

doi:10.3969/j.issn.1001-893x.2014.07.022

引用格式:赵乾宏,周建锋,黄昆.窄带信道下设备实时监控信息传输协议设计[J].电讯技术,2014,54(7):985-989.[ZHAO Qian-hong,ZHOU Jian-feng,HUANG Kun.Design of Transfer Protocol for Real-time Monitoring Equipment Status in Narrow-band Channel Condition[J].Telecommunication Engineering,2014,54(7):985-989.]

窄带信道下设备实时监控信息传输协议设计*

赵乾宏**,周建锋,黄 昆

(中国卫星海上测控部,江苏 江阴 214431)

摘 要:某专用通信网络是基于卫星通信链路设计,具有带宽窄、传输时延大等特点,该网络需要对多个远端卫通站进行远程监控,而传统的网络监控协议是基于地面有线网络设计,占用带宽大,不适用于卫星信道。为满足窄带卫星信道条件下设备状态实时监控的需要,设计了基于窄带卫星信道的设备监控信息传输协议,协议中包含了设备状态发送日期、发送时间、设备标识码等基本信息,重点对参数上报数据帧结构进行了优化,根据设备参数的具体特点,将开关量参数与其他参数区别处理,有效提高了协议的带宽利用率。实际使用效果证明,采用优化的协议后,带宽利用率较优化前提高约 40%,监控信息传输实时准确,方便了设备的故障排查和问题分析,提高了系统运行管理能力。

关键词:通信网络管理;卫星通信站;远程监控;窄带信道;传输协议

中图分类号:TN92 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-893X(2014)07-0985-05

Design of Transfer Protocol for Real-time Monitoring Equipment Status in Narrow-band Channel Condition

ZHAO Qian-hong,ZHOU Jian-feng,HUANG Kun

(China Satellite Maritime Tracking and Control Department,Jiangyin 214431,China)

Abstract:A specialized communication network is designed based on satellite communications link,and it has shortcoming of narrow bandwidth and large transmission delay.The network is required to monitor multiple remote Satcom stations,but traditional ground-based network monitoring protocol is unsuitable for satellite channel because it is designed based on wired network,and occupies a large bandwidth.According to the need of equipment real-time monitoring in narrow-band satellite channel situation,the transfer protocol for monitoring equipment information is designed,which includes transmission data,transmission time,equipment identification code etc.The data structure of parameter reported is optimized through making a distinction process between the “0”, “1” parameter and other normal parameters,thus improving the bandwidth utilization ratio effectively.Actual results prove that after using this protocol,bandwidth utilization ratio has increased by about 40%,the transmission of monitoring information is real-time and accurate,thus providing convenience for trouble shooting and problem analysis of equipment and improving system operation and management capabilities.

Key words:communication network management;satcom station;remote monitoring;narrow-band channel;transfor protocol

1 引 言

通信网络管理是对通信网络的性能、品质进行

监测和控制的技术,它通过高度协调资源,进行网络及其他系统(资源)的故障管理、配置管理、统计管

理、性能管理和安全管理等,以达到使网络(和其他资源)可靠、安全和高效运行的目的^[1]。设备监控信息则是通信网络管理的基础,对于一个含有多个移动卫星通信地球站的通信网络,为了提高通信网络运行管理水平,需要对各卫通站设备状态实施实时监控,多个远端站点需要将大量的设备参数及状态信息通过卫星信道实时传送到监控中心,以便中心及时掌握设备状态。而卫星信道通信带宽有限,一般分配给单个远端站传输设备状态的带宽不超过 64 kb/s,且要求状态传输实时准确,而传统的网络管理协议如 SNMP 等都是基于地面有线网络设计,其采用轮询机制,当设备参数较多时,其轮询周期较长,实时性差,不能完全适用于窄带卫星信道^[2];在某些专用系统中,设计了适用于卫星信道特点的传输协议,但其占用带宽仍然偏大,带宽利用率不高^[3],因此需要对传输协议进行专门设计,使之满足在低带宽、高时延信道条件下设备状态实时远程监控需要,同时将设备的部分专有信息传输到监控中心,实现网络资源的统一管理。

2 系统结构及功能

设备状态集中监控系统主要由集中监控计算机、站内监控计算机、集中监控软件以及站内监控软件等组成,站内监控软件与集中监控软件之间通过卫星信道交互接口数据。集中监控软件部署于监控中心集中监控终端上,而站内监控软件部署于各个远端站点监控终端上,用于对本站点内设备状态的采集监控。系统组成如图 1 所示。

