

# 消防监控界面的语音信号研究\*

张亮<sup>1,2</sup> 孙向红<sup>1</sup> 副研究员 张侃<sup>1</sup> 研究员

(1 中国科学院心理研究所,脑与认知科学国家重点实验室,北京 100101

2 中国科学院研究生院,北京 100039)

学科分类与代码:620.2040

中图分类号:X912.9

文献标识码:A

**【摘要】**以汉语消防用语为实验材料,结合消防界面使用环境的高噪音特点,通过工效学实验,研究不同长度、内容的语音信号在不同噪音水平下的可懂度。结果表明,人对语音信号的获取与识别受到噪音水平以及信号内容、长度的影响。在不同水平的噪音背景下,语音信号参数呈现不同的变化趋势。噪音对信号的掩蔽作用显著,其中低音最易被掩蔽。在消防监控界面中,语音信号的适宜语速为女中音。词类信号的适宜语速为5字/秒,普通句的适宜语速为7字/秒,含数字句的适宜语速为6字/秒。实验结果为设计者在消防界面中使用语音信号提供了依据,有助于缓解视觉通道压力,提高信息获取的速度和准确性,从而缩短火情侦察的时间与范围,降低火灾伤亡。

**【关键词】**消防监控界面; 语音信号; 语声; 语速; 噪音掩蔽

## Research of Speech Signal on Fire Information Display Interface

ZHANG Liang<sup>1,2</sup> SUN Xiang-hong<sup>1</sup>, Assoc. Research Fellow ZHANG Kan<sup>1</sup>, Research Fellow

(1 State Key Laboratory of Brain & Cognitive Science, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China 2 Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

**Abstract:** Based on Chinese fire information phrases and the situation for Chinese firefighters detecting fire information, the effects of speech rate and tune on intelligibility of fire alarm-related words and sentences under different levels of noise were investigated. The intelligibility was affected significantly by the type of signals and noise levels. For different noise levels, the most comfortable parameters of speech signals varied. The noise occlusion was significant, and the undertone was the easiest one to be occluded. The appropriate tune for fire information display interface was mezzo-soprano. The appropriate voice rate was 5 characters per second for words display, 7 characters per second for usual sentences display and 6 characters per second for the sentences with numbers display. The results could be useful for fire alarm system design, which can decrease the visual load, help firefighters' detection more efficiently, and reduce the casualty.

**Key words:** fire information display interface; voice signal; tune; voice rate; noise occlusion

## 1 引言

近年来,高层建筑随着我国经济的发展而迅速增加,随之消防问题也日益突出。高层建筑的烟囱效应使得火灾蔓延极快,而其复杂结构又给灭火扑救带来很大困难<sup>[1]</sup>。因此,消防报警系统已成为现

代高层建筑中不可缺少的功能部分。它将楼内的消防设施、建筑结构及各探测器探测到的火情集中反映到控制中心的监控界面上,及时发现火情,大大缩短火情侦查的时间和范围,减少了火灾引起的伤亡和损失。

在灭火救援的紧急情况下,消防员要在极短的

\* 文章编号:1003-3033(2006)04-0013-06; 收稿日期:2005-07-14; 修稿日期:2006-02-28

时间内了解大量信息,并迅速作出决策。单一的视觉输出界面容易造成视觉通道过载,导致低效甚至失误<sup>[2]</sup>。听觉是人们除视觉之外获取信息的最主要途径。人对声音信号的反应时间和处理时间比视觉信号快<sup>[3]</sup>。

目前,语音信号已被广泛应用于监控、告警、救援等仪器设备中,有效地解决了单一依靠视觉接受信息的不足,且具有迅速吸引注意力,传播及覆盖面广,定位好等特点。因此,在消防界面中使用声音信号,有助于消防员更快地获取信息作出判断,并缓解视觉通道的压力,降低失误率。

