

安徽省区域经济增长趋同性的实证研究

刘吉恒 (中国农业大学经济管理学院, 北京 100083)

摘要 根据 1990~2008 年安徽省 17 个市的人均 GDP 数据, 采用回归分析的统计方法, 对趋同性是否存在于安徽省区域经济增长中进行实证研究。研究结果表明, δ 趋同现象存在于 2001~2004 年和 2006~2010 年安徽省经济增长, 而绝对 β 趋同存在于 1998~2009 年整个时间段。

关键词 区域经济; 回归分析; δ 趋同; β 趋同

中图分类号 S-9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)36-14058-05

经济增长一直是众多经济学家所探求和追寻的一个问题, 它是一个令人着迷的领域, 自古以来, 各地的学者不停地为这一古老的问题换上新装, 使经济增长理论不断丰富和发展, 于是在不知不觉中, 针对经济增长趋同性的相关研究也随之兴起。20 世纪 50 年代的经济增长收敛理论认为: 在要素边际报酬递减的情况下, 无论经济处于哪一点, 它都将向某一稳态收敛, 且收敛速度与其初始水平呈反比^[1]。这样说来, 如果不同区域具有相同的经济稳态, 那么他们当前的经济差距是因为他们历史上的经济起点不同, 随着时间的推移, 落后地区和发达地区都会向同一稳态收敛, 他们之间经济水平的差距会最终消失从而实现趋同, 而发达地区的增长速度会慢于落后地区。Barro 等通过实证分析, 首次在经济增长中发现趋同现象, 并将趋同理论分为 δ 趋同和 β 趋同。

安徽省地处长江下游、华东腹地, 作为一个农业大省, 安徽却一直面临着政府财政不足、百姓生活不富的尴尬局面。改革开放以来, 安徽的经济有了较快的发展, 综合实力也显著增强, 但是与全国相比, 人均指标之间的差距却是愈来愈大, 总体上经济仍处于较低的水平。当前, 安徽正处于工业化的中期阶段, 由于自然资源禀赋、地区差异等多种因素的影响, 省内各地的经济发展水平也有较大的差异, 出现发展不平衡的状况, 且差异的水平有逐年扩大的趋势。因此, 笔者以经济增长中的 δ 趋同和 β 趋同这两种模型为基础, 运用统计学有关方法, 对安徽省 17 个市 1990~2008 年来的经济增长趋同性进行实证研究, 找出地区之间经济差异的原因, 为安徽省尽早有效地实现区域平衡协调发展并最终实现整体经济的增长提供一定的政策建议。

1 文献综述

区域经济趋同性的实证研究建立在索洛的新古典经济增长模型的基础之上, 随后, 一批经济学家就各地区的经济增长是否会出现趋同性进行了更深入的探讨。Williamson 分别采用 24 个国家的截面数据与 10 个国家的时间序列进行分析, 最后得出结论: 国民经济增长和地区收入差异的长期变动趋势大致呈现出倒“U”型结构, 其差距先变大后逐渐变

小^[2]。1986 年美国经济学家 Banmool 整理并分析了 6 个代表性的国家 1870~1973 年的 GDP 数据, 经回归分析后得出结论: 这 6 个国家具有很强的经济趋同性^[3]。而 Delong 对 Banmool 的研究提出了质疑, 他在 Banmool 分析的基础上, 选择了无偏样本, 并把样本国家的范围扩大到非工业化国家, 认为这些国家间不存在趋同现象^[4]。随后, Mankiw、Rommer 和 Wei 这 3 位美国经济学家引进了人力资本, 用人口增长率、投资占 GDP 的比重、初始人均 GDP 几个变量建立了回归方程, 这个计量方程推翻了各国具有同样偏好和技术的假设, 通过对 1960~1985 年 76 个发展中国家、98 个非石油生产国以及 22 个人口超过 100 万的 OCED 国家的数据进行研究分析, 证实了存在条件趋同性而非绝对趋同, 且趋同的速度要慢于经典的索洛模型预期, 因为人力资本的引入在一定程度上降低了物质资本的边际收益递减速度^[5]。

