

5G SA 切换流程，信令 及参数

讲师：捻叶成剑

SA的切换

SA的切换跟4g是一样的，都属于**硬切换**，既：先断后连。

SA的系统内部切换，从大类上可以分为**站内切换**，**Xn站间切换**，和**N2站间切换**。

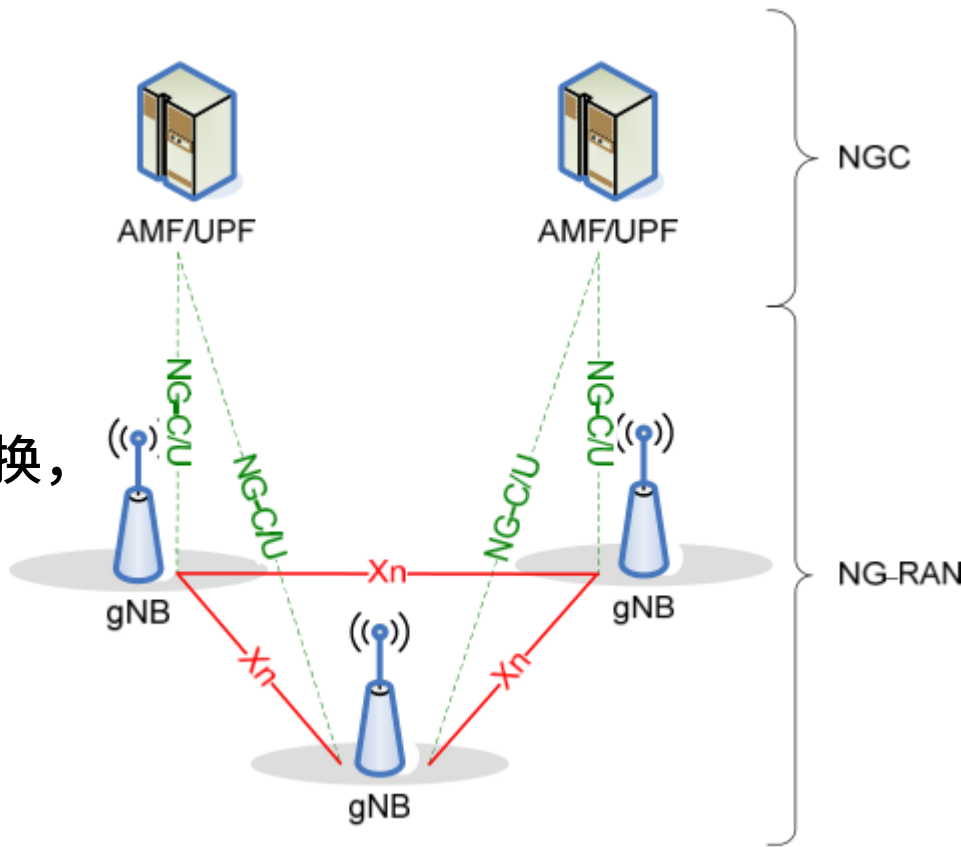
如果俩基站之间配置了 Xn 口，并且传输正常，站间切换采用 Xn 切换，即源侧、目标侧小区所属的站点通过 Xn 口进行切换信号的交互

如果没有配置Xn，或者 Xn 传输异常，则站间切换采用 N2接口切换，即源侧、目标侧小区所属的站点通过 N2 口进行切换信号的交互。（**NG接口实际上也就是N2接口**）

