

The Research of Olympic Medal Ranking Methods

Binhui Wang, Chuxiang Chen, Ke Liu
Department of Statistics Ji Nan university ,
Guangzhou 510632,China
jndxwbh@163.com

Abstract—Olympic medal tally has always been focused by the international media and spectators. The purpose of this paper is to explore the relationship of medal tally and the population, wealth and climate, and formulate a standard method that measures Olympic medal tally according to the population size, wealth and climate. At first we compared five feasible ranking methods on 87 nations that win at least one medal on 2008 Olympic, and we found that the ranking based on gold, medals and medal score is more favorable to powerful countries; the ranking based on medal score per capita is more favorable to some less populated islands countries; the ranking based on medal score per GDP is more favorable to some poor Africa and Central Asia countries. Then we formulate a ranking method based on factor contribution, This method consider the influence of the main factors re-entered the medal tally, so this method is more objective and justice.

Keywords—The 2008 Olympic Games; Medal tally; Factor contribution

I. 引言

奥林匹克运动会（简称奥运会）是当今世界上最大的体育盛会，每四年举行一次，为期 16 天，吸引着全世界的目光。2008 年在中国举行的第 29 届奥运会，盛大之势令世界为之一惊，100 枚奖牌、51 枚金牌的成绩也让中国人扬眉吐气了一番。奥运会奖牌榜历来是国际媒体关注的焦点，奖牌榜给出了各个国家在比赛中赢取的奖牌数，一个好的奖牌榜表现往往是一个骄傲的源泉。可以预期大国赢得的奖牌数会比小国多，因为事实上他们有更多的人才并可以从中招募运动员。因此小国家往往认为人均奖牌可以更好体现比赛表现[1]。然而，奖牌榜并不会按期望根据人口比例增加。此外，可以合理地认为奖牌榜的成绩也取决于一个国家提供给运动员的资源 and 环境。

本文的目的是探讨一个国家的奖牌榜与人口、财富和气候环境的关系，并制定一个根据人口规模、财富和气候而定的标准奖牌榜的衡量方法。

II. 排名方法对比分析

对于奥运会奖牌榜，中国奥委会官方网站上公布的成绩是按照金牌数来排名的，国外有些媒体则是按照总奖牌数来排名[2]，这两种排名方式都不是很合理，因为只按照金牌数来排名，那么像古巴这样的国家，在 2008 年奥运会上获得 2 枚金牌、11 枚银牌和 11 枚铜牌，虽然古巴在金牌上表现不佳，

但总奖牌数表现良好，显然按金牌数排名对这样的国家并不公平。同样对于按总奖牌数来排名则是假定金牌、银牌和铜牌具有同样的价值，显然这也不尽合理。按照这个思路，我们分别给金牌、银牌和铜牌赋予不同的权重来表现他们的价值，本文采用我国九运会奖牌赋分的官方标准，将金牌赋分为 13 分，银牌为 11 分，铜牌为 10 分，这样按照奖牌得分，可以得到第三种排名方式。

另外，一个国家的人口和财富等因素对奖牌数有很大影响，可以预期大国赢得的奖牌数会比小国多，因为大国有较多的人才并可以从中招募运动员，有较多的财富提供给运动员更好的装备。因此按照人均奖牌或 GDP 均奖牌可以更好体现比赛表现[3]。本文采用每百万人均奖牌得分作为第四种排名方式，每亿元 GDP 奖牌数作为第五种排名方式，并通过以上五种排名情况进行对比分析。

A 数据来源与处理

本文采用的世界各国在历届奥运会获得奖牌数据来源于中国奥委会官方网站上公布的成绩，只涵盖了 2008 年奥运会至少获得一枚奖牌的国家。世界各国人口和 GDP 数据来源于世界银行（World bank）统计的数据。

由于奥运会获奖情况实际上是对之前各国运动员的准备情况的一个反映，因此奥运年度之前几年的人口和 GDP 都会影响奥运会奖牌数。本文所用 GDP 取 2004-2007 年各国平均 GDP；所用人口数为 2004-2007 年各国平均人口数；人均 GDP 取 2004-2007 年各国平均的人均 GDP。

