

文章编号: 1674-9057(2018)01-0078-06

doi:10.3969/j.issn.1674-9057.2018.01.010

基于卫星通信的轻型野外地质调查数据 实时传输系统应用

——以西南地区野外地质调查为例

郝明¹, 张建龙¹, 张鸣之², 薛跃明², 张士贞¹, 李勇¹, 巩小栋¹

(1. 中国地质调查局成都地质调查中心, 成都 610081; 2. 中国地质环境监测院, 北京 100081)

摘要: 为了提升野外地质调查工作的管理能力与应急处置能力, 基于卫星、网络、计算机等技术, 建立了轻型野外地质调查数据实时传输系统, 实现了基于音视频数据的实时传输和基础数据的远程通信。使用基于卫星通信的轻型野外地质调查数据实时传输系统在西南地区开展了应用研究, 借助西南地区特有的地质地貌和区域位置环境, 对系统的效能指标进行了测试分析, 并对设备进行了创新改良, 取得了良好的应用效果。对通信盲区的野外地质工作, 在工作管理和安全保障方面起到了有力的技术支撑作用。

关键词: 卫星通信; 地质调查; 数据传输; 应急保障

中图分类号: TN927.2; P621

文献标志码: A

近年来, 随着我国地质调查事业的蓬勃发展, 地质工作逐渐向地质条件复杂的地区深入, 野外地质工作的管理和野外地质人员的安全保障越来越受到重视。中国地质调查局设立了拉萨、西宁、格尔木、乌鲁木齐、喀什5个野外工作站, 提供野外安全保障和后勤服务^[1]。但是近年在西藏、新疆等地区仍然有野外地质人员的安全事故发生, 野外地质人员的安全保障工作形势依然严峻。

西南地区, 特别是青藏高原大部分地区, 多为手机信号盲区, 与外界通信不畅, 一旦遇到危险灾害, 很难得到外界的救援。野外人员无法将最新获取的重要信息第一时间上报给主管单位, 同时单位也不能及时对项目进行管理和调度。野外工作中, 受限于个人的能力和观察环境的限制, 可能就会漏掉极为有用的信息。为有效地在野外一线获取地质数据, 使其信息量最丰富和准确, 通过现代化工具实现野外地质工作部署、专家会诊、远程指导等方面的需求越来越迫切^[2]。

为了解决上述问题, 国土资源部、中国地质调

查局先后实施了“基于3S技术的野外地质工作管理与服务关键技术研究与应用”项目、“地质调查数据实时传输系统运行维护”项目, 结合中国地质调查信息网格平台, 建立了野外地质调查生产管理、突发事件应急处置、远程服务网络结点体系^[3-6]。

本文主要阐述基于卫星通信的轻型野外地质调查数据实时传输系统在西南地区野外地质调查中的应用研究。

1 系统组成及总体框架

基于卫星通信的轻型野外地质调查数据实时传输系统设计为背包式便携终端, 即整个系统放置于一个背包中, 包含天线、射频集成、Modem等所有通信功能的设备, 以及野外应急数据采集及传输所需的核心设备, 即: 卫星通信基带单元、数据处理单元等, 可完全满足野外数据采集传输的基本功能。其他设备包括摄像机、电话、寻星仪、地质罗盘和供电设备等, 如图1所示。

通信卫星采用的是“亚洲四号”卫星, 该卫星

收稿日期: 2016-09-26

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(1212011120443)

作者简介: 郝明(1982—), 男, 博士研究生, 高级工程师, 研究方向: 3S技术研究与应用, haoming1006@sina.com。

引文格式: 郝明, 张建龙, 张鸣之, 等. 基于卫星通信的轻型野外地质调查数据实时传输系统应用——以西南地区野外地质调查为例[J]. 桂林理工大学学报, 2018, 38(1): 78-83.



