

基站节能降耗实践探讨

Discussion on Energy Saving Practice of Base Station

王金明(中国联通天津分公司,天津 300000)

Wang Jinming(China Unicom Tianjin Branch, Tianjin 300000, China)

摘要:

主要介绍了天津联通在无线网4G/5G基站能耗管理体系化实践应用中的分析方法和工作经验,包括制定关停策略、实施智能化节电手段和效果评估等内容。运用物联网通信技术,远程控制智能断路器执行断开或者闭合指令,形成节能效果最大化的能耗管理新手段。在保障网络质量的前提下,减少基站电费支出,提高网络运行效能。

关键词:

能耗管理;智能化节电;IoT

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2022.01.012

文章编号:1007-3043(2022)01-0063-04

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

It mainly introduces the analysis method and work experience of Tianjin Unicom in the practical application of energy consumption management systematization of 4G/5G base stations in wireless network, including formulating shutdown strategy, implementing intelligent power saving means and effect evaluation. The IoT communication technology is used to remotely control the intelligent circuit breaker to execute the opening or closing command, forming a new way of energy consumption management to maximize the energy-saving effect, which reduces the base station electricity expenditure and improves the network operation efficiency on the premise of ensuring the network quality.

Keywords:

Consumption management; Intelligent power saving; IoT

引用格式:王金明. 基站节能降耗实践探讨[J]. 邮电设计技术, 2022(1): 63-66.

1 概述

移动网络无线信号覆盖包括室外宏基站和室内分布系统。每天不同时间段的用户数量有差异,尤其是5G网络的建设初期,在网活跃用户量少,5G基站设备在凌晨多处于空闲耗能状态。许多商超、商务办公楼宇的室内用户数量具有潮汐式变化的特点。这些网络负荷的变化情况,为闲时关停基站设备提供了基础条件。

为落实低碳运营、提高网络运行效能工作要求,

天津联通在保障网络健康运行的同时,扩展降本增效途径,发挥现有4G/5G基站高度智能化的优势,运用网优平台的大数据,深度挖掘现有KPI指标与用户感知波动关联性,探索建立节电体系。

节电体系是开展节电工作各环节的综合体,包括掌握不同基站设备的能耗、获取和分析无线网基站运行指标数据、根据数据分析结果制定不同基站场景的节电手段和关停时间。

其中数据分析是基础,用于筛选基站业务负荷在不同时间段的变化趋势,根据变化趋势预测有用户和没有用户的时间段,将基站可节电时间段分为有用户的自主节电时间段和没有用户的定时关停任务时间

收稿日期:2021-11-22

段。在节电实践中,数据分析的粒度从初期的天和小时级别,提升到15 min级别。能够更加贴近用户,降低定时关停任务对用户的影响。

节电方式有软关断节电技术和硬关断节电技术,软关断是无线网设备自身的软件节能技术,包括符号关断、通道关断、载波关断以及小区闭锁和深度睡眠。硬关断是在基站设备的供电线路上安装供电控制开关,有可以联网远程控制分闸合闸读取电压电流数值的智能关断开关,还有定时器开关等。依据基站业务负荷变化趋势的分析结果,在每天的自主节电时间段和定时关停任务时间段,采取不同的节电技术,达到保障网络健康运行,为用户提供优质通信服务的同时,降低基站设备的能耗。

确定基站设备采用哪种节电方式和定时关停任务的时间称为输出节电策略。天津联通在节电实践中,探索实施组合的节电策略。即所有基站全天开启符号关断节电方式,在结合设备型号支持节电功能的基础上,对覆盖商业街、大型商超的4G多通道基站部署了通道关断节电方式。对覆盖地铁、高校、大型场馆的4G多载波基站部署了载波关断节电方式。在预测没有用户的时间段,5G基站有2种节电方式,一种是深度睡眠节电,另一种是智能关断节电,选择哪种方式取决于基站是否安装了智能关断设备。

