



国际信息工程先进技术译丛



WILEY
www.wiley.com

LTE自组织网络(SON): 网络管理自动化 提升运维效率

**LTE Self-Organising Networks(SON)Network
Management Automation for Operational Efficiency**

(芬) Seppo Härmäläinen

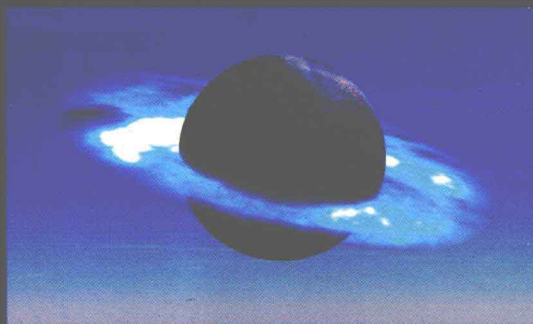
Henning Sanneck 编著

(德) Cinzia Sartori

王健全 乌云霄 王波 张猛 等译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



国际信息工程先进技术译丛

LTE 自组织网络 (SON): 网络管理自动化 提升运维效率

(芬) Seppo Härmäläinen

(德) Henning Sanneck 编著

(德) Cinzia Sartori

王健全 乌云霄 王波 张猛 等译



机械工业出版社

无线自组织网络 (Self Organising Network, SON) 通信技术可以有效帮助运营商降低网络运营维护成本, 近年来已成为当今通信界的研究热点之一。本书内容是诺基亚西门子通信公司研发人员的心血结晶, 主要阐述了 SON 技术在 LTE 网络中的发展, 主要包括 SON 发展的动机、SON 技术的标准化进程、SON 的技术原理 (如自配置、自优化和自愈功能及其原理)、SON 协同技术、SON 支撑功能 MDT 及 SON 在核心网中的应用。此外, 本书还描述了 SON 未来研究课题, 如认知无线网络、异构无线网络及云接入网络等。

本书是一部紧跟通信技术前沿研究的专业性著作, 主要适于无线通信领域的研究人员和工程技术人员阅读, 也可以作为通信工程及相关专业的高年级本科生、研究生和教师的专业新技术参考书。

All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with China Machine Press and is not the responsibility of John Wiley & Sons Limited. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyright holder, John Wiley & Sons Limited.

Copyright©2012 John Wiley & Sons, Ltd.

本书中文简体字版由机械工业出版社出版, 未经出版者书面允许, 本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 翻印必究。

本书版权登记号, 图字 01-2012-4224 号



图书在版编目 (CIP) 数据

LTE 自组织网络 (SON): 网络管理自动化提升运维效率/ (芬) 哈马莱能 (Hämäläinen, S.), (德) 散勒克 (Sanneck, H.), (德) 萨特日 (Sartori, C.) 编著; 王健全等译. —北京: 机械工业出版社, 2012.10
(国际信息工程先进技术译丛)

书名原文: LTE Self-Organising Networks (SON) Network Management Automation for Operational Efficiency

ISBN 978-7-111-39936-0

I. ①L… II. ①哈… ②散… ③萨… ④王… III. ①无线电通信—移动网 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 234477 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张俊红 责任编辑: 顾 谦

版式设计: 霍永明 责任校对: 纪 敬

封面设计: 马精明 责任印制: 张 楠

北京京丰印刷厂印刷

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·22.5 印张·503 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-39936-0

定价: 98.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服 务 中 心: (010) 88361066

教 材 网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

目 录

译者序

原书序

原书前言

第1章 引言	1
1.1 SON	2
1.2 从传统网络运维到 SON	5
1.2.1 网络自部署	7
1.2.2 网络自优化和自排障	8
1.2.3 SON 的特性及其挑战	9
参考文献	10
第2章 LTE 概述	11
2.1 LTE 和 SAE 的介绍	11
2.1.1 3GPP 结构、进展和 LTE 规范	11
2.1.2 LTE 需求	13
2.1.3 系统架构概述	14
2.1.4 演进的 UTRAN	16
2.1.5 E-UTRAN 的功能网元	16
2.1.6 演进的分组核心网	17
2.1.7 LTE 承语音技术 (VoLTE)	21
2.1.8 LTE-Advanced 长期演进	21
2.1.9 网络管理	27
2.2 LTE 无线接入网络场景和解决方案	28
2.2.1 LTE 无线覆盖场景	30
2.2.2 LTE 对现网的扩容	31
2.2.3 多层 LTE	31
2.2.4 LIPA-SIPTO 的数据分流	31
2.2.5 多种无线接入网络场景或非 3GPP 接入场景	32
参考文献	33
第3章 SON	35
3.1 背景	35
3.2 NGMN 运营商用例和 3GPP 中的 SON 用例	37
3.2.1 操作用例	37

