

高等教育投入产出主成分分析

黄林芳

(上海财经大学,上海 200433)

摘要:知识经济条件下所形成的教育与经济的直接关联,引发了越来越多的经济学家对于研究教育投资及投资效率的兴趣。这些研究证实了人们的这样一个想法,即教育的投入是可以通过计算产出来判断其价值的。在我国,高等教育资源的稀缺问题本质上未得到缓解前,单纯通过分析个体受教育的经济收益来评估高等教育的效率,其说服力欠佳。因此,必须从社会发展的角度,从投入产出的整体角度来研究衡量高等教育的投入产出效益。

关键词:教育;效益;投入产出;主成分分析

中图分类号:F062.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2005)07-0112-11

一、问题的提出

研究教育的投入产出问题,一直以来就是社会与学者们所关注的热门话题之一。美国的教育经济学家舒尔茨和F·丹尼森对此做了大量的研究。1961年舒尔茨发表了《教育和经济增长》、《教育的经济价值》等论著;1962年F·丹尼森出版了《美国经济增长的因素和我们的选择》,1967年出版了《为什么增长率不同——战后九个西方国家的经济分析》等著作。他们的研究都从不同的角度揭示了教育对经济增长的影响作用。在研究中他们认为,教育和训练是一种人力资本投资,教育投入的多少,对个人来说,是以后获取高学历、高工资的决定因素;对国家和社会来说,是提高生产率、增加国民收入的来源。为证实其理论观点,舒尔茨利用有关的研究方法,估算了教育资本在美国1929~1957年的经济增长中的贡献是495亿元。这一对教育经济效益量化的研究发现,引发了许多经济学家研究教育投资的兴趣。丹尼森的分析研究结果有两个:一是从1929~1957年,教育在美国国民收入增长率中所起的作用占23%;二是由于教育还在“单位投入量的产量增加”方面起一定作用,因

收稿日期:2005-04-20

作者简介:黄林芳(1955—),女,江苏淮安人,上海财经大学副教授。

此,这一时期教育对美国国民收入增长额的全部贡献为 35%。这些研究结果引起了社会极大的兴趣,它们给出的启示是:教育的投入是可以通过计算产出来判断其价值的。

但是要对高等教育的产出结果做出准确的计量,又是颇为棘手、困难和复杂的过程。因为,高等教育的投入产出现象是由错综复杂的多种因素相互作用所致。之所以高等教育的效率、效益问题备受社会及人们的关注,是因为其不仅涉及到受教育者本身,而且也关系到公共管理的效率。我国高等教育发展资源匮乏,基本矛盾并没有解决,一方面是高等教育投入了相当的经费,尤其是政府的投入,但相对于需求教育经费仍嫌不足;另一方面是高等教育的师资、设施又有某种程度的闲置和浪费。在高等教育资源的稀缺性本质上尚未得到缓解前,单纯通过分析个体受教育者的经济收益来评估高等教育的效率,其说服力欠佳。作者认为,研究中国高等教育的效率问题,可以考虑从多角度出发。例如,从高等教育的投入主体政府出发,研究财政投入者的产出效率;从高等教育的执行者高等院校出发,研究执行者的效率问题;也可以从受教育者出发,研究受教育者的效益;或者从社会角度出发,来衡量高等教育的投入产出效益,等等。

本文尝试从高等教育的执行者——高等院校出发,通过探讨高等院校投入产出的多样性,剖析中国高等教育在人才培养、科技创新、服务社会等方面的现实情况;并根据高等教育统计资料,运用多元统计方法,分析中国典型高等院校投入、产出间的有机联系,对高等院校的办学效率作初步的研究。

二、研究方法和资料来源

高等教育的投入产出具有多样性,难以运用生产函数、投资回报等企业投入产出分析方法来进行类似的研究工作。本文运用主成分分析法将涉及高等教育投入产出的多个变量归纳为具有明显意义的主成分,继而运用回归分析法分析产出主成分与投入主成分之间的联系。由于上述方法在多元统计书籍中均有详细描述,在此不再细述。

本文依据的统计数据主要取自《中国教育事业年鉴(2002)》、《中国教育经费统计年鉴(2002)》、有关高校的 2001 年统计资料,并进行了必要的加工和整理。为避免误解,对纳入统计分析范围的 13 所高校均采用匿名处理。

