

## 系统信息（SI）的调度

小区搜索过程之后，UE 已经与小区取得下行同步，得到小区的 PCI（Physical Cell ID）以及检测到帧的 timing（即 10ms timing）。接着，UE 需要获取到小区的系统信息（System Information），以便接入该小区并在该小区内正确地工作。

系统信息是小区级别的信息，即对接入该小区的所有 UE 生效。系统信息是以系统信息块（System Information Block, SIB）的方式组织的，每个 SIB 包含了与某个功能相关的一系列参数集合。SIB 的类型包括：

类型	内容	周期（ms）	传输信道
MIB	包含一些数量有限但最重要也最频繁发送的参数，UE必须使用这些参数来获取其它的系统信息。 。见36.331的IE： <i>MasterInformationBlock</i>	40	BCH
SIB1	包含用来判断某小区是否适合用于小区选择的参数，以及其它SIB的时域调度信息。见36.331的IE： <i>SystemInformationBlock Type1</i>	80	DL-SCH
SIB2	包含了公共或共享信道的信息，对所有UE通用	由SIB1配置，见36.331的IE：SystemInformationBlock Type1的字段： <i>SchedulingInfoList</i>	
SIB3~SIB8	包含了intra-frequency, inter-frefrequency以及inter-RAT小区重选相关的参数		
SIB9	包含home eNodeB的名字		
SIB10~SIB12	包含地震、ETWS和CMAS警告消息		
SIB13	包含MBMS相关控制信息		

图 1：系统信息类型

并不是所有的 SIB 都必须存在。例如对于运营商的基站而言，就不需要 SIB9，如果某小区不提供 MBMS，就不需要 SIB13。

有 3 种类型的 RRC 消息用于传输系统信息：MIB 消息、SIB1 消息、一个或多个 SI 消息。

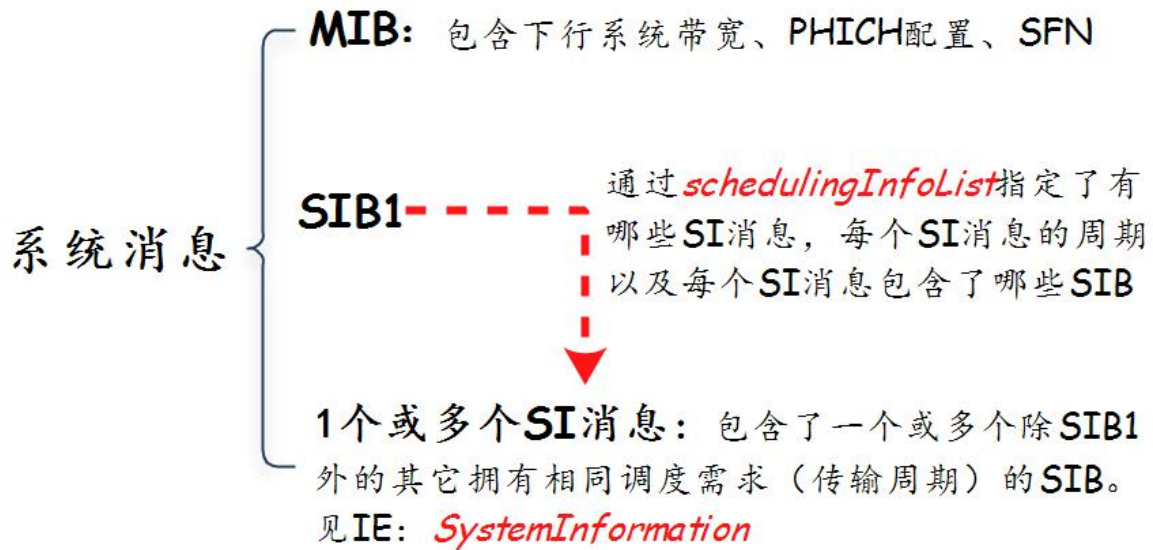


图 2: 3 类用于发送系统信息的 RRC 消息

注意：物理层限制了某个 SIB（个人觉得更好的描述是 SI 和 SIB1）的最大 size。如果使用 DCI format 1C，则最大 size 为 1736 bit (217 byte)；如果使用 DCI format 1A，则最大 size 为 2216 bit (277 byte)。