3.2.2	NGMN 的 SON 用例和需求	41
3.2.3	3GPP 的 SON 用例	43
3.3	SON 基础	46
3.3.1	控制工程: 反馈环	47
3.3.2	自主计算和自主管理	48
3.3.3	SON 研究项目	50
3.4	架构	53
3.4.1	用例相关准则	54
3.4.2	系统级准则	56
3.5	商业价值	57
3.5.1	eNB 选址的经济学	57
3.5.2	SON 的通用运营模式	59
3.5.3	安装和规划	61
3.5.4	网络优化	62
3.5.5	故障管理	63
3.5.6	小结	64
3.6	SON 运行和技术挑战	64
3.6.1	运营过程向 SON 的过渡	65
3.6.2	技术 (工程) 挑战	68
	参考文献	69
第4章	自配置 (即插即用)	71
4.1	自连接和自调试	72
4.1.1	准备阶段	74
4.1.2	连接建立、站址鉴权和自动调试	76
4.1.3	LTE-A 中继自动连接	81
4.1.4	小结	87
4.2	动态无线配置	88
4.2.1	初始传输参数生成	93
4.2.2	物理小区标识分配	97
4.2.3	自动邻区关系建立 (ANR)	102
4.2.4	DRC 结构	112
4.2.5	小结	114
	参考文献	115
第5章	自优化	117
5.1	MRO	118
5.1.1	MRO 的目标	118
5.1.2	小区改变和干扰的挑战	118
5.1.3	MRO 相关参数	121

5.1.4 移动性问题的起因	125
5.1.5 MRO 解决方案	127
5.1.6 MRO 时间尺度	131
5.1.7 MRO 性能	132
5.2 移动性负载均衡与流量控制	138
5.2.1 流量控制介绍	138
5.2.2 移动负载均衡的 SON 策略	139
5.2.3 负载均衡的理论分析	140
5.2.4 UE 分配至特定网络层的标准流程	145
5.2.5 MLB 结果举例	158
5.2.6 上行负载均衡	164
5.2.7 TS/MLB 与 MRO 的互操作	165
5.3 节能	167
5.3.1 背景简介	167
5.3.2 节能需求	169
5.3.3 节能管理	169
5.3.4 eNB 全覆盖场景	170
5.3.5 容量受限网络	172
5.3.6 设备/本地节能	173
5.3.7 实例场景和期望增益	175
5.3.8 小结	176
5.4 覆盖与容量优化	177
5.4.1 基于自适应天线的覆盖与容量优化	178
5.4.2 基于 CCO 的天线参数优化的性能分析	181
5.4.3 带传输功率的 CCO	189
5.5 随机接入信道 RACH 的优化	189
5.5.1 概述	189
5.5.2 物理随机接入信道的 PRACH 配置	191
5.5.3 随机接入信道配置	192
5.5.4 RACH/PRACH 配置实例	193
5.5.5 随机接入性能	194
5.5.6 自优化体系	195
5.5.7 UE 上报信息	196
5.5.8 eNB 间通信	197
5.6 RRM 和 SON (干扰协调, PO 参数优化)	198
5.6.1 干扰协调	198
5.6.2 PO 优化	201
参考文献	204

第6章 自愈	207
6.1 背景简介	207
6.1.1 3GPP 应用场景	207
6.1.2 3GPP 自愈流程及其管理	208
6.1.3 小区恶化管理	210
6.2 小区恶化检测	213
6.3 小区恶化诊断和预测	217
6.3.1 规则化的系统	219
6.3.2 贝叶斯网络	220
6.3.3 基于用例的推理	222
6.3.4 神经元网络	223
6.3.5 测试	225
6.3.6 预测	225
6.4 小区失效补偿	227
6.4.1 激活小区失效补偿	228
6.4.2 小区失效补偿的方法	228
6.4.3 小区失效补偿和自配置功能之间的协同	231
参考文献	231
第7章 支撑功能: 最小化路测 (MDT)	234
7.1 背景介绍	234
7.1.1 概述	234
7.1.2 历史和背景	236
7.2 与 SON 的关系	238
7.3 要求	239
7.4 功能用例	241
7.4.1 运营场景	241
7.4.2 覆盖优化	242
7.4.3 移动性优化	246
7.4.4 容量优化	246
7.4.5 公共信道参数化	246
7.4.6 QoS 检验	247
7.5 整体架构	247
7.6 MDT 操控	249
7.6.1 用户与设备跟踪	249
7.6.2 MDT 配置参数	249
7.6.3 基于用户的 MDT	251
7.6.4 基于区域的 MDT	254
7.6.5 管理系统的支持功能	256