以 Rommer 等为代表的新增长理论指出了把技术外生化这一假设的缺陷, 并假设决定技术进步的是内部因素, 他们把知识积累和人力资本加入到古典生产函数中, 这两者都能促进经济的增长; 反过来, 经济的增长也会促进这两者的增长。所以, 人们可以不断学习新知识, 以此来积累更多的人力资本。一个经济发达的国家, 能够提供给人们更多的学习机会, 其人力资本就更大; 而经济实力薄弱的国家则相反, 经济也就发展缓慢。这样说来, 地区之间的差异不会随着时间的推移而缩小, 而是一个逐渐拉大的过程, 从而否定了趋同现象的存在^[6]。

蔡昉^[7]等认为由于各种资源禀赋之间的差异很大, 市场化水平不一致, 我国东西部地区的经济稳定状态存在着很大差别, 经过严密的分析后得出结论: 中国区域经济增长在东、中、西部三个地区存在着俱乐部趋同现象。王志刚^[8]采用中国各省改革开放的数据, 通过分析横截面数据和面板数据, 对中国经济增长的趋同性进行检验, 认为我国经济总体上不存在条件趋同, 但不排除存在地区内部条件趋同现象的可能性。但龙文^[9]基于 MRW 的分析方法, 将人力资本加入经典的索洛模型中, 用面板数据得出结论: 中国的省际增长并不存在条件趋同。

2 趋同性研究方法

2.1 δ 趋同 δ 趋同就是检验地区间的人均收入水平离散程度是否会随着时间的推移而逐渐下降。目前我们用对数人均 GDP 标准差来表示人均收入水平的离散程度, 计算公

式为:

$$\delta_t^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln y_{it} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln y_{it})^2$$

式中, i 代表经济体, t 代表期末时间, y_{it} 表示第 i 个经济体在时间 t 的人均 GDP 数值, δ_t 为 n 个经济体之间实际人均 GDP 对数值 $\ln y_{it}$ 的标准差。如果在年份 T 满足: $\delta_T < \delta_t$, 即随着时间的推移, δ 值逐渐变小了, 说明区域经济增长之间的差异逐渐缩小, 这 n 个经济体具有 $T-t$ 阶段的 δ 趋同; 如果随着时间的推移, δ 值逐渐变大了, 即 $\delta_T > \delta_t$, 说明区域经济增长之间的差异越来越大, 这说明这 n 个经济体不具有 $T-t$ 阶段的 δ 趋同。

2.2 β 趋同 β 趋同又分为绝对 β 趋同和条件 β 趋同。绝对 β 趋同是指落后的国家或地区在不受其他经济因素限制的基础上比富裕的国家或地区有更高的增长率。而条件 β 趋同是把人口增长率、技术水平等结构性特征这些多余变量固定, 来研究经济增长和初始人均产出或收入之间不完全的负相关性, 它放弃了各个地区具有完全相同的基本经济特征的假定, 每个地区都趋同于自身的稳态, 且离稳态越远, 增长速度越快。

β 趋同的检验方法是计算地区经济增长的 β 趋同系数, 即落后地区的经济指标逐步接近发达地区水平的速度, 利用回归分析的方法来计算初始人均收入水平在一定时期的 β 趋同系数。

绝对 β 趋同的检验采用的方式是 Barro, R. J. 和 Sala-i-Martin, X. 提出的经典回归模型, 它的基本方程是:

$$\frac{1}{T-t} \ln \left(\frac{y_{iT}}{y_{it}} \right) = \alpha - \frac{1 - e^{-\beta(T-t)}}{T-t} \ln(y_{it}) + \mu_{it}$$

式中, i 代表经济体, t 和 T 代表期初和期末时间, y_{it} 和 y_{iT} 分别表示期初和期末的人均产出或投入, β 是趋同速度, 如果 β 大于零, 则称所研究的 n 个区域经济增长存在绝对 β 趋同。

