

中技社2010年环境与能源研讨会，台北，2010年12月21日



中国循环经济发展实践的 思考与建议

清华大学环境科学与工程系

清华大学中国循环经济产业研究中心

温宗国 副教授/主任

E-mail: wenzg@tsinghua.edu.cn



清华大学
Tsinghua University

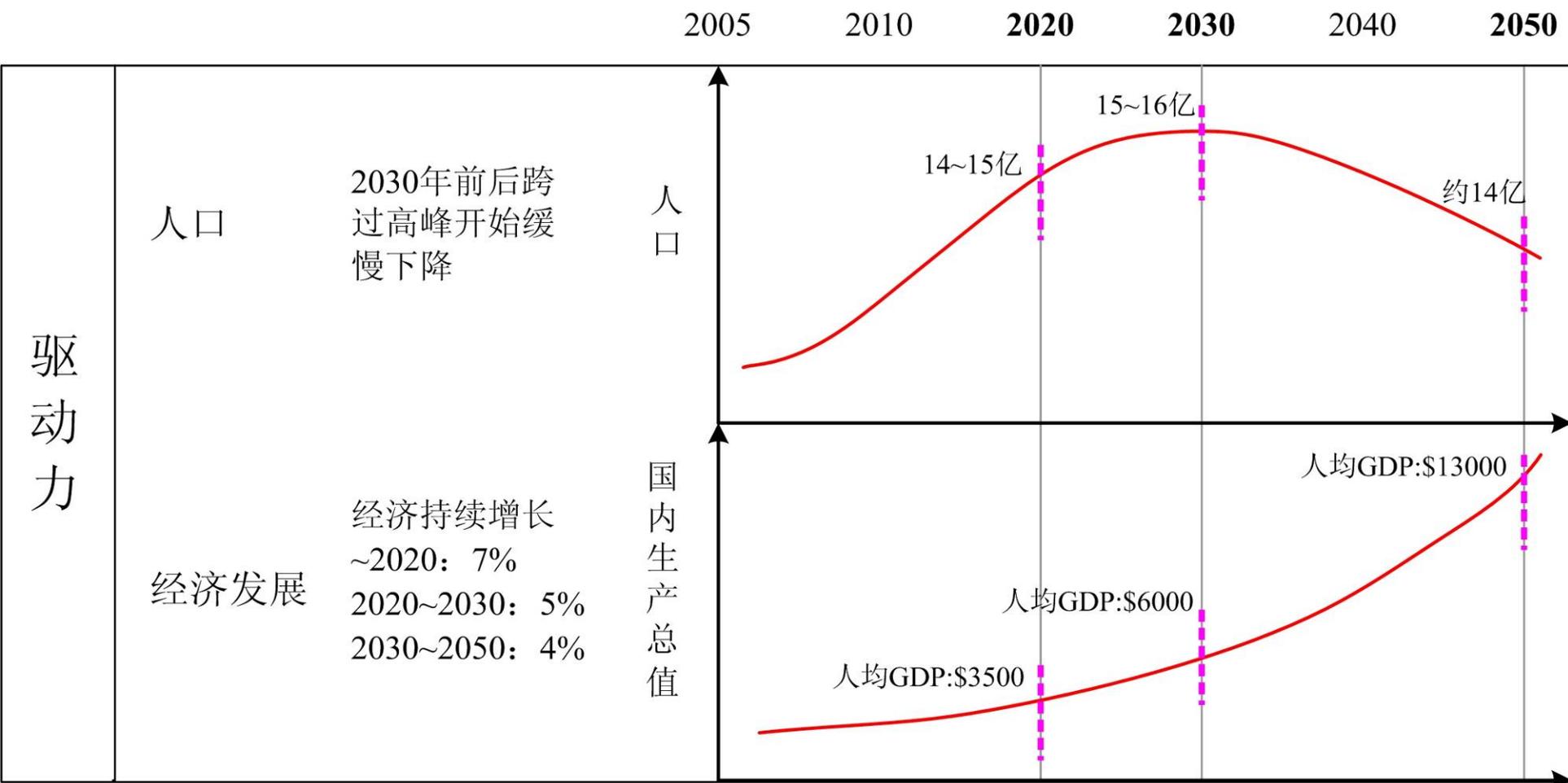
CICE

报告提纲

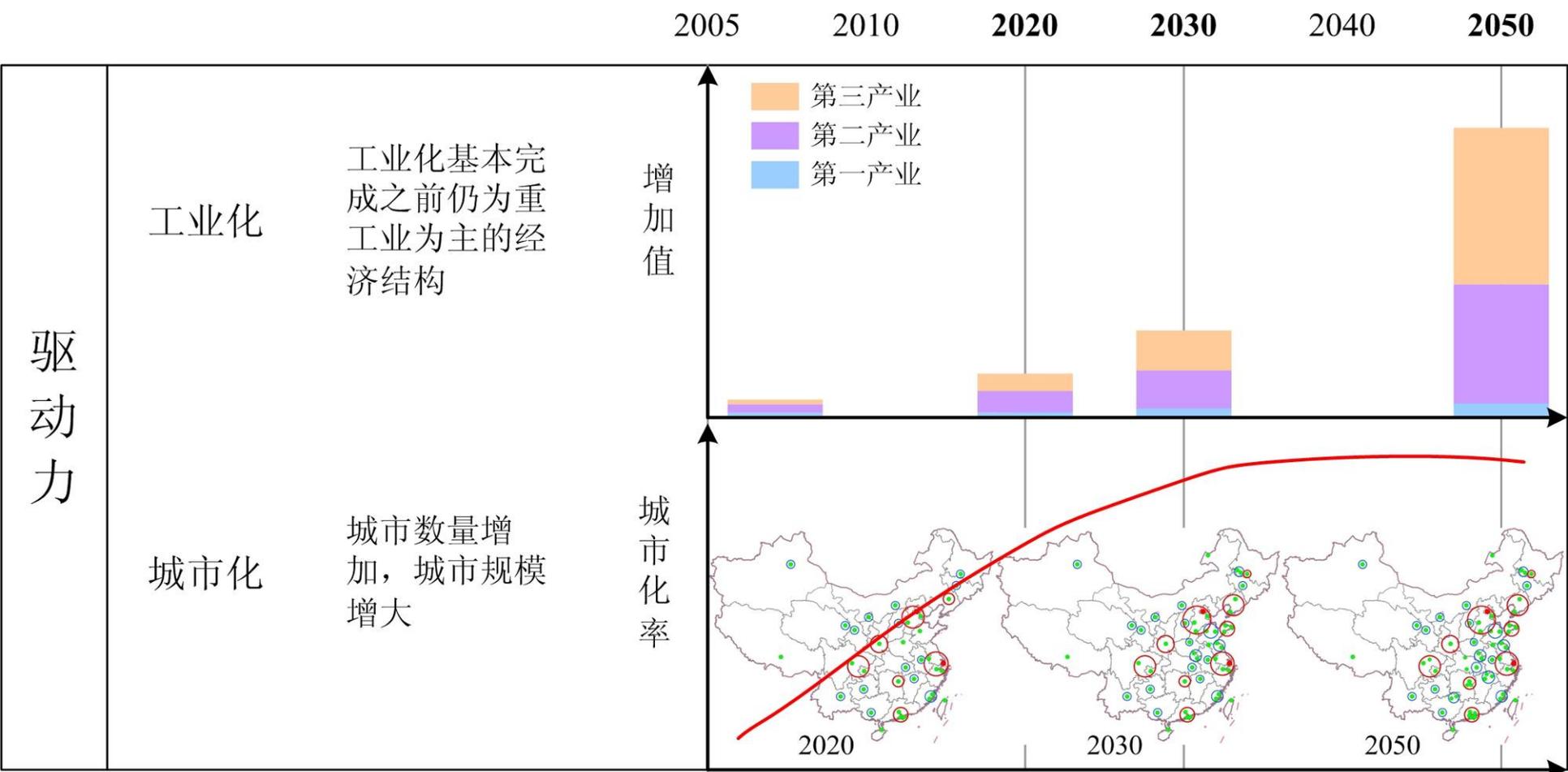
- 中国环境能源变化的驱动力分析
- 中国循环经济发展的实践模式
- 中国十二五循环经济发展的挑战
- 中国循环经济发展的规划建议



