

# 模块化边缘 DC 与电动汽车充电站的融合共建探讨

姚俊伟<sup>1</sup> 时远海<sup>1</sup> 金鉴<sup>2</sup> 孟良辰<sup>1</sup> 朱鹏飞<sup>2</sup>

1 上海电力设计院有限公司, 上海, 200025;

2 中讯邮电咨询设计院有限公司, 北京, 100080;

**摘要:** 5G 时代边缘数据中心建设逐渐成为新的基建方向之一, 但边缘 DC 在使用过程中经常出现富余电量利用率不高的问题。文章从以上问题入手, 对问题现状、模块化边缘 DC 与充电站融合共建的设计构思、应用场景、优势及经济效益进行了分析, 论证了二者融合的可行性。

**关键词:** 边缘 DC; 汽车充电站; 融合共建; 双碳

## Discussion on the Integration Co construction of Modular Edge DC Nodes and Electric Vehicle Charging Stations

Yao Junwei<sup>1</sup> Shi Yuanhai<sup>1</sup> Jin Jian<sup>2</sup> Meng Liangchen<sup>1</sup> Zhu Pengfei<sup>2</sup>

1 Shanghai Electric Power Design Institute Co., LTD., Shanghai, 200025;

2 China Post and Telecommunications Consulting and Design Institute Co., LTD., Beijing, 100080;

**Abstract:** In the 5G era, the construction of edge data centers has gradually become one of the new infrastructure directions, but edge DCs often encounter the problem of low utilization of excess capacity during use. Starting from the above issues, this article analyzes the current situation, design concept of modular edge DC and charging station integration, application scenarios, advantages and economic benefits, and demonstrates the feasibility of the integration of the two.

**Keywords:** Edge DC; Car charging station; Integration Co construction; Carbon Peaking and Carbon Neutrality

**DOI:** 10. 69979/3041-0673. 25. 12. 015

## 1 概述

我国已领先世界从 4G 时代进入 5G 时代, 5G 网络相对 4G 网络具有传输速率显著提升, 网络时延显著降低的优势。5G 技术的应用场景越来越多, 包括但不限于移动通信、自动驾驶、远程医疗等, 以上场景具有网络时延低、网络稳定性强、数据量巨大、数据类型多等特点。此时传统的集中式数据中心计算处理方式将逐渐失去优势, 为更好地支撑高密度、大带宽和低时延需求, 较为有效的方式为在靠近用户的网络边缘侧构建业务平台, 提供存储、计算、网络等资源, 将部分关键业务应用下沉到接入网络边缘, 以减少网络传输和多级转发带来的带宽与时延损耗<sup>[1-3]</sup>, 即边缘计算模式。

边缘数据中心(以下简称边缘 DC), 是一种采用边缘计算模式, 在网络边缘侧部署的新型基础设施, 位于用户端和集中化的云数据中心之间, 提供小型化、分布式、贴近用户的数据中心环境。从业务技术层面看, 因其采用边缘计算模式, 可有效满足行业数字化在敏捷链接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求<sup>[4]</sup>; 从业务空间层面看, 因其具有体积小、数量多、分散部署的特点, 可灵活满足大量业务规模与投资规模均受限的客户需求。

边缘 DC 的以上优势契合了 5G 时代的技术需求和当

前深度数字化的时代需求, 逐渐成为高效匹配诸多 5G 场景的解决方案, 因此其建设规模取得了快速的发展。

### 1.1 边缘 DC 的发展趋势

#### 1.1.1 边缘 DC 的技术发展趋势

未来数据中心产业将呈现“边缘 DC+云数据中心”两极化发展模式。一方面, 受云计算、新型运维等技术推动及市场竞争影响, 云数据中心资源逐步整合, 呈现规模化、高密度发展趋势, 以应对集中存储、数据挖掘分析等数据量和计算量巨大的业务; 另一方面, 将涌现大量小型、微型边缘 DC, 以保障边缘侧的时延敏感型业务<sup>[5]</sup>。

边缘 DC 将不仅承载小型数据中心的功能, 还将是数据的第一入口, 且部署环境往往更加开放、复杂、恶劣, 需要先进制冷、高安全可靠、无人值守、自动化运维、分布式架构、指数级提高的计算能力等技术支撑<sup>[6]</sup>。