但是, 往往实际生活中, 区域人均收入的增长不仅和期初的人均收入产出水平有关, 还与区域的资源禀赋、人口的增长率、储蓄倾向等因素有关。为了更好地验证趋同理论, 在人均收入 y_{it} 的基础上引入了其他经济变量来说明平均经济增长率的高低, 并定义了回归方程:

$$\frac{1}{T-t} \ln \left(\frac{y_{i,T}}{y_{i,t}} \right) = \alpha - \frac{1 - e^{-\beta(T-t)}}{T-t} \ln(y_{i,t}) + \gamma X_{i,t} + u_{i,t}$$

式中, $\gamma X_{i,t}$ 为各种控制变量向量, 像是人力资本投资、对外开放程度等, 如果 $\beta < 0$ 则存在条件 β 趋同, 反之就不存在条件 β 趋同。

3 实证研究

安徽省位于华东地区, 地跨淮河和长江南北, 全省东西宽约 450 km, 南北长约 570 km, 总面积 13.96 万 km^2 。在研究对象范围的划分上, 笔者按照安徽省行政区划的 17 个地级市, 依据安徽省改革开放的阶段性和真实性的数据资料的可获得性, 确定时间段为 1996~2010 年; 在指标的选择上, 由于笔者主要衡量的是经济增长, 所以选取人均 GDP 这一指标。

3.1 δ 趋同的检验 采用人均 GDP 对数的标准差这一指标

检验安徽省 17 个地市 1996~2010 年经济增长的 δ 趋同性, 表 1 是各年标准差的计算结果。

表 1 安徽省 17 个地市对数人均 GDP 标准差

年份	标准差	年份	标准差
1996	0.103 0	2004	0.141 4
1997	0.097 1	2005	0.157 7
1998	0.122 1	2006	0.167 1
1999	0.122 7	2007	0.143 8
2000	0.148 9	2008	0.145 2
2001	0.149 1	2009	0.142 6
2002	0.148 8	2010	0.123 3
2003	0.146 0		

注: 资料来源于《安徽省统计年鉴》(1996~2010), 表中数据由有关数据计算得出。

依据计算结果绘制出对数人均 GDP 标准差的折线图, 能够更直观地表示出在考察期内指标值的动态趋势。如图 1 所示。

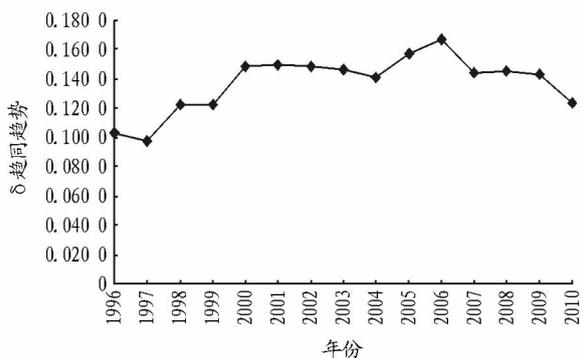


图 1 安徽省 17 个地市 δ 趋同趋势

由图 1 不难看出, 安徽省 17 个地市的对数人均 GDP 标准差值的变化不是单调的, 而是呈现出明显的波动性。从总体上看, 这 17 个地级市的实际人均 GDP 标准差在 1996~2000 年呈现逐年上升的趋势, 不存在 δ 趋同; 在 2001~2004 年出现了短期的 δ 趋同; 到了 2005~2006 年又出现了短暂上升的趋势, 不存在 δ 趋同; 而在 2006~2010 年整体看又呈现出较为平稳的 δ 趋同趋势。

