



LTE 基站系统的 PCI 自配置技术研究

朱晓光, 江 华

(中兴通讯股份有限公司 深圳 518057)

摘 要: PCI(物理扇区标识)是 LTE(long term evolution,长期演进)的重要无线参数,影响 LTE 网络规划和网络性能。主要讨论了 LTE 基站系统的 PCI 自配置技术,包括实现自配置功能的自组织网络架构、实现流程和 PCI 资源规划及分配策略。通过 LTE 基站系统的 PCI 自动配置,提高 LTE 网络的部署效率,提升 LTE 网络系统性能,减少人工规划和操作。

关键词: 物理扇区标识;自配置;自组织网络;LTE 基站系统

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.07.021

Research on PCI Self-Configuration Technology of LTE eNB System

Zhu Xiaoguang, Jiang Hua

(ZTE Corporation, Shenzhen 518057, China)

Abstract: PCI is an important LTE wireless parameter and impacts LTE network planning and network performance. The PCI self-configuration technology of LTE eNB system was mainly discussed, including the realization of SON architecture, self-configuration flow, the PCI resource planning and allocation strategies. The PCI self-configuration technology of LTE eNB system improves the LTE network deployment efficiency, enhances the performance of LTE network system, and reduces manual planning and operation.

Key words: physical cell identity, self-configuration, self-organizing network, LTE eNB system

1 引言

近 20 年来,移动通信技术不断演进,从模拟到数字、从电路域到分组域、从 2G 到 4G,已经从窄带技术演进到了移动宽带技术,这主要来自移动互联网飞速发展的大时代背景需求的推动,移动用户已经不能满足传统的语音和短信等电信服务,移动互联网成为新的移动服务热点。根据中国互联网络信息中心报告,截至 2013 年 12 月,我国手机网民规模达 5 亿人。为此,从用户的角度看,提出了越来越高的用户体验需求;从技术的角度看,要不断通过引入新技术增加移动传输带宽,并通过简化系统架构降低时

延;从运营商的角度看,要及时部署移动新技术,创造新的增长点,同时降低运维成本。这几年,我国三大运营商已经开始紧锣密鼓地部署 4G 网络。

蜂窝移动通信技术演进到第 4 代移动宽带 LTE 阶段后,空口传输采用 OFDM (orthogonal frequency division multiplexing,正交频分复用)技术进行蜂窝组网,并通过使用 PCI(physical cell identity,物理扇区标识)来标识扇区,其功能是区分扇区,并作为信道扰码器输入的一部分,进行信道隔离,但 PCI 的取值范围仅是 1~504,而 LTE 网络中的扇区数量通常要远远大于 504,因此必须通过复用机制来为新 eNB(evolution node B)分配 PCI 资源,其分配原

则是 LTE 同频组网时,相邻扇区 PCI 值必须不同,否则会有邻区干扰;LTE 异频组网时,相邻扇区 PCI 可以相同。

尽管运营商通过部署 LTE 技术为用户提供移动宽带服务,但一方面移动资费逐渐呈下降趋势,另一方面基于互联网的 OTT(over the top,过顶传球)业务正在不断侵蚀传统移动业务,而部署 eNB 的数量会越来越多,如采用传统的人工维护方法,安装、配置、维护的工作量极大,成本也会很高,因此运营商对降低运维成本和建设成本越来越重视。鉴于上述因素,国际主流运营商提出了 SON(self organizing network,自组织网络)的概念,所谓 SON 是一个可以提供自动安装、配置、优化、维护功能的网络,减少人工参与,使日常运维工作更加合理,其目的就是降低 OPEX (operating expense,运营成本),并通过 3GPP(3rd generation partnership project,第三代伙伴工程)实现标准化。根据不同的 SON 需求用例,实现 SON 的网络架构主要有 3 种:集中式、分布式和混合式,其中集中式主要是在各 eNB 的上一级汇聚网元上实现相关 SON 功能,如 OAM(operation administration maintenance,操作管理维护);分布式主要是在各 eNB 上实现相关 SON 功能;而混合式是通过集中式和分布式两种结构实现 SON 功能。

在 3GPP 标准中规范了基于 SON 的 ANR (automatic neighbour relation,自动邻区关系)实现方法,即邻区关系不是通过人工规划获得,而是通过 UE (user equipment,用户设备)测量上报方式实现,当 UE 测量到邻区信号强度较强时,将邻区 PCI 上报到所在 eNB,由 eNB 判决是否加入

