

报名号 # 1370
第二届“数学中国杯”数学建模网络挑战赛

承 诺 书

我们仔细阅读了第二届“数学中国杯”数学建模网络挑战赛的竞赛规则。

我们完全明白，在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式（包括电话、电子邮件、网上咨询等）与队外的任何人（包括指导教师）研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道，抄袭别人的成果是违反竞赛规则的，如果引用别人的成果或其他公开的资料（包括网上查到的资料），必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺，严格遵守竞赛规则，以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为，我们将受到严肃处理。

我们允许数学中国网站(www.madio.net)公布论文，以供网友之间学习交流，数学中国网站以非商业目的的论文交流不需要提前取得我们的同意。

我们的参赛报名号为：1370

参赛队员（签名）：

队员 1：

队员 2：

队员 3：

参赛队教练员（签名）：

参赛队伍组别：大学组

第二届“数学中国杯”数学建模网络挑战赛

报名号 # 1370
编 号 专 用 页

参赛队伍的参赛号码：（请各个参赛队提前填写好）：
1370

竞赛统一编号（由竞赛组委会送至评委团前编号）：

竞赛评阅编号（由竞赛评委团评阅前进行编号）：

报名号 # 1370

2009 年 第二届“数学中国杯” 数学建模网络挑战赛

题 目 流感病毒预测与疫苗投放模型

关 键 词 流感病毒 疫苗涵盖度 综合评价函数 BP 神经网络预测模型

席位分配 多目标规划 组合优化

摘 要：

问题一、对疫苗投放方案的设计和评价：

本文首先对全球按大洲进行了划分，然后分南北半球更细致的优化了划分，将病毒爆发程度分为四类，并将爆发程度量化，在此基础上提出了基于疫苗涵盖度优化的洲际二联装疫苗投放方案及综合评价函数 $F = \lambda_1 E + \lambda_2 G(P)$ ，并对现行三联装与优化的二联装两种方案评价比较，得到良好的结果：

疫苗	投放方案 (2008. 9)	疫苗	投放方案 (2008. 2)	投放方案 (2009. 2)
南半球		北半球		
非洲南	H1&B	非洲北	H1&B	A&B
南美洲	H1&B	北美洲	H1&H3	H1&B
大洋洲	H3&B	亚洲	H3&B	H1&B
南极洲	B&*	欧洲	H1&B	H3&B
F	南半球 (2008. 9)	北半球 (2008. 2)	北半球 (2009. 2)	
二联装	0. 8411	0. 8472	0. 7592	
三联装	0. 7809	0. 8476	0. 8508	

问题二、对威胁最大的流感病毒品种的预测：

本文研究了流感病毒爆发程度的预测问题。病毒爆发情况的预测直接关系到疫苗的使用效果，本文依据病毒的传播特性和各大洲的地理特征将全球分成了容易研究的十二个区域，然后在一定的规则下从各国中选出了分布在 12 个地区的 30 个国家，对其中每个国家建立 BP 神经网络模型，并根据往年的大量数据对网络进行充足训练，对这 30 个国家分别进行了预测，最终选出了 H1N1 病毒、H3N2 病毒、B 病毒预测爆发程度最高的国家，即该病毒威胁最大的国家（以 H1N1 为例，结果如下，详细计算结果在附录中），经过实际数据检验证明本文所建立模型结果较为理想。

国家	H1N1 预期爆发程度月最大值	国家	H1N1 预期爆发程度月平均值
俄罗斯	26.9837	日本	6.0257
日本	26.7663	加拿大	4.8976
挪威	25.5895	美国	4.2343
美国	13.0004	俄罗斯	4.2023

问题三、评估需援助的国家或地区的优先级

本文综合考虑了监测点覆盖效果，各国家的人口数目，经济实力及流感的爆发严重程度，利用了 *d'Hondt* 方法及综合评价模型，得到了各分区的需援助国家的优先级，

报名号 # 1370

并在援助名额为 13 时，给出了合理的分配（方案见表格 17，20）。

参赛队号 1370

所选题目 B

参赛密码 _____
(由组委会填写)

英文摘要（选填）

Due to the high degree of variability and pathogenicity of influenza virus, an effective method of influenza's surveillance and immunization is severely demanded. Since the types of influenza viruses infected by human beings are mostly A(H1N1), A(H3N2) and B, the conclusion of the article is mainly based on the statistics of the three types of virus. We discuss the vaccination project and the prediction method of influenza activity in the article.

Problem 1: The design and the assessment of vaccination project.

On the basis of difference between continents and between northern hemisphere and southern hemisphere, we develop the division model of the world. After assigning values to different extents of influenza activity, we establish the assessment function $F = \lambda_1 E + \lambda_2 G(P)$ to evaluate the vaccination project.

F	Southern Hemisphere (2008. 9)	Northern Hemisphere (2008. 2)	Northern Hemisphere (2009. 2)
Two in One	0. 8411	0. 8472	0. 7592
Three in One	0. 7809	0. 8476	0. 8508

Problem 2: The prediction of influenza activity.

Then we proposed the method to predict the influenza activity in different regions. We divide the world into 12 regions and select 30 countries according to a specific criterion. We use the B-P neural network model to analyze the influenza activity and choose out the countries below as the representatives of countries that most possibly have influenza pandemic(A(H1N1)) in next epidemic season.

Country	A(H1N1) The Maximum Value of Prediction	Country	A(H1N1) The Average Value of Prediction
Russian Federation	26.9837	Japan	6.0257
Japan	26.7663	Canada	4.8976
Norway	25.5895	United States	4.2343
United States	13.0004	Russian Federation	4.2023

Problem 3: The precedence level (evaluation of financial aid).

We consider the coverage of surveillance sites, the population of nations or districts, the economic development level, and the severity of influenza as the influencing factors of the need for financial aid. According to the *d'Hondt* method and the comprehensive assessment model, we obtain the precedence level of the nations or districts in 12 regions respectively. Assuming the aid number is 13, we give the distribution plan (shown in Table 17 and 20).

报名号 # 1370

一、问题重述

1. 问题背景

流感是一种广泛流行于世界范围内的疾病，每次流感大流行都会造成多人死亡和巨大的经济损失。因此有效地监测和预防流感病毒的爆发是势在必行的。现今世界上通用的流感疫苗为三联装疫苗，不过由于流感疫苗的高成本，二联装疫苗方案被提上议程。另外对于下一流感流行季节的爆发病毒的预测直接影响了大众对流感的预防效果，故需要寻找一种预测流感病毒爆发的有效而准确的方法。

2. 问题提出

问题1：流感疫苗的制造成本较高。为降低成本，可以设想将三联装疫苗改变成双联装，也就是每份疫苗当中含有两种毒株成分。将北半球和南半球分别划分为稍小的区域，并使用不同的疫苗针对不同区域来进行投放，请你们建立合适的模型，设计一个可行的投放方案，并设计一个评估标准来评估其效果，使之能与现行方案进行对比评价。在此问题当中，可以只考虑病毒亚型，而不考虑具体毒株的选择。

问题2：如果考虑选择具体毒株，就需要评估和预测对下一年威胁性最大的病毒是哪个品种。但如果对过去一年中所有引起流感流行的病毒都进行研究，工作量相当可观。需建立合理的模型，在监测到的流感流行记录中，筛选出对下一年威胁较大的病毒可能在哪里出现，以缩小病毒专家的研究范围，便于疫苗成分的确定和生产。

问题3：为了提高流感监测网络的覆盖率和反应能力，一方面需要提高各级流感中心对病毒样本的研究鉴定能力，另一个很重要的方面是需要增加基层投入，主要包括流感监测网络实验室和哨点医院的数量。假设联合国有部分经费可以援助不同国家，用以建设流感监测网络实验室和哨点医院。需依据数据，建立合理的模型，评估需要援助的国家或地区的优先级。

二、模型的基本假设

- 1、患病者体内只有一种致病病毒，患病者均为易感人群，如婴幼儿，老年人，慢性病患者
- 2、接种疫苗可以有效的预防流感
- 3、各种病毒疫苗的培养成本是相同的
- 4、病毒蔓延受温度影响，各病毒爆发与否无相互联系
- 5、地形因素如高山，大河可有效阻碍病毒的传播

三、符号说明与概念引入

- S 对流感蔓延程度的量化集合
 S_i 各种病毒蔓延程度量化后的值
 E 疫苗总的使用效果的函数
 ρ 国家占该地区的人口百分数
 R 投放疫苗涵盖度：对某地区疫苗成分所涵盖的该地各种流感病毒的相对爆发程度的和
 λ 生产成本及使用效果的权重

报名号 # 1370

F 综合评价函数

四、问题分析

流感病毒由于其极高的变异和适应能力，无法消灭，每年都会给世界造成巨大的经济损失。而近几年出现的 H5N1 高致病性禽流感更是对人类的生命安全构成了威胁。因此寻找一个有效的监控及预防流感病毒的方法是亟待解决的问题。在历史上能够在人类之间大范围传播的流感病毒主要有 H1N1、H3N2 和 B，只要对这三种病毒研究即可。

由于流感病毒本身的特殊性，现今世界上流行的流感疫苗为三联装方案，而流感疫苗的制造成本较高，如何才能使疫苗拥有良好的预防效果及低廉的成本成为人们亟待解决的问题。本文就二联装的投放方案建立了合理的模型，并对三联装方案和优化了的二联装建立了综合评价模型，完成了对两种方案在不同地区进行了比较。另外一个焦点就是疫苗成分的预测是否准确。由于流感病毒的极强变异能力，疫苗成分的预测直接关系到下一流感流行季节大众的预防情况。本文在合理地处理大量数据的基础上，利用了神经网络模型对流感病毒的爆发情况进行了预测，并完成了对几种威胁较大的具体病毒品种的可能爆发程度的危险性排序。

对于问题三，需要评估需要援助的国家或地区的优先级。这不是简单的席位分配，还需综合考虑监测点的覆盖能力，各地区的人口数目及经济实力等因素。由于地区的差异性，本文首先对地区利用 *d'Hondt* 方法分配了席位，然后在各分区利用综合评估模型，得到了受援助国家的优先级。

五、模型建立与求解

问题一：对疫苗投放方案的设计和评价

1.1 模型一的建立

由于各大洲的划分清晰明了，便于操作，本文从现有的大洲分划入手，建立了大洲模型，将全球分为六个洲区域。

1.2 病毒的爆发程度图表量化规则：

假设某种病毒的爆发程度是由爆发的广泛程度的大小来决定，由“Extent and type of seasonal influenza activity worldwide, September 2007 – January 2008”表格^[1]我们将爆发程度由轻到重分成零星爆发，地方性爆发，地区性爆发，广泛爆发。由“2007 – 2008 Flu Activity Report”^[2]给定的四种爆发程度的关系，在我们假设平均一个州有 12 个地区，广泛爆发的程度是地区性爆发的 3 倍，地区性爆发是地方性爆发的 3 倍，地方性爆发是零星爆发的 3 倍，最后分别将零星爆发，地方性爆发，地区性爆发，广泛爆发四种程度量化为 1, 3, 9, 27，

定义流感爆发程度量化集合 S , $S = \{S_{H1}, S_{H2}, S_A, S_B\}$,

其中 S_i 表示对病毒爆发程度的量化得到“Extent and type of seasonal influenza activity worldwide, September 2007 – January 2008”的量化表格一，见附录。

1.3 疫苗投放方案原则

报名号 # 1370

现今世界上通行的流感疫苗均为三联株，由于成本较高，考虑两联株使用应该更加灵活，才能达到较好的效果，即不同地区区别对待。而由表中数据可知世界上流行的流感病毒主要为 H1N1, H3N2 和 B (B 型病毒基本不变异)，使用两联株疫苗可能无法完全涵盖病毒种类，因此两联株成分的选取要尽量覆盖尽量多的人群才能达到最佳效果，

故定义疫苗成分选取函数函数

$$H = \{\max S, \max(S - \max S)\}$$

1.4 对疫苗预测的评价

由于疾病爆发的严重程度与患病人数有关，在本文中可用人口百分数 ρ 来衡量同种病毒爆发情况下的严重程度，而本文之前对不同病毒引起的流感的爆发严重程度进行了量化，故总的疫苗预测的效果可以用二联装的成分所涵盖爆发流感病毒的比例 R 与该国人人口占该区域百分数 P 的乘积和来表示，我们称之为疫苗有效度。

故本文有公式：

$$E = \sum \rho_i * R_i$$

对于 R 即二联装疫苗的涵盖度，本文有

$$R = \frac{\max S + \max(S - \max S)}{\sum S_i}$$

然后根据附录中 07 年 9 月至 08 年 9 月的数据，利用模型一，经计算可得各大洲的疫苗组合的优化方案，如表格 1：

表格 1 各地区疫苗的投放方案

疫苗 洲	H1&H3	H1&A	H1&B	H3&A	H3&B	A&B	最优组合
非洲	8.5220	7.6331	9.9293	3.0707	5.3669	4.4780	H1&B
美洲	7.9616	8.3171	7.4452	8.5548	7.6829	8.0384	H3&A
亚洲	9.6388	6.5854	12.9466	4.0534	10.4146	7.3612	H1&B
欧洲	24.0817	24.0993	27.8973	5.1027	8.9007	8.9183	H1&B
大洋洲	2.2000	1.4000	2.2000	0.8000	1.6000	0.8000	H1&H3
南极洲	0	0	1	0	1	1	B&*

1.5 模型一的进一步优化

由于南北半球区域的时差性，导致流感爆发季节的不同，而有的大洲贯穿了南北半球，因此在使用疫苗时要对这些大洲进一步划分，如非洲，美洲等。

本文仍然根据模型一的结果对这些区域进行计算，另外虽然还有一些地区或国家被赤道穿过，但显然要使用同一种疫苗投放方案。故本文在使用了模型一的结论的同时，又对特殊的国家和地区进行了手动的调整，同时考虑到已有 18 个月的历史数据，可以用来确定 2008 年 9 月南半球各区域的疫苗组合以及 2008 年 2 月和 2009 年 2 月北半球各区域的疫苗组合，从而得到了新的南北半球各区域的疫苗组合，如表格 2、表格 3.1、表格 3.2：