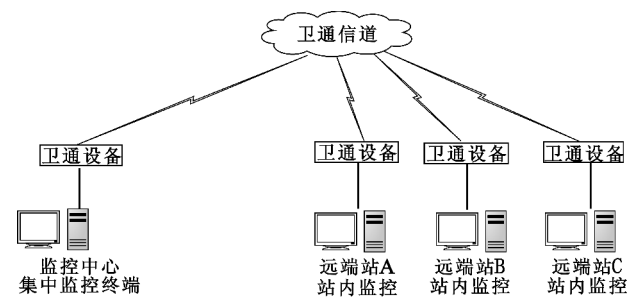


图 1 设备状态集中监控系统组成图
Fig. 1 Equipment status monitoring system composition diagram

设备状态集中监控系统主要用于采集各设备参数状态,要求具备以下功能:

- (1)信息响应及时准确,集中监控软件设备状态参数更新时间小于 2 s,控制响应时间小于 3 s;

- (2)具备支持多个远端站点接入的能力,最多支持 16 个远端站点,每个站点的设备数量不超过 256 个;
- (3)在对设备实施监视的同时,可根据授权实施控制,修改设备参数状态,且要求控制实时准确,控制响应时间不超过 3 s;
- (4)在设备参数中包含设备识别码,作为设备的唯一标识;
- (5)在设备发生告警时,能够将告警信息传送回集中监控终端;
- (6)单个远端站点传输监控信息到集中监控终端占用传输带宽小于 64 kb/s。

3 传输协议设计

由于需要将大量的设备状态参数信息通过卫星链路传送到监控中心,需要对传输协议进行专门设计。传统 TCP/IP 协议是基于地面有线网络设计的,不完全适用于卫星链路,卫星通信的传输时延、链路抖动等固有特性,加上 TCP 协议的窗口尺寸、防堵塞机制和数据确认机制的作用,会对数据在卫星链路上传输造成很大的负面影响,限制业务的吞吐能力^[4]。而用户数据报协议(UDP)是一种无连接协议,可以提供高速传输,没有像 TCP 协议那样存在握手和终止进程,在卫星信道传输时不受影响。因此,考虑卫通信道特性以及网络开销等因素,站内监控软件与集中监控软件之间通过 UDP 协议传输相关数据。但是 UDP 协议提供的服务是不可靠的,需要在应用层协议设计时对可靠性进行单独设计^[5]。

应用层协议中,常用 SNMP 协议传输效率相对较低,因此,需要研究一种高效、适合集中监控应用的设备状态传输协议。

为使集中监控能及时准确获得各设备工作状态信息,站内监控软件采用定时上报机制^[6]。站内监控软件最短每 1 s 把所有设备参数状态信息打包发送给集中监控。集中监控与站内监控之间定时(每 5 s)互相发送链路沟通指令,获取网管信道链路状态。集中监控在需发送控制命令时,站内监控在控制命令执行结束后上报执行结果。当设备发生告警时,站内监控将设备的告警信息上报集中监控。

站内监控与集中监控交互信息的流程如图 2 所示。



图 2 信息交互流程图
Fig. 2 Information exchange procedure

根据集中监控系统传输信息内容,站内监控软件与集中监控软件之间传输的数据帧格式见表 1。每个字段的定义分别如下:

(1)站号(即 SNUM)表示单位及分系统名称,采用 1 个字节表示,前 4 个比特表示单位名称,后 4 个比特表示分系统名称;该编码方式可支持 16 个单位,每个单位 16 个分系统的设备状态;

(2)站内监控软件与集中监控软件之间传输的信息类别(即 BID)采用 1 个字节表示(见表 2),主要包括链路查询、查询响应、设备上报、参数控制、控

制响应及设备告警等,其中参数控制命令采用“三判二”的规则,即发送参数控制命令时连续发送 3 次,接收端只有在收到两帧以上相同控制命令时才发送给设备执行,以确保数据发送和接收正确性;

表 1 站内监控与集中监控之间数据格式
Table 1 The data format between monitoring and centralized monitoring station

名称	符号	字节数/B
站号	SNUM	1
信息类别	BID	1
信源地址	SID	4
信宿地址	DID	4
发送日期	DATE	2
发送时间	TIME	4
数据字段长度	LEN	2
数据字段	DATA	不定长
CRC 校验	CRC	2

