

移动通信 Small Cell 基站供电解决方案与趋势分析

Power Supply Solutions and Trends Analysis for Small Cell Mobile Communication Base Station

胡先红/HU Xianhong
刘明明/LIU Mingming

(中兴通讯股份有限公司, 广东 深圳
518057)
(ZTE Corporation, Shenzhen, 518057,
China)

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2017) 04-0051-005

摘要: 小型分布式基站 Small Cell 数量的快速上升对供电方案提出了“零占地”、易部署等新的需求。针对不同的 Small Cell 基站应用场景, 提出了相应的供电解决方案, 包括本地交流(AC)供电、本地直流(DC) 48 V 供电、本地 AC 和 DC 48 V 混合供电、DC 拉远供电、以太网供电(POE)供电等。此外, 还指出了 Small Cell 基站供电方案的发展趋势, 包括: 小型化、模块化、高效节能、绿色、共享、智能互联等。

关键词: Small Cell; 供电解决方案; 零占地; 模块化

Abstract: With the rapid growth in number of small cell, new requirements are proposed, such as zero occupation of land and easy deployment. For different application scenes, different power supply solutions are proposed, including local alternating current(AC) power supply, local direct current(DC) 48 V power supply, local AC and DC 48 V mixed power supply, DC remote feeding power supply, power over ethernet(POE) power supply, and so on. Moreover, the trends of power supply solutions for small cell are pointed out, including miniaturization, modularized, high efficiency and energy conservation, green, sharing, intelligent and interconnection.

Keywords: Small Cell; power supply solution; zero occupation of land; modularized

随着移动通信网络的发展, 移动通信基站将围绕人们居住、工作、休闲、交通以及垂直行业的需求, 广泛部署在密集住宅区、办公室、体育场、地铁、高速公路、高速铁路以及环境监测等场景^[1]。移动通信分布式基站的形态、功耗、站址、覆盖等都在不断地变化。4G 比 3G 在带宽和通信速率有巨大的提升, 而 5G 将比 4G 具有更高的带宽、更低的时延、更多的连接数, 5G 基站数量将是 4G 的数十倍, 这些特征给供电系统带来新的要求。为适应这些特征, 需要为新型基站提供合适、经济的供电解决方案。

1 移动通信基站形态的变化

为了实现定向覆盖、增强覆盖、盲区覆盖、边缘覆盖的高密度、大流量通信业务, 小型分布式基站 Small Cell 的数量呈快速上升趋势。2012 年底, Small Cell 基站部署数量超过宏基站, 2016 年部署的基站中, 约 88%

是 Small Cell 基站, 大约 9 100 万个, 比 2015 年增长约 50%。由于数据业务的快速增长, 预计未来 Small Cell 基站还会快速增长。

Small Cell 基站指从产品形态、发射功率、覆盖范围等方面都比传统宏站小得多的基站类型。经统计分析, 绝大多数的数据业务发生在室内或热点区域^[2]。小基站可有效改善深度覆盖, 增加网络容量, 提升用户体验, 因而越来越多地受到业界的关注。Small Cell 基站系列产品包括 Femto Cell、Pico Cell、Micro Cell、Metro Cell 系列产品等, 各类站点的发射功率、典

型功耗等指标见表 1。

2 Small Cell 基站供电的主要需求

Small Cell 基站数量巨大, 应用场景多样, 与之配套的供电系统需要适应这些特征, 并满足以下主要需求。

2.1 “零”占地

Small Cell 基站广泛部署在商业区、办公区、住宅区等, 这些区域普遍存在业主协调难、站址资源不足的问题, 部分站点还需要考虑隐蔽的需求。因此, 需要 Small Cell 基站及供

