

## 地震行业科研专项项目

### 业务验收申请报告

项目名称：大震应急产品产出服务技术规范

项目编号：201208003

项目负责人（签字）：黄志斌

承担单位（公章）：中国地震台网中心

项目起止时间：2012年1月至2013年12月

填报时间：2014年4月29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.....	5
二、业务验收自评报告.....	6
三、研究报告.....	19

## 格式要求

一、验收材料一律用打印稿（一式 15 份），并同时报送电子版；

二、涉密内容请在本申请报告封面注明密级，相应纸质材料和电子版请派专人送达；

三、自评估报告和研究报告页面规格为 A4 双面打印，正文一律用小 4 号宋体打印，标题用 4 号黑体字打印，1.5 倍行间距。

## 一、业务验收信息表

项目名称		大震应急产品产出服务技术规范								
项目编号		201208003								
承担单位		中国地震台网中心								
项目负责人	姓名	黄志斌	学历	博士	职称	高级	联系电话	010-59959339 13910278015		
	工作单位	中国地震台网中心				E-mail	tw@seis.ac.cn			
	通讯地址	北京市西城区三里河南横街5号				邮编	100045			
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	20 人								
	其中	高级职称	14	人	中级职称	3	人	初级职称	2	人
		博士		人	硕士		人			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	5	篇	其中: 国内发表	3	篇, 在国际上发表	2	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	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	150.03 万元			国家拨款	150.03 万元				

## 二、业务验收自评报告

### 一、研究目标、研究任务与考核目标

#### （一）研究目标

##### 1.1 总体目标

为了及时、高效、有序地开展大震应急产品的产出与服务，加强应急产品质量和发布的管理，本项目旨在制定大震应急产品产出服务技术规范，进一步发挥现有数字化地震台网的整体效能，为抗震救灾提供科学支撑。

##### 1.2 具体目标

(1) 研究震源机制解、震源破裂过程、地震动强度分布图等大震应急产品高效产出的技术规范。规范大震应急产品产出过程，实现应急产品质量控制。编制大震应急产品的产出技术规范。

(2) 开展应急产品有序服务的技术规范研究。明细化各类产品的触发条件和任务承担单位的完成时间。规范各类应急产品的更新、修订、报送及发布等机制。编制大震应急产品的服务技术规范。

#### （二）研究任务

本项目总体研究任务是：调研地震基本信息、地震活动性图、地震事件波形，地震矩张量和震源机制解、震源破裂过程、余震序列精定位、地震动强图分布图、区域地震构造图、构造应力场图、地震库仑破裂静应力变化图及磁场异常分布图等大震应急产品产出中采用的数据来源、计算方法、结果误差评价标准、相关地震学及图件解释以及产品格式等，并初步规范化各类大震应急产品的产出、更新、修订、报送及发布等机制，用以实现测震台网大震应急产品质量控制。编制大震应急产品的产出服务技术规范。

本项目研究内容主要分解为 13 个子课题，具体为：

##### **课题 1：大震应急产品基本工作规范研究**

承担单位：中国地震台网中心

充分调研现有的地震应急数据产品产出工作模式。明细化各类产品产出的触发条件、提交时限、更新及修订方式。研究并确定大震应急产品的基本工作模式，

制定大震应急产品产出与服务工作流程等。

编制标准《地震应急数据产品 基本规定》。

## **课题 2：地震基本信息产出技术规范研究**

承担单位：中国地震台网中心

研究规范地震基本参数及其图形化产品种类和规格。

调研在地震速报中所用国家和区域台网资料的数据格式、处理流程，调研地震发震时刻、震中位置、震源深度、震级大小等基本参数产出情况，制定地震基本信息产出的内容、时间限定、产品的精度以及文本和图形化产品的种类和规格的规范。

编制标准《地震应急数据产品 地震基本信息》。

## **课题 3：地震活动性和余震分布图产出技术规范研究**

承担单位：中国地震台网中心

规范地震活动性图的数据来源(如中国地震台网目录)、产出种类(如历史地震分布图等)和历史地震选目标准；确定余震的数据来源和统计规则；规范地震活动性图和余震分布图中的图形要素、背景信息、数学要素、辅助要素及图件规格；

编制标准《地震应急数据产品 区域地震震中分布图》。

## **课题 4：地震事件波形产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地球物理研究所

拟依托本项目，细化地震事件波形数据产出涉及的地震波形数据格式、地震台站选择范围、地震波形数据截取方式、地震波形数据截取长度等数据处理参数和数据服务模式等方面的内容，兼顾地震波形数据完整性、可用性与数据产出、数据服务的时效性，制订切实可行的数据处理与数据服务的地震事件波形产出规范等。

编制标准《地震应急数据产品 地震事件波形数据》。

### **课题 5：地震矩张量和震源机制解产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地震预测研究所

研究利用区域或全球地震台网数据，采用不同方法快速计算中国大陆 5 级以上地震矩张量和震源机制解的基本准则。规范化结果展现的文字内容，标准化图件规格。

### **课题 6：震源破裂过程产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地球物理研究所

研究快速测定核心程序系统。基于格林函数数据库，通过基于线性反演算法的破裂过程快速测定核心软件系统，以图片和动画形式产出断层面上滑动量分布、震源时间函数和地表标量位移场等结果，用以确定极震区的范围、形状等主要参数，通过网页和邮件等形式及时向地震管理部门进行上报或发布。

编制标准《地震应急数据产品 震源破裂过程》。

### **课题 7：地震动强度分布图产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地球物理研究所

地震动强度分布图主要以地表地质状况与地形（坡度）的相似性为原则，将中国大陆地区分辨率 30" 的地形 DEM 数据经过坡度计算后，利用坡度与  $V_{s30}$  的相关关系，得到各场点近似的  $V_{s30}$  值，再用  $V_{s30}$  量化地震动的场地放大系数。在获得地震三要素（时间、地点和震级）后，将由此建立的场地放大系数运用到研发的震动图软件系统中，校正震后理论计算所得到的基岩地震动参数值，从而获得其地表土层上的地震动参数分布。随着时间的推移，获取的关于该次地震的信息也不断丰富，可以不断修正地表地震动强度分布图。震动烈度与峰值加速度的转换采用第四代区划图峰值加速度与烈度的对应关系。

编制标准《地震应急数据产品 地震动强度分布图》。

### **课题 8：余震序列精定位产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地球物理研究所

制定余震序列精定位快速产出技术规范，规范输入数据格式、数据处理流程、



产出结果的格式（包括图像和文本），以及速度模型和关键参数的选择标准。

编制标准《地震应急数据产品 余震序列精定位》。

### **课题 9：区域地震构造图大震应急产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地质研究所

考虑地震应急工作需要，以及经过努力可达到的数据能力的条件，确定针对地震应急工作的区域地震构造图的图件内容，规范图件的数据源、坐标系统、高程基准、地图投影、图件要素内容、表达方式等。

