

文章编号:1005-3085(2010)07-0147-09

大事件发生对我国外交影响的定量分析 ——浅论上海世博会对中国外交的影响力

高 源, 靳光震, 王 博

指导教师: 教练组

(中国海洋大学数学科学学院, 青岛 266100)

编者按: 论文中选择世博会对我国外交的影响进行建模研究, 所选择的这个侧面十分独特。文中收集了2007年以来我国外交活动的一些重大事件数据, 将其分为官方、民间和不同的级别进行评价, 分析与一些重大事件的吻合度, 给出了世博会对我国外交影响的定量分析结果。论文的优点是在侧面的选择、数据的收集、处事活动的分类定级及影响力的定理描述方面, 论文中的不足之处, 在于层次分析矩阵确定性中的主观性太强, 吻合度的判断没有满意的判断方法。

摘 要: 本文量化研究了大事件对外交活动的影响, 建立了2010上海世博会对中国外交活动的影响力模型。具体方法如下: 第一步, 收集并处理我国近年外交活动数据; 第二步, 运用层次分析法确定衡量我国外交水平的评分体系, 由此计算出外交水平数据; 第三步, 确定大事件对外交水平的影响力, 首先, 通过拟合外交水平数据预测出外交水平的本底趋势。将预测值与实际值的平均差值作为外交水平在大事件影响下变化的衡量指标。其次, 将大事件对外交水平的作用强度分级, 寻找外交水平突增与大事件发展进程的关系。再次, 提出吻合度指标, 提炼出外交水平突变的主导大事件。最后, 计算世博会作用强度在大事件的强度总和中所占的比例, 作为衡量世博会对外交水平影响力的指标; 第四步, 评价模型合理性。

关键词: 世博会影响力; 影响力模型; 外交水平; 吻合度

分类号: AMS(2000) 93A30

中图分类号: O29

文献标识码: A

1 问题重述与分析

随着上海世博会逐渐升温, “世博外交”一词开始变得流行。外交部多次强调, 上海世博会不仅是博览盛会, 也是中国外交的一件大事。选取上海世博会的举办对中国外交的影响这一侧面, 定量探究世博会对中国近期外交的影响, 给出一套定量评价标准, 用以评估世博会对中国外交的影响力大小。具体分三个步骤:

第一步: 将问题涉及的外交水平划分为几个因素(如官方的外交活动、民间的对外交流等), 即外交水平可以直接或明显间接影响到某些方面, 对一些方面可能进行再次细化, 得出二层甚至三层因素, 通过定量分析的方法(如层次分析法)给出因素影响权重。

第二步: 利用网络资源, 将查询到的各个方面的数据整合分析, 利用某种方法对整合后的数据进行统一量化处理^[1], 将总体(即世博会)对各个因素的影响力大小量化处理, 由此结合各个方面的权重因子即可得出世博会对外交总体影响力的量化评价。

第三步: 在对问题进行总结归纳之后, 可以进一步对问题进行抽象和推广, 将具体量化值与一般规律性量化值进行比较, 得出量化的比较标准, 用类似的标准评估其他重大事件对中国外交影响力的大小。

2 模型假设

1) 将外交活动 M 分为官方外交 A_1 和非官方交流 A_2 , 用 M 代表我国外交水平得分, 最大值 100, 最小值 0, 忽略其他方面;

2) 官方外交 A_1 包括外宾访华 B_{11} (外国重要领导人的来访), 领导人会见 B_{12} 和签订的协议与发布的公告数 B_{13} 三个方面, 忽略其他方面;

3) 假设领导人会晤 B_{12} 分为三个等级: 第一等级 C_{111} 为国家主席胡锦涛的会面, 第二等级 C_{112} 为除胡锦涛外的八位政治局常委的对外接见, 第三等级 C_{113} 为除九位政治局常委外的其他领导人的接待;

4) 协议与公告 B_{13} 只包括条约签订 C_{121} 和重要讲话 C_{122} , 忽略其他非正式协议;

5) 仅考虑世博会对非官方交流 A_2 的外贸进出口 B_{21} 、民间组织交流 B_{22} 和入境旅游 B_{23} 三个因素的影响, 对其他因素无影响;

