

doi:10.11959/j.issn.2096-3750.2017.00033

蜂窝物联网业务特点与网络建设需求匹配模型探讨

周二玲, 卢云, 薛辉, 庄性华

(中国移动通信集团设计院有限公司, 北京 100876)

摘 要: 物联网的快速发展一方面给运营商带来的新的发展机遇, 但另一方面也给运营商的网络带来严峻挑战, 为解决物联网业务发展与网络建设匹配的问题, 通过外部资料搜集以及内部调研, 梳理蜂窝物联网业务特点, 并搭建蜂窝物联网业务特性与网络建设需求匹配模型, 为网络建设提供输入。

关键词: 蜂窝物联网; 网络业务特点; 模型

中图分类号: TN915

文献标识码: A

Research on the matching model of IoT features and network needs

ZHOU Er-ling, LU Yun, XUE Hui, ZHUANG Xing-hua

(China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100876, China)

Abstract: On the one hand, the Internet of Things brings new opportunities for operators. On the other hand, it also poses a serious challenge to the operators' networks. In order to solve the problem that the development of Internet of Things (IoT) matches the network construction, the business characteristics of cellular Internet of Things are sorted out through the collection of external information and internal research, and it builds a matching model between cellular Internet of Things business characteristics and network construction needs, which provides input for network construction.

Key words: cellular Internet of Things, features of network services, model

1 引言

物联网作为新一代的信息技术, 被称为继计算机、互联网之后世界产业发展的第三次浪潮, 物联网会在电力、水利、煤炭、化工等各个行业和智慧城市等领域都会有广泛发展, 研究机构 IDC 预计 2020 年全球 IoT 设备数量将达 300 亿, Machina Research 则预期到 2025 年全球物联网连接数量达 270 亿, CompTIA 预计 2020 年全球联网设备数量将超 500 亿, 虽然不同的研究机构对于未来连接规模的预测虽然存在差异, 但从总体趋势上来看, 它们都纷纷看好物联网的行业应用, 万物互联的时代正在加速到来。

对于运营商而言, 人与人之间的通信规模已近天花板, 物与物的连接则刚刚进入增长快车道。物联网的快速发展一方面给运营商带来新的发展机遇, 一方面也给运营商的网络建设带来新的挑战。与传统的人

与人之间的通信不同, 物联网由于应用场景众多, 涉及的产业众多, 因此, 在不同场景下对网络有着不同的连接需求, 对于运营商而言, 网络需适应多样化、个性化和复杂化的通信需求。因此, 如何效益最大化的建设一张面向蜂窝物联网业务的网络显得尤为重要, 这其中势必需要对物联网的业务特性进行研究, 进而搭建物联网业务特性与网络建设需求匹配的模式, 为运营商的网络建设提供决策支撑。

2 物联网业务特性

2.1 物联网业务的分类

物联网应用的领域众多, 因此, 物联网业务的分类也是众多, 本文结合国际组织对物联网业务分类及我国物联网行业发展趋势, 将物联网业务分为个人消费、智能家居、智慧城市、垂直行业和车联网 5 大类 26 细类典型应用, 物联网业务的分类如图 1 所示。



图1 物联网业务的分类

2.2 物联网的业务特性

1) 国家标准组织定义的物联网业务特性

国际标准组织 3GPP 针对物联网业务 MTC (machine type communication) 的特性总结了 16 类需求, 在文献[1,2]中均引用这一总结, MTC 业务特性如表 1 所示。

表 1 物联网业务特性

MTC 应用特性	说明
Low Mobility	低移动性
Time Controlled	业务和时间相关, 如抄表
Time Tolerant	对时间不敏感, 可以容许适当延迟
PS Only	只通过 PS 域提供业务
Online Small Data Transmission	永远在线的少量数据传输
Offline Small Data Transmission	在少量数据传输之外的时间, 终端可以去激活
MO Only	由终端发起业务
Infrequent MT	网络偶尔会发起业务(push)
MTC Monitoring	监控终端状态
Offline Indication	MTC Server 感知终端离线
Jamming Indication	MTC Server 感知终端被干扰
Priority Alarm Message(PAM)	网络需要保证 PAM 消息优先传送
Extra Low Power Consumption	终端低功耗保证
Secure Connection	终端和服务器之间安全的连接
Location Specific Trigger	网络根据位置触发终端发起业务
Group Based MTC Features	针对群组管理的特性, 如群组 QoS 等