收稿时间: 2017-05-27
网络出版时间: 2017-07-07

▼表 1 Small Cell 基站的分类

分类	发射功率	覆盖半径	用户容量	典型功耗	应用场景
Femto Cell	10~100 mW	10~20 m	4~8	15 W	室内小面积覆盖,如家庭、SOHO等
Pico Cell	室内型: < 250 mW; 室外型: < 1 W	室内型: 30~50 m; 室外型: 50~100 m	32~64	30 W	室内或室外中小面积覆盖,如中小企业、商铺、公共热点等
Micro Cell	5~10 W	100~300 m	< 100	100 W	室外补盲覆盖,如密集城区宏覆盖阴影区域、小型建筑空分
Metro Cell	5~10 W	100~300 m	100~200	150 W	室外补热覆盖,如密集城区街道、大型体育场等

电系统尽量少的占地或者不占地,降低站址选择租用困难以及减少站址使用费。例如:在城市街道,利用现有的灯杆进行抱杆安装,就可达到零占地的需求。

2.2 “零”维护

Small Cell 站点数量庞大,分布范围广,仅维护上站的交通费用就非常巨大。因此,需要供电系统尽量少维护,或者非常方便维护,甚至免维护,以降低运维成本。同时,在模块损坏时,可以非常方便更换。在多模块并联应用时,单模块的损坏不影响其它模块的工作,且更换时负载不断电。例如:供电系统采用自然冷却设计以减少风扇等易损部件的维护成本,模块损坏 10 min 内即可完成单站更换维护。

2.3 易部署

Small Cell 站点部署环境复杂,有街道、弱电井、高楼房屋外墙、室内天花板等,这些场景无法使用大型施工工具。因此,站点安装需要非常简单易行,工作量小,单人可操作,基本不需复杂调试,且一次上站就能完成安装部署。对于壁挂或抱杆安装,要求设备轻,单人单手可提举。普通资质工程安装施工人员经简单培训即可操作。

2.4 易扩展

Small Cell 站点的部署存在需要根据用户容量进行扩容的需求,或者先期部署 4G,后期部署 5G 共站的情

况。这就需要根据业务发展需要,通过并联,扩展供电容量,以满足设备分批部署、后期更多的设备扩容需求,从而可以在初期进行低配置,后期根据业务发展逐步扩容,减少初期投资浪费。例如:包括电源模块、电池组等在内的供电设备都需要模块化设计,可多模块并联扩容,且现场并联易操作。

2.5 云管理

广泛分布的 Small Cell 站点,处于无人值守状态,需要对供电系统的设备状态(市电是否正常、设备是否正常等)、供电参数(电压、电流、功率等)、环境参数(温度、湿度等)等实现远程监测控制,相关信息上传云端,实现云化管理。为降低通信成本,信息传输通过 Small Cell 通信设备实现,即带内传输。

3 Small Cell 基站供电解决方案

为适应不同 Small Cell 基站的供电需求,以及部署场景的不同,需要多样化的供电解决方案以满足 Small Cell 基站部署的要求。

3.1 本地交流(AC)供电解决方案

对于 AC 供电的 Small Cell 站点设备,在站点能够方便获取市电的情况下,有两种方案。一是不需要备电的情况下,可直接采用市电接入供电,这是最为经济的。市电停电会导致业务中断,通信质量降低,此方案在对市电条件好且通信质量要求不高

