

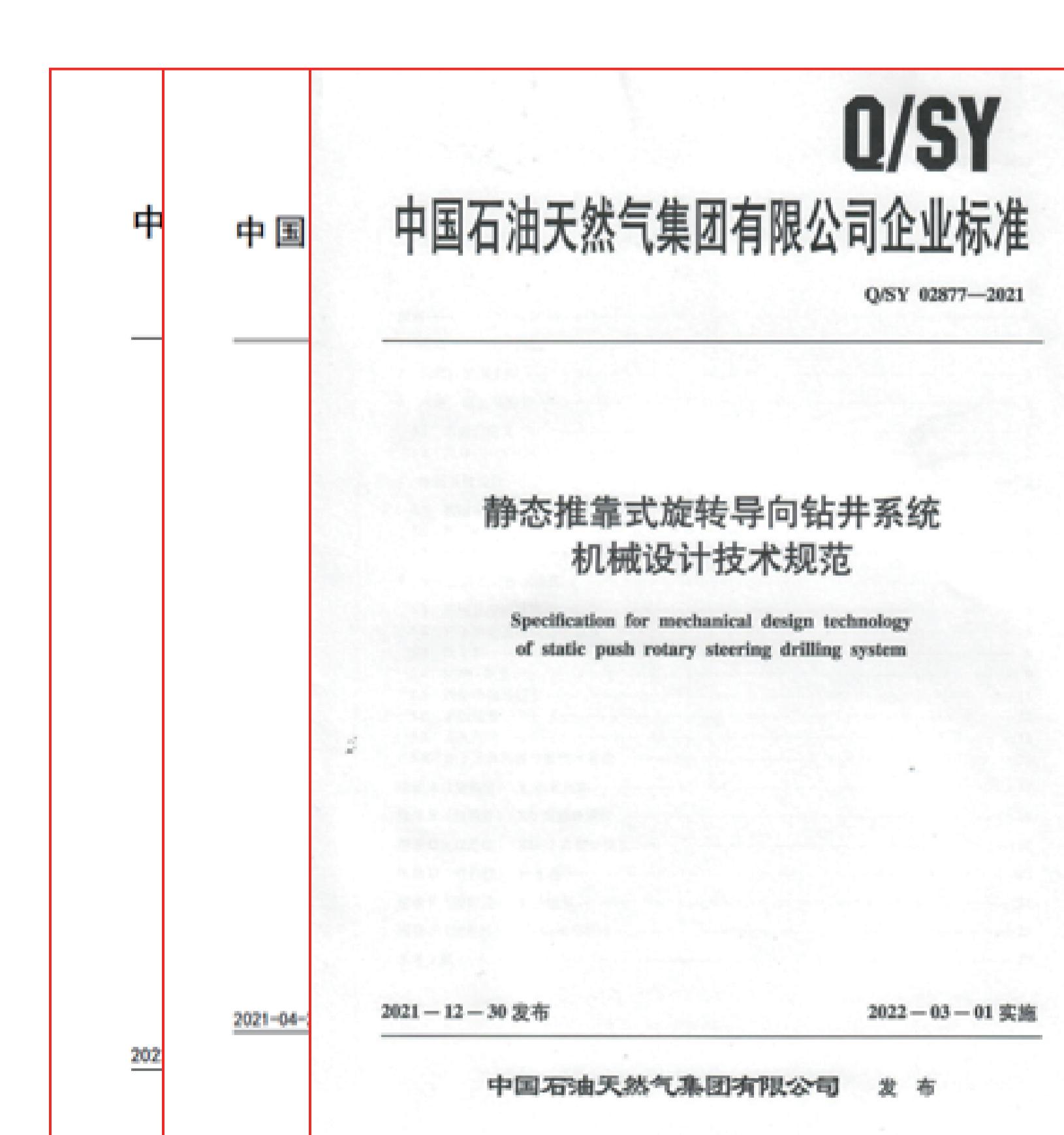
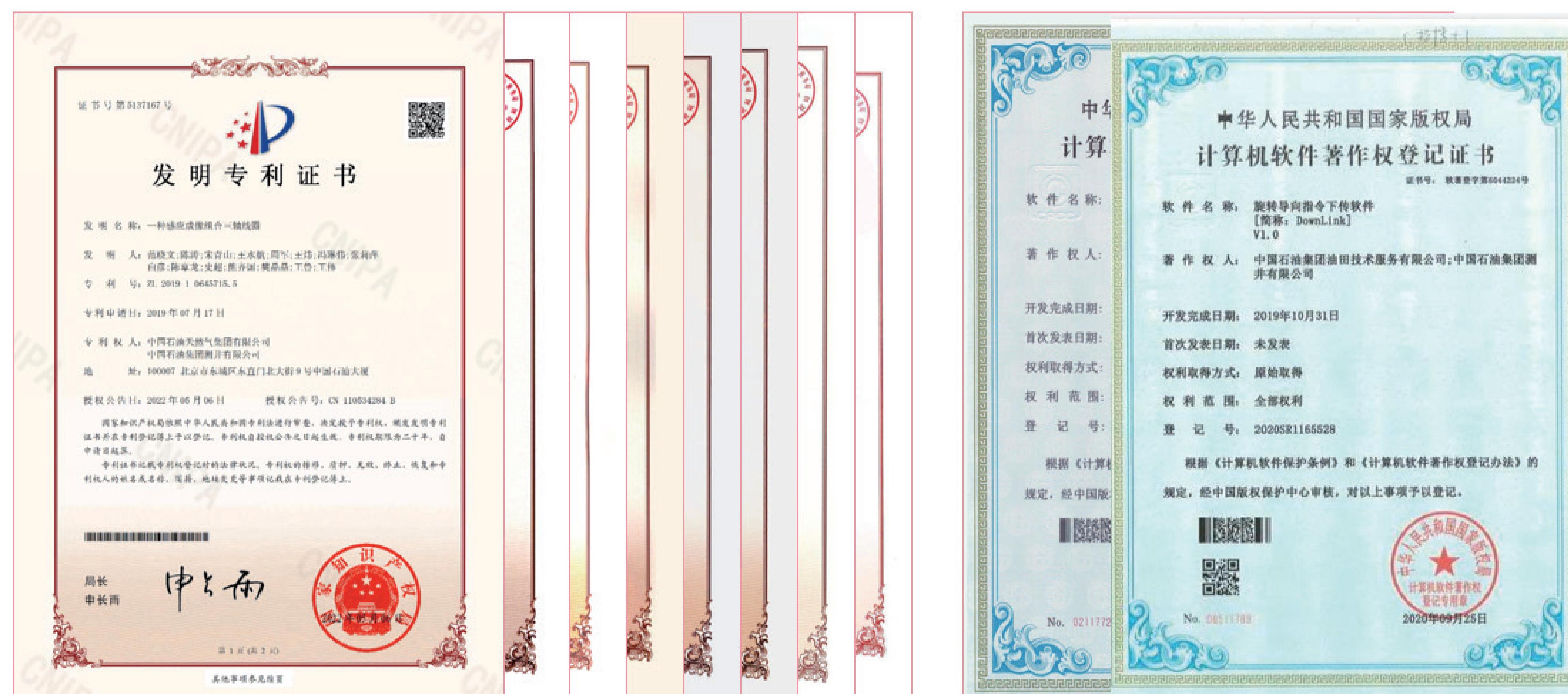


