

5G SA 切换问题分析思路

讲师：捻叶成剑

切换优化整体思路

日常工作中，切换成功率作为网络优化的核心KPI指标之一，一直是网络优化的重点，本节课对SA模式下的NR切换进行一个系统的梳理。

任何问题，**原因的研究**都是主要方面，找到原因，一般解决方案也就呼之欲出了，而不知道原因是啥，胡乱的给出解决方案，就是业余的行为。比如发现弱覆盖，就调天线，那万一是一基站故障导致的呢？

在实际网络优化工作中，切换失败的原因有很多，但是在所有导致切换失败的原因当中，**覆盖，干扰以及邻区问题，以及切换不及时**占比能够达到**90%**以上的比例。其余的稍微复杂一点点的，最多能占10%的比例。

因此，在任何情况下，优先将覆盖，干扰，邻区，切换不及时作为首要的原因进行排除。我们首先研究这90%，再研究10%。



四大主要原因

邻区问题导致切换失败

如果说把任何一个原因，作为切换失败的原因首先排查的话，**邻区问题是第一位的**。

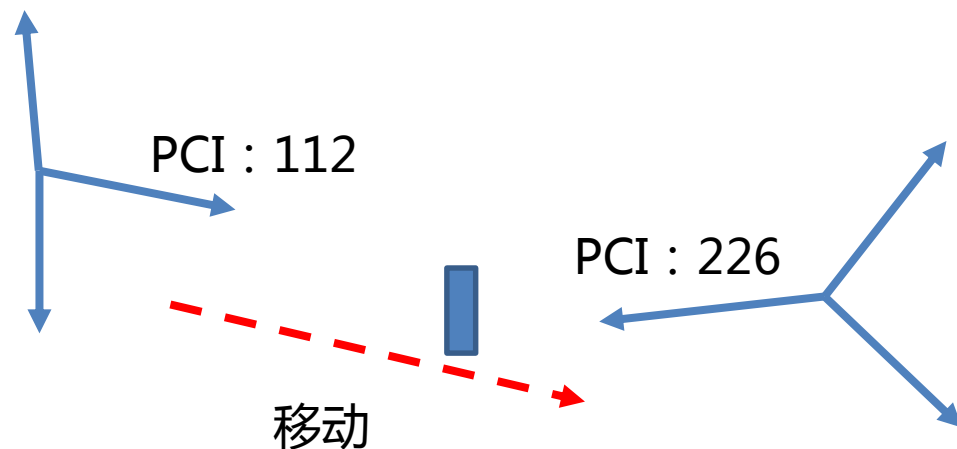
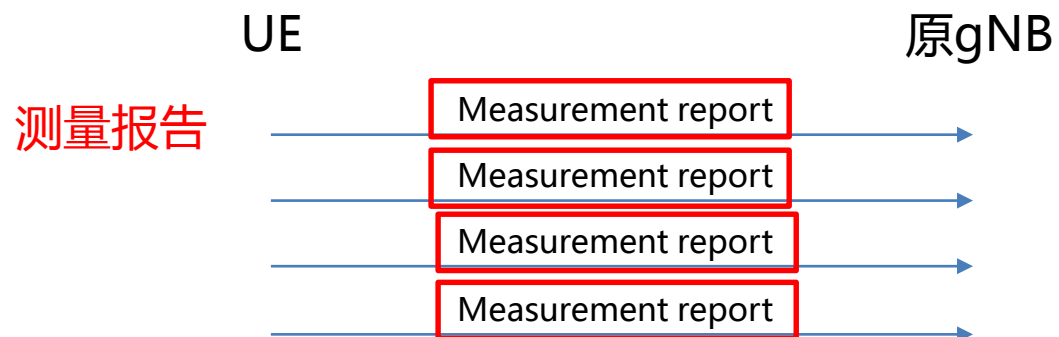
在这里面有几个关键点需要注意：

- 1、首先**漏配邻区**（A和B没有互加），**单向邻区**（A加B而B没有加A）
- 2、如果添加别的基站的小区为邻区，需要添加**外部小区**，以及添加**邻区**两步操作，少一步都无法切换。
- 3、添加**邻区参数错误**：在添加外部小区和邻区过程中，需要输入一些邻区的关键参数：
比如：小区ID，PCI，gnodeB ID，TAC，频点等。这几个参数一旦输入错误，就无法切换。
添加邻区的时候，由于工程师的疏忽，最有可能导致邻区参数配错进而导致切换失败。
- 4、一定要防止出现**两个同频相同PCI的小区**成为同一个小区的邻区（**PCI混淆**）
- 5、涉及到跨系统切换（向LTE切），则需要添加**外部频点**，如果没有添加或者添加错误，也无法切换。

问题出现的时候，100%切换失败，也就是说，如果每次都失败，则邻区问题可能性很大。
（注意充分条件和必要条件的关系）

邻区问题导致切换失败

如何判断可能是邻区问题导致的切换失败？



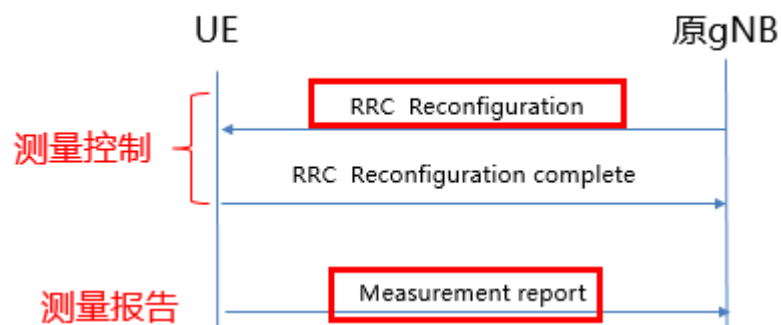
```
measResultNeighCells
  t = 1
  u
    measResultListNR
      n = 1
      elem[0]
        tOptFlags
          bestBeamIdPresent = 1
          deltaTaPresent = 1
          physCellId = 226
          bestBeamId = 0
          deltaTa = 0
        measResult
          tOptFlags
            rsrpResultPresent = 1
            rsrqResultPresent = 0
            rsrpResult = 42
```

