

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2024.12.006

# AR技术在燃气应急调度指挥中的研究与应用

张腾月<sup>1</sup>, 胡 慧<sup>1</sup>, 田晓敏<sup>2</sup>, 王伟平<sup>2</sup>

1.岳阳华润燃气有限公司; 2.北京航天拓扑高科技有限责任公司

**摘 要:** 本研究旨在探索增强现实AR (Augmented Reality) 技术在燃气应急调度指挥中的应用, 建设基于AR技术的应急调度指挥系统以提高燃气应急指挥能力。通过将虚拟信息叠加在燃气实际工作环境中, AR技术可以帮助作业人员理解和执行工作任务, 实现实时作业指导和培训。此外, 基于AR技术远程协作, 中心调度员可以通过共享音视频、标注、虚拟操作等多样化形式实现多人协作及实时指挥, 从而提高了燃气应急调度指挥的效率和准确性, 降低高技术工作对现场人员的依赖, 实现更高效、准确和安全的应急调度指挥和协调, 提升整体的应急响应能力。

**关键词:** AR; 增强现实; 应急调度; 远程协作; 智能作业指导

## 1 引言

随着我国经济的不断发展以及能源结构的转型的

推进, 燃气应急调度指挥作为确保燃气供应安全稳定的关键环节, 其重要性日益凸显。传统的燃气应急调度指挥方式往往依赖于较为原始的技术手段, 存在交

情况下, 检修或动火作业相对安全。在液氮预冷时可对全站低温系统存在法兰连接的部位进行冷紧消漏, 减小LNG投运后的动火作业或泄漏等安全风险。

(4) LNG储备站试车期间, 在使用LNG预冷过程中BOG产生量很大, 需严格控制进液速率, 监控各压力变化情况, 防止超压、气相管线串液等情况发生。控制气化器或复热器出口温度, 防止低温液体或低温气体串入常温管道导致事故发生。(5) 试车过程中对重要设备安装、调试过程的影像做好记录并备案保存。设备厂家对重要设备、机组安装及调试过程进行录像留存, 可作为投产前岗位操作人员技能培训及投产后设备维修的技术参考资料。通过对曲靖储备中心投产运行分析及总结的部分投产经验, 可为其他新建LNG接收站的投产提供一定的参考意义。

### 参考文献

- [1] 国家发展改革委, 国家能源局. 关于加快储气设施建设和完善储气调峰辅助服务市场机制的意见 (发改能源规〔2018〕637号)。
- [2] 国务院. 关于促进天然气协调稳定发展的若干意见 (国发〔2018〕31号)。
- [3] 中国城市燃气协会. T/CGAS017-2021城镇燃气输配工程投产前安全检查规范. 中国标准出版社, 2021。
- [4] 欧洲标准. BS EN14620-5: 2006工作温度0~-165℃的冷冻液化气体储存用现制立式圆筒平底钢罐的设计与制造. 欧洲电工标准化委员会 (CEN/CENELCE), 2006。
- [5] 陈文杰, 靳由顺, 王同吉, 等. LNG接收站试运投产关键环节的质量控制[J]. 油气储运, 2018, 37(9): 1018-1036。

互性差、信息展示不直观等问题，难以满足当下燃气应急调度指挥智能化的需求。而AR技术作为一种新兴的技术手段，以其独特的优势和潜力，为燃气应急调度指挥业务提供了新的解决方案。

AR技术运用计算机生成的三维图像和声音等信息，将虚拟与真实世界无缝结合，为用户提供了一种身临其境、互动性极强的体验。然而，尽管AR技术在多个领域取得了显著的进展<sup>[1]</sup>，但在燃气应急调度指挥这一领域中，其应用却相对较少。针对这一现状，本文提出一种基于AR技术的燃气应急调度指挥解决方案，该解决方案充分利用AR技术的优势，集成了AR远程指挥、AR智能作业指导、实时数据分析展示等功能，旨在通过一种全新的方式提升燃气应急调度指挥的效率和准确性。

## 2 AR技术原理及其发展现状

### 2.1 AR技术原理

AR（增强现实）技术是一种通过将计算机生成的图像、声音、三维模型、文本或其他虚拟信息模拟仿真后应用到现实世界来增强用户感知现实世界的技术，实现对真实世界的“增强”<sup>[2]</sup>。

