

G3i 地震仪

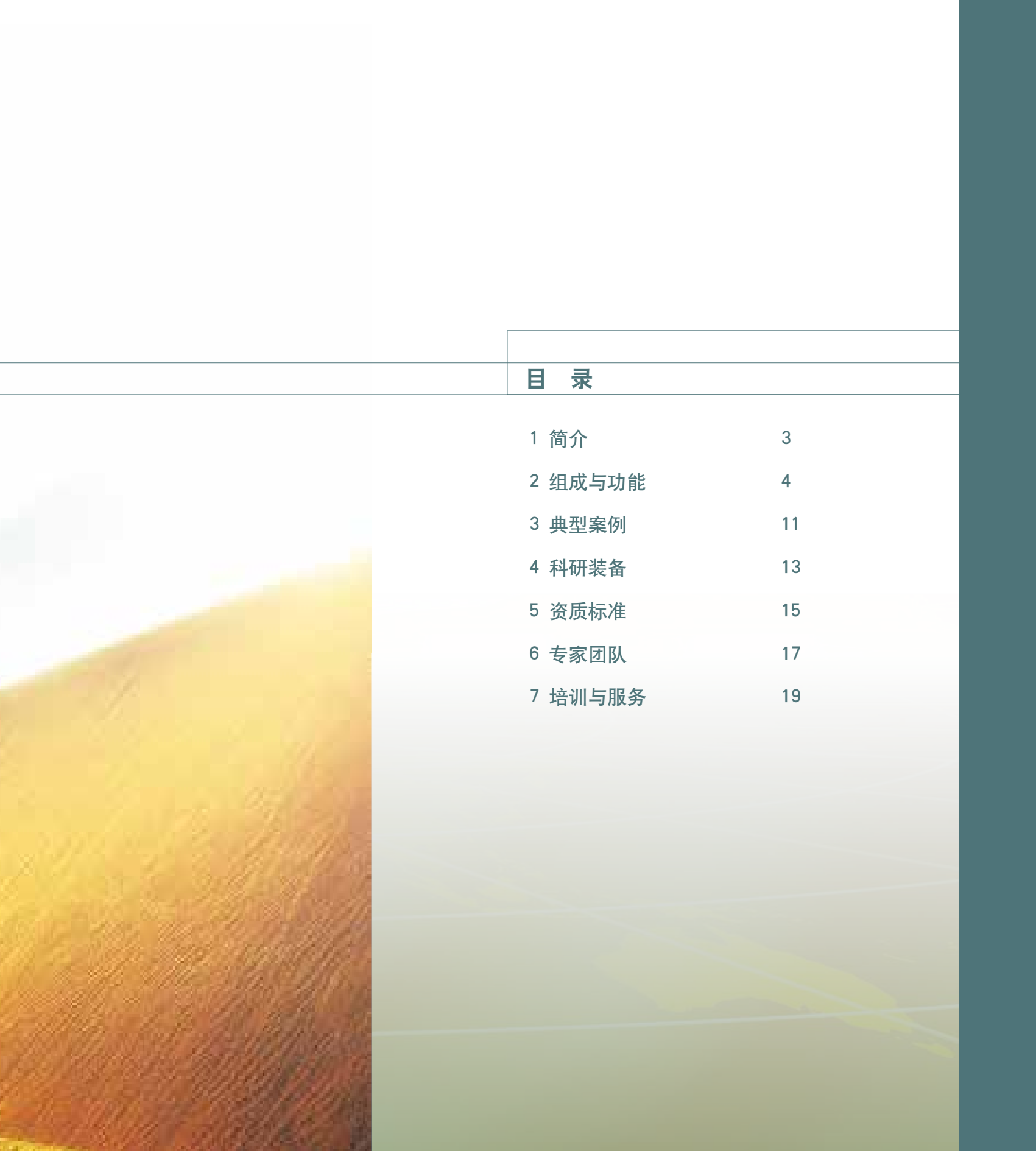
■ 2015 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

