

# Design and Build of the Remote Command System for Oil Exploration

Yonglin Ouyang, Haiping Zhang

Information Center of the Great Wall Drilling Engineering Company Limited, Beijing  
Email: [814277801@qq.com](mailto:814277801@qq.com)

Received: Jul. 15<sup>th</sup>, 2014; revised: Aug. 14<sup>th</sup>, 2014; accepted: Aug. 25<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

According to the requirements of remote command system for oil exploration, this paper proposes unified architecture, hierarchical design and realization method. The built remote command platform meets the requirements of system well and achieves good application effect. The system improves the company's production of remote collaboration, the ability of remote monitoring and emergency command.

## Keywords

Remote Command, Communication Network, Well Site Informationization

---

# 石油生产远程指挥平台设计与构建

欧阳勇林, 张海平

长城钻探工程有限公司信息中心, 北京  
Email: [814277801@qq.com](mailto:814277801@qq.com)

收稿日期: 2014年7月15日; 修回日期: 2014年8月14日; 录用日期: 2014年8月25日

---

## 摘要

针对石油生产远程指挥平台的系统需求, 给出了平台总体设计和各层级设计思路以及实现方法, 构建的生产远程指挥平台完全满足系统需求并取得了良好的应用效果, 提高了石油公司生产远程协作、监控与

应急指挥能力。

## 关键词

远程指挥, 通信网络, 井场信息化

## 1. 引言

我国石油企业一般非常庞大, 下属企业多、业务范围广、业务分散(点多线长面广), 生产过程中的介质绝大多数属于易燃、易爆、放射和有毒物质等特点, 生产工艺具有连续性和复杂性, 管理难度大; 而国际业务多数处于高危国家, 作业风险高, 因而急需通过信息化手段来应对这些挑战。为满足企业日常生产管理和国内外生产指挥及应急处置的实际需求, 全面提升企业对国内外一线作业单元的指挥调度、现场监控、技术支持和应急指挥能力, 构建统一的全球性的生产指挥平台非常必要。

## 2. 系统需求分析

生产远程指挥平台主要目标是实现公司国内外生产一体化远程监控与指挥调度及应急处理。实现现场作业队、项目部、二级单位、分部与总部音视频数据资源实现互通, 以便公司对所辖井场进行日常管理巡视、集中工作指导及调度指挥, 对各种数据进行整合、提取、分析, 及时、高效的为决策提供依据。特别是当井场发生意外事故(例如井喷、设备严重故障、火情预警等情况)的时候, 通过共享现场图像, 让公司及分公司各级领导实时了解现场的事故情况, 提高公司对突发的事件的应急处置效率。平台总体要求如下:

- 1) 建立集通信、指挥和调度于一体的生产远程指挥平台, 增强公司生产远程监控与应急指挥能力;
- 2) 实现对重点项目、重点井的远程实时监控及指挥调度, 提高二级单位、项目部对一线作业现场的管控能力;
- 3) 实现钻井、测井、录井工程信息的远程、实时监测与共享, 为公司实现远程技术支持, 实现管理后移提供支撑;
- 4) 利用音视频通讯等信息技术手段, 实现多部门、多层级、国内外跨区域的可视化生产指挥调度、视频会议、远程监控、IP 语音、即时通信功能, 提高生产运行组织效率, 降低生产运行和应急事件处置成本;
- 5) 加强对危险品、火工品等重要物资及重要设备的监控, 实现系统内的报警信息与监控指挥平台联动, 对系统内的各类紧急事件做出快速反应, 提供有效服务, 保障重大突发事件或自然灾害处理的指挥与部署, 提升应急处置能力, 降低安全风险。

平台建设的核心是建立可靠的四层级多方的双向音视频通信及井场是视频监控与通信平台。平台建设要求满足音视频指挥调度、视频会议、音视频通信、视频监控、即时通讯等功能需求。

其中指挥调度包括音视频调度与多方交流、音视频强拆、强插、音视频广播、录音录像、组呼、群呼、一键呼叫、应急报警、应急联动功能。

视频会议包括电话、手机、可视电话入会功能、视频接入功能、临时参会功能、主动发起会议功能、会议录音录像功能、私下信息交流功能、多组会议同时召开功能、多画面会议功能、会议控制功能、终端掉线重邀、视频广播功能

