

团 体 标 准

T/SHJNXH 0027—2026

无线电发射设备能效评价方法 5G 基站

Energy efficiency evaluation for radio transmission equipment  
5G base station

2026 - 02 - 06 发布

2026 - 02 - 06 实施

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 缩略语 .....	1
5 参数和计算方法 .....	2
5.1 参数 .....	2
5.2 计算方法 .....	2
6 参考测试模型 .....	2
6.1 5G 基站参考配置 .....	2
6.2 5G 基站参考业务工况负荷模型 .....	4
6.3 5G 基站参考用户分布模型 .....	4
7 参数的测量 .....	4
7.1 测试准备 .....	4
7.2 测试方法 .....	5
8 评价方法 .....	5
9 参考文献 .....	5
附录 A（规范性） 5G 基站能效测试项目及方法 .....	6
A.1 测试环境 .....	6
A.2 供电要求 .....	6
A.3 仪表要求 .....	6
A.4 测试步骤 .....	6
附录 B（资料性） 5G 基站参考能效评价等级 .....	8

## 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由上海市能效中心（上海市产业绿色发展促进中心）提出，由上海市节能协会归口。

本文件起草单位：上海市能效中心（上海市产业绿色发展促进中心）、上海大学、上海市无线电监测站、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、中国移动通信集团上海有限公司、中国联合网络通信集团有限公司上海市分公司、中国电信集团有限公司上海分公司、天维讯达（上海）通信科技有限公司、上海无委无线电检测实验室有限公司。

本文件主要起草人：范志平、侯震寰、张舜卿、王安、李济宏、王腾胜、徐弘良、范昱洲、丁正虎、张华林、孙海峰、陈波、汪亦超、李淼、李咨兴、郑辛耘、吴佳铖、张军、喻金龙、史业清。

本文件首期承诺执行单位：上海市无线电监测站、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、中国移动通信集团上海有限公司、中国联合网络通信集团有限公司上海市分公司、中国电信集团有限公司上海分公司、天维讯达（上海）通信科技有限公司、上海无委无线电检测实验室有限公司。

# 无线电发射设备能效评价方法 5G 基站

## 1 范围

本文件规定了无线电发射设备中5G基站的能效评价测试和计算的要求与方法,在测试方法中规定了测试环境、供电、仪表等方面的要求。

本文件适用于无线电发射设备中5G基站的能效测试、计算和评价,涵盖新建及改扩建项目。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 29239-2024 移动通信设备节能参数和测试方法 基站  
GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**能效 energy efficiency**

通信产品的有效信息传输量与基站能耗之比,单位是kbit/J。

### 3.2

**高负载工况 high load conditions**

参考高业务量时的网络平均业务负荷。

### 3.3

**中负载工况 medium load conditions**

参考中业务量时的网络平均业务负荷。

### 3.4

**低负载工况 low load conditions**

参考低业务量时的网络平均业务负荷。

### 3.5

**休眠工况 sleep conditions**

参考休眠工况时的网络平均业务负荷。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CCE: 控制信道单元 (Control Channel Element)

DMRS: 解调参考信号 (Demodulation Reference Signal)

EPRE: 每资源单元能量 (Energy Per Resource Element)

FDD: 频分双工 (Frequency Division Duplex)

PDCCCH: 物理下行控制信道 (Physical Downlink Control Channel)

PDSCH: 物理下行共享信道 (Physical Downlink Shared Channel)

PRB: 物理资源块 (Physical Resource Block)

RE: 资源单元 (Resource Element)

REG: 资源单元组 (Resource Element Group)  
 RMSI: 剩余最小系统信息 (Remaining Minimum System Information)  
 RRU: 射频拉远单元 (Remote Radio Unit)  
 SSB: 同步信号广播信道块 (SS/PBCH Block)  
 TDD: 时分双工 (Time Division Duplex)

## 5 参数和计算方法

### 5.1 参数

基站整机的能效相关参数可通过以下参数衡量:

- a) 基站整机的输入能耗, 单位为J;
- b) 基站整机的传输业务量, 单位为kbit;
- c) 基站整机的传输业务量与输入能耗比, 单位为kbit/J;