图1 系统组成

Fig.1 System composition

是亚洲卫星公司成功发射的第四颗卫星,是由美国波音卫星系统公司(原美国休斯公司)制造的BSS601HP型号的大功率三轴稳定式通信卫星。

寻星仪是用于卫星接收天线安装与调整的简便仪表,它可以作为调整天线方向、馈源位置和极化角等项目的指示器,使天线达到最佳的位置。^[7]

电话和摄像机等设备连接到射频集成箱上,地质罗盘仪用来计算天线的俯仰角度值。

系统总体框架采用野外设备—多级网络—调度控制—服务支持四级模式,在统一的系统运行维护体系和网络及数据安全体系的支撑下,实现系统的目标功能。

2 关键技术

关键技术主要包括虚拟网络运营技术、简单网络管理协议、虚拟专用拨号网、NCOFDM调制技术和系统安全技术体系。

2.1 虚拟网络运营技术

虚拟网络运营技术(virtual network operator, VNO)用于控制不同用户操作不同卫星网络,以达到虚拟网络运营的目的,它通过远程过程调用(RPC)与VMS网管服务器交互,实现对卫星网络的管理^[7]。

卫星传输系统在系统结构上需要构建基于浏览器的监控系统,以方便工作人员和管理者在任何能够接入互联网的地理位置,不需要借助VMS卫星网管软件,即可对远端卫星站点进行监测和参

数设定。

2.2 简单网络管理协议

简单网络管理协议(simple network management protocol, SNMP)是建立在TCP/IP网络上的公共网络管理协议,它定义了用于交换管理信息的协议、管理信息的表示格式、分布系统的组织框架和一种特定的储存管理信息的数据库(MIB)^[8]。

目前使用的网路维护方法中,缺乏直观的网络拓扑呈现,运维平台中需有自动进行拓扑发现、拓扑关联、拓扑维护的功能。开发运维平台网络拓扑模块,可利用的系统有开源和商业版本可供选择。开发这一功能模块的一般方法是,在网络设备中打开SNMP功能支持,通过特制的工具依据SNMP(协议)访问这些设备,采用一定的算法计算出网络拓扑,然后可以通过HTTP服务器发布,让客户通过浏览器查看。

2.3 虚拟专用拨号网

为保证系统运维平台与无线传感器设备间的数据传输实时性和完整性,屏蔽了公共Internet网络对传输的影响,可以考虑采用VPDN虚拟专用拨号网。

虚拟专用拨号网(virtual private dial-up network, VPDN)是VPN业务的一种,是基于拨号用户的虚拟专用拨号网(VPN)业务^[9]。即以拨号接入方式上网,通过利用CDMA 1X分组网络上传输数据时,对网络数据的封包和加密,可以传输私有数据,达到私有网络的安全级别。VPDN用户可以经过公共网络,通过虚拟的安全通道和内部的

用户网络进行连接,而公共网络上的用户则无法穿过虚拟通道访问用户网络内部的资源。

2.4 NCOFDM 调制技术

研发要达到实用型的目的,提供出一种可全背负式野外工作中继站,符合现场业务要求,包括:应急电话、数据传输、视频监控、视频会议和 OA 等功能的应用。整个产品分为几个模块式开发,总重量应小于 10 kg(含大功率功放和天线)。

产品应在目前使用的无线图传产品的技术基础上研发,以便确保可为原无线产品提供可靠的中继保障。因此,产品研发采用先进的、专业的窄带编码正交频分复用技术(NCOFDM)体制。

NCOFDM 调制技术是最新的无线传输技术,是 COFDM 升级和替代技术。它是多载波技术,同时也真正在使用中实现了“抗阻挡”、“非视距”、“动中通”的高速数据传输(0.6~20 Mbps),表现出卓越的“绕射”、“穿透”性能;抗干扰能力强,占用无线电资源少等优点^[10]。

2.5 系统安全技术体系

系统安全技术体系框架实施,总体分为 3 部分:基础设施安全、应用安全和安全管理平台。

基础设施安全主要保护网络、系统和终端的安全,包括基础设施安全平台和 IT 设备安全两部分。基础设施安全平台从总体层面来统一设计、建设和管理,在网络和系统层面提供安全保护功能的统一支撑平台;IT 设备安全主要包括系统、主机、网络、数据库的安全增强、加固与改造。

