

农村水电站安全隐患识别的视知觉眼动特征

晋良海^{1,2},吴菊华^{1,2},余迪³,李成^{1,2}

(1.水电工程施工与管理湖北省重点实验室,湖北 宜昌 443002;2. 三峡大学水利与环境学院,湖北 宜昌 443002;
3.上海勘测设计研究院有限公司,上海 200080)

摘要:农村水电站安全隐患识别是消除安全隐患、防止事故发生、改善劳动条件的必要环节。为提高安全隐患识别效率,依据拓扑心理学分析安全隐患的物理限制、物理属性与语意约束,进行多水平信息深加工分析,以农村水电站作业人员为被试人员进行眼动实验研究,提取安全隐患识别的眼动特征。结果发现:①安全隐患识别时,初次注视时间差异性较小;②部分作业人员进行安全隐患识别时,对安全隐患识别累计停留时间随着时间推移逐渐减少;③作业人员对各情景中安全隐患识别能力差异较大,常识性安全隐患较其他类型安全隐患容易识别。

关键词:安全隐患;农村水电站;空间许可性;多水平信息加工;眼动追踪

中图分类号:TV73

文献标识码:A

Space Permissive and Eye Movements on Rural Hydropower Station Safety Hazard Identification

JIN Liang-hai^{1,2}, WU Ju-hua^{1,2}, YU Di³, LI Cheng^{1,2}

(1. Collaborative Innovation Center for Geo-hazards and Eco-environment in Three Gorges Area, Yichang 443002, Hubei Province, China;
2. College of Hydraulic and Environment Engineering, Three Gorges University, Yichang 443002, Hubei Province, China;
3. Shanghai Investigation, Design and Research Institute Co., Ltd, Shanghai 200080, China)

Abstract: Potential safety hazard identification is a necessary procedure to eliminate hidden dangers, prevent accidents and improve working conditions. In order to improve the efficiency of safety hidden danger identification, it analyzes topological psychology physical limitations of potential safety problems, physical attributes and semantic constraints, multi-level information on deep-processing analysis, rural workers hydropower as subjects performed eye movement experimental studies, extracted safety hazards and identified eye features. The results show that: ① When security risks identification, the initial fixation time difference is small. ② The section operating personnel to identify safety problems, the time to identify safety problems has decreased as time goes by. ③ Workers' ability to identify differences, common-sense security risks compared to other types of safety hazards are easy to identify.

Key words: rural hydropower; security risks; space permissive; multiple levels of information processing; eye-movement tracking

农村水电站是一个由人、机、环境所组成、空间分布极其复杂的系统,具有空间受限、设备布置密集、作业转换频繁等特点,造成厂区内物资、设备在使用或运行过程中处于不安全状态,诱发人的不安全行为,形成较大的安全隐患。研究发现,人

类的视觉注意具有明显的选择性^[1,2]。作业人员对安全隐患的视知觉空间成像不稳定,易出现 Troxler 效应^[3,4]和变换盲视效应^[5,6],从而忽略某些重要的安全隐患。因此,为了解作业人员安全隐患识别的认知心理过程,开展眼动行为反应实验研究,总结农村水电站安全隐患识别规律,对农村水电站安全生产管理提供科学合理的决策依据具有重要意义。

农村水电站安全隐患识别是安全生产的一个重要环节,是确保水电站安全生产的前提和保证。针对农村水电站安全管理制度缺陷问题,陈焯兴^[7]提出应加强政策研究,进一步明确农村水电站防汛安全管理责任主体、管理职责、保障措施等,切实加强农村水电站防汛安全管理工作。为综合评价水电厂本质安全水平,晋良海、李成^[8]建立综合人、机、环、管的本质安全指标体系,采用 G1 法确定各指标权重,构建改进的模糊综合评

收稿日期:2016-10-26

基金项目:湖北省重点实验室开放基金项目(2016KSD06, 2016KSD13)。

作者简介:晋良海(1973-),男,副教授,博士,从事水利水电建设项目运筹、施工作业安全工效研究。E-mail:790091193@qq.com。

通讯作者:吴菊华(1993-),女,研究方向为施工作业安全工效。E-mail:1499811307@qq.com。

价法对水电厂安全隐患进行综合评价。针对隐患识别问题,赵怡晴、唐良勇等^[9]通过采用过程-致因网格法对尾矿库隐患进行辨识,直观呈现尾矿库生命周期各阶段存在的主要风险隐患及其演化途径。徐志立^[10]提出一种基于像素差异强度补偿的水利工程安全隐患检测方法,抵抗传播途中的衰减,使得水利安全隐患能够被识别。