三、高等院校投入分析

在对高等院校进行投入产出分析时,必须十分清醒地看到,高等院校的办学投入并不仅仅表现为单纯的资金流入。除了资金形式外,高等院校的投入还可以是人力资源及其他形式的投入。因此我们完全可以从人、财、物等方面入手,对高等院校办学过程进行投入产出分析。

(一)人力资源因素。高等院校的投入之一是教职员工。考虑到高等院校内部人员对学校承担的三大功能具有不同的作用,笼统将所有教职员工同等对待,不利于分析各类人员在产出中可能存在的贡献差异。因此,我们将教职员工分为三部分:(1)具有副教授职称以上的高级教研人员。一般认为这部分人员是高等院校从事研究生教学与科研的主干人员。与其他人员相比,对高校产出可能有更大贡献;(2)一般教研人员。由于该部分人员多从事本专科生、成人高教的教学科研工作,其产出与从事行政、教学的辅助人员相比,对高校产出贡献更直接;(3)普通职工。包括教师与科研人员以外从事行政、辅助工作的人员。

(二)物资资源因素。高等院校的投入之二是具有长期使用价值的存量资产,我们将其分为以下几类:(1)学校的建筑物。高等院校的产出活动与企业一样,必须拥有场地资源。教学科研用房是学校的核心资产之一,无疑构成其投入;其他行政、生活用房也为高校的产出提供保障条件,所以也构成投入;但考虑到教学科研用房与辅助用房在产出中可能具有不同的效果,我们将其进行了细分;(2)从事教学、科研活动的仪器与图书,也是构成高校投入的重要组成部分;(3)其他固定资产。

与企业中的流动资金相类似,高等院校每年直接用于教育科研的经费使用,也是高校的投入要素。由于高等院校的实际经费支出中分别有教育投入、科研投入、基建投入等类别为详细描述其投入情况,我们将其各自单独作为高校的投入项目。

基于上述,我们选编 13 所院校的投入总表如下(见表 1):

表 1 高等院校投入表

| 学校编号 | 高级科研人员(人) | 一般科研人员(人) | 其他人员(人) | 教学科研用房(M ²) | 其他用房(M ²) | 科学仪器(万元) | 其他固定资产(万元) | 图书(万册) | 当年教育投入(万元) | 当年科研投入(万元) | 当年基建投入(万元) |
|------|-----------|-----------|---------|-------------------------|-----------------------|----------|------------|--------|------------|------------|------------|
| 1 | 2 590 | 2 833 | 11 534 | 336 434 | 1 014 194 | 89 790 | 85 959 | 551 | 128 302 | 26 269 | 28 649 |
| 2 | 1 070 | 901 | 2 742 | 243 251 | 640 645 | 18 027 | 77 473 | 290 | 40 454 | 9 457 | 6 989 |
| 3 | 1 963 | 2 714 | 6 818 | 502 260 | 1 881 844 | 60 770 | 112 240 | 478 | 104 336 | 7 640 | 42 853 |
| 4 | 1 102 | 1 320 | 3 569 | 260 278 | 797 136 | 62 386 | 65 329 | 415 | 68 872 | 15 727 | 9 933 |
| 5 | 878 | 1 120 | 2 197 | 263 938 | 557 426 | 35 870 | 26 853 | 388 | 57 890 | 10 755 | 27 916 |
| 6 | 2 290 | 2 618 | 4 858 | 70 2601 | 1 171 735 | 73 971 | 126 563 | 574 | 91 732 | 29 968 | 9 587 |
| 7 | 787 | 807 | 1 755 | 215 273 | 409 044 | 23 451 | 29 379 | 245 | 41 002 | 5 293 | 8 999 |
| 8 | 1 811 | 1 441 | 5 250 | 432 927 | 947 365 | 33 382 | 66 091 | 389 | 69 344 | 5 891 | 7 343 |
| 9 | 426 | 441 | 1 247 | 90 502 | 255 402 | 21 292 | 16 446 | 85 | 22 569 | 3 960 | 5 726 |
| 10 | 1 741 | 2 234 | 5 629 | 485 327 | 1 431 204 | 45 525 | 80 804 | 501 | 92 879 | 9 084 | 19 499 |
| 11 | 1 056 | 1 150 | 3 257 | 435 971 | 864 475 | 32 892 | 130 781 | 409 | 67 181 | 14 916 | 12 353 |
| 12 | 1 822 | 2 786 | 4 682 | 415 083 | 1 157 395 | 31 063 | 79 722 | 458 | 45 030 | 8 485 | 15 141 |
| 13 | 488 | 1 030 | 1 746 | 134 317 | 387 488 | 14 613 | 29 572 | 194 | 19 965 | 2 800 | 11 426 |

