

第三章 绿色化导向的 生态环境保护建设

课题负责单位：北京清控人居环境研究院有限公司

课题负责人：李王锋

课题研究人员：杨 莉 汪自书 赵晓飞

靳 明 冯梦南 贾卓霏

一、

生态文明建设背景下的绿色城镇化

(一) 绿色城镇化发展的宏观政策背景

人类社会发展经历了渔猎文明(原始文明)、农业文明、工业文明,从渔猎文明的敬畏自然到农业文明的依赖自然,再到工业文明的驾驭自然,人与自然是人类文明发展的重要动力机制。工业文明在创造巨大物质财富的同时,也带来了严重的环境污染和生态恶化问题,而生态文明是人类对这些传统文明形态进行深刻反思的成果,是人类遵循人、自然、社会和谐发展这一客观规律而取得的物质与精神成果的总和。生态文明是工业文明发展的新阶段,是人与自然和谐相处的行为准则,是人类社会与自然界和谐共处、良性互动、持续发展的一种文明形态。

新中国成立以来,特别是改革开放以后,我国现代化建设取得突出成就,但同时也付出了巨大的资源环境代价,生态环境建设总体滞后于经济社会发展,发展与人口、资源、环境之间的矛盾日趋加大,突出表现为资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化。环境承载力能力已达到或接近上限,反向制约着社会经济发展,严重影响我国全面建成小康社会以及中华民族伟大复兴目标的实现。导致这些问题凸显的原因渗透在发展理念、生产力布局、空间格局、产业结构、行为方式、观念理念、体制机制等各个层面。

国家建设战略的提出,经历了一个由模糊到明确、由局部到整体的演变过程(见图 3-1)。2007 年,党的十七大报告提出:“建设生态文明,基本形成节约能源资源和保护生态环境的产业结构、增长方式、消费模式。”发展至今,生态文明建设的内涵不断延伸,生态文明建设的任务和要求不断深化。十八大指出:“必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明

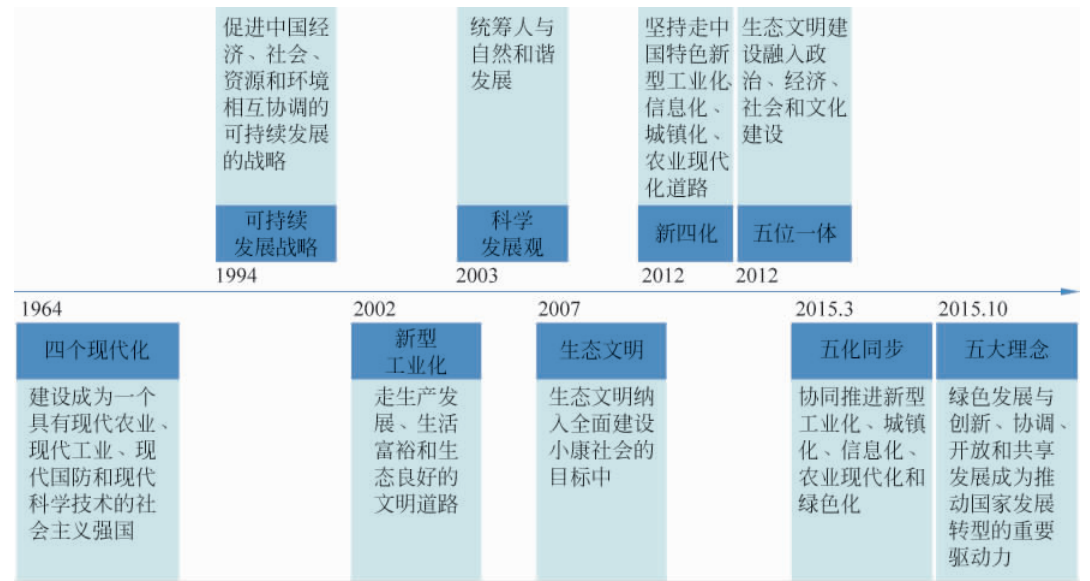


图 3-1 我国生态文明与绿色发展理念演变过程

理念,把生态文明建设放在突出地位,融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程。”生态文明建设已成为指导我国长远永续发展的科学理念和基本国策。

