



Q&A

介绍

LoRa是一种长距离、低功耗的无线射频通信技术，客户可以使用非授权频段架设、安全可控的私有物联网。LoRa在全球范围持续高速增长，截至2020年1月，LoRa的连接节点超过了1.45亿个。从LoRa联盟的会员数量可以看出从事LoRa产品开发的公司数量也在迅速增长。LoRa联盟现有约500个会员，其中许多来自中国，例如阿里巴巴和腾讯。



以下是本问答文档中讨论的LoRa在中国的关键要点：

LoRa符合中国工信部公告52号的所有要求：

- 限在建筑楼宇、住宅小区及村庄等小范围内组网应用；
- 任意时刻限单个信道发射；
- 民用计量设备应具有防干扰功能；
- 避免干扰当地的广播电台和电视台；
- 符合发射功率限值和发射功率频谱密度限值；
- 单次发射持续时间不超过1秒；
- 占用带宽不大于500kHz。



LoRa很安全

物理层的安全性：LoRa CSS技术可以在噪声以下20dB进行解调，普通设备很难检测和干扰LoRa信号。

网络层的安全性：在本地收集，处理和存储数据。数据受网络所有者的完全控制，不会离开私有的网络。

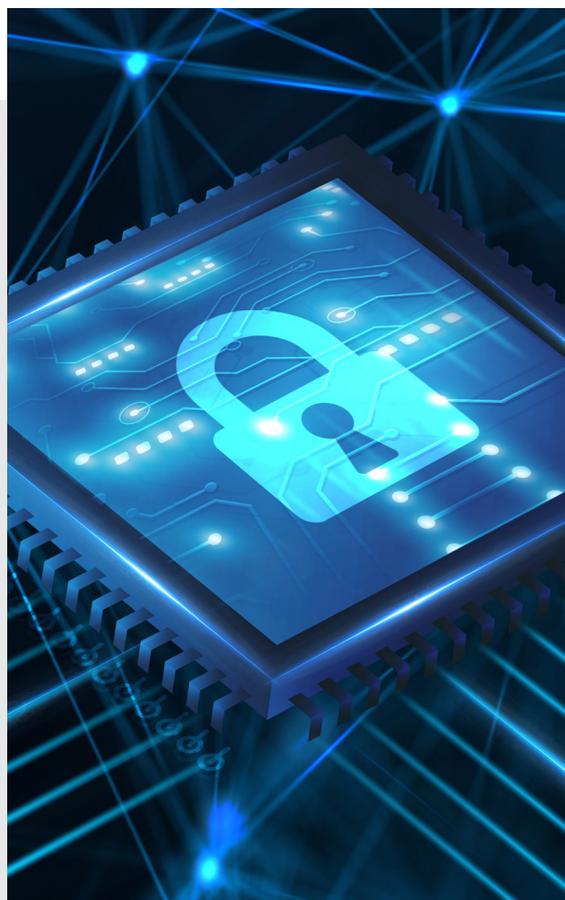
应用层的安全性：根据应用层的要求进行加密。应用层安全管理可以与网络层配合以实现应用层的整体安全性。对于使用LoRaWAN协议的中国客户，LoRaWAN协议通过在网络层和应用层进行加密，提供了强大的端到端安全性。

我们鼓励中国开发LoRa产品的厂商遵守当地安全法规并实施安全方案来满足客户的需求。

LoRa 产品研发和供应

在中国使用的LoRa芯片是由Semtech (International) AG研发和供应的。Semtech (International) AG是一家瑞士公司。LoRa芯片的制造、组装和代理分销是在亚洲地区进行的。

此外，Semtech (International) AG已将其LoRa技术的某些制造权授权给了欧洲和亚洲的某些半导体公司，从而实现了LoRa芯片供应的多元化。



问题1：LoRa是什么？

LoRa是一个物理层的无线数字通信调制技术，称为扩频连续调频调制技术（Chirp Modulation）。常见的无线数字通信调制技术为FSK、ASK、PSK三种，运营商的NB-IoT、4G、5G以及Wi-Fi、蓝牙等几乎所有常见数字无线通信技术的物理层都是采用FSK、ASK、PSK这三种调制技术进行通信的。

LoRa只是一个物理层的调制技术，现在市面上的所有LoRa芯片，也只是完成简单的物理层工作。而市场上Wi-Fi、2G、3G、NB-IoT等其他芯片，都是带有自身协议栈的，为图1 OSI模型中的网络层+数据链路层+物理层。