上述研究针对农村水电站安全管理提出了相应的制度改善措施,但均未从安全认知、不安全行为心理机制角度发现并解决问题。因此,为了解农村水电站作业人员安全隐患识别过程,提高识别效率,以农村水电站安全隐患为研究对象,针对农村水电站安全管理复杂性的特点,运用眼动仪记录被试人员的眼动数据,分析眼动特征的差异性,总结安全隐患识别规律,对农村水电站安全隐患识别的视知觉特性做探索性研究。

1 农村水电站作业情景的空间许可性

依拓扑心理学^[11]所提出拓扑学及向量学描述,心理事件不仅取决于作业人员的状态,同时取决于环境,即:

$$B = f(P, E) \quad (1)$$

式中: B 为认知行为(心理事件); P 为人; E 为环境。

因此,研究农村水电站作业人员安全隐患信息识别视知觉深加工需考虑人和环境2个因素。

(1)人的因素。主要包括遗传、性格、习惯等方面。由于农村水电站在前期招聘过程中将淘汰生理遗传、性格缺陷、不良习惯较多的应聘者,所以新聘员工具备基本正常心理素质,可应对农村水电站安全隐患识别过程中出现各种情况。因此,在

研究安全隐患信息视知觉深加工过程中不做重点考虑。

(2)环境因素。主要包括社会环境、自然环境、作业环境等方面。由于农村水电站地处偏僻、社会环境单一,对作业人员的视知觉深加工影响不大;自然环境主要受暴雨、洪水、泥石流、地震等恶劣自然条件影响,具有不可预测性和不可抗性,过多考虑该影响没有很强的现实意义。因此,从作业环境入手,展开作业情景空间许可性分析,对安全隐患进行物理限制、物理属性、语义约束描述,厘清情景中所有安全隐患之间视知觉信息加工过程。

作业情景是真实世界中各个分散的刺激物(安全隐患)及其背景构成的、具有语义一致性的视觉图景。分析作业情景空间许可性,可认识农村水电站安全隐患排列分布规律,为作业提供切实有效地安全管理参考依据。作业情景空间许可性包含3个方面内容:首先,安全隐患必须满足在农村水电站物理限制(包括重力、空间、时间等)之内;其次,安全隐患自身属性及其功能受到所确定的语义限制;最后,需对情景中安全隐患危害性进行分析。

选取巴东某引水式农村水电站作为此次研究对象,通过向农村水电站安全管理人员以及现场专家咨询,并结合自身现场观察,选取包含公认的安全隐患较多的4个典型场景(见图1)进行空间许可性分析。本次研究均以情景1进行详细分析,情景1的空间许可性分析结果见表1。

场景1:中控室隔离开关处,该场景主要包含隔离开关、应急灯、空调3项安全隐患。

场景2:控制屏后背处,该场景主要包括各线路接触处安全

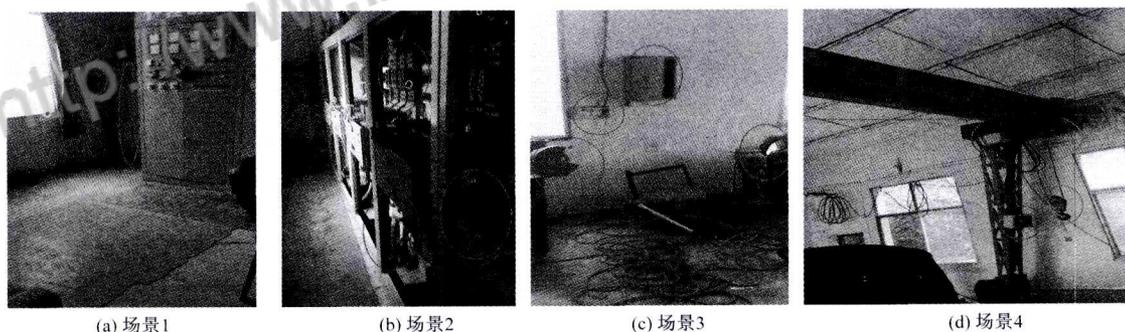


图1 4个典型安全隐患(场景1~4)
Fig.1 Four typical security risks (scenarios 1~4)