如果是前台工程师：反复测试则每次切换都失败

后台工程师，查看两两小区切换指标，可以发现PCI112向226切换每次都是失败

前台信令测量报告疯狂上报PCI: 226，但是UE就是收不到基站下发的RRC重配置信令

邻区问题导致切换失败

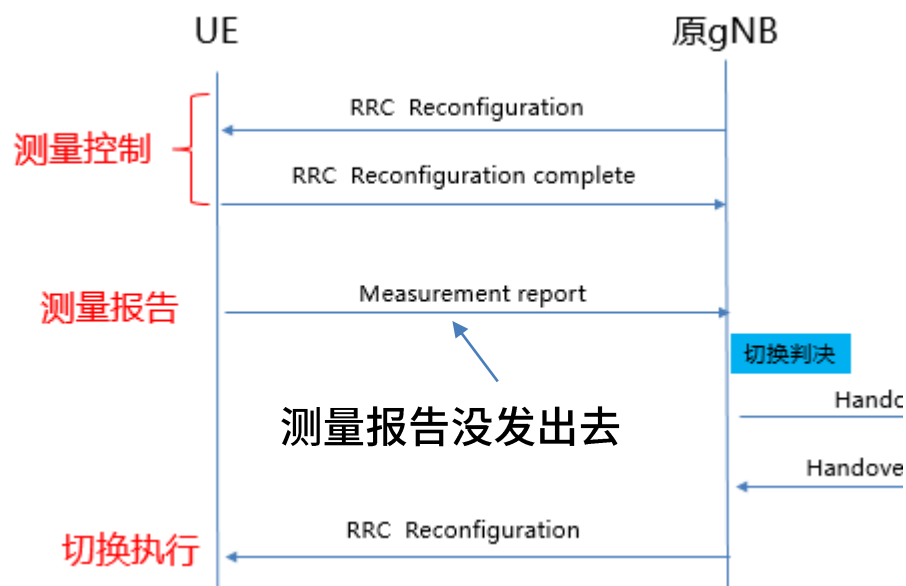
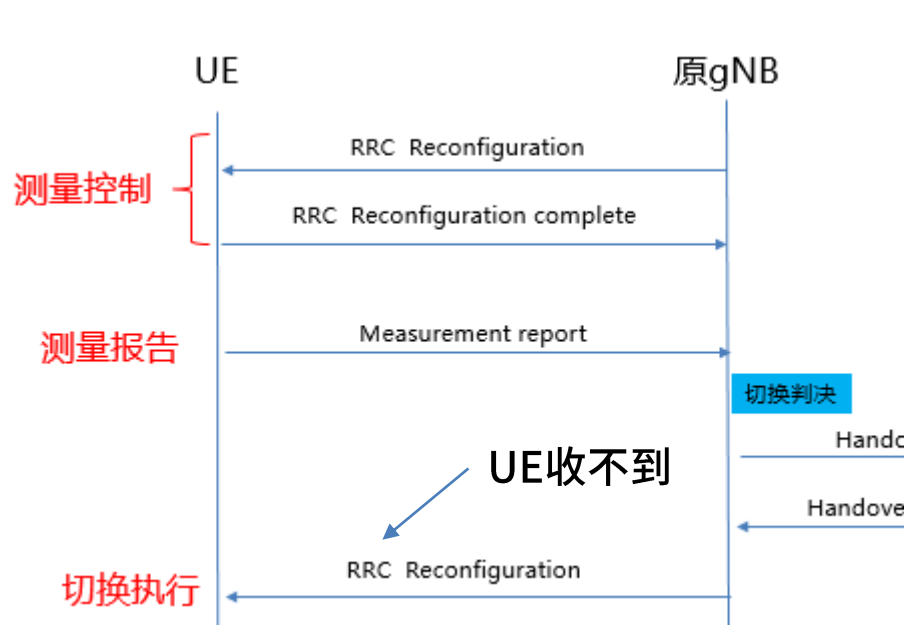


对于某些设备厂商，支持在**测量控制中下发邻区关系**（比如中兴）在这种情况下，可以通过查看测量报告上报的小区，在测量控制中是否下发，来判断是否**漏配邻区**。但是注意，仅仅是查看漏配，并不能确定是否参数配置错误。

覆盖问题导致的切换失败

覆盖问题导致的切换失败，有两种，一种是弱覆盖导致，一种是越区覆盖导致，我们一个一个分析

弱覆盖导致：一般情况下，服务小区的SS-RSRP小于-115dbm的时候，比较容易导致切换失败（有邻区）。具体原理有两个方面，一方面是因为下行RSRP太差，导致UE收不到基站下发的切换执行命令；另一种可能，就是因为下行太差，导致PDCCH解调有问题，导致UE实际上没有解到上行调度导致测量报告没有发出去，信令丢失。



弱覆盖对切换失败是概率性的（不像邻区），也就是说，不是100%导致切换失败，除非一点信号没有

覆盖问题导致的切换失败

从现象上看：

1、路测信令会显示一堆测量报告上报，但是一直收不到切换执行命令（RRC connection reconfiguration）

PC Time	Event	Details
23:18:12.509	NR Event A3	ReportCells: 504990, 210 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:12.509	NR Event A3	ReportCells: 504990, 210 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:13.059	NR Event A3	ReportCells: 504990, 210 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:13.059	NR Event A3	ReportCells: 504990, 210 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:13.059	NR Event A3	ReportCells: 504990, 210; 504990, 100; 504990, 99 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:13.059	NR Event A3	ReportCells: 504990, 210; 504990, 100; 504990, 99; 504990, 101 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:14.579	NR Event A3	ReportCells: 504990, 210; 504990, 100; 504990, 101; 504990, 99 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:14.579	NR Event A3	ReportCells: 504990, 210; 504990, 100; 504990, 101; 504990, 99 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:14.579	NR Event A3	ReportCells: 504990, 100; 504990, 210; 504990, 211; 504990, 99 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:14.579	NR Event A3	ReportCells: 504990, 100; 504990, 211; 504990, 101; 504990, 210 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:14.579	NR Event A3	ReportCells: 504990, 100; 504990, 210; 504990, 211; 504990, 99 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:14.579	NR Event A3	ReportCells: 504990, 100; 504990, 210; 504990, 99; 504990, 101 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:15.459	NR Event A3	ReportCells: 504990, 210; 504990, 100; 504990, 99; 504990, 211 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:15.459	NR Event A3	ReportCells: 504990, 210; 504990, 99; 504990, 100; 504990, 211 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:16.009	NR Event A3	ReportCells: 504990, 210; 504990, 100; 504990, 99; 504990, 211 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI
23:18:16.009	NR Event A3	ReportCells: 504990, 210; 504990, 99; 504990, 100; 504990, 211 Handover Type: Intra Threshold Type: RSRI

为什么需要服务小区和邻区都很差？
因为如果邻区很好，那么就不是因为弱覆盖导致的了
真弱覆盖是没有任何一个好的小区信号能使用，而如果邻区RSRP很好，而UE不去用，并不能说这个位置弱覆盖。

2、服务小区和邻区的RSRP都很差

5G NR PCI Set(Chart) [File05_MS1]					
PCI	RSRP	RSRQ	SINR	SSB Index	Cell Name
71	-140	-43	-7.64	4	SZ5GZTD新区
9	-113.48	-19.2	-2.59	1	SZ5GZTD新区

