

论减灾系统的远程公平化

姚清林

(中国地震局地质研究所,北京 100029)

[摘要] 远程公平化是偏向于远程的公平,旨在寻求系统整体的优化。在一定的约束条件下,通过域的间隔、变形,中心的定位与相应的远程运作机制,可消减不利因素对系统的干扰,扩大结构瓶颈,调优技术性弱点、难点、远点、易忽视点的指标期望与实现值,抑小扬大,隐近就远,弥补系统缺陷,或于不完备的条件下构建完备系统,保障全局利益与远效,推进减灾管理的科学化,改善各个方面的减灾工作。

[关键词] 远程公平化;减灾;管理;地震

[中图分类号] P315.6 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2009)06-0153-06

1 远程公平化的基本概念

公平是公正平等,不偏不倚的。然而,减灾系统中的远程公平化^[1]却是有偏的,它偏向于远程。

在一个区域选择防灾救灾站点、有关物质储备点时,理想的做法是基于交通网络找到距区域最远点最近的点。最远点是站位(中心)的函数,是一种非特指的概念。对某些具体的点而言,这种“照顾”最远点的做法会拉大其与站点的距离,似乎是不公平的,但却能减小区域救灾到上限,经济合理地设计站点数量与布局,保障整体救灾时间与效果。

为此,需要用到“中心”问题的算法,其中最优

$$d'(f[r,s],[t,u]) = \begin{cases} \max[fa(r,s), (1-f)a(r,s)] & [r,s] = [t,u] \\ fa(r,s) + [d(r,t) + d(r,u) + a(t,u)]/2 & [r,s] \neq [t,u] \end{cases} \quad (2)$$

远程公平化是一种貌似偏向实则较为公平的概念。它的实质在于系统整体的优化,实施原则在于技术性地扩大瓶颈,增加薄弱点指标的技术实现并相应调优系统结构。千里长堤已按防范100年一遇洪水修建,可假如堤体上存在薄弱点,10年一遇洪水就可能使之溃决。若如此,其他部位修建得再高大结实也没用。在有限的条件下,就应该把重点放在消除隐患上,而不是按照防范更大洪水的标准继

续加高河堤。的中心是一般绝对中心 x 。以 $d(i,j)$ 表示 G 上点 i , j 间的距离,有

$$\max_{j \in G} d(x,j) = \min_{i \in G} \max_{j \in G} d(i,j)$$

可以用姚清林给出的算法^[2,3]。

算法^[2]中求点一边距时若 $[t,u] = [r,s]$,则

$$d'(f[r,s],[t,u]) = \min \{ \max[fa(r,s), (1-f)a(r,s)], [d(r,s) + a(r,s)]/2 \} \quad (1)$$

对于灾害破坏后的缺陷交通网络,这种情形是有可能出现的。若 $[r,s]$ 是悬挂边,且顶点 s 是悬挂点,则

续加高河堤。

然而,在条件许可选择不同的方案时,按较高标准修筑可防范较大洪水的堤坝,虽影响某些近期利益,却能更长久地保障堤坝不被冲垮,避免的损失会比筑堤投入大得多。既然如此,是否堤坝修筑得越高越好呢?也不尽然。一方面有人力、物力、财力是否允许的问题;另一方面有综合平衡,统筹兼顾的问题,各种资源有限,建设与减灾的方方面面,不能

[收稿日期] 2009-04-14

[作者简介] 姚清林(1958-),男,河南驻马店市人,中国地震局地质研究所研究员,研究方向为减灾理论方法;E-mail:qlnh@sohu.com

顾此失彼;再一方面有一个必要性问题,堤坝修得能防1 000年一遇的洪水固然好,可是这1 000年会有多少变数?也许河床淤积了,河道治理了,拦截了,分流了。这1 000年如此高大堤坝的维护维修又要下多大的功夫,给交通运输等方面又会带来多少负面影响?因此堤坝并非可以无原则地加高。虽可根据社会、经济、减灾等各方面的因素与目标,详加演算,优化决策,但这并非易事。那么,远程公平化如何处理此类问题呢?这可归结为分区与覆盖问题。

