

品的指标,第(3)项高于国内同类产品的指标。

四、结 束 语

弹道靶道出现前,试验大多在靶场或风洞进行,由于环境条件复杂及测试设备的不足,武器试验及研制缓慢;自从靶道出现以来的几十年内武器测试的周期缩短,研制速度大为加快。我国虽有不少弹道靶道,因测试设备落后,靶道没有得到很好利用,一些试验不能很好地进行。如对一些稀有弹种的性能测试往往由于设备问题而完成不了。

在本系统的试制过程中,我们曾做过 7.62 mm、5.8mm 及其它口径枪弹的对比试验,从很少的几发弹就可以得到一些曲线及数据,经过简单的比较就可以得到一些结论:如初速最低

的是 7.62mm 弹,同时也是偏流最大的(偏流是弹道轨迹在水平方向投影的弯曲程度)等等。

利用声定位原理构成外弹道测试系统仅是我们的尝试,虽然在综合性、自动化、数字化和图形化上做了一些工作,对每一次射击,能同时获得弹道初始段上弹丸质心运动的多种参数,因而有效地克服了单项测量中因仪器和被测试品离散性对试验结果的影响,但本系统也有许多不足处,如要求弹速必须大于 400m/s。对手枪弹就不能测等缺点,其中有的是受测试机理的限制造成的,为此我们在设计本系统时考虑到要能与其它类型传感器相接,可突破声测机理的限制,在系统中还引出了一些信号可以作为摄影站的触发信号,以弥补本系统不能测姿态的不足,在如何利用本系统所取得的数据方面也是有待于进一步开发的。

汉语清晰度诊断押韵测试(DRT)法初探

知 易

(电子工业部三十所)

1984 年 12 月 3 日收到

本文描述基于汉语辅音区别特征的清晰度诊断押韵测试(DRT)法。通过典型的数字、模拟语音处理系统及各种信噪比条件下的验证测试结果表明,该方法不仅比较简便易行、而且具有比较灵敏、可靠的诊断功能,在语言通信系统的方案模拟、论证,语言传递实体与厅堂音质的评定,以及说话人(或听音人)语言缺陷的诊断等方面,都可发挥它的一定作用。

一、引 言

语言清晰度是主观评定语言质量的一个重要指标。随着语言处理体制和编码方式的发展,语言清晰度的测试方法也多样化了。国内六十年代初,中国科学院声学所提出的语音平衡字表测试法^[1],七十年代中南京大学提出的简化测试法,均在工程上获得了广泛应用。特别是在语言通信系统、语音处理终端和厅堂等

的音质评定方面,发挥了重要的作用。

鉴于辅音携带大量的语言信息,对清晰度有重要的贡献。但辅音一般持续时间较短,能量又较弱,很容易在处理过程中或外部噪声中受到损伤。同时考虑到,一部分辅音和另一部分辅音之间因发音方式、部位或传输路径的不同而表现出不同的声学特征,语言处理和传输系统又总是和这些特征有着密切的关系。因此,基于汉语辅音的区别特征,本文提出汉语清晰度的诊断押韵测试(DRT)法。该方法只测试

CV、CVC 型结构(约占语音出现率的 90%)字前的辅音,而不管字尾的辅音。用它进行测试,有助于诊断性地分析受试设备对辅音造成损伤的程度和原因,为改进这些设备的语言质量提出某些参考性的意见。

二、方法简介

该方法中,每一测试项包括两个押韵的字,这两个字开头的辅音仅靠单一的对立特征相区别(如 Wá 与 fá)。听者根据声音的刺激,仅在这两个明确限定的字中判断出听到的是哪一个。

1. 特征分类

表 1 是该方法采用的辅音特征分类结构,它主要以传统的分类法为基础^[1-3],但着眼于测试的诊断功能,也引进了其他几个对立的特征^[4]。浊音自然是清音的对立,为了简化,把两个半元音 $|w^u|$ 和 $|y^i|$ ^[2] 也划归这一特征来辨别。鼻音尽管也属浊音,但由于它们传输函数的特殊性,而且一些语音传递系统对它们又特别敏感,因此,将鼻音做为单独的一类对立特征加以测试。送气音:辅音激励送气和不送气是汉语语音仅次于清/浊对立的第二大特征^[5],

