



TD-SCDMA 系统上行不连续发射状态的控制方法研究

李雯雯, 金晨光, 吴博

(中国移动通信有限公司研究院千人计划创新基地-绿色通信技术研究中心 北京 100053)

摘要:在 TD-SCDMA 系统中,上行不连续发射技术能够为 TD-SCDMA 终端带来省电、降干扰等好处。现有标准中,默认上行 DTX 状态为开启,但又缺失相应的关闭机制,影响无线通信的性能和可靠性。通过对比 3 种开启-关闭方案的实施效果,研究并解决上行 DTX 状态不可控的问题,填补现有标准空白,满足通信系统的运营与管控需求。

关键词:不连续发射;特殊突发;TD-SCDMA

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2013.09.041

Research of Uplink Discontinuous Transmission Control Method of TD-SCDMA System

Li Wenwen, Jin Chenguang, Wu Bo

(Green Communication Research Center, China Mobile Research Institute, Beijing 100053, China)

Abstract: Due to discontinuous transmission characteristics, uplink DTX could bring benefits such as terminal power-saving and interference reducing to TD-SCDMA system. During the existing standard, the default state of uplink DTX is on, without corresponding off mechanism, which may deteriorate the performance and reliability of communication system. In order to solve the uncontrollable problem of uplink DTX state, fill the blank of existing standards, and meet the operation demands of communication system, three kinds of on-off methods were introduced, and their implementation effects were discussed from six dimensions.

Key words: discontinuous transmission, special burst, TD-SCDMA

1 引言

不连续发射(discontinuous transmission, DTX)技术是 3GPP 国际标准^[1,2]及 CCSA 行业标准^[3]中定义的一种用于物理层的通信标准技术,它利用通信过程中数据总是非连续、间歇传输的特点,在无数据传输时自动关闭发送端的射频通道,仅以一定周期间隔发射极少量特殊数据来维持链路,实现无线信号“忙时工作-闲时休息”的不连续发射特性。

不连续发射的技术早在 2G 系统中就有定义和应用,类似的概念可沿用并扩展至其他通信制式和通信系统^[4]。

根据不同的链路发射方向,DTX 可分为上行 DTX 和下行 DTX 两类。本文主要针对 TD-SCDMA 系统的上行 DTX 技术进行研究。

如图 1 所示,终端进入上行 DTX 状态后,若 SBGP (special burst generation period)配置为 20 ms,表明每个上行 DTX 周期内,除了前 2 个子帧(10 ms)各发射 1 个特殊突发(special burst)外,剩余 10 ms 无任何上行数据发射,占空比近似折算为:

$$\frac{\text{Period}(\text{Special Burst} \times 2)}{\text{Period}(\text{UL DTX}) - \text{Period}(\text{Special Burst} \times 2)} = \frac{10}{\text{SBGP} - 10} = 1:1(1)$$

上行 DTX 基于射频信号的不连续发射特性,能够减

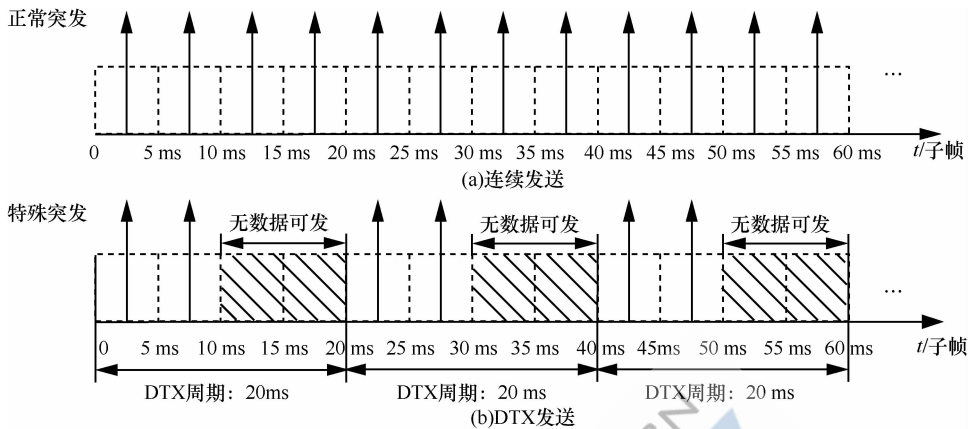


图1 上行DTX原理示意

少终端工作电流,尤其显著延长电池供电的终端待机时间;此外由于在业务间歇期停止了数据发射,因此能够降低网络环境的信号干扰,改善无线环境质量。如图2和图3所示,上行DTX的SBGP越长,省电及降低干扰的效果越明显^[5]。