视频监控包括除云台控制、视频录像与回放等常规的视频监控功能外, 还需要满足以下移动侦测报警、图像防抖、多路视频分别传输及多路视频图像合并一路传输功能、移动视频(单兵)接入功能、码流适

配功能

即时通讯是除重大会议或事故处理外的日常通信交流工具，除常用的企业即时通讯功能外，还包括多人语音交流、桌面视频会议(支持 6 人以上的音视频交流)、消息通知、消息提醒、消息回执(发送方能确认接收方是否已阅读过向其发送的消息)、历史消息查看等功能。

### 3. 系统总体设计方案

#### 3.1. 技术架构设计

充分考虑生产指挥调度、视频会议、图像接入、VOIP 语音通讯、数据中心、基础网络与统一管理七大部分之间的融合，给出融合生产指挥调度、视频会议、监控、通信、数据处理的一体化系统解决方案。如下图 1 所示。

#### 3.2. 物理架构设计与实现

根据公司内部管理体制和组织结构，该系统一级指挥中心部署在公司总指挥中心，二级指挥中心分别部署各个下属二级单位和国外四个大区，三级指挥中心分别部署在多个项目部，四级监控中心将部署在井场值班室。为了在出现突发事件的时候快速启动应急预案，搜集到足够的事故现场图像信息，本系统还将为各项目部配备移动图像采集前端设备(单兵系统)，该设备能够通过现场所部署的无线 WIFI 网络，将现场的视频图像实时发送到各级指挥中心，中心领导及相关工作人员还可以通过语音与现场人员进行指挥互通。平台总体架构如图 2 所示。