智能关断设备可以根据在网用户数量灵活调整基站发射功率,当大量用户使用网络时,基站满功率发射;当少量用户使用网络时,自主降低基站发射功率,增加基站设备低功耗运行时间。在预测没有用户使用网络的时间段,5G基站执行定时关停任务。此时,用户的手机自动脱离5G网络进入4G基础层网络,此时覆盖区域内用户少,4G基础层的网络能够满足用户的需求,从而使5G设备处于低功耗运行状态,达到节电目的。

2 实施基站节电的难点分析

截至2021年10月份,天津联通在网4G基站小区数量达9.2万,5G基站小区数量达1.3万,每天的小时粒度数据量达250多万条。如果没有程序运算,就不能有效及时更新基站的忙闲时间,不能为实施定时关停任务决策提供依据。

此外,无线网覆盖范围广,易受天气、节假日、突发事件等环境因素影响,主管人员必须时刻关注网络环境变化,参考网络指标数据,及时调整节电策略。

再次,增加智能关断节电设备后,增加了故障点,增加了维护工作量,需要及时将设备状态纳入日常的监控管理。最后,基站和室分的供电环境各不相同,需要物业协调的站点多,增大了安装智能关断设备、定时器开关的施工难度。

3 无线网基站节能体系化实践

运营商不能为了提升网络运行效能而降低网络覆盖质量,需要通过精细的节电管理,做到节电不断网,降低对用户的影响。在实践中,应发挥中国联通多载波基站重叠覆盖的优势,确定可以实施节电的基站。在设备定位分析、用户行为分析、科学预测关停时间基础上,综合运用多种节电方式,在保证网络质量和用户感知的前提下,减少基站空载时间,达到低碳网络运营的目标。

3.1 基站设备分析

3.1.1 4G基站网络分层

实施节电措施时,必须要了解基站设备和无线网络架构,从而掌握节电措施对用户的影响有多大。天津联通把4G基站按频段和覆盖能力划分为基础层、覆盖层和容量层。考虑不同频率基站设备的覆盖穿透能力,规定L900M是网络的基础层,市区L2100M是网络覆盖层,因为大部分2100M是3G/4G共模设备,需要满足语音服务和基础数据业务要求;郊区L1800M穿透力强,覆盖范围广,是网络覆盖层,仅采用符号关断节电方式,不能实施定时关停基站的节电方式。

通过以上设备定位分析,确定市区的L1800M、郊区的L2100是网络容量层,不仅可以部署软关断节电,也可以根据业务量预测结果在定时关停任务时间段部署小区闭锁或者硬关断节电,降低基站设备能耗。

3.1.2 室分设备分析

室分用户行为呈现规律的潮汐现象。在室分设备低负荷运行时,可以部署定时关停任务降低设备能耗。在节能实践中,因为用户在室内使用网络时对网络的语音质量和网速比较敏感,为避免用户投诉的负面影响,需要分析连续一周的室分业务量指标,预测准确的无用户时间段(见表1)。

3.2 预测关停时间

能耗管理需要掌握4G/5G基站小区的工参表、覆盖场景类别等资料,筛选分析4G/5G基站小区的KPI指标在各时段的数值,以预测无用户时间段。数据指标包括小区内的最大用户数、下行PRB平均利用率、

表1 室分设备空闲时间分析

场景	空闲时段	每天空闲时长/h
商场	23:00到次日09:00	10
写字楼	21:00到次日07:00	10
居民楼	01:00到05:00	5
政企机关	20:00到次日07:00及周六日	11
文化场馆	19:00到次日08:00	15
超市	22:00到次日05:00	7
校园	非宿舍区域20:00到次日07:00	11

空口下行业务字节数等主要指标。每天的数据量超200万条,依靠手工方式不能完成。

天津联通依托IT自研开发能力,在无线路测智能分析系统中研发了“可关停节能小区分时表”程序。通过后台数据计算,预测基站设备的定时关停任务时间段,给制定节能策略提供了关键参考。