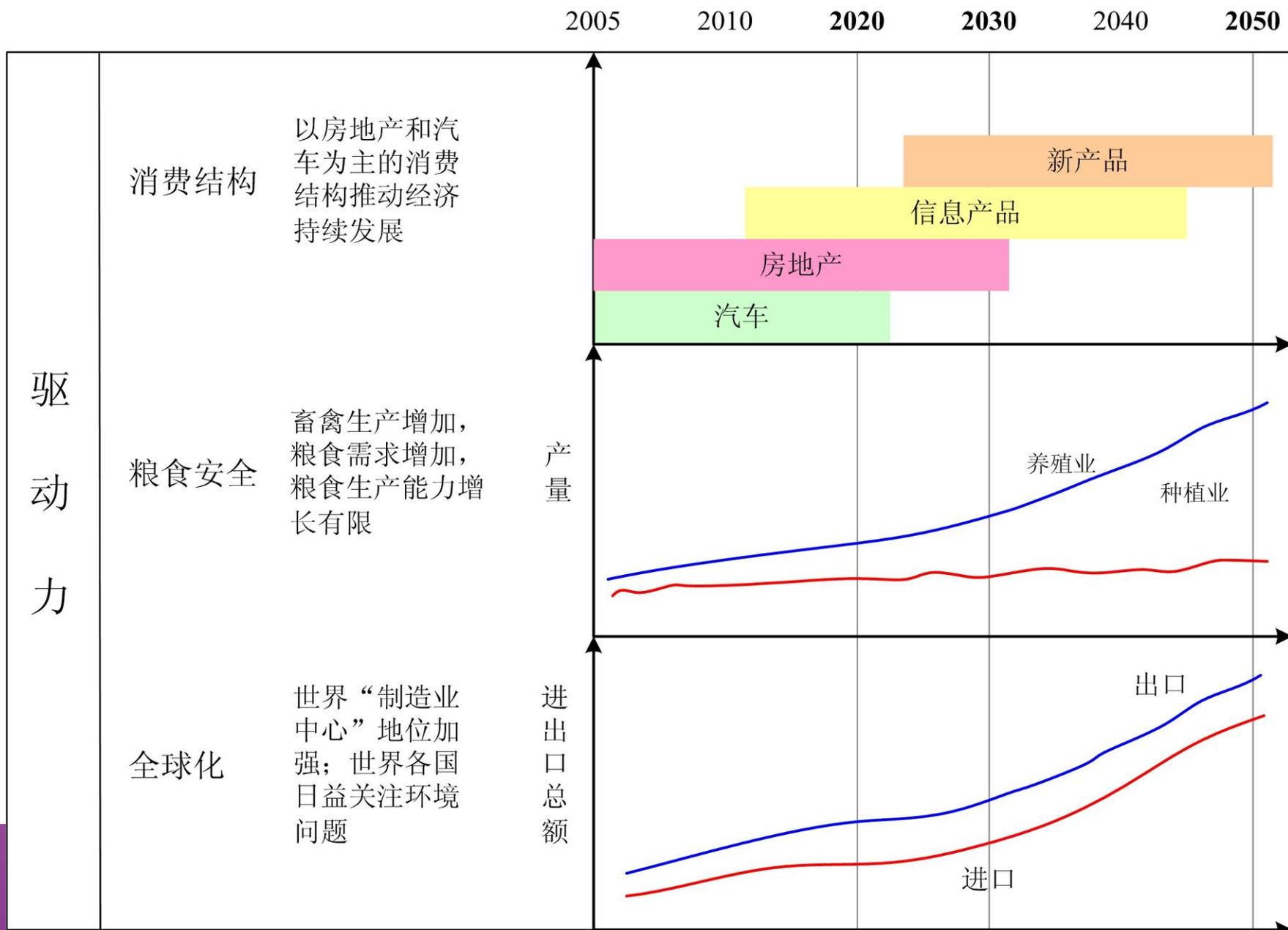
影响中国环境能源变化的驱动力

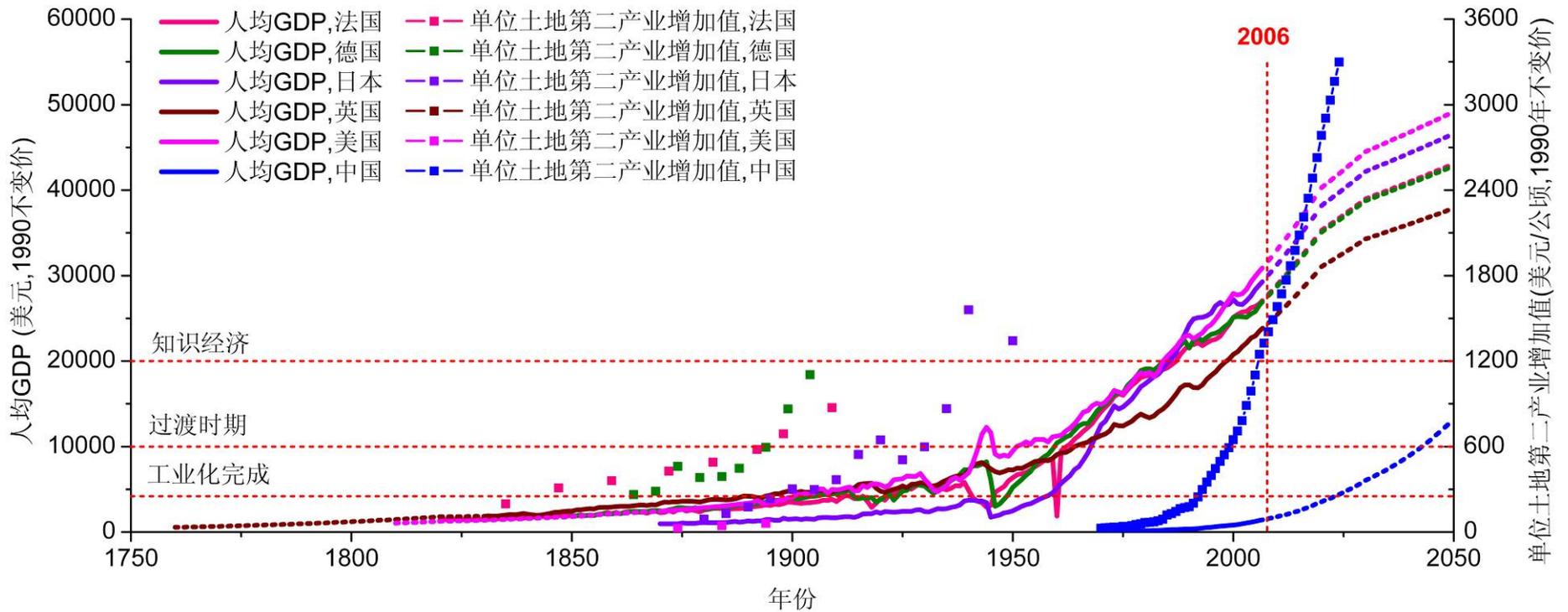


影响中国环境能源变化的驱动力

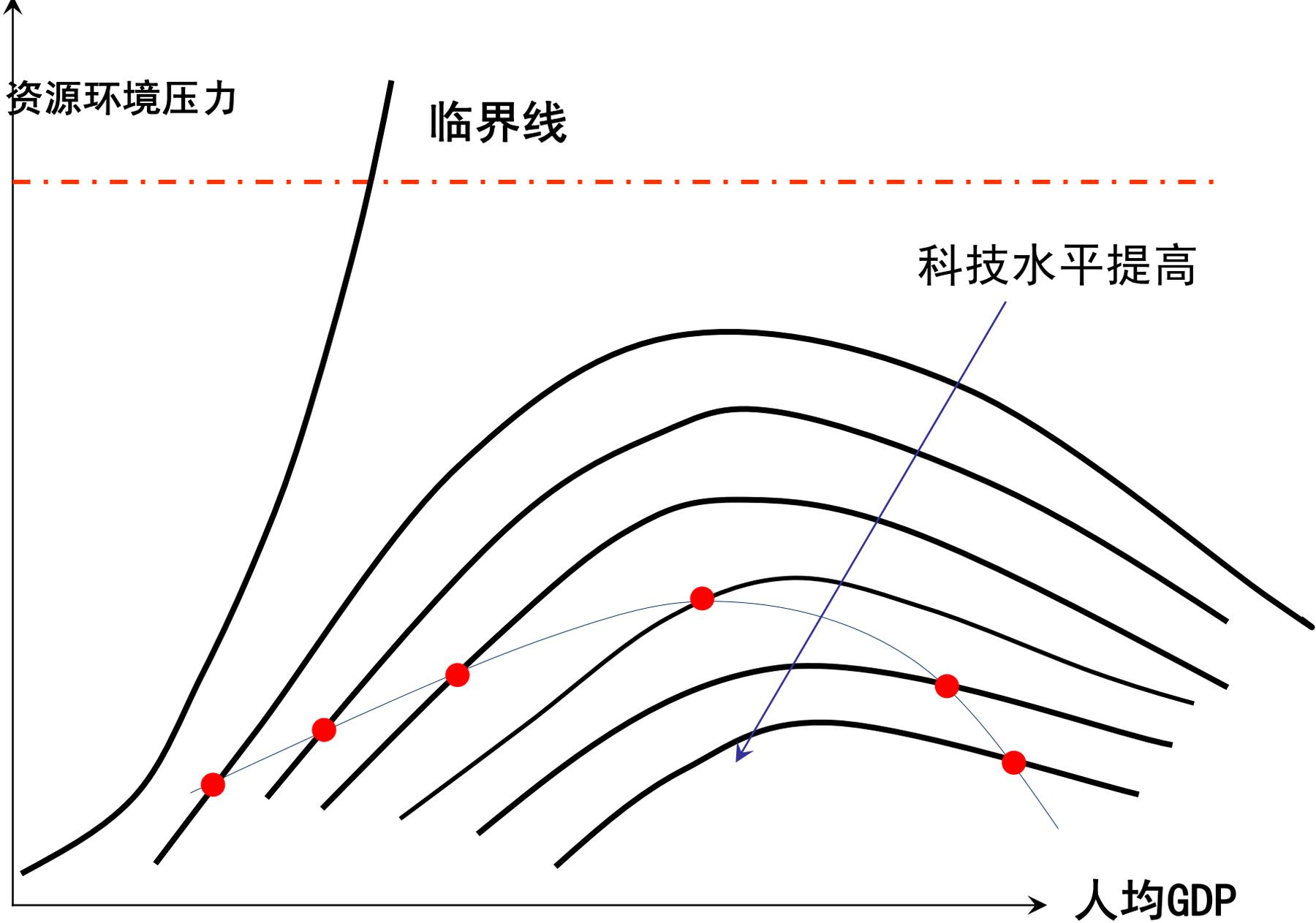


影响中国环境能源变化的驱动力

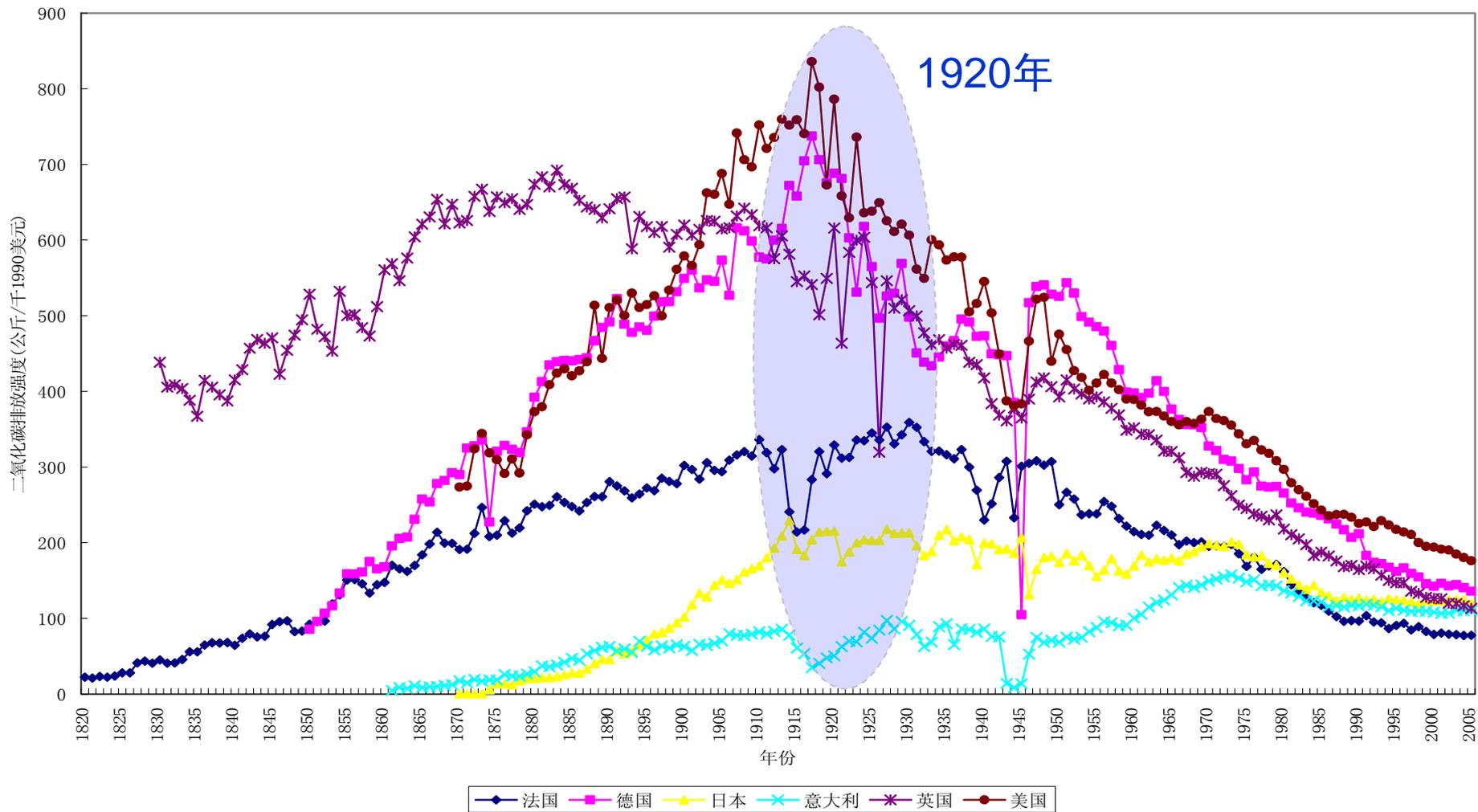




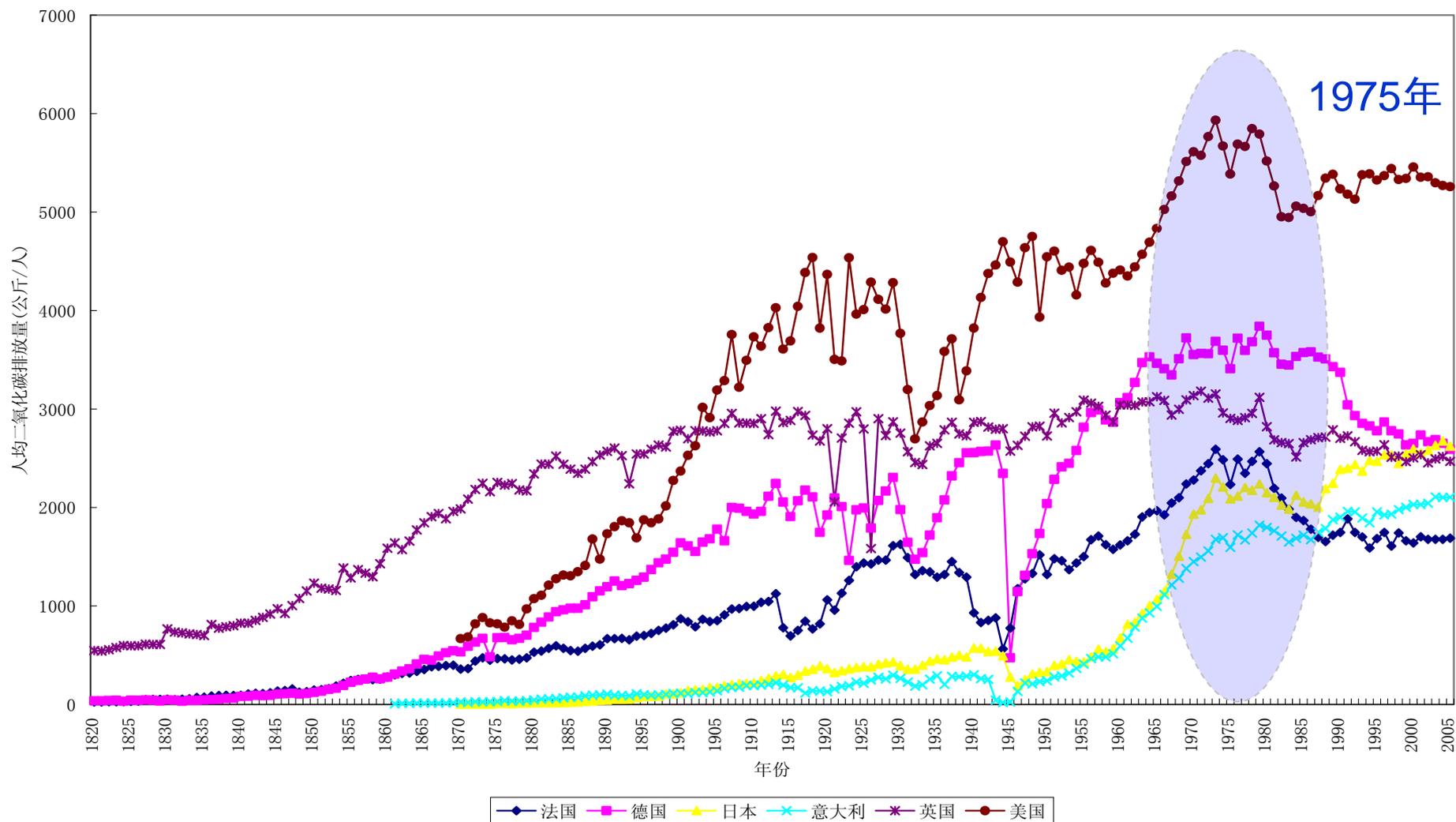
- 驱动中国环境与能源变化的主要要素在未来的**20-30年间**，在**有限的空间尺度上**，在**总量或速度上的高度叠加**，将使中国的环境承受巨大的潜在压力；
- **2010-2050年**将是决定中国环境是否出现不可逆的灾变性变化的**关键期和敏感期**