6) 视民间交流活动 B_{22} 包括以文化为主题推动文化学术界与外国同仁的对话与交流, 以经济为主题推动国内经济界与海外的密切交流, 以科技为主题推动国内科技界积极与海外同行的交流, 以个人为主体推动市民的对外交往, 以城乡为主题推动城乡建设的对外交流和合作, 以软实力为主题推动中国软实力建设的发展, 具体所占分值比例见附录;

7) 根据中国外交水平的长期稳定性周期变化^[4], 现可假定在和平稳定时期外交的突变均由国际大事件引起;

8) 假设大事件的作用是长期的, 发生作用起始于事件发生前 t_1 个月, 终止于事件结束后 t_2 个月。

3 模型建立

3.1 处理查到的外交活动数据, 确定外交水平定量评价标准

用层次分析法对外交水平量化, 给出外交水平评价指标, 作为评价 2010 年上海世博会对外交水平影响力的依据。

为了分析有哪些因素反映了外交水平, 可以先通过对相应数据的调查与统计, 再利用层次分析法确定每个因素的重要程度, 最终通过加权分数衡量某一特定时期我国的外交水平。

3.1.1 利用层次分析法确定因素权系数^[2]

由划分的层次可得层次示意图如图 1。

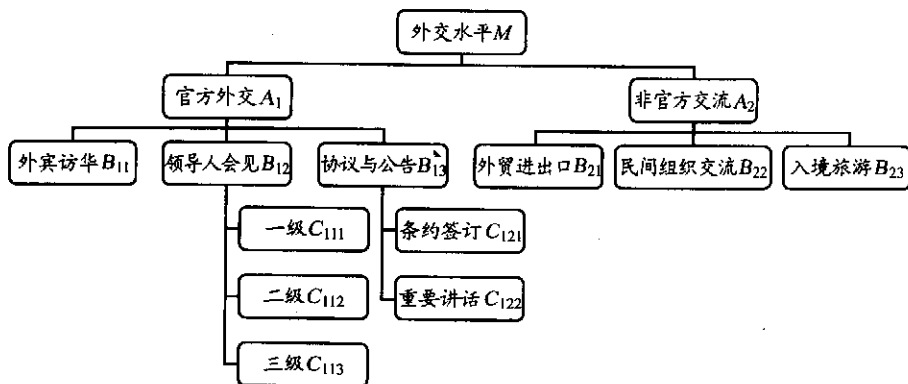


图 1: 中国外交水平的层次示意图

③ 设 A_1, A_2 相对于 M 的权系数分别为 a_1, a_2 , 这是第一准则层; B_{11}, B_{12}, B_{13} 相对于 A_1 的权系数分别为 b_{11}, b_{12}, b_{13} , B_{21}, B_{22}, B_{23} 相对于 A_2 的权系数分别为 b_{21}, b_{22}, b_{23} , 这是第二准则层; $C_{111}, C_{112}, C_{113}$ 相对于 B_{12} 的权系数分别为 $c_{111}, c_{112}, c_{113}$, C_{121}, C_{122} 相对于 B_{13} 的权系数分别为 c_{121}, c_{122} , 这是第三准则层。对每一层应用 1-9 比较尺度构造成对比较矩阵如下

$$A = \begin{pmatrix} 1 & \alpha & \beta \\ \frac{1}{\alpha} & 1 & \theta \\ \frac{1}{\beta} & \frac{1}{\theta} & 1 \end{pmatrix},$$

其中 α 为因子一与因子二的重要性之比, 需通过经验值确定, β, θ 同理。

下面利用一致性指标与随机一致性指标检验矩阵 A 的一致性, 得到每层的权向量, 然后计算组合权向量 $w = W^{(3)}W^{(2)}$, 由此得到最下一层对最上一层的权系数。

3.1.2 将采集的数据利用进行线性无量纲化处理

对 2007 年 1 月至 2010 年 8 月的数据采用线性无量纲化方法中的极值处理法进行无量纲化: C_{ijk} 的最大值为 \max_{ijk} , 最小值为 \min_{ijk} , 无量纲化的数据记为 C_{ijk}^1 ; B_{ij} 的最大值为 \max_{ij} , 最小值为 \min_{ij} , 无量纲化的数据记为 b_{ij}^1 , 则

$$C_{ijk}^1 = \frac{C_{ijk} - \min_{ijk}}{\max_{ijk} - \min_{ijk}} \cdot 100, \quad (1)$$

$$B_{ij}^1 = \frac{B_{ij} - \min_{ij}}{\max_{ij} - \min_{ij}} \cdot 100, \quad (2)$$