编制标准《地震应急数据产品 区域地震构造图》。

### **课题 10：构造应力场图产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地壳应力研究所

基于已有的多种地应力基础数据，规范选取数据的质量标准，确定利用不同资料获取水平最大主应力方位的方法，明确构造应力场图产品产出的内容、格式、时间要求以及汇集方式，并编制配套的程序流程，以保证地震周边地区构造应力场图这一大震应急产品产出的高效高质量完成。

编制标准《地震应急数据产品 构造应力场图》。

### **课题 11：地震库仑破裂静应力变化图产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地震预测研究所

利用主震震源机制解、震源区断层分布及余震序列的空间分布等资料，确定主震发震断层，并由此得到断层走向、倾角、滑动角、断层长度、破裂面大小等几何及运动特征参数，综合考虑震源区背景应力场的影响，基于弹性半无限空间理论位错模型（Okada 位错模型），计算得到主震在最优破裂方向产生的静态库仑破裂静应力变化。在此基础上，推断未来余震可能的主要活动场所。明确地震库仑破裂静应力变化图产品产出规格以及报送方式，并编制配套的程序流程，以保证高效、有序产出。

编制标准《地震应急数据产品 地震库仑破裂静应力变化图》。

## **课题 12：磁场异常分布图产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地球物理研究所

收集整理往期地震地磁产出的结果数据，调研各类型、格式及表现形式，形成对大震应急服务需要的岩石圈磁异常场产品的技术路线、产品要求等产出技术规范。

编制标准《地震应急数据产品 岩石圈磁场空间异常分布图》。

## **课题 13：大震应急产品汇集与服务技术规范研究**

承担单位：中国地震台网中心

研究大震应急产品的汇集与服务工作模式，针对不同服务对象，规范应急产品的服务内容和方式；统一规范各类应急产品的文件命名规则和存储格式。规范应急产品汇集与服务平台的相关技术指标。研究确定大震应急产品报告的主要形式和内容，规范化图件规格。

编制标准《地震应急数据产品 汇集与服务》。

### **（三）考核目标**

通过本项目的实施，制定以下 13 项标准：

- (1) 《大震应急产品基本工作规范》
- (2) 《地震基本信息产出技术规范》
- (3) 《地震活动性和余震分布图产出技术规范》
- (4) 《地震事件波形产出技术规范》
- (5) 《地震矩张量和震源机制解产出技术规范》
- (6) 《震源破裂过程产出技术规范》
- (7) 《余震序列精定位产出技术规范》
- (8) 《地震动强度分布图产出技术规范》
- (9) 《区域地震构造图大震应急产出技术规范》
- (10) 《构造应力场图产出技术规范》
- (11) 《地震库仑破裂静应力变化图产出技术规范》
- (12) 《磁场异常分布图产出技术规范》
- (13) 《大震应急产品汇集与服务技术规范》

## 二、项目执行情况评价

### （一）目标、任务、考核指标完成情况

“大震应急产品产出服务技术规范研究”项目根据任务书的要求，实现了预定的研究目标，开展了相应的研究工作，完成了研究任务，达到了考核指标。

### （二）解决的关键技术问题

通过《大震应急产品产出服务技术规范》的制定，主要解决了以下关键技术问题：

（1）明确了各类应急产品应使用的核心数据和辅助数据，以及数据的选择标准。

（2）规范了测震台网大震应急产品而采用的处理（或计算）方法

（3）实现了产品图件和结果数据文件的有序化存储和管理。

（4）根据规范内容，逐步优化了各类应急产品的实用化软件（包），用于产品质量控制。

（5）完善了应急产品汇集、更新、审核及修订等机制

（6）规范了大震应急产品服务方式

### （三）取得的主要科研进展

本项目主要取得了以下科研进展。

（1）研究规范化测震台网大震应急产品所涵盖的数据内容，明确了各类应急产品应使用的核心数据和辅助数据。

11类应急产品产出时采用的核心数据和辅助数据并不相同，我们对其进行了长期调研和规范研究。例如：地震应急数据产品区域地震震中背景图和余震震中分布图核心数据应包括主震震中位置信息，区域范围内的历史地震目录和余震目录数据。而应急产品地震矩张量和震源机制解产出中所使用的核心数据应根据所使用的方法而定，如：区域地震矩张量解和震源机制解计算的辅助数据应搜集中国国家地震台网和区域地震台网宽频带台的台站名称、台站代码、经纬度、高程，台站测震仪器名称、数采名称、频带宽度，测震仪器传递函数，并实时更新。应准备中国大陆区域范围水平层状速度模型，速度模型中应包括深度、P波速度、

S波速度、密度、Q值信息。而核心数据则是区域地震波形。同样，应急产品构造应力场图所采用核心数据明确为5类应力数据——震源机制解、水压致裂、应力解除、钻孔崩落及断层滑动反演数据。

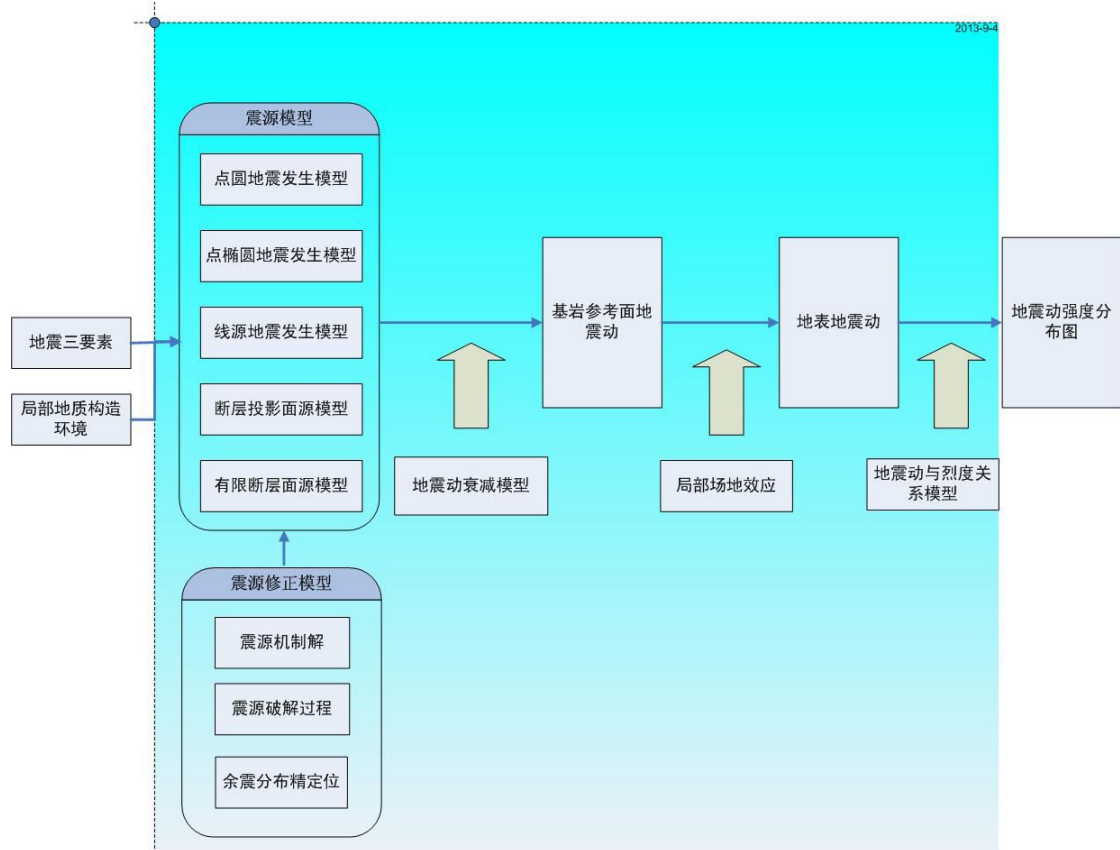
**(2) 研究了测震台网大震应急产品产出中使用资料精确度，明确了数据的选择标准。**

