

★ 密级：

地震行业科研专项项目

业务验收申请报告

项目名称： 中深井综合地球物理监测试验与资料解析

项目编号： 201008009

项目负责人（签字）： _____

承担单位（公章）： 地壳运动监测工程研究中心

项目起止时间： 2010年9月-2013年12月

填报时间： 2014年3月23日

中国地震局科学技术司

承 诺 书

本项目业务验收申请报告，是项目负责人会同项目承担单位科研部门，在认真了解项目执行情况，统计成果产出，总结组织管理经验的基础上完成的。本单位法定代表人、科研部门负责人、本项目负责人保证自查报告各项内容真实、客观，并承担由此引起的相关责任。

法定代表人（签字）：

年 月 日

科研部门负责人（签字）：_____

年 月 日

项目负责人（签字）：_____

年 月 日

目 录

一、业务验收信息表	1
二、业务验收自评报告	2
(一) 研究目标、研究任务与考核目标	2
(二) 项目执行情况评价	3
1.目标、任务、考核指标完成情况	3
2.解决的关键技术问题	4
3.取得的主要科研进展	4
(三) 成果产出及转化	5
1.成果产出	5
2.项目科技成果登记、资源共享、档案管理工作情况说明, 是否推荐国家重大科技成果	5
3.发表专著论文目录	5
4.后续成果推广应用计划及应用前景评价	6
(四) 人才培养情况	6
(五) 组织管理经验	6
(六) 存在的问题及对改进工作建议	6
三、研究报告	8
(一) 项目总体情况概述	8
1. 研究内容	8
2. 研究目标	8
3. 研究成果	8

4. 创新点	9
(二) 项目研究内容	10
1. 仪器与软件研制	10
2. 现场勘查与测井	10
3. 下井前检测	11
4. 综合观测结果	11
(三) 取得的主要成果	15
(四) 项目完成人及人才培养情况	16
(五) 附件	17
附件 1. 设备研制报告	
附件 2. 软件说明书	
附件 3. 现场勘查报告	
附件 4. 测井报告	
附件 5. 下井前检测报告（普洱）	
附件 6. 下井前检测报告（禄劝）	
附件 7. 地震记录及噪声分析报告	
附件 8. 井下综合地球物理观测报告	
附件 9. 综合观测报告（2013）	
附件 10.设备测试报告	

一、业务验收信息表

项目名称		中深井综合地球物理监测试验与资料解析						
项目编号		201008009						
承担单位		地壳运动监测工程研究中心						
项目负责人	姓名	李丽	学历	研究生	职称	研究员	联系电话	13811286306
	工作单位	中国地震局地球物理研究所				E-mail	lilygrace@cea-igp.ac.cn	
	通讯地址	北京市海淀区民族大学南路5号				邮编	100081	
结题形式		1.验收 2.总结 3.终止 4.撤销						
完成情况		1.达到预期指标 2.超过预期指标 3.未达到预期指标						
实际参加研究 人员	总计	14 人						
	其中	高级职称	8 人	中级职称	6 人	初级职称	人	
		博士	3 人	硕士	6 人			
主要成果	新产品:	项	新技术、新工艺:	项	新材料:	种		
	获专利	项	其中: 国外发明专利	项	国内发明专利	项		
	研究报告、论文	1 篇	其中: 国内发表	1 篇	在国际上发表	篇		
	示范点	个	中试线	条	生产线	种		
人才培养	培养博士后	名	培养博士	名	培养硕士	1 名		
	获奖	项	其中: 部级	项	国家级	项		
应用情况	成果转让合同数						项	
	成果转让合同额						万元	
	已商品化成果数						项	
	实际应用成果数						项	
	已获综合经济效益						万元	
直接经济效益	新增产值						万元	
	新增利税						万元	
	出口创汇						万美元	
经费情况	总经费	205.0 万元		国家拨款	205.0 万元			

二、业务验收自评估报告

(一) 研究目标、研究任务与考核目标

1. 研究目标

利用普洱市地震局大寨地震观测站内 2008 年年底完成的 410 米深井底部，首次集成布设三分量测震传感器、三分量地磁传感器、四分量应变传感器、两分量地倾斜传感器、高精度地温测量传感器及孔隙压力传感器，并在井口安装水位传感器，探索深井综合观测技术。对同一深度、不同手段的观测资料进行联合解析，并将多手段观测结果与地表观测资料对比，为开展多手段深井综合地球物理观测与资料分析奠定基础。

2. 研究任务

研制将 3 分量测震传感器、3 分量地磁传感器、4 分量应变传感器、2 分量地倾斜传感器、高精度地温测量传感器及孔隙压力传感器集成一体的深井综合地球物理观测设备。

利用云南省普洱市地震局大寨地震观测站内 2008 年 12 月完成的 410 米专用观测井，在井底布设项目研制的深井综合地球物理观测设备，在井口安装水位传感器，并将全部 15 个分量的综合观测数据通过互联网实时传输到云南省地震局地震信息中心。