表1 情景1中安全隐患空间许可性分析
Tab.1 Scenario 1 security risk analysis of spatial License

安全隐患名称	物理限制			基本描述	物理属性		语义约束	
	重力限制分析	空间限制分析	时间限制分析		作用	受损程度	危险性分析	可能的安全事故类别
隔离开关	大小不变	静态隐患	不受限制	HD型单投刀开关	隔离电源	开关保护盖破损严重、接线处未用绝缘保护带捆绑、安放位置距离走廊太近	开关保护盖破损严重	漏电、触电、火灾事故
应急灯	大小不变	静态隐患	与应急时间同步	HW101-H应急灯	中控室夜间照明使用	两个灯泡固定架被损坏、电源插头并没有接上	接线处未用绝缘胶带	漏电、触电、火灾事故
空调	大小不变	静态隐患	不受限制	1.5匹立式格力空调	解决机组控制屏温度问题	无明显安全隐患	安放距离太近	触电、火灾事故

隐患。

场景3:检修台电源线处,该场景主要包含切割机、控制器、电源箱、设备线、防小动物隔离网5项安全隐患。

场景4:桥吊机机械控制系统处,该场景主要包含控制开关、吊钩、传动轴3项安全隐患。

2 安全隐患信息多水平深加工过程理论基础

多水平视知觉是指作业人员在浏览环境过程中的视觉加工过程,它不仅包括对环境中的某个或某些安全隐患的知觉,也包括与其相关的位置、空间层次以及意义加工的描述。一般情况下,作业对情景知觉加工可以分为3个水平段^[12]:初级水平加工,“情景地图”提取,对情景中内容属性进行简单描

述,形成如草图一样的情景梗概;中级水平加工,刺激物提取,在提取情景梗概的基础上,对某些独立的、分散的刺激物进行表征提取;高级水平加工,情景意义提取,在中级水平的基础上对情景进行语义加工。

Rensink^[13]研究发现,情景地图的有效保持需要眼睛持续关注。相对于简单的结构,情景图式包括的内容可能更为复杂。因此,人们必须要在注意参与条件下,通过移动眼睛获得刺激物信息,并形成情景的空间层次结构。情景空间层次结构可以被表征为“概要地图”,实际上仅仅是对情景中各个独立刺激物位置的描述,并不是对它们的结构或者属性的描述。

总结情景1的多水平视知觉加工描述见表2。

表2 情景1中安全隐患多水平视知觉加工描述

Tab.2 Scenario 1 security risks and more horizontal visual perception process description

初级水平加工描述	中级水平加工描述	高级水平加工描述
在昏暗的光线下,发现情景1中有一破旧的黑色隔离开关,灰白的应急灯挂在墙壁上,旁边竖立着一台较陈旧的空调,周围白色墙壁已经发黑。	在初级水平加工描述的基础上,再次观察该情景,发现隔离开关上有一个白色较脏的多孔插座及严重破损的小隔离开关;在其右上方放着未接电源的应急灯;竖立着一个出风口破损并标有铭牌的白色格力空调。	在中级水平加工描述的基础上,多次观察该情景地图,可发现三者之间存在某种联系;小隔离开关与空调线相连;应急灯未连接任何电源。

3 基于知识驱动在农村水电站安全隐患识别的视知觉眼动实验

3.1 实验设计

本实验共有1名主试人员,8名农村水电站作业人员作为被试人员。采用瑞典Tobii glass2型眼动仪以及惠普平板电脑。实验单位为某安全工效实验室(主要实施单位)和巴东县某农村水电站(主要协助单位)。针对现有农村水电站安全隐患识别的现状,选取4个典型场景作为农村水电站安全隐患识别视控制实验对象,提取作业人员在这些场景中的眼动行为反应特征。