即计算每个 C_{ijk} 在 $[\min_{ijk}, \max_{ijk}]$ 之间所占比例大小, 乘以 100 全部化为 $[0, 100]$ 之间的数据。

3.2 找出外交水平快速增长的时间段, 得出平均差值

对历年标准化后的得分 (分值变化区间为 1-100) 进行拟合分析, 用 Matlab 中的 Curve Fitting Tool 得到拟合曲线与拟合函数, 经误差检验后, 得到 2007 年 1 月至 2010 年 8 月的真实外交状况变化, 再把 2009 年 9 月以后的数据剔除, 仅利用 2007 年 1 月至 2009 年 9 月的数据拟合函数, 分析性质后利用该函数预测若无世博会举办, 2009 年 9 月以后外交水平的变化, 再将预测值与实际数据比较, 记录突增点并得出突增区间 (a, b) 以及此区间内预测值与实测值的平均差值

$$D = \frac{\int_a^b [f_2(x) - f_1(x)] dx}{b - a}. \quad (3)$$

3.3 大事件量化

假设大事件对外交的影响都是长期的, 发展进程 p 从起始准备阶段到高潮阶段再到结束阶段分为 10、20、30、40、50、40、30、20、10 九个层次, 数字越大表示处于事件进行的关键时期, 也对外交水平的影响越大。根据权威网站大事件记录, 统计出突增区间附近发生的大事件具体时间 (精确到月份), 并由此时间点向前延伸 t_1 月, 向后延伸 t_2 月, 但影响强度以 10 递减, 由此建立代表事件发生进程的量化体系, 见图 2。

3.4 建立评价大事件对外交水平影响的数学模型

将每个事件的发展进程作用区域与突增时间段对应的外交水平作比较, 代入吻合度指标, 计算公式为

$$R = \frac{1000}{\sum_i (M_i - p_i)^2}, \quad (4)$$

M_i 为第 i 个月的外交水平得分, p_i 是该大事件在 i 月进程时的固有影响力值。求出各个事件的吻合度并找到最小 R 对应的事件即为引起该突变的主导因素。

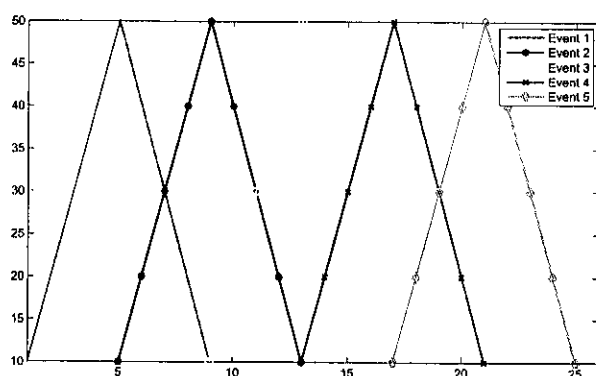


图 2: 进程发展函数图像

在图 3 中, 从定性的角度来看, 大事件 1 的进程发展与外交水平曲线的第一个突增波峰吻合度比大事件 2 好得多, 因此大事件 1 的 R_1 与大事件 2 的 R_2 有: $R_1 < R_2$ 。然后对突变区间中所有发生的大事件进程进行统计, 求出主导事件所占百分比