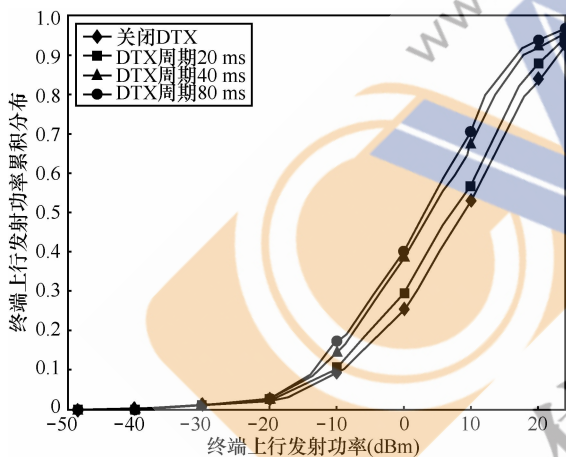


图2 上行DTX省电效果仿真

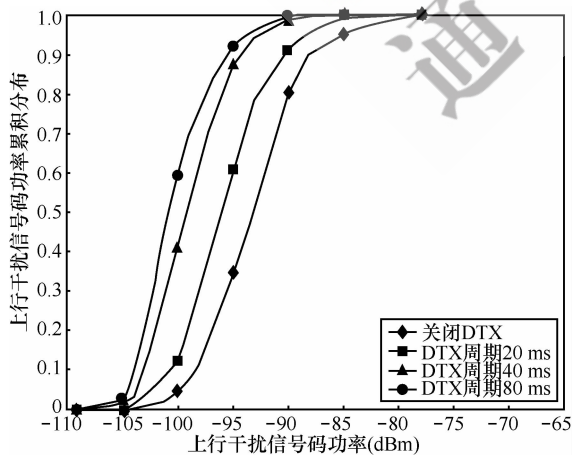


图3 上行DTX降干扰效果仿真

2 现有标准中上行DTX存在的问题

在现有3GPP TD-SCDMA标准中,上行DTX的缺省状态为开启,却没有明确的关闭机制,即终端侧随时可进入不连续发射状态,网络侧不知道数据什么时候启动或停止发射。因此,现有标准体系关于上行DTX的技术要求是不完备的,导致上行DTX一旦开启即无法关闭。

根据标准3GPP TS 25.331的描述,网络侧通过RRC层uplink physical channel control消息对上行DTX周期进行配置,具体配置过程如图4所示。

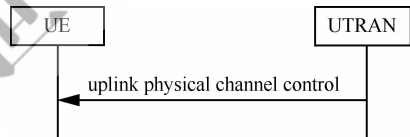


图4 uplink physical channel control消息配置过程

uplink physical channel control消息属于TDD制式特有的RRC层消息中的一种,所包含的special burst scheduling信元用于配置上行DTX的SBGP,如表1所示。

表1描述的是上行DTX的SBGP的取值范围及对应长度。可以看出,SBGP最小值为0,对应2个无线帧,即20ms。按照SBGP的定义,开启上行DTX后,前2个子帧需各发射1个特殊突发,剩余10ms为无任何数据发射的

表1 上行DTX周期参数(special burst scheduling)

信元名称	要求	类型和参考值	释义(值表示天线帧数量)
特殊突发	必须出现	整数	0=2帧,1=4帧,
生成周期		(0~7)	2=8帧,3=16帧, 4=32帧,5=64帧, 6=128帧,7=256帧