2) 工业和信息化部电信研究院定义的物联网业务特性

在工业和信息化部电信研究院发布的《M2M 业务应用市场研究》^[3]中, 工业和信息化部电信研究院按照 5 个维度来体现各种业务的参数指标, 包

括业务 burst 数据率、每个业务 burst 数据量、业务发生频率、延迟要求和节点密度。

3) 设备厂家对物联网业务特性的定义

华为通过对不同物的网络特性进行研究, 提出了物的 A、B、C、D、E 多维体验标准, 即可靠性 (availability)、带宽 (bandwidth)、覆盖 (coverage)、时延敏感度 (delay sensitivity)、能耗 (energy efficiency)^[4]。

例如, 智能抄表业务的水表因其极高的深度覆盖要求在 coverage 需求得分为最高值 5 分, 同时又以 10 年之久的电池使用寿命在 energy efficiency 项获得 5 分, 但对时延要求不高; 而车联网对于周边车辆信息十分敏感, 时延要求就达到 5 分, 而对电池寿命并不需要关注, 3 分就已足够; 再说工业控制, 因其极高的可靠性和时延要求, 在这 2 项需求均达到 5 分, 但是对功耗并不敏感, 如图 2 所示。

爱立信则认为, 工业互联网的对于网络连接的需求不仅体现在连接的有无层次, 更重要的是体现在不同场景下的不同类型的连接需求, 对于运营商而言, 这不仅意味着巨大的商机, 同时也面临着多样化、个性化、复杂通信场景需求对自身网络带来的严峻挑战。爱立信从吞吐速率、时延、QoS、数据量、覆盖、系统容量、安全性和位置信息 8 个层面来分析不同场景下的物联网业务特性, 如图 3 所示^[5]。

4) 其他专家学者研究成果

在文献[6]中, 物联网业务模型被定义为某种物联网应用的具体模式, 涉及感知网实现方式、网络的资源负荷参数、业务网络、组网方式以及业务流程等特性。具体到网络层面, 文献[6]认为物联网业