绿色化/可持续发展已成为国际发展共识和时代潮流,2015年以来,绿色发展理念被提出,和创新、协调、开发、共享四个理念一并成为我国长远发展的科学发展理念和发展方式。绿色发展也成为指导中国生态文明建设的核心理念,逐步形成以绿色发展为基本路径的生态文明体系。

城镇化是一个动态过程,而且是一个多维度、非线性的动态变化过程。生态文明背景下的城镇化应将生态文明理念全面融入城镇化进程,着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展,节约集约利用土地、水、能源等资源,强化环境保护和生态修复,减少对自然的干扰和损害,推动形成绿色低碳的生产生活方式和城市建设运营模式。因此,绿色城镇化即城镇化发展的绿色化道路,体现的是城乡可持续发展路径,其核心命题是调适城乡开发建设、功能运行与自然生态、资源、环境的和谐共生关系,增强城乡可持续发展能力,实现人与自然的和谐共生。

绿色城镇化进程中的生态环境安全,应该切实把资源消耗、环境损害、生态效益纳入城镇化发展的核心理念、基本原则、前置条件和评价体系,科学选择城镇化发展路径,实现城乡建设生态化、生活方式低碳化、行为意识绿色化。

（二）我国城镇化发展现状特征与趋势

近年来,伴随我国生态文明建设的深入推进,我国生态保护和环境治理的成效逐步显现,生态环境质量整体显著改善。但城乡建设、产业发展与资源环境承载之间的矛盾依然突出,区域性、复合型环境污染和生态风险仍将长期存在,城镇人居安全保障面临挑战,生态环境质量持续改善的任务仍然十分艰巨。

1. 大部分地区仍处在城镇化快速增长期

改革开放以来,伴随着工业化进程加速,我国城镇化经历了一个起点低、速度快的发展过程。1978—2015年,城镇常住人口从1.7亿人增加到7.7亿人,城镇化率从17.9%提升到56.1%,其中“十二五”时期,我国城镇化率年均提高1.23个百分点^①;城市数量从193个^②增加到656个^③,并逐步形成了京津冀、长三角、珠三角等大城市群,成为带动我国经济快速增长和参与国际经济合作与竞争的主要平台。根据世界城镇化发展普遍规律,我国仍处于城镇化率30%~70%的快速发展区间,大部分城市都处在城镇化加速发展的时期(见图3-2)。尤其是目前农业转移人口市民化进展比较缓慢,户籍人口城镇化率还比较低,未来城市群和镇的发展必将带动我国城镇化水平的快速提高。

① 国家统计局. 2016中国统计年鉴[DB/OL]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexch.htm>, 2016.

② 中共中央,国务院. 国家新型城镇化规划(2014—2020年)[EB/OL]. <http://www.gov.cn/zhengce/2014-03/16/content2640075.htm>, 2014.

③ 国家统计局. 2016中国统计年鉴[DB/OL]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexch.htm>, 2016.

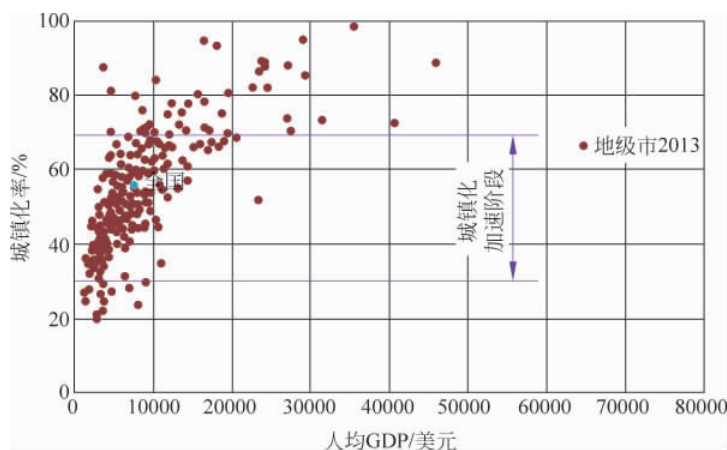


图 3-2 我国地级市城镇化水平(2013 年)