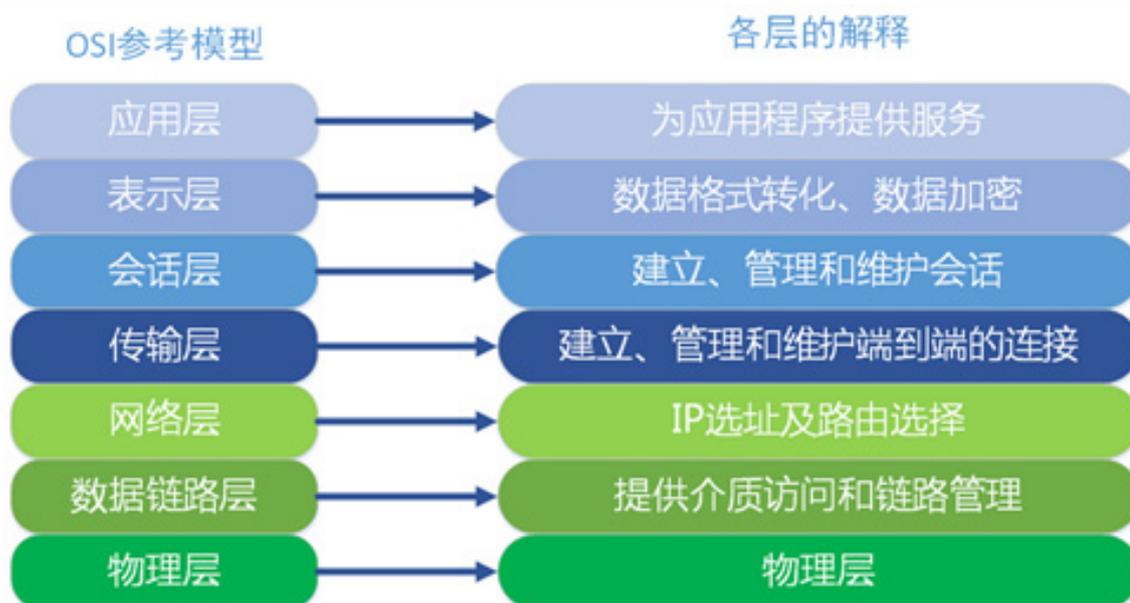


图1 OSI网络分层示意图

问题2：LoRa的组网方式是什么？

LoRa只是物理层的一种调制技术，其组网方式可以根据不同的应用和需求而选择不同。实际应用中常见有：点对点、星状、树状、网状、Mesh等多种组网形式。

如图2所示，LoRa生态在国外主要是运营商使用的LPWAN技术LoRaWAN，而国内LoRa的主要应用为私有网和专有网，被称之为“长Wi-Fi”，使用方式和Wi-Fi完全相同。对比Wi-Fi，LoRa具有工作距离远、功耗低、传输速率低等特点。