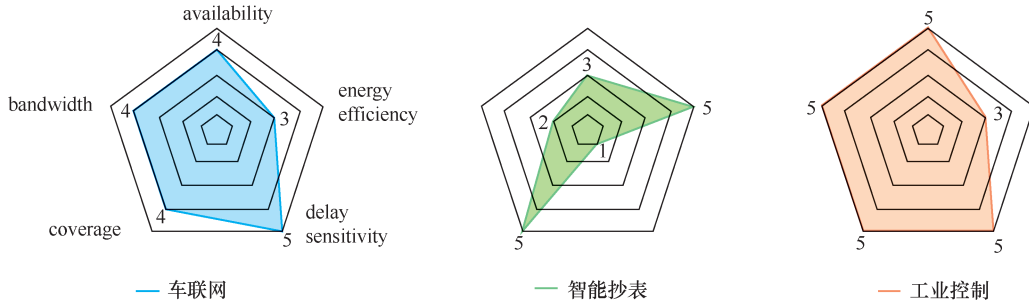


图2 不同应用场景的五维体验图

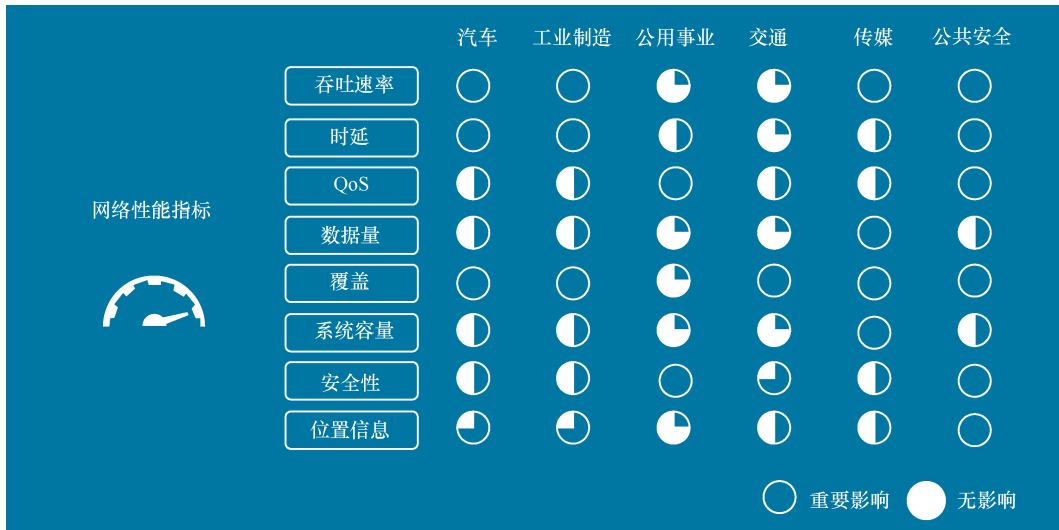


图3 不同场景下的连接类型

务特性应该从附着特性、触发特性、流量特性、移动性、可靠性和实时性以及忙时特性 6 个层面来展开。文献[6]中的物联网业务特征及业务模型梳理后如图 4 所示。

按照不同的业务流量特征对物联网业务进行分类,把物联网业务分为移动视频监控、智能抄表、一般监控、突发报警和移动支付等几类,并从数据

流量需求、QoS 需求、移动性需求和能力开放需求 4 个层面来介绍物联网业务特性对应的网络能力需求,如表 2 所示。

从上述不同机构、厂家、专家和学者对物联网业务特性的研究可发现虽然这些研究对物联网业务特性划分的层面不同,但仍然存在不少共同之处,因此本文在归纳和总结这些研究的基础上,从

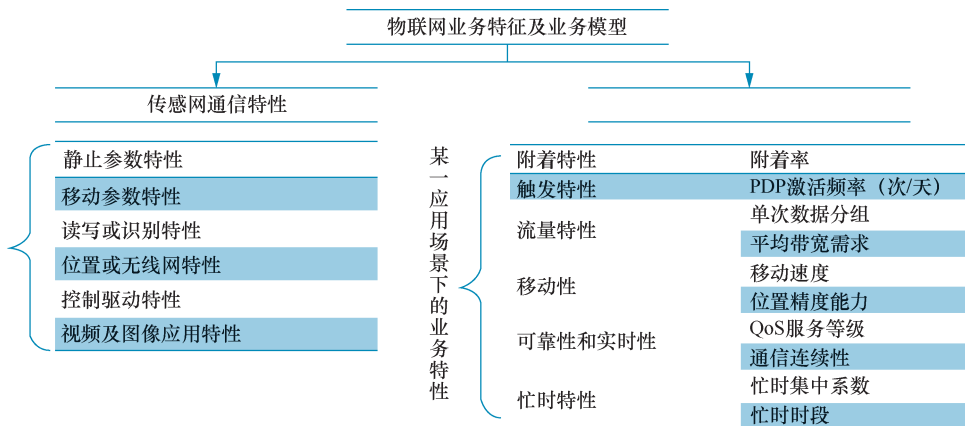


图4 物联网业务特征及业务模型

表 2 物联网业务网络能力需求分析

业务/网络服务	数据流量需求	QoS 需求	移动性需求	能力开放需求
移动视频监控	大	带宽要求高	有	低
智能抄表	较大	BE	无	拥塞控制、时间控制等优化
一般监控	较小，但交互比较频繁	BE	无	针对小数据量、低移动性的优化
突发报警	较小	实时性要求高	有	低
移动支付	较小	实时性要求高	有	鉴权等安全性方面能力