#### 1.1.2 边缘 DC 机房建设模式的发展

传统的小微型 DC 机房多采用砖混结构或钢筋混凝土结构作为主体进行建设, 受限于材料特质及施工流程, 需要在主体完工后于现场进行装修、机电设备安装等后期施工, 因此建设周期偏长的问题, 同时也有如成本高、形象差、寿命短、难复用、品质难把控的痛点。

边缘 DC 因其规模小、数量多,更适合工厂化、模块化生产。相对于传统的建设模式,模块化建设模式具有工厂生产、工厂安装、工厂调试、快速交付的特点;可采用标准化的生产流程,将大量现场工作量于工厂完成,显著提高交付速度和交付质量,逐渐成为边缘 DC 的主要建设模式<sup>[7-11]</sup>。

## 1.2 边缘 DC 的电量富余问题

边缘 DC 建设运营的过程中为城市的数字化发展提供了显著的助力,但通常从建设完成到满负荷运营需要一定的业务增长期,且由于项目规划与业务发展最终成果具有一定的差异性,边缘 DC 在运营前期经常会出现电力资源富余的情况。

根据现有上海某运营商边缘 DC 的机柜和电力资源使用情况进行统计,

目前其边缘 DC 总共为 65 处站址,其中满荷载机房数量为 26 个,占其边缘 DC 总数的 40%,除去空余机柜预留的容量外,仍有剩余容量的站址数量为 39 处,占其边缘 DC 总数的 60%,总富余电力容量为 3088kVA,平均净剩余电容量为 79kVA;从目前统计数据来看,上述各区域机房中均存在电力富余状况,为普遍现象,且整体存在电力富余的机房数量占比较高,其资源价值和经济价值有待充分挖掘。

## 1.3 电动车充电设施发展趋势

电动车充电基础设施包括充电桩、充电站、换电站等,是新型的城市基础设施和推广应用电动汽车的基本保障。大力推进充电设施规划建设,是落实国家新能源汽车产业发展战略、建设“便捷、高效、绿色”综合交通体系的客观需要,是完善城市基础设施体系、方便人民群众生活、促进城市绿色发展的重要举措。<sup>[12-13]</sup>

2012 年至 2021 年,我国国务院相继出台诸多关于新能源汽车产业发展的政策,均支持新能源汽车充电基础设施的建设及智能化发展。2022 年 2 月 24 日,上海市政府官网发布《关于本市进一步推动充换电基础设施建设的实施意见》,提出聚焦引导设施应用绿色高效,上海将建立智能化充电设施标准体系并开展新能源汽车有序充电试点,打造“新能源汽车有序充电示范市”,力争“十四五”期间,形成 50 万辆车、50 万千瓦有序充电能力,实现网、桩、车智能融合发展。

综上所述,我国电动车充电基础设施的发展不仅将保持良好的增长趋势,也将逐步实现设施的智能化转变,承担更多信息化载体的需求。

## 1.4 边缘 DC 与充电站融合共建可能性

目前边缘 DC 的功能可为充电设施智能化转型提供

良好的算力支撑,而充电站对电力的需求可利用边缘 DC 所富余的电力资源,两者形成了有效的互补。同时,二者的布局一般均为市区大量分布,郊区团状设置,人口密集区域、产业密集区域既是大量数据产生和应用的重要区域,也是存在大量充电需求的区域,选址需求的一致性也为二者的产品融合提供了更有利的条件。

## 2 模块化边缘 DC 与电动汽车充电站的融合设计构思

利用二者选址需求一致、功能与缺口互补的优势,将边缘 DC 与汽车充电站融合,既可以满足为原有充电站增加边缘计算处理能力,为互联网+进行赋能,又可以在原有边缘 DC 站点的区域利用电力剩余容量发展充电站,得到双重收益。

### 2.1 概念方案

本概念方案以规模为 8 个机柜的模块化边缘 DC 和 1 台 2 机 4 充汽车充电站为例,对二者融合进行方案设计。

#### 2.1.2 模块化边缘 DC 方案

8 机柜模块化边缘 DC 方案是基于标准 40 尺集装箱作为载体,在集装箱框架内集成机柜、封闭通道、UPS 及电池、配电、空调、监控管理、布线、照明、防雷接地、消防和装修等多个系统,形成完整解决方案。