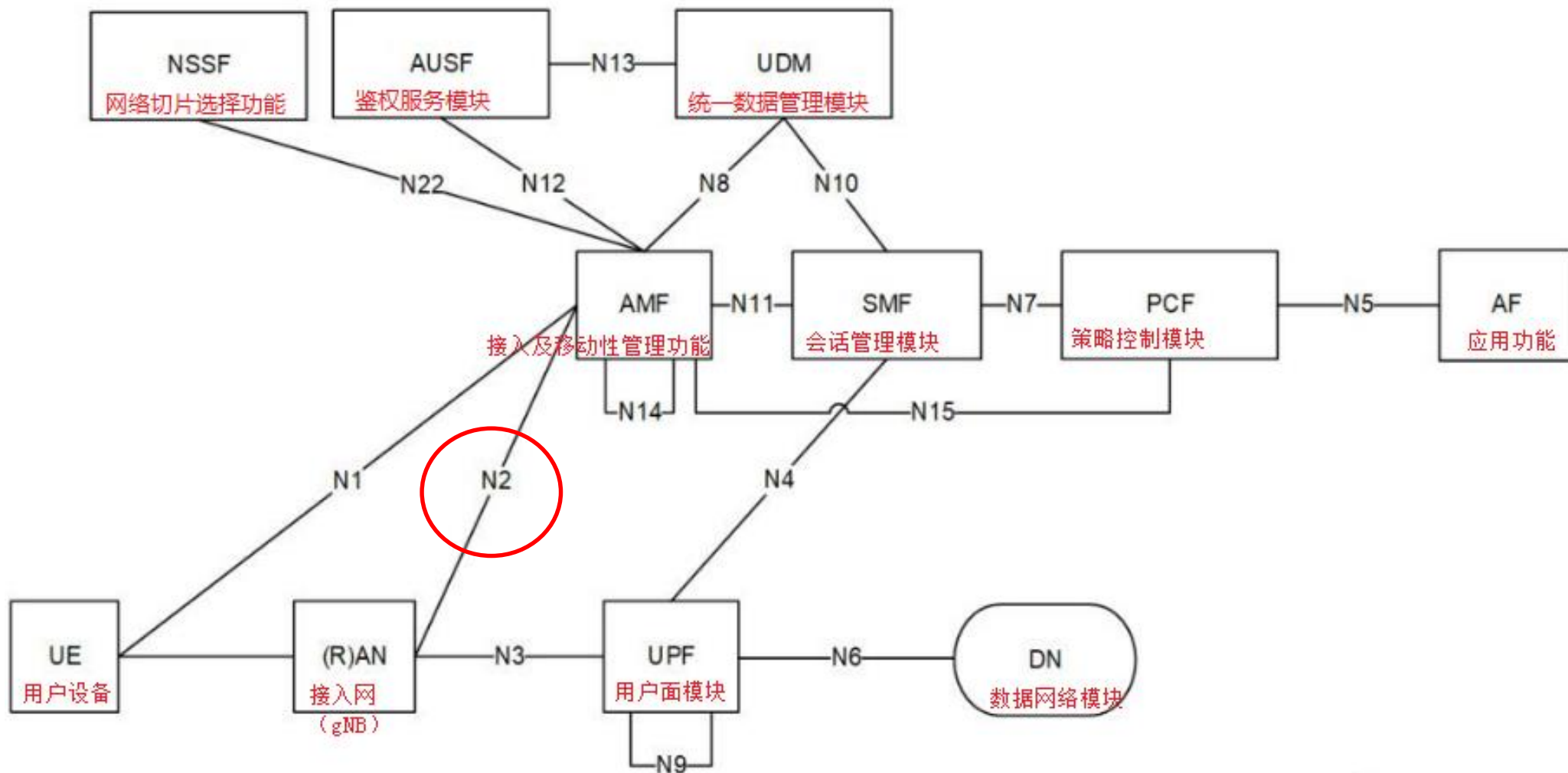
SA也支持**异系统切换**，既从5G向4G切换。

整体上，5G SA模式下切换原理与4G极为类似。

我们重点以Xn切换为例子讲解。

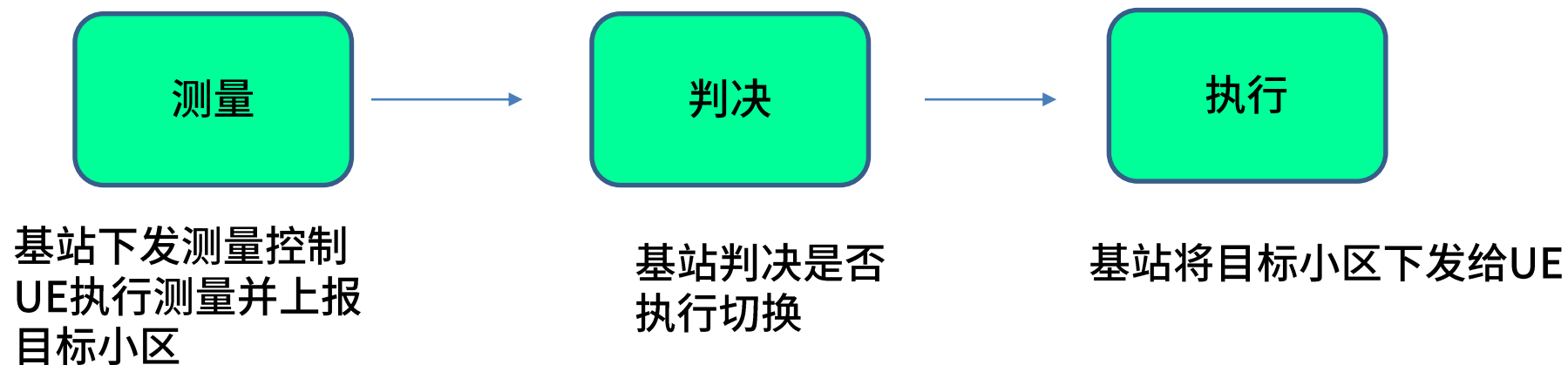


SA的切换



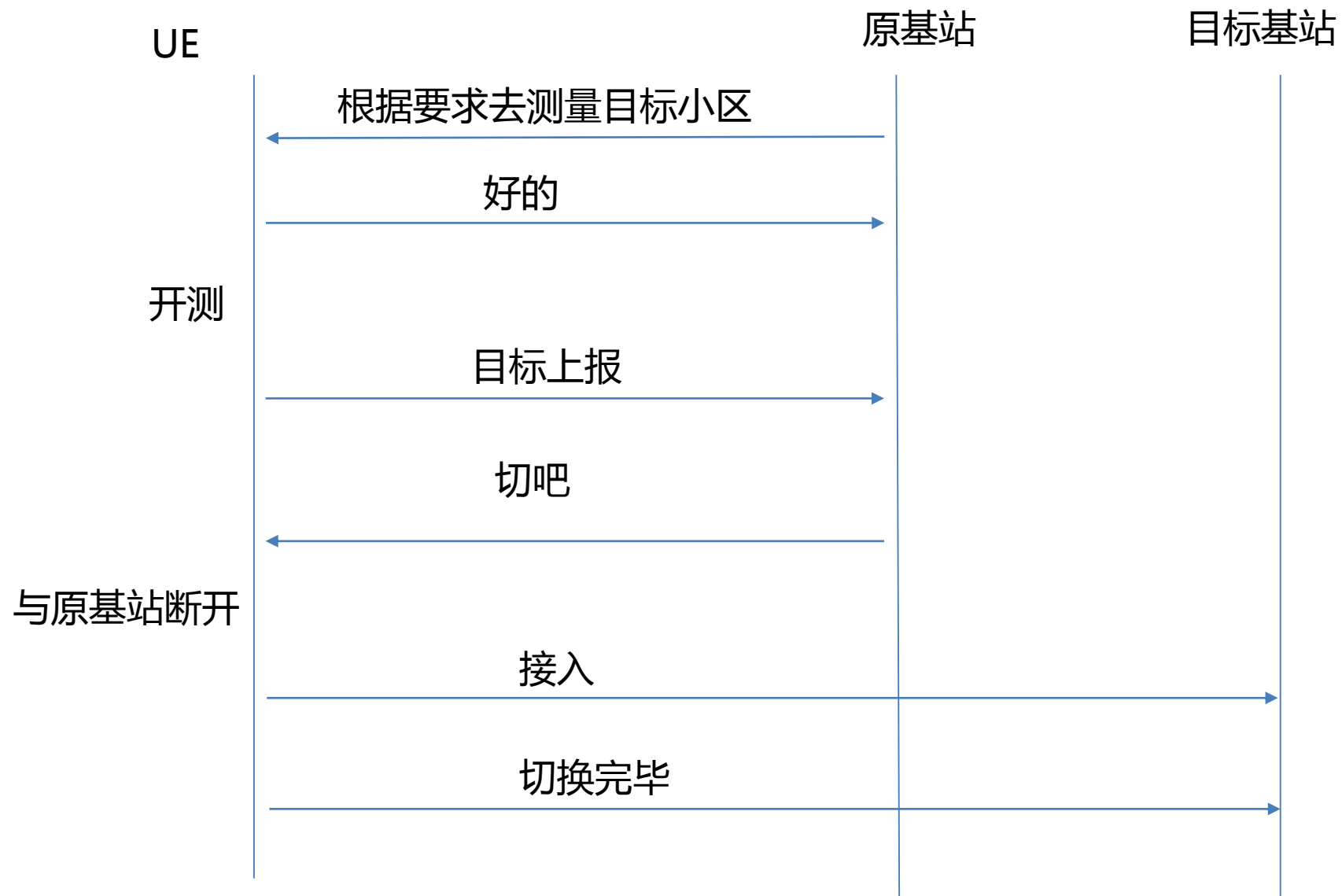
切换流程

SA模式下，切换从大流程上，分为**测量**，**判决**，**执行**三个步骤。

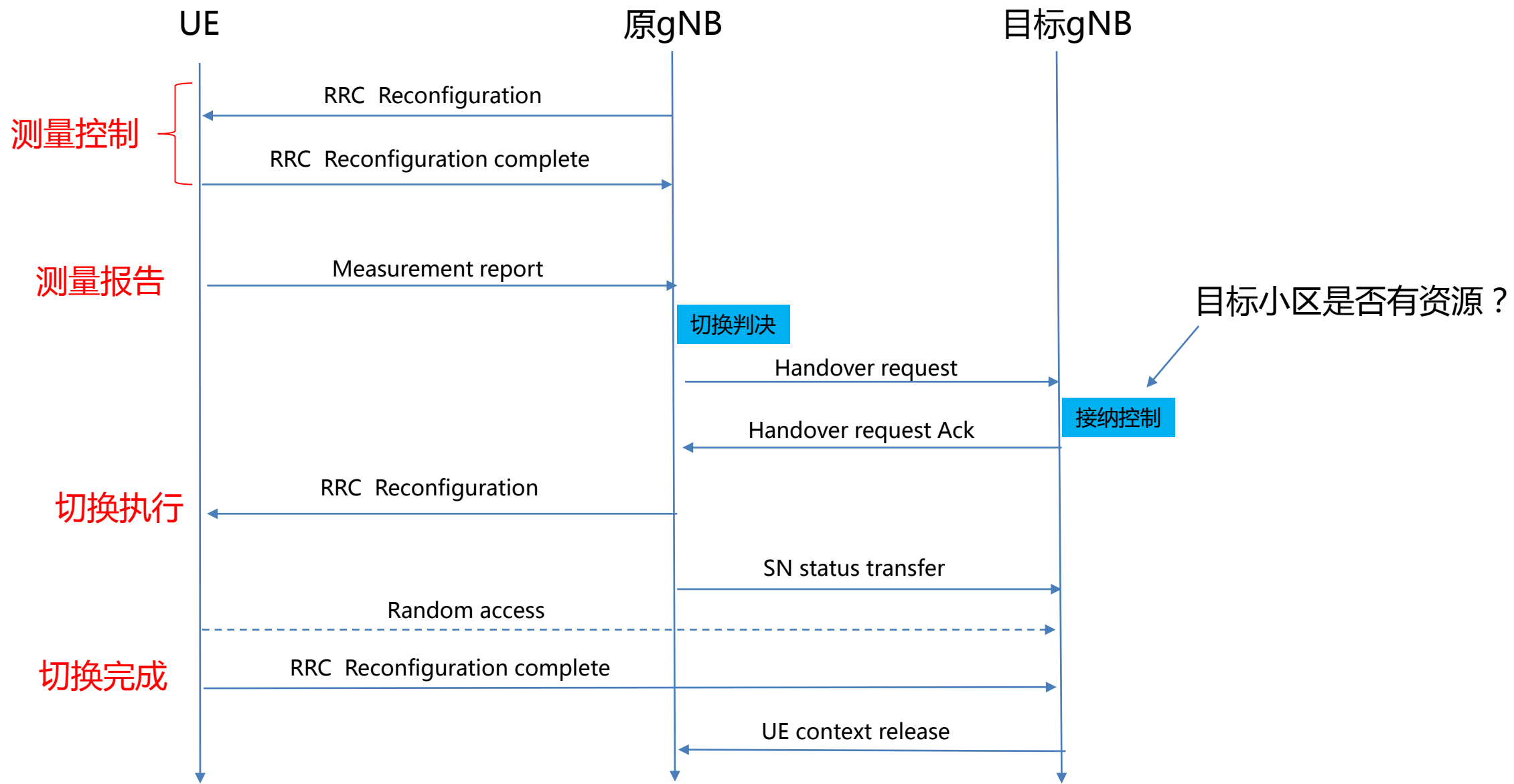


切换可以基于覆盖的切换，也可以支持负荷均衡。我们主要讲基于覆盖的切换。

切换流程



Xn切换信令流程



切换测量控制

在UE完成接入或切换成功后，gNodeB会立刻通过RRC Reconfiguration向UE下发测量控制信息。

RRC Reconfiguration中含有：UE需要测量的频点，邻区PCI（华为没有，中兴有，看设备），切换参数

```
measObjectToAddModList
  n = 1
  elem[0]
    measObjectId = 1
    measObject
      t = 1
      u
        measObjectNR_LF 测量对象是5G低频
        tOptFlags
          cellsToRemoveListPresent = 0
          cellsToAddModListPresent = 1
          blackCellsToRemoveListPresent = 0
          blackCellsToAddModListPresent = 0
          carrierFreq = 43090 测量对象频点
          allowedMeasBandwidth = 0 : AllowedMeasBandwidth_Root_mbw6
          offsetFreq = 15 : Q_OffsetRange_Root_dB0
    cellsToAddModList
      n = 3 给出了要测量的邻区列表，这也是网管配置的邻区
      elem[0]
        cellIndex = 1
        beamNeighborRelationList
          n = 1
          elem[0]
            servingCellBeamID = 0
            neighborBeamBitmap
              numbits = 10
              data = 10000000 00(BIT)
            physCellId = 226
            cellIndividualOffset = 15 : Q_OffsetRange_Root_dB0 该邻区关系CIO
```

```
reportConfigNR
  triggerType
    t = 1
    u
      event
        eventId
          t = 3 切换使用A3事件
          u
            eventA3
              a3_Offset = 5 A3门限：5*0.5+3*0.5=4
              reportOnLeave = FALSE
            hysteresis = 3
            timeToTrigger = 8 : TimeToTrigger_Root_ms320
            triggerQuantity = 0 : ReportConfigNR_triggerQuantity_Root_rsrp
            reportQuantity = 0 : ReportConfigNR_reportQuantity_Root_sameAsTriggerQuantity
            maxReportCells = 3
            reportInterval = 4 : ReportInterval_Root_ms1024
            reportAmount = 6 : ReportConfigNR_reportAmount_Root_r64
```

切换测量事件

5G的切换当中，最重要的就是切换事件，那么事件是干啥用的？

实际上，事件，就是让UE在**满足一定条件下**，**做出某些动作**。

A2和A1的作用，是启动和关闭异频、异系统测量（**UE对同频是一直测量的，不需要开关**）

A3，A4，A5主要是切换目标小区筛选。

A6应用在载波聚合的辅助小区变更

B1和B2应用于异系统切换（向4G切换）

当测量结果满足某个事件的参数的时候，UE上报事件给基站

事件类型	事件含义
A1	服务小区高于绝对门限
A2	服务小区低于绝对门限
A3	邻区-服务小区高于相对门限
A4	邻区高于绝对门限
A5	邻区高于绝对门限且服务小区低于绝对门限
A6	载波聚合中,辅载波与本区的RSRP/RSRQ/SINR差值比该值实际dB值大时，触发RSRP/RSRQ/SINR上报。
B1	异系统邻区高于绝对门限
B2	本系统服务小区低于绝对门限且异系统邻区高于绝对门限