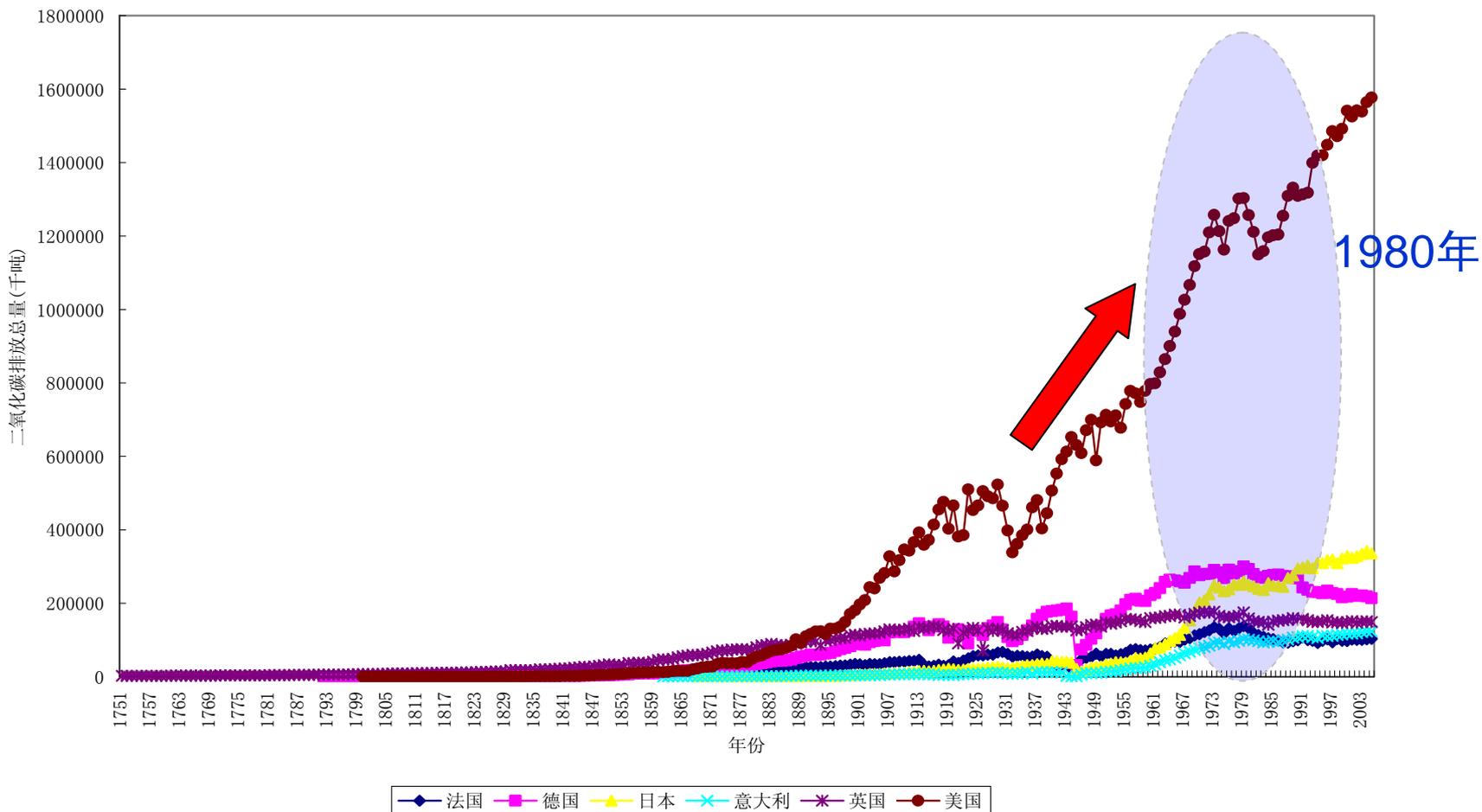
6个主要发达国家碳排放强度的历史演变趋势



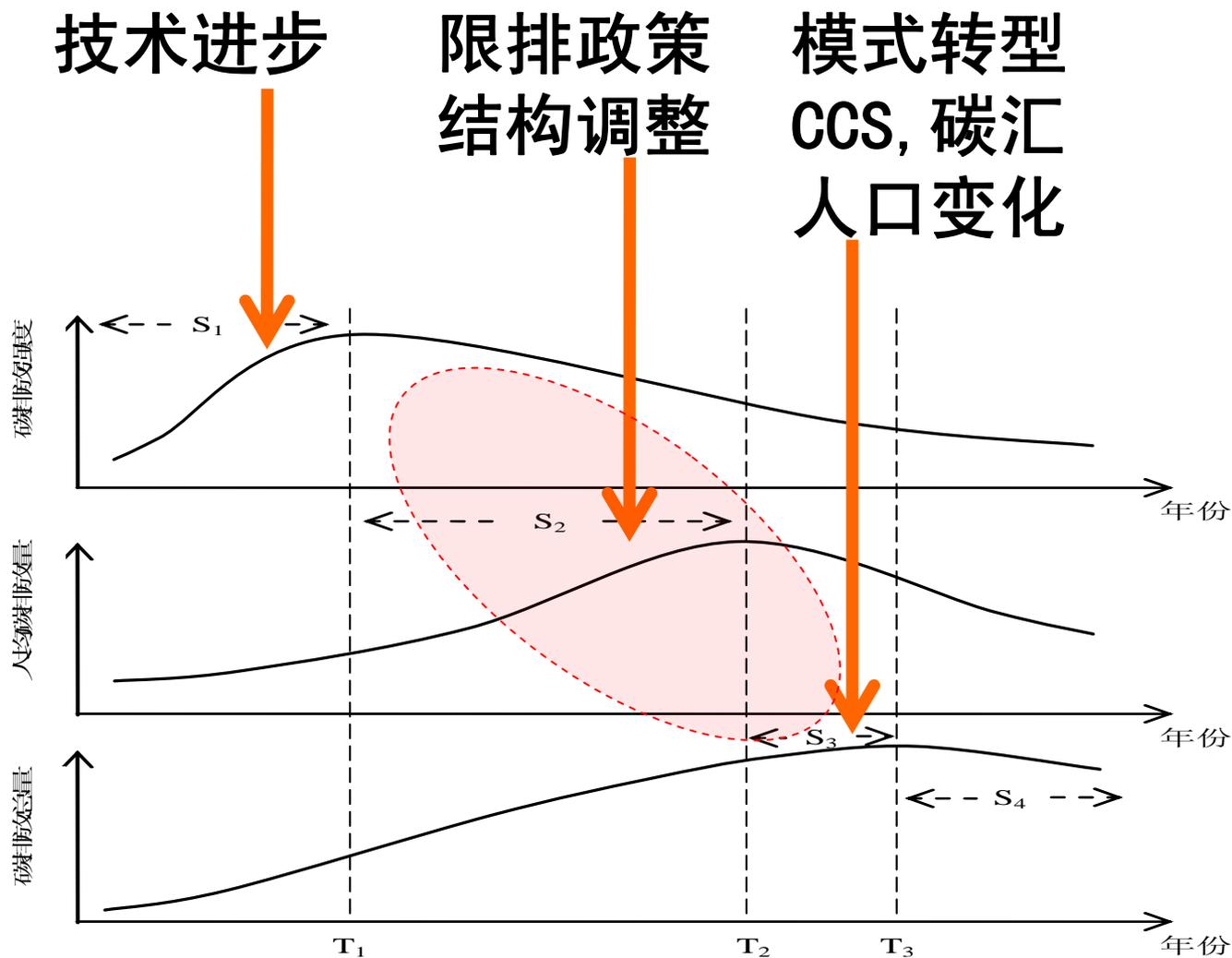
6个主要发达国家人均碳排放量的历史演变趋势



6个主要发达国家碳排放总量的历史演变趋势

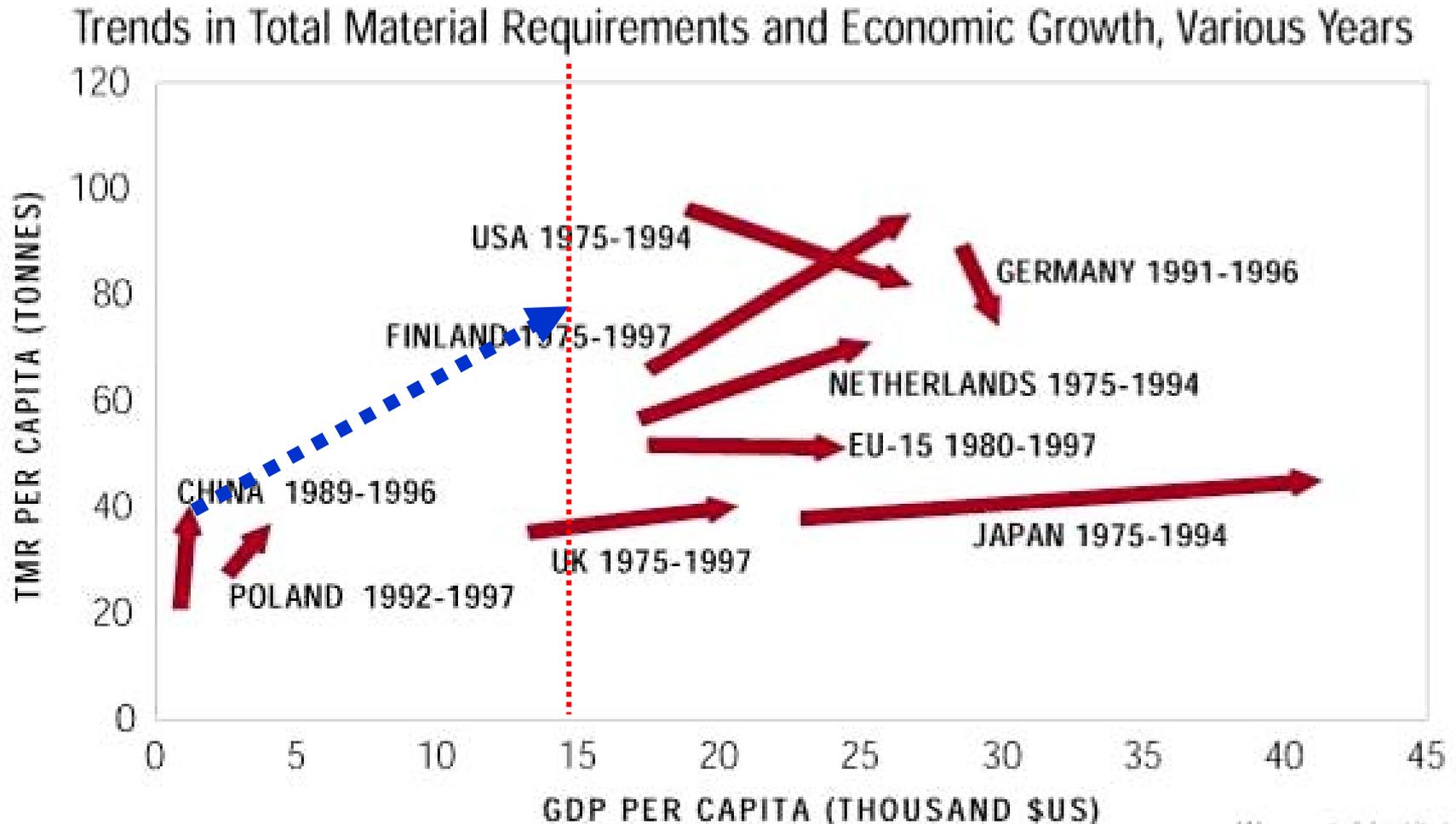


碳减排国际经验：三大高峰的演变



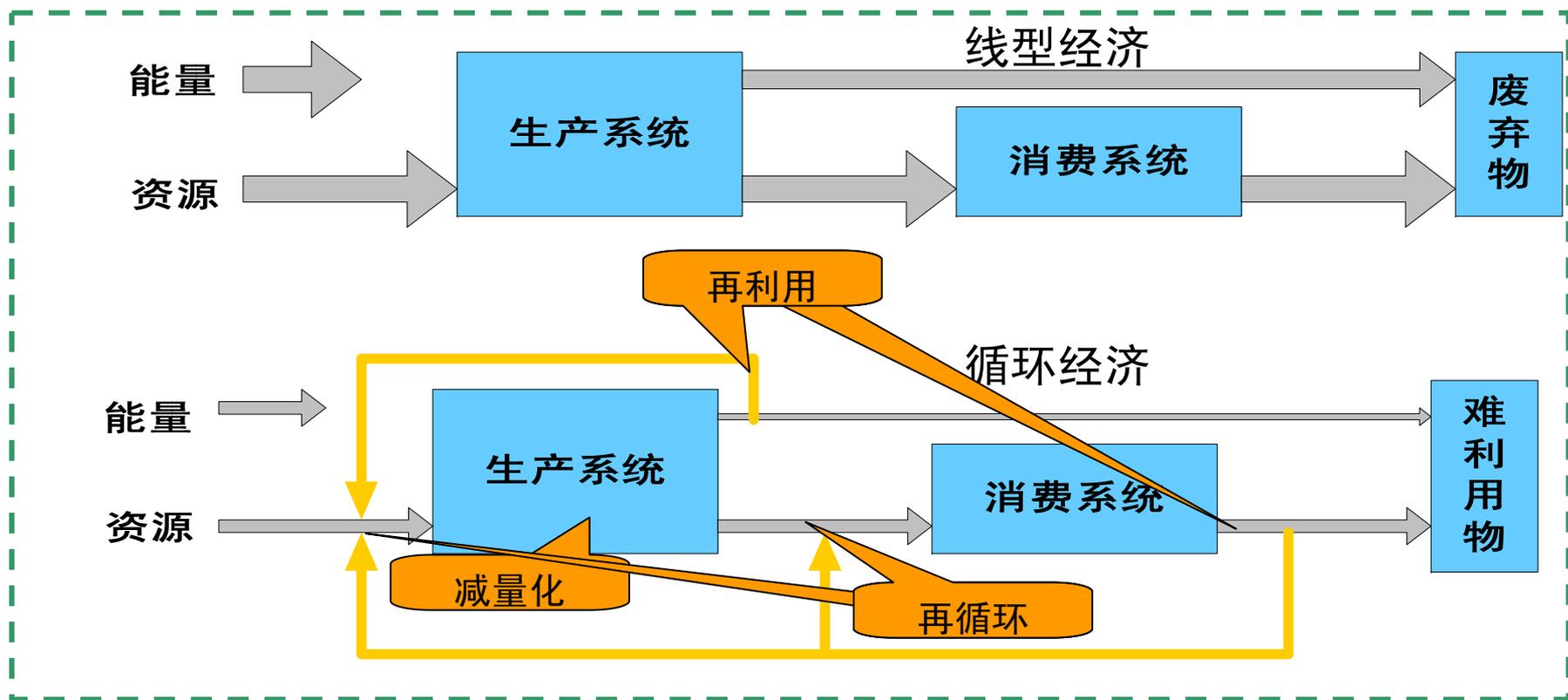
世界各国物质消费的生态效率的比较

Entire Economies Are Improving Efficiency

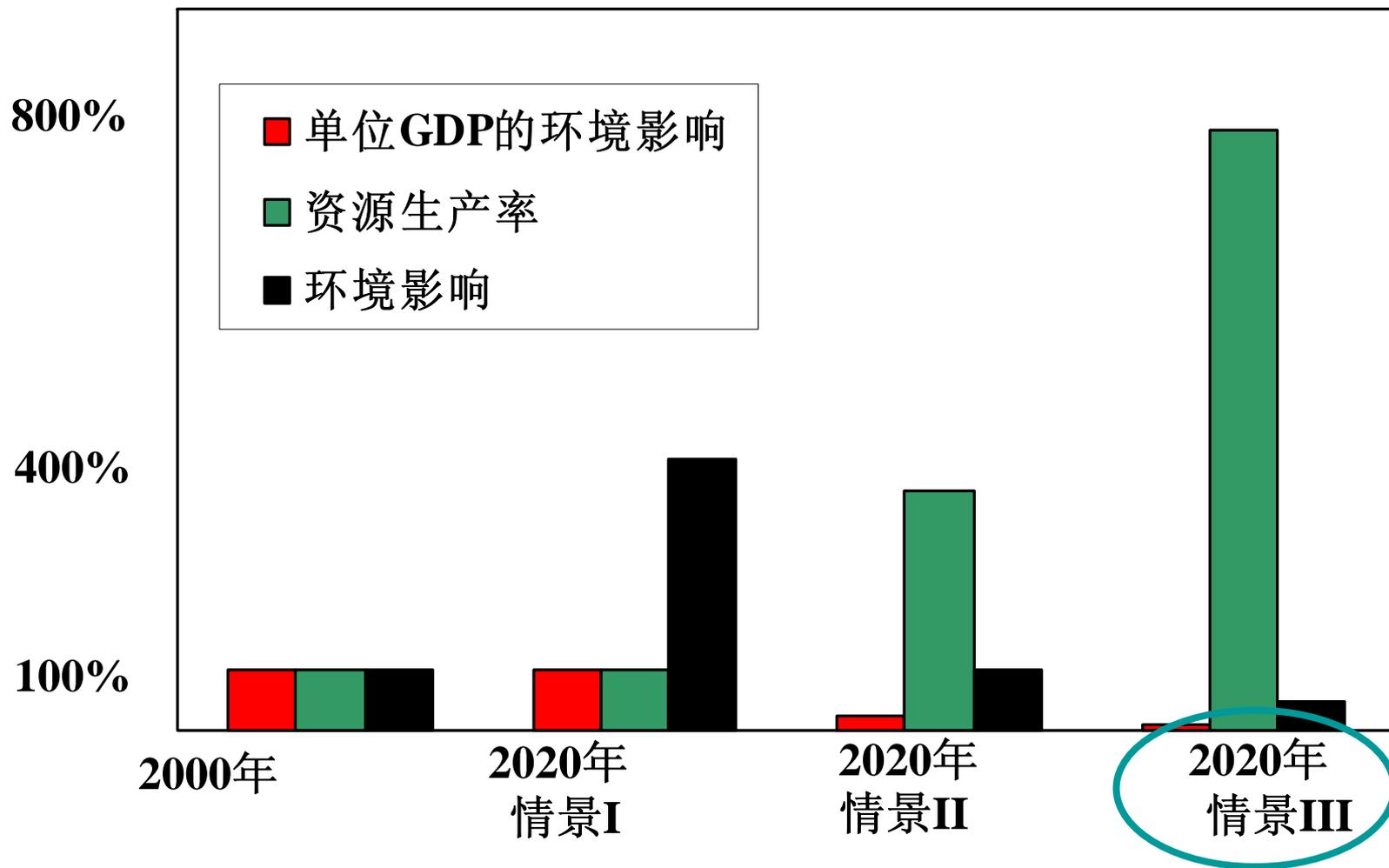


循环经济—资源环境经济协调发展的新模式

在技术可行、经济合理的基本原则下，以减量化(Reduce)为核心，以再利用(reuse)和资源化(Recycle)为重要内容



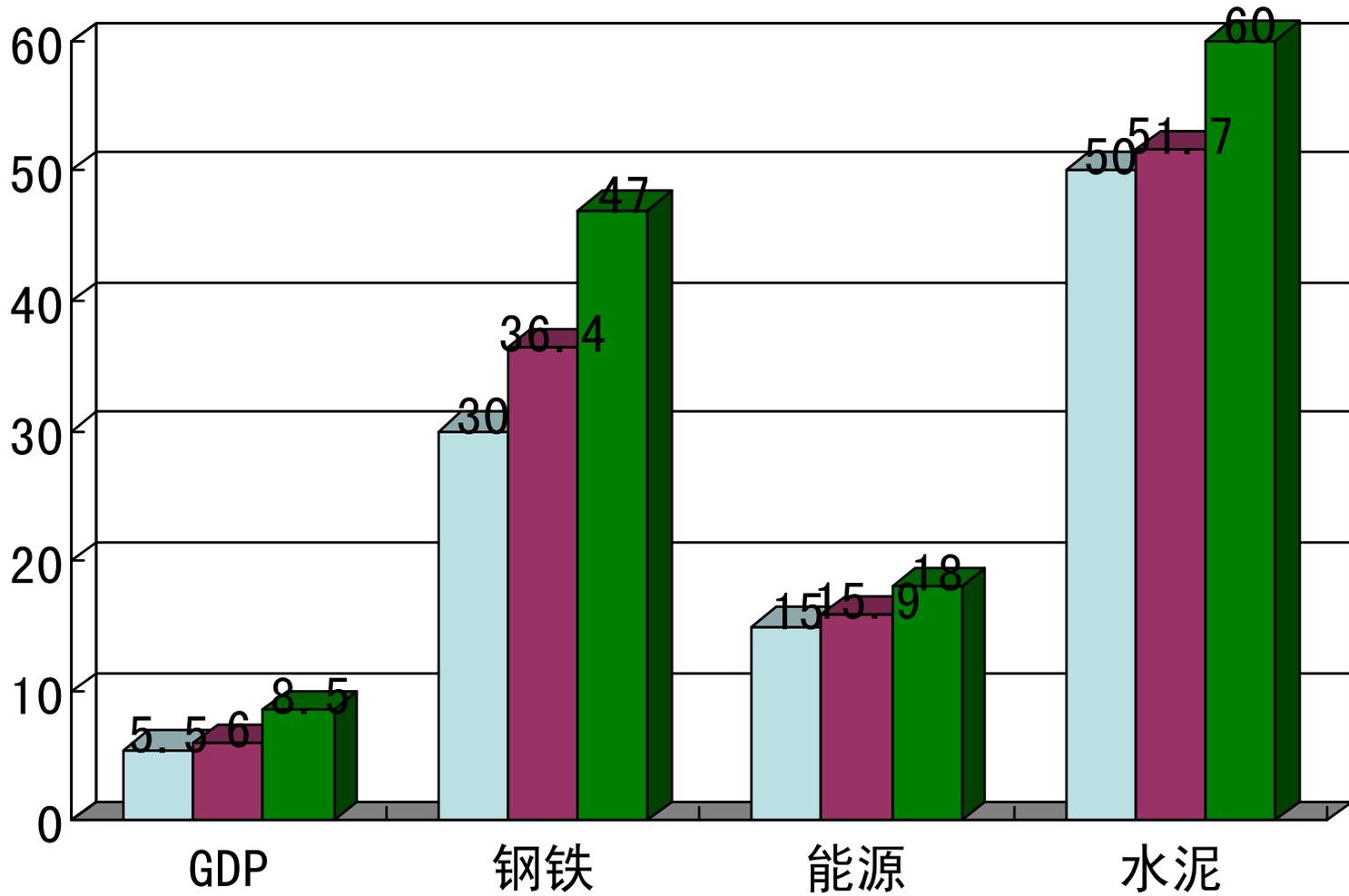
我国资源产出率亟待提高



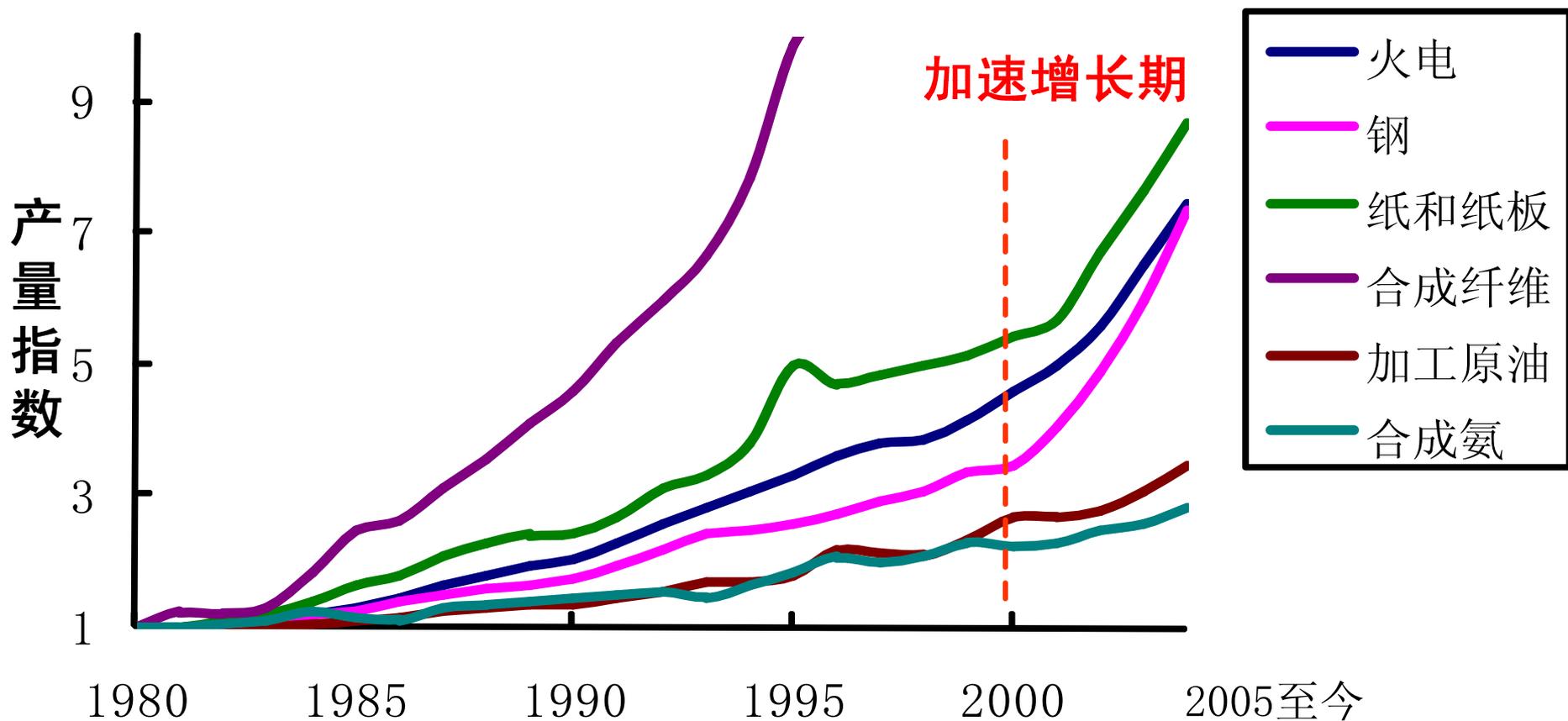
为达到2020年全面建设小康社会的目标，需将资源生产率至少提高8倍

2006年 2007年 2009年

占世界的比重 %



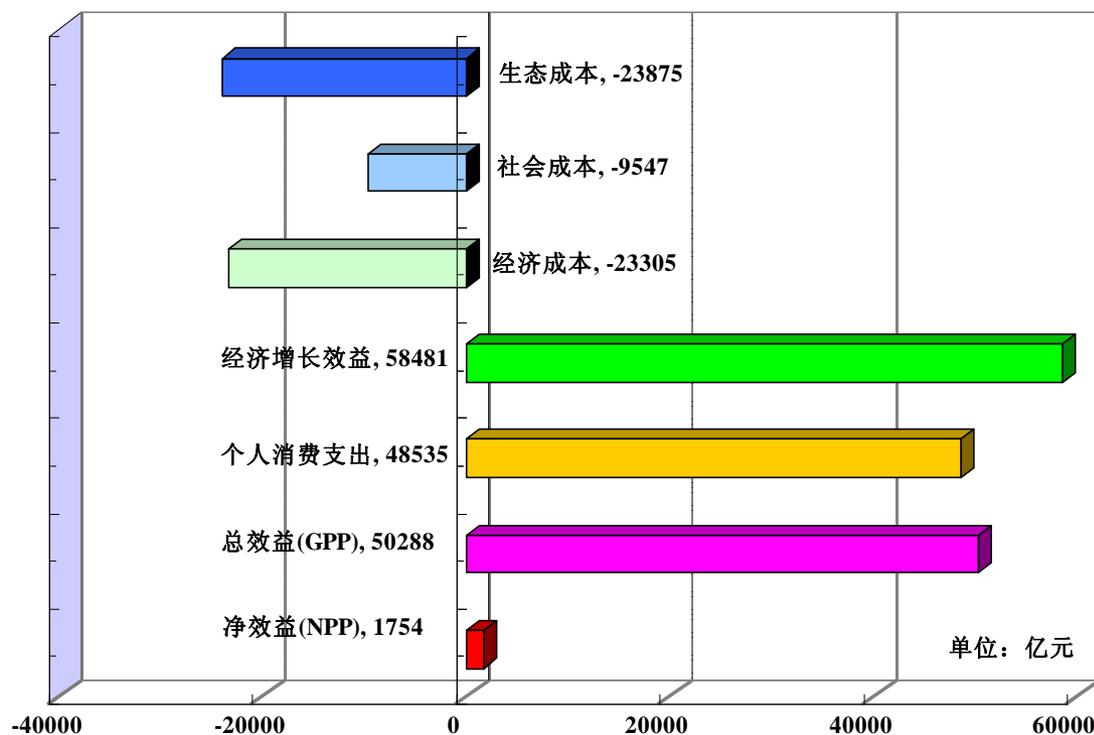
资源依赖型产业发展迅速，平均增长率都在**两位数以上**



中国环境能源问题对经济的影响

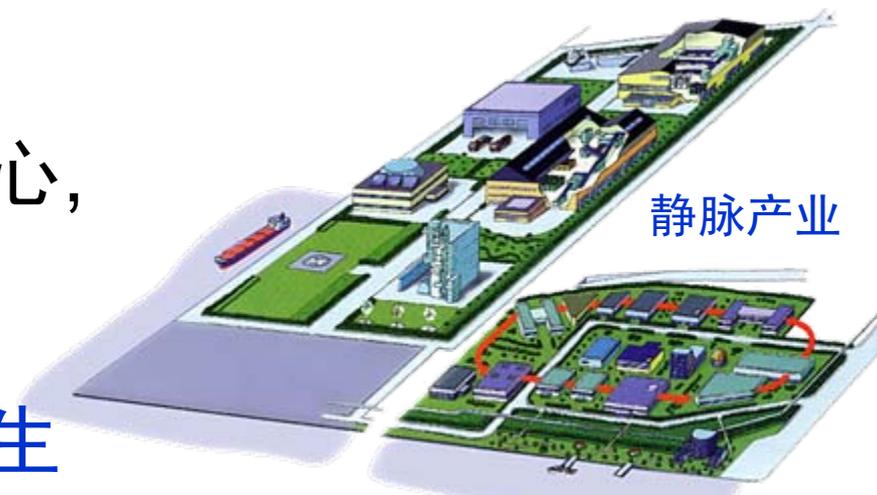
世界银行估计,大气污染和水污染造成的损失相当于**GDP的3.5%-8%** (包括健康损失,不包括干旱、洪涝和沙漠化的损失)

资源环境问题已经制约了中国经济的可持续发展,并将成为未来发展的瓶颈



中国发展循环经济的着力点

1. 以提高资源利用率为核心，
抓**减量化和资源化**两端
2. 促进传统产业向高价值**生态型产业**转变
3. 要在推进发展中要充分考
虑**资源和环境的承受力**



国务院关于加快发展循环经济的若干意见

国发〔2005〕22号

——力争到**2010年**建立比较完善的发展循环经济法律法规体系、政策支持体系、体制与技术创新**体系**和激励约束**机制**