为确保实验数据的真实有效,针对实验对象及仪器的相关性,这里只进行视频模拟实验。

具体实验步骤如下:①被试人员填写个人基本信息表;主试人员向被试人员详细讲解实验目的、实验注意事项等。②现场安装眼动仪及平板电脑,校正或调试使眼动仪记录及平板电脑显示符合实验要求。③在主试人员陪同下,按照场景1到场景4的顺序,依次对被试人员进行安全隐患识别工作。④借助Tobii Glasses 2 Analysis软件整理眼动仪收集到的眼动数据。

3.2 基本信息统计

经过对8名农村水电站作业人员基本信息收集,得出以下结果(见图2)。

3.3 眼动数据统计与分析

3.3.1 眼动数据统计

结合基本信息统计,从8组眼动实验选取其中4组具有典型代表性的实验数据进行统计,其余数据作为辅助分析。

(1)各情景对安全隐患初次注视时间统计。初次注视时间,即实验人员首次观察到情景中安全隐患时间,主要用来分

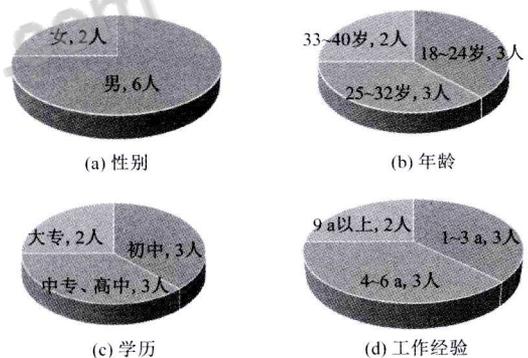


图2 某农村水电站作业人员性别、年龄、学历、工作经验统计饼状图

Fig.2 Workers a rural hydropower gender, age, education, work experience statistics pie chart

析作业人员对于各情景中安全隐患是否灵敏。

由表3得出:在作业人员开始对各情景中安全隐患进行识别时,第一次注视安全隐患的时间差别不大,4组实验中作业人员对4个典型情景中安全隐患识别灵敏性差异较小。

表3 各情景对安全隐患初次注视时间统计表

Tab.3 Each scene of the initial security risks fixation time statistics

组别	情景1	情景2	情景3	情景4
第一组	0 min 38 s	1 min 10 s	4 min 20 s	6 min 10 s
第二组	0 min 40 s	1 min 11 s	4 min 23 s	6 min 10 s
第三组	0 min 39 s	1 min 08 s	4 min 21 s	6 min 07 s
第四组	0 min 40 s	1 min 05 s	4 min 27 s	6 min 10 s

注:①每次注视起始时间为0,持续7 min。②每次注视初始位置、结束位置一样。

(2)各情景对安全隐患兴趣区的注视点数目统计。图3中注视点数目统计结果表明第一组和第二组作业人员进行安全

隐患识别时,安全隐患兴趣区的注视点数目随着时间推移而逐渐减少;第三组和第四组作业人员安全隐患兴趣区的注视点数目变化随着时间推移而不明显(此注视点数目统计包括注视点落在安全隐患上和未落在安全隐患上两部分)。

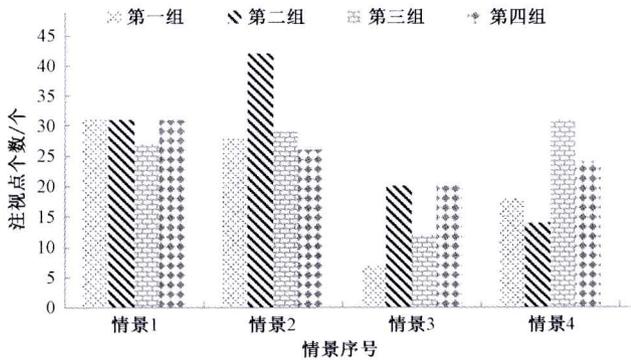


图3 各情景安全隐患兴趣区的注视点数目统计
Fig.3 The number of fixation points of the threat scenario interest area statistics

(3)各情景累计注视时间统计。累计注视时间,即作业人员在安全隐患兴趣区注视停留的时间,主要用来分析作业人员对于各情景中安全隐患识别绩效。图4中注释时间变化趋势显示第一组和第二组作业人员进行安全隐患识别时,在安全隐患兴趣区注视停留时间随着时间推移而逐渐减少;第三组和第四组作业人员在进入情景中进行安全隐患识别时,在安全隐患兴趣区注视停留时间变化随着时间推移而不明显。