A2事件

A2用于启动异频/异系统测量，当服务小区信号的电平或者质量低于 指定门限时触发。当UE上报A2事件后，gNB会通过下发异频/异系统测量控制。

$$Ms + Hys < Thresh$$

Ms：服务小区的测量结果（可以是SS-RSRP，RSRQ，
目前只用SS-RSRP）

Hys：A2事件的迟滞参数

Thresh：A2事件的门限参数

Time to trigger：A2事件触发时延

A1事件

A1事件用于停止异频/异系统测量，当服务小区质量高于指定门限时触发。A1的判决公式如下：

A1事件公式如下：

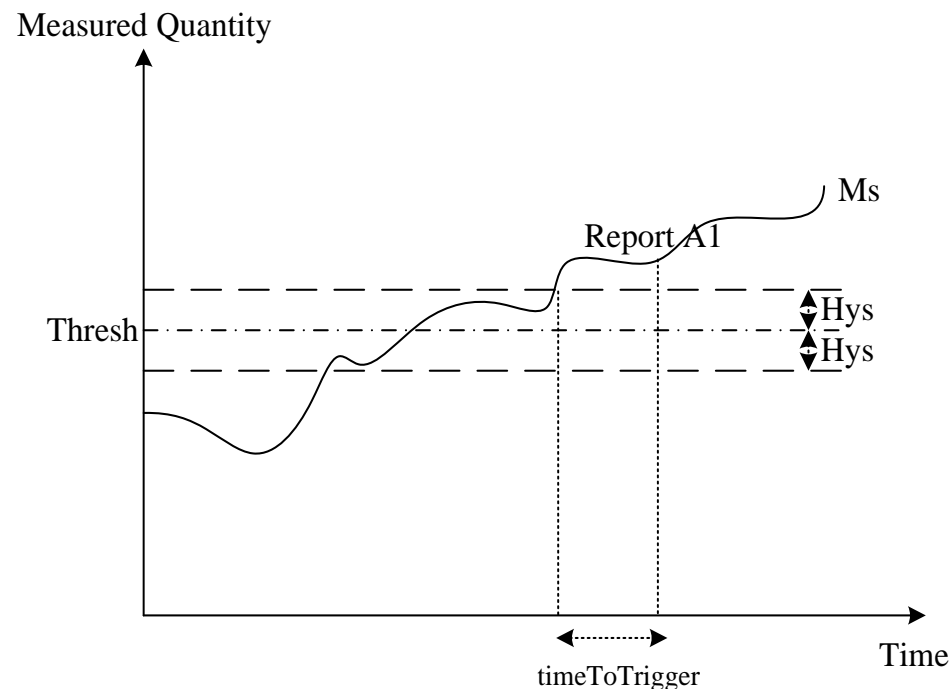
$$M_s - H_{ys} > Thresh$$

M_s ：服务小区的测量结果（可以是SS-RSRP，RSRQ
目前只用SS-RSRP）

H_{ys} ：A1事件的迟滞参数

$Thresh$ ：A1事件的门限参数

Time to trigger：A1事件触发时延



A1&A2举个例子

假设UE想从5G切换到4G去，这个时候，首先要启动对4G的RSRP的测量，这个时候看A2事件参数，

A2启动异频异系统测量 $M_s + H_{ys} < Thresh$

假设：A2门限Thresh为-100dbm，迟滞Hys=0，Time to trigger=320ms

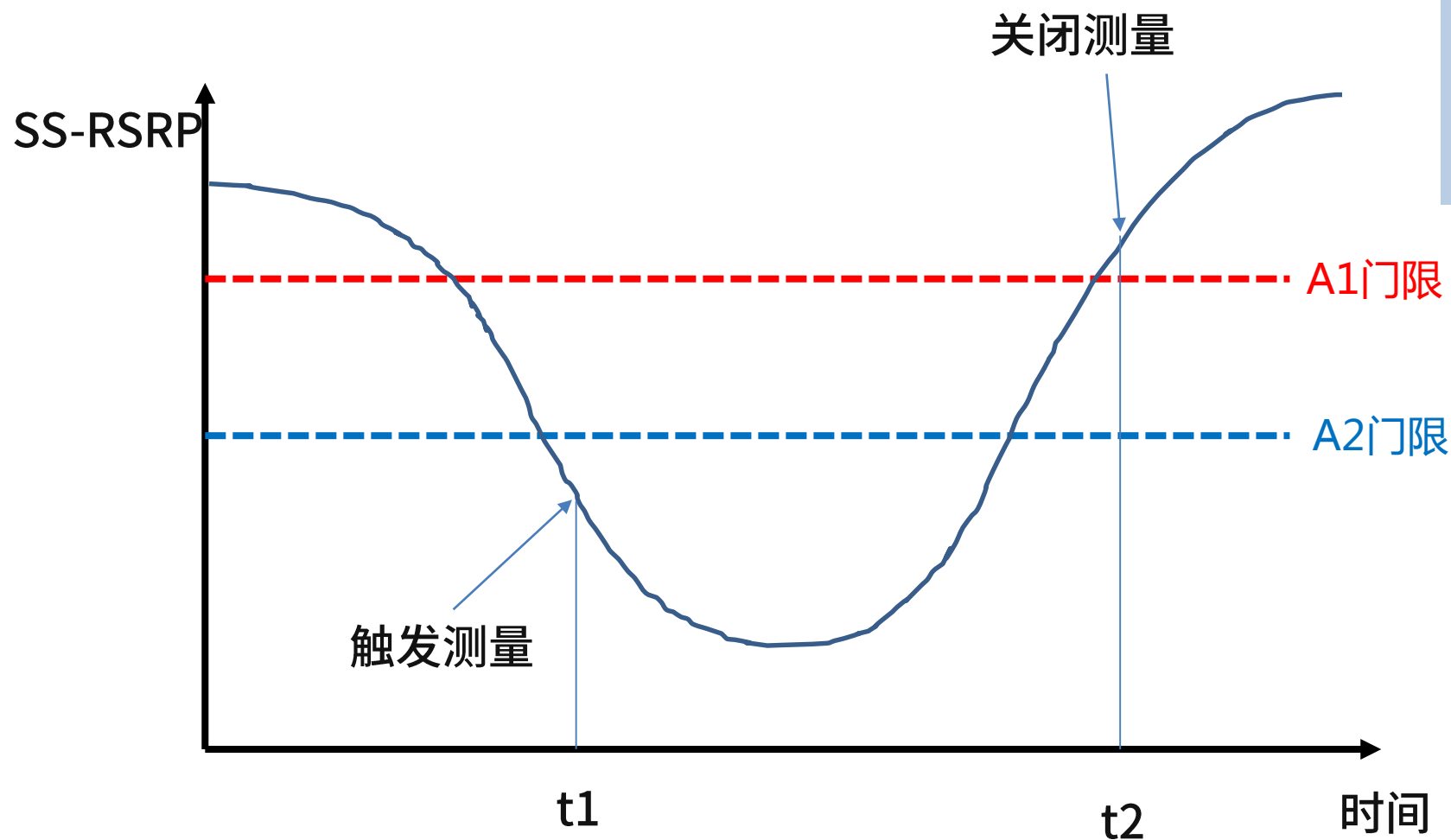
这个时候，只要UE的RSRP小于-100dbm持续320ms，UE就会上报A2事件触发对4G的测量

A1关闭异频异系统测量 $M_s - H_{ys} > Thresh$

假设：A1门限Thresh为-95dbm，迟滞Hys=0，Time to trigger=320ms

这个时候，只要UE的RSRP大于-95dbm持续320ms，UE就会上报A1事件关闭对4G的测量

A1&A2举个例子



A1的门限比A2的门限至少大3db
以上比较好，否则信号稍微一波动就会导致测量关闭，或者反复开启关闭，影响切换。

既然启动测量后面才可能测出邻区
测出邻区才能进行异频异系统切换，
那么是不是让A2的门限越高越好，
这样UE很容易就启动测量，也
更容易切换了？

答：更容易测量是没有问题的，
但是，测量过程中，会降低网速！
原因是测量过程中使用GAP（间隙）

在t1到t2这段时间内，如果没有切换，则t2之后就关闭测量了。

测量GAP

异频异RAT测量：若UE无多个接收机，无法同时进行服务小区和异频邻小区的收发。

为使UE进行切换准备，服务小区需要安排一个gap（测量间隙）进行测量。

GAP表示在10ms无线帧当中抽出多少时间用来进行异频异系统测量的时间，

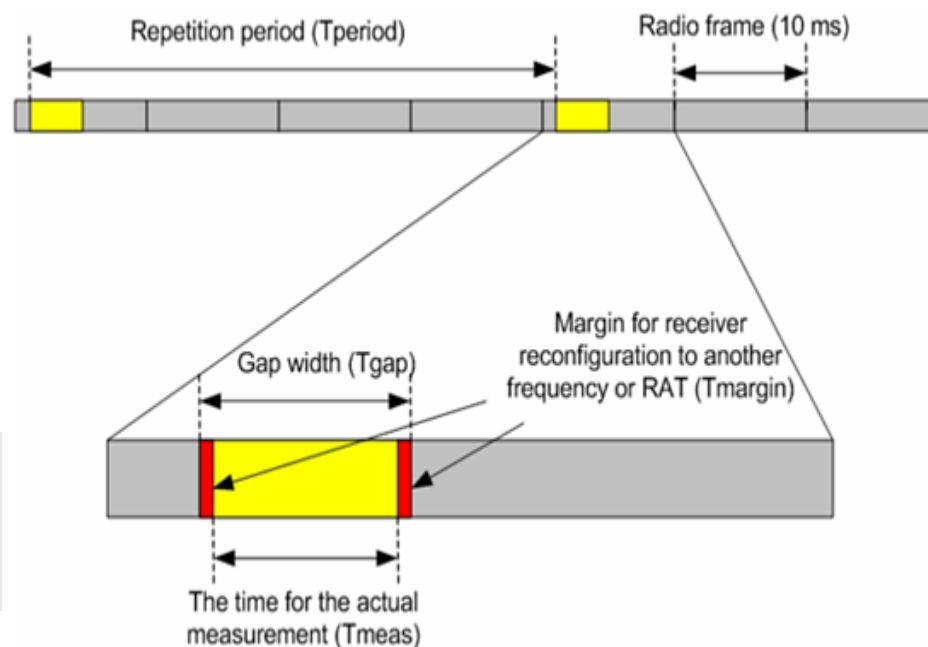
在这段GAP时间内，系统资源不可用于在服务单元中传输和接收数据，将导致低DL/UL吞吐量。

协议中规定GAP的时长可以设置为1.5、3、3.5、4、5.5和6 ms

GAP的重复周期可以配置为20,40,80和160 ms

RRC Reconfiguration消息的MeasConfig字段的
GapConfig信元中

```
GapConfig ::= SEQUENCE {  
    gapOffset INTEGER (0..159),  
    mgl ENUMERATED {ms1dot5, ms3, ms3dot5, ms4, ms5dot5, ms6},  
    mgrp ENUMERATED {ms20, ms40, ms80, ms160},  
    mgta ENUMERATED {ms0, ms0dot25, ms0dot5},  
    ...  
}
```



A3事件

A3事件用于基于覆盖的同频切换的目标小区上报（基于覆盖的意思是只看RSRP，不看别的）

$$Mn + Ofn + Ocn - Hys > Mp + Ofp + Ocp + Off$$

- Mn：邻区的测量结果（可以是SS-RSRP，RSRQ，目前只用SS-RSRP）
- Ofn：邻区频率的特定频率偏置，默认为0，同频切换不考虑
- Ocn：邻区的特定小区偏置（CIO）
- Mp：服务小区的测量结果（可以是SS-RSRP，RSRQ，目前只用SS-RSRP）
- Ofp：服务小区的特定频率偏置，默认为0，同频切换不考虑
- Ocp：服务小区的特定小区偏置，通常为0
- Hys：A3事件迟滞
- Off：A3事件偏置
- Time to trigger：A3事件触发时延