表格 2 2008 年 9 月南半球各区域的疫苗组合效果

疫苗 洲	H1&H3	H1&A	H1&B	H3&A	H3&B	A&B	最优组合
非洲南	0.7866	0.7217	0.9351	0.0649	0.2783	0.2134	H1&B
南美洲	0.2982	0.4991	0.7530	0.2470	0.5009	0.7018	H1&B
大洋洲	0.5450	0.0934	0.5484	0.4516	0.9066	0.4550	H3&B

报名号 # 1370

南极洲	0	0	1	0	1	1	B&*
-----	---	---	---	---	---	---	-----

表格 3.1 2008 年 2 月北半球各区域的疫苗组合效果

疫苗 洲	H1&H3	H1&A	H1&B	H3&A	H3&B	A&B	最优组合
非洲北	0.5600	0.4538	0.7551	0.2449	0.5462	0.4400	H1&B
北美洲	0.7598	0.5286	0.5774	0.4226	0.4714	0.2402	H1&H3
亚洲	0.4439	0.0902	0.6395	0.3605	0.9098	0.5561	H3&B
欧洲	0.7003	0.5885	0.7901	0.2099	0.4115	0.2997	H1&B

表格 4.2 2009 年 2 月北半球各区域的疫苗组合效果

疫苗 洲	H1&H3	H1&A	H1&B	H3&A	H3&B	A&B	最优组合
非洲北	0.3058	0.4368	0.5232	0.4768	0.5632	0.6942	A&B
北美洲	0.7216	0.6038	0.8821	0.1179	0.3962	0.2784	H1&B
亚洲	0.6445	0.3556	0.7111	0.2889	0.6444	0.3555	H1&B
欧洲	0.8134	0.1731	0.2916	0.7084	0.8269	0.1866	H3&B

根据表格 3.1 和 3.2 中数据，在不同年份疫苗投放方案不尽相同，这是由于流感病毒的变异及人群的预防造成的，模型的预测结果比较理想。

又由各大洲人口统计表格 4:

表格 5 各大洲人口统计情况

洲	亚洲	欧洲	非洲	拉美和加勒 比地区	北美洲	澳洲	南极洲
人口/亿	38.7	7.26	8.69	5.5	3.29	0.33	几乎 0

若对每部分，都采用最优方案，则在此意义下整体最优，有南半球总效果（考虑各区域人口总数所占比例进行加权）

$$E_1 \approx \frac{0.9351 \times 4.345 + 0.7530 \times 3.29 + 0.9066 \times 0.33}{4.345 + 3.29 + 0.33} = 0.8587$$

北半球 2008 年 2 月、2009 年 2 月总效果分别为：

$$E_{21} \approx \frac{0.7551 \times 4.345 + 0.7598 \times 5.5 + 0.9098 \times 38.7 + 0.7901 \times 7.26}{4.345 + 5.5 + 38.7 + 7.26} = 0.8674$$

$$E_{22} \approx \frac{0.6942 \times 4.345 + 0.8821 \times 5.5 + 0.7111 \times 38.7 + 0.8269 \times 7.26}{4.345 + 5.5 + 38.7 + 7.26} = 0.7417$$

而采用三联装方案时，南半球总体效果 0.8798(2008 年 9 月)，北半球总体效果为 0.9752(2008 年 2 月)，0.9797(2009 年 2 月)

对于新型病毒，如 H5N1 型禽流感病毒，它是在近几年刚刚变异的具有高致病性的流感病毒，主要在亚洲等地区循环传播，对于一些 H5N1 型禽流感重灾区，本文建议在人群中广泛的注射疫苗，防患于未然。

报名号 # 1370

1.6 综合评价体系

现今世界上通行的流感疫苗为三联装疫苗，也就是每份疫苗中有三种经过灭活或裂解处理的毒株，分别为两个 A 型和一个 B 型。一般的疫苗推荐成分为 A 型的 H1N1 和 H3N2，以及一个 B 型毒株。

而流感病毒疫苗的成本较高，因此二联装疫苗比三联装疫苗更有优势。但最终决定一种疫苗的优劣是疫苗的使用效果。本文建立了一个综合评价函数从成本和功效综合评价疫苗投放方案。

综合评价函数为

$$F = F(E_i, P_i) \quad E_i \text{ 是投放方案的使用效果, } P_i \text{ 是投放疫苗的价格}$$

对于成本的评价主要在于大众的接受程度，故本文根据两种方案定义一个关于疫苗成本的满意度函数，

$$G = 1 - \frac{P_i - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} \quad \text{其中 } p_2, p_3 \text{ 分别表示二联装与三联装的疫苗价格, } P_{\min}, P_{\max} \text{ 分别表示疫苗价格的下限和上限。}$$

参考市场现行的三联装流感疫苗的成本及价格，可以得到

$$G = \begin{cases} 0.8, & \text{选择两联装方案, } P_i = 2 \\ 0.55, & \text{选择三联装方案, } P_i = 3 \end{cases}$$

分别赋予疫苗投放方案效果 E 和疫苗成本满意度 G 以权重 λ ，可得综合评价函数

$$F = \lambda_1 E + \lambda_2 G(P)$$

由于大众相对于疫苗成本更看重于疫苗的效果，一般取 $\lambda_1 = 0.7, \lambda_2 = 0.3$ 得表格 5：

表格 6 二联装与三联装的综合评价情况对比

F	南半球 (2008.9)	北半球 (2008.2)	北半球 (2009.2)
二联装	0.8411	0.8472	0.7592
三联装	0.7809	0.8476	0.8508

带入以上相关数据本文得出以下结论：三联装疫苗具有广泛的适用性及良好的预防效果，但灵活性不足，小部分地区无法兼顾且成本较高；二联装疫苗具有较高的针对性和较低的成本，但其使用效果对病毒预测的成败依赖过重。

1.7 模型总结

本文在问题一中利用地形及南北半球的差异对细分区域的疫苗投放方案进行了研究。由于仅有 18 个月的数据，本文得到了同一区域不同年份的投放方案，也从另一个方面检验了模型的稳定性。

问题二：对威胁最大的流感病毒的预测

2.1 初步筛选

对流感病毒的预测需要较高的精度，因此本文根据假设 5 及各大洲的地理特征（如山脉或河流），对问题一中的洲际分划进行了更细致的划分，共将地球分为十二个区域，

报名号 # 1370



图表 1 基于地理特征的流感区域划分

即非洲北部和西亚，美洲北部，亚洲东部，南亚，亚洲中部和俄罗斯大部，欧洲西部，美洲中部，大洋洲，非洲南部，东南亚，南美洲（东），南美洲（西）。如图表 1 所示（附录中有各分区所包含的国家）

由于每年二月份要预测新的流行季节中流感流行情况，故上一流行季节各月份各种类病毒的爆发情况对预测有重要影响。问题二要求对威胁最大的流感病毒进行预测，本文制订了简易的初步筛选规则（针对前一年流行季节的流感数据）：

- 某种病毒在单月中的爆发程度在本地区最高的国家，进入病毒采样候选地 区（考虑最大爆发程度在两星及以上的国家）
- 若第一步选出的国家不足三个，可利用问题一中已量化的流感爆发程度表计算流行季节中总的流感爆发严重程度，选出前几位，直至选出三个国家（若数据不足，酌情处理）

利用问题一得到的优化的大洲分划，经过初步筛选，得到不同地区若干个病毒威胁最大的疑似国家，见表格 6 与表格 7：

表格 7 北半球区域划分及病毒威胁最大的疑似国家

北半球区域划分	病毒威胁最大的疑似国家
非洲北部和西亚	突尼斯，摩洛哥 ， 埃及
美洲中部	墨西哥， 哥斯达黎加
美洲北部	加拿大， 美国
亚洲东部	香港， 日本， 韩国 中国
南亚	印度， 巴基斯坦
亚洲中部和俄罗斯大部	俄罗斯
东南亚	新加坡， 泰国， 菲律宾
欧洲西部	挪威， 英国， 瑞典 荷兰 西班牙， 葡萄牙

表格 8 南半球区域划分及病毒威胁最大的疑似国家

南半球区域划分	病毒威胁最大的疑似国家
---------	-------------

报名号 # 1370

南美洲（东）	阿根廷，巴西
南美洲（西）	智利 厄瓜多尔
非洲南部	马达加斯加，喀麦隆 肯尼亚
大洋洲	澳大利亚，新西兰

在得到病毒威胁最大的疑似国家后，本文根据 2007 年 9 月至 2009 年 1 月的数据利用 BP 神经网络模型对其进行了进一步筛选。

2.2 BP 神经网络模型^[4]

2.2.1 BP 神经网络模型概述

利用 BP 神经网络模型来预测**各地区**的对应各种亚种（H1, H3, A, B）的具体品种在下一年的爆发程度，从而从中挑选出威胁性较大的品种，并给出可能造成的**威胁大小的排序**，以为病毒专家进一步选择威胁性较大的品种实验提供参考，大大缩小其的研究范围。

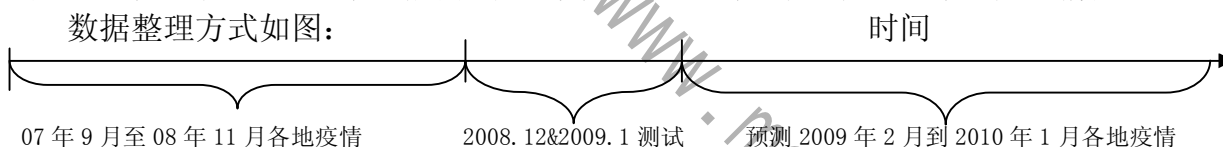
对要研究的某地区的某病毒品种，不妨以某地的 H3 病毒为例，以每月为研究对象，对其可能的影响因素有

- 月平均气温值；
- 该月是否打过该种疫苗（各月是否爆发与上月有关，故若某月打过该种疫苗后会影响到下个月的情况）；

由于北（南）半球各月间月平均气温情况的总体变化的可以看做一致的，所以只要量化时大体区分出各月的高低即可。

则由该地区的 17 个月（从 2007 年 9 月到 2009 年 1 月）的以上各因素值以及该 H3 品种病毒的爆发程度来训练和测试（可以用 2007 年 9 月到 2008 年 11 月数据做训练，用 2008 年 12 月、2009 年 1 月做测试），来估计 2009 年 2 月到 2010 年 1 月的情况。

数据整理方式如图：



以加拿大（其他地区类似分析，结果见表格 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19）的 H3N2 病毒（H1、B 病毒的结果见表格 12, 13, 14, 17, 19）品种情况为例：

表格 9 学习病毒爆发程度规律

H1/加拿大	是否接种	平均气温/度	H3N2 程度
2007.9	1	15	1
2007.10	0	9	1
2007.11	0	3	1
2007.12	0	-3	1
2008.1	0	-5	1
2008.2	0	-5	1
2008.3	0	-1	1
2008.4	0	5	1
2008.5	0	12	1
2008.6	0	17	0
2008.7	0	20	0

报名号 # 1370

2008.8	0	19	0
2008.9	1	15	0
2008.10	0	9	1
2008.11	0	3	1
2008.12	0	-3	1
2009.1	0	-5	1

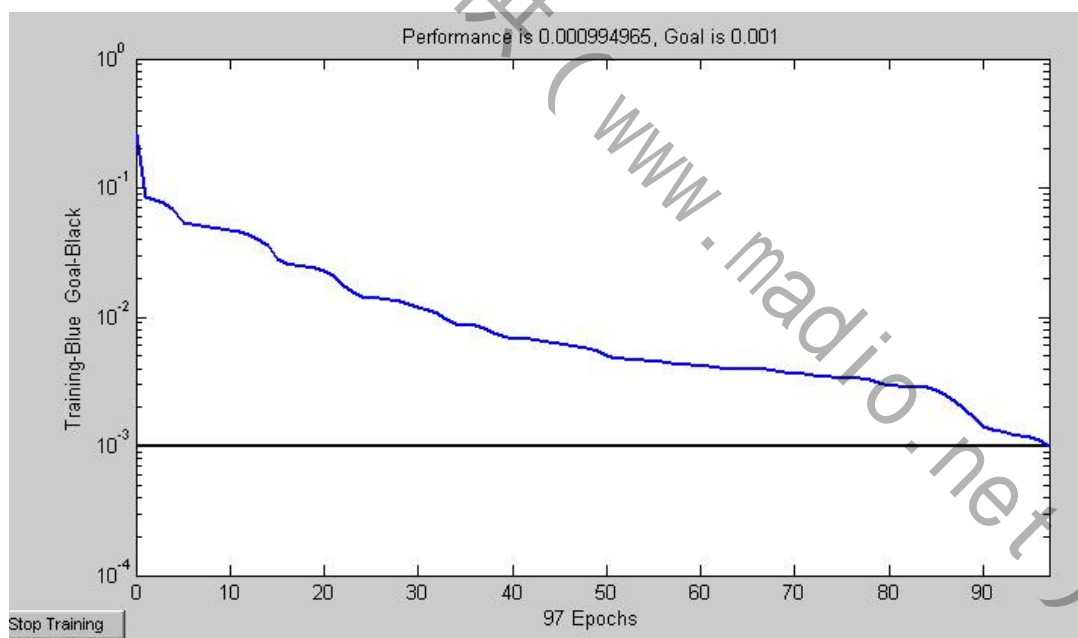
则表 8 中的前 2 项为输入因子，输出因子为实际爆发程度，利用上表的学习例子对网络进行训练，训练前对数据进行归一化处理。

2.2.2 BP 网络设计

这里采用单隐层的 BP 网络进行病毒爆发程度预测。由于输入的样本为 2 维的输入向量，因此，输入层有 2 个神经元，则中间层应该有 5 个神经元。网络只有 1 个输出数据，则输出层只有 1 个神经元。因此，网络应该为 $2 \times 5 \times 1$ 的结构，按照 BP 网络的一般设计原则，中间层神经元的传递函数为 S 型正切函数。由于输出已被归一化到 $[0, 1]$ 中，因此，输出层神经元的传递函数可以设定为 S 型对数函数，即可如此创建一个符合要求的 BP 网络。