表 2 站内监控与集中监控之间传输信息类别
Table 2 Transmission information category between monitoring and centralized monitoring station

序号	信息类型	类型编码	传输方向	备注
1	链路查询	0x40	集中监控 站内监控	定时查询
2	链路查询响应	0x41	站内监控 集中监控	
3	设备信息上报	0x42	站内监控 集中监控	秒级定时上报
4	参数控制命令	0x43	集中监控 站内监控	采用“三判二”规则发送与接收
5	参数控制命令响应	0x44	站内监控 集中监控	
6	设备告警	0x45	站内监控 集中监控	发生告警时上报

(3)信源地址(SID)表示发送终端的 IP 地址,采用 4 字节表示;

(4)信宿地址(DID)表示目标终端的 IP 地址,采用 4 字节表示;

(5)发送日期(DATE)表示信源发送数据时相对于 2000 年 1 月 1 日的积日,采用 2 个字节表示,2000 年 1 月 1 日为第 1 天;

(6)发送时间(TIME)表示信源发送数据时相对于当日零时的积秒,用 4 字节的无符号二进制整数表示,量化单位为 1 ms;发送日期和发送时间的字段主要是用于对设备状态采集的时间进行描述,精确到毫秒级,有利于在设备发生故障时,根据故障发生的先后顺序进行分析排查;

(7)数据字段长度(LEN)表示数据包的有效长

度,采用 2 个字节表示;

(8)CRC 校验位采用 2 个字节,用于对数据包的校验,如果校验失败,则该数据包自动丢弃。

数据字段中根据信息类别、设备数量及参数数量的不同而有所不同,由于设备状态上报的数据量最大,所以对其数据结构进行优化设计。

正常情况下,表示一个设备参数首先需要有一个参数编号来标识是哪个参数,参数的具体值则根据数据的大小采用一个或多个字节表示,采用这种方式可以清楚标识每个参数。但分析具体设备状态的参数可以发现,设备状态中约有一半是通过开关量来表示的,即通过 0、1 即可表示某个状态,若这些开关量也采用上述方法标识则效率太低,可以对其进行优化。基本方法就是将涉及到的开关量进行集中

表示,预先定义好某个开关量参数在一个字节中的位置,根据一个字节中每个比特位的状态来确定设备的部分参数,采用这种方式一个字节可以表示设备的8个状态,从而大大节省了字段开销,有利于提高传输效率,降低占用带宽,其基本数据结构见表3。

表 3 参数上报数据字段定义

Table 3 Parameters reported data field definitions

名称	字节数/B
设备识别码	3
标志位	1
参数数量	1
参数及定义	N
标志位	1
参数数量	1
参数编号 1	1
参数值 1	N
参数编号 2	1
参数值 2	N

其中设备识别码的定义见表4,标志位用来表示是开关量参数还是状态数值量参数,参数及定义用于表示开关量的参数,用0、1分别表示开关状态,一个字节中的8个比特按照顺序表示不同的状态,如果开关量较多,则可采用更多字节表示。参数数量表示开关量参数和数值参数的数量,便于软件检索实现。

为了便于进行设备工作时间统计、故障分析等工作,需保证设备标识的唯一性,在数据字段中应包含设备识别代码,根据系统及设备数量,采用3字节表示,识别码最大支持每个单位256台设备,可满足需要。

表 4 设备识别码定义

Table 4 Equipment Identity defined

字节数含义	比特数/b
第一字节	所属单位
	所属系统
第二字节	设备名称
第三字节	设备序号

在进行设备状态控制以及控制结果响应时,由于其数据量较小,仍采用常规数据结构,即每个参数对应一个参数编号和参数值,限于篇幅,其数据结构不再单独给出。

4 应用效果评估

评价设备状态传输协议效能的主要指标是占用

带宽和实时性,这两个指标均与站内监控监视上报的参数个数密切相关,某远端站需要监控的设备累计近50台,参数累计约1000个,根据分析,上述1000个参数中开关量约1/3,通过对开关量的压缩编码,所有参数打包传输所占字节约1152个,若不进行压缩,所占字节约1980个,下面对传输量最大的设备状态上报量进行带宽估算,信息在网络上传输,除去应用数据字节外,还要附加以太网帧14字节,IP包头8字节,UDP包头20字节,以及应用层数据包头20字节,发送频率为每秒发送一次。若不对开关量进行压缩,则其占用带宽为(数据帧长+应用层包头+IP和UDP包头+链路层开销)×帧频×8=(1980+20+28+14)×1×8=16832b/s≈17kb/s,若通过对开关量的压缩编码,则其占用带宽为(1152+20+28+14)×1×8=10208b/s≈10kb/s,通过计算比较,可以看出,使用开关量的压缩编码后,带宽利用率提高约40%,大大节省了卫通信道带宽。