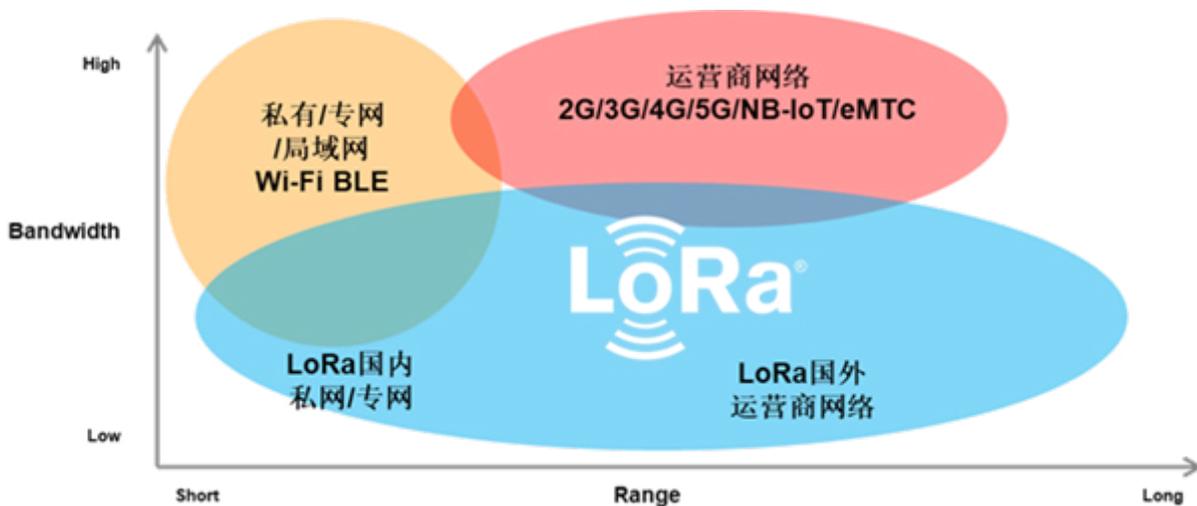


图2 LoRa网络示意图

LoRa的网络具有灵活性和便利性：按需部署，根据应用需要，规划和部署网络；根据现场环境，针对终端位置，合理部署网关和终端设备。网络的扩展十分简单，根据节点规模的变化，随时对覆盖进行增强或扩展。

同时LoRa可以独立组网：个人、企业或机构均可部署私有/专有网、企业网或行业网（免License 频段）。大多数物联网应用都是区域性的，小规模网络即可解决问题。区域性的局域网络是公网有效且必要的补充。

问题3：LoRa的无线电规范要求

2019年11月28日，工信部发布了《中华人民共和国工业和信息化部公告2019年第52号》（以下简称“52号公告”）（参考资料1），该公告进一步规范微功率短距离无线电发射设备（以下简称“微功率设备”）的管理。

对52号公告的理解：

1. “限在建筑楼宇、住宅小区及村庄等小范围内组网应用”

LoRa被归类为LPWAN的一种传输方式，在空旷地上可实现1~10KM的传输距离。根据52号公告规定，在470 – 510MHz 使用频率，LoRa的长距离特性将会被限制在一定范围内应用，也就是说在这段频率LoRa不会在中国进行运营商的网络覆盖。但是如果有需要的话，LoRa仍可和其他通信方式（如4G等）接入互联网，将多个LoRa小网，连接成互联互通的物联网应用。（见图3）。

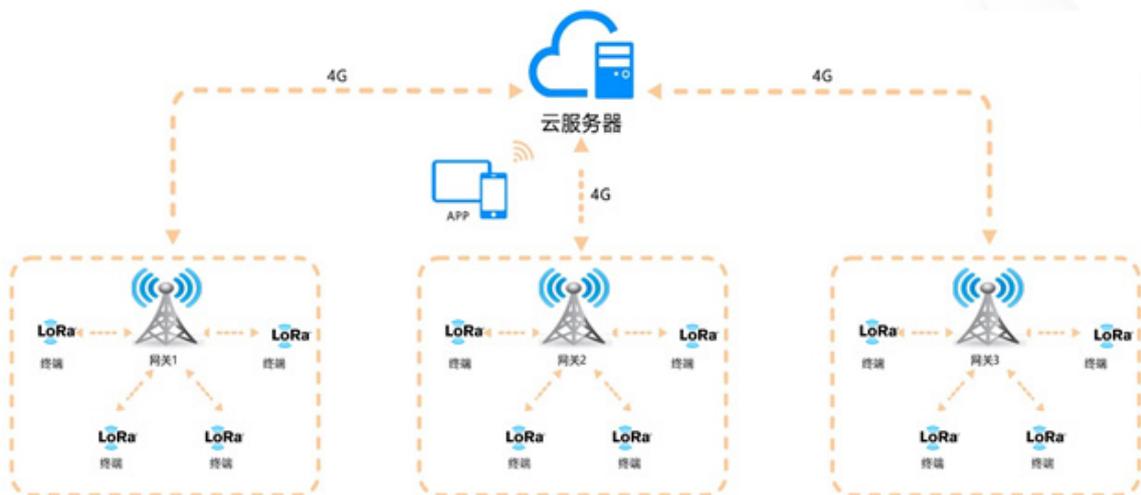


图3 LoRa在小范围内与公网结合的网络结构示意图

此公告的技术指标明确要求可使用的区域范围（如智能制造管理系统解决方案应用于建筑楼宇，智能工地管理系统应用于住宅小区，智能家居应用于建筑楼宇，智慧农业应用于村庄，均符合该条规定）。

2. “任意时刻限单个信道发射”

