上,通过多通道网络协议设计、节点监测主程序设计等流程,完成系统软件运行环境搭建,实现系统的顺利运行。

### 2.1 多通道网络协议设计

新型系统多通道网络协议是网络监测软件程序上、下机位间的唯一通信保证。普通无线监测系统仅包含 CRC 一

种网络通信协议，该协议通过约束检测数据格式的方式，满足监测数据的传输需求。为更好适应网络多级结构分布形式变化情况，监测数据以连续十六进制无符号字节串的形式存在，在 CRC 网络通信协议的约束下，所有数据的按照字节名称顺序进行排列，高字节在前、低字节在后，充分体现监测数据传输的及时性<sup>[8]</sup>。但这种单一的网络通信协议传输方向较为固定，不能将网络监测软件程序下机位的反馈信息传输至上机位，造成单个数据节点调节能力下降，进而导致节点完整性的确实。为避免上述情况的发生，在保留 CRC 网络通信协议的同时，增加一种固定格式为“功能字节+参数”的 SYN 网络通信协议<sup>[9]</sup>。该协议将数据传输起点定义为后缀是 .DSP 的字符串，将数据传输终点定义为后缀是 .DTT 的字符串，且二者可以在任意时间进行互换，完成互换时，原终点会向原起点发送一个包含过往传输信息的数据包，以保证监测数据的传输实时性。具体多通道网络协议的设计原理如图 4 所示。

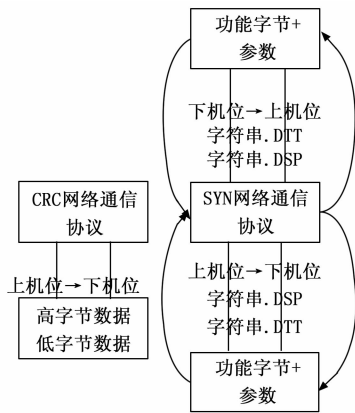


图 4 多通道网络协议设计原理图

根据上图可知，网络监测软件程序上、下机位间的每一次数据传输都需要两条分布式通道的共同配合。普通无线监测系统有且仅有两条分布式通道，而通道本身的传输行为为不可逆事件，这也是普通系统的数据传输效率始终不能达到预期标准主要原因。新型系统在保证单个数据节点完整性的前提下，增设两条分布式通道，与原有通道一起参与监测数据的实时传输，充分体现网络多通道传播方式的重要性。至此，完成新型系统的多通道网络协议设计。

## 2.2 节点监测主程序设计

新型系统的节点监测主程序采用被动连接的工作方式。当数据实时采集模块感受到系统中监测数据的变化情况时，JIAG 无线监测电路中的 UTXD1 无线设备和 SIM900 无线设备分别与 C8051F020 单片机进行单一并列连接，并按照 SYN 网络通信协议中的规定要求，对数据发出存储调用申请，使系统整体硬件运行环境进入全面积极响应状态。此时，在多个分布式串口网络服务器的协同作用下，所有实时监测数据传输通道都由闭合状态转变为开启状态，使监测上、下机位间的数据可以在 CRC、SYN 等网络通信协议的促进下，进行自发的分布式传输<sup>[10-11]</sup>。普通系统节点监

测主程序以 C#++ 作为主要编程语言，这类程序具备语法构成简单、语句精炼等特点，对于无线监测系统来说，C#++ 节点主程序能够直接实现分布式网络多通道数据的实时传输目的。但这种编程方式不能对每个单一数据节点进行明确区分，导致系统网络多级结构分布变化情况总是处于混乱状态。为解决此问题，新型系统的节点监测主程序采用 C#++ 与 Java 语言相结合的编程形式，并通过被动连接为主、主动连接为辅的监测形式，对单个数据节点的边界进行明确区分，已达到降低网络多级结构分布变化情况混乱度的目的。具体节点监测主程序的编程代码如下。

```
public class Prog1{
    System.out.println(n+function));
    public static void main(String[] args){
        private static int fun(int n);
        System.out.print(n+" ");
        boolean flag = true;
        private static boolean isPrime(int n);
        flag = true;
        return flag;
    }
}
```

上述代码中的“n”定义了一个全新的主程序监测节点，该节点以 JIAG 无线监测电路作为衍生单元。当“n”满足系统网络数据的多通道实时传输需求时，“function”语句都会以后缀的形式跟随“n”进入 private 输入语句中。在 Java 编程语言中，所有包含“function”的定义节点都代表一个无线传输命令的开始，对于新型系统来说，当输出结果显示为“true”时，即表示本次监测任务的顺利实现。至此，完成新型系统节点监测主程序设计。