AR技术的3大技术要点是三维注册（跟踪注册技术）、实时交互、虚拟现实融合显示<sup>[3]</sup>。三维注册技术借助摄像头、传感器等硬件设备捕捉并处理现实世界的图像，利用先进的计算机视觉算法分析精准地获取环境空间信息，实现虚拟元素与真实环境的无缝融合。实时交互技术通过识别用户动作、语音等信号，实现用户与虚拟元素的互动，提供了更加自然、直观的操作体验。同时，虚拟内容制作技术包括三维建模、动画制作、音效处理等，为AR用户带来更加丰富、生动的视听体验。

### 2.2 AR技术发展现状

近年来，AR技术在计算机视觉、人工智能等技术的推动下，得到了迅猛的发展，不仅在科技领域备受瞩目，还在多个行业产生了深远影响。在技术创新方面，AR技术不断推陈出新，结合深度学习、计算机视觉等，实现了更精准的物体识别和跟踪，为用户提供了更为逼真的增强现实体验。硬件方面，AR设备逐渐升级，从笨重头盔演进为轻便眼镜或手机，性

能与稳定性也大幅提升。

行业应用方面，AR技术也已经渗透到游戏、教育、医疗、工业等多个领域。在能源工业领域，AR技术的发展正呈现出蓬勃的态势，其在提升工作效率、优化操作流程以及保障工作安全等方面发挥着越来越重要的作用，AR技术被广泛应用于能源工业的培训和指导、设备维护和检修、巡检作业等方面。

尽管AR技术在能源工业领域的应用取得了显著的进展，但在燃气应急调度指挥领域的应用还较为有限。随着技术的不断进步和应用的深入，AR技术有望在燃气应急调度指挥领域发挥更大的作用，推动行业的持续发展和创新。

## 3 燃气应急调度指挥系统现状及痛点

当前燃气应急调度指挥系统仍然主要依赖较为原始的方式进行应急调度指挥，导致交互性较差、展示分析和应急指挥手段不足。

### 3.1 交互方式相对落后

传统的调度指挥方式往往依赖于电话、对讲机等通信工具进行信息传递和指令下达，这种方式虽然简单直接，但缺乏直观性和实时性。在紧急情况下，调度员和现场人员之间的信息沟通可能存在误差或延迟，影响应急响应效果。

### 3.2 数据展示和分析手段相对单一

在燃气应急调度指挥过程中，需要实时监测和分析大量的数据以及现场环境、设备状态等信息。然而，传统的数据展示方式往往只是简单的表格或图表，缺乏直观性和交互性，难以让处置人员快速准确地掌握现场情况。

### 3.3 指导指挥手段不足

由于缺乏有效的应急调度指导指挥手段，现场作业人员往往难以准确理解和执行调度指令，容易出现操作失误和安全事故。这不仅影响了应急处理的效果，还可能对人员的生命安全造成威胁。

为了解决这些问题，需要引入新的技术手段和解决方案，提升燃气应急调度指挥的效率和准确性，确保燃气供应的安全稳定。随着AR技术的不断发展和成本的降低，AR技术可以通过三维可视化、手势识别、实时数据分析和数据叠加等方式提供更直观、更高效

的交互体验以及更丰富、更直观的数据展示方式, AR技术具有在燃气应急调度指挥系统发挥重要作用的潜力, 将为燃气应急调度指挥系统带来更直观的信息展示、更高效的协同作战和更精准的作业指挥。

## 4 基于AR技术的燃气智能应急调度指挥系统设计

### 4.1 总体设计

本研究AR技术建设智能应急调度指挥系统, 该系统通过AR、大数据、云计算、AI识别等技术, 实现信息可视化显示、设备数据实时查看、错误判断、专家远程协助等功能, 一线巡检人员佩戴AR眼镜智能终端进行作业, 中心调度人员及专家使用个人电脑远程提供应急调度指挥。

基于AR技术的燃气智能应急调度指挥系统主要由AR智能眼镜、AR眼镜端软件、后台管理平台以及与其他中台数据的对接系统组成, 主要依托AR智能作业指导、AR远程协作系统的AR远程可视化功能进行AR日常运维作业与应急抢修。

AR智能眼镜为可穿戴设备, 主要用作智能作业指导及远程协作的新型载体, 以AR新型显示解放双手的理念进行数字化应急调度作业; AR眼镜端软件主要用于进行远程作业及远程协作, 可进行标准化作业, 接收报警、查看设备动态参数、历史数据、作业指导书、唤起远程协作等; 后台管理平台主要用于设