目前引领LoRa技术的Semtech公司所发布的所有芯片都支持单个信道发送数据，因此，从芯片功能上符合任意时刻限单个信道发射规定。

3. “民用计量仪表设备应当具备“发射前搜寻”等干扰规避功能，且不能被用户调整或关闭”

Semtech的LoRa芯片本身已提供信道检测功能（Channel Activity Detection，CAD）功能，已经很好地提供了“发射前搜寻”等干扰规避功能的技术基础。同时LoRa芯片都具有跳频功能，也可以通过跳频的方式进行干扰规避。除此之外，LoRa网关芯片还启用彼此正交的信道和数据速率，在避免干扰方面提供了额外的鲁棒性。

另外，“发射前搜寻”等干扰规避功能一方面可以降低数据碰撞概率，提高通信系统的可靠性。另一方面碰撞概率降低可以减少重传的概率，从而降低功耗。从应用需求本身出发，绝大多数应用都希望通过“发射前搜索”等干扰规避功能提高系统的性能，因此这条规定不应被视为限制条件。

4. “若使用频率与当地声音、电视广播电台频率相同时，不得在当地使用；若对当地声音、电视广播接收产生干扰时，应立即停止使用，待消除干扰或调整到无干扰频率后方可重新使用。”

此要求适用于所有微功率设备，52号公告第三点明确定义了ISM频段下各设备合理使用频带资源的规定（见图4）。由于各个地方的电视广播电台等频率基本固定不变，只要部署使用时避开该类频率，即可满足公告要求。

三、使用微功率设备必须承受其他合法的无线电台（站）的干扰，在《中华人民共和国无线电频率划分规定》规定的工业、科学及医疗（ISM）应用频段内使用微功率设备，还应当承受ISM应用设备产生的射频能量的干扰。微功率设备受到干扰时不受法律保护，但可向当地无线电管理机构报告。

图4 52号公告节选

Semtech的LoRa芯片具有“发射前搜索”和跳频的功能，可以在发射信号前检测当前频率是否有当地广播信号，如发现当地广播信号则进行跳频处理。

针对中国的具体国情，LoRa联盟提出多组通信信道的标准，可以根据当地广播电台的固定频率，选择合适的通信信道。

5. “发射功率限值：50mW(e.r.p)。发射功率谱密度限值：占用带宽小于等于200kHz的,为50mW/200kHz(e.r.p)；占用带宽200-500kHz的，为10mW/100kHz(e.r.p)。”

在建筑楼宇、住宅小区等范围内组网，由于距离较短，即使发送功率较低，依然能满足通信需求。如果是在村庄范围内智慧农业类的应用，由于村庄较空旷，信号衰减比较不明显，即使较低的发射功率，依然能覆盖较大范围。

E.R.P 50mW已经是很大的输出功率了，相当于50mW输出功率连接2dBi的天线。由于现在室内应用中的节点尺寸都比较小，许多小尺寸天线增益都是-3dBi左右，此时LoRa节点的输出功率可以达到22dBm，依然符合上述规范。

6. “单次发射持续时间：不超过 1 秒。”

LoRa的扩频因子参数，具有小的扩频因子其数据速率较快，大的扩频因子抗干扰能力越强的特性。LoRa各扩频因子和对应的数据载荷如表1：

表1 LoRa扩频因子与载荷规范表（“B”- 字节）

	中国1s规范限制	调制带宽 (BW kHz)	纠错编码率 (CR)	LoRa规范限制	最终可选
SF12	15B	125	4/5	59B	15B
SF11	46B	125	4/5	59B	46B
SF10	102B	125	4/5	59B	59B
SF9	199B	125	4/5	123B	123B
SF8	255B	125	4/5	230B	230B
SF7	255B	125	4/5	230B	230B
SF6	255B	125	4/5	255B	255B
SF5	255B	125	4/5	255B	255B

表2是以LoRa常用的参数（Bandwidth=125kHz，Preamble=8，Coding rate =4/5）和在隐性包头模式下的一组理论发射时间和数据长度关系（单位:ms）。

表2 发射时间 (“ms” – 毫秒) - 数据载荷 (“B”- 字节)

Payload SF	10B	20B	40B	60B	80B	100B	120B
SF7	36.1	51.46	82.18	107.78	138.5	169.22	199.94
SF8	72.19	92.67	143.87	195.07	246.27	297.47	348.67
SF 9	123.9	185.34	267.26	349.18	451.58	533.5	635.9
SF10	247.81	329.73	493.57	657.41	821.25	985.09	/
SF11	495.62	659.46	905.22	/	/	/	/
SF12	991.22	/	/	/	/	/	/