##### 3.2.1. 公司总部平台设计与实现

北京总部是整个公司日常管理与指挥中心。以卫星、VPN 或 ADSL 专线、石油网为通信信道与下级

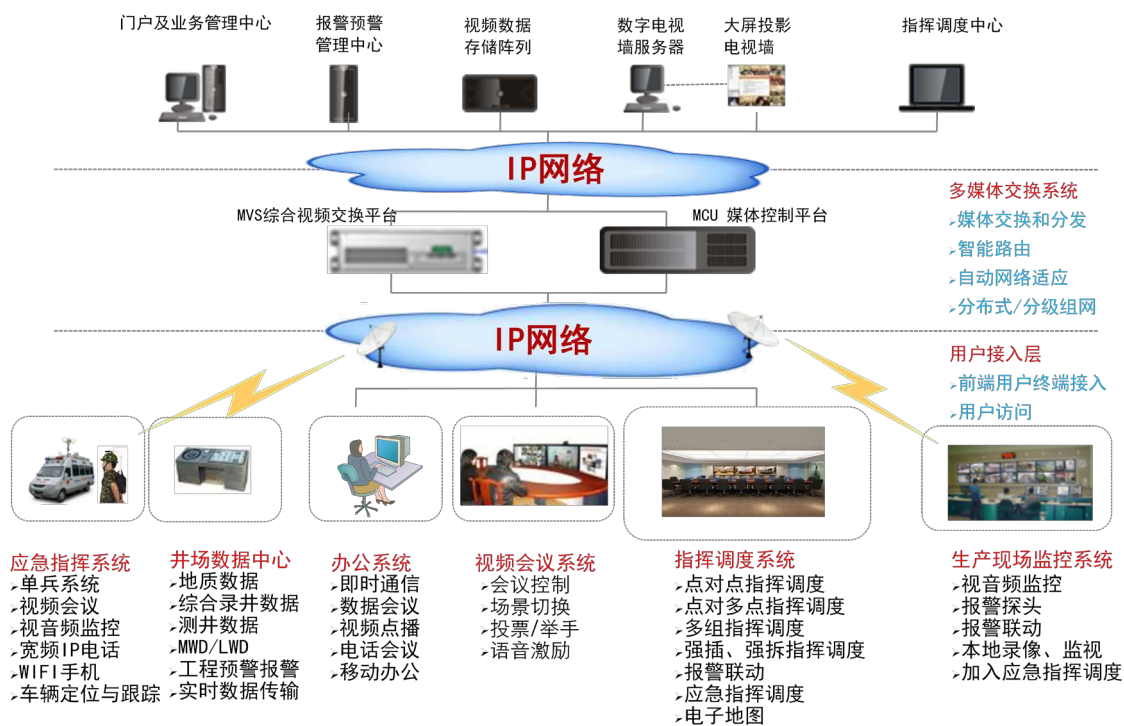


Figure 1. The whole technical architecture of the platform

图 1. 平台总体技术架构

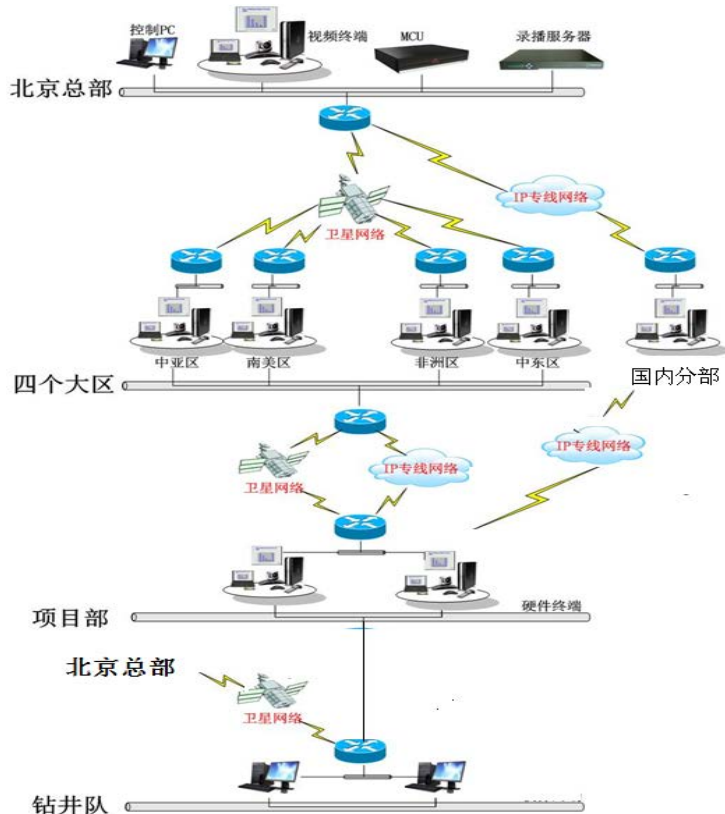


Figure 2. The topology structure of the platform  
图 2. 平台总体拓扑结构图

机构进行信息交流，应能有效实现与前线指挥中心、国外大区、项目部、钻井队视/音频交互和数据交互。目前总部的 17 层设有监控指挥中心，通过模拟视频矩阵接入大屏幕系统，用于监控现场的作业状况和监控报表数据。

大屏的显示信息由本系统部属在指挥中心的高清触摸屏指挥终端提供的视频信息源，所提供的若干视频信息源将通过 VGA 线、DVI 线等线缆输出到 3 块独立大屏的模拟视频矩阵，实现视频信息的呈现和大屏切换控制。这样，在 3 块独立大屏上既能够显示接入到本系统内的若干重要生产区域的监控图像，还能够实时呈现出指挥调度图像以及视频会议图像进行灵活显示。

在指挥中心中央的控制台中将部署管理控制终端，用于工作人员实时对系统进行管理配置，以及对矩阵所显示的图像进行实时的切换、管理、轮巡任务设置等。调音台、调度电话、其它重要业务终端等，也将根据需要部署在控制台，便于工作人员进行应用操作。模拟视频矩阵、音频矩阵、扩声系统、网络交换机等设备都将部署在设备间。这样避免一些大型设备影响会场的美观，而且还能够确保线路的就近接入，部署稳定可靠。