通过对同一深度、不同手段的地球物理观测资料进行联合解析，并将多手段观测结果与地表观测资料对比，为我国规模化开展深井综合地球物理观测奠定技术基础和资料联合处理基础。

3. 考核目标

具体的考核技术指标包括：传感器观测参数的准确性；传感器抗扰能力；数据传输的连续性。

说明：虽然考核指标中未明确仪器的参数，但鉴于本项研究的思路是研发井下综合地球物理观测系统，下井安装后经过一段时间的数据积累，进而分析共点地震、地磁、应变、倾斜及孔隙压的相关特性及其与地震的关联，因此，研制的 15 分量井下综合地球物理观测系统是项目的基础，所以在仪器研发、室内测试、现场测试以及后续的观测中，解决仪器相关的技术问题是本项目的关键环节。

(二) 项目执行情况评价

1. 目标、任务、考核指标完成情况

目标任务	完成情况
研制将 3 分量测震传感器、3 分量地磁传感器、4 分量应变传感器、2 分量地倾斜传感器、高精度地温测量传感器及孔隙压力传感器集成一体的深井综合地球物理观测设备。	2011 年 8 月完成
利用云南省普洱市地震局大寨地震观测站内 2008 年 12 月完成的 410 米专用观测井，在井底布设项目研制的深井综合地球物理观测设备，在井口安装水位传感器。	2011 年 9 月完成
将全部 15 个分量的综合观测数据通过互联网实时传输到云南省地震局地震信息中心	部分完成。研制设备所配软件不具备实时推送数据功能；但具备 FTP 服务功能，可人工自行下载。研制设备采样率、文件格式与目前云南省及全国的前兆数据不同，即云南地震局地震信息中心 FTP 下载数据后，无法入库，因而全部观测数据为台站本地存储。
通过对同一深度、不同手段的地球物理观测资料进行联合解析，并将多手段观测结果与地表观测资料对比，为我国规模化开展深井综合地球物理观测奠定技术基础和资料联合处理基础。	部分完成，仅采用 6 通道数据采集器将地面三分量地震计与井下 375 米处同一厂家的三分量地震计做了对比，因仪器处于测试阶段，尚未开展 15 参量的相关分析。

考核指标	完成情况
传感器观测参数的准确性	准确（见专家测试报告）
传感器抗扰能力	在有记录的时长内，测震传感器有脉冲干扰，其他传感器正常（见附件）
数据传输的连续性	安装后至各传感器停止运行，平均连续运行率为 79.76%；项目期间平均连续运行率 56.03%。

2.解决的关键技术问题

任务书中对解决关键技术问题表述如下:

本项目为试验性项目，在若干深井地球物理综合观测探头的集成化、综合下井、设备供电与通讯等方面是技术关键，同时，对同一深度的观测资料进行对比解析以及将地下观测数据与地表观测资料进行联合分析也是一个挑战。

多探头的组合、密封以及井下设备安置、数据传输与对资料的对比解析将是本项目的关键技术难点。

在同一井下深度上实现多手段地球物理观测、深井观测资料的自相关分析与互相关分析分析是本项目的创新点。

本课题实际解决的关键技术问题如下:

测震、地磁、应变、倾斜、温度孔隙压 5 个传感器集成在一个 6.3 米长的无磁钢管中，密封、通讯、供电等，技术问题已获圆满解决，实验室测试相关关键环节及技术问题也圆满解决。

在下井之后的连续观测中，出现测震信号有脉冲干扰、应变 4 分量记录部分数据混乱、除地磁传感器外均未能未能达到项目研究期间连续运行等问题，正在解决中。

3.取得的主要科研进展

1. 研制完成集地震仪和钻孔电容分量式应变仪、钻孔电容倾斜仪、钻孔式磁通门磁力仪、钻孔式石英温度计井温仪、钻孔式短周期地震仪、钻孔式孔隙压仪一体的共计 15 分量中深井综合地球物理观测传感器。

2. 形成一套井下综合地球物理观测系统封装、室内测试、野外测试、下井前测试、安装调试以及长期运行维护的工作流程，并积累了相关技术和工程经验。

3. 首次获取到地下 375 米测震、地磁、分量应变、地倾斜、孔隙压及高精度地温共点观测数据，所得连续记录时间超过 1 年，所得数据量超过 20G（连续波形记录除外）。

(三) 成果产出及转化

1.成果产出

(含知识产权、技术标准、专利等)、转化、推广应用及其对防震减灾工作的贡献

本项研究在进行中深井综合地球物理观测设备的研制、安装、故障排除等方面取得了宝贵的技术经验，在仪器测试、下井前测试、测井等方面积累了宝贵的工程经验。

本项目执行过程中，仪器研制方陆续在如下项目中安装类似设备，共计 24 套。尽管与本项目的仪器在分量配置上各有不同，但通过本项目的研究和现场实验所积累的经验已经用于后续科学研究工作中。同时也为地球物理综合研究奠定了数据基础。