如何恰当地使用语音信号,准确快速地传达信息并实现最佳的人机匹配,该问题已得到工程心理学研究者的高度重视,并开展了广泛的研究<sup>[4-5]</sup>。

要在界面中使用语音信号,让使用者准确快速地获取信息,其语音必须清晰易懂<sup>[6]</sup>。其中,语声和语速是语音质量的两个重要因素。国外已有一些研究<sup>[7]</sup>,但语音信号会随各国语言的不同而呈现不同的特点。汉语在发音、构词、句法等方面都明显不同于英语等其他语种,因此,汉语信号语速语声的参数不能照搬国外标准。

一个影响语音信号可懂度的重要因素就是信号类型,如语音的内容(生活用语或专业用语,是否熟悉),长度(字数多少),是否包含数字信息等。在国内,刘宝善<sup>[8]</sup>和张彤<sup>[7]</sup>等人曾对语音告警信号的部分参数进行过测定,他们测试的材料均为飞机告警用语,主要为2~5个字的动词短语,不包含数字信息<sup>[9]</sup>,在材料性质方面有很强的专业性。消防界面的语音信号则为消防用语,既包括词和短语还包括句子,并含有数字信息。而且使用情景与告警用语的差别也很大。我国目前尚没有统一的语音信号设计标准。因此,有必要针对专门的消防用语设计消防界面的语音信号参数。

在使用语音信号时不可忽略的一点就是背景噪音的掩蔽作用<sup>[8]</sup>。在不同程度的噪音条件下,语音信号的各个参数可能呈现不同的变化趋势。噪音水平对语音信号各参数的影响是怎样?在消防灭火时的高噪声环境中应选用何种语音信号?这些内容都是笔者研究和关心的问题。

对语音信号可懂度的测试十分强调测试条件与实用条件的逼真性,以及测试材料的适宜性<sup>[5]</sup>。实验以消防用语为材料,考虑不同的语句类型,并结合消防界面使用环境的高噪声特点,对消防界面汉语语音信号的适宜语声、语速进行研究。笔者预期,由

于实验材料的差异,消防监控界面的语音信号参数将不同于已有的国内外告警用语参数。而且,语音信号的可懂度会受到背景噪音的影响,并在不同噪音水平下呈现出不同的变化趋势。实验结果将使研究者在消防界面的设计过程中更好地使用语音信号,为协助消防员灭火搜救提供参考。

## 2 方法

### 2.1 实验设计

实验为四因素被试内设计。语速的水平划分以广播电台新闻播音速度为依据,参照其播音速度范围,将语速分为5级。背景噪音水平的选取参照我国《城市区域噪声标准》以及笔者对消防员的访谈记录。各因素及其水平如表1所示。

表1 因素水平表

序号	语速(字/秒)	语声	语句类型	噪音(dB)
1	5	女高音	名词	—
2	6	女中音	数词	60
3	7	男高音	普通句	80
4	8	男中音	含数句	—
5	9	—	—	—

### 2.2 实验材料

通过对消防员的访谈,得出消防灭火过程中的常见情况和常用语,结合《中华人民共和国消防法》的相关规定,制定了80个语句作为实验材料,其中词类2~4个字,句类6~10个字。将各个语句平衡分配到ABC3个因素的各处理水平中。

### 2.3 语音特点及信噪条件

在隔音室采集语音,语音信号以单调(即不带有情绪性语调变化)的男声和女声标准普通话播讲,语句中每个字的播讲速度和响度均匀。随后,用语音软件按实验条件的要求进行处理,得出各个实验语句,精确度在+1ms之内。

为避免噪音响度不均衡带来的误差影响,实验中选用响度一致且比较贴近使用环境特点的粉噪作为背景噪音。

无噪音及60dB噪音时,实验语句为65dB;80dB噪音时,实验语句为85dB。即比背景噪声高5dB,取掩蔽值8+3的低限<sup>[10]</sup>。噪音分贝值采用SL-4001声级计测量,误差为+1dB,精确位数0.1dB。