其中基站的输入能耗为在不同负载工况下测量的输入能耗加权平均值; 基站的传输业务量为在不同负载工况下传输业务量的加权平均值; 基站的传输业务量与输入能耗比为基站的传输业务量和基站的输入能耗的比值。

基站对整机能效有较大影响的重要部件的能效相关参数可通过以下参数衡量:

- d) 分布式基站的射频设备高/中/低负载时电源输入能耗;
- e) 分布式基站的主设备 (或称基带单元BBU) 高/中/低负载时电源输入能耗;
- f) 用户高/中/低负载时下行传输的业务量。

注: 本文件将基站整机的传输业务量与基站整机的输入能耗之比作为指标, 评价基站总体能效。

### 5.2 计算方法

5G基站能效按照公式 (1) 进行计算。

$$\eta_{EE} = \frac{DV_{HIGH} + DV_{MED} + DV_{LOW}}{P_{HIGH}t_{HIGH} + P_{MED}t_{MED} + P_{LOW}t_{LOW} + P_{SLEEP}t_{SLEEP}} \quad (1)$$

式中:

- $\eta_{EE}$  —— 5G基站能效, 单位为千比特每焦耳 (kbit/J);
- $DV_{HIGH}$  —— 测试期间基站处于第6章所规定的高负载工况时传输的业务量, 单位为千比特 (kbit);
- $DV_{MED}$  —— 测试期间基站处于第6章所规定的中负载工况时传输的业务量, 单位为千比特 (kbit);
- $DV_{LOW}$  —— 测试期间基站处于第6章所规定的低负载工况时传输的业务量, 单位为千比特 (kbit);
- $P_{HIGH}$  —— 测试期间基站处于第6章所规定的高负载工况时输入的平均功率, 单位为瓦 (W);
- $P_{MED}$  —— 测试期间基站处于第6章所规定的中负载工况时输入的平均功率, 单位为瓦 (W);
- $P_{LOW}$  —— 测试期间基站处于第6章所规定的低负载工况时输入的平均功率, 单位为瓦 (W);
- $P_{SLEEP}$  —— 测试期间基站处于第6章所规定的休眠工况时输入的平均功率, 单位为瓦 (W);
- $t_{HIGH}$  —— 测试期间基站处于第6章所规定的高负载工况时总传输时长, 单位为秒 (s);
- $t_{MED}$  —— 测试期间基站处于第6章所规定的中负载工况时总传输时长, 单位为秒 (s);
- $t_{LOW}$  —— 测试期间基站处于第6章所规定的低负载工况时总传输时长, 单位为秒 (s);
- $t_{SLEEP}$  —— 测试期间基站处于第6章所规定的休眠工况时总传输时长, 单位为秒 (s)。

## 6 参考测试模型

### 6.1 5G 基站参考配置

5G-TDD参考配置如下所示。

- 5G TDD帧结构: 见表1。
- 仅使用正常循环前缀。
- 子载波间隔30kHz。
- SSB: 周期20 ms, 每一个SSB集中包括的SSB数量见表2。(4Tx/Rx及2Tx/Rx为室分系统, 配置1个SSB), SSB的频域位置选择需符合同步栅格的位置要求。

- RMSI (SIB1)：周期20 ms。
- 每个Tx需要发送相同的PRB数量和PRB位置。
- PDSCH EPRE与PDCCH EPRE的比：0dB。
- 参考GB/T 29239-2024表15，PDCCH参数见表3。
- 参考GB/T 29239-2024表16，PDSCH参数见表4。
- 无其它信道或信号发射。

5G-FDD参考配置如下所示。

- 仅使用正常循环前缀。
- SSB：周期 20 ms，每一个 SSB 集中包括的 SSB 数量见表 2。
- RMSI (SIB1)：周期 20 ms。
- 每个 Tx 需要发送相同的 PRB 数量和 PRB 位置。
- 参考 GB/T 29239-2024 表 15，PDCCH 参数见表 3。
- 参考 GB/T 29239-2024 表 16，PDSCH 参数见表 4。
- 无其它信道或信号发射。