各地区优势和劣势的不同在安徽省区域经济增长过程中发挥的作用也不尽相同, 导致各地区 GDP 增长水平存在差异。为了进一步验证安徽省各地区人均 GDP 水平是否存在 δ 趋同, 笔者运用如下公式进行检验:

$$\delta_{it} = c + \lambda t + \varepsilon_{it}$$

式中, δ_{it} 为人均 GDP 标准差, c 是截距项, ε_{it} 是时间序列项, 即为随即干扰项。如果 $\lambda < 0$, 并统计结果显著, 则表明区域人均 GDP 水平的差异在逐渐缩小, 存在人均 GDP 水平的 δ 趋同; 如果 $\lambda > 0$, 且统计结果显著, 则表明区域人均 GDP 水平的差异在逐渐扩大, 存在人均 GDP 水平的发散趋势; 若 $\lambda = 0$, 则表明区域人均 GDP 水平趋向于同一个值。但是经过新古典经济增长理论的验证, 只会出现前两种情况。

安徽省区域经济增长在 1996~2010 年的 δ 趋同系数 $\lambda = 0.002 4$, 并且在 95% 的显著水平下满足 T 检验, 说明区域

差异在逐渐增大,不存在 δ 趋同。但是,从各阶段来看,2001~2004年和2006~2010年安徽省 δ 趋同系数分别为 $\lambda = -0.026$ 和 $-0.0091 < 0$,并且在95%的显著水平下满足T检验,所以这两个时间段,安徽省各地区经济增长差异呈现显著的趋同趋势,即存在 δ 趋同。而在1996~2000年的 δ 趋同

系数为正数,即 $\lambda = 0.1174 > 0$,在95%的显著水平下满足T检验,因此在该阶段各地区趋于显著的发散趋势;也就是说,这一时期安徽省区域经济增长的差异显著扩大,没有表现出 δ 趋同(表2)。

表2 安徽省 δ 趋同性检验分析结果

时间	1996~2010		1996~2000		2001~2004		2006~2010	
	c	λ	c	λ	c	λ	c	λ
系数	0.118 0	0.002 4	0.083 5	0.117 4	0.152 8	-0.002 6	0.171 4	-0.009 1
S.E	0.009 3	0.001 0	0.010 0	0.003 0	0.001 9	0.000 7	0.008 2	0.002 5
T-检验	12.729 0	2.355 8	8.329 1	3.882 1	81.847 7	-3.799 3	20.913 3	-3.673 6

3.2 β 趋同的检验

3.2.1 绝对 β 趋同。绝对 β 趋同表现为区域经济增长和经济水平的负相关,以安徽省真实的GDP作为衡量指标,对不同时期各地区的经济增长率进行计算,并建立回归方程:

$$\frac{1}{T-t} \ln\left(\frac{y_{i,T}}{y_{i,t}}\right) = \alpha - \left[\frac{1 - e^{-\beta(T-t)}}{T-t}\right] \ln y_{i,t} + \mu_{i,t}$$

记 $b = -\left[\frac{1 - e^{-\beta(T-t)}}{T-t}\right]$,方程可改写为:

$$\frac{1}{T-t} \ln\left(\frac{y_{i,T}}{y_{i,t}}\right) = \alpha + b \ln y_{i,t} + \mu_{i,t}$$

把样本观察期内人均GDP年平均增长率的对数值作为因变量,把初期人均GDP的对数值作为唯一解释变量,采用线性最小二乘法对安徽省17市绝对 β 趋同是否存在进行检验,并以2004年为分界点,对1998~2009年、1998~2004、2004~2009年3个阶段分别拟合三个回归方程进行分析,表3为绝对 β 趋同的检验结果。

根据计算结果,三个模型均未出现违背基本假设的情形。从整体来看,在假定安徽省各地级市组成的经济体具有完全相同特征的前提条件下,安徽省在1998~2009年整个时间段存在显著的绝对 β 趋同,但是趋同的拟合优度不高。在1998~2004年间,方程的拟合优度有所上升,回归系数 b 为负值,在99%的显著性水平下满足T检验,表明安徽省17地市在这一阶段发生了绝对 β 趋同。在2004~2009年间,方程的拟合优度一般,回归系数 b 为负值,但在99%的显著性水平下满足T检验,表明安徽省17地市的经济增长在该阶段存在着绝对 β 趋同,地区间的经济差距日趋缩小。