端到端角度出发，分别和无线网、核心网、IT 支撑和业务网等专业衔接，了解物联网的哪些业务特性网络产生影响，初步梳理的网络专业诉求如图 5 所示。

2.3 物联网的业务特性小结

结合外部研究资料和内部网络专业调研反馈，本文梳理的蜂窝物联网业务特性可分成三大类 11 小类，如图 6 所示。

1) 覆盖需求

覆盖需求特性是物联网业务需要描述的第一特性，包括应用场景、覆盖（MCL）、移动性和语音需求 4 个维度，如图 7 所示。

2) 容量需求

容量需求涉及到网络建设的深度，分析的维度包括传输的数据量、消息频次（次/月）和话务模型，如图 8 所示。

3) 质量和功能需求

质量和功能需求涉及网络的 QoS、功能、覆盖深度等指标，分析的维度包括时延、PCM 模式、计费方式和功耗要求 4 个层面，如图 9 所示。

3 蜂窝物联网网络需求匹配模型

在上述业务特性的基础上，其中，应用场景、覆盖（MCL）、移动性、单次传输的数据量、时延和功耗对网络最为敏感，因此从此 6 个层面结合 5 大类业务开展分析。

3.1 按应用场景和应用领域分类

从应用场景和应用领域分类如图 10 所示，可知室外仍未应用的主要场景，因此，室外仍为当前网络覆盖的主要场景，其次为室内，包括住宅和商业楼宇，从应用领域来看，智慧城市和垂直应用为 IoT 业务的主要市场。

无线网	核心网	IT支撑网	业务网
应用场景	应用场景	计费方式	应用场景
覆盖需求	计费方式	话单颗粒度	话单颗粒度
网络选择	覆盖需求	业务办理方式	时延
话务模型	网络选择		业务控制
速率	话务模型		
时延	速率		
移动性	时延		
连续频率	移动性		
分布区域	短信		
发展优先级	语音		
	消息频次		

图 5 网络专业对物联网业务特性表述的需求

业务特性										
覆盖需求				容量需求		质量和功能要求				
应用场景	覆盖(MCL)	移动性	语音需求	单次传输数据量	消息频次(次/月)	时延	话务模型	PCM模式	计费方式	功耗要求

图 6 蜂窝物联网业务特性

覆盖需求			
应用场景	覆盖(MCL)	移动性	语音需求
指该应用主要分布的区域, 本次定义四大类场景, 分别为住宅、商业楼宇、室外和地表下	指覆盖该应用场景需求穿越的墙的数量, 如有应用存在多种覆盖场景, 填写, 如该应用多种覆盖场景相差无几, 按照覆盖要求严格的场景填写, 地表下默认均为穿一堵墙	指该终端的本身的移动速率	指该应用是否有语音业务需求
典型应用场景举例 住宅: 燃气抄表, 水力抄表, 电力抄表, 家庭安防, 电梯监控 商业楼宇: 燃气抄表, 水力抄表, 电力抄表, 移动POS机, 饮料柜资产管理, 智能自动洗言面, 电梯监控, 智能停车 室外: 电力配网监控, 工程机械远程监控, 共享单车, 危化品/冷链监控, 智能停车, 智能路灯 地表下: 供水漏损治理, 市政井盖监管	典型覆盖场景举例: 0堵墙: 如室外应用 1堵墙: 如家庭影院智能控制、智能门锁、井盖监测 2堵墙: 如智能燃气表、采暖通风与控制、消防设施监控 3堵墙: 如智能水表	典型移动性分类: 无: 静止不动 低速: 类似人行走的速度; 中速: 类似自行车骑行的速度; 高速: 类似车行驶的速度	有: 如儿童手表; 无: 如智能抄表

图 7 蜂窝物联网业务特性——覆盖需求

容量需求		
数据量	消息频次(次/月)	话务模型
指该应用的每次传输的数据流量大小, 分为窄带、小包、中包和大包四大类	指该终端每月传输的信息次数	指该应用的数据传输方向, 是以上行为主, 还是下行不主, 或者上下行一致
窄带: 每次传输的数据流量小于或等于100K 小包: 每次传输的数据流量大于100K小于1M 中包: 每次传输的数据流量大于1M小于5M 大包: 每次传输的数据流量大于5M		上行为主: 指该应用主要以上行绘画(传输数据)为主; 下行为主: 指该应用主要以下行控制(传输数据)为主; 上下行一致: 指该应用好下行会话基本是一一对应关系

