文章编号：1003－207(2012)05－0157－06

一种基于属性二元关系的大群体决策方法及应用

徐选华，张丽媛，陈晓红，周艳菊

（中南大学商学院，湖南 长沙　410083）

摘　要：针对现有的大群体决策方法只考虑决策属性相互独立的不足，提出了一种基于决策属性之间二元关系的大群体决策方法，该方法基于二元关系形成群体成员偏好矢量属性关系矩阵，借助该关系矩阵是 0－1 矩阵及其范数性质，构建了两个决策成员偏好矢量相聚性度量模型，基于该模型提出了一种大群体决策偏好集结和决策方案排序方法。最后以湖南省重大冰雪灾害应急管理能力评价为案例，对方法进行了应用。

关键词：大群体决策；二元关系；关系矩阵；偏好相聚模型

中图分类号：TP311.52　　　**文献标识码**：A

1　引言

近年来，我国部分地区接连遭遇罕见的自然灾害，如暴雨雪天气、干旱、泥石流和洪涝灾害等，经济损失达数千亿元，因此中国已处于各种灾害的高风险之中。重大灾害应急决策环境越来越复杂，决策者面临的不确定因素日益增多，各因素之间的关系呈现复杂的关联性，所承受的决策风险愈来愈大[1－2]。因此对灾害应急能力评价和应急管理是政府以及学术界研究的重大课题之一，以洪水灾害为例，其应急能力评价是根据洪水灾害评价指标体系，采用适合的模型进行综合评价，评价结果对提高应急管理水平具有重要实际意义[3]，也给应急决策提供科学依据。目前对灾害及应急决策评价的各单项指标（可与决策属性对应）多为相互独立互不影响，即存在不相容性[4]，忽略了指标之间的关系，换句话说灾害及应急能力评价的各单项指标存在关联性（多为非线性关系）。传统的属性之间关联的多属性群决策（MADM）理论主要有：属性间存在可消除关联的单层 MADM 理论[5－6]、属性间存在不可消除关联的单层 MADM 理论[7－8]及基于属性间关联的层次 MADM 理论[9]。解决属性间关联的多属性决策问题，章玲[10]提出了关联加权平均方法、关联现行分配方法、关联 ELECTRE 方法和有序 Sugen 方法。但决策成员增多时，上述方法计算偏复杂，适应性不佳。群决策一直是众多学者研究的主题之一，并取得了很多优秀的成果。常见的群决策方法有：基于证据距离和模糊熵权变换的多属性群决策方法[11]、基于模糊判断矩阵的群决策方法[12]等，但随着网络技术的发展，越来越多的决策问题需要众多成员（大群体）协商完成，尤其是在应急决策中，在最短的时间做出最有效的决策需要各个不同领域的专家，上述传统的群决策方法难以适应解决大群体决策问题。因此，在大群体决策方法方面有学者进行了有益的尝试，如采用 AWA 算子集结决策成员的信息得到群体矩阵，提出一种大群体决策方法[13]；将改进后的 AHP 方法解决群决策问题[14]；将各个属性权重向量和大群体偏好矩阵进行合成，由各方案的综合评价向量，决定决策方案排序[15]；面向效用值偏好信息的大群体决策方法[16]。但是这些大群体决策方法并未考虑属性之间的关系，因此本文尝试从一个新的角度出发，考虑决策属性之间的二元关系，并基于此关系提出了一种大群体决策方法。

从上述问题出发，基于决策属性二元关系形成群体成员偏好矢量的属性关系矩阵，利用矩阵范数及 0－1 矩阵的相关研究结果[17－18]，提出了基于属性二元关系的大群体成员偏好相聚模型、偏好集结方法和决策方案排序方法。最后以湖南省重大冰雪灾害应急管理能力评价为案例，对本文的方法进行应用。

收稿日期：2011－07－03；**修订日期**：2012－05－05

基金项目：国家自然科学基金资助项目（71171202，70871121，71171201）；国家创新研究群体科学基金（70921001）

作者简介：徐选华（1962－），男（汉族），江西临川人，中南大学商学院教授，博士，博导，研究方向：群决策理论与方法、信息系统与决策支持系统、工程与灾害应急管理.

