

阿里云 Link WAN Core 节点接入规范

修改历史

版本	修改内容	时间	作者
1.0	初稿	2017-06-05	丁胜东
1.1	更新目录结构	2017-08-02	丁胜东
1.2	更新节点 Channel Plan/节点应用发包要求	2017-08-21	陈文兵
1.3	增加节点类型标识	2017-08-29	陈文兵
1.4	更新节点频点规划 v0.6	2017-09-18	陈文兵、济巅
1.5	删除 AppEUI 节点类型标识要求	2017-09-26	陈文兵
1.6	更新节点入网、rejoin、发包等机制	2018-01-04	杨斌
1.7	增加 Class B 规范要求	2018-01-23	陈文兵
1.8	更新 Ping-slot channel 说明	2018-02-26	陈文兵
1.9	增加 ChMaskCntl 与 ChMask	2018-03-13	陈文兵
2.0	修改 6.4 节点 MAC 指令支持，增加节点对 MAC 指令需要立即回复的要求	2018-03-20	陈文兵
2.1	修改节点发包规范	2018-04-09	杨斌
2.2	修改入网扫描重试次数与流程图	2018-04-18	杨斌
2.2.1	增加进入 Class B 模式上行通知包随机延时要求	2018-05-23	陈文兵
2.2.2	修改 4.5 节点发射功率说明	2018-05-30	陈文兵
2.2.3	修改部分文字描述	2018-05-31	杨斌
2.3.0	调整文档结构，减少强制要求，基站改名为网关	2018-06-11	杨斌
2.3.1	频点规划中删去不使用的 1B,2B,3A,4A 调整 7.6 业务数据上行频率描述	2018-07-19	杨斌

阿里云 Link WAN Core 节点接入规范	1
1. 引言	4
1.1 文档目的	4
1.2 版权声明	4
1.3 参考资料	4
1.4 术语、定义和缩写	4
2. 节点对接要点	5
3. 节点安全	6
3.1 OTAA 模式	6
3.1.1 节点激活前	6
3.1.2 节点激活后	6
3.2 ABP 模式	6
4. 节点工作要求	7
4.1 CN470~CN510	7
4.2 Duty cycle	7
4.3 节点频点规划规范	7
4.4 天线频点	8
4.5 速率	8
4.6 Rx Window	8
4.6.1 RX1 参数	8
4.6.2 RX2 参数	9
4.7 节点工作模式	9
4.8 ChMaskCntl 与 ChMask	9
5 中继模式	10
6. 节点 LoRaWAN 通信建议	11
6.1 Unconfirmed Data	11
6.2 Confirmed Data	11
6.3 ADR	11
6.4 节点 MAC 指令支持	11
7. 节点应用发包建议	12

7.1 上行数据类型	12
7.2 应用层心跳	12
7.3 告警数据	12
7.4 业务配置下行数据	12
7.5 低电量告警包	12
7.6 业务数据上行频率	12
7.7 业务包长度	13
8. Class B 规范要求	14
8.1 Class B 切换流程	14
8.2 Beacon 参数	14
8.3 Beacon 帧格式	15
8.4 Ping-slot 默认参数	15
8.4.1 Ping-slot periodicity	15
8.4.2 Ping-slot data rate	15
8.4.3 Ping-slot channel	15
附录一 470~510MHz 频点规范	16
1 类网关频谱参数	16
2 类网关频谱参数规范	17
3 类网关频谱参数规范	18
4 类网关频谱参数规范	19
附录二 470~510MHz 多频段扫描示例	20
1 加网流程概述	20
2 扫描流程参考	22
3 已存单频段扫描	23
4 缺省单频段扫描	23
5 多频段扫描	23
6 中继模式扫描	24

1. 引言

1.1 文档目的

本文档用于 LoRaWan 节点接入阿里云 Link WAN Core 平台的规范文档。本文档针对 LoRaWAN 协议 v1.0.2，涉及 Class B 的部分，以 LoRaWAN 协议 v1.0.3 为准。

本文档供阿里巴巴及合作厂商与项目相关的产品经理、项目经理、软硬件技术开发人员和测试人员参阅。

本文档中黄色突出部分表示未定。红色字体部分表示重点关注。

1.2 版权声明

本文档可能包含本公司技术机密以及其他需要保密的信息，文档所包含的所有信息均为阿里巴巴集团版权所有。未经本公司书面许可，不得向授权许可方以外的任何第三方泄露本文档内容，不得以任何形式擅自复制或传播本文档。若使用者违反本版权保护的约定，本公司有权追究使用者由此产生的法律责任。

1.3 参考资料

- 1) LoRaWAN™ Specification v1.0.2
- 2) LoRaWAN™ 1.0.2 Regional Parameters
- 3) LoRaWAN™ 1.0.3 Specification
- 4) LoRaWAN™ 1.0.3 Regional Parameters
- 5) LoRaWAN 节点(ClassA)的中继模式技术说明规范

1.4 术语、定义和缩写

缩写、术语	解 释
LoRa	Long Range
LoRaWAN	LoRa Wide Area Network
OTAA	Over-The-Air Activation
ABP	Activation By Personalization
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power
ADR	Adaptive Data Rate
SF	Spreading Factor
RSSI	Received Signal Strength Indicator

2. 节点对接要点

LoRaWAN 节点（包括模组、设备）接入阿里云 Link WAN Core 平台需注意以下几点：

- 1) 符合 LoRaWAN 标准
 - a) 支持 Class A/C 的节点需遵循 LoRaWAN v1.0.2 规范
 - b) 支持 Class B 的节点需遵循 LoRaWAN v1.0.3 规范
- 2) 预置阿里云 Link WAN Core 颁发的设备标识码和安全密钥，即 DevEUI、AppKey、JoinEUI (AppEUI)
- 3) 按阿里云 Link WAN Core 频点规范配置节点上、下行频点，频点详情请参考 4.3

Alibaba Confidential

3. 节点安全

3.1 OTAA 模式

3.1.1 节点激活前

产品在激活前需要预置以下密钥，用于合法身份认证：

属性	字节	
DevEUI	8	该 End Node 全局唯一标识码
JoinEUI(AppEUI)	8	该 End Node 分配的应用标识码
AppKey	16	该 End Node 分配的根密钥