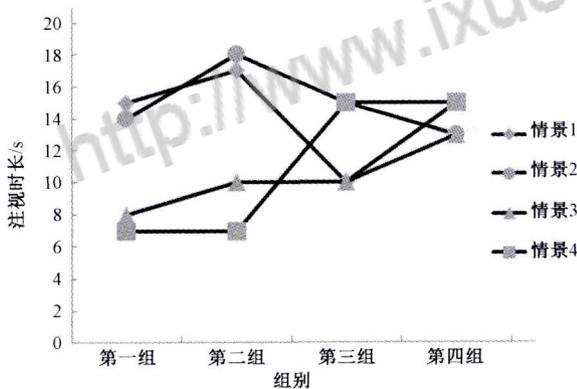


图4 每组实验在各情景中累计注视时间变化趋势
Fig.4 Each experiment was accumulated in various scenarios watching trends over time

(4)各情景安全隐患平均注视时间。平均注视时间,即所有实验组对于各情景中安全隐患累计注视时间的平均值,用来分析整个作业人员对于安全隐患识别绩效。各情景安全隐患平均注视时间分别为 12.25、15、10.25、11 s,表明农村水电站作业人员进行安全隐患识别时,情景1和情景2识别时间远大于情景3和情景4。

3.3.2 眼动数据可视化分析

眼动数据可视化,即运用计算机图形学和图像处理技术,将眼动数据转换成图形或图像在屏幕上显示出来,并进行交互、叠加等技术处理。

(1)热点图,叠加各情景中安全隐患的全部注视点数量计

算的区域图,红色区域越大表明注视时间越长。主要用于反映作业人员对于情景中安全隐患注视情况。

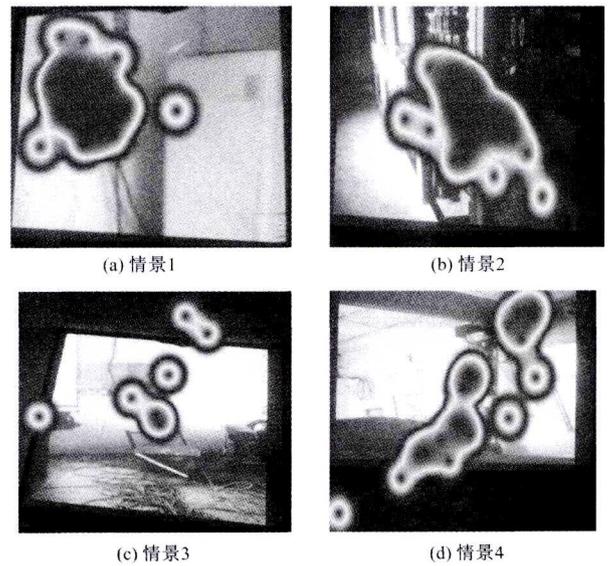


图5 第一组4个情景安全隐患注视热点图

Fig.5 The first set of four scenarios threat gaze heat map

由图5得出:第一组情景1中作业人员注视隔离开关时所呈现颜色最深,依次向外圈递减,表明作业人员注视隔离开关数目最多,从而得出作业人员的安全隐患识别能力大小为隔离开关>应急灯>空调;第一组情景2中作业人员只对明暗交替处接线装置进行安全隐患识别;第一组情景3中作业人员的安全隐患识别能力大小为电源箱>控制器>切割机,而散落电源线和防小动物网几乎不能识别;第一组情景4中作业人员安全隐患识别能力大小为桥吊开关>传动轴>吊钩。同理分析第二、三、四组作业人员对4个情景的安全隐患识别能力大小结果与第一组基本一致。

(2)注视扫描路径图,按照作业人员注视点进入情景中的时间顺序进行排序标记,图中数字表明注视的路径,圆圈的大小表明在该点的注视时长。主要用于反映作业人员对情景中安全隐患识别先后顺序。