### 2.4 被试

36名男性为被试,听力正常,年龄为20~27岁,

普通话流利。

### 2.5 程序

耳机中播放某一水平的噪音和实验语句,要求

被试者尽快复述他听到的语句。记录下被试的复述,复述不正确、不完整以及未复述的均按错误计。实验程序如图1所示。

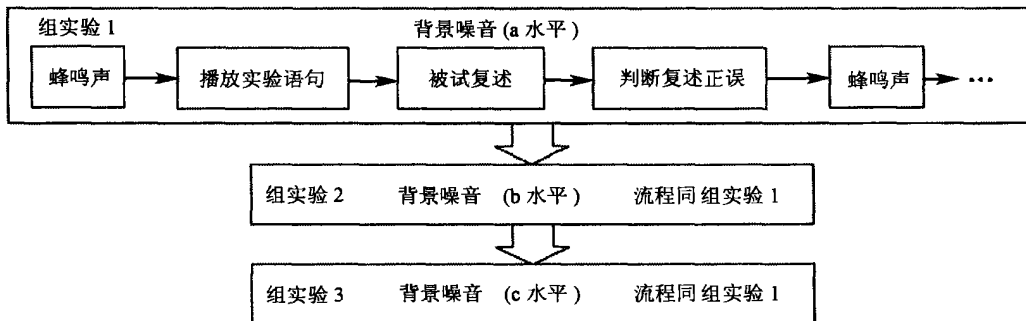


图1 实验程序示意图

每组实验在某一个噪音水平下播放80个实验语句,播放完毕后,休息5min,继续下一组实验。各个被试者接受3个噪音水平的顺序按拉丁方排列。

### 2.6 实验数据的记录和处理

记录各被试复述者实验语句的正确率和反应时,用Spss11.0进行处理和分析。

## 3 结果与分析

数据经过整理,剔除3个标准差之外的极端数据,得到有效数据34份。在反应时的分析中,错误复述和未复述的反应时均按空缺计,然后以该处理水平的平均值作为空缺值的填充。

### 3.1 噪音对语音信号的影响

在不同水平的噪音背景下,被试复述的正确率差异显著 $[F(2,66) = 14.04, p < 0.001]$ ,正确率随噪音增大而下降。无噪音情况下的正确率显著高于有噪音情况,但60dB与80dB的差异不显著(见图2)。

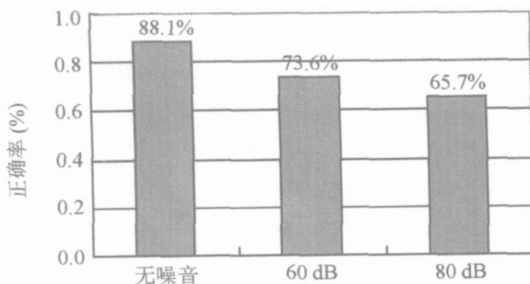


图2 不同噪音水平的正确率比较

如图3所示,反应时也有显著差异 $[F(2,66) = 14.04, p < 0.001]$ ,但与正确率不同,60dB的反应时最长,其次为无噪音,而80dB高噪音的反应时最短。

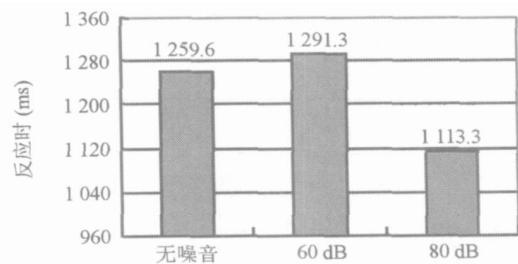


图3 不同噪音水平的反应时比较

### 3.2 语速

在各个噪音水平下,正确率都随着语速加快而下降,但变化的趋势有所差异。语速与噪音的交互作用显著 $[F_{\text{正确率}}(8,264) = 6.16, p < 0.001, F_{\text{反应时}}(8,264) = 29.07, p < 0.001]$ 。相对而言,在高噪音的情况下,正确率下降的速度更快。