表3 绝对 β 趋同检验结果

时间段	1998~2009年	1998~2004年	2004~2009年
β	-0.238 013	-0.226 955	-0.090 386
t-Statistic	4.506 375	-10.077 09	-8.325 340
Prob.	0.000 0	0.000 0	0.000 0
F-Statistic	1.472 787	6.472 973	4.400 329
Prob(F-Statistic)	0.108 487	0.000 000	0.000 002
R-squared	0.118 640	0.521 419	0.471 051
D.W	1.642 24	1.490 245	2.975 996

3.2.2 条件 β 趋同。现实生活中,人口的增长率、技术水平、人们的消费倾向等都存在差异,这些条件都有可能

致偏离稳定的经济增长。为此笔者在人均收入水平上引入其他经济变量,回归方程定义为:

$$\frac{1}{T-t} \ln\left(\frac{y_{i,T}}{y_{i,t}}\right) = \alpha + \beta \ln(y_{i,t}) + \gamma X_{i,t} + \mu_{i,t}$$

式中, $\gamma X_{i,t}$ 为各种控制变量向量,如人力资本、初始时期的实际人均GDP、投资率等。如果 $\beta < 0$,则存在条件 β 趋同;如果 $\beta > 0$,则不存在 β 趋同。

依据已有的数据,笔者选择初始时期的人均GDP、人力资本、政府主导程度和农业化率这4个变量。

(1) 初始时期的人均GDP能够较好地反映地区经济状况。用 $rjgdp$ 表示初始时期的人均GDP。

(2) 人力资本是用各市每十万人拥有的受教育程度人口(包括初中、中专、高中三个层次)来衡量。安徽省是一个中部欠发达省份,接受中学教育的人数在劳动力市场中占据主要份额,这是经济增长中人力资本的主力。用 edu 来表示人力资本。

(3) 政府主导程度是用财政收入和支出占GDP的比重来衡量财政收入与支出,这一指标不仅可以衡量政府对经济发展的投入和调控,还可以间接地看出经济发展的市场化程度。我国目前的经济体制虽然已经在向市场经济转轨,但仍然无法完全脱离政府的主导,政府的相关政策对经济发展水平仍有一定程度的影响。用 $revenue$ 和 $spending$ 来表示财政收入和支出。

(4) 农业化率是以各地区农业生产总值占GDP的比重来表示农业对安徽省经济增长的作用,也可以从另一方面反映出非农业对安徽省经济增长的作用。用 $agriculture$ 来表示农业化率。

回归分析结果如表4所示。

其他变量一定时,考察安徽省区域经济的条件 β 趋同。由表4可以看出,初始实际人均GDP的人均国内生产总值与1998~2009年的生产总值增长率呈反方向变化,且相应的概率在统计上显著,也就是说,存在条件 β 趋同,说明安徽省落后地区的经济增长速度比发达地区的经济增长速度更快。财政收入这一变量与经济增长率呈现反方向变化,这与理论预期相反,但是变量系数不能满足95%显著性水平下的T检验。政府的行为对经济增长具有正面影响的这一原假设被拒绝。政府支出对经济增长率影响的系数为正,且在

95%的显著性水平下满足T检验,说明财政支出对经济的发展还是有促进作用的,显示了政府对经济发展的投入和调控力度有一定的积极作用,促进了安徽省经济发展。出现这种现象可能是由于安徽省的财政入不敷出,地方政府的财政收入行为缺乏一定的科学性,没有达到预期的效果。通过税收投资等手段,地方政府的行为没有像新经济理论预期的那样促进经济增长。在人力资本、基础设施的建设和技术的研发等各方面都未能有效地促进当地经济的发展,因此,地级市

政府还需要对这方面有进一步的研究。安徽省是一个名副其实的农业大省,然而在模型中,农业化率的变量系数却是负值,且在99%的显著性水平下通过T检验,表明农业生产已经不再是影响安徽省各市经济发展的主要原因。另外,人力资本的变量系数虽然为正,但在95%的显著性水平下没有通过T检验,说明人力资本在安徽省的经济增长中没有发挥其应有的作用,相关部门应更加注重人力资本的投资和人文环境的建设。