由图6可知:第一组情景1中作业人员注视情景中各安全隐患序号:应急灯(①、②、③)、隔离开关(④、⑤、⑥等)、空调(⑦),由此得出作业人员的安全隐患识别顺序为应急灯>隔离开关>空调;第一组情景2中作业人员注视情景中安全隐患序号全部停留在明暗交替接线装置处,由此得出作业人员的安全隐患识别顺序由明暗交替处接线装置处往身前转移;第一组情景3中作业人员注视情景中安全隐患序号:切割机(②)、电源箱(⑤)、控制器(⑦,圆圈直径较大),其他安全隐患没有序号,由此得出作业人员的安全隐患识别顺序为切割机>电源箱>控制器,散落电源线和防小动物网并没有识别;第一组情景4中作业人员注视情景中安全隐患序号:传动轴(②、③、④、⑤、⑥)、桥吊开关(⑧、⑨等)、吊钩(⑩),由此得出作业人员的安全隐患识别顺序为传动轴>桥吊开关>吊钩。同理分析第二、三、四组作业人员与第一组对4个情景中安全隐患的识别基本一致。

(3)注视区域图,按照叠加原理,对情景中安全隐患的全部

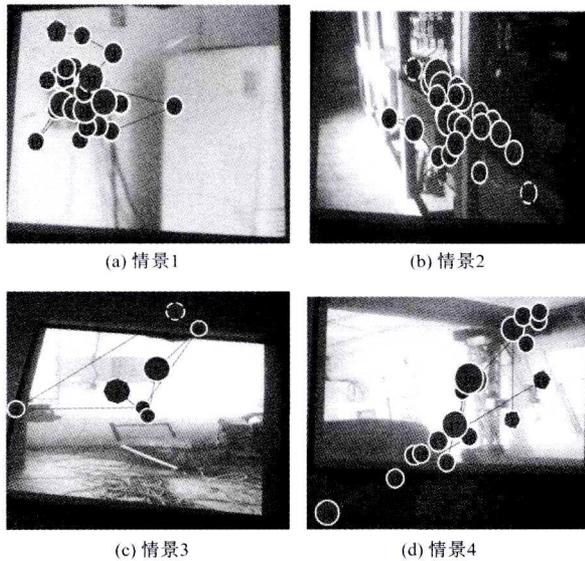


图6 第一组4个情景安全隐患注视扫描路径图

Fig.6 The first set of four scenarios threat gaze scanning the road map 注视点包围区域图。主要用于分析作业人员在情景中安全隐患识别时具体识别区域。

由图7得出:第一组情景1中作业人员主要对隔离开关区域进行安全隐患识别;第三组情景2中作业人员主要对明暗交替处各接线装置区域进行安全隐患识别;第三组情景3中作业人员主要对电源箱区域进行安全隐患识别;第三组情景4中作业人员的主要对桥吊开关、吊钩、传动轴区域进行安全隐患识别。同理分析第二、三、四组作业人员与第一组对4个情景中安全隐患的识别基本一致。

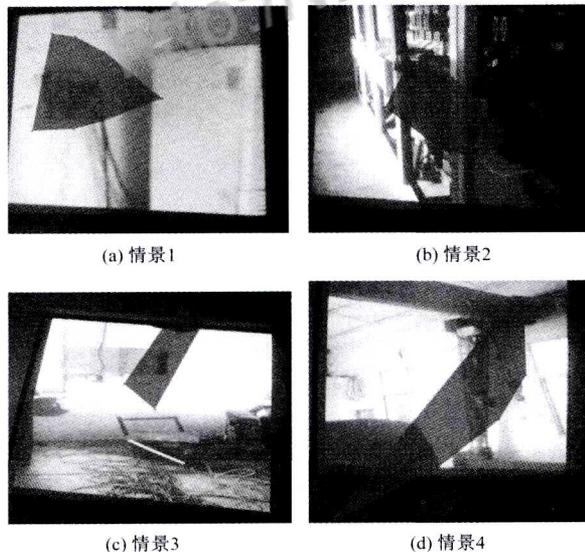


图7 第一组4个情景安全隐患注视区域图

Fig.7 The first set of four scenarios threat gaze area map

3.4 结果分析

综合分析眼动相关数据、热点图、扫描路径图,得出以下3条结果并结合认知心理学、环境行为学、格式塔心理学等相关理论进行解释说明。

结果1:安全隐患识别时,初次注视时间差异性较小。

4组作业人员对情景1的初次注视时间分别为38、40、39、40 s,时间最大相差2 s;4个情景中最大相差7 s,相对于每个情景2~3 min的观察时间相对很小,由此可知作业人员在识别安全隐患时,初次注视安全隐患的时间差异性较小。