表 1 边缘 DC 产品参数

产品基本参数列表	
IT 机架数量	8 个标准机架/8 个 CT 机架
单机柜功率	6kW
占地面积	30.5 m <sup>2</sup>
建设周期	60 天
空调形式	风冷氟泵/普通风冷
电池后备时间	15min-120min



图 1 边缘 DC 平面图

本方案为一层建筑,耐火等级二级,采用的是预制模块化建设方案,为一个预制箱体模块,内含两个舱室,其中一个为室内舱,含八台标准机柜,和四台空调组、一台配电柜、一台电池柜、一部 UPS;另一个为存放空调外机的室外舱。

根据机柜总功率及机房配置标准要求,配置相应容量及相应等级标准的电源设备。本案例的 DC 机柜总功率为 48kW,配置 60kVA 容量的一体式 UPS。交流配电柜向集装箱内的空调和照明等负荷配电,UPS 配电向集装箱内的 8 台机柜配电。配电系统满足近、远期的使用需

求。

不间断电源采用模块化 UPS，后备电池采用磷酸铁锂电池。机房 IT 设备采用 2N 供电架构，单边电池系统后备时间 15min。

本案例数据中心配电系统保障等级参照《数据中心设计规范》GB50174-2017C 级标准。

### 2.1.3 汽车充电站方案

汽车充电站采用直流充电机方案，提供国标充电接口，具有精确计量计费、充电记录存储、刷卡结账等功能，可为电动汽车动力电池提供直流电能，使用安全、操作简便。

充电机与电动汽车充电接口定义满足 GB/T 20234.3-2015 的要求。充电机与电动汽车 BMS 通信协议满足 GB/T27930-2015《电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通讯协议》的要求。

表 2 充电机产品参数

40kW 一体式直流充电机（1 机 2 枪）	
名称	参数
输入电压	AC380V±15%三相五线制
输出电压	200-750V
输出电流	90A
辅助电源规格	DC 12V/10A
防护等级	IP54
枪线长度	5 米
功率柜外形尺寸（mm）	1900（高）×800（宽）×800（深）
充电终端外形尺寸（mm）	1600（高）×600（宽）×240（深）

### 2.1.4 整体融合共建配套要求

#### 1. 环境要求

环境温度：-30℃~+45℃；存储温度：-40℃~+70℃；海拔要求：0m~4000m，海拔≥1000m 时需降额使用。

#### 2. 市政接入要求

电力供给应充足可靠，通信应快速畅通；边缘 DC 布置场地周围采用空中架线或开挖槽道布设市电接入线路，各项目需根据介入电力电流性质提前更换集装箱内部供配电模块，同时应有便捷的通信接入条件。

#### 3. 高程要求

首层建筑完成面尽量高出当地洪水百年重现期水位线 1.0m 以上，且高出室外地坪 0.6m 以上。

#### 4. 位置要求

应远离产生粉尘、油烟、有害气体以及生产或贮存具有腐蚀性、易燃、易爆物品的场所；应远离水灾、地震等自然灾害隐患区域；应避开强电磁场干扰<sup>[1]</sup>；

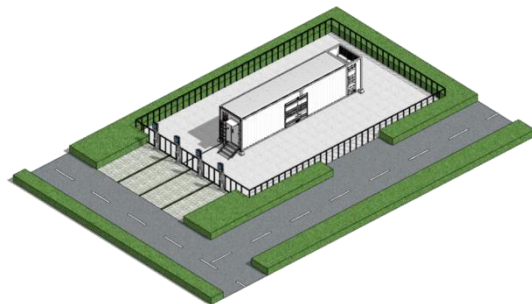


图 2 融合产品规划示意图

## 2.2 模块化边缘 DC 与充电站融合共建的应用场景与优势

以“互联网+”与“数字科技”为契机，二者融合可广泛适用于公共交通区域、商业区域、办公区域等，并能融入智慧园区、智慧教育、智慧医疗、智慧安防、商业办公等多种功能场景。