对于同频切换，服务小区和邻区使用相同的频点，则Ofn和Ofp均为0，服务小区的特定小区偏置Ocp，一般情况下都为0，所以同频切换A3事件的触发条件可以简化为：

$$Mn + Ocn - Hys > Ms + Off$$

A3事件

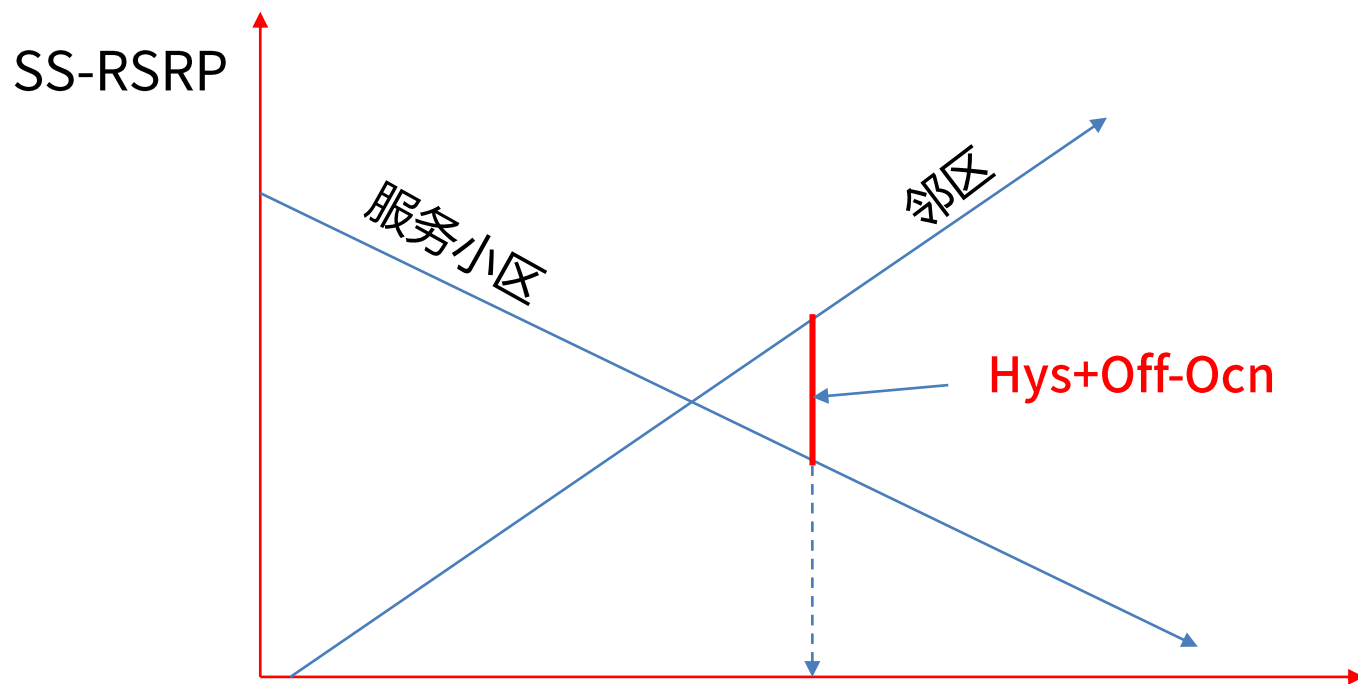
$$M_n + O_{cn} - H_{ys} > M_s + Off \quad == \gg \quad M_n > M_s + H_{ys} + Off - O_{cn}$$

核心参数如下：

- Hys：A3事件迟滞（0.5步长）
- Off：A3事件偏置（0.5步长）
- Ocn：邻区的特定小区偏置（CIO）

信令举例：

```
4 eventA3
4 a3 Offset
  t = 1
  4 u
    rsrp = 3
    reportOnLeave = FALSE
    hysteresis = 3
    timeToTrigger = 8 TimeToTrigger_Root_ms320
    useWhiteCellList = FALSE
```



Hys=3*0.5=1.5, Off=3*0.5=1.5, 假设Ocn=0

那么，邻区RSRP比服务小区RSRP大1.5+1.5=3db，并且持续320ms，就触发上报A3事件，将这个邻区上报给gnodeB

切换空口信令

19	MS1	MS->gNodeB	RRCReconfigurationComplete
20	MS1	gNodeB->MS	RRCReconfiguration
21	MS1	MS->gNodeB	RRCReconfigurationComplete
22	MS1	gNodeB->MS	MIB
23	MS1	gNodeB->MS	SIB1
24	MS1	gNodeB->MS	SystemInformation
25	MS1	MS->gNodeB	MeasurementReport
26	MS1	gNodeB->MS	RRCReconfiguration
27	MS1	MS->gNodeB	RRCReconfigurationComplete

测量控制

测量报告

切换执行

A4事件

- A4事件主要用于基于**频率优先级的异频切换**的目标小区上报。当邻区质量高于指定门限时UE上报A4事件。gNB收到A4后进行切换判决，判决公式如下：

$$Mn + Ofn + Ocn - Hys > Thresh$$

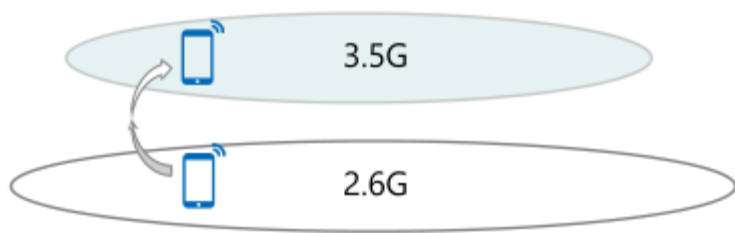
- Mn：邻区的测量结果
- Ofn：邻区频率的特定频率偏置，默认为0
- Ocn：邻区的特定小区偏置（CIO）
- Hys：A4事件的迟滞参数
- Thresh：A4事件的门限参数
- Time to trigger：A4事件触发时延

A4事件也支持基于MLB（负载均衡）的异频切换

负载均衡主要是防止小区用户过多，产生拥塞
用户出现速率过低以及缓冲区数据量过高
优先将此类用户转移到低负载的小区

A4事件

基于频率优先级的异频切换，一般是在多频段同覆盖场景下，高低频点同覆盖，这个时候，可以让高频点吸收用户，而低频点空闲保证覆盖。



使用这个功能，首先要打开基于频率优先级的异频切换开关

异频切换算法开关 = 基于覆盖的异频切换开关:开
= 基于频率优先级的异频切换开关:开
= 异频重定向开关:开

这里面，不同频率的优先级是通过流量优先级这个参数来区分的

MO	NR小区频点关系
参数 ID	TrafficPriority
参数名称	流量优先级

- 取值范围：0-16
- 该参数配置数值越大，优先级越高
- 该参数取值为0表示不选择该频点作为基于频率优先级切换的目标频点

A4事件

基于**频率优先级**的异频切换是基于：A1/A2+A4的事件组合

一定要注意，此种情况下跟前面的不同，此时A1事件是**启动**测量，而A2事件是**停止**测量

查询NR小区异频切换测量参数组

NR小区标识	=	88
异频切换测量参数组标识	=	0
异频A4A5时间迟滞(毫秒)	=	320
异频A4A5幅度迟滞(0.5分贝)	=	2
异频A1A2时间迟滞(毫秒)	=	320
异频A1A2幅度迟滞(0.5分贝)	=	2
基于频率优先级的异频切换A2 RSRP门限(毫瓦分贝)	=	-89
基于频率优先级的异频切换A1 RSRP门限(毫瓦分贝)	=	-86
基于覆盖的异频A5 RSRP触发门限1(毫瓦分贝)	=	-110
基于覆盖的异频A5 RSRP触发门限2(毫瓦分贝)	=	-106
基于覆盖的异频A2 RSRP触发门限(毫瓦分贝)	=	-110
基于覆盖的异频A1 RSRP触发门限(毫瓦分贝)	=	-106

基于**频率优先级**的异频切换A1和A2门限
此时**A1**事件是**启动**测量，而**A2**事件是**停止**测量

基于**覆盖**的异频切换的A1，A2门限
此时**A2**是启动测量，**A1**是关闭测量

A4事件—举例

举个例子：

查询NR小区异频切换测量参数组

```
-----
NR小区标识      = 88
异频切换测量参数组标识 = 0
异频A4A5时间迟滞(毫秒) = 320
异频A4A5幅度迟滞(0.5分贝) = 2
异频A1A2时间迟滞(毫秒) = 320
异频A1A2幅度迟滞(0.5分贝) = 2
基于频率优先级的异频切换A2 RSRP门限(毫瓦分贝) = -89
基于频率优先级的异频切换A1 RSRP门限(毫瓦分贝) = -86
```

A1公式: $Ms - Hys > Thresh$

RSRP>-86+1=-85dbm

A2公式: $Ms + Hys < Thresh$

RSRP<-89-1=-90dbm

- 当UE占用的服务小区RSRP大于-85dbm的时候，一直测量异频邻区；
- 当服务小区RSRP又小于-90dbm时，关闭测量异频邻区。

查询NR小区异频切换测量参数组

```
-----
NR小区标识      = 88
异频切换测量参数组标识 = 0
异频A4A5时间迟滞(毫秒) = 320
异频A4A5幅度迟滞(0.5分贝) = 2
异频A1A2时间迟滞(毫秒) = 320
异频A1A2幅度迟滞(0.5分贝) = 2
基于频率优先级的异频切换A2 RSRP门限(毫瓦分贝) = -89
基于频率优先级的异频切换A1 RSRP门限(毫瓦分贝) = -86
基于覆盖的异频A5 RSRP触发门限1(毫瓦分贝) = -110
基于覆盖的异频A5 RSRP触发门限2(毫瓦分贝) = -106
基于覆盖的异频A2 RSRP触发门限(毫瓦分贝) = -110
基于覆盖的异频A1 RSRP触发门限(毫瓦分贝) = -106
基于频率优先级的异频切换A4 RSRP门限(毫瓦分贝) = -104
```

A4公式: $Mn + Ofn + Ocn - Hys > Thresh$ 偏移量默认为0

RSRP>-104+1=-103dbm

- 当测量到的邻区的RSRP大于-103dbm的时候，上报测量报告将这个邻区上报给基站。

A4事件—举例

我们把上一页的参数设置结论放在这里：

- 当UE占用的服务小区RSRP大于-85dbm的时候，一直测量异频邻区；
- 当服务小区RSRP又小于-90dbm时，关闭测量异频邻区。
- 当测量到的邻区的RSRP大于-103dbm的时候，上报测量报告将这个邻区上报给基站。

假设：

服务小区是A小区，邻区为B小区，B小区的流量优先级大于A小区

A的RSRP为-75dbm，而B的RSRP为-80dbm

那么，由于服务小区A的RSRP大于-85dbm，因此它会测量异频邻区，将B小区测量出来（没启动测量的时候，UE不知道B的存在），测量出来的B小区RSRP为-80dbm，大于A4事件门限-103dbm，因此UE就会将B小区通过测量报告（Measurement report）上报给基站，然后基站判决执行。