2 基于属性二元关系的大群体成员偏好相聚模型

设决策问题存在 n 个属性，决策群体记为 Ω，其中有 m 个决策成员。群体中第 i 个决策成员针对这 n 个决策属性的评价值为 v_j^i，并且 $v_j^i \geqslant 0\ (i=1,2,\cdots,m;j=1,2,\cdots,n)$，评价值矢量 $V^i=(v_1^i,v_2^i,...,v_n^i)$ 为群体 Ω 中第 i 个决策成员的偏好矢量。

定义 1 属性关系矩阵。对于群体中第 i 个决策成员的偏好矢量 V^i，设 R 为 n 元偏好矢量 $V^i=(v_1^i,v_2^i,...,v_n^i)$ 上的属性二元关系，对任意的 $1\leqslant j_1,j_2\leqslant n$，称 $A^i(R)=(a_{j_1j_2}^i)_{n\times n}$ 为成员 i 的基于关系 R 的属性关系矩阵，其中 $a_{j_1j_2}^i=1$，当且仅当 $(v_{j_1}^i,v_{j_2}^i)\in R$，即成员偏好矢量分量 $v_{j_1}^i,v_{j_2}^i$ 满足二元关系 R，否则 $a_{j_1j_2}^i=0$。显然该关系矩阵 $A^i(R)$ 是 0－1 矩阵。

例如偏好矢量 $V=(0.2,0.4,0.8)$，当二元关系 R 描述成两元素之和不小于 1，那么偏好矢量 V 基于关系 R 的属性关系矩阵为 $\begin{pmatrix}0&0&1\\0&0&1\\1&1&1\end{pmatrix}$。

定义 2 对于属性关系 R，两个偏好矢量 V^i 和 V^j 的关系矩阵分别为 A^i 和 A^j，用关系矩阵的范数定义这两个偏好矢量的相聚度

$$r_{ij}(V^i,V^j)=\frac{1}{\sqrt{n}}\cdot\frac{\|A^i+A^j\|_2}{\|A^i\|_\infty+\|A^j\|_\infty}\qquad(1)$$

其中 $\|A\|_2=(\rho(A^TA))^{\frac{1}{2}}$，$\|A\|_\infty=\max\limits_{1\leqslant i\leqslant n}\sum\limits_{j=1}^{n}|a_{ij}|$，$\rho(A^TA)$ 是 A^TA 的谱半径，即矩阵 A^TA 特征值中绝对值最大者。

定理 1 对于定义 2 中定义的两个偏好矢量 V^i 和 V^j 之间的相聚度 $r_{ij}(V^i,V^j)$，满足：

(1) 自反性：

$$r_{ij}(V^i,V^i)=\frac{1}{\sqrt{n}}\cdot\frac{\|A^i+A^i\|_2}{\|A^i\|_\infty+\|A^i\|_\infty}=1$$

(2) 对称性：

$$r_{ij}(V^i,V^j)=\frac{1}{\sqrt{n}}\cdot\frac{\|A^i+A^j\|_2}{\|A^i\|_\infty+\|A^j\|_\infty}=r_{ji}(V^j,V^i)$$

(3) 有界性：$0\leqslant r_{ij}(V^i,V^j)\leqslant 1$。

证明：对称性显然成立，下证自反性和有界性：

因为属性关系矩阵是 0－1 矩阵，可得 $\|A^i\|_2=\sqrt{n}\|A^i\|_\infty$，则：

$$r_{ij}(V^i,V^i)=\frac{1}{\sqrt{n}}\cdot\frac{\|A^i+A^i\|_2}{\|A^i\|_\infty+\|A^i\|_\infty}=\frac{1}{\sqrt{n}}\cdot\frac{2\sqrt{n}\|A^i\|_\infty}{2\|A^i\|_\infty}=1$$

有界性：$r_{ij}(V^i,V^j)\geqslant 0$ 显然成立，下证 $r_{ij}(V^i,V^j)\leqslant 1$。

由矩阵范数的性质得：

$$\|A\|_2\leqslant\sqrt{n}\|A\|_\infty,\ \|A+B\|_2\leqslant\|A\|_2+\|B\|_2\qquad(2)$$