- 地调项目（渤海海峡地壳稳定性调查评价，6 套）
- 地调项目（琼州海峡跨海通道地壳稳定性调查评价，4 套）
- 地质项目（中国重点海域地应力研究，海域 6 套）
- 华亭煤矿矿震监测，2 套
- 北京市地震局钻孔应变观测台技术改造项目，6 套

2.项目科技成果登记、资源共享、档案管理工作情况说明，是否推荐国家重大科技成果

本项目自 2011 年 9 月开始观测记录即开放数据。档案收存及时，详见档案验收意见。

本项研究属试验探索性质，不推荐国家重大科技成果。

3.发表专著论文目录

由于研制设备的数据尚不稳定，后续的数据传输、数据分析与对比等研究工作未全面开展。学术论文仅以安装过程中的应力测量为研究内容发表一篇，为 EI 收录。

白金朋、彭华、马秀敏、姜景捷、李振，深孔空心包体法地应力测量仪及其应用实例。2013。岩石力学与工程学报，32（5），902-908。

4.后续成果推广应用计划及应用前景评价

本项目产出的 375 米地下深处 15 分量地球物理观测数据有待进一步分析。研制设备的长期稳定性也有待进一步提高。因此，后续的推广应用将建立在数据分析显示具有综合地球物理意义以及仪器可长期、稳定、连续、实时工作的基础上。

（四）人才培养情况

毕业硕士研究生 2 名，均为中国地质科学院地质力学研究所培养。

（五）组织管理经验

（侧重评价科技工作面向防震减灾事业发展、成果转化的经验）

本项目试制的井下综合地球物理观测系统，在项目批准之前，中国地质科学院地质力学研究所的研究小组已完成了相关传感器的研制和采购选型工作，因此，项目获批之后仅 1 年，经过集成封装、室内测试和实验室耐压测试后，研制设备得以下井开展观测。从时间分配上，1 年研制，1 年观测，1 年边观测边分析，是比较适合仪器试制项目的。

尽管在实际观测中，试制设备因各种原因导致未能全部连续运行，但本项目在组织实施中所采用的中国地震局直属事业单位牵头，仪器研制由中国地质科学院地质力学研究所承担、观测任务由普洱市地震局承担、数据传输与入库应用由云南省地震局承担的方式，是一种比较可行的组织方式。有利于将系统外地学专用观测仪器引入地震观测领域。

在项目组织实施中，获得的最大的教训则是，仪器研制项目以研发、测试为主，应与后续的有赖于连续观测的数据分析任务分开申报。例如，本课题在顺利完成 1 年的研制、1 年的观测之后，发现部分手段观测资料不连续、部分记录混乱，继而出现部分传感器工作不正常，项目组成员集中精力排查仪器原因，直接导致数据分析处理工作延后。

（六）存在的问题及对改进工作建议

本项研究在中深井的综合地球物理观测系统研制与连续观测方面取得了突破，首次获取了 1 年多的井下 375 米处记录的测震、地磁、倾斜、应变、孔隙压

及温度共点观测数据。

存在的技术问题主要表现在传感器的连续稳定性上有待改进,以及数据传输和数据服务方面有待完善。存在的管理方面的问题主要表现在对实验过程中可能出现的问题估计不足。

在改进工作方面,本项目取得的教训是仪器研制、测试与基于研制仪器产出数据开展的研究工作应分开申报。

三、研究报告

(一) 项目总体情况概述

1. 研究内容

研制将 3 分量测震传感器、3 分量地磁传感器、4 分量应变传感器、2 分量地倾斜传感器、高精度地温测量传感器及孔隙压力传感器集成一体的深井综合地球物理观测设备。

利用云南省普洱市地震局大寨地震观测站内 2008 年 12 月完成的 410 米专用观测井，在井底布设项目研制的深井综合地球物理观测设备，在井口安装水位传感器，并将全部 15 个分量的综合观测数据通过互联网实时传输到云南省地震局地震信息中心。

通过对同一深度、不同手段的地球物理观测资料进行联合解析，并将多手段观测结果与地表观测资料对比，为我国规模化开展深井综合地球物理观测奠定技术基础和资料联合处理基础。

2. 研究目标

利用普洱市地震局大寨地震观测站内 2008 年年底完成的 410 米深井底部，首次集成布设三分量测震传感器、三分量地磁传感器、四分量应变传感器、两分量地倾斜传感器、高精度地温测量传感器及孔隙压力传感器，并在井口安装水位传感器，探索深井综合观测技术。对同一深度、不同手段的观测资料进行联合解析，并将多手段观测结果与地表观测资料对比，为开展多手段深井综合地球物理观测与资料分析奠定基础。