解决方案，自然是解决弱覆盖的问题，调整天线，基站功率，加站之类的解决方案，根据实际情况灵活输出即可。

覆盖问题导致的切换失败

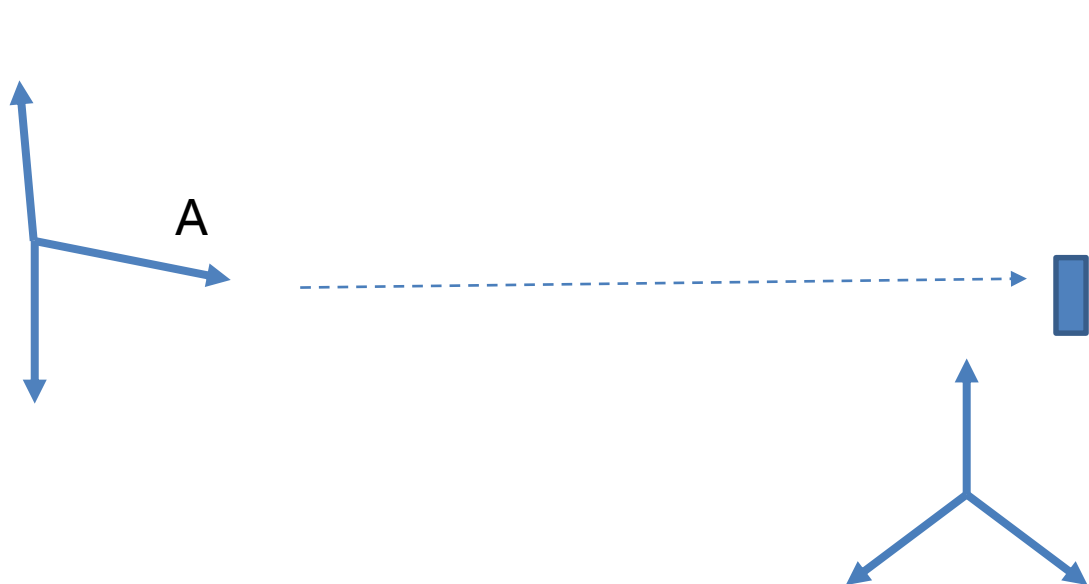
越区覆盖导致的切换失败，有两种情况：

一种是UE **占用越区小区**，而这个越区信号与周边**无邻区**，导致无法切换。（失败率100%）

一种情况是UE **没有占用这个越区信号**，这个越区信号较强，并且与服务小区**无邻区**，形成强干扰。非100%

两种情况，从小区列表中的状态是类似的，都是服务小区信号弱，而邻区有较强的信号，但是切换失败

Type	NARFCN	PCI	MOD3/6	SSB-Idx.	Srv.Beam	SS-RSRP(dBm)	SS-RSRQ(dB)	SS-SINR(dB)	NID1/2
NCell	504990	326	2/2	4	False	-74.50	-9.88	18.63	108/2
PCell	504990	100	1/4	5	True	-82.25	-19.50	-9.38	33/1
NCell	504990	324	0/0	7	False	-86.38	-11.63	4.75	108/0



第一种情况，Pcell是A小区
第二种情况，Pcell是B小区

解决方案，当然是需要将越区覆盖的小区
下倾角增大，或者降低功率。

那么，能不能加邻区解决？ 答案是否

干扰问题导致的切换失败

一般SINR小于-3db以下，会概率性产生切换失败。（失败率不是100%，有邻区）

SINR特别差的情况下，跟弱覆盖导致切换失败的逻辑是一样的。要么UE收不到切换执行命令，要么，影响PDCCH解调，导致测量报告上不去。

Type	NARFCN	PCI	MOD3/6	SSB-Idx.	Srv.Beam	SS-RSRP(dBm)	SS-RSRQ(dB)	SS-SINR(dB)	NID1/2
NCell	504990	326	2/2	4	False	-82.13	-10.63	20.00	108/2
NCell	504990	324	0/0	7	False	-87.75	-11.88	9.63	108/0
PCell	504990	100	1/4	0	True	-92.19	-22.19	-9.56	33/1
NCell	504990	312	0/0	0	False	-96.63	-20.00	-8.63	104/0
NCell	504990	101	2/5	3	False	-99.50	-19.00	-8.00	33/2

注意，不要一看到服务小区sinr差或者RSRP差就认为是这个原因，因为，如果没有邻区，或者邻区参数有问题，那么UE会一直托在原来的小区，而不切换，随着UE的移动，UE离原来的小区越来越远，就会导致RSRP和sinr变差，因此，一定要注意，必须是在有邻区的情况下，才考虑弱覆盖或者sinr差导致的切换问题。

干扰问题导致的切换失败

邻区没问题情况下，Sinr差的原因主要有两种，一种本身就是弱覆盖，另外一个重叠覆盖。

Sinr本身是有用信号除以没有用的信号，弱覆盖，说明服务小区信号弱，也就是有用信号弱，因此，稍微有一点干扰，sinr就很差，并不是本身干扰有多强，而是自己太弱。这种情况的sinr差，不作为干扰问题处理，仅仅处理弱覆盖问题。

重叠覆盖：本身是邻区信号与服务小区差不多，导致干扰比较大。

Type	NARFCN	PCI	MOD3/6	SSB-Idx.	Srv.Beam	SS-RSRP(dBm)	SS-RSRQ(dB)	SS-SINR(dB)	NID1/2
NCell	504990	324	0/0	7	False	-93.75	-13.75	-0.25	108/0
PCell	504990	51	0/3	7	True	-94.63	-16.06	-4.25	17/0
NCell	504990	326	2/2	4	False	-96.00	-11.75	5.00	108/0
NCell	504990	101	2/5	3	False	-97.75	-13.00	1.88	33/2
NCell	504990	99	0/3	0	False	-100.13	-14.63	-2.00	33/0

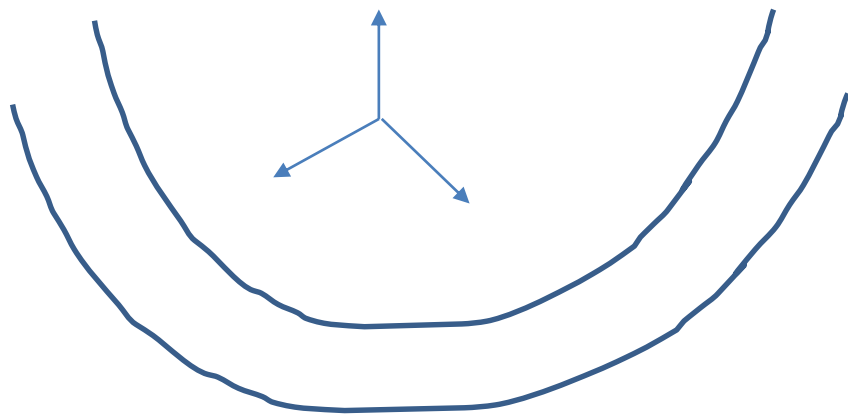
对于重叠覆盖，解决思路其实非常简单，只需要在问题点，形成服务小区RSRP比邻区RSRP大，就可以实现sinr变好。可以调整方位角，下倾角，功率来实现。

