目录

[P4 1](#_Toc46209504)

[P6 1](#_Toc46209505)

[P7 2](#_Toc46209506)

[P8 2](#_Toc46209507)

[P9 2](#_Toc46209508)

[P11 2](#_Toc46209509)

[P12 2](#_Toc46209510)

[P14 3](#_Toc46209511)

[P16 3](#_Toc46209512)

[P18 3](#_Toc46209513)

[P19 3](#_Toc46209514)

[P20 4](#_Toc46209515)

[P21 4](#_Toc46209516)

[P22 4](#_Toc46209517)

[P24 5](#_Toc46209518)

[P25 5](#_Toc46209519)

[P26 5](#_Toc46209520)

[P27 6](#_Toc46209521)

[P28 6](#_Toc46209522)

[P29 7](#_Toc46209523)

[P31 7](#_Toc46209524)

# P4

无线网络需要提供强大的操作和更广泛的覆盖和高能效：设备以多跳的方式在较长的距离上传送诸如湿度、温度和其他变量等数据。

# P5

专有网络是计算机网络，其标准不同于国际标准化组织提出的OSI。设计符合制造商实施的标准，但不能保证与其他网络标准的兼容性。

# P6

NB IoT用用于上行链路的单载波频分多址（SC-FDMA）和用于下行链路调制的正交频分多址（OFDMA）在许可的长期演进（LTE）频带上操作：QoS

高数据率可实现低能效

Long Term Evolution-Machine to Machine

Narrow Band Internet of Things

Extended Coverage Global System for Mobile Communications

# P7

优势：欧洲的供应商提供了很多助力

劣势：列的三个都是SigFox，且都无解释

# P8

优势：LoRa的开放性使其成为多种物联网部署的绝佳选择

配置和软件更新可以通过空中传送

更高的有效载荷

轻量级的加密和身份验证机制，可以在激活期间配置这些机制。

劣势：因为它们不是为机器式通信而设计的。由于蜂窝网络已经人口稠密，新的大规模物联网设备浪潮无法应对，因为它会导致严重的干扰。

# P9

了解进步

# P11

你好协议：唤醒就发送数据，遇到碰撞就指数级后退

Time division multiple access（时分多址）：网络服务器为每个终端设备分配时间段来传输它们的消息。

# P12

使用更高的SF发送消息需要更多的时间在空中传输，降低了数据速率，但提高了抗噪声能力

# P14

设备组装简单，通信过程简单，减少通信开销，不采用复杂的网络协议

不采用复杂的CSMA，而是采用CAD，在传输之前只检查信道中的前导码。

每当一个节点想要传输时，它就会唤醒，检查信道状态，传输并返回休眠状态，没有信令开销

根据所使用的不同无线电和主机板，LoRa在传输过程中消耗大约120-150兆瓦，MCU操作消耗10-15兆瓦，所以占空比在0.1%到10%变化时，寿命在2到5年变化

不同SFs的传输可以在同一信道上同时接收。

LoRa使用的CSS调制对多普勒效应有很强的抵抗力。移动LoRa终端设备在恒定速度和服务水平下可产生大于85%的PRR。

# P16

城市每天人流过多，检测垃圾情况非常繁琐

期向网关传输电表读数，有助于减少用于监测电力使用情况的人工功率

高尔夫车记录暂停异常

# P18

5-10年，最少维护

信道损伤引起的重传。

(1)微控制器操作和(2)无线传输：微控制器操作所消耗的功率因所选主机板而异，但无线传输所消耗的功率完全取决于LoRa，无线传输比微控制器操作更消耗能量

消耗瞬时带宽来传输线性调频信号

# P19

通信范围大是原型

人们已经注意到，网关可以检测到低于给定阈值的信号，但不能对其进行解码。设计一种解码这些信号的技术将改善通信范围

各向异性：这在不同方向的动态和静态障碍物的环境中，电子信号的传播距离和体验都是不同的。

# P20

在固定的地区和频谱并发传输数据

调度程序：链路协调

改变这些参数会导致不同的传输质量

根据部署的环境动态地向终端设备分配合理的资源

# P21

LoRa技术可以远距离传输数据。当信息通过空中传输时或在密集环境，数据可能因信道效应而损坏或丢失；提供不同的扩展因子，使信号对噪声更具弹性。SF12是较强的传播因子

使用冗余数据恢复丢失数据

碰撞信号的解缠与数据提取增加纠错效果（可以消除256个并发传输的冲突，这不足以通过单个网关处理数千个终端设备）

# P22

节点冒充

如果这个密钥被泄露，整个系统可能会被破坏。

当应用程序和网络服务提供商不同时，需要第三方授权

# P24

利用无源芯片来产生载波，这些无源射频芯片可以通过连接在其上的太阳能电池板供电

PLoRa提出了一种硬件和软件的协同设计，以实现无电池LoRa网络，利用太阳能设备的能量运行。所提出的PLoRa标签在没有外部激励信号的情况下，通过反向散射环境LoRa传输来传输数据