——资源利用效率大幅度提高，废物最终处置量明显减少，建成大批符合循环经济发展要求的**典型企业**

——推进**绿色消费**，完善再生资源回收利用体系

——建设一批符合循环经济发展要求的**工业（农业）园区和资源节约型、环境友好型城市**



中国发展循环经济重点环节

- 一是**资源开采环节**要统筹规划矿产资源开发，推广先进适用的开采技术、工艺和设备，提高采矿回采率、选矿和冶炼回收率，大力推进尾矿、废石综合利用，大力提高资源综合回收利用率。
- 二是**资源消耗环节**要加强对冶金、有色、电力、煤炭、石化、化工、建材（筑）、轻工、纺织、农业等重点行业能源、原材料、水等资源消耗管理，努力降低消耗，提高资源利用率。
- 三是**废物产生环节要强化污染预防和全过程控制**，推动不同行业合理延长产业链，加强对各类废物的循环利用，推进企业废物“零排放”；加快再生水利用设施建设以及城市垃圾、污泥减量化和资源化利用，降低废物最终处置量。



中国发展循环经济重点环节

- 四是**再生资源产生环节**要大力回收和循环利用各种废旧资源，支持废旧机电产品再制造；建立垃圾分类收集和分选系统，不断完善再生资源回收利用体系。
- 五是**消费环节**要大力倡导有利于节约资源和保护环境的消费方式，鼓励使用能效标识产品、节能节水认证产品和环境标志产品、绿色标志食品和有机标志食品，减少过度包装和一次性用品的使用。政府机构实行绿色采购。



初步构建了发展循环经济的管理机制

大类	要点
（一）建立健全发展循环经济法律法规体系	<ul style="list-style-type: none">① 《循环经济促进法》的立法② 推进配套法规体系：关于废弃电子电器、汽车、轮胎、包装物管理办法③ 加快建立回收利用标准体系：废纸、废塑料等④ 完善标准和标识：节能、节水和再生产品
（二）加快编制循环经济发展规划	<ul style="list-style-type: none">① 组织编制的专项规划：重点行业（钢铁、有色金属、煤炭、电力、化工、建材、制糖）、重点领域（再生资源集散市场建设、再生金属利用等）② 认真实施的（节能、节水）专项规划：节能中长期、节水型社会建设、矿井水利用和海水利用专项规划③ 抓紧部署启动本地区循环经济发展规划的编制④ 其他各类区域、城市规划要进行资环分析，体现循环经济发展要求