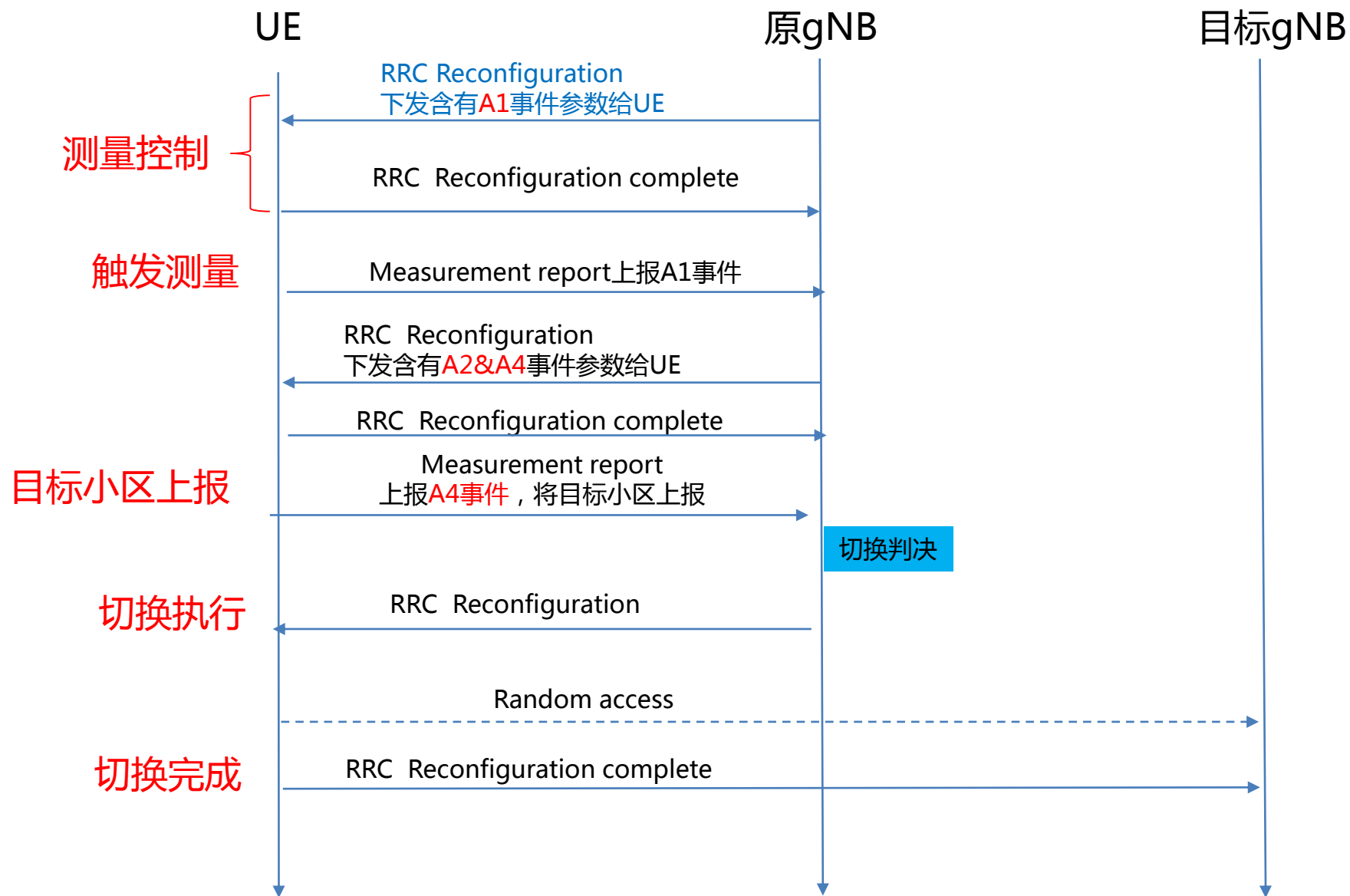
这样，UE就从一信号好的A小区切换到了信号差一点的B小区。看起来是不是很荒谬？

但事实上，别忘了这种切换是基于频率的优先级的，B小区的优先级大于A的优先级，哪怕A强度比B强，也会执行切换。

做个类比：这就像吃饭，A是菜，B是肉，吃肉的优先级就比吃菜的优先级高，哪怕菜比肉热，我们也倾向于吃肉，除非肉太凉了，是冰冻的肉（B的RSRP比A4的门限要小），这个时候我们还是吃菜把，毕竟冻肉伤牙！

A4事件

空口整体流程



A5事件

A5事件用于异频的基于覆盖异频切换的目标小区上报

基本逻辑是服务小区质量低于一个门限，同时邻区质量高于一个门限，判决公式如下：

$$M_p + Hys < Thresh1 \& M_n + Ofn + Ocn - Hys > Thresh2$$

- Mn：邻区的测量结果（可以是SS-RSRP，RSRQ，目前只用SS-RSRP）
- Ofn：邻区频率的特定频率偏置，默认为0
- Ocn：邻区的特定小区偏置（CIO）
- Mp：服务小区的测量结果（可以是SS-RSRP，RSRQ，目前只用SS-RSRP）
- Hys：A5事件迟滞
- Thresh1：A5门限1
- Thresh2：A5门限2
- Time to trigger：A5事件触发时延

A5事件

基于覆盖的异频切换开关需要打开

异频切换算法开关 = 基于覆盖的异频切换开关:开
= 基于频率优先级的异频切换开关:关
= 异频重定向开关:开

基于覆盖的异频切换是基于：A1/A2+A5的事件组合

查询NR小区异频切换测量参数组

```
-----
NR小区标识 = 88
异频切换测量参数组标识 = 0
异频A4A5时间迟滞(毫秒) = 320
异频A4A5幅度迟滞(0.5分贝) = 2
异频A1A2时间迟滞(毫秒) = 320
异频A1A2幅度迟滞(0.5分贝) = 2
基于频率优先级的异频切换A2 RSRP门限(毫瓦分贝) = -89
基于频率优先级的异频切换A1 RSRP门限(毫瓦分贝) = -86
基于覆盖的异频A5 RSRP触发门限1(毫瓦分贝) = -110
基于覆盖的异频A5 RSRP触发门限2(毫瓦分贝) = -106
基于覆盖的异频A2 RSRP触发门限(毫瓦分贝) = -110
基于覆盖的异频A1 RSRP触发门限(毫瓦分贝) = -106
基于频率优先级的异频切换A4 RSRP门限(毫瓦分贝) = -104
```

在这种情况下，就是我们前面讲的A2启动测量，A1关闭测量

A5事件—举例

查询NR小区异频切换测量参数组

NR小区标识 = 88
异频切换测量参数组标识 = 0
异频A4A5时间迟滞(毫秒) = 320
异频A4A5幅度迟滞(0.5分贝) = 2
异频A1A2时间迟滞(毫秒) = 320
异频A1A2幅度迟滞(0.5分贝) = 2
基于频率优先级的异频切换A2 RSRP门限(毫瓦分贝) = -89
基于频率优先级的异频切换A1 RSRP门限(毫瓦分贝) = -86
基于覆盖的异频A5 RSRP触发门限1(毫瓦分贝) = -110
基于覆盖的异频A5 RSRP触发门限2(毫瓦分贝) = -106
基于覆盖的异频A2 RSRP触发门限(毫瓦分贝) = -110
基于覆盖的异频A1 RSRP触发门限(毫瓦分贝) = -106
基于频率优先级的异频切换A4 RSRP门限(毫瓦分贝) = -104

A1公式: $M_s - H_{ys} > Thresh$

$RSRP > -106 + 1 = -105\text{dbm}$

A2公式: $M_s + H_{ys} < Thresh$

$RSRP < -110 - 1 = -111\text{dbm}$

- 当UE占用的服务小区RSRP小于-111dbm的时候，一直测量异频邻区；
- 当服务小区RSRP又大于-105dbm时，关闭测量异频邻区。

查询NR小区异频切换测量参数组

NR小区标识 = 88
异频切换测量参数组标识 = 0
异频A4A5时间迟滞(毫秒) = 320
异频A4A5幅度迟滞(0.5分贝) = 2
异频A1A2时间迟滞(毫秒) = 320
异频A1A2幅度迟滞(0.5分贝) = 2
基于频率优先级的异频切换A2 RSRP门限(毫瓦分贝) = -89
基于频率优先级的异频切换A1 RSRP门限(毫瓦分贝) = -86
基于覆盖的异频A5 RSRP触发门限1(毫瓦分贝) = -110
基于覆盖的异频A5 RSRP触发门限2(毫瓦分贝) = -106
基于覆盖的异频A2 RSRP触发门限(毫瓦分贝) = -110
基于覆盖的异频A1 RSRP触发门限(毫瓦分贝) = -106
基于频率优先级的异频切换A4 RSRP门限(毫瓦分贝) = -104

A5公式 $M_p + H_{ys} < Thresh1 \& M_n + O_{fn} + O_{cn} - H_{ys} > Thresh2$

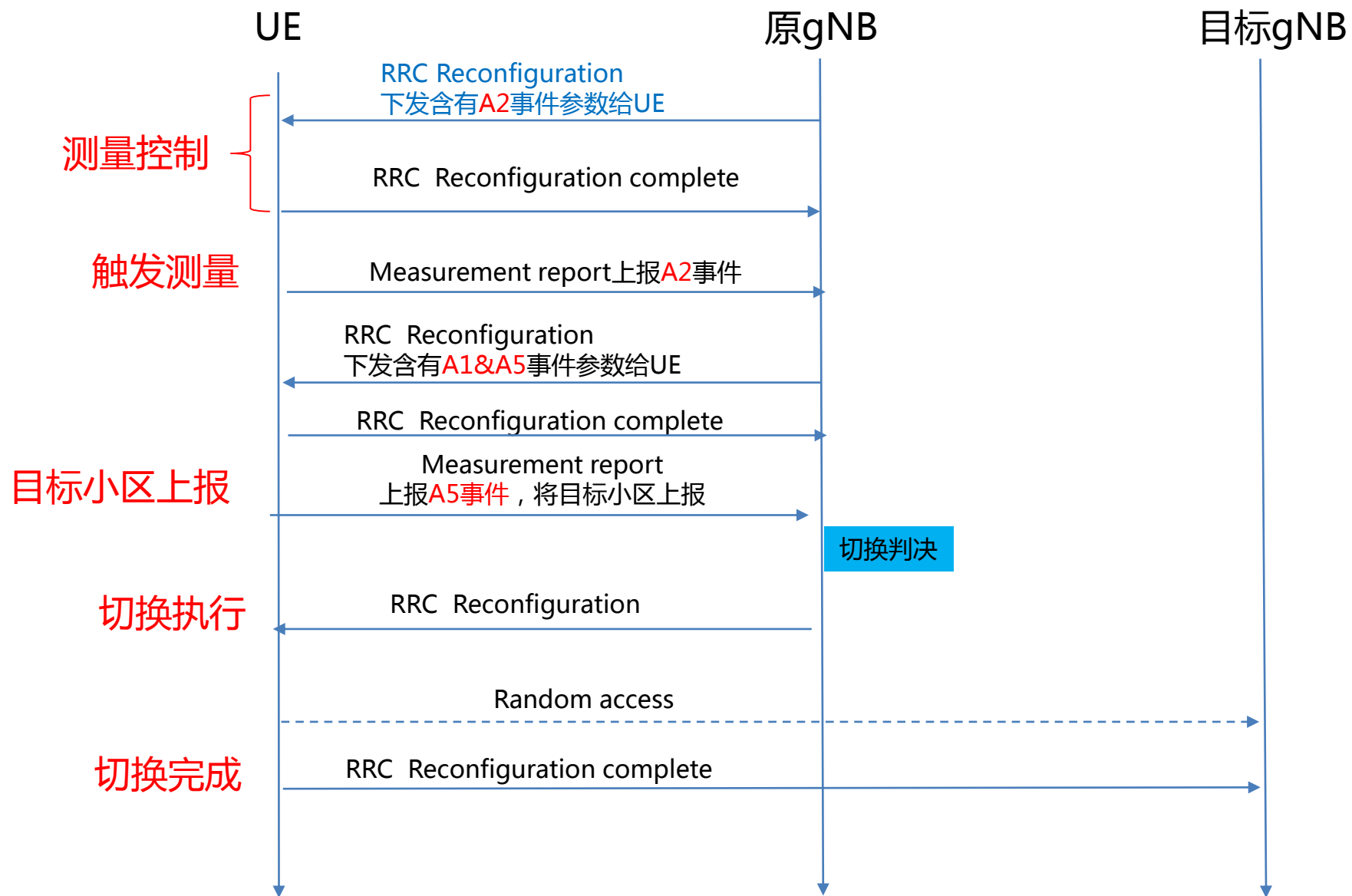
服务小区RSRP < -110 - 1 = -111dbm

邻区RSRP > -106 + 1 = -105dbm

- 当UE服务小区的RSRP小于-111dbm且邻区RSRP > -105dbm的时候，上报测量报告将这个邻区上报给基站。

A5事件

空口整体流程



B1事件

B1主要用于基于覆盖的异系统切换目标小区上报（5G向4G切换）

$$Mn + Ofn + Ocn - Hys > Thresh$$

- Mn：邻区的测量结果（LTE的RSRP）
- Ofn：邻区频率的特定频率偏置，默认为0
- Ocn：邻区的特定小区偏置（CIO）
- Hys：B1事件的迟滞参数
- Thresh：B1事件的门限
- Time to trigger：B1事件触发时延