为保证大震应急产品产出质量，研究并规范了产出 11 类大震应急产品的使用资料选择准则，主要包含三方面：数据来源、数据质量以及数据预处理原则。明确产出不同应急产品而采用的数据来源，是产出科学的应急产品的前提条件。规范化数据选择过程，剔除“坏”数据，提高使用资料精确度。明细化不同应急产品的数据预处理方法，规范数据预处理过程，消除因采用不同数据预处理方法对产品质量造成的影响。

**(3) 研究规范化测震台网大震应急产品产出的处理（或计算）方法，规范了处理（或计算）的主要流程。**

完成了国内外机构（或科研人员）产出各类产品而广泛采用的处理（或计算）方法的前期调研。通过比较各种方法优缺点，规范出 11 类地震应急数据产品产出的处理（或计算）方法。例如：地震矩张量解和震源机制解计算方法可分为：远震矩张量解计算方法、区域地震矩张量解和震源机制解计算方法。区域震源机制解计算方法包括 P 波初动法和波形反演法。同样：震源破裂过程计算方法也较多，可分为：线性反演方法（Mori, 1990；许力生, 1995；Sekiguchi et al., 2000；Yagi et al., 2004）和非线性反演方法（Yoshida, 1988；Vallée, 2004）。而线性反演方法主要包括两种：震源时间函数反演方法（Mori, 1990；许力生, 1995）和直接波形反演方法（Sekiguchi et al., 2000；Yagi et al., 2004）。线性反演方法由于其理论成熟、计算效率高、特别是通过减少先验假设条件使结果更趋客观，因此是目前使用最广泛的震源破裂反演方法。本规范根据实际工作需求，同时推荐基于视震源时间函数和直接波形的两种反演法。

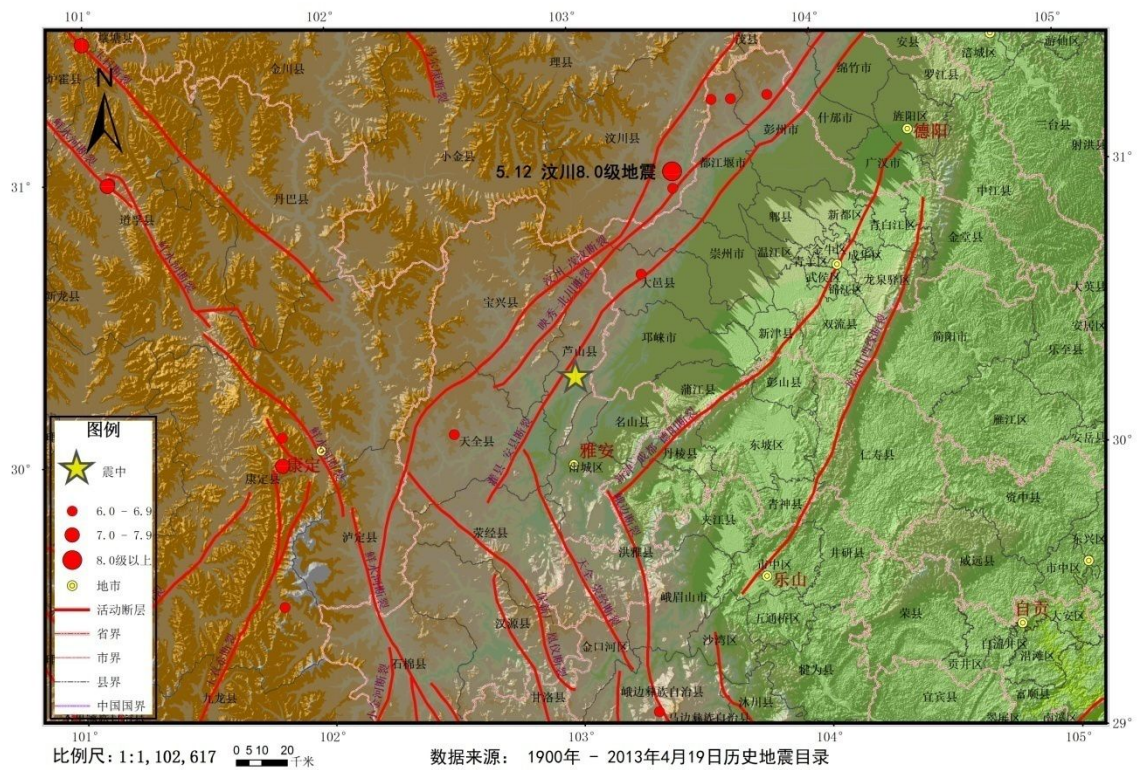
另外，进一步规范了 11 类地震应急数据产品产出的处理（或计算）的主要流程。如地震动强度分布图计算流程见下图：



地震动强度分布图计算流程

(4) 研究约定了地震应急数据产品表达方式和结果文字解释，实现产品图件和结果数据文件的有序化存储和管理。

为了保证应急产品具有重点突出、层次分明、整齐美观等特点，规范了 11 类地震应急数据产品表达形式，明确应急产品显示涵盖工作区的图示范围、比例尺大小、图件标注内容等。将更为直观、科学、合理地展现出产品结果的核心内容，方便用户查看和使用。规范了产品图件规格和存储格式，定义了数据文件的命名规则、内容格式和存储方式等，这将能实现大震应急产品图件和结果数据文件的有序化存储和管理。规范化产品内容表达和结果文字解释见地震应急数据产品区域地震震中背景图样例：