2.2.3 BP 网络训练与测试

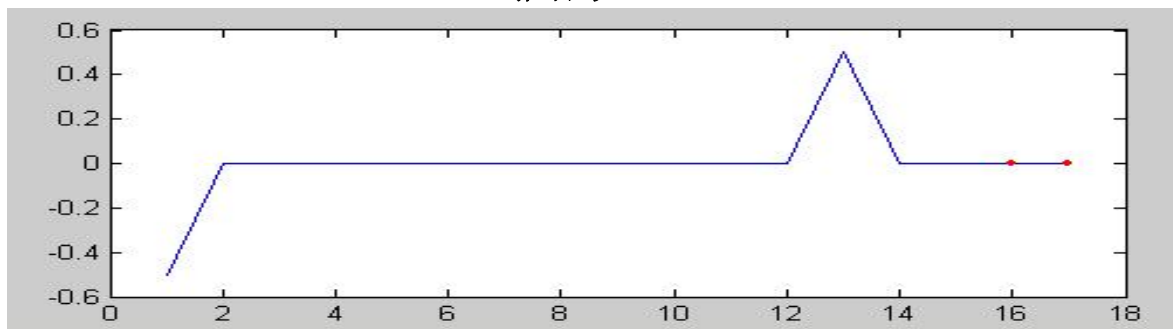
经过 97 次训练，网络的目标误差达到要求，如图表 2：



图表 2 训练结果

BP 神经网络训练结束（前 15 个月预测），用 2008 年 12 月，2009 年 1 月（即图中第 16，17 个月）的数据进行测试，误差如下图表 3：

报名号 # 1370



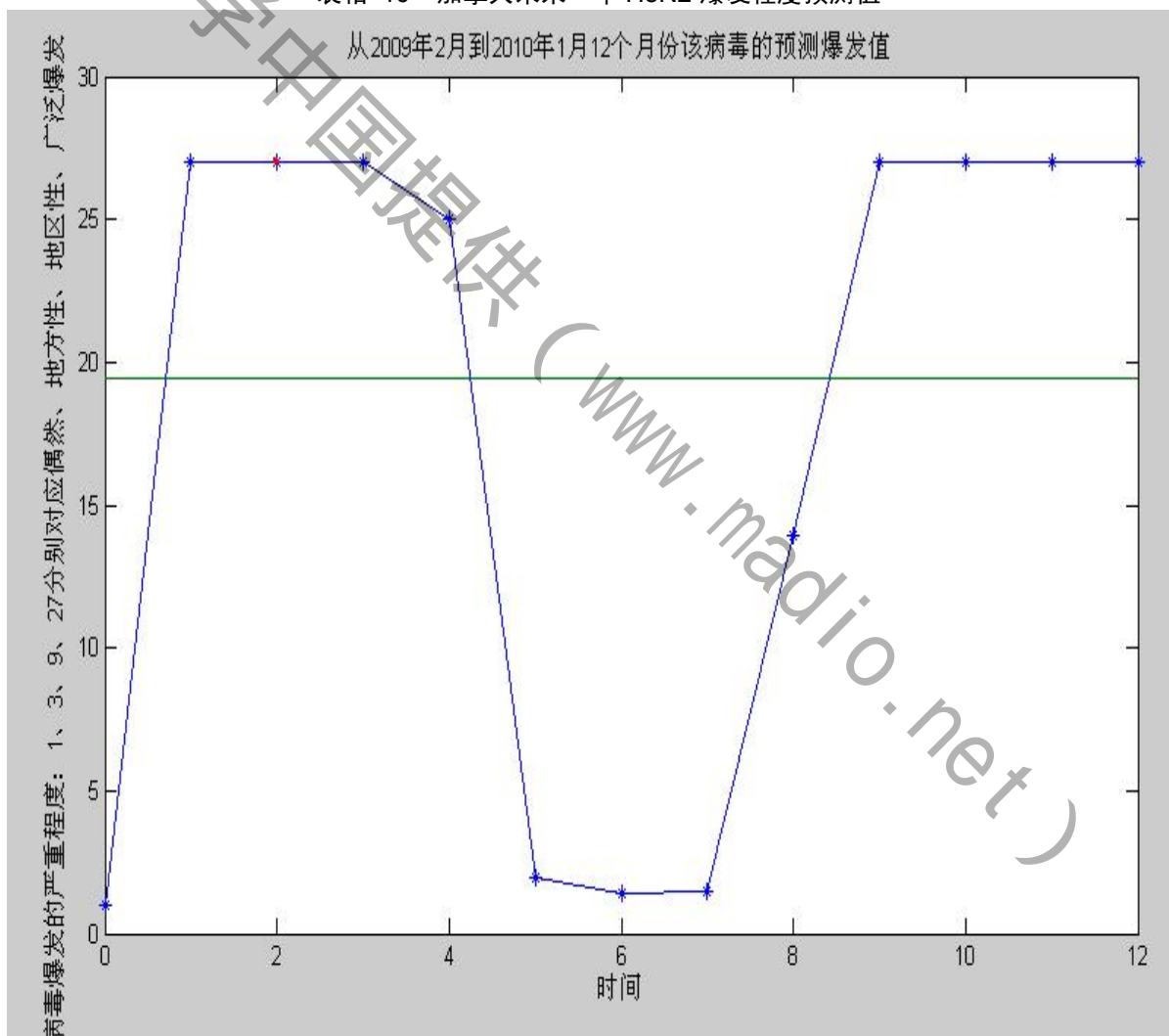
图表 3 测试误差情况

可见该 BP 神经网络模型误差很小，在一定程度上可以用来预测将来的情况。

2.2.4 BP 神经网络预测

预测 2009 年 2 月到 2010 年 1 月份 H3N2 病毒的爆发值如图：

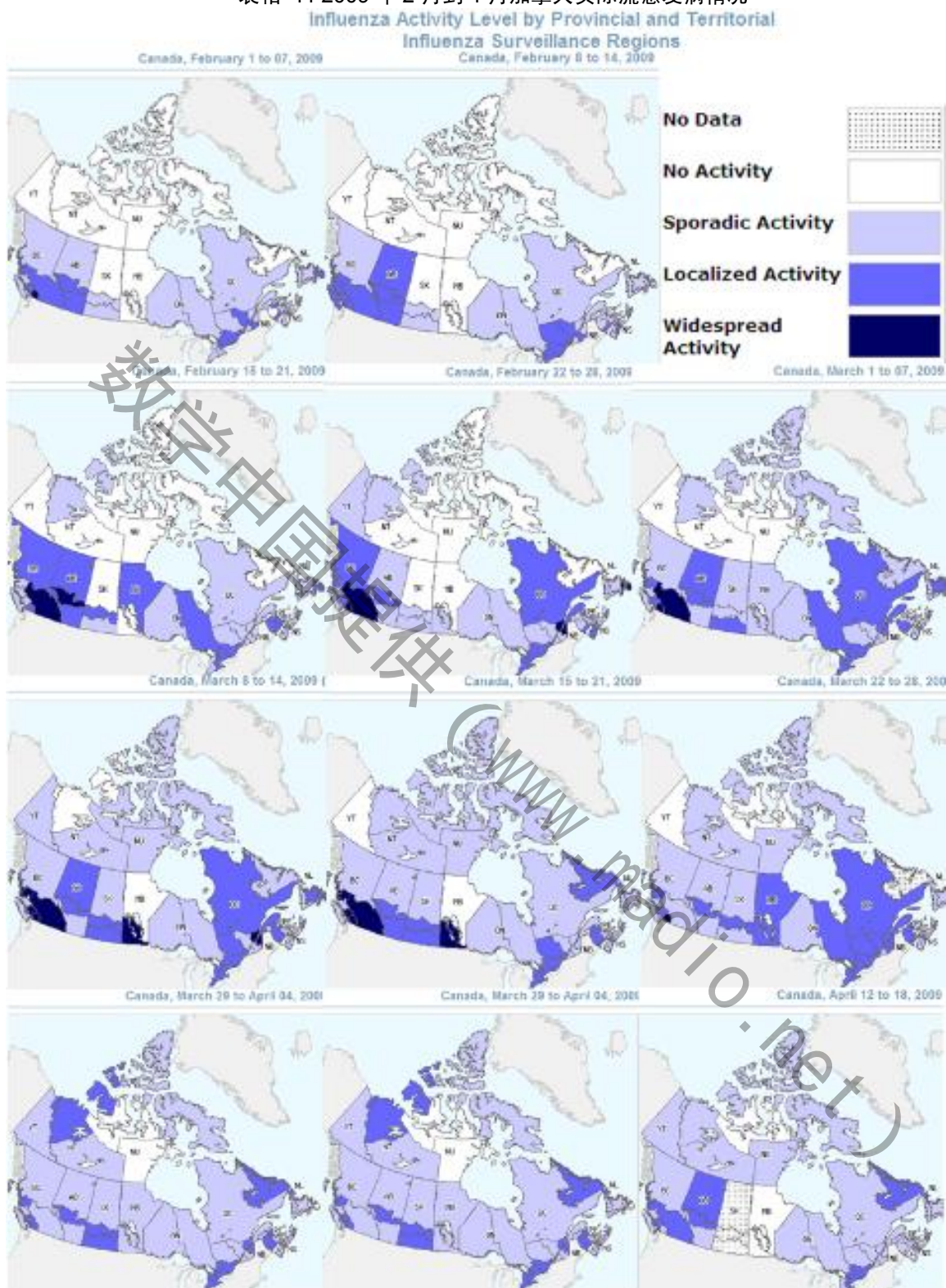
表格 10 加拿大未来一年 H3N2 爆发程度预测值



2.2.5 BP 神经网络模型的检验

由加拿大 2009 年 2 月到 2009 年 4 月的情况进一步检验模型是否合理，如图：

报名号 # 1370

表格 11 2009 年 2 月到 4 月加拿大实际流感发病情况^[3]

对照图表 9 与图表 10，可以看到已有实际情况（2009 年 2 月到 4 月）与预测值符合较好，在 2009 年 2 月和 3 月加拿大确实经历了流感病毒广泛爆发，在 3 月到 4 月，情况逐步好转，病毒爆发程度经地区性爆发水平降至地方性爆发水平，与预测图相符。经过对比，其他国家的病毒爆发程度在 2009 年 2 月到 4 月与对应预测图也较符合。

然后对经过初次筛选后的其他 H3 病毒疑似国家（以及对所有 H1、B 病毒疑似国家）进行同样的预测，在满足测试值良好的数据下对未来进行预测，具体结果见附录表格。

报名号 # 1370

并分别按照该病毒预期爆发程度最大值（可以认为最有威胁的病毒品种是有最强爆发程度的品种）及月平均值降序（可以认为最有威胁的病毒品种是有累积较强爆发程度的品种）进行排列，以此得到各病毒具体品种的威胁程度。结果如下

表格 12 H3 疑似国家预测爆发程度排序

国家	H3 最大值	国家	H3 平均值
加拿大	26.9996	加拿大	19.1253
美国	26.8078	美国	6.1775
俄罗斯	26.7686	俄罗斯	3.7504
挪威	13.4999	香港	3.3337
日本	13.4921	巴西	3.0662
荷兰	8.9999	挪威	2.3335
香港	8.9857	日本	2.2116
突尼斯	8.9741	荷兰	2.1135
阿根廷	8.9666	突尼斯	1.8051
巴西	4.9997	中国	1.4871
葡萄牙	4.5004	菲律宾	1.3752
西班牙	3.1663	阿根廷	1.251
厄瓜多尔	2.9999	厄瓜多尔	0.8941
菲律宾	2.9973	葡萄牙	0.8766
韩国	2.9879	英国	0.6631
中国	2.9708	韩国	0.6108
英国	2.2	泰国	0.5553
马达加斯加	1.4966	西班牙	0.5309
泰国	1	肯尼亚	0.5274
肯尼亚	0.9998	马达加斯加	0.4264
澳大利亚	0.9996	新加坡	0.4179
新西兰	0.9934	新西兰	0.2083
马提尼克岛	0.6	澳大利亚	0.2069
印度	0.5	马提尼克岛	0.151
墨西哥	0.5	埃及	0.1021
埃及	0.4993	瑞典	0.0719
新加坡	0.4546	智利	0.0507
智利	0.3791	印度	0.0417
瑞典	0.3579	墨西哥	0.0417
哥斯达黎加	0.0549	哥斯达黎加	0.0083

表格 13 H1 疑似国家预测爆发程度排序

国家	H1 最大值	国家	H1 平均值
俄罗斯	26.9837	日本	6.0257
日本	26.7663	加拿大	4.8976
挪威	25.5895	美国	4.2343
美国	13.0004	俄罗斯	4.2023
加拿大	11.3334	挪威	3.3393
智利	8.9951	巴西	3.0662

报名号 # 1370

香港	8.9884	香港	2.7056
荷兰	8.986	荷兰	1.9087
突尼斯	8.8773	智利	1.7105
葡萄牙	5.0004	突尼斯	1.5475
阿根廷	4.9999	中国	1.3899
巴西	4.9997	英国	1.2089
西班牙	4.7488	葡萄牙	1.2003
英国	2.9997	阿根廷	1.1813
中国	2.9995	马达加斯加	1.1331
韩国	2.9957	韩国	0.9163
菲律宾	2.0001	泰国	0.8395
马达加斯加	1.9972	西班牙	0.8022
墨西哥	1.6666	新加坡	0.7356
澳大利亚	1	厄瓜多尔	0.62
厄瓜多尔	1	澳大利亚	0.5852
肯尼亚	0.9995	墨西哥	0.5305
印度	0.9966	菲律宾	0.4688
瑞典	0.9965	瑞典	0.4327
新加坡	0.9863	肯尼亚	0.4257
泰国	0.9781	印度	0.3126
马提尼克岛	0.75	新西兰	0.1949
新西兰	0.6667	埃及	0.1913
哥斯达黎加	0.5	马提尼克岛	0.1885
埃及	0.4997	哥斯达黎加	0.1515
摩洛哥	0.0524	摩洛哥	0.0071

表格 14 B 疑似国家预测爆发程度排序

国家	B 最大值	国家	B 平均值
日本	26.9988	巴西	7.1243
巴西	26.9632	挪威	6.9801
俄罗斯	26.9311	美国	6.2026
挪威	26.8609	英国	5.9972
加拿大	26.7765	加拿大	5.9909
美国	26.7661	日本	5.7262
智利	9	智利	5.1279
英国	9	俄罗斯	5.1069
葡萄牙	9	葡萄牙	3.9984
荷兰	8.9999	香港	2.6944
突尼斯	8.9905	西班牙	2.3783
香港	8.9671	荷兰	2.1135
西班牙	8.8529	厄瓜多尔	1.7713
阿根廷	5.999	突尼斯	1.749
墨西哥	2.9968	阿根廷	1.1717
马达加斯加	2.9764	墨西哥	1.1686
厄瓜多尔	2.3572	马达加斯加	1.0783