查询NR小区E-UTRAN切换测量参数组

NR小区标识	=	5
异系统切换至E-UTRAN测量参数组标识	=	0
基于覆盖的切换B1 RSRP门限(毫瓦分贝)	=	-111
基于覆盖的切换B1B2幅度迟滞(0.5分贝)	=	2
基于覆盖的切换B1B2时间迟滞(毫秒)	=	320

B2事件

B2用于**异系统切换**目标小区上报（**5G向4G切换**），核心逻辑是5G服务小区的质量低于一个**绝对门限1**，并且4G邻区质量高于一个**绝对门限2**。

判决公式如下：

$$M_p + Hys < Thresh1 \& M_n + Ofn + Ocn - Hys > Thresh2$$

- Mn：邻区的测量结果（LTE的RSRP）
- Ofn：邻区频率的特定频率偏置，默认为0
- Ocn：邻区的特定小区偏置（CIO）
- Mp：服务小区的测量结果（NR的SS-RSRP）
- Hys：B2事件迟滞
- Thresh1：B2门限1
- Thresh2：B2门限2
- Time to trigger：A5事件触发时延

目前**SA**主要使用**B2事件**进行跨系统切换（**5G向4G切换**）

查询NR小区异系统切换参数

NR小区标识	=	5
切换方式开关	=	EUTRAN切换开关:关
	=	EUTRAN重定向开关:关
	=	语音业务盲模式开关:关
	=	基于覆盖的E-UTRAN最强邻区重定向开关:关
EPS_FB保护定时器(100毫秒)	=	40
异系统切换触发事件类型	=	B2事件
EPS_FB模式	=	切换

B2事件

B2事件门限1

查询NR小区异系统切换测量参数组

NR小区标识 = 5
异系统切换测量参数组标识 = 0
异系统切换A1 RSRP门限(毫瓦分贝) = -111
异系统切换A2 RSRP门限(毫瓦分贝) = -115
异系统切换A1A2幅度迟滞(0.5分贝) = 2
异系统切换A1A2时间迟滞(毫秒) = 320

基于覆盖的切换至E-UTRAN盲A2 RSRP门限(毫瓦分贝) = -121

基于覆盖的切换至E-UTRAN B2 RSRP门限1(毫瓦分贝) = -115

B1事件的门限与B2事件的门限2是一个参数

查询NR小区E-UTRAN切换测量参数组

NR小区标识 = 5
异系统切换至E-UTRAN测量参数组标识 = 0
基于覆盖的切换B1 RSRP门限(毫瓦分贝) = -111
基于覆盖的切换B1B2幅度迟滞(0.5分贝) = 2
基于覆盖的切换B1B2时间迟滞(毫秒) = 320

B2事件门限2
B2事件迟滞
B2事件时延

计算:

5G RSRP < -115 - 1

5G RSRP < -116

4G RSRP > -111 + 1

4G RSRP > -110

既: 当5G RSRP < -116 且 4G RSRP > -110 时
上报4G目标小区给基站

切换判决

基站对于UE上报的目标小区，进行判决，主要考虑以下几个方面：

- 1、该目标小区与服务小区是否有邻区关系
- 2、服务小区是否设置同频或者异频异系统禁止切换

关于邻区，这里面补充一些知识：

- 如果是站内切换，需要配置同频/异频邻区后才能进行切换；
- 如果是站间切换，需要配置外部小区、以及同频/异频异系统邻区后才能进行切换。一般来说，小区 A 与小区 B 的外部小区、同频邻区需要相互配置，使得 UE 可以双向切换。

如果站间切换，仅仅添加邻区而没有添加外部小区，则依然无法通过切换判决。

- 5G还支持自动添加邻区功能（ANR，一般不开启这个功能）

当 ANR 打开时，站内切换不需要配置同频/异频邻区，站间切换只要配置外部小区即可正常切换；

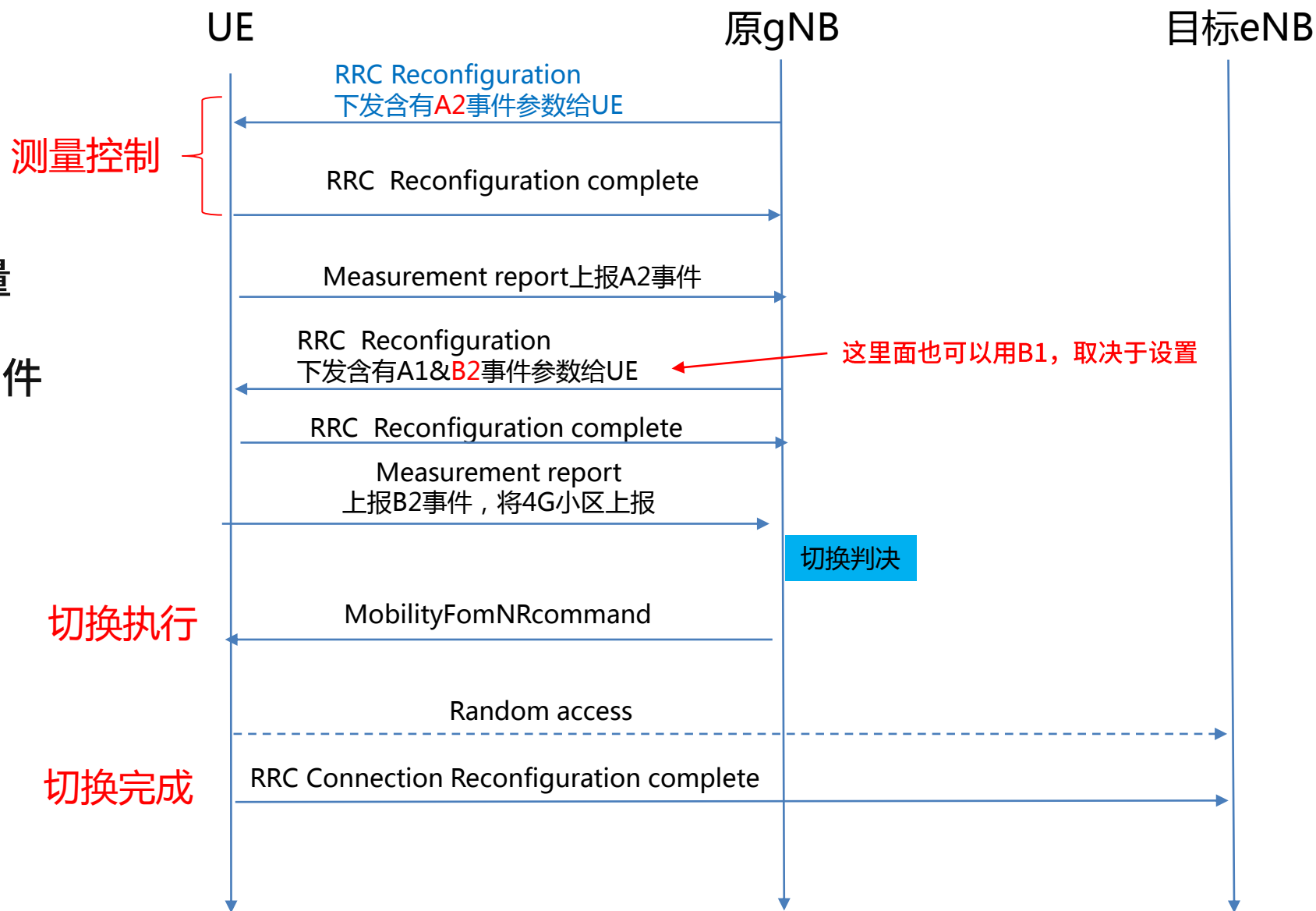
当 ANR 关闭则不管站内切换或站间切换都需要配置同频/异频邻区。

- NR还有邻区黑名单功能，加入黑名单后 UE 将不会测量上报名黑名单中的小区信号

5G向4G切换流程（核心部分）

5G向4G切换的流程：
首先先通过**A2**触发对LTE的测量
之后再下发**B2**事件参数，
UE通过B2判断目标小区满足条件
之后将LTE小区上报
最后，基站下发切换命令

注意，5G需要添加4G的：
相邻频点/外部小区/邻区关系



5G向4G切换流程

RRC reconfiguration: 下发A2事件参数

rsrp = true
rsrq = false
sinr = false
maxNrofRS-IndexesToReport = 1
includeBeamMeasurements = true

ReportConfigToAddMod
reportConfigId = 2
reportConfig
reportConfigNR
reportType
eventTriggered
eventId
eventA2
a2-Threshold
rsrp = 71
reportOnLeave = false
hysteresis = 0
timeToTrigger = ms320

rsType = ssb
reportInterval = ms1024
reportAmount = r1
reportQuantityCell
rsrp = true

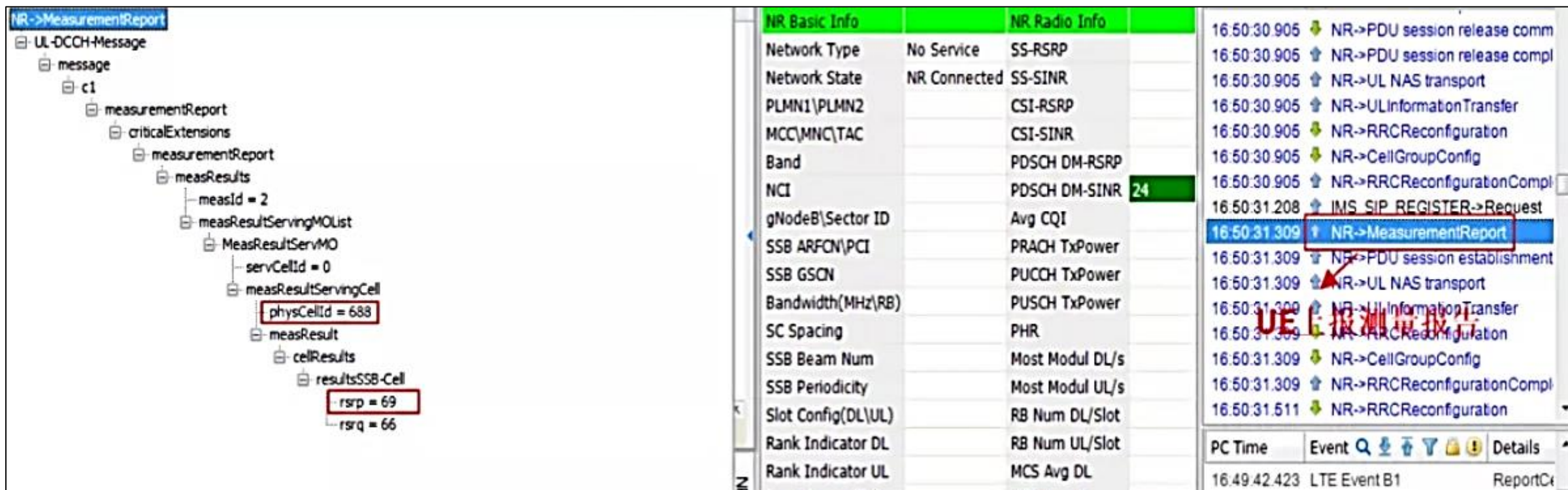
异系统起测门限 (A2)