Type	NARFCN	PCI	MOD3/6	SSB-Idx.	Srv.Beam	SS-RSRP(dBm)	SS-RSRQ(dB)	SS-SINR(dB)	NID1/2
PCell	504990	591	0/3	2	True	-63.75	-10.56	15.31	197/0
NCell	504990	592	1/4	7	False	-74.25	-14.75	-1.38	197/1
NCell	504990	314	2/2	3	False	-75.50	-15.75	-3.38	104/2
NCell	504990	313	1/1	0	False	-80.88	-19.38	-7.13	104/1

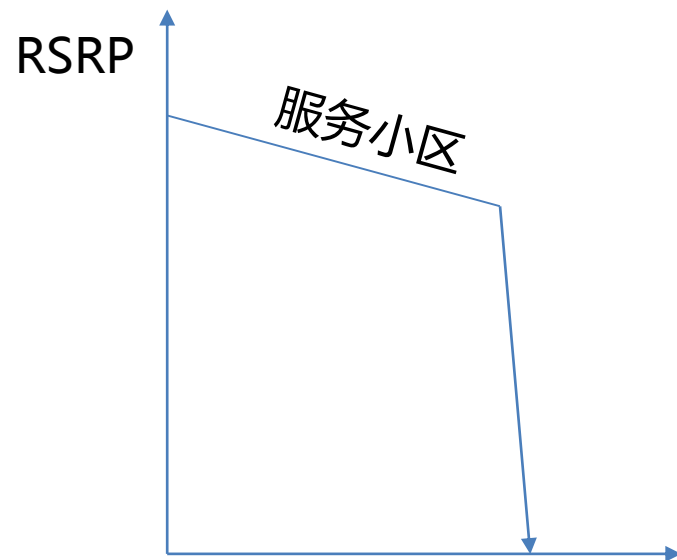
切换不及时导致的切换失败

切换不及时，本质上其实是一种**快衰落**，也就是服务小区信号快速衰减，导致切换执行命令下发，而UE收不到的现象（**有邻区，不是100%失败**）

切换不及时最容易出现在路的**拐角位置**。比如下图，当用户移动速度比较快的时候，因为两个天线的重叠覆盖区比较小，因此会导致切换不及时，进而导致切换失败。



对于切换不及时，可以通过调整天线，增大重叠覆盖区域，另外，可以调整A3的**偏移量CIO**参数，或者**time to trigger**触发时延减小





其余次要原因

目标小区告警或拥塞

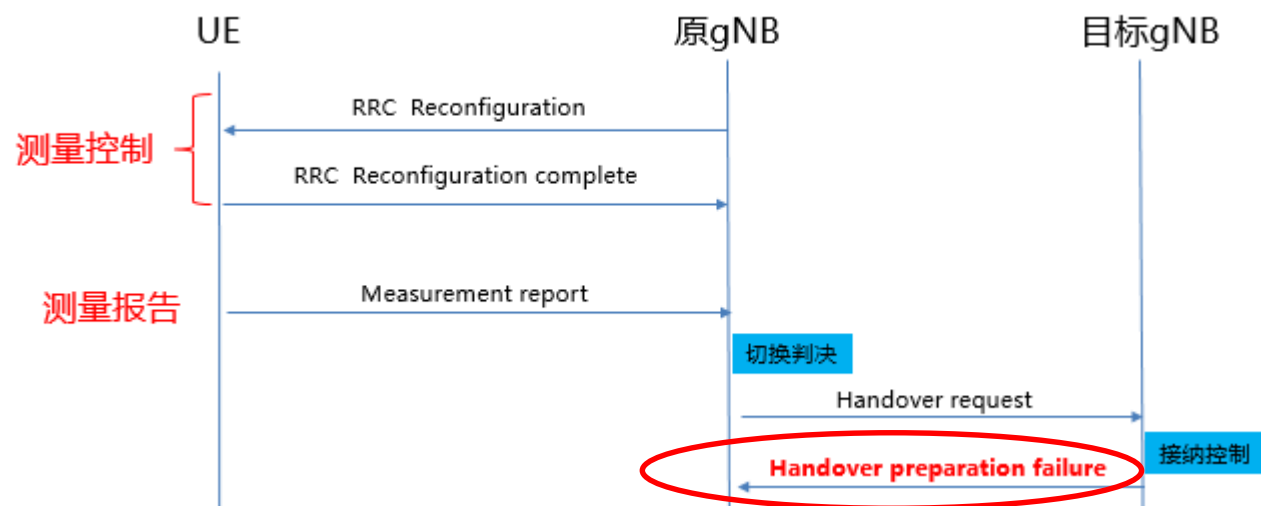
切换首先要保证目标邻区的状态是OK的

当目标邻区存在**影响业务的告警**时导致的切换失败，**往往切换失败率是100%的。**

目标小区拥塞：用户数规格受限，或者 SRS 和 PUCCH 等无线资源分配失败。（非100%失败）
通过 KPI 统计核查目标小区是否出现用户数受限，PRB 利用率特别高（大于80%）等问题。

目前5G还不存在拥塞情况，未来可能会出现。

从信令的角度，可能会导致目标小区给原小区发送切换准备失败（**Handover preparation failure**）



以后如果出现5G拥塞，那么一方面可以通过调整天线，缩小拥塞小区的覆盖范围，让其他小区吸收话务，另一方面，如果设备支持2.6G和4.9GHZ的双载波，可以通过扩容200MHZ双载波来解决。

切换门限问题

如果切换门限值设置太高，会导致UE上报测量报告太晚，进而导致切换过晚，服务小区信号太差，从而导致切换失败（非100%失败）

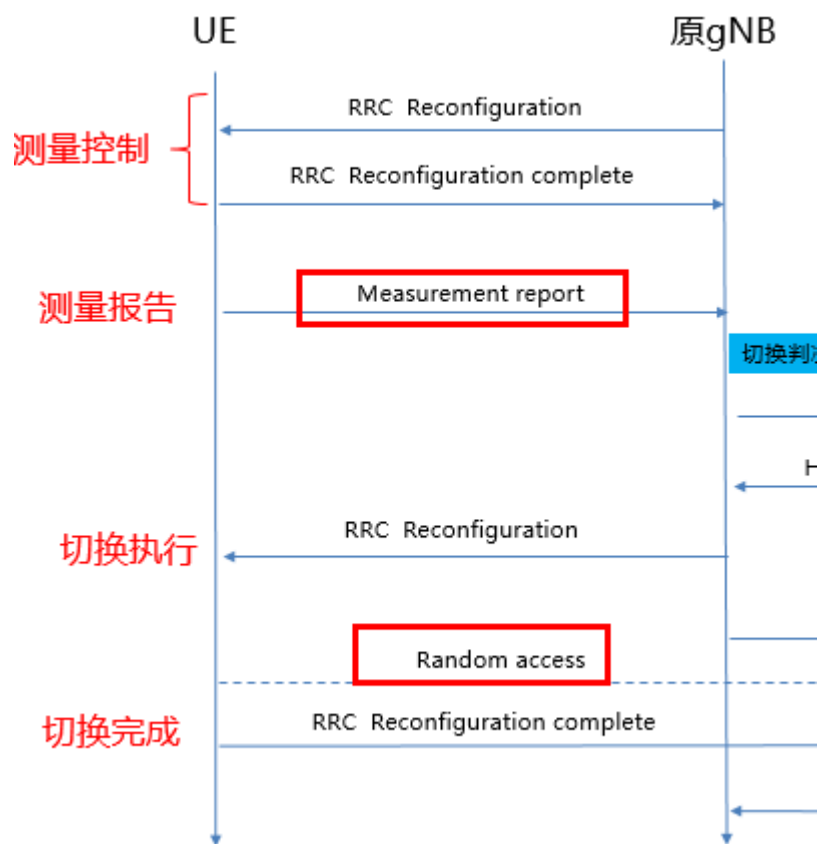
这种情况概率并不高，一般情况下，全网大部分基站是统一设置一样的门限，因此，个别基站设置过高的概率低，但是并不能排除这种可能性，可以稍微看一下服务小区的门限值设置。



