

湖北制造业电力消费主导因素的实证研究

周开斌

制造业是湖北国民经济的重要支撑性产业，主导作用日益突出，十一五以来保持快速发展，规模以上制造业增加值由2005年1639.36亿元，增至2009年的4323亿元，年均递增27.43%，比全省生产总值增速高9个百分点；占全省生产总值比重由24.88%提升至33.35%；从业人员218万人，占全省城镇从业人员的31.8%。分析作为制造业与电力消费的关系，对寻求制造业结构调整优化方向和节能降耗对策措施，促进湖北经济又好又快发展都具有重要意义。

一、电力生产与消费及其平衡状况

1、电力生产与消费概况

湖北是全国电力生产大省，2009年全省装机容量达到4800万千瓦时，其中三峡1820万千瓦，其他水电1180万千瓦，火电1800万千瓦。全年发电量1797.77亿千瓦时，居全国第八位，占全国总发电量的4.9%，十一五前四年年均增发7.05%，其中火电615.87亿千瓦时，水电1169.61亿千瓦时，水电发电量居全国第1位，是湖北主要一次能源，折合标煤占全省一次能源生产比重达到79.7%。

从电力消费情况来看，2009年全省用电1183.04亿千瓦时，较2005年867亿千瓦时增长36.45%，十一五前四年电力消费量年均增长8.08%。其中，第一、二、三产业及城乡居民生活用电分别为18.84、857.89、127.29、179.02亿千瓦时，分别占电力消费总量的1.59%、72.52%、10.76%、15.13%。

2、电力生产与消费平衡情况

由于三峡、葛州坝、丹江口等电站按照国家计划安排大部电量外调，2009年外调电量达到843.26亿千瓦时，占全部水电发电量的72.1%。加之用电高峰季节电煤组织困难，火电出力受到制约，湖北电力生产与消费难以自行平衡，缺口呈扩大之势。2009年外购电量为228.53亿千瓦时，较前一年增加2倍，较2005年用电量年均递增30.8%。电力生产和消费弹性系数也印证这一特点，十一五前四年平均电力生产和消费弹性系数分别为0.383、0.439，而且电力生产增长严重滞后于电力消费需求增长，差距不断扩大，2009年生产弹性系数为0.109，消费弹性系数为0.689，制约作用进一步显露。

二、制造业电力消费特点

1、制造业电力消费概况

湖北制造业虽是电力消费的主体，但结构优化和效率提高致使电力消费弹性系数不断走低。制造业电力消费量由2005年574.1亿千瓦时，增至2009年的729.58亿千瓦时，年均递增6.17%；2005年占全省全社会电力消费总量66.22%，虽是电力消费主体，但随着利用效能提高，在制造业增加值占GDP比重稳步上升的情况下，电力消费量占全省比重却稳中有降，随后几年基本在61%上下波动，2009年为61.67%；电力消费弹性系数十一五期间呈现出不断走低态势，2005年至2009年年均电力消费弹性系数为0.225，仅为全省电力消费弹性系数同期平均值的51.35%。

表 1 湖北制造业增加值与电力消费情况

项目		单位	2005	2006	2007	2008	2009	年均 递增
制造业增加值	总量	亿元	1639.36	1888.96	2561.36	3455.2	4323	27.43
	增幅	%	33.28	15.23	35.6	34.9	25.12	
制造业增加值占GDP比重		%	24.88	24.8	27.44	30.5	33.35	
制造业电力消费量	总量	亿千瓦时	574.1	538.4	615.3	688.2	729.58	6.17
	增幅	%	23.27	-6.22	14.28	11.85	6.01	
制造业电力消费量占社会消费量比重		%	66.22	60.16	60.98	63.94	61.67	
全省电力生产弹性系数			1.4182	-0.1781	0.7671	0.6259	0.1093	0.3826
全省电力消费弹性系数				0.2072	0.565	0.3117	0.6888	0.4386
制造业电力消费弹性系数			0.699	-0.408	0.401	0.34	0.239	0.225

2、制造业电力消费结构性特征

从原材料、消费品、装备三大类制造业产出结构变化与其在电力消费中比重变化呈现出不同走势特点，原材料制造业增加值占制造业比重呈现倒U型走势，2000年28.31%，2004年达到高峰34.48%，随后逐年下降，2009年为24.6%的低点；原材料制造业中的化工、钢铁、建材、有色是制造业中用电量最大4个行业，2009年分别占制造业的24.28%、20.88%、12.56%、7.73%，原材料制造业电力消费量占制造业电力消费量比重总体上为波动上升走势，由2000年的60.07%上升至2007年的70.35%，随后有所降低，2009年为67.69%。

