
TD-SCDMA 基站覆盖和容量能力分析

2006 年 1 月 20 日, TD-SCDMA 正式成为中国 3G 行业标准。作为中国具有自主知识产权的 3G 标准, TD-SCDMA 对中国的整个通信产业链起到了极大的促进和推动作用。目前, TD-SCDMA 的发展仍存在一些问题, 主要可以总结为: 产业链需要进一步完善、国际化有待进一步提升以及成熟的规模商用网络需要尽快打造, 造成这一问题的直接原因在于 TD-SCDMA 的技术研发进程比其它 3G 通信系统, 如 WCDMA、CDMA2000 晚得多, 以致于 TD-SCDMA 的商用进程受到了影响。

基于这种情况, 本文将从覆盖和容量两方面完整分析 TD-SCDMA 基站的能力, 为 TD-SCDMA 后期大规模的试验及商用提供理论指导依据。这其中, 智能天线、联合检测等关键技术大大降低了 TD-SCDMA 系统的干扰, 从而使得 TD-SCDMA 小区呼吸效应不像 WCDMA 系统这样明显。相对于 WCDMA 的覆盖和容量之间的紧密关系, TD-SCDMA 在覆盖和容量上相对独立, 两者相互关联性较弱。因此, 在分析基站能力时, 完全可以单独考虑 TD-SCDMA 的覆盖能力及容量大小。

一、覆盖能力分析

TD-SCDMA 基站覆盖能力和链路预算指标息息相关, 链路预算也是无线网规划的一个重要环节。链路预算分为上行和下行, 下行链路预算非常复杂, 从无线电波传输的角度来看, 一般基站的发射功率远大于手机的发射功率, 因而小区的有效覆盖半径一般都取决于上行链路的最大允许路径损耗, 所以一般通过计算上行链路来确定小区覆盖半径。因此, 本文只给出 TD-SCDMA 的上行链路预算, 以作为 TD-SCDMA 的覆盖能力依据。

1. 基站设备参数

这里先给出 TD-SCDMA 基站的一些设备参数。

最大发射功率: 2W; 基站噪声系数: 4dB; 基站接收天线增益: 考虑到实际情况, 取定向智能天线的增益为 14dBi, 全向智能天线的增益为 8dBi。

2. 终端设备参数

最大发射功率: 数据业务为 24dBm, 语音业务为 21dBm; 终端天线增益: 取 0dBi; 噪声系数: 取 7dB。

3. 损耗余量

穿透损耗: 穿透损耗与具体的建筑物类型、电波入射角度等因素有关。在链路预算中假设穿透损耗服从对数正态分布, 用穿透损耗均值及标准差描述。

人体损耗: 语音业务人体损耗为 3dB, 由于使用数据业务时 UE 距离人体较远, 所以数据业务取值为 0dB。

馈线损耗: 包括从功放到天线接头之间跳线、连接器的损耗, 取值定为 1dB。

干扰余量：TD-SCDMA 也是同频码分系统，联合检测无法消除小区外其他用户干扰，干扰余量取值 1dB。之外，功控余量（快衰落余量）取值 1dB。

阴影衰落余量：阴影衰落符合对数正态分布，阴影衰落标准差与电磁波传播环境相关，根据电测结果和覆盖概率要求，进行取值。

4. 其它参数

波束成形增益，TD-SCDMA8 天线波束赋形增益最大 9dB，一般取 6~8dB。处理增益，TD-SCDMA 处理增益由编码增益与扩频增益两部分组成。

其中：Rc 为信道编码速率，M 为扩频调制方式，PL 为打孔限制，SF 为扩频因子。

5. 链路预算

以市区为例，给出不同数据业务的上行链路预算，如表 1 所示。

编号	参数	AMR12.2	CS64	PS64	PS128	PS384
1	噪声功率谱密度 (dBm/Hz)	-174	-174	-174	-174	-174
2	码片速率(Kcps)	1280	1280	1280	1280	1280
3	底噪(dBm)	-113	-113	-113	-113	-113
4	Eb/No(dB)	10.5	15	13	13	13
5	业务速率(kbit/s)	12.2	64	64	128	384
6	处理增益(dB)	13	12	12	12	12
7	基站噪声系数 (dB)	5	5	5	5	5
8	接收灵敏度(dBm)	-110.5	-105	-107	-107	-107
9	终端天线增益 (dBi)	0	0	0	0	0
10	基站天线增益 (dBi)	14	14	14	14	14
11	赋形增益(dB)	7	7	7	7	7
12	所有增益(dB)	21	24	24	24	24
13	馈线损耗(dB)	1	1	1	1	1
14	人体损耗(dB)	3	0	0	0	0
15	穿透损耗(dB)	15	15	15	15	15
16	面积覆盖概率	98%	98%	98%	98%	98%
17	阴影衰落余量 (dB)	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
18	快衰落余量(dB)	1	1	1	1	1
19	干扰余量(dB)	1	1	1	1	1