## 2.3 网络无线监测上机位设计

网络无线监测上机位是多通道网络协议、节点监测主程序的主要依附对象。从功能上可将该环节分为实时监测显示、分布式参数设置、网络数据处理、无线查询传输 4 个模块。其中，实时监测显示模块以 MSP430F149 设备作为核心单元，该设备的实时通信串口与 JIAG 无线监测电路的核心结构直接相连，以保证分布式网络多通道数据的实时传输。分布式参数设置模块与实时监测显示模块保持并列连接关系，该模块与 JIAG 无线监测电路间的关系属于间接连通，二者间不发生直接数据交换，而是在实时监测显示模块的参与下，按照 SYN 网络通信协议中的要求，对监测数据进行实时传输。网络数据处理模块是无线监测上机位设计的关键环节，该模块在整个上机位工作流程中起到承上启下的作用<sup>[12]</sup>。由实时监测显示模块、分布式参数设置模块发出的分布式网络多通道数据不能直接到达无线查询传输模块，且在整个传输过程中，数据自身携带的监测信息会因受到网络协议限制而发生部分丢失。为避免上述现象的出现，网络数据处理模块可自行获取节点监测主程序中可插入运行脚本所处位置，并根据具体位置信息确定实时监测显示模块、分布式参数设置模块与无线查询传输模块间的连接状态，进而实现系统上机位对分布式网络多

通道数据进行实时监测的目的。具体网络无线监测上位机设计原理如图 5 所示。

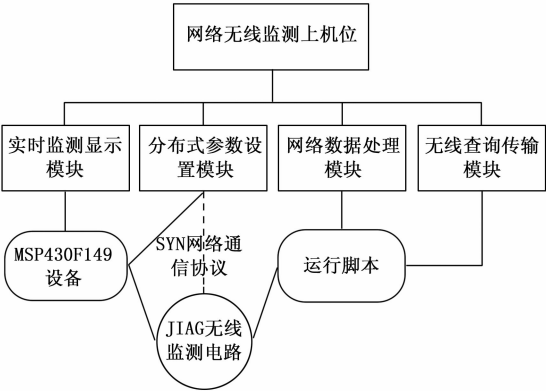


图 5 网络无线监测上位机设计原理图

分析上图可知，实时监测显示、分布式参数设置、网络数据处理、无线查询传输四个模块间始终保持相互独立的并列状态。JIAG 无线监测电路作为系统硬件运行环境中的核心单元，与分布式参数设置模块直接相连，且在 SYN 网络通信协议、可插入运行脚本等外在条件的促进下，其它三个模块也与 JIAG 无线监测电路建立间接联系。按照上述理论对四大模块间的连接关系进行不断完善，完成网络无线监测上位机设计，实现新型分布式网络多通道实时数据无线监测系统的顺利运行。

3 实验结果与分析

为验证新型分布式网络多通道实时数据无线监测系统的实用性价值，设计如下对比实验。以两台运行内存为 128 G、运行模式为 B/S 架构的计算机作为实验对象，随机挑选一台计算机令其搭载新型分布式网络多通道实时数据无线监测系统作为实验组，另一台计算机搭载普通无线监测系统作为对照组。在保证其它实验条件不变的前提下，分别记录应用实验组、对照组系统后，多级网络结构分布适应性、单个数据节点完整性的变化情况。

3.1 实验参数设置

将两台实验用计算机调节至最佳运行状态后，按照表 1 完成相关实验参数设置。

表 1 实验参数设置表

参数名称	实验组	对照组
ETT/(min)	60	60
LDM/(%)	85.33(低频) 89.45(高频)	85.33(低频) 89.45(高频)
APM	0.98(低频) 1.32(高频)	0.98(低频) 1.32(高频)
LIS/(%)	92.61(低频) 95.37(高频)	92.61(低频) 95.37(高频)
SRP	0.41(低频) 0.89(高频)	0.41(低频) 0.89(高频)

表 1 中 ETT 参数代表实验时间、LDM 参数代表多级网络结构分布适应性上限、APM 参数代表多级网络结构分布适应参数、LIS 参数代表单个数据节点的完整性上限、SRP 参数代表单个数据节点运行参数，为保证实验的公平性，实验组、对照组实验参数始终保持一致。

3.2 多级网络结构分布适应性对比

为避免突发性事件对实验结果的影响，实验分为两部分进行，首先记录在低频运行状态下，应用实验组、对照组系统后，多级网络结构分布适应性的变化情况；再记录在高频运行状态下，应用实验组、对照组系统后，多级网络结构分布适应性的变化情况。根据表 1 可知，系统处于低频运行状态时，多级网络结构分布适应参数为 0.98；系统处于高频运行状态时，多级网络结构分布适应参数为 1.32，以 60 min 作为实验时间，分别记录在该段时间内，应用实验组、对照组系统后，多级网络结构分布适应性的变化情况，具体实验结果如图 6、图 7 所示。