消费品在制造业中增加值所占比重表现为U型走势，由2000年的40.89%降至2005年31.7%，随后不断上升到2009年的34.01%；电力消费量占制造业比重呈倒√型走势，由2000年的18.85%，2002年达到高峰26.19%，随后不断走低，2009年为17.9%。

装备业增加值所占比重基本上是一路“线性”上扬，由2000年的30.8%上升到2005年的35.49%，2009年达到41.38%。电力消费量所占比重与增加值所占比重走势比重相反，中间虽有波动，但总体上呈现不断走低趋势，由2000年的21.08%下降到2009年的14.41%。

3、电力强度特征

电力强度是指生产一个单位的增加值所需要的电量。湖北制造业增加值电力强度总体趋降，2009年电力强度由2000年0.3341千瓦时/元，下降到0.1688千瓦时/元，年均下降7.31%。但阶段性特征明显，自2000年以来经历了先小幅上升，后大幅下降的走势，2005年升至0.3502千瓦时/元，年均上涨0.94%；十五期间由于增加值结构中高耗能的原材料业在制造业中比重上升，而电力强度的下降减量，不足以抵消结构变化带来电力消费的增量，带动制造业电力强度整体上升，年均递增0.95%；十一五前四年原材料业产出结构中所占比重下降了8个多百分点，但其电力消费量所占比重上升了3.74个百分点，这一背离现象，说明原材料制造业电力强度下降幅度落后于制造业整体幅度，制造业总体、消费品和装备制造业的电力强度2005至2009年分别年均下降16.68%、19.01%、23.46%，而原材料制造业较低，仅下降9.18%。

同时，电力强度行业分布特点鲜明，行业间差异较大。装备业最低，2009年为0.0588千瓦时/元，仅为制造业平均强度34.83%；消费品业次之，为0.0888千瓦时/元，是制造业平均强度52.61%；原材料业最高，为0.4643千瓦时/元，是制造业平均强度的2.7倍。从制造30个行业细分看，钢铁、化工、有色业居前，电力消费强度在0.5千瓦时/元以上；其次是建材、化纤、纺织、造纸等行业，在0.22至0.35千瓦时/元之间；仪表和烟草、通信及电子设备业最低，在0.01千瓦时/元以下；服装、工艺品、专用设备、家俱、饮料等行业电力强度次低，在0.05千瓦时/元以下。

表2 2000—2009年湖北省制造业分行业增加值与电力消费比重

项 目	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
原材料业增加值占制造业比重	28.31	26.91	28.2	29.42	34.48	32.81	29.62	29.06	28.58	24.6
原材料业用电量占制造业比重	60.07	60.26	56.77	64.55	66.15	63.95	66.35	70.35	69.52	67.69
消费品业增加值占制造业比重	40.89	38.63	36.33	34.9	31.72	31.7	32.76	32.96	32.21	34.01
消费品业用电量占制造业比重	18.85	21.19	26.19	22.14	19.54	18.69	18.37	17.84	17.72	17.9
装备业增加值占制造业比重	30.8	34.46	35.47	35.68	33.8	35.49	37.62	37.99	39.21	41.38
装备业用电量占制造业比重	21.08	18.55	17.05	13.31	14.31	17.36	15.28	11.8	12.77	14.41

三、基于IDA 对电力消费总量因素分解

1、模型选择和建立

分解能源消费效应常用的方法有指数分解分析法和结构分解分析法，指数分解分析法中主要有 Laspeyres、Divisia、Paasche、Fisher 等 10 多种，在研究中被广泛采用的是前两种。德国学者拉斯佩雷斯（Laspeyres）提出指数分解分析法（Indexdecomposition analysis，简称为 IDA）在能源研究领域中得到广泛的应用，并不断被丰富完善。这种方法主要采用了统计指数的基本原理，考察当其他影响因素保持不变，对目标变量产生影响的某一个因素，从基期发展到报告期时对目标变量的影响方向和程度。本文运用这一模型在绝对数量分析中，将影响制造电力消费总量分解为经济增长、产业结构以及产业电力强度三种主要因素，并分别将因总量变化和某一因素引起消费电量变化叫做总效应和经济增长效应、结构效应、强度效应。总效应即 t 年（报告年）和 0 年（基准年）的能源消费差值，用表示 ΔE_{Tot} 。总效应可分解为三个部分：因生产规模扩大或缩小产生的电量消费变化称为经济增长效应（用 ΔE_{OUT} 表示）；因制造业结构调整带来消费电量的变化称之为结构效应（用 ΔE_{Str} 表示）；因电力消费强度改变产生的电量变化称为强度效应（用 ΔE_{Int} 表示）。综合国内外学者研究，四种效其关系及其计算可用以下公式表示：

$$\Delta E_{Tot} = \Delta E_{OUT} + \Delta E_{Str} + \Delta E_{Int} + R \quad (1)$$