7.6.6 MDT 上报	256
7.7 MDT 无线接口流程	258
7.7.1 Immediate MDT	258
7.7.2 Logged MDT	261
7.7.3 RLF 上报	265
7.7.4 测量参数	268
7.7.5 位置信息	270
7.8 小结	270
参考文献	271
第8章 核心网的 SON	272
8.1 背景介绍	272
8.2 分组核心网的 SON	272
8.2.1 分组核心网元自配置	272
8.2.2 自动邻居关系	273
8.2.3 S1 - Flex (MME 池)	274
8.2.4 信令优化	276
8.2.5 时延优化	277
8.2.6 双向转发检测的快速网关收敛	277
8.2.7 动态 IP 地址池分配	278
8.2.8 节能	278
8.3 语音核心网的 SON	279
8.3.1 语音 IP 质量监测和管理	279
8.3.2 语音核心网的资源优化	280
参考文献	281
第9章 SON 运行	282
9.1 SON 功能的相互影响	282
9.1.1 空间特性	283
9.1.2 时间特性	283
9.1.3 SON 冲突类别	286
9.1.4 SON 功能相关的网络参数	287
9.1.5 SON 功能间冲突举例	288
9.2 SON 功能协作	291
9.2.1 SON 协作的基本选项	291
9.2.2 SON 功能协作的目标	294
9.2.3 SON 协作功能的概念	296
9.2.4 协作方案	300
9.2.5 相关的研究工作	305
9.2.6 SON 功能协作举例	305

9.3 小结	308
参考文献	309
第 10 章 异构自组织网络 (HetNet)	310
10.1 背景介绍	310
10.2 标准化情况及网络架构	311
10.2.1 异构网络的网络架构	313
10.3 自配置	314
10.3.1 自动连接建立和自动接入授权	315
10.3.2 自动站点识别及硬件到站点的映射	316
10.3.3 自动邻区关系建立	317
10.4 自优化: 干扰管理	317
10.4.1 异构场景下的干扰特性	317
10.4.2 基本的干扰管理技术	318
10.4.3 宏基站和微基站/微微基站共存的场景	320
10.4.4 增强型时域干扰管理: eICIC	321
10.4.5 未来干扰管理的展望	325
10.5 自优化: 移动性、MRO 和业务控制	325
10.5.1 移动鲁棒性优化	325
10.5.2 多层业务控制及负载均衡	327
10.5.3 与 IEEE 802.11 (WiFi) 的融合及协同	327
参考文献	328
第 11 章 未来研究展望	329
11.1 未来移动网络的应用场景	329
11.1.1 异构网络	329
11.1.2 云无线接入网	329
11.1.3 未来 OAM 系统需求	331
11.2 认知无线网络	331
11.2.1 从 SON 到 CRN	331
11.2.2 定义	331
11.2.3 网络架构	332
11.2.4 人工智能技术	334
11.3 应用	335
11.3.1 自配置	336
11.3.2 自优化	336
11.3.3 自愈	336
11.3.4 SON 运行	337
11.4 小结	337
参考文献	338
附录 英文缩略语对照表	339

第1章 引言

Cinzia Sartori, Henning Sanneck, Jürgen Goerge, Seppo Härmäläinen 和 Achim Wacker

在过去的十年中，移动通信用户数量增长迅猛，同时即使在用户数目趋近饱和的发达国家，无线业务量也仍在以前所未有的速度持续增长。

全球移动通信系统（Global System for Mobile communication, GSM）的应用推动了语音移动电话的普及，迄今为止，世界范围内移动通信网络的人口普及率已达90%。然而，GSM的设计初衷为承载语音业务，对后增的数据业务支持能力不足。近年来，在第三代（3G）移动通信系统宽带码分多址（Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA）、高速分组接入（High Speed Packet Access, HSPA）及增强型高速分组接入（High Speed Packet Access Plus, HSPA+）的驱动下，产生了“移动数据风暴”现象。HSPA的引入标志着网络由语音业务为主向分组数据为主的转型开始。这些3G演进技术可以以相对较低的成本实现网络升级，因此在未来很长一段时期内仍将占据至关重要的地位。然而很显然，一项新的无线接入技术（Radio Access Technology, RAT）只有同时包括新的空中接口和新的网络架构，才是应付上述数据风暴的长久之计。2011年，Holma和Toskala的著作《长期演进（Long-Term Evolution, LTE）》尚未问世时，LTE技术就已经推出并在几个国家投入商用。本书第2章将对LTE的关键技术理念及其无线接入网场景进行介绍。

既有业务和新型数据业务（如移动互联网接入、社交网络、基于位置的服务/个人导航等）的需求激增，又有先进终端（如智能终端、平板手写终端等）的强大数据处理和存储能力，致使移动宽带业务量呈指数级增长，如图1.1所示。用户终端