从表2可以看出，在Bandwidth=125kHz，Preamble=8，Coding rate =4/5的设置下，传输100Bytes数据分别使用169.22ms、297.47ms、533.5ms、985.09ms，均小于1s的限制。在SF11、SF12时虽然发射时间较长、但依然可以在<1s的限制内传输较短的数据包，而且如果更改bandwidth等参数，可以使用SF12传输更长的数据包。LoRa是一种窄带技术，如：智能家居、智能小区等应用不管从应用需求或功耗需求都要求传输尽可能少的数据量，因此单次发射持续时间不会超过1s。

一般在智能楼宇和智能家居应用中，使用的是SF7 125kHz的设置，此时一般一个通讯包的飞行时间小于100mS。

7. “占用带宽：不大于500kHz”

LoRa芯片支持不大于500kHz限制的多种带宽设置。

52号公告对于LoRa生态在中国发展的帮助：

- 该公告规范了LoRa技术参数，对LoRa技术的长期发展提供了良好的大环境；
- 有法可依，公告为规范行业市场行为提供依据，确定合法的边界，降低企业违法风险；
- 本次公告是对微功率设备生产、进口、销售和使用各方面进行了全面的规范，因此公告的正式发布，正是从政策层面给业界一个定心丸，不论是对于自身影响程度如何，各企业至少得到了合法和违法的确定性界定，那么就可以在合法范畴中开展业务。

问题4：LoRa的通信安全

技术分析一个数据是否安全，可以通过射频物理层、数据传输过程、安全加密算法、应用层四个方面进行分析。

从物理层分析，数据的安全性主要体现为该信号的隐蔽性强。隐蔽性强又叫做可检性低(LPI---Low Probability of Intercept)，即不容易被侦破，对各种窄带通信系统的干扰很小。如图5所示，扩频前数据高于噪声基底，其信号非常容易被检测。当信号被扩频后，信号完全在噪声基底之下，无法通过能量强度检测出来。这也是军工、通讯等行业一直使用扩频技术作为通信手段的原因。

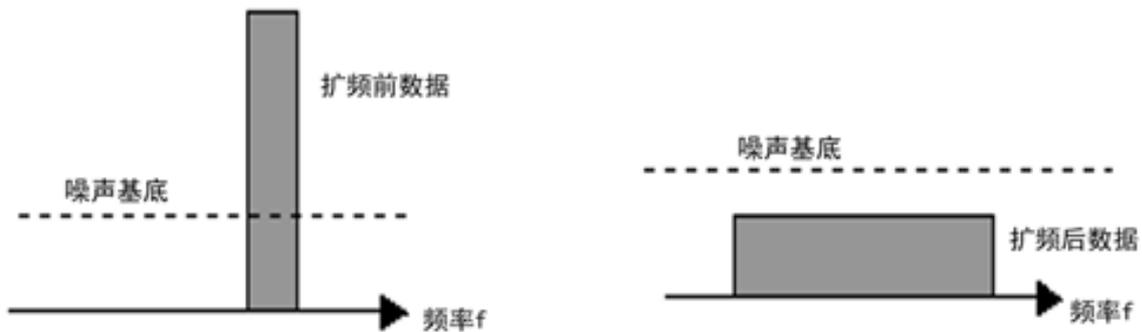


图5 扩频技术隐蔽性分析

由于与通信数率相比，扩频信号在相对较宽的频带上被扩展了，单位频带内的功率很小，信号湮没在噪声里，一般不容易被发现，隐蔽性较好。再者，由于扩频信号具有很低的功率谱密度，它对使用的各种窄带通信系统的干扰很小。在安全性方面LoRa技术也继承了扩频技术的优点，一般设备很难侦破和干扰到LoRa信号。

