

地震

2010—2017 甘肃省地震局优秀科技

成果集

马尔曼 张元芳◎主编



甘肃文化出版社



2010—2017 甘肃省地震局优秀科技 成果集

马尔曼 张元芳◎主编

图书在版编目(CIP)数据

2010—2017甘肃省地震局优秀科技成果集 / 马尔曼, 张元芳主编. --兰州: 甘肃文化出版社, 2018. 11
ISBN 978-7-5490-1687-7

I. ①2… II. ①马… ②张… III. ①地震学—文集
IV. ①P315-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第253258号

2010—2017 甘肃省地震局优秀科技成果集

马尔曼 张元芳 | 主编

责任编辑 | 吴艳丽

封面设计 | 苏金虎

出版发行 |  甘肃文化出版社

网 址 | <http://www.gswenhua.cn>

投稿邮箱 | press@gswenhua.cn

地 址 | 甘肃省兰州市城关区南滨河东路 520 号 730000 (邮编)

营销中心 | 王 俊 贾 莉

电 话 | 0931-8454870 8430531 (传真)

印 刷 | 甘肃发展印刷公司

开 本 | 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

字 数 | 252 千

印 张 | 16.25

版 次 | 2018 年 11 月第 1 版

印 次 | 2018 年 11 月第 1 次

书 号 | ISBN 978-7-5490-1687-7

定 价 | 86.00 元

版权所有 违者必究 (举报电话: 0931-8454870)

(图书如出现印装质量问题, 请与我们联系)

2010—2017 甘肃省地震局优秀 科技成果集编委会

主 任：杨立明

副主任：袁道阳

委 员：马尔曼 张元芳 赵建霞

主 编：马尔曼 张元芳

目 录 MULU

甘肃地震应急指挥技术系统建设与应用·····	1
兰州观象台地震观测成果及应用研究（2004—2008）·····	5
高台地震台地震观测资料成果及应用研究（2005—2009）·····	9
西北构造区强震预测预警技术和指标研究·····	12
嘉峪关地震台地磁观测资料成果及应用研究（2004—2009）·····	16
陇南地震台地电阻率观测成果介绍（2003—2008）·····	21
甘肃省数字测震台网建设·····	27
甘肃数字地震观测网络前兆台网建设与应用·····	32
夏河拉卜楞民用机场工程场地地震安全性评价·····	36
中车集团兰州工程机械修理厂住宅小区工程场地地震安全性评价·····	40
新建铁路天水至平凉线工程场地地震安全性评价报告·····	44
黄土微观结构与区域震害的相关性研究·····	47
地震前地电异常变化暨地电观测环境研究·····	52
石窟文物抗震防护技术对策研究·····	60
2007—2009 年度甘肃省地震趋势研究报告连续三年评比前三名及 震情跟踪研究·····	65
兰新铁路第二双线甘青段重点工程场地地震安全性评价和沿线地 震动参数区划·····	68
地震科学数据共享 ——甘肃省节点建设·····	72
兰州国际商贸中心工程场地地震安全性评价报告·····	75