20	所有损耗+余量 (dB)	29.3	26.3	26.3	26.3	26.3
21	移动台发射功率 (dBm)	21	24	24	24	24
22	最大允许路径损 耗(dB)	123.2	126. 7	128. 7	128.7	128.7

对于郊区农村的场景，给出差异值，如表 2 所示。

编 号	差异参数	市 区	郊区 农村
1	穿透损耗(dB)	1 5	6
2	面积覆盖概率	9 0%	75%
3	阴影衰落余量 (dB)	8. 3	0

不同环境和速率下的最大允许路径损耗和最大覆盖半径见表 3 所示。

上行链路预算 ^①		市区 ^②		郊区农村 ^③	
覆盖要求 ^④		室内 ^⑤	室内 ^⑥	车内 ^⑦	车内 ^⑧
基站小区配置 ^⑨		三扇区 ^⑩	全向 ^⑪	三扇区 ^⑫	全向 ^⑬
基站挂高 (m) ^⑭		35 ^⑮		50 ^⑯	
最大允许 路径损耗 (dB) ^⑰	语音 12.2-kbit/s ^⑱	123.2 ^⑲	117.2 ^⑳	140.5 ^㉑	134.5 ^㉒
	CS64-kbit/s ^㉓	126.7 ^㉔	120.7 ^㉕	144 ^㉖	138 ^㉗
	PS64-kbit/s ^㉘	128.7 ^㉙	122.7 ^㉚	146 ^㉛	140 ^㉜
	PS128-kbit/s ^㉝	128.7 ^㉞	122.7 ^㉟	146 ^㊱	140 ^㊲
	PS384-kbit/s ^㊳	128.7 ^㊴	122.7 ^㊵	146 ^㊶	140 ^㊷
最大覆盖 半径(km) ^㊸	语音 12.2-kbit/s ^㊹	0.40 ^㊺	0.27 ^㊻	2.55 ^㊼	1.70 ^㊽
	CS64-kbit/s ^㊾	0.51 ^㊿	0.34 [㋀]	3.24 [㋁]	1.94 [㋂]
	PS64-kbit/s [㋃]	0.58 [㋄]	0.39 [㋅]	3.72 [㋆]	2.22 [㋇]
	PS128-kbit/s [㋈]	0.58 [㋉]	0.39 [㋊]	3.72 [㋋]	2.22 [㋌]
	PS384-kbit/s [㋍]	0.58 [㋎]	0.39 [㋏]	3.72 [㋐]	2.22 [㋑]

二、容量能力分析

根据 CDMA 系统的特征，影响系统容量的因素非常多。比如当传播环境和业务模型发生变化时，将直接影响系统的容量大小；由于 CDMA 系统是自干扰系统，当 系统的质量要求降低时，相当于系统允许干扰在某种程度上的增加，因此也会影响系统的容量；另外，用户分布情况也影响智能天线赋形和联合检测的效果，从而影 响系统容量。

因此，严格意义上说来，很难用一个简单的公式来计算 TD-SCDMA 系统的容量。在建设该网初期，在没有完善的业务模型作为支撑的情况下，即使运用系统仿 真手段，也不可能

完全正确地预测出系统容量，而且仿真结果不具有普遍意义，无法直接运用到其他规划中。在工程中，为了便于计算和容量控制，一般对 TD-SCDMA 容量估算做简化处理。

1. 简化处理 TD-SCDMA 容量估算

- (1) TD-SCDMA 采用的多项技术使得其上下行容量接近码道极限。
- (2) 系统无线资源按理想方式调配，不浪费任何时隙和码道的无线资源。
- (3) 在某一片区域内，TD-SCDMA 系统上下时隙分配可以进行灵活的设置。
- (4) TD-SCDMA 各种业务对资源的占用是以时隙和码道为单位的。定义一个时隙的扩频因子为 16 的码道为一个 BRU，所有业务对资源的占用都用 BRU 来衡量。

2. 对容量分析做进一步假设

按用户使用数据业务的需求和行为的的不同将需要覆盖的区域进行划分；取定各区域/模型中可能使用数据业务（使用 64kbit/sCS/PS、128kbit/sPS、384kbit/sPS）的用户比例 Ka，该值与数据用户的渗透率有关；取定可能使用数据业务的用户在忙时实际使用非语音的比例 Kb，该值取决与用户的行为；由于下行数据业务的用户行为通常较易于描述，因此先取定用户使用下行 64kbit/s CS/PS、128kbit/s PS、384kbit/s PS RAB 的比例 Kc1~Kc4；市区部分区域能够提供 PS384kbit/s 数据业务，其他区域最大只支持 PS64kbit/s 数据业务；数据业务上下行业务比例为 1：4；上下行时隙分配方式为 3：3；为了确保系统容量和网络安全，数据业务按实时业务处理（数据业务分为实时与非实时两种，其中非实时数据业务是以“尽力而为”的方式进行传送的，在容量估算时可以为非实时业务预留系统容量）；在多载波基站中，同一扇区不同载频之间的干扰可以忽略；为了确保系统容量和网络安全，市区话务容量按照网络负荷 70%设计，郊区道路话务容量按照网络负荷 50%设计。