应用安全主要保护应用和数据的安全,包括应用安全平台、IT 设备安全两部分。应用安全平台从总体层面来统一设计、建设和管理,在应用和数据层面提供安全保护功能的统一支撑平台;IT 设备安全主要包括各应用系统的安全增强、加固与改造。

安全管理平台,覆盖各个层面,主要提供统一安全管理功能。统一管理平台,是承载整个安全体系的支撑平台,整合策略体系、组织体系、技术体系和运行体系,支持和承载整体安全工作的软件和工作流支撑平台。

3 系统应用研究

基于卫星通信的轻型野外地质调查数据实时传输系统在西南地区选择了两个区域进行示范应

用研究:一个是无手机信号、无人生活居住的青藏高原野外工作区,另一个是地形复杂、高山峡谷、手机信号时有时无的云贵高原野外工作区。

3.1 工作区概况

(1) 青藏高原野外工作区。青藏高原,是世界海拔最高的高原,有着“世界屋脊”和“第三极”之称,这里空气干燥、紫外线辐射强烈、氧气稀薄。青藏高原是现代地壳活动的集中表现区,是观察地球动力学过程的窗口,是全球环境变化研究的天然实验室,是生物物种的基因库。青藏高原已成为地球科学、生命科学、环境科学等多学科研究的热点领域。但是,青藏高原特殊的自然条件决定了其“生命禁区”的特征,各种自然危险,如高原缺氧、气候多变、道路复杂、野兽袭击等,给野外地质人员的生命安全造成了严重的威胁。

工作区地处西藏日喀则市西北方向约 200 km,平均海拔约 5 400 m,地形高差一般 500 m,最大高差近 1 300 m,属于典型的高寒缺氧、人烟稀少地区。工作区大地构造位置位于冈底斯-下察隅火山-岩浆弧北缘,紧邻隆格尔-工布江达弧背断隆带,行政区划归属西藏日喀则市昂仁县查孜乡、阿木雄乡。

(2) 云贵高原野外工作区。云贵高原位于青藏高原向湖南、广西丘陵山地的过渡地带,北面有四川盆地,南面与广西壮族自治区相邻,靠近热带海洋。高原地势从西北向东南呈现出阶梯式的下降。在地形上虽为高原,由于海拔高度、大气环流条件不同,气候差别显著,立体气候特征明显。

工作区地处云南省文山州东南部,地貌以中低山峡谷为主,喀斯特地貌分布广,有峰林、峰丛、石牙、溶斗、洼地、溶洞等。

3.2 系统应用

系统的主要功能有 3 项:音视频连接、数据传输和应急电话。

3.2.1 系统应用效能指标分析 在西藏野外工作区开展系统应用,是地质调查工作首次在青藏高原使用该套系统,项目组准备了 2 套设备,可以进行性能对比。一套为轻型设备(天线直径为 55 cm),另一套为普通设备(天线直径 98 cm),两套设备的核心技术是一致的,系统的供电设备为

发电机。

在西藏野外工作区，对系统的各项性能指标进行了反复的测试（图 2），发现直径为 55 cm 的天线要经过多次寻星才能接收的信号，直径为 98 cm 的天线可以很容易的接收到卫星信号（图 3），说明天线直径越大接收信号越顺畅。应用计算卫星俯仰角度软件，计算出该地区的仰角为 38.99°（图 4）。

在云南野外工作区开展系统应用，使用的是直径为 55 cm 的天线(图 5)，工作区为高山峡谷地带，山多并且植被茂密，无手机信号或者信号不佳。应用计算卫星俯仰角度软件，计算出该地区的仰角为 56.65°（图 4）。项目组对系统的供电设施进行了创新改良，使用蓄电池代替发电机(图 5)。经过在野外的应用，使用蓄电池代替发电机是可行的，系统的供电方式更加轻便、环保、安全。