邻区列表中,如果加入,则请求 UE 返回该邻区的全局扇区标识给 eNB,这一过程中,默认新部署的 eNB 已经分配好 PCI 资源。

针对 LTE 的 PCI 分配方法有很多,可以基于传统的规划法和分组取模法,前者根据网络拓扑结构,通过统一的人工规划来确保每个扇区的 PCI 与邻区 PCI 不同,并手工配置;后者依赖于基站标识,首先对 PCI 资源进行分组,并对各组资源进行编号,基站具体配置哪组 PCI 资源需要对基站标识取模,由于基站数量较多,这种分配方法不能完全避免邻区 PCI 冲突;如果直接采用 eNB 自动分配 PCI 方法,由于新部署的 eNB 与相邻 eNB 之间的接口还没有建立,并不知道邻区 PCI,很容易导致与邻区 PCI 冲突。

针对 LTE 基站系统的 PCI 分配,提出一种基于 SON 的自配置 PCI 配置方法,在减少人工干预的情况下,低成本、高效率地自动配置 PCI 资源,提高 LTE 基站系统的自组织和自操作能力。

2 LTE 基站系统的 PCI 自配置 SON 架构及其分配方法

LTE 基站系统的 PCI 自配置 SON 架构可以有两种,分别是集中式和混合式,如图 1 所示。在集中式架构中,PCI 自配置功能集中在 OAM,由 OAM 负责为 eNB 自动配置 PCI;在混合式架构中,PCI 自配置功能分布在 OAM 和各个 eNB 上,两种网元都参与 PCI 的自配置过程。

LTE 基站系统的 PCI 自配置分配方法是将 504 个 PCI

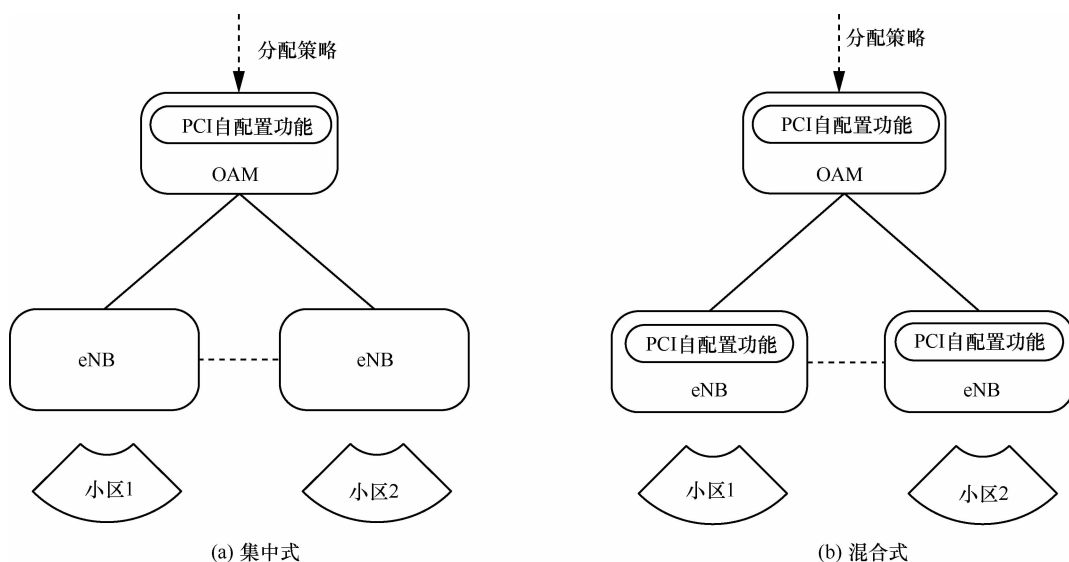


图 1 两种 LTE 基站系统的 PCI 自配置 SON 架构



资源分为两部分,其中较少的一部分 PCI 资源为临时 PCI,较多的 PCI 资源为应用 PCI,两部分 PCI 资源不重叠,即两部分 PCI 值完全不同,一个 PCI 只能属于临时 PCI 或者只属于应用 PCI。新部署的 eNB 上电后执行自建立流程,使该 eNB 与 OAM 建立物理链路连接后,首先 OAM 为新 eNB 分配临时 PCI,确保新 eNB 能正常运行,根据 ANR 流程,UE 自动监测相邻扇区信号(邻区所在 eNB 为已部署基站,使用的 PCI 为应用 PCI),并将邻区 PCI 上报给新 eNB,如果采用集中式架构,新 eNB 将邻区 PCI 再上报给 OAM,OAM 根据邻区 PCI 值,从应用 PCI 资源中选择不同的 PCI 资源分配给新 eNB,新 eNB 使用应用 PCI 作为后续商用阶段使用的 PCI,并释放最初使用的临时 PCI 资源;如果采用混合式架构,新 eNB 获得 UE 上报的邻区 PCI 后,从应用 PCI 中选择与邻区 PCI 不同的值作为新 eNB 的 PCI,并释放最初使用的临时 PCI。在混合式架构中,OAM 负责分配临时 PCI 资源,eNB 负责为自身分配与邻区 PCI 不同的应用 PCI 资源。临时 PCI 资源释放后,可以继续分配给下一个新部署的 eNB。