G3i 地震仪——新一代大容量有线采集系统！





目 录

1 简介	3
2 组成与功能	4
3 典型案例	11
4 科研装备	13
5 资质标准	15
6 专家团队	17
7 培训与服务	19



中国石油

中国石油天然气集团公司（简称“中国石油集团”，英文缩写：CNPC）是根据国务院机构改革方案，于1998年7月在原中国石油天然气总公司基础上组建的特大型石油石化企业集团，系国家授权投资的机构和国家控股公司，是实行上下游、内外贸、产销一体化、按照现代企业制度运作，跨地区、跨行业、跨国经营的综合性石油公司，主要业务包括油气业务、石油工程技术服务、石油工程建设、石油装备制造、金融服务、新能源开发等。中国石油天然气集团公司2014年国内生产原油1.1367亿吨，生产天然气954.6亿立方米，加工原油1.502亿吨，全年实现营业收入2.73万亿元，实现利润1734亿元。

2014年，中国石油在美国《石油情报周刊》世界50家大石油公司综合排名中位居第3位，在《财富》杂志全球500家大公司排名中位居第4位。

中国石油天然气集团公司履行资源、市场和国际化战略，坚持“主营业务战略驱动，发展目标导向，顶层设计”科技发展理念和“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，以国家科技重大专项为龙头、公司重大科技专项为核心、重大现场试验为抓手、重大装备、软件、产品、标准为载体，持续推进科技进步，提升科技创新能力，取得一大批具有自主知识产权的先进实用技术。

G3i地震仪就是具有代表性的重大创新成果之一。

奉献能源 创造和谐

1

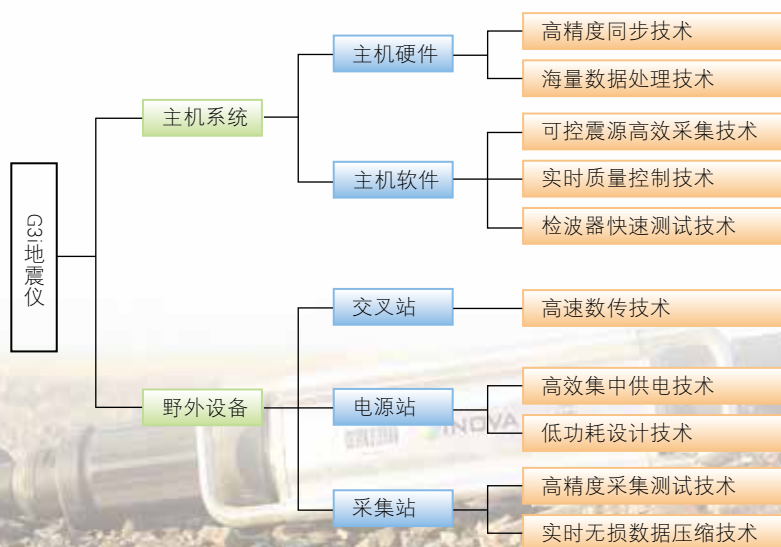
简介

G3i (Generation 3 innovation) 地震仪是一套用于陆地石油勘探的有线地震仪，具有实时道能力强、功耗低、稳定性高等特点。G3i 地震仪是中国石油充分利用多年的技术创新和丰富的野外作业经验，结合目前石油勘探发展需求和勘探技术发展方向自主研发的新一代地震数据采集系统。

G3i 地震仪带道能力可达 10 万道以上，不仅能满足常规地震数据采集的需要，而且支持

大道数和高密度地震数据采集。与国际同类仪器相比，G3i 地震仪器在带道能力、单道功耗、传输速度、质量监控等方面具有优势，整体性能达到国际先进水平，能完成高精度、宽频带、全方位地震勘探任务。