在云南地区的应用研究发现，直径为 55 cm 的小天线在面向南方为开阔地带时获取信号容易，

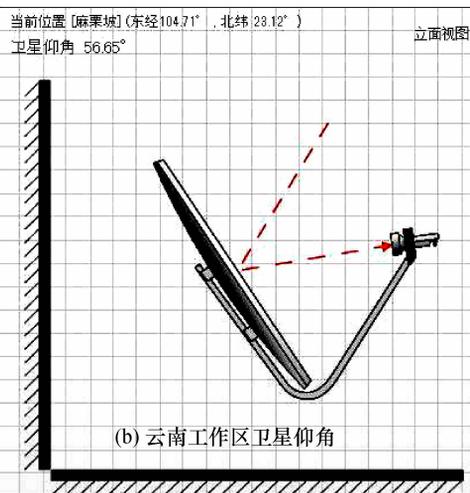
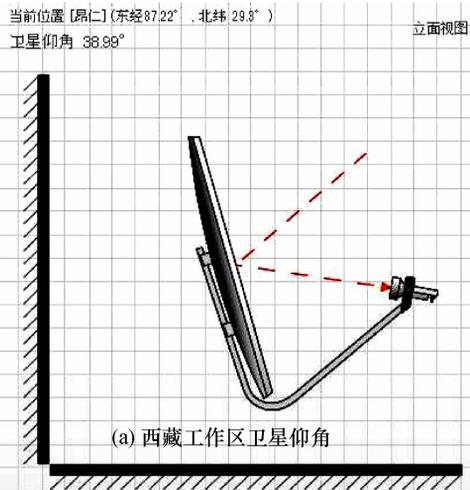


图 4 卫星仰角

Fig. 4 Satellite elevation



图 2 西藏野外现场应用测试

Fig. 2 Field application tests in Tibet



图 3 两种天线应用测试

Fig. 3 Two antennas application tests in Tibet



图 5 云南野外应用

Fig. 5 Field application in Yunnan

但是在面向南方有遮挡的情况下，寻星比较困难，要对星较长时间才有可能获取最佳信号，有些地方根本获取不到信号，说明直径小的天线在接收卫星信号方面能力较差。

3.2.2 系统功能应用 (1) 音视频连接。在西藏

工作区,野外项目组和室内人员进行了视频连接通话,野外工作区项目负责人将项目的工作概况、工作进展以及野外地质调查最新的发现,通过音视频连接实时向室内的专家进行了汇报,室内专家对野外的的工作也给予了指导和帮助(图6、图7)。



图6 视频连接

Fig. 6 Video link



图7 野外项目汇报

Fig. 7 Field project report

(2) 数据传输。应用该套系统在野外通过卫星传输数据,与室内人员进行业务沟通,交换数据。野外工作人员将最新采集的数据第一时间发送给室内人员进行处理,室内人员也可以将野外人员需要的资料及时传输过去,将单位的最新管理通知、技术规范等文件传输给野外人员学习。

(3) 应急电话。可以通过电话与室内人员沟通联系、业务交流,在遇到危险时可以拨打应急电话求救,生活中可以与家人联系,因为使用的是网络流量,费用比卫星电话低廉很多。

3.2.3 西南地区应用特色 相较于国内的其他区

域,西南地区的特殊地质地貌,给野外地质工作的开展带来了一定的困难。特别是在青藏高原开展地质工作,更是难上加难。海拔高、缺氧、天气多变、道路复杂、野兽出没,各种各样的危险因素存在,加之手机没有信号,没有网络,既给野外地质人员的安全带来了隐患,也不便野外工作的管理与数据传输。

轻型野外地质调查数据实时传输系统,目前是国内该领域最轻便、最小型的系统。该系统在西南地区,尤其是在青藏高原无人区得到了非常好的应用。音视频连接、数据传输和应急电话3项功能非常适合在西南地区应用。