在自研过程中,初期设想利用Python脚本语言每天自动获取基站能耗数据,并通过人工制定的规则编写算法规则,利用Python自动化处理每个小区的节点方案。试行一段时间后,发现此种方法会固化判定方式,不能根据现有数据及时调整节能策略,因此采用大数据AI智能判断方式,基于时间序列的节电算法,按照时间维度对节电小区的数据进行分析,将采集到的基站的耗电量数据进行清洗、预处理之后,分为周期性的规律模型、趋势性的指标模型以及节假日、风俗等随机性模型,再将3个模型进行融合,设计出时序策略算法,对影响小区能耗的基站数据、小区资源数据、小区感知数据、MR覆盖、投诉告警等进行综合分析,筛选出与能耗关联度较高的数据,通过算法迭代更新,输出节电算法模型。

在数据处理统计与分析的实践中,会遇到某个时段缺失数据的情况,这在大部分数据分析应用中都很常见。需要用到Python的pandas工具来处理缺失数据,并通过布尔型索引过滤缺失数据。

3.3 节电方式与实施

3.3.1 符号关断、载波关断和通道关断

符号关断是针对LTE发送数据的不同符号进行的,对不发送数据的符号进行关闭,可以有效降低功耗。该功能对网络没有影响,且全天可生效,节能效果较好。基站系统根据自身业务情况进行判断,在不发送数据时关闭PA。

通道关断是针对多通道的LTE载波,在闲时用户少的时候,可以关闭一半的通道数,以降低功耗。由

于关闭通道后会影响业务速率和覆盖效果,因此需进行一系列判断,避免对网络产生影响。设备门限参数包括上/下行RPB利用率门限、上/下行RPB利用率偏置、用户数量、判断周期和保护时间等。

在能耗管理实践中,天津联通将LTE载波上/下行PRB利用率门限设置为10%,将偏置设置为20%,将判断周期设置为20s,将保护时间设置为开启后30min内不可关闭。

载波关断是双频组网时,2个频段的载波共同覆盖一片区域(同经纬度和方向角),当话务量低时,该覆盖区域的话务可以由低频单一载波吸收,此时可以关闭高频载波,达到节省静态和动态功耗的目的。

在实践中,天津联通将LTE载波上/下行PRB利用率门限设置为14%,将偏置设置为6%,将判断周期设置为5s。将保护时间设置为开启后30min内不可关闭。

3.3.2 小区闭锁和深度睡眠

小区闭锁(华为网管指令名称为去激活)和深度睡眠是无线网设备自身的软件节能技术。小区闭锁用于4G基站设备节电,深度睡眠用于5G基站节电。通过华为和中兴网管软件控制定义机制,执行闭锁的指令和休眠开关。开启小区闭锁和深度睡眠功能后,基站不能为用户提供通信服务。

实践中要校验执行小区闭锁和深度睡眠节点方式是否成功。每天定时任务结束后,需要查询网管告警,检查是否有未恢复业务的基站。

3.3.3 智能关断

智能关断是物联网定时开关,可远程设定自动关断和开启时间,设定的时间可灵活修改、支持多个时间段关停策略,可实现对机房的能耗智能监测、用电管理及远程控制,在线路和设备发生过载、短路的情况下对线路和用电设备进行保护。

智能关断设备架构包括网管平台、基站侧的物联网网关和智能开关。网管平台开通VPDN数据专线业务,经集团物联网平台,保持与基站智能关断网关的通信传输,也有的智能关断产品将物联网网关与智能开关集成在一个物理元件内。

5G基站有3个扇区,每个基站安装1个网关和3个智能关断开关,网关管理智能关断开关,每个智能关断开关控制1个扇区设备的供电。通过智能关断网管可分别控制每个智能关断开关,包括合闸、分闸、定时分闸、定时合闸、查询能耗实时信息等。每个扇区

单独控制供电,在实践中可以按扇区设置不同的关停时间。

智能关断节电设备增加了故障点和维护工作量,需要及时将智能关断的设备状态纳入日常监控和故障管理。

2021年,天津联通已完成4 272台5G基站智能关断设备安装,在节电时间段内的节电率达100%。单站每天的节电量8.75 kWh。全部投入使用后,每月可以节省电费96万元。

