



中华人民共和国国家标准

GB/T 14476—93

客观评价厅堂语言可懂度的“RASTI”法

**“RASTI” method for the objective estimating
of speech intelligibility in auditoria**

1993-06-14 发布

1994-02-01 实施

国家技术监督局 发布

客观评价厅堂语言可懂度的“RASTI”法

“RASTI” method for the objective estimating of speech intelligibility in auditoria

本标准参照采用 IEC 268-16《声系统设备 第 16 部分：用 RASTI 法客观评定厅堂语言可懂度》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了客观评价有关可懂度的语言传输质量方法。即“快速语言传输指数”法，简称“RASTI”法。

本标准适用于评价厅堂中用或不用声系统时的语言传输质量。

2 引用标准

GB 3241 声和振动分析用的 1/1 和 1/3 倍频程滤波器

GB 4959 厅堂扩声特性测量方法

3 术语

STI： 语言传输指数。它是一个物理量，表示有关可懂度的语言传输质量。

RASTI： 快速语言传输指数。它是 **STI** 法的简化形式。

4 方法说明

4.1 概述

有关可懂度的语言传输质量是根据模拟实际发话人声学特性的测试信号通过房间时调制指数 m_i 的降低确定。测试信号由位于发话人位置的声源传输到听音人位置上的传声器时的调制指数为 m_0 。

对于声源，其重要特性是：物理尺寸，指向性，位置和声压级。

测试信号由一个具有语言频谱的噪声作载波和一个具有调制频率 F 的正弦强度调制组成（见图 1）。

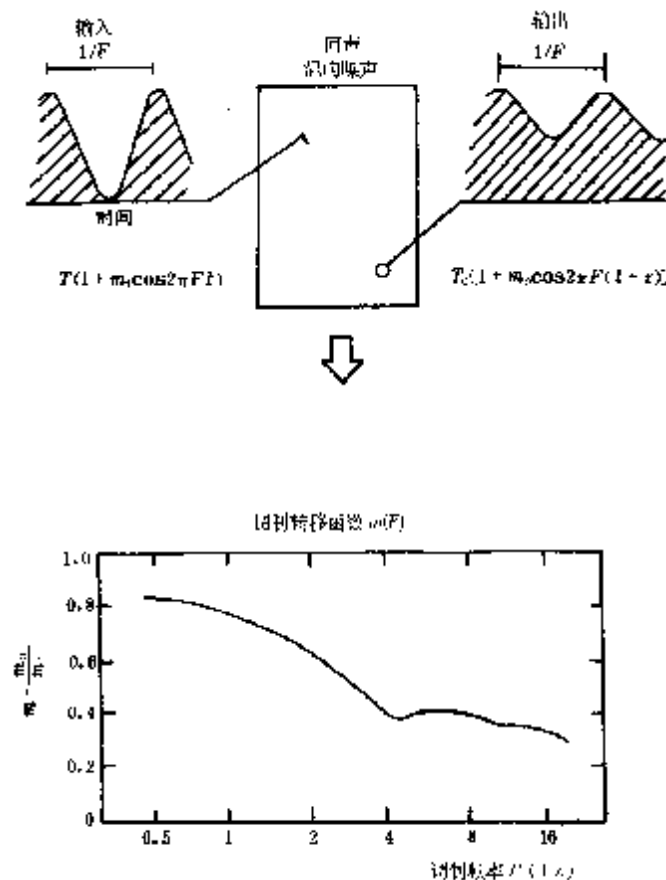


图 1 调制转移函数的偏移

调制指数的降低可由调制转移函数 $m(F)$ 的数量表示,由式(1)确定:

$$m(F) = \frac{M_0}{M_i} \dots\dots\dots (1)$$

并把它看作为视在信号噪声比,而不管引起调制指数降低的原因。这些原因可以是混响、回声或干扰噪声造成的。

4.2 STI 法

STI 法基于对 98 个数据点的调制转移函数 $m(F)$ 而确定的,这 98 个数据点是对于从在 0.63~12.5 Hz 范围内以 1/3 oct 间隔的 14 个调制频率和中心频率从 125 Hz~8 kHz 范围内的 7 个倍频带获得的(见图 2)。