3. 研究成果

(1) 研发了中深井综合地球物理观测系统

本项目在改进 6 种超高精度的地球物理传感器的基础上，将钻孔电容分量式应变仪、钻孔电容倾斜仪、钻孔式磁通门磁力仪、钻孔式石英温度计井温仪、钻孔式短周期地震仪、钻孔式孔隙压仪与改装的短周期地震仪封装在一个长 6.3 米的探头中，形成 15 分量的井下综合地球物理观测仪。

本项目将电源、通讯、仪器运行的监控通过自主设计而集成，形成光伏电源

联合监测保障系统，并制定数据协议，统一压缩编码，研发了适用于井下综合地球物理观测的数据通讯系统。

(2) 首次获得地下 375 米处共点观测的综合地球物理数据

本项目首次获取到地下 375 米测震、地磁、分量应变、地倾斜、孔隙压及高精度地温共点观测数据，所得连续记录时间超过 1 年，所得数据量超过 165G，为后续的相关分析积累了宝贵的一手数据。

(3) 积累了井下综合地球物理探测经验

本项目在仪器研制、测井及下井、连续观测等方面形成一套井下综合地球物理观测系统封装、室内测试、野外测试、下井前测试、安装调试以及长期运行维护的工作流程，积累了相关技术和工程经验。

4. 创新点

(1) 技术上的创新

本项目将 3 分量地震计、3 分量磁通门磁力计、4 分量应变计、2 分量倾斜仪、体积应变仪以及孔隙压力计、高精度地温计封装在一个长 6.3 米的探头中，形成 15 分量的井下综合地球物理观测仪。各传感器独立封装，互不干扰。在传感器设计、封装、磁屏蔽及数据传输等方面均属首次。

(2) 新资料的获取

从区域角度看，思茅-普洱地区地处阿墨江断裂与澜沧江断裂之间的兰坪-思茅凹陷区南段，地质构造复杂，新构造活动强烈，区域断裂发育，而晚更新世活动断层—无量山断裂带在历史上发生过多次中强地震。本项目选取地震多发的普洱地区，将研制的 15 参量井下综合地球物理观测仪布设于地下 375 米处，首次获得了地下共点 15 参量地球物理数据。

(3) 创新性研究预期

在研究过程中，初步发现井下地磁场幅度低于地表磁场 1 个量级、孔隙压对地震几乎无响应、个别地震前应变有特殊变化，这些在观测中发现的端倪将被项目组继续追踪。而采用 6 通道数据采集器，将地表与井下 375 米处的地震计同时记录，且研制的井下地震计与地表布设的地震计采用同一厂家、同一型号设备，为井下地震计标定实验、地表与井下噪声定量分析奠定了重要的观测基础。

（二）项目研究内容

1. 仪器与软件研制

本项目研发的中深井综合地球物理监测系统由传感器和数据采集器组成。

井底传感器由 3 分量地震传感器、3 分量地磁传感器、2 分量倾斜传感器、4 分量应变传感器、体应变传感器、温度传感器和孔隙压传感器组成，井口处布设水位传感器，井口外布设气温、气压传感器。

数据采集器由地震数据采集器和综合数据采集器两个部分组成。

项目组按照任务书中的计划，于 2011 年 4 月完成了中深井综合地球物理监测系统的研制，并进行了室内和野外测试。2011 年 9 月，该系统经地面检测合格后，在普洱市大寨地震观测台顺利下井，井底传感器埋藏深度为地下 375 米。

仪器研制报告见附件 1，软件说明书见附件 2。

2. 现场勘查与测井

本项目拟将研发的 15 参量井下综合地球物理观测系统布设在云南省的一口专用观测井内。该观测井位于普洱市思茅区倚象镇普洱市地震局大寨地震观测站内，井口位于东经 101°02.98′，北纬 22°44.51′，海拔高度 1476 米。2008 年 9 月开钻，2008 年 12 月底完成。该观测井开口 225mm，50 米深度以下 1 次变径至 146mm，终孔深度 410 米。

2010 年 7 月项目获批后，项目组成员发现拟用于安装观测设备的大寨井在地下 50 米左右发生堵塞。经疏通后，该井可用深度为 380 米，即套管以下裸孔处可能有堵塞状态。现场考察时还发现该井为自流井，水流速度较大。

因较大水流可能导致井下温度变化幅度过大，极不利于形变观测，项目组成员经讨论，对项目任务进行了规划（一）在大寨地震观测台按照设计执行；（二）考虑到大寨井可能受自流、孔塌等影响，应变观测将受到干扰，如大寨井不稳定，则在普洱市地区选取基岩点，在深度不超过 150 米处安放 1 套应变观测设备，作为应变手段的补充观测；（三）在昆明附近选取一口符合观测要求的观测井，在其 400 米以下深度上安装 1 套同样的综合观测设备，以进行跨断层、不同深度的观测对比，费用另行筹措。

