

信息通信业能源发展国内外总体态势及发展展望

中国信息通信研究院

泰尔系统实验室

齐曙光

2024.08



Content

目 录

1

信息通信能源发展背景

2

信息通信能源最新态势

3

国际国内标准化及展望

2024年国际能源政策概况

欧盟

The European Green Deal

- ① 德国将于2025年初招标建设**氢能**发电厂，6月获得欧盟非正式批准，支付**数十亿欧元**补贴这些发电厂。
- ② 欧盟委员会宣布通过“现代化基金”向10个欧盟国家的39个能源项目提供**29.67亿欧元**，支持**能源系统**现代化建设，项目包括：加强输电网建设以整合可再生能源，为公共水网项目部署**光伏和储能**，支持家庭部署户用光伏系统。
- ③ 欧盟委员会已批准德国政府**30亿欧元**的**氢能**核心网络支持计划。
- ④ 奥地利国家石油天然气集团与罗马尼亚石油公司合资成立OMV Petrom，对Petrobrazi炼油厂投资约**7.5亿欧元**，生产**可持续航空燃料、可再生柴油**，以及建设2个**绿氢**生产装置。

美国

- ① 美国能源部（DOE）宣布提供高达**7000万美元**的资金，用于支持旨在提高弹性并降低能源输送基础设施面临的各种危险的技术研究。包括**电网、电力公用事业、管道和可再生能源发电**（如风能或太阳能）。
- ② 拨款**1.04亿美元**用于31个联邦设施的节能和**清洁能源**项目。该计划通过建筑电气化、地热热泵、现场太阳能发电和电池储能等举措，帮助各机构降低能源消耗。
- ③ 启动了**8.5亿美元**的竞争性招标，旨在帮助小型石油和天然气生产商监测和减少其运营过程中产生的**甲烷**。
- ④ 美国能源部高级计划研究局（ARPA-E）宣布启动“Vision OPEN 2024计划”，将拨款**1.5亿美元**支持**脱碳**领域颠覆性技术发展。



日韩

- ① 通过支持建立价值约**8000亿韩元**的东海岸氢经济产业带，连接浦项和蔚珍，将庆尚北道打造成**氢产业中心**。
- ② 由400多家日本公司和组织组成的联盟计划设立一只**10亿美元**的基金，以加强**氢气供应链**。
- ③ 日本议会通过《氢能社会促进法案》。该法案规定日本经济贸易产业省的自然资源和能源局将向任何类型的“**低碳氢**”认证供应商提供补贴。日本首相岸田文雄承诺，根据该法案政府将出资**3万亿日元**支持**清洁氢**推广。



国际能源数字化总体概况（联合国亚太经社会为例）

Active grid management

Remote management of off
grid installations

Power distribution and
retailing efficiency

Cybersecurity

Power purchasing
from IPPs

Predictive
maintenance

Power planning and
maintenance

Power rationing

Higher share of variable
renewable energy

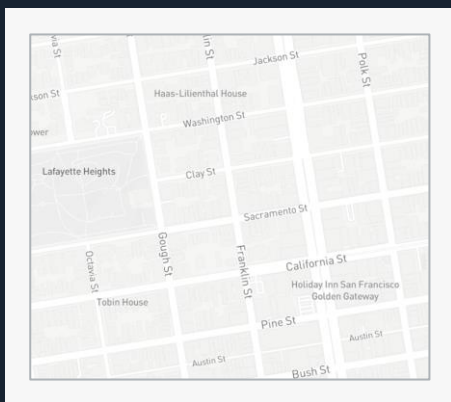
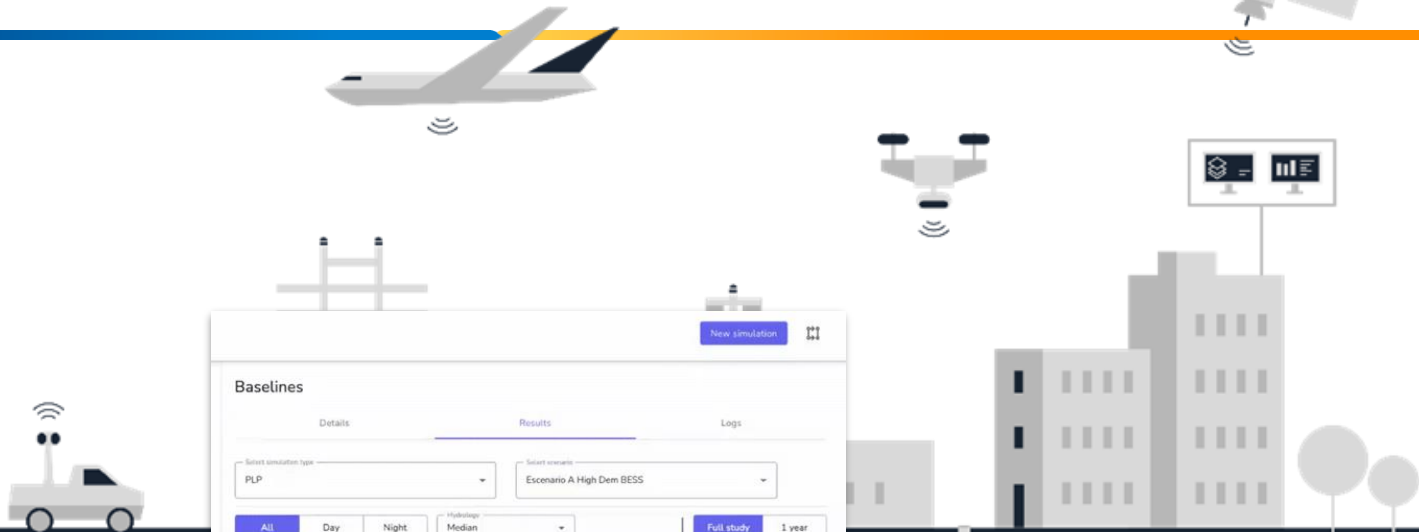
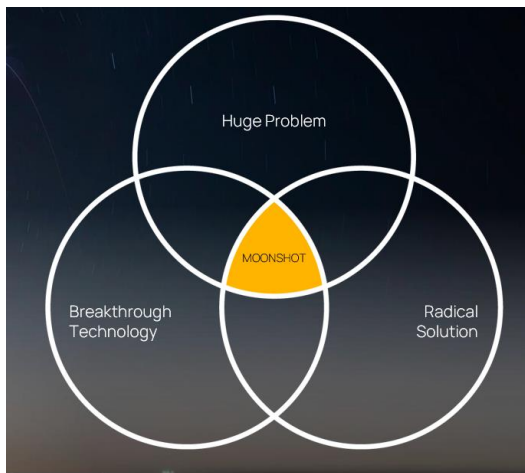
Customer engagement
to provide tailored
energy-saving
recommendations