图 8 蜂窝物联网业务特性——容量需求

质量和功能要求			
时延	PCM模式	计费方式	功耗要求
指该应用对时延的要求, 时延要求敏感度越高, 对网络的要求越高; 时延分成三种级别, 不敏感、敏感、高敏感	指该终端是否处于激活状态, 当PCM为关时, 终端处于一直激活状态, 当PCM为开时, 该终端会定时激活	指该应用采用的计费方式, 目前及预期的计费模式有5种	指该应用终端对功耗的要求
时延要求不敏感: 分钟级; 时延要求敏感: 秒级; 时延要求高敏感: 毫秒级	关: 指该应用终端实时在线; 开: 指该应用终端会定时激活	①标准资费(包年、包季度、包月或加油包等), 类似个人计费模式; ②共享流量池; ③折扣批复管理; ④后向流量计费; ⑤按次计费	功耗要求分成四层: ①五年及以上; ②1至5年; ③1周至1年; ④小于一周

图 9 蜂窝物联网业务特性——质量和功能需求

	按应用个数统计							按接入规模统计(2021年规模)						
	个人消费	智能家園	智慧城市	垂直应用	车联网	合计	占比	个人消费	智能家園	智慧城市	垂直应用	车联网	合计	占比
住宅	7	15	1	0	0	23	25.3%	5 815	11 403	10 057	0	0	27 275	22.6%
商业楼宇	0	0	5	11	0	16	17.6%	0	0	5 755	21 794	0	27 548	22.8%
室外	1	0	20	19	7	47	51.6%	125	0	35 389	21 706	3 638	60 657	50.4%
地表下	0	0	2	3	0	5	5.5%	0	0	4 571	484	0	5 155	4.3%
合计	8	15	28	33	7	91		5 940	11 403	55 871	43 983	3 638	120 835	
占比	8.8%	16.5%	30.8%	36.3%	7.7%			4.9%	9.4%	46.2%	36.4%	3.0%		

图 10 按应用场景和应用领域分类

3.2 按覆盖要求和应用领域分类

在不考虑时延、功耗以及 GSM 退频退网情况下, IoT 业务由于超过 50%在室外, 通过 GSM 也能满足当前业务发展的需要, 如图 11 所示。

3.3 按移动性和应用领域分类

与个人市场显著不同的时, 无论从应用个数统计还是应用接入规模, 物联网的业务以静止为主, 占比超过 70%。低速移动及以下占比超过 80%, 低

按应用个数统计								按接入规模统计 (2021年预测)							
	个人消费	智能家居	智慧城市	垂直应用	车联网	合计	占比		个人消费	智能家居	智慧城市	垂直应用	车联网	合计	占比
0	1	0	20	20	7	48	52.7%	0	125	0	35 389	21 706	3 638	60 857	50.4%
1	7	11	3	10	0	31	34.1%	1	5 815	8 142	3 553	21 882	0	39 392	32.6%
2	0	4	4	3	0	11	12.1%	2	0	3 261	6 872	396	0	10 529	8.7%
3	0	0	1	0	0	1	1.1%	3	0	0	10 057	0	0	10 057	8.3%
合计	8	15	28	33	7	91		合计	5 940	11 403	55 871	43 983	3 638	120 835	

图 11 按覆盖需求和应用领域分类

移动性契合 NB 的网络特性，如图 12 所示。

3.4 按单次传输的数据量和应用领域分类

从单次传输的数据流量来看，现阶段 IoT 业务传输的业务量均较小，如图 13 所示。

3.5 按时延和应用领域分类

从应用类型来看，超过一半的应用对时延不敏感，但从接入的数量来看，超过 60%的接入终端对

时延敏感，因此，对网络的深度覆盖有要求，如图 14 所示。

3.6 按功耗和应用领域分类

从应用类型来看，超过一半的应用对时延不敏感，但从接入的数量来看，超过 60%的接入终端对时延敏感，因此对网络的深度覆盖有要求，如图 15 所示。

按应用个数统计								按接入规模统计 (2021年预测)							
	个人消费	智能家居	智慧城市	垂直应用	车联网	合计	占比		个人消费	智能家居	智慧城市	垂直应用	车联网	合计	占比
无	2	14	24	29	0	69	75.8%	无	1 400	10 616	45 317	37 034	0	95 367	78.9%
低速	4	1	0	1	0	6	6.6%	低速	1 865	787	0	2 375	0	5 027	4.2%
中速	2	0	2	1	0	5	5.5%	中速	2 675	0	5 699	572	0	8 946	7.4%
高速	0	0	2	2	7	11	12.1%	高速	0	0	3 855	4 002	3 638	11 496	9.5%
合计	8	15	28	33	7	91		合计	5 940	11 403	55 871	43 983	3 638	120 835	