具体的设备部署图如图 3 所示。

平台的核心设备将部署在机房，包括核心综合视频交换服务器、流媒体转发服务器、码流适配服务器、报警联动服务器、指挥录像服务器、H.323 会议互通网关[1]等各个重要的系统核心设备，考虑到以后的可操作性和可维护性，这些设备都部署在一体化机柜里。

核心综合视频交换服务器[2] [3] [4]包括音视频指挥调度、视频会议、视频监控功能，同时管理下属视频交换服务器，使其构成一个统一指挥调度体系，并同时具有 99 种权限分配与设置功能；流媒体转发

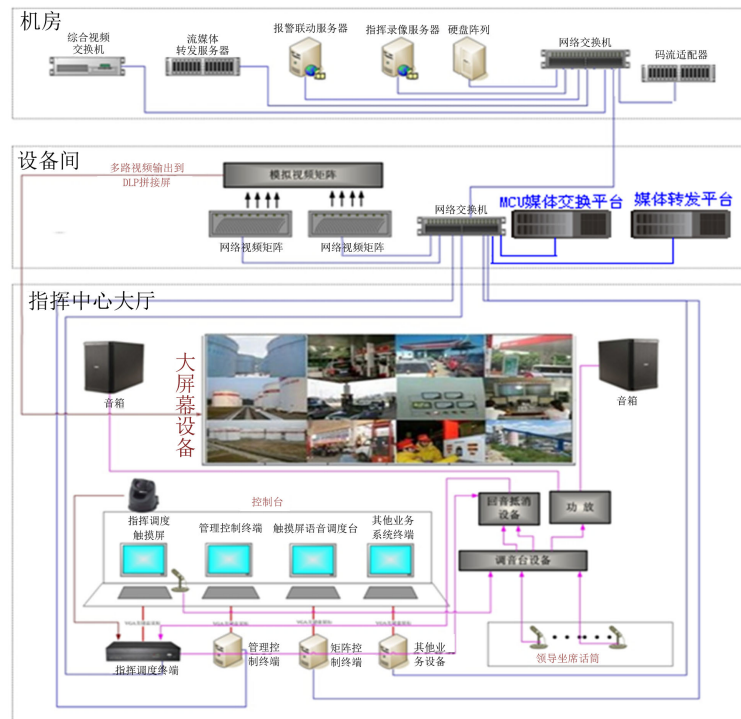


Figure 3. The system deployment of the head office  
图 3. 总公司系统部署图

服务器[1]主要保障下属企业和单位能通过流媒体服务器接受相关流媒体信息。

北京总部指挥中心拥有最高的级别和指挥权限，实现的主要功能如下：

- 随时对任何下属单位的工作现场、指挥中心、值班室、钻井平台、泥浆口等地进行远程监控；
- 随时对任何下属单位的指挥中心值班员进行远程指挥调度；
- 随时对所有下属单位召开远程视频会议，同时以字幕的形式播放会议内容；
- 随时对任何下属单位的设备进行远程监控、管理、维护，确保设备正常运转；
- 强制插入其他指挥、会议，强制拆散其他指挥、会议；
- 随时对任何下属单位、领导、个人以语音调度的方式(手机、固定电话、IP 电话等)进行点对点、点对多点的指挥调度；
- 修改所有单位的级别、指挥权限及登陆名称、密码；
- 多屏或单屏浏览任何井场的现场实地生产状况以及人员的工作状态；
- 支持对所选现场单位进行集中录像，WEB 方式播放录像文件[1]；
- 对现场工作人员和各值班室、领导办公室进行点对点的工作指导；
- 可以方便的将来自于各处的远方现场图像投上大屏幕；
- 第一时间接收生产单位现场报警信息进行大屏显示，及时指挥现场工作人员；
- 系统接收到从其他数据平台发送过来的异常数据状况报警，支持调看相关现场图像，并可远程对现场进行技术支持故障排除指导；
- 可以采用文字、语音、桌面视频、VOIP 电话、短信、短消息、即时通信等方式与各单位指挥中心、领导办公室进行沟通；
- 可以无缝接入其他监控、会议系统(索尼、宝利通等)，充分利用现有资源、进行系统整合[5] [6]。