模组出厂时，模组商把阿里颁发的 DevEUI、AppEUI、AppKey 字节烧录到模组中。

AppKey 值需要随机，且每个节点模组需要烧录不同的 AppKey，保证一机一密。

建议模组商用加密方式存储 DevEUI、AppEUI、AppKey，避免明文存储。

3.1.2 节点激活后

中间生成

属性	字节	
DevAddr	4	该 End Node 全局唯一标识码
NwkSKey	16	检验该 End Node 上行和下行 RF 数据包的完整性
AppSKey	16	解密该 End Node 的上行数据；加密下行数据给该 End Node

中间维护的计数器

属性	字节	
SeqSend	16	该 End Node 下一个上行 RF 数据包的序列号
SeqRecv	16	该 End Node 下一个下行 RF 数据包的序列号

3.2 ABP 模式

属性	字节	
DevAddr	4	该 End Node 全局唯一标识码
NwkSKey	16	检验该 End Node 上行和下行 RF 数据包的完整性
AppSKey	16	解密该 End Node 的上行数据；加密下行数据给该 End Node

ABP 模式下的 DevAddr、NwkSKey、AppSKey 由终端传感器商提供，烧录到模组中，不可以更改。

4. 节点工作要求

4.1 CN470~CN510

这是中国无委会规定的民用抄表频段，属于 ISM 免费频段。

4.2 Duty cycle

遵循无委会相关规定，在 CN470~CN510 频段，发射时长不超过 5000ms。

4.3 节点频点规划规范

CN470~CN510 频段：

- 信道总数目：共 198 个。
- 其中 470.3M 频点信道为 0 号信道，其后依次类推，直到最大的 197 号信道。
- 信道编号（n）与信道中心频点（f）的计算关系：
$$f = 470.3 + 0.2 * n \text{ (MHz)}$$
- 技术对接与认证的缺省频段：
 - 8 通道异频网关上行为 8~15 号信道，即 471.9MHz~473.3MHz，下行为 76~83 号信道，即 485.5MHz~486.9MHz。
 - 8 通道同频网关上下行均为 8~15 号信道，即 471.9MHz~473.3MHz。
 - 16 通道异频网关上行为 0~15 号信道，即 470.3MHz~473.3MHz，下行为 68~83 号信道，即 483.9MHz~486.9MHz。
 - 16 通道同频网关上下行均为 0~15 号信道，即 470.3MHz~473.3MHz。

	序号	节点 上行信道	异频节点 下行信道	异频 RX2 信道	同频节点 下行信道	同频 RX2 信道
1A 第 1 组	1	0 号信道	68 号信道	75	0 号信道	7 号信道
	2	1	69	75	1	7
	3	2	70	75	2	7
	4	3	71	75	3	7
	5	4	72	75	4	7
	6	5	73	75	5	7
	7	6	74	75	6	7
	8	7	75	75	7	7
1A 第 2 组 (缺省频段)	9	8	76	83	8	15
	10	9	77	83	9	15
	11	10	78	83	10	15
	12	11	79	83	11	15
	13	12	80	83	12	15

	14	13	81	83	13	15
	15	14	82	83	14	15
	16	15	83	83	15	15

如果节点支持 16 个信道，如支持上表 1A1 和 1A2，则其异频 RX2 信道应为 75 信号或 83 信道？答案为以节点入网 Join Accept 发生的信道为准，即：

若节点 Join Accept 发生在信道 0~7 之间的任何一个信道，其异频 RX2 信道为 75 信道。

若节点 Join Accept 发生在信道 8~15 之间的任何一个信道，其异频 RX2 信道为 83 信道。

4.4 天线频点

- 1) 对于天线频宽为 20MHz 的异频节点，天线中心频点为 480.2MHz 或 500MHz。
- 2) 对于窄带天线同频节点，天线中心频点根据 1A 第 2 组频点列表进行配置。

对于节点终端产品，建议提供带外配置的方式修改节点的频点列表。

4.5 速率

原则上推荐节点工作在 DR2~DR5。除特殊节点之外 DR0，DR1 建议不使用。

4.6 Rx Window

4.6.1 RX1 参数

RX1 所使用的信道按照频点上下行信道对应表设置。DR0 与 DR1 推荐不使用。

RX1 使用速率如下表：

Upstream data rate	Downstream data rate in RX1 slot					
RX1DROffset	0	1	2	3	4	5
DR0	DR0	DR0	DR0	DR0	DR0	DR0
DR1	DR1	DR0	DR0	DR0	DR0	DR0
DR2	DR2	DR1	DR0	DR0	DR0	DR0
DR3	DR3	DR2	DR1	DR0	DR0	DR0
DR4	DR4	DR3	DR2	DR1	DR0	DR0
DR5	DR5	DR4	DR3	DR2	DR1	DR0

4.6.2 RX2 参数

RX2 速率如下表所示，频点参考 4.3 节点频点规划规范。中继模式参考《LoRaWAN 节点 (ClassA)的中继模式技术说明规范》

RX2 Parameter:

Frequency	Data Rate
非中继模式节点	DR0
中继模式节点	DR3

4.7 节点工作模式

节点必须支持 Class A，Class B/C 可选。

4.8 ChMaskCntl 与 ChMask

ChMaskCntl	ChMask代表以下信道
0	0-15 信道
1	16-31 信道
2	166-181 信道
3	182-197 信道
4	All channels ON
5	RFU
6	RFU
7	RFU

即配置 1A，2A，3B，4B 定义的信道。各配置的详细定义请参考附录一。

5 中继模式

中继模式当前为节点可选功能。

对于支持中继模式的节点，节点大多数情况下工作在正常工作模式，在需要支持 LoRa 中继时会工作在中继模式。

如需实现中继模式，则需通过一条 AT 指令来实现正常工作模式与中继工作模式的切换。详见《LoRaWAN 节点(ClassA)的中继模式技术说明规范》。

Alibaba Confidential

6. 节点 LoRaWAN 通信建议

6.1 Unconfirmed Data

Unconfirmed Data 默认只发 1 次，可选 1~3 次。

6.2 Confirmed Data

如 Confirmed Data 对方没有收到，节点需要重传，重传次数不超过 16 次。重传间隔为 5 秒~15 秒内的随机值或者遵循节点退避算法（重发时间间隔不少于 5 秒）。降速规则可参考下表所示制定，也可自行定义，但最低速率为 DR2（对应 SF10）。