图 12 按移动性和应用领域分类

按应用个数统计								按接入规模统计 (2021年预测)							
	个人消费	智能家居	智慧城市	垂直应用	车联网	合计	占比		个人消费	智能家居	智慧城市	垂直应用	车联网	合计	占比
窄带	3	12	15	26	2	58	63.7%	窄带	3 950	6 939	34 729	37 056	1 819	84 493	69.9%
小分组	3	1	6	5	0	15	16.5%	小分组	1 235	787	8 744	6 707	0	17 473	14.5%
中分组	0	0	5	0	4	9	9.9%	中分组	0	0	7 705	0	1 273	8 978	7.4%
大分组	2	2	2	2	1	9	9.9%	大分组	755	3 678	4 693	220	546	9 891	8.2%
合计	8	15	28	33	7	91		合计	5 940	11 403	55 871	43 983	3 638	120 835	

图 13 按单次传输的数据量和应用领域分类

按应用个数统计								按接入规模统计 (2021年预测)							
	个人消费	智能家居	智慧城市	垂直应用	车联网	合计	占比		个人消费	智能家居	智慧城市	垂直应用	车联网	合计	占比
不敏感	2	15	7	22	2	48	52.7%	不敏感	985	0	18 024	21 068	1 819	41 896	34.7%
小分组	4	0	18	11	0	33	36.3%	小分组	4 200	11 403	34 215	22 915	0	72 734	60.2%
高敏感	2	0	1	0	5	10	11.0%	高敏感	755	0	3 632	0	1 819	6 206	5.1%
合计	8	15	28	33	7	91		合计	5 940	11 403	55 871	43 983	3 638	120 835	

图 14 按时延和应用领域分类

按应用个数统计							按接入规模统计 (2021年预测)								
	个人消费	智能家居	智慧城市	垂直应用	车联网	合计	占比		个人消费	智能家居	智慧城市	垂直应用	车联网	合计	占比
5年及以上	0	0	10	23	0	33	36.3%	5年及以上	0	0	24 443	34 373	0	58 816	48.7%
1至5年	3	1	11	5	2	22	24.2%	1至5年	3 950	1 226	21 790	5 762	1819	34 546	28.6%
1周至1年	3	1	2	0	0	6	6.6%	1周至1年	1 235	1 961	5 699	0	0	8 895	7.4%
小于1周	2	13	5	5	5	30	33.0%	小于1周	755	8 216	3 939	3 849	18 577	15.4%	
合计	8	15	28	33	7	91		合计	5 940	11 403	55 871	43 983	3638	120 835	

图 15 按功耗和应用领域分类

表 3 物联网业务特性总结

业务特性	总结
应用场景	双 50%: 室外应用个数占比超过 50%，终端接入规模占比超过 50%
覆盖	双 50%: 超过 50%的应用和超过 50%的接入终端在室外，对网络的广度覆盖要求较高
移动性	双 70%: 超过 70%的应用和超过 70%的接入终端均保持不动（或基本不动），契合 NB 的特点
单次传输的数据量	双 60%: 超过 60%的应用和超过 60%的接入终端单次传输的数据量均较小，契合窄带物联网的特点
时延	不匹配: 虽然超过一半的应用类型对时延不敏感，但超过 60%的接入终端对时延敏感
功耗	功耗低: 终端模组功耗要求低，要求寿命超过 1 年的占比超过 50%，契合窄带物联网的特点