### 3.2.2. 海外大区、海外项目部平台设计与实现

海外大区及项目部主要部署软视频会议即企业级的即时通信系统。目前,中东大区已经使用 AVCON6 系统,通过该系统进行音视频通信、文件共享、VOIP 电话等,其部署结构如图 4。

海外大区、项目部平台主要用于海外大区、项目部之间以及与国内北京总部、分部之间的文字、语音、图像、视频交流,支持多达 200 人的桌面视频会议。

### 3.2.3. 国内二级单位、国内项目部平台设计与实现

在总部、分部领导下,承上启下,直接组织管理区域内钻井队的工程实施。其与北京总部通过 VPN、IP 专线网络,继而与分部有效实现视/音频和数据交互,也可通过北京总部借助卫星信道与钻井现场进行交互,并可监看现场监控图像。

项目部调度中心规划:

项目部调度中心设备主要由指挥调度终端、触摸屏语音调度台和其他辅助设备构成。项目部调度中心配置指挥调度终端、触摸屏语音调度台,该设备支持触摸屏操作方式,主要作用是对现场采集的音视频模拟信号进行编码处理,对从网络接收的数字音视频数据进行解码处理,还原为模拟视频信号输出至用户的显示器、投影仪、大屏幕等显示设备,同时设备具备指挥调度、监控、视频会议等多种逻辑控制功能。其部署结构如图 5。

项目部调度中心领导办公室可配置视频浏览客户端和视频电话,作用是对前端视频图像进行解码显示,可控制监控前端摄像机、与前端语音对讲、多画面显示视频图像以及参与应急指挥和会议。

项目部归所属的上级单位管理(前线指挥中心、国外大区),有相应的级别和权限,实现的主要功能如下:

- 单画面、多画面浏览现场情况,监督本井场的现场工作人员的操作流程;

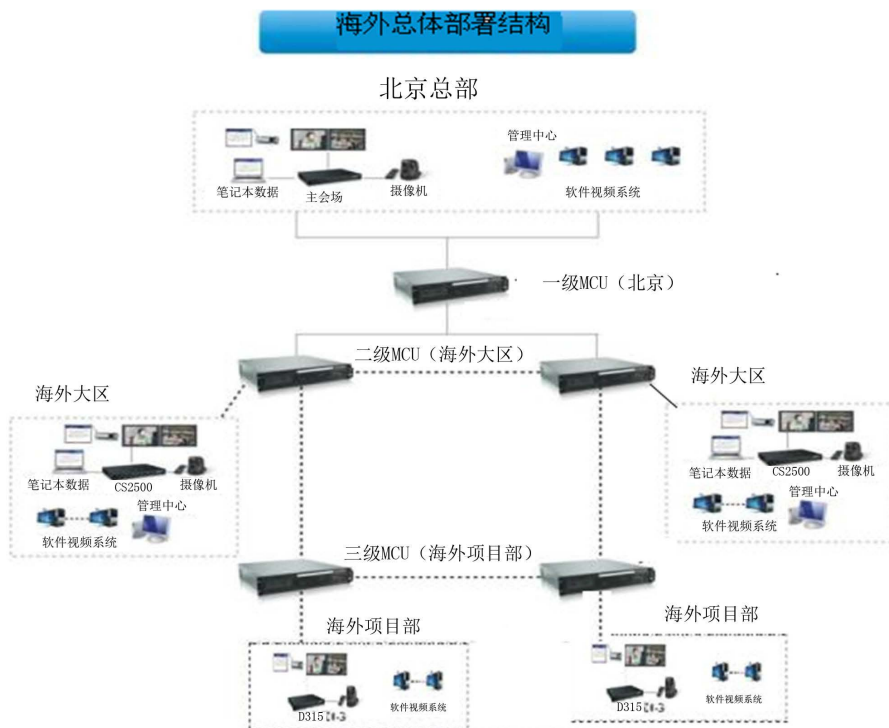


Figure 4. The deployment structure of overseas regions and project department  
图 4. 海外大区及项目部的部署结构图