$$\alpha = \frac{b}{b + \sum_i a_i}, \quad (5)$$

其中 b 为突增发生时间区间内某大事件进程图像的面积, α_i 为除该大事件外其他大事件进程图像的面积。最终得到大事件影响力指标 K , 计算公式为

$$K = \alpha \cdot D, \quad (6)$$

其中 D 为实测值与预测值之间的平均差值。

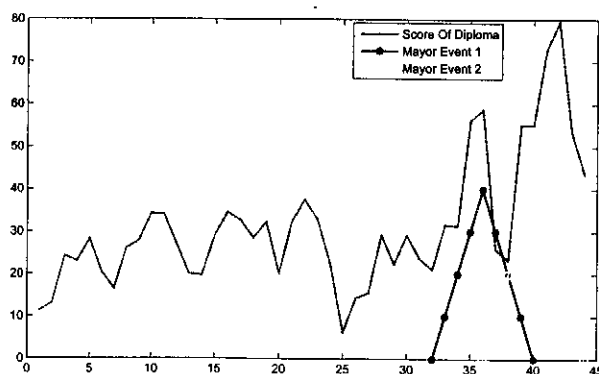


图 3: 外交水平变化与大事件进程发展函数结合

4 模型求解

4.1 数据统一量纲

通过查看和比较2007年1月至2010年8月的数据(见附录), 求出最大值 \max_{ijk} , 最小值 \min_{ijk} 和最大值 \max_{ij} , 最小值 \min_{ij} , 然后分别代入(1),(2)式, 求出标准化的 C_{ijk}^1 和 B_{ij}^1 , 所得标准化的数据见附录。

4.2 由层次分析法确定具体权系数

步骤 1 由表一可知, 领导人会见包括第一等级, 第二等级, 第三等级; 经成对比较得到如下矩阵

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 8 \\ \frac{1}{2} & 1 & 4 \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{4} & 1 \end{pmatrix},$$

利用 Matlab 软件(步骤见附录)可求得, 矩阵 A 的特征根为 $\lambda_1 = 3$, λ_1 对应的归一化权向量 $\omega_1 = (0.6154, 0.3077, 0.0769)^T$, 得一致性指标

$$CI = \frac{\lambda_1 - n}{n - 1} = \frac{3 - 3}{2} = 0.$$

故 A 为一致阵, 求得权向量 $\omega_1 = (0.6154, 0.3077, 0.0769)^T$ 。

步骤 2 由表 1 可知, 官方外交含有外宾访华, 领导会见, 和协议与公告三个方面, 同步骤 1 确定矩阵并通过一致性检验后, 求得权向量 $\omega_2 = (0.4000, 0.5000, 0.1000)^T$ 。

表 1: 2009 年至 2010 年国际大事件

序号	时间	大事件
1	2009 年 1 月	国际社会联手打击海盗活动
2	2009 年 5 月	朝核问题六方会谈进程遇波折
3	2009 年 8 月	日民主党大选获胜取代自民党执政
4	2009 年 11 月	奥巴马访华
5	2009 年 12 月	哥本哈根会议艰难达成协议
6	2010 年 1 月	中国-东盟自由贸易
7	2010 年 5 月	上海世博会
8	2010 年 8 月	中美举行拉美事务磋商

步骤 3 同理, 非官方外交包括外贸进出口, 民间组织交流和入境旅游, 确定矩阵, 然后计算一致性指标得

$$CI = \frac{\lambda_3 - n}{n - 1} = \frac{3.0026 - 3}{2} = 0.0013,$$

经查阅随机一致性指标, 知 $RI = 0.58$, 因此可求得一致性比率

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0.0022 < 0.1,$$

此时, A 的不一致程度在容许范围内, 可用其特征向量 $\omega_3 = (0.2133, 0.3377, 0.4491)^T$ 作为权向量。

步骤4 同理, 协议公告含有条约签订和重要讲话, 求得权向量 $\omega_4 = (0.600, 0.400)^T$ 。

步骤5 设 $C_{111}, C_{112}, C_{113}$ 对 A_1 的权向量为 G_1 ; C_{121}, C_{122} 对 A_1 的权向量为 G_2 ; B_{21}, B_{22}, B_{23} 对 A_2 的权向量为 G_3 , 所得的权向量图表见附录, 则

$$G_1 = 0.5 * \omega_1 = (0.3077, 0.15385, 0.03845)^T, \quad G_2 = 0.5 * \omega_4 = (0.600, 0.400)^T,$$

$$G_3 = 1 * \omega_3 = (0.2133, 0.3377, 0.4491)^T.$$

步骤6 最后求解各因子对外交的权重系数, 所得的权重系数图表见附录。 B_{11} 的权重系数 $\alpha = 0.4 * 0.6 = 0.24$ 。 $C_{111}, C_{112}, C_{113}$ 对 M 的权向量 $\alpha_1 = 0.6 * G_1 = (0.1846, 0.0923, 0.0231)^T$, C_{121}, C_{122} 对 M 的权向量 $\alpha_2 = 0.6 * G_2 = (0.036, 0.024)^T$, B_{21}, B_{22}, B_{23} 对 M 的权向量 $\alpha_3 = 0.4 * G_3 = (0.0853, 0.1351, 0.1796)^T$ 。