Reduce grid losses

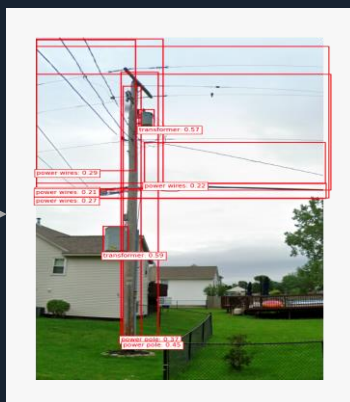
Large power system
operation

Reduce power down time

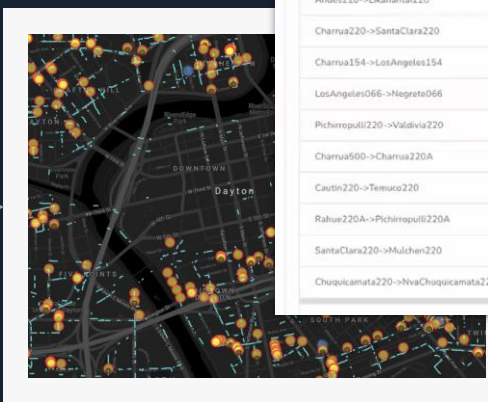
国际能源数字化转型新趋势（以谷歌公司为例）



空白地图



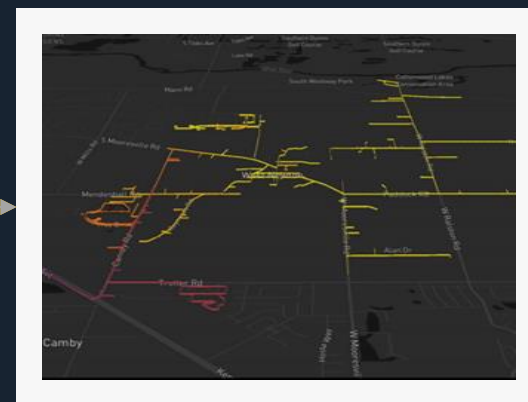
已识别资产和状态



自动拓扑转换网格模型

Name	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Andes220->Ukananta220	0.0%	0.0%	9.9%	17.3%	38.5%	35.9%	40.0%	43.4%	46.1%
Chama220->SantaClara220	0.0%	5.9%	23.7%	27.0%	14.3%	28.2%	27.0%	28.2%	29.1%
Chama154->LosAngeles154	9.3%	7.4%	16.8%	9.1%	5.4%	19.8%	15.3%	10.9%	16.1%
LosAngeles066->Negrete066	11.6%	5.7%	8.8%	4.5%	7.7%	15.3%	14.8%	12.1%	11.1%
Pichinapu220->Valdivia220	0.0%	1.4%	9.4%	17.1%	13.7%	14.7%	12.8%	11.6%	0.0%
Chama500->Chama220A	0.0%	0.9%	6.5%	2.2%	3.1%	12.4%	14.9%	14.9%	22.1%
Cautin220->Temuco220	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	5.1%	8.9%	5.4%	9.7%	5.7%
Rahue220->Pichinapu220A	2.3%	14.7%	4.7%	14.5%	14.6%	5.1%	4.6%	5.5%	12.1%
SantaClara220->Mulchen220	0.0%	1.5%	9.3%	4.8%	3.1%	3.1%	8.2%	7.0%	5.7%
Choriquamata220->NvaChiquicamata220	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

用于计算随时间变化的
功率流电路级电力求解器



大规模可模拟网络

地下电力

《国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案》中信息通信相关要求

能源绿色低碳转型行动

1. 推进煤炭消费替代和转型升级;
2. 大力发展新能源;
3. 因地制宜开发水电;
4. 积极安全有序发展核电;
5. 合理调控油气消费;
6. 加快建设新型电力系统。

节能降碳增效行动

1. 全面提升节能管理能力;
2. 实施节能降碳重点工程;
3. 推进重点用能设备节能增效;
4. **加强新型基础设施节能降碳。** 优化新型基础设施空间布局，**统筹谋划、科学配置数据中心等新型基础设施，避免低水平重复建设。** 优化新型基础设施用能结构，**采用直流供电、分布式储能、“光伏+储能”等模式，探索多样化能源供应，**提高非化石能源消费比重。对标国际先进水平，**加快完善通信、运算、存储、传输等设备能效标准，**提升准入门槛，**淘汰落后设备和技术。** 加强新型基础设施用能管理，将年综合能耗超过1万吨标准煤的数据中心全部纳入重点用能单位能耗在线监测系统，开展能源计量审查。**推动既有设施绿色升级改造，积极推广使用高效制冷、先进通风、余热利用、智能化用能控制等技术，提高设施能效水平。**

工业领域碳达峰行动

城乡建设碳达峰行动

交通运输绿色低碳行动

循环经济助力降碳行动

技创新行绿色低碳科动

碳汇能力巩固提升行动

绿色低碳全民行动

各地区梯次有序碳达峰行动



《信息通信业绿色低碳发展行动计划（2022-2025年）》

● 行动4：提高基础设施用能水平

1、间接——鼓励信息通信企业积极采购绿色电力

畅通渠道

推动畅通绿色电力采购渠道、建立绿色电力碳排放抵消机制，鼓励企业积极购买绿色电力

强化意识

强化企业主动消费绿色电力的意识，在绿电供应有保障的区域优先通过自建拉专线或双边交易方式提高绿色电能使用水平

绿电证书

在绿电供应难以保障的区域积极购买绿色电力证书，促进绿色电力消纳

- 联合产业上下游相关企业和研究机构，完善信息通信行业绿色电力认购政策规范体系；
- 畅通信息通信企业绿色电力采购渠道，规范企业购买绿色电力的认证流程和碳排放抵扣方法。

2、直接——加大绿色能源推广使用

就近消纳

鼓励企业在自有场所建设绿色能源设施，与绿色能源方案提供方合作就近消纳。

技术融合

有序推广锂电池使用，探索氢燃料电池等应用，推进新型储能技术与供配电技术的融合应用。

试点示范

支持智能光伏在信息通信领域示范应用。试点打造一批使用绿色能源的案例

- 推进绿色数据中心评定工作，逐步提升可再生能源应用比例在指标体系中的权重。协调三大基础电信运营商、中国铁塔等深入开展通信基站、机房可再生能源供电的试点示范，打造低碳基站、零碳基站。