表 1 数字显示:高等院校多项投入之间存在着一定的相关关系。例如高

级科研人员与教学科研用房之间的关系;高级科研人员与科学仪器之间的关系等。我们试用主成分分析技术提取投入主成分,并讨论投入主成分的意义。

通过数据处理和计算,得到投入要素之间的相关矩阵及投入相关矩阵的特征值如表 2、表 3:

表 2 投入要素相关矩阵

| 高级 科研 人员 | 一般 科研 人员 | 其他 人员 | 教学 科研 用房 (M ²) | 其他 用房 (M ²) | 科学 仪器 (万元) | 其他 固定 资产 (万元) | 图书 (万册) | 当年 教育 投入 (万元) | 当年 科研 投入 (万元) | 当年 基建 投入 (万元) |
|----------------|----------------|----------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------|------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1.00 | 0.91 | 0.89 | 0.78 | 0.77 | 0.80 | 0.68 | 0.89 | 0.86 | 0.66 | 0.44 |
| 0.91 | 1.00 | 0.81 | 0.74 | 0.84 | 0.73 | 0.64 | 0.86 | 0.76 | 0.54 | 0.58 |
| 0.89 | 0.81 | 1.00 | 0.49 | 0.66 | 0.81 | 0.52 | 0.75 | 0.89 | 0.57 | 0.57 |
| 0.78 | 0.74 | 0.49 | 1.00 | 0.80 | 0.57 | 0.84 | 0.85 | 0.68 | 0.57 | 0.27 |
| 0.77 | 0.84 | 0.66 | 0.80 | 1.00 | 0.58 | 0.74 | 0.79 | 0.75 | 0.29 | 0.64 |
| 0.80 | 0.73 | 0.81 | 0.57 | 0.58 | 1.00 | 0.54 | 0.80 | 0.90 | 0.83 | 0.49 |
| 0.68 | 0.64 | 0.52 | 0.84 | 0.74 | 0.54 | 1.00 | 0.75 | 0.65 | 0.61 | 0.26 |
| 0.89 | 0.86 | 0.75 | 0.85 | 0.79 | 0.80 | 0.75 | 1.00 | 0.87 | 0.72 | 0.49 |
| 0.86 | 0.76 | 0.89 | 0.68 | 0.75 | 0.90 | 0.65 | 0.87 | 1.00 | 0.68 | 0.63 |
| 0.66 | 0.54 | 0.57 | 0.57 | 0.29 | 0.83 | 0.61 | 0.72 | 0.68 | 1.00 | 0.13 |
| 0.44 | 0.58 | 0.57 | 0.27 | 0.64 | 0.49 | 0.26 | 0.49 | 0.63 | 0.13 | 1.00 |

表 3 投入相关矩阵的特征值

| 指标 | 高级 科研 人员 | 一般 科研 人员 | 其他 人员 | 教学 科研 用房 (M ²) | 其他 用房 (M ²) | 科学 仪器 (万元) | 其他 固定 资产 (万元) | 图书 (万册) | 当年 教育 投入 (万元) | 当年 科研 投入 (万元) | 当年 基建 投入 (万元) |
|-------|----------------|----------------|----------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------|------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 特征值 | 7.87 | 1.14 | 0.97 | 0.40 | 0.24 | 0.16 | 0.11 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 0.00 |
| 贡献率 | 0.72 | 0.10 | 0.09 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 累积贡献率 | 0.72 | 0.82 | 0.91 | 0.94 | 0.97 | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

可见,表中 11 个指标可综合为 3 个主成分,它们的累积贡献率达到 91%,这三个投入主成分对应的特征向量如表 4:

表 4 三个投入主成分对应的特征向量

| 主成分 | 高级 科研 人员 | 一般 科研 人员 | 其他 人员 | 教学 科研 用房 (M ²) | 其他 用房 (M ²) | 科学 仪器 (万元) | 其他 固定 资产 (万元) | 图书 (万册) | 当年 教育 投入 (万元) | 当年 科研 投入 (万元) | 当年 基建 投入 (万元) |
|-------|----------------|----------------|----------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------|------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 第一主成分 | 0.34 | 0.33 | 0.31 | 0.29 | 0.30 | 0.31 | 0.28 | 0.34 | 0.33 | 0.25 | 0.21 |
| 第二主成分 | -0.03 | 0.13 | 0.19 | -0.26 | 0.24 | -0.05 | -0.31 | -0.10 | 0.09 | -0.49 | 0.68 |
| 第三主成分 | 0.03 | -0.09 | 0.30 | -0.43 | -0.43 | 0.42 | -0.38 | -0.05 | 0.20 | 0.41 | 0.04 |

分析上述主因子的特征向量可以看到:

第一主成分:各个投入要素均对其有积极作用,并且各个要素所起作用的权重相差不大,如高级科研人员这一要素的权重为 0.34,而科学仪器的权重

为 0.31。由于我们采用的投入要素均为总量要素,所以可以认为第一主成分反映的是高校投入的规模因素的影响,这与目前各个高等学校规模与政府投入规模呈相互推动的情况相一致。由于我国高校投入来源基本是政府所为,因此,也就注定了政府累计投入多从而规模大的高校将一直会得到政府较多的财政支持。

第二主成分:当年基建投资要素起的作用明显较大,而当年科研投入、图书、科教用房等与科学研究有关的要素作用为负,我们可以认为第二主成分是以资产投入为主的主成分。

第三主成分:当年科研投入、科学仪器的投入作用明显,可以认为第三主成分是以科研投入为主的主成分。

经过对第一主成分、第二主成分以及第三主成分的整理,我们得到 13 所高等学校的投入主成分得分如表 5:

表 5 13 所高校的主成分得分

| 学校编号 | 总量投入主成分 | 资产投入主成分 | 科研投入主成分 |
|------|---------|---------|---------|
| 1 | 4.39 | 0.48 | 2.43 |
| 2 | -1.92 | -0.60 | -0.35 |
| 3 | 3.46 | 2.17 | -1.09 |
| 4 | -0.19 | -0.62 | 0.88 |
| 5 | -1.31 | 0.90 | 0.63 |
| 6 | 3.69 | -2.30 | -0.18 |
| 7 | -2.88 | 0.03 | 0.24 |
| 8 | 0.00 | -0.21 | -0.52 |
| 9 | -4.37 | 0.10 | 0.63 |
| 10 | 1.82 | 0.53 | -0.77 |
| 11 | 0.12 | -1.16 | -0.87 |
| 12 | 0.77 | 0.21 | -1.07 |
| 13 | -3.59 | 0.48 | 0.04 |

根据三个主成分的得分,可以对 13 所院校做综合投入因素的排名。比如:一号学校在总量投入上排名第一,在资产投入上排名第四,在科研投入上排名第一,等等。

四、高等院校产出分析

作为一项特殊的产业^①,教育具有超前和滞后的双重特性。一方面,教育要适度超前发展;另一方面,教育对社会的承诺、贡献又需要一定的时间周期来完成。这就决定了对高校的产出评价,是一个复杂困难的问题。高校产出的基本表现是人才培养、科技创新和社会服务。在分析高校的产出问题上,就人才培养而言,其产出是以单纯的学生数量为评价标准,还是以学生是否做出重大贡献为评价标准;同时,考虑到人才培养、科技创新、社会服务的长期性特点,评估高校的产出能否以年度资料为参考依据,这些都存在着诸多争论,因

为某项科研成果的价值可能在数年后才能被认识。通过主成分分析对高校的产出情况做分析,依据的是年度资料。因此,我们在评价其产出时,考虑到现行教育统计资料的具体情况,只能忽略一些因素,尽管这些被忽略的因素也许对评价高等院校的产出有影响。根据现行教育统计的年度资料,从高等教育的功能出发,本文选择以下项目为高等院校的产出指标:

(一)人才培养因素。一般来说,人才培养选择的是毕业生的人数,而在此,却选择在校学生数作为产出指标。这样做的理由在于,人才培养作为高校的主要工作,对象就是各类在校学生,从培养到产出是有一个相当的过程的。虽然成果以毕业生的形式展现比较直观,但是学生在学校每年都受到教育,相当于会计学中具有一定完工程度的长期在产品已经可以折算产出成果。由于各类学生在培养上各有侧重,我们将在校学生按研究生、本专科生、成人教育分成三组,以体现高等院校在人才培养方面的差异。