表4 条件趋同的检验结果

Variable	Coefficient	Std. Error	t - statistic	Prob.
C	1.302 438	0.171 604	7.589 777	0.000
LNC SHGDP	-0.159 859	0.020 485	-7.803 858	0.000
AGRICULTURE	-0.098 182	0.033 214	-2.955 988	0.003 5
EDU	1.06E-06	6.27E-07	1.573 182	0.117 4
REVENUE	-0.212 269	0.147 198	-1.442 064	0.151 0
SPENDING	0.310 441	0.104 073	2.982 909	0.003 2
F-statistic	4.33 7491	Durbin-Watsonstat	1.947 196	
R-squared	0.333 546	Prob(F - statistic)	0.000 000	

4 政策建议

通过经济增长趋同的分析,可以得出结论:安徽省地级市之间地区经济的差距总体上还是很大。虽然在动态上,经济增长存在较弱的 δ 趋同,但加入了一些控制变量后也存在着条件 β 趋同。安徽省撤销了巢湖市,建立并发展了合肥经济圈。鉴于此,笔者认为安徽省区域经济的差距会逐渐缩小。通过分析趋同模型面板数据发现,人力资本、财政支出和农业化这几个变量对安徽省经济增长存在着正效应,而政府的财政收入对经济增长的负效应较为明显。针对以上现象,笔者提出以下几点政策建议。

4.1 加强城市间合作,建立经济圈 在区域经济发展中,城市间的相互合作对构筑区域经济发展平台有较强的支撑、辐射和扩张效应^[5]。可以优先发展一部分经济潜力比较大的地级市,比如合肥、芜湖、安庆三地毗邻长三角、泛珠三角,可以考虑建立“合、芜、安”经济圈,这对安徽省经济发展来说既有现实基础,也有实践价值;铜陵、池州、巢湖等市位于经济圈内部,可以开展经济圈内部的合作;而位于经济圈边缘的六安、马鞍山等市则可以发挥各自的特色,加强同经济圈内部城市的合作;处于经济圈外围的黄山、淮北、蚌埠等市应发挥其在交通、旅游和能源等方面的优势,应积极配合经济圈内的城市,在缓解周边省市竞争压力的同时,形成一定的经济合作模式,有益于长期稳定健康发展。宿州、亳州、阜阳等市位于淮北平原,都是以农业经济为主的城市,工业相对不发达。所以,他们应加强与工业发达地区的经济联系,在建立属于自己的工业体系的同时,提高当地的工业化水平,使其与省内其他发达城市之间的差距逐渐缩小。2011年,安徽省撤销了地级巢湖市,期望建立一个更大的合肥经济圈,并确立了合肥、芜湖、马鞍山三市形成的核心增长极。这一举措不仅能增强其经济能力,其所引起的外部性也会给周边的城市带来辐射效应,并成为合、芜、马三市的经济腹地。另外,在今后的发展中,安徽省还应该充分利用合、芜、马三市的区位优势,注重与长江三角洲等发达地区的经济联系,积

极融入长江三角洲的经济圈中,实现与长江三角洲的经济互动。

4.2 积极推动安徽省农业产业化发展 通过对面板数据的回归分析,笔者发现安徽省作为一个农业大省,农业化率对经济增长的推动作用并不明显,这说明安徽省并非仅仅依靠农业就能推动经济增长,并且农业化的规模并不合理,亟待转型。首先,发展农业化是安徽省经济崛起的基础。作为安徽省经济发展的一个战略性产业,农产品加工业是带动安徽省区域经济崛起的中坚力量。安徽省是一个农业大省,有着丰富的农产品资源和劳动力资源,如果想要进一步成为工业化强省,大力发展农产品加工业就是最现实、最有效的方法之一。与此同时,农产品的加工具有广阔的发展前景,不仅符合新型工业化的特征,还符合国家产业结构的调整,恰恰是个良举。另外,农业转型是安徽省全面转型的基础,农业化的发展是促进农业全面发展的支柱力量。在发展的过程中,要实现专业化的生产、社会化的服务、区域化的布局,也从另一个方面促进了工业化的进程,农业的产业结构、技术结构、组织方式和经营机制能够得到有效改善,是加快现代化农业建设的必由之路^[3]。