Content

目 录

1

信息通信能源发展背景

2

信息通信能源最新态势

3

国际国内标准化及展望

信息通信能源领域国际最佳实践

1、可再生能源获取途径丰富，使用占比高；2、新型储能技术应用；3、自然冷源的应用；4、提升能效。

Amazon AWS

2040年实现碳中和

- 成立 气候承诺基金，投资 20 亿美元用于发展关于 脱碳 的技术与服务；
- 成立 生态气候维护基金，投资 1000 万美元用于森林重建与改善气候的项目；
- 一共在全球参与了 91 个太阳能与风能相关的项目，其每年可以产生的电量足够 680,000美国家庭使用，所有日常运营 100% 使用可再生能源。

Google 谷歌

2020年通过碳信用额完成碳中和，2030 年完成可再生能源转型，实现零碳排放

- 开发使用**高能效的制冷系统**，谷歌数据中心的能耗只有行业平均的一半；
- 通过**购买高质量的碳信用额**抵消自 98 年成立以来的其他碳排放，实现清零碳中和；
- 谷歌所有数据中心和公司园区的运营都将 **100% 使用可再生能源**，实现零碳排放。

Telefonica

2030年可再能源100%使用，2040年实现碳中和

- 全球通过网络现代化提高其效率，例如**铜改光、暖通空调设备更新项目、使用自然冷却技术、关闭老旧网络、接入网节电改造、混合动力(光伏)站点**等措施减少能源消耗。
- 可再生能源使用：欧洲、巴西 和秘鲁用电100%来自可再生能源 (全球水平为87.5%)
- BaaS电池即服务模式：在哥伦比亚开发了一个颠覆性模式：**电池即服务(BaaS)模式降低油耗，节省成本**。该项目在170个站点增加电池，减少柴油消耗超过70%，每年节省近50万升柴油消耗，同时也降低了维护成本。

Vodafone

2021年7月实现100%可再生能源供电，2040年实现碳中和

- 第一优先级，采用更高效通信设备、服务器、电源和温控
- 站点叠加新能源（绿地、屋顶、停车场），**超过1200个站点使用太阳能系统**，供电4GWh
- 与新能源电站业主签订长期供给协议，满足20~40%电力需求
- 澳洲子网安装**无源风冷系统**，替代耗能的空调系统

信息通信领域能源国内总体态势

能源利用高效化

1. 设备效率提升;
2. 系统效率提升;
3. 基础设施效率提升;
4. 网络效率提升;

用能结构绿色化

1. 自建电站;
2. 绿电绿证;

能源使用智能化

1. 设备智能化;
2. 系统智能化;
3. 平台智能化;

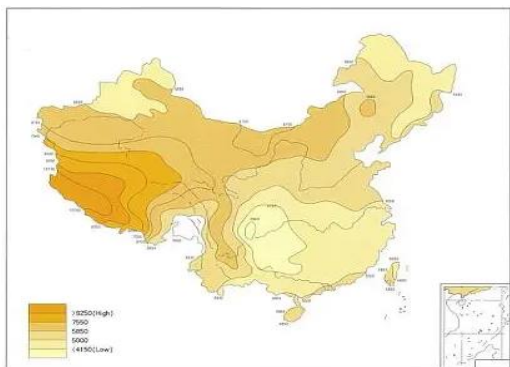
能源资源融合化

1. 由信息通信领域到其他领域应用; re
2. 有其他领域应用到信息通信领域。



1. 用能结构绿色转型

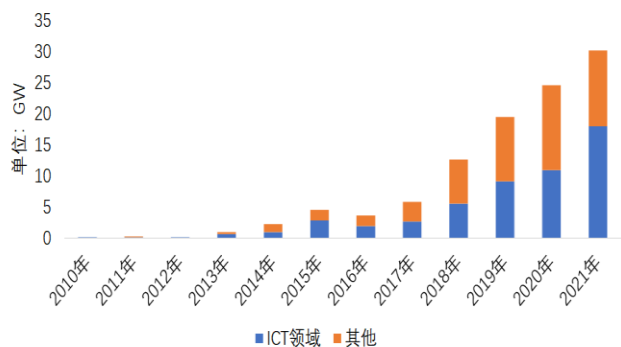
可再生能源利用：有效降低ICT基础设施碳排放



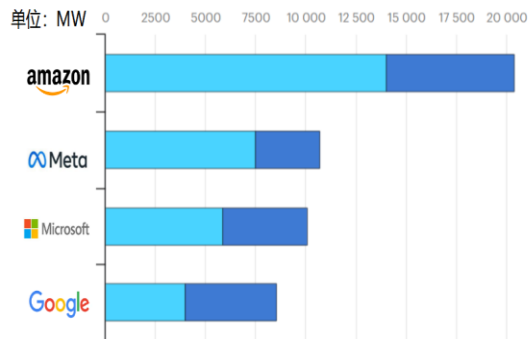
聚焦用电单价高或光照资源好的站点、地区，差异化采取合同能源管理与自建模式推动5G基站、数据中心和通信机房的自建数据中心电站建设。