2. 城镇人口和空间扩张仍将呈现快速增长态势

全国城镇建设用地快速增长,近年来增幅呈放缓趋势,但依然保持高位状态。根据 2015 年中国国土资源公报,2010—2015 年,全国城镇土地面积增加 157 万 hm^2 ,增幅为 20.7%,年均增长 3.8%。增长速度总体呈逐渐放缓趋势,年度增幅由 2011 年的 5.0%下降至 2015 年的 3.7%^①。从全国范围来看,人口城镇化增长速度滞后于土地城镇化扩张速度,人地不匹配的问题仍旧突出。2000—2015 年,全国城镇建成区面积增长了约 113%,远高于同期城镇人口 59%的增幅;人均城镇工矿建设用地面积为 149m^2 ,人均农村居民点用地面积为 300m^2 ,远超国家标准上限^②。城市人口-土地城镇化呈现出由东部地区向西部地区失调性逐渐增加的态势,西部和东北地区人口-土地城镇化失调现象尤为严重^③。但是,面对我国未来一段时期城镇化率仍将快速增长的情况,我国的城镇建设用地需求仍将保持增长。

3. 城镇资源消费总量未来仍将保持高速增长态势

城镇化所引发的直接或间接需求依赖于自然资源供给能力的维持与提高,在城镇化的各个阶段,各种资源环境要素在城市发展中的作用不同。在城镇化中期,随着工业化和城镇化加速发展,人口加速聚集,城市发展对资源环境的消耗也进入快速增长期(见图 3-3、图 3-4)。我国目前所处的发展阶段决定了资源消费仍将在一定时期内保持高速增长态势。

4. 城镇生态环境质量存在恶化风险

受城镇化、工业化、基础设施建设、农业开垦等开发建设活动占用生态空间的影响,

① 程秀娟.“十二五”全国城镇土地面积增加 157 万公顷[EB/OL]. http://www.mlr.gov.cn/xwdt/jrxw/201612/t20161230_1425716.htm,2016.

② 国务院.全国国土规划纲要(2016—2030 年)[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-02/04/content_5165309.htm,2017.

③ 尹宏玲,徐腾.我国城市人口城镇化与土地城镇化失调特征及差异研究[J].城市规划学刊,2013(2): 10-15.

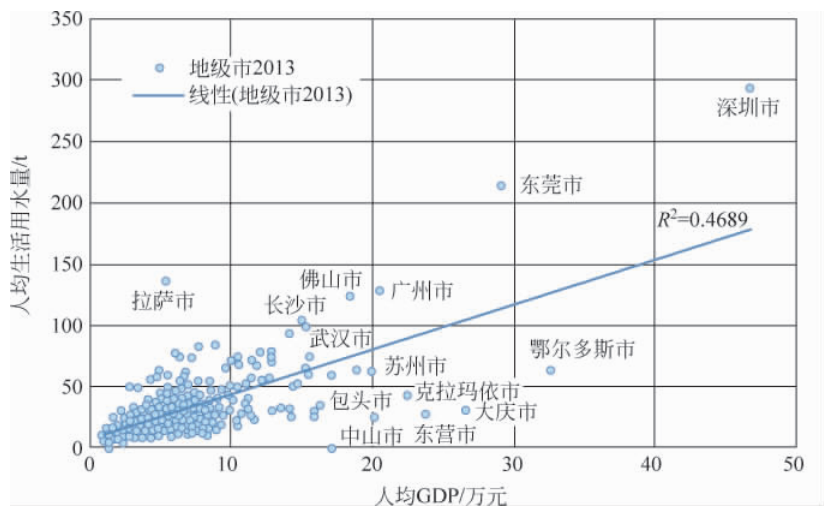


图 3-3 我国地级市城市人均生活用水量(2013 年)