探究其原因,可发现影响农村水电站作业人员安全隐患识别灵敏度因素众多^[14],包含年龄 Y 、学历 E 、性别 S 、工作经验 W 、是否参加过安全培训 T 等。这些影响因素耦合成一个认知能力的函数,即:

$$R = f(Y, E, S, W, T) \quad (2)$$

结合农村水电站作业人员的构成及其他多方面的考虑,该农村水电站作业人员构成差异较大,如存在年龄较小但是学历较低、年龄较大但是学历较高、年龄较小学历也高但是工作经验太少、有些作业人员年龄较大学历较低但是工作经验丰富等各种类型的作业人员,这样各影响因素作用于认知能力不同,相互之间存在抵消作用,最后导致实验结果差异性较小。

结果2:部分作业人员进行安全隐患识别时,对安全隐患识别累计停留时间随着时间推移逐渐减少。

4组作业人员由情景1观察至情景4的注视时间分别为15、14、8、7 s;17、18、10、7 s;15、10、10、15 s;15、13、13、15 s,该组数据表明前两组作业人员对安全隐患注视停留时间随着时间推移直接减少。此现象可以借助监控警戒下降进行解释,监控警戒主要以监视、检测、搜索等任务形式处在各种人-机界面中,而农村水电站安全隐患识别则是其中一种典型任务。相关研究表明,影响警戒下降的因素有信号的物理性质、刺激密度、任务类型、认知性期望、作业时间等,其中作业时间是引起作业人员警戒下降的敏感性因素。同时,由于安全隐患识别是一项非常严肃且重大的作业任务,作业人员必须花费大量的精力,严谨地识别农村水电站中各种安全隐患,这在一定程度上增加了作业人员心理和生理负荷,造成生理上的疲劳、心理上的厌倦和注意缺失,从而造成平均注视时间不断减少。

结果3:作业人员对各情景中安全隐患识别能力差异较大,常识性安全隐患识别能力比其他隐患识别能力强。

所有实验组安全隐患识别绩效可通过各情景中安全隐患累计注视时间的平均值反映,其注视时间平均值分别为12.25、15、10.25、11 s,表明农村水电站作业人员进行安全隐患识别时,对情景1和情景2中常识性安全隐患的识别时间远大于情景3和情景4的其他安全隐患。在农村水电站真实情景中,作业人员的眼动控制是灵活的,它不仅依赖于可应用的视觉输入,还依赖于认知系统,包括情景信息的短时记忆、长时存储以及空间和语义信息的加工。而作业人员平时工作和生活中与常识性安全隐患频繁接触,对其属性和意义了解最多,因此大脑有关常识性安全隐患的认知信息较为丰富,则在日常安全隐患识别过程中,对各情景中常识性安全隐患具有偏向性,而对其他隐患识别不重视或者直接忽略。

4 结语

本文依据农村水电站真实情况,结合实验目的选取4个典型作业情景,从物理限制、物理属性、语义约束3个角度对农村水电站作业情景进行空间许可性分析;随机 (下转第196页)

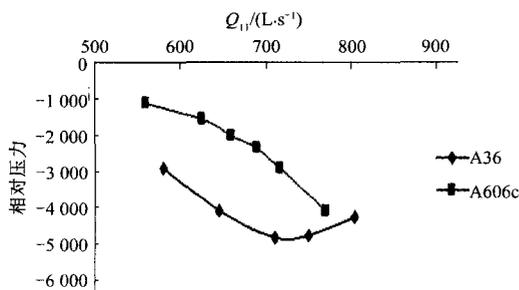


图 11 最低压力比较图 ($n_{11} = 71.1 \text{ r/min}$)

Fig.11 Minimum pressure comparison chart ($n_{11} = 71.1 \text{ r/min}$)

大于相同条件下 A36 最低压力,这说明新转轮 A606c 的空化性能要优于旧转轮 A36^[5-7]。

3 结 语

本文先对映秀湾电站机组的转轮进行了优化设计,在选择好合适的基础转轮之后,根据映秀湾电站的实际情况进行了修型处理得到了新转轮。随后利用 CFD 对映秀湾水电站新转轮进行了计算,从以上分析可以得出以下结论。

(1)新转轮 A606c 各项指标(能量指标,空化指标,稳定性等)都优于旧转轮 A36。

(2)通过选择的基础转轮 A982 改造后的新转轮 A606c 满足映秀湾电站的实际条件。

(3)此次映秀湾电站的转轮改造达到了当初预计的改造要求。 □

参考文献:

[1] 郑源,鞠小明,程云山.水轮机[M].北京:中国水利水电出版社,2007.

