

基于3S技术的多因子评价在西部山区震后过渡安置选址中的应用

曹堃

成都市规划设计研究院

摘要:震后过渡安置的高效、安全开展对保障受灾群众在特殊时期的生命安全具有重要作用。3S技术的集成应用具有及时、高效、精确等特征,在过渡安置的相应环节针对性地使用3S技术对震后救灾可起到重要支撑作用。本文在传统的震后过渡安置选址多因子评价法的基础上,剖析了3S技术深化应用带来的变革,梳理了多因子评价法的通用指标体系,提出了多因子评价法中重点因子的3S技术应用要点。

关键词:地震灾区;过渡安置;3S技术;多因子评价

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.14.010

一、前言

2008年汶川Ms8.0级特大地震之后,10余年来我国西部山区相继发生了2008年攀枝花Ms6.1级、2010年玉树Ms7.1级、2013年芦山Ms7.0级、2014年鲁甸Ms6.5级、2017年九寨沟Ms7.0级和2017年西藏米林Ms6.9级、2019年长宁Ms6.0级等多次强烈地震,强震呈现出频发态势,震后重建时间紧、任务重,且震后山区地质条件稳定需时较长,重建规划及安置的选址、方案编制和工程建设需要较长时间。在这样的环境下,过渡安置的意义凸显,其对保障受灾群众在特殊环境下的生存条件具有重要作用^[1]。目前,学术研究和实践领域中针对安置点选址的研究仍在持续深化。早期的选址研究中就提出了选用多种因子进行综合分析、判断的评价方法。此后,数次强震后的大量震后救灾安置工作,也为过渡安置的选址和安置房规划积累了丰富经验。

3S技术,即遥感(Remote Sensing)、地理信息系统(Geographical Information System)和全球定位系统(Global Positioning System)具备及时、高效、时空精准等特征。其中,遥感(Remote Sensing)通过运载工具和传感器,从远距离获取目标物体的电磁波特性,并通过信息修正,识别目标,实现定时、定位、定性、定量的功能;地理信息系统(Geographical Information System)对多源时空数据进行综合管理,提供多种形式的空间查询、分析和辅助规划决策的功能;全球定位系统(Global Positioning System)可快速、高效、准确地提供要素的精确三维坐标及其他相关信息,具有全天候、高精度、自动化、高效益等特点。而RS、GIS、GPS三种独立技术的有机集成可“实现对空间环境信息的快速、机动、准确、可靠的收集、处理与更新”^[7]。因此,在过渡安置选址中,3S技术在数据的快速收集,评价计算的准确性及资源调度管理等方面均大幅提高了安置选址的效能——3S技术的集成,形成了“一个大脑,两只眼睛”的协助关系:RS技术获取大范围灾区受灾前后的真实情况,第一时间反映受灾概况,为安置工作提供基础信息;GPS技术用于重点区域

监测与实地勘探,可提供灾害发生预警及实地空间信息校验,保障信息的准确真实;GIS作为综合分析平台,接收与管理多源基础数据,建立模型,综合分析,为过渡安置点布设提供空间实施方案与决策支持。随着近年来3S等技术的深入应用,基于这类3S技术的选址评价更侧重于及时、准确、安全和高效,强调对数据的即时获取,强化评价技术的高效和准确性,以便更能保障安置点的安全、便捷、舒适,大大提高了过渡安置选址的效率和准确性,也为救灾管理和调度提供了高效便捷的平台。

本文在传统的震后过渡安置选址多因子评价法的基础上,提出了基于3S技术的多因子评价法,并梳理了该方法中的通用指标体系,以及3S技术在实际运用中的技术要点,以期对将来地震灾区的安置工作有所助益。