MIB 在 PBCH 上传输。BCH 时域上位于子帧 0 的第 2 个 slot 的前 4 个 OFDM symbol，频域上占据 72 个中心子载波（不含 DC）。对应 RE 不能用于发送 DL-SCH 数据。

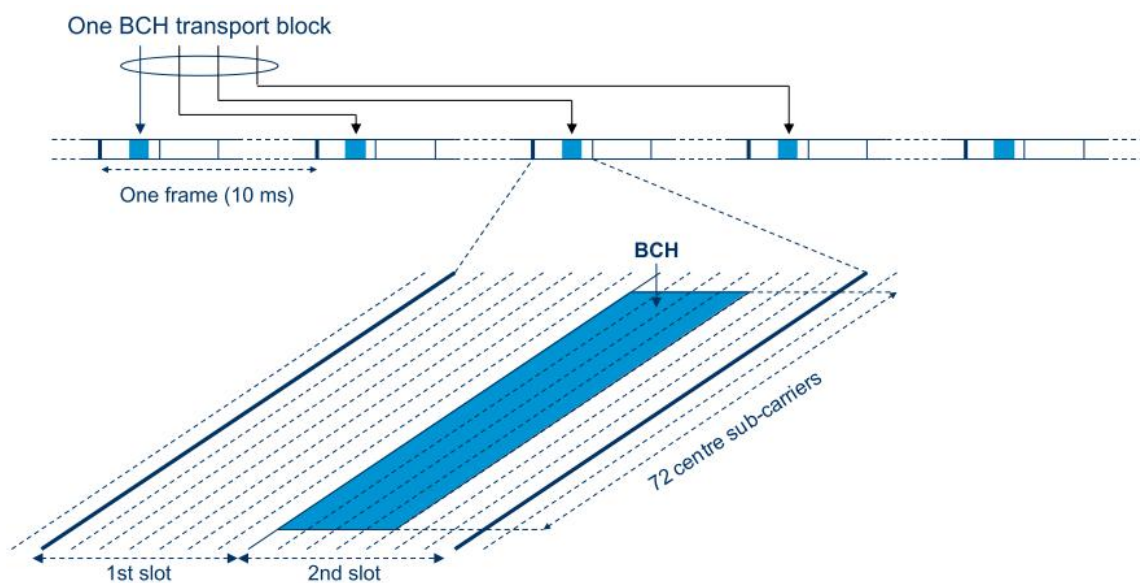


图 3: BCH 传输信道的资源映射

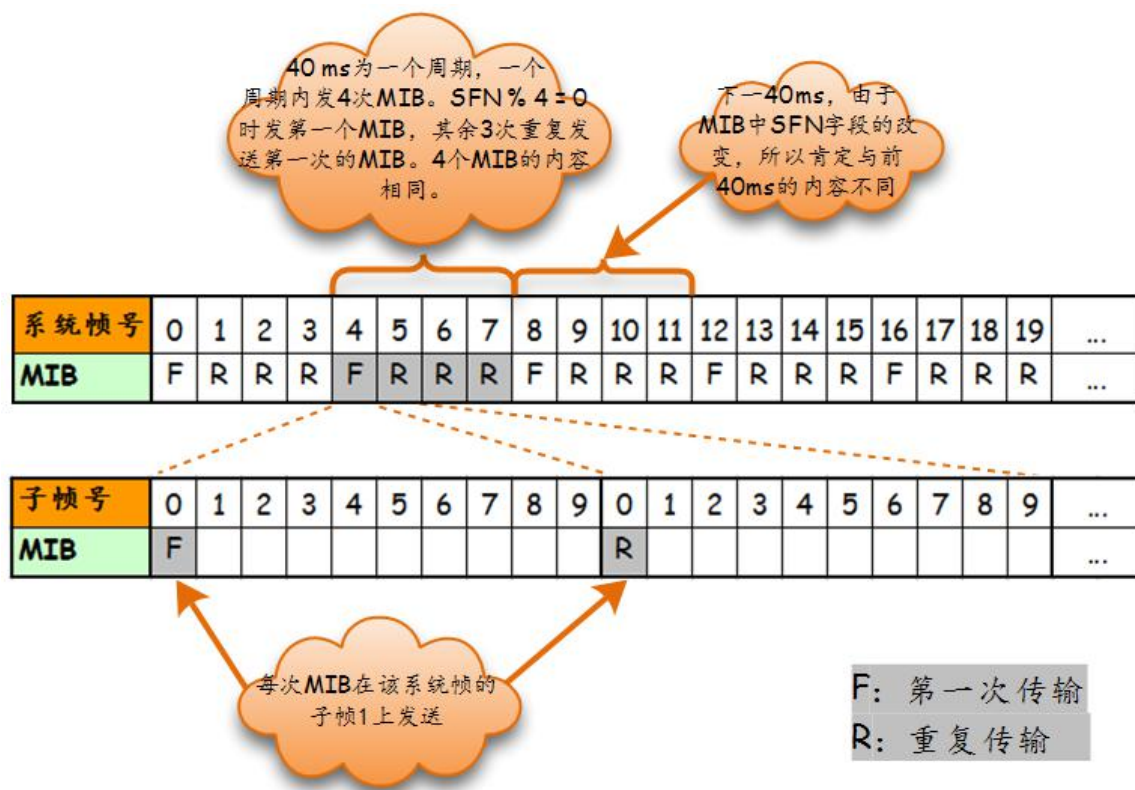


图 4: MIB 在时域上的调度

SIB1 的周期为 80ms，且在该周期内  $SFN \% 2 = 0$  的系统帧的子帧 5 上重复发送同一 SIB1。但与 MIB 所在的时频位置固定不同，SIB1 和 SI 消息都在 PDSCH 上传输，且 SIB1 和 SI 消息所占的 RB（频域上的位置）及其传输格式是动态调度的，并由 SI-RNTI 加扰的 PDCCH 来指示。