发送速率	第 1 次降速	第 2 次降速	第 3 次降速	第 4 次降速
DR5	DR5	DR4	DR3	DR2
DR4	DR4	DR3	DR2	DR2
DR3	DR3	DR2	DR2	DR2
DR2	DR2	DR2	DR2	DR2

如果若干次重传（节点可自定义，不超过 16 次）之后仍然没有收到服务端的响应包，节点需要重新触发入网流程。

6.3 ADR

固定节点打开 ADR 功能。

但节点侧 ADR 不推荐向 DR1（SF11）和 DR0（SF12）降速。

井盖等因安装环境特殊确实需要更低速率的节点建议由广域网管理平台配置并下发通知节点。

6.4 节点 MAC 指令支持

建议节点完整实现 LoRaWAN MAC 指令。

由服务器主动下发的 MAC 指令请求，其 MType 类型为 Confirmed Data Down，节点接收到后需要立即对相应 MAC 指令作应答。

如果需要对电池供电节点做 OTA（在线升级），需要节点实现 DevStatusReq MAC 指令，以支持网络管理侧查询确认该节点不在低电量状态才能开始升级。

7. 节点应用发包建议

7.1 上行数据类型

对于通常节点应用，业务包采用 Unconfirmed Data 方式上报。

部分节点应用业务包可以使用 Confirmed Data，但需要控制 Confirmed Data 与 Unconfirmed Data 的比例，如无必要，尽量使用 Unconfirmed Data。

7.2 应用层心跳

所有的节点需要周期性上报 Confirmed Data Up 包，作为节点应用心跳包，上报周期为建议为 1 小时到 1 个月，由具体应用决定。

节点收到任意下行数据包，可以刷新心跳周期。

7.3 告警数据

如有告警事件发生，节点应用可按需以 Confirmed Data Up 发送告警数据包。部分设备在告警状态下会以较高频率报警，此频率由应用决定。

7.4 业务配置下行数据

应用服务使用 Confirmed Data Down 类型下发业务指令。

7.5 低电量告警包

对于电池供电的节点应用，当电池电量较低时，节点应用需要周期性上报低电量告警包。

7.6 业务数据上行频率

设备每天上行数据包数量需控制在合理范围。

以 SF10 为例，包数如下：

低频设备：低于每天 60 包。

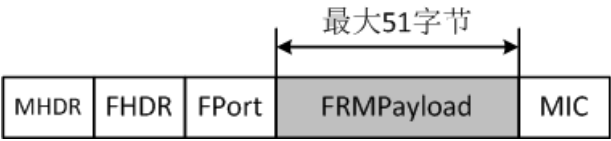
中频设备：低于每天 144 包。

高频设备：高于每天 144 包。

设备对接时须提交设备归类于哪一类，设备认证时会验证其是否符合提交的类型的行为。

7.7 业务包长度

业务数据 FRMPayload 以 51 字节为上限。

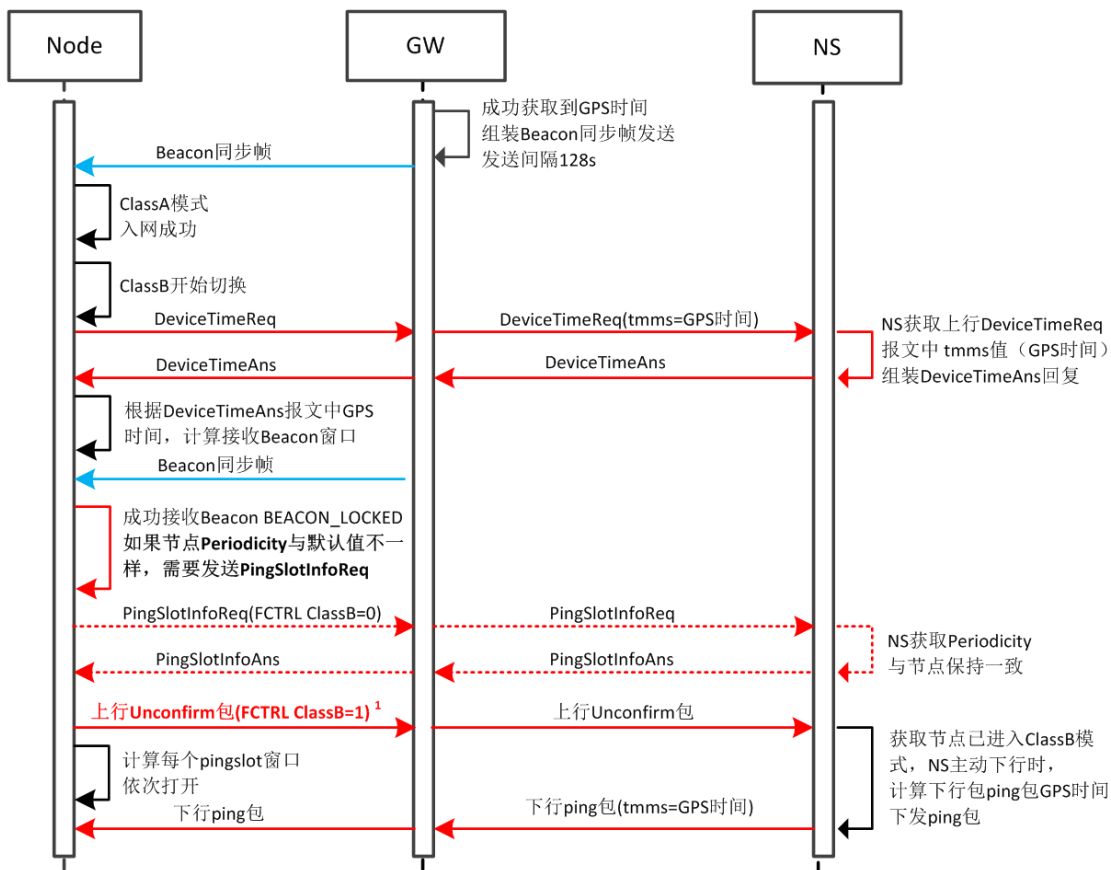


Alibaba Confidential

8. Class B 规范要求

Class B 为节点可选功能。
如节点支持 Class B，需遵循本章约定。

8.1 Class B 切换流程



上述流程图中红色字体所标注的¹：表明节点成功接收到 Beacon 同步帧后，已进入 Class B 模式，会主动上行 Unconfirm 通知包 (FCTRL ClassB=1)；这个上行通知包，需要在接收到 Beacon 同步帧和上行传输之间的[0:16]秒范围内做随机延迟，避免大量 Class B 节点，同时收到 Beacon 同步帧，都立即上行通知包，产生系统性包冲突。

