A Mathematical Theory of Communication

近来各种调制方法的发展，如 PCM 和 PPM，以带宽换取信噪比，使人们对通信的一般理论产生了浓厚的兴趣。奈奎斯特（Nyquist）和哈特利（Hartley的重要文献为这一理论奠定了基础。在本文中，我们将对这一理论进行扩展，纳入一些新的因素，特别是信道中噪声的影响，以及由于原始信息的统计结构和信息最终目的地的性质而可能产生的节省。

通信的基本问题是在一个点上准确或近似地再现在另一个点上选择的信息。信息通常是有意义的；也就是说，根据某种系统，它们与某些物理或概念实体相关联。通信的这些语义方面与工程问题无关。重要的是，实际信息是从一组可能的信息中选择出来的。在设计系统时必须考虑到每种可能的选择，而不仅仅是实际选择的信息，因为这在设计时是未知的。

如果集合中信息的数量是有限的，那么这个数字或这个数字的任何单调函数都可以被看作是从集合中选择一个信息时所产生的信息量，所有选择的可能性都是相同的。正如哈特利指出的，最自然的选择是对数函数。尽管当我们考虑到信息统计量的影响，以及当我们有连续范围的信息时，必须对这一定义进行相当大的概括，但在所有情况下，我们都将使用基本上是对数的度量。

**由于各种原因，对数测量更为方便：**

1. 它实际上更有用。工程上的重要参数，如时间、带宽、继电器数量等，往往随可能性数量的对数呈线性变化。例如，在一组继电器中增加一个继电器，继电器的可能状态数就会增加一倍。在这个数字的基 2 对数上加 1。时间加倍大致是可能信息数的平方，或对数的两倍，等等。
2. 这更接近我们对适当衡量标准的直觉感受。这一点与第(1)点密切相关，因为我们直觉上是通过与通用标准的线性比较来衡量实体的。例如，人们觉得两张打孔卡的信息存储容量应该是一张的两倍，两个相同的信道的信息传输容量应该是一个的两倍。
3. 这在数学上更为合适。许多限制运算用对数表示很简单，但如果用可能性的数量来表示，就会显得笨拙。

对数基数的选择与信息测量单位的选择相对应。如果使用 2 的基数，得到的单位可以称为二进制位，或者更简略地称为比特，这是 J. W. Tukey 提出的一个词。具有两个稳定位置的设备，如继电器或触发器电路，可以存储一位信息。N 个这样的设备可以存储 N 个比特，因为可能的状态总数是，而 = 。

=

=