空闲期,如图 1 所示。也就是说,即使 SBGP 取值为最小值 0,也无法主动关闭或退出上行 DTX 状态。

3 现有标准对网络运营造成的潜在影响

上行 DTX 由于具有不连续发射的内在属性,导致闭环功率控制和同步控制的周期变稀疏、间隔变长,从而影响无线通信的性能和可靠性。特别是在某些恶劣通信场景下(如高速移动、深衰落、强干扰等),无线信号更加复杂多变,深化了 DTX 带来的负面影响,可能导致终端出现失步、脱网等风险。

另外,从通信系统的运营与管控角度考虑,以下两种场景同样涉及上行 DTX 的关闭需求。

(1) 网络建设初期

在网络部署、规划初期,考察该小区所处地理位置及通信环境,若为高铁、地下通道、弱覆盖等不良交互区域,则在最初建站时网络侧应设置上行 DTX 属性为“不使能”(disable),或网络侧对于进入到该小区的终端均需关闭上行 DTX 功能。

(2) 网络优化时期

即使某小区原先适合开启上行 DTX 功能,但随着技术演进及需求变更,该功能不再适合开启,此时要求网络侧对该小区的上行 DTX 状态应做到开关自如、风险可控,从而有力加强网络的运营管理和控制手段。

4 上行 DTX 主动关闭方案研究

正如前文所述,现有标准中默认上行 DTX 状态为开启且始终保持有效,但又缺乏相应的关闭机制,意味着上行 DTX 无法在“开启—关闭”之间进行灵活转换,不能满足通信系统的运营与管控需求。因此,需要设计合理有效的上行 DTX 开启、关闭机制,使 DTX 功能即刻可用、开关可控。

4.1 方案 A:直接修改 SBGP 的取值含义

由表 1 可知,上行 DTX 的周期 SBGP 共有 7 种取值(0~7),标准中规定 SBGP 默认取值为 2(8 帧)。在实际的通信环境中,由于信道的时变性,太长的 SBGP 周期必然引入较小的占空比和较长的空闲期,影响同步与功控命令字的及时性和可靠性。

因此,当前标准中并非所有 SBGP 的取值均具备实际可用性,方案 A 保留(0~6)的 SBGP 取值,仅将表 1 中

SBGP 的最大值 7(256 帧)的含义及用途重新定义,作为上行 DTX 开启/关闭的控制开关。

- If $SBGP \in [0, 6]$, then $UL DTX = on$. 即 SBGP 取前 6 个值时,与原有标准定义保持一致,并且按照正常的 SBGP 值配置上行 DTX 的周期长度。
- If $SBGP = 7$, then $UL DTX = off$. 即当 SBGP 取最大值 7 时,改变原有标准定义,标识此时上行 DTX 被关闭或退出上行 DTX 状态。

方案 A 通过对 SBGP 取值范围中的特定参数进行重新定义,增加了一个上行 DTX 开启/关闭状态的控制开关,从标准的理解和实现上均较为简单。

4.2 方案 B:借用传输格式中的空分组定义

标准中对于传输块集合 (transport block sets, TBS) 的定义为:TBS 规定了 MAC 层与物理层之间的数据交互方式。1 个 TBS 包括 1 个或多个传输块 (transport blocks, TB),被标记为 $1, \dots, m, \dots, M$ 。1 个 TB 为 1 个 MAC PDU 数据分组,即长度为 A bit 的一串比特流,如图 5 所示。

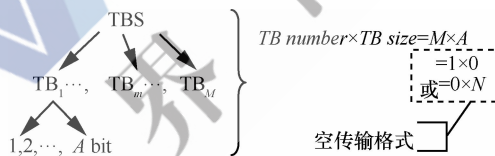


图 5 TBS 中对于空分组的定义

根据 TB 的个数 M 和长度 A 的关系,标准中规定了两种空传输格式(empty transport format)的实现方式^[6]。

- If “ $TB\ size = 0$ ” ($A = 0$) && “ $TB\ number \neq 0$ ” ($M \neq 0$), 则该传输格式仅有校验位,没有 RLC 层 PDU 数据的存在。
- If “ $TB\ number = 0$ ” ($M = 0$, 无传输块), 则该传输格式既没有 RLC 层 PDU 数据存在,也没有校验位存在。

