

灾后重建项目的管理决策研究

田元福¹, 李海莲¹, 马新梅²

(1. 兰州交通大学工程管理学, 兰州 730070; 2. 兰州市地震博物馆, 兰州 730070)

[摘要] 强烈地震给人民生命财产带来重大损失, 灾后重建工作任务急且十分繁重。管理者需要对重建工作做出全面科学的决策, 按照以人为本、科学规划、统筹兼顾、分步实施、自力更生、国家支持、社会帮扶的方针, 对投入的巨大人力、物力资源进行合理分配, 以实现其最大效益。文章运用系统建模思想和统筹计划方法对这一问题进行了理论探讨, 从灾后重建的全局角度出发, 建立了重建项目的优先排序和满足资源总限量的项目决策数学模型, 在理论上为重建工作的合理统筹规划提供了支持, 以期对决策者有所启迪和帮助。

[关键词] 灾后重建; 项目管理; 投资决策; 熵

[中图分类号] F294 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2008)12-0063-04

1 前言

我国四川省汶川县在 2008 年 5 月 12 日发生了 8.0 级大地震, 这场地震给四川、甘肃、陕西等省的几十个市、县的基础设施带来极大的损害, 灾后重建任务十分紧迫而且需要花费巨额的资金, 消耗大量的资源。据专家估计, 要完全恢复这些基础设施至少需要 5~10 年时间, 估计需要 10 000 亿元的灾后重建费用。面对千疮百孔的城市, 一幢幢倒塌的房屋, 毁坏的道路、桥梁、通信设施, 急需修复的水库、电站, 需要管理决策者做出理性的决策, 认真做好灾后重建的前期工作, 统筹规划、科学评估、分步实施, 采用科学的项目管理决策方法, 把有限的资金、资源用在最紧迫的项目上, 使资源发挥最大的效益。笔者试图运用系统建模的思想对这一问题进行理论上的探讨, 以期对决策者有所启迪和帮助。

灾后重建工作面临的首要工作就是要做好总体规划 and 预算统筹, 要从社会长远发展考虑重建工作, 采取积极稳妥的态度, 不能为了追求速度而操之过急。在规划等大体方针确定后, 安排项目重建时主要有两个问题需要认真考虑: 一是在资源有限的情

况下如何决定整个重建恢复项目的优先顺序问题, 即哪些项目应及时修建, 哪些项目可以往后缓一缓; 二是要确保所有重建项目能够满足当年社会资源的总供应, 否则不能盲目开工实施, 而应放在下一个年度再考虑, 要把当年有限的资源用在其他的项目之上以早日发挥效益, 以使整个重建恢复工作总体达到一个良好效果。

2 灾后重建项目决策的基本原则及注意事项

灾后重建应本着以人为本、科学规划、统筹兼顾、分步实施、自力更生、国家支持、社会帮扶的方针, 坚持尊重自然、科学重建, 坚持统筹兼顾、突出重点、远近结合, 注重发展提高。要始终贯穿人民至上、生命至上、安全至上的理念, 以科学发展观为指导, 以对人民高度负责的精神, 统筹兼顾、科学规划, 在进一步提高今后防灾抗灾救灾能力的基础上抓好灾后重建。灾后重建安排项目时重点应从以下几个方面考虑。

2.1 对灾民基本生活的保障

民生问题是灾后重建考虑的首要问题, 凡是涉及人民生命安全、基本饮食居住医疗保障的重建项目都

[收稿日期] 2008-09-11; **[修回日期]** 2008-10-10

[基金项目] 兰州交通大学“青蓝”人才工程基金资助(QL-05-02A)

[作者简介] 田元福(1970-), 男, 甘肃清水县人, 博士, 兰州交通大学教授, 国家注册咨询工程师、监理工程师, 研究方向为工程项目决策与安全管理

应优先考虑,以确保社会安定和谐发展。主要包括:

1) 灾民的安置。灾后重建要把灾民的安置问题放在突出位置,需要及时解决好受灾群众基本吃住有关的项目重建。例如,饮用水供应的恢复,居民民宅的重新建设等。

2) 学生上学、群众看病就医。要及时恢复受损学校、医院的基础设施建设,早日满足受灾学生上学的需求,老百姓的基本医疗能够得到保证,尤其受灾严重、较为偏远的乡镇学校、医院的建设。

3) 城镇、乡村防洪,防次生灾害的安全设施。突出水利设施的修复,把防治次生灾害的基础设施早日安排修复,保证人民群众的生命财产安全。

2.2 对社会经济发展的促进

从宏观经济视角分析重建项目对地区经济的影响,包括恢复受损的道路、桥梁等基础设施,为人们出行及社会地区发展提供运输保证;恢复通信信息保障设施;保证农业生产供应相关设施的修复;保证重点工业生产的相关设施恢复等。通过这些项目的重建,促进灾区产业结构调整以及城乡协调发展,提高灾区就业比例和人均收入。

2.3 对当地资源的节约和利用

资源的有限性是资源的基本属性之一。破坏性地震往往对当地资源造成较大的破坏,资源的有限性矛盾更为突出。因此要保证灾区全面恢复建设小康社会和可持续发展,必须充分重视当地资源的节约和利用。考虑重建项目对当地自然资源的合理利用、综合利用、节约使用等效用的贡献,最大限度地提高其利用效益,同时减少排放,减轻污染,降低恢复发展经济和保护环境成本。重点考察重建项目的国土利用情况、综合开发效益以及可利用当地充足现有人力、自然资源的条件。

2.4 对生态环境的恢复

破坏性地震不仅造成人员伤亡,房屋、构筑物的损坏和倒塌,还对区域生态环境造成巨大的影响,导致山体滑坡、崩塌、泥石流等严重的次生灾害。良好的生态环境系统是保证灾区农业生态环境可持续发展的重要资源,也是进行高质量的农业生产和保障灾区人民生活、身体健康的基础。因此,灾后的恢复与重建要着重考虑重建项目对生态环境质量的贡献,对生态景观、旅游的恢复。

3 重建项目决策的数学模型构建

3.1 评价指标的选取

围绕上述四个方面因素,结合当地的具体受灾

实际情况,科学合理地设计重建项目重要性评价指标体系。指标要尽可能的全面,能综合反映重建项目各方面的优劣性,并且能够量化或模糊量化,对于不能量化的定性指标要借助数学的方法采取专家打分法或集值统计的方法予以量化。

3.2 重建项目的优先顺序模型构建

设需要恢复重建的建设项目一共有 n 项,选择 m 个评价指标,对这 n 项工程的优先建设顺序进行评判。首先需要确定出这 m 个指标的权重向量 λ'_i ,权重向量可通过专家打分或采用 AHP 法确定,权重必须要充分体现灾后重建的原则和要求。其次构造判断矩阵 R' ,其元素 r'_{ij} 为第 j 个重建项目对第 i 个指标的贡献水平,则有:

$$R' = \begin{bmatrix} r'_{11} & r'_{12} & \cdots & r'_{1n} \\ r'_{21} & r'_{22} & \cdots & r'_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r'_{m1} & r'_{m2} & \cdots & r'_{mn} \end{bmatrix}$$

对 R' 做标准化处理:

$$r_{ij} = \frac{r'_{ij} - \min_j \{r'_{ij}\}}{\max_j \{r'_{ij}\} - \min_j \{r'_{ij}\}}$$

得到: $R = (r_{ij})_{m \times n}$

式中, r_{ij} 称为第 j 个评价对象在指标 i 之上的值,且 $r_{ij} \in [0, 1]$ 。

利用申农的熵理论^[1,2]计算指标 i 的综合权数。在有 m 个评价指标, n 个被评价对象的评估问题中,第 i 个评价指标的熵可定义为

$$H_i = -k \sum_{j=1}^n f_{ij} \ln f_{ij} \\ i = 1, 2, \dots, m$$

$$\text{式中, } f_{ij} = \frac{r_{ij}}{n}, k = \frac{1}{\ln n} \\ \sum_{j=1}^n r_{ij}$$