表 1 DRT 中采用的辅音特征分类法
 (“+”表示特征“是”;“-”表示特征“非”)

辅 音	b	p	m	f	d	t	n	l	g	k	h	j
浊音性 (Vo.)	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
鼻音性 (Na.)	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
送气性 (As.)	-	+	0	-	-	+	0	0	-	+	-	0
低沉性 (Gr.)	+	+	+	+	-	-	-	0	0	0	-	-
紧密性 (Co.)	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
持续性 (Su.)	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-

辅 音	q	x	zh	ch	sh	r	z	c	s	w ^u	y ⁱ
浊音性 (Vo.)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+
鼻音性 (Na.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
送气性 (As.)	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
低沉性 (Gr.)	-	-	0	0	0	0	-	-	-	+	-
紧密性 (Co.)	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+
持续性 (Su.)	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+

注:字尾的 $|n|$ 和 $|ŋ|$ 不做测试, $|ŋ|(ng)$ 不包括在该表内。

它们包括大部分塞音、塞擦音和擦音。低沉

应用声学

(性)音是尖锐音的对立,表现发音部位在唇部的位特征^[4];且频谱的峰值在低频端较为集中。紧密(性)音是散音的对立,意即伴随能量的增加(或减小),在频谱中心区域一个相当窄的带内,能量的较高集中(或相对分散)。持续音,是持续时间较长和低频成分能量较强的一类音,主要对应于擦音和几个浊音;在这儿 $/m, n/$ 亦被认为具有持续性^[3-4]。

2. 字表结构与发音

表 2 基本字表例子

送气对 (Aspirate Pairs) (1)	
Pà (怕)—Bà (罢)	Tì (替)—Dì (地)
Chà (差)—Zhà (榨)	Cì (次)—Zì (自)
Kān (刊)—Gān (干)	Chǒng (宠)—Zhǒng (肿)
Tān (贪)—Dān (单)	Tǒng (统)—Dǒng (董)
Cháo (朝)—Zháo (着)	Kǔ (苦)—Gǔ (古)
Cáo (曹)—Záo (凿)	Pǔ (普)—Bǔ (捕)
Chě (扯)—Zhě (者)	Cuò (错)—Zuò (做)
Kě (可)—Gě (各)	Kuò (扩)—Guò (过)
Qīng (庆)—Jīng (劲)	注: Chà 是差不多的“差” gě 是自各儿的“各”
Chēng (称)—Zhèng (政)	

表 2 是基本字表例子,每一特征大体上放在出现率较高的九个韵^[1]中加以测试;基本上每两对对立特征字(即测试项)押同一韵。但因汉语音节数少而造成了一些例外,如鼻音特征类的情形。每基本表包括 108 对字,除个别字外,大都是日常生活中常用的。

测试项的左边字前的辅音,是测试特征的肯定回答状态(如浊音);右边字前的辅音则是测试特征的否定状态(如清音)。测试项中,两个字都可做为发音字,但每轮测试只选一个字。它的激励应出现在引导句中,如

第 n 组,读 x 字,

n 是序号,“ x ”,是被测字,它的发音务求自然,不以任何方式(如重读或拖长时间等)强调。每句间隔大约 5 秒钟,以普通话为标准。

每次测试,必须采用随机化的发音字表和相应的回答字表,但要避免不必要的随机化。实际上,仅在每类特征中造成随机化,就足以对付测试人员掌握回答规律或形成记忆的可能性

了。

3. 评听条件

如果可能,听音人应从习惯讲普通话的人员中选出,否则应对入选者进行正音训练,能根据拼音符号准确听辨字音。他们均应听力正常(无耳疾或在 200—8000 Hz 内听力损失不超过 10dB)。测试小组宜由 6—10 名男女队员组成,试前稍加训练,以求掌握测试要领和方法。对他们特别强调责任感,杜绝和防止漫不经心的猜测。

