

孙祥鹏, 郭阳, 牟舵, 等. 大藤峡水利枢纽施工区无线网络设计与应用[J]. 人民珠江, 2018, 39(9): 79-81.

大藤峡水利枢纽施工区无线网络设计与应用

孙祥鹏¹, 郭阳², 牟舵³, 张飞³

(1. 广西大藤峡水利枢纽开发有限责任公司, 广西 南宁 530000;
2. 三门峡黄河明珠(集团)有限公司, 河南 三门峡 472000; 3. 水利部珠江水利委员会珠江水利综合技术中心, 广东 广州 510611)

摘要: 为满足大藤峡水利枢纽左岸施工区的安全和管理的需求, 提出一种适用于水利工程施工区的无线网络设计方案。从无线点位布置、无线网络的覆盖方式、带宽设计、无线设备选型、链路预算等方面对设计的内容进行了介绍。该设计成功应用于大藤峡水利枢纽工程左岸施工区智能监控项目中, 骨干网络速率达 300 M, 支路网络速率达 50 M。该网络与光纤、4G 通讯方式相比具有建设难度小、成本低、组网方式简单等优势, 适合在山区开展建设。

关键词: 网络设计; 覆盖设计; 链路预算; 大藤峡水利枢纽

中图分类号: TP393.1 文献标识码: B 文章编号: 1001-9235(2018)09-0079-04

Design and Application of Wireless Network in the Construction Area of Datengxia Gorge Water Conservancy

SUN Xiangpeng¹, GUO Yang², MU Duo³, ZHANG fei³

(1. Guangxi Datengxia Gorge Water Conservancy Development Co., Ltd., Nanning 530000, China;
2. Sanmenxia Yellow River Mingzhu Group Co., Ltd., Sanmenxia 472000, China;
3. Pearl River Comprehensive Technology Center, PRWRC, Guangzhou 510611, China)

Abstract: In order to meet the safety and management requirements of the left bank construction area of Datengxia Gorge Water Conservancy, this paper proposed a wireless network design scheme for the construction area of water conservancy projects. This scheme introduced the wireless point configuration, wireless network coverage, bandwidth design, wireless device selection, link budget design, etc. This design had been successfully applied to the intelligent monitoring project in the left bank of Datengxia Gorge Water Conservancy Project. The backbone network rate and the branch network speed had reached 300 M and 50 M, respectively. Compared with optical fiber and 4G communication, this network had some advantages such as easy construction, low cost and simple networking method. It was suitable for application in mountainous areas.

Keywords: network design; covering design; link budget; Datengxia Gorge Water Conservancy

大藤峡水利枢纽工程位于珠江流域西江水系黔江干流大藤峡出口弩滩上, 具有防洪、航运、发电、补水压咸、灌溉等综合利用的大(一)型水利枢纽工程^[1]。大藤峡水利枢纽左岸施工区距前方临时营地较远, 为有效提高工程建设的监督和检查水平, 通过现场无线视频监控系统的建设, 实现施工区各类物资及施工全过程监控, 并将视频信息实时回传至前方临时营地。但是, 施工区位于山区, 路况地质条件复杂, 若采用传统布设光纤的方式, 施工难度大、建设成本高以及维护困难; 同时 4G 信号尚未覆盖施工区, 现有 3G 信号不稳定, 不具备回传视频图像的条件。因此本文提出了一套符合大藤峡水利枢纽左岸施工区现状无线网络设计方案, 分别从点

位布置、覆盖设计等几个方面对其进行介绍和分析。本设计成功应用于大藤峡水利枢纽工程左岸施工区智能监控项目中, 骨干网络速率达 300 M, 支路网络速率达 50 M, 实现大藤峡水利枢纽左岸智能监控系统数据的实时回传, 为混凝土施工质量控制和施工现场的视频监控提供支持。

1 点位布置设计

点位布置设计包括综合分析无线网络传输路径、覆盖区域、防雷、供电、雨衰、现场地形条件等因素确定点位, 设计结果作为网络覆盖设计依据。由于大藤峡水利枢纽左岸工程施工区已经完成移民工作, 基坑周边无居民居住, 因此不考虑防盗问题。根据业主提供的施工图纸和无线覆盖需求, 并