在一些选址问题中,需用覆盖模型来分析。设施A覆盖需求点B是指A能在规定的时间或距离内服务B。有Toregas等首先提出的集合覆盖模型^[4]和Churh等提出的最大覆盖模型^[5]。在更广的意义上,不论哪种模型,站点蕴含功能皆应在某指标值的约束下延及所覆盖的所有服务需求点。该指标值对远程公平化的理解非常重要,它为偏向于“远程”的公平实现过程限定了一个域。譬如要使救灾最大反应时间最小。救灾反应时间当然越小越好,为什么还允许有较大乃至最大的反应时间?是此域与其他客观条件,如技术能力、支持环境等所限。域内最大反应时间是否可被容许,有其他指标限制。远程公平化旨在实现有限条件下的失效风险最小化,其技术以前一限制为运作背景,后一限制为目标约束,域、结构、位、径等决定了其运作机制。

2 远程公平化与系统科学

系统强调的是功能与结构的整体性与内在关联性。譬如用4根木条1块板,可组合成一个功用、性质不同于条、板的系统整体——桌子。对整体而言各部件皆很重要,系统论的机器里一颗螺丝钉也不可缺少。但对于远程公平化,即使在不完备的条件下,亦可形成具整体功能的“机器”。仍以桌子为例,若只有一面一腿,系统论的桌子无法立起,需寻找另外3腿。但远程公平化会在独木支撑的客观条件下,调置平衡后把重心太高作为需“公平”对待的远程问题,采取降低重心、变形桌腿、固定桌腿于地板等措施,通过有效地减小“最小最大距” d_{\min} (借用概念:设 $P(x, y)$ 是赋权有向连通图 $D = (V, A) = \{v, a | 点 v \in V, a \in D \setminus V\}$ 中从点 x 到点 y 的一条最短路,路长为 $d(P)$ 。则 $d_{\min} = \min_{x \in D} \max_{y \in D} d(P)$),使整个体系压缩至可在一定的原则与目标约束下建立内部结构联系的状态。

可见,远程公平化运用一定的技术,能使系统

“起死回生”,或可于缺陷条件下构建完整的系统。当然,更能优化系统的功能结构。

3 远程公平化与减灾系统

减灾也是系统工程^[6],但却是不完备条件下的产物。灾害的难预知性与难抗拒性使其中的预报、防灾、抗灾、救灾等皆很难完整地实现其理想的预期功能,人类的主观意识、管理作用与物态环境的局限性亦对系统结构具有不可忽视的影响,系统变形的非唯一性在可能主观误构的同时,也给运用远程公平化调适系统留下了可行的空间。

远程公平化的最佳中心确定后,便有相应的最远点与距中心最远的距离。对减灾系统而言,“中心”可能是人事、组织、经费等构成的管理权。其运作机制、计划、决策、经费流向等因素的总体,决定了“中心”的位置,进而决定了“远程”之所在。

譬如地震减灾定位在抗灾、防灾上,则远程点(指最远点群)可能是经济能力(也有技术、管理因素)之局限性。因为倘若经济、技术等条件允许,使人类所有驻留与活动的场所都能完全抗拒任何地震的破坏,当可彻底解决减灾问题。问题是目前世界上任何一个国家也不可能具备这样的实力。这属于最远点无法有效拉近的情况,首先要判断中心定位是否准确,结构是否合理。若已实现最优定位,最大距已缩到最小,仍无法实现其功能目标,则只有压缩或分割所研究的对象域。尤如宏观物质不能实现的功能目标,可能需降到纳米级、原子级……

如果把对象域理解为区域,地震减灾要想实现这种分割,首先靠烈度区划。1990年颁布的《中国地震烈度区划图》中约有41%的国土、一半以上的城市位于地震基本烈度 ≥ 7 度地区。高基本烈度区虽可加强防护,可范围仍然太大,目前亦无法做到无损抗震防护。要想继续分割区域或压缩远程,唯有靠地震预测。因为地震强烈破坏区是一个相对较小的区域。据《中国地震烈度表》(GB/T 17742 - 1999),未经抗震设计或加固的单层或数层砖混和砖木房屋,8度中等破坏;9度严重破坏,局部倒塌;10度则大多数倒塌。一些典型震例8度及以上烈度区面积见表1。若能预测何地近期将发生强烈地震,可集中力量,采取强有力的抗灾、防灾、避灾措施,尽可能地减小地震损失,特别是避免或减少人员伤亡。