中国石油愿将具有国际先进水平的 G3i 地震仪应用于国内外的勘探开发，为找油找气提供更优质的服务。

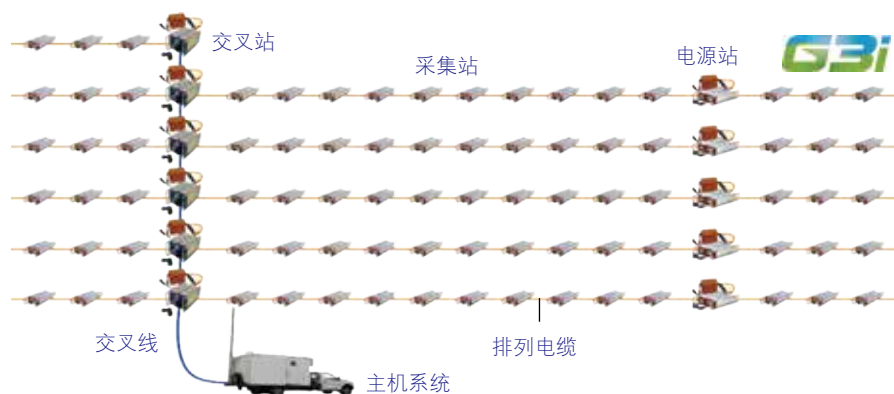


G3i 地震仪技术框架

2

组成与功能

G3i 地震仪由主机系统（SPM）、采集站（RAM）、电源站（PSU）、交叉站（FTU）、排列电缆及交叉线（光缆）组成，整个系统协同工作实现震源激发、数据采集、数据分析、数据存储等功能。



G3i 地震仪系统组成

G3i 地震仪技术优势：

- (1) G3i 地震仪主机系统的实时道能力可达 10 万道以上,不仅能满足常规地震数据采集的需要,而且支持大道数和高密度地震数据采集；
- (2) G3i 地震仪支持 Slip-Sweep、DSSS/DSSSS、ISS、V1 等多种可控震源高效采集方式,实现了滑动扫描零等待时间；
- (3) G3i 地震仪器采用低功耗、高效率供电设计技术,降低了整个系统的功耗,单道平均功耗仅约 235mW,处于世界领先水平；
- (4) 专业的检波器测试仪功能,使 G3i 地震仪器可以在现场对检波器进行快速、详细的测试。

2.1 主机系统（SPM）

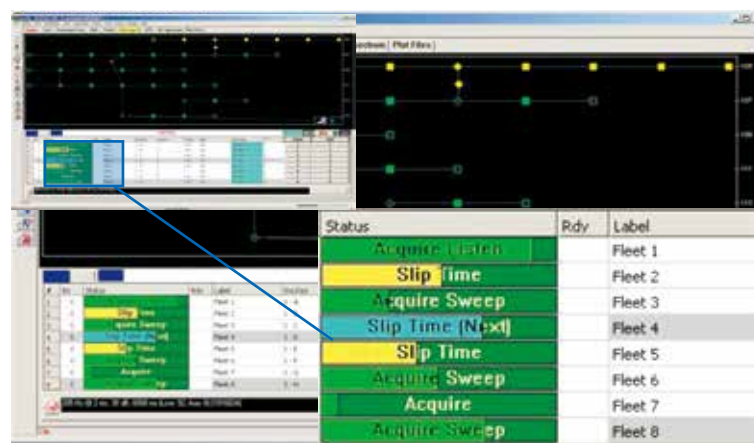
G3i 地震仪主机系统完成对整个系统的控制、管理、地震数据的收集、处理、存储记录等。主机采用高性能服务器和自主研发光纤接口卡,提高系统的性能和稳定性。G3i 地震仪提供三种类型主机：

- (1) 便携式主机，实时道能力 6000 道；
- (2) 标准型主机，实时道能力 60000 道；
- (3) 扩展型主机，实时道能力大于 100000 道。