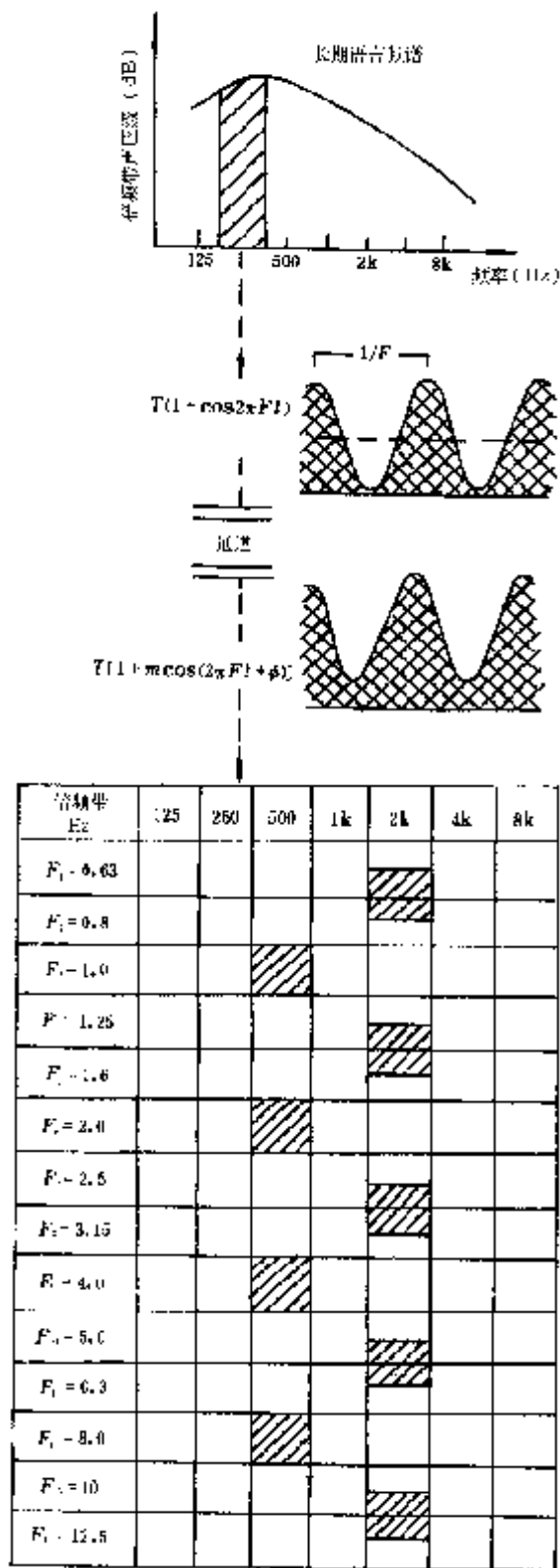


图 2 STI 法和 RASTI 法的测量频率

4.3 RASTI 法

4.3.1 概述

对大多数厅堂的实际场合,不需要像 STI 法构成的分析方格那么详细。为了得到快速方法评价厅堂状况而研究出一种更快程序,称为 RASTI 法。

RASTI 法中,把分析限制在只有两个倍频带中,其中心频率为 500 Hz 和 2 kHz,且在上述倍频带中只有 4 个或 5 个调制频率(见图 2)。

RASTI 法主要用来比较同一厅堂中不同位置 and 不同条件下语言传输质量,特别是评价声学性能改变的影响。这包括听众存在的影响或任何声系统的变化影响。当在类似条件下比较不同厅堂时,这个方法也适用于对有关可懂度的语言传输质量作出评价[见附录 B(参考件)]。

RASTI 法的详细解释在附录 A(参考件)中给出。

4.3.2 RASTI 法的精度

由于测试信号是限制带宽的无规噪声,即使在稳定干扰的情况下,重复一种测量通常不会产生相同的结果。确切些说,其结果将集中在具有一定标准偏差的平均值上,在其他因素中,其结果还取决于所涉及的测量时间。图 A3 给出了一规定测量时间的平均值和标准偏差的典型值。

4.3.3 RASTI 法的限制

RASTI 法的应用受到语言传输、背景噪声和混响时间诸因素的限制。因此,在满足下列要求时才能应用:

- a. 基本上是线性语言传输(无削波等),因为 RASTI 法没有考虑非线性失真影响;
- b. 宽带语言传输(典型值为 200 Hz~6 kHz),因为此方法是以假定基本上是无限的语言谱为基础的;
- c. 背景噪声中不包含可闻纯音,在倍频带频谱中,无明显的峰或谷;
- d. 背景噪声无脉冲特征;
- e. 混响时间随频率变化不太大时。

上述要求中的一个或多个不满足时,最好使用 STI 法。

4.3.4 测量方法

a. 声学测试信号是由一个安装在合适壳体中的声源产生的,壳体尺寸与人头大小相当。指向性指数(以 0°方位角和 0°仰角为参考轴)应为 500 Hz 时,1~3 dB;2 kHz 时,2~5 dB。在给定的倍频带内,在任何方向上测得的频率响应应相当平坦(在参考轴上偏离±2 dB)。

声源应置于相当厅堂中真实发话人头部位置,参考轴指向正常发话方向。

测试信号电平应调节到参考语言声级为 60 dB。在附加测量时,也可以选用其他的参考语言声级,它可以是从待测厅堂中距发话人唇部前 1 m 距离处实际测量的真实发话人的等效 A 计权声压级(L_{Aeq})。

对中心频率为 500 Hz 的倍频带,测试信号应调到使长期有效值声压级相对于参考语言声级为 -1 dB,对中心频率为 2 kHz 倍频带为 -10 dB。这些声压级是指声源参考轴相距 1 m 处为参考的值。

注:在使用声系统时,声源与声系统传声器之间距离应加以说明。

b. 测试信号应是一个有正弦强度调制的噪声载波并具有确定的初始调制指数 m_i ,调制频率(容差为±5%)应为:

500 Hz 频带:1 Hz、2 Hz、4 Hz 和 8 Hz;

2 kHz 频带:0.7 Hz、1.4 Hz、2.8 Hz、5.6 Hz 和 11.2 Hz。

c. 厅堂中应放置全向测量传声器;可以使用厅堂中听音者所占的任何位置(参照 GB 4959)。

传声器输出接到符合 GB 3241 标准的中心频率为 500 Hz 和 2 kHz 倍频程滤波器。

d. 从滤波信号中得出调制指数 m_0 。

e. 得出的调制指数 m_0 与初始的调制指数 m_i 之比可由式(2)确定:

$$m(F) = \frac{m_0}{m_i} [m(F) \leq 1] \dots\dots\dots (2)$$

f. 然后,将 9 个 m 值中的每一个按照式(3)转换成 X :

$$X = 10 \lg [m / (1 - m)] \dots\dots\dots (3)$$

注: 这可以看作是视在信噪比,以分贝表示。

g. 高于+15 dB 的值按+15 dB 取值,低于-15 dB 的值按-15 dB 取值。

h. 确定由此得到的 9 个值的算术平均值 \bar{X} 。

i. 把指数 Y 从 0~1 按式(4)方程归一化:

$$Y = (\bar{X} + 15) / 30 \dots\dots\dots (4)$$

得出所选条件下或规定条件下的 RASTI 指数。

附 录 A
RASTI 的一种测量方法
(参考件)

给出 RASTI 定义后,有关测量可用多种方法完成。例如,图 A1 示出了特殊的 RASTI 测试信号特性。

同时存在两个倍频带,每一个都具有一个复合的强度包络,包络中还同时存在五个相应的调制频率。因为强度包络不可能降到零以下,每一个单独调制频率的调制指数只能是 0.32。因此,在规定的调制降低因子 m 中,得出的调制指数与这个初始调制指数 0.32 有关。

在原先的方法中,测试信号和分析逐点适合于每一数据点(按图 2),声源和接收器之间需要时间同步,实际方法是应用一个包含有两个并联的倍频带的复合信号,允许两个倍频带不同的调制频率作并联分析。

图 A2 给出了可能的 RASTI 测试信号发生器和分析仪的原理。宽带噪声源的包络被两个分开的幅度调制器独立调制。这个合适的包络函数存储在只读存储器(ROM)中。取样产生时间受时钟/控制单元控制,两个调制器具有 2:3 的比率。