备管理, 作业任务管理, 作业记录的查看, 远程协作指导、以及与其他数据中台的对接等。

基于AR技术的燃气智能应急调度指挥系统总体业务构架设计如图1。系统可以分为设备层、传输层、云端3层。设备层是燃气智能应急调度指挥系统的前端, 主要包括AR设备、传感器和移动终端、WEB终端等。传输层负责将设备层采集的数据和指令信息传输至云端, 采用高速通信网络, 如4G/5G网络、WIFI等, 实现数据的快速传输和共享。云端是燃气智能应急调度指挥系统的核心处理和分析中心。云端采用高性能计算服务器和大数据处理技术, 对传输层传输的数据进行深度挖掘和分析。同时, 云端还负责与其他相关系统的集成和协同, 实现信息的共享。

### 4.2 系统功能设计

#### 4.2.1 应急调度指挥管理端功能设计

应急调度指挥管理端主要用于燃气作业流程定义、作业任务管理, 作业记录的查看, 以及实时监控、远程协作、知识库管理等。远程协作时, 管理端可对现场端进行冻屏、实时标注、截图标注、共享白板、共享屏幕等进行指导, 还可进行文字、图片传输, 同时支持多人在线音视频通话指导、录像、切换成员视角等, 如图2所示。

#### 4.2.2 应急抢修眼镜端功能设计

#### 4.2.3 AR智能作业指导

执行作业支持自主选择作业及蓝牙信标到点打卡自动触发, 作业过程中可自动进行打卡, 记录所在地

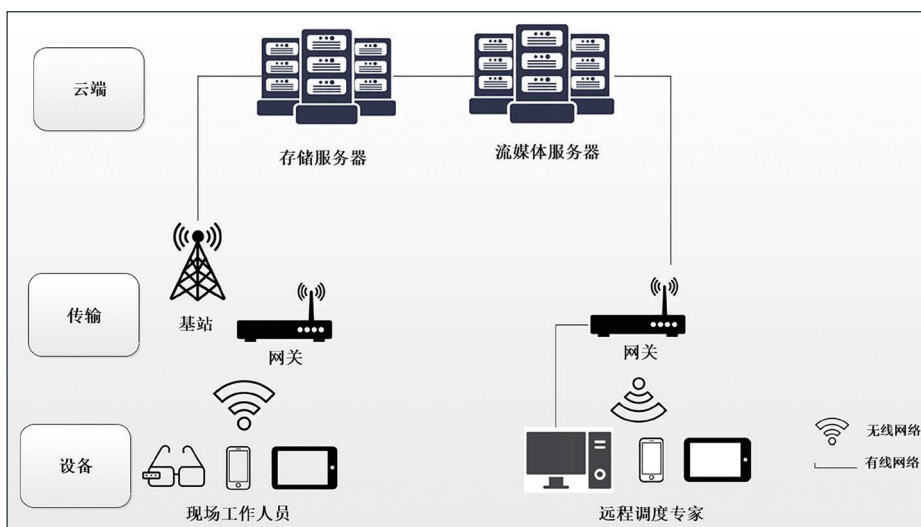
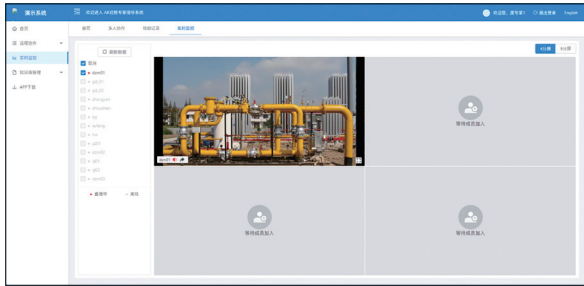
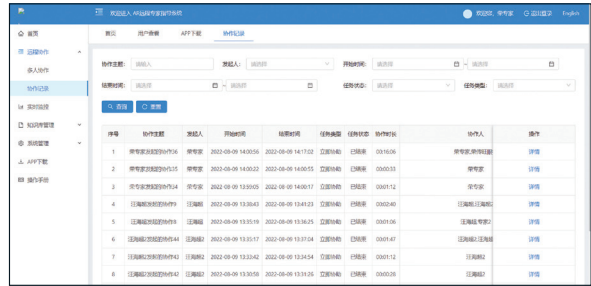