由于消防界面应用的主要背景是消防灭火的高噪音环境,所以下详细检验各个语音信号参数在80dB下的变化。

在高噪音背景下,不同语速的正确率差别显著 $[F(4,132) = 64.55, p < 0.001]$ 。正确率随语速加快,逐级下降,呈现出线性变化。将5个水平进行多重比较,结果表明各水平与其他水平之间的差异都是显著的 $(p < 0.01)$ 。见图4。

不同语速的反应时也有显著差别 $[F(4,132) = 10.975, p < 0.001]$ 。但与正确率不同,随着语速加快,反应时的变化并未呈现出线性变化。多重比较的结果表明,5,6,7(字/秒)的反应时较短,这3个水平间差异不显著。但随着语速加快,当语速加快到难以准确识别(正确率低于60%)时,反应时骤然升高。8,9(字/秒)的反应时显著高于前3个水平

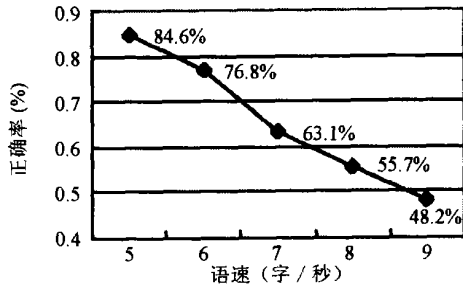


图4 不同语速的正确率

( $p < 0.001$ ) (见图5)。

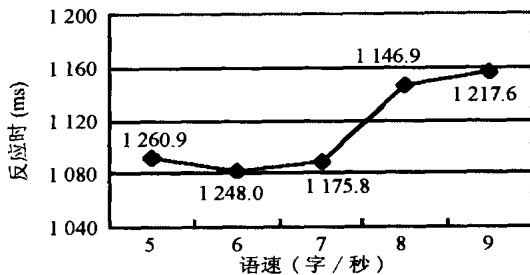


图5 不同语速的反应时

### 3.3 语声

语声和噪音的交互作用显著 [ $F_{\text{正确率}}(8, 264) = 6.160, p < 0.001$ ]。由图6可见,无噪音时,各语声之间的差异相对较小。而在高噪音背景下,女中音的正确率显著高于其他3个语声。这说明噪音对不同语声的掩蔽作用是不同的,在使用语音信号时,必须考虑其具体的使用环境。

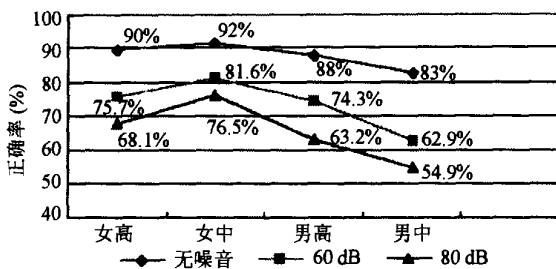


图6 不同噪音水平下各个语速的正确率

在高噪音背景下,不同语声的正确率差异显著 [ $F(3, 99) = 40.245, p < 0.001$ ]。男声播报的语音信号容易被掩蔽,女中音信号抗掩蔽的效果最好。在反应时方面,不同语声的反应时差别显著 [ $F(3, 99) = 6.711, p < 0.001$ ]。男高音 (1 093.98 ms + 11.35 ms) 与女中音 (1 101.80 ms + 9.78 ms) 的反应时最短,但两者差别不显著。

因此,综合来看,女中音播报语音信号的效果最好,正确率最高,反应时较短。

### 3.4 语句类型

在高噪背景下,不同类型的语句差别显著 [ $F_{\text{正确率}}(3, 99) = 4.504, p < 0.01, F_{\text{反应时}}(3, 99) = 226.33$ ]。而界面设计者最关心的是各类型语句的最佳语速是多少,因此,进一步分析语速与材料的交互作用,结果表明交互作用显著 [ $F_{\text{正确率}}(12, 396) = 17.391, p < 0.001, F_{\text{反应时}}(12, 396) = 51.37, p < 0.001$ ]。