在所有的物联网通信技术中，LoRa技术可以在噪声下20dB解调（图6），而其它的物联网通信技术必须高于噪声一定强度才能实现解调。

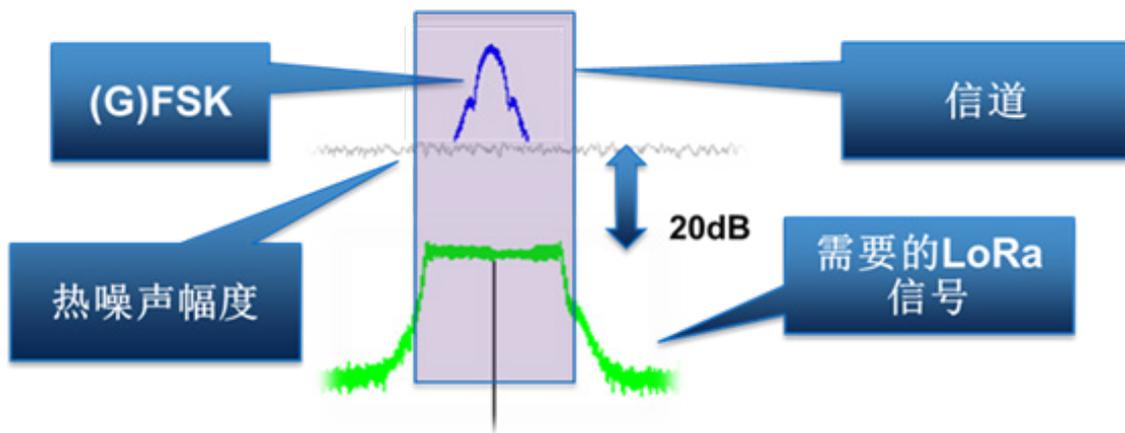


图6 LoRa调制抗造特性图

其它物联网通信技术的波形可以被频谱仪等设备抓取。同样，这些通信数据也可能被干扰或伪造。而LoRa技术具有较好的隐蔽性和抗干扰特性，具有较强的物理层安全特性。

从数据传输过程分析，使用公网技术的终端设备的数据先到达基站，再到达移动交换中心，最后到达运营商的云端，之后才将最终的数据转发给客户应用端或客户的云端。不需要先将数据送到运营商云端便可直接发到客户端。私网的LoRa数据直接在本地完成采集和计算，数据甚至不会离开这个园区的范围。数据传输越远，中转次数越多，安全风险越高，而采用私网技术数据可以完全存储在本地，数据始终掌握在自己手里。许多政企的网络都是通过内网、外网隔离实现网络安全，如果采用私网可以直接对接原有政企的内网，安全级别非常高。从数据传输过程分析（网络层分析）LoRa私网/专网具有较高的安全特性。

从数据加密方法分析，移动蜂窝网技术代表的公网为了方便和效率，采用相同的加密方法，因此容易被攻破。因为公网的普遍性，无法针对安全做太多的定制服务，其必须在安全和性能之间做平衡。而私有网络则完全不同，它们可以根据客户的需求武装成为“装甲车”，数据的安全加密算法可以尽其所能，为了安全可以牺牲数据率，也可以牺牲成本，这是公网所完全不具备的。LoRa技术只是一个物理层的透传技术，用户可以在其网络层链路层架设自己的安全引擎，可以进行最深度的定制，还可以加入硬加密芯片。从数据加密方法分析中可以看到LoRa的安全性可以得到有力保证。

从应用层分析，用户可以根据实际的应用需求进行加密，由于LoRa在组网上具有很强的灵活性，其应用侧的安全管理手段可以配合网络层及加密算法，实现整个应用的整体安全。

问题5：LoRa产品研发和供应

在中国使用的LoRa芯片是由Semtech (International) AG 研发和供应的。 Semtech (International) AG 是一家瑞士公司，总部位于瑞士拉珀斯维尔。

LoRa芯片的制造、组装和代理分销是在亚洲地区进行的。

此外，Semtech (International) AG已将其LoRa技术的某些制造权授权给了欧洲和亚洲的某些半导体公司。这些公司已在销售基于LoRa芯片作为系统集成电路封装的一部分（通常称为“SiP”）和基于LoRa技术的集成芯片，从而实现了LoRa芯片供应的多元化。

参考资料：

1. 中华人民共和国工业和信息化部公告2019年第52号
<http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n4509607/c7545828/content.html>
2. 工信部2019年52号附件-微功率短距离无线电发射
<http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n4509607/c7545828/part/7545929.pdf>
3. 中华人民共和国工业和信息化部公告2019年 第52号》解读
<http://www.srrc.org.cn/article23976.aspx>
4. 微功率（短距离）无线电设备的技术要求 -信部无[2005]423 号
<http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1146592/n3917132/n4062354/n4062391/n4062397/n4062399/c4148119/content.html>