把(2)式代入(1)式得：

$$r_{ij}(V^i,V^j)=\frac{1}{\sqrt{n}}\cdot\frac{\|A^i+A^j\|_2}{\|A^i\|_\infty+\|A^j\|_\infty}\leqslant\frac{1}{n}\cdot\frac{\|\,\|A^i|_2+|A^j\|\,\|_2}{\|A^i\|_\infty+\|A^j\|_\infty}\leqslant\frac{\sqrt{n}}{n}\times\frac{\|\,\|A^i|_\infty+|A^j\|\,\|_\infty}{\|A^i\|_\infty+\|A^j\|_\infty}=1$$

3 基于属性二元关系的大群体偏好集结

首先把决策成员的偏好矢量 V^i 按照关系 R 形成关系矩阵 A^i，记基于 R 的关系矩阵集合为 $A=\{A^i|i=1,2,m\}$，再利用基于 R 的相聚度模型采用聚类方法进行决策成员偏好矢量聚类。引入阈值 r，用于区别偏好矢量 V^i 与 V^j 之间的相聚程度，即表示两个决策成员间的偏好接近程度。阈值 r 也称为群体中决策成员的资格参数，用于确定一个决策成员是否可以被包含在一个聚集中，在实际聚类中，阈值 r 一般在(0.5,1)取值[15]。基于上述偏好矢量相聚度模型 $r_{ij}(V^i,V^j)=\frac{1}{\sqrt{n}}\cdot\frac{\|A^i+A^j\|_2}{\|A^i\|_\infty+\|A^j\|_\infty}$，对所有成员偏好矢量集 $\Omega=\{V^i\mid i=1,2,\cdots,m\}$ 进行聚类[15]，形成 K($1\leqslant K\leqslant m$)个聚集并构成聚集结构，若 n_k 是属于第 k 个聚集的偏好矢量个数，则 $\sum\limits_{k=1}^{K}n_k=m$，聚集 C^k 中决策成员的偏好相对接近。

对于第 k 个聚集 C^k，通过其成员的偏好矢量计算该聚集的偏好矢量。首先计算 $h^k=\sum\limits_{V^i\in C^k}V^i$，则聚集 C^k 的偏好矢量为：$H^k=h^k/|h^k|$，其中 $|h^k|$ 是聚集 C^k 偏好矢量的模长。再计算整个大群体的偏好矢量，首先计算 $e=\sum\limits_{k=1}^{K}\frac{n_k}{m}H^k$，则整个大群体(的偏好矢量为：

$$E=e/|e|\qquad(3)$$

其中 $|e|$ 是群体 Ω 偏好矢量的模长。

4　基于属性二元关系的决策方案排序

4.1　基于属性二元关系的决策属性权重

属性权重是属性重要性的数量化表示，当属性权重较多时，决策者难于直接确定每个属性的权重。传统的利用专家打分定性地确定决策属性的权重虽然比较方便，但当群体成员增多时，不同成员的偏好和价值取向的差异将带来主观性偏差问题，往往难于较准确地确定每个属性的权重。因此需要用一定的方法把属性聚合起来确定一组权，常见的方法有：最小二乘法、特征向量法、二元语义集结算子等[19]。本文基于决策属性的二元关系 R，采用特征向量方法确定决策属性的权重。

定义 3　两个关系矩阵的加法定义如下

$$A^{i_1}(R)+A^{i_2}(R)=A(\mathrm{Min}(a^{i_1}_{j_1j_2},a^{i_2}_{j_1j_2}))_{n\times n}$$

定义 4　群体关系矩阵。对于第 i 个决策成员的偏好矢量 V^i 及 n 元偏好矢量 $V^i=(v^i_1,v^i_2,\ldots,v^i_n)$ 上的属性二元关系 R，并且 $A^i(R)$ 为第 i 个决策成员满足关系 R 的关系矩阵，则基于二元关系 R 的群体关系矩阵为：

$$A(R)=A^{i_1}(R)+A^{i_2}(R)+\ldots.+A^{i_m}(R) \tag{4}$$

因为群体关系矩阵 $A(R)$ 是 0－1 矩阵，最大特征值有唯一的特征向量，利用特征向量法可求得权重矢量[20]。设 W 是基于二元关系 R 的决策属性的权重，则：

$$A(R)\cdot W=\lambda_{\max}\cdot W \tag{5}$$

其中：$A(R)=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \ldots & a_{nn} \end{pmatrix}$，$W=(w_1,\ w_2,\ \ldots,\ w_n)^T$，$\lambda_{\max}$ 是群体关系矩阵 $A(R)$ 的最大特征值，W 是 $\lambda_{\max}$ 对应的特征向量。