# CNPC-IDS智能导向系统V1.0成果简介

为打破国外旋转导向技术垄断，自主掌握高端核心钻井技术及装备，2018年10月，中国石油启动旋转导向集中研发工作。

2021年3月，根据中油技服统一部署，将旋转导向集中研发业务整体划入测井公司。为攻克这一核心技术，中油测井整合研发资源，构建“平台+项目”矩阵式运行机制，集中优势力量进行科技攻关。融合旋转导向、随钻测井、地质导向决策分析等技术，形成具备自主知识产权的智能导向系统V1.0。

该成果是国内首支温度性能达到165℃、设计最高造斜率15° /30m的高温、高造斜率旋转导向工具，突破了高精度导向矢量闭环控制等核心技术，形成了1套具备自主知识产权的智能导向系统，建立了一套满足装备应用的全产业链技术支撑体系，成果获得授权专利22件，其中发明专利19件，登记软件著作权2件，发表论文15篇，其中EI/SCI论文4篇，发布中石油企业标准3项。

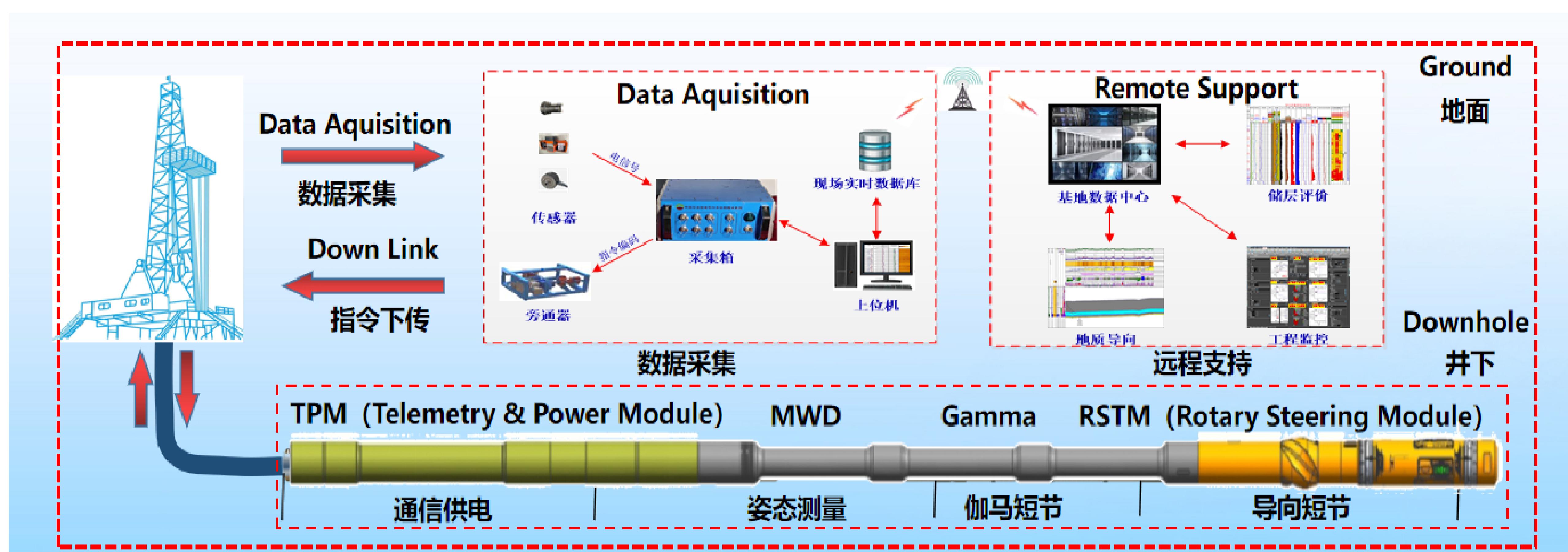




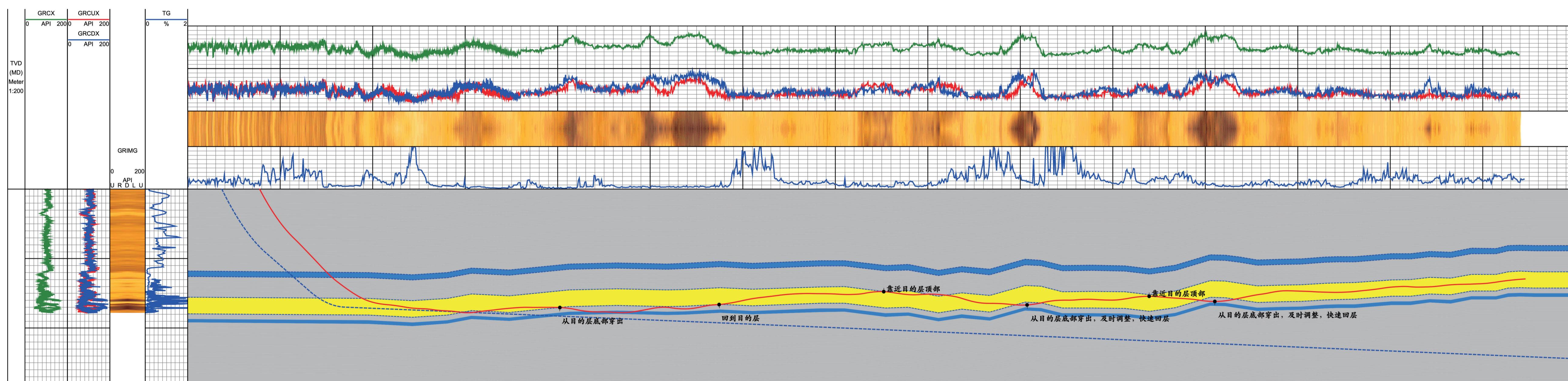
# CNPC-IDS 智能导向系统V1.0

CNPC-IDS智能导向系统V1.0包括地面系统和井下工具，具体由地面采集系统、下传系统、通信供电短节、主控测量短节、伽马压力短节及导向短节等组成。

该系统具备多模式自动化旋转钻进功能。在大斜度及水平井钻进中，将井下测量信息以脉冲方式上传至地面系统，通过计算目标偏差，下传调整指令，改变肋板矢量参数，控制钻头方向，瞄准靶点实施钻进。



至2023年7月，该系统在长庆、塔里木、新疆、西南、辽河等油气田已完成30余口井作业推广，最高循环温度147.5℃，实钻最高造斜率达13.94度/30米，最大单趟进尺2045米，平均储层钻遇率95%以上。通过不断应用完善，该系统实现了“高温、高造斜、高可靠”的装备定位，解决了水平井、大位移井钻井易卡压、轨迹控制难、钻速慢、水平段延长困难等难题，是非常规、超深油气藏经济有效开发的核心装备。