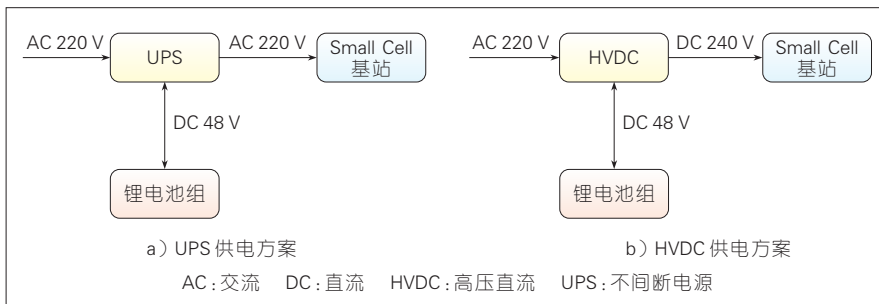
的通信站点可以采用。二是在需要备电的情况下,可采用交流不间断电源(UPS)供电,如图 1 a)所示。此外,当初次部署不需要备电,后期随着站点的业务发展,重要性提高,改造为有备电的情况,也可采用此方案。此外,当前大部分支持 AC 输入的 Small Cell 基站设备一般兼容 240 V 高压直流(HVDC)输入,也可以采用 HVDC 电源(带电池)提高通信基站供电可靠性,如图 1 b)所示。考虑电池成本和通用性,宜采用 48 V 电压等级的电池组作为备电,这种情况下电源设备的内部复杂度会有所提高。

3.2 本地直流(DC)48 V 供电解决方案

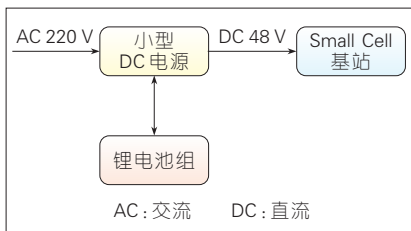
对于 DC 48 V 供电的 Small Cell 基站通信设备,在站点能够方便获取市电的情况下,可采用小型 DC 电源供电,根据站点市电的可用度、用户对业务可用度要求,及综合投资成本,选用配备或者不配备蓄电池组的方案,如图 2 所示。小型电源输出 DC 48 V,功率模块功率等级从 800 W 到 3 000 W 有多种规格可供选择,可并联扩容。电池采用 48 V 电池组,保证 0.5~1 h 备电时长,可并联扩容以延长备电时间。考虑壁挂、抱杆时的可安装性,宜采用体积小、重量轻的锂电池组。本地 DC 48 V 供电解决方案为相对比较通用经济的供电方案。

3.3 本地 AC 与 DC 48 V 混合供电解决方案

部分 Small Cell 站点,存在既需要 AC 供电,也需要 DC 48 V 供电的情况。这种情况的产生一般是前期部署了部分通信设备,后期新增通信设备与之前的设备供电需求不同。例如:某站点前期部署了市电直接供电的 4G 设备(无备电,直接接入市电),后来站点扩容新增 DC 48 V 供电的 5G 设备,且两次部署的通信设备均需需要备电。此种场景下采用的供电方案如图 3。图 3 a)为采用小型 DC



▲ 图1 本地 AC 供电解决方案(有备电)



▲ 图2 本地 DC 48 V 供电解决方案(有备电或无备电)

电源加独立逆变器方案,图3 b)则采用一个双路DC输出的电源系统,同时提供DC 48 V和DC 240 V输出。采用独立逆变器方案相对通用,但设备多、成本高。采用双路DC输出的电源系统方案不通用,但设备少、占用空间小。本地AC与DC 48 V混合供电方案的应用场景相对较少。

3.4 直流远端供电解决方案

部分 Small Cell 站点,难以在站点直接获取市电,例如:隧道或无市电覆盖的山顶等。此种场景下,可考虑采用直流远端供电方案,如图4所示。在局站端,增加一个DC/DC电源,将原有的48 V电源升至某一更高电压,例如280 V DC,然后通过电缆将电源拉到远端站点^[9]。对于可采用AC 220 V(兼容高压直流输入)的 Small Cell 通信设备,直接采用高压直流供电。对于DC 48 V供电的 Small Cell 通信设备,则需增加一个小DC电源(此处小型DC电源与采用本地DC 48 V供电方案中的小型DC电源相同),转换为48 V后给设备供电。对直流远供电压没有严格规定,但业界比较通用的电压等级为DC