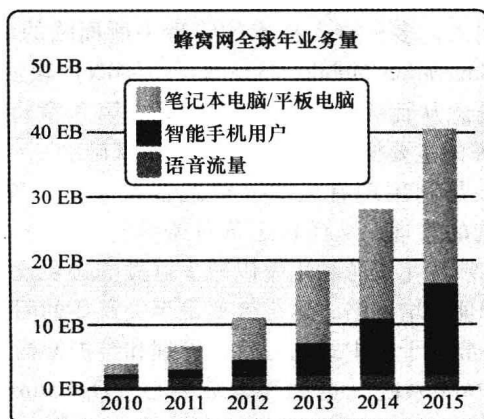


图 1.1 数据量增长趋势（来源：诺基亚西门子网络）

的“永久在线”以及 M2M (Machine to Machine, 机对机通信) 的网络应用也对网络的控制面处理能力提出了很高的要求。

下一阶段, 平板手写电脑的使用很大程度上将可能引发无线视频应用需求的增加, 同时也将对无线网络基础设施造成巨大压力。这种情况下, 高分辨率显示器和强大的处理器将支持高清视频的传输, 从而也导致对高数据传输速率“无处不在”的需求以满足终端用户的期望。这种“高数据量需求”的应用对网络容量和服务质量提出了更高要求, LTE 及其演进技术 (LTE - Advanced, LTE - A) 的引入则是必经之路。

面对巨大的数据量传输需求, 无线网络运营商必须实现网络的显著升级以及网络资源的最高效利用。诸如宏基站密集部署、增强型接收机以及高阶化扇区等传统方式, 无法满足业务量预测增长所需的容量。作为宏基站的补充, 小基站的部署无疑是提升单位面积频谱效率 (和容量) 最为有效的解决方案。因此, 预计在不久的将来, 作为“异构网络”的典型场景之一, 从宏基站单层拓扑向多层拓扑的迁移会进一步加快, 此外 LTE 与 2G 和 3G 网络 (多无线接入技术) 也将长期共存。

无线业务提供商的所述要求, 即对网络的升级、LTE 的部署以及对现有 RAT 的整合, 均会造成网络整体结构趋于复杂化和异构化, 因此运营商也将面临工作量以及成本方面的严峻挑战。不幸的是, 单用户平均收入的降低 (可能由激烈的市场竞争引起的统一费率等定价机制造成) 将导致上述费用无法通过额外收入予以补偿。成本作为运营商利益攸关的问题, 尤其是运营成本 (Operational Expenses, OPEX), 近期也得到了更加广泛的关注。特别在网络的早期部署阶段, 网络建设和优化方面工作量巨大, 系统需要较长时间才可达到最佳稳定状态。为了缩短时延、降低网络总体运营成本, 自组织网络 (Self - Organising Networks, SON) 的概念成为了 LTE 的基本组成部分。

1.1 SON

随着 LTE 网络的引入, 多种接入技术的管理中所面临的诸多问题可以预见, 下一代移动网络 (Next Generation Mobile Networks, NGMN) 联盟引入了 SON 技术来应对这些挑战, SON 的概念从而得以频繁使用。本书第 3 章将对 SON 进行整体介绍 (见 3.1 节), 包括 SON 的主要概念、优势及其技术基础。

运营商的目标之一是利用现有运维人员配备和成本实现对上述多系统 (包括 LTE)、多层次网络结构的管理, 从而将运营负荷维持在现有水平。为最大限度地提高投资回报, 运营商必须优化资源利用率以减少巨额的必要投资, 因此, 在不增加现网人员配备的情况下管理新增网络, 运维效率是至关重要的因素。

当前, 网络运维一般基于集中式的运营、管理和维护架构。网元的配置和优化由配备网规网优工具的 OAM 系统 [也称为运维中心 (Operations and Maintenance Centre, OMC)] 来集中执行。典型的网规网优工具为半自动化, 管理任务需要运维人员的严格监督。此类人工操作通常耗时长、成本高、易出错, 且需要运维人员具备高级

的专业技能 (Laiho 等人, 2006 年)。

对已部署的网络资源的优化利用往往会造成网络结构的复杂化, 而加强网络运维的自动化则是一种可能的解决方式。自动化的目标可描述如下:

- 1) 将网络运维工作量维持在可以接受的水平;
- 2) 在网络部署的整个阶段和网络管理的全过程中, 通过减少差错概率实现对网络运维的保护;
- 3) 加快运维流程。

自组织技术是实现此类自动化的一种先进机制。自动化功能与现有运维过程有效集成并嵌入 OAM 整体工具链是至关重要的。自动化可以通过将 SON 的功能加入到促进网络运维流程以及网络专有业务分发的网络设备中来实现。从这个意义上来说, SON 可使网络具备“可操作性”和“可用性”的特点。