上行干扰

上行干扰可能会导致基站无法收到UE发送的测量报告，或者在新小区进行随机接入时接入失败。

上行干扰可以通过后台查询：**小区每RB平均干扰噪声功率**，正常情况下这个数字在**-116dbm**左右，如果过高，则说明有上行干扰



这是一个上行干扰的例子

NR DU小区标识	NR DU小区TRP标识	小区每个RB的平均干扰噪声功率(dBm)	系统带宽(RB个数)	
5	5	-88	273	-8
5	5	-88	273	-8
5	5	-88	273	-9
5	5	-88	273	-8
5	5	-88	273	-8
5	5	-88	273	-8
5	5	-88	273	-8
5	5	-88	273	-8

上行干扰

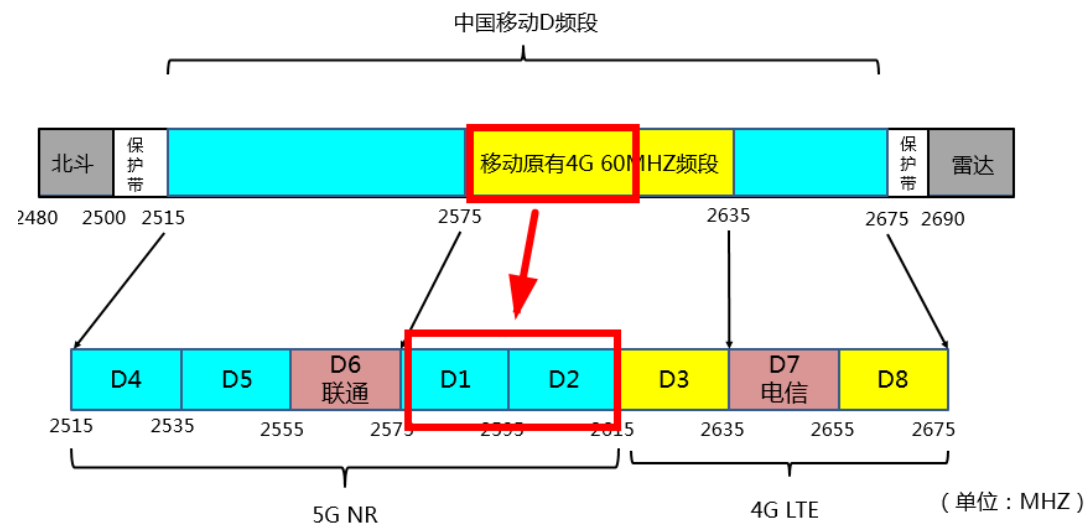
上行干扰产生的最常见原因有以下几个：

- 1、5G与4G的**帧偏置**没有对齐，导致LTE下行对NR上行干扰
- 2、5G**子帧配比**设置不一致，导致上行干扰（比如设置4:1,7:3,8:2不同类型的配比），这种情况比较少见。
- 3、**时钟模块**异常：常见的有时钟未锁定，GSP失锁，GPS星卡故障，时钟锁相环模块故障，时钟源精度不足等，会导致与其他小区的时钟存在一定的偏差，TDD系统收发时间严格对应，时钟异常会导致A小区的下行信号被周围的基站接收到，进而干扰了周围基站的上行接收UE信号，导致了上行干扰。
- 4、**外部干扰**：某些外部设备，使用了现网的频段，导致干扰。比如伪基站，某些研究所设备，屏蔽仪，卫星发射站，某些无线监控摄像头等。这种就需要进行扫频排查。

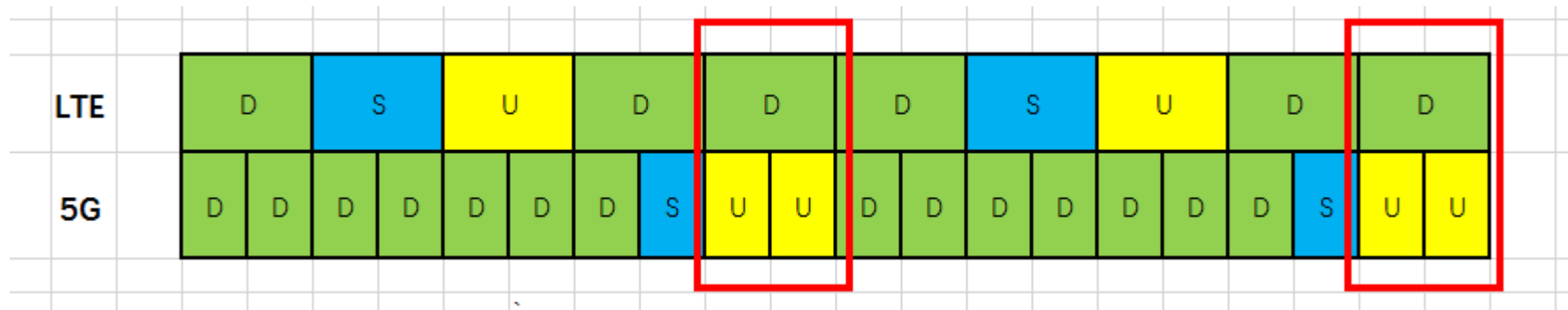
上行干扰-帧偏置没有对齐

在LTE没有清频的情况下，D1,D2频点落在5G频段内

联通的D6如果没有清频也是一样。

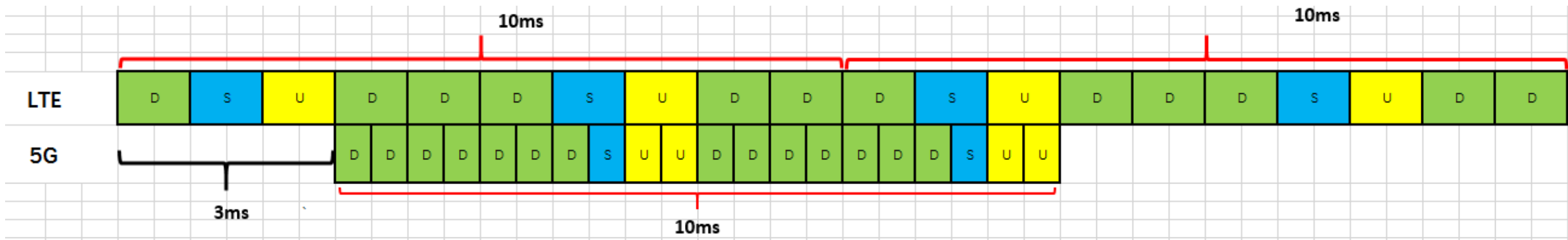


不设置频偏，LTE小区的下行直接干扰NR小区的上行（因为手机在发送上行信号时，LTE的基站也在用同样的频率发送自己的4G信号，这个时候，基站在接收UE的信号时，就会收到LTE基站的干扰信号）