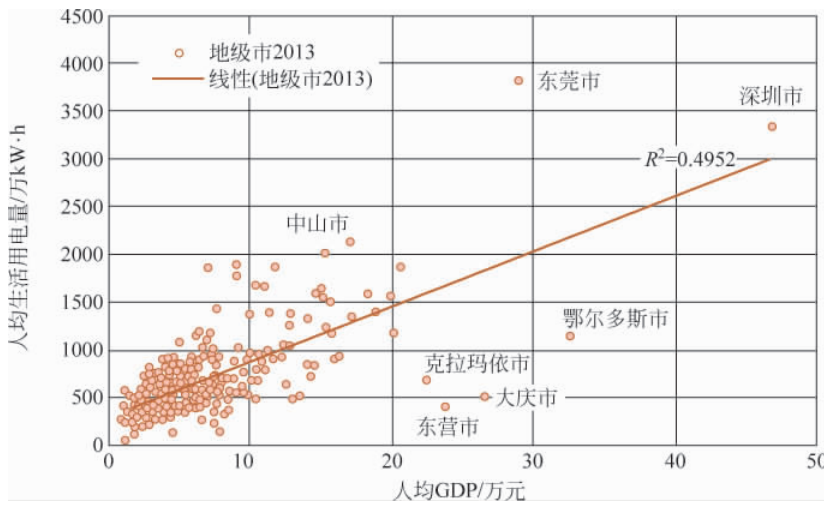


图 3-4 我国地级市城市人均生活用电量(2013 年)

我国城镇地区尤其是城市群地区,普遍存在生态产品供给不足,绿地面积小而散,老旧城区绿量不足,水系人工化严重,生态系统缓解城市热岛效应、净化空气的作用十分有限等生态问题。

城镇环境污染形势严峻,近年来受到广泛关注。部分区域和城市大气污染严重,2015 年按照新标准开展监测的 338 个城市中仅有 21.6%的城市达标^①,京津冀及周边、长三角等区域冬季重污染问题突出。一些重点流域、滨海城市水污染严重,2015 年海河流域Ⅴ类和劣Ⅴ类国控断面比例为 51.6%^②;城镇黑臭水体严重影响居民生活质量。

伴随着城镇化和工业化的进一步快速发展,城镇生态环境质量将存在进一步恶化的风险。

①② 环境保护部. 2015 中国环境状况公报 [EB/OL]. <http://www.mep.gov.cn/hjzl/zghjzkgb/201606/p020160602333160471955.pdf>, 2016.

（三）技术路线

通过剖析我国城镇化进程中突出的、人民群众密切关注的生态环境非绿色化问题,结合国内外政策背景与国家战略导向,以城镇生态环境安全为出发点,重点分为三大任务:生态空间保护与管制、水系统保护与建设、绿色低碳发展与大气污染防治。

通过包括先进技术、标准体系、管理体系等多维度的案例分析和经验总结,结合我国城镇化建设条件、主要差距和未来发展趋势判断,在国土、次区域和城镇三个层面,实行分区、分类指引。明确我国绿色城镇化的技术模式和治理模式,提出有针对性、可落地的绿色城镇空间开发方向和措施,通过资源节约型社会、环境友好型社会建设,实现资源消费模式转变,降低城镇化进程的资源代价和环境负效,提高人居环境质量。技术路线图见图 3-5。