表1 某些强震的烈度面积与建筑物破坏

Table 1 Intensity area and building destruction resulting from some strong earthquakes

地震时间	震中位置	震级	烈度	面积/km ²	建筑物倒塌破坏情况
1966-03-08	隆尧	6.8	9 ⁺	15	房屋几乎全部倒塌
			9	300	土坯房、表砖房大多数倒塌,砖房严重破坏
			8	900	50%的土坯房、表砖房倒塌破坏
1966-03-22	宁晋	7.2	10	137	85%以上的房屋落顶倒塌;全部房屋严重破坏
			9	1320	房屋全部毁坏,约80%的房屋落顶倒塌
			8	5810	约70%的房屋倒塌与破坏
1976-07-28	唐山	7.8	11	50	房屋普遍倒塌
			10	212	I, II类房大多数倒塌, III类房许多倒塌
			9	1938	II类房许多倒塌,多数破坏; III类房少数倾倒,许多破坏
			8	6387	II类房少数倒塌,许多破坏; III类房大多数损坏
2008-05-12	汶川	8.0	11	2580	民房全部倒塌;钢筋框架楼房全部损毁,倒塌80%以上
			10	3650	楼房全部损毁破坏,倒塌50%以上;少量钢筋框架楼房倒塌
			9	8730	砖混结构民房大多严重破坏,部分局部倒塌,小部分(多层)垮塌;简易房倒塌严重;达标钢筋混凝土结构房少见垮塌
			8	25380	民房以中等—严重破坏为主;简易房屋倒塌较多,达标房主体多数以轻微破坏—中等破坏为主

注:据资料^[7-10];达标房指符合抗震设计规范的房屋

地震是突发性的,但却有一个较长的孕育过程,地下震源体没有与周围物质割裂开来,也不可能独立发生变化。地震巨大能量的积聚来自震源体周围很大的空间,该空间内的系统关联性与物理化学现象的可传递性决定了震源体的变化会在其他地方有所表现。对其进行的观测与分析奠定了预测的基础与可能性。据报道,2008年5月12日汶川M8.0地震前,水温、水氡、地应力、地形变、地下流体、动物、气象、地象、电离层等都有异常变化^[11-15]。

4 远程公平化的实现方式

最远点(群)识别与最佳中心的准确定位,缩短最小最大距;a. 域内技术性调整。①单程压缩:为远程点开辟新径;原径调速。②全域压缩。b. 域的分割。①相似分割(子域与母域具有基本相同的结构特征)。②非相似分割:结构变形;结构关系变化。

a①与b②皆可能改变域结构与远程目标点,对减灾意义较大的是a②与b①,即相似性缩域。改变了域结构的实现方式问题在于:难以把握;新远程点出现,系统未必得到优化,但有时也需由这种方式打开新的局面。

缩短最小最大距的实现方式还可作两类划分:a. 守恒;b. 变性。后者如物体从宏观到纳米,出现了小尺寸效应、量子效应(含宏观量子隧道效应)、

表面效应和界面效应;到原子级,出现了可化学反应的性质,哲学上所谓从量变到质变。对减灾的意义在于某些功能可实现性的出现。如地震预测,当前兆特征信息的提取具有时空强指向性与达到可定位的尺度时,可实现性便出现了。其中内蕴方式与程度双重涵义,其技术中心之域由知识与智能体系决定,分割与压缩可增强其目标实现的可能性。但能否在各子域产生最小最大距,实现最佳技术覆盖,还在于组织管理对域的形成、分割与向心作用的制约。

最远点一般并非“孤立点”,而是与大量的相关因素按一定的组织规则构成“边”。一点动则边上的点随动。等速的平移可保持“边”的原形态,“边”内“点”间关系变化决定的随动方式可导致“边”的变形,并因而形成新的结构形态。