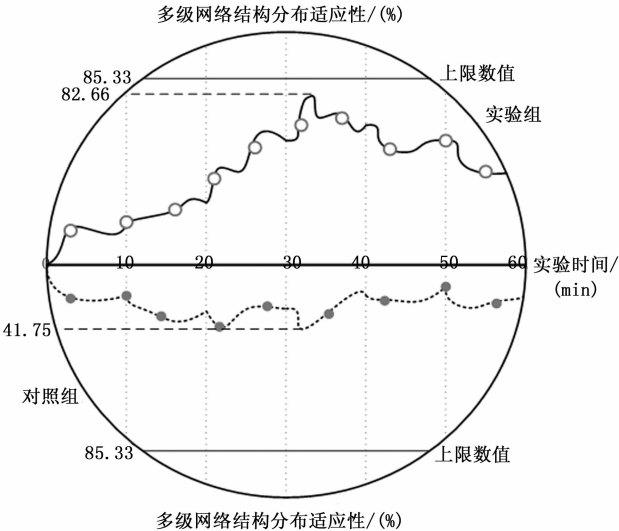


图 6 多级网络结构分布适应性对比图（低频运行）

分析图 6 可知，在系统处于低频运行状态时，随运行时间的增加，应用实验组系统后，多级网络结构分布适应性呈现先上升、再下降的变化趋势，运行时间处于 30~40 min 之间时，多级网络结构分布适应性达到最大值 82.66%；应用对照组系统后，多级网络结构分布适应性呈现下降、上升交替出现的变化趋势，运行时间处于 30~40 min 之间时，多级网络结构分布适应性达到最大值 41.75%，远低于实验组。

分析图 7 可知，在系统处于高频运行状态时，随运行时间的增加，应用实验组系统后，多级网络结构分布适应性呈现先上升、再下降的变化趋势，运行时间处于 40~50 min 之间时，多级网络结构分布适应性达到最大值 89.74%，超过上限数值 89.45%；应用对照组系统后，多级网络结构分布适应性呈现下降、上升、稳定的变化趋势，运行时间处于 40~50 min 之间时，多级网络结构分布适应性达到最大值 60.01%，远低于实验组。

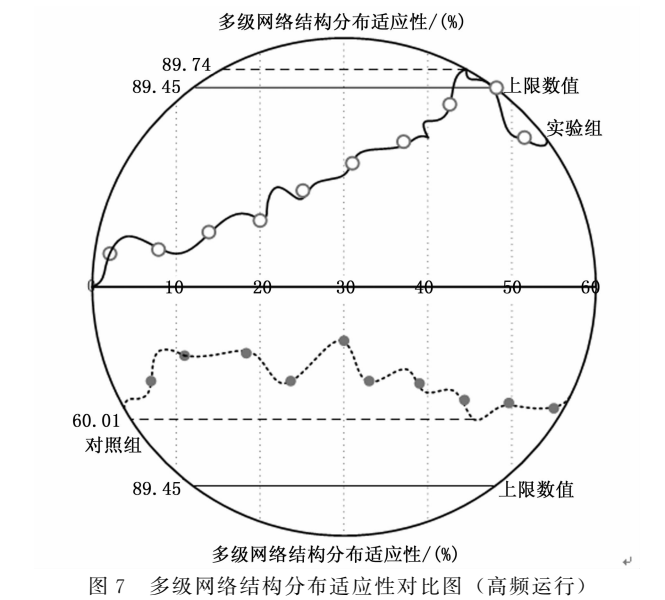


图 7 多级网络结构分布适应性对比图（高频运行）

### 3.3 单个数据节点的完整性对比

为避免突发性事件对实验结果的影响，实验分为两部分进行，首先记录在低频运行状态下，应用实验组、对照组系统后，单个数据节点完整性的变化情况；再记录在高频运行状态下，应用实验组、对照组系统后，单个数据节点完整性的变化情况。根据表 1 可知，系统处于低频运行状态时，单个数据节点运行参数为 0.41；系统处于高频运行状态时，单个数据节点运行参数为 0.89，以 60 min 作为实验时间，分别记录在该段时间内，应用实验组、对照组系统后，单个数据节点完整性的变化情况，具体实验结果如图 8、图 9 所示。