B 2008 年奥运会各种排名情况对比分析

表 1 是根据上述讨论的五种排名方法进行排名后筛选出来的，至少按照一种排名方法能排在前五名的国家的基本情况。从表 1 中可以看出，若按照金牌数排名，则排在前五名的国家为：中国、美国、俄罗斯、英国、德国。若按奖牌总数，则排在前五位的分别是美国、中国、俄罗斯、英国和澳大利亚。通过将金牌赋分为 13 分，银牌为 11 分，铜牌为 10 分，可以获得各国 2008 年奥运会的奖牌得分情况，按奖牌得分排名前五的国家分别是美国、中国、俄罗斯、英国和澳大利亚，与按照奖牌总数排名的情况差别不大。人均奖牌排名是以每百万人均奖牌得分来计算的，按人均奖牌得分排名前五的国家分别为：巴哈马、牙买加、冰岛、斯洛文尼亚和澳大利亚。其中巴哈马、牙买加和冰岛的人均奖牌得分远高于其他国家。

本文获得的广东省省科技计划项目资助（批准号：2010B080701033）。

GDP 均奖牌排名是以每十亿元 GDP 的奖牌得分来计算，按 GDP 均奖牌排名前五的国家分别为：蒙古、牙买加、亚美尼亚、格鲁吉亚和津巴布韦，其中蒙古的每亿元 GDP 奖牌得分远高于其他国家。

通过以上的分析，我们可以看到 2008 年奥运会按金牌数、总奖牌数和奖牌得分排名情况有一些变动，但是变动不是很大。尤其是按总奖牌数和按奖牌得分这两种排名方法排名的变化较小，而按照人均奖牌得分或者 GDP 均奖牌得分来排名则变化较大。而且这三种排名方式只考虑到奖牌数的情况来排名，得到的结果都是大国的排名靠前而小国排名靠后。按人均奖牌排名则小的岛国排名更靠前，按 GDP 均奖牌数排名则一些非洲和中亚贫穷的国家排名更靠前。

表1 2008年夏季奥运会的前五的国家奖牌得分情况

代表团	金牌	银牌	铜牌	奖牌总数	奖牌得分
中国	51	21	28	100	1174
美国	36	38	36	110	1246
俄罗斯	23	21	28	72	810
英国	19	13	15	47	540
德国	16	10	15	41	468
澳大利亚	14	15	17	46	517
牙买加	6	3	2	11	131
格鲁吉亚	3	0	3	6	69
蒙古	2	2	0	4	48
斯洛文尼亚	1	2	2	5	55
津巴布韦	1	3	0	4	46
亚美尼亚	0	0	6	6	60
巴哈马	0	1	1	2	21
冰岛	0	1	0	1	11

表 2 2008 年夏季奥运会的前五国家奖牌排名情况

代表团	金牌排名	奖牌排名	得分排名	人均排名	GDP 排名
中国	1	2	2	67	41
美国	2	1	1	43	75
俄罗斯	3	3	3	38	31
英国	4	4	4	24	54
德国	5	6	6	37	67
澳大利亚	6	5	5	5	38
牙买加	13	20	20	2	2
格鲁吉亚	23	33	32	15	4
蒙古	32	47	44	11	1
斯洛文尼亚	46	40	38	4	24

津巴布韦	46	47	46	49	5
亚美尼亚	71	33	37	10	3
巴哈马	71	62	65	1	15
冰岛	71	78	76	3	39

III. 影响奥运会奖牌的因素分析

影响奥运会奖牌数的因素有很多，很多对奖牌数进行预测的文章中都有进行探讨，除了人口、财富和气候外，这些文章中还提出东道主效应、政治稳定因素及国家制度等能影响一国的奖牌数[4]。本文旨在构造一个标准奖牌榜的衡量方法，因此仅考虑人口、财富和气候因素，其中气候使用一国首都的纬度作为近似衡量。