兰州市轨道交通 1 号线一期工程场地地震安全性评价	78
平凉地震台水温观测资料 (2006—2011)	81
青海湖邻近地区晚新生代构造变形与盆地演化研究及其应用	86
区域强震预测预警技术研究	93
甘肃省地震视频会议系统建设及应用	96
黄土震陷变形的微结构控制机理研究	99
甘肃省 2010—2012 年度地震趋势研究报告连续三年评比前三名及 震情跟踪研究	103
嘉峪关地震台地电场观测资料成果及应用研究 (2007—2012)	107
平凉地震台水氡观测资料全国评比连续五年第一名 (2008—2012) ...	112
平凉地震台水位观测资料全国评比连续五年前三名 (2007—2011) ...	116
ELF 电磁信号在地震预测中的应用探索	121
中国大陆构造环境监测网络 ——甘肃 GNSS 基准站建设与应用	126
新建铁路敦煌至格尔木线甘肃段沿线地震区划和重点工程场地地 震安全性评价	131
甘肃东兴铝业有限公司东兴佳苑住宅小区项目工程场地地震安全性评价	137
兰州一中川机场铁路重点工点工程场地地震安全性评价及沿线路 基地震动参数复核	140
甘肃地震现场工作系统全国评比六年五次前三名 (2008—2013)	144
青藏块体东北缘大震空段强震危险性的跟踪分析	148
平凉地震台水汞观测资料全国评比连续五年前三名 (2009—2013) ...	152
黄土地区场地地震效应与地基液化处理技术研究	157
黄土动残余应变估算模型及其场地震陷性概率评价方法	163
祁连山中西部活动断裂特征与构造转换	169
黄土液化试验中低反压饱和法的探讨	175
高台基准地震台钻孔分量应变观测资料分析与应用 (2009—2013) ...	181
高台基准地震台重力观测资料应用与研究 (2009—2013)	186
兰州台测震资料分析全国评比五年连续前两名 (2009—2013)	190

平凉中心地震台地下流体综合观测成果（2009—2013）	193
天祝前兆台阵建设与运行	197
甘肃地区近震震级量规函数研究	200
基于区域台网的近场源剪切波分裂研究	203
甘肃岷县漳县 6.6 级地震灾情快速预评估及应急处置保障	209
兰州至合作铁路线地震安全性评价报告	215
甘肃省引洮供水二期工程场地地震安全性评价报告	220
兰海高速渭源（路园）至武都（两水）高速公路工程场地地震安全性评价报告	227
粉煤灰改良黄土的动力特性与地基抗震技术研究	232
地震烈度评定标准及黄土场地地面震动特征分析	239
地壳结构与预警技术研究	244
全国地电台网数据处理软件研发及其应用	249

甘肃地震应急指挥技术系统 建设与应用

一、成果概况

甘肃地震应急指挥技术系统建设任务来源于《国家发展改革委关于中国数字地震观测网络项目初步设计方案和投资概算的批复》（发改投资〔2004〕1138号）、《国家发展改革委关于中国数字地震观测网络项目投资概算调整的批复》（发改投资〔2007〕2230号）、中国地震局《关于甘肃省数字地震项目投资概算调整的批复》（中震函〔2007〕264号）和甘肃省发展计划委员会《关于甘肃省防震减灾指挥中心项目可行性研究报告的批复》（甘计投资〔2001〕675号）中甘肃省地震应急指挥技术系统相关配套建设任务。2007年12月19日通过中国地震局验收。

主要内容为：甘肃地震应急指挥技术系统建设内容包括地震应急中心指挥技术系统建设、金昌市重点城市地震应急技术系统建设和甘肃省地震现场应急指挥系统建设等3个单位工程20个分项44个子项建设内容。20个分项建设内容包括应急指挥场所建设、应急指挥技术支撑平台、应急指挥基础数据库群、应急快速响应、应急指挥命令系统、应急指挥辅助决策系统、应急信息通告系统、应急指挥管理信息系统、应急物资储备库；重点城市灾情获取及上报系统、重点城市地震应急反应决策系统、重点城市地震应急反应决策公用软件系统；现场视频及传输系统、现场应急指挥系统、现场应急管理系统、现场灾情获取及传输系统、现场调查和灾害评估及科学考察系统、现场建筑物安全鉴定系统、现场数据库

管理系统及 GIS 地理信息处理系统、后勤支援系统等。系统应用时间为 2007 年 12 月 20 日至 2009 年 12 月 31 日。

二、主要创新点

1. 指挥场所改造

采取植筋、粘钢、无梁板设计，暗柱加腋、碳纤维加固等技术，使结构抗震能力达到 IX 度、安全性达到 CU 级。其加固改造技术难度及处理效果，在兰州地区类似工程中尚属首例。

2. 甘肃省应急基础数据库建设完备

全省 1:5 万 DLG，兰州、天水和金昌 1:1 万 DLG，全省 1281 幅 DEM，全省 375 幅 RSDOM-SPOT，兰州 15 幅、天水 8 幅、金昌 6 幅城区 DOM-AP；9 大类 42 子类属性数据。