场景一：智慧园区，在智能制造、智慧港口等智慧园区场景中，数据安全性要求高，可保障数据不出园区，并为园区车辆提供便捷充电功能。

场景二：智慧教育，满足高校内专网需求，保障校园专网安全、性能的同时兼顾校园停车场充电需求。

场景三：智慧医疗，满足智慧医疗医院与停车就医的双向需求。可由多个院区组成医联体，医联体的 2B 终端规划一个独立 DNN，院区内 2B 终端访问公网有安全要求，访问公网仍然使用原有的固网公网出口，部分 2B 终端存在移动到院区外的场景。

场景四：智慧安防，满足居民区等的智慧安防数据处理要求，同时可为居住区来访人员或居民提供便利充电服务。

场景五：商业办公，满足商业区与办公区的日常经营数据处理与停车充电站的双重需求。

## 3 模块化边缘 DC 与充电站融合共建的经济效益测算

由于边缘 DC 与充电站的融合共建的适用场景不同时相关成本效益分析会有所区别，本章节按照上文 8 个机柜的模块化边缘 DC 及 2 机 4 充的充电站融合方案进行标准化测算。

### 3.1 单独模块化边缘 DC 场景下经济效益分析

#### 3.1.1 收入测算

按照市场调研的价格，边缘 DC 按照服务点进行售

卖，服务点价格在 6-10 万元/服务点/年，本次测算以 8 万元/年计算。收入测算表格如下：

边缘 DC 收入/按照 8 个机柜进行计算										
年份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
投入节点比例	30%	50%	80%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
中间数据	2.40	4.00	6.40	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20
单个节点价格(万元/节点/年)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
收入（万元）	16	32	48	56	56	56	56	56	56	56

3.1.2 投资测算

模块化边缘 DC 按照 8 个机柜建设，每个机柜 12 万元建设成本计列，总投资为 96 万元。

3.1.3 运营成本

运营费用主要包括日常运行电费、运维费用、巡检费用等构成，具体见下表：

电费										
年份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
用电单价（元/kWh）	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
边缘 DC-PUE	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
边缘 DC 用电量（kWh）	178704	336384	473040	515088	515088	515088	515088	515088	515088	515088
电费合计（万元）	11.62	21.86	30.75	33.48	33.48	33.48	33.48	33.48	33.48	33.48
运营费										
年份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
边缘 DC 运营费用（万元）	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
边缘 DC 巡检费用（万元）	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
运营费合计（万元）	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
总计	14.62	24.86	33.75	36.48	36.48	36.48	36.48	36.48	36.48	36.48

3.1.4 收益测算

通过测算，投资回收期为 6.94 年，内部收益率为 8.00%，投资利润率为 7.20%。

静态指标			动态指标		
指标	单位	计算值	指标	单位	计算值
静态投资回收期	年	6.94	内部收益率	%	8.00
投资利润率	%	7.20	财务净现值	万元	9
投资利税率	%	7.67	财务净现值比		0.09

3.2 模块化边缘 DC 与充电站融合场景下经济效益分析

在以上单独模块化边缘 DC 方案的基础上融合充电桩产品，充电桩按照 20%使用效率，收费采用充电时间进行收取服务费的模式。收入测算表格如下：

3.2.1 收入测算

边缘 DC 收入/按照 8 个机柜进行计算										
年份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
投入节点比例	30%	50%	80%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
中间数据	2.40	4.00	6.40	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20
单个节点价格(万元/节点/年)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
收入（万元）	16	32	48	56	56	56	56	56	56	56
充电桩收入/按照 2 机 4 充考虑										
年份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
服务费充电费用（元/kWh）	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
收入（万元）	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4
总计	31.4	47.4	63.4	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4

3.2.2 投资测算

模块化边缘 DC 建设成本以 96 万元计，充电站按照



1 台 2 机 4 充规模建设，充电桩成本 17.08 万计列，总投资为 113.08 万元。

融合场景下运营费用主要包括日常运行电费、运维费用、巡检费用等构成，具体见下表：

### 3.2.3 运营成本

电费										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
用电单价（元/kWh）	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
边缘 DC-PUE	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
边缘 DC 用电量（kWh）	178704	336384	473040	515088	515088	515088	515088	515088	515088	515088
电费合计（万元）	11.62	21.86	30.75	33.48	33.48	33.48	33.48	33.48	33.48	33.48
运营费										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
边缘 DC 运营费用（万元）	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
边缘 DC 巡检费用（万元）	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
充电桩运维费用（万元）	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
充电桩巡检费用（万元）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
合计	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
总计	16.8	27.1	35.9	38.7	38.7	38.7	38.7	38.7	38.7	38.7