收稿日期: 2017-11-17

作者简介: 孙祥鹏, 男, 主要从事水利信息化方面工作。E-mail: 29617595@qq.com

结合现场周边地形、建筑以及树木遮挡等问题,确定无线客户端和无线网桥设备的大致安装位置和数量,点位布置主要分布在左岸施工区和混凝土拌合系统。由于考虑施工区内土方开挖、石方爆破和混凝土浇筑等因素,需要到施工区内实地考察,复核点位布置的合理性。经现场勘查之后确定视频回传通过两条骨干链路回传至前方临时营地。点位布置遵循以下原则。

a) 大藤峡水利枢纽左岸智能监控系统数据先是通过支路上的无线网桥进行传输,最后汇聚到骨干链路路上的无线网桥进行回传,在数据传输过程中如果有障碍物遮挡,回传数

据的质量会受到影响,所以选点位置要选择各个立杆高度保持可视距离,或者采用中继链路来避免遮挡的存在,确保菲涅尔区无遮挡。

b) 大藤峡水利枢纽左岸智能监控系统需要全天候 24 h 不间断回传数据,为保证各项业务不被中断,所以各站点需保证提供 220 V 交流电持续供电。

c) 各个监控点布置位置较高,而且施工现场周边夏季雷雨频发,所以为保证网络设备不受雷雨天气的影响,各点位需配备标准的防雷措施,接闪器、防雷引线、防雷地网以及接地电阻等防雷措施符合要求。点位布置见图 1。

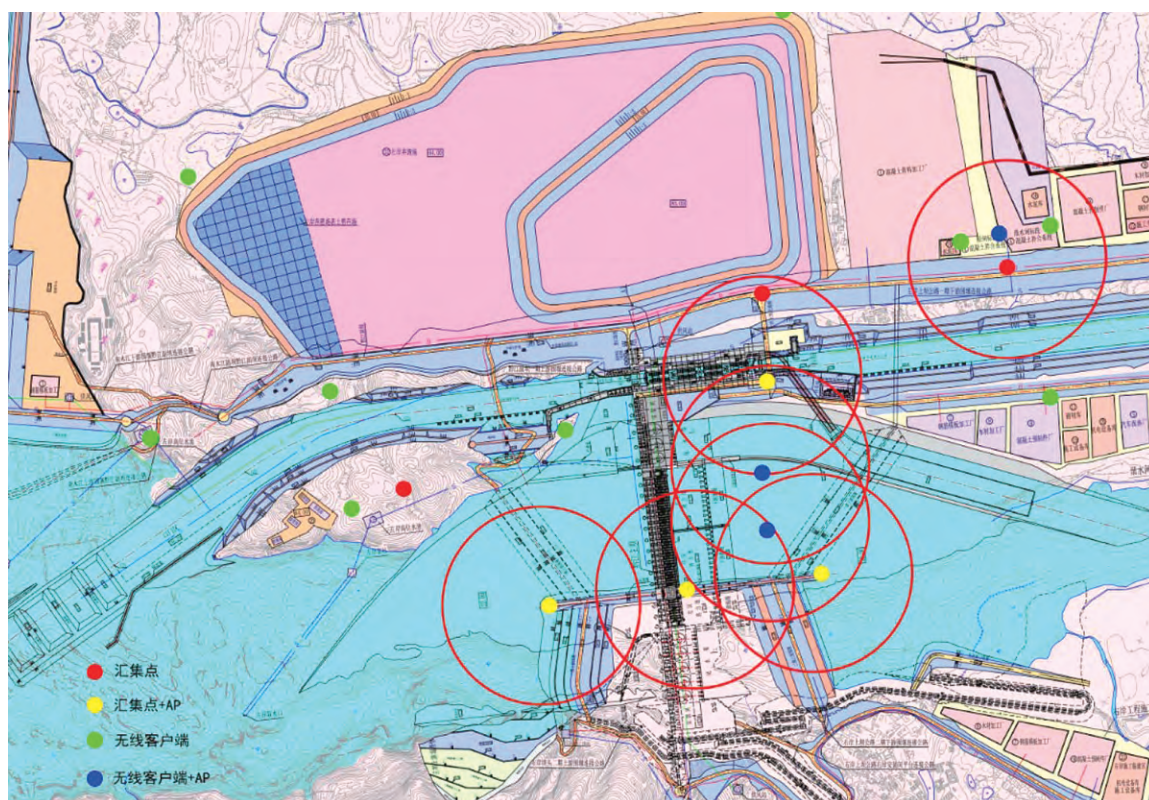


图 1 点位布置

2 覆盖设计

在施工区内建立无线网络覆盖,为大藤峡水利枢纽左岸智能监控系统建设提供必要的网络环境。大藤峡水利枢纽左岸智能监控系统数据通过现场搭建的无线网络将数据实时回传前方临时营地机房,实现温控等传感器数据和考勤数据与中心机房互联互通以及视频图像的实时回传。同时应考虑施工区视频监控点后期有可能增加以及智能温控系统传输温度采集点的温控数据量的增加,应保证一定的带宽冗余。本部分从组网方式、频率设计、带宽设计、设备选型和链路预算 5 个方面进行分析与说明。