A 相关关系

图 1 和图 2 分别是 2008 年奥运会奖牌得分与 GDP、人均 GDP 的散点图，其中 2008 年奥运会奖牌得分与 GDP 的相关系数为 0.7409，与人均 GDP 的相关系数较小，仅为 0.2079。从图 1 中可以看出，美国的 GDP 总量远高于其他国家，日本其次。中、英、法、德、俄、澳的 GDP 总量处于中等偏上的水平，他们的奖牌得分值也较高。

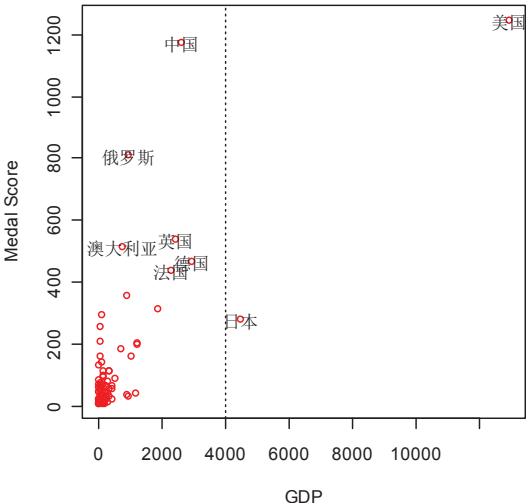


图 1 2008 奥运会奖牌得分与 GDP 关系散点图

从图 2 可以看出，有两个“异常值”点：中、俄人均 GDP 较小而奖牌得分较高，但这仅仅是考虑人均 GDP 对奖牌得分的影响，若考虑人口因素则不难理解中、俄的这种状况。总体来说，奖牌数与 GDP 和人均 GDP 都存在正向相关关系。

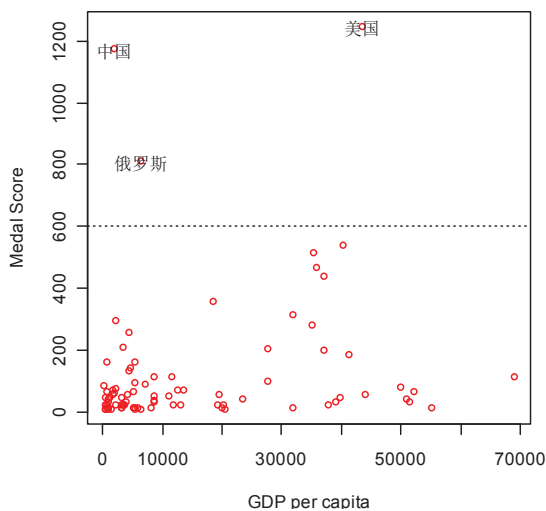


图 2 2008 奥运会奖牌得分与人均 GDP 关系散点图

图 3 反映的是 2008 年奥运会奖牌得分与人口的关系，其相关系数为 0.4936，从图中可以看出中国和印度的人口数很大，远高于其他国家，其他国家的人口和奖牌得分基本呈正相关，即人口越多则奖牌得分越高。

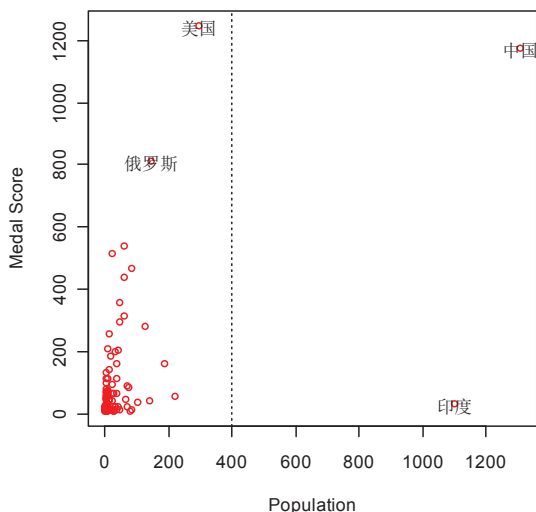


图 3 2008 奥运会奖牌得分与人口关系散点图

图 4 则反映了 2008 年奥运会奖牌得分与气候的关系，这里气候用纬度来近似表示，一国的纬度越高则该国年平均气温越低。从图中可以看出奖牌得分较高的几个国家，如美国、中国、俄罗斯、英国、德国、法国和澳大利亚都分布在中纬度[35,56]地区。低纬度和高纬度地区的国家获得的奖牌数都在 40 枚以下。