2013年4月20日四川芦山M7.0级地震区域地震震中背景图

1900年-2013年4月19日期间，此次地震周边（ $4^{\circ} \times 2^{\circ}$ ）地区共发生6级以上地震共12次，距2008年四川汶川M8.0地震约87 km。

中国地震台网中心 2013年04月20日09时（北京时）提供

**(5) 研究规范了地震应急产品产出工作流程，约定了产品产出时间和限定条件。**

项目组通过大量的调研研究确定出11类地震应急数据产品主要工作流程应有以下四个方面：

**①震前准备阶段**

由于应急数据产品产出要求高效专业，因此，应在有影响地震发生之前做好产出相关产品的基础性工作。此阶段准备工作在一定程度上决定了稍后图件编制阶段产出产品的完整性和规范性，是快速高效产出此类产品的先决条件。

**②图件编制阶段**

此阶段包括在应急地震发生后，按照DB/T XXXXX-XXXX《地震应急数据产品基本规定》要求，完成技术系统的启动、主图编制、地图整饰、结果文字解释等工作。

**③共享服务阶段**

**④版本更新阶段**

应根据地震应急工作的需要，在后续获得最新数据或分辨率更高数据后，编制更新版本图件，并提供共享服务。

另外，应急产出与服务单位根据任务分工要求，在满足应急触发条件的较大或破坏性地震发生后，对多种类型地震应急数据产品产出、数据汇集管理及产出服务工作的时限进行了规范。

产品产出时间和限定条件表

序号	产品名称	产出时限	限定条件
1	地震基本信息图	震后1小时	中国大陆5.0级以上、台湾省5.5级以上以及国外7.0级以上地震
2	区域地震震中分布图	震后1小时	中国大陆5.0级以上、台湾省5.5级以上以及国外7.0级以上地震
3	余震震中分布图	震后4小时	中国大陆6.0级以上地震
4	地震事件波形数据	接收到正式速报信息后 20分钟	中国大陆5.0级以上、中国其他地区（中国海域，台湾省）6.0级以上以及国外7.0级以上地震
5	地震矩张量和震源机制解图	震后2小时	中国大陆5.0级以上、中国其他地区6.0级以上以及国外7.0级以上地震
6	震源破裂过程	获得波形数据后5小时	中国大陆6.5级以上、中国其他地区7.0级以上以及国外7.5级以上地震
7	地震动强度分布图	震后2小时	中国大陆6.5级以上、中国其他地区和国外7.0级以上地震
8	余震序列精定位	及时	中国大陆6.0级以上和专门要求的 地震和余震序列
9	构造应力场图	震后4小时	中国大陆6.0级以上地震
10	区域地震构造图	震后2小时	中国大陆6.0级以上地震
11	地震库仑破裂静应力变化图	震后5小时	中国大陆6.0级以上地震
12	岩石圈磁场空间异常分布图	及时	中国大陆6.0级以上地震

## **(6) 研究完善地震应急数据产品汇集与服务机制**

研究规范了测震台网地震应急数据产品的分类和文件命名规则、数据的存储和管理及汇集方式。研究规范了应急产品的服务方式。结果表明：地震应急数据产品的服务对象应包括地震工作主管部门、专家和社会公众。根据服务对象类型，服务的内容和方式也不相同。对于地震工作主管部门，应提供产品的主要图件和对地震的初步解释。当同一大类中不同小类的产品结果不一致时，应选取具有代表性的一种产品提供服务，其他相关产品应以附件形式给出；对于专家，宜提供规定汇集的产品的全部数据；对于社会公众，应提供产品的主要图件和对地震的初步解释。当同一大类中不同小类的产品结果不一致时，应选取具有代表性的一种产品提供服务，不应提供其他相关产品的服务。

## **(7) 研究编制《地震应急数据产品》系列规范（讨论稿），以及相应的编制说明各十三项**

项目组全体成员在项目组组织下有序开展工作的，经过两年多努力，研究编制了《地震应急数据产品》系列规范（讨论稿），以及相应的编制说明各十三项（详见附件规范草稿和编制说明）。其编制过程详见各规范的编制说明。

《地震应急数据产品》系列标准的预计结构为：

- 地震应急数据产品 基本规定；
- 地震应急数据产品 地震基本信息图；
- 地震应急数据产品 区域地震震中分布图；
- 地震应急数据产品 地震事件波形数据；
- 地震应急数据产品 地震矩张量和震源机制解图；
- 地震应急数据产品 震源破裂过程；
- 地震应急数据产品 地震动强度分布图；
- 地震应急数据产品 余震序列精定位；
- 地震应急数据产品 区域地震构造图；
- 地震应急数据产品 构造应力场图；
- 地震应急数据产品 地震库仑破裂静应力变化图；
- 地震应急数据产品 岩石圈磁场空间异常分布图；
- 地震应急数据产品 汇集与服务。



### 三、成果产出及转化

#### (一) 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

本项目制定了我国第一部有关大震应急数据产品的产出与服务的技术规范,规范了大震应急产品及时、有效及有序地产出和服务工作,对各类地震应急产品首次进行了系统地分类和编码,将规范成果与日常工作密切结合,提高了产品产出和服务的规范性、适用性和实效性,从而实现了对大震震源信息的快速了解,能够及时对地震灾情进行快速、有效的评估,服务于地震紧急救援,科学指导政府抢险救灾、减少人员伤亡和经济损失。

#### (二) 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。

#### (三) 发表专著论文目录

赵旭等, 2014. 四川芦山 Ms7.0 级强烈地震震源运动学特征. 地球物理学报, 2 (57)

赵旭等, 2014. 基于 W 震相技术的全球强震 ( $M_w \geq 6.5$ ) 矩心矩张量自动反演系统评估. 地震学报

赵旭等, 2014. 自动矩心矩张量测定系统在新疆于田 Ms7.3 地震中的快速响应. 中国地震

Hua Wei (华卫), et al, 2013. Attenuation, Site Effects, and Source Parameters in the Three Gorges Reservoir Area, China. Bulletin of the Seismological Society of America, 103 (1)

Hua Wei (华卫), et al, 2012. Reservoir-induced seismicity in the Longtan reservoir, southwestern China. Journal of Seismology, 17 (2)

#### (四) 后续成果推广应用计划及应用前景评价

《地震应急数据产品》系列规范已开始作为 11 类大震应急产品的产出技术规范 and 产出与服务工作规范,指导各任务承担单位提升了产品质量,扩大地震应急数据产品应用范围。作为指导性技术文件,各单位产出的高质量的地震应急数据

产品在 2013 年 Ms7.0 级四川芦山地震、2014 年 Ms7.3 级新疆于田地震等地震灾害快速评估和科学救灾中发挥了重要作用。同时，项目验收结束后，将根据地震应急产品产出与服务实际工作反馈意见，经认真讨论研究后，修订规范草稿，使其能够作为长期、有效的指导性技术文件。