<p>（三）加强循环经济技术研发和推广应用</p>	<ul style="list-style-type: none"> ①组织实施一批共性和关键技术攻关：国家三大专项科技计划体系（国家重点基础研究发展计划、科技支撑计划和高技术发展计划） ②支持建设一批示范项目：重大技术装备和高技术产业化专项 ③推广技术目录和行业发展循环经济环境保护到则：《清洁生产技术指导目录》、《重点行业循环经济支撑技术》等 ④积极支持技术服务体系建设
<p>（四）完善促进循环经济发展的政策机制</p>	<ul style="list-style-type: none"> ①修订调整产业政策：结合《产业结构调整指导目录》和《外商投资产业指导目录》，对高耗能、高排放行业更加严格的市场准入 ②制定财政政策：清洁生产奖励专项资金管理办法 ③投资政策：加大国债和中央预算内投资力度、纳入中央财政节能技术改造奖励资金支持 ④落实、完善调整有关税收政策：鼓励清洁产品、抑制高耗产品消费；鼓励废水零排企业 ⑤研究解决（价格）：鼓励余热余压发电上网 ⑥调整进出口税收政策：限高耗产品出口 ⑦研究紧缺资源废料进口政策 ⑧加快研究建立生产者责任延伸制度
<p>（五）加强循环经济宣传教育和培训</p>	<ul style="list-style-type: none"> ①组织开展系列宣传活动；加强地方、行业、企业循环经济培训，普及循环经济发展理念和相关知识

国家关于发展循环经济的重点工作

层次	要点
（一）着力推进企业实施清洁生产	<ul style="list-style-type: none">●重点行业（钢铁、有色金属、电力、煤炭、化工、建材、轻工等）和再生利用企业：重点抓循环经济，积极推进这些行业开展清洁生产审核，支持建设一批清洁生产示范企业●对污染严重企业：实施强制性清洁生产审核●重点流域和区域内的工业企业：要加快实施清洁生产技术改造
（二）着力推及产业园区循环经济体系建设	<ul style="list-style-type: none">●合理构建循环经济产业链，形成各具特色、优势互补、互利共赢得生态产业网络●工业园区的环境管理和公共服务（同我们给石化协会的策略基本一致）●环保总局、商务部、科技部将重点抓好经济技术开发区和高新技术开发区建设生态工业园区工作●农业相关：生态农业示范园区、沼气工程、以沼气为纽带的农业循环经济产业链、秸秆综合利用工程