2010 年 11 月，在昆明市地震局的大力支持下，项目组成员前往昆明市西山

区、石林县以及禄劝县，经过对 3 口中深井进行现场勘察，初步确定选用禄劝观测井开展中深井综合地球物理观测试验。

现场勘查报告见附件 3，对普洱和禄劝观测井的测井报告见附件 4。

3. 下井前检测

2011 年 8 月下旬，为确保试制设备的各项性能，特组织专家组前往现场进行监测系统的下井前检测。仪器下井前的检测报告见附件 5。

另外，为探索地壳应变观测的新方法、新手段，2011 年 6 月~8 月，经项目组讨论，并与中国地震局第一形变监测中心刘文义研究员、中国科学院半导体研究所张文涛博士等详细探讨，拟在观测设备下至井底后，同井放入光纤光栅传感器，以考察光纤光栅传感器的温度、压力等传导性能。

检测完成后，2011 年 9 月 9 日中深井综合地球物理监测系统下井成功，并开始了连续观测。

虽然本项目已在大寨井安装了井下综合地球物理观测系统，鉴于前期已经对禄劝观测井进行了测井，且禄劝观测井为断流井，附近无明显的电磁、应变干扰因素，430 米套管均为密实管，其下为近 160 米的内径为 108 毫米的裸孔，条件极其适合井下综合地球物理观测实验，项目从其他渠道获取资助，在禄劝观测井 380 米深处安装一套同种设备，下井前检测报告见附件 6。

4. 综合观测结果

自 2011 年 9 月 9 日 00:00 时井下综合地球物理观测系统开始观测，至 2014 年 4 月 8 日 23:59 时，位于地表的三分量测震传感器及井下 375 米处测震传感器共记录到了 546 次激发事件。连续波形数据 139.45G，943 内共记录 16011 个连续波形文件，连续运行率为 70.75%。

连续运行的时段如图 1 所示。

测震的记录出现中断主要是因为台站供电、通讯线缆异常造成的。

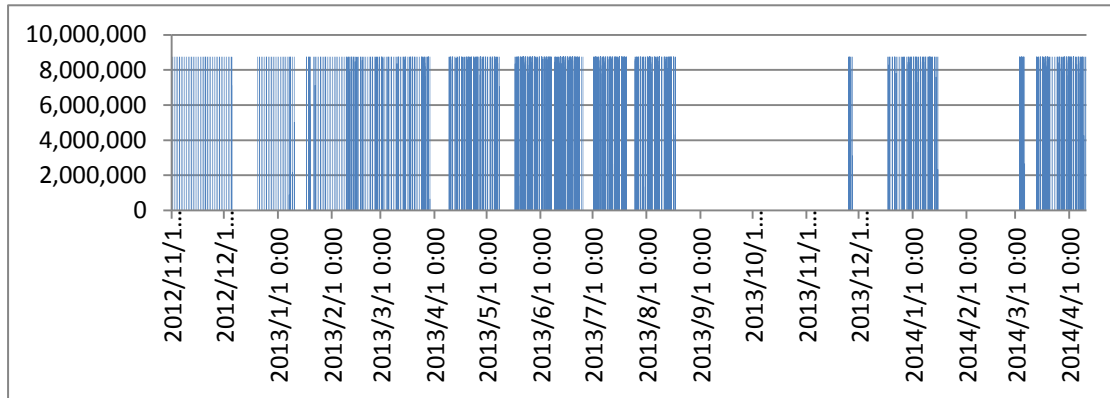


图 1. 测震记录小时文件概况图

综合地球物理观测统计见表 1-2，图 2-6。

表 1. 原始记录数据量统计表（含测试阶段）

传感器名称	记录起始时间	记录结束时间	文件大小 (GB)
磁通门磁力仪（三分量）	2011 年 9 月 5 日	2014 年 3 月 24 日	13.15
倾斜仪（二分量）	2011 年 9 月 5 日	2014 年 3 月 25 日	1.38
应变仪（四分量）	2011 年 9 月 5 日	2014 年 3 月 18 日	2.55
体应变（一分量）	2011 年 9 月 4 日	2014 年 3 月 18 日	2.86
温度孔隙压（二个分量）	2011 年 9 月 5 日	2014 年 3 月 18 日	0.67
合计			20.61

表 2. 观测时段数据计量情况表

传感器名称	磁通门磁力仪 (三分量)	倾斜仪 (二分量)	应变仪 (四分量)	体应变 (一分量)	温度孔隙压 (二分量)
记录 起始时间	2011 年 9 月 9 日	2011 年 9 月 9 日	2011 年 9 月 9 日	2011 年 9 月 9 日	2011 年 9 月 9 日
记录 结束时间	2014 年 3 月 24 日	2013 年 4 月 30 日	2013 年 5 月 8 日	2013 年 5 月 8 日	2012 年 12 月 2 日
文件数量	870	469	934	453	338
文件大小 (GB)	14.13	0.98	2.73	3.04	0.71
理论 文件数量	927	599	1214	607	450
有记录时段 连续率	93.85%	78.30%	76.94%	74.63%	75.11%
课题执行期 间连续率	93.85%	50.59%	50.38%	48.87%	36.46%