#### **四、人才培养情况**

#### **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）**

将技术规范的制订与应急数据产品的产出服务密切结合，随时利用《规范》的内容，从计算方法、产品规格、工作流程等各个方面来指导数据产品的产出、管理和服务，并将实际工作中的问题及时反馈，调整规范的内容，使之能够对应急数据产品开发和服务工作具有更加长期、有效的指导意义，并在防震减灾工作中更好地发挥作用。

#### **六、存在的问题及对改进工作建议**

## 三、研究报告

### 一、内容要求

#### 1. 项目总体情况概述（3000 字以内，内容、目标、成果、创新点等）；

##### 1.1 研究内容

本项目研究内容主要分解为 13 个子课题，具体为：

##### **课题 1：大震应急产品基本工作规范研究**

承担单位：中国地震台网中心

充分调研现有的地震应急数据产品产出工作模式。明细化各类产品产出的触发条件、提交时限、更新及修订方式。研究并确定大震应急产品的基本工作模式，制定大震应急产品产出与服务工作流程等。

编制标准《地震应急数据产品 基本规定》。

##### **课题 2：地震基本信息产出技术规范研究**

承担单位：中国地震台网中心

研究规范地震基本参数及其图形化产品种类和规格。

调研在地震速报中所用国家和区域台网资料的数据格式、处理流程，调研地震发震时刻、震中位置、震源深度、震级大小等基本参数产出情况，制定地震基本信息产出的内容、时间限定、产品的精度以及文本和图形化产品的种类和规格的规范。

编制标准《地震应急数据产品 地震基本信息》。

##### **课题 3：地震活动性和余震分布图产出技术规范研究**

承担单位：中国地震台网中心

规范地震活动性图的数据来源(如中国地震台网目录)、产出种类(如历史地震分布图等)和历史地震选目标标准；确定余震的数据来源和统计规则；规范地震活动性图和余震分布图中的图形要素、背景信息、数学要素、辅助要素及图件规格；

编制标准《地震应急数据产品 区域地震震中分布图》。

#### **课题 4：地震事件波形产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地球物理研究所

拟依托本项目，细化地震事件波形数据产出涉及的地震波形数据格式、地震台站选择范围、地震波形数据截取方式、地震波形数据截取长度等数据处理参数和数据服务模式等方面的内容，兼顾地震波形数据完整性、可用性与数据产出、数据服务的时效性，制订切实可行的数据处理与数据服务的地震事件波形产出规范等。

编制标准《地震应急数据产品 地震事件波形数据》。

#### **课题 5：地震矩张量和震源机制解产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地震预测研究所

研究利用区域或全球地震台网数据，采用不同方法快速计算中国大陆 5 级以上地震矩张量和震源机制解的基本准则。规范化结果展现的文字内容，标准化图件规格。

#### **课题 6：震源破裂过程产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地球物理研究所

研究快速测定核心程序系统。基于格林函数数据库，通过基于线性反演算法的破裂过程快速测定核心软件系统，以图片和动画形式产出断层面上滑动量分布、震源时间函数和地表标量位移场等结果，用以确定极震区的范围、形状等主要参数，通过网页和邮件等形式及时向地震管理部门进行上报或发布。

编制标准《地震应急数据产品 震源破裂过程》。

#### **课题 7：地震动强度分布图产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地球物理研究所

地震动强度分布图主要以地表地质状况与地形（坡度）的相似性为原则，将中国大陆地区分辨率 30" 的地形 DEM 数据经过坡度计算后，利用坡度与  $V_s30$  的相关关系，得到各场点近似的  $V_s30$  值，再用  $V_s30$  量化地震动

的场地放大系数。在获得地震三要素（时间、地点和震级）后，将由此建立的场地放大系数运用到研发的震动图软件系统中，校正震后理论计算所得到的基岩地震动参数值，从而获得其地表土层上的地震动参数分布。随着时间的推移，获取的关于该次地震的信息也不断丰富，可以不断修正地表地震动强度分布图。震动烈度与峰值加速度的转换采用第四代区划图峰值加速度与烈度的对应关系。

编制标准《地震应急数据产品 地震动强度分布图》。

#### **课题 8：余震序列精定位产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地球物理研究所

制定余震序列精定位快速产出技术规范，规范输入数据格式、数据处理流程、产出结果的格式（包括图像和文本），以及速度模型和关键参数的选择标准。

编制标准《地震应急数据产品 余震序列精定位》。

#### **课题 9：区域地震构造图大震应急产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地质研究所

考虑地震应急工作需要，以及经过努力可达到的数据能力的条件，确定针对地震应急工作的区域地震构造图的图件内容，规范图件的数据源、坐标系统、高程基准、地图投影、图件要素内容、表达方式等。

编制标准《地震应急数据产品 区域地震构造图》。

#### **课题 10：构造应力场图产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地壳应力研究所

基于已有的多种地应力基础数据，规范选取数据的质量标准，确定利用不同资料获取水平最大主应力方位的方法，明确构造应力场图产品产出的内容、格式、时间要求以及汇集方式，并编制配套的程序流程，以保证地震周边地区构造应力场图这一大震应急产品产出的高效高质量完成。

编制标准《地震应急数据产品 构造应力场图》。

#### **课题 11：地震库仑破裂静应力变化图产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地震预测研究所

利用主震震源机制解、震源区断层分布及余震序列的空间分布等资料，确定主震发震断层，并由此得到断层走向、倾角、滑动角、断层长度、破裂面大小等几何及运动特征参数，综合考虑震源区背景应力场的影响，基于弹性半无限空间理论位错模型（Okada 位错模型），计算得到主震在最优破裂方向产生的静态库仑破裂应力变化。在此基础上，推断未来余震可能的主要活动场所。明确地震库仑破裂静应力变化图产品产出规格以及报送方式，并编制配套的程序流程，以保证高效、有序产出。

编制标准《地震应急数据产品 地震库仑破裂静应力变化图》。

## **课题 12：磁场异常分布图产出技术规范研究**

承担单位：中国地震局地球物理研究所

收集整理往期地震地磁产出的结果数据，调研各类型、格式及表现形式，形成对大震应急服务需要的岩石圈磁异常场产品的技术路线、产品要求等产出技术规范。

编制标准《地震应急数据产品 岩石圈磁场空间异常分布图》。

## **课题 13：大震应急产品汇集与服务技术规范研究**

承担单位：中国地震台网中心

研究大震应急产品的汇集与服务工作模式，针对不同服务对象，规范应急产品的服务内容和方式；统一规范各类应急产品的文件命名规则和存储格式。规范应急产品汇集与服务平台的相关技术指标。研究确定大震应急产品报告的主要形式和内容，规范化图件规格。