针对一些特殊的 LTE 基站系统部署场景,可以简化分配过程,如 LTE 网络中部署第一个 eNB 或者部署无邻区的孤岛站,则可以采用集中式架构通过 OAM 直接分配应用 PCI 资源;如果新部署的 eNB 所有扇区数量小于应用 PCI 资源数量,则采用集中式架构统一由 OAM 直接分配应用 PCI 资源,只要不重复分配 PCI 即可;对于 HeNB (home eNB,家庭基站),由于其自身支持扫描周围扇区信号功能,可以直接获得相邻扇区 PCI,因此可以从应用 PCI 资源中为自身分配 PCI,不需要 OAM 来分配 PCI,这种 SON 架构是分布式架构。

由于临时 PCI 资源和应用 PCI 资源不重叠,而相邻已部署的 eNB 已使用应用 PCI,因此 OAM 为新部署 eNB 分配临时 PCI 的同时,也保证了与其相邻已部署的 eNB 各扇区 PCI 不同。在 PCI 资源数量方面,应用 PCI 资源数量远大于临时 PCI 资源,因此不会影响 PCI 资源数量限制。临时 PCI 数量较少,新 eNB 分配应用 PCI 资源后,就释放最初分配的临时 PCI,可供下一个新部署的 eNB 使用,因此临时 PCI 可以不断地重复分配给新部署的 eNB。另外,在 LTE 网络部署过程中,如果同时部署新 eNB 数量小于或等于临时 PCI 数量,那么临时 PCI 资源能保证新 eNB 之间的 PCI 不同;如果同时部署 eNB 数量大于临时 PCI 数量,那么根据实际需求通过调整分配策略来增加临时 PCI 数量,一

方面保证应用 PCI 数量,另一方面提高 eNB 部署效率。当然,临时 PCI 资源也可以根据实际情况部分转为应用 PCI 资源。

这种将 PCI 资源分为临时 PCI 和应用 PCI 的分配 PCI 方法,在保证新部署的 eNB 正常运行的同时,也保证了不会因 PCI 分配因素与邻区产生干扰,为 LTE 基站系统自动分配 PCI 资源提供便利的客观条件。

3 LTE 基站系统的 PCI 自配置控制流程

LTE 基站系统的 PCI 自配置过程的前提是不需要人参与,同时保证 PCI 分配的高效和网络性能,其实现的 SON 架构可以采用集中式或混合式,前者由 OAM 完成 PCI 的自配置,后者由 OAM 和 eNB 共同完成 PCI 的自配置,其实现流程如图 2 所示。

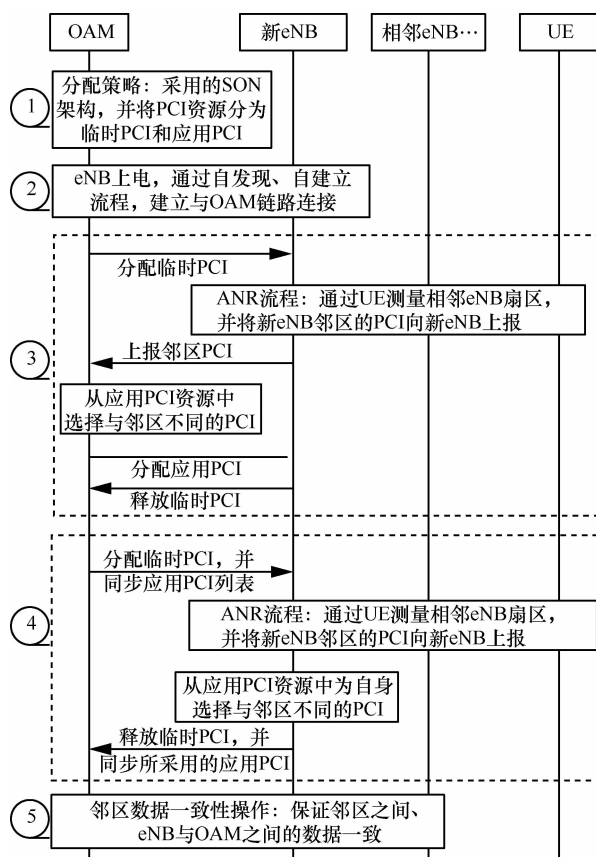


图 2 LTE 基站系统的 PCI 自配置控制流程

具体的实施步骤如下。

步骤 1 LTE 基站系统的 PCI 分配策略通过 OAM 设置,涉及自配置 PCI 采用的 SON 架构和 PCI 资源划分,其中 SON 架构可以采用集中式架构或混合式架构,PCI 资源