调制噪声由两个倍频程滤波器(500 Hz 和 2 kHz)滤波,500 Hz 滤波器的信号具有 1~16 Hz 调制频率,2 kHz 滤波器的信号具有 0.7~11.2 Hz 调制频率。

对两个信号按照长期语言频谱计权并经功放后加给扬声器。由传声器所接收的传输测试信号在两个并联通道中加以处理:一个考虑中心频率为 500 Hz 的倍频带,第二个考虑中心频率为 2 kHz 的倍频带。这些滤波器输出的信号通过一个包络检波器-低通滤波器组合,然后接到一个模拟/数字转换器的一个输入端。

为了得到 9 个调制频率的调制指数的降低,对所接收到的包络取样并处理,从中可算出 9 个频率的 RASTI 指数。

完成测试信号分析所持续的时间周期对所得出的 RASTI 值的准确度(重现率)有很大影响。实际上大约 10 s 的时间间隔在测量时间和精度之间是有效的折衷。图 A3 示出了按这种数量级时间所得到的准确度。

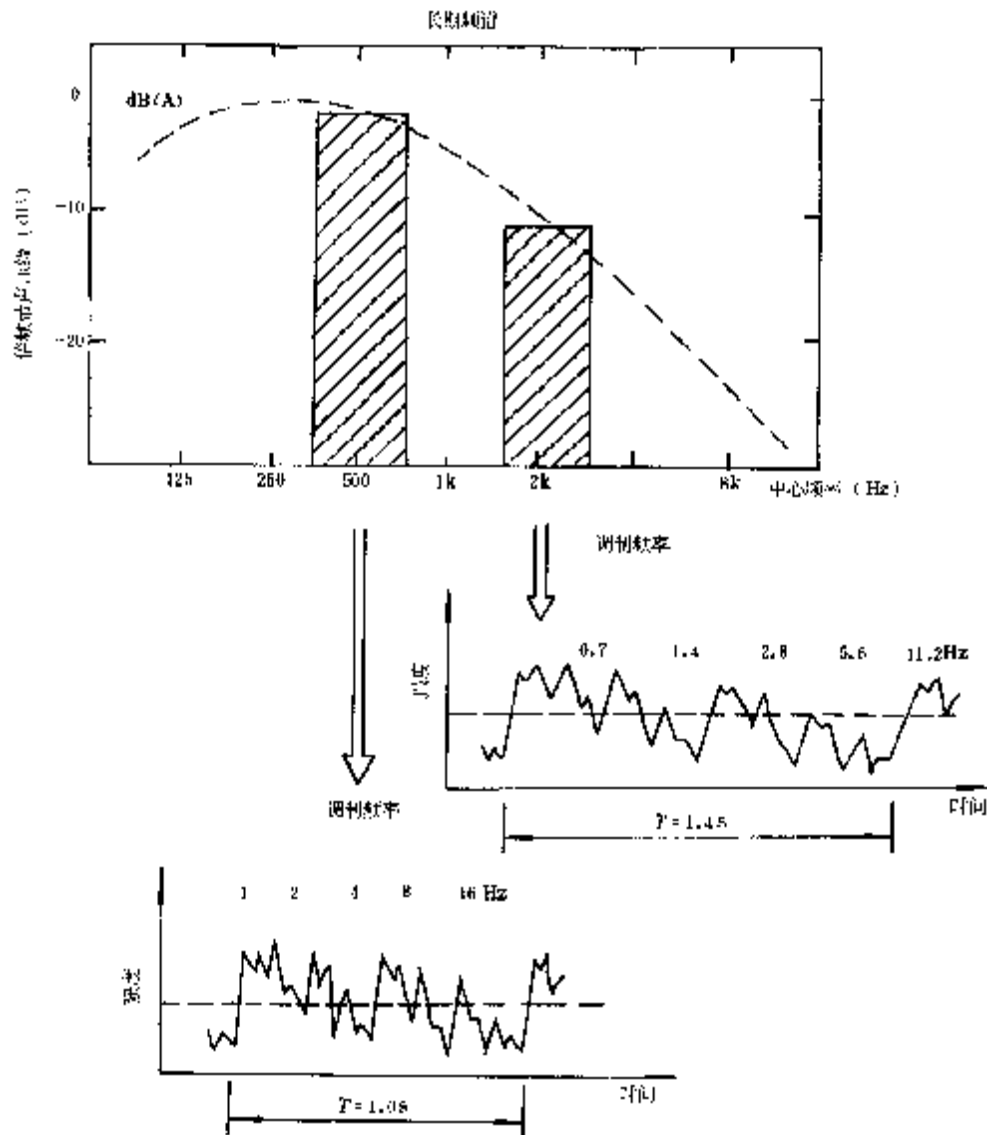


图 A1 实用的 RASTI 测试信号示意图

注：同时存在两个频带噪声，每一个包含有五个加在正弦相位中的同时产生的调制频率，每一个的调制指数为 0.32。按图 A2 所示，使用一个数字存储的包络函数去调制两个倍频带，以两种不同的读出速率，中心频率为 500 Hz 倍频带的包络产生 1 s 的周期，中心频率为 2 kHz 倍频带的包络产生 1.4 s 的周期。在分析中除了不用对较低倍频带的 16 Hz 调制外，两个倍频带就产生了有用的调制频率。