步骤7 计算每个月份外交的得分, 算法如下

$$X = 0.24 * \alpha_1 + 0.1846 * C_{111} + 0.0923 * C_{112} + 0.0231 * C_{113} \\ + 0.036 * C_{121} + 0.024 * C_{122} + 0.0853 * B_{21} + 0.1351 * B_{22} + 0.1796 * B_{23}.$$

4.3 数据拟合与突增区间的研究

利用 Matlab 的 CFTool 进行数据拟合测试, 根据拟合度表征因子 SSE (误差平方和, SSE 越小表示拟合度越好) 选择正弦函数逼近这些离散数据点, 得出时间与外交得分的函数拟合图像如图4(左)。

可以看出图像有两个突出波峰, 下面研究波峰与大事件之间的关系。

选取第一个突出波峰之前 (2007年1月至2009年9月) 的数据代入, 得到2009年9月之后的预测函数

$$f_2(x) = \sum_{i=1}^7 [a_i \cdot \sin(b_i \cdot x) + c_i], \quad (7)$$

根据2007年1月至2010年8月数据得实际函数

$$f_1(x) = \sum_{i=1}^8 [a_i \cdot \sin(b_i \cdot x) + c_i], \quad (8)$$

系数矩阵利用 Matlab 中 CFTool 得出, 函数 $f_1(x)$ 与 $f_2(x)$ 对比折线粗略图像如图4(右)。

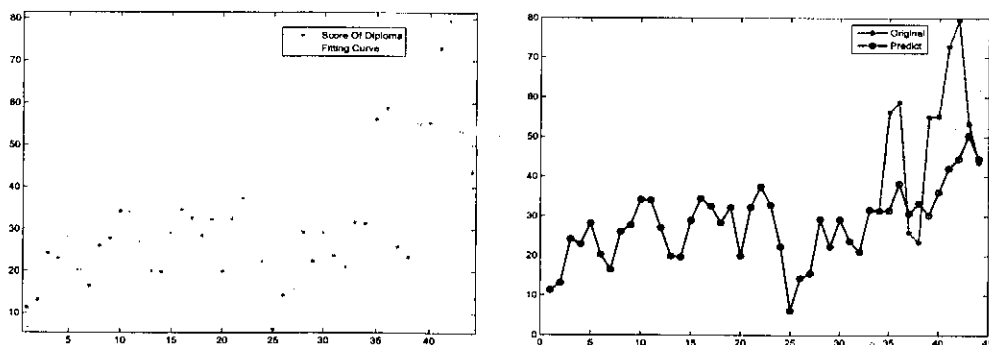


图4: 初步数据拟合图像(左), 外交水平的预测值与原始值的图像对比(右)

观察易见实际数据和预测数据相比有两次明显突变, 结合具体数据, 利用附录给出的区间确定方法确定突变区间分别为(2009年10月, 2010年1月)和(2010年2月, 2010年7月)。

4.4 由吻合度测试找出突增主导因素

分析第一个突增波峰时间点前后的国内国际大事件如表1。

根据统计数据, 不妨令 $t_1 = t_2 = 4$, 因此各个大事件对应进程发展函数如图5所示。在区间段(2010年2月, 2010年7月)代入公式(4)可得: 事件7的吻合度为 $R_7 = 0.2856$, 事件8的吻合度为 $R_8 = 0.0905$ 。由此可知, R_7 (2010年上海世博会)的吻合度最高, 是 R_8 (中美拉美事务磋商)的3.16倍, 是此时间段内外交水平突增的决定性贡献力量。