表 4 物联网业务与网络需求匹配模型

网络需求	个人消费类	智能家居类	智慧城市类	垂直行业类	车联网
网络优选	NB 网络-71.7% eMTC 网络-15.6% 4G 网络-12.7%	NB 网络-67.8% 4G 网络-32.2%	NB 网络-75% 4G 网络-25%	NB 网络-97% 4G 网络-3%	NB 网络-50% 4G 网络-50%
覆盖需求	覆盖需求与人类类似，穿一堵墙即可满足需求，覆盖区域需求主要集中在城区	至少穿一堵墙，覆盖区域需求主要集中在城区	要求较高，智能抄表类应用需穿 3 堵墙，覆盖分布区域包括城区、乡镇和特殊场景	至少穿一堵墙，覆盖分布区域包括城区、乡镇和特殊场景	主要应用在室外，覆盖区域需求主要集中在城区
容量	需求较小，在规划期内不做重点考虑	需求较小，对网络容量影响较小	应用流量较小，在规划期内不做重点考虑	应用流量较小，在规划期内不做重点考虑	应用流量较小，在规划期内不做重点考虑
质量和功能要求	计费方式可与人资源共享，采用共享流量池模式计费	对网络时延敏感，计费方式可与人流量共享，采用流量资源池模式	计费模式多样化，存在多种计费模式	计费模式多样化，存在多种计费模式	计费模式主要以后向流量计费为主

3.7 小结

通过物联网业务特性分析，物联网业务应用主要在室外，对广度覆盖要求价高，超过 70%均为静止状态，对功耗的要求，单次传输的数据流量较小，契合窄带物联网的特点，如表 3 所示。

按照 5 大类业务分类来看，总结的网络建设需求匹配模型如表 4 所示。

4 结束语

蜂窝物联网虽然能给运营商带来大量的连接规模，但物联网的不同场景下的业务特性也对网络建设提出了新的需求，而网络建设需要与业务发展相匹配，因此，本文在结合前人研究的基础上，对物联网的业务特性进行了梳理，初步梳理出需从覆

盖需求、容量需求以及质量和功能需求 3 个维度 11 个层面来分析物联网的业务特点，并结合 5 大类业务介绍了不同场景下的业务特点，并以此搭建了不同应用场景下的物联网业务与网络需求匹配，为网络建设提供输入。

参考文献:

[1] 戴力. 基于公众移动通信网的物联网应用研究[J]. 移动通信, 2010, 34 (17):74-77.
DAI L. IoT application research based on public mobile communication network [J]. Mobile Communications, 2010, 34 (17): 74-77.

[2] 史敏锐. 移动通信网承载物联网业务的研究[J]. 电信科学, 2010, 26 (4):12-15.
SHI M R. Research on bearer Internet of Things in mobile communication network [J]. Telecommunications Science, 2010, 26 (4): 12-15.

[3] 工业和信息化部电信研究院.M2M业务应用市场研究[J]. 世界电信,

2009(9): 80.

Telecommunications Research Institute of Ministry of Industry and Information Technology. M2M business application market research [J]. World Telecommunications, 2009 (9): 80.

- [4] 华为. 移动物联网业务系列研究白皮书之一——物联网网络规划方法论[R]. 2016.

Huawei. One of the white paper on mobile Internet of Things Series - methodology for Internet of Things network planning [R]. 2016.

- [5] 王海陶, 宋小明, 卢纪宇. 物联网业务特征及业务模型研究[J]. 广西通信技术, 2012(3):43-49.

WANG H T, SONG X M, LU J Y. Research on business characteristics and business models of Internet of Things [J]. Guangxi Communications Technology, 2012 (3): 43-49.

- [6] 朱浩. 适用于物联网业务运营商智能管道改造方法简析[J]. 电信网络技术, 2011(11):33-38.

ZHU H. An analysis of intelligent pipeline rebuilding methods for IoT service operators[J]. Telecom Network Technology, 2011 (11): 33-38.



卢云 (1983-), 男, 中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师, 主要研究方向为物联网、5G、网络规划、网络绩效规划等。



薛辉 (1991-), 男, 中国移动通信集团设计院有限公司助理工程师, 主要研究方向为物联网、节能减排规划、绩效规划、投资后评估等。

作者简介:



周二玲 (1987-), 男, 中国移动通信集团设计院有限公司工程师, 主要研究方向为物联网、网络规划、移动业务规划、投资及项目后评估等。



庄性华 (1989-), 男, 中国移动通信集团设计院有限公司助理工程师, 主要研究方向为物联网网络建设、物联网行业应用、物联网行业发展、移动业务规划。