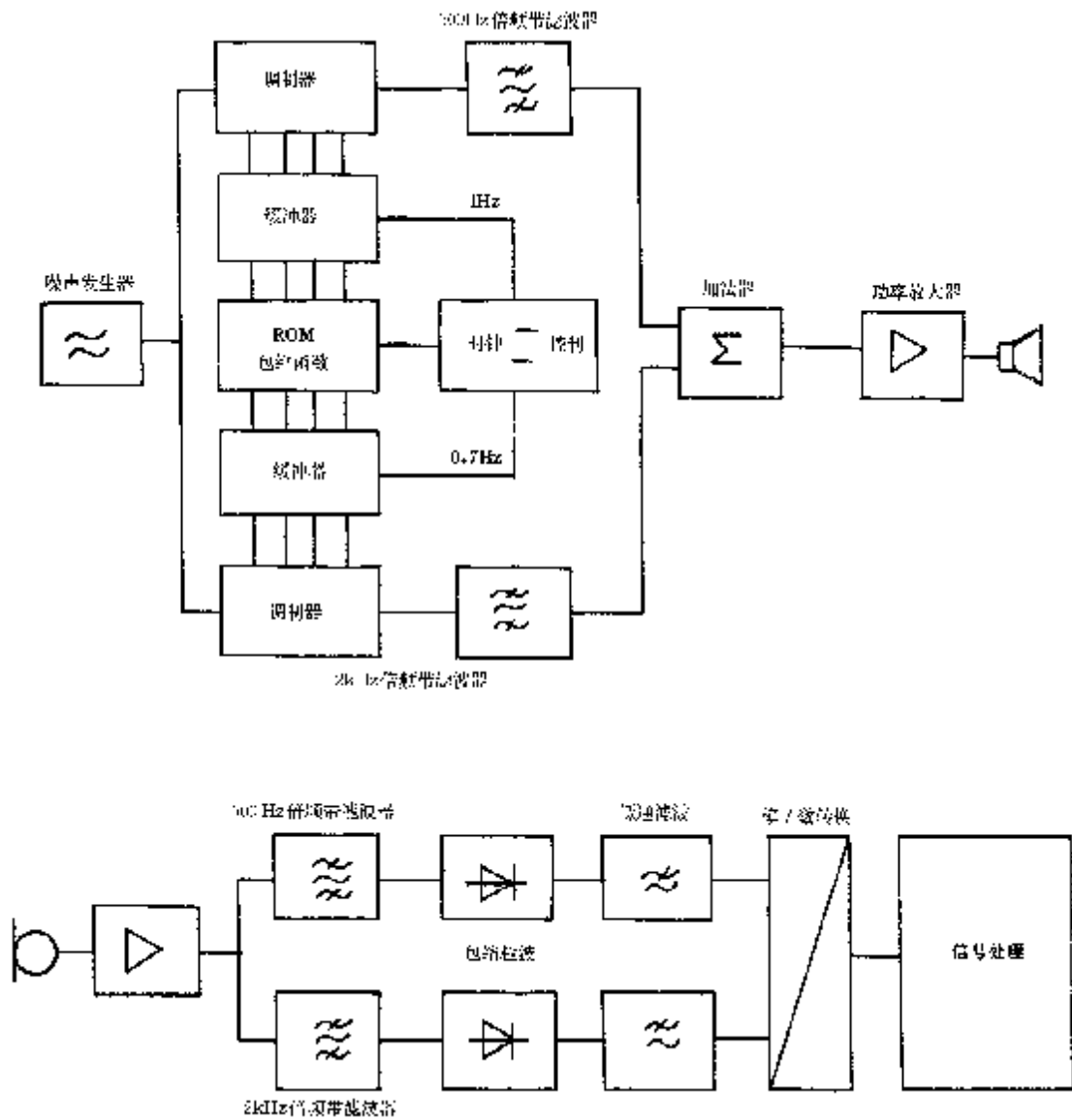


图 A2 RASTI 测试信号发生器和分析仪方块图

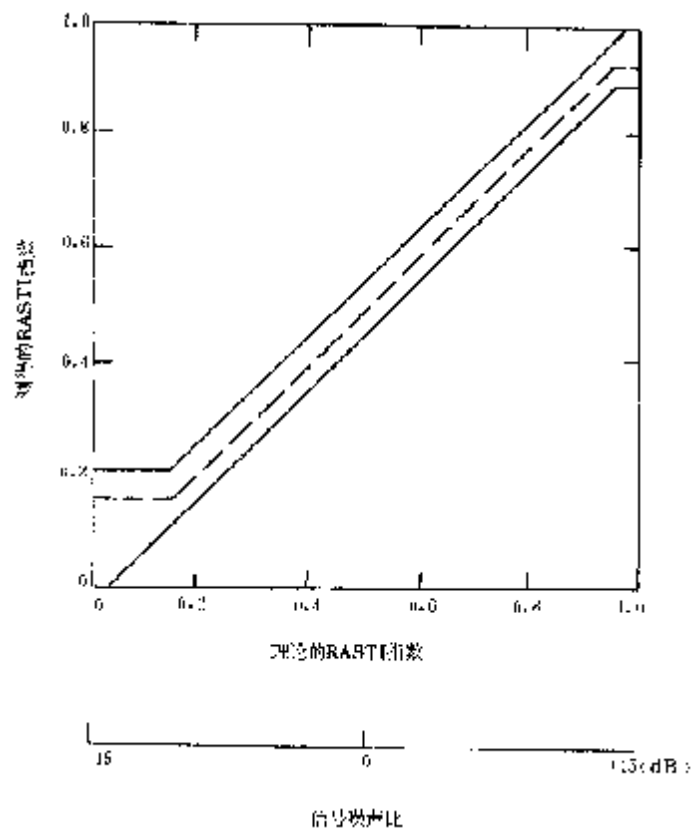


图 A3 理论的 RASTI 指数和实际装置测得的 RASTI 指数(测量时间约 12 s)之间的关系

注：参照加到测试信号上的热噪声条件,对两个倍频带,具有相等的信号噪声比。对于这个信噪比的各种值做了 25 次重复测量。曲线表示平均值和它附近的±1 个标准偏差。

附 录 B
与可懂度有关的语言传输质量和 RASTI 指数的关系
(参考件)

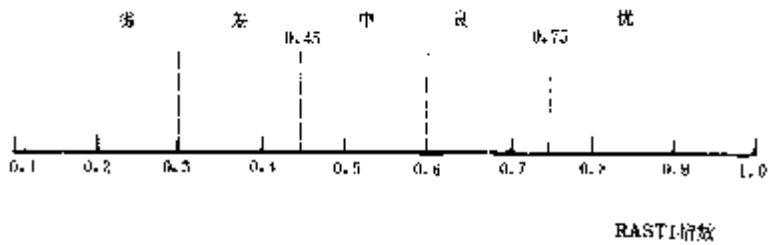


图 B1

注：① RASTI 一次测量误差约占等级间隔的 1/3。
② 上面所标的等级只以语言的理解为依据。

附加说明：
本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。
本标准由机械电子工业部第三研究所等起草。
本标准主要起草人崔广中、朱雷凤。