报名号 # 1370

中国	1.6668	菲律宾	0.925
菲律宾	1.6666	肯尼亚	0.7588
马提尼克岛	1.5	印度	0.5897
韩国	1.0371	瑞典	0.5693
瑞典	1	马提尼克岛	0.5257
肯尼亚	0.9999	中国	0.4641
澳大利亚	0.9999	新加坡	0.4242
印度	0.9994	泰国	0.3271
新西兰	0.9984	新西兰	0.2606
哥斯达黎加	0.5714	韩国	0.2564
埃及	0.5555	澳大利亚	0.2411
新加坡	0.5	哥斯达黎加	0.2384
泰国	0.359	埃及	0.1261

表格 15 基于地理划分的各流感区域预期流感较严重国家

区域 病毒	北非 西亚	东亚	南亚	东南亚	俄罗斯 中亚	大洋 洲	非洲 南部	欧洲 西部	北美	南美 西	南美 东	中美
H1	突尼斯	日本、香港	印度	菲律宾、泰国	俄罗斯	澳大利亚	马达加斯加	荷兰、挪威	加拿大、美国	智利	阿根廷、巴西	墨西哥
H3	突尼斯	日本、香港	印度	菲律宾	俄罗斯	澳大利亚、新西兰	马达加斯加、肯尼亚	荷兰、挪威	加拿大	厄瓜多尔	阿根廷、巴西	墨西哥、马提尼克岛
B	突尼斯	日本、香港	印度	菲律宾	俄罗斯	澳大利亚、新西兰	马达加斯加	英国、挪威	加拿大、美国	智利	巴西	墨西哥

从表格 14 我们可以得到各个地区威胁性较强的病毒品种，可以较好的为进一步医学实验准备，大大降低了医学实验操作的难度和工作量。

问题三：对需援助国家或地区的优先级评定

3.1 模型假设

- 1、基于原模型的区域划分。
- 2、对每个援助国家的支持相同。
- 3、将各大区域中历史上有明显疫情的国家作为支援监测站点的候选国家，同时也将他们所在的大区的重点疫情监测对象来评价设置大区的检测站的作用，所以一个大区的候选国家越多，则选择支援站点越科学。
- 4、假设对每个国家至多支援一个监测站。
- 5、对一个监测站来说，该监测站对于其所在大区其他国家的监测符合距离指数衰减规律。

报名号 # 1370

6、不考虑现有监测站的情况。

3.2 分区广义席位分配

由于联合国的资金有限，所以能援助的国家数目有限，本文在此首先讨论如何在问题二中地理分区的基础上，将有限的援助席位合理地分配到各个分区。在 3.3 中，我们将继续讨论，在分配到若干席位后，如何确定各分区援助的具体国家。

利用 *d'Hondt* 席位分配方法，视受援助国家数为席位，设之为 n 席；视各分区为受分配各方，共 m 方；设第 i ($i=1,2,3,\dots,m$) 方的权数为 p_i 。将各国家的权数用正整数 $k=1,2,3,\dots$ 相除，其商数可用下表列出：

表格 16 席位分派算法表

	1	2	3	4	5	...
分区 A (权数 p_1)	p_1	$\frac{p_1}{2}$	$\frac{p_1}{3}$	$\frac{p_1}{4}$	$\frac{p_1}{5}$...
分区 B (权数 p_2)	p_2	$\frac{p_2}{2}$	$\frac{p_2}{3}$	$\frac{p_2}{4}$	$\frac{p_2}{5}$...
分区 C (权数 p_3)	p_3	$\frac{p_3}{2}$	$\frac{p_3}{3}$	$\frac{p_3}{4}$	$\frac{p_3}{5}$...
\vdots						

从诸 $\frac{p_i}{k}$, $i=1,2,3,\dots,m$, $k=1,2,3,\dots$ 中从大到小选取前 n 个数，做出标记，表中各行中被标记的数的个数即为该国的席位数。

由于援助席位的分配不能简单的由国家数目所占的比例给出，还需考虑经济情况、流感的严重程度、人口等因素。故本文给出了新的计算各分区获得席位的公式。

设各分区中的典型国家个数为 n_i ，其中每个国家的流感总严重程度为 C_j ，人口总数为 P_j ，GDP 总量为 G_j ，人均 GDP 为 E_j ，则有如下所示各分区权数计算公式：

$$p_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} \frac{P_j \times C_j}{G_j} = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} \frac{C_j}{E_j}.$$

应用以上公式，代入数据，可得到各分区分别对应的的权数。若设共有 13 个受援助国家的名额，应用上文提到的 *d'Hondt* 方法及计算公式，由附录程序 4，就可以得到具体的席位分配。具体数据如下表所示：

表格 17 13 个席位时的各大区获得席位结果

分区名称	对应权数	所获席位
亚洲东部	0.0101	1
南亚	0.0041	0
东南亚	0.0172	3
大洋洲	0.0159	2

报名号 # 1370

亚洲中部及俄罗斯大部	0.0063	1
非洲北部和西亚	0.0047	0
非洲南部	0.0265	4
欧洲西部（乌拉尔山以西）	0.0024	0
美洲北部	0.0018	0
美洲中部及加勒比海地区	0.0038	0
南美洲（安第斯山以东）	0.0038	0
南美洲（安第斯山以西）	0.0132	2

3.3 援助国家选取

在 3.2 节中，我们已经获得了各分区的席位分配。利用上节的结论，我们将确定各分区具体国家的选取。

3.3.1

我们采用多目标规划来解决，以覆盖效果 S 和经济实力 E 来作为衡量指标，在归一化之后建立目标函数：

$$F = \lambda_1 S + \lambda_2 \frac{1}{E}$$

考虑到建立监测站的国家首要注重的应该是其在流感监测中的功能作用，而经济因素为次要因素，故取 $\lambda_1 = 0.7$ ， $\lambda_2 = 0.3$ 。本文中，我们以人均 GDP 作为 E 的衡量标准。接下来，我们给出覆盖效果 S 的衡量。

首先，由于历史疫情的代表性，我们根据第一阶段给数据的各个国家作为候选人（如果有些其他国家申请的话，只需将其数据带入模型即可进行横向比较和评价），考虑到人口 P ，与该地区的其他代表国家的地理距离 D ，流感病毒（H1N1, H3N2, A, B 的综合）的情况 C ，利用人口和流感病毒情况来对距离进行加权，来多目标规划问题的解。我们认为理想的选择点能最大程度的覆盖较大的爆发程度和较多的人口，而且对该大区的其他国家而言距离越远，其覆盖的效果越差，考虑到监测他国效果按距离指数衰减，我们用 K_{ij} 来量化：

$$K_{ij} = \begin{cases} 1 & i = j \\ \frac{1}{2} & 0 < D_{ij} < 1000 \\ \frac{1}{2^2} & 1000 < D_{ij} < 2000 \\ \vdots & \\ \frac{1}{2^n} & 1000 * (n-1) < D_{ij} < 1000 * n \end{cases}$$

进而得到监测覆盖总效果：

$$S = \max_i \left\{ \lambda_1 \sum_{j=1, j \neq i}^n K_{ij} * C_j * P_j + \lambda_2 C_i * P_i \right\}$$

可以看到覆盖效果分为监测站所在国疫情情况和监测站对该区他国的监测情况，并分别占权重 λ_1, λ_2 （考虑到实际操作的国界影响），根据他们对与监测站建立的实际重要

报名号 # 1370

性，我们不妨取 $\lambda_1 = 0.4, \lambda_2 = 0.6$

对于评估受援助地区或国家的优先级，本文有如下原则：

- ◆ 选择流感病毒爆发程度高的地区
- ◆ 在上面条件下，选择能够监测众多流感严重国家的地区
- ◆ 在上面条件下，选择人口密集且经济实力较弱的地区

若该大区分得 k 个支援名额， $k > 1$,

$$S = \max_{i_1, i_2, \dots, i_k} \left\{ \lambda_1 \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i_1, i_2, \dots, i_k}}^n \max_{1 \leq s \leq k} \{K_{i_s j}\} * C_j * P_j + \lambda_2 \sum_{s=1}^k C_{i_s} * P_{i_s} \right\}$$

即当分得 k 个名额时，不能简单的对 1 个名额时的覆盖效果程度进行叠加，而需将 k 个国家 i_1, i_2, \dots, i_k 看做一个联合体，在计算该整体对该大区其他某国 A 的监测时，只要考虑联合体中的其中到国 A 的最短距离的国家 i_s 即可。

以亚洲东部区域为例（其他大区的具体数据见附录）：

表格 18 原始数据表之一

亚洲东部	与该大区其他国家或地区之间的距离 (KM)						人口数目	严重程度	GDP usd
	China	HongKong	Taiwan	Japan	Mongolia	Korea			
China	0	1423	1614	2409	1464	1543	1,295,330,000	69	2460
HongKong	1423	0	712	2367	2634	1785	6,730,000	107	29149
Taiwan	1614	712	0	1921	2431	1411	20,926,000	38	16274
Japan	2409	2367	1921	0	2453	1042	127,100,000	193	34023
Mongolia	1464	2634	2431	2453	0	1787	2,435,000	24	1470
Korea	1543	1785	1411	1042	1787	0	47,676,000	89	19624

由附录程序 5，另席位数 $k=1$ ，我们可以得到各分区中国家的优先级结果，在该区获得一个席位时有效，当得到多个席位 N 时，可能出现微调（由于组合导致性质发生变化），但只需在程序 5 中令 $k=N$ ，即可得到结果。

表格 19 各分区中国家的优先级

大区	国家	人均 GDP (\$)	覆盖效果 S (10E+10)	S 与 1/E 归一化后 综合评估 F
亚洲东部	China	2460	9.3861	0.7439
	Japan	34023	3.7022	0.2794
	Mongolia	1470	2.6682	0.2727
	Korea	19624	3.2963	0.2524
	Taiwan	16274	3.0663	0.2355
	HongKong	29149	2.7559	0.2094
南亚	India	965	1.3505	0.8119
	Nepal	400	0.6924	0.6289
	Bangladesh	444	0.3411	0.4201
东南亚	Indonesia	2031	0.65876	0.7532

报名号 # 1370

	Cambodia	592	0.52133	0.7364
	Vietnam	809	0.54037	0.7077
	Thailand	3400	0.612	0.6821
	Philippines	1590	0.50839	0.6081
	Singapore	34152	0.48585	0.5194
	Malaysia	6146	0.43659	0.4815
	Sri lanka	1558	0.23847	0.3227
大洋洲	Austrilia	42553	0.20689	0.7025
	New Zealand	29698	0.11615	0.3966
亚洲 俄罗斯	Russion	8612	0.73983	0.7125
	Kyrgyzsatn	663	0.10708	0.2642
	Kasakhstan	6314	0.11669	0.1275
北非 西亚	Iran	3920	0.25463	0.7276
	Egypt	1739	0.21601	0.6559
	Jordan	2741	0.14636	0.4418
	Kuwait	32259	0.15457	0.4283
	Algeria	3702	0.12148	0.3631
	Tunisia	3313	0.1193	0.3606
	Qatar	70754	0.09834	0.2719
	Morocco	2368	0.07669	0.2565
	Oman	15412	0.07994	0.2268
	Madagascar	371	0.09699	0.8498
非洲 南部	South Africa	5724	0.12151	0.7189
	Uganda	360	0.05416	0.612
	Kenya	851	0.05591	0.449
	Ghana	682	0.0443	0.4136
	Cameroon	1110	0.04844	0.3764
美洲 北部	United States	45594	4.543	0.7024
	Canada	42738	1.331	0.2076
	Greenland	12340	0.3067	0.056
美洲 中部	Mexico	8426	0.4298	0.7128
	Guatemala	2504	0.22827	0.4149
	Honduras	1327	0.12268	0.2812
	Costa Rica	5102	0.1197	0.2161
	Panama	19781	0.11698	0.196
	Trinidad and Tobago	15908	0.03239	0.0595
南美洲 (安第 斯山 以东)	Brazil	6842	3.2815	0.7158
	Bolivia	1293	1.0345	0.3042
	Paraguay	1715	1.0261	0.2818
	Argentina	6310	1.0419	0.2394
	Uruguay	6616	0.7311	0.1723
	Colombia	3614	0.3588	0.1064
	Venezuela	8252	0.347	0.0871
南美洲 (安第斯 山以西)	Chile	9698	0.21021	0.7111
	Peru	3616	0.17766	0.6326
	Ecuador	3243	0.09278	0.3534
洲	Sweden	47069	3.1927	0.7023

报名号 # 1370

西部	Slovenia	22079	2. 2977	0. 5087
	Belarus	4013	1. 9685	0. 4585
	Poland	10858	2. 0176	0. 4523
	Norway	79154	1. 9035	0. 4187
	Estonia	15310	1. 7425	0. 3891
	France	40782	1. 7461	0. 3855
	Finland	12430	1. 7121	0. 3841
	Germany	39650	1. 6871	0. 3726
	United Kingdom	45301	1. 6587	0. 366
	Austria	44308	1. 5764	0. 3481
	Czech Republic	16372	1. 538	0. 3438
	Belgium	41605	1. 5275	0. 3375
	Croatia	11271	1. 4758	0. 3331
	Romania	7352	1. 4176	0. 3255
	Bulgaria	5116	1. 3495	0. 317
	Ukraine	2830	1. 2229	0. 3063
	Denmark	57025	1. 303	0. 2876
	Italy	35386	1. 2436	0. 2757
	Turkey	6548	0. 9382	0. 2222
	Spain	31471	0. 9408	0. 2097
	Greece	32010	0. 9337	0. 2081

利用 3.3 中的公式及搜集的数据，当援助的名额为 13 时，本文得到了一个名额的分配，综合评价结果及名额分配如下表：

表格 20 在总席位数为 13 时的具体分配方案

分区名称	所获席位	支援站点所在国家	最优覆盖效果 F
亚洲东部	1	China	0. 7439
南亚	0		0
东南亚	3	Cambodia Indonesia Vietnam	0. 7880
大洋洲	2	Australia New Zealand	0. 7031
亚洲中部及俄罗斯大部	1	Russia	0. 7125
非洲北部和西亚	0		0
非洲南部	4	Kenya Madagascar Uganda South Africa	0. 8842
欧洲西部（乌拉尔山以西）	0		0
美洲北部	0		0
美洲中部及加勒比海地区	0		0
南美洲（安第斯山以东）	0		0
南美洲（安第斯山以西）	2	Chile Peru	0. 7205