5 远近之辩证与融合

在长远利益与即时利益有矛盾时,按照远程公平化,似乎应该把长远利益放在第一位,其实并不尽然。因为无论是经济建设还是减灾,长远利益与当前利益都是不可分割的。譬如为了人类的千秋万代,如今应该完全停止开采不可再生性自然资源。可时间的长河是由今而显现的,未来之远必将转化为今日之近,今之未来亦是未来之今。今不可用,则永不可用,则有与无有何区别,存在与否又有何意

义?因此资源不是不可用,而是不可滥用、误用。要帮助可再生资源再生,并通过科技寻求不可再生资源的替代。远程公平化融合远与近,因近而达远。一项工程刚完工没多久,就发现功能上、容量上、结构上、布局上有问题了,于是挖开、拆除,大修或重建,近之不存,焉有其远?

防灾求远效,有时却需救灾之近效弥补其不足,然而救灾的顺利实施也有赖于良好的防灾环境。这便属于远与近的辨证与融合。救灾无论做得多么有效,灾害死亡的人也不可能复生,毁坏的建筑物也不可能复原,因此,远重于近,减灾之“境界”最终还归结在防灾上。然而,防灾的远程点在“近”而不在“远”。“近”之动效是“远”之基础。地震发生前后的近期是保远效的关键点,也是技术难度上的远程点;生命线工程关键处,某些次生灾害危险源是空间上影响制约全局的远程点;不求有功但求无过,高耗低效,重形式轻实质,因循守旧等是管理上应该面对的远程点。远程点的问题若不能妥善解决,何来全局与远效的优化?

6 远程公平链

对策措施要考虑一种自然灾害可能链发的其他灾害,能够兼顾防止或抗御远期潜在灾害的措施优于仅针对即时、单种灾害的,这也符合远程公平化的原则。可是,在分段递进的事件演化序列中,如何为减灾中心定位才能实现远程公平?因未来的时空是多维的,无法直接计算推求。这就导致了定位的困难性与不定性。然而,事物的发展趋势与演化前景都是有迹可循的。对不同层位不同生长点演化趋势、过程、结果的预测与分析构成了一个立体的、无最终边界的域,中心与远程点的关系可表现为公平链。在其他多中心、多约束、多目标的域亦然。此链可以是点、线、面的组合。不同层面可以有自己的网络、中心与公平化,又受第一中心的调控。或者说链上之节点可以有自己的子域结构。点生长与链连接方式受客观规律与主观把握的共同制约,如:

1)点链型。针对某斜坡点发生重力崩滑的危险性:a.直接分析地形、地层、地下水等特征与重力作用是第一个层面;b.加入暴雨等气象灾害作用的分析是深入的一层;c.再加入地震作用的崩滑危险性分析是更深入的一层。

2)区链型。如地震—暴雨间的时空关系^[16,17],是一整体,不同时空场、技术域又各成体系,这便决

定了远程公平链的复杂性。远程公平链可据新的信息作阶段性调整,具有动态特征。

7 远程公平化的全局观

一个域中,距中心愈近“点”愈少,或范围愈小。远点的范围才是大的,愈远愈大。因此,远程公平化是着眼于大处的。近中心点可以尽享中心之功效;然而,若中心位置较偏时可能会使较大范围内的点远到失效的程度。远程公平化尽量减小近点与远点间的不平等性正是在对全区负责。

在减灾工作中,要想获取较大的全局利益,亦不能取近而舍远,得寸而失丈。决策者假如身处局部,则局部之利益关乎其身,近乎于目前。能否按照远程公平化的原则行事,思想能不能跳出局部的小圈圈,对决策者是个考验。减轻自然灾害的工作,硬件与软件,工程与非工程,过程与支持这一过程的经济或其他条件,事涉名与利,有多少个小圈圈?无法尽数。有些事情站到小圈圈里看,似乎很是公平了,经费有其用,名义在于减灾,可是跳出来从全局看,则是另一番景象。也许有些部位臃肿,另一些部位薄弱,臃肿处有“瘀滞”,薄弱处牵制了整个系统使其功能低下。令人惶然的是臃肿与薄弱,结构的失衡可能是隐含的,对于目光短浅之人,臃肿处不见其多,薄弱处亦不见其少。臃肿与薄弱之点,畸变于网络之内,游移于输入输出之间,因其不显于表,故而难现于形。也许臃肿处不在于肌骨,而在于血脉;薄弱处不在于量,而在于质;不在于力,而在于功;不在于言,而在于行;不在于行,而在于效。在这种情况下,从减灾管理的角度看,远程公平化实行何其难。