根据上述标准定义,相应地,方案 B 通过为终端侧配置不同类型的空分组格式,作为上行 DTX 开启/关闭的控制开关。

- 采用第一种空分组配置: If $TB\ number \times TB\ size = M \times A = 1 \times 0$, then $UL DTX = off$. 网络侧通过为终端侧配置 1×0 的传输格式,使终端侧发射仅含 CRC 校验比特的上行数据。网络侧检测到该数据时,表明本次上行 DTX 周期提前结束,进入正常接收状态,即可主动退出或关闭上行 DTX。



- 采用第二种空分组配置: If $TB\ number \times TB\ size = M \times A = 0 \times N$, then UL DTX=on。网络侧通过为终端侧配置 $0 \times N$ 的传输格式(即传输块个数为 0, 长度任意), 使终端侧不发射任何 RLC PDU 或含校验比特的上行数据。网络侧检测不到任何空口数据时, 根据上行 DTX 的定义, 将进入不连续发射的上行 DTX 状态。

方案 B 通过为终端配置不同的空分组发射方式进行上行 DTX 开启/关闭状态的控制, 灵活、有效、信令开销小, 且由于终端发射的 1×0 TF 具有 CRC 校验位, 对于 special burst 的检测及业务空闲期的判断更为准确。

4.3 方案 C: 扩展定义 special burst scheduling 的“OP”属性

由第 3 节可知, uplink physical channel control 消息包含 special burst scheduling 信元, 具体的消息内容及含义如表 2 所示(受限于篇幅, 表 2 省略了若干内容)。

由表 2 可知, special burst scheduling 信元的属性是“OP”, 即“可选”, 说明该信元的出现与否可以根据具体需要进行配置。

方案 C 利用 special burst scheduling 的“OP”属性, 对该信元在 uplink physical channel control 消息中的出现与否所代表的含义进行重新定义, 作为上行 DTX 开启/关闭的控制开关, 即:

- If special burst scheduling=“Absent”, then UL DTX=

off。若网络侧下发的 uplink physical channel control 消息不携带 special burst scheduling 信元, 则终端侧将此理解为网络侧关闭了上行 DTX, 进入连续发射状态。

- If special burst scheduling=“Present”, then UL DTX=on。若网络侧下发的 uplink physical channel control 消息携带 special burst scheduling 信元, 则终端侧将此理解为网络侧开启了上行 DTX, 进入不连续发射状态。同时, special burst scheduling 信元中标识的 SBGP 值即为上行 DTX 的周期。

方案 C 针对 uplink physical channel control 消息中 special burst scheduling 信元的“OP”属性进行了扩展定义, 将其出现与否所代表的含义等价于网络侧对上行 DTX 的控制开关, 更加贴近现有标准, 终端与网络仅需少量改动即可支持。

5 3 种方案的实施效果分析

上述 3 种方案分别基于信令参数、物理链路配置、信令控制消息等不同的技术层面, 以不同方式实现上行 DTX 的开关控制。在实际应用中, 不但需考虑方案本身的性能和复杂度, 还需综合考虑与现有标准、存量终端的兼容性问题, 相关分析见表 3。

从表 3 的对比分析可以看出, 3 种方案各具一定的优

表 2 uplink physical channel control 消息内容及含义

信元名称	要求	类型和参数值	释义
消息类型	必须出现	消息类型	
物理信道信元			
编码复合传输信道功率控制信息	可选	编码复合传输信道	对于 1 个编码复合传输信道的功率控制信息
特殊突发调度	可选	特殊突发调度	上行特殊突发生成周期的无线帧数

表 3 上行 DTX 开启/关闭方案对比

	方案 A	方案 B	方案 C
标准兼容性	修改了 SBGP=7 的定义, 因此标准兼容性较差	空分组格式为标准上的定义, 无兼容性问题	修改了 SBGP 不出现的含义, 存在兼容性问题
存量终端兼容性	存量终端无法识别 SBGP 取值为 7 表示 DTX 关闭, 兼容性较差	若终端均按标准实现, 理论上无兼容性问题	存量终端无法识别 SBGP 不出现表示 DTX 关闭, 存在兼容性问题
修改复杂度	改动较多, 终端与网络需同时修改相关信元定义	理论上终端已支持, 无需修改	改动较简单, 终端与网络仅需少量改动即可支持
信令负荷	仅改变了信元含义, 无额外信令负荷	可在 RRC 重配置消息中进行, 无需额外系统消息	当目标状态与默认状态不一致时, 需额外的消息进行配置
控制复杂度	仅改变了信元含义, 控制复杂度最小	思路巧妙, 但不容易理解, 复杂度较高	控制方式更贴近现有标准, 复杂度适中
性能及风险	需要修改和澄清的内容较多, 存量终端兼容性风险大	部分存量终端实际不支持 1×0 配置, 出现死机异常	仅存在存量终端上行 DTX 开启后无法关闭的问题, 风险较小