(二)科技创新因素。最好的评价方法应该用统一的价值量指标来衡量,但是目前高校的科研产出中,同类科研成果的相互比较,及不同成果的综合评价尚难解决。我们采用科研活动成果量的统计资料。考虑到人文、社会科学与自然科学有明显的差异,成果性质中专著、论文、应用成果有明显区分,因此采用一组指标作为科研活动的产出量。

(三)服务社会因素。高等院校有各种咨询、专利转让等服务活动,其准确的价值难以衡量。在现行高等教育统计资料中,本文以当年实际技术转让收入作为衡量指标,具有实际意义。

基于高校的人才培养、科技创新和社会服务三大主要功能,经数据资料整理,得到 13 所高校的综合产出情况如表 6:

表 6 13 所高校综合产出表

| 学校 编号 | 研究生 在校生 (人) | 本专科 在校生 (人) | 成教 在校生 (人) | 人文社 科专著 (本) | 人文社 科论文 (篇) | 人文社 科成果 (项) | 自然科 学专著 (本) | 自然科 学论文 (篇) | 自然科 学成果 (项) | 转让 收入 (千元) |
|----------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 1 | 10 718 | 13 812 | 15 003 | 244 | 1 605 | 83 | 118 | 2 960 | 7 | 155 480 |
| 2 | 4 675 | 11 275 | 6 801 | 239 | 1 113 | 324 | 17 | 1 886 | 61 | 5 796 |
| 3 | 8 011 | 44 161 | 23 262 | 75 | 1 358 | 88 | 58 | 2 372 | 91 | 2 020 |
| 4 | 8 193 | 14 791 | 8 844 | 230 | 1 982 | 338 | 99 | 2 126 | 71 | 18 540 |
| 5 | 5 758 | 12 439 | 8 092 | 192 | 1 044 | 131 | 20 | 1 979 | 20 | 3 312 |
| 6 | 11 345 | 35 111 | 28 411 | 157 | 1 754 | 215 | 191 | 6 223 | 128 | 29 726 |
| 7 | 3 556 | 12 318 | 6 155 | 144 | 1 471 | 21 | 43 | 1 360 | 16 | 2 026 |
| 8 | 4 964 | 32 120 | 23 240 | 149 | 1 336 | 218 | 130 | 2 514 | 118 | 1 810 |
| 9 | 1 458 | 7 970 | 4 524 | 28 | 606 | 88 | 39 | 750 | 7 | 930 |
| 10 | 8 964 | 34 097 | 23 023 | 111 | 2 411 | 87 | 122 | 3 279 | 53 | 7 000 |
| 11 | 4 962 | 16 600 | 8 655 | 124 | 1 303 | 103 | 29 | 1 379 | 10 | 1 480 |
| 12 | 7 237 | 26 584 | 17 611 | 111 | 1 383 | 13 | 85 | 2 859 | 27 | 3 806 |
| 13 | 2 249 | 9 192 | 5 768 | 31 | 317 | 94 | 18 | 784 | 10 | 500 |

与高校投入情况相类似,表6直观反映了一些数据之间的关系。我们对这些数据做主成分分析,得到产出变量的相关矩阵表和相关矩阵的特征值(见表7、表8)。

表7 产出相关表

| 研究生 在校生 | 本专科 在校生 | 成教 在校生 | 人文社 科专著 | 人文社 科论文 | 人文社 科成果 | 自然科 学专著 | 自然科 学论文 | 自然科 学成果 | 转让 收入 |
|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| 1.00 | 0.57 | 0.72 | 0.49 | 0.76 | 0.15 | 0.76 | 0.84 | 0.46 | 0.56 |
| 0.57 | 1.00 | 0.93 | -0.16 | 0.51 | -0.05 | 0.60 | 0.64 | 0.73 | -0.12 |
| 0.72 | 0.93 | 1.00 | 0.00 | 0.57 | 0.00 | 0.82 | 0.82 | 0.75 | 0.13 |
| 0.49 | -0.16 | 0.00 | 1.00 | 0.46 | 0.57 | 0.23 | 0.30 | 0.17 | 0.50 |
| 0.76 | 0.51 | 0.57 | 0.46 | 1.00 | 0.16 | 0.67 | 0.60 | 0.40 | 0.24 |
| 0.15 | -0.05 | 0.00 | 0.57 | 0.16 | 1.00 | 0.18 | 0.19 | 0.56 | -0.05 |
| 0.76 | 0.60 | 0.82 | 0.23 | 0.67 | 0.18 | 1.00 | 0.87 | 0.65 | 0.38 |
| 0.84 | 0.64 | 0.82 | 0.30 | 0.60 | 0.19 | 0.87 | 1.00 | 0.66 | 0.29 |
| 0.46 | 0.73 | 0.75 | 0.17 | 0.40 | 0.56 | 0.65 | 0.66 | 1.00 | -0.16 |
| 0.56 | -0.12 | 0.13 | 0.50 | 0.24 | -0.05 | 0.38 | 0.29 | -0.16 | 1.00 |