地磁、地倾斜、分量应变、体应变及温度孔隙压记录显示，自 2011 年 9 月下井至 2012 年年底，大约一年多的数据，可用于分析各地球物理参量的相关关系及其与地震的可能关系。对地震观测的分析报告见附件 7，综合地球物理观测报告见附件 8。因 2013 年除地磁之外，剩余的传感器或早、或晚处于观测中断状态，2013 年的观测报告见附件 9。地磁传感器自下井至今一直运行良好，温度孔隙压自 2012 年 12 月之后中断，分量应变、体应变及倾斜均在 2013 年 5 月前后中断。初步推断分量应变、体应变及倾斜是通讯故障，具体测试尚未进行。

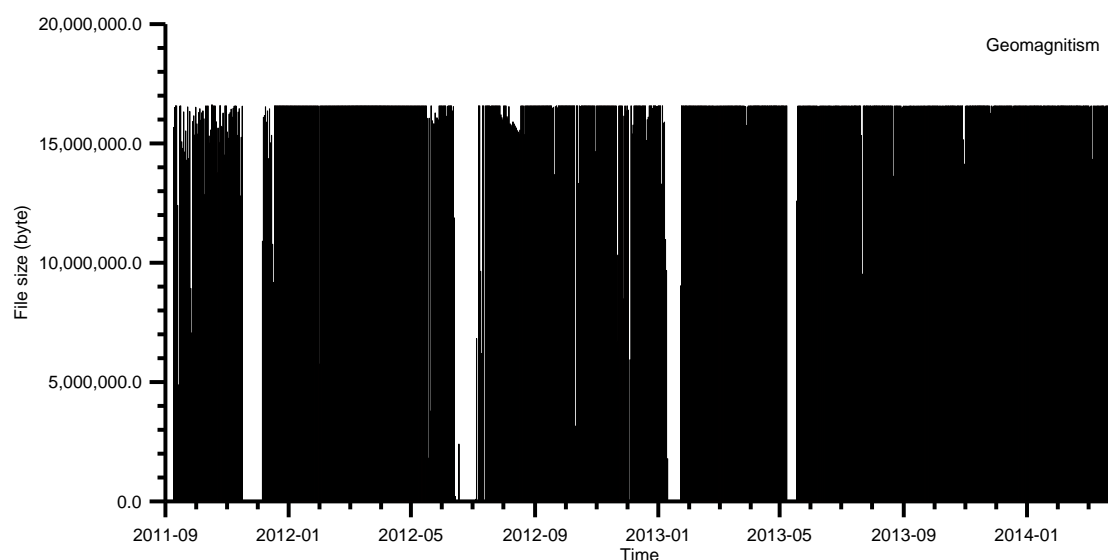


图 1. 地磁观测日记录文件概况图

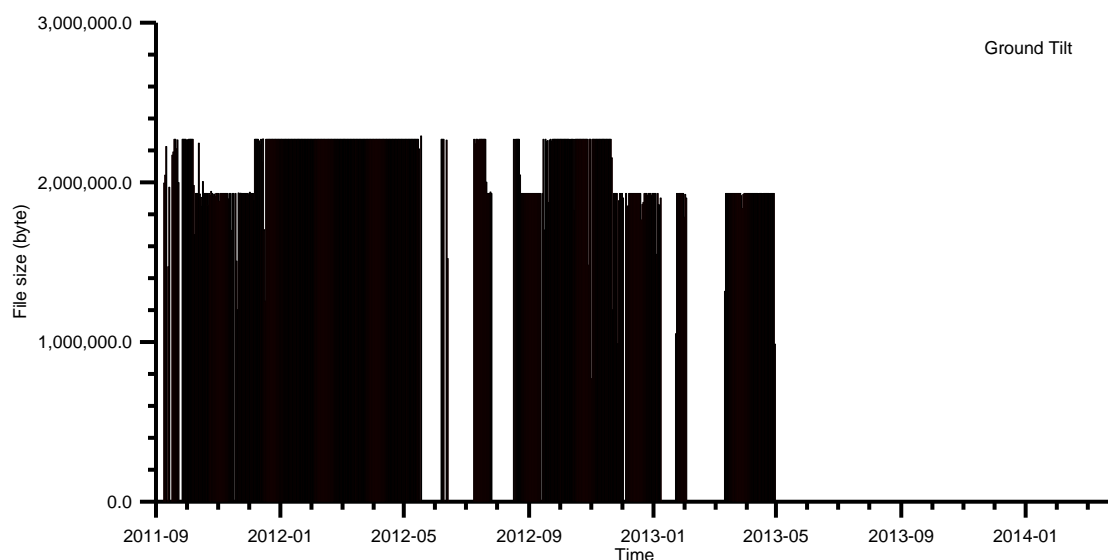


图 2. 地倾斜观测日记录文件概况图

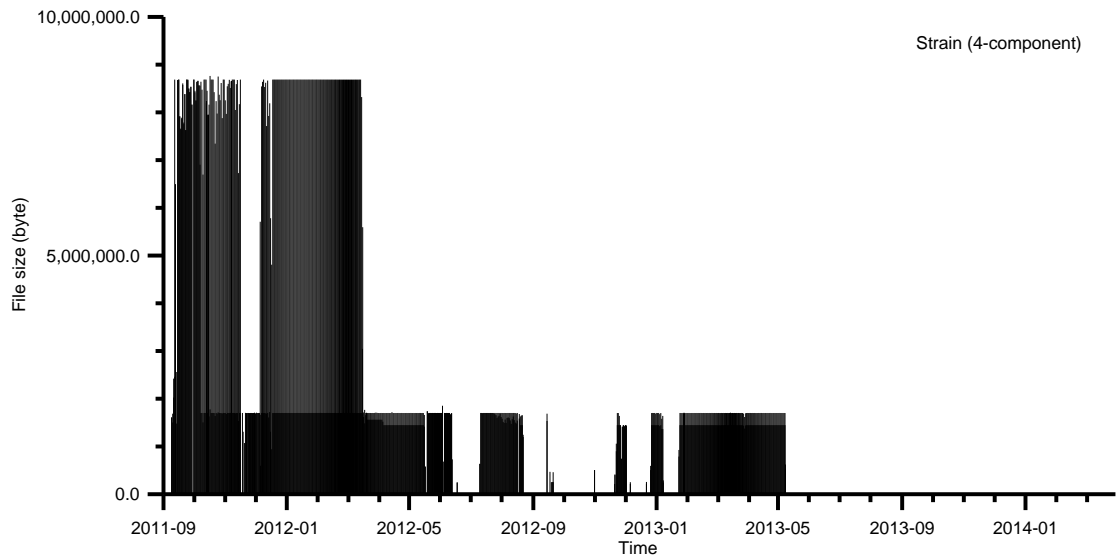


图 3. 分量应变观测日记录文件概况图

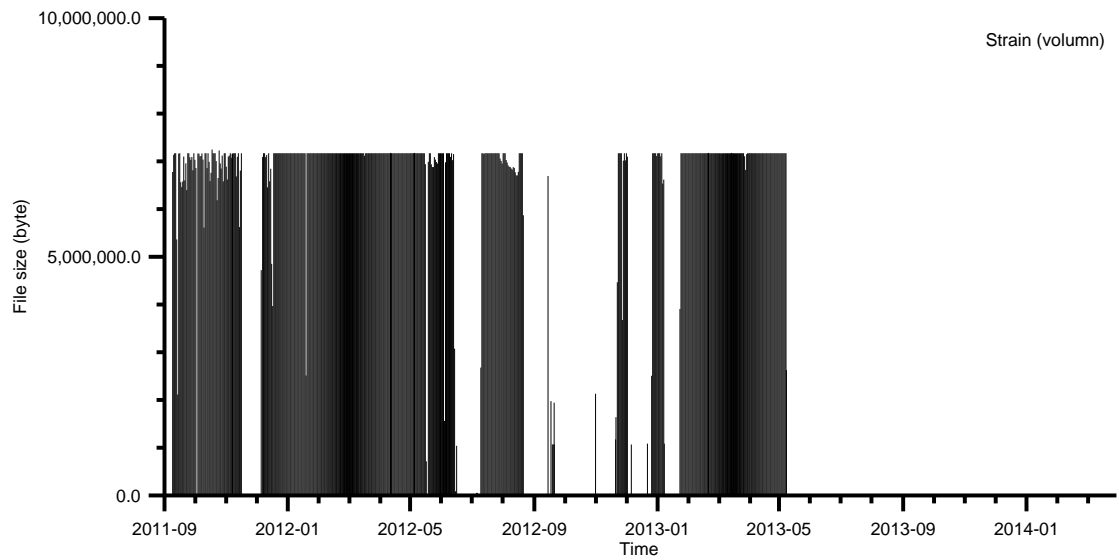


图 4. 体积式应变观测日记录文件概况图

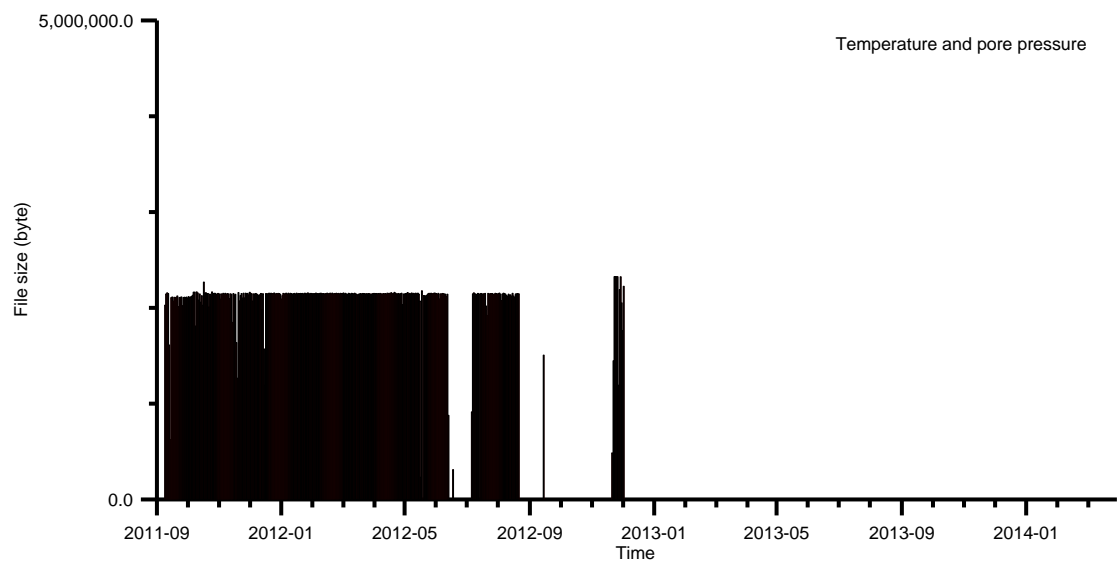


图 5. 温度孔隙压观测日记录文件概况图

（三）取得的主要成果

（包括已鉴定成果、知识产权和专利情况、已发表论文、应用实践等。被 EI 或 SCI 收录的需注明）。