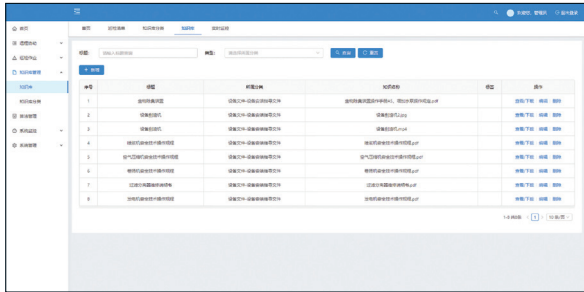
图1 基于AR技术的燃气智能应急调度指挥系统业务架构



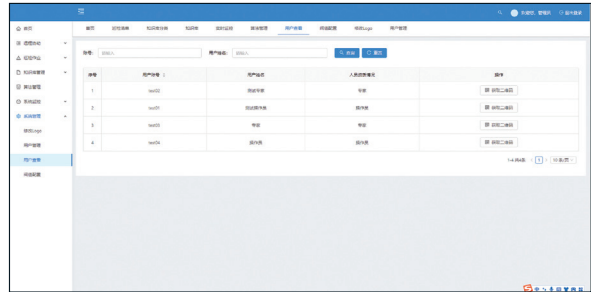
(a) 远程直播实时监控页面



(b) 远程协作记录页面



(c) 知识库管理页面



(d) 系统用户管理页面

图2 应急调度指挥管理端功能界面

图位置数据，进入作业后显示对应作业步骤，作业步骤在后台自定义编辑，所有操作支持通过语音及手势动作方式进行。AR眼镜智能终端智能作业指导使用界面如图3所示。

#### 4.2.4 AR远程协作

应急抢修过程中，可呼叫燃气调度专家，将现场的第一视角画面传输给远程燃气调度专家进行协作，支持同时邀请多个远程燃气调度专家参与协作，眼镜端中可切换不同成员的摄像头画面，可接受专家冻屏标注、截图标注、实时标注、白板绘制、共享屏幕等方式指导。

#### 4.3 配套AR智能眼镜选型

AR智能眼镜采用模块化设计，可适配各类安全帽使用，具有本安二类防爆资质。支持IP65防护，有效防水防尘，适合燃气作业环境。具备长出瞳设计并拥有九轴、光感、补光灯、按键和语音交互功能。

### 5 AR技术在燃气应急调度指挥中的应用效果

AR技术在燃气应急调度指挥中实现了作业有效性、安全性和应急响应效率的显著提升。通过实时查看作业标准、AI识别和远程专家支持等，AR技术提

供了精准的辅助，推动了应急抢修作业、远程协作、技能培训等业务的智能化，为燃气应急调度指挥带来了更高效、准确的方案。

#### 5.1 提高应急调度作业有效性

基于AR技术的燃气智能应急调度指挥系统为一线作业人员提供强力作业辅助手段，作业人员可通过AR眼镜智能终端完成以下事情，提高作业有效性：

- (1) 实时查看作业标准，避免错项、漏项。
- (2) 叠加AI功能，实现设备识别，识别设备的错误状态及燃气表计的读数，给予正确状态的提示。
- (3) 作业相关数据的调用查看，作业过程查看设备的各项参数等信息。

#### 5.2 提高作业安全性

一线作业人员佩戴AR眼镜智能终端即可接收设备或者现场状况的弹窗音效报警，预先配置的警告提示及弹窗闪烁和音效显示在眼前，保证危险操作、需要前置的安全操作执行到位，从而提高作业的安全性。