[2] 王福军.计算流体动力学分析-CFD 软件原理与应用[M].北京:清华大学出版社,2004.

[3] 谢洁飞,李香桂,杨辉.基于 CFD 的离心泵内部流场数值模拟与性能预测[J].中南林业科技大学学报,2010,30(3):129-132.

[4] 杨敏官,顾海飞,刘栋,等.离心泵叶轮内部湍流流动的数值计算及试验[J].机械工程学报,2006,42(12):181-185.

[5] 卿彪,余波,兰崑,等.离心泵流动空化噪声测试[J].排灌机械工程学报,2016,34(3):198-203.

[6] 卿彪,任建军,宋晓飞.基于 EMD 的离心泵空化初生的研究[J].水力发电学报,2016,35(5):102-109.

[7] 王福霞,赵丽,付显威,等.空化初生研究综述[J].中国石油大学胜利学院学报,2006,20(3):3-6.

(上接第 191 页) 抽取 8 名作业人员在模拟实验室进行视频注视浏览,借助眼动仪记录作业人员的注视点数目、累计注视时间、平均注视时间,并将其可视化为热点图、扫描路径图、注视区域图。半结构化统计所获取的眼动数据,在考虑知识驱动的影响下,分析不同作业人员眼动数据的差异,得出 3 条结果。运用认知心理学相关内容进行解释,总结出农村水电站安全隐患识别的视觉搜索机理,为农村水电站安全生产管理提供科学合理的决策依据。 □

参考文献:

[1] 史晋芳,苏真伟,刘小平等.一种基于视觉预注意机制的选择性成像机器视觉系统[J].四川大学学报:工程科学版,2012,44(2):206-209.

[2] Mele Maria Laura, Federici Stefano. Gaze and eye-tracking solutions for psychological research[J]. Cognitive Processing, 2012, 13(S1): 261-265.

[3] 牛清宁,周志强,金立生等.基于眼动特征的疲劳驾驶检测方法[J].哈尔滨工程大学学报,2015,36(3):394-398.

[4] 王抢,朱彤,朱可宁等.视觉与听觉次任务对驾驶人视觉的影响及差异[J].安全与环境学报,2014,14(4):49-52.

[5] 张坤,崔彩彩,牛国庆等.安全标志边框形状及颜色的视觉注意特征研究[J].安全与环境学报,2014,14(6):18-22.

[6] 李永芳.基于眼动技术的道路交通安全应用研究[J].工业安全与环保,2011,37(4):37-38.

[7] 陈烨兴,周伟彬.浙江省农村水电站防汛安全管理现状与对策研究[J].中国水利,2010,(12):61-62.

[8] 晋良海,李晟,梁巧秀等.水电厂综合本质安全管理的改进模糊综合评价方法[J].水力发电,2015,41(11):103-105.

[9] 赵怡晴,唐良勇,李仲学等.基于过程——致因网格法的尾矿库事故隐患识别[J].中国安全生产科学技术,2013,9(4):91-98.

[10] 徐志立.基于图像增强技术的水利工程隐患识别[J].计算机仿真,2012,29(2):263-265.

[11] 库尔特·勒温,竺培梁.拓扑心理学原理[M].北京:北京大学出版社,2011.

[12] 闫国利.眼动研究心理学导论[M].北京:科学出版社,2012.

[13] Rensink Ronald A. Seeing, sensing, and scrutinizing[J]. Vision Research, 2000,40(10-12):1469-1487.

[14] 姚静,孙学礼,王洪明.正常成人认知功能与年龄、性别、受教育程度的关系[J].中国临床心理学杂志,2004,12(4):414-416.

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告



知网查重限时 **7折** 最高可优惠 **120元**

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>