最好用 200—5000Hz 内频响均匀、一致性较好的双耳机做测听,响度以膜片处的声压级 75dB 左右为宜。

4. 记录方式

测听者的工作,就是在按顺序读音的那个测试项中,圈上他听到的那个字。

5. 记分与结果表达

为便于根据测试结果进行诊断分析,以估价被测系统的缺陷和性能,一般按区别特征统计得分。为校正二字选一回答中可能引进的猜测成分,采用如下校正计分公式

$$A_i = \frac{R - w}{T} \times 100.$$

其中, R ——正确回答数; w ——错误回答数; T ——总的测试项数(就某种特征而言); A_i ——某种特征的百分数清晰度。

将各种特征得分平均,即得 DRT 的总清晰度,即

$$A = \langle A_i \rangle \pm \langle K_i \sigma_{\langle A_i \rangle} \rangle$$
$$\sigma_{\langle A_i \rangle} = \sigma_{n_i-1} / \sqrt{n_i}.$$

其中, σ_{n_i-1} 是计算某种特征得分的样本标准偏差, K_i 是给定置信度下对应于自由度 $n_i - 1$ 时的 t 分布值^[6]。

三、验证测试结果与讨论

下面仅给出几种典型的话音时域和频域数字处理系统及模拟处理系统的测试结果,并分别根据结果做简要的诊断分析。

1. LPC 声码器

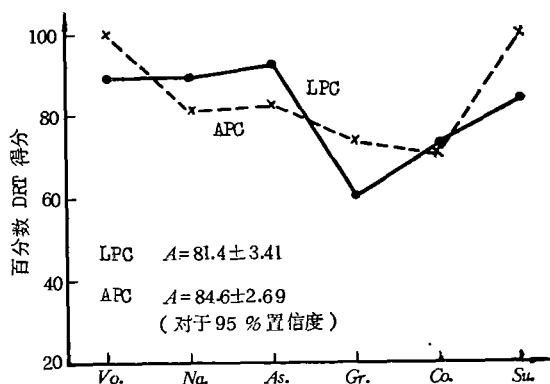


图1 2400 b/s LPC 声码器的 DRT 得分曲线;虚线是 4800 b/s APC 实时系统的测试结果。

图1是LPC(线性预测编码)声码器在实验室内工作于2400b/s时的测试结果。是用男、女声磁带话音作输入,输出录音为测听材料,由11名未经训练的小组测得的。为比较还画出了4800b/sAPC(自适应预测编码)实时系统的结果。

受试的声码器由于分析综合技术较先进,因而音质较好,但诊断测试结果表明,该系统对低沉音和紧密音的处理仍是不佳的;对鼻音、浊音和持续音的处理也不够理想。首先是因为它采用的全极点线性预测分析模型,对鼻音/ m 、/ n 和摩擦音/ f 、/ s 和/ x 等的处理有较大的局限性。对这些音的描述不仅要有极点,而且也要有零点。恰好在低沉性测试项中,包括/ $m-n$ 和/ $f-s$ 、/ $f-x$ 这种对立。因此,测试中对关键特征的理解,无论是肯定状态还是否定状态都可能受到影响。其次,它和其他类型的声码器一样,按理想化的语音产生模型来合成语言,这仅对元音和擦音那样的稳态语音才是有效的。但是,低沉音中的/ m 、/ n 及对立特征项/ $w-l$ 中的浊辅音;紧密音对立特征项/ c 、/ $q-t$ 、/ z 、/ $j-d$ 中的这些塞擦音或塞音,激励比较复杂,时变特性也很明显,理想化的分析综合模型描述它们并不十分适合。因此,LPC声码器体制上的不足被测试诊断出来是完全自然的事情。