报名号 # 1370

由以上所得数据，可以看出援助名额的分配，集中在非洲，亚洲，非洲和拉丁美洲的发展中国家。这是由于这些国家不仅是人口密集，是流感的高发区，并且经济实力较弱，需要援助，而对于欧美发达国家，自身经济实力较强，完全有能力自己建立监测网络。模型得结果符合实际，是比较成功的。

六、模型评价与改进

1. 在问题一中，本文在划分区域时主要考虑了地形因素对流感病毒传播的影响，不够全面，可以加入气候，人类活动等因素的影响，使区域划分更合理。另外问题一中只利用了两年数据，再加入几年的数据可让预测更准确，同时也可基于历史数据分析，并考虑到空间位置，进行疫苗投放的微调。
2. 可以利用的流感病毒爆发程度的数据，可能已经受到了接种疫苗的影响，因此数据不够精确，这是无法避免的误差。
3. 流感病毒的严重程度仅是大致的等级度量，没有精确的数据，因此神经网络模型预测的结果也只作为参考。利用更加详尽的患病人口数目及比例等数据来预测是模型改进的方向。
4. 对于需要援助国家或地区优先级的评估，需要考虑众多因素，本文在评估时舍弃了那些人口，面积较小，且对影响较小的国家，会产生一定误差。本文认为国土面积对评价也有影响，具体的影响还需进一步确定

参考文献

- [1]WHO, Weekly epidemiological record, 2008, 83, 77 - 88
- [2] Illinois Department of Public Health, 2007 - 2008 Flu Activity Report, <http://www.idph.state.il.us/flu/fluupdate07-08.h>, 2009. 04. 24
- [3] Public Health Agency of Canada, FluWatch, http://dsol-smed.phac-aspc.gc.ca/dsol-smed/fluwatch/fluwatch.phtml?province_ext=wb%2C433%2C395&FluWeek=wk200906&Submit=View+Map&province=wb, 2009. 04. 25
- [4] 飞思科技产品研发中心, 神经网络理论与 Matlab7 实现, 电子工业出版社, 2005 年
- [5] 姜启源, 谢金星, 叶俊著, 数学模型 (第三版), 高等教育出版社, 2004 年 4 月

报名号 # 1370

附录：

一、表格：

表格 21 南半球的投放预测因素表(典型国家的情况及四种病毒在该地爆发程度量化表)

2008. 2-9	H1	H3	A	B	人口总量	人口密度
Africa Cameroon	4	0	0	1	15, 803, 000	33
Madagascar	7	0	0	3	15, 983, 000	30
Mauritius	1	1	0	2	1, 195, 000	603
South Africa	20	3	0	5	43, 586, 000	36
America Argentina	13	0	31	42	37, 487, 000	14
Brazil	50	0	37	97	172, 118, 000	21
Chile	25	0	10	6	15, 402, 000	21
France, French Guiana	3	0	2	3	165, 700	2
Peru	5	4	3	6	26, 090, 000	21
Oceania Australia	5	22	0	22	19, 358, 000	2
France, New Caledonia	2	0	0	0	183, 000	10
New Zealand	1	69	0	72	3, 861, 000	14

表格 22 北半球的投放预测因素表(典型国家的情况及四种病毒在该地爆发程度量化表)

2007. 9-2008. 1	H1	H3	A	B	Population	人口密度
Africa Algeria	3	1	0	0	30, 821, 000	13
Cote d'Ivoire	0	0	2	0	16, 393, 000	51
Egypt	3	0	0	4	65, 239, 000	77
Ghana	3	1	0	0	19, 894, 000	87
Kenya	0	1	0	1	30, 766, 000	58
Morocco	1	0	0	1	29, 237, 000	73
Senegal	2	0	0	0	10, 285, 000	56
Tunisia	0	5	0	4	9, 828, 000	64
Uganda	0	1	0	2	23, 986, 000	115
America Canada	15	5	0	5	31, 081, 900	3
Costa Rica	0	0	1	0	3, 936, 000	77
El Salvador	1	1	0	0	6, 238, 000	318
France, Guadeloupe	0	0	9	0	427, 000	240
France, Martinique	3	0	0	1	399, 000	354
Guatemala	0	2	0	0	11, 687, 000	107
Honduras	1	2	0	0	6, 626, 000	62
Mexico	5	2	4	2	99, 969, 000	53
Panama	0	0	2	2	2, 903, 000	21
USA	41	33	2	13	286, 067, 000	30
Asia China	0	8	0	18	1, 295, 330, 000	136
Hong Kong	7	5	0	11	6, 730, 000	6317
India	0	1	0	1	1, 029, 991, 000	328
Iran	7	0	0	4	63, 442, 000	41
Japan	25	5	0	4	127, 100, 000	337

报名号 # 1370

Malaysia	6	6	0	4	22,602,000	72
Mongolia	1	0	0	1	2,435,000	1
Nepal	1	0	0	1	25,284,000	196
Philippines	8	2	0	3	78,609,000	292
Qatar	2	0	0	0	596,000	75
Republic of Korea	5	2	0	3	47,676,000	480
Singapore	0	2	0	3	3,322,000	6389
Sri Lanka	0	0	3	3	19,399,000	305
Thailand	4	4	0	6	61,251,000	127
Vietnam	0	5	0	5	79,939,000	253
Europe Austria	10	0	2	2	8,117,770	97
Belarus	9	0	2	3	9,986,000	49
Belgium	29	2	0	3	10,268,000	339
Bulgaria	1	1	0	0	7,953,000	67
Croatia	10	0	0	1	4,393,000	79
Czech Republic	13	0	2	1	10,269,000	129
Denmark	4	0	0	3	5,358,000	126
Finland	10	1	0	2	5,185,000	15
France	13	3	0	4	59,090,000	110
Germany	5	1	0	4	82,386,000	230
Greece	4	0	1	1	10,975,000	80
Hungary	10	0	0	10	10,190,000	108
Iceland	1	0	1	1	284,000	2
Israel	3	0	3	4	6,258,000	302
Italy	5	0	1	2	57,892,000	192
Latvia	5	0	1	2	2,358,000	35
Luxembourg	28	0	0	2	444,000	181
Montenegro	28	0	0	0	618,000	105
Netherlands	1	0	0	0	15,896,000	395
Norway	5	0	3	4	4,516,000	14
Poland	0	0	2	2	38,647,000	123
Portugal	11	0	0	2	10,328,000	114
Romania	9	0	0	0	22,413,000	94
Russian Federation	6	4	0	4	144,417,000	8
Serbia	2	0	0	0	9,342,000	105
Slovakia	3	0	0	0	5,410,000	111
Slovenia	29	0	3	1	1,991,000	99
Spain	20	4	0	6	40,144,000	85
Sweden	4	1	3	5	8,888,000	20
Switzerland	30	2	1	3	7,222,000	181
Turkey	4	0	0	3	66,229,000	89
United Kingdom	13	2	0	4	59,953,000	243
Ukraine	0	1	0	0	48,767,000	78

报名号 # 1370

2008. 9-2009. 1	H1	H3	A	B	Population	人口密度
Africa Egypt	0	3	9	10	65, 239, 000	77
Ghana	2	1	0	4	19, 894, 000	87
Kenya	1	2	2	4	30, 766, 000	58
Morocco	2	1	0	2	29, 237, 000	73
Senegal	1	0	0	2	10, 285, 000	56
Tunisia	3	27	0	2	9, 828, 000	64
Uganda	0	0	3	0	23, 986, 000	115
America Canada	4	2	0	3	31, 081, 900	3
Costa Rica	2	0	0	1	3, 936, 000	77
France, Martinique	0	1	0	1	399, 000	354
Honduras	0	0	0	2	6, 626, 000	62
Mexico	3	0	0	2	99, 969, 000	53
USA	21	5	0	7	286, 067, 000	30
Asia China	4	2	0	3	1, 295, 330, 000	136
Hong Kong	7	5	0	5	6, 730, 000	6317
India	2	3	0	4	1, 029, 991, 000	328
Iran	2	3	0	0	63, 442, 000	41
Japan	39	40	0	5	127, 100, 000	337
Malaysia	0	0	0	1	22, 602, 000	72
Mongolia	2	0	0	0	2, 435, 000	1
Philippines	3	3	0	3	78, 609, 000	292
Republic of Korea	7	5	0	0	47, 676, 000	480
Singapore	5	5	0	5	3, 322, 000	6389
Thailand	4	2	0	4	61, 251, 000	127
Europe Austria	0	1	9	0	8, 117, 770	97
Belarus	0	0	3	2	9, 986, 000	49
Belgium	1	28	0	3	10, 268, 000	339
Bulgaria	1	0	0	0	7, 953, 000	67
Croatia	1	1	0	1	4, 393, 000	79
Czech Republic	0	10	0	1	10, 269, 000	129
Denmark	2	54	0	0	5, 358, 000	126
Finland	0	4	0	1	5, 185, 000	15
France	3	38	0	3	59, 090, 000	110
Germany	3	30	0	4	82, 386, 000	230
Greece	2	3	0	1	10, 975, 000	80
Hungary	0	9	0	0	10, 190, 000	108
Iceland	1	0	1	1	284, 000	2
Israel	3	2	0	3	6, 258, 000	302
Italy	1	31	0	2	57, 892, 000	192
Latvia	1	10	1	1	2, 358, 000	35
Luxembourg	1	28	0	0	444, 000	181
Montenegro	28	0	0	0	618, 000	105

报名号 # 1370

Netherlands	1	41	0	2	15,896,000	395
Norway	4	56	0	4	4,516,000	14
Poland	0	3	2	1	38,647,000	123
Portugal	3	54	0	2	10,328,000	114
Romania	1	4	0	1	22,413,000	94
Russian Federation	6	4	0	4	144,417,000	8
Serbia	1	1	0	2	9,342,000	105
Slovakia	0	1	0	0	5,410,000	111
Slovenia	2	28	0	1	1,991,000	99
Spain	3	37	0	3	40,144,000	85
Sweden	3	31	0	1	8,888,000	20
Switzerland	0	29	0	3	7,222,000	181
Turkey	0	2	0	1	66,229,000	89
United Kingdom	4	33	0	4	59,953,000	243
Ukraine	0	1	0	0	48,767,000	78

表格 23 H1 病毒威胁最大的疑似国家的未来 12 个月的 H1 爆发情况预测值

H1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
北非西亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
突尼斯	4.5019	8.8773	0.3384	0.0016	0.0014	0.0021	0.0027	0.0009	0.0014	0.3384	4.5019	0.0015	8.8773	1.5475
摩洛哥	0.0026	0.0022	0.0019	0.0019	0.0023	0.0053	0.0074	0.0524	0.0019	0.0022	0.0026	0.0027	0.0524	0.0071
埃及	0.4997	0.25	0.2496	0.0195	0.0094	0.009	0.009	0	0.4994	0.2496	0.4997	0.0005	0.4997	0.1913
东亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
日本	26.7663	9.0088	1.5032	1.0661	0.6439	0.7902	1.0749	0.403	1.0661	5.981	9.0003	15.0042	26.7663	6.0257
中国	0.6632	0.6992	0.9994	2.9994	2.9995	2.9995	2.9995	0.0003	0.5015	0.7019	0.6296	0.4858	2.9995	1.3899
香港	2.9999	8.9884	2.9944	1.145	1.5446	2.9888	2.9888	2.0003	1.145	1.0504	1.6219	2.9999	8.9884	2.7056
韩国	2.9957	1.3342	0.6663	0.0042	0	0	0	0	0.6663	1.0015	2.9957	1.3319	2.9957	0.9163
南亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
印度	0.3333	0.3332	0.3331	0.9966	0.004	0.2503	0.2503	0.0003	0.3331	0.2503	0.3332	0.3333	0.9966	0.3126
东南亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
菲律宾	0.2001	0.0071	0.0012	0.0012	0.0012	0.0071	0.0071	2.0001	1.5	1.5	0.2001	0.2001	2.0001	0.4688
泰国	0.7611	0.935	0.9781	0.9781	0.935	0.8269	0.8269	0.8011	0.7611	0.7611	0.7611	0.7491	0.9781	0.8395
新加坡	0.6269	0.6269	0.6269	0.9863	0.9863	0.9863	0.9863	0.494	0.6269	0.6269	0.6269	0.6269	0.9863	0.7356
俄罗斯														
中亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
俄罗斯	9.0004	26.9837	3.6633	1.1421	0.4964	0.1749	0.3004	0.0015	3.6633	1.0016	1.0004	2.9999	26.9837	4.2023
大洋洲	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
澳大利亚	0.3332	1	0.0158	0.668	0.9995	1	0.9995	0.668	0.498	0.4998	0.007	0.3332	1	0.5852
新西兰	0	0	0	0.6667	0.0053	0.4999	0.4999	0.6667	0	0	0	0	0.6667	0.1949
非洲南部	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
肯尼亚	0.0005	0.9976	0.0018	0.2222	0.9969	0.9995	0.9995	0.2222	0.0018	0.2222	0.2222	0.2222	0.9995	0.4257
马达加斯加	1.2031	0.9996	0.9934	1.0043	1.0008	0.9976	0.9976	1.0045	0.9935	1.2031	1.9972	1.2031	1.9972	1.1331S