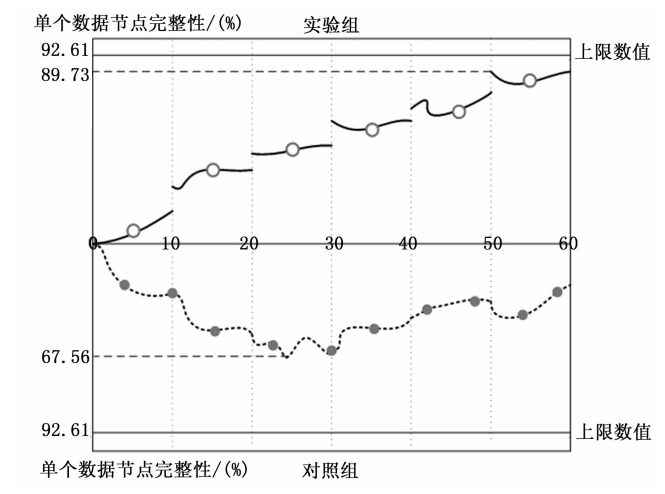


图 8 单个数据节点的完整性对比图（低频运行）

分析图 8 可知，在系统处于低频运行状态时，随运行时间的增加，应用实验组系统后，单个数据节点完整性呈现阶梯状上升的变化趋势，运行时间达到 50 min 时，单个数据节点完整性达到最大值 89.73%；应用对照组系统后，单个数据节点完整性呈现先上升、再下降的变化趋势，运行时间处于 20~30 min 之间时，单个数据节点完整性达到

最大值 67.56%，远低于实验组。

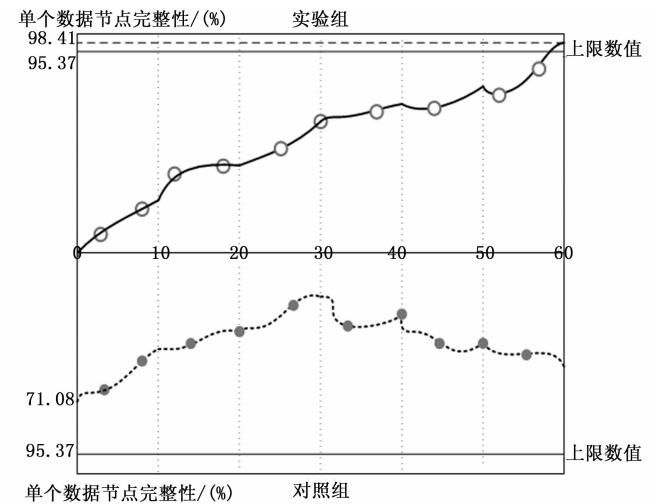


图 9 单个数据节点的完整性对比图（高频运行）

分析图 9 可知，在系统处于高频运行状态时，随运行时间的增加，应用实验组系统后，单个数据节点完整性呈现逐渐上升的变化趋势，运行时间达到 60 min 时，单个数据节点完整性达到最大值 98.41% 超过上限数值 95.37%；应用对照组系统后，单个数据节点完整性呈现先下降、再上升的变化趋势，运行时间为 0 min 时，单个数据节点完整性达到最大值 71.08%，远低于实验组。

## 4 结束语

分析对比实验结果可知，当系统处于低频运行状态时，应用新型分布式网络多通道实时数据无线监测系统后，多级网络结构分布适应性上升 40.91%，单个数据节点完整性上升 22.17%；当系统处于高频运行状态时，应用新型分布式网络多通道实时数据无线监测系统后，多级网络结构分布适应性上升 29.73%，单个数据节点完整性上升 24.29%。通过关键设计步骤可知，新型分布式网络多通道实时数据无线监测系统的搭建过程省略了复杂的计算步骤，且软硬件运行环境间联系紧密，节点监测主程序在原有 C#++ 语言的基础上，利用 Java 编程定义变量“n”，使系统对数据实时监测的准确性得到大幅提升。综上可知，新型分布式网络多通道实时数据无线监测系统可实现数据传输情况的实时记录，具备极高的应用推广价值。

### 参考文献：

- [1] 谢 伟，刘 帅，王直杰，杨波. 基于 Android 平台的船舶垃圾信息监测系统的设计与实现 [J]. 电子设计工程，2017，25 (13): 104-108.
- [2] 焦冬冬，张 晨，房志奇，等. 基于云技术的分布式实时数据库系统的设计与实现 [J]. 电子技术应用，2017，43 (11): 112-115.
- [3] 徐 倩，杨 志，刘大永，等. 基于分布式传感器的 GIS 局部放电在线监测实时数据传输方式的研究 [J]. 电测与仪表，2016，53 (1): 79-83.