上行干扰-帧偏置没有对齐

对于中移动来说，将NR和LTE-TDD的帧结构上下行转换点保持一致，即在LTE-TDD帧偏置基础上加上3ms才能规避相互之间干扰的问题



频偏设置有2种场景：

1、LTE侧频偏设置为0，NR侧的频偏设置为92160

2、LTE频偏不是0，NR的频偏设置为=L-307200+92160(目前，LTE经常设置频偏285768，此时NR的频偏设置为70728)

查询gNodeB参数

帧偏置 (Ts) = 92160

AOA测量SNR门限 (0.01分贝) = -800

X2-U传输类型 = 通过内部网络传输

NSA DC资源协同应用场景 = 同步NSA DC零毫秒相对帧偏置

(结果个数 = 1)

这里面的数值代表了是多少Ts（时间单位， $1/15000 \times 2048$ 秒）

$$92160Ts = 92160 \times \frac{1}{15000} \times 2048 = 3ms$$

上行干扰-帧偏置没有对齐

除了时隙配比外，特殊子帧配置也需结合LTE的特殊子帧进行配置

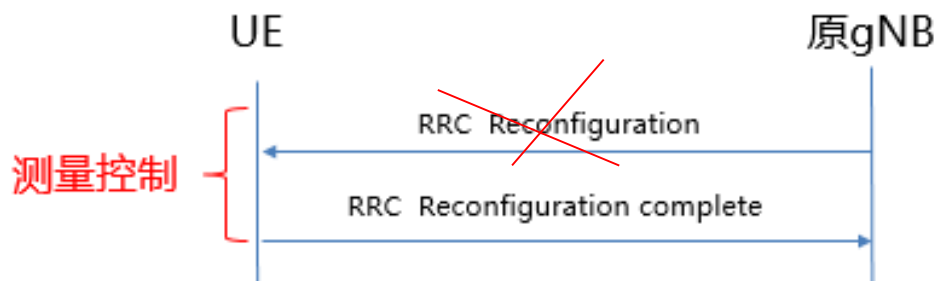
当D频段LTE侧特殊子帧配比配置为 (10:2:2)时，NR配置为 (6:4:4)

当D频段LTE侧特殊子帧配比配置为(9:3:2)时，NR配置为(4:6:4)

当D频段LTE侧特殊子帧配比配置为(3:9:2)时，NR配置为(6:18:4)

不下发测量控制

这种情况**非常罕见**，一般情况下，只有**没有打开切换开关**参数（同频，异频，异系统）才会导致不下发相应的测量控制信令



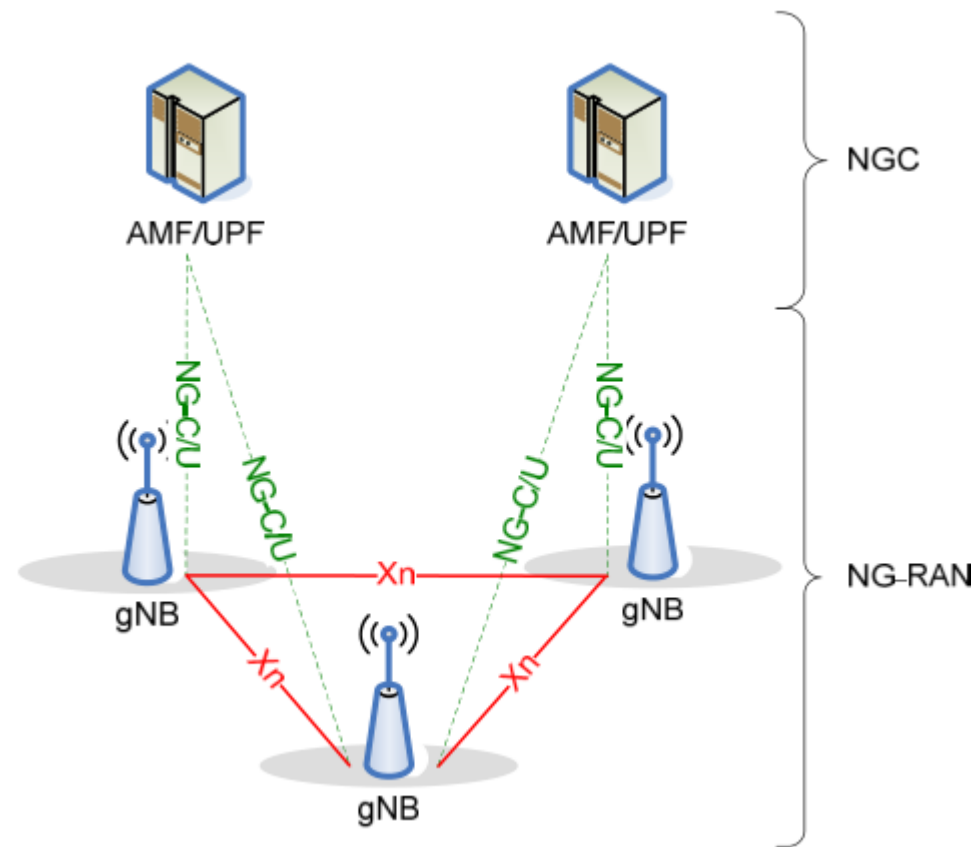
IntraFreqCoverHoSwitch: On
InterFreqCoverHoSwitch: On