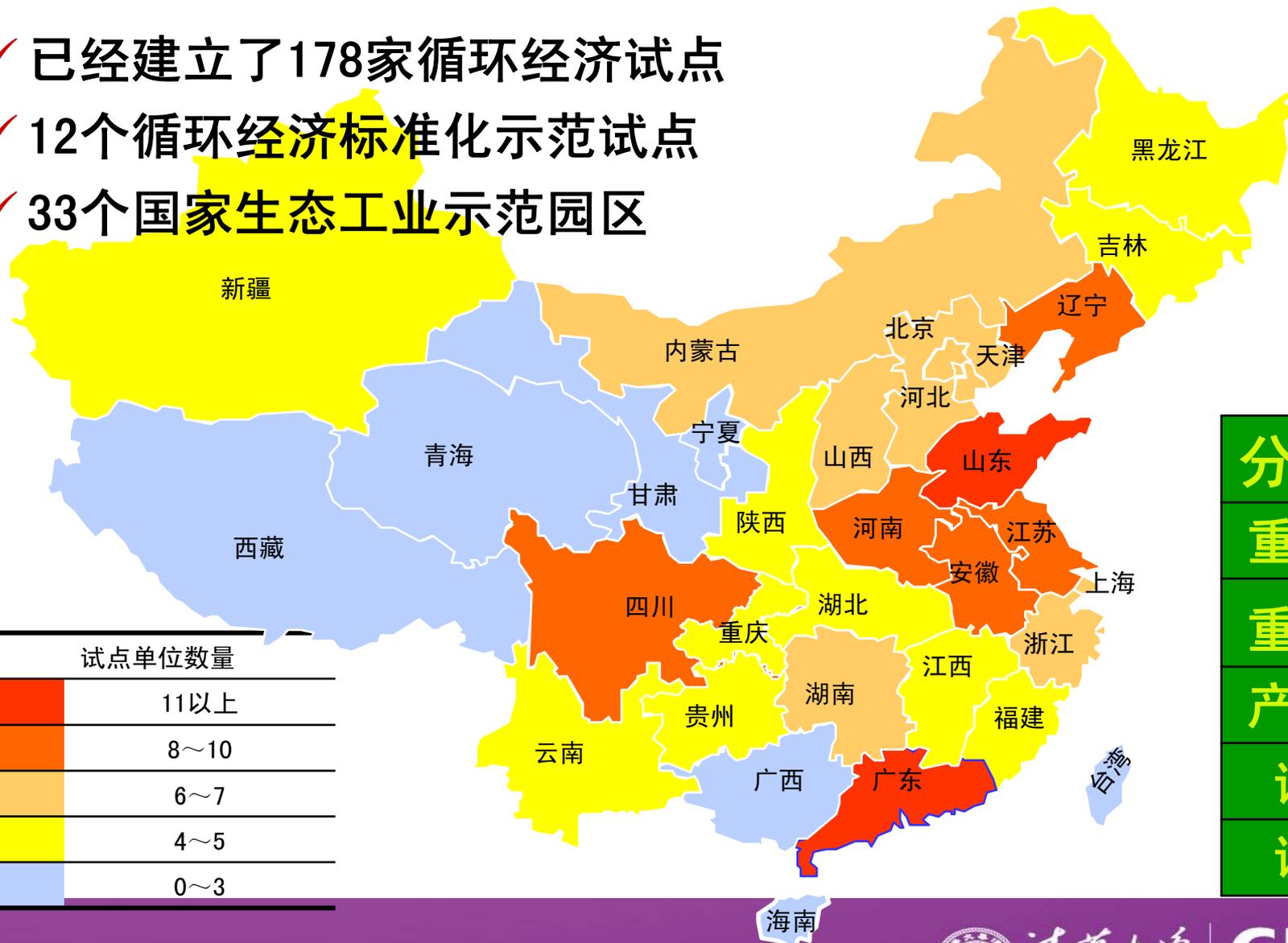


层次	要点
<p>（三）着力推进重点领域资源循环利用体系建设</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 废金属等废旧物资回收和循环利用体系建设：规划和建设一批区域性再生资源集散交易市场；沿海地区建设一批以再生原料为主的再生资源拆解加工基地 ● 再生资源利用：有一定技术水平的再生铜铝铅锌；机电产品再制造；废弃电子电器拆解处理示范；解决若干类产品的消费品过度包装问题和容器包装回收利用
<p>（四）着力构建社会循环经济体系</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 产业结构、增长方式和消费模式调整 ● 资源开采、资源消耗、废物产生、再生资源产生四个环节各自侧重 ● 消费环节：提倡绿色消费方式；减少过度包装和一次性用品使用；政府节能和绿色彩购 ● 各环节的废物综合利用



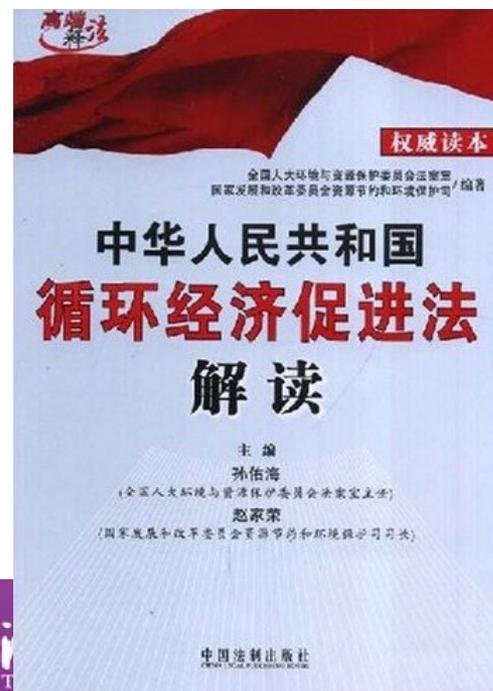
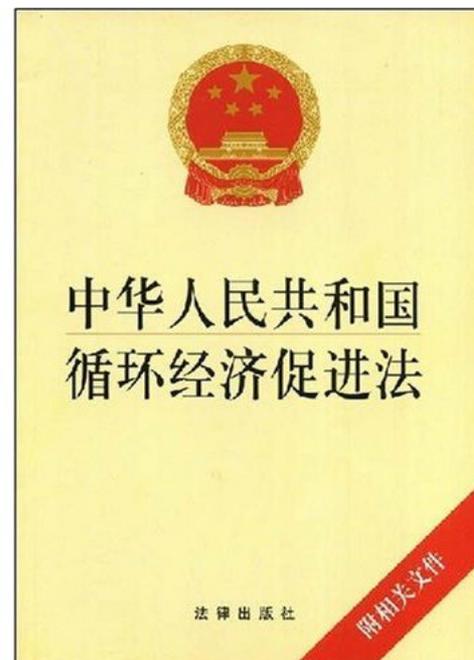
大规模开展5种类型的循环经济试点

- ✓ 已经建立了178家循环经济试点
- ✓ 12个循环经济标准化示范试点
- ✓ 33个国家生态工业示范园区



分 类
重点行业
重点领域
产业园区
试点省
试点市

颁布《循环经济促进法》



四部委发布支持循环经济发展的投融资政策措施

◆ 国家发展改革委、中国人民银行、银监会和证监会联合发布了《**关于支持循环经济发展的投融资政策措施意见的通知**》，是《循环经济促进法》实施以来国家出台的促进循环经济发展的第一个宏观政策指导文件。

◆ 提出了**规划、投资、产业、价格、信贷、债权融资产品、股权投资基金、创业投资、上市融资、利用国外资金**等方面支持循环经济发展的具体措施。

- 各地要编制“十二五”循环经济发展规划，确定发展循环经济的重点领域、重点工程和重大项目
- 各级政府要采用**直接投资或资金补助、贷款贴息**等方式加大对循环经济的重大项目和技术示范产业化项目支持力度
- 完善促进循环经济发展的产业政策、相关价格和收费政策，引导消费者使用节能、节水、节材和资源循环利用产品

四部委发布支持循环经济发展的投融资政策措施

◆明确信贷支持重点。

- 重点循环经济项目包括由国家、省级循环经济发展综合管理部门支持的节能、节水、节材、综合利用、清洁生产、海水淡化和“零”排放等减量化项目，废旧汽车零部件、工程机械、机床等产品的再制造和轮胎翻新等再利用项目，以及废旧物资、大宗产业废弃物、建筑废弃物、农林废弃物、城市典型废弃物、废水、污泥等资源化利用项目

◆多渠道拓展促进循环经济发展的直接融资途径。

- 支持国家、省级循环经济示范试点园区、企业发行企业（公司）债券、可转换债券和短期融资券、中期票据等直接融资工具
- 引导社会资金设立投资于资源循环利用企业和项目的创业投资企业
- 探索循环经济示范试点园区内的中小企业发行集合债券。鼓励、支持符合条件的资源循环利用企业申请境内外上市和再融资，鼓励企业将通过股市募集的资金投向循环经济项目
- 积极支持符合条件的循环经济项目申请使用国际金融组织贷款和外国政府贷款



从摇篮到坟墓—— 从摇篮到摇篮



Mining the Cities



城市矿产：从废旧汽车、家电、
电子电器等回收蓄积金属资源。



清华大学
Tsinghua University

CICE

● 发改委《关于开展城市矿产示范基地建设的通知》

➤ “城市矿产”指工业化和城镇化过程中产生和蕴藏于**废旧机电设备、电线电缆、通讯工具、汽车、家电、电子产品、金属和塑料包装物以及废料中，可循环利用的钢铁、有色金属、贵金属、塑料、橡胶等资源**

● 根据资源循环利用产业发展现状及循环经济试点成效，**首批**选择天津子牙循环经济产业区、安徽界首田营循环经济工业区、湖南汨罗循环经济工业园、广东清远华清循环经济园、四川西南再生资源产业园区、宁波金田产业园、青岛新天地静脉产业园等**7家**区域性资源循环利用园区开展“城市矿产”示范基地建设

● 到2015年，这7家示范基地将形成年加工利用**再生铜**190万吨、**再生铝**80万吨、**再生铅**35万吨、**废塑料**180万吨的能力

1. 重点行业形成一批企业循环经济发展的典型

● 有色金属、煤炭、电力、化工、建材



示范企业经验：

- 开展生态设计、节能降耗、清洁生产、综合利用、构筑产业链

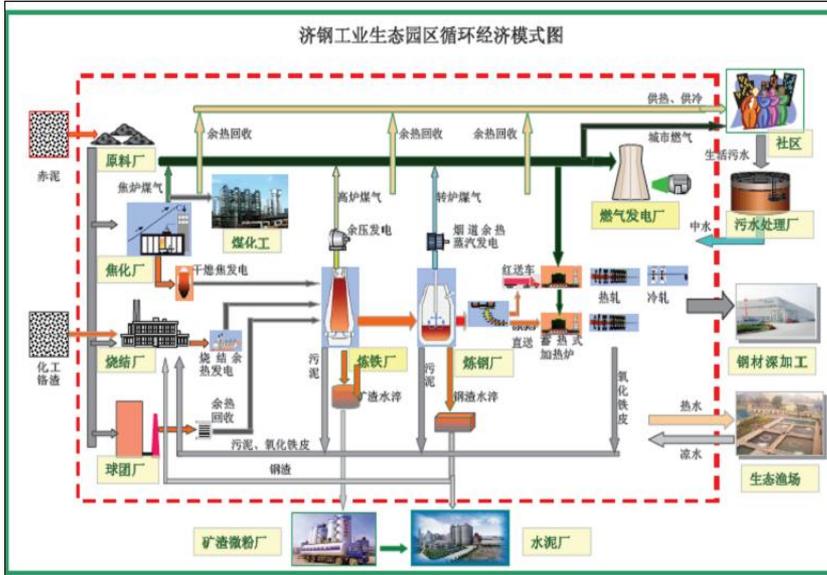
发展方向：

- 重点抓好重点行业和再生利用企业循环经济发展
- 推动重点行业开展清洁生产审核，对污染严重企业，实施强制性清洁生产审核
- 支持建设一批清洁生产示范企业
- 加快重点流域和区域内工业企业的清洁生产技术改造



2. 形成一批循环经济发展类型的产业园区

● 第三代循环经济型工业园区

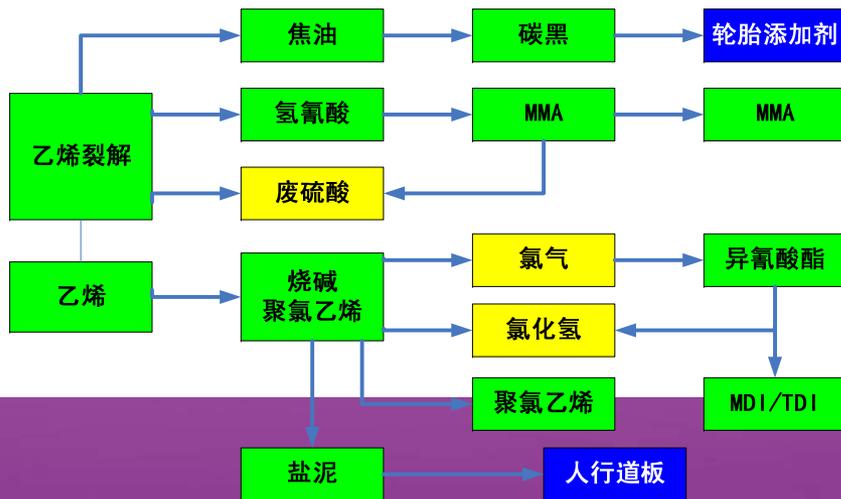


特点:

- 资源循环利用、规模经济效益、专业化分工、资源共享、副产品互换
- 集中建设污水处理、中水回用、固体废物处理、热电联产等项目

特色园区:

- 济钢生态工业园
- 上海化工园区
- 天津经济技术开发区
- 湖南汨罗循环经济工业园
- 广东清远循环经济产业园



3. 在重点领域初步形成再生资源循环利用的体系

- 废金属、废纸、废塑料、废旧轮胎、废弃电子电器产品、废旧机电产品、废弃包装物等的回收和循环利用体系建设
- 再生资源利用方面，建设再生铜铝铅锌示范企业
- 机电产品再制造方面，选择一批有条件、有基础的重点企业开展汽车零部件再制造试点，重点支持建设一批汽车零部件、工程机械、机床、铁道设备等再制造示范工程
- 废弃电子电器回收拆解方面，重点支持建设拆解处理示范企业，探索建立回收拆解的相关政策机制
- 包装物回收方面，要切实解决月饼、茶叶、保健品、化妆品等消费品过度包装问题，研究建立容器包装等回收利用体系

铜



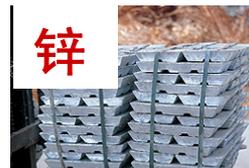
铝



铅



锌



济南复强动力有限公司



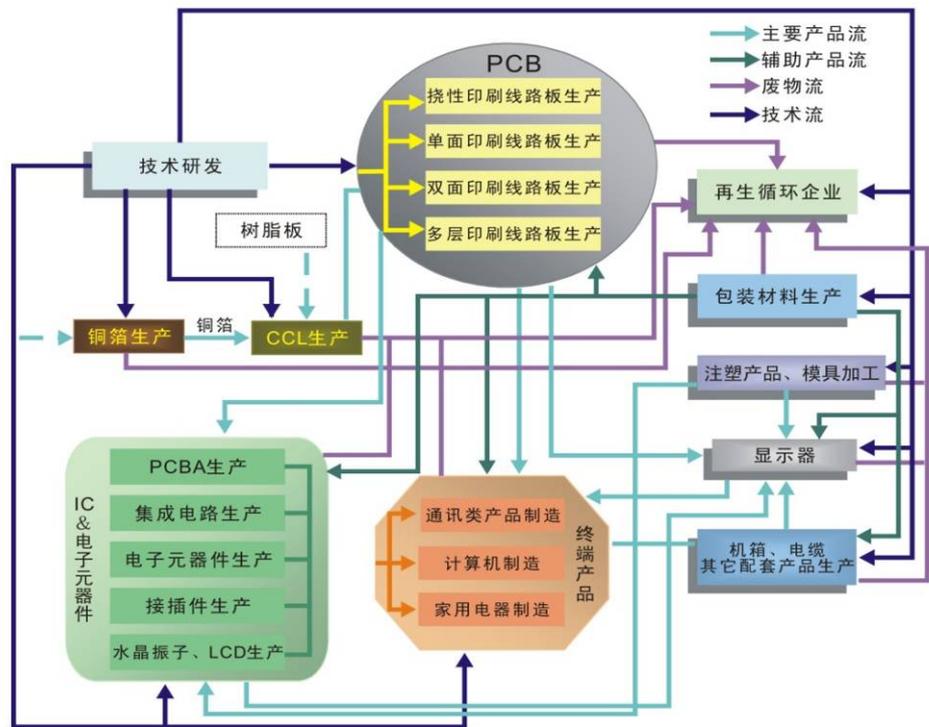
2.5 万台

示范企业：

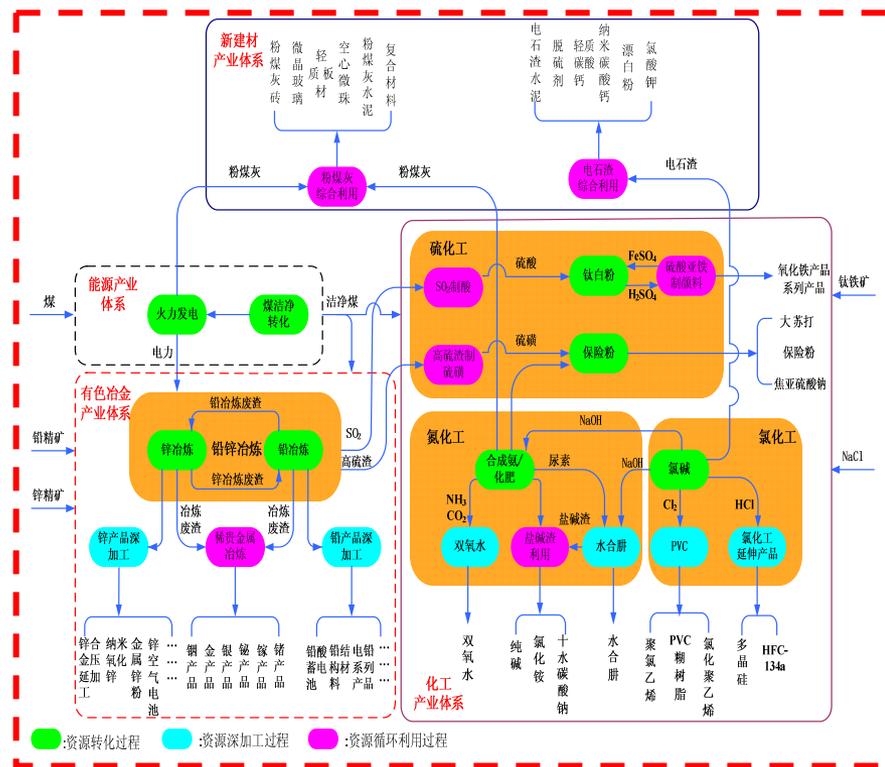
- 上海新格、河南豫光、江苏春兴
- 青岛新天地生态循环科技有限公司、山东济南复强公司

4. 以循环经济理念引领区域社会经济发展

典型城市群资源节约和综合利用循环经济构建



苏州市电子信息产业类“城市矿产”资源循环利用与可持续消费循环经济构建模式



清水塘工业区循环经济构建模式为重污染传统产业集聚城市群提供了借鉴

根据产业结构特点，提高全社会资源产出、循环利用和废物减排水平，促进建立循环型的产业结构、增长方式和消费模式

我国“十二五”期间面临新的挑战

- **资源和能源紧缺问题日益严峻**/45种矿产资源紧缺/铁矿石/石油对依存度
- **重化工业为主体的经济发展方式仍将长期持续**/第二产业比重接近50%/节能减排长期任务
- **环境污染和生态破坏问题日趋复杂**/压缩性、结构性和复合型特征/20亿吨/5200亿元/4%
- **后金融危机时代国际挑战更加复杂严峻**/绿色经济后金融危机时代经济发展的制高点/温室气体减排、全球资源大循环、绿色贸易保护、碳税

资源高效、节约利用与/可持续资源和低碳发展

产业技术升级与结构优化/转变经济发展方式重要途径

根本上转变现有环境保护模式/探索新道路

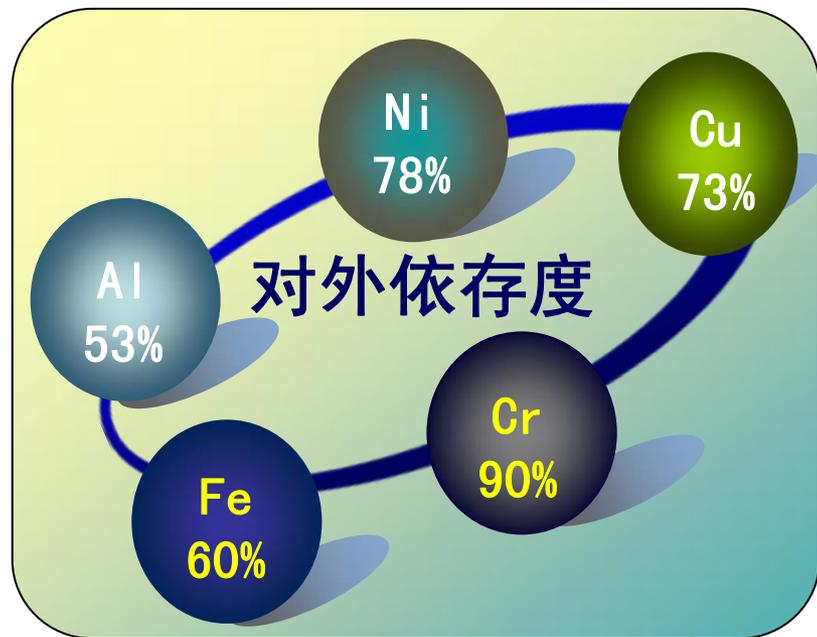
培育壮大节能环保战略性新兴产业/抢占绿色经济制高点



1. 缓解资源供给瓶颈、保障资源安全供给

✓粉煤灰、赤泥、有色渣、钢铁废渣含铁、铝、铜、钾、铅、锌、镍等战略金属资源

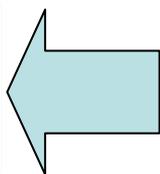
✓城市社会废弃物被称为永不枯竭的“城市矿产”，废旧电子电器中含47.9%的铁，12.7%的有色金属，20.6%的塑料



低品位多金属复杂矿为加工主体

矿产	查明储量	贫矿所占比重
铁矿	576.62亿吨	98.10%
锰矿	71167.6万吨	94.70%
铜矿	6708.73万吨	69.50%
金矿	4414.24吨	71.60%
磷矿	163.64亿吨	91.50%
铝土矿	254540万吨	98.80%

从“城市矿产”与工业固废中回收利用的铜、铝、铅、锌再生有色金属占有色金属总产量的24.3%，相当于降低对外依存度20-30个百分点



2. 深入实施节能减排、加大环境保护力度

局部环境有所改善，总体尚未遏制，形势依然严峻，压力继续加大

钢铁、有色、石化、能源、轻工、建材等我国节能减排重点行业是我国国民经济快速发展的支柱产业，**其工业增加值占全国整个工业增加值的60%**

钢铁行业	年排放废水25亿吨，固废排放量过亿吨
氯碱行业	工业废水排放量达1.2亿吨以上，废气年排放量1100亿Nm ³ 以上，废渣年排放量500万吨以上
磷化工行业	磷石膏排放2000万吨以上，年新增磷渣排放量达800万吨，黄磷尾气排放高达12 亿Nm ³
有色行业	现有技术条件下，每年产生大量高毒性重金属危险固体废弃物，是发达国家的10倍
煤炭行业	全国煤矿平均抽采瓦斯利用率仅为30.7%，矿井废水排放总量约45亿m ³ ，利用量仅19.9亿m ³
轻工行业	8%工业增加值的，代价为全国一半的COD排放

✓ 我国主要工业产品单位能耗比国际先进水平高20~40%

✓ 矿产资源综合利用率仅为35%左右，比国际先进水平低20%左右

✓ 超过60亿吨的工业废弃物的堆放量

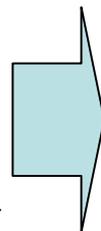


3. 培育发展节能环保战略性新兴产业

✓ 我国资源循环利用产业产值年增速达
10~20%

✓ 2009年产值达8800亿元，解决1800万人
就业，占节能环保产业50%

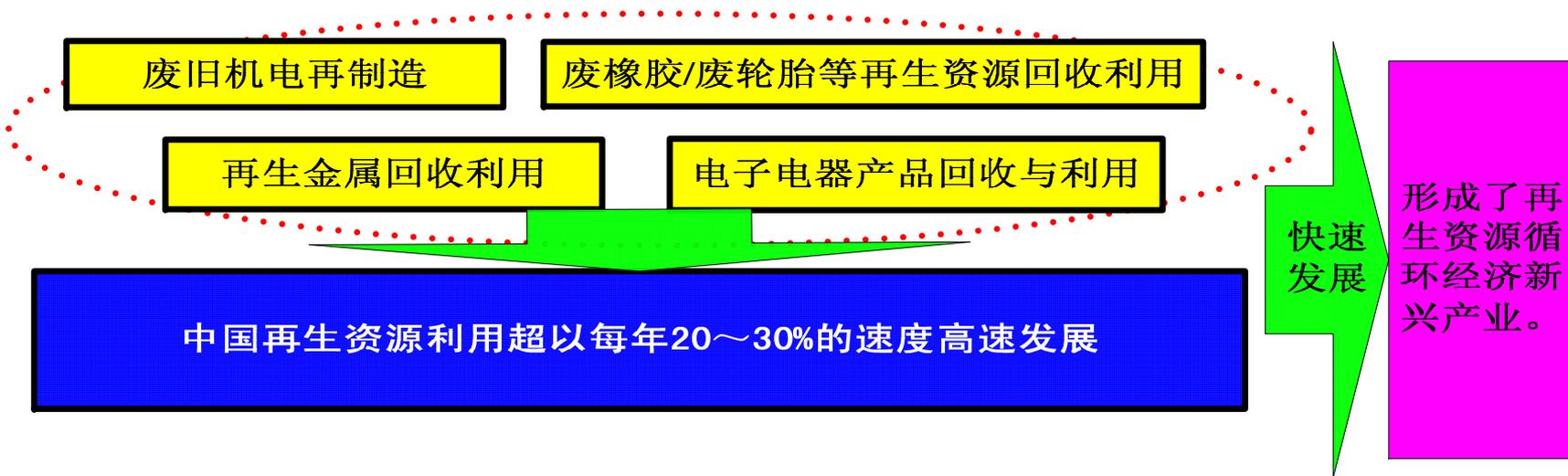
✓ 回收资源量1.43亿吨



预计2015年：

✓ 行业2万亿元

✓ 回收资源量2.2亿吨



关于制定十二五规划的建议 (2010年10月8日)

