

尝试提供播放语音块。这经常通过结合下面两种机制来实现：

- 为每个块预先计划一个时间戳 (timestamp)。发送方用每个块产生的时刻为它加上时间印记。
- 在接收方延迟播放 (delaying playout) 块。如我们前面在图 7-1 的讨论所见, 接收的音频块的播放时延必须足够长, 以便大多数分组在它们的预定播放时间之前被接收到。这个播放时延可能在整个音频会话期间是固定的, 或者在音频会话生命周期中适应性地变化。

我们现在讨论如何结合这两种机制来减轻甚至消除时延抖动的影响。我们研究两种播放策略: 固定播放时延和适应性播放时延。

### 1. 固定播放时延

使用固定播放时延策略, 接收方试图在块产生正好  $q$  ms 后播放它。因此如果一个块在时刻  $t$  打上时间戳, 接收方在时刻  $t + q$  播放这个块, 假设这个块在那个时间已经到达。在预定播放时间之后到达的分组将被丢弃, 并被认为已经丢失。

$q$  选择什么值为好呢? VoIP 能够支持高达约 400ms 的时延, 尽管使用更小的  $q$  值可以获得更令人满意的会话体验。另一方面, 如果  $q$  比 400ms 小得多, 那么由于网络引入的分组时延抖动会使许多分组可能错过了它们的预定播放时间。概括地说, 如果端到端时延经常发生大的变化, 用一个大的  $q$  更好; 另一方面, 如果时延很小并且时延变化也很小, 用一个较小的、可能小于 150ms 的  $q$  更好。

在图 7-7 中说明了播放时延和丢包之间的折中。该图表示了单个话音突峰期的分组产生和播放的时间。考虑了两种不同的初始播放时延。如最左边的阶梯所示, 发送方以规则的间隔 (比方说每 20ms) 产生一组分组。在这个话音突峰期中的第一个分组在时刻  $r$  被接收到。如该图所示, 由于网络时延抖动, 后续分组的到达间隔是不均匀的。

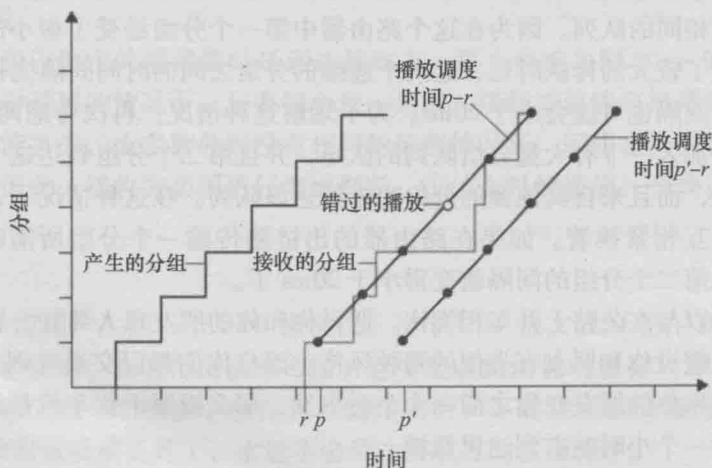


图 7-7 不同的固定播放时延情况下的丢包

对于第一个播放调度时间, 固定的初始播放时延设置为  $p-r$ 。使用这个方案, 第四个分组没有在它调度的播放时间到达, 接收方认为它丢失了。对于第二个调度时间, 固定的初始播放时延设置为  $p'-r$ 。对于这个方案, 所有分组都在它们调度的播放时间之前到达, 因此没有丢失。