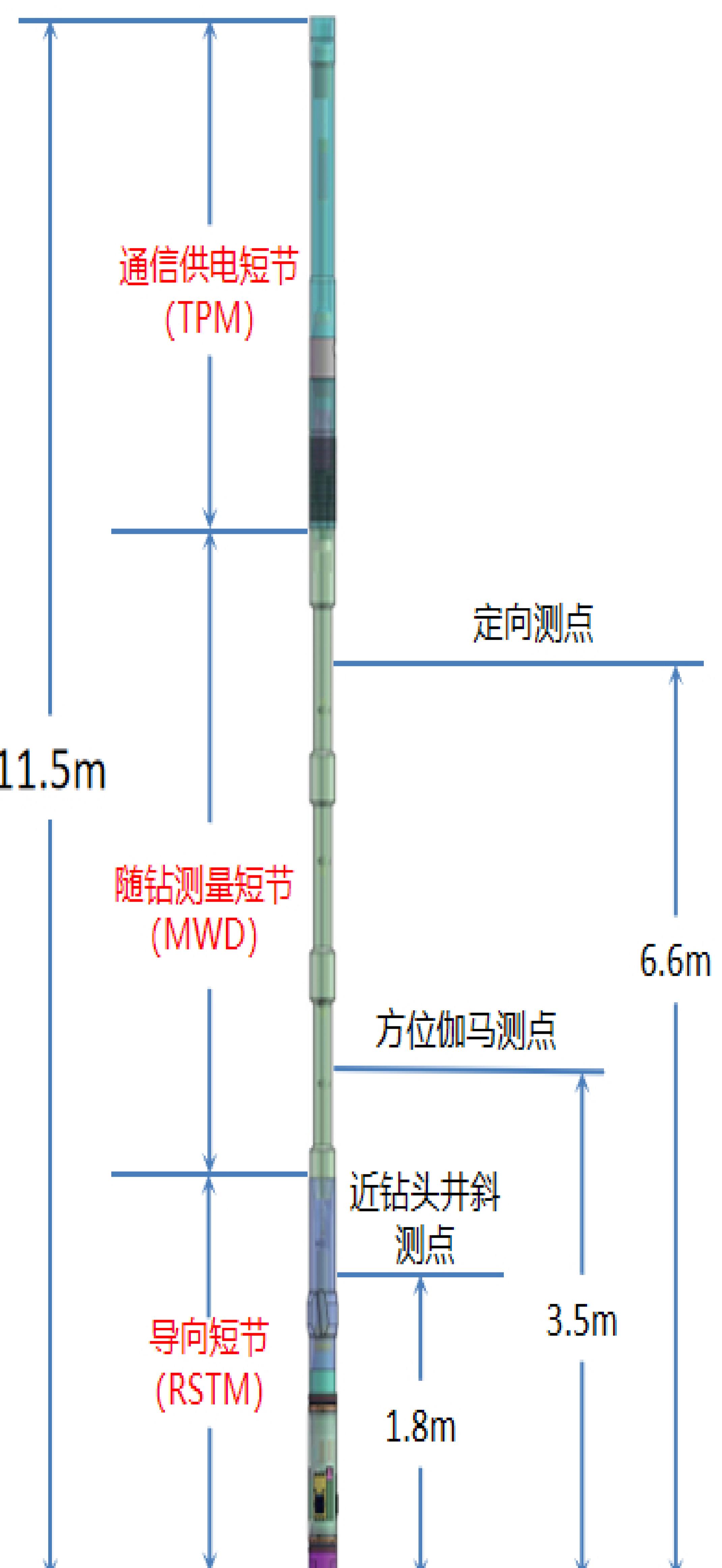


CNPC-IDS智能导向系统乾XX井长水平段地质导向作业成果图



## 系统参数

|             |   |
|-------------|---|
| 井眼尺寸        | 212.8~250.8mm或 $8\frac{3}{8}$ in~ $9\frac{7}{8}$ in                     |
| 最大造斜速率      | 15°/30m或15°/100ft   |
| 工具外径        | 178.00mm或7in  |
| 扶正器外径       | 192mm或 $7\frac{9}{16}$ in   |
| 工具长度        | 11.8m或37.8ft  |
| 工具重量        | 1500kg或3100lb   |
| 供电方式        | 泥浆发电机   |
| 上部扣型        | NC 50Box  |
| 底部扣型        | $8\frac{3}{8}$ in至 $8\frac{3}{4}$ in孔尺寸, $4\frac{1}{2}$ in API Reg. Box |
| 排量范围        | 1140~2820lpm或300~750gpm   |
| 最大钻压        | 250kN或56,200lb  |
| 最大钻进扭矩(钻头处) | 21kNm或15500ft~lb  |
| 最大失效扭矩(钻头处) | 32kNm或23,500ft~lb   |
| 最大抗拉强度      | 3400kN或764,000lb  |
| 最大通过狗腿度     | 旋转: 15°/30m或15°/100ft<br>滑动: 30°/30m或30°/100ft                          |
| 最高允许转速      | 300r/min  |
| 最高工作温度      | 165°C   |
| 最高工作压力      | 140MPa 或20,000psi   |
| 过钻头压降       | 无限制   |
| 最大含砂量       | 建议≤0.3%   |