编制标准《地震应急数据产品 汇集与服务》。

## **1.2 研究目标**

### **1.2.1 总体目标**

为了及时、高效、有序地开展大震应急产品的产出与服务，加强应急产品质量和发布的管理，本项目旨在制定大震应急产品产出服务技术规范，进一步发挥现有数字化地震台网的整体效能，为抗震救灾提供科学支撑。

## 1.2.2 具体目标

(1) 研究震源机制解、震源破裂过程、地震动强度分布图等大震应急产品高效产出的技术规范。规范大震应急产品产出过程，实现应急产品质量控制。编制大震应急产品的产出技术规范。

(2) 开展应急产品有序服务的技术规范研究。明细化各类产品的触发条件和任务承担单位的完成时间。规范各类应急产品的更新、修订、报送及发布等机制。编制大震应急产品的服务技术规范。

## 1.3 创新点

制定我国第一部有关大震应急产品的产出与服务的技术规范，用于指导其工作，可及时有效地产出各类产品，服务于指挥应急救援和抗震救灾。

## 2. 项目研究内容的详细资料、方法介绍、技术路线等，要求资料翔实、内容精练、图文清晰、条理清楚；

本项目研究编制的《地震应急数据产品》系列规范的总体目标是：确定地震应急数据产品产出工作启动条件、产出时限、产品产出内容、产品汇集以及共享与服务等基本工作要求，规范地震矩张量与震源机制解、震源破裂过程、地震动强度分布图等地震应急数据产品的数据来源、技术方法、产品要素、产品规格及结果解读等。针对现有的地震应急产品产出与服务的工作模式尚有不足，制定出更加有效工作流程，进一步明确地震应急数据产品产出单位触发条件和产出时限，以保证地震应急数据产品产出与服务工作及时有序完成。规范地震应急数据产品的数据来源、技术方法以及产品要素等，用于控制产品质量。

项目实施阶段工作总体思路是：项目组严格依据任务书时间节点要求，有序组织项目组全体成员开展项目研究工作。首先，完成前期调研工作；随后，开展研究完成 13 项《地震应急数据产品》系列规范（讨论稿）和编制说明的编制；最终，依据实际工作中的问题及时反馈，调整规范的内容，使之能够对应急数据产品开发和服务工作具有更加长期、有效的指导意义，并在防震减灾工作中更好地发挥作用。

具体的研究内容及进展为：

**(1) 研究规范化测震台网大震应急产品所涵盖的数据内容，明确各类应急产品应使用的核心数据和辅助数据。**

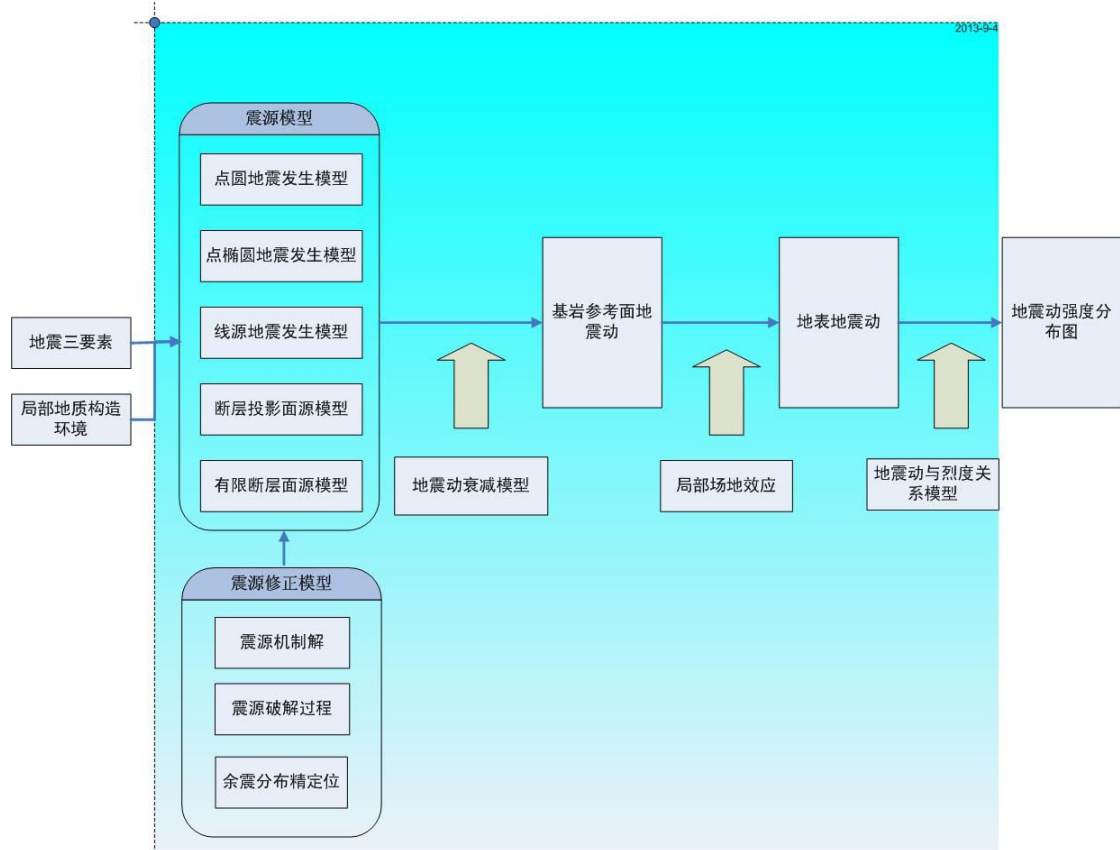
11类应急产品产出时采用的核心数据和辅助数据并不相同，我们对其进行了长期调研和规范研究。例如：地震应急数据产品区域地震震中背景图和余震震中分布图核心数据应包括主震震中位置信息，区域范围内的历史地震目录和余震目录数据。而应急产品地震矩张量和震源机制解产出中所使用的核心数据应根据所使用的方法而定，如：区域地震矩张量解和震源机制解计算的辅助数据应搜集中国国家地震台网和区域地震台网宽频带台的台站名称、台站代码、经纬度、高程，台站测震仪器名称、数采名称、频带宽度，测震仪器传递函数，并实时更新。应准备中国大陆区域范围水平层状速度模型，速度模型中应包括深度、P波速度、S波速度、密度、Q值信息。而核心数据则是区域地震波形。同样，应急产品构造应力场图所采用核心数据明确为5类应力数据——震源机制解、水压致裂、应力解除、钻孔崩落及断层滑动反演数据。