4.2　基于属性二元关系的决策方案排序

对于 m 个决策成员，按照属性二元关系 R 对群体成员偏好矢量集 $\Omega=\{V^i\}$ 进行聚类，得到 K 个聚集，利用式(3)可以获得大群体偏好矢量为 $E=(e_1,e_2,\ldots,e_n)$。现设决策问题存在 P 个决策方案，构成方案集 $\{x_1,x_2,\ldots,x_P\}$，对其中每个方案 x_l（其中 $l=1,2,\cdots,P$），采用以上方法可以获得相应的大群体偏好矢量为 $E^l=(e^l_1,e^l_2,\ldots,e^l_n)^{\mathrm{T}}$，它们构成大群体偏好矩阵（仍记为 E）：

$$E=(E^1,E^2,\ldots,E^P)$$

$$=\begin{pmatrix} e^1_1 & e^2_1 & \ldots & e^P_1 \\ e^1_2 & e^2_2 & \ldots & e^P_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ e^1_n & e^2_n & \ldots & e^P_n \end{pmatrix} \tag{6}$$

结合上述属性权重，可得决策方案排序向量为：

$$O=W^T\cdot E=(w_1,\ w_2,\ \ldots,\ w_n)\cdot \begin{pmatrix} e^1_1 & e^2_1 & \ldots & e^P_1 \\ e^1_2 & e^2_2 & \ldots & e^P_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ e^1_n & e^2_n & \ldots & e^P_n \end{pmatrix}$$

$$=(O_1,\ O_2,\ \ldots,\ O_P) \tag{7}$$

向量 O 中分量数据的最大者对应最优决策方案。

5　应用案例及结果分析

利用徐选华[21]的案例数据，针对湖南省冰雪灾害应急管理能力评价问题，对湖南省 5 个城市（长沙市、株洲市、湘潭市、娄底市、郴州市）应急管理能力进行评价，每个城市根据当地实际情况聘请具有代表性的 30 个领域专家，构成群体 Ω，评价指标划分为三个层次[21]：第三层 61 个指标、第二层 20 个指标、第一层 6 个指标，通过对 61 个三级评价指标进行调研和专家打分，逐级别汇集得到 6 个一级评价指标（抗冰救灾指挥部应急能力、气象部门监测与预警能力、居民应急反应能力、电力部门应急能力、运输管理部门应急能力、其他部门应急能力）。决策问题提出者根据决策目标制定，确定属性之间二元关系 R 描述为：$\log(x_1+x_2)\geqslant 0.5$，$(x_1,x_2)\in R$，即属性之间的二元关系表示两个属性评价值之和的对数不小于 0.5。

将上述评价指标与本方法中的决策属性对应，可得上述问题的 6 个属性，记为属性 A_1、属性 A_2、属性 A_3、属性 A_4、属性 A_5、属性 A_6，将评价城市与决策方案对应，于是得到 5 个决策方案，构成决策方案集 $\{x_1,x_2,x_3,x_4,x_5\}$，分别对应于长沙市、株洲市、湘潭市、娄底市、郴州市。上述 30 个专家分别对应地评价 5 个城市应急管理能力，可得到 30 个偏好矢量 $\{V^i\mid i=1,2,(,30\}$：其中长沙市 $\{V^1\sim V^6\}$、株洲市 $\{V^7\sim V^{13}\}$、湘潭市 $\{V^{14}\sim V^{18}\}$、娄底市 $\{V^{19}\sim V^{24}\}$、郴州市 $\{V^{25}\sim V^{30}\}$。为了计算方便将偏好矢量表的元素值标准化为 0 到 1 之间，做线性变换 $z_{ij}=\dfrac{y^{\max}_j-y_{ij}}{y^{\max}_j-y^{\min}_j}$ [20]，得到决策专家成员偏好矢量集，仍记为 $\Omega=\{V^i\mid i=1,2,\cdots,30\}$，如下表 1 所示。