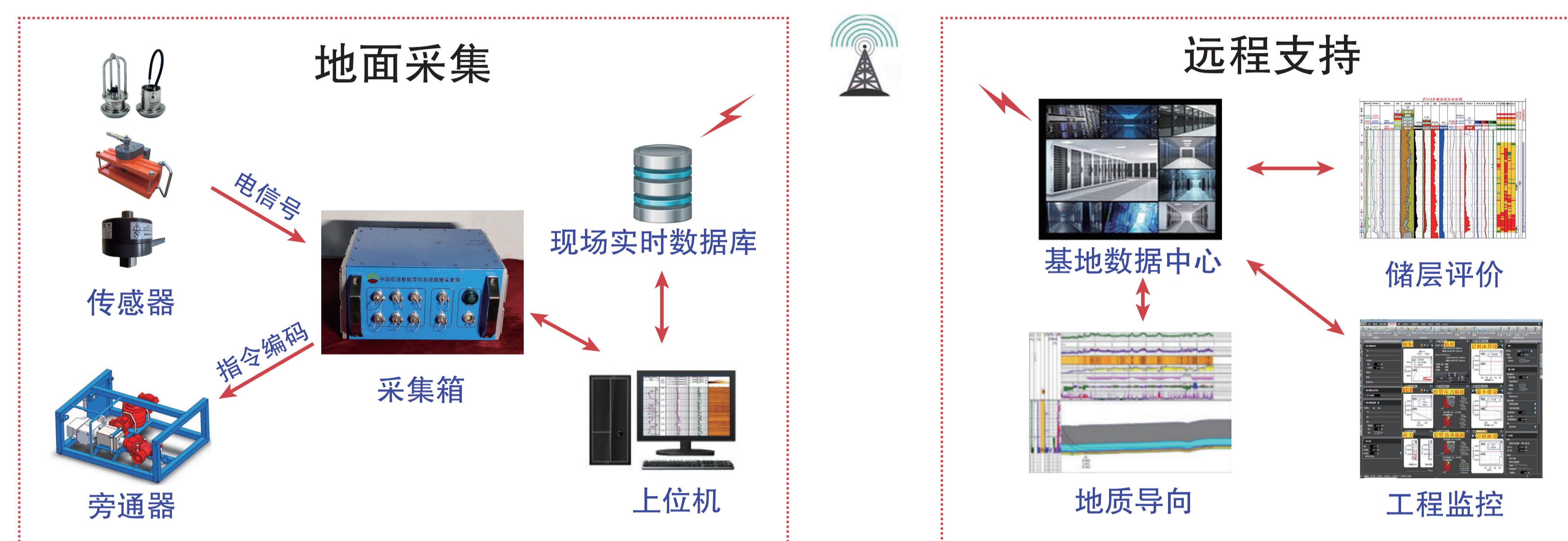




# 地面系统

智能导向地面系统采用防爆结构，适用于钻台恶劣环境下的应用。基于网络化设计，采用标准的TCP/IP网络协议进行数据交互，可实现多台计算机并行作业。

该系统支持WITS信息传输规范，可实现现场数据的实时交互共享。同时基于Webservice协议，实现测导数据的实时远程传输，实现远程钻、录、测一体化施工作业。



## 性能参数

|        |                     |
|--------|---------------------|
| 电源输入   | 200~240VAC, 47~63Hz |
| 解码率    | 复杂环境下>90%           |
| 指令下传时间 | 3~5分钟               |
| 深度跟踪精度 | 0.2m/30m            |