4.3 加大财政投入力度,优化财政收支结构 安徽省经济的持续回升使得财政收入有了一定的增长,积极的财政政策充分发挥了定点调控的优势,有力地促进了经济的健康发展,在加快转变经济发展方式的同时,也实现了财政收入增长和经济发展的良性互动。在支出方面,首先要解决当前财政支出存在的问题。未来一段时间财政收入还是会以一个较低的速度增长,因此要从过去单纯依靠增量来解决发展问题的思维模式逐渐转向用存量资金解决需要的方式,大力调整财政支出结构。政府应压缩行政支出,在“四项经费”实施“零增长”的基础上,按照中央两办文件精神进行压缩削减。集中财力办该办的事,避免“广撒网”,拳头攥紧了力量才会大。要努力协调各部门的利益,进一步整合各项财政支出,把资金更多地投向民生工程,大力支持861行功计划、532提

升行动,支持6个农业综合开发示范区的建设,坚持自主创新,解决那些常年想办却未能办成的事。

4.4 实行科教兴皖,人才战略 事实证明,科教与经济相对落后的地区,只有优先发展科教,实行人才强国战略,全面提高人才的素质,才能从根本上解决经济落后的局面,确立自己的竞争优势。相对落后的地区想要从根本上解决问题,就必须加大对教育的投资,不仅要抓好高等教育的质量,还必须注重对专业技术人员素质的培养。合肥是省会城市,也是安徽的经济文化中心,在今后的发展过程中,应该大力发展科教文卫事业,努力成为中部地区的科教中心,发挥出自己在科技上的领头作用,带动其他地区经济的发展。

参考文献

- [1] SOLOW R M. A Contribution to the Theory of Economic Growth[J]. Quarterly Journal of Economics, 1956, 70: 65-94.
- [2] WILFIAMSON J G. Regional Inequality and the Process of National Development: A Description of the Patterns[J]. Economic Development and Cultural Change, 1965, 13(4): 3.
- [3] BANMOL W J. Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show[J]. American Economic Review, 1986, 76: 1072-

1085.

- [4] DELONG J B. Productivity Growth, Convergence, and Welfare: Comment[J]. The American Economic Review, 1988, 76: 1138-1154.
- [5] 王志刚. 质疑中国经济增长的条件收敛性[J]. 管理世界, 2004(3): 25-30.
- [5] MANKIWI N D, ROMER D, WEIL D. A Contribution to the Empirics of Economic Growth[J]. Quarterly Journal of Economics, 1992, 107(2): 407-437.
- [6] ROMER P M. Increasing Returns and Long-Run Growth[J]. Journal of Political Economy, 1986, 94: 1002-1037. LUCAS R. Why does not Capital Flow From Rich to Poor Countries[J]. American Economic Review, 1988, 3: 1323-1349.
- [7] 蔡防, 都阳. 区域差距、趋同与西部开发[J]. 中国工业经济, 2001(2): 48-54.
- [8] 侯子建. 安徽经济崛起面临的机遇与挑战[J]. 沿海企业与科技, 2006(12): 119-122.
- [9] 龙文. 对中国区域经济增长条件收敛性的实证检验[J]. 统计与决策, 2007(2): 68-70.
- [10] 邓正东. 广西壮族自治区区域经济增长趋同性研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2012.
- [11] 胡耀醒. 安徽省区域经济增长差异与趋同的空间计量分析[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2011.
- [12] 杨桂元, 高艳. 安徽省区域经济增长趋同性研究[J]. 统计与信息论坛, 2007, 22(2): 49-53.