280 V,也可选用其它电压,如采用DC 270 V(标称240 V)、DC 380 V(标称336 V),与通信设备用的高压直流电源系统电压一致,此时远端AC供电的 Small Cell 通信设备需兼容这些电压输入。

直流远端供电方案,考虑拉远供电线缆成本及电能损耗的影响,对通信设备功耗、拉远距离均有要求,功

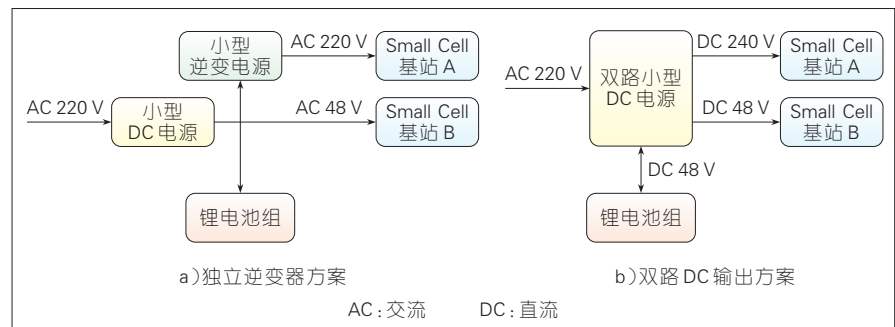
耗不易过大,一般不超过500 W,拉远距离不宜超过5 km。

3.5 以太网供电(POE)供电解决方案

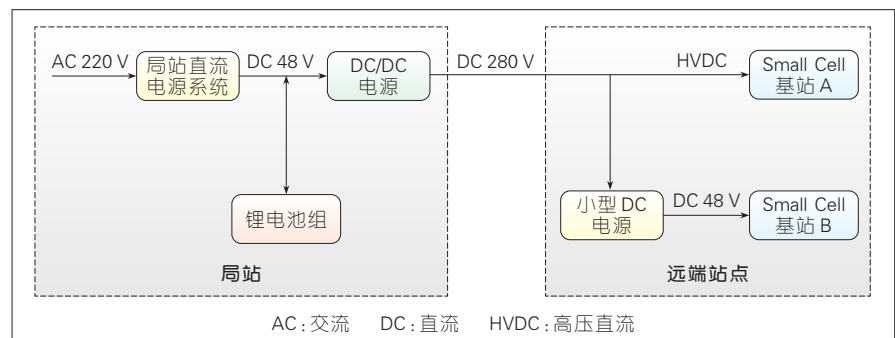
对于功率15 W左右的末端 Femto Cell 站点,可采用POE。POE供电是利用标准以太网传输电缆,同时传送数据和电功率的方案,如图5所示。在 Small Cell 站点上级的通信设备,通过以太网线将数据和DC 48 V电源混合传送到 Small Cell 站点。按照IEEE 802.3at标准,采用CAT-5e及以上网线时,POE最大供电功率可达25.5 W,供电电压范围42.5 V~57 V^[10]。

3.6 供电解决方案比较

不同供电方案适用于不同的应用场景,在建设成本、运维成本、供电可靠性等方面均有差异,需根据实际



▲ 图3 本地 AC 与 DC 48 V 混合供电解决方案(有备电)



▲ 图4 直流远端供电解决方案

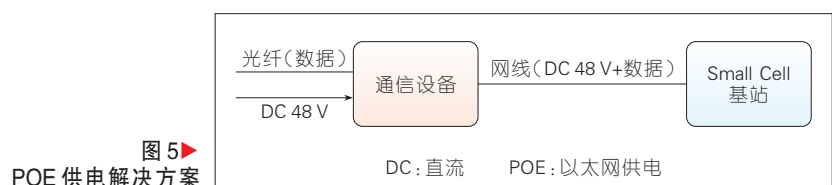


图5 POE 供电解决方案

场景选取合适的供电解决方案。上述几种供电解决方案的比较如表2。相比而言,本地DC 48 V供电解决方案和POE供电解决方案是比较通用、经济的解决方案,推荐优先使用。