从信号语句的长度来看,字数越多,越容易受到语速影响。语速加快,句子的正确率下降得比词快。但反应时变化不大。

从信号语句的内容来看,带有数字的语句更容易受到语速的影响。当语速加快时,带有数字的词或句子的正确率显著下降,反应时也相应变长。

结合考虑正确率与反应时,分别确定4种不同类型的语句的最佳语速,如表2所示。

表2 各类语句信号的最佳语速

语句类型	名词	数词	普通句	含数句
语速(字/秒)	5	5	7	6

## 4 讨论

### 4.1 噪音对语音信号的影响

在界面设计的研究中,十分强调实验条件与实际条件的逼真性。语音界面的信号设置必须考虑其使用的环境。消防界面使用时最大特点就是其使用环境的高噪音背景。

研究表明,噪音对语声确有掩蔽作用,会降低语音信号的清晰度。因此,在高噪音环境下使用语音信号,需要适当地放慢语速,使其更加清晰易懂。

噪音的掩蔽作用还与音高音频等语声属性密切相关。低音易被掩蔽,是笔者未把低音作为实验条件的原因。结果表明,女声信号的效果优于男声,且随着噪音掩蔽作用的增大,其优势愈加明显。

实验不仅研究了80 dB的高噪音情况,而且对比了无噪音和低噪音的情况,希望得到3个噪音水平能够大致反映语声信号在不同噪音背景下的变化趋势,为其他语音信号研究提供参考。

### 4.2 熟悉程度对正确率的影响

与以往实验相比,该实验结果的正确率偏低。其主要原因之一是被试者对实验材料不熟悉。在飞

机告警用语实验中,由于实验语句的专业化程度极高,所以要求被试者事先熟悉实验材料。而在该实验中,考虑到语句的专业程度相对较低,因此,并没有要求被试者事先熟悉材料。如果被试者对语音信号比较熟悉,那么识别起来就会更容易更准确。在实验中笔者确实发现,对信号的识别确实存在练习效应。

上述观点和认识可通过对比刘保善<sup>[8]</sup>和张彤<sup>[6]</sup>的两例实验来证明。两项研究均以飞机告警用语句表为实验材料,但前者以飞行员为被试者,后者以普通学生、教师为被试者,结果是前者的正确率高于后者,且得到的最佳语速比后者快1字/秒。

受条件制约,研究选用了年龄和性别与消防员相近的大学生作为被试者。由于消防员对消防用语更熟悉,所以他们在真实使用消防界面时的识别率很可能高于此实验结果。如条件允许,后期实验可以以消防员为被试者验证,比较此次实验结果。

#### 4.3 与国内外研究的对比

关于语音告警系统,美国已制定出相应的军用标准<sup>[10]</sup>。在我国,刘保善等人曾对飞机告警用语的参数进行过测定。但对于界面中使用的语音信号尚没有统一的标准。

与告警用语相比,界面中使用的语音信号内容更为丰富,传达的信息种类较多,信号长度不一。但后者对使用者注意力的要求不如前者高,告警用语需要在使用者没有准备的情况下,将其注意力迅速吸引过来并准确地接收告警信息。而界面的使用者在使用界面时已有所准备,其注意力已投向了界面,所以对信号的接收会更快,更容易接收到信号中的信息。将实验结果与国内外告警用语相比较,可以看出消防界面的语音信号参数与英语及汉语飞机告

警用语的差别(见表3)。

表3 国内外研究结果比较

项目	任务类型	语声	语速(字/分)	反应时(秒)
美国告警用语		女声	156~178	
我国飞机话音告警用语	单任务	女中音	180~300	
	双任务		240~360	2.181
消防界面语音信号	单任务	女中音	300~420	1.102

## 5 结 论

1) 实验结果表明,噪音对语音有掩蔽作用,其作用大小与语音信号的具体属性有关。因此,信号的使用必须考虑界面使用的环境特点。噪音对低音的掩蔽最为明显。在消防灭火的高噪音背景下,消防界面语音信号的适宜语声为女中音。