并假定当 $f_{ij} = 0$ 时, $f_{ij} \ln f_{ij} = 0$ 。

求出第 i 个指标的熵后,则可按下式求出第 i 个指标的熵权 ω_i :

$$\omega_i = \frac{1 - H_i}{m - \sum_{i=1}^m H_i}$$

算出熵权 ω_i 后,结合 λ'_i ,最后得到关于指标 i 的综合权数:

$$\lambda_i = \frac{\lambda'_i \omega_i}{\sum_{i=1}^m \lambda'_i \omega_i}$$

应用 Zadeh 定义将项目集映射到距离空间,可

以得到:

$$L_p(\lambda, j) = \left[\sum_{i=1}^m \lambda_i^p (1 - r_{ij})^p \right]^{\frac{1}{p}}$$

取 $p = 1$, 得到海明距离:

$$L_1(\lambda, j) = 1 - \sum_{i=1}^m \lambda_i r_{ij}$$

显然, 距离小者更接近理想项目, 因此可按照 L 由小到大对各重建工程项目进行排序, 从而解决了第一个问题。

3.3 重建项目的选取模型

重建工程项目排序后, 还需要根据当年资源的限制情况对可开工实施的建设项目进行判断, 以取得最佳的投资目的, 为此可构建 0-1 规划模型解决该问题^[3,4]。

设变量 $x_j = 0$ 或 1, 当 $x_j = 0$ 时, 表示当年资源供应限量不能满足第 j 个重建项目资源需要量, 不能安排开工建设; 当 $x_j = 1$ 时, 表示第 j 个投资项目所需资源能够得到满足, 可开工建设。数学规划建立如下:

$$y = \min \sum_{j=1}^n L_1(\lambda, j) x_j$$

$$s. t \quad \sum_{j=1}^n s_{i,j} x_j \leq S_i, \quad i = 1, 2, \dots, k;$$

$\sum x_j = N, N \in [0, n]$ 且使方程有解的最大值;

$x_j \geq 0$ 且 x_j 为 0-1 变量, $j = 1, 2, \dots, n$ 。

式中: $s_{i,j}$ 为第 j 个重建项目对第 i 种资源的当年需求(主要包括资金、劳动力、技术、电力能源、燃油、主要建筑材料、主要机械设备等), 需要 k 种资源; S_i 为第 i 种资源的当年总共给。

求解此数学规划问题^[5], 即可求出满足当年资源限量的可实施重建工程项目的组合, 这样在理论上就解决了第二个问题。

4 算例

假设某地区地震发生后, 对该地区的基础设施造成了一定的破坏, 经过科学规划分析, 共有 12 项较大的工程项目需要恢复重建。根据重建项目决策的原则及考虑的事项, 结合具体受灾情况, 设立以下 6 项评价指标: a. 灾区人民生活质量改善; b. 对当地就业率的贡献; c. 对当地产业调整的贡献; d. 环境质量的改善; e. 对地区生产总值的贡献; f. 对当地资源的贡献。

经灾后评估专家评议, 确定指标的权重以及每

个重建项目对每一个评价指标的贡献值(已折算成百分制)如表 1 所示, 各项目当年主要资源需要量及资源限量如表 2 所示。

表 1 重建项目的评价指标值

Table 1 The targeted value of reconstruction project

重建项目	评价指标					
	a	b	c	d	e	f
A	75	80	50	95	25	85
B	25	50	65	60	65	45
C	65	55	85	55	30	55
D	60	75	90	45	35	75
E	45	35	65	70	55	50
F	50	60	65	90	35	60
G	80	85	35	65	30	25
H	35	60	85	50	25	85
I	45	50	95	90	50	65
J	70	95	85	50	15	80
K	85	70	25	95	50	60
L	90	45	70	75	45	85
指标权重	0.35	0.20	0.15	0.10	0.12	0.08

表 2 重建项目当年资源预计需要量及资源限量

Table 2 Requirement resource and limited quantity of reconstruction project current year