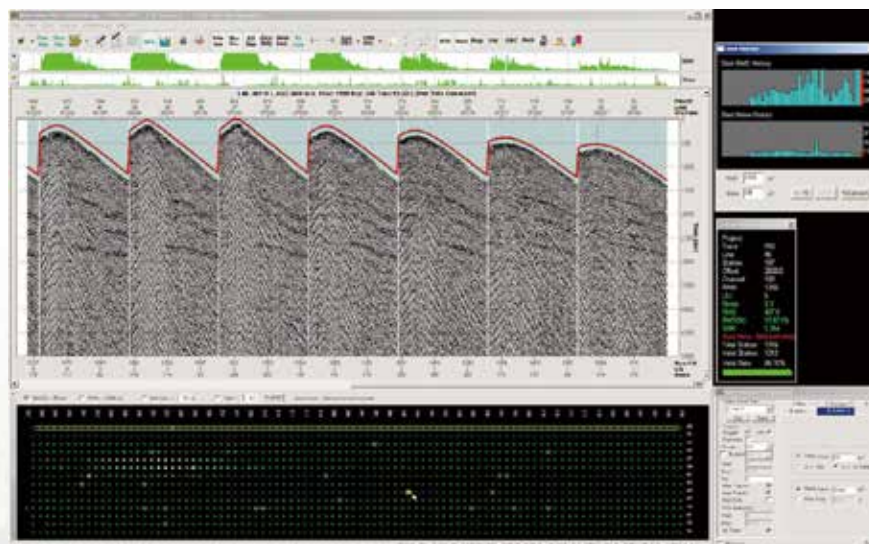
主机系统有以下特点：

- (1) 支持炸药震源、可控震源、气枪、重锤等多种激发方式；
- (2) 支持多种可控震源高效采集施工方式，包括 Slip-Sweep、ISS、DSSS/DSSSS、V1，实现了滑动扫描零等待时间；



震源高效采集控制

(3) 支持实时数据质量控制 (QC) 技术, 实时计算、显示各种 QC 分析结果;



实时质量控制

(4) 集成了专业级的模拟检波器测试仪功能, 能够对模拟检波器进行快速、详细的测试。

Count	TP	Noise μV	Pulse %	Freq Hz	Damp %	Sens V/m/s	Resis Ohm	Leak Mohm	THD %	Vel cm/s	Imped Ohm
	T1-G		<=	<=	<=	<=	<=	>=	<=	N/A	<=
	T1-G		10.00%	5.00%	10.00%	7.00%	5.00%	0.50	0.2000%	N/A	10.00%
			0.0	9.4	65	19.655	282	>9.99	0.0095	N/A	522
			0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB
1	T1-G		0.0	9.8	71	19.820	285	>9.99	0.0126	2.415	537
2	T1-G		0.2	9.8	70	19.706	283	>9.99	0.0134	2.407	530
3	T1-G		0.0	9.7	69	19.495	282	>9.99	0.0134	2.405	525
4	T1-G		0.3	9.7	68	19.154	282	>9.99	0.0136	2.404	519
5	T1-G		0.0	9.6	69	19.414	283	>9.99	0.0134	2.406	523
6	T1-G		0.4	9.7	69	19.247	283	>9.99	0.0149	2.412	523
7	T1-G		0.0	9.7	69	19.271	283	>9.99	0.0143	2.409	522
8	T1-G		0.0	9.7	70	19.650	282	>9.99	0.0152	2.409	529
9	T1-G		0.0	9.6	67	19.164	282	>9.99	0.0169	2.410	521
10	T1-G		0.0	9.4	65	19.049	284	>9.99	0.0272	2.406	516
11	T1-G		0.0	9.6	65	19.374	283	>9.99	0.0245	2.405	521
12	T1-G		0.0	9.7	67	19.469	276	>9.99	0.0287	2.403	523
13	T1-G		0.0	9.8	67	19.514	276	>9.99	0.0271	2.407	524
14	T1-G		0.0	9.5	68	19.151	276	>9.99	0.0156	2.408	510
15	T1-G		0.0	9.6	68	19.168	276	>9.99	0.0166	2.405	510
16	T1-G		0.0	9.4	66	18.752	272	>9.99	0.0134	2.406	516
17	T1-G		1.2	9.6	66	18.797	276	>9.99	0.0133	2.409	516
18	T1-G		1.4	9.6	65	19.122	281	>9.99	0.0082	2.408	530
19	T1-G		1.0	9.4	66	18.848	284	8.65	0.0088	2.408	523
20	T1-G		0.0	9.5	67	19.145	280	>9.99	0.0088	2.408	526