本项研究在进行中深井综合地球物理观测设备的研制、安装、故障排除等方面取得了宝贵的技术经验，在仪器测试、下井前测试、测井等方面积累了宝贵的工程经验。

本项目执行过程中，仪器研制方陆续在如下项目中安装类似设备，共计 24 套。尽管与本项目的仪器在分量配置上各有不同，但通过本项目的研究和现场实验所积累的经验已经用于后续科学研究工作中。同时也为地球物理综合研究奠定了数据基础。

- 地调项目（渤海海峡地壳稳定性调查评价，6 套）
- 地调项目（琼州海峡跨海通道地壳稳定性调查评价，4 套）
- 地质项目（中国重点海域地应力研究，海域 6 套）
- 华亭煤矿矿震监测，2 套
- 北京市地震局钻孔应变观测台技术改造项目，6 套

由于研制设备的数据尚不稳定，后续的数据传输、数据分析与对比等研究工作未全面开展。学术论文仅以安装过程中的应力测量为研究内容发表一篇，为 EI 收录。

白金朋、彭华、马秀敏、姜景捷、李振，深孔空心包体法地应力测量仪及其应用实例。2013。岩石力学与工程学报，32（5），902-908。

(四) 项目完成人及人才培养情况

(含负责人和主要完成人的名字、单位、年龄、职称、学历和承担任务情况,项目执行过程中研究生培养情况等)。

序号	姓名	单位	年龄	职称	学历	承担任务
1.	李丽	地壳运动监测工程研究中心	45	研究员	研究生	负责人
2.	彭华	中国地质科学院地质力学研究所	50	研究员	研究生	项目骨干 仪器研发
3.	杨周胜	云南省地震局	47	副研究员	本科	项目骨干 数据服务