划分为临时 PCI 和应用 PCI,二者数值不重复,在数量方面,应用 PCI 资源数量远远大于临时 PCI 资源数量。

步骤 2 新部署的 eNB 上电后,基于自发现、自建立 SON 流程,eNB 分别与 OAM 和 EPC(extended packet core,演进分组核心网)建立物理通信链路连接。

步骤 3 如果 PCI 自配置流程采用集中式 SON 架构,那么临时 PCI 和应用 PCI 都通过 OAM 分配。首先 OAM 通过与 eNB 的南向接口为新部署的 eNB 分配临时 PCI 资源,以确保新部署的 eNB 能正常运行;基于 ANR 流程,通过 UE 在扇区边缘测量相邻已部署的 eNode 信号,获得邻区所使用的应用 PCI,并将其上报到新部署的 eNB,eNB 再将邻区 PCI 上报到 OAM,OAM 从应用 PCI 资源中选择与邻区 PCI 不同的资源分配给新部署的 eNB 各扇区,新 eNB 释放临时 PCI 资源并通知 OAM,进一步转入步骤 5。

步骤 4 如果 PCI 自配置流程采用混合式 SON 架构,那么临时 PCI 由 OAM 负责分配,而应用 PCI 由新部署的 eNB 负责为自身分配。首先 OAM 通过与 eNB 的南向接口为新部署的 eNB 分配临时 PCI 资源,以保证新部署的 eNB 能正常运行,并同步应用 PCI 资源列表;基于 ANR 流程,通过 UE 在扇区边缘测量相邻已部署的 eNode 信号,获得邻区所使用的应用 PCI,并将其上报到新部署的 eNB,eNB 从应用 PCI 资源列表中选择与邻区 PCI 不同的资源为自身的各个扇区分配 PCI,新 eNB 释放临时 PCI 资源并通知 OAM 所采用的应用 PCI,进一步转入步骤 5。

步骤 5 邻区数据一致性操作,涉及网元包括 OAM、最新已部署的 eNB 及其相邻 eNB,以确保邻区列表中配置的 PCI 数值在相关网元中保持一致。

PCI 自配置过程中,出现链路或设备异常导致 PCI 资源分配失败,则基站系统、OAM 检测系统及时输出告警通知信息。针对特殊 eNB 部署场景,根据 PCI 自建立分配策略分配应用 PCI 资源。

4 LTE 基站系统的 PCI 资源规划及分配策略

LTE 基站系统的 PCI 资源规划和分配策略要合理,提高分配效率,并降低算法和实施复杂度,同时还要不影响已部署网络性能。在移动蜂窝组网中,无论是 2G、3G,还是 LTE,都以每个基站对应覆盖 3 个扇区为主,当然在少数的特殊覆盖场景中,每个基站对可以覆盖 1 个扇区、2 个扇区或超过 3 个扇区。为了提高 PCI 资源的分配效率,

将 504 个 PCI 资源按照每组 3 个 PCI 划分为 168 组并编号,如组 1 的 PCI 对应为 [1,2,3],组 2 的 PCI 对应为 [4,5,6]等,组 168 的 PCI 对应为 [502,503,504],那么 PCI 资源分配则以“组”为单位。

进一步将 168 个 PCI 组划分为临时 PCI 组和应用 PCI 组,资源不重叠,并且后者 PCI 组数量远远大于前者,使更多的 PCI 资源应用于实际网络中。太多临时 PCI 组资源使应用 PCI 组资源数量减少,是一种资源浪费。至于预留多少 PCI 组资源作为临时 PCI 资源,需要根据 LTE 网络部署的实际需求,如同时部署两个 eNB,临时 PCI 资源要大于或等于两组 PCI。当然,临时 PCI 组资源可以根据实际情况转为应用 PCI 组资源。

如图 3 所示为 PCI 资源组分配原则,无论是临时 PCI 组还是应用 PCI 组,为每个 eNB 分配的数量与该 eNB 支持的扇区数量有关,当新部署的 eNB 支持的扇区数量小于或等于 3 时,就分配 1 组 PCI 资源,否则分配 PCI 组资源就等于扇区数量除 3,如有余数则再加 1,如 4 扇区,就分配 2 组 PCI 资源。