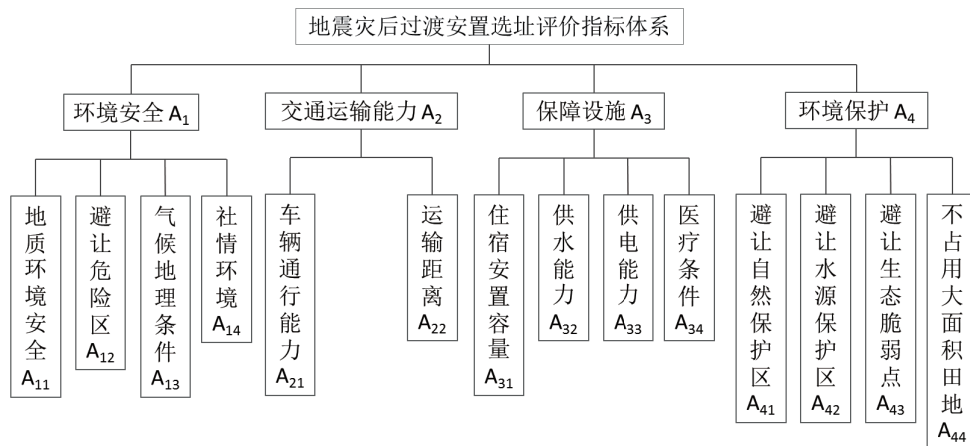
二、过渡安置点选址的指标体系确定

作为救灾工作的重要组成部分,过渡安置阶段的工作更强调高效与安全的平衡,注重快速响应与安全保障的有机结合。同时,过渡安置点的优化布设在很大程度上影响着受灾群众在特殊环境下的生存条件^[1]。安置点的选址不仅要保障充足的安置空间,并且需要遵守工程建设的基本原则。同时,为保证过渡安置点的安全性,还应充分考虑地质环境,尤其需要避让地震次生灾害易发区。此外,为实现安置点居民的正常生活,还应保证良好的交通、生态条件和完善的供水、供电等一系列基础配套设施^[2]。

结合各大强震震后过渡安置中积累的实践经验及相关学术研究成果^{[3][4][5][6]},过渡安置点的选址原则需综合考虑:工程建设中选址的基本原则、全力保证选址点地质环境安全(尤需注意避让地震断裂带及次生灾害易发区)、避让如高大建筑物和易燃易爆区域等危险区范围、保障交通的便利性、尽量不占或少占耕地、注意环境保护、建议尽量选择开敞空间或地理条件相对较好的区域、建议尽量选择基础设施可充分保障的区域。

综上,过渡安置规划中的选址问题需实现多目标决策。其解决方法需根据灾区实际情况灵活应用。需要注意的是,安全与高效是过渡安置的首要前提和目标。贺威等^[1]曾提出基于层次分析法的模糊综合评价模型及其在安置点选址中的应用,通过构建评价指标体系、明确指标权重,建立了模糊综合评价模型。该方法构建的指标体系相对完备,普适性较强,且经实际检验确对受灾群众的高效安置起到积极作用。故结合实践经验,基于该方法提出了更适用于西部山区的过渡安置选址指标体系,期望通过耦合定性和定量分析方法,为西部山区过渡安置选址提供技术参考。

评价指标体系分为2个层级。层级1为一级条件指标集A($A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$),其各指标项内容不重



备注： A_{12} 气候地理条件除基础条件外，还应包含通风日照、隔离污染源等要素。
 A_{14} 社情环境为社会情况环境的简称，包含社会治安、民生等。

图1 西部山区适用的过渡安置选址评价指标体系

复，该层级指标可进一步拆解构成二级条件指标，即直接指标集 $A_i = \{ A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{iki} \}$, $i = 1, 2, \dots, n$ 。详见图1。

在以上2层指标中，“环境安全”是过渡安置选址的重要条件指标，其二级条件指标“地质环境安全”和“避让危险区”又是重中之重；其次“交通运输能力”也是过渡安置选址的主要参考因素，是保障过渡安置点受灾群众基本生活的重要条件。但鉴于实际灾情复杂性和多变性，在保障上述2项指标落实的基础上，其他指标应根据实地条件统筹考虑、综合评估。

3S技术能有效支撑各级指标的数据采集、处理、分析和指标评价，尤其在地质环境安全、交通运输、住宿与医疗条件、环境保护影响等方面发挥较大作用。以下将针对这几个关键环境进行论述。

三、3S技术在环境安全（尤指地质环境安全）评估中的应用

过渡安置阶段的地质环境安全评估通常需分析：地震断裂带影响范围、次生灾害发生可能性、基础地貌信息等要素。为兼顾安全与高效，对数据的快速获取和处理是提高过渡安置阶段评价效能的重要手段。3S技术的深化应用为地质安全的应急调查提供了科学可靠的技术支撑：利用光学和雷达遥感、航空遥感技术对灾区进行连续动态监测，以获取基础影像信息；通过解译分析遥感影像，可识别灾区房屋倒塌、道路交通等基础设施损毁情况，及泥石流、滑坡、堰塞湖等次生灾害分布状况；同时结合GIS技术，开发抗震救灾综合服务地理信息平台，整合地震前后的遥感影像，震区数字高程模型，水系、交通、居民点等基础地理信息，堰塞湖等地质灾害专题信息，以及人口等社会经济信息^[8]，实时监测灾情，以快速评估震区的地质损毁程度，实现灾区地质安全的动态即时评价^[9]。