8.2 Beacon 参数

对于节点 BeaconChannel 信道需要支持跳频，每一组频点配置根据以下公式选择 BeaconChannel 信道；

FirstChannel: 每一组频点的第一个下行信道编号

$$\text{BeaconChannel} = \text{FirstChannel} + [\text{floor}(\text{beacon_time}/\text{beacon_period})] \bmod 8$$

对于 1A2 配置，同频节点：FirstChannel 信道编号是 8，对应的频点是 471.9MHz，BeaconChannel 在 471.9 ~ 473.3MHz 中根据上述计算公式选择；

对于 1A2 配置，异频节点：FirstChannel 信道编号是 76，对应的频点是 485.5MHz，BeaconChannel 在 485.5 ~ 486.9MHz 中根据上述计算公式选择。

Beacon 发送速率选择 DR2（SF10）， Coding Rate 4/5。

8.3 Beacon 帧格式

Size (bytes)	3	4	2	7	1	2
BCNPayload	RFU	Time	CRC	GwSpecific	RFU	CRC

8.4 Ping-slot 默认参数

8.4.1 Ping-slot periodicity

Periodicity=3, $\text{pingNb}=2^{7-\text{Periodicity}}=2^4=16$, $\text{pingPeriod}=2^{5+\text{Periodicity}}=2^8=256$

8.4.2 Ping-slot data rate

DR2 SF10

8.4.3 Ping-slot channel

对于节点 Ping-slot channel 信道需要支持跳频,每一组频点配置根据以下公式选择 Ping-slot channel 信道:

FirstChannel: 每一组频点的第一个下行信道编号

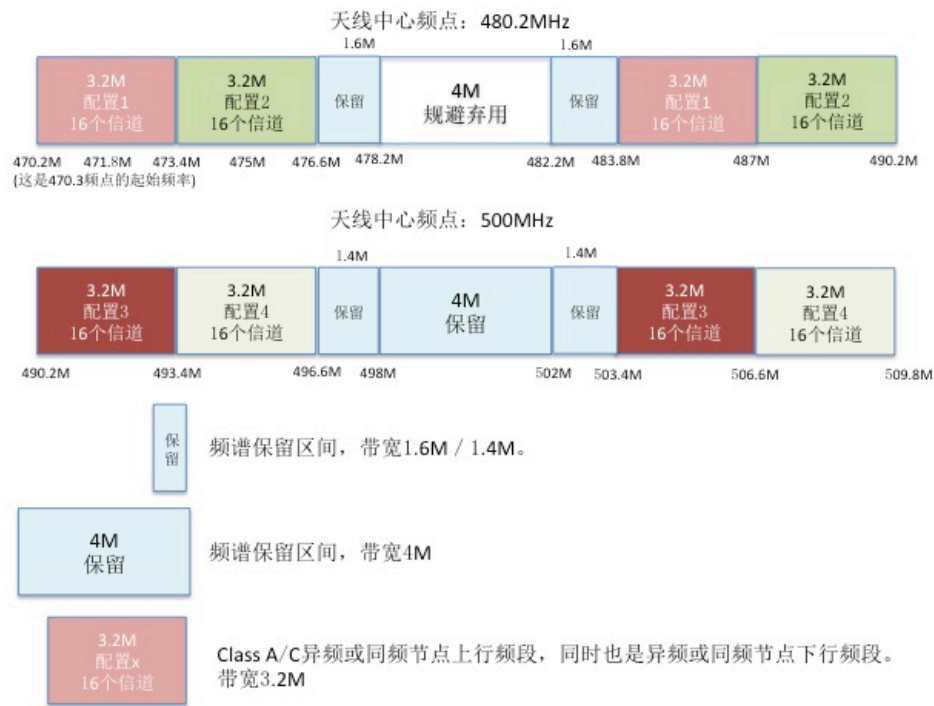
$$\text{Ping-slot channel} = \text{FirstChannel} + [\text{DevAddr} + \text{floor}(\text{Beacon_Time}/\text{Beacon_period})] \bmod 8$$

对于 1A2 配置，同频节点：FirstChannel 信道编号是 8，对应的频点是 471.9MHz，Ping-slot channel 在 471.9 ~ 473.3MHz 中根据上述计算公式选择；

对于 1A2 配置，异频节点：FirstChannel 信道编号是 76，对应的频点是 485.5MHz，Ping-slot channel 在 485.5 ~ 486.9MHz 中根据上述计算公式选择。

附录一 470~510MHz 频点规范

此频谱规划



- 信道总数目：共 198 个。
- 其中 470.3MHz 频点信道为 0 号信道，其后依次类推，直到最大的 197 号信道。
- 信道编号 (n) 与信道中心频点 (f) 的计算关系：
$$f = 470.3 + 0.2 * n \text{ (MHz)}$$
- 技术对接与认证的缺省频段：
 - 8 通道异频网关上行为 8~15 号信道，即 471.9MHz~473.3MHz，下行为 76~83 号信道，即 485.5MHz~486.9MHz。
 - 8 通道同频网关上下行均为 8~15 号信道，即 471.9MHz~473.3MHz。
 - 16 通道异频网关上行为 0~15 号信道，即 470.3MHz~473.3MHz，下行为 68~83 号信道，即 483.9MHz~486.9MHz。
 - 16 通道同频网关上下行均为 0~15 号信道，即 470.3MHz~473.3MHz。

1 类网关频谱参数

网关配置	异频网关	同频网关	频宽 MHz	间隔 MHz
------	------	------	-----------	-----------

	上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)	上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)		
配置 1A	470.2-473.4	483.8-487	470.2-473.4	470.2-473.4	16.8	10.4

节点的上下行信道对应表:

	序号	节点 上行信道	异频节点 下行信道	异频 RX2 信道	同频节点 下行信道	同频 RX2 信道
1A 第 1 组	1	0 号信道	68 号信道	75	0 号信道	7 号信道
	2	1	69	75	1	7
	3	2	70	75	2	7
	4	3	71	75	3	7
	5	4	72	75	4	7
	6	5	73	75	5	7
	7	6	74	75	6	7
	8	7	75	75	7	7
1A 第 2 组 (缺省频段)	9	8	76	83	8	15
	10	9	77	83	9	15
	11	10	78	83	10	15
	12	11	79	83	11	15
	13	12	80	83	12	15
	14	13	81	83	13	15
	15	14	82	83	14	15
	16	15	83	83	15	15

2 类网关频谱参数规范

网关配置	异频网关		同频网关		频宽 MHz	间隔 MHz
	上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)	上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)		
配置 2A	473.4-476.6	487-490.2	473.4-476.6	473.4-476.6	16.8	10.4

节点的上下行信道对应表:

	序号	节点 上行信道	异频节点 下行信道	异频节点 RX2 信道	同频节点 下行信道	同频节点 RX2 信道
2A 第 1 组	1	16 号信道	84	91	16 号信道	23 号信道
	2	17	85	91	17	23
	3	18	86	91	18	23
	4	19	87	91	19	23
	5	20	88	91	20	23
	6	21	89	91	21	23

2A 第 2 组	7	22	90	91	22	23
	8	23	91	91	23	23
	9	24	92	99	24	31
	10	25	93	99	25	31
	11	26	94	99	26	31
	12	27	95	99	27	31
	13	28	96	99	28	31
	14	29	97	99	29	31
	15	30	98	99	30	31
	16	31	99	99	31	31

3 类网关频谱参数规范

网关配置	异频网关		同频网关		频宽 MHz	间隔 MHz
	上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)	上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)		
配置 3B	503.4-506.6	490.2-493.4	503.4-506.6	503.4-506.6	16.8	10.4

节点的上下行信道对应表：

	序号	节点 上行信道	异频节点 下行信道	异频 RX2 信道	同频节点 下行信道	同频 RX2 信道
3B 第 1 组	1	166 号信道	100 号信道	107	166 号信道	173
	2	167	101	107	167	173
	3	168	102	107	168	173
	4	169	103	107	169	173
	5	170	104	107	170	173
	6	171	105	107	171	173
	7	172	106	107	172	173
	8	173	107	107	173	173
3B 第 2 组	9	174	108	115	174	181
	10	175	109	115	175	181
	11	176	110	115	176	181
	12	177	111	115	177	181
	13	178	112	115	178	181
	14	179	113	115	179	181
	15	180	114	115	180	181
	16	181	115	115	181	181

4 类网关频谱参数规范

网关配置	异频网关		同频网关		频宽 MHz	间隔 MHz
	上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)	上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)		
配置 4B	506.6-509.8	493.4-496.6	506.6-509.8	506.6-509.8	16.8	10.4

节点的上下行信道对应表：

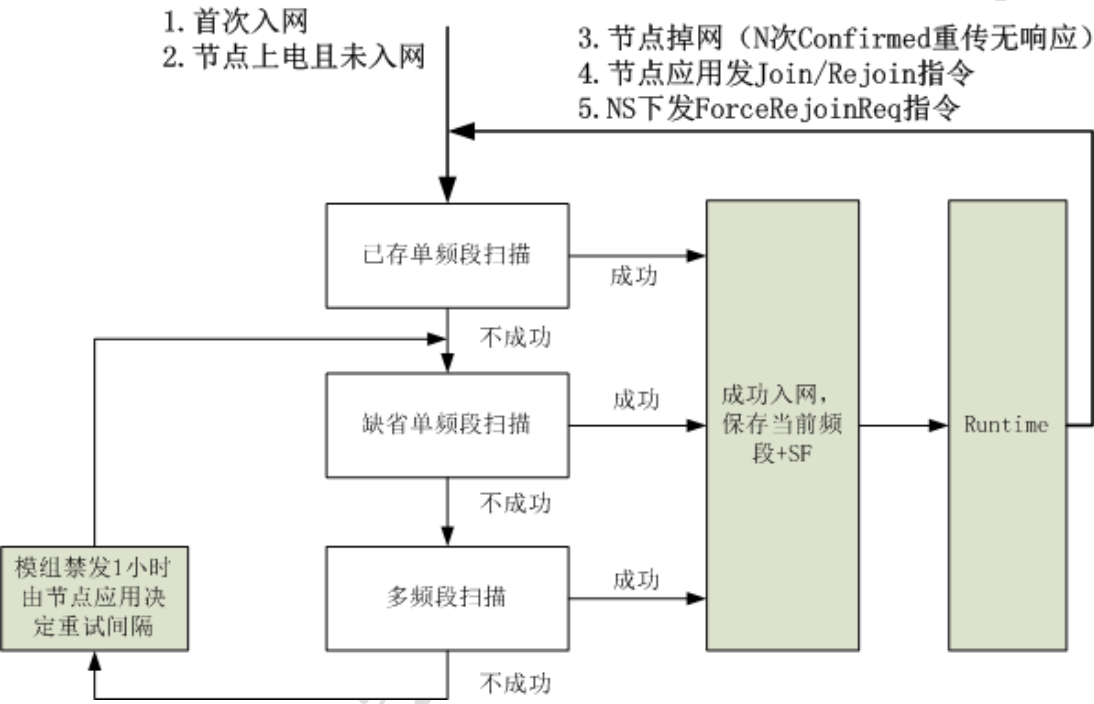
	序号	节点 上行信道	异频节点 下行信道	异频 RX2 信道	同频节点 下行信道	同频 RX2 信道
4B 第 1 组	1	182 号信道	116 号信道	123	182 号信道	189
	2	182	117	123	182	189
	3	184	118	123	184	189
	4	185	119	123	185	189
	5	186	120	123	186	189
	6	187	121	123	187	189
	7	188	122	123	188	189
	8	189	123	123	189	189
4B 第 2 组	9	190	124	131	190	197
	10	191	125	131	191	197
	11	192	126	131	192	197
	12	193	127	131	193	197
	13	194	128	131	194	197
	14	195	129	131	195	197
	15	196	130	131	196	197
	16	197	131	131	197	197