(上接第14011页)

为了减小滴定过程中的误差,应使硝酸银溶液的成滴滴出,以便于观察锥形瓶中反应液的颜色变化。作2次空白试验以及2次氰化钾溶液标定,取其均值,使标定结果尽量精确。

2.2 水样的采集和保存时间 氰化物大多很不稳定极易分解,应用聚乙烯瓶采取水样,并加氢氧化钠溶液固定,并使 $\text{pH} \geq 9$,必须尽快测定。否则,应将水样存放于暗处,并在采样后24 h内进行测定。氰化物的测定值会随保存时间的延长而逐渐变小。

2.3 水样的预蒸馏 在测试样品时要了解水样中氰化物的大概含量,如果样品测定超出正常标准曲线的含量范围时,可适当减少取样量进行水样稀释,保证测定过程中 H^+ 和 OH^- 的量足够,使化学反应彻底完成。蒸馏操作过程中,加入磷酸后的每步操作应快速进行,随时盖严塞子。蒸馏前2 min电炉应微热,当吸收瓶内液面在30 ml以上时再将电炉温度提高,避免HCN逸出。

2.4 氯胺T 氯胺T为白色固体,颜色如果变为淡黄色,则说明其中有效氯已经损失。此试剂较难溶于水,容易出现浑浊沉淀物,使用这种试剂,常出现不显色或灵敏度低等现象,所以实验中,加入氯胺T后立即将比色管的塞子塞紧并振荡,使其与水样充分混匀,然后静置3~5 min,使其与水样中的氰化物充分反应后加入异烟酸-吡啶啉酮^[4],且加入的氯胺T量控制在0.2 ml,超过0.3 ml时吸光值将下降^[5]。氯胺T应放置于冰箱中避光保存,以防止其中活性氯的损失,失效的氯胺T是不溶于水的。

2.5 异烟酸-吡啶啉酮 异烟酸配制时不能完全溶解,导致得不到纯的异烟酸溶液,使绘制的标准曲线不成线性,回归后的相关系数不符合要求,得不到准确的测定结果。异烟

酸晶体为两性化合物,难溶于冷水。在实际配制中,即便是分析纯的异烟酸,配制时也很难全部溶解,得到的往往是混浊液。配制异烟酸溶液时,应先将异烟酸晶体置于2%氢氧化钠溶液中,然后在电炉上加热直至得到澄清溶液之后,再用蒸馏水定容。如果不加热直接配制成溶液,会使氰化物测定结果比实际结果低,因为异烟酸有一部分没有完全溶解,造成异烟酸量不够^[6]。

2.6 显色反应时的温度 此方法反应生成的蓝色染料在高温时不稳定,当在35℃左右反应40 min后即逐渐褪色,显色反应时温度控制在25~35℃为最佳,在这个温度范围内的显色反应最快^[4]。因此最好能在显色完全后,将反应管放入冷水浴中。蓝色染料在高温下不稳定的原因可能是受溶液中剩余氯胺T的影响,如在显色完全后,加入少量乙醇可改善此状况。

3 结论

在测定总氰化物的过程中,实验试剂和操作因素对测定结果影响较大。操作时必须认真、细心,尽量避免人为影响;在标定溶液时应注意滴定终点,增加平行样个数,防止偏差过大;在试剂配制时,尽量注意试剂浓度的准确。

参考文献

- [1] 奚旦立, 孙裕生, 刘秀英. 环境监测[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 94-97.
- [2] 国家环保总局. 《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2006: 144-156.
- [3] 崔秀玲, 周速. 异烟酸-吡啶啉酮法准确测定总氰化物的研究[J]. 新乡学院学报: 自然科学版, 2009, 26(1): 32-33.
- [4] 赖国中. 异烟酸-吡啶啉酮光度法分析水中氰化物的几个关键步骤[J]. 中国环境监测, 2004(6): 14-16.
- [5] 陈伟萍. 测定氰化物应注意的几个问题[J]. 汕头科技, 2001(3): 60-61.
- [6] 汪玉艳. 测定总氰化物的影响因素[J]. 吉林化工学院学报, 2009, 26(2): 32-34.