8 时空远程的公平化

除较为抽象的意义外,公平化之“远程”有时也指时空距离之远。如防灾、救灾网络问题。在地震孕育过程中,震源周围的地球物理场、地球化学场、形变场、应力场等会有一系列的变化。有关异常的出现具有一定的时间与范围特征。如地震围空区一般出现较早,地下水、地电、地磁等地球物理、化学异常出现相对较晚,且震兆可能最先发展于外围地区,再向潜在的震中逼近。2000年昆仑山口西8.1级地震前,1959年以来 $M \geq 6$ 地震围成背景空区,1994年以来 $M \geq 5$ 地震围成孕震空区,震前4个月有“逼近地震空区”^[18]。如能正确识别与认识远程震兆,则近程的震兆也较易明确与定位。

2004年12月26日印度洋9级大地震,早在20多天前,阿拉伯海、孟加拉湾、安达曼海、南海、太平洋就有大范围的孤立升温,升温区形态、强度、方位、结构有复杂的迁移演化特征。从卫星热红外图像可见,12月16日就有细增温条指向未来的震中。到了12月20日,热场明显退化分割,原宏观特征结构消失,安达曼海伸出的升温条到达了未来巨震的震中^[19]。这些近程升温条对地震特别是震中的预测有直接意义。然而,如果没有对远程演化趋势、过程、特征的分析,近程的震兆是无从捕捉的。给予远程足够的重视,也许是改进近程指标飘忽不定难以捉摸,因而预报准确率的一个有效途径。

赈灾在解决了农村灾民的应急生活问题后,重点应转向帮助他们修复耕地与水利设施,改善与保障必需的生产资料。如果赈灾资金有限,全部用于购置粮食、衣物等分给灾民,可在近期较明显地改善他们的生活水平,但随着时间的推移,那些生活资料终究会有用尽的时候,他们将如何生存?对灾民长期负责是远程“点”,也是赈灾的至高目标。如何保远?把他们视作人力资源,帮助恢复其生产能力,使其不仅等米下锅,且可造米;不仅待人助,且可自助。虽近期他们的生活水平降低了,却能久远地获得生活资料,且可劳动致富。

9 结语

远程公平化是减灾科学的一个重要原则,它不但指交通网、救灾站这些应用场合,还涉及到其他方方面面。例如从地质条件看,城市某区地层的抗灾能力较差,却又不得不利用那片土地,这时,就要在规划时给那里以“照顾”,使其可负轻避险,得宽待多助。凡此种种,难以尽举。远程公平化为系统化的公平,公平化的系统。可因宏见微,协调远近,除弊纠偏,调适结构,优化全局。针对自然灾害,也有助于析其时空关联,察其远近之兆,阻其危害作用,防其成灾之效。为此,技术难点可攻可克,方法可立可建,惟观念与管理上的远程公平化,更觉任重而道远。