表 1 群体成员偏好矢量

序	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	序	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
V^{1}	0.8452	0.9037	1.0000	1.0000	0.8003	0.9316	V^{16}	0.3338	0.0813	0.4122	0.1254	0.1098	0.6344
V^{2}	0.4410	0.6640	0.4722	0.6227	0.5933	0.6010	v^{17}	0.8311	0.8716	0.4711	0.6387	0.5933	0.6360
V^{3}	0.8613	0.7228	0.7569	0.3666	0.7118	0.9731	V^{18}	0.3847	0.8716	0.3316	0.3034	0.4352	0.6344
V^{4}	1.0000	0.0000	0.3151	0.1609	0.5933	0.0432	V^{19}	0.3143	0.5832	0.2989	0.5299	0.5164	0.5081
V^{5}	0.6810	0.9374	0.6152	0.8043	0.7031	1.0000	V^{20}	0.4028	0.4724	0.5855	0.6682	0.2282	0.2655
V^{6}	0.1113	1.0000	0.0000	0.1963	0.3100	0.5725	V^{21}	0.1709	0.5211	0.5311	0.4885	0.6750	0.4585
V^{7}	0.6206	0.7769	0.4711	0.5180	0.3172	0.4194	V^{22}	0.3787	0.3590	0.5821	0.6943	0.2282	0.4503
V^{8}	0.9055	0.9256	0.6170	0.8522	1.0000	0.7818	V^{23}	0.0657	0.0958	0.4122	0.0875	0.0000	0.1319
V^{9}	1.0000	0.8582	0.7363	0.8865	0.5421	0.8721	V^{24}	0.2145	0.9609	0.4122	0.7516	0.7273	0.8241
V^{10}	0.9786	0.7769	0.8008	0.7156	0.5039	0.4552	V^{25}	0.3532	0.2397	0.5049	0.0000	0.2969	0.0000
V^{11}	0.3351	0.2397	0.2104	0.2844	0.2282	0.2720	V^{26}	0.4584	0.4318	0.6459	0.7516	0.8090	0.9560
V^{12}	0.1273	0.6164	0.4122	0.3690	0.1098	0.4389	V^{27}	0.2862	0.2397	0.5345	0.5186	0.2282	0.1792
V^{13}	0.0000	0.2996	0.3252	0.4216	0.1683	0.2370	V^{28}	0.3311	0.4318	0.4722	0.6138	0.5933	0.7085
V^{14}	0.4397	0.4730	0.3241	0.3034	0.4352	0.6344	V^{29}	0.5938	0.6956	0.6197	0.0124	0.4836	0.4568
V^{15}	0.5536	0.6292	0.6152	0.6836	0.7534	0.8070	V^{30}	0.5724	0.3371	0.4122	0.7167	0.2282	0.6344

表 2 基于关系 $R,\gamma=0.9$ 时的群体成员聚类表

被评城市	n_k	聚集成员 V^i	聚集偏好矢量 H^k	群体偏好矢量 E
长沙市	2	V^{1},V^{2}	(0.3540,0.4314,0.4052,0.4466,0.3835,0.4218)	(0.4352, 0.4741, 0.3329, 0.3257,0.4075,0.4504)
	1	V^{6}	(0.0916,0.8234,0.0000,0.1616,0.2553,0.4714)	
	2	V^{3}, V^{4}	(0.6520,0.2532,0.3755,0.1848,0.4571,0.3560)	
	1	V^{5}	(0.3465,0.4770,0.3130,0.4093,0.3578,0.5088)	
株洲市	4	V^{7}·V^{11},V^{12},V^{13}	(0.3126,0.5577,0.4095,0.4597,0.2377,0.3946)	(0.3940, 0.5108, 0.3970, 0.4461,0.2860,0.3814)
	1	V^{8}	(0.4319,0.4415,0.2943,0.4065,0.4770,0.3729)	
	1	V^{9}	(0.4927,0.4229,0.3628,0.4368,0.2671,0.4297)	
	1	V^{10}	(0.5491,0.4360,0.4494,0.4016,0.2828,0.2554)	
湘潭市	3	V^{14},V^{16},V^{15}	(0.3796,0.3385,0.3866,0.3182,0.3714,0.5938)	(0.3924, 0.4482, 0.3449, 0.3189,0.3665,0.5386)
	1	V^{17}	(0.4934,0.5175,0.2797,0.3792,0.3523,0.3776)	
	1	V^{18}	(0.2949,0.6682,0.2542,0.2326,0.3336,0.4863)	
娄底市	5	V^{19}, V^{20}, V^{21}, V^{22},	(0.2731,0.4163,0.4939,0.5059,0.3377,0.3718)	(0.2508, 0.4449, 0.4560, 0.4995,0.3557,0.3939)
	1	V^{23}	(0.1257,0.5631,0.2415,0.4404,0.4262,0.4829)	
		V^{24}		
郴州市	6	V^{25}, V^{26}, V^{27}, V^{28}, V^{29},V^{30}	(0.4076,0.3490,0.5197,0.4024,0.3635,0.3845)	(0.4076, 0.3490, 0.5197, 0.4024,0.3635,0.3845)