NR Basic Info		NR Radio Info	
Network Type	NR	SS-RSRP	-75.88
Network State	NR Connected	SS-SINR	33.31
PLMN1\PLMN2	46011	CSI-RSRP	
MCC\MNC\TAC	460\11\11264	CSI-SINR	
Band	78	PDSCH DM-RSRP	
NCI	11813953539	PDSCH DM-SINR	36
gNodeB\Sector ID	2884266\3	Avg CQI	
SSB ARFCN\PCI	627264\688	PRACH TxPower	
SSB GSCN	7783	PUCCH TxPower	
Bandwidth(MHz\RB)	100\273	PUSCH TxPower	
SC Spacing	30kHz	PHR	
SSB Beam Num	7	Most Modul DL/s	
SSB Periodicity	20 ms	Most Modul UL/s	
Slot Config(DL\UL)	5\3	RB Num DL/Slot	
Rank Indicator DL		RB Num UL/Slot	
Rank Indicator UL		MCS Avg DL	
Grant Count DL/s		MCS Avg UL	
Grant Count UL/s		PDSCH BLER(%)	

16.50.30.198 ⬆ NR->ULInformationTransfer
16.50.30.400 ⬇ NR->RRCReconfiguration
16.50.30.400 ⬇ NR->CellGroupConfig
16.50.30.400 ⬆ NR->RRCReconfigurationCom
16.50.30.400 ⬇ NR->DL NAS transport
16.50.30.400 ⬇ NR->PDU session establishme
16.50.30.501 ⬆ NR->RRCReconfiguration
16.50.30.501 ⬇ NR->CellGroupConfig
16.50.30.501 ⬆ NR->RRCReconfigurationCom
16.50.30.501 ⬇ NR->RRCReconfiguration
16.50.30.501 ⬇ NR->CellGroupConfig
16.50.30.501 ⬆ NR->RRCReconfigurationCom
16.50.30.501 ⬇ NR->DL NAS transport
16.50.30.501 ⬇ NR->PDU session establishme
16.50.30.602 ⬆ IMS_SIP_REGISTER->Request
16.50.30.905 ⬆ NR->PDU session release req

PC Time	Event	Details
16:49:42.423	LTE Event B1	Report
16:50:18.987	LTE Event B1	Report
16:50:29.592	Registration Request	

UE收到A2事件测量报告



5G向4G切换流程

下发B2事件参数以及LTE的测量频点

rrcReconfiguration

measConfig

measObjectToAddModList

MeasObjectToAddMod

measObjectId = 2

measObject

measObjectEUTRA

carrierFreq = 1850

allowedMeasBandwidth = mbw100

eutra-PresenceAntennaPort1 = false

widebandRSRQ-Meas = false

reportConfigToReleaseList

ReportConfigId = 2

reportConfigToAddModList

ReportConfigToAddMod

ReportConfigToAddMod

reportConfigId = 4

reportConfig

reportConfigInterRAT

reportType

eventTriggered

eventId

eventB2

b2-Threshold1

rsrp = 68

b2-Threshold2EUTRA

rsrp = 40

reportOnLeave = false

hysteresis = 0

timeToTrigger = ms320

LTE1850测量信息

NR→LTE异系统切换门限 (B2)

NR Basic Info		NR Radio Info	
Network Type	NR	SS-RSRP	
Network State	NR Connected	SS-SINR	
PLMN1\PLMN2		CSI-RSRP	
MCC\MNC\TAC		CSI-SINR	
Band		PDSCH DM-RSRP	
NCI		PDSCH DM-SINR	24
gNodeB\Sector ID		Avg CQI	
SSB ARFCN\PCI		PRACH TxPower	
SSB GSCN		PUCCH TxPower	
Bandwidth(MHz\RB)		PUSCH TxPower	
SC Spacing		PHR	
SSB Beam Num		Most Modul DL/s	
SSB Periodicity		Most Modul UL/s	
Slot Config(DL\UL)		RB Num DL/Slot	
Rank Indicator DL		RB Num UL/Slot	
Rank Indicator UL		MCS Avg DL	
Grant Count DL/s		MCS Avg UL	
Grant Count UL/s		PDSCH BLER(%)	
C-RNTI		PUSCH BLER(%)	

Param	DL(Mbps)	UL(Mbps)
APP	0.000	
NR Thr		
SDAP		

16:50:31.309 NR→UL NAS transport

16:50:31.309 NR→UL InformationTransfer

16:50:31.309 NR→RRCReconfiguration

16:50:31.309 NR→CellGroupConfig

16:50:31.309 NR→RRCReconfigurationCompl

16:50:31.511 NR→RRCReconfiguration

16:50:31.511 NR→CellGroupConfig

16:50:31.511 NR→RRCReconfigurationCompl

16:50:31.511 NR→DL NAS transport

16:50:31.511 NR→PDU session establishment

16:50:31.612 IMS_SIP_REGISTER→OK 200

16:50:31.612 IMS_SIP_SUBSCRIBE

16:50:31.713 IMS_SIP_SUBSCRIBE 200

16:50:31.713 IMS_SIP_NOTIFY

16:50:31.713 IMS_SIP_NOTIFY 200

16:50:35.148 NR→MeasurementReport

PC Time	Event	Details
16:50:30.097	PDU Session Establish...	
16:50:30.198	PDU Session Establish...	
16:50:30.400	PDU Session Establish...	
16:50:30.501	PDU Session Establish...	
16:50:30.905	PDU Session Release...	
16:50:30.905	PDU Session Release...	
16:50:30.905	PDU Session Release...	
16:50:31.309	NR Event A2	Handove
16:50:31.309	PDU Session Establish...	

5G向4G切换流程

上报LTE目标小区PCI以及RSRP

MeasurementReport

MeasurementReport

criticalExtensions

measurementReport

measResults

measId = 4

measResultServingMOList

MeasResultServMO

servCellId = 0

measResultServingCell

physCellId = 688

measResult

cellResults

resultsSSB-Cell

rsrp = 68

rsrq = 65

measResultNeighCells

measResultListEUTRA

MeasResultEUTRA

eutra-PhysCellId = 93

measResult

rsrp = 61

MeasResultEUTRA

eutra-PhysCellId = 15

measResult

rsrp = 50

NR服务小区RSRP测量值

LTE邻区RSRP测量值

NR Basic Info		NR Radio Info	
Network Type	NR	SS-RSRP	-77.38
Network State	NR Connected	SS-SINR	31.75
PLMN1\PLMN2		CSI-RSRP	
MCC\MNC\TAC		CSI-SINR	
Band		PDSCH DM-RSRP	
NCI		PDSCH DM-SINR	35
gNodeB\Sector ID		Avg CQI	15
SSB ARFCN\PCI	627264\688	PRACH TxPower	0
SSB GSCN	7783	PUCCH TxPower	12
Bandwidth(MHz\RB)		PUSCH TxPower	
SC Spacing		PHR	22
SSB Beam Num		Most Modul DL/s	256QAM
SSB Periodicity		Most Modul UL/s	BPSK
Slot Config(DL\UL)		RB Num DL/Slot	263.57
Rank Indicator DL	2	RB Num UL/Slot	1
Rank Indicator UL		MCS Avg DL	26.94
Grant Count DL/s	1127	MCS Avg UL	20.88
Grant Count UL/s	10754	PDSCH BLER(%)	2.02
C-RNTI		PUSCH BLER(%)	0

Param	DL(Mbps)	UL(Mbps)
APP	553.002	
NR Thr		
SDAP	569.648	3.612
PDOP	571.896	3.948
RLC	573.744	4.134