**(2) 研究规范化测震台网大震应急产品产出的处理（或计算）方法，规范了处理（或计算）的主要流程。**

完成了国内外机构（或科研人员）产出各类产品而广泛采用的处理（或计算）方法的前期调研。通过比较各种方法优缺点，规范出11类地震应急数据产品产出的处理（或计算）方法。例如：地震矩张量解和震源机制解计算方法可分为：远震矩张量解计算方法、区域地震矩张量解和震源机制解计算方法。区域震源机制解计算方法包括P波初动法和波形反演法。同样：震源破裂过程计算方法也较多，可分为：线性反演方法（Mori, 1990；许力生, 1995；Sekiguchi et al., 2000；Yagi et al., 2004）和非线性反演方法（Yoshida, 1988；Vallée, 2004）。而线性反演方法主要包括两种：震源时间函数反演方法（Mori, 1990；许力生, 1995）和直接波形反演方法（Sekiguchi et al., 2000；Yagi et al., 2004）。线性反演方法由于其理论成熟、计算效率高、特别是通过减少先验假设条件使结果更趋客观，因此是目前使用最广泛的震源破裂反演方法。本规范根据实际工作需求，同时推荐基于视震源时间函数和直接波形的两种反演法。

另外，进一步规范了11类地震应急数据产品产出的处理（或计算）的主要流程。如地震动强度分布图计算流程见下图：

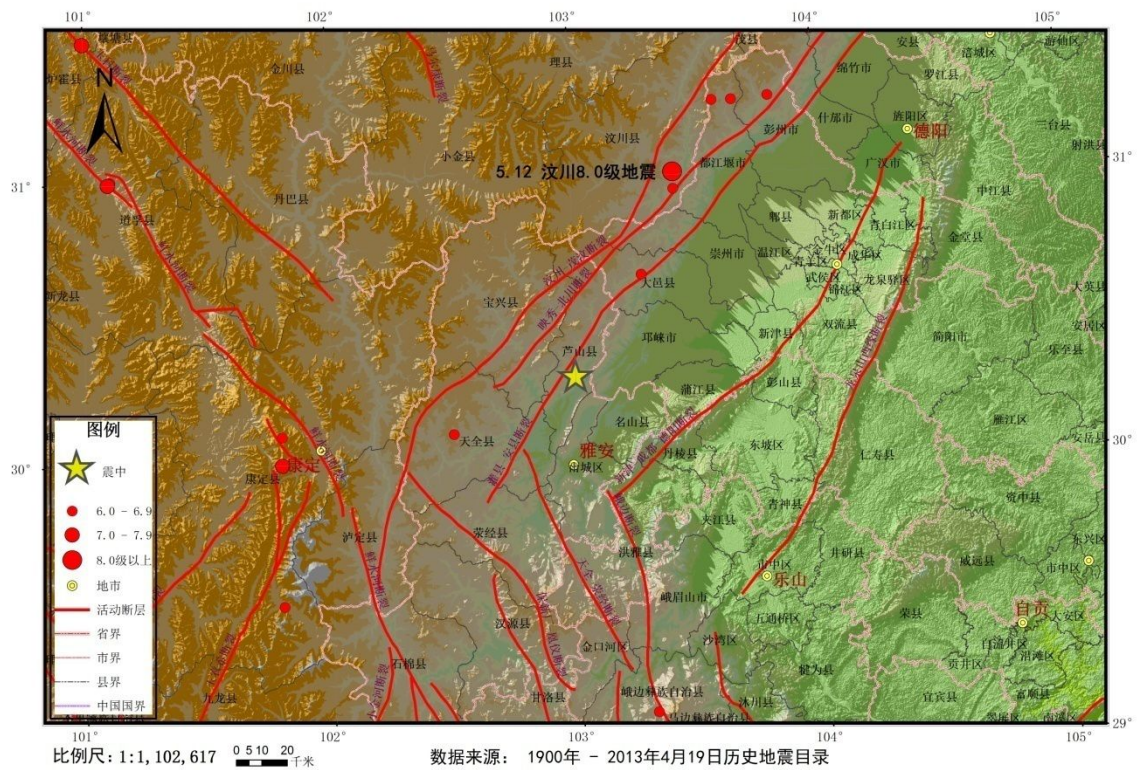




地震动强度分布图计算流程

(3) 研究约定了地震应急数据产品表达方式和结果文字解释，实现产品图件和结果数据文件的有序化存储和管理。

为了保证应急产品具有重点突出、层次分明、整齐美观等特点，规范了 11 类地震应急数据产品表达形式，明确应急产品显示涵盖工作区的图示范围、比例尺大小、图件标注内容等。将更为直观、科学、合理地展现出产品结果的核心内容，方便用户查看和使用。规范了产品图件规格和存储格式，定义了数据文件的命名规则、内容格式和存储方式等，这将能实现大震应急产品图件和结果数据文件的有序化存储和管理。规范化产品内容表达和结果文字解释见地震应急数据产品区域地震震中背景图样例：



2013年4月20日四川芦山M7.0级地震区域地震震中背景图

1900年-2013年4月19日期间，此次地震周边（ $4^{\circ} \times 2^{\circ}$ ）地区共发生6级以上地震共12次，距2008年四川汶川M8.0地震约87 km。

中国地震台网中心 2013年04月20日09时（北京时）提供

**(4) 研究规范了地震应急产品产出工作流程，约定了产品产出时间和限定条件。**

项目组通过大量的调研研究确定出11类地震应急数据产品主要工作流程应有以下四个方面：

**①震前准备阶段**

由于应急数据产品产出要求高效专业，因此，应在有影响地震发生之前做好产出相关产品的基础性工作。此阶段准备工作在一定程度上决定了稍后图件编制阶段产出产品的完整性和规范性，是快速高效产出此类产品的先决条件。

**②图件编制阶段**

此阶段包括在应急地震发生后，按照DB/T XXXXX-XXXX《地震应急数据产品基本规定》要求，完成技术系统的启动、主图编制、地图整饰、结果文字解释等工作。

**③共享服务阶段**

**④版本更新阶段**

应根据地震应急工作的需要，在后续获得最新数据或分辨率更高数据后，编制更新版本图件，并提供共享服务。

另外，应急产出与服务单位根据任务分工要求，在满足应急触发条件的较大或破坏性地震发生后，对多种类型地震应急数据产品产出、数据汇集管理及产出服务工作的时限进行了规范。