报名号 # 1370

欧洲西部	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
荷兰	8.986	0.9804	0.8934	0.084	0.0204	0.0014	0.0004	0.0008	0.7082	0.9357	1.3079	8.986	8.986	1.9087
挪威	25.5895	8.1188	0.0107	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0	0.0107	2.0715	1.882	2.3535	25.5895	3.3393
葡萄牙	3.6659	1.0589	0.045	0	0	0	0	0	0	0.9679	3.6659	5.0004	5.0004	1.2003
瑞典	0.9965	0.733	0.5989	0.0485	0	0	0	0	0.4098	0.6827	0.7269	0.9965	0.9965	0.4327
西班牙	0.1197	0.0024	0.0016	0.0005	0	0	0	0	0	0.0035	4.7488	4.7488	4.7488	0.8022
英国	2.9997	1.0025	0.9827	0.9728	0.0258	0.001	0.0036	0.499	1.0182	1.0025	2.9997	2.9997	2.9997	1.2089
北美	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
加拿大	11.3333	11.3326	1.7755	1.7756	1.7757	1.7758	1.7758	0.9999	1.7756	1.7852	11.3334	11.3333	11.3334	4.8976
美国	13.0004	8.9854	1.152	1.123	1.1231	1.1229	1.1229	0.9944	1.123	2.0567	6.0072	13.0004	13.0004	4.2343
南美西	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
厄瓜多尔	0.7143	1	0.7143	0.7143	0.0058	0.0058	0.7143	0.7143	0.7143	0.7143	0.7143	0.7143	1	0.62
智利	0.0095	0	3.0002	8.9951	2.0034	2.0034	1.0021	0.5027	0.0001	0.0001	0.0095	3.0002	8.9951	1.7105
南美东	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
阿根廷	0.001	0.0089	0.6503	0.6688	4.9999	4.9999	1.0001	0.6688	0.66	0.512	0.0054	0.001	4.9999	1.1813
巴西	0.1946	0.9975	4.9997	4.9997	3.8001	3.8001	3.8001	3.8001	4.9997	4.9997	0.2083	0.1946	4.9997	3.0662
中美	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
哥斯达黎加	0.2	0.1428	0.0013	0.0013	0.0013	0.1428	0.1428	0.5	0.1428	0.1428	0.2	0.2	0.5	0.1515
马提尼克岛	0.75	0.75	0.0009	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0028	0.0013	0.0009	0.0009	0.75	0.75	0.1885
墨西哥	1.6666	1	0.0048	0.003	0.003	0.0048	0.0048	1	1	1.6666	0.0059	0.0059	1.6666	0.5305

表格 24 病毒威胁最大的疑似国家的未来 12 个月的 H3 爆发情况预测值

H3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
北非西亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
突尼斯	6.0001	8.9741	0.3334	0.005	0.0041	0.0029	0.0025	0.0007	0.0049	0.3334	6.0001	0.0002	8.9741	1.8051
埃及	0.0073	0.0073	0.0242	0.3327	0.0073	0	0	0	0.3324	0.4993	0.0073	0.0075	0.4993	0.1021
东亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
日本	2.1541	2.7013	1.1253	0.7024	0.2378	0.0618	0.0472	0.076	0.7024	1.2558	3.9835	13.4921	13.4921	2.2116
中国	2.9708	2.9374	2.9196	1.0185	0.9861	1.0033	0.9964	0.0008	0.505	0.5051	2.0029	1.9991	2.9708	1.4871
香港	1.0014	1.0014	1.0014	1.0315	8.8992	8.9857	8.9857	4.9996	1.0315	1.0014	1.0641	1.0014	8.9857	3.3337
韩国	0.5556	2.9879	1.1109	0.3337	0.0029	0.0024	0.002	0.1667	1.1109	0.3336	0.5556	0.1671	2.9879	0.6108
南亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
印度	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0.5	0.0417
东南亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
菲律宾	0.0019	1	2	2	2	1	1	2.9973	2.2499	2.2499	0.0019	0.0019	2.9973	1.3752
泰国	0.3333	0.9974	1	1	0.9974	0.5003	0.5003	0.3334	0.3333	0.3333	0.3333	0.0015	1	0.5553
新加坡	0.4546	0.4546	0.4546	0.4166	0.4166	0.4166	0.4166	0.1667	0.4546	0.4546	0.4546	0.4546	0.4546	0.4179
俄罗斯中亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
俄罗斯	3.5479	26.7686	2.5676	1.2075	0.4354	0.2015	0.2753	0.0041	2.5676	2.6111	1.2089	3.6096	26.7686	3.7504
大洋洲	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
澳大利亚	0.037	0	0.1111	0.2593	0.3333	0.9996	0.3333	0.2593	0.0556	0.0555	0.0017	0.037	0.9996	0.2069

报名号 # 1370

新西兰	0	0	0	0.0865	0.9934	0.6668	0.6668	0.0865	0	0	0	0	0.9934	0.2083
非洲南部	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
肯尼亚	0.9966	0.0012	0.3333	0.3333	0.9981	0.9998	0.9998	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.9998	0.5274
马达加斯加	0.6552	0	0.2391	0.0033	0.0464	0.039	0.039	1.4966	0.6319	0.6552	0.6552	0.6552	1.4966	0.4264
欧洲西部	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
荷兰	8.9999	0.048	0.2219	0.1178	0.1176	0.1175	0.1175	0.5003	0.1268	1.495	4.4995	8.9999	8.9999	2.1135
挪威	0.9989	0.0016	0.0003	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0004	13.4998	13.4999	13.4999	2.3335
葡萄牙	2.9997	0.0188	0	0	0	0	0	0	0	0.0001	2.9997	4.5004	4.5004	0.8766
瑞典	0.3579	0.0234	0.0198	0.0181	0.0049	0.0006	0.0011	0.0188	0.0196	0.0199	0.0206	0.3579	0.3579	0.0719
西班牙	0.0375	0	0	0	0	0	0	0.0005	0	0.0001	3.1663	3.1663	3.1663	0.5309
英国	2.2	0.2607	0.2265	0.208	0.0127	0.0011	0.0029	0.1656	0.2194	0.2607	2.2	2.2	2.2	0.6631
北美	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
加拿大	26.9996	26.999	26.998	26.9523	0.0477	0.0048	0.007	13.4997	26.9972	26.9985	26.9994	26.9996	26.9996	19.1253
美国	18.3319	26.8078	1.0603	1.0606	1.0606	1.0606	1.0606	1.0315	1.0606	1.2582	2.0056	18.3319	26.8078	6.1775
南美西	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
厄瓜多尔	0.8571	2.9999	0.8571	0.8571	0.0078	0.0078	0.8571	0.8571	0.8571	0.8571	0.8571	0.8571	0.8571	0.8941
智利	0.0284	0.3791	0.0424	0.0069	0.0225	0.0225	0.0088	0.0063	0.007	0.0136	0.0284	0.0424	0.3791	0.0507
南美东	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
阿根廷	0	0	0.0352	3.0002	0.0028	0.0028	0.0042	3.0002	8.9666	0	0	0	8.9666	1.251
巴西	0.1946	0.9975	4.9997	4.9997	3.8001	3.8001	3.8001	3.8001	4.9997	4.9997	0.2083	0.1946	4.9997	3.0662
中美	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
哥斯达黎加	0.0037	0.0034	0.0056	0.0056	0.0056	0.0034	0.0034	0.0549	0.0034	0.0034	0.0037	0.0037	0.0549	0.0083
马提尼克岛	0.002	0.002	0.6	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0024	0.0008	0.6	0.6	0.002	0.6	0.151
墨西哥	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0.5	0.0417

表格 25 病毒威胁最大的疑似国家的未来 12 个月的 B 爆发情况预测值

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
北非西亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
突尼斯	5.9981	8.9905	0	0	0	0	0	0	0	0	5.9981	0.0017	8.9905	1.749
摩洛哥														
埃及	0.5555	0.0168	0.0363	0.0342	0.0137	0.002	0.0061	0.2222	0.0297	0.0328	0.5555	0.0078	0.5555	0.1261
东亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
日本	8.547	26.9988	8.8213	2.9879	2.6242	2.5958	2.5877	1.1208	2.9879	3.1506	3.3747	2.9181	26.9988	5.7262
中国	0.0309	0.3464	0.4219	0.3308	0.3254	0.3249	0.3251	0	0.4677	0.6637	0.6654	1.6668	1.6668	0.4641
香港	2.3337	8.9671	2.9955	1.7196	1.6151	2.9986	2.9986	2.0002	1.7196	1.0393	1.6117	2.3337	8.9671	2.6944
韩国	1.0371	0.9999	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0371	0.0029	1.0371	0.2564
南亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
印度	0.3333	0.6667	0.6667	0.9983	0.9954	0.25	0.25	0.9994	0.6667	0.25	0.6667	0.3333	0.9994	0.5897
东南亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
菲律宾	0.2	1.0001	1.6666	1.6666	1.6666	1.0001	1.0001	1.0001	0.7499	0.7499	0.2	0.2	1.6666	0.925

报名号 # 1370

泰国	0.2	0.3589	0.3589	0.3589	0.3589	0.3589	0.3589	0.3333	0.3589	0.3589	0.3589	0.0023	0.359	0.3271
新加坡	0.3939	0.3939	0.3939	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3333	0.3939	0.3939	0.3939	0.3939	0.5	0.4242
俄罗斯														
中亚	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
俄罗斯	0	26.9311	10.9914	3.3967	1.5133	0.5336	0.9215	0.0008	10.9914	3.0034	2.9995	0	26.9311	5.1069
大洋洲	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
澳大利亚	0.0366	0.1111	0.1113	0.4072	0.3336	0.9999	0.3336	0.4072	0.0555	0.0553	0.0054	0.0366	0.9999	0.2411
新西兰	0	0	0	0.3702	0.371	0.9984	0.9984	0.3702	0.0186	0	0	0	0.9984	0.2606
非洲南部	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
肯尼亚	0.9978	0.9999	0.6667	0.5556	0.9977	0.9994	0.9994	0.5556	0.6667	0.5556	0.5556	0.5556	0.9999	0.7588
马达加斯加	1.7998	0.0019	0.0261	2.9764	0.0383	1.4974	1.4974	0.0045	1.4974	1.7998	0	1.7998	2.9764	1.0783
欧洲西部	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
荷兰	8.9999	0.048	0.2219	0.1178	0.1176	0.1175	0.1175	0.5003	0.1268	1.495	4.4995	8.9999	8.9999	2.1135
挪威	7.7968	26.8609	9.9987	3.0231	2.0133	1.9808	1.9844	1.5013	9.9987	3.0033	7.8029	7.7971	26.8609	6.9801
葡萄牙	9	8.9586	3.0134	2.9855	0.0226	0	0	0	2.9855	3.0148	9	9	9	3.9984
瑞典	0.6668	0.9879	1	0.9998	0.0043	0.0031	0.0032	0.4999	1	0.5	0.5001	0.6668	1	0.5693
西班牙	8.8529	2.973	3.035	0.2038	0	0	0	0	1.4559	3.0148	4.502	4.502	8.8529	2.3783
英国	9	9	8.9996	8.9664	0.0042	0.0003	0.0006	0.0022	8.9936	9	9	9	9	5.9972
北美	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
加拿大	9.001	0.0001	26.6407	26.7765	0.0132	0	0	0	0.1982	0.2595	0.0001	9.001	26.7765	5.9909
美国	20.2496	26.7661	6.7359	0.0367	0.0029	0.0027	0.0028	0	0.0367	0.1972	0.1515	20.2496	26.7661	6.2026
南美西	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
厄瓜多尔	2.3572	0.0272	2.3572	2.3572	0.0068	0.0068	2.3572	2.3572	2.3572	2.3572	2.3572	2.3572	2.3572	1.7713
智利	3.0254	9	2.9761	0.0463	8.9984	8.9984	8.9914	4.4578	4.5608	4.4784	3.0254	2.9761	9	5.1279
南美东	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
阿根廷	0.0045	0.0009	0.3352	0.3918	5.999	5.999	0.3867	0.3918	0.3984	0.1398	0.0095	0.0045	5.999	1.1717
巴西	0.3813	26.9632	1.3347	1.3347	13	13	13	13	1.3347	1.3347	0.4268	0.3813	26.9632	7.1243
中美	2009.2	2009.3	2009.4	2009.5	2009.6	2009.7	2009.8	2009.9	2009.1	2009.11	2009.12	2010.1	最大值	平均值
哥斯达黎加	0	0.5714	0.0014	0.0014	0.0014	0.5714	0.5714	0	0.5714	0.5714	0	0	0.5714	0.2384
马提尼克岛	1.5	1.5	0.6	0.001	0.001	0.001	0.0034	0.001	0.0034	0.6	0.6	1.5	1.5	0.5257
墨西哥	0.9999	2.9924	1.0001	0.011	0.011	1.0001	1.0001	2.9968	2.9924	0.9999	0.01	0.01	2.9968	1.1686

东南亚	cambodia	indonesia	malaysia	philippines	singapore	sri lanka	thailand	vietnam	人口数目	严重程度	GDP usd
cambodia	0	1812	905	1432	1021	1123	387	973	14, 131, 853	15	592
indonesia	1812	0	1061	2514	834	2515	1461	2289	234, 693, 997	21	2031
malaysia	905	1061	0	1978	1013	1832	1103	1321	22, 602, 000	43	6146
philippines	1432	2514	1978	0	1983	3483	1711	1045	78, 609, 000	37	1590
singapore	1021	834	1013	1983	0	1078	1484	1605	3, 322, 000	17	34152
sri lanka	1123	2515	1832	3483	1078	0	1921	2307	19, 399, 000	18	1558
thailand	387	1461	1103	1711	1484	1921	0	664	61, 251, 000	41	3400
vietnam	972	2289	1321	1045	1605	2307	664	0	79, 939, 000	30	809

报名号 # 1370

北非西 亚	algeria	egypt	morocco	tunisia	iran	jordan	qatar	kuwait	Oman	人口数目	严 重 程 度	GDP usd
algeria	0	1991	832	487	3421	2232	3511	3234	3997	30,821,000	16	3702
egypt	1991	0	2654	1587	1713	434	1445	1193	2011	65,239,000	21	1739
morocco	832	2654	0	1397	4121	2910	4043	3823	4587	29,237,000	7	2368
tunisia	487	1587	1397	0	2867	1794	2991	2621	3431	9,828,000	27	3313
iran	3421	1713	4121	2867	0	1312	1187	832	1391	63,442,000	33	3920
jordan	2232	434	2910	1794	1312	0	1331	798	1706	5,153,378	16	2741
qatar	3511	1445	4043	2991	1187	1331	0	481	528	596,000	9	70754
kuwait	3234	1193	3823	2621	832	798	481	0	913	2,243,080	13	32259
Oman	3997	2011	4587	3431	1391	1706	528	913	0	2,622,198	5	15412