3.4 节能经验总结

符号关断节电技术对用户无影响,可以选择全天部署使用。小区闭锁和深度睡眠节电实施后用户不能使用网络服务。新建基站入网即开启符号关断和深度睡眠功能。其次,安装智能关断设备是一项改造工程,各部门员工应上下一心,主动协调物业、铁塔公司等部门为施工创造便利条件,同时应制定严格的安装工艺标准。在制定关停时间策略时,要注意错峰下电时间,即5G基站不能在同一时间内下电,否则会使5G用户集中迁移到4G网络,导致核心网侧数据异常。

天津联通节能实践工作成果体现在以下几方面。

a) 自主研发KPI数据分析程序,输出可关停节能小区分时表。

b) 将4G网络分为基础层、覆盖层、容量层,对容量层基站的预测无用户时间段设置定时关停任务。

c) 抢抓5G网络建设初期的时间点,快速安装和实施智能关断节电,节省电费支出。

节电工作经济效益显著,2021年1月到6月的节能收益达622万元,具体如表2所示。

表2 2021年上半年节电收益测算

节电效果	双层多维度节电举措				
	宏站和室分智能关断	宏站深度睡眠	宏站和室分技术节电	室分定时关断	宏站容量层小区闭锁
实施站/个	3 741	1 120	21 664	1 200	2 087
2021年实施时间	1月—6月				3月—6月
月均节能电量/万kWh	17.7	14	54.1	3.1	1.1
月均节能收益/万元	21.3	16.1	62.2	3.2	1.2
1—6月节能收益/万元	127.8	96.6	373.5	19.6	5.1
1—6月节能收益合计/万元	622.6				

4 结束语

天津联通在保障网络健康运行的同时,提升网络运营能力,主动扩展降本增效途径。发挥4G/5G无线网主设备自身软件节能技术优势,将符号关断、通道关断和载波关断节电方式部署在自主节电时间段;依靠自主研发能力,开发“可关停节能小区分时表”程序,为实施定时关停任务节电策略提供数据支撑;在5G基站节电中,勇于尝试,在行业内率先安装物联网智能关断节电设备。通过打造节电体系,减少了电费成本支出,为公司发展做出了贡献,也将节能减排建设低碳型社会的要求落到了实处。

参考文献:

- [1] 杨贵恒,卢明伦,李龙,等.通信电源设备使用与维护[M].北京:中国电力出版社,2015.
- [2] 郭凤仪,王智勇.电器基础理论[M].北京:机械工业出版社,2020.
- [3] 李岳梦.TD-LTE网络部署运营关键技术[M].北京:电子工业出版社,2014.
- [4] 邱勇进.电工基础[M].北京:化学工业出版社,2016.
- [5] 张明和.深入浅出4G网络:LTE/EPC[M].北京:人民邮电出版社,2016.
- [6] 徐爱波,金从元,何琼.5G承载网络运维[M].北京:人民邮电出版社,2021.
- [7] 克里斯托弗·拉尔森.5G网络规划与优化[M].北京:机械工业出版社,2020.
- [8] 屈军锁.物联网通信技术[M].北京:中国铁道出版社,2011.
- [9] 明日科技.Python项目开发案例集锦[M].长春:吉林大学出版社,2019.
- [10] MCKINNEY W.利用Python进行数据分析[M].唐学韬,译.北京:机械工业出版社,2014.
- [11] 汪丁鼎.5G无线网络技术与规划设计[M].北京:人民邮电出版社,2019.
- [12] 章坚武.移动通信[M].西安:西安电子科技大学出版社,2013.
- [13] 李国华.移动通信信号室内覆盖原理及工程设计[M].西安:西安电子科技大学出版社,2016.
- [14] 马晓强.室内分布系统工程[M].北京:北京邮电大学出版社有限公司,2019.

作者简介:

王金明,毕业于天津市委党校,学士,工程师,主要从事无线网基站能耗评估、基站节能降耗管理及执行、节能降耗设备验收标准制定等工作。