产品产出时间和限定条件表

序号	产品名称	产出时限	限定条件
1	地震基本信息图	震后1小时	中国大陆5.0级以上、台湾省5.5级以上以及国外7.0级以上地震
2	区域地震震中分布图	震后1小时	中国大陆5.0级以上、台湾省5.5级以上以及国外7.0级以上地震
3	余震震中分布图	震后4小时	中国大陆6.0级以上地震
4	地震事件波形数据	接收到正式速报信息后 20分钟	中国大陆5.0级以上、中国其他地区（中国海域，台湾省）6.0级以上以及国外7.0级以上地震
5	地震矩张量和震源机制解图	震后2小时	中国大陆5.0级以上、中国其他地区6.0级以上以及国外7.0级以上地震
6	震源破裂过程	获得波形数据后5小时	中国大陆6.5级以上、中国其他地区7.0级以上以及国外7.5级以上地震
7	地震动强度分布图	震后2小时	中国大陆6.5级以上、中国其他地区 和国外7.0级以上地震
8	余震序列精定位	及时	中国大陆6.0级以上和专门要求的 地震和余震序列
9	构造应力场图	震后4小时	中国大陆6.0级以上地震
10	区域地震构造图	震后2小时	中国大陆6.0级以上地震
11	地震库仑破裂静应力变化图	震后5小时	中国大陆6.0级以上地震
12	岩石圈磁场空间异常分布图	及时	中国大陆6.0级以上地震

(5) 研究完善地震应急数据产品汇集与服务机制

研究规范了测震台网地震应急数据产品的分类和文件命名规则、数据的存储和管理及汇集方式。研究规范了应急产品的服务方式。结果表明：地震应急数据产品的服务对象应包括地震工作主管部门、专家和社会公众。根据服务对象类型，服务的内容和方式也不相同。对于地震工作主管部门，应提供产品的主要图件和对地震的初步解释。当同一大类中不同小类的产品结果不一致时，应选取具有代表性的一种产品提供服务，其他相关产品应以附件形式给出；对于专家，宜提供规定汇集的产品的全部数据；对于社会公众，应提供产品的主要图件和对地震的初步解释。当同一大类中不同小类的产品结果不一致时，应选取具有代表性的一种产品提供服务，不应提供其他相关产品的服务。

#### **(6) 研究编制《地震应急数据产品》系列规范（讨论稿），以及相应的编制说明各十三项**

项目组全体成员在项目组组织下有序开展工作，经过两年多努力，研究编制了《地震应急数据产品》系列规范（讨论稿），以及相应的编制说明各十三项（详见附件规范草稿和编制说明）。其编制过程详见各规范的编制说明。

《地震应急数据产品》系列标准的预计结构为：

- 地震应急数据产品 基本规定；
- 地震应急数据产品 地震基本信息图；
- 地震应急数据产品 区域地震震中分布图；
- 地震应急数据产品 地震事件波形数据；
- 地震应急数据产品 地震矩张量和震源机制解图；
- 地震应急数据产品 震源破裂过程；
- 地震应急数据产品 地震动强度分布图；
- 地震应急数据产品 余震序列精定位；
- 地震应急数据产品 区域地震构造图；
- 地震应急数据产品 构造应力场图；
- 地震应急数据产品 地震库仑破裂静应力变化图；
- 地震应急数据产品 岩石圈磁场空间异常分布图；
- 地震应急数据产品 汇集与服务。

3. 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）；

### 3.1 发表专著论文目录：

赵旭等, 2014. 四川芦山 Ms7.0 级强烈地震震源运动学特征. 地球物理学报, 2 (57), **SCI 收录**。

赵旭等, 2014. 基于 W 震相技术的全球强震 ( $M_w \geq 6.5$ ) 矩心矩张量自动反演系统评估. 地震学报

赵旭等, 2014. 自动矩心矩张量测定系统在新疆于田 Ms7.3 地震中的快速响应. 中国地震

Hua Wei (华卫), et al, 2013. Attenuation, Site Effects, and Source Parameters in the Three Gorges Reservoir Area, China. Bulletin of the Seismological Society of America, 103 (1), **SCI 收录**。

Hua Wei (华卫), et al, 2012. Reservoir-induced seismicity in the Longtan reservoir, southwestern China. Journal of Seismology, 17 (2), **SCI 收录**。

### 3.2 应用实践

《地震应急数据产品》系列规范已作为 11 类大震应急产品的产出技术规范 and 产出与服务工作规范，指导各任务承担单位提升了产品质量，扩大地震应急数据产品应用范围。作为指导性技术文件，各单位产出的高质量的地震应急数据产品在 2013 年 Ms7.0 级四川芦山地震、2014 年 Ms7.3 级新疆于田地震等震灾快速评估和科学救灾中发挥了重要作用。

4. 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)。

项目完成人情况表

序号	姓名	工作单位	职称	学历	承担任务情况
1	黄志斌	中国地震台网中心	研究员	博士	负责整个项目，参与中国地震台网中心承担地震应急数据产品基本规定等4个规范研究
2	邹立晔	中国地震台网中心	副研究员	硕士	负责地震应急数据产品汇集与服务技术规范研究，参与地震应急数据产品基本规定规范的研究工作
3	张雪梅	中国地震台网中心	副研究员	博士	负责地震应急数据产品基本信息图规范研究
4	赵旭	中国地震台网中心	工程师	硕士	负责地震应急数据产品基本规定和区域地震震中分布图2个规范研究
5	孙为国	中国地震局地球物理研究所	研究员	博士	负责地震应急数据产品震源破裂过程规范研究
6	郑秀芬	中国地震局地球物理研究所	研究员	博士	负责地震应急数据产品地震事件波形数据规范研究
7	张勇	中国地震局地球物理研究所	副研究员	博士	参与地震应急数据产品震源破裂过程规范研究
8	陈鲲	中国地震局地球物理研究所	副研究员	硕士	负责地震应急数据产品地震动强度分布图规范研究
9	房立华	中国地震局地球物理研究所	副研究员	博士	负责地震应急数据产品余震序列精确定位规范研究
10	陈斌	中国地震局地球物理研究所	研实	博士	负责地震应急数据产品岩石圈磁场空间异常分布图规范研究
11	王勤彩	中国地震局地震预测研究所	研究员	博士	负责地震应急数据产品地震矩张量和震源机制解图规范研究
12	华卫	中国地震局地震预测研究所	副研究员	博士	负责地震应急数据产品地震库仑破裂静应力变化图规范研究
13	赵翠萍	中国地震局地震预测研究所	副研究员	博士	参与地震应急数据产品地震矩张量和震源机制解图和地震库仑破裂静应力变化图规范研究
14	于贵华	中国地震局地质研究所	研究员	博士	负责地震应急数据产品区域地震构造图规范研究
15	吴熙彦	中国地震局地质研究所	研实	博士	参与地震应急数据产品区域地震构造图规范研究
16	崔效锋	中国地震局地壳应力研究所	研究员	硕士	负责地震应急数据产品构造应力场图规范研究
17	胡幸平	中国地震局地壳应力研究所	研实	硕士	参与负责地震应急数据产品构造应力场图规范研究

二、附件

1. 技术标准备案文件（复印件）
2. 发表专著、论文目录  
（专著需提供范本、论文需提供全文复印件）