重建项目	当年资源预计需要量					
	资金 / 万元	劳动力 / 工日	电力 / $10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$	钢材 / t	水泥 / t	木材 / m^3
A	497	23 240	110	312	830	745
B	620	7 854	59	65	2 570	4 530
C	134	4581	19	23	221	441
D	1 749	29 305	251	171	2 062	3 510
E	1 730	31 653	155	531	702	1 435
F	140	6 005	12	27	480	1 910
G	159	11 401	16	25	737	1 444
H	538	43 089	48	68	2 531	4 229
I	2 400	48 646	212	538	5 255	8 734
J	192	14 844	17	130	315	640
K	958	73 027	86	104	870	1 432
L	120	5 709	12	21	381	842
当年资源限量	6 000	250 000	900	1 800	15 000	28 000

经过计算, 得到以下数据:

$$\omega = \{0.196, 0.198, 0.072, 0.208, 0.207, 0.119\}$$

$$\lambda = \{0.394, 0.227, 0.062, 0.120, 0.142, 0.055\}$$

$$L_1(\lambda, j) = \{0.301, 0.712, 0.535, 0.476, 0.647, 0.522, 0.378, 0.697, 0.516, 0.385, 0.252, 0.316\}$$

项目优先建设顺序为: K, A, L, G, J, D, I, F, C,

E, H, B。

求解 0-1 规划模型, 有如下解:

$$y = 4.328; X_1 = X_2 = X_3 = X_5 = X_6 = X_7 = X_8 = X_{10} = X_{11} = X_{12} = 1, X_4 = X_9 = 0。$$

当年可以开工建设的项目有: A, B, C, E, F, G, H, J, K, L, 项目 D, I 应推迟到下一年度再根据资源供应情况决定是否开工。这样就为灾后项目重建提供了科学决策依据。

5 结语

灾后恢复重建的政府投资主要用于被损毁的基础设施和公共建设类项目, 包括灾区群众的生活安置、公共交通、医院、学校、水利以及政府办公场所的恢复重建。重建的任务非常繁重, 投资十分巨大。一定要经过科学的管理和规划, 坚持以人为本、可持续发展, 切实落实工作责任, 把有限的资源投入到最

急需的地方, 使之发挥最大效益。利用笔者介绍的统筹计划方法, 可以从全局的角度把握资源的投向和数额, 从而提高资源的使用效率。

参考文献

- [1] 邱苑华. 管理决策与应用熵学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- [2] 冯端, 冯少彤. 溯源探幽——熵的世界[M]. 北京: 科学出版社, 2005
- [3] Frittelli M. The minimal entropy martingale measure and the valuation problem in incomplete markets. *Mathematical Finance*, 2000, 10(1): 39-52
- [4] 仰炬, 张朋柱. 基于粗糙集信息熵投资优序评价模型研究[J]. *经济管理*, 2004, (14): 18-22
- [5] 谢金星, 薛毅. 优化建模与 LINDO/LINGO 软件[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005

Post-disaster reconstruction project management decision-making study

Tian Yuanfu¹, Li Hailian¹, Ma Xinmei²

(1. Engineering Management Department of Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China; 2. Lanzhou Earthquake Museum Lanzhou 730070, China)

[Abstract] Strong earthquake brings great loss to people's lives and property, post-disaster reconstruction task is urgent and arduous. Managers need to make a comprehensive and scientific decision-making according to the principle of people-centered, scientific planning, overall consideration, step-by-step implementation, self-reliance, national support and community help, and make reasonable distribution to the huge input of human and material resources to achieve their maximum effectiveness. The paper uses system modeling ideas and methods of co-ordinating plans to explore this issue, from the perspective of post-disaster reconstruction overall situation, establishes a mathematical model of reconstruction's prior recorder and meeting the limited resources, and offers theory support to reconstruction task's reasonable statistics planning, with a view to enlighten and help decision-maker.

[Key words] post-disaster reconstruction; project management; investment decision-making; entropy