16.50.31.309 NR->UL NAS transport

16.50.31.309 NR->ULInformationTransfer

16.50.31.309 NR->RRCReconfiguration

16.50.31.309 NR->CellGroupConfig

16.50.31.309 NR->RRCReconfigurationCompl

16.50.31.511 NR->RRCReconfiguration

16.50.31.511 NR->CellGroupConfig

16.50.31.511 NR->RRCReconfigurationCompl

16.50.31.511 NR->DL NAS transport

16.50.31.511 NR->PDU session establishment

16.50.31.612 IMS_SIP_REGISTER->OK 200

16.50.31.612 IMS_SIP_SUBSCRIBE

16.50.31.713 IMS_SIP_SUBSCRIBE 200

16.50.31.713 IMS_SIP_NOTIFY

16.50.31.713 IMS_SIP_NOTIFY 200

16.50.35.148 NR->MeasurementReport

PC Time Event Q Y T Y Details

16.50.30.097 PDU Session Establish...

16.50.30.198 PDU Session Establish...

16.50.30.400 PDU Session Establish...

16.50.30.501 PDU Session Establish...

16.50.30.905 PDU Session Release...

16.50.30.905 PDU Session Release...

16.50.30.905 PDU Session Release...

16.50.31.309 NR Event A2 Handove

16.50.31.309 PDU Session Establish...

16.50.31.511 PDU Session Establish...

16.50.35.148 NR Event B2 ReportC

5G向4G切换流程

切换执行命令

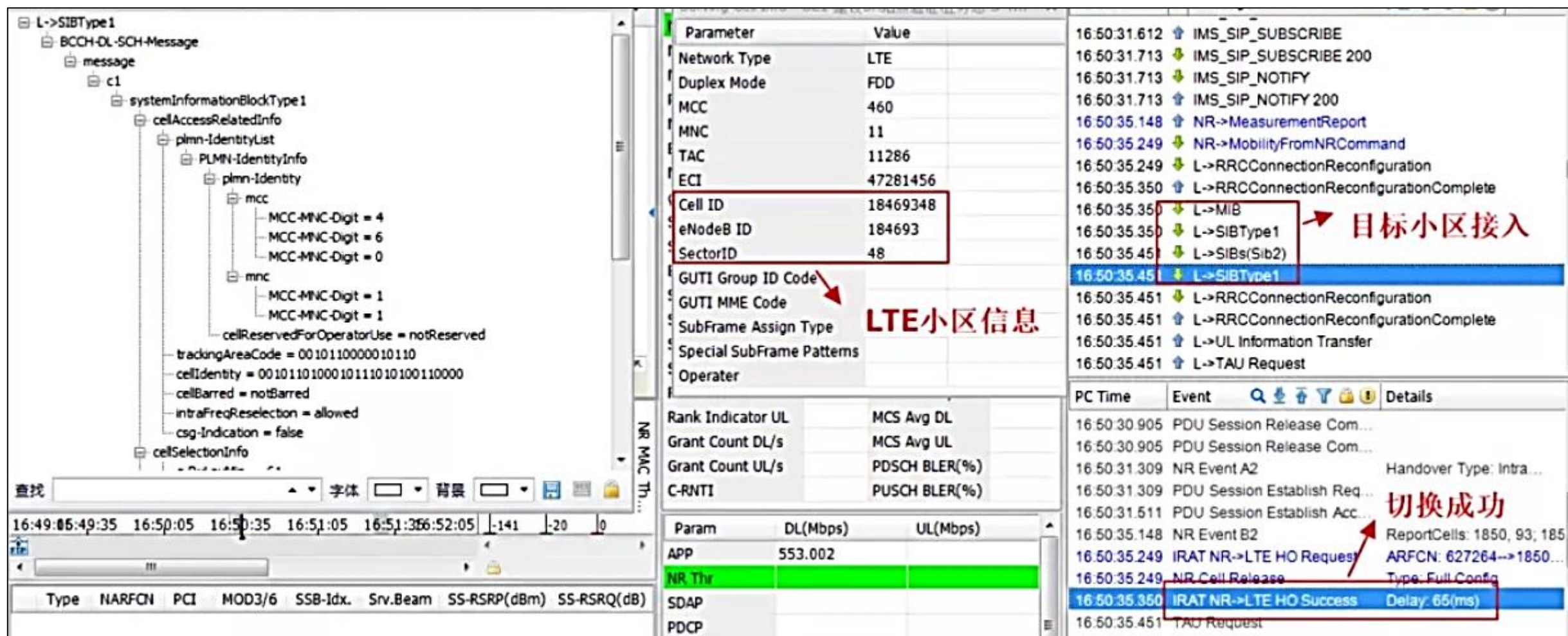
目标LTE小区信息

NR Basic Info	NR Radio Info
Network Type	LTE
Network State	SS-RSRP
PLMN1\PLMN2	SS-SINR
MCC\MNC\TAC	CSI-RSRP
Band	CSI-SINR
NCI	PDSCH DM-RSRP
gNodeB\Sector ID	PDSCH DM-SINR
SSB ARFCN\PCI	Avg CQI
SSB GSCN	PRACH TxPower
Bandwidth(MHz\RB)	PUCCH TxPower
SC Spacing	PUSCH TxPower
SSB Beam Num	PHR
SSB Periodicity	Most Modul DL/s
Slot Config(DL\UL)	Most Modul UL/s
Rank Indicator DL	RB Num DL/Slot
Rank Indicator UL	RB Num UL/Slot
Grant Count DL/s	MCS Avg DL
Grant Count UL/s	MCS Avg UL
C-RNTI	PDSCH BLER(%)
	PUSCH BLER(%)

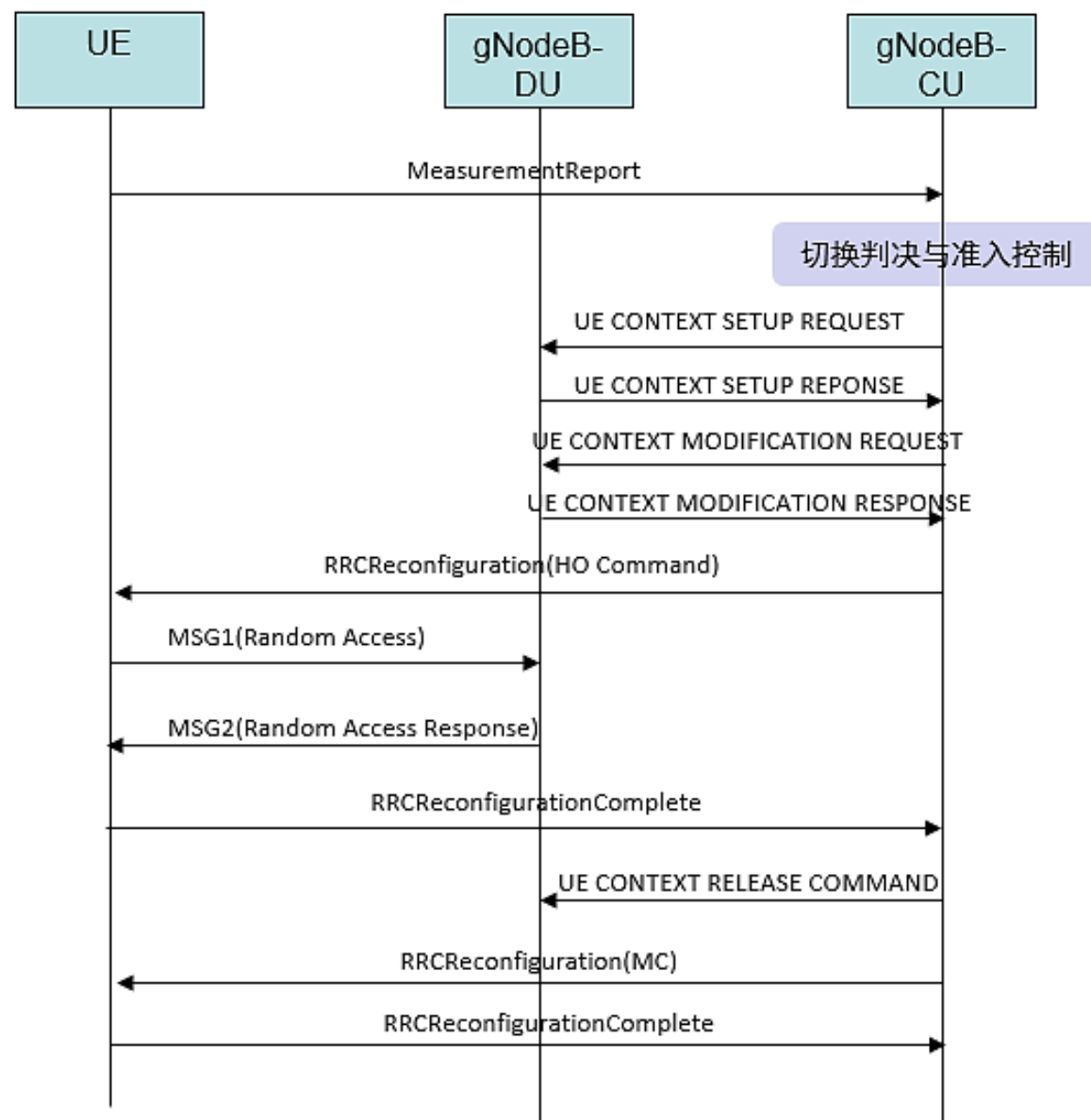
16:50:31.511 NR->CellGroupConfig
16:50:31.511 NR->RRCReconfigurationComplete
16:50:31.511 NR->DL NAS transport
16:50:31.511 NR->PDU session establishment accept
16:50:31.612 IMS_SIP_REGISTER->OK 200
16:50:31.612 IMS_SIP_SUBSCRIBE
16:50:31.612 IMS_SIP_SUBSCRIBE 200
16:50:31.713 IMS_SIP_NOTIFY
16:50:31.713 IMS_SIP_NOTIFY 200
16:50:35.148 NR->MeasurementReport
16:50:35.249 NR->MobilityFromNRCommand
16:50:35.249 L->RRCConnectionReconfiguration
16:50:35.350 L->RRCConnectionReconfigurationComplete
16:50:35.350 L->MIB
16:50:35.350 L->SIBType1
16:50:35.451 L->SIBs(Sib2)

PC Time Event Q S Y Details
16:50:30.097 Registration Accept
16:50:30.097 PDU Session Establish...
16:50:30.198 PDU Session Establish...
16:50:30.400 PDU Session Establish...

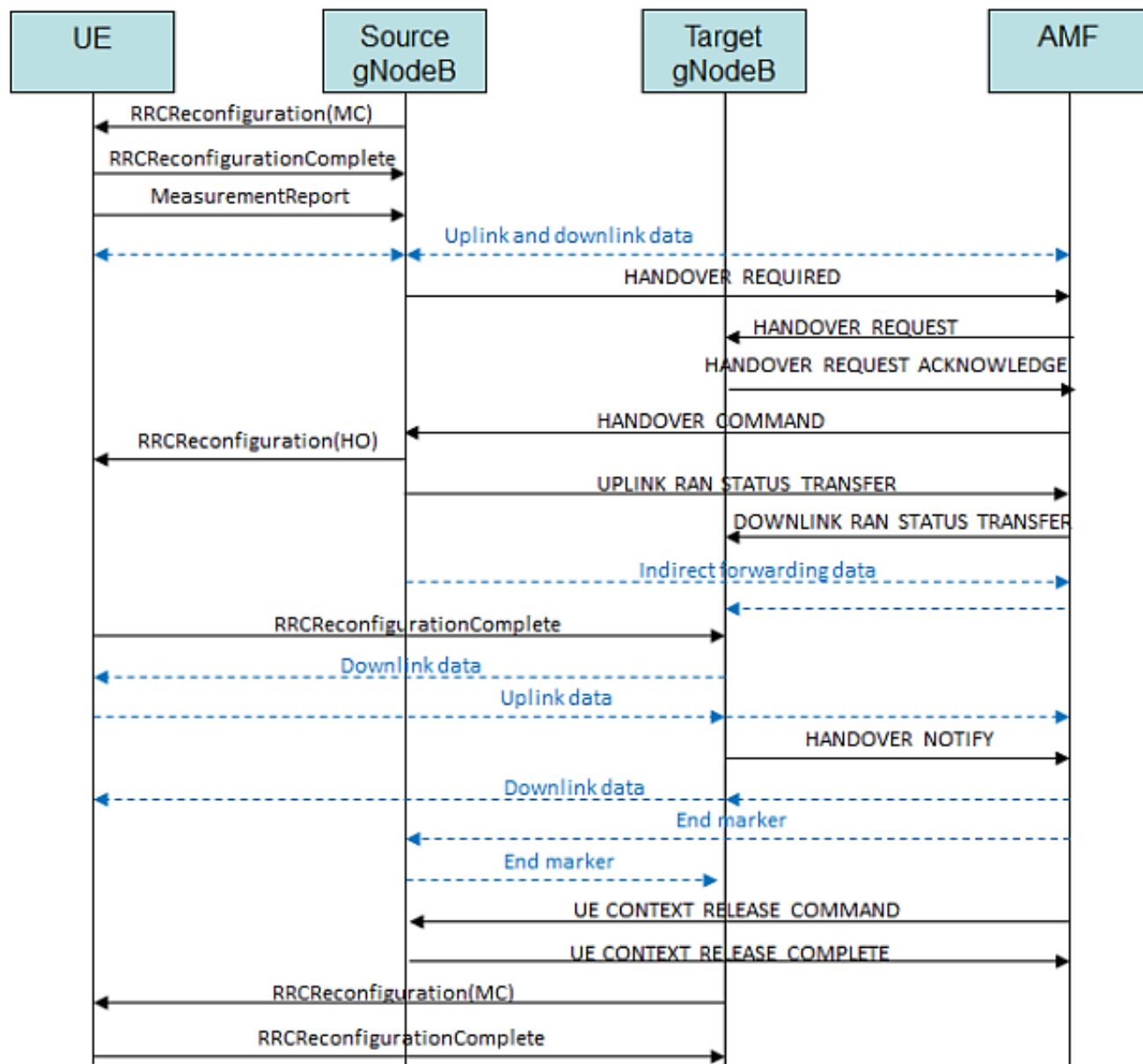
切换完毕



站内切换



N2切换



感谢观看