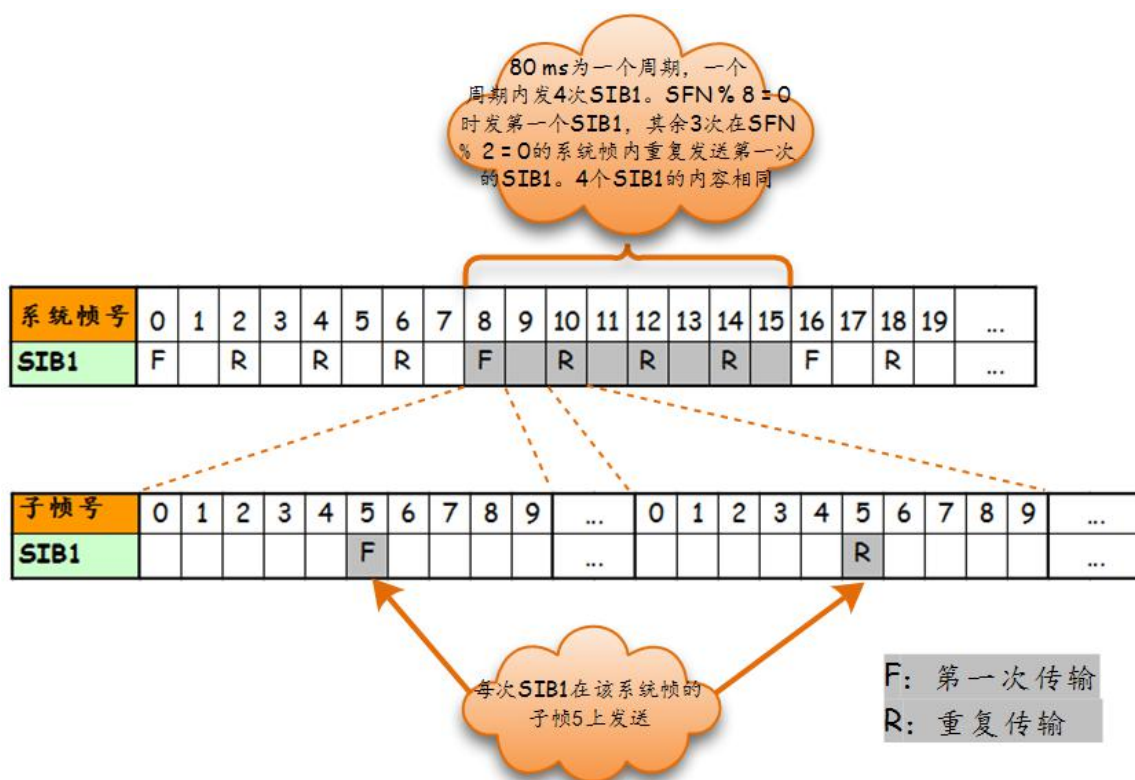


图 5: SIB1 在时域上的调度

每个 SI 消息包含了一个或多个除 SIB1 外的拥有相同调度需求的 SIB（这些 SIB 有相同的传输周期）。一个 SI 消息包含哪些 SIB 是通过 *schedulingInfoList* 指定的。每个 SIB 只能包含在一个 SI 消息中，且 SIB2 总是放在 *schedulingInfoList* 指定的 SI 列表的第一个 SI 消息项中，所以 *schedulingInfoList* 中并不指定 SIB2 所在的 SI。





图：SIB1 信息（包含了 SI 的调度信息）

每个 SI 消息只在一个 SI 窗口（SI-windows）中传输：1）一个 SI 消息跟一个 SI 窗口相关联，该 SI 窗口内只能发这个 SI 消息且可以重复发送多次（发多少次，在哪些子帧上发送等，取决于 eNodeB 的实现），但不能发送其它 SI 消息；2）SI 窗口之间是紧挨着的，既不重叠，也不会有空隙；3）所有 SI 消息的 SI 窗口长度都相同；4）不同 SI 消息的周期是相互独立的。

前面我们已经介绍过 MIB 和 SIB1 的时域调度，接下来我们会详细介绍 SI 消息的时域调度。

首先需要确认每个 SI 消息对应的 SI 窗口的起始位置以及 SI 窗口的长度。

SI 窗口的长度由 *SystemInformationBlockType1* 的 *si-WindowLength* 字段指定，其以 ms 为单位。

*SystemInformationBlockType1* 的 *schedulingInfoList* 指定了 SI 消息的列表，每个 SI 消息在该列表中的顺序以 *n* 表示（从 1 开始）。假如 *schedulingInfoList* 中指定了 4 个 SI 消息，则会有 4 个连续的 SI 窗口用于发送这 4 个 SI 消息，而 *n* 表明了 SI 消息在第几个 SI 窗口。

此时每个 SI 消息有一个  $x = (n - 1) * w$ ，其中 *w* 为 *si-WindowLength*。可以看出，*x* 是以 ms 为单位的。

则 SI 窗口的起始帧满足  $SFN \% T = FLOOR(x / 10)$ ，其中 *T* 为对应 SI 消息的周期，由 *si-Periodicity* 指定。 $SFN \% T$  保证了 SI 的周期， $FLOOR(x / 10)$  确定 SI 窗口在周期内的起始系统帧（一个系统帧为 10ms，所以有  $x / 10$ ）。