基于 NGMN “支持 SON 的移动宽带网络”这一长期目标, 3GPP 制定了实际的 SON 标准, 定义了必要的用例、测量、流程和开放接口, 以更好地支持多厂商环境下的可操作性。从 3GPP R8 版本 LTE 开始, R9 和 R10 版本 (R10 版本已于 2011 年 6 月完成) 继续跟进, SON 的标准化进程仍处于进行时 (见图 1.2)。在写作本书时, R11 版本尚处于定义阶段, 将在已有技术基础上包含 SON 的额外功能以及增强功能。

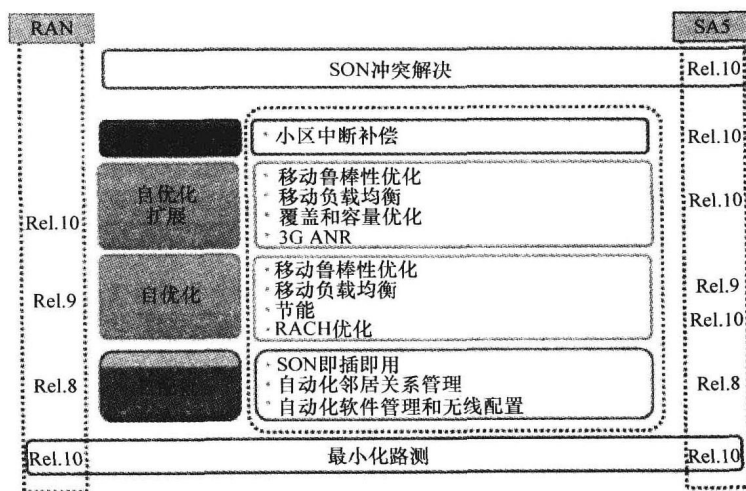


图 1.2 3GPP SON 标准化历程

SON 用例 (NGMN, 2008 年), 参照 3.2 节, 根据包括配置、优化和故障排查在内的关键 OAM 功能划分为不同的功能区 (见图 1.3):

- 1) 自配置 (第 4 章);
- 2) 自优化 (第 5 章), 包括不同类型无线资源间的业务操作;
- 3) 自愈 (第 6 章)。

一个共同的特点是: OAM 用例 “含人回路 (human-in-the-loop)” 中人的作用程度已尽可能减小到一些用例中完全 “闭环” 的自动化。

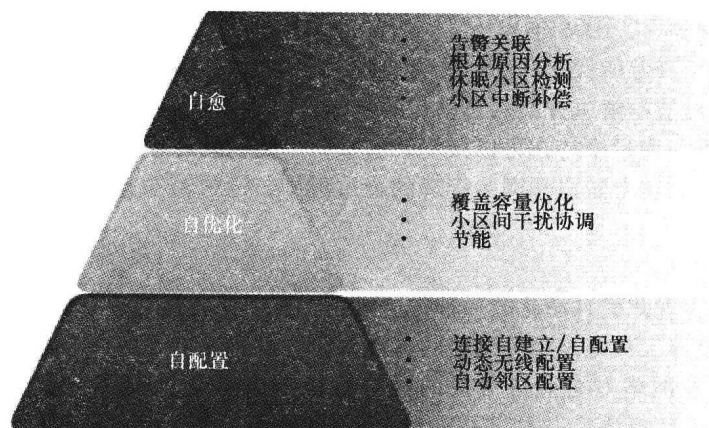


图 1.3 SON 用例实例

“最小化路测 (Minimization of Drive Tests, MDT)” 功能在 3GPP R10 版本的 LTE 和通用陆地无线接入网络 (Universal Terrestrial Radio Access Network, UTRAN) 中已经标准化，强调路测在移动网络性能监测与评估中的必要性。由于实际测试需要大量运维人员介入，因此路测成本一般比较高。MDT 的主要特点是收集用户设备 (User Equipments, UE) 处可能包含位置信息的测量值，从而对小区性能有更细粒度的观测。此类观测不仅对运维人员有用，更有利于自动化 SON 功能的实现，因此 MDT 可以看作 SON 的重要推动者，其细节将在本书第 7 章中讨论。

SON 的研究和标准化工作主要集中在无线接入领域，源于无线接入网固有的复杂性 (大量广泛部署的网元) 及其在网络整体架构及运营方面的成本比重。然而从网络的合理配置以及端到端优化的角度来说，核心网中的 SON 技术也是非常重要的 (见第 8 章)。需要注意的是，回传方面对端到端的贡献与本书第 4 ~ 6 章所讨论的 SON 功能相关。

图 1.3 给出了一些 SON 用例。相当数量的不同 SON 用例存在相互矛盾的实现目标、重叠的输入或输出参数等。这种 SON 功能的交互以及交互控制技术解决方案的实例将在第 9 章作为主要议题进行讨论。