表8 产出相关矩阵的特征值

| 指标 | 研究生 在校生 | 本专科 在校生 | 成教 在校生 | 人文社 科专著 | 人文社 科论文 | 人文社 科成果 | 自然科 学专著 | 自然科 学论文 | 自然科 学成果 | 转让 收入 |
|-------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| 特征值 | 5.34 | 1.96 | 1.45 | 0.57 | 0.29 | 0.22 | 0.13 | 0.03 | 0.02 | 0.00 |
| 贡献率 | 0.53 | 0.20 | 0.15 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 累积贡献率 | 0.53 | 0.73 | 0.88 | 0.93 | 0.96 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

以累积贡献率为85%为依据,我们得到三个产出主成分,及其对应的特征向量如表8:

表8 三个产出主成分对应的特征向量

| 主成分 | 研究生 在校生 | 本专科 在校生 | 成教 在校生 | 人文社 科专著 | 人文社 科论文 | 人文社 科成果 | 自然科 学专著 | 自然科 学论文 | 自然科 学成果 | 转让 收入 |
|-------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| 第一主成分 | 0.39 | 0.33 | 0.39 | 0.16 | 0.33 | 0.12 | 0.39 | 0.40 | 0.33 | 0.14 |
| 第二主成分 | 0.18 | -0.41 | -0.27 | 0.60 | 0.13 | 0.29 | 0.00 | -0.01 | -0.19 | 0.48 |
| 第三主成分 | -0.21 | -0.02 | -0.09 | 0.19 | -0.07 | 0.70 | -0.09 | -0.05 | 0.45 | -0.45 |

分析上述主因子的特征向量,可以看到:

第一主成分,各个产出项目均对其有积极作用,如在校研究生这一项权重为0.39,自然科学论文权重为0.31。由于我们采用的产出项目主要反映产出的数量规模,与投入分析相类似,我们认为第一主成分是产出总量主成分,反映了高校产出中追求规模的倾向,这基本反映了目前各高校的实际情况,即以政府制定的一些考核指标为导向,努力达到考核要求的高水平。

第二主成分,人文、社会科学专著与技术转让收入两个项目权重最大,而教育产出中的本专科生、成人教育起一定的负面作用。进一步分析可知,目前一般从事社科领域的科研人员,通过出版专著,可以得到较其他科研成果更高

的收益;技术转让收益与从事自然科学研究的科研人员直接收益有密切联系,而教学对高校科研人员并无较高吸引力。可见这个产出主成分实际体现了收益、市场导向的产出。由于主成分本身主要表现科研产出,故可以认为这个主成分一定程度上反映了科研工作的直接利益导向,可称之为有利科研产出主成分。

第三主成分,人文、社会科学与自然科学的成果评定起主要作用,而技术转让收入起负面作用,由于成果评定多属于非市场行为,无直接收益,可命名为成果性产出主成分。

最后,我们可以得到不同编号的 13 所高校的产出主成分得分如表 9:

表 9 13 所高校产出主成分得分

| 学校编号 | 总量产出主成分 | 有利科研产出主成分 | 成果性产出主成分 |
|------|---------|-----------|----------|
| 1 | 1.35 | 2.95 | -2.43 |
| 2 | -1.00 | 1.54 | 2.11 |
| 3 | 1.27 | -2.07 | -0.12 |
| 4 | 0.94 | 1.83 | 1.63 |
| 5 | -1.41 | 0.73 | 0.21 |
| 6 | 4.66 | -0.48 | 0.37 |
| 7 | -1.79 | 0.07 | -0.59 |
| 8 | 1.61 | -0.99 | 1.34 |
| 9 | -3.24 | -0.82 | -0.22 |
| 10 | 2.26 | -0.89 | -0.80 |
| 11 | -1.58 | -0.04 | -0.23 |
| 12 | 0.28 | -0.93 | -1.14 |
| 13 | -3.33 | -0.90 | -0.13 |