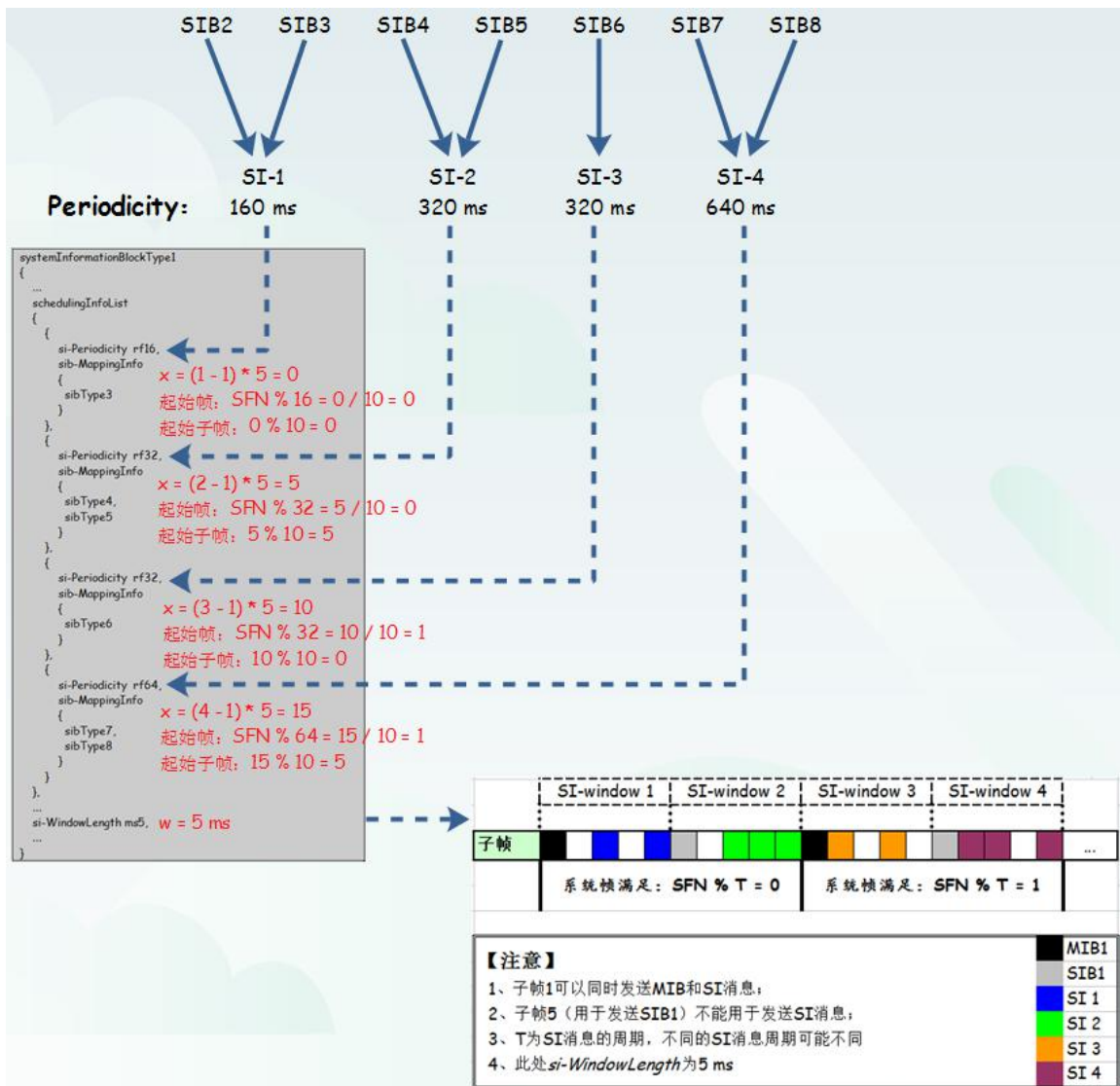
SI 窗口的起始子帧为  $\#a$ ，其中  $a = x \% 10$ 。

从公式可以看出，*x* 决定了 SI 窗口在该 SI 周期内的起始帧和起始子帧； $SFN \% T$  保证了 SI 窗口在 SI 周期内只出现一次；而  $x = (n - 1) * w$  保证了 SI 窗口之间紧挨，不重叠，没有空隙。（SI 窗口起始帧和起始子帧的计算，详见 36.331 的 5.2.3 节）

SI 窗口确定了以后，eNodeB 会决定在该窗口内调度多少次同一 SI，不同厂商的实现可能不同。但某些子帧不能用于调度 SI 消息：

- $SFN \% 2 = 0$  的系统帧内的子帧 5
- 任一 MBSFN 子帧
- TDD 中的上行子帧

下图是一个关于 SI 调度的例子。



图：SI 调度的一个例子

可以看出，SI 不需要再时间窗内的连续子帧上传输。并且，在某个子帧上是否存在 SI 消息，是通过 SI-RNTI 加扰的 PDCCH 来指示的。

在 SI 较小而系统带宽较大的情况下，一个子帧可能足以发送该 SI，但在其它情况下，可能需要使用多个子帧来发送一个 SI 消息。在后一种情况，会将整个 SI 消息进行信道编码后分成多份，然后放在多个子帧（不要求是连续子帧）上传输。而不是先分割成多份，然后独立地信道编码后传输。

**简单小结：** MIB 和 SIB1 在时域上的位置和周期是固定的，而 SI 消息在时域上的位置和周期是由 SIB1 指定的。eNodeB 只会通过 SystemInformationBlockType1 告诉 UE 有哪些 SI，每个 SI 包含了哪些 SIB，

这些 SI 会在哪个 SI 窗口发送以及 SI 窗口的时域位置和长度，但不会告诉 UE 在 SI 窗口的哪些子帧调度了该 SI。当 UE 需要某个 SIB 时，它就会在该 SIB 对应的 SI 消息对应的 SI 窗口的每个子帧（从 SI 窗口的起始子帧开始，共持续 *si-WindowLength* 个子帧，但不包含那些不能调度 SI 的子帧），使用 SI-RNTI 去尝试解码，直到成功接收到 SI 消息为止。