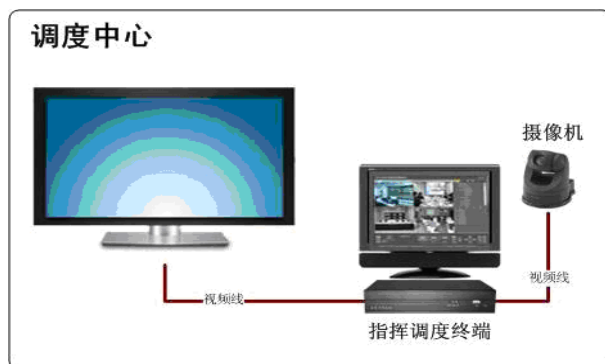


Figure 5. The system deployment in the domestic branch  
图 5. 国内项目部的部署结构图

- 实时监控本单位及下级单位的安全工作情况，随时发现隐患，随时排除；
- 本单位内点对点的对讲，进行工作安排的汇报；
- 与总公司、分公司领导进行点对点的交流、工作汇报等；
- 随时对任何下属单位、领导、个人以语音调度的方式(手机、固定电话、IP 电话等)进行点对点、点对多点的指挥调度；
- 参与上级所提起的指挥调度、视频会议；
- 与上级调度中心进行视频、音频双向交流；
- 第一时间接收到其管辖范围内的监控现场报警信息；
- 可以采用短信、短消息、即时通信的方式与各单位指挥中心、领导办公室进行沟通。

### 3.2.4. 国内井队平台设计与实现

钻井队是钻探的基础单位，在上级指导下独立开展钻井施工。是安全生产管理的重点。因钻井生产的安全重要性，本系统的部署架构中，充分考虑了一线作业单位的现场响应能力，通过在现场部署综合视频通信服务器，该服务器主要作用是对现场采集的音视频模拟信号进行编码处理，对从网络接收的数字音视频数据进行解码处理，设备具备指挥调度、监控、视频会议等多种逻辑控制功能。

这样各一线作业单位的工作人员可以实时通过该终端向上级汇报，同时，上级若有信息需要人员进行现场汇报的时候，现场人员也可以通过该设备，实现远程音视频双向的指挥汇报。

传输信道：钻井队内部的数据汇聚到钻井队的卫星小站，然后通过卫星信道直接传输到北京总部，北京总部通过与前线指挥部的 IP 专线，把钻井队的数据分发给前线指挥部、项目部等。

可独立运行本地的监控、存储和报警系统，不受上级核心综合视频交换机是否正常运行的影响。

井场设备部署结构如图 6 所示。

钻井井场无线网络系统覆盖井场和生活区，支持 WIFI 手机接入，实现井队范围内(包括钻井平台)的无线语音通信功能。

钻井井场有线网络系统，保证以下节点接入网络：钻台(钻井工程数据的自动截取和通讯)、综合录井仪或地质房、工程监督、地质监督、安全监督、钻井液监督、工程技术人员、网络信息员及临时节点(供定向井、固井、测井临时使用)。