绿电绿证交易：全面推动ICT绿色用能

全球绿色电力交易情况

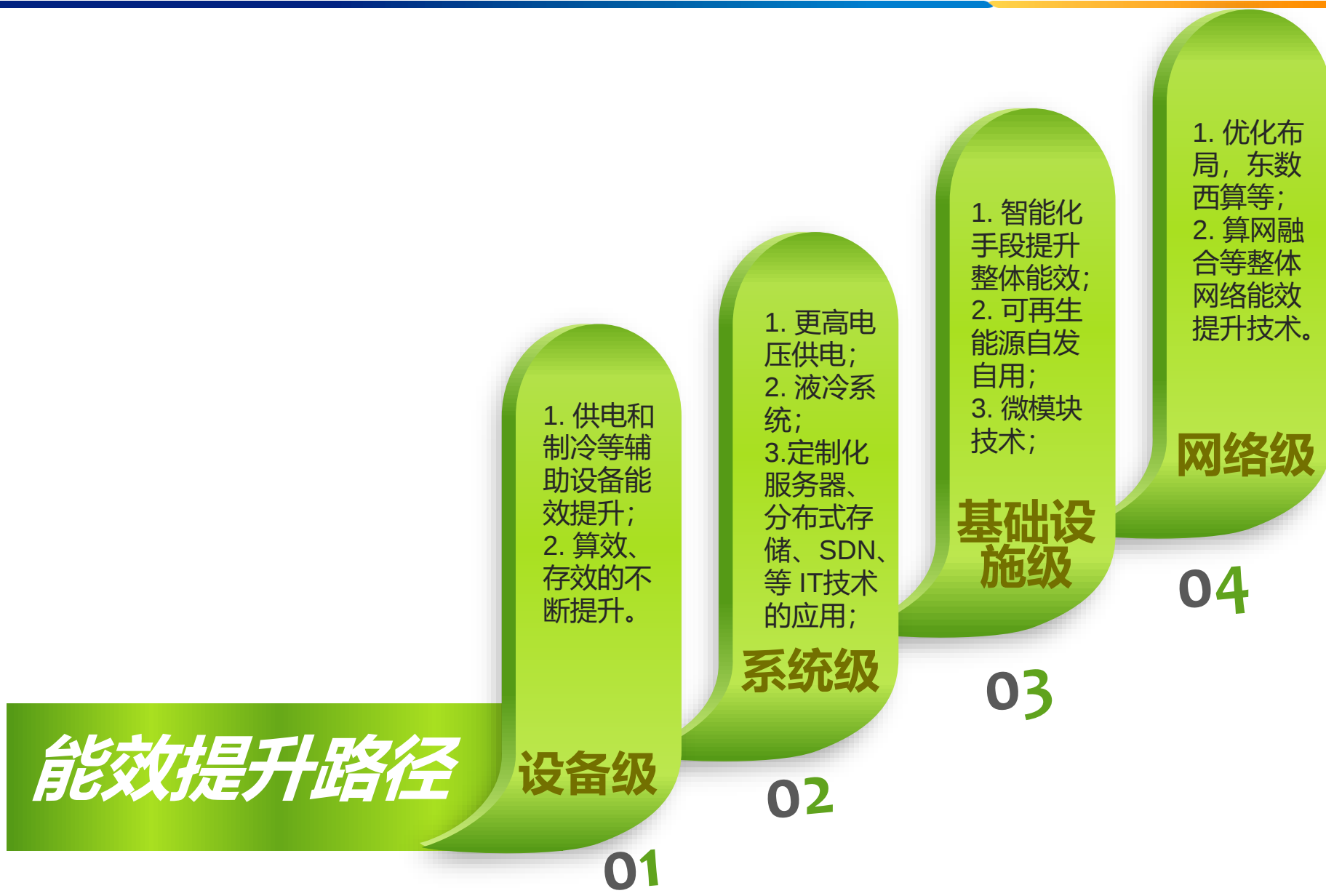


2010-2022年购买PPA的主要企业



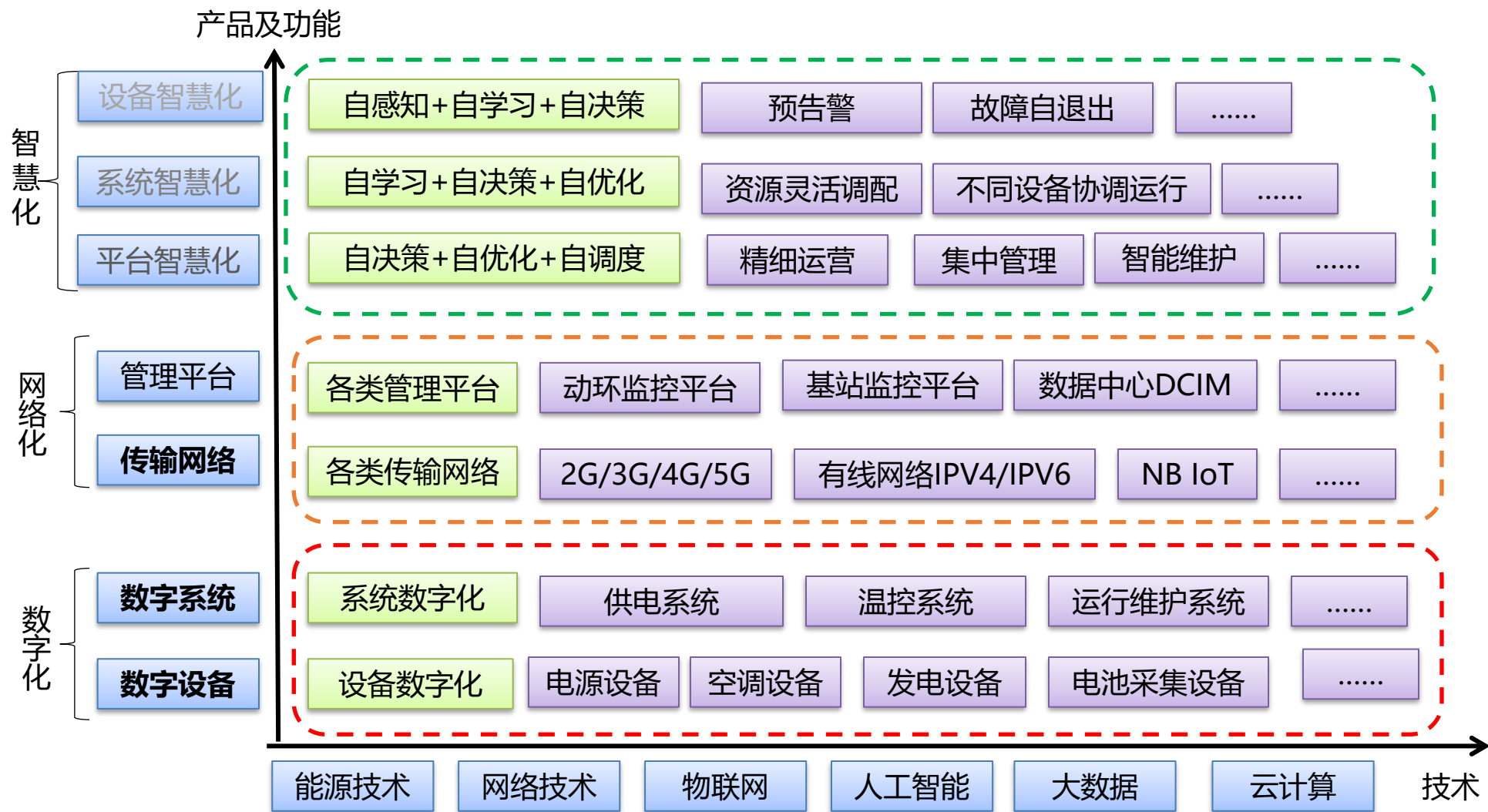
我国数据中心绿电绿证交易仍有较大发展潜力。截至2023年底，国网经营区累计成交绿电规模830亿千瓦时。