## 地面传感器



立压传感器



绞车传感器



钩载传感器

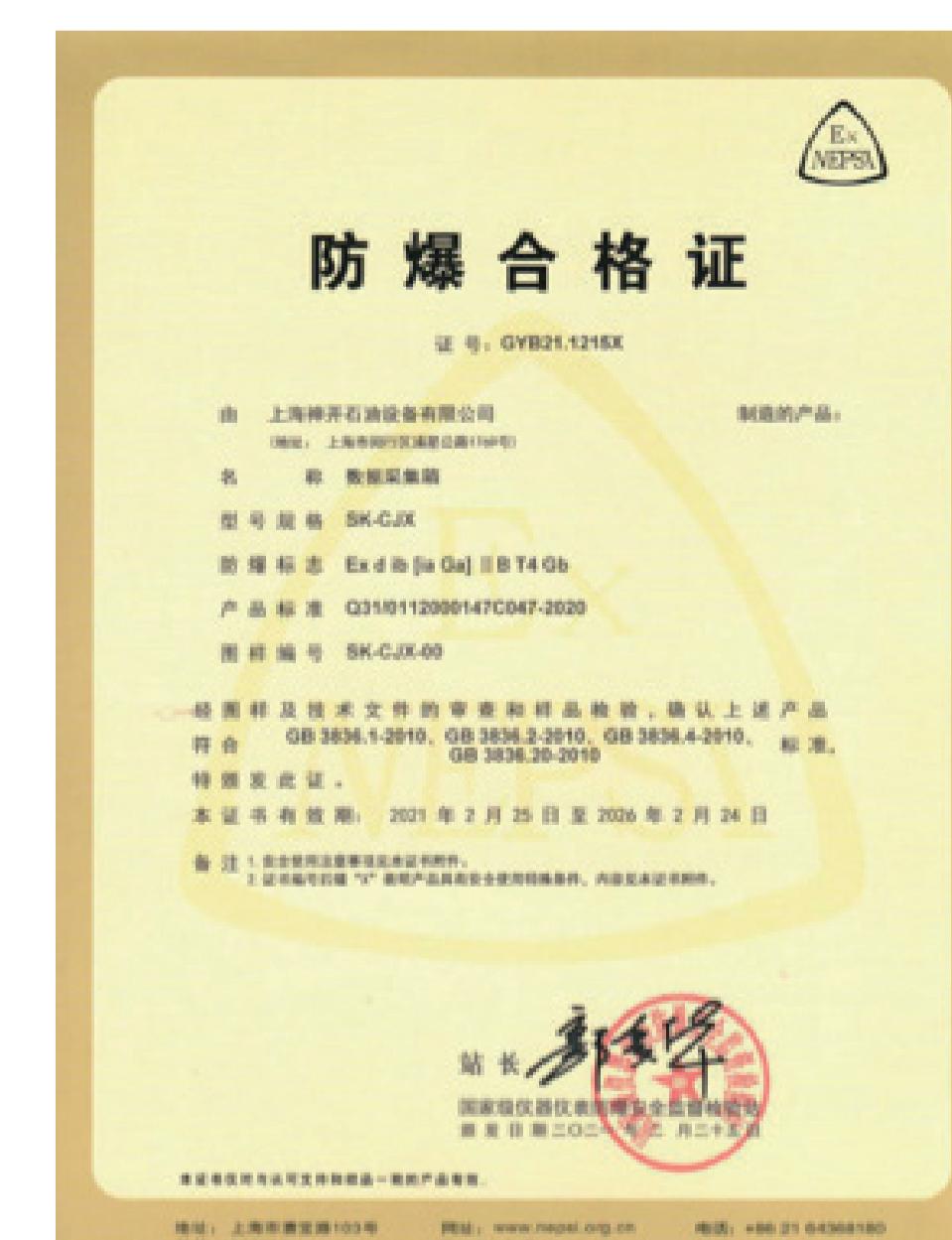


地面采集软件

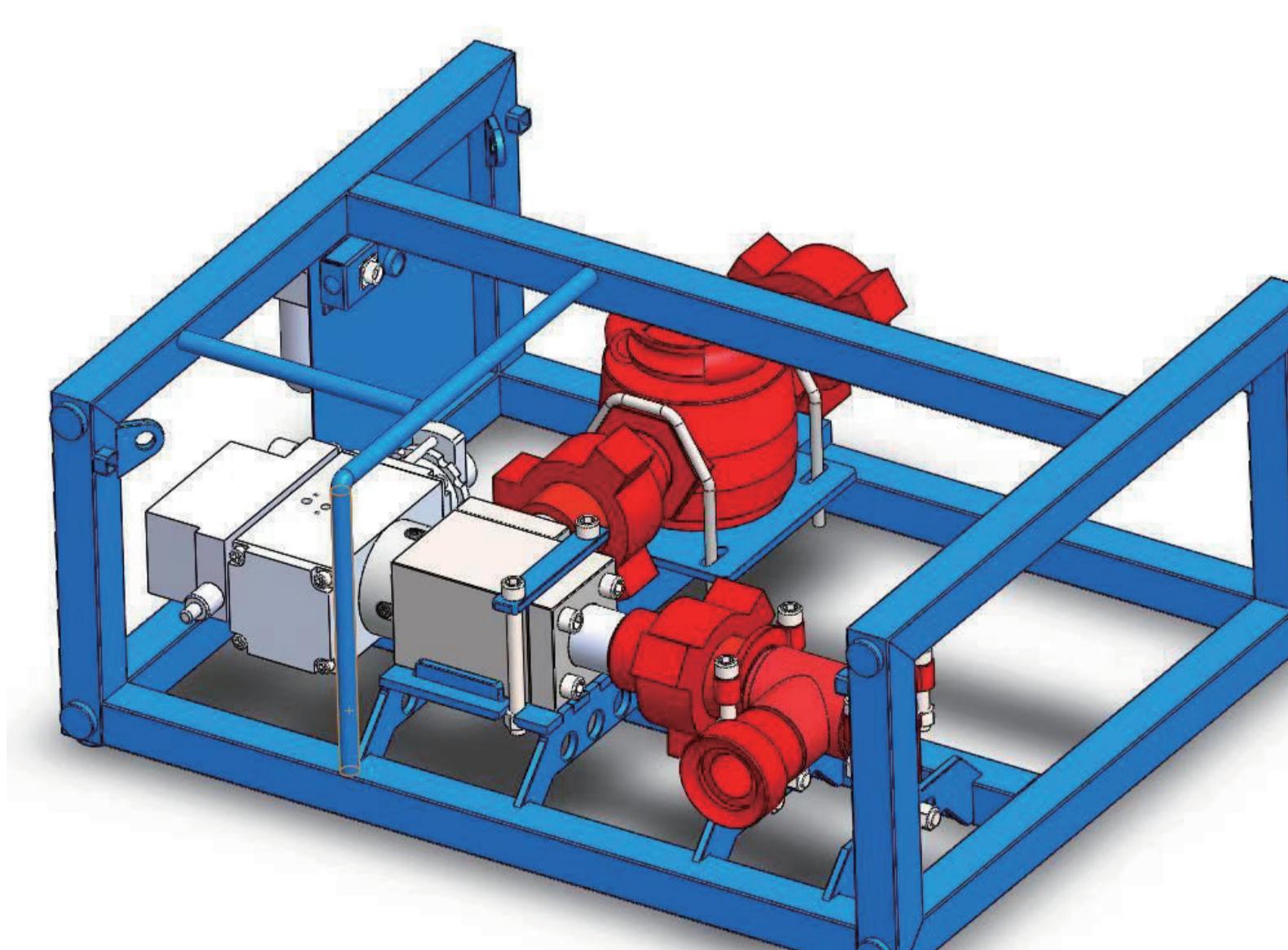


地质导向软件

## 地面采集箱



## 旁通器





# 通信供电短节 ( TPM )

通信供电短节由无磁钻铤、高适应性脉冲发生器和大功率涡轮发电机、中轴短节等组成，主要用于井下系统供电及双向通信。

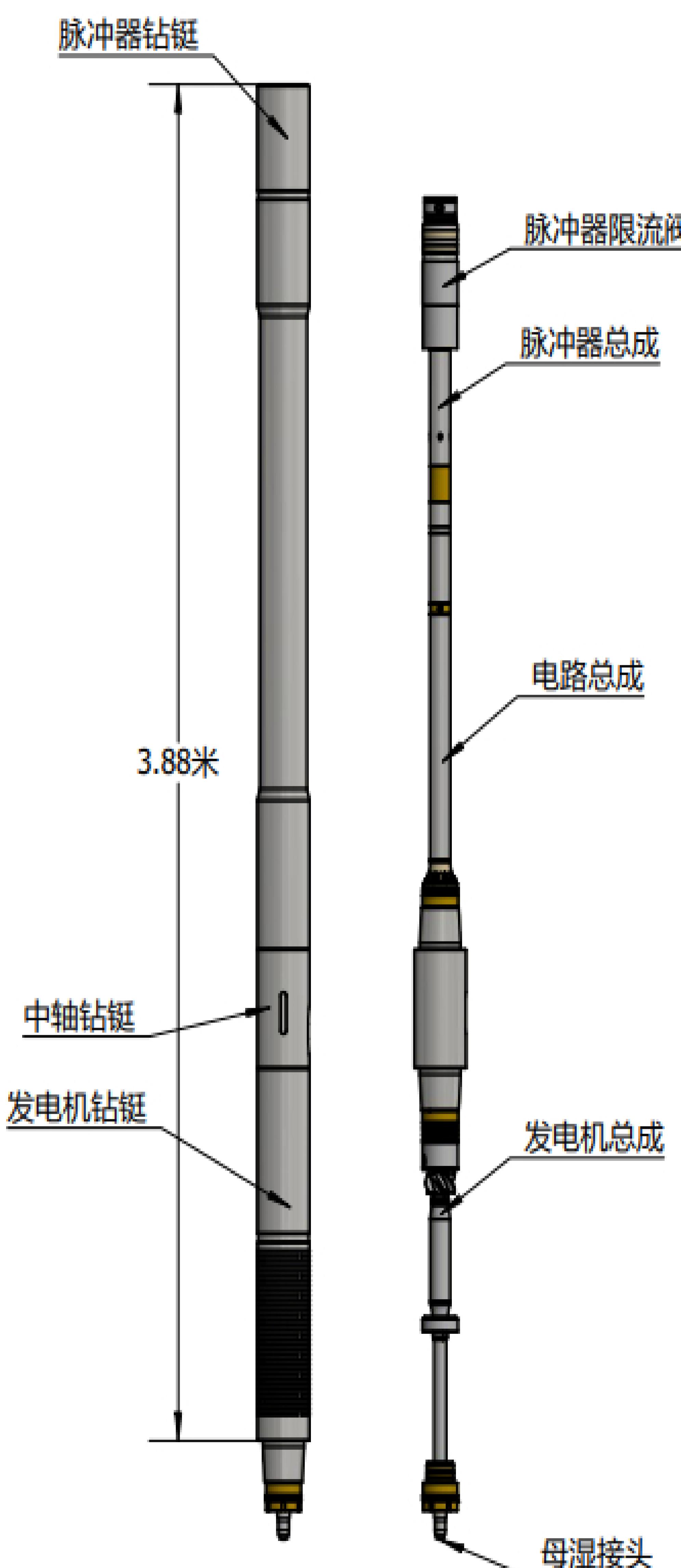
脉冲发生器基于正脉冲方式，实现井下测量参数的实时上传，具有传输稳定、泥浆适应性强、故障率低等优势。大功率涡轮发电机为井下仪器提供300W持续、稳定的电源，满足旋转导向及多参数随钻测井仪器的高功率需求，同时具备下传指令识别功能，实现地面系统对井下仪器的闭环控制；集成电压、电流、温度等仪器状态参数及振动、冲击、转速等井下环境参数监测功能，为分析井下作业工况提供丰富的数据支持。

## 特征与优势

- 泥浆适应性强，故障率低
- 仪器状态参数监控与存储

## 技术参数

|        |                          |
|--------|--------------------------|
| 最大工作温度 | 165°C                    |
| 最大工作压力 | 140MPa                   |
| 排量范围   | 19 ~47L/s                |
| 泥浆密度   | 1.0–2.5g/cm <sup>3</sup> |
| 含沙量    | ≤ 0.3%                   |
| 仪器外径   | Φ 178mm                  |
| 仪器长度   | 3880mm                   |
| 传输速率   | 1~3bps                   |
| 输出功率   | 300W ( 30V@10A )         |
| 排量范围   | 19~47L/s                 |