4800 b/s APC 的结果表明,该系统的量化噪声是影响音质的主要原因,噪声来源于多种

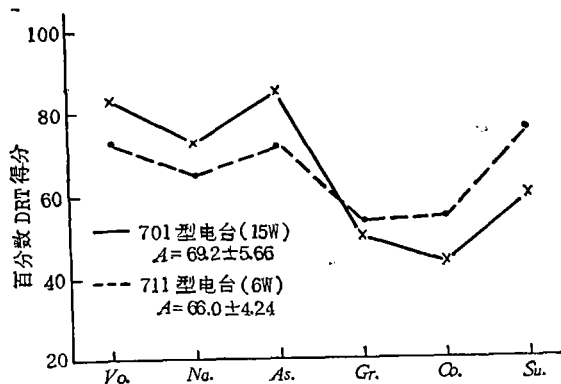


图2 16 kb/s CVSD 数字终端和超短波电台
联机工作时的 DRT 得分曲线

因素,但主要是由于实现比特率压缩而采用“波形同步”搬移造成的。

2. CVSD 数字终端

图2是16kb/s CVSD(连续可变斜率增量调制)终端与超短波电台联机工作于20km上的话音诊断测试结果。曲线表明,几乎各种特征的辅音都不同程度地受到能量很强、频带很宽的信道噪声的影响。最严重的是紧密音和低沉音,其次才是持续音和鼻音。这和SNR约-5 dB条件下的诊断测试结果是相近的。

图中实线是15W(701)电台的测试结果,虚线是6W(711)电台的结果。从后者的结果可以断言,该电台一定设置有高频能量提升之类的装置,事实也确实如此。

3. 模拟话音置乱终端

图3是一种国外商用话音二维置乱装置的诊断测试结果。在实验室条件下用男、女声磁带话音作输入,输出录音由9名测听队员测得的。结果表明,低沉音和紧密音受到较大的损伤。这主要是因为频率维中的频带交叉位置选取欠妥,破坏了两类特征测试项中 $|p|$ 、 $|x|$ 、 $|h|$ 等频谱的前两个强峰和 $|m|$ 、 $|n|$ 等频谱的第二及第三共振峰结构造成的。其次是由二维处理中伴随的明显暂态过程、载漏引起的交调声等干扰造成的。相对而言,持续音得到了较好的理解,这表明系统中约20dB控制范围的AGC(自动增益控制)电路发挥了重要的作用。

应用声学

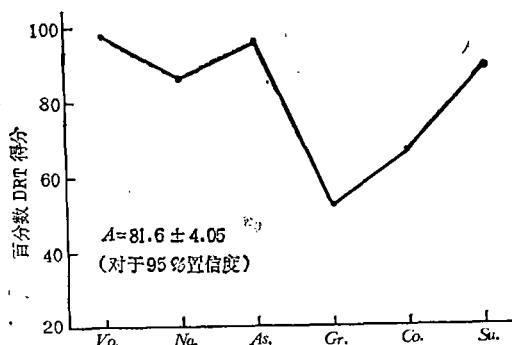


图3 一种二维模拟置乱装置的 DRT 得分

四、噪声对 DRT 的影响

为验证 DRT 法的有效性和可靠性,研究了七种 SNR 条件下的 DRT 得分(见图4)。结果表明,浊音和送气音不易受到噪声的影响,低沉音和紧密音却很容易受到影响。它们之间对噪声的敏感程度大约相差18—20 dB。相对而言,鼻音和持续音是不大容易受噪声影响的,这些结果和文献[4-5]中指出的事实是比较吻合的。

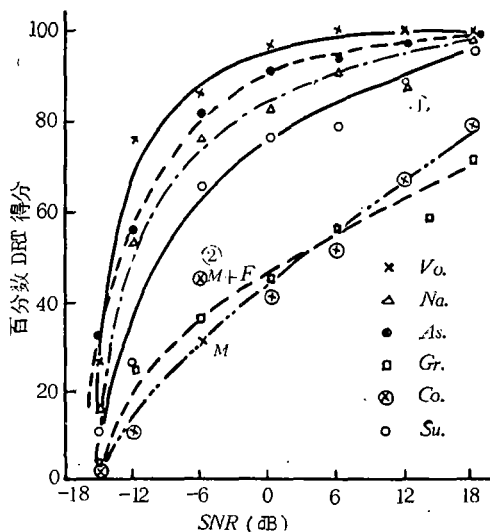


图4 DRT 得分和 SNR 的关系(图中①、②两点是因交换测试队员造成的)