式中 R 为残值，下面借鉴综合后期学者研究成果，采取因素完全分解理论和方法，分解对电力消费量绝对额影响大小。

$$\Delta E_{OUT} = \sum (Q_t S_{i,0} I_{i,0} - Q_0 S_{i,0} I_{i,0}) = (Q_t - Q_0) S_{i,0} I_{i,0} \quad (2)$$

$$\Delta E_{Str} = \sum (Q_t S_{i,t} I_{i,0} - Q_t S_{i,0} I_{i,0}) = Q_t \sum (S_{i,t} - S_{i,0}) I_{i,0} \quad (3)$$

$$\Delta E_{Int} = \sum (Q_t S_{i,t} I_{i,t} - Q_t S_{i,t} I_{i,0}) = Q_t \sum (I_{i,t} - I_{i,0}) S_{i,t} \quad (4)$$

式中， Q_0 指第 0 年制造业总增加值， Q_t 为第 t 年制造业总增加值； $S_{i,0}$ 为第 0 年第 i 行业占制造业总增加值比重， $S_{i,t}$ 为第 t 年第 i 行业占制造业总增加值比重； $I_{i,0}$ 为第 0 年 i 行业电力强度， $I_{i,t}$ 为第 t 年第 i 行业电力强度。

2、数据分析

经过对湖北统计年鉴统计数据进行分析处理，2009 年与 2000 年湖北制造业电力消费相比，总效应增加电力消费 439.88 亿千瓦时，其中由于产能增加所形成增长效应增加电力消费 1153.7 亿千瓦时，由于制造业内部结构变化增加电力消费 7.26 亿千瓦时，由于技术进步和使用效率提高的强度效应减少 721.12 亿千瓦时，可见强度效应是近十年来电力消费减少的主导因素。

从时间段来看，十五期间，由于制造业规模扩张导致增长效应增加电量消费 257.08 亿千瓦时，结构效应增加消费 82.06 亿千瓦时，强度效应减少消费 55.3 亿千瓦时，结构效应的增量大于强度效应的减量，使总效应较增长效应进一步增加，电力消费总增加到 283.84 亿千瓦时；2006 年到 2009 年，因制造业发展所形成增长效应增加电力消费 939.8 亿千瓦时，因结构调整优化减少电力消费 99.96 亿千瓦时，因技术进步、用电效率提高形成强度效应减少电量消费 684.42 亿元，虽然制造业产出规模快速扩张，但因强度效应大幅下降，电力消费总效应的增量仅为 155.43 亿千瓦时，较十五期间大幅减量。

另外，数据有小的出入，不是由于没有完全分解有残值，而是不同年度间有一个小行业名称及口径归类调整所致，在下面结构和效率份额分析也是同样的原因。

四、基于结构和效率份额的电力强度分解分析

1、模型选择和建立

如果不考虑经济产出的增长效应，单独考察后两者的影响，那问题就转变成对总体电力强度变化的分解分析研究。下面利用指数分解分析法对湖北省制造业电力强度的变化相对量进行分解，考察基期与报告期的电力强度变化中，因产业结构变化所带来结构份额（用 IStr 表示）和电力利用效率变化带来的效率份额（用 IInt 表示）相对量的影响。结构和效率份额计算公式如下：

$$I_{Str} = \frac{\sum (S_{i,t} - S_{i,0}) I_{i,0}}{\sum S_{i,t} I_{i,t} - \sum S_{i,0} I_{i,0}} \quad (5)$$

$$I_{Int} = \frac{\sum (I_{i,t} - I_{i,0}) S_{i,t}}{\sum S_{i,t} I_{i,t} - \sum S_{i,0} I_{i,0}} \quad (6)$$

计算结果在电力强度增减不同变化情况下，对正负值有不同的解释。当结构份额（或效率份额）为正值时，说明产业结构变化（或各产业电力效率变化）对电力强度的影响力与电力强度的变化是同方向的；如果是负值，则表示其对电力强度的影响方向与电力强度的变化方向是相反的。由电力强度部分析可知，2009 年分别与 2000 年、2005 年比较电力强度均下降，正值则为影响电力强度下降幅度，负值则为影响电力强度上升幅度；2005 年与 2000 年比较电力强度为上升，解释则相反，正值则为电力强度上升幅度，负值则为影响电力强度下降幅度。