2. 能源效率不断提升





3. 智能化水平稳步提升





4. 能源与资源利用与其他领域深度融合





Content

目 录

1

信息通信能源发展背景

2

信息通信能源最新态势

3

国际国内标准化及展望

ITU-T L.PS_HPC “Distributed Power Supply Architecture for High Performance Computing Data (HPC) Center”

Scope: (defines the intent or object of the Recommendation and the aspects covered, thereby indicating the limits of its applicability).[↗]

This draft Recommendation proposes to introduce [infrastructure solutions distributed power supply architecture](#) for high performance computing data center, including but not limited to[↗]

1 . Distributed Power Supply Architecture[↗]

2 . High Power Density Module Power Supply [↗]

3 . Dual Switchover Technology[↗]

4 . Practical Application[↗]

ITU-T L.SE_MI “Smart Energy Solutions for Manufacturing Industry”

Scope : (defines the intent or object of the Recommendation and the aspects covered, thereby indicating the limits of its applicability).[↗]

This Recommendation mainly focuses on energy monitoring, energy consumption analysis, energy management, energy optimization and other aspects to achieve higher energy efficiency, increasing the proportion of renewable energy, etc. in manufacturing industrial energy systems.[↗]

注：ITU-T L.1380, ITU-T L.1381, ITU-T L.1382, ITU-T L.1383为一个系列

ITU-T L.PV_base station “Smart controlling methods for photovoltaics system installed in base station site”

Scope: (defines the intent or object of the Recommendation and the aspects covered, thereby indicating the limits of its applicability).[↗]

This Recommendation presents the photovoltaics controlling methods that can be used for photovoltaics system installed at the base station and increase GHG emission reduction of the base station site. This draft Recommendation introduces the background and purpose, the application practice of controlling photovoltaics system installed in base station site. This Recommendation provides technical guidance for the application and benefits of using photovoltaics system in the base station site.[↗]

ITU-T L.HRES_PD “Hybrid Renewable Energy System from Solar based for ICT Portable Devices”

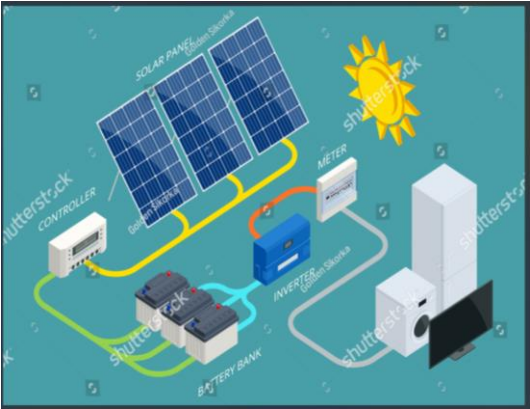
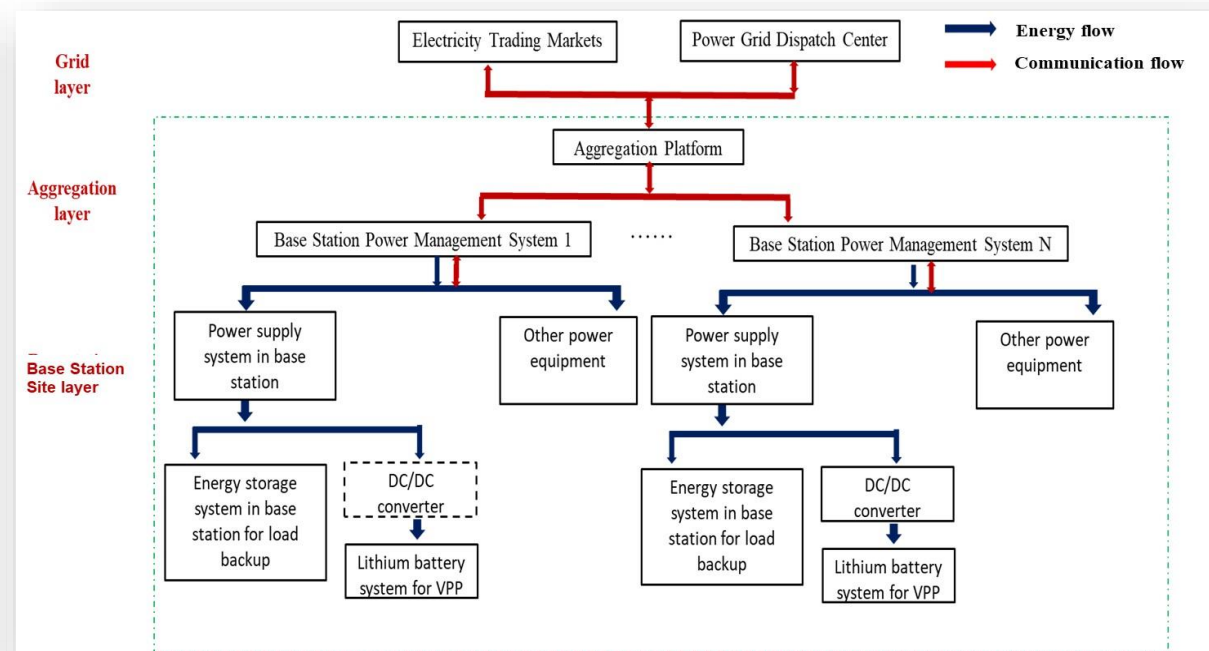
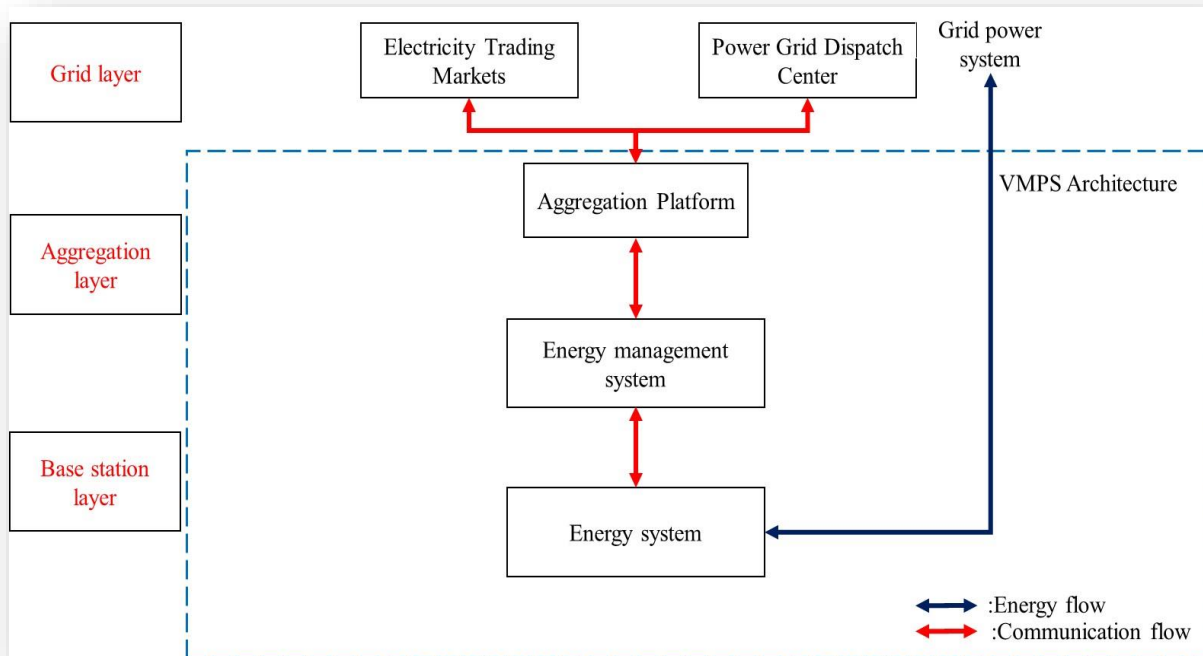