4 Small Cell 基站供电设备

4.1 设备形态

Small Cell 基站供电设备的形态,需要适应 Small Cell 基站复杂场景,满足前述零占地、零维护、易部署等需求。中兴通讯两种典型的 Small Cell 站点供电设备如图6所示。

图6 a)为AC 220 V输入,DC 48 V 1 500 W或3 000 W输出的电源,图6 b)为48 V 25 AH锂电池模块。电源和电池均为自然冷却,IP66防护等级,可应用在室外场景,支持多模块并联扩容。

4.2 安装方式

Small Cell 基站电源可适应挂墙、抱杆以及多模块旗装,如图7所示。可以满足零占地等需求,适应不同的应用场景。

5 Small Cell 基站供电方案的发展趋势

5.1 小型化、模块化

随着网络速率的提高,Small Cell 基站越来越靠近用户端。Small Cell 基站的体积越来越小,便于站址的选择与隐蔽,与之配套的供电设备也要更加小型化以便于安装。

模块化的供电设备可以实现任意并联,实现 Small Cell 基站分期部署及平滑扩容。模块化的供电设备可实现在3G基础上逐步叠加4G,以及未来叠加5G业务的需求,实现通信基站的平滑演进及业务升级。

5.2 多样化

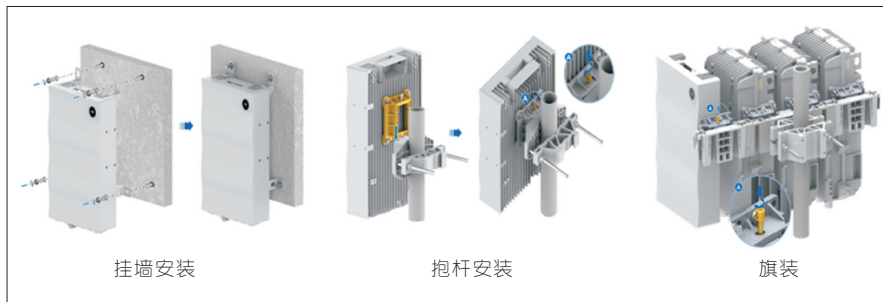
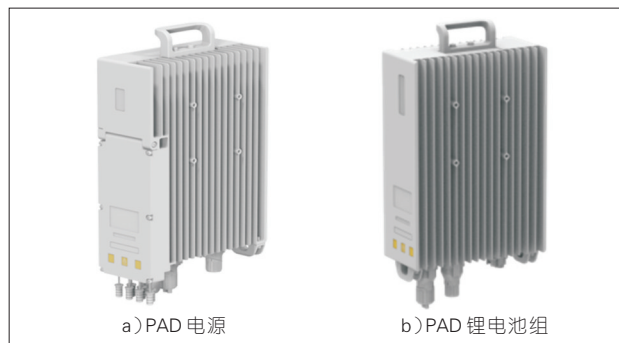
Small Cell 基站为实现定向覆盖、增强覆盖、盲区覆盖、边缘覆盖等多

▼表2 Small Cell 基站供电方案比较

方案类型	建设成本	运维成本	供电可靠性	说明	推荐程度
本地AC供电解决方案	低	中	中	适用AC供电设备	★★★
本地DC 48 V供电解决方案	低	中	高	适用DC供电设备	★★★★★
本地AC与DC 48 V混合供电解决方案	中	高	中	AC与DC 48 V供电共存设备	★★
直流远端供电解决方案	高	低	高	本地取电困难	★
POE供电解决方案	最低	低	高	室内,功率不超过25 W	★★★★★

AC:交流 DC:直流 POE:以太网供电

图6
Small Cell 基站供电电源系统



▲图7 Small Cell 基站电源的安装方式

种场景,以及复杂的现场部署要求,形成了多样化的基站形态。同时,供电功率从10 W到千瓦级,各有不同,形成了多样化的供电方案。未来5G的设备形态也会与现有的3G、4G设备有较大的不同,Small Cell基站供电设备的形态将会随之变化。