如上所述，一方面，LTE 需要与现有的多种无线接入技术相整合；另一方面，LTE 宏小区的资源能力长远来看也将不足，需要通过微小区实现扩容。

异构网络下 (见图 1.4)，运营商将必须进行接入技术间和宏/微场景间的切换处理，而宏站/微微站间以及宏站/微站间的干扰管理无疑是一个突出问题。与此同时，网络容量也需进行优化，在适当确保服务质量 (Quality of Service, QoS) 和用户体验 (Quality of Experience, QoE) 的前提下，可以通过 (多接入技术、多层) 可用资源的有效利用来实现。异构网络的 SON 技术以及相关挑战将在第 10 章进行介绍。

目前，业界正在对大多数“经典”SON 用例的理念予以评估，运营商也已经开始 SON 的部署，而同时通过新的用例以及基于现有技术和新技术的解决方案的整合，SON 的理念也在不断演进。本书第 11 章将对这一可能会引起真正“认知网络”的演

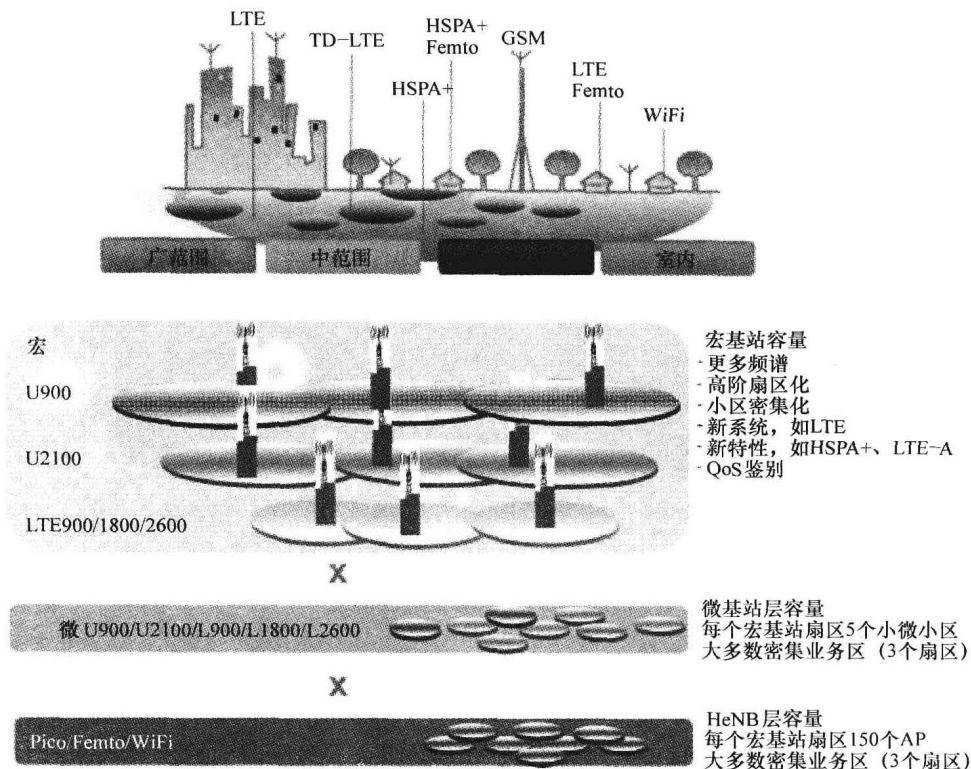


图 1.4 异构网络

进过程进行阐述。

1.2 从传统网络运维到 SON

SON 的理念对网络运营商来说无疑极具吸引力, 但另一方面, 将 SON 功能集成到现有 OAM 工具中则需谨慎。因此, 下面将对传统网络的部署和运营基础进行介绍, 讨论自动化的潜在可能性, 这也正是 SON 的目标所在。

商业目标一般需要分解为最佳的网络架构部署以及每个网元每个独立参数的优化设置, 因此运营商通常采用分层工具集。如图 1.5 所示, 左侧为工具类的描述, 右侧为运营商组织结构的相应部门、时间计划以及算法与参数的分类。

业务量预测、容量规划和站址规划将上述商业目标转化为合适的网元部署方案, 考虑了可用资金、站点/传输链路以及成本开销等约束条件。这些规划以年为时间单位制定, 并可以按月细化, 规划范围通常覆盖整个网络。由于相关工具、算法和参数均不依赖特定的网元供应商, 因此具有通用性以及时间稳定性。