3. 自主开展的创新性研究工作

（1）开发了“地震应急基础数据库管理服务软件”

2006 年 2 月 17 日，该软件通过甘肃省地震局测试和验收。验收意见认为：软件实现了通过 Internet 环境对地震应急基础数据的收集和管理等功能，具有高效、多途径、易使用、及时性强等特色；软件在数据表的可定义、可维护、数据字典用户自定义、数据输入纠错校验、安全性控制等方面，能够适应用户业务变化的要求。该软件运行状态良好，提高了应急数据收集效率，保证数据收集质量，方便数据更新，可在其他省局地震应急基础数据库建设中使用，具有推广应用前景。

（2）开展了“面向震害评估的遥感应用技术研究”

其创新点在于：

①将无控制点快速定位技术引入震害图像处理中，该方法尤其在我国区域范围大、人口稀少、控制点选取困难的西北地区有良好的应用前景；

②将先进的遥感分类技术（基于多尺度分割的面向对象方法）引入震害图像处理中，并与传统分类方法进行对比，其在震害提取方面分类精度高，操作简便，在震害评估中有良好应用前景；

③利用 ERDAS 工具进行了针对震害图像的二次开发，开发了震害图像增强模块及震害信息提取模块，建立了一些实用的组合模型。

(3) 基于信息预测和空间分析的地震灾害预测预研究

其中得出的甘肃地区地震烈度衰减关系，填补了相关研究的空白；得出的甘肃分区域人口和经济变化预测模型和参数，为地震应急基础数据更新提供了新方法。

三、应用效益及前景

该系统自 2007 年 12 月 20 日投入正常运行，截至 2009 年 12 月 31 日正常运行两年来，其主要实施效果表现在：

1. 系统软硬件运行良好。硬件系统正常运行率在 99.8% 以上，软件系统正常运行率在 98.0% 以上，整体正常运行率在 98.0% 以上。

2. 对 2008 年 3 月 30 日甘肃省肃南裕固族自治县 MS5.0 级地震，利用基础数据库对灾情做出了较准确的初步判定，并提出地震应急指挥辅助决策报告，得到主管地震的副省长的肯定。

3. 对 2008 年四川汶川地震序列中发生在甘肃境内的 6 次 MS4.5 级以上地震都及时做出了较准确的灾情评估和应急辅助决策报告，为领导决策指挥提供了参考依据。

4. 运行期间每天人工触发一次地震进行计算，共触发地震 800 次以上，且每次触发均能产出预期结果。

5. 参加地震现场应急演练 30 次以上。

6. 提供各类数字会议和视频会议服务 300 次以上。

7. 2008 年 10 月 23 日，为中国人民解放军兰州军区组织的抗震救灾演练提供震灾评估模拟 1 次。

8. 接受参观交流 3000 人次以上。

9. 以甘肃地震应急指挥技术系统为依托，申请到甘肃省地震局青年基金项目 1 项，项目名称“基于遥感和 GIS 的应急信息展示系统预研究（项目编号：2008263）”，经费 0.9 万元；中国地震局地震预测研究所基本科研业务专项 1 项，项目名称“基于雷达、光学等多源遥感震害信息提取

技术研究”，经费 7.0 万元。

10. 为完善甘肃地震应急指挥技术系统，自定研究内容培养硕士研究生 2 位，均已毕业。

11. 发表相关文章：撰写硕士论文 2 篇，文章 6 篇。

四、成果信息

2010 年，获甘肃省地震局防震减灾优秀成果一等奖；

2011 年，获中国地震局防震减灾优秀成果二等奖。

项目来源：国家计划、中国地震局

完成单位：甘肃省地震局

完成人：何少林 李佐唐 马尔曼 张苏平 高安泰 张守洁
马占虎 陈文凯 李 英 高晓明 景天孝 潘颖凌
周中红 冯建刚 李秋红

兰州观象台地震观测成果及应用研究 (2004—2008)