缺点。其中,方案 A 设计最简单,但对标准及存量终端的兼容性要求高;方案 B 设计最独特,但经过调研和测试,部分存量终端实际上并不支持 1x0 的 TF 配置,存在无法避免的兼容性问题;方案 C 设计思路最贴近现有标准,虽然也存在一定的兼容性问题,但并不影响新老终端的基本功能,不失为现阶段最为合适的选择。而另两种方案的设计思路仍可为其他通信系统及技术参考借鉴。

6 结束语

TD-SCDMA 系统中的上行 DTX 由于其不连续发射特性,可实现终端省电、系统降干扰等好处。本文从不同层面介绍了 3 种开启/关闭方案的设计思路和技术原理,并对比了这几种方案的实施效果,针对上行 DTX 在某些恶劣、复杂场景下的应用风险进行了有效的规避和应对,从而在现阶段大多数应用场景下能够实现上行 DTX 开—关状态的灵活转换,提高了系统侧对 DTX 功能的把控力度,加强了网络运营管理。

参考文献

- 1 3GPP TS 25.224. Physical Layer Procedures (TDD), 2008
- 2 3GPP TS 25.331. Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification, 2013
- 3 YD/T1721.1~6-2007. 2 GHz TD-SCDMA 数字蜂窝移动通信网高速下行分组接入(HSDPA)Uu 接口物理层技术要求 第 5 部分:物理层过程, 2007
- 4 李健翔. 非连续传输技术在 TD-SCDMA 系统中的应用. 电信

技术, 2007(6)

- 5 李楠, 王玲, 王定伟. DTX 中功控实现方案分析报告. <http://www.docin.com/p-132012700.html>, 2005
- 6 3GPP TS 25.302. Services Provided by the Physical Layer, 2012

[作者简介]



李雯雯,女,中国移动通信有限公司研究院项目经理,主要从事 TD-SCDMA/TD-LTE/WLAN 绿色通信及无线承载领域的研究工作,关注无线网络能效提升的相关技术。



金晨光,男,中国移动通信有限公司研究院项目经理、高级工程师,主要从事 2G/3G/LTE 终端技术研究与应用,并参与多项国家重大专项的课题研究与产品开发。



吴博,男,中国移动通信有限公司研究院项目经理,主要从事智能终端操作系统与平台中间件通用开放能力研究以及移动互联网应用安全研究及开发。

(收稿日期:2013-06-06)

(上接第 206 页)

例,分别对计算资源池、存储资源池、网络资源池及虚拟化软件的资源需求进行了详细的测算,并给出了选型建议。

参考文献

- 1 燕杰,樊勇兵,金华敏等. 电信运营商的云计算资源池部署方法概述. 电信科学, 2011, 27(10)
- 2 张婧,张瑞,陈磊等. 基于云计算技术的业务平台整合方案研究. 邮电设计技术, 2011(10)
- 3 姚文胜,李军,叶何亮等. IaaS 资源池容灾关键技术及实施建议研究. 电信科学, 2012, 28(8):150~155
- 4 张云帆. 云计算 IaaS 资源池规划与建设方法研究. 电信快报:网络与通信, 2012(12):26~28
- 5 《云计算白皮书》选编. 数据通信, 2012(4)

[作者简介]



刘永金,男,江苏省邮电规划设计院有限责任公司工程师,主要从事运营商业务平台、IP 城域网、IT 支撑系统等规划、设计、咨询类工作。



黄科,男,江苏省邮电规划设计院有限责任公司工程师,主要从事通信类核心网各系统的规划、可研、设计、咨询等工作。

(收稿日期:2013-06-05)