附录二 470~510MHz 多频段扫描示例

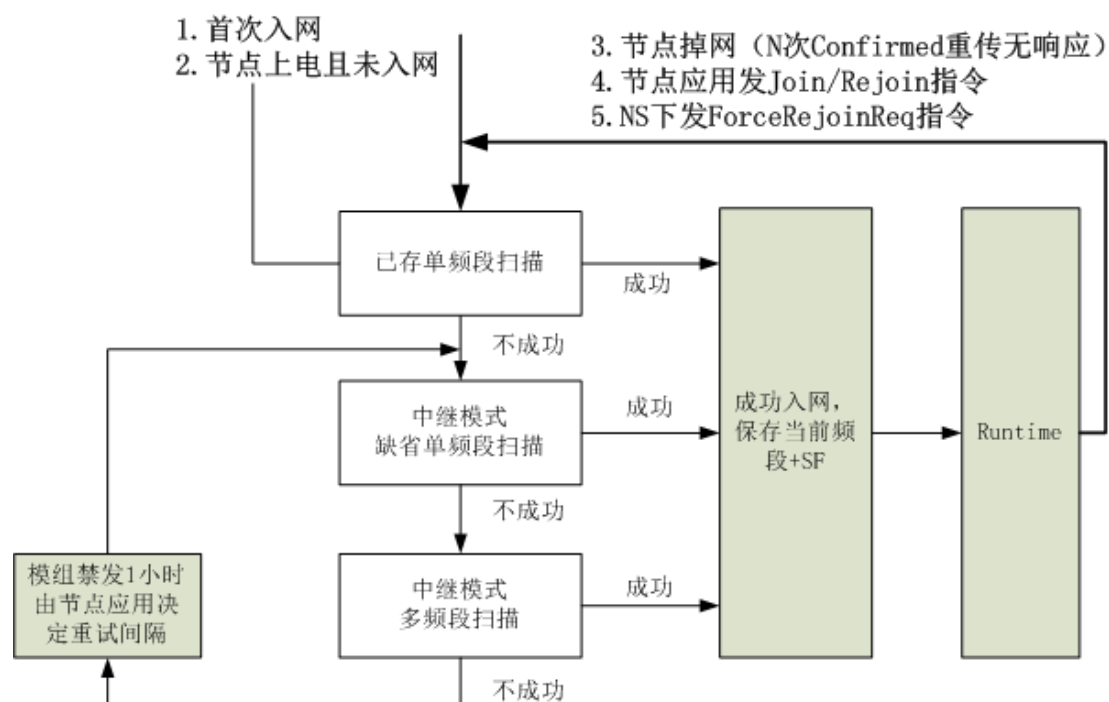
如果节点加入在 CN470~CN510 多频段部署的网络，下面入网流程为一示例供参考。
以下流程仅供参考，并非强制要求。

1 加网流程概述

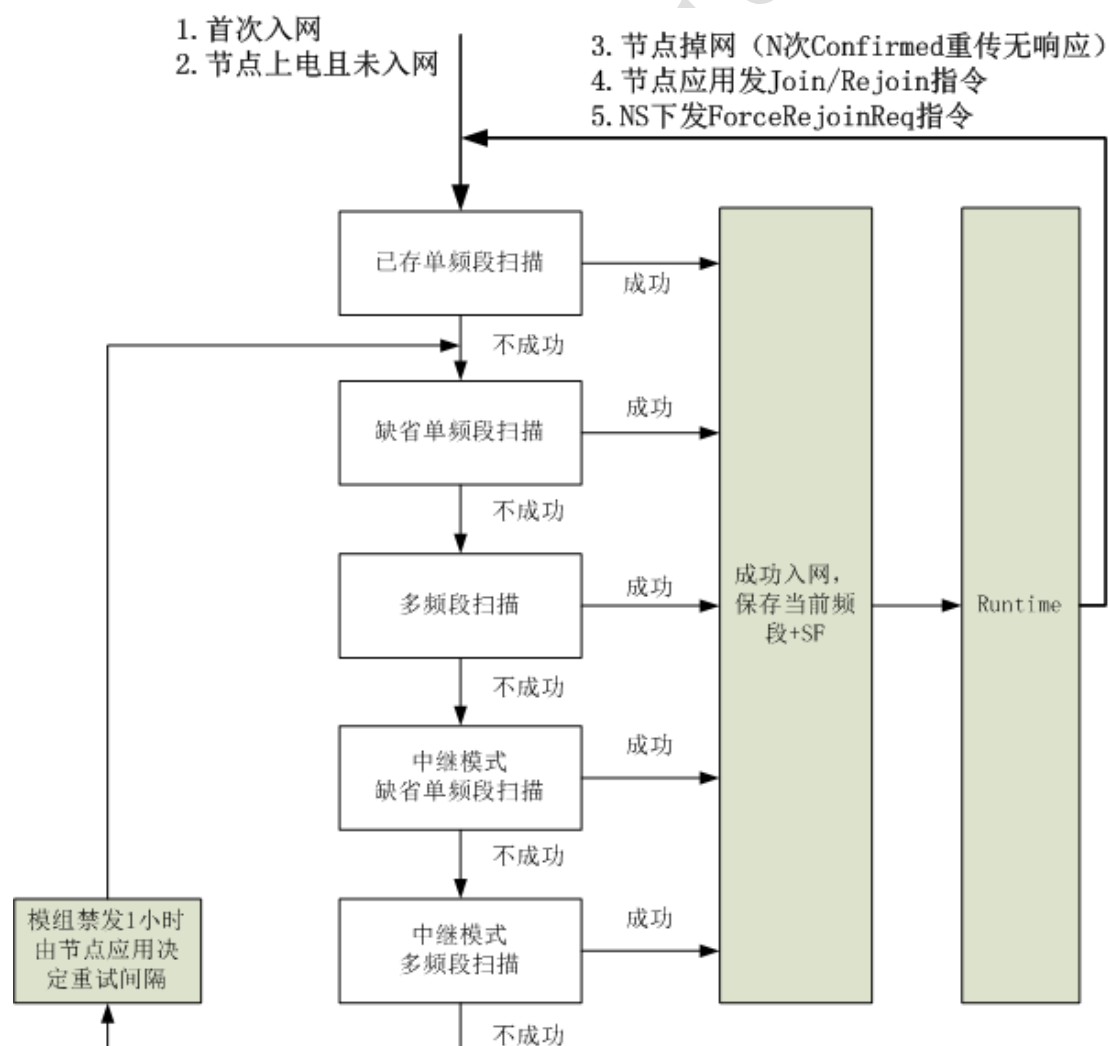
正常工作模式下的加网流程：



中继工作模式下的加网流程：



两种工作模式自动切换的加网流程:



2 扫描流程参考

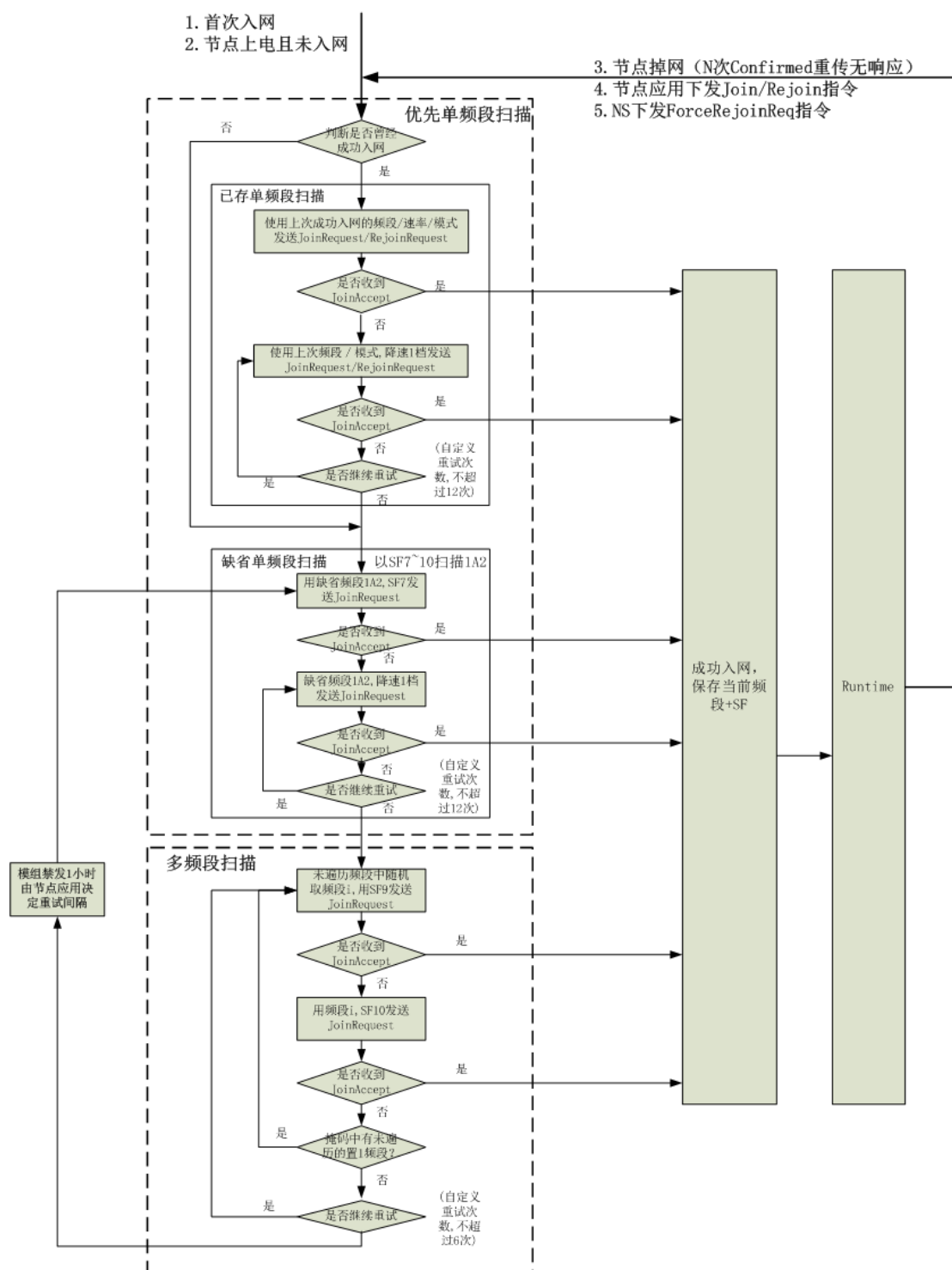
以正常工作模式扫描流程为例，详细扫描流程如下图所示。

中继模式对应的扫描在流程上是类似的，需要打开中继模式相关设置。[LoRaWAN 模块可选支持中继模式扫描。](#)

多频段扫描需要模组支持，由产品通过设置掩码来控制。如果掩码为 0，则跳过多频段扫描。

模块禁发 1 小时为多频段扫描失败情况下约束重新做多频段扫描。

节点高频发送 Join 请求会被视为 Join 攻击，网络会停止对该节点服务一段时间。



节点生成一个 8 秒~10 秒的随机数，作为每一次尝试 Join 的周期，JOIN_ACCEPT_DELAY1 和 JOIN_ACCEPT_DELAY2 保持默认值 5 秒和 6 秒。

3 已存单频段扫描

节点首先判断是否曾经入网，如未入过网，跳过此步骤。
对成功入过网的节点，优先选择最近一次成功入网的频段和速率，并从该频段的 8 个频点中随机选择 1 个尝试重新入网。
此阶段如失败可以重新尝试，重试时可以降速，DR2(SF10)为最低速率。如果若干次（不超过 12 次）均不成功，将继续下面的扫描流程。

4 缺省单频段扫描

频段 1A2 为阿里优先部署的缺省频段。
因此对未入网节点或已存单频段扫描失败的节点，优先扫描 1A2 频段。
节点从 1A2 频段的 8 个频点中随机选择 1 个尝试入网，此阶段如失败可以重新尝试，重试时可以降速，DR2(SF10)为最低速率。如果若干次（不超过 12 次）均不成功，将继续下面的扫描流程。

5 多频段扫描

按照频谱规划，节点可能需要从全频段的若干个频段中选择 1 个作为自己工作的频点。节点上电时并不知道当前网关工作在哪一个频段，因此节点需要做频段扫描。
可以根据节点的硬件情况设置频段掩码来控制节点频段扫描的范围。频段掩码为 2 字节。在 4.8 ChMask 定义中，最多支持 1A1, 1A2, 2A1, 2A2, 3B1, 3B2, 4B1, 4B2 共 8 个频段，可用频段掩码 0xF00F 表示，0x000F 表示扫描 1A1,1A2,2A1,2A2 共 4 个频段，0x0002 表示只扫描 1A2 这 1 个频段。