一、成果概况

兰州观象台测震台是 48 个国家台之一, 4 个国际资料交换台之一, 35 个大震速报台之一, 国家野外观测地球物理站之一, 联合国禁核组织全球监视系统 50 个台阵之一; 是国家监测、科研、预报“三结合”的全国重点台站, 对甘肃、全国、全球的地震监测起着至关重要的作用; 是我国地震位置的中心, 对监测我国发生的地震具有得天独厚的优势。

为了对我国地震观测、地震预报、地球物理研究提供大量连续、可靠、完整的观测资料, 我台建立了一套质量管理办法和奖罚条例, 极大地调动了观测人员的积极性; 采取了先进技术措施, 解决了影响观测质量的一些问题; 利用兰州观象台观测资料, 同时结合台阵资料、台网资料, 进行研究工作。自 2004 年起先后申请到中国地震局“三结合”基金课题 3 项, 兰州国家野外地球物理观测研究站课题 2 项; 还参加中国地震局联合基金等研究工作, 在各类刊物上发表论文 9 篇, 撰写技术报告 3 篇, 并把研究成果运用于日常工作中。经过全体人员的努力, 观测资料在全国评比中取得了两个第一、一个第二、两个第三的好成绩。

由于仪器记录连续, 记录震相丰富清晰, 分析准确, 精度高, 资料一直受到国内外地震学界的重视。该台观测资料主要用于国际资料交换、《中国地震台站报告》《中国地震年报》《中国地震台网观测报告》



图 1 专注复核资料

《中国地震速报台网观测报告》《甘肃省地震观测报告》等。许多有关地震活动性、波速理论、震源机制、响应函数、岩石圈精细速度结构和上地幔研究、地震预报、地球结构等研究工作大量使用了该台数字化和台阵资料，并且研究的论文有两篇被

SCI 录用，也为我国的禁核试、核查发挥了较大的作用，取得显著的社会效益。

兰州观象台观测质量和地震科研水平在国内台站已属领先水平，成为全国同行学习的榜样。我们接待了省内外同行来我台观摩和学习，同时，我台在仪器维护维修、地震分析等方面对他们给予热情的指导和帮助。兰州观象台为中国地震观测水平的普遍提高，做出了重要贡献。

二、主要创新点

1. 建立健全工作细则和奖罚条例，最大限度地调动人员的工作积极性。

2. 采取各种先进技术和措施，确保各套仪器正常运转，不断提高仪器的观测质量。

3. 组织工作人员学习数字地震观测规范及评比条例，学以致用。

4. 认真总结数字观测仪器的维护和维修经验，彻底解决观测仪器的潜在隐患，使仪器工作于最佳状态。

5. 针对数字记录前台机死机的情况，采取了一定措施，并要求值班人员每两小时检查一次仪器，保证仪器的连续率。

6. 不断总结地震分析经验，研究震相记录特征，提高地震分析水平和内在质量、分析宽频带数字地震系统波形记录特征和震级偏差，并对

其震级进行校正。

7. 兰州观象台分析水平、经验和方法在全国处于前列,兰州台被特邀为“全国测震分析培训班”讲课,且被邀请为观测资料评委。

8. 通过申请各类课题,对兰州观象台数字记录资料和台阵资料进行分析研究,将研究成果运用于工作中,对观测质量的提高起到了促进作用。

三、应用效益及前景

兰州观象台的地震观测资料主要用于国际资料交换,同时被《中国地震台网临时报告》《中国地震年报》《中国地震台网观测报告》《中国地震速报台网观测报告》《甘肃省地震观测报告》《中国数字地震台网观测报告》收录等。

兰州观象台地震观测质量和地震科研水平在国内台站属领先水平。为了加强交流,共同进步,先后接待了许多兄弟台站的人员来我台进行观摩和学习。同时,兰州观象台在仪器维护维修、地震分析等方面对其他兄弟台站的请教给予了热情的指导和帮助,使他们的观测质量也有了明显进步。因此,兰州观象台为中国地震观测水平的普遍提高,做出了应有的贡献。