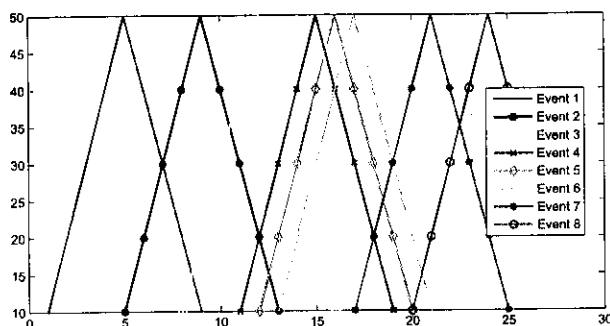


图5: 国际大事件进程发展时序图

同样方法研究第一个突增区间: 在区间段(2009年10月, 2010年1月)带入公式(4)有: 事件4的吻合度 $R_4 = 2.4588$, 事件5的吻合度 $R_5 = 1.8591$, 事件6的吻合度 $R_6 = 0.6177$ 。

由此可知, R_4 (奥巴马访华)的吻合度最高, 其次是 R_5 (即哥本哈根会议), 二者比较接近, R_6 (中国-东盟自由贸易)吻合度明显小, 因而它对外交水平突增贡献最小。

4.5 具体影响力指标计算

首先根据两个拟合函数分别求出对应区间的积分

$$\begin{aligned} Int_1 &= \int_{34}^{37} f_1(x)dx = 133.1459, & Int_2 &= \int_{34}^{37} f_2(x)dx = 99.5502, \\ Int_3 &= \int_{38}^{43} f_1(x)dx = 303.2313, & Int_4 &= \int_{38}^{43} f_2(x)dx = 205.0032, \end{aligned}$$

故

$$D_1 = 11.1985, \quad D_2 = 19.6456,$$

结合图5对区间二(2010年2月, 2010年7月)内大事件(2010年上海世博会)分析得: $\alpha_3 = 0.420$, 故 R_7 (2010年上海世博会)的影响力指标为

$$K_3 = \alpha_3 * D_2 = 8.2512.$$

同样的, 结合图5对区间一(2009年10月, 2010年1月)内大事件分析得: $\alpha_1 = 0.2927$, $\alpha_2 = 0.3171$ 。故 R_4 (奥巴马访华)和 R_5 (哥本哈根会议)的影响力指标分别为

$$K_1 = \alpha_1 D_1 = 3.2778, \quad K_2 = \alpha_2 D_1 = 3.5510.$$

5 模型分析与检验

本模型的误差主要来源: 数据拟合的误差、用2010年预测值代替无世博会影响的误差。

由真实数据拟合出函数, 产生的拟合误差不可避免, 带入时间点得到的函数值与实际值之间的差的绝对值的最大值不超过11.16, 但由于真实数据带有的随机突变性, 部分数据点可视为无效数据点, 影响不大。

用预测值代替无世博会的误差, 由于历史的不可重演性, 假设无世博会发生的外交水平曲线是不可能得到的, 只能由前几年曲线变化进行预测, 但产生的预测误差可用简单平均法逐期修正, 具体如下:

1) 求出用2007年数据预测2008年数据的误差的平均值, 作为预测模型的修正值, 其计算公式为

$$D_1 = \frac{(Y'_1 - Y_1) + (Y'_2 - Y_2)}{2}, \quad (9)$$

式中 D_1 为修正值; Y'_1, Y_1 分别为第一期的预测值和实际值; Y'_2, Y_2 分别为第二期的预测值和实际值。

2) 将 D_1 加进模型(简单平均法逐期修正模型)的常数项, 再用修正后的模型进行2009年的预测, 求出第二次的修正值 D_2 , 其计算公式为

$$D_2 = \frac{(Y'_3 - Y_3) + (Y'_2 - Y_2)}{2}. \quad (10)$$

再用 D_2 对模型进行修正, 按此用简单平均逐期修正预测模型, 实质上是边预测边修正, 使结果有良好的跟踪性, 为预测值的可靠性提供了保证。

6 模型评估与优化

6.1 模型优缺点分析

优点: 该模型将外交水平、大事件和影响力全部量化处理, 结合权威数据得到可广泛应用的影响力评价数学模型, 模型创新性地提出了衡量大事件影响力的影响力指标 K , 用量化指标衡量抽象变化。