传输故障导致切换失败

站间切换会涉及到Xn接口或者NG接口（也可以叫传输）

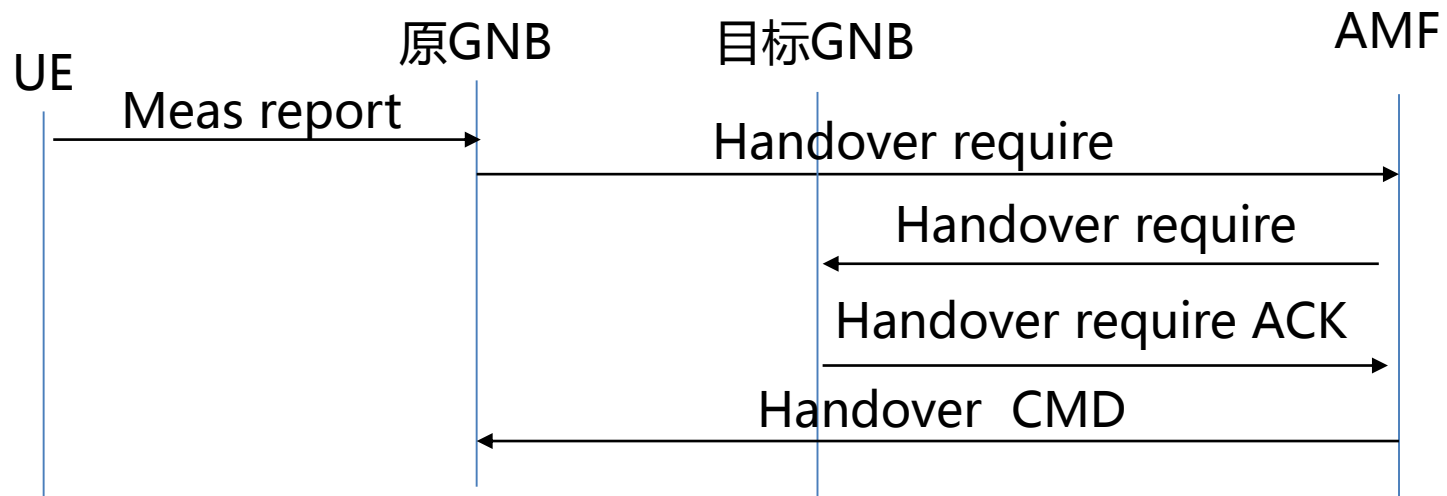
Xn和NG接口链路告警，闪断，高误码，或者配置错误，可能会导致**切换信令丢失**，进而导致切换失败。