无线、传输和链路的规划及优化过程是对网络不同区域的周期性优化。所用工具

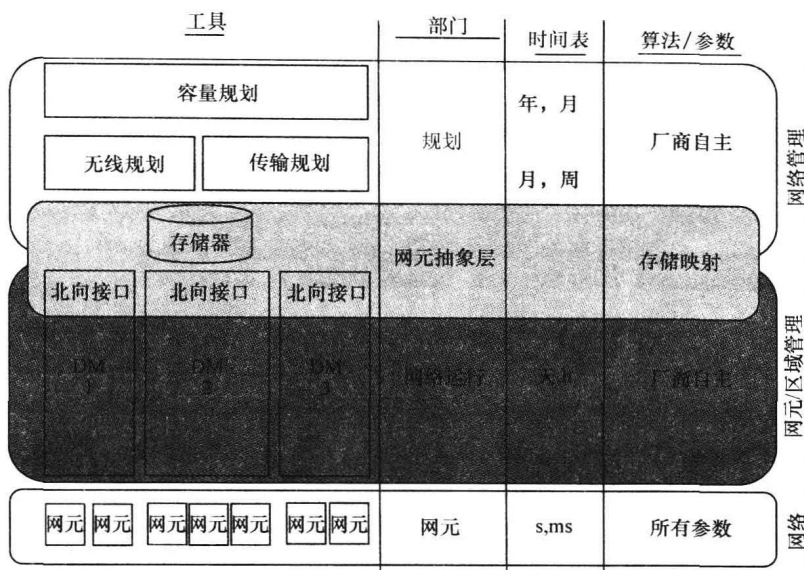


图 1.5 OAM 分层工具链模型

主要用来评估性能、运行仿真以及提供例如优化参数集合或网络优化部署计划的结果输出。规划的时间跨度通常从几个月到几天不等，涉及范围可为整网、网络中的大区域或某些特定的无线接入技术。规划和优化使用独立于供应商的通用算法来进行仿真，比如波传播的仿真。这些算法通常对标准化参数进行操作。由于算法和参数均独立于供应商对网元的实现方式，因此只要一项无线接入技术呼叫过程处理原则不发生变化，这些算法和工具依然可以稳定运行。

许多运营商都对网络规划部门和现网运维部门有着严格区分。规划部门使用的网络或业务管理工具往往与厂商无关，而网络运维部门主要使用的工具即网元管理 (Element Managers, EM) 和区域管理 (Domain Managers, DM) 为厂商特有，这两个部门之间的接口通常通过网元抽象层来建立。

一方面，网元抽象层作为中央存储库，用来收集、存储和分发网络中的全部参数，包括所有的标准化参数以及多技术跨厂商的整网中，部分或全部的厂商专有参数。通常情况下，网元抽象层无法理解厂商特定参数的语义，因此无法检查厂商特定参数的正确性，也无法对其进行优化。然而此存储库可用于在网络规划部门（或更普遍的网管相关部门）和网络运维部门之间进行网络参数的协同传输。根据 3GPP SA5 定义的 OAM 参考架构，此存储库功能被视为网络管理 (Network Management, NM) 层。

另一方面，网元抽象层还用于实现网元所用的厂商特定标示和网管功能所用的通用信息模型标准化参数的映射。网元的每一次版本更新都很可能引起这种厂商特定数据和通用数据之间映射关系的修订，新的功能（如在规划工具中）的引入也需要实现向新增参数的映射，因此这些映射关系的维护代价通常较高。

在多技术跨厂商的网络中，SON 网管工具作为故障管理（Fault Management, FM）和性能管理（Performance Management, PM）的网元抽象层，负责收集告警信息和性能数据。他们从各厂商的 DM 收集数据，并为更高层的通用工具提供抽象视图。

从 3GPP OAM 参考架构来看，上述映射是 DM 的一部分，其中所谓的“北向接口（Itf - N）”对外隐藏了从 NM 层的映射关系。网元抽象层工具通常通过（如 3GPP 或 TMF 的）标准化接口与厂商特定网络或区域管理系统（Domain Management Systems, DMS）进行数据交换。除了告警信息和性能数据的自动采集，这些接口已经允许自动交换配置管理（Configuration Management, CM）数据，并在一定程度上通过网元抽象工具对 DMS 和网元进行远程控制。然而现实中的 CM 数据映射往往不是通过 DM 执行的，而是由综合了映射和资源库功能的专有工具予以实现，然后通过专有接口与 DM 和 EM 进行通信。

在上面对 SON 的介绍中，值得强调的是，网元抽象层不仅对信息模型进行转换，通常还对部门之间以及运维的不同时间尺度之间定义了严格边界。由于 SON 的周期可能超越这两个严格界限，因此 SON 的引入不仅带来技术挑战，还可能会影响整个组织运作流程。

特定厂商的网元管理系统（Element Management System, EMS）和 DMS 能够处理大多数厂商专用参数、检查其正确性，并在一定程度上进行优化，其操作的时间尺度从天到小时不等。这些网络工具在空间上通常覆盖较大区域内厂商的无线网络（或单一的射频技术），无疑这些工具必须要支持网元的每个版本更新。