与井场卫星网络连接，合理分配有线网络带宽；定制一体化机柜，设备集中安放，并提供安全电源保障。

设置虚拟服务器，为钻井、录井、定向井、固井、测井等提供虚拟桌面应用，实现数据处理、数据

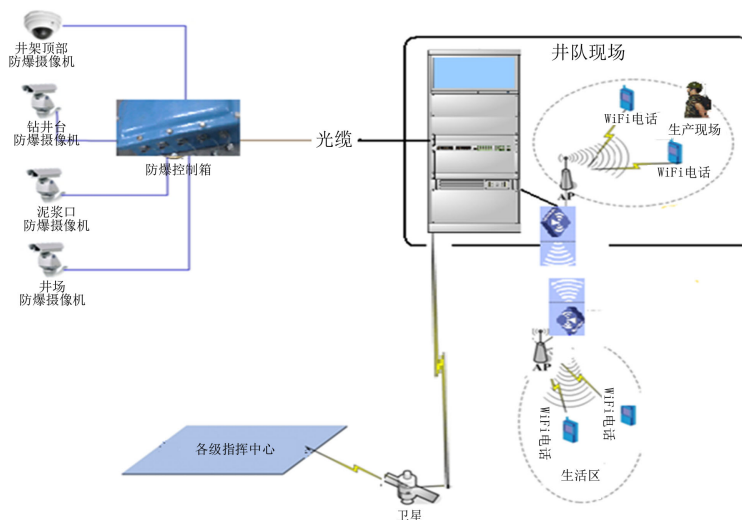


Figure 6. The system deployment in well sites

图 6. 钻井井场部署结构图

交换、集中存储等。

本系统的部署架构中，充分考虑了一线作业单位的现场响应能力，通过在现场部署综合视频通信服务器，该服务器主要作用是对现场采集的音视频模拟信号进行编码处理，对从网络接收的数字音视频数据进行解码处理，设备具备指挥调度、监控、视频会议等多种逻辑控制功能。

这样各一线作业单位的工作人员可以实时通过该终端向上级汇报，同时，上级若有信息需要人员进行现场汇报的时候，现场人员也可以通过该设备，实现远程音视频双向的指挥汇报。

传输信道：钻井队内部的数据汇聚到钻井队的卫星小站，然后通过卫星信道直接传输到北京总部，北京总部通过与前线指挥部的 IP 专线，把钻井队的数据分发给前线指挥部、项目部等。井场实现的功能如下：

- 可独立运行本地的监控、存储和报警系统，不受上级核心综合视频交换机是否正常运行的影响。
- 单画面、多画面浏览现场情况，监督本井场的现场工作人员的操作流程；
- 实时监控本井场的安全工作情况，随时发现隐患，随时排除；
- 井场范围内的语音通信(WiFi 手机)，生产现场可以随时向值班室汇报情况；
- 将井场的多路画面合成为 1 路上传到上级单位，节省卫星信道带宽
- 与总公司、分公司领导进行点对点的交流、工作汇报等；
- 参与上级所提起的指挥调度、视频会议；
- 与上级调度中心进行视频、音频双向交流；
- 第一时间内接收到其管辖范围内的监控现场报警信息；
- 可以采用短信、短消息、即时通信的方式与各单位指挥中心、领导办公室进行沟通；
- 遇紧急情况，具有接入移动单兵的能力，第一时间把现场视频数据上传；
- 井场数据共享：为钻井、录井、定向井、固井、测井等提供虚拟桌面应用，实现数据处理、数据交换、集中存储等。

### 3.2.5. 系统集成

1) 生产动态接口：主要包括生产运行管理系统中的生产日报(包括钻井、录井、测井综合日报)、月报(包括钻井、录井、测井综合月报)、队伍动态(包括钻井、录井、测井队伍动态)、井眼轨迹、钻井液性



能：

- 2) 实时数据接口：主要包括录井工程参数实时数据井身结构图；
- 3) 事故及复杂处理接口：主要包括卡点分析；
- 4) 预警预报：包括井涌井漏监测与预报、地层压力检测和预报、钻井液参数异常预报等。

#### 4. 系统解决的难点问题

生产远程指挥平台涉及的点多、面广、范围大，各地环境、气候等差异非常大，系统在建设过程中遇到很多难题。系统解决的主要难点问题如下：

##### 1) 多业务多技术整合

在不同业务中使用统一的 SIP 协议[2] [3]，创造性实现了指挥调度、监控与会议系统无缝融合；在同一套系统界面，整合视频监控、视频会议、即时通信、视频指挥调度、数据会议、数据采集可视电话、语音呼叫、报警视频联动等多种业务。

##### 2) 多系统互联互通

支持标准 H.323 协议，可兼容国内外主流视频会议设备[1]。支持多厂家多型号编码器统一接入管理，实现不同供应商视频设备之间的互联互通，便于已建监控系统接入整合。可以将原有视频监控系统接入新建的综合视频指挥调度系统，统一管理、统一应用，大大节省投资。

##### 3) 在窄带宽下实现视频流的传输

由于本系统在全球范围内使用，主干网络只能通过卫星传输，而卫星上下行的带宽目前只有 768 Kbps，为保障稳定清晰地传输现场视频图像，系统采用 H.265 编解码方式[6] [7]，使得在 400 Kb 的带宽下也能传输 720 P 的视频图像。这是目前很多采用 MPEG-4 和 H.264 编解码方式[8]的监控系统无法做到的事情。