成都理工大学提出了基于遥感技术的地震地质灾害应急调查（下简称调查）的主要技术路线（图2），依次利用中、低分辨率遥感影像、高分辨率遥感影像和载于雷达卫星的主动微波遥感，分别从宏观、小尺度、

实时的角度调查震区地质灾害情况。研究提出调查的内容应主要包含：地质灾害体对道路，尤其是重要交通线的毁坏情况，查明地质灾害体的破坏类型、破坏程度，统计交通要道的损毁距离；地质灾害体对城镇居民点的破坏情况；地质灾害体对河流的堵塞程度，确定堵塞位置、长度、坝高和堰塞湖面积，确定重点监测对象。同时，调查的方法主要有人工目视判读和计算机自动识别两种：目视判读法是“在图像增强处理与显示的基础上，依据判读标志，识别地物类型及其震害程度，该方法识别精度相对高，但效率较低”，适用于中前期重点交通线路、重点城镇的遥感解译；计算机自动识别法则是“在图像增强处理的基础上，采用监督或非监督分类法进行地物类型及其震害程度的自动识别，该方法识别速度快，但精度相对低”^[10]，只能区分出地质灾害的发育位置，而难以分析其类型、规模和危险程度，适用于区域性的地质灾害发育规律研究。

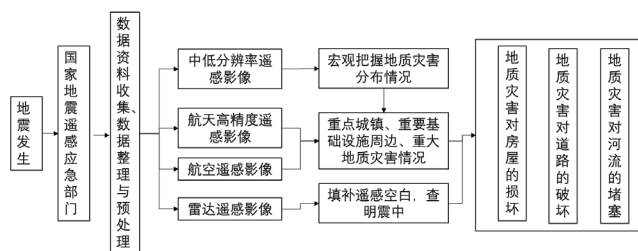


图2 地震地质灾害遥感应急调查的技术路线^[11]

过渡安置选址的地质环境安全评价运用地震地质灾害遥感应急调查获取的数据，在GIS平台进行整合处理。结合层次分析法，选取具体评价指标（如地面坡度、高程、距断裂带距离、次生灾害点位或面密度等），通过缓冲区分析、统计分析和叠加分析等一系列空间分析技术，计算备选安置点的地质环境安全程度。从而准确、快速地获取过渡安置选址的地质环境安全评价等级。

早期的地质环境安全评价多通过实地勘探，进行经

验判断。由于人力调查搜资的局限性，往往存在掌握不全，信息滞后等评判的安全隐患。3S技术的深化应用使信息搜集的全面性和时效性产生了革命性的变化，基于GIS的综合评价过程也更为科学，极大地提高了地质安全评价的效能，实现了高效与安全的平衡统一。

四、3S技术在交通运输保障中的应用

安置点选址对备选点附近的道路交通情况同样具有较高的要求。对其通道的选择原则主要包含：路径到达时间最短、交通可达性（通行质量）最佳、运输安全性可保障等。因此，“交通运输能力”指标评价需综合评估道路的受损情况，优先选择未受损或受损情况较小的道路作为安置点选址的条件指标。

基于3S技术的道路受损检测包含两个步骤：第一是（灾前和灾后的）道路提取，第二是道路受损区域的确定。道路提取方法与基于遥感技术的地震地质灾害应急调查方法相似，通过人工判读或计算机识别的方式解译遥感影像，并根据识别过程中人工干预的比重，可分为目视判读、半自动识别、全自动识别三类^[12]。由于遥感影像的空间覆盖范围大，空间分辨率参差不齐，目前道路提取多采用半自动识别法，通过全自动识别整体影像与人工判读部分复杂区域相结合的方法，在保障识别精度的前提下，提高道路提取的效率^[13]。

五、3S技术在医疗与住宿条件等基础设施保障中的应用

获取灾前灾后的遥感影像，并结合受灾区域的相关地理信息资料，可在GIS技术的加持下快速、准确的分析出适宜条件的建设区域，从而评估过渡安置点选址范围中的基础保障设施情况。

空间数据治理、空间分析和地理信息评估是GIS技术的核心能力。基于GIS技术的量化分析方法为基础设施条件的有效筛选提供了实践基础。综合应用网络分析、统计分析、叠加分析和缓冲区分析等GIS技术基础分析功能，可有效识别评估对象，根据其自身条件和区位条件进行筛选，模拟其分布模式等，具体阐述如下：