缺点: 该模型数据处理阶段使用层次分析法, 由于该方法有一定主观因素, 因而人的经验判断可能对最终结果产生不利影响。

6.2 模型进程函数的改进分析

事件发生的进程程度函数可由线性改为非线性(如正态函数), 对于每个事件用更合理的进程程度函数去衡量(因每件大事的时间进程和影响强度的关系是不同的), 以更精确的计算 α 和 R 。

7 模型的推广

为了扩大模型的应用范围, 让用户更方便地判断大事件对中国外交的影响力, 制定了如下的等级评判制度: 为了得出影响力的评价标准, 给出以下定义

$$K_i = \alpha_i * \left(\sum_{j=1}^n \frac{b_j}{55 * n} \right) * \frac{b_k}{55}, \quad j \leq 30, \quad n = 1, 2, \dots, 30, \quad k \leq n,$$

其中 a_i 表示第 i 个月份的各因素的总分值, n 表示第 i 个月份受 n 个因素的影响, b_j 表示第 j 个因素在发展进程中所在的层次, b_k 表示研究第 k 个因素影响力指标。

比如: 当 i 表示 2010 年 5 月份, 代表世博会的影响力时可得

$$K = 72.86 * \left(\frac{10}{220} + \frac{30}{220} + \frac{50}{220} + \frac{20}{220} \right) * \frac{50}{250} = 8.2795,$$

然后代入其他因素, 可得类似的结果。下面求解 K_i 的最大值

$$\max(K) = 100 * \left(\frac{10 * 30}{55 * 30} \right) * \frac{30}{55} = 9.9174.$$

因此, 定义

$K \in (0, 3)$ 时, 表示影响力较弱, $K \in (3, 8)$ 时, 表示影响力较强,

$K \in (8, 10)$ 时, 表示影响力超强。

至此, 已经可以确定一个大事件对我国外交水平影响力的评价指标, 由此可以进一步进行影响等级划分, 更加方便模型的推广应用。

8 附录 (略)

参考文献:

- [1] 郭亚军, 易平涛. 线性无量纲化方法的性质分析[J]. 统计研究, 2008, 25(2): 93-100
Guo Y J, Yi P T. Linear nature of the dimensionless analysis method[J]. Statistical Research, 2008, 25(2): 93-100
- [2] 杨启帆, 李浙宁等. 数学建模案例集[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006
Yang Q F, Li Z N, et al. Case Sets of Mathematical Modeling[M]. Beijing: Higher Education Press, 2006
- [3] 阎学通, 周方银. 中外关系定量预测[M]. 北京: 世界知识出版社, 2009
Yan X T, Zhou F Y. Quantitative Prediction of Foreign Relations[M]. Beijing: World Affairs Press, 2009
- [4] 刘胜湘. 中国外交周期与外交转型[J]. 现代国际关系, 2010, 1: 45-52
Liu S X. Chinese diplomatic period and transformation[J]. Modern International Relations, 2010, 1: 45-52

Quantitative Analysis to the Influence of Major Events on China's Diplomatic Activities

GAO Yuan, JIN Guang-zhen, WANG Bo

Advisor: Instructor Group

(Ocean University of China, Qingdao 266100)

Abstract: We conduct a quantitative study of the impact on China's diplomatic activities lead by major events. A mathematical model is established about the influence of the 2010 Shanghai World Expo on China's diplomatic activities. Firstly, collect and process the diplomatic activities' data. Secondly, use the AHP to determine our diplomatic score-measure system and calculate the diplomatic data. Thirdly, determine the major events' influence on the level of diplomacy: predict the level of diplomacy by fitting the diplomatic data; use the average difference between predicted value and actual value to measure the change of diplomatic level; classify the influential intensity on the diplomatic level caused by major events and find the relationship between the soaring of diplomatic level and the major events' process. By proposing a fit index, we extract the major event who has brought about the roaring of diplomatic level, and calculate the proportion of impact caused by the Expo and regard it as the indicator of measuring the Expo's influence on diplomatic level. Lastly, we evaluate the rationality of the proposed measurement system.

Keywords: influence of Expo; influential model; diplomaitic level; fit index