南美洲（安第斯山以东）	Argentina	Brazil	Bolivia	Colombia	Venezuela	Uruguay	Paraguay	人口数目	严重 程度	GDP usd
Argentina	0	2831	1983	5183	5632	256	1314	37,487,000	164	6310
Brazil	2831	0	1463	3332	3725	2746	1581	172,118,000	184	6842
Bolivia	1983	1463	0	3023	3487	2017	941	9,182,000	57	1293
Colombia	5183	3332	3023	0	852	5431	4381	45,600,000	23	3614
Venezuela	5632	3725	3487	852	0	5643	5034	26,749,110	31	8252
Uruguay	256	2746	2017	5431	5643	0	1147	3,323,909	19	6616
Paraguay	1314	1581	941	4381	5034	1147	0	6,191,368	78	1715

欧洲西部	Aus tria	Bel arus	Bel gium	Bulg aria	Croa tia	Cze ch	Den mark	Est onia	Fin land	Fra nce	Ger many	Gre ece	Ita ly	Nor way	Pol and	Roma nia	Slov enia	Spa in	Swe den	Tur key	UK	U
Austria	0	1187	773	745	231	183	462	1328	1791	867	395	1172	843	1386	687	663	342	1993	1436	1218	993	
Belarus	1187	0	1642	1448	1434	1087	903	596	742	1893	963	2013	1978	976	492	1187	1451	2978	712	1591	1846	
Belgium	773	1642	0	1293	773	607	913	1924	2047	321	694	1687	1037	1382	1124	1312	713	1624	1637	1889	324	
Bulgaria	745	1434	773	0	483	901	1481	1987	2192	1323	1173	536	785	2011	1124	337	624	1943	1983	613	1514	
Croatia	231	1434	773	483	0	543	1187	1921	2083	853	811	901	589	1687	981	598	841	1678	1721	1183	1067	
Czech	183	1087	607	901	543	0	667	1208	1621	843	267	1418	1061	1176	589	847	539	1995	1296	1419	887	
Denmark	462	903	913	1481	1187	667	0	1047	1147	1223	397	2031	1687	523	591	1287	1198	2436	1147	1967	1078	
Estonia	1328	596	1924	1987	1921	1208	1047	0	487	2234	1324	2567	2479	824	934	1598	1908	3378	478	2168	2134	
Finland	1791	742	2047	2192	2083	1621	1147	487	0	2297	1432	2769	2578	876	1096	1834	2078	3789	468	2314	2214	
France	867	1893	321	1323	853	843	1223	2334	2297	0	943	1547	924	1695	1387	1367	786	987	1956	1997	321	
Germany	395	963	694	1173	811	267	397	1324	1432	943	0	1657	876	965	675	934	721	1876	1045	1746	765	
Greece	1172	2013	1687	536	901	1418	2031	2567	2769	1547	1657	0	764	2435	1675	943	876	1921	2435	678	2156	
Italy	843	1978	1037	785	589	1061	1687	2479	2578	924	876	764	0	2176	1357	934	578	1214	2267	1324	945	
Norway	1386	976	1382	2011	1687	1176	523	824	876	1695	965	2423	2176	0	876	1587	1678	2976	476	2245	1487	
Poland	687	492	1124	1124	981	589	591	934	1096	1387	675	1675	1357	876	0	765	943	2531	842	1421	1387	
Romania	663	1187	1312	337	598	847	1287	1598	1834	1367	934	943	934	1587	765	0	734	2135	1675	768	1587	
Slovenia	342	1451	713	624	841	539	1198	1908	2078	786	721	876	578	1678	943	734	0	1147	478	468	976	
Spain	1993	2978	1624	1943	1678	1995	2436	3378	3789	987	1876	1921	1214	2976	2531	2135	1523	0	3214	2456	1578	
Sweden	1436	712	1637	1983	1721	1296	1147	478	468	1956	1045	2435	2267	476	842	1675	478	3214	0	2214	1832	
Turkey	1218	1591	1889	613	1183	1419	1967	2168	2314	1997	1746	678	1324	2245	1421	768	468	2456	2214	0	2134	

报名号 # 1370

UK	993	1846	324	1514	1067	887	1078	2134	2214	321	765	2156	945	1487	1387	1587	976	1578	1832	2134	0
Ukraine	1046	411	1645	1183	1279	1083	1116	714	1034	1887	1056	1678	1786	1286	567	876	1378	2987	1143	1245	1932

二、程序：

1、求各区域各种毒株疫苗组合下的效果选出局部最优组合

clc

%用 2007-2008.1 数据估计北半球情况与用 2008.2-2008.9 数据估计南半球情况

```

% A=[3 1 0 0 30821000
% 0 0 2 0 16393000
% 3 0 0 4 65239000
% 3 1 0 0 19894000
% 0 1 0 1 30766000
% 1 0 0 1 29237000
% 2 0 0 0 10285000
% 0 5 0 4 9828000
% 0 1 0 2 23986000
% ]; %非洲的北半球部分 H1|H3|A|B 爆发程度
% % A=[15 5 0 5 31081900
% % 0 0 1 0 3936000
% % 1 1 0 0 6238000
% % 0 0 9 0 427000
% % 3 0 0 1 399000
% % 0 2 0 0 11687000
% % 1 2 0 0 6626000
% % 5 2 4 2 99969000
% % 0 0 2 2 2903000
% % 41 33 2 13 286067000
% % ]; %美洲的北半球部分 H1|H3|A|B 爆发程度
% A=[0 8 0 18 1295330000
% 7 5 0 11 6730000
% 0 1 0 1 1029991000
% 7 0 0 4 63442000
% 25 5 0 4 127100000
% 6 6 0 4 22602000
% 1 0 0 1 2435000
% 1 0 0 1 25284000
% 8 2 0 3 78609000
% 2 0 0 0 596000
% 5 2 0 3 47676000
% 0 2 0 3 3322000
% 0 0 3 3 19399000
% 4 4 0 6 61251000
% 0 5 0 5 79939000

```


报名号 # 1370

%]; %亚洲 H1|H3|A|B 爆发程度

% A=[10 0 2 2 8117770

% 9 0 2 3 9986000

% 29 2 0 3 10268000

% 1 1 0 0 7953000

% 10 0 0 1 4393000

% 13 0 2 1 10269000

% 4 0 0 3 5358000

% 10 1 0 2 5185000

% 13 3 0 4 59090000

% 5 1 0 4 82386000

% 4 0 1 1 10975000

% 10 0 0 10 10190000

% 1 0 1 1 284000

% 3 0 3 4 6258000

% 5 0 1 2 57892000

% 5 0 1 2 2358000

% 28 0 0 2 444000

% 28 0 0 0 618000

% 1 0 0 0 15896000

% 5 0 3 4 4516000

% 0 0 2 2 38647000

% 11 0 0 2 10328000

% 9 0 0 0 22413000

% 6 4 0 4 144417000

% 2 0 0 0 9342000

% 3 0 0 0 5410000

% 29 0 3 1 1991000

% 20 4 0 6 40144000

% 4 1 3 5 8888000

% 30 2 1 3 7222000

% 4 0 0 3 66229000

% 13 2 0 4 59953000

% 0 1 0 0 48767000

%]; %欧洲 H1|H3|A|B 爆发程度

% A=[4 0 0 1 15803000

% 7 0 0 3 15983000

% 1 1 0 2 1195000

% 20 3 0 5 43586000

%]; %非洲的南半球部分 H1|H3|A|B 爆发程度

A=[13 0 31 42 37487000

50 0 37 97 172118000

25 0 10 6 15402000

3 0 2 3 165700

报名号 # 1370

```

5  4  3  6  26090000
]; %美洲的南半球部分 H1|H3|A|B 爆发程度
A=[5   22  0   22 19358000
2   0   0   0  183000
1   69  0   72 3861000
]; %南半球大洋洲 H1|H3|A|B 爆发程度
% A=[0 0   0   1]; %南极洲 H1|H3|A|B 爆发程度

[n,nn]=size(A);

% A(i,5) 为第 i 国的人口密度
P=A(:,1:4); % H1|H3|A|B 在该洲各国爆发相对程度矩阵
C=A(:,5); % 各国人口数
BASE=sum(C); % 该洲所有取样国的总人口和
base=sum(P');
for i=1:n
    P(i,:)=A(i,1:4)/base(i); % 计算 H1|H3|A|B 在该洲各国爆发相对程度
    r(1),r(2),r(3),r(4), 且 r(1)+r(2)+r(3)+r(4)=1
    P(i,:)=P(i,:)*A(i,5)/BASE; % 加权：该国人口数 p*r(i), 然后除以该洲所有取样
    国家的人口基数
end

% 计算二联装疫苗的涵盖相似度总和

if n==1
    po=P;
else
    po=sum(P);
end
SUM=[po(1)+po(2) po(1)+po(3) po(1)+po(4) po(2)+po(3) po(2)+po(4) po(3)+po(4)]

max=0;
max_index=0;
for i=1:6
    if SUM(i)>max
        max=SUM(i);
        max_index=i;
    end
end

max
max_index

```

2、评价三联装南北半球分区投放的效果

```

% A=[4 0   0   1  15803000

```

报名号 # 1370

% 7 0 0 3 15983000
 % 1 1 0 2 1195000
 % 20 3 0 5 43586000
 % 13 0 31 42 37487000
 % 50 0 37 97 172118000
 % 25 0 10 6 15402000
 % 3 0 2 3 165700
 % 5 4 3 6 26090000
 % 5 22 0 22 19358000
 % 2 0 0 0 183000
 % 1 69 0 72 3861000] %南半球

A=[3 1 0 0 30821000 13
 0 0 2 0 16393000 51
 3 0 0 4 65239000 77
 3 1 0 0 19894000 87
 0 1 0 1 30766000 58
 1 0 0 1 29237000 73
 2 0 0 0 10285000 56
 0 5 0 4 9828000 64
 0 1 0 2 23986000 115
 15 5 0 5 31081900 3
 0 0 1 0 3936000 77
 1 1 0 0 6238000 318
 0 0 9 0 427000 240
 3 0 0 1 399000 354
 0 2 0 0 11687000 107
 1 2 0 0 6626000 62
 5 2 4 2 99969000 53
 0 0 2 2 2903000 21
 41 33 2 13 286067000 30
 0 8 0 18 1295330000 136
 7 5 0 11 6730000 6317
 0 1 0 1 1029991000 328
 7 0 0 4 63442000 41
 25 5 0 4 127100000 337
 6 6 0 4 22602000 72
 1 0 0 1 2435000 1
 1 0 0 1 25284000 196
 8 2 0 3 78609000 292
 2 0 0 0 596000 75
 5 2 0 3 47676000 480
 0 2 0 3 3322000 6389
 0 0 3 3 19399000 305

报名号 # 1370

4	4	0	6	61251000	127
0	5	0	5	79939000	253
10	0	2	2	8117770	97
9	0	2	3	9986000	49
29	2	0	3	10268000	339
1	1	0	0	7953000	67
10	0	0	1	4393000	79
13	0	2	1	10269000	129
4	0	0	3	5358000	126
10	1	0	2	5185000	15
13	3	0	4	59090000	110
5	1	0	4	82386000	230
4	0	1	1	10975000	80
10	0	0	10	10190000	108
1	0	1	1	284000	2
3	0	3	4	6258000	302
5	0	1	2	57892000	192
5	0	1	2	2358000	35
28	0	0	2	444000	181
28	0	0	0	618000	105
1	0	0	0	15896000	395
5	0	3	4	4516000	14
0	0	2	2	38647000	123
11	0	0	2	10328000	114
9	0	0	0	22413000	94
6	4	0	4	144417000	8
2	0	0	0	9342000	105
3	0	0	0	5410000	111
29	0	3	1	1991000	99
20	4	0	6	40144000	85
4	1	3	5	8888000	20
30	2	1	3	7222000	181
4	0	0	3	66229000	89
13	2	0	4	59953000	243
0	1	0	0	48767000	78]

```
[n, nn]=size(A);
```

```
%A(i, 5)为第 i 国的人口密度
```

```
P=A(:, 1:4);
```

```
%H1|H3|A|B 在半球各取样国爆发相对程度矩阵
```

```
C=A(:, 5);
```

```
%各取样国人口数
```

```
BASE=sum(C);
```

```
%该半球所有取样国的总人口和
```

```
base=sum(P');
```

```
for i=1:n
```

```
    P(i, :)=A(i, 1:4)/base(i); %计算 H1|H3|A|B 在该半球各国爆发相对程度
```

报名号 # 1370

$r(1), r(2), r(3), r(4)$, 且 $r(1)+r(2)+r(3)+r(4)=1$

```
P(i,:) = P(i,:) * A(i,5) / BASE; %加权：该国人口数 p*r(i), 然后除以该半球所有取
样国家的人口基数
end
```

%计算三联装疫苗的涵盖相似度总和

```
if n==1
    po=P;
else
    po=sum(P);
end
SUM=[po(1)+po(2)+po(4)]
```

3、BP 神经网络模型建立、训练、测试、预测

```
clc
p=[1 15 1 0 1 1
0 9 1 0 1 1
0 3 1 0 1 1
0 -3 1 0 1 3
0 -5 1 0 1 9
0 -5 1 0 1 27
0 -1 1 0 1 27
0 5 1 0 3 9
0 12 1 0 3 1
0 17 0 1 1 1
0 20 0 1 1 1
0 19 0 1 1 1
1 15 0 0 1 1
0 9 1 1 1 0
0 3 1 0 1 1
0 -3 1 0 1 1
0 -5 1 0 3 1
]'; %所有数据
start=p(6,17); %第一个预测值前节点爆发程度
A=p;
%对输入向量及实际结果（病毒爆发程度 p(6,:)）进行归一化处理
for i=1:6
    if any(p(i,:))~=0
        A(i,:)=(p(i,:)-min(p(i,:)))/(max(p(i,:))-min(p(i,:)));
    end
end
P=A(1:2,1:15); %训练数据
```

报名号 # 1370

```
T=A(3, 1:15);          %%%%%%%%%%%调节行变量来看是对 H1, H3 还是 B

P_test=A(1:2, 1:17);
T_test=A(3, 1:17)
threshold=[0 1;0 1];

%中间层神经元个数为 5
net=newff(threshold, [5,1], {'tansig','logsig'}, 'traincgf');
net.trainParam.epochs=10000;
net.trainParam.goal=0.035;

LP.lr=0.1;
net.trainParam.show=20;

net=init(net);
net=train(net, P, T);    %训练

% y=sim(net, P_test)
% figure;
% %绘制误差曲线
% %中间层神经元个数为 11
% plot(1:17, y-T_test)
% hold on;
test=A(1:2, 6:17);
out=sim(net, test)    %仿真预测

M=max(p(6, :));
m=min(p(6, :));
%反归一化
predict=zeros(1, 12);
for i=1:12
    predict(i)=out(i)* (M-m)+ m;
end
predict

%结果整理
sum=0;
MAX=0;
max_index=1;
for i=1:12
    sum=sum+predict(i);
    if MAX<predict(i)
        MAX=predict(i);
        max_index=i;
    end
end
```