# 随钻测量短节 ( MWD )

随钻测量短节由柔性无磁钻铤、定向短节、长度补偿短节、电池短节、及伽马短节组成，主要实现井下工程参数及方位伽马地质参数的测量。

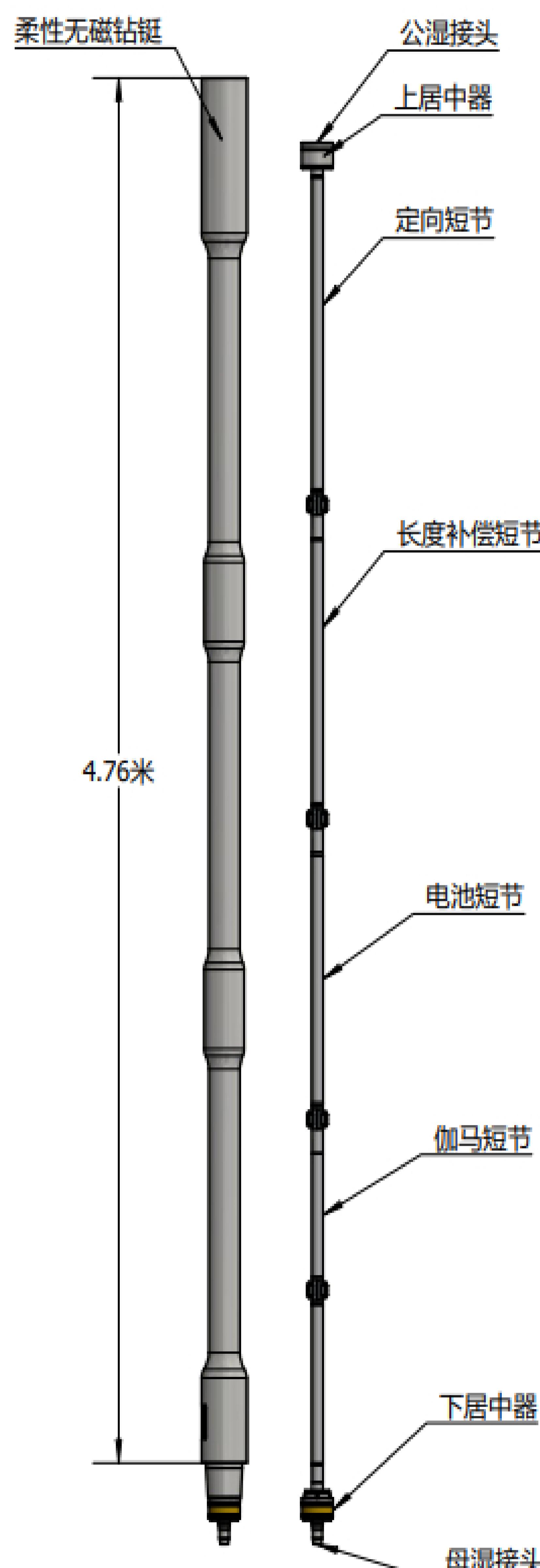
采用高精度数字化定向探管，实现井斜、方位、工具面角等井眼轨迹控制参数的精确测量；通过电源管理技术对发电机与锂电池供电进行智能管理，实现非作业状态下电池“零损耗”；伽马短节测量地层伽马变化，识别钻遇层位，实现地质导向，居中单伽马传感器设计实现4扇区高对比度伽马测量数据存储，上、下伽马曲线实施出图，测量范围达到0~500API。

## 特征与优势

- 工程参数精准测量
- 自然伽马参数测量，实时监测钻进工况
- 方位伽马成像，精准地质导向
- 井下电源智能化管理

## 技术参数

|          |   |
|----------|---|
| 最大工作温度   | 165°C   |
| 最大工作压力   | 140MPa  |
| 最大冲击     | 500g  |
| 泥浆密度     | 1.0 ~ 2.5g/cm <sup>3</sup>  |
| 仪器外径     | Φ178mm  |
| 仪器长度     | 4760mm  |
| 井斜角      | 0° ~ 180° , ± 0.1°  |
| 方位角测量误差  | ± 0.75° ( 井斜角 > 5° )<br>± 1° ( 3° < 井斜角 < 5° )<br>± 2° ( 1° < 井斜角 < 3° )                              |
| 工具面角测量误差 | ± 0.5° ( 井斜角 > 5° )<br>± 1° ( 3° < 井斜角 < 5° )<br>± 1.5° ( 2° < 井斜角 < 3° )<br>± 2.5° ( 1° < 井斜角 < 2° ) |
| 伽马测量范围   | 0 ~ 500API, ± 5%@100API   |





# 导向短节 (RSTM)

基于静态推靠钻头原理，通过轴承连接非旋转外筒和可旋转主轴形成可相对转动的结构。非旋转外筒上安装有控制电路和姿态测量传感器、液压驱动模块和三个分别呈120°分布的支撑肋板，根据实时控制要求，通过不断调整3个支撑肋板的分力大小来撑住井壁以形成不同方向、不同大小的作用合力来改变钻头的方向。在获得较大的偏置力和造斜率的同时具有对钻柱无冲击、易于控制、可靠性高等优点。

## 特征与优势

- 高精度三维矢量控制
- 近钻头姿态测量
- 三轴振动及粘滑测量

## 技术参数

|            |   |
|------------|---|
| 最大工作温度     | 165°C   |
| 最大工作压力     | 140MPa  |
| 最大冲击       | 500g  |
| 仪器外径       | Φ178mm  |
| 仪器长度       | 2850mm  |
| 最大造斜率      | 15° /30m                                      |
| 最大推靠力      | 25kN  |
| 零度造斜功能     | 具备  |
| 近钻头姿态测量传感器 | 三轴重力加速度传感器<br>X/Y轴磁通门传感器                      |
| 近钻头井斜测量范围  | 0° ~180°<br>0° ~30° ± 1.0°<br>30° ~90° ± 0.3° |
| 近钻头方位      | 0° ~30° ± 1.0°                                |
| 动态测量参数     | 轴向振动<br>横向振动<br>切向振动<br>粘滑振动                  |