5.3 高效节能

除了要求供电设备具有更高的转换效率(96%或更高),还需要供电设备能在基站负荷较低时下电,当负荷变高时重新启用,就像电子感应灯一样,以降低基站的电能消耗。当Small Cell基站下电后,由宏站或周边的Small Cell基站实现信号覆盖;当

相邻的宏站负荷变高时,Small Cell基站就会被启用。

5.4 绿色

随着节能减排要求的提高,以及太阳能发电的成本越来越低,对于室外部署的Small Cell站点,将大量引入小型太阳能供电系统为站点供电,实现零排放。当前,对于部分市电获取困难的通信站点,太阳能供电已经具有较强的经济性。

5.5 共享

Small Cell站点供电除了可实现3G、4G以及未来的5G基站共享供电外,也可以为不同的运营商的Small

Cell 基站通信设备供电。随着物联网的发展, Small Cell 站点通信设备可升级为物联网基站, 同时也可物联网的终端共享供电, 如街边站的车联网传感设备、安防监测控制设备等。

5.6 智能、互联

软件定义电源(SDP)得到越来越多的应用, Small Cell 供电电源也将逐步实现软件定义, 实现多种电源制式的输出。同时, Small Cell 基站电源系统的能量接口和信息接口也将逐步符合未来能源互联网的标准, 可以接入能源互联网, 实现不同站点间的能量互联^[5], 进一步提高能效, 降低供电成本。

5.7 空间能量供应

物联网的发展推动了小型无线供电、空间微能量收集等技术的发展, 未来的小功率 Small Cell 站点, 供电方式可能会来自太阳能、无线供电, 甚至是空间微能量的收集, 摆脱

对电网供电的依赖, 大幅度降低取电成本。

6 结束语

移动通信的发展, 推动了 Small Cell 基站的大量部署。Small Cell 供电方案一方面适应 Small Cell 通信基站各种复杂场景的供电需求, 另一方面也符合电源的技术发展趋势, 为信息通信的发展提供了高效、绿色、灵活、可靠的供电解决方案。

参考文献

- [1] 朱龙明, 朱清华, 姚强. M-ICT 时代下的 5G 技术及创新[J]. 中兴通讯技术, 2016, 22(3): 52-56. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6868.2016.03.012
- [2] 中兴通讯. Small Cell 基站系列产品[EB/OL]. (2017-05-10) [2017-06-02]. <http://www.zte.com.cn/china/products/wireless/Base-Station-Series/Small-Cell>
- [3] 中国通信标准化协会. 通信设备用直流远供电系统: YD/T 1817-2008[S]. 北京: 中国通信标准化协会, 2008:7
- [4] IEEE SA. Local and metropolitan area networks-- Specific requirements-- Part 3: CSMA/CD Access Method and Physical

Layer Specifications Amendment 3: Data Terminal Equipment (DTE) Power via the Media Dependent Interface (MDI)
Enhancements: IEEE 802.3at-2009[S]. USA: IEEE, 2009:10

- [5] 胡先红. 信息设备供电系统发展趋势[J]. 中兴通讯技术, 2016, 22(1):42-45. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6868.2016.01.011

作者简介



胡先红, 中兴通讯股份有限公司能源产品总工程师、能源产品规划首席专家, 广东省电源行业协会副会长, IEEE 会员; 对通信电源的架构和发展趋势有较深入研究, 主要负责中兴通讯能源产品的规划与架构方案设计工作; 已发表论文 10 余篇, 拥有中国专利 4 件。



刘明明, 中兴通讯股份有限公司能源研究院研发总工、研发部长, IEEE 会员; 现主要从事通信电源、混合能源技术研究及产品研发; 已发表论文 17 篇, 其中 10 篇被 IEEE 收录, 2 篇被 SCI 收录, 拥有专利授权 18 件。