兰州观象台利用数字化资料和台阵资料,申请了3项中国地震局三结合基金,2项兰州国家野外地球物理观测研究站课题;还参加了中国地震局联合基金的研究工作,公开发表了科研论文,有些被其他地震研究工作者引用,有些被核心刊物录用,有两篇科研论文被SCI录用。

四、成果信息

该成果获得甘肃省地震局防震减灾优秀成果二等奖;

兰州观象台测震资料在2004年—2008年度参加的全国评比中连续五年获得前三名;

2004年度,获得全国单项评比第三名;

2005年度,获得全国单项评比第三名(综合评比第三名);

2006 年度, 获得全国单项评比第一名 (综合评比第三名);
2007 年度, 获得全国单项评比第二名 (综合评比第一名);
2008 年度, 获得全国单项评比第一名 (综合评比第一名)。

项目来源: 中国地震局全国测震基本台站常规地震观测

完成单位: 甘肃省地震局兰州观象台

完成人: 张淑珍 李发科 张树勋 秦满忠 虞国平 李 英
杨宏静 焦旭霞 陈双贵

高台地震台地震观测资料成果 及应用研究 (2005—2009)

一、成果概况

高台基准地震台是中国地震局地震学科国家台站，位于甘肃河西走廊中部、巴丹吉林沙漠的边沿，对国内外比较大的地震都能进行有效的监测。该台的观测精度和资料分析水平在国内始终处于领先地位，一直受到国内外地震学界的重视，观测资料为众多地震学家广泛采用。为了不断提高我国的地震监测技术和监测质量，高台台在“十五”期间完成了数字网络化的技术改造。

为了把高台台建设成为监测、预报、科研三结合的台站，我们采取了科学的管理方法和先进的技术措施，认真学习数字地震观测技术教程、规范及全国评比标准，加大对一线观测人员的技术培训。经过全体工作人员的共同努力，我台的地震观测质量从 2005 年至 2009 年度在全国质量评比中获得一个第一名、四个第二名的好成绩。在搞好观测质量的同时，我们利用本台地震观测资料开展了一系列研究工作，先后申请完成中国地震局三结合课题 2 项，并在各类刊物上发表论文 6 篇。

二、主要创新点

1. 建立健全工作细则和奖罚条例，最大限度地调动人员的工作积极性。
2. 采取各种先进技术和措施，确保各套仪器正常运转，不断提高仪器的观测质量。
3. 组织工作人员学习数字地震观测规范及评比条例，学以致用。
4. 认真总结数字观测仪器的维护和维修经验，彻底解决观测仪器的潜在隐患，使仪器工作于最佳状态。
5. 为保证系统运行连续率采取了一定措施，并要求值班人员每两小时检查一次仪器，保证仪器的连续率。
6. 不断总结地震分析经验，研究震相记录特征，提高地震分析水平和内在质量、分析宽频带数字地震系统波形记录特征和震级偏差，并对其震级进行校正。
7. 高台台分析水平的经验和方法在全国处于前列，高台台工作人员被特邀为“全国测震分析培训班”讲课，并被邀请为观测资料评委。
8. 通过申请各类课题，对本台数字记录资料进行分析研究，将研究成果运用于工作中，对观测质量的提高起到了促进作用。

三、应用效益与前景

高台的地震观测资料主要用于国际资料交换，被美国 PDE 报告和国际地震中心 ISC 所、《中国地震年报》《中国地震台站临时报告》《中国地震台网观测报告》《中国速报台网观测报告》《甘肃台网观测报告》等采用。另外，本台观测资料在地震活动性、波速理论、震源机制以及地球结构等研究工作中得到广泛应用，多年来观测资料受到国内外地震专家的一致好评，高台台的数据质量在地震科学研究领域起到了举足轻重的作用。

高台台仪器连续可靠，记录震相丰富清晰，分析准确，精度高，资