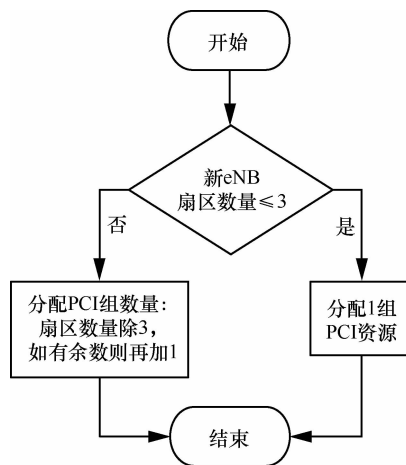


图 3 PCI 资源组分配原则

针对 eNB 不同的部署场景,PCI 资源的分配策略也不同,在不影响 LTE 网络整体性能的前提下,其原则是尽可能简化分配流程,以提高资源分配效率,降低网络建设工程成本。LTE 基站不同部署场景中 PCI 资源的分配策略见表 1。

5 结束语

当前,在全球运营商都在紧锣密鼓地部署 LTE 网络的同时,SON 技术的重要作用也日益凸显,而 PCI 作为 LTE 网络部署时的重要参数,对网络的合理规划和提升性能起着



表 1 不同部署场景中 PCI 资源的分配策略

部署场景	架构	OAM 功能	eNB 功能	说明
孤岛站(非 HeNB)	集中式	直接分配应用 PCI 组资源		
HeNB	分布式		自动分配应用 PCI	自动扫描环境
网络中首个 eNB	集中式	直接分配应用 PCI 组资源		
新网络扇区总数小于或等于应用 PCI 数量	集中式	直接分配应用 PCI 组资源		基站分配的应用 PCI 组不同
新网络扇区数量大于应用 PCI 数量	集中式	分配临时和应用 PCI 组资源		可选择两种架构,流程如图 2 所示
	混合式	分配临时 PCI 组资源	分配应用 PCI 组资源	

重要作用。本文提出的 PCI 自动分配方法能确保为 eNB 分配的 PCI 资源在各阶段都与邻区的 PCI 不同,有效完成 PCI 的自配置,与其他 PCI 分配方法比较,在实际操作中简单、灵活、高效,在保证网络性能的同时,对 LTE 系统的影响小。

参考文献

- 1 3GPP TS 36.300. E-UTRA and E-UTRAN, Overall Description; Stage 2, 2014
- 2 谢大雄, 朱晓光, 江华. 移动宽带技术——LTE. 北京:人民邮电出版社, 2012
- 3 NGMN. NGMN Recommendation on SON and O&M Requirements, 2008
- 4 孙成舟, 张洪岩, 魏焱等. LTE-Advanced 系统中 PCI 自配置仿真研究. 电信科学, 2013,29(7): 30~35
- 5 3GPP TS 32.500. Telecommunication Management; Self-Organizing Networks(SON); Concepts and Requirements, 2009

[作者简介]



朱晓光,男,博士,中兴通讯股份有限公司战略规划部高级工程师、高级架构师,长期从事通信产品研发、技术规划、综合方案等工作,累计申请发明专利 40 余项。



江华,男,中兴通讯股份有限公司首席架构师、战略规划部副部长、“移动网络和移动多媒体技术国家重点实验室”学术委员会主任,长期从事通信产品的技术规划、应用研究和产业化工作。

(收稿日期:2014-04-09)

(上接第 124 页)

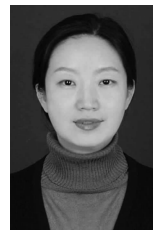
务支撑。OSS 投资的制约,对支撑系统的持续优化、完善带来影响。

在电信运营商网络运维转型过程中,必须建立行之有效的应急保障机制,确保通信网络在转型过程中能够优质高效运行。

[作者简介]



朱军,男,中国联合网络通信集团有限公司吉林分公司运行维护部总经理、高级工程师,主要研究方向为交换技术及维护管理。



赵波,女,中国联合网络通信集团有限公司吉林分公司运行维护部副总经理、高级工程师,主要研究方向为互联网及接入网技术。

王晓峰,男,中国联合网络通信集团有限公司吉林分公司运行维护部主管、高级工程师,主要研究方向为数据通信及互联网技术。

王博,男,中国联合网络通信集团有限公司吉林分公司集团客户部项目经理,主要研究方向为市场营销及客户管理。

(收稿日期:2014-06-01)