4 结论

经过在西南地区的野外应用表明,基于卫星通信的轻型野外地质调查数据实时传输系统总体功能良好,音视频传输、网络传输、应急电话等功能非常适用,这些功能特点在野外项目管理和野外人员的安全保障方面起到了非常好的支撑作用。

在业务领域,野外工作人员可以应用音视频传输、网络传输与室内人员进行业务沟通,对野外遇到的难题,可以现场咨询室内专家寻求帮助,室内专家可以通过视频观察到的野外情况,作出分析判断,为野外人员提供指导建议。野外人员也可以将野外的的工作进展、工作动态第一时间向单位汇报,同时室内人员也可以将单位的最新动态、文件指示等传达给野外人员。

在安全保障方面,由于野外山区无手机通讯信号,并且人烟稀少,一旦遇到危险情况,就可以应用该套系统与外界进行联络,从而使危险程度降低,为野外工作的顺利开展和野外人员的安全保障起到保护作用。

参考文献:

- [1] 何凯涛,李志忠,汪大明. 基于遥感卫星和北斗卫星的野外地质调查服务与管理系统设计综述[J]. 地质力学学报, 2012, 18(3): 203-212.
- [2] 李超岭,刘畅,刘园园,等. 基于3S技术的野外地质调查工作管理与服务关键技术研究及应用示范[M]. 北京:地质出版社, 2013: 7-8.
- [3] 郝明,张建龙,邓昌荣,等. 基于3S技术的野外地质工作管理与服务应用研究:以云南1:5万泸西幅区域地质调

- 查为例 [J]. 地质科技情报, 2013, 32 (2): 163 - 168.
- [4] 薛跃明, 黄喆, 马娟, 等. 地质灾害应急指挥系统实用教程 [M]. 北京: 地质出版社, 2015.
- [5] 郝明, 张建龙, 牛瑞卿, 等. 地质调查信息网络结点建设——以西南地区为例 [J]. 国土资源遥感, 2015, 27 (4): 195 - 199.
- [6] 郝明, 牛瑞卿, 张建龙, 等. 基于北斗卫星的地质灾害应急救援保障体系及其在丹巴地区的应用 [J]. 桂林理工大学学报, 2016, 36 (3): 471 - 477.
- [7] 任晓霞, 张鸣之, 周萌, 等. 地质调查数据实时传输系统运维平台的设计与实现 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2015, 26 (4): 106 - 110.
- [8] 刘燕, 郭学理, 冯继明, 等. 简单网络管理协议 SNMP 的发展与研究 [J]. 计算机工程与设计, 2001, 22 (3): 20 - 23.
- [9] 罗建平. 浅析 VPDN 技术 [J]. 中国数据通信, 2003 (12): 27 - 31.
- [10] 孙秀斌. 视频监控实时传输技术在住地安全保卫工作应用之对比分析 [J]. 科学大众 (科学教育), 2008 (12): 121 - 122.

Application of light field geological survey data real-time transmission system based on satellite communication: a case from field geological survey in southwest China

HAO Ming¹, ZHANG Jian-long¹, ZHANG Ming-zhi², XUE Yue-ming²,
ZHANG Shi-zhen¹, LI Yong¹, GONG Xiao-dong¹

(1. Chengdu Center of China Geological Survey, Chengdu 610081, China;

2. China Institute of Geo-Environmental Monitoring, Beijing 100081, China)

Abstract: In order to improve the management capability and emergency response capability of field geological survey work, a real-time light field geological survey data transmission system was established based on satellite technology, network technology and computer technology. Real-time transmission based on audio and video data and remote communication of basic data are realized. Real-time transmission system of light field geological survey data based on satellite communication has been applied in southwest China. With the unique geology and geography and the location of the southwest region, the system performance indicators were tested and analyzed, and the equipment was innovatively improved, with good results. The field geology work of blind area for communication plays a powerful technical support in management and safety.

Key words: satellite communication; geological survey; data transmission; emergency support