根据三个主成分上的不同得分,可以对各院校作综合产出的排名,比如一号学校在总量产出上排名第四,在有利科研产出上排名第一,在成果性产出上排名第十三,等等。

五、高等院校投入产出的关联分析

前面我们较为详细地对 13 所高校的投入要素与产出项目做了内部结构的剖析,得到了比较明确的高等院校投入产出数据资料,在此基础上,我们进一步分析它们之间是否真正存在内在联系。

1. 总量产出与各投入主成分之间的关系

根据主成分得分可以建立回归模型如下:

设:总量产出 P_1 、总量投入 IN_1 、资产投入 IN_2 、科研投入 IN_3 。

假定三个投入因素都与总量产出存在联系,由于主成分得分均已中心化,故假设模型为:

$$P_1 = aIN_1 + bIN_2 + cIN_3$$

估计得到回归方程的 $R^2=0.81, F=12.7$, 参数 a、b、c 的情况如表 10:

表 10 总量产出与投入主成分之间的回归方程

| 自变量 | 估计值 | 标准差 | T 值 | Prob> T |
|-----------------|------|------|------|---------|
| IN ₁ | 0.70 | 0.12 | 5.9 | 0.0002 |
| IN ₂ | 0.56 | 0.31 | -1.8 | 0.106* |
| IN ₃ | 0.24 | 0.34 | -0.7 | 0.507* |

在 5% 的显著水平下, 资产投入、科研投入与总量产出的关系不能通过检验, 因此经调整后得到模型:

$$P_1 = aIN_1$$

估计后得到回归方程的 $R^2=0.73, F=29.8$, 参数 a 的情况如表 11:

表 11 调整后的回归估计方程

| 自变量 | 估计值 | 标准差 | T 值 | Prob> T |
|-----|------|------|------|---------|
| IN1 | 0.70 | 0.13 | 5.46 | 0.0002 |

由此可见, 上述学校的投入产出总量存在较高的相关度, 而总量产出与科研投入未见明显的相关性, 可以说高等院校产出量的增加依赖于投入量的增加, 套用经济学术语, 仍然是一种粗放型增长方式。同时, 我们可以从总量这个角度比较各个高校的投入产出效益, 如编号 1 的学校, 总量投入最高, 但总量产出仅在 13 所学校中排名第四位; 而编号 6 的学校, 总量投入排名第 2, 而产出排名第一。相比较而言, 编号 6 的学校其投入产出效益应好于编号 1 的学校。

2. 有利科研产出与投入主成分之间的关系

设: 有利科研产出 P_2 、总量投入 IN_1 、资产投入 IN_2 、科研投入 IN_3 。

首先假定三个投入因素都与有利科研产出有联系, 假设模型为:

$$P_2 = aIN_1 + bIN_2 + cIN_3$$

估计后得到回归方程的 $R^2=0.66, F=5.7$, 参数 a、b、c 的情况如表 12:

表 12 有利科研产出与投入主成分的回归方程

| 自变量 | 估计值 | 标准差 | T 值 | Prob> T |
|-----------------|-------|------|------|---------|
| IN ₁ | 0.04 | 0.10 | 0.44 | 0.67* |
| IN ₂ | -0.31 | 0.25 | -1.2 | 0.25* |
| IN ₃ | 1.09 | 0.28 | 3.94 | 0.003 |

在 5% 的显著水平下, 总量投入与资产投入和有利科研产出的关系不能通过检验, 经调整后得到模型为:

$$P_2 = cIN_3$$

估计后得到回归方程的 $R^2=0.59, F=15.9$, 参数 a 的情况如表 13:

表 13 调整后的回归估计方程

| 自变量 | 估计值 | 标准差 | T 值 | Prob> T |
|-----------------|------|------|------|---------|
| IN ₃ | 1.09 | 0.27 | 4.00 | 0.002 |