### 3.2.4 收益测算

通过测算，投资回收期为 5.05 年，内部收益率为 19.12%，投资利润率为 17.32%。

静态指标			动态指标		
指标	单位	计算值	指标	单位	计算值
静态投资回收期	年	5.05	内部收益率	%	19.12
投资利润率	%	17.32	财务净现值	万元	68
投资利税率	%	17.87	财务净现值比		0.60

通过以上案例数据对比分析，加入充电站融合共建后，整体项目的回收期由 6.94 年缩短至 5.05 年，内部收益率由 8.00% 增长为 19.12%，投资利润率由 7.20% 增长为 17.32%，项目回收时长缩短，收益指标均产生正向增长，由此可知，充电站产品的融入可有效改善边缘 DC 产品的项目经济指标。

## 4 结语

在 5G 的时代潮流下，边缘 DC 因其自身技术优势和特点，其建设规模得到了显著的发展，但因其自身业务发展模式导致交付初期通常会存在电力资源富余的问题；而充电站伴随新能源技术的普及也成为了城市发展的新型基础设施，其智能化转型的趋势及对用电量的需求契合了边缘 DC 的发展特点，二者的融合共建可以实现互补与互惠，有效解决边缘 DC 自身业务成长期的电力富余问题，共同助力城市数字化、智能化转型。

### 参考文献

[1]何欣枫;田俊峰;娄健.摘要:面向边缘计算的可信协同框架摘要:[J].摘要:电子与信息学报,2022.

[2]陈良银;陈彦如.摘要:物联网实践系列教材摘要:工业物联网核心技术摘要:边缘计算网关摘要:[M].摘要:北京:人民邮电出版社,2021.09.  
[3]张涛.摘要:新经济摘要:新产业摘要:[M].摘要:北京:中国金融出版社,2020.07.  
[4]摘要:朱晓云.边缘数据中心:边缘计算风口下数据中心的未来[J].摘要:信息通信技术与政策,2019.  
[5]姜俊阳;张波.摘要:中国第三方数据中心(IDC)产业发展探析摘要:[J].摘要:经济与社会发展研究,2020.  
[6]摘要:朱晓云.边缘数据中心:边缘计算风口下数据中心的未来[J].摘要:信息通信技术与政策,2019.  
[7]摘要:李崇辉.模块化数据中心的应用[J].机房技术与管理,2014.  
[8]摘要:胡燕.关于模块化数据中心发展的思考[J].电信科学,2014.  
[9]摘要:陈月琴,鲍宁远.模块化数据中心机房的实现

方式[J]. 电信工程技术与标准化, 摘要: 2010.

[10]摘要: 阳必飞. 绿色模块化数据中心构建之道[J]. 通信电源技术, 摘要: 2014.

[11]摘要: 从明, 李琳骏, 史艳博, 等. 新基建环境下模块化数据中心设计[J]. 摘要: 2021..

[12]摘要: 上海市城市规划行业协会. 《上海优秀城乡规划规划设计获奖作品集》[M]. 上海科学技术出版社, 2019. 06.

[13]摘要: 鲍嘉伟; 李周; 刘云. 新能源汽车充电设施计量测试研究[J]. 现代电信科技, 2017.

作者简介: 姚俊伟 (1989. 04-), 男, 汉族, 江苏无

锡, 大学本科, 工程师, 研究方向: 电力系统及自动化设计;

时远海 (1985. 11-), 男, 汉族, 安徽淮南, 硕士研究生, 高级工程师, 研究方向: 电力系统通信、电力系统调度自动化设计;

金鉴 (1991. 11-), 男, 汉族, 山西朔州, 大学本科, 工程师, 研究方向: 模块化数据中心产品研发;

孟良辰 (1999. 06-), 男, 汉族, 内蒙古自治区莫力达瓦达斡尔族自治旗, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 综合能源设计

朱鹏飞 (1989. 08-), 男, 汉族, 河南许昌, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 模块化数据中心产品研发。