步骤 1 取聚类阈值 $\gamma=0.9$[15]，利用(1)式的基于 R 的成员偏好矢量相聚度模型 $r_{ij}(V^i,V^j)=\frac{1}{\sqrt{n}}\cdot\frac{\|A^i+A^j\|_2}{\|A^i\|_\infty+\|A^j\|_\infty}$，分别对各个城市的评价专家成员偏好矢量集进行聚类，可得聚集结构，详细结果如下表 2 所示。

步骤 2 利用上表 2 最后一列数据，得到评价群体的偏好矩阵为：

$$E=\begin{bmatrix}0.4352 & 0.3940 & 0.3924 & 0.2508 & 0.4076\\ 0.4741 & 0.5108 & 0.4482 & 0.4449 & 0.3490\\ 0.3329 & 0.3970 & 0.3449 & 0.4560 & 0.5197\\ 0.3257 & 0.4461 & 0.3189 & 0.4995 & 0.4024\\ 0.4075 & 0.2860 & 0.3665 & 0.3557 & 0.3635\\ 0.4504 & 0.3814 & 0.5386 & 0.3939 & 0.3845\end{bmatrix}$$

步骤 3 由表 1 根据定义 1 可以求出相应的基于关系 R 的属性关系矩阵 $A^i(R)$，组成关系矩阵集合 $\{A^i(R)\mid i=1,2,(,30\}$。再利用定义 3 和(4)式求得群体关系矩阵：

$$A(R)=\sum_{i=1}^{30}A^i(R)=\begin{pmatrix}1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1\\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1\\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1\\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1\\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1\\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1\end{pmatrix}$$

再利用(5)式的属性权重算法，计算属性权重为：$W=(0.2467,\ 0.1680,\ 0.1374,\ 0.0031,\ 0.2761,\ 0.1732)^{\mathrm{T}}$。

步骤 4 利用(7)式的决策方案排序算法，得到

5 个城市应急管理能力排序向量为：

$O = W^T \cdot E = (0.4243, 0.3840, 0.4150, 0.3673, 0.3988)$

从排序向量结果可以看出最大值为 0.4243，即长沙市的重大冰雪自然灾害应急管理能力最好，其它城市依次为湘潭市、郴州市、株洲市、娄底市。

为了说明本文方法的优点，引入一致性指标 ρ[15]，本文求出的群体一致性指标 $\rho = 0.6546$，大于徐选华[21]的群体一致性指标 $\rho = 0.5964$，即本文基于属性二元关系的各个聚集中成员意见一致性高，优于徐选华[21]，基于此聚类结果得到的五个城市重大冰雪自然灾害应急管理能力排序更为合理。

6　结语

本文从重大灾害实际问题出发，分析应急决策问题的一些新特点，总结出决策属性之间具有复杂关系的新问题，从比较简单的二元关系出发进行研究，给出了基于属性二元关系的关系矩阵，在此基础上提出了两个成员偏好矢量之间的相聚度，进一步提出了基于属性二元关系大群体成员偏好集结方法、决策属性权重方法及决策方案排序方法，并以湖南省重大冰雪灾害应急能力评价为案例进行了应用，结果可以看出本文的方法比较适用于复杂大群体评价与决策问题。本文考虑的二元关系是一个尝试，可在今后通过模拟或实验推广到其它关系或模糊关系等，另外在本文研究的偏好集结模型中，若决策属性个数 $n \to \infty$，则相聚度 $r_{ij}(V^i, V^j) \to 1$，即属性个数 n 很大时，所有决策成员被分到一个聚集，因此决策属性数量与聚集结构存在一定关系，今后须进一步揭示其规律。

参考文献：

[1] Soung H K, Sang H C, Jae K K, An interactive procedure for multiple attribute group decision making with incomplete information: range-based approach[J]. European Journal of Operational Research, 1999, 118: 139－152.