具体情况一般需要传输工程师配合查询问题



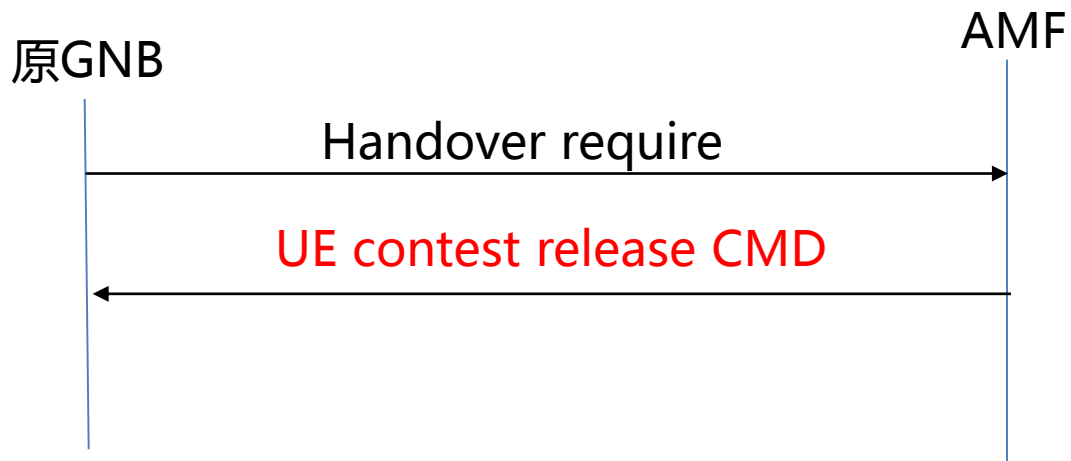
核心网原因导致切换失败

NG接口切换



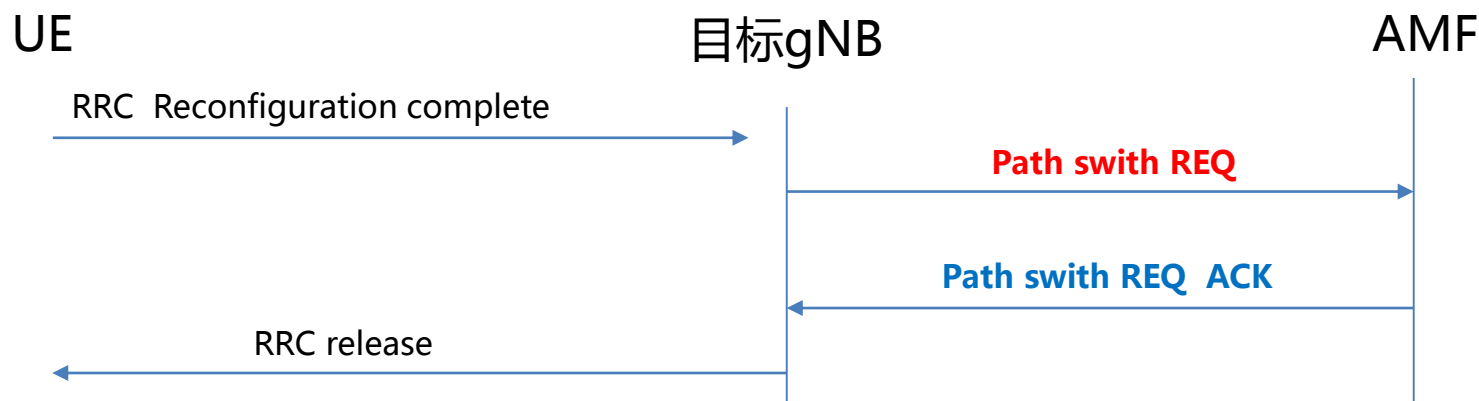
正常流程

需要与核心网工程师
配合查询是什么原因



异常流程
直接将UE释放了

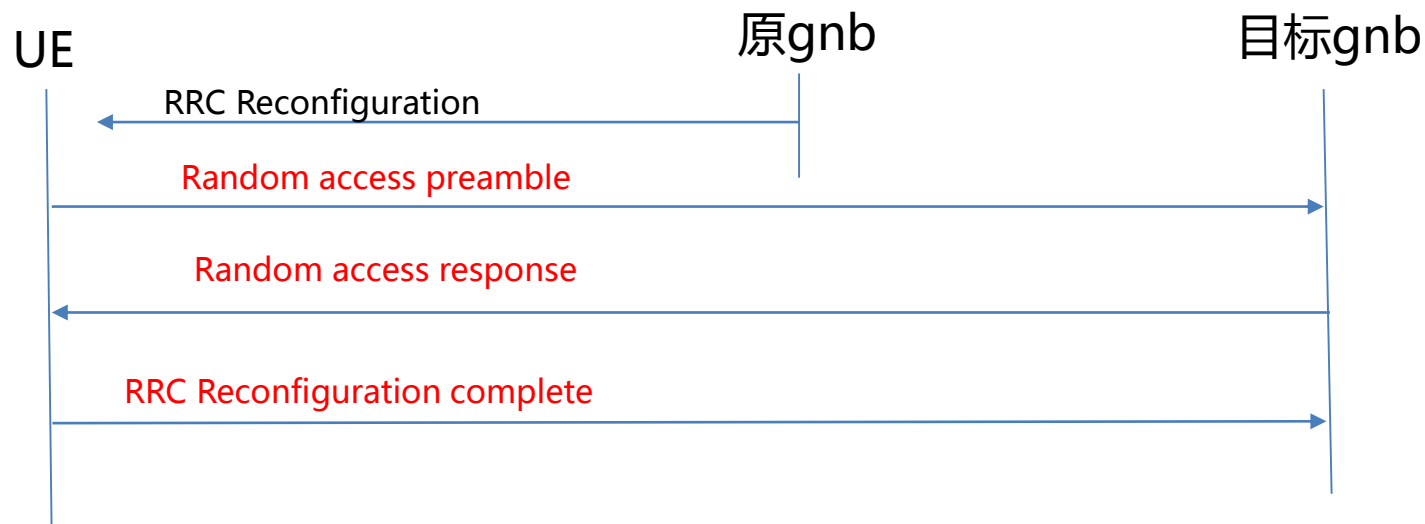
核心网原因导致切换失败



基站收到切换完毕之后，会发路径转移请求Path swith REQ给AMF，来完成数据转发路径的切换
如果一直没有收到Path swith REQ ACK，则原基站会释放UE（RRC release）

这里面可能是核心网的原因，也可能是NG接口传输的问题，需要进一步与相关工程师配合排查。

随机接入失败导致切换失败



UE在目标基站的PRACH信道发送preamble码，然后等待随机接入响应。
Preamble 达到最大发送次数，仍然没有收到 RAR 响应，（比如下行信道质量差，导致 UE 没有解到 RAR），随机接入失败。

这里面可能是preamble发送之后基站没有收到，也有可能下行信号太差导致UE收不到接入响应。

导致随机接入失败大概率还是因为目标小区信号质量差，比如信号突然衰减，或者弱覆盖，或者sinr很差，或者上行干扰。因此，主要解决方案还是调整天线，解决下行弱覆盖，sinr差问题或者想办法解决上行干扰问题。
也就是前面讲的原因是核心原因，随机接入失败，只是中间的过渡原因。

就像这样： sinr很差 → 随机接入失败 → 切换失败

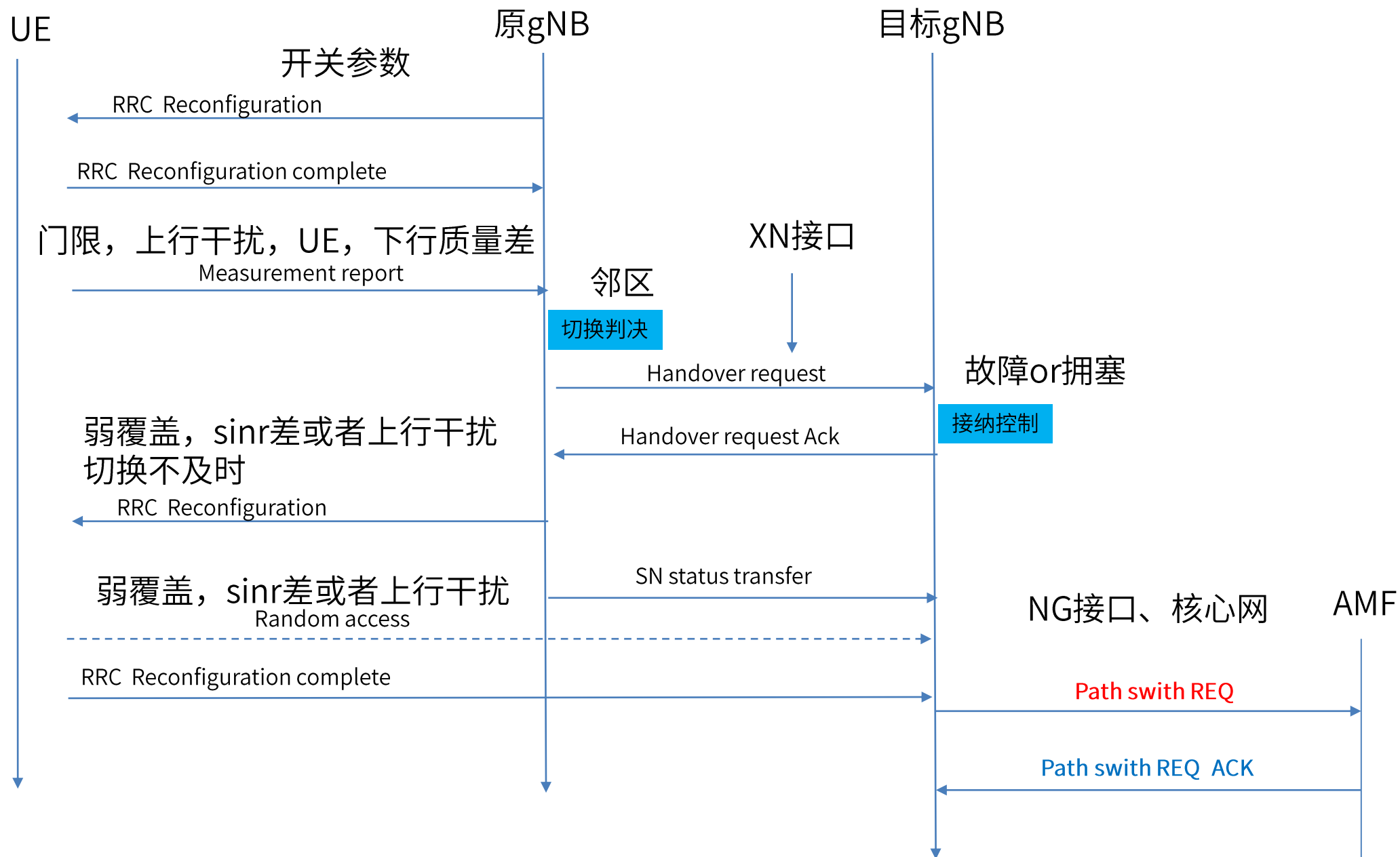
终端原因导致

如果终端侧查看到有测量到服务小区和邻区信号已经满足切换门限，但是未上报MR，则怀疑终端侧可能存在问题。

	Type	NARFCN	PCI	MOD3/6	SSB-Idx.	Srv.Beam	SS-RSRP(dBm)	SS-RSRQ(dB)
	NCell	504990	284	2/2	2	False	-92.25	-11.50
▶	PCell	504990	206	2/2	4	True	-97.38	-14.44
	NCell	504990	286	1/4	7	False	-98.75	-14.50
	NCell	504990	285	0/3	3	False	-99.13	-14.25
	NCell	504990	402	0/0	0	False	-101.50	-18.00

排除终端问题，首先建议先更换终端尝试，如果换一部手机就没有问题了，说明是终端问题。

分析流程



感谢观看