2.1 组网方式

施工区距离前方临时营地约 3 km,无线回传距离较远,为保证高清视频回传的质量,采用星型无线组网方式,即以中央节点为中心,并用单独的线路使中央节点与其他各节点

相连,相邻节点之间的通信都要通过中心节点^[2]。无线网络设备采用无线客户端和无线网桥,无线网桥为中央节点,无线客户端为分节点,其中无线客户端负责接收和传递终端的监控信号,点对点无线网桥汇聚各无线客户端传递的监控信息并转发至前方临时营地点对点无线网桥。该组网方式施工简便、方便后期节点扩展、移动以及易于维护。组网结构见图 2。

2.2 频率设计

网络设计方案主要为施工区视频监控服务,根据中国无线频谱使用情况,同时减少信号之间的相互干扰,降低施工难度,提高建设效率。设计采用多频组网:骨干网采用信道带宽大、频谱干扰小的 5 GHz 频段,支路采用 2.4 GHz 频段,为降低信道之间的互相干扰,采用 1、6、11 三个信道交错使用。

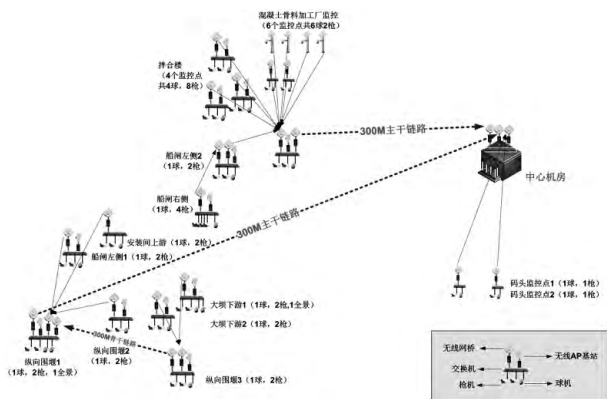


图2 组网结构

2.3 带宽设计

大藤峡水利枢纽左岸智能监控系统中采用的是400万像素网络高清摄像机,设传输单路 $2592 \times 1520@30\text{fps}$ 实时高清视频,拟用8 Mbit/s带宽。目前施工区视频监控点共计55路,按照每条骨干链路回传30路来计算,再考虑多次中继带来的天线的馈线损耗、信号传输的空间损耗以及信道之间干扰等问题,单条骨干链路带宽需达到300 Mbit/s左右。

2.4 设备选型

根据大藤峡水利枢纽施工区特点,以及所采取的组网方式,设计无线网络设备宜选择点对点无线客户端和点对多点无线网桥设备。为保证远距离传输的信息质量和覆盖区域,天线主要选择增益性较高的碟形定向天线、 180° 扇区天线和 360° 全向天线,其中定向天线主要应用于监控点与汇聚点、汇聚点与临时营地汇聚点之间的通信, 180° 扇区天线和 360° 全向天线主要应用于各监控点与汇聚点之间的通信。

2.5 链路预算

链路预算目的是确认所选设备是否满足网络带宽的要求。设计采用自由空间传播模型^[2],接收信号的功率电平可用下式表示:

$$RSS = P_t + G_t - L_c - L + G_r \quad (1)$$

式中 RSS ——接收设备接收的功率电平; P_t ——发射设备的输出功率; L_c ——天线馈线损耗; L ——路损; G_t ——发射天线增益; G_r ——接收天线增益。