将区域类型分为市区和郊区道路两种，业务模型如表 4 所示。

区域/模型	市区	郊区道路
Ka	80%	20%
Kb	10%	1%
Kc1（64k-CS）	30%	80%
Kc2（64k-PS）	50%	20%
Kc3（128k-PS）	19%	0%
Kc4（384k-PS）	1%	0%

根据 TD-SCDMA 无线资源分配原理，当上下行时隙分配为 3：3 时，每一种业务的资源占用情况如表 5 所示。

业务 ^①	CS12.2- kbit/s ^②	CS64- kbit/s ^③	PS64-kbit/s ^④	PS128-kbit/s ^⑤	PS384- kbit/s ^⑥
数据速率 ^⑦	12.2-kbit/s ^②	64k-kbit/s ^③	64-kbit/s ^④	128-kbit/s ^⑤	384- kbit/s ^⑥
上下行 BRU 总数量 ^⑧	48-BRU ^⑨				
下行公共信道消耗 ^⑩	2-BRU ^⑪				
下行单业务 ^⑫ BRU 使用量 ^⑬	2-BRU ^⑭	8-BRU ^⑮	8-BRU ^⑯	16-BRU ^⑰	40-BRU ^⑱
下行单业务负荷 ^⑲	0.043 ^⑳	0.174 ^㉑	0.174 ^㉒	0.347 ^㉓	0.870 ^㉔
上行单业务 ^㉕ BRU 使用量 ^㉖	2-BRU ^㉗	8-BRU ^㉘	8-BRU ^㉙	16-BRU ^㉚	40-BRU ^㉛
上行单业务负荷 ^㉜	0.042 ^㉝	0.167 ^㉞	0.167 ^㉟	0.333 ^㊱	0.833 ^㊲
注：所有数据业务中，上行只支持 64-kbit/s 数据业务 ^㉟					

由于上下行业务的非对称性，在 3：3 的正常时隙分配情况下，导致系统下行资源首先受限，基站容量按照下行资源受限进行计算。根据每一种业务无线资源占用情况和假定的业务模型，可以得到典型区域的单载扇信道容量，如表 6 所示。

单载扇业务 ^①		市区（下行） ^②	郊区（下行） ^③
话务模型 ^④	话音 12.2kbit/s ^⑤	92.00% ^⑥	99.80% ^⑦
	CS64kbit/s ^⑧	2.40% ^⑨	0.16% ^⑩
	PS64kbit/s ^⑪	4.00% ^⑫	0.04% ^⑬
	PS128kbit/s ^⑭	1.52% ^⑮	0.00% ^⑯
	PS384kbit/s ^⑰	0.08% ^⑱	0.00% ^⑲
设计负荷 ^㉑		70% ^㉒	50% ^㉓
话务信道 ^㉔		12.25 ^㉕	11.41 ^㉖
数据吞吐率（kbit/s） ^㉗		62.03 ^㉘	1.46 ^㉙

多载波多扇区基站的数据吞吐率和载扇数有线性比例关系，话务信道数则根据 Er1B 表得到各种站型的话音容量，如表 7 所示。

单载扇业务 ^①		市区（下行） ^②	郊区（下行） ^③
话务模型 ^④	话音 12.2kbit/s ^⑤	92.00% ^⑥	99.80% ^⑦
	CS64kbit/s ^⑧	2.40% ^⑨	0.16% ^⑩
	PS64kbit/s ^⑪	4.00% ^⑫	0.04% ^⑬
	PS128kbit/s ^⑭	1.52% ^⑮	0.00% ^⑯
	PS384kbit/s ^⑰	0.08% ^⑱	0.00% ^⑲
设计负荷 ^㉑		70% ^㉒	50% ^㉓
话务信道 ^㉔		12.25 ^㉕	11.41 ^㉖
数据吞吐率（kbit/s） ^㉗		62.03 ^㉘	1.46 ^㉙

通过仔细分析 TD-SCDMA 基站的能力，可以发现 TD-SCDMA 设备在覆盖及容量存在的优势及不足。为了提高 TD-SCDMA 基站的覆盖能力，可以考虑降低 TD-SCDMA 基站的底噪，提高其处理增益以及智能天线的赋形增益等。而为了提高基站的数据吞吐量，可以考虑引入多载波或其他一些新技术，比如 N 频点等。对 TD-SCDMA 基站能力有了定性的了解以后，也可以为今后 TD-SCDMA 的无线规划提供强有力的保证，为促进 TD-SCDMA 的产业化，加快 3G 网络在我国的实施添砖加瓦。