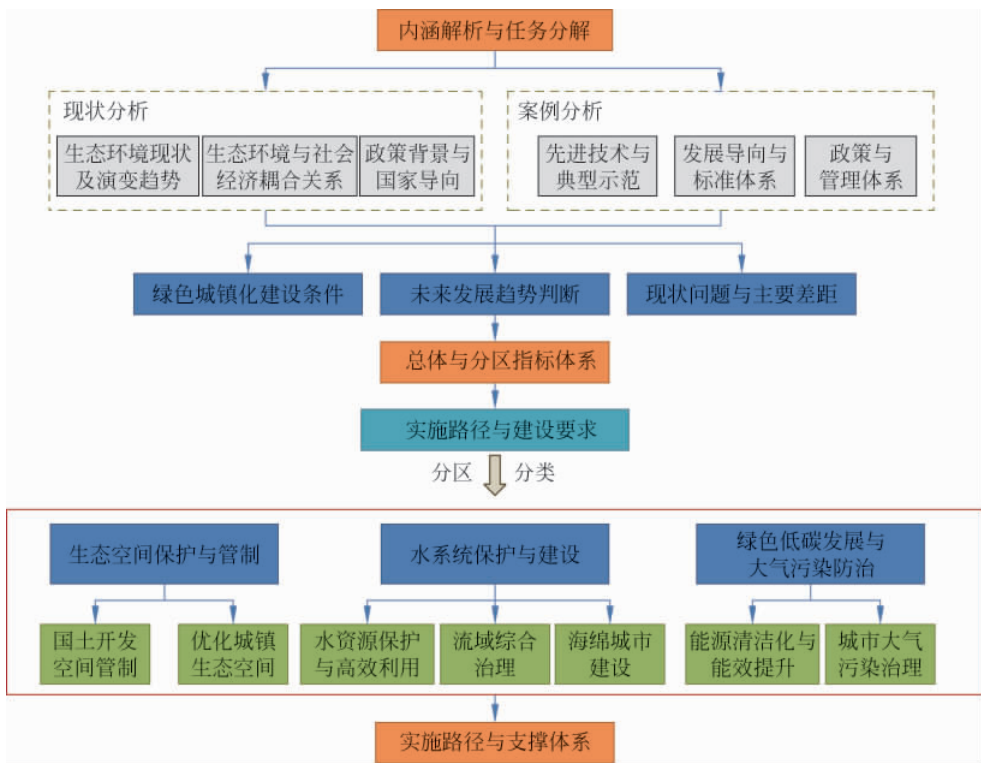


图 3-5 技术路线图

二、

城镇化过程中生态环境保护与资源利用的非绿色化问题

（一）城乡开发建设挤占自然生态空间,生态服务功能弱化

多年来,我国城市外延扩张占用了大量土地,城市的扩张占用的大量土地一半以上是耕

地,这与我国可耕地集中区域和城市集中区域高度重叠有关。基于高分辨率遥感数据开展每五年城市和工矿业扩张时空动态监测结果显示^①,1990年到2010年中国城市和工矿用地增长了 $4.23 \times 10^4 \text{ km}^2$,增长了近1倍。21世纪前10年中国城市和工矿用地扩张速率分别是20世纪90年代的2.15和5.79倍。而中国城市和工矿用地的快速扩张主要以占用优质耕地为主,导致耕地面积损失 $2.80 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

(二) 水资源水环境问题交织,水系统安全风险增加

1. 城乡发展建设布局与水资源禀赋不匹配

我国资源性和水质型缺水危机日趋严重。2010年中国人均水资源量为 2100 m^3 ,为世界人均水平的28%,位列世界第125位^②。全国有400余座城市供水不足,严重缺水的城市有110座^③。水资源短缺已经成为中国城镇化发展的刚性约束。

区域城乡发展建设布局与水资源的分布存在冲突,长距离、跨国土的调水,降低了战略性稀缺资源的使用效率。从全国来看,人均水资源量低于 500 m^3 的区域多分布在黄河、长江流域城镇化发展较快速较集中的地区,国家层面的重点开发区域人口密度大,产业发展快,人均水资源量紧缺。为了支撑这些地区城镇化的快速发展,国家开展了南水北调等调水工程,耗资巨大,生态环境影响不明确。