进行站点的现场调试、网元安装需要用到本地操作/维护终端、站点管理系统等工具。这些工具能够对最底层的硬件和电路板配置进行操作，但通常不具备对高层网络管理系统（Network Management Systems, NMS）的标准接口。这些工具虽然能处理网元的所有数据，但通常不提供任何类型的优化功能。这些工具大多时间只针对某些特定类型的网元，因此现场工程师通常需要应付众多的此类终端，而本地操作终端通常一次只连接到一个网元。

网元通常处于被管理地位，无任何自主管理能力。其实在网元部分已实现了一些“低层次”的排障和优化功能。例如，3G UTRAN 中采用了层级优化：无线网规部门通过 DM 向无线网络控制器（Radio Network Controller, RNC）提供 UTRAN 小区的质量值 [如误块率（Block Error Rate, BLER）]，比如每月一次。基于此，RNC 使用私有算法来计算其控制的（外环功控，帧长为 10 ~ 100ms）每个承载连接的“信号干扰加噪声比”（Signal to Interference plus Noise Ratio, SINR）的优化目标值并发送给 WCDMA 基站（NodeB）。接着，基站以外环功控的目标 SINR 值作为内环功控的边界条件，以每 666 ms 一次的频率调整各个连接的实际发射功率。这个例子显示了也应纳入网管的无线资源管理（Radio Resource Management, RRM）的自动化程度。

1.2.1 网络自部署

为了最大限度地利用投资资本，基站的数量和位置都必须详细规划，覆盖、容量和质量也必须同时满足商业目标及监管规则。网络的优化部署不仅受空中接口特性和

可用频谱利用率的驱动,也取决于相应回传链路和业务流路由到核心网汇聚网络。另外,还必须考虑到长期的商业流程,如站址获取(场地租赁)以及所有必要的建设和供电等站点准备工作。此外,每一步结果都必须记录在案,如分包商和簿记/库存的支付情况。基站的安装和调试以及服务注册只是整个商业流程中很小的一步,这种商业流程的适当自动化是对整个网络部署工程管理的有力支撑。

每个商业流程的各个步骤都是自身一个流程(或“工作流”)。图 1.6 显示了商业流程和嵌入网管式工作流的区别,本书将聚焦于网络管理域的流程自动化以及网元的自我管理。除了对区域管理和网管的北向接口描述,本书将不涉及企业架构和商业流程的整合。

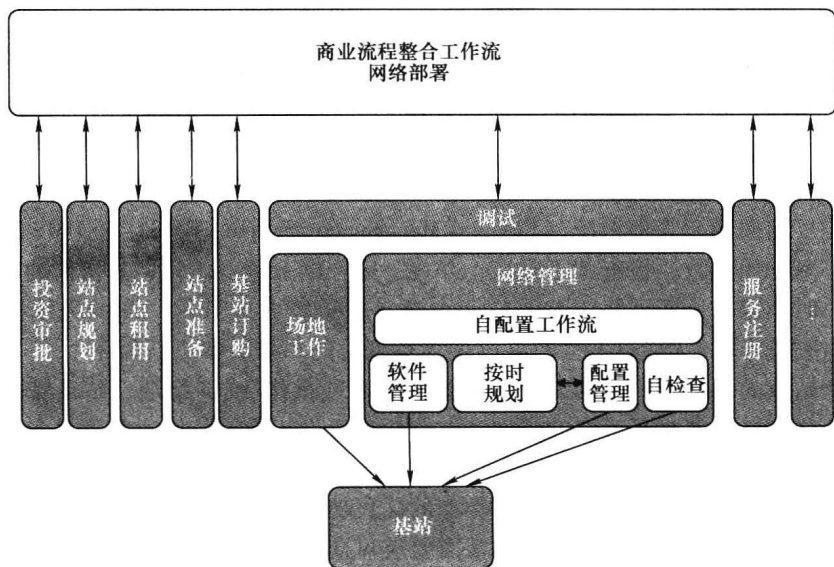


图 1.6 基站安装调试工作流

要部署一个基站,意味着要规划相应的参数,并对基站进行物理安装和逻辑软件配置(调试)。

安装和调试对驻场工程师有不同的技能要求,因此通常至少需要两次站点检查。此外,调试工程师还需要与规划人员进行沟通,为基站配备合适的软件以及数据配置。大多情况下,自动化(包括自动规划或应需规划)可以跳过调试工程师的站点检查,从而实现更少错误、更少劳力、更少代价的基站快速部署。第 4 章将对自配置的概念进行详细讨论。

1.2.2 网络自优化和自排障

运营商需要最大化收益,这是作为企业的最终关键性能指标(Key Performance Indicator, KPI)。然而,收益不仅依赖于网络本身,还依赖于市场、销售等其他因素,换言之,有吸引力的产品还需具备价格优势、广告宣传以及良好的客户关系管理。如