参数传输的实时性除了与软件自身处理算法有关外,还与信道传输效率密切相关,在专用的64kb/s网管信道中,由于设备状态参数上报信息所占带宽极小,设备监控信息通过卫通信道传输时轻载运行,并且采用UDP协议传输,没有握手交互,因此实时性可以满足要求。

从实际使用效果看,各远端站通过卫通信道将本地所有设备状态信息传送监控中心,设备监控实际占用带宽平均约为12kb/s,所有参数在2s以内更新,状态显示实时准确,满足远程监控的需要。

5 结束语

本文设计了专用应用层协议,通过分析设备参数的具体特点,将开关量参数与其他参数区别处理,有效提高了协议的带宽利用率,同时在协议中加入了设备识别码等特定信息,与同类型设备监控协议相比,具有协议开销小、包含信息量大等特点,适用于窄带卫星信道环境下对设备远程实时监控的需要。实际应用证明协议占用带宽小,实时性好,可满足实时远程监控需要,且系统中包括的站点越多,该协议的优势越明显,能够节省卫星转发器带宽越多,因此该协议具有一定的推广应用价值,可用于类似环境或有相同需求的系统中。

参考文献:

[1] 肖德宝. 网络管理理论与技术[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2009.

- XIAO De-bao. Network management theory and technology [M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2009. (in Chinese)
- [2] 石义军, 王思贤. 卫星定位监控系统网络通信协议的设计[J]. 计算机应用研究, 2001(6): 113-115, 130.
SHI Yi-jun, WANG Si-xian. The Design of Network Communication Protocol for the GPS Monitoring System [J]. Application Research of Computers, 2001(6): 113-115, 130. (in Chinese)
- [3] 李卫平, 唐硕, 白大明. 测控设备远程集中监控架构设计与实现[J]. 飞行器测控学报, 2012(6): 52-56.
LI Wei-ping, TANG Shuo, BAI Da-ming. Design and Implementation of an Integrated Monitor System for TT&C Equipment [J]. Journal of Spacecraft TT&C Technology, 2012(6): 52-56. (in Chinese)
- [4] 李智凡. TCP 协议在卫星信道中的拥塞控制改进[J]. 科技信息, 2009(17): 52-53, 158.
LI Zhi-fan. TCP protocol satellite channel improvements in congestion control [J]. Science and Technology Information, 2009(17): 52-53, 158. (in Chinese)
- [5] 金凤林, 刘炯, 崔玉萍. 一种适用于深空星际互联网的传输控制协议[J]. 计算机科学, 2013(1): 37-41.
JIN Feng-lin, LIU Jiong, CUI Yu-ping. Novel transport control protocol for deep-space inter-planet networks [J]. Computer Science, 2013(1): 37-41. (in Chinese)
- [6] 魏振宁. 全 IP 应用卫星通信网络管理控制系统的设计与实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2009.
WEI Zhen-ning. Design and Realization of Network Administration and Control System in Full-IP Application Satellite Communication [D]. Xi'an: Xidian University, 2009. (in Chinese)

作者简介:



赵乾宏(1976—),男,山西昔阳人,2006年获硕士学位,现为工程师,主要从事通信总体工作;

ZHAO Qian-hong was born in Xiyang, Shanxi Province, in 1976. He received the M. S. degree in 2006. He is now an engineer. His research concerns communication system.

Email: jsb4sxl@gmail.com

周建锋(1980—),男,江苏江都人,2006年获硕士学位,现为工程师,主要从事卫星通信系统相关工作;

ZHOU Jian-feng was born in Jiangdu, Jiangsu Province, in 1980. He received the M. S. degree in 2006. He is now an engineer. His research concerns satellite communications.

黄 昆(1970—),男,四川人,硕士,高级工程师,主要从事无线通信工作。

HUANG Kun was born in Sichuan Province, in 1970. He is now a senior engineer with the M. S. degree. His research concerns wireless communications.