Table 1- Battery design specifications for the HRES_PD[↗]

Device [↗]	Output Power (Watts) [↗]	Working Voltage (Voltage) [↗]	Working Current (Amperes) [↗]
2G Phone [↗]	2 [↗]	5 [↗]	0.4 [↗]
MP3 Players [↗]	0.098 [↗]	1.6 [↗]	0.06125 [↗]
Smart Phone/Tablet/e-book [↗]	10 [↗]	6 [↗]	1.66 [↗]
Laptop [↗]	65 [↗]	19 [↗]	3.42 [↗]
Digital Camera [↗]	1.9-3.6 [↗]	[↗]	[↗]



ITU-T L.1384 通信基站用虚拟电站方案 (AAP)



VMPS performance index requirements

- (1) VMPS shall provide the capacity more than 1MW of power.
- (2) VMPS shall Support service concurrency higher than 5000.
- (3) The response time of VMPS should meet the requirement of corresponding country or region.
- (4) The data storage should meet the requirements of the corresponding country or region.

VMPS Function requirements

- a) User resource management
- b) Time synchronization
- c) Resource aggregation modelling
- d) Data collection and monitoring
- e) Data verification
- f) Load aggregation control

能效-设备级国际标准

Energy efficiency metrics and measurement methods for telecommunication equipment (ITU-T L.1310)

(电信设备能效指标和测量方法)

定义了电信网络设备和小型网络设备的能效指标和测量方法。

Table 11-1 – Class definitions, EER calculation parameters and load profiles for routing equipment

Class	Representative utilization	% of utilization for energy measurements, u1, u2, u3	Weight multipliers a, b, c	Traffic profile simple IMIX
Access router	1-3%	0, 10, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	(IPv4)
Edge router	3-6%	0, 10, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	IPv4/6/MPLS
Core router	20-30%	0, 30, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	IPv4/6/MPLS

Table 11-2 – Class definitions, EER calculation parameters and load profiles for Ethernet switching equipment

Class	Representative utilization	% of utilization for energy measurements, u1, u2, u3	Weight multipliers a, b, c	Traffic profile simple IMIX, unicast
Access	1-3%	0, 10, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	Ethernet
High speed access	5-8%	0, 10, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	Ethernet
Distribution/Aggregation	10-15%	0, 10, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	Ethernet
Core	15-20%	0, 30, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	Ethernet
Data centre	12-18%	0, 30, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	Ethernet

ISO/IEC 30134-4: 2017 信息技术-数据中心-关键性能指标-第4部分: 服务器能效

ISO/IEC 30134-5: 2017 信息技术-数据中心-关键性能指标-第5部分: 服务器利用率

ETSI EN 303 470: 服务器能效度量参数与测量方法

Informative values on the energy efficiency of telecommunication equipment (ITU-T L.1340)

(电信设备能效参考值)

提供了关于固定和移动网络中使用的不同类型的电信网络设备和小型网络设备的能效的信息值。

Table 8-1 – Class definitions, energy efficiency rating (EER) calculation parameters and load profiles for routing equipment

Class	Representative utilization	Percentage of utilization for energy measurements, u1, u2, u3	Weight multipliers a, b, c	Traffic profile simple IMIX
Access router	1-3%	0; 10; 100	a = 0.1; b = 0.8; c = 0.1	(IPv4)
Edge router	3-6%	0; 10; 100	a = 0.1; b = 0.8; c = 0.1	IPv4/6/MPLS
Core router	20-30%	0; 30; 100	a = 0.1; b = 0.8; c = 0.1	IPv4/6/MPLS

L.EE_dse Energy efficiency metrics and measurement methods for data storage equipment (数据存储设备能效参考值)

L.EE_serv Energy Efficiency measurement methodology and metrics for servers (服务器能效参考值)

L.EE_sgpu Energy Efficiency measurement methodology and metrics for heterogeneous servers (异构服务器能效参考值)

Energy efficiency metrics and measurement for power and cooling equipment for telecommunications and data centres (ITU-T L.1320)

(数据中心和通信机房电源和制冷设备能效指标和测量)