检波器测试

2.2 采集站 (RAM)

G3i 地震仪采集站从地震检波器采集模拟地震数据并将其转换成数字信号，然后通过排列电缆将数据传输到交叉站。采集站单站四道，采用站线分离式结构。



采集站

- (1) 功耗低，单道平均功耗 235mW，在国际同类产品处于领先水平；
- (2) 数传速率高，速率可达 30Mbps；
- (3) LED 指示灯实时显示站体状态；
- (4) 铝合金外壳，抗静电、抗电磁干扰、抗雷击能力强，适应各种地表。



适应各种地表

2.3 交叉站 (FTU)

G3i 地震仪交叉站连接排列电缆（测线）和交叉线，通过交叉线将采集站采集的数据转发到仪器车上的主机系统。交叉站集成电源站功能，双边为采集站供电。



交叉站

- (1) 实时带道能力 60000 道，采用数据压缩达到 100000 道；测线单边实时带道能力 1800 道，采用数据压缩达到 2700 道；
- (2) 集成电源站和采集站功能；
- (3) LED 指示灯实时显示站体状态；
- (4) 铝合金外壳，抗静电、抗电磁干扰、抗雷击能力强，适应各种地表。

2.4 电源站 (PSU)

G3i 地震仪电源站单边向采集站供电。电源站同时集成采集站功能，单站四道。



电源站

- (1) 采用集中供电 (PDL) 技术，将电量均匀分配给每个采集站；
- (2) 集成采集站功能；
- (3) LED 指示灯实时显示站体状态；
- (4) 铝合金外壳，抗静电、抗电磁干扰、抗雷击能力强，适应各种地表。

2.5 排列电缆

排列电缆用于野外站体之间数据和命令的传输，同时电源站和交叉站也通过排列电缆向采集站供电。

(1) 抗拉强度达 318kg (700lb)，是业界最高强度重量比的电缆；

(2) 电缆接头采用 12 针“快速锁定接头”设计，使电缆快速、准确连接站单元；

(3) 提供多种线缆长度和抽头间隔的电缆；

(4) 排列电缆兼容多种检波器抽头。



排列电缆



交叉线（光缆）

2.6 交叉线

G3i 地震仪的交叉线将交叉站和主机系统相连。

(1) 采用千兆传输速率的光缆，最高传输速率达 1.2288Gbps；

(2) 采用高抗拉强度设计，抗拉强度达 61.18kg (134.9lb)。

3

典型案例

3.1 柴达木盆地

2013 年 12 月，6 万道 G3i 地震仪实施新疆油田三维采集，项目采用可控震源 DSSS 方式施工，项目历时 40 天，平均生产日效 7269 炮，最高日效 12316 炮，创造了国内物探生产日效新纪录，得到壳牌、ENI、沙特阿美等国际大油公司高度认可。



野外施工现场

3.2 吐哈盆地

2013 年 8 月，在哈萨克斯坦，中国石油采用 G3i+ 低频可控震源 +DSS 的高效采集模式，顺利完成了全球陆上首块使用 1.5Hz 低频可控震源的工业化勘探，野外采集平均日效达到 3157 炮，开创了中亚地区地震数据采集的纪录。