网络分析——适用于通行路径研究及各类设施布点等评估。可选方法包括但不限于最优路径筛选和特定范围的路径分析，最优路径筛选指依据路径长度、路面情况等空间特征筛选符合设置条件的最佳路径，特定范围的路径分析指限定条件范围内的路径组合筛选；

统计分析——汇总统计地理实体的空间形态或属性信息，以获取评估对象的基本空间特征；

叠加分析——在无拓扑错误的前提下，对评估对象进行空间叠加，叠加规律遵循特定逻辑关系，以挖掘多重条件复合下的适宜对象；

缓冲区分析——依照设定要求，对评估对象的辐射区域进行划分，根据划分方法的不同，可有给定值缓冲分区、沿路径辐射范围分析等。

在过渡安置选址中，可利用遥感影像及GIS技术平台，迅速计算备选点缓冲范围，叠加查询缓冲范围中的医疗等保障设施分布条件，统计如医疗点等保障设施点的人员配备、器械药品配备容量等机构支援能力，利用网络分析测算保障点与备选安置点间的交通能力和物资运输能力，从而为“医疗条件”及“其他保障设施”指标的评估提供科学依据^[15]。类似的，在安置点对环境保

护区的影响评估中，以自然保护区、水源保护区、生态脆弱点等环保重点对象为分析目标，科学划分各对象的缓冲范围，利用叠加分析确定安置选址的规避范围，可评估安置点的环境保护条件。

六、小结

本文在提出过渡安置选址的通用评价指标体系的基础上，梳理了3S技术在该指标体系中的应用重点和在过渡安置选址中的技术要点。3S技术的集成和深化应用在数据采集、处理、指标评价等方面大幅度地提高了过渡安置选址的效率和准确性，也为资源调度，灾情管理提供了直观便捷的操作平台。随着3S技术的进一步发展，将有可能在地震易发区形成常态的指标检测，并综合通用评价指标体系的各因子评价，形成安置点的选址评价分区图，更直观、快速地提供选址决策的技术支持，同时我们也应该认识到，比对已发生的各大地震灾害，由于缺少震前基础地理数据的采集整理，灾前数据的匮乏影响了抢险救灾、应急安置工作的快速开展，同时也对灾损评估等工作带来困难。此外，卫星遥感的时效性不足、应急响应速度较慢也导致了灾后可用的基础数据匮乏。另外，统一的技术规程的缺乏和技术队伍的组织调度，以及相应科技力量的储备也是灾后安置工作中有待提高的重要部分。这些方面将是近期地震灾区过渡安置选址的重点。

参考文献

- [1] 贺威，谢和庭，任小成，等. 基于层次分析法的抢险救灾居民安置点选址方案评价[J]. 山西建筑，2014（33）：18-19.
- [2] 宋晓勇. 汶川地震灾区安置点的防灾研究[J]. 消防科学与技术，2010.29（12）：1058-1064.
- [3] 国务院令 第526号. 汶川地震灾后恢复重建条例[S].
- [4] 四川省“5·12”抗震救灾指挥部. 四川省地震灾区过渡安置点建设消防技术措施[S].
- [5] 赵辉，刘玉军，侯智珩，方明. 灾后过渡安置房规划实践[J]. 小城镇建设，2008.6：11-14.
- [6] 钱思如，李嘉华. 过渡安置房建设时间探讨[J]. 山西建筑，2009.35（6）：25-27.
- [7] 卢宝鹏，花全景，赵标. 浅谈3S技术在水土保持中的应用[J]. 低碳世界，2015.12：95.
- [8] 窦超，李兆钧. 浅谈摄影测量与遥感的发展应用[J]. 青海国土经略，2011（6）：29-31.
- [9] 张春山，吴满路，张业成. 地质灾害风险评价方法及展望[J]. 自然灾害学报，2003.12（1）：96-102.
- [10] 王晓青，王龙，王岩，丁香，窦爱霞，张飞宇. 汶川8.0级大地震应急遥感震害评估研究[J]. 震灾防御技术，2008.3（3）：251-258.
- [11] 黄润秋. 汶川地震地质灾害研究[M]. 科学出版社，2009.
- [12] 李燕. 基于模型约束的遥感影像道路智能提取技术研究[J]. 摄影测量与遥感，2003.
- [13] 唐剑波. 遥感影像中的道路半自动提取技术研究[D]. 同济大学，2008.
- [14] 胡桂平，王明举. GIS在医疗卫生领域里的应用[J]. 井冈山医专学报，2004.11（6）：57-59.