2. 城市内涝频发,雨水资源利用极为有限

(1) 雨水渗排设施建设水平偏低,蓄积利用设施匮乏,城市内涝风险加剧。

近年来,逢雨必涝逐渐成为我国大中城市的痼疾。2010年国家住建部对全国351个城市内涝情况进行了调研,结果显示在2008—2010年间有62%的城市发生了不同程度的内涝,内涝灾害超过3次以上的城市有137个^④。内涝发生的范围广、积水深度大、积水时间长。城镇化过程中,原有的截水、透水、蓄水的地表大面积硬化,城市下垫面改变,不透水面积增加,大量降雨在短时间内形成地表径流,加大了城市排水系统的压力,导致洪涝灾害频次加剧。而我国排水管网建设标准又相对偏低,暴雨重现期多为1~2年,远低于国外城市,雨洪调控能力不足。

(2) 城市缺水与雨水流失并存,雨水资源化利用水平低。

据统计,全国近400个城市缺水,其中110个城市严重缺水。城镇化过程中地面大量被硬化,雨水的渗透性降低,地下水得不到有效的补给,地下水位逐渐下降,超采地下水现象普

① KUANG W H, LIU J Y, DONG J W. The rapid and massive urban and industrial land expansions in China between 1990 and 2010: A CLUD-based analysis of their trajectories, patterns, and drivers[J]. Landscape and Urban Planning, 2016(145): 21-33.

② 陈雷在全国人大常委会关于农田水利建设工作情况的报告[EB/OL]. http://www.mwr.gov.cn/xw/slyw/201702/t20170212_842497.html, 2012.

③ 汪恕诚: 解决水资源短缺的根本出路[EB/OL]. http://www.mwr.gov.cn/xw/slyw/201702/t20170212_837761.html, 2006.

④ 傅阳. 全国62%城市内涝: 再不能重地表轻地下[EB/OL]. <http://www.china.com.cn/city/2011-07/18/content-23009713.htm>, 2011.

遍。与之相对,我国对雨水的资源化利用却重视不足,大部分城市雨水利用率不到 10%。资料显示,中水成本为 1.5 元/t,而雨水利用成本仅为 0.2 元/t^①,雨水资源化利用意义重大。

3. 城市面源污染严重,水环境问题突出

(1) 水污染问题普遍,生活源占比高。

2015 年全国 423 条主要河流、62 座重点湖泊(水库)的 972 个国控地表水监测断面(点位)水质监测结果显示,Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、劣Ⅴ类水质断面分别占 2.8%、31.4%、30.3%、21.1%、5.6%、8.8%^②(见图 3-6)。海河流域污染严重,劣Ⅴ类水质断面占比达到 39.1%。我国 80% 以上的城市河流受到污染,有很多甚至出现季节性和常年性水体黑臭现象^③。90% 以上的城市地表水域受到严重污染,珠江广州段、松花江哈尔滨段、沈阳市城区河段、深圳市城区河段、南京市内外秦淮河、无锡市区河道、常州市运河及其他河流、上海市中心城区中小河段等水体污染严重。全国超过 10000km 的城市河段丧失了Ⅴ类水的最基本使用功能,生态系统退化或崩溃。

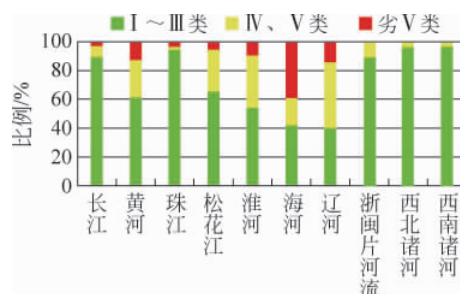


图 3-6 2015 年十大流域水质状况

注：该图取自参考文献[25]。

2015 年全国废水排放总量 695.4 亿 t,废水中化学需氧量排放量 2223.5 万 t,氨氮排放量 229.9 万 t^④。其中,城镇生活源排放占比均远高于工业源。