表 1 5G-TDD 上下行时隙配比 SA

子载波间隔	30kHz
上下行切换周期/ms	应符合YD/T3929—2021对应频段参数
下行子帧数	
特殊子帧下行符号数	
上行子帧数	
特殊子帧上行符号数	

表 2 SSB 及 SSB 集配置

频率	频率<3GHz	3GHz<频率<6GHz
每SSB集中SSB个数	TDD: 1-8 (4Tx/Rx及2Tx/Rx配置一个SSB) ; FDD: 1	TDD: 1-8
SSB集周期	20ms	20ms

表 3 PDCCH 参考参数

参数	取值
用于控制信道的符号数	2
控制信道起始符号编号	0
PDCCH包含的CCE数	1
PDCCH起始PRB位置	0
可用REG数量	6
聚合级别	1
PDCCH EPRE与DMRS EPRE的比	0dB
PDCCH相对PDSCH的功率提升	0dB

表 4 PDSCH 参考参数

参数	取值
映射方式	PDSCH映射方式A
第一DMRS符号的DMRS-TypeA-Position	pos2
额外DMRS符号的DMRS-AdditionalPosition	1
梳齿图样的DMRS-Type	Configuration type 1
前置DMRS的最大长度	1符号
PDSCH EPRE与DMRS EPRE的比	0dB

## 6.2 5G 基站参考业务工况负荷模型

5G基站能效测试以下四种负载工况等级：休眠工况、低负载工况、中负载工况和高负载工况。由GB/T 29239—2024中的表18给出，其中各负载工况下PRB占用程度以及参考业务负荷时长根据地方运营商提供的数值给出，见表5。

表 5 5G 业务工况负荷模型

参数		休眠工况	低负载工况	中负载工况	高负载工况
NR S1/1/1 站型	单载波每扇区 4Tx/4Rx, 32Tx/32Rx, 64Tx/64Rx	仅使用正常循环前缀。 用于PBCH, PSS (即SSB, 其配置参考表1) 和RMSI对应的全部RE应发射。 用于PDCCH和PDSCH的RE (RMSI除外) 不发射	用于 PBCH PSS, SSS (即SSB, 其配置参考表1) 和RMSI对应的全部RE应发射。 用于PDCCH和PDSCH的RE应限制如下： --用于PDSCH的PRB的10%应在每个SSB集的20ms周期中发射； -- NR-TM 1.1中约10%的PDCCH资源应在每个SSB集的20ms周期中发射； --在SSB集的 20ms周期中，PDSCH PRB和PDCCH PRB的位置随意，且相对于SSB集周期，平均负载应为10%	用于 PBCH PSS, SSS (即SSB, 其配置参考表1) 和RMSI对应的全部RE应发射。 用于PDCCH和PDSCH的RE应限制如下： --用于PDSCH的PRB的30%应在每个SSB集的20ms周期中发射； -- NR-TM 1.1中约30%的PDCCH资源应在每个SSB集的20ms周期中发射； --在SSB集的20ms周期中，PDSCH PRB和PDCCH PRB的位置随意，且相对于SSB集周期，平均负载应为30%	用于PBCH, PSS, SSS (即SSB, 其配置参考表1) 和RMSI对应的全部RE应发射。 用于PDCCH和PDSCH的RE应限制如下： --用于PDSCH的PRB的50%应在每个SSB集的20ms周期中发射； -- NR-TM 1.1中约50%的PDCCH资源应在每个SSB集的20ms周期中发射； --在SSB集的20ms周期中，PDSCH PRB和PDCCH PRB的位置随意，且相对于SSB集周期，平均负载应为50%
参考工况负荷时长：根据上海市各运营商的不同工况业务占比在24h内进行折算。		4.07h	9.53h	8.92h	1.48h

## 6.3 5G 基站参考用户分布模型

终端和基站之间的路损值参考T/CCSA 613—2025中的表1，低/中/高路径损耗区域的用户分布比例配置按表6所示配置：

表 6 低/中/高路径损耗区域下的用户分布比例配置

区域划分	终端用户分布比例
低路径损耗区域	30%
中等路径损耗区域	40%
高路径损耗区域	30%

## 7 参数的测量

### 7.1 测试准备

7.1.1 应确定测试对象，划定被测试装置的范围。

7.1.2 应收集与被测试装置有关的基础资料，包括主要设计参数、运行参数、主要耗能设备的档案等资料。

7.1.3 应结合具体情况制定测试方案。制定测试方案前，应明确测试任务的性质、目的、内容、方法、质量等要求，必要时组织人员到测试现场核查，并按相关程序评估能力和资源是否能满足测试任务的需求。测试方案一般包括：