五、结 论

本方法是在明确限定的两个单一对立特征

字中判断回答,语音理解的外在因素的影响被限制到了最低程度、因此音质的好坏就几乎只与系统的性能有关。根据多特征通道的结果,就可对系统的缺陷做出诊断性的解释和指出改进的方向。典型验证结果表明,本方法对被试系统的缺陷诊断是比较可靠和灵敏的。

方法简便易行,在通信设备的研制、方案论证等场合特别有用。还由于它涉及声源的特性,因此,对分析语音处理体制、编码方式等也可发挥出一定的效用。

初步研究定有一些不足和欠妥之处,为求

改进与完善,敬请专家、学者及同行批评指正。

感谢刘村友所长对本文的仔细审定。

参 考 文 献

- [1] 马大猷,沈燮,声学手册,科学出版社,1983,404;416.
- [2] 吴宗济,声学学报,1-1(1964),31.
- [3] J. L. Flanagan, «Speech Analysis Synthesis and Perception, Springer-Verlag», 1972, 18.
- [4] M. E. Hawley, «Speech Intelligibility and Speaker Recognition, Dowden Hutchinson & Ross Inc»,1977, 340; 378.
- [5] 张家骥、齐士铃、吕士楠,心理学报,1(1981),76.
- [6] B. L. 阿姆斯特特,《可靠性数学》,科学出版社,1978, 71.

超声变幅杆设计用表的计算机编制(III)

——关于几种简单型扭振杆

阮世勋

(广西大学)

1984年2月27日收到

本文给出指数型 $D = D_1 e^{-\beta x}$ 、类圆锥型 $D = D_1(1 - \alpha x)^{1/2}$ 、类悬链线型 $D = D_2 \{\text{ch}[\gamma(L - x)]\}^{1/\gamma}$ 和两段等长圆柱组成的阶梯型四种扭振变幅杆,各主要参数的理论计算公式和方程以及据此在电子计算机上编制出的直径比 $N = 1.01 - 7.00$ 、 $dN = 0.01$ 的设计用表的概况。表列了部分数据,绘制了各种杆件参数对比曲线,对所得结果作了简要综述和说明。

一、引 言

扭振超声变幅杆已逐渐得到较多应用。文献[1]指出,采取适当的传输常数,纵振变幅杆的设计原则也适用于扭振杆。与此相应,文献[2]给出由扭振方程得到的指数型、空心指数型和阶梯型扭振杆的母线函数、放大系数等参数式;文献[3]指出纵、扭振杆在物理量方面的对应关系,并讨论了指数量扭振变幅杆部分参数式及其与纵振杆的对比;文献[4]得出指数型、圆锥型*及阶梯型扭振变幅杆的谐振长度及位移节点两个参数式。目前,实际使用的扭振变

幅杆的设计也象纵振杆一样,以半波空载理论值为基础^[5-6],但上述文献各有侧重,所提供的扭振变幅杆内容均不够系统和全面,没有具体数据,不便于应用于扭振杆的选择和设计。本文的工作是在上述基础上,参照林仲茂的超声变幅杆的理论和设计文章,得出几种简单型半波谐振扭振变幅杆的母线函数及主要参数表达式,并按文献[7]的方法编制出设计用表。旨在为实际应用设计时提供这几种杆件比较全面的参数理论数据。

* 文献[4]利用与指数型类比的方法,得出这种杆的两个参数式,没有涉及其母线函数,仍称之为“直线形(圆锥型)”杆。严格说来,能谐振于扭振激励的杆件的母线不能为直线。故应非圆锥型,而应是类圆锥型。