表 3 湖北省制造业 2000—2009 年间电力消费量变动分解

(单位：亿千瓦时)

类别	2009 年与 2000 年相比	2005 年与 2000 年相比	2009 年与 2005 年相比
增长效应	1153.74	257.08	939.8
结构效应	7.26	82.06	-99.96
强度效应	-721.12	-55.3	-684.42
总效应	439.88	283.84	155.43

2、数据分析

经过计算处理，结果表明，在电力强度下降中，效率提高是主导因素，制造业结构变化的影响在不同时段，不同行业影响力是不同的，如上述电力消费总量变化结论相一致。

2009 年与 2000 年相比，电力利用效率提高对电力强度下降起到关键作用，效率份额为 100.88%，其中原材料行业表现最为

突出，占到效率份额的52.72%，装备业次之，为39.46%；消费品业较少，为8.7%。产业结构变化对电力强度下降为一定的负面影响，起到提高电力强度作用，结构份额为-1.02%，在三大类制造业中，消费品业结构优化促进电力强度下降，份额为11.11%；原材料和装备业因结构变化导致电力强度上升，份额分别为-0.55%和-11.57%。

从不同时段来看，结构和效率份额对电力强度的升降影响是不同的。十五期间，结构份额对电力强度上升影响力为311%，效率份额对电力强度下降的影响为211%。十一五前四年，即2009年与2005年比较，结构和效率对电力强度下降都起到正面作用，结构份额和效率份额分别为13%、87%，表现效能与结构良性互动，同向促进单位电力消耗水平的下降。

表4 湖北省电力强度变化中结构和效率份额(%)

年度间比较	2009年与2000年		2005年与2000年		2009年与2000年	
	结构份额	效率份额	结构份额	效率份额	结构份额	效率份额
制造业总计	-1.015	100.881	311.332	-209.816	12.745	87.262
原材料制造业	-0.553	52.719	433.203	-287.187	16.524	43.953
消费品制造业	11.111	8.705	-101.858	117.252	-0.397	19.821
装备制造业	-11.573	39.457	-20.013	-39.881	-3.383	23.488

五、结论和建议

综上所述，随着经济规模扩大，电力需求不断增长，需求缺口不断扩大。湖北制造业是电力消费的主体，但占全省电力消费总量比重不断下降；制造业经济总量扩张，是其电力消费总量增加的主导因素；产业技术进步和电力利用效率提高，是电力消费强度下降的主要因素；产业结构对电力强度影响阶段性特征突出，十五期间产业结构变化是促进电力强度上升主导因素，十一五产业结构变化是导致电力强度下降的因素之一。

为促进电力节约，强化电力对经济发展保障作用，促进制造业结构调整与电力消费互动，形成经济高增长而电力消费低增长的良性发展循环，建议采取以下措施。

1、将提高用电效率，降低电力强度作为当前一个时期节电主攻方向

基于湖北省处于工业化中期，制造业仍是带动全省经济发展的主导力量，面临着加速发展和壮大产业规模重任，原材料等制造业的充分发展，担负着推进重工业化阶段向高加工度化阶段迈进，决定着未来生产服务业发展空间，因制造业发展而导致用电总量增加是必需之势，重点要在降低电力强度上做文章。湖北制造业降低单位电力消费水平，还有很大潜力可挖。2007年湖北制造业电力强度高于全国制造业电力强度24.72%，要注意将制造业发展与提高用电效率有机结合起来，将技术进步和生产工艺改进，管理水平提高，作为现阶段提高用电效率、降低电力强度的主攻方向和主要手段。

2、将能源节约型制造业结构作为工业化转型升级和跨越式发展的战略重点

要基于省情和能源缺乏、电力缺口扩大的现实，来确立湖北制造业发展和结构调整优化方向。优先发展能耗较低、技术含

量较高的装备制造业，大力发展具有区位、资源比较优势的消费品制造业，积极促进原材料制造业向精深加工延伸发展和调整升级，推进工业化由重工业化向高加工度化、技术密集化阶段不断升级转化，加快湖北工业化阶段跨越进程。

3、加强远近兼济的电力发展规划

鉴于湖北水电开发潜力已基本到极限，要因地制宜，加强远近兼济的电力发展规划，强化电力对制造业发展保障作用。中长期要将核电作为本地电力发展重点，支持湖北企业走出去，到内蒙、新疆等煤炭资源丰富省区兴办火电，打通内蒙等电煤、电力输送通道，反哺湖北。当前保障电力供应需多措并举，重点要做好火电扩能、增发和合理调配，加强电网基础设施建设，争取外购电支持，通过现有的和新建特高压电网向湖北输电，保障电力供应，促进经济发展。