(2) 上下游及跨行政区域水污染纠纷频发。

以海河流域漳卫南运河为例,上下游水环境质量区划不协调,上游为Ⅳ类,下游为Ⅲ类,上游污染严重,出境断面水质超标,导致下游污染防控压力增大,进而使得上下游水污染纠纷频发。与之相似,浙江庆元与福建松溪之间、江苏吴江与浙江嘉兴之间、河北承德张家口与天津之间也存在跨界界水污染纠纷。

(3) 初期雨水未经处理,城市面源污染严重。

我国现有排水管网仍以雨污合流为主,87.6%的地级市雨污合流^⑤,暴雨来临时,初期雨水往往未经净化直接溢流排放。而城市面源污染各主要污染物平均浓度均远高于我国地表水环境质量Ⅴ类标准(见表 3-1),初期雨水产生的污染负荷远高于城市生活污水,面源污

① 张蕊. 中央财政“雨水资金”推动城市留住雨水[EB/OL]. http://www.chinadaily.com.cn/hqgj/jryw/2015-03-03/content_13308475.html, 2015.

② 环境保护部. 2015 中国环境状况公报[EB/OL]. <http://www.mep.gov.cn/hjzl/2ghjzkgb/201606/p020160602333160471955.pdf>, 2016.

③ 环境保护部.《黑臭水体治理技术政策》(征求意见稿)编制说明[EB/OL]. <http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/bgth/201509/wo20150906552042491034.pdf>, 2015.

④ 环境保护部. 2015 中国环境状况公报[EB/OL]. <http://www.mep.gov.cn/hjzl/zghjzkgb/201606/p020160602333160471955.pdf>, 2016.

⑤ 住房和城乡建设部. 中国城市建设统计年鉴 2014[EB/OL]. <http://www.mohurd.gov.cn/xytj/tjzljxsxytjgb/jstjnj/wo2016122321215891290539077.xls>, 2015.

染已成为城市水环境综合治理中亟待解决的主要问题之一。

表 3-1 国内外城市面源污染主要污染物浓度 mg/L

城 市	SS	COD	TP	TN
兰州	750.5	337.67	1.16	6.15
北京	734	582	1.74	11.2
武汉	350~650	60~110	0.3~0.53	4.9~6.04
美国城市	78.4	52.8	0.32	0.66
我国地表水环境质量Ⅴ类标准	150	40	0.4	2

资料来源：丁程程,刘健.中国城市面源污染现状及其影响因素[J].中国人口·资源与环境,2011,21(3): 86-89.

(三) 能源利用模式不合理,大气污染与碳排放压力突出

1. 能源生产与消费空间不平衡,供需矛盾突出

我国能源资源总量比较丰富,全国主要能源的基础储量为:石油 349610.7 万 t、天然气 51939.5 亿 m³^①。我国煤炭资源最为丰富,“十二五”期末,查明煤炭资源储量 15700 亿 t^②。由能源基础储量分布看,煤炭主要分布在华北地区和西北地区,石油主要分布在西北、东北和华北地区,天然气主要分布在西北、西南和华北地区(见表 3-2)。

表 3-2 我国各地区主要能源基础储量分布组成 %

地区	煤炭	石油	天然气
华北地区	60.0	13.0	19.6
东北地区	4.0	26.6	4.6
华东地区	7.4	11.9	0.8
中南地区	4.0	2.2	0.3
西南地区	9.5	0.3	32.7
西北地区	15.1	46.0	42.1

资料来源：国家统计局. 2016 中国统计年鉴[DB/OL]. 中华人民共和国国家统计局,2016.(不包含香港、澳门和台湾地区以及海域)

从能源产地看,煤炭生产主要集中在内蒙古、山西和陕西,原油生产主要集中在陕西、新疆、山东和东三省,天然气生产主要集中在内蒙古、陕西、新疆和四川,发电输出地区主要集中在内蒙古、晋陕甘宁、四川、云贵和湖北等地区。而从能源消费地区看,煤炭消费主要集中在京津冀、山东、山西、河南、江苏、内蒙古以及广东等地区,原油消费主要集中在辽宁、山东、江苏、浙江及广东等地区,天然气消费集中在新疆、四川、江苏、广东、北京、山东、河南、陕西

① 国家统计局. 2016 中国统计年鉴[DB/OL]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexch.htm>,2016.
② 国土资源部. 中国矿产资源报告 2016[EB/OL]. http://data.mlr.gov.cn/zybg/2016/201611/t20161115_1421827.htm,2016.