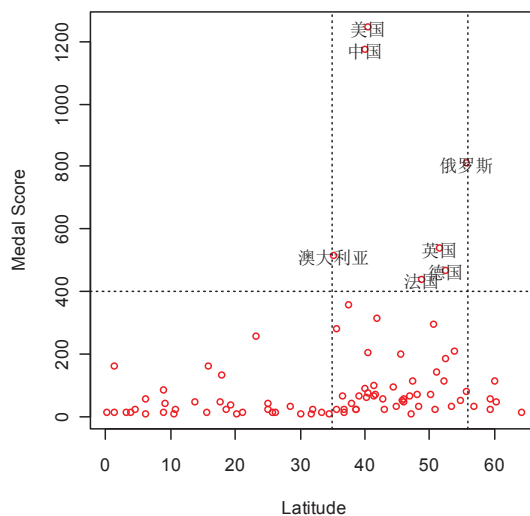


图 4 2008 奥运会奖牌得分与气候关系散点图

B 泊松回归分析

泊松回归模型假定,表示对个体 i 某一事件发生数的观测 y_i 遵循均值为 μ_i 的泊松分布,那么,该分布的密度函数为:

$$\Pr(Y_i = y_i | \mu_i) = \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad y_i = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

μ_i 可根据一些可观察的特征估计得到,这就有以下结构方程:

$$\mu_i = E(y_i | X_i) = \exp(X_i' \beta') = \prod_{j=1}^k \exp(\beta_j x_{ij}) \quad (2)$$

实际上,式(1)和(2)联合起来才定义了一个完整的泊松回归模型(Cameron 等,1998:10),对 $X_i' \beta'$ 取指数是为了保证参数 μ_i 为非负数。这时,均值 μ_i 也是一个条件均值,反映的是在一系列因素作用下事件的平均发生数,只不过作用被表达为乘法形式。将式(2)两边取对数,可以得到该条件均值的一种加法形式表达:

$$\ln \mu_i = X_i' \beta' = \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij} \quad (3)$$

基于以上的相关分析，将人口数、人均 GDP 和温度作为对奖牌榜的影响因素，根据泊松回归模型的原理，利用 R 语言统计分析软件[6]，利用 2008 年奥运会 87 个获奖国家的相关数据得到如下模型：

$$\begin{aligned} \text{Ln(MedalScore)} = & -1.1179 + 0.6287\text{Ln(Population)} + \\ & (-13.6)^{***} \quad (101.6)^{***} \\ & 0.2775\text{Ln(PGDP)} + 0.033\text{Latitude} \quad (4) \\ & (34.3)^{***} \quad (36.5)^{***} \end{aligned}$$

其中 MedalScore 表示奖牌得分, MedalScore=13Gold+11Silver+10Bronze; Population 表示人口数; PGDP 是以美元计价的各国的人均 GDP; Latitude 是纬度, 近似代表一国的气候。括号中的数为 z 值, 其中***表示在 0.01 的显著性水平下系数显著。从检验结果看, 模型拟合效果良好, 系数都通过了检验。