包含评估电信和数据中心电力和冷却设备能效所需的指标、测试程序、方法和测量概况的一般定义。

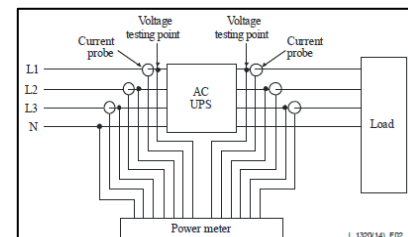


Figure 2 – AC UPS basic testing configuration

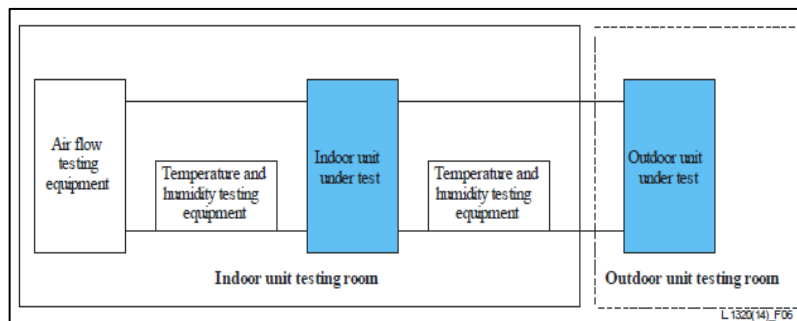


Figure 6 – Air conditioner equipment basic testing configuration

ISO/IEC 30134-3: 2018 信息技术-数据中心-关键性能指标-第3部分: 可再生能源因子

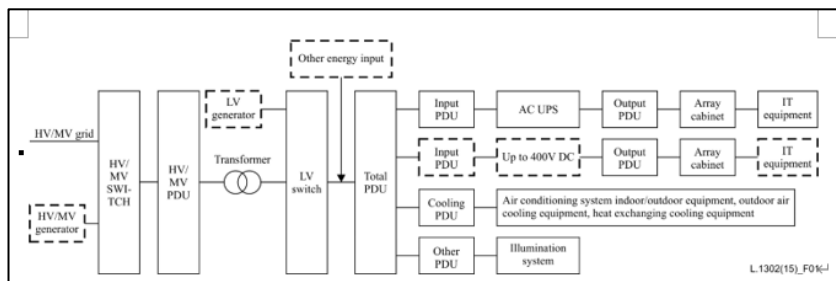
ISO/IEC 30134-7: 2022 信息技术-数据中心-关键性能指标-第7部分: 制冷能效比

能效-基础设施级国际标准

ITU-T L.1302 Assessment of energy efficiency on infrastructure in data centres and telecom centres

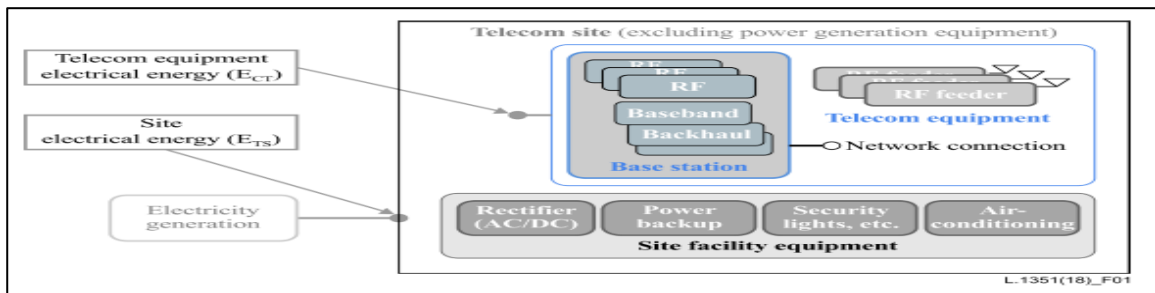
(数据中心和通信机房基础设施能效评估)

数据中心和电信中心的能效评估方法、测试设备精度要求、评估周期、评估条件和计算方法，包含供电系统和制冷系统。



ITU-T L.1351 Energy efficiency measurement methodology for base station sites

(基站能效测量方法)



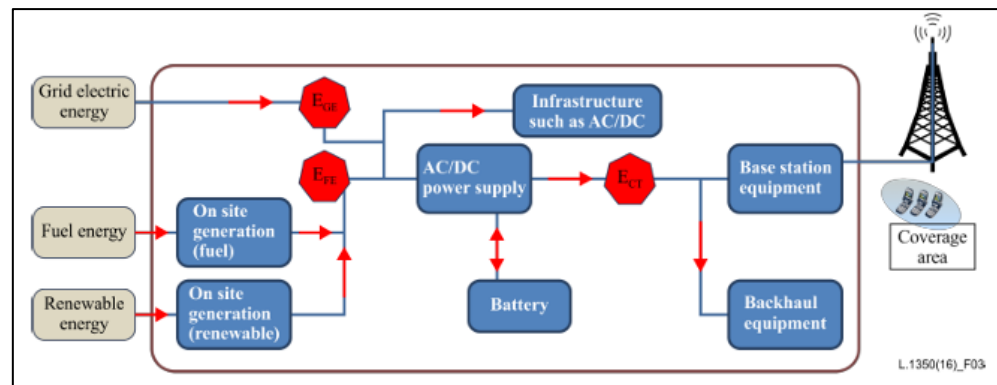
ISO/IEC 30134-2: 2016信息技术-数据中心-关键性能指标-第2部分: 电能使用效率PUE

ISO/IEC 30134-6: 2021信息技术-数据中心-关键性能指标-第6部分: 能源再利用率ERF

ISO/IEC 30134-9: 2022信息技术-数据中心-关键性能指标-第9部分: 用水效率WUE

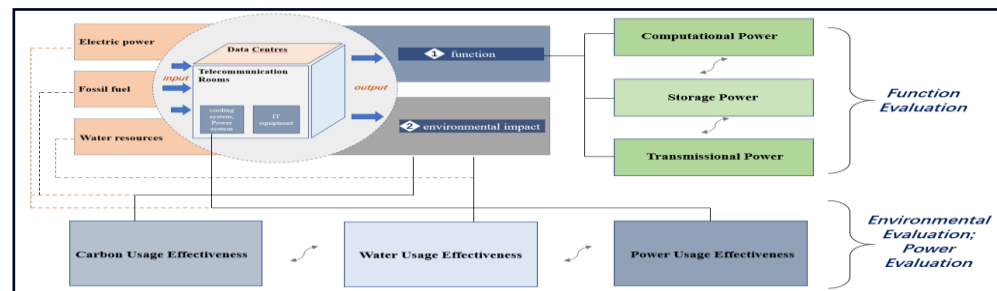
ITU-T L.1350 Energy efficiency metrics of a base station site

(基站能效指标)



ITU-T L.MM_DC Energy Efficiency Metric and Measurement Methodology for Data Centres and Telecommunication Rooms

(数据中心和电信机房的能效指标和测量方法)



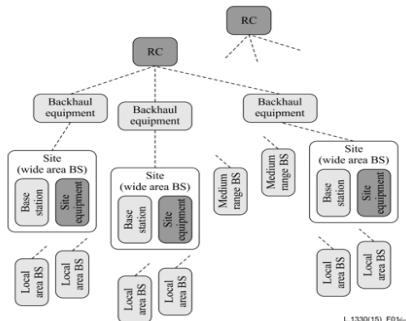
L.MM_Computing_power Computing power efficiency matrix and measurement methodology