4.	白宝荣	普洱市地震局	52	高级工程师	本科	项目骨干 台站建设
5.	高福旺	中国地震台网中心	59	高级工程师	本科	形变数据 分析
6.	朱自强	中国地震台网中心	49	副研究员	本科	地磁流体 孔隙压数 据分析
7.	蔡绍平	云南省地震局	54	高级工程师	本科	测震数据 分析
8.	赵云旭	普洱市地震局	57	高级工程师	本科	台站维护
9.	杨星	云南省地震局	43	高级工程师	本科	测震数据 分析
10.	马秀敏	中国地质科学院地质力学研究所	36	副研究员	研究生	仪器研制
11.	姜景捷	中国地质科学院地质力学研究所	32	工程师	研究生	仪器研制
12.	杨春华	普洱市地震局	38	工程师	本科	台站维护
13.	邹锐	地壳运动监测工程研究中心	33	副研究员	研究生	数据分析
14.	武金涛	地壳运动监测工程研究中心	33	副研究员	研究生	数据分析
15.	李振	中国地质科学院地质力学研究所	30	培养的研究生		现场安装 测试
16.	白金朋	中国地质科学院地质力学研究所	27	培养的研究生		现场安装 测试

（五）附件

附件 1. 设备研制报告

附件 2. 软件说明书

附件 3. 现场勘查报告

附件 4. 测井报告

附件 5. 下井前检测报告（普洱）

附件 6. 下井前检测报告（禄劝）

附件 7. 地震记录及噪声分析报告

附件 8. 井下综合地球物理观测报告

附件 9. 综合观测报告（2013）

附件 10. 设备测试报告

附件 11. 发表的论文 EI