- a) 测试目的和要求；
- b) 测试项目；
- c) 测试点位；
- d) 样品采集方法和仪器仪表；
- e) 数据分析方法和依据；
- f) 人员组织与分工；
- g) 测试进度安排等；
- h) 测试原始数据记录表；
- i) 测试现场危险源分析及安全防护措施。

对于常规、简单和例行的测试任务，方案可做适当简化。

7.1.4 应配齐满足检测要求的测试设备、仪器、计量器具，全部检测仪表应量值准确，且在有效期内。

## 7.2 测试方法

应按照附录A进行配置。

## 8 评价方法

5G 基站能效 $\eta_{EE}$ 按公式（1）计算。能效评价分级详见附录 B。

## 9 参考文献

- [1] T/CCSA 613-2025 5G基站能效测试方法

附录 A  
(规范性)  
5G 基站能效测试项目及方法

### A.1 测试环境

5G基站的能效测试需要在表A.1所示的环境中进行测试。

表 A.1 5G 基站能效测试的环境要求

环境	最小	最大
气压	86kPa (860 mbar)	106kPa (1050 mbar)
相对湿度	20%	85%
震动	忽略	
温度	15℃	30℃
温度准确度	+/-1℃	

注：极端测试温度由测试方根据厂家明示值确定。

### A.2 供电要求

测试时 5G 基站采用标配的供电方式,由供电方式带来的测量误差应包含在设备的能耗和能效计算中。在需要进行能效比较时,被测基站宜采用相同的供电方式。参考 GB/T 29239-2024, 供电电源电压见表 A.2。