利用开关键控技术，将网关或节点发出的主动LoRa信号转换成被动LoRa信号来发送数据。与标准的LoRa技术相比，其功耗为250倍小。

LoRea和LoRa Backscatter使用专用硬件来产生激励信号，从而使用反向散射

通过避免弱信号的重传减少能源损耗

由于低功耗、低成本的LoRa模块中需要复杂、昂贵的硬件扩展，因此不可行（在已经在低成本的LoRa硬件上实现了它们。设计了一个电路来实现启用LoRa的传感器节点上的无线功率传输）使用专用硬件生成励磁信号。

# P25

终端设备可以与多个网关通信

无线电的一个固有特性，载波频率变化很小，因为无线电简单。利用这一点来分离碰撞信号并扩大射程，但可能会出现无线电缺陷

软硬件协同设计，多个网关向云端发送弱信号（单个网关无法解码的信号）并一致地组合它们来解码数据。附加在网关上的可编程辅助硬件提高了网关检测不到的非常微弱信号的能力。联合解码算法使用启发式方法来选择要在云端组合的信号。

集成多个LPWAN，特别是在基础设施受限的农村地区改善通信范围。位于远处的节点通过用于电视信号通信的空白区域与网关通信。这种技术是在通用GNU无线电上实现的。它在LoRa设备上的功能仍然不明确。

# P26

基于卷积码和喷泉码，提出了一种新的应用层数据恢复技术DaRe

缺点是先前的数据单元应该在内存中缓冲，以计算冗余信息。这使得生成器矩阵带状，从而导致难以根据卢比变换码创建分布程度

“构造性干扰”：远离网关的节点发送信噪比低于噪声水平的信号。假设相邻节点发送的数据在很大程度上没有变化。这些物理上位于同一位置的节点，远离网关，通过B类信标粗略地同步，以便同时传输数据，从而实现建设性干扰，从而提高信噪比，使其高于噪声水平。

可以从远离网关的一组地理位置相同的终端设备获得数据的稀疏概览;

仅解码5-10个并发发送设备

基于CSS的分布式编码技术，用于在一次快速傅里叶变换运算中对噪声级以下的并发传输进行解码。实验结果表明，与现有的干扰消除技术相比，该技术可以解码256个并发传输，吞吐量提高14-62倍，延迟提高15-67倍

# P27

网关在第一阶段以B类信标的形式向每个信道发送允许的TP和SF的粗粒度信息。在第二阶段，每个终端设备从信标中选择一个更适合节点的参数组合。为不同的SFs分配不同的参数组合有助于减轻捕获效果。

当节点同步进行信道检测时，理想的CSMA无法提供高的接收速率;

CSMA-CAD在数据包中有四个附加的前导码以实现双倍的PRR。每当检测到前导码时，发送SF随机化并且再次感测信道以进行传输。

理论上证明了采用数据压缩和信道编码的重传方案可以改善链路协调，虽然理论上已经证明了它的性能，但是在实时试验台上使用所需的计算资源来实现它将更有助于了解实际部署的实际效率。

# P28

ADR来降低能源消耗：通过为每个终端设备添加更多网关和个性化传输参数（如数据速率和信道分配），

扩大网络密度：ADR、更多网关（比定向天线好）

考虑到距离、能耗、PRR，根据环境动态调整SF、TP

将不同的SFs和功率控制分配给不同的节点，这样信号就不会相互干扰

还可以通过减少未确认的消息来提高通信性能：ACK的使用严重影响上行链路流量

# P29

连接过程至少每一天激活一次，以检查节点是否仍连接到网络。DevNonce是连接请求消息中的一个随机数。对于每个连接请求，DevNonce应该是唯一的。网络服务器拒绝或排除使用以前使用的DevNonce发送Joinrequest的节点。随机数发生器算法将DevNonce的大小从16位增加到24位，但它与当前的LoRaWAN规范不兼容。

在网络服务器上生成的应用程序和网络会话密钥将在网络和应用程序服务提供商之间产生利益冲突。网络服务器和应用服务器可以同时派生应用程序和网络会话密钥，如果涉及两个不同的组织，则这是不安全的。因此，提出了一种可信的第三方密钥管理体系结构。

计算困难：攻击者必须至少超过系统计算能力的一半。系统实现了区块链管理器组件到网络服务器。该框架适用于大规模部署LoRa，如野生动物监测、资产跟踪和智能停车场。

区块链机制也可以在低功耗设备上实现

# P31

对抗网络表现降低：下行链路ack降低了网络性能，因为如果下行链路ack被延迟或损坏，终端设备将无法传输后续数据包。这就需要开发一种动态的ACK机制来提高网络性能。

新芯片，新功能；在通用软件无线电外设上实验，需要对商用芯片进行修改，但尽可能小