##### 4) 高低温条件下设备正常工作

防爆摄像机在沙漠里要承受 70℃以上的高温，而在一些严寒的地区却要承受零下 40°的低温，通过加装隔热层并抽真空的方法解决摄像机在高低温情况下无法工作的问题。

##### 5) 电压波动问题

井场由于采用发电机组供电，钻井过程复杂多变，如起下钻时所需的动力有很大差别，发动机在整个钻井过程中电压波动很大(在 90 V~260 V 之间波动)，一般设备难以承受这样的电压波动而损坏(普通的 UPS 电源也无法在如此宽幅的电压波动范围内提供稳压)。如果设备频繁损坏，由于井场一般距离城区非常偏僻遥远，维护的成本非常高昂而使整个系统无法使用。我们通过在井场设备控制箱中加装了宽幅开关稳压电路板[9]，该电路板稳压范围在 85 V~265 V，很好地解决电压波动问题。

##### 6) 码流适配问题

井场向上传输的带宽受卫星带宽的限制，最多也只能传输标清视频信号，但北京总部与各二级单位网络带宽较宽(一般在 30 M 左右)，为了充分利用网络资源，在井场和北京总部部署码流适配服务器，系统可根据网络结构，保证系统中网络状况好的单位实现高清视频效果，网络资源有限的单位实现标清视频效果。

#### 5. 结束语

生产远程指挥平台的目标是利用先进的 IT 技术，使用成熟的、先进的设计思想和设计理念，采用面向对象、面向组件和面向服务和分层的方式来实现统一标准，统一编码，统一数据中心和统一数据交换平台，搭建生产远程指挥平台。平台主要实现了指挥调度、视频会议、视频监控、即时通讯等功能，并集成了生产运行管理系统的生产动态、录井实时数据、录井预警报警、事故复杂等生产管理功能，增强

公司生产远程协作、监控与应急指挥能力。应用该系统后，仅海外项目部每年节省的通信费、往返的差旅费就在 200 万元以上。

尽管在井场安装了高清网络摄像机，现场可以看到高清监控图像，但由于受国外现场网络条件及卫星带宽的限制，目前在公司总部、分部、各二级单位、海内外项目部都只能看到 2CIF 的图像，并由于视频、语音所占带宽较大，视频图像和语音在传输过程中都有不同程度的丢包现象，当丢包严重时，会产生“花屏”等现象。

### 参考文献 (References)

- [1] 陶智勇, 廖云霞 (2006) 视频会议系统及其应用. 北京邮电学院出版社, 北京.
- [2] Rosenberg, J. and Schulzrinne et al., H. (2002) SIP: Session initiation protocol. RFC 3261, Internet Engineering Task Force.
- [3] Day, M., Rosenberg, J. and Sugano, H. (2000) A model for presence and instant messaging. RFC 2778, Internet Engineering Task Force.
- [4] Baugher, M. and McGrew, D. (2002) The secure real-time transport protocol.
- [5] 毛燕, 何明德 (2004) SIP 认证过程和它的负载处理. *计算机与现代化*, **5**, 64-67.
- [6] Sullivan, G.J. and Ohm, J.-R. (2010) Recent developments in standardization of high efficiency video coding (HEVC). SPIE Applications of Digital Image Processing XXXIII. In: Tescher, A.G., Ed., *Proceedings of SPIE*, **7798**, 7798-7730.
- [7] (2012) Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11. 8th Meeting, High Efficiency Video Coding (HEVC) text specification draft 6, JCTVC-H1003, USA, 1-10 February 2012.
- [8] 刘国梁 (2011) 从 H.264 向 H.265 的数字视频压缩技术升级. *铁路通信信号工程技术(RSCE)*, **3**.
- [9] (美)普利斯曼, 莫瑞, 著 (2010) 王志强, 等, 译. 开关电源设计. 第 3 版, 电子工业出版社, 北京.