报名号 # 1370

```

end
end
aver=sum/12;
[predict, MAX, aver]
x=0:12;

figure;
plot(x, [start, predict], '-*', x, aver*ones(1, 13), '- ', max_index, MAX, 'r')
title('从2009年2月到2010年1月12个月份该病毒的预测爆发值');
xlabel('时间');
ylabel('病毒爆发的严重程度：1、3、9、27分别对应偶然、地方性、地区性、广泛爆发');

```

4、广义席位分配程序

```

W=[1.01E-02  4.10E-03  0.0172 1.59E-02  6.30E-03  4.70E-03  2.65E-02
    2.40E-03  1.80E-03  3.80E-03  3.80E-03  1.32E-02]';
WW=W;
for i=2:10
    WW=[WW, W/i];
end
WW;
count=zeros(1, 12);
for k=1:13
    maxw=WW(1, 1);
    marki=1;
    markj=1;
    for i=1:12;
        for j=1:10
            if maxw<WW(i, j)
                maxw=WW(i, j);
                marki=i;
                markj=j;
            end
        end
        WW(marki, markj)=0;
        count(marki)=count(marki)+1;
    end
end
count

```

5、在各大区求解 K 个席位的具体分配顺序即最优组合

```

% I=[0 1423  1614  2409  1464  1543  1295330000 69 2460
% 1423 0  712 2367  2634  1785  6730000  107 29149
% 1614 712 0  1921  2431  1411  20926000  38 16274

```

报名号 # 1370

% 2409 2367 1921 0 2453 1042 127100000 193 34023

% 1464 2634 2431 2453 0 1787 2435000 24 1470

% 1543 1785 1411 1042 1787 0 47676000 89 19624

%];%亚洲东部典型国家

% I=[0 1812 905 1432 1021 1123 387 973 14131853 15 592

% 1812 0 1061 2514 834 2515 1461 2289 234693997 21 2031

% 905 1061 0 1978 1013 1832 1103 1321 22602000 43 6146

% 1432 2514 1978 0 1983 3483 1711 1045 78609000 37 1590

% 1021 834 1013 1983 0 1078 1484 1605 3322000 17 34152

% 1123 2515 1832 3483 1078 0 1921 2307 19399000 18 1558

% 387 1461 1103 1711 1484 1921 0 664 61251000 41 3400

% 972 2289 1321 1045 1605 2307 664 0 79939000 30 809

%]%东南亚典型国家

% %

% I=[0 1097 19358000 98 42553

% 1097 0 3861000 178 29698

%]%大洋洲

% I=[0 945 1093 1029991000 13 965

% 945 0 1045 25284000 9 400

% 1093 1045 0 1000000 7 444

%]%南亚典型国家

% %

% I=[0 2578 2043 144417000 51 8612

% 2578 0 653 15217711 15 6314

% 2043 653 0 5146281 7 663

%]%亚洲北

% %

% I=[0 1991 832 487 3421 2232 3511 3234 3997 30821000 16 3702

% 1991 0 2654 1587 1713 434 1445 1193 2011 65239000 21 1739

% 832 2654 0 1397 4121 2910 4043 3823 4587 29237000 7

2368

% 487 1587 1397 0 2867 1794 2991 2621 3431 9828000 27

3313

% 3421 1713 4121 2867 0 1312 1187 832 1391 63442000 33 3920

% 2232 434 2910 1794 1312 0 1331 798 1706 5153378 16 2741

% 3511 1445 4043 2991 1187 1331 0 481 528 596000 9 70754

% 3234 1193 3823 2621 832 798 481 0 913 2243080 13 32259

% 3997 2011 4587 3431 1391 1706 528 913 0 2622198 5 15412

%]%北非和西亚

% %

I=[0 2978 4781 953 5067 2603 19894000 12 682

298 0 2283 2113 2972 445 30766000 6 851

4781 2283 0 4082 1520 2778 19235000 34 371

报名号 # 1370

953 2113 4082 0 4381 1656 15746179 15 1110
 5067 2972 1520 4381 0 3196 43647658 23 5724
 2603 445 2778 1656 3196 0 23986000 9 360
]%非洲南部
 % %
 % I=[0 1612 2256 31081900 67 42738
 % 1612 0 3089 286047000 157 45594
 % 2256 3089 0 57664 4 12340
 %]%北美
 % %
 % I=[0 884 672 1787 1792 1634 3936000 7 5102
 % 884 0 221 993 1508 2279 11687000 9 2504
 % 672 221 0 1213 1489 2114 6626000 14 1327
 % 1787 993 1213 0 1651 3209 99969000 42 8426
 % 1792 1508 1489 1651 0 2423 2903000 21 19781
 % 1634 2279 2114 3209 2423 0 1305000 17 15908
 %]%美洲中部
 % I=[0 2831 1983 5183 5632 256 1314 37487000 164 6310
 % 2831 0 1463 3332 3725 2746 1581 172118000 184 6842
 % 1983 1463 0 3023 3487 2017 941 9182000 57 1293
 % 5183 3332 3023 0 852 5431 4381 45600000 23 3614
 % 5632 3725 3487 852 0 5643 5034 26749110 31 8252
 % 256 2746 2017 5431 5643 0 1147 3323909 19 6616
 % 1314 1581 941 4381 5034 1147 0 6191368 78 1715
 %]%南美洲（安第斯山东）
 I=[0 2546 4513 15402000 124 9698
 2546 0 1621 26090000 54 3616
 4513 1621 0 13228000 39 3243
]%南美洲（安第斯山西）
 % %
 % I=[0 1187 773 745 231 183 462 1328 1791 867 395 1172 843 1386 687
 663 342 1993 1436 1218 993 1046 8117770 52 44308
 % 1187 0 1642 1448 1434 1087 903 596 742 1893 963 2013 1978
 976 492 1187 1451 2978 712 1591 1846 411 9986000 36 4013
 % 773 1642 0 1293 773 607 913 1924 2047 321 694 1687 1037 1382
 1124 1312 713 1624 1637 1889 324 1645 10268000 94 41605
 % 745 1434 773 0 483 901 1481 1987 2192 1323 1173 536 785 2011
 1124 337 624 1943 1983 613 1514 1183 7953000 24 5116
 % 231 1434 773 483 0 543 1187 1921 2083 853 811 901 589 1687 981
 598 841 1678 1721 1183 1067 1279 4393000 33 11271
 % 183 1087 607 901 543 0 667 1208 1621 843 267 1418 1061 1176
 589 847 539 1995 1296 1419 887 1083 10269000 48 16372
 % 462 903 913 1481 1187 667 0 1047 1147 1223 397 2031 1687
 523 591 1287 1198 2436 1147 1967 1078 1116 5358000 28

报名号 # 1370

57025
 % 1328 596 1924 1987 1921 1208 1047 0 487 2234 1324 2567
 2479 824 934 1598 1908 3378 478 2168 2134 714 1324333 25
 15310
 % 1791 742 2047 2192 2083 1621 1147 487 0 2297 1432 2769
 2578 876 1096 1834 2078 3789 468 2314 2214 1034 5185000
 39 12430
 % 867 1893 321 1323 853 843 1223 2334 2297 0 943 1547 924 1695
 1387 1367 786 987 1956 1997 321 1887 59090000 51 40782
 % 395 963 694 1173 811 267 397 1324 1432 943 0 1657 876 965 675 934
 721 1876 1045 1746 765 1056 82386000 30 39650
 % 1172 2013 1687 536 901 1418 2031 2567 2769 1547 1657 0
 764 2435 1675 943 876 1921 2435 678 2156 1678 10975000 18
 32010
 % 843 1978 1037 785 589 1061 1687 2479 2578 924 876 764 0 2176
 1357 934 578 1214 2267 1324 945 1786 57892000 29 35386
 % 1386 976 1382 2011 1687 1176 523 824 876 1695 965 2423 2176 0
 876 1587 1678 2976 476 2245 1487 1286 4516000 36 79154
 % 687 492 1124 1124 981 589 591 934 1096 1387 675 1675 1357 876 0
 765 943 2531 842 1421 1387 567 38647000 12 10858
 % 663 1187 1312 337 598 847 1287 1598 1834 1367 934 943 934 1587
 765 0 734 2135 1675 768 1587 876 22413000 27 7352
 % 342 1451 713 624 841 539 1198 1908 2078 786 721 876 578 1678 943
 734 0 1147 478 468 976 1378 1991000 99 22079
 % 1993 2978 1624 1943 1678 1995 2436 3378 3789 987 1876
 1921 1214 2976 2531 2135 1523 0 3214 2456 1578 2987
 40144000 78 31471
 % 1436 712 1637 1983 1721 1296 1147 478 468 1956 1045 2435
 2267 476 842 1675 478 3214 0 2214 1832 1143 528888000 52
 47069
 % 1218 1591 1889 613 1183 1419 1967 2168 2314 1997 1746
 678 1324 2245 1421 768 468 2456 2214 0 2134 1245 66229000
 28 6548
 % 993 1846 324 1514 1067 887 1078 2134 2214 321 765 2156 945
 1487 1387 1587 976 1578 1832 2134 0 1932 59953000 57
 45301
 % 1046 411 1645 1183 1279 1083 1116 714 1034 1887 1056 1678
 1786 1286 567 876 1378 2987 1143 1245 1932 0 48767000 7
 2830
 %]%欧洲西部

%n*(n+2)矩阵，其中左方阵 n*n 矩阵为距离矩阵，第 n+1 列为人口数，
 %第 n+2 列为 18 各月的所有流感病毒的累计爆发程度

报名号 # 1370

```

[n,m]=size(I);
D=I(:,1:n);
for i=1:n
    for j=i:n
        exp2=D(i,j)/1000;
        exp2=-1*ceil(exp2);
        D(i,j)=2^exp2;
        D(j,i)=D(i,j);
    end
end

P=I(:,n+1); %人口数
C=I(:,n+2); %病毒爆发程度
G=I(:,n+3); %人均 GDP
W=0;        %各个大区的席位分配系数

for i=1:n
    W=W+C(i)/G(i);
end
W=W/n;

%对所有人均 GDP 数据进行归一化

B=[2460;29149;16274;34023;1470;19624;965;400;444;592;2031;6146;1590;34152;1
558;3400;809;
42553;29698;8612;6314;663;3702;1739;2368;3313;3920;2741;70754;32259;15412;6
82;851;371;
1110;5724;360;42738;45594;12340;5102;2504;1327;8426;19781;15908;6310;6842;1
293;3614;
8252;6616;1715;9698;3616;3243;44308;4013;41605;5116;11271;16372;57025;15310;
12430;
40782;39650;32010;35386;79154;10858;7352;22079;31471;47069;6548;45301;2830];
%人均 GDP 的倒数归一化处理
base=1/min(B);
g=1./G;
g=g/base;    %对 1/G 归一化处理

%s=zeros(1,n);

% for i=1:n

```

报名号 # 1370

```

%      for j=1:n
%          s(i)=s(i)+C(j)*P(j)*D(i,j);
%      end
% end
%
% s
% maxS=s(1);
% max_s=1;
% for i=2:n
%     if s(i)>maxS
%         maxS=s(i);
%         max_s=i;
%     end
% end
% max_s                                %求 一个名额时的监测点效果

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%求 k 个名额时的监测点效果
k=2

kind=1;
n1=n;
n2=k;
while(n1>n-n2)
    kind=kind*n1
    n1=n1-1;
end
while(n2>1)
    kind=kind/n2
    n2=n2-1;
end    %求 n 个候选 k 种组合的数量
kind

s=zeros(1,kind);
sign=zeros(kind,k); %第 i 种组合对应的成分矩阵

m=ones(1,k); %组合表示
sumversgdp=zeros(1,kind); %人均 GDP 倒数归一后的选择和
for h=1:k
    m(h)=h; %第一种组合
    sign(1,h)=h;%第一种组合成分记录
    sumversgdp=sumversgdp+g(m(h));
end

```

报名号 # 1370

m

```

count=1;
%flag=0;

while count<=kind
    K=D;
    % if count==1 || flag==1
        for i=1:n
            for j=i+1:n
                for h=1:k
                    if K(m(h), j)<K(i, j)
                        K(i, j)=K(m(h), j);
                        K(i, j)=K(j, i);
                    end
                end
            end
        end
    %else
    %flag=1;
    %end
    for h=1:k
        for j=1:n
            s(count)=s(count)+C(j)*P(j)*K(m(h), j);
        end
    end

    count=count+1;
    if count<=kind
        [m, sign]=increase(m, n, sign, count);
        for h=1:k
            sumversgdp(count)=sumversgdp(count)+g(m(h));
        end
    end
end

maxS=s(1);
max_s=1;
for i=2:kind
    if s(i)>maxS
        maxS=s(i);
        max_s=i;
    end
end

```

报名号 # 1370

```

end
s=s/maxS

f=zeros(1,kind); %总支援需求度
for i=1:kind
    f(i)=0.7*s(i)+0.3*sumversgdp(i)/k; %0.7 的覆盖效果比例与 0.3 的经济因素
    比例
end

maxF=f(1);
max_f=1;
for i=2:kind
    if f(i)>maxF
        maxS=f(i);
        max_f=i;
    end
end
maxF %求 k 个名额时的监测点效果
sign
sign(max_f,:) %选择方案

```

6、枚举可能的选择方案

```

function [m1,sign1]=increase(m,n,sign,count)
[M,k]=size(m);
h=k;

```

```

while h>=1&& m(1)<n-k+1
    if m(h)<n-k+h
        m(h)=m(h)+1;
        while h~k
            m(h+1)=m(h)+1;
            h=h+1;
        end
        break;
    else
        h=h-1;
        m(h+1)=m(h);
    end
end
m1=m;
sign1=sign;
for i=1:k
    sign1(count,i)=m1(i);
end

```