从模型系数看, 人口、财富对奖牌榜的影响是正向的, 而温度对奖牌榜的影响是反向的, 在其他因素不变的情况下, 温度越低的地区, 奖牌得分更高。

IV. IV.基于因子贡献度的排名方法

按照以上的分析, 对于 2008 年奥运会, 人口规模、气候、财富都能显著的影响一国的奖牌数, 因此我们设想可以利用这三个指标的加权平均作为一个基数, 然后以一国的实际奖牌数除以这个基数得到的一个数值来衡量可能较为合理, 因为这个基数充分考虑了各个能影响奖牌数的因素。基数的设定是按各个影响因素的加权平均来基数, 权重应该是每个因素对奖牌数的影响的大小(贡献率), 也就是说, 若能找到一个合理的回归模型, 得到各个因素对奖牌数的贡献率, 我们就能得到这个基数。

因此, 我们设想的衡量奖牌榜的指标就是对影响奖牌榜的各个因素与奖牌数之间进行回归的拟合值与实际奖牌数的大小, 如果该比值较大, 我们认为这个国家的奖牌榜排名也将较高。根据式(4), 在此我们构造基于泊松回归的指数:

ε_i = MedalScore_i / 0.327Population_i^{0.6287}GDP_i^{0.2775}e^{0.033Latitude_i}

根据上式可以计算出各国的指数值, 对该指数值排序即可得各国的排名情况, 整理如表 3, 由于朝鲜的 GDP 数据没有找到, 因此不能计算出朝鲜的指数值, 下表列出其余 86 个在 2008 年奥运会上获奖了的国家的排名情况。

表3 基于因子贡献度的排名

代表团	e 值	排名	代表团	e 值	排名
牙买加	11.701	1	挪威	0.8327	44
肯尼亚	8.3905	2	加拿大	0.816	45
古巴	7.8699	3	拉脱维亚	0.7634	46
澳大利亚	4.0296	4	泰国	0.7251	47
巴哈马	3.6063	5	新加坡	0.7178	48
津巴布韦	2.9798	6	厄瓜多尔	0.7171	49
亚美尼亚	2.9358	7	捷克	0.6968	50
埃塞俄比亚	2.9104	8	日本	0.6922	51
特立尼达和多巴哥	2.8557	9	丹麦	0.6496	52
格鲁吉亚	2.6608	10	爱沙尼亚	0.6342	53
白俄罗斯	2.6542	11	尼日利亚	0.6233	54
蒙古	2.5536	12	塞尔维亚	0.6136	55

新西兰	1.8646	13	印度尼西亚	0.5940	56
阿塞拜疆	1.8527	14	瑞士	0.5933	57
韩国	1.8197	15	阿根廷	0.5629	58
乌克兰	1.8071	16	哥伦比亚	0.5303	59
多哥	1.5619	17	波兰	0.5128	60
斯洛文尼亚	1.5311	18	希腊	0.4933	61
俄罗斯	1.5254	19	摩尔多瓦	0.4276	62
美国	1.4376	20	冰岛	0.4152	63
哈萨克斯坦	1.3659	21	土耳其	0.4131	64
巴拿马	1.3149	22	台湾	0.3698	65
巴林	1.3013	23	马来西亚	0.3535	66
中国	1.2828	24	芬兰	0.3426	67
匈牙利	1.2686	25	爱尔兰	0.3248	68
毛里求斯	1.2574	26	摩洛哥	0.3106	69
英国	1.2025	27	苏丹	0.3103	70
斯洛伐克	1.1179	28	葡萄牙	0.3011	71
保加利亚	1.0993	29	瑞典	0.2995	72
乌兹别克斯坦	1.0892	30	突尼斯	0.2969	73
法国	1.0824	31	奥地利	0.2724	74
意大利	1.0459	32	阿富汗	0.2586	75
克罗地亚	1.0368	33	墨西哥	0.254	76
塔吉克斯坦	1.0331	34	委内瑞拉	0.2423	77
巴西	1.0202	35	阿尔及利亚	0.2232	78
多米尼加	1.0012	36	以色列	0.2005	79
立陶宛	0.9785	37	越南	0.1693	80
吉尔吉斯斯坦	0.9645	38	比利时	0.1672	81
荷兰	0.9113	39	伊朗	0.1613	82
西班牙	0.8975	40	智利	0.1589	83
罗马尼亚	0.8739	41	南非	0.1174	84
德国	0.8600	42	埃及	0.1004	85
喀麦隆	0.8402	43	印度	0.0738	86