#### 5.3 提高应急事件解决效率

应急抢修过程中，可通过远程呼叫不同技术燃气调度专家实时通话，燃气调度专家端通过实时音视频通话、实时标注、共享屏幕、白板共享等功能，帮助快速解决现场问题。

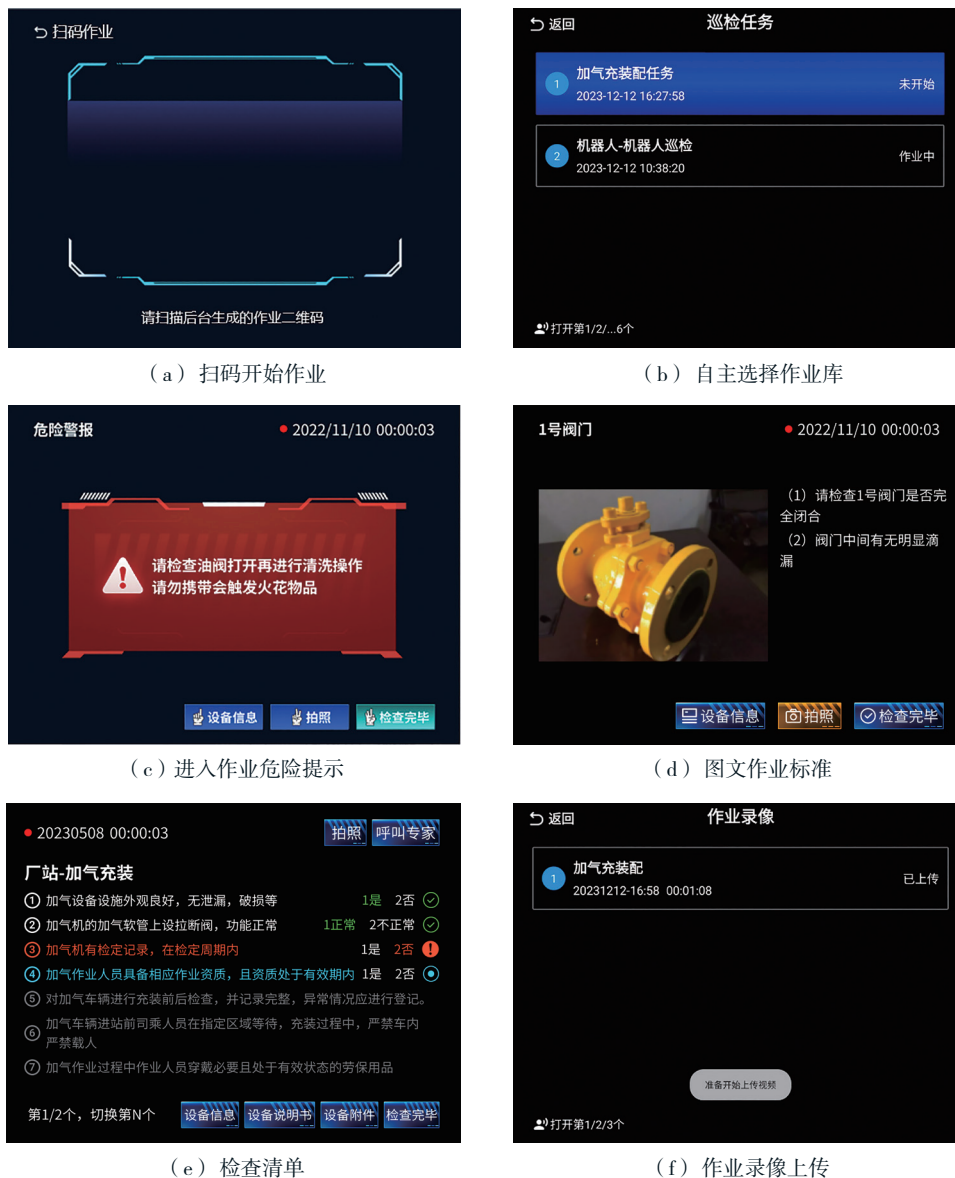


图3 AR眼镜智能终端智能作业指导功能界面

## 6 结论

本论文深入探讨了AR技术在燃气应急调度指挥中的研究与应用,提出了基于AR技术的燃气智能应急调度指挥系统建设方案,同时本文所研究设计的内容已经在岳阳华润燃气有限公司得到了初步验证。AR技术以其独特的优势为燃气应急调度指挥提供了全新的解决方案,通过实时增强现场信息,优化了作业流程,提高了决策效率和安全性,解决了传统方法的痛点。实践表明,AR技术在燃气应急调度指挥中具有广阔的应用前景和实践价值,能够推动该领域实

现更加智能化、精细化的管理和运营,将为燃气行业的安全、高效发展提供有力支持。

### 参考文献

- [1] 赵家浩,刘凯,马名开,等. 增强现实AR技术在应急救援中应用的探讨[J]. 中国水运, 2018(2): 28-30.
- [2] 胡天宇,张权福,沈永捷,等. 增强现实技术综述[J]. 电脑知识与技术, 2017, 13(12): 194-196.
- [3] 李京燕. AR增强现实技术的原理及现实应用[J]. 艺术科技, 2018, 31(5): 92-92.