2) 语音信号的参数与信号本身的长度、内容,以及使用者对信号的熟悉度密切相关。与国内外研究结果的对比表明,消防界面汉语语音信号的适宜语速不仅不同于国外的告警用语,而且不同于我国的飞机告警用语。

3) 以消防用语为材料的实验结果表明,对于消防界面的汉语语音信号,词类信号的适宜语速为5字/秒,普通句的适宜语速为7字/秒,含数字句的适宜语速为6字/秒。

4) 在界面设计中,多模态的视听结合界面有更广泛的应用价值。因此,在了解语音信号本身参数的基础上,再将视觉信号与听觉信号结合起来,将会有效地提高界面的使用效率,并大大提高识别和获取信息的准确性。

5) 后继实验可以开展多模态界面的研究,比较单纯的视觉界面或听觉界面与视听结合界面的优缺点,以及如何恰当地结合视觉信号与听觉信号。

## 参 考 文 献

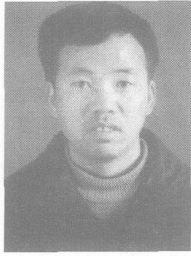
- [1] 田玉敏,刘茂. 高层建筑火灾风险的概率模糊综合评价方法[J]. 中国安全科学学报, 2004, 14(9): 99~103
- [2] 方志坚. 人一机交互技术新趋势:多媒体与多通道[J]. 人类工效学, 1998, 4(2): 34~38
- [3] 彭泉. 基于人类认知规律的应用系统人机界面设计[J]. 计算机工程与应用, 2001(19): 148~150
- [4] Minnesota SJ, California W A. Critical Issues in the Development of Speech Technology for Man Machine Integration[A]. Proceedings of 26<sup>th</sup> Annual Meeting of the Human Factor Society[C], 1982
- [5] Steeneken HJ M, Langhout G. Voice Interactive System in Severe Noise Condition[R], ADP005603, 1985

- [6] 张彤. 语音告警信号语速研究[J]. 应用心理学, 1997, 3(1): 34~39
- [7] Simpson C A, Synthesized Speech Rate and Pitch Effects on Intelligibility of Warning Messages for Pilots[J]. Human Factor, 1984, 5: 32~39
- [8] 刘宝善. 战斗机汉语合成语音告警用语设计参数的测定[J]. 人类工效学, 1995, 1(1): 24~27
- [9] 郭小朝. 战斗机语音告警用语的选定[J]. 中华航空医学杂志, 1994, 5(4): 230~231
- [10] MIL - STD - 1472D. Human Engineering Design Criteria for Military Systems[S]. Equipment and Facilities, 1989: 39~46
- [11] 刘伟, 袁修干等. 航空工效中情景觉知的研究[J]. 中国安全科学学报, 2004, 14(12): 22~25

## “学报”正刊、增刊及学会论文集征订一览表

编号	资料名称	单价(元)	订数	合计
<b>学 报 正 刊</b>				
01	2006年《中国安全科学学报》(全年12期)	192.00		
02	2005年《中国安全科学学报》(全年12期)	168.00		
03	2004年《中国安全科学学报》(全年12期)	168.00		
04	2003年《中国安全科学学报》(全年12期)	132.00		
05	2002年《中国安全科学学报》(全年6期)	72.00		
06	2001年《中国安全科学学报》(全年6期)	60.00		
07	2000年《中国安全科学学报》(全年6期)	60.00		
08	1999年《中国安全科学学报》(全年6期)	54.00		
09	1998年《中国安全科学学报》(全年6期)	48.00		
10	1997年《中国安全科学学报》(全年6期)	36.00		
<b>学 报 增 刊</b>				
11	2003年学报增刊	11.00		
12	2001年学报增刊	10.00		
13	2000年学报增刊《机电安全专辑》	10.00		
14	1999年学报增刊《高压水射流技术专辑》	10.00		
15	1998年学报增刊《安全科学技术论文译丛》	10.00		
16	1996年学报增刊	70.00		
17	1995年学报增刊	40.00		
18	1994年学报增刊《全国首届安全文化高级研讨会论文集》	35.00		
<b>学 会 论 文 集</b>				
19	《第十四届海峡两岸及香港、澳门地区职业安全健康学术研讨会暨中国职业安全健康协会2006年学术年会论文集》	120.00		
20	《中国职业安全健康协会2005年学术年会论文集》	80.00		
21	《中国职业安全健康协会首届年会暨职业安全健康论坛论文集》	80.00		
22	《全国第三次安全科学技术学术交流大会论文集》	80.00		
23	《全国第二次安全科学技术学术交流大会论文集》	70.00		
24	《第六届海峡两岸及香港、澳门地区职业安全卫生学术研讨会论文集》	60.00		
总计金额		仟 佰 拾 元 整 ( : )		