从上表可以看出, 基于因子贡献度的排名中牙买加排在第一名, 其指数值远高于其他国家。按紧随其后的分别是肯尼亚、古巴、澳大利亚和巴哈马。按总奖牌数排名第一的美国现在排到了第 20 位, 按金牌数排名第一的中国现在则排到第 24 位。

仔细对比表 1、表 2 和表 3 我们可以发现, 2008 年奥运会牙买加的表现确实很优秀, 按人均奖牌得分排名时牙买加排在第二名、按 GDP 均奖牌排名是排在第三名, 按金牌数、总奖牌数或奖牌得分的排名也都在 20 名之内。牙买加在 2008 年奥运会上的表现也确实令人眼前一亮, 飞人博尔特、弗雷泽等一批优秀短跑运动员的出现让世界为之震惊。

同时,澳大利亚表现也很强劲,按金牌数排在第五位、按奖牌总数和奖牌得分排名都排在第六位、基于因子贡献度的排名则排在第四位。事实上,澳大利亚虽然历史不长而且人口稀少,但在竞技体育方面却成绩斐然,其在 2008 年北京奥运会赢得了 14 枚金牌、46 枚奖牌的好成绩,澳大利亚奥委会主席近日宣称要在 2012 年伦敦奥运会上击败东道主。

V. 结论与不足

本文的目的是探讨一个国家的奖牌榜与人口、财富和气候的关系,并制定一个根据人口规模、气候和财富而定的标准奖牌榜的衡量方法。本文首先运用五种可行的排名方法对 2008 年获奖了的国家进行了排名,并对这五种排名方法进行了对比分析。发现基于金牌数、总奖牌数和奖牌得分的排名方法对大国有利,大国更有可能排名靠前;基于人均奖牌的排名方法对一些人口较少的岛国有利;基于 GDP 均奖牌的排名方法则对一些贫穷的国家非洲和中亚地区的国家有利。

然后我们根据影响奖牌榜的因素制定了一个基于因子贡献度的排名方法,并对除朝鲜外的 86 个国家进行了排名,由于这种方法综合考虑到了影响奖牌榜的主要因素对奖牌榜的贡献度,因此比其他方法更加客观公正。根据此种方法,发现牙买加在 2008 年奥运会上表现突出。另外,澳大利亚不论按照哪种排名方法都表现很强劲。

本文的不足之处在于对金牌、银牌和铜牌的赋分标准并没有进行深入的探讨,只是简单的借鉴了九运会的官方赋分标准。由于赋分权重的不同可以显著地影响按奖牌得分的排名次序,也同样会显著地影响到我们制定的基于因子贡献度的排名次序,因此对金牌、银牌和铜牌的赋分权重是否合理我们可以在以后的研究中作更深入的探讨。

References

- [1] Imad A.Moosa,Lee Smith.Economic Development Indicators as Determinants of Medal Winning at the Sydney Olympics:an Extreme Bounds Analysis[J].Australian Economic Papers,2004(3):288-301.
- [2] R.Hugh Morton.Who won the Sydney 2000 Olympic?:an allometric approach[J].The Statistician,2002():147-155
- [3] A.Bernard,M.R.Busse.Who Wins the Olympic Games:Economic Resources and Medal Totals[J]. Review of Economics and Statistics,2004(4):13-17.
- [4] Hon-Kwong Lui,Wing Suen.Men,Money,and Medals:an Econometric Analysis of the Olympic Games[J].Pacific Economic Review,2008(1):1-16.
- [5] Cameron AC, Trivedi PK . Regression Analysis of Count Data[M]. Cambridge University Press, 1998.
- [6] Achim Zeileis,Christian Kleiber,Simon Ackman.Regression Models for Count Data in R[J].Journal of Statistical Software,2008:1-25.