等地,受电地区则主要集中在京津冀、山东、江苏、上海、浙江和广东等。可以看出能源主要生产地集中在中西部、华北以及东北地区,而能源消费市场则主要集中在京津冀以及东、南部沿海地区。

因此,“北煤南运”“西煤东运”“西电东送”的格局将长期存在,能源供需矛盾已经成为我国能源市场需要面对的突出问题。我国能源配置长期过度依赖煤,全国生产煤炭近六成通过铁路外运,占用一半以上的铁路运力,“三西”(山西、陕西、蒙西)煤炭铁路外运能力已达极限,公路外运能力也已接近饱和,如若遇到自然灾害或极端天气,煤炭供应将出现紧张状况,能源供给难以保障。能源长距离输送使能源成本大大增加,华东地区输煤输电比达 48:1,是西部产煤地区的 3 倍,西北部电煤经公路、铁路运输到华东地区煤价上涨 2 倍以上^①。此外,能源资源集中于西部地区,导致西部大开发几乎变成了西部能源大开发的独角戏,西部地区其他的经济产业开发只占从属地位,从而导致西部能源大省产业单一,部分城市已开始面临资源枯竭、替代产业潜能不足的问题。

2. 能源消费总量持续增长,消费效率仍然偏低

我国经济保持了长期较快发展,但粗放的发展方式以及长期以来“以需定供”的传统能源发展模式直接导致了我国能源总量的激增,从 1980 年到 2015 年增加了 6 倍,2015 年全国能源消耗总量达 43 亿 t 标准煤^②(见图 3-7)。在未来一段时间内,我国城镇化进程仍将持续保持快速增长的态势,城镇化快速发展所带来的能源总消耗量的大规模上升已成为不争的事实。

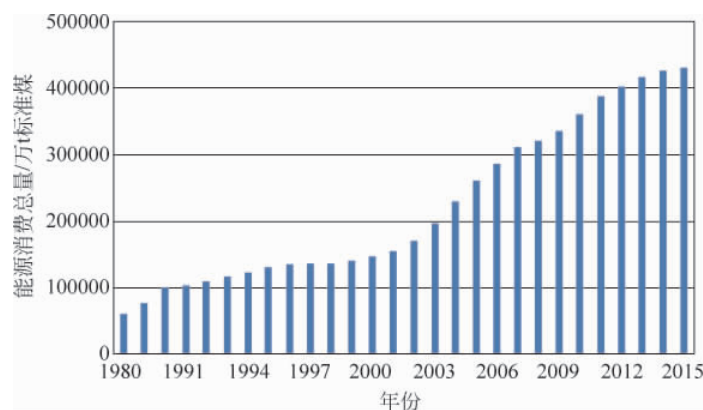


图 3-7 中国能源消费总量变化趋势

资料来源:国家统计局. 2016 中国统计年鉴[DB/OL]. 中华人民共和国国家统计局, 2016.
(不包含香港、澳门和台湾地区)

根据《中国能源统计年鉴 2015》,2014 年山东、江苏、广东、河北、河南以及辽宁能源消费总量均超过 20000 万 t 标准煤,其中山东、广东、江苏、内蒙古、浙江、新疆、福建、陕西、云南、广西、宁夏、青海以及海南能源消费总量较 1990 年增长了 4 倍以上(见图 3-8)。

^① 梁云凤. 我国能源输送存在的问题及对策建议[J]. 全球化, 2013(9): 31-38.

^② 国家统计局. 2016 中国统计年鉴[DB/OL]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexch.htm>, 2016.