野外施工现场

3.3 准噶尔盆地

2012 年 12 月，G3i 地震仪实施准噶尔盆地三维采集，施工时采用可控震源滑动扫描激发，施工过程中仪器经过了低温（最低 -33°C ）、雨雪等复杂气候的考验，历时 44 天顺利完成 407km^2 、158150 炮的野外采集任务，平均采集日效 3594 炮，最高日效 6200 炮。



野外施工现场

4

科研装备

英洛瓦研发中心实验室具有各类仪器及研发工具 20 台套，其中标志性装置 4 台套，具有国际先进水平的仪器设备 10 台套，整体装备试验水平及能力达到国际先进水平。

4.1 微焦点 X 射线焊点检查系统

将高分辨率的二维 X 射线技术和计算机断层扫描结合在一个系统中，主要用于焊点和电子元件的实时 X 射线检测。应用于半导体、PCB、SMT 小型封装元器件的焊接检测，提供了更高的缺陷覆盖率，同时提高了生产效率，主要用于 G3i 野外站单元焊接检测。



微焦点 X 射线焊点检查系统 (PCB analyzer 160)

4.2 集成电路高温动态老练检测系统

集成电路高温动态老练实时检测系统能对数字、模拟集成电路作高温静态、动态老练试验；系统能同时老练多种不同器件，能在老练过程中自动检测出失效器件，并根据用户自己的老练测试要求，随意修改参数。主要用于 G3i 站单元质量检测、产品分析和器件筛选测试。



(SPIC-T) 集成电路高温动态检测系统

4.3 高低温试验箱

高低温试验箱提供稳定的高低温冲击试验环境，实验舱采用彩色液晶触摸屏，设定、显示各种动行数，实时记录大量采样数据，提供温度过升保护、试品保护、设备自身保护、操作人员安全保护等功能。用于 G3i 站单元在高温、低温（交变）循环变化的情况下，检验站单元其各项性能指标。



高低温试验箱

5

资质标准

G3i 地震仪由中国石油控股、全球领先的陆地勘探设备提供商——英洛瓦（天津）物探装备有限责任公司研发。英洛瓦分别在中国涿州和西安，加拿大卡尔加里、美国休斯敦、英国爱丁堡设有研发部，众多经验丰富的国际专家组成了全球化的研发团队；在西安、卡尔加里设有生产工厂，是集研发、生产、销售一体化的大型物探装备公司。西安和卡尔加里的生产工厂通过了 ISO9001：2008 质量管理体系认证。



资质标准	

知识产权

编写企业标准 1 项；申请发明专利 16 项，其中中国专利申请 5 项、美国专利申请 11 项。

序号	知识产权名称	知识产权类别	申请号 / 授权号
1	G3i 地震数据采集系统检测项目及技术指标	企业标准	Q/SY BGP.K2852–2013
2	通过光纤的时钟同步	中国发明专利	201210318928.5
3	多对配电	中国发明专利	201210318494.9
4	电源模块中的模拟	中国发明专利	201210318927.0
5	供连接器使用的螺纹锁定特征	中国发明专利	201210318982.X
6	供连接器使用的密封特征	中国发明专利	201210318866.8
7	Seismic Frequency Sweep Enhancement	美国发明专利	US 61/535,767
8	Method of Seismic Source Synchronization	美国发明专利	US 61/596,729
9	Method of Seismic Source Independent Operation	美国发明专利	US 61/596,660
10	Method of Seismic Vibratory Limits Control at Low Frequencies	美国发明专利	US 61/596,676
11	Method of Seismic Source Synchronization	美国发明专利	US 61/535,770
12	Clock Synchronization Over Fiber	美国发明专利	US 61/590,662
13	Multi-Pair Power Distribution	美国发明专利	US 61/590,670
14	High Precision Time Synchronization for a Cabled Network in Linear Topology	美国发明专利	US 61/590,712
15	Analog in Power Supply Module	美国发明专利	US 61/590,681
16	Thread Locking Feature for Use with Connectors	美国发明专利	US 61/590,641
17	Sealing Feature For Use With Connectors	美国发明专利	US 61/590,630