表 A.2 供电电源电压参考值

类型	标准值	测试参考值
AC	220V	220V±1.5V
DC	-48V	-53V±1V

注：标配：设备制造商为该型号 5G 基站规定的标准配置供电方式。

### A.3 仪表要求

基站功率测试仪表要求如下：

- a) 不小于80kHz的输入带宽；
- b) 真有效值交流电压表精度不低于1%；直流电压表精度不低于0.5%；
- c) 峰值因素不小于5。

注：真有效值：能准确测量任意波形（无论是否失真）交流电真实功率大小的电压或电流值。

### A.4 测试步骤

A.4.1 按照图A.1搭建测试系统,在指定参考点连接电流表、电压表、功率计或频谱仪。

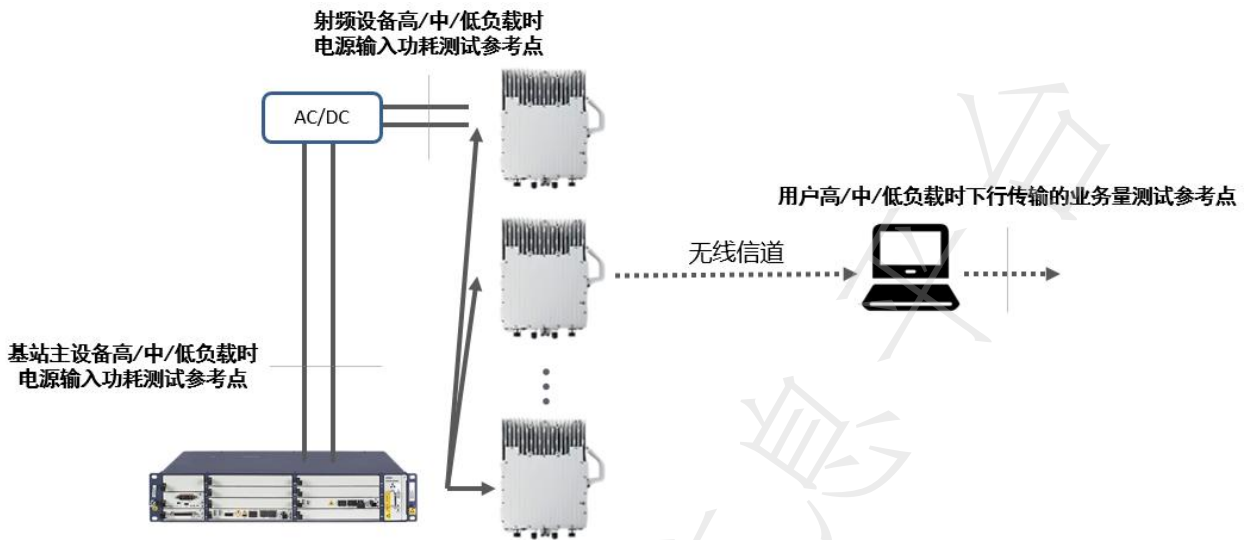


图 A.1 5G 基站测试拓扑示意图

A.4.2 按照参考测试模型，按照忙时负荷配置基站各扇区各载波的信号发射，具体时隙或码功率设置精度应满足6.2要求。

A.4.3 基站运行稳定后，到达指定温度（参考GB/T 29239-2024）3h后，观察基站功率的变化，功率波动小于5%后可开始测量。

A.4.4 终端在不同路径损耗下的分布比例见6.3中配置。记录此后  $t_{measurement}=0.5$  h内的分布式基站的BBU、射频拉远单元功率的平均值，以高负载工况为例，记为 $P_{HIGH,C}$ 和 $P_{HIGH,RRU}$ 。按公式A.1计算获得高负载工况时输入的平均功率 $P_{HIGH}$ 。

$$P_{HIGH} = P_{HIGH,C} + P_{HIGH,RRU} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- $P_{HIGH}$  ——测试期间基站处于第6章所规定的高负载工况时输入的平均功率，单位为瓦（W）；
- $P_{HIGH,C}$  ——测试期间基站主设备（基带单元BBU）处于第6章所规定的高负载工况时输入的平均功率，单位为瓦（W）；
- $P_{HIGH,RRU}$  ——测试期间基站射频拉远单元处于第6章所规定的高负载工况时输入的平均功率，单位为瓦（W）。

A.4.5 在测试时长内所有终端接收到的数据量表示为 $DV_{HIGH, measurement}$ 。

A.4.6 重复A.4.4和A.4.5，分别按照中负载工况和低负载工况各测试 $t_{measurement}=0.5$  h 基站功率和数据量。如需调整设备的环境温度，需要在到达指定温度 3 h 后，观察基站功率的变化，功率波动小于 5% 后可开始测量。

A.4.7 按照如下公式将不同业务模型的接收的下行传输业务量折算成24小时的总业务量，以高工况负载为例：

$$DV_{HIGH} = DV_{HIGH,measurement} \times \frac{t_{HIGH}}{t_{measurement}}, \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- $DV_{HIGH}$  ——24h测试期间基站处于第6章所规定的高负载工况时传输的业务量，单位为千比特（kbit）；
- $DV_{HIGH,measurement}$  ——测试期间基站处于第6章所规定的高负载工况时传输的业务量，单位为千比特（kbit）；
- $t_{HIGH}$  ——24h 期间基站处于第6章所规定的的高负载工况时总传输时长，单位为秒（s）；
- $t_{measurement}$  ——测试时间，单位为秒（s）。

A.4.8 按公式（1）计算出能效。

附录 B  
(资料性)  
5G 基站参考能效评价等级

能效评价等级是衡量在无线电发射系统中的能源利用效率高低差别的一种分级方法,分成二种能效评价等级,其中1级能效最高,2级能效最低。根据公式(1)所定义的能效指标对现行5G基站系统进行能效评价分级。具体评价范围和能效评价等级详见表B.1。此表提供给运营商做参考目的,不涉及具体设备测试实施。

表 B.1 5G 基站无线电发射系统能效评价等级

项目		单位	分级指标	
			1级	2级
设备能效(4Tx4Rx)	20/30MHz带宽 700~900MHz频段	kbit/J	18.7	12.2
设备能效 (32Tx32Rx)	160MHz带宽 2.5~2.6GHz频段	kbit/J	34.7	24.2
	100MHz带宽 3.5~3.6GHz频段	kbit/J	25.4	17.8
设备能效 (64Tx64Rx)	160MHz带宽 2.5~2.6GHz频段	kbit/J	21.0	14.9
	100MHz带宽 3.5~3.6GHz频段	kbit/J	17.1	12.0
	100MHz带宽 4.8~4.9GHz频段	kbit/J	16.0	10.9