### 载波聚合对系统信息的影响

UE 只会在 PCell 上从广播消息中获取系统信息。对于 SCell 而言，其系统信息是在添加 SCell 时，通过 *RRCCConnectionReconfiguration* 的 *SCellToAddMod-r10* 下发给 UE 的。如果某个 SCell 的系统信息发生改变，eNodeB 会让 UE 先释放该 SCell，然后重新添加该 SCell 以通知 UE 系统信息的变化。这从 36.331 中的 5.3.10.3b 中可以看出，在添加 SCell (SCell addition) 时，是应用 *radioResourceConfigCommonSCell* 的配置的，但在修改 SCell (SCell modification) 的信息时，是不应用 *radioResourceConfigCommonSCell* 的配置的，所以需要先删除再添加 SCell 以通知 UE 该 SCell 系统信息的变化。

注意：eNodeB 在 *RRCCConnectionReconfiguration* 配置的系统信息可以与该 SCell 广播的系统信息不同。

### 【参考资料】

- [1] TS 36.331 - 5.2 System Information
- [2] 《4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband》的 14.2 节
- [3] 《LTE - The UMTS Long Term Evolution, 2nd Edition》的 3.2.2 节
- [4] [SI 的调度](#)
- [5] [LTE 系统中 UE 接收系统消息解析](#)

注：更多内容，请参见我的博客：<http://blog.sina.com.cn/ilte>。如需转载，请标明出处。

作者：温金辉