6

专家团队

**Glenn Hauer**

G3i 地震仪项目负责人，全面负责 G3i 地震仪的研发和应用推广。早年在加拿大从事地震数据处理，曾经负责过多种地震仪的研发工作，长期从事地震仪的研发管理和推广等工作，具有三十多年地震仪器及相关行业技术经验。

电话：+1.281.568.2005

Email：Glenn.Hauer@inovageo.com

**Tim Hladik**

G3i 地震仪研发负责人，具体负责 G3i 地震仪研发管理。曾经在加拿大从事地震仪硬件开发工作，多次参与或负责大型地震仪总体设计和开发，具有二十多年地震仪器研发经验。

电话：+1.403.537.2168

Email：Tim.Hladik@inovageo.com

**Brian Klatzel**

G3i 地震仪主机系统软件开发负责人。曾经在加拿大从事地震数据处理软件、地震勘探仪器软件的研发，负责过多种软件产品的架构设计和开发管理工作，具有三十多年地震仪器及相关技术软件开发经验。

电话：+1.403.537.2143

Email：Brian.Klatzel@inovageo.com

**Ai Hua**

G3i 地震仪野外站体固件开发负责人。曾经在加拿大从事陆上地震仪固件及嵌入式软件开发，多次参与地震仪器固件及嵌入式软件开发，具有十多年的地震仪固件开发经验。

电话：+1.403.516.3082

Email：Hua.ai@inovageo.com



姜 耕 高级工程师，曾在东方地球物理公司担任过勘探队仪器操作员、采集队长，负责电子、测量、地震仪器及配套设备的管理及海上勘探管理工作，具有三十多年地震仪应用、管理、开发的经验。
电话：0312-3737918
Email: Jiang.geng@inovageo.com



罗福龙 教授级高级工程师，负责 G3i 地震仪测试、应用及完善工作，曾负责多种地震仪的测试、完善及推广工作，具有三十多年地震仪操作、测试、开发及完善的经验。
电话：0312-3820843
Email: luofulong@cnpc.com.cn



罗兰兵 高级工程师，从事地震仪操作、维修、技术服务、开发等工作，负责“ES109 万道地震仪研发”硬件开发工作，具有十多年地震仪应用及近十年地震仪开发的经验。
电话：0312-3737923
Email: Luo.lanbing@inovageo.com

7

培训与服务

提供多种语言和各种不同层次的培训课程，同时可以根据客户需求在各地进行培训且可制定特定产品的培训方案。



培训现场

经验丰富的野外技术支持人员和专业的维修服务中心遍布亚洲、美洲、中东、欧洲，及时提供最优质的服务。



野外现场服务



中国石油科技管理部联系人：

刁 顺 先生
电 话：86-10-59986059
Email：sdiao@cnpc.com.cn
diaoshun@sohu.com

Contact of Science & Technology Management Department,CNPC：

Mr. Diao Shun
Tel: 86-10-59986059
Email: sdiao@cnpc.com.cn
diaoshun@sohu.com

中国石油经济技术研究院联系人：

张 丽 女士
电 话：86-10-62065043
Email：zhangli024@cnpc.com.cn

Contact of CNPC Economics & Technology Research Institute：

Ms. Zhang Li
Tel: 86-10-62065043
Email: zhangli024@cnpc.com.cn

技术依托单位联系人：

罗兰兵 先生
电 话：0312-3737923
Email：Luo.lanbing@inovageo.com

Contact of the Technical Support Unit：

Mr. Luo Lanbing
Tel: 0312-3737923
Email: Luo.lanbing@inovageo.com