以上定价均含邮挂费, 欲购请直接汇款至编辑部, 并与张爱军联系。论文集数量有限, 欲购从速。



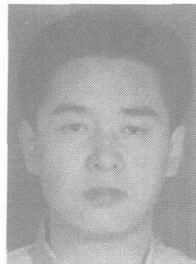
**王明贤** 江苏大学安全工程技术中心副主任、副教授、硕士。浙江省临安市人,1963年9月生。1985年本科毕业于长安大学(原西安公路学院)工程力学专业、1992年毕业于江苏大学(原江苏工学院),获工学硕士学位。主要从事

安全与环境工程的教学和科研工作,研究领域涉及安全信息技术、系统风险分析以及应急救援预案研究等,目前负责和参与省级科研项目3项,完成省级科研项目2项。先后在学术期刊和学术会议上发表论文20余篇,出版教材1部。



**刘桂玲** 注册安全工程师,工学博士。1970年1月生,1998年于华东理工大学化学工程专业攻读硕士学位,2001年3月继续在该校攻读博士学位,2004年3月到上海市安全生产科学研究所(原上海市劳动保护科学研究所)工作。工作期间,参与《安全评价》第三版上册编写工作,同时参与并完成上海市科学技术委员会重点科研项目“气

生产装置安全评价技术”,该项目已通过鉴定。学习期间,在“Energy & Fuels”(SCI & EI 摘录)发表论文3篇,获得国家发明专利1项。



**戴宇彤** 广州远景安全评价检测有限公司总经理。辽宁省阜新人,1967年5月生。1990年毕业于辽宁省体育学院,1990年8月—1996年7月,在辽宁省体育运动训练中心从事人事管理工作;1996年7月—1999年8月,在新华社广东分社《体育参考》报社从事新闻采编工作;1999年8月—2001年6月,在广州日报报业集团从事新闻采编工作;2001年6月,在广州成立了广州远景安全评价检测有限公司,并担任总经理(法人),主要从事企业信息咨询、安全技术咨询与服务,安全管理咨询与培训等。



**龚标** 公安部交通管理科学研究所交通安全部主任,副研究员,硕士研究生。全国汽车标准化技术委员会整车分会副主任委员,全国汽车标准化技术委员会动力学分会委员,全国汽车缺陷产品调查和鉴定专家。1966年4月生,主要

从事交通安全理论研究、交通事故调查分析、疑难交通事故技术鉴定、车辆安全检测技术以及交通安全产品开发等工作。曾负责交通安全相关的国家项目4个、省部级项目6个及其他项目若干,负责制修订国家标准、公安部行业标准9个,曾获公安部科技进步奖二等奖1次、三等奖2次。开发的“便携式制动性能测试仪”和“高速公路事故勘察车”获得国家实用新型专利。



**吴立云** 河南理工大学能源科学与工程学院讲师,硕士研究生。河北省藁城市人,1973年5月生。1996年毕业于河北师范大学化学系,获理学学士学位,研究方向为安全系统工程和管理信息系统。先后作为主要完成人参加“矿山重大危险源辨识及评价技术研究”等省部级科研项目3项,参加“平煤集团安全管理信息系统研制与开发”等企业委托项目6项。在国内学术期刊和国际会议上发表