由此方程可以发现,上述学校的科研投入与有利科研产出之间存在较强的相关性,学校的科研投入与能够给投入者带来直接收益的活动紧密相关,学校科研存在明显利益导向,这种分析结果与当前高等院校的一些科研活动相符。更进一步分析,鉴于直接收益一般转化成为学校投入的一部分,学校有自我创造投入的愿望。

3. 成果性产出与投入主成分之间的关系

设:成果性产出 P_3 、总量投入 IN_1 、资产投入 IN_2 、科研投入 IN_3 。

首先认为三个投入因素都与成果性产出有联系,假设模型为:

$$P_3 = aIN_1 + bIN_2 + cIN_3$$

估计后得到回归方程的 $R^2=0.29$, $F=1.2$, 参数 a 、 b 、 c 的情况如表 14:

表 14 成果性产出与投入主成分的回归方程

| 自变量 | 估计值 | 标准差 | T 值 | Prob> T |
|--------|-------|------|------|---------|
| IN_1 | -0.14 | 0.12 | -1.2 | 0.26 * |
| IN_2 | -0.37 | 0.31 | -1.2 | 0.27 * |
| IN_3 | -0.34 | 0.34 | -1.0 | 0.35 |

在 5% 的显著水平下,所有投入因素与成果性产出的关系均不能通过检验。因此,从上述分析中我们可以看到,高校产出与投入之间并不都呈对应关系。这说明我国高等教育的发展无论是投入还是产出,其机制都有进一步值得探讨的余地。

六、初步结论与问题探讨

1. 本文根据调查资料对高等院校的投入产出做了一个初步的分析,可以得到如下结论:

(1) 主成分分析法为研究高校的投入产出效率问题,提供了一个方法与框架。运用主成分分析法,可以通过高等院校的众多指标建立数学模型,进而作有关的定量分析。这一过程为比较分析各高等院校间的投入产出效益提供了可能。

(2) 分析过程和结果告诉我们,现阶段我国高等院校的投入产出总体上还处在一个粗放型的增长阶段。所谓粗放型的增长阶段,就是以规模来追求效益。这个结果给我们的提示是,我国高等教育的进一步发展,应该建立这样一种运行机制,即投入要与产出紧密挂钩,从粗放型的增长逐步过渡到内涵型的发展。

(3) 产出分析的结果显示,高等院校在科研活动和社会服务中存在明显的利益导向。表明高等院校在依靠政府投入的同时,服务社会的动力机制更有市场,高等院校有意愿在市场上追求更多的收入。

2. 本文采用的数据资料来自现行教育统计,作者认为可能会存在一些问

题。因为这些数据所反映的基本上是数量的系统,缺乏质量资料尤其是产出质量的资料。再则,本文研究的对象是13所综合性大学,研究结果的代表性与方法的可实施性,都有待于更详尽的资料进行检验。

注释:

①教育是否可以称之为“产业”(industry),历来颇有争议。本文在此将教育称之为“产业”并无“教育产业化”的内涵。确切地说,本文所指教育产业的内涵是指教育作为带有特定功能的一个“行业”(profession),是有特定功能的一个社会子系统,称之为“教育产业”。

参考文献:

- [1]陈启杰,戚海峰.我国高等教育资源配置状况分析[J].财经高教研究,2004,(4).
- [2]叶茂林.教育与经济增长的关系研究[J].数量经济技术经济研究,2002,(9).
- [3]陈玉昆.中国高等教育评价论[M].广州:广东教育出版社,1955.
- [4]沈玉顺.现代教育评价[M].上海:华东师范大学出版社,2002.
- [5]张尧庭.多元统计分析引论[M].北京:科学出版社,1982.
- [6]方开泰.实用多元统计分析[M].上海:华东师范大学出版社,1989.

Principal Component Analysis on Input and Output of Higher Education

HUANG Lin-fang

(Shanghai University of Finance
and Economics, Shanghai 200433, China)

Abstract: The correlation between education and economy has been arousing more and more interests of economists to study educational investment and its efficiency. The empirical study verifies the idea that educational input can be measured by its value. Because of the scarcity of the higher education resources in our country, it is far from persuasive to evaluate the effectiveness of higher education only by analyzing its economic returns. Therefore, the effectiveness of higher education should be studied and measured from both the perspective of the social development and the approach of input and output.

Key words: education; effectiveness; input and output; principal component analysis

(责任编辑 许波)