网关配置	异频节点		同频节点（或窄频节点）		中继频点 (MHz)	频段掩码
	上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)	上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)		
配置 1A1	470.2-471.8	483.8-485.4	470.2-471.8	470.2-471.8	472.1	0x0001
配置 1A2	471.8-473.4	485.4-487	471.8-473.4	471.8-473.4	471.5	0x0002
配置 2A1	473.4-475	487-488.6	473.4-475	473.4-475	475.3	0x0004
配置 2A2	475-476.6	488.6-490.2	475-476.6	475-476.6	474.7	0x0008
配置 3B1	503.4-505	490.2-491.8	503.4-505	503.4-505	505.3	0x1000
配置 3B2	505-506.6	491.8-493.4	505-506.6	505-506.6	504.7	0x2000
配置 4B1	506.6-508.2	493.4-495	506.6-508.2	506.6-508.2	508.5	0x4000
配置 4B2	508.2-509.8	495-496.6	508.2-509.8	508.2-509.8	507.9	0x8000

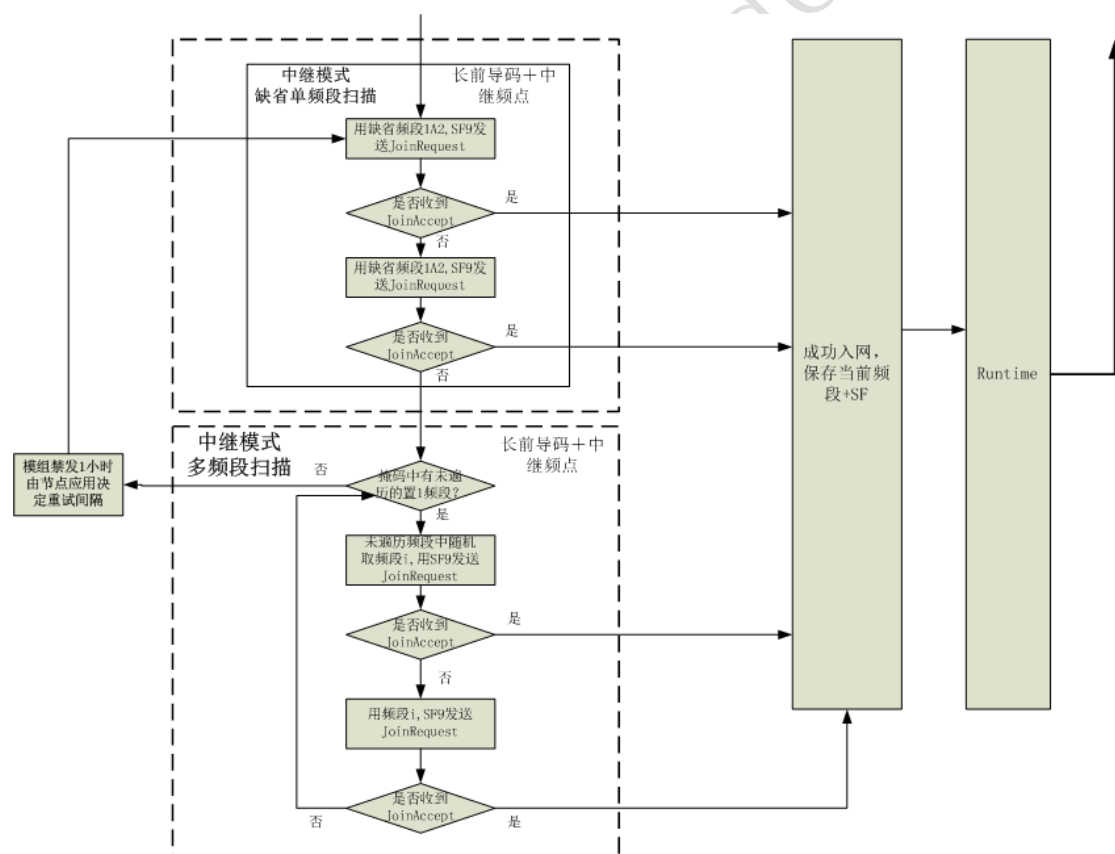
节点入网时根据预设的频段掩码，扫描相应频段，扫描频段顺序为在掩码指定的频段中随机生成。比如节点 A, B 都用掩码 0x000F 表示扫描 1A1, 1A2, 2A1, 2A2 的 4 个频段，节点

A 的扫描顺序为 2A1->1A2->1A1->2A2，节点 B 的扫描顺序为 1A2->1A1->2A2->2A1。
在扫描每一个频段时，节点在频段的 8 个频点上随机选择 1 个发送 Join Request，如果没有收到 Join Accept，则去下一个频段随机选择 1 个频点发送 Join Request。

以下流程考虑以节点能尽快入网优先：

- 1) 节点生成一个 8 秒~10 秒的随机数，作为每一次尝试 Join 的周期，
JOIN_ACCEPT_DELAY1 和 JOIN_ACCEPT_DELAY2 保持默认值 5 秒和 6 秒。
- 2) 对频段掩码指定的 N 个频段生成一个随机遍历序列，N 取值范围为 1~8。以下每次尝试的周期为步骤 1)中选定的随机数。
- 3) 以 SF9 在当前遍历的频段中随机选择 1 个频点依次发送 Join Request，如收到 Join Accept，则退出入网扫描流程。
- 4) 重试步骤 3)，以 SF10 在频段掩码指定的 N 个频段里各随机选择 1 个频点依次发送 Join Request，如收到 Join Accept，则退出入网扫描流程。
- 5) 如步骤 4) 未收到 Join Accept，则重复步骤 3)，4) 若干次（不超过 6 次）

6 中继模式扫描



由于中继与中继模式节点之间固定以 SF9 通信，所以中继模式扫描的一些不同点如下述。
做中继模式多频段入网扫描。以 SF9+长前导码在当前遍历的频段对应的中继频点发送 Join Request，如收到 Join Accept，则退出入网扫描流程。

重试以上步骤，以 SF9+长前导码在当前遍历的频段对应的中继频点发送 Join Request，如收到 Join Accept，则退出入网扫描流程。