论文14篇,4篇被EI检索,6篇被ISTP检索。



**张亮** 中国科学院心理研究所工程心理学实验室硕士研究生。1982年8月出生于吉林省长春市。2001年9月考入北京师范大学心理学院应用心理学专业,2005年7月获得心理学学士学位。2005年9月保送进入中科院心理所继续学习,师从于张侃研究员。曾参与美国 Honeywell 实验室“消防界面设计”、“中国教育网网页可用性评价”等项目。主要研究方向为工程心理学、人因学、人与计算机的交互技术、界面设计、可应用性评价等。



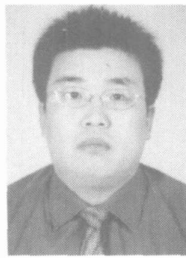
**赵伏军** 教授,博士,现任湖南科技大学能源与安全工程学院副院长。湖南衡山人,1963年10月生。自1984年湖南科技大学采矿工程专业毕业以来,一直从事煤炭开采、通风安全技术等方面的教学和科研工作,先后主持和参加了国家

自然科学基金项目、国家安全生产监督管理总局等省部级科研项目10余项。作为研究成员曾获国家科技进步二等奖1项,省部级科技进步奖3项。合作出版专著1部,在“Tunnelling and Underground Space Technology”、《岩石力学与工程学报》等国内外刊物上发表学术论文30余篇。



**韩旭** 解放军理工大学军事环境工程系副教授,工学博士。1969年7月生。2004—2005年在清华大学建筑技术科学系博士后流动站进行研究工作。目前主要从事建筑工程内部环境的安全防护技术研究和教学工作。在有限

空间生命支持系统方面取得了多项科研成果,先后获得军队科技进步奖5项,军队教学成果奖1项。



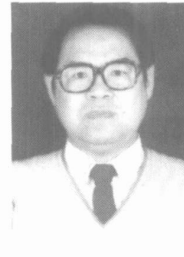
**卫振林** 讲师,博士研究生。山西运城人,1972年11月生。1998年毕业于北方交通大学交通运输学院,获工学硕士学位;2002年9月至今在该校继续攻读博士学位。1998年7月留校任教并从事运输领域的相关研究工作,

主要研究方向为交通运输系统工程、智能交通系统、综合运输及车用替代能源技术等。主持北京市科技计划课题2项,参与国家及省部级科研项目12项,获北京市科学技术进步三等奖1项。合作编写本科教材2本,公开发表学术论文10余篇。



**孙向红** 中国科学院心理研究所副研究员,中国人类工效学会副秘书长,中国心理学会副秘书长。1968年生,2001年获工程心理学博士学位。2002年在英国考文垂大学视觉信息设计研究中心作访问学者,2003年在美国 Honeywell 实验室作访问学者。多年来从事心理负荷、情景意识、

驾驶行为、人机交互(HCI)等方面的研究。先后参与并承担飞行员心理选拔、空间认知、高技术支持下的远程学习、驾驶行为研究,以及飞行员情景意识的研究等国家级科研项目。



**于顺安** 大庆油田有限责任公司第一采油厂信息中心计算机工程师。1957年10月生,1984年毕业于大庆职工大学计算机专业,1987—1990年在哈尔滨工业大学计算机应用专业,在职攻读硕士学位。根据实际工作经验,针对石油

企业油气生产危险源的特点,运用HSE管理体系的核心理念和管理原则,总结出行之有效的评价方法。



**赵鹏** 博士研究生。1977年10月生,2000年考入北京科技大学土木与环境工程学院,攻读安全技术及工程专业硕士学位,2003年继续在该专业攻读博士学位。现在主要从事民航系统人为因素的分析及分类方法的研究。长期与

国内航空公司和民航安全研究机构合作,从事航空安全管理、航空公司安全规划、民航事故与人为因素分析等方面的科研课题研究。在《飞行员》、《民航管理》、《中国民航学院学报》等国内刊物上发表相关论文4篇。