算力效率度量参数及测量方法

能效-网络级国际标准

ITU-T L.1331 Assessment of mobile network energy efficiency (移动网络能效评估)

ITU-T L.1331定义了评估移动网络能效(EE)所需的拓扑结构和分析级别,定义了移动网络能源效率的指标以及评估(和测量)运营网络能源效率的方法。

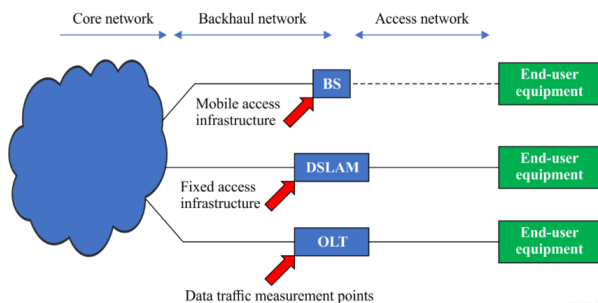


ITU-T L.1333 Carbon data intensity for network energy performance monitoring (用于网络能源性能监测的碳数据强度)

ITU-T L.1333建议书定义了一个KPI, 称为网络碳强度能量 (NCIe); 并还确定了如何应用此建议书: 覆盖网络的哪一部分, 以及如何在网络演进中连续计算度量值。本建议书还定义了碳强度指标和能效指标之间的相关性。

$$\text{Network carbon intensity (NCIe)} \left(\frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{TB}} \right) = \frac{\text{Total Carbon Emission of network operation}}{\text{Total Data traffic}}$$

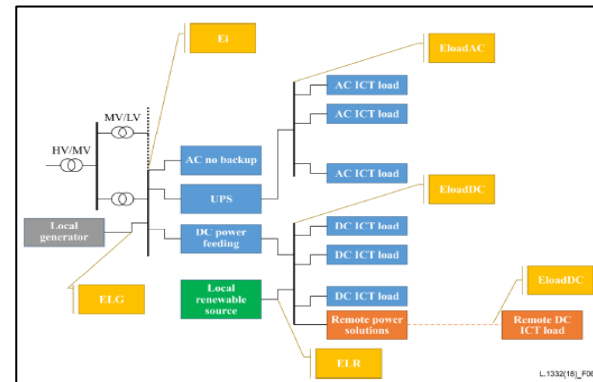
$$\text{NCIe} = \frac{E_{\text{total}}}{\text{Total data traffic}} \times \text{EF} = \frac{\sum E_j \times \text{EF}_j}{\sum \text{Data traffic}_j}$$



ITU-T L.1332 Assessment of mobile network energy efficiency (全网基础设施能效指标)

ITU-T L.1332包含了评估整个网络能效所需的能效指标和测量方法的基本定义。

$$\text{NIEE} = \frac{\text{ICT load energy consumption}}{\text{Total energy consumption of the network}}$$



ITU-T L.1331rev Assessment of Mobile Network Energy Efficiency (移动网络能效评估) (修订)

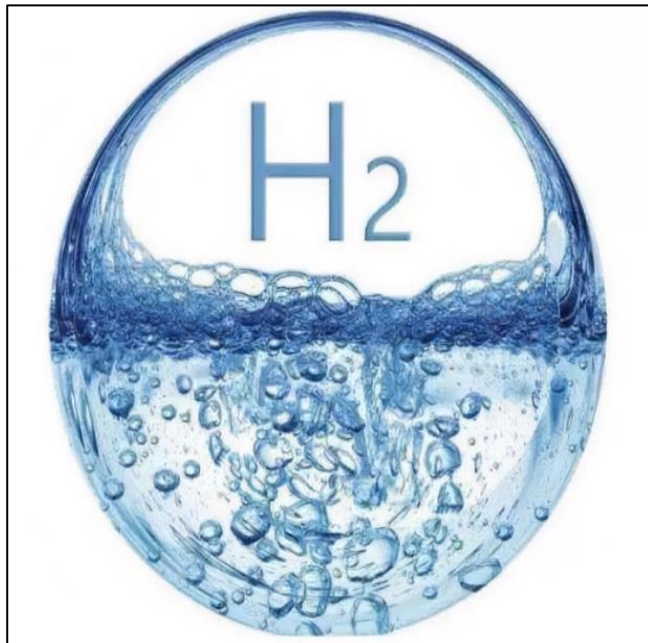
ITU-T L.FNEE Assessment of Fixed Network Energy Efficiency (固定网络能效评估)

ITU-T L.Energy_sav_Cloud & Edge Energy saving design for Data Centre considering harmonization of Cloud and Edge (云边协同的数据中心节能设计方案)

ITU-T L.Energy_sav_Cloud & Edge Energy consumption management and optimization platform Framework for cloud computing (云计算能耗管理与优化平台)

ITU-T L.IEDL Energy saving strategy for deep learning computing (深度学习节能策略)

国内行业标准概况



绿色可再生能源

通信用铝空气电池系统

通信用氢燃料电池供电系统



能源智慧化应用系列标准

数据中心和通信机房局站能源智慧化应用技术要求 第1部分：总则

数据中心和通信机房局站能源智慧化应用技术要求 第2部分：能源综合管控平台架构

数据中心和通信机房局站能源智慧化应用技术要求 第3部分：能效管理系统



5G供电与环境的基础设施系列标准

5G供电与环境的基础设施 第1部分：总则

5G供电与环境的基础设施 第2部分：室外自冷型刀片电源系统

5G供电与环境的基础设施 第3部分：多输入多输出一体化能源柜

5G供电与环境的基础设施 第4部分：基站机架温控系统

5G供电与环境的基础设施 第5部分：BBU机柜

国内行业标准概况



通信机房基础设施

通信基站供电与环境节能低碳改造要求与评估方法；

多功率密度机柜部署场景下通信机房与数据中心供电和制冷技术要求；



新型供电系统和新型电池

信息通信用10kV交流输入的交流不间断电源系统

基站用750V直流远供电源系统

通信基站用动态管控储能系统

信息通信用数字控制能量变换型磷酸铁锂电池系统



新型制冷技术（液冷）

通信局（站）液冷系统总体技术要求
5G基带处理单元（BBU）液冷池化柜技术规范



技术突破

深入研究新技术，
广泛应用，积极
开展与各方合作，
开拓市场。



话语权

在优势领域争得
更多的国际标准
话语权，提升国
际影响力。



优布局

补短板、锻长版，
做好布局，把信
息通信能源产业
做强做大。

敬请批评指正