参考文献

- [1] 姚清林. 论城市减灾规划的四项技术特征[J]. 规划师, 2002, (10): 87-89
- [2] 姚清林. 关于城市地震救灾站优化定位问题数学解法的研究[J]. 地震学报, 1995, (1): 110-116
- [3] 刘波, 姚清林, 卢振恒, 等. 灾害管理学[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 1998
- [4] Toregas C, Swain R, Revelle C, et al. The location of emergency service facilities[J]. Operations Research, 1971, (6): 1363-1373
- [5] Church R L, Revelle C. The maximal covering location problem[J]. Papers in Regional Science Association, 1974, (1): 101-118
- [6] 马宗晋, 姚清林. 减灾系统工程[N]. 北京晚报, 1998-02-02(6)
- [7] 中国地震年鉴编辑部. 中国地震年鉴(1949—1981)[M]. 北京: 地震出版社, 1990
- [8] 曾炬, 罗兰格, 候建明. 1966年3月8日、22日河北省邢台6.8, 7.2级地震[A]. 中国震例(1966—1975)[C]. 北京: 地震出版社, 1988
- [9] 杨士恩, 邓志辉, 马文涛, 等. 汶川8级强震极震区破坏情况与烈度[J]. 地震地质, 2008, (2): 349-354
- [10] 李志强, 袁一凡, 李晓丽. 汶川M_s8.0特大地震破坏特征初步研究[J]. 地震地质, 2008, (4): 855-876
- [11] 刘冬英. 宁波台水温、水氢异常与汶川8.0级地震关系探讨[J]. 大地测量与地球动力学, 2008, (6): 53-55
- [12] 张培耀, 张道仪, 朱万宁, 等. 四川汶川8级地震地应力异常——来自压磁频率应力测量系统的记录[J]. 地质学报, 2008, (12): 1788-1799
- [13] 柯昌安, 李正媛, 窦玛丽. 汶川8级地震前陕西地倾斜 γ 值的异常反应[J]. 大地测量与地球动力学, 2008, (6): 56-60
- [14] 车用太, 刘成龙, 鱼金子. 汶川M_s8.0地震的地下流体与宏观异常及地震预测问题的思考[J]. 地震地质, 2008, (4): 828-838
- [15] 祝芙英, 吴云, 林剑, 等. 汶川M_s8.0地震前电离层TEC异常分析[J]. 大地测量与地球动力学, 2008, (6): 16-21
- [16] 姚清林. 自然灾害链的场效机理与区链观[J]. 气象与减灾研究, 2007, (3): 31-36
- [17] 姚清林. 区域性地震过程对中国大陆洪水影响之初探[J]. 气象与减灾研究, 2008, (4): 34-42
- [18] 董治平. 昆仑山口西8.1级地震前的地震活动图像演变特征[J]. 西北地震学报, 2003, 25(1): 59-63
- [19] 姚清林, 强祖基. 大地震前地表温度场的演化特征[J]. 科学研究月刊, 2006, (3): 6-8

Equitableness to long-distance of disaster reduction systems

Yao Qinglin

(*Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing 100029, China*)

[**Abstract**] The equitableness to long-distance of the disaster reduction aims at improving the bad condition of some structural parts, and seeking optimization of the whole system. Under certain constraints, by partition and deformation of the territory, localization of the center and the corresponding long-distance operation mechanism, the disturbance of the disadvantage factors to the system may be reduced, the bottleneck can be technically eliminated, expectation and achieving-degree of the technical indexes in a weaker condition can be improved. The equitableness to long-distance can remedy system's flaw by the long-distance mechanism or construct the complete system in an incomplete condition, safeguard the interest of the whole and the far effect, scientize the disaster reduction management, and improve the disaster reduction work in each aspects.

[**Key words**] equitableness to long-distance; disaster reduction; management; earthquake

(上接 152 页)

Short-term and impending precursor of sand layer stress in Wenchuan Earthquake

Wang Yuying¹, Tong Xiaohui¹, Sun Xiaoming¹, Sun Wei²

(1. *Liaoning Seismological Bureau, Shenyang 110034, China;*

2. *Beijing Precision Tech. Ltd., Beijing 100098, China*)

[**Abstract**] An earthquake preparation physical model was established based on observation data of sand layer stress instrument in Changping and Xiji, Beijing, earthquake precursor in the past 30 years observed by this instrument and precursor of Indonesia Earthquake (M = 8.7) on December 26, 2004. The short-term and impending precursor of Wenchuan Earthquake recorded by the sand layer stress instrument was in accordance with this model. The observed short-term and impending abnormal stage change of time and shape appeared in March, 2008, which was in accordance with the observation results of satellite thermal infrared and other testing methods in the aspect of time, had very obvious characters of impending earthquake anomaly.

[**Key words**] Wenchuan Earthquake; sand layer stress instrument; earthquake preparation physical model of sand layer stress; impending earthquake signal