设计采用一体化天线的无线设备,所以 L_c 可以忽略不计,则式(1)可简化为:

$$RSS = P_t + G_t - L + G_r \quad (2)$$

电磁波在自由空间的传播路径损耗为:

$$L = 32.44 + 20\lg d + 20\lg f \quad (3)$$

式中 L ——路损, dB; d ——传输距离, km; f ——工作频率, MHz。

方案选择工作在5GHz频段的无线设备,式(3)可化为:

$$L = 106.42 + 20\lg d \quad (4)$$

链路系统裕量为^[3]:

$$SFM = RSS - R_s \quad (5)$$

式中 RSS ——接收信号强度; R_s ——设备接收灵敏度, dB。

设计采用设备的工作频段为5G,受空气中雨、雾、云、雪、沙尘等因素较小,因此不考虑以上因素。

以大藤峡水利枢纽混凝土拌合系统汇聚点与前方临时营地汇聚点之间点对点通信为例,两点之间相距2 km,由式(4)可得 L 为112.44 dB。方案中无线骨干链路采用吞吐量为240 Mbit/s的集成天线基站,通过查阅设备说明书可知设备的最大发射功率 P_t 为23 dBm,发射增益 G_t 为16 dBi,接收增益 G_r 为21 dBi,设备接收灵敏度 R_s 为-70 dBm。根据式(2)可计算出 RSS 为-52.44 dBm;根据式(5)可得链路系统裕量为17.56 dB。在 Los 下,使用这种发射功率为23 dBm,接收灵敏度为-70 dBm的240 Mbit/s的无线网桥,在加装了16 dBi增益的发射天线和21 dBi增益的接收天线,在传输了2 km后还有17.56 dB的链路系统裕量,完全满足项目骨干网的300 Mbit/s要求。

3 部署及应用效果

本文提出的网络规划方法在大藤峡水利枢纽左岸智能监控项目中得到实际应用,实现了高清视频图像($2592 \times 1520@30\text{fps}$)的实时回传,使前方临时营地可对工地进行实时监控并提供技术支持。经测试系统骨干网带宽达到近300 Mbit/s(图3),各支路达到近50 M(图4)。设置数据包大小为1 024 kB,连续Ping包50个,丢包率不大于5%(图5),实现无线网络系统中每台无线客户端与无线网桥的互联互通,确保监控业务的正常开展。

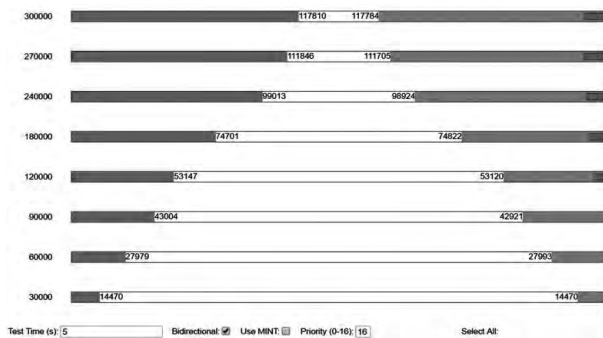


图3 骨干网带宽测试

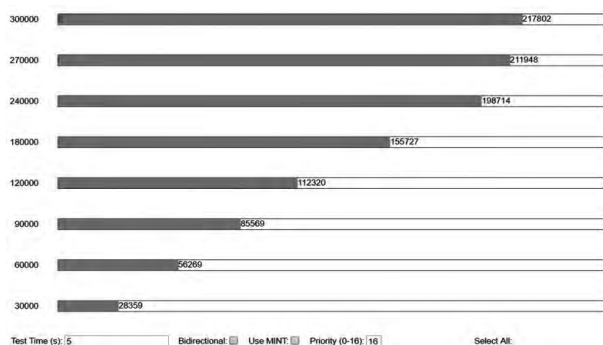


图4 支路带宽测试

(下转第112页)

面建立了高原地区水利工程安全管理成熟度评价指标体系。综合考虑评价指标体系中各指标的权重,提出了高原地区水利工程安全管理成熟度未确知测度理论评价方法。

b) 根据模型计算结果,置信度识别表示该水利工程的安全管理成熟度为 3 级,即规范级,符合该水利工程生产运营情况。如需绩效提高安全管理成熟度,应从职业健康和施工布置方面进行整改,完善安全管理流程,提升安全管理水平。

c) 实例分析表明,所提出的未确知测度理论评价方法可用于高原地区水利工程安全管理成熟度评价,可为辨别高原地区水利工程安全管理中的安全隐患、提升水利工程安全管理水平提供依据。高原地区水利工程安全管理过程中影响因素众多,评价指标建立并未全部涵盖,还需要在实践中不断修正与完善。

参考文献:

[1] 王富永,刘中强,田安建. 浅谈水利工程质量监督与执法[J]. 人民珠江,1998(4):55-56.
 [2] 程飞. 应用生态工程原理解决水利工程施工中的环境问题[J]. 水利学报,2002(3):55-58+63.
 [3] 任瑞雪,赵茂羊. 多属性群决策在水电工程施工方案中的评价与优选[J]. 人民珠江,2016,37(8):57-60.
 [4] 周伟,曾云英,陈绍军,等. 西藏高原基础设施建设规划的生态风险评价——以西藏山南地区为例[J]. 自然灾害学报,2007(4):21-26.
 [5] 蒋洪强,刘正广,徐玟平. 基于管理成熟度的大型水利水电工程

环境绩效评价研究[J]. 生态环境学报,2009,18(6):2399-2403.

[6] 黄辉,梁工谦,肖茂. 企业项目管理成熟度模型的构建与应用研究[J]. 管理工程学报,2005(S1):67-72.
 [7] 朱广君,姚林,丛锦松. 建筑施工项目管理与组织成熟度模型研究[J]. 管理现代化,2006(3):58-61.
 [8] 赵林捷,汤书昆. 一种新的技术创新管理工具——创新管理成熟度模型研究(IMMM)[J]. 科学学与科学技术管理,2007(10):81-87.
 [9] 潘吉仁,林知炎,贾广社. 建筑企业组织项目管理成熟度模型研究[J]. 土木工程学报,2009,42(12):183-188.
 [10] 刘广平,戚安邦,李素红. 煤矿安全风险集成管理成熟度评价模型与方法研究[J]. 安全与环境学报,2013,13(5):244-250.
 [11] 陈述,邵波,郑霞忠. 水电厂安全生产环境多级可拓评价[J]. 中国安全科学学报,2014,24(3):156-161.
 [12] GB/T 33000—2016: 企业施工安全生产标准化基本规范[S].
 [13] 雷长群. 安全生产领域基本概念辨析及双重预防机制研究[J]. 中国安全生产科学技术,2017,13(2):17-21.
 [14] 贾明涛,邓艳芳,冯军. 基于信息融合的矿山安全标准化执行系统研究[J]. 中国安全生产科学技术,2017,13(2):62-67.
 [15] 张鹏,党延忠. 企业知识管理成熟度模型研究[J]. 科学学与科学技术管理,2010,31(8):102-106.
 [16] 苏秦,宋永涛,刘威延. 中国企业质量管理成熟度研究[J]. 科学学与科学技术管理,2010,31(9):172-177.

(责任编辑:程 茜)

(上接第 81 页)

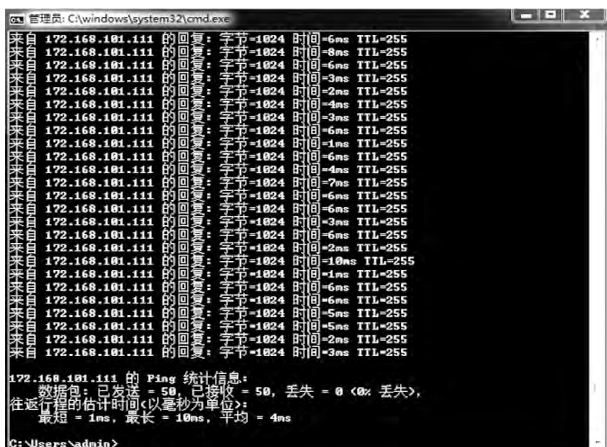


图 5 网桥 ping 包测试

4 结语

本文提出的无线网络设计部署方案,成功应用于大藤峡水利枢纽左岸智能监控项目中,其骨干网无线吞吐量达到 300 M 左右,支路吞吐量达 50 M 左右,满足了远程监控的要求,取得了较好的应用效果。该无线网络方案成本低廉、部署便捷,对不宜采用传统网络建设方式且对网络性能要求较高的山区具有一定的借鉴意义。

参考文献:

[1] 张援,欧辉明. 大藤峡水利枢纽临时淹没处理研究[J]. 人民珠江,2004,25(1):18-21.
 [2] 常春波. 低开销的星型结构无线传感器网络同步技术[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2011,11(4):13-15.
 [3] 程全坤. 地面视距传播的临界距离[J]. 通信对抗,2008(4):30-31.
 [4] 王涛,张明义,黄克明. 多无人机系统频率干扰问题研究[J]. 舰船电子工程,2016,36(7):172-175.

(责任编辑:李泽华)