[2] Ogryczak W O, Vetschera R. Methodological foundations of multi-criteria decision making[J]. European Journal of Operational Research, 2004, 158: 267－270.

[3] 赵黎明，王康，邱佩华. 灾害综合研究评估[J]. 系统工程理论与实践, 1997, 17(3): 63－69.

[4] 金菊良，张欣莉，丁晶. 评估洪水灾情等级的投影寻踪模型[J]. 系统工程理论与实践, 2002, 22(2): 140－144.

[5] Carlsson C, Fuller R. Multiple criteria decision making: the case for interdependence[J]. Computers & Operations Research, 1995, 22(3): 251－260.

[6] Carlsson C, Fuller R. Fuzzy multiple criteria decision making: recent developments[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1996, 78(2): 139－153.

[7] Chen M F, Tzeng G H. Combining grey relation and TOPSIS concepts for selecting an expatriate host country[J]. Mathematical and Computer Modelling, 2004, 40(13): 1473－14907.

[8] Carlsson C, Fuller R. Multiobjective linguistic optimization[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2000, 115(1): 5－10.

[9] Jahanshahloo G R, Lotfi F H, Izadikhah M. Extension of the TOPSIS method for decision-making problems with fuzzy data[J]. Applied Mathematics and Computation, 2006, 181(2): 1544－1551.

[10] 章玲. 基于关联的多属性决策分析理论及其应用研究[D]. 南京航空航天大学博士学位论文, 2007.

[11] 郭凯红，李文立. 权重信息未知情况下的多属性群决策方法及其拓展[J]. 中国管理科学, 2011, 19(4): 94－103.

[12] 和媛媛，周德群，王强。基于模糊判断矩阵的群决策方法研究[J]. 中国管理科学, 2008, 16(2): 128－131.

[13] Xu Zeshui. An automatic approach to reaching consensus in multiple attribute group decision making [J]. Computers & Industrial Engineering, 2009, 56, 1369－1374.

[14] Dong Yucheng, Zhang Guiqing, Hong Weiching, et al. Consensus models for AHP group decision making under row geometric mean prioritization method[J]. Decision Support Systems, 2010, 49, 281－289.

[15] 徐选华，陈晓红. 一种多属性多方案大群体决策方法研究[J]. 系统工程学报, 2008, 23(2): 137－141.

[16] 徐选华，陈晓红，王红伟. 一种面向效用值偏好信息的大群体决策方法[J]. 控制与决策, 2009, 24(3): 440－450.

[17] Wu Honglin. On the 0－1 matrices whose squares are 0－1 matrices[J]. Linear Algebra and its Applications, 2010, 432: 2909－2924

[18] Alexander B. On the number of matrices and a random matrix with prescribed row and column sums and 0－1 entries[J]. Advances in Mathematics, 2010, 224(3): 16－339.

[19] 丁勇，梁昌勇，朱俊红，等. 群决策中基于二元语义的主客观权重集成方法[J]. 中国管理科学, 2010, 18(5): 165－170.

[20] 岳超源. 决策理论与方法[M]. 北京：科学出版社, 2003.

[21] 徐选华,李芳．重大冰雪灾害应急管理能力评价—以湖南省为例[J]. 灾害学,2011,26(2):130－137.

A Large Group Decision Method and its Application Based on Binary-Relation of Attributes

XU Xuan-hua, ZHANG Li-yuan, CHEN Xiao-hong, ZHOU Yan-ju

(School of Business, Central South University, Changsha 410083,China)

Abstract: Aimed at the disadvantage for existing large group decision methods only considering the independent decision-attributes, a new large-group decision method based on binary-relation among decision attributes is proposed. The binary relation is used to form the attribute relationship matrix of preference vector of group members. With the relationship matrix which is 0－1 matrix and its property of norm, the clustered measurement model between preference vectors of two decision members is constructed. Based on the model, a preference aggregation method for large group decision making and decision alternative ranking is proposed. Finally, the method is applied in the case of emergency management ability evaluation of major snow disaster in Hunan province of China.

Key words: large group decision making; binary relationship; relation matrix; preference aggregation model