●大力发展循环经济。

➤以提高资源产出效率为目标，加强规划指导、财税金融等政策支持，完善法律法规，实行生产者责任延伸制度，推进生产、流通、消费各环节循环经济发展。

➤加快资源循环利用产业发展，加强矿产资源综合利用，鼓励产业废物循环利用，完善再生资源回收体系和垃圾分类回收制度，推进资源再生利用产业化，研发应用源头减量、循环利用、再制造、零排放和产业链连接技术，推广循环经济典型模式。



1. 中国“十二五”资源产出率指标

国家“国民经济和社会发展第十二个五年规划”将明确设立**资源产出率**指标，鼓励废物循环利用，促进循环经济形成较大规模。

一、资源产出指标

- 主要矿产资源产出率、能源产出率

二、资源消耗指标

- 单位国内生产总值能耗、单位工业增加值能耗、重点行业主要产品单位综合能耗
- 单位国内生产总值取水量、单位工业增加值用水量、重点行业单位产品水耗、农业灌溉水有效利用系数

三、资源综合利用指标

- 工业固体废物综合利用率
- 工业用水重复利用率、城市污水再生利用率
- 城市生活垃圾无害化处理率
- 废钢铁回收利用率、废有色金属回收利用率、废纸回收利用率、废塑料回收利用率、废橡胶回收利用率

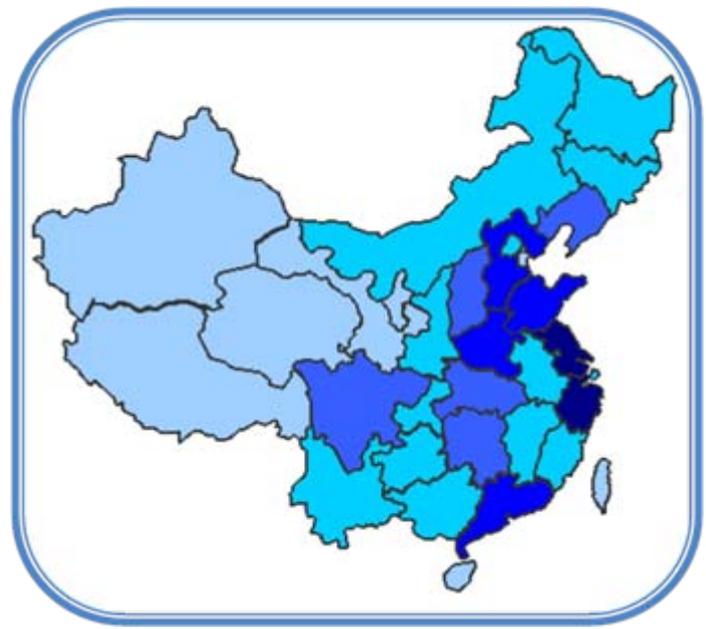
四、废物排放指标

- 工业固体废物处置量、工业废水排放量、二氧化硫排放量、COD排放量

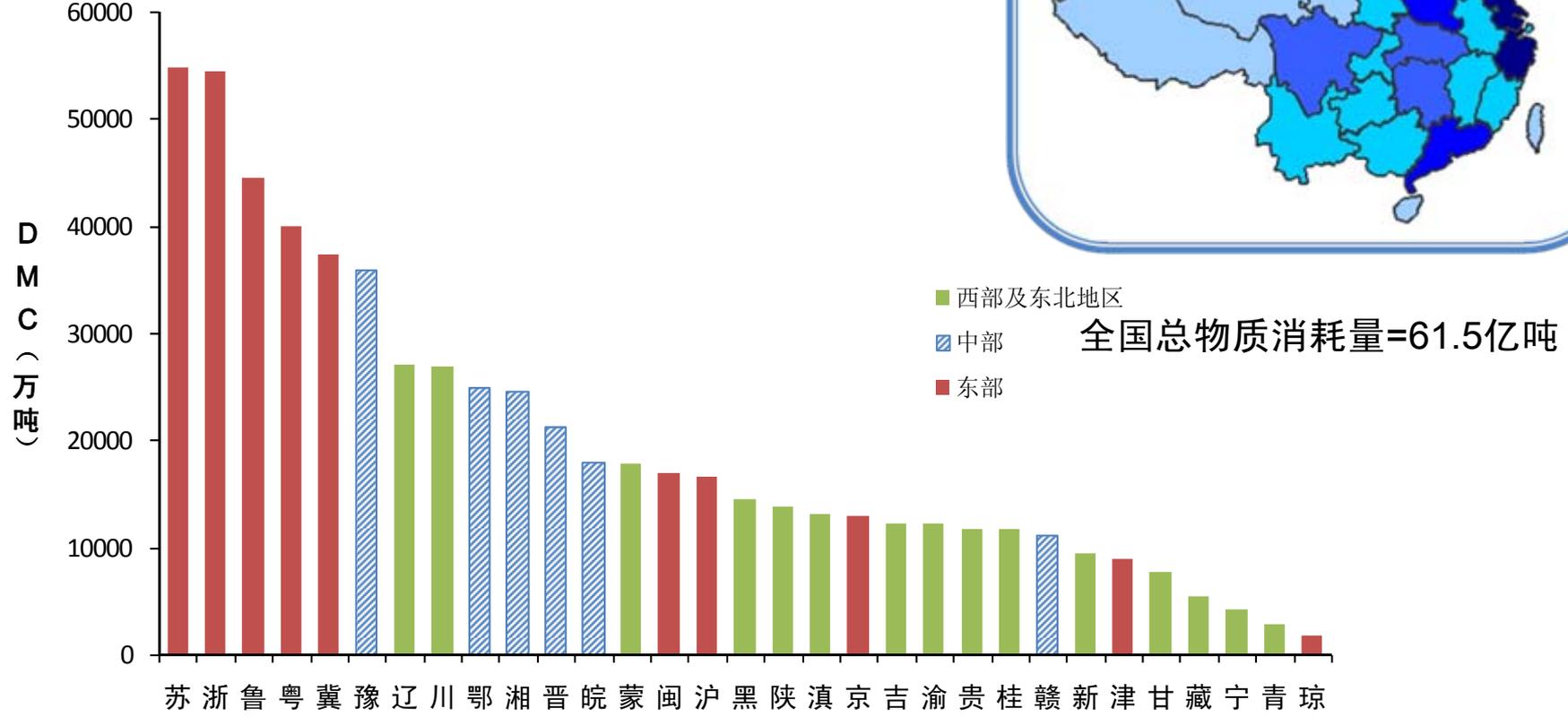
资源产出率核算方法

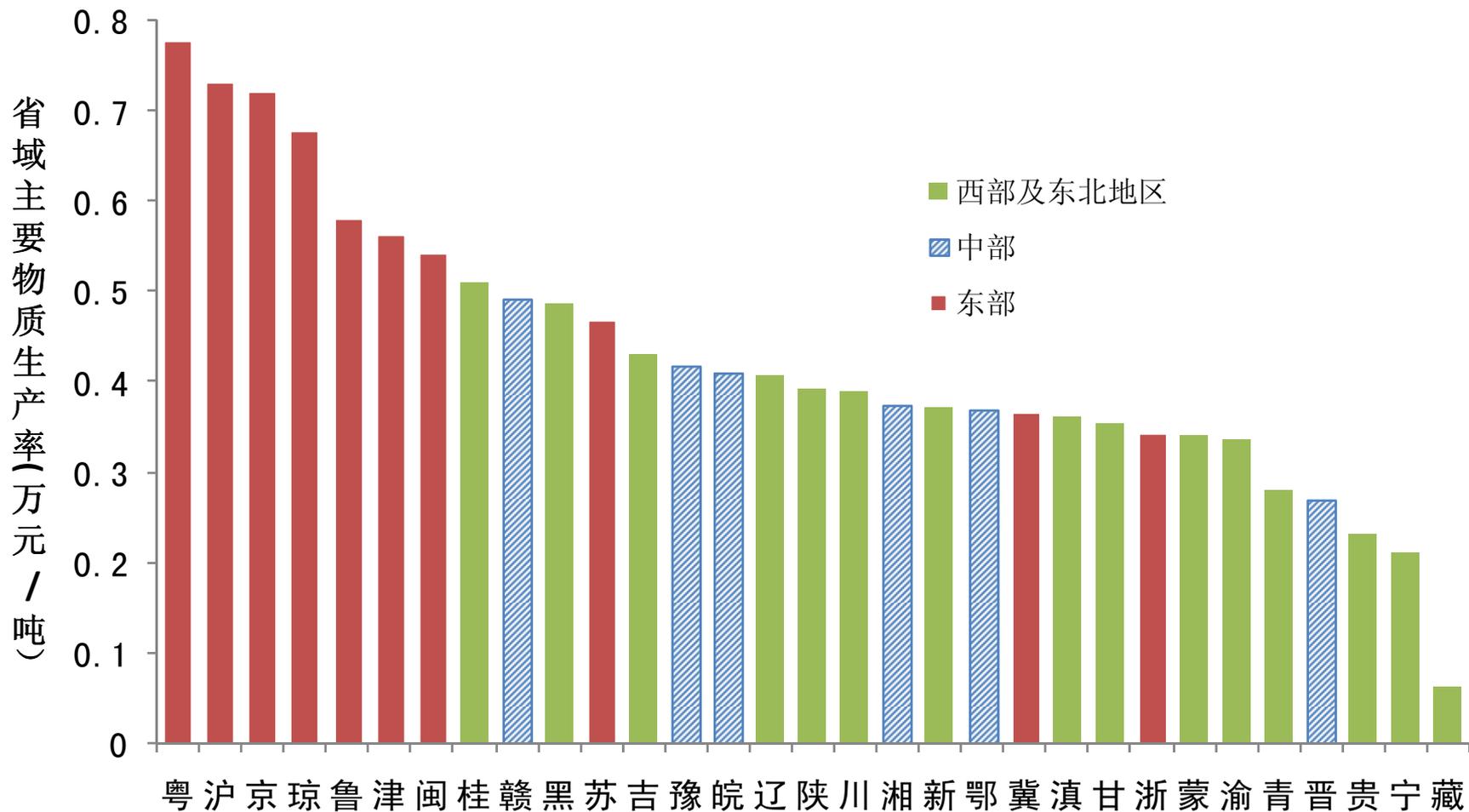
$$RP = \frac{\sum GDP}{\sum DMI}$$

2007年各省DMI分布图 (万吨)



- *RP* (Resource Productivity) : 资源生产力;
- $\sum GDP$: 工业增加值, 或地区生产总值;
- $\sum DMI$: 直接物质投入量之和。





2007年我国各地区区域内主要物质生产率



2.“十二五”全国循环经济发展规划(建议稿)

重点领域:

18	共伴生矿产综合回收和利用规划研究
19	大宗工业固体废物综合利用规划研究
20	再制造发展规划研究
21	城市矿产”资源利用规划研究
22	园区发展循环经济发展规划研究
23	城市废弃物协同资源化处理规划研究
24	餐厨废弃物资源化利用规划研究
25	包装物循环利用规划研究
26	废旧橡胶循环利用规划研究
27	水资源循环利用规划研究（矿井水、中水、雨水、淡化海水等）
28	提高土地产出率的任务和措施
29	再生资源回收体系建设规划
30	建筑废弃物循环利用规划研究
31	循环经济发展区域布局研究
32	国际再生资源大循环研究

保障措施:

33	生产者责任延伸制度设计
34	推进循环经济的税收、价格和资金机制研究
35	推进循环经济服务产业发展的思路
36	强制回收产品和包装物循环利用制度设计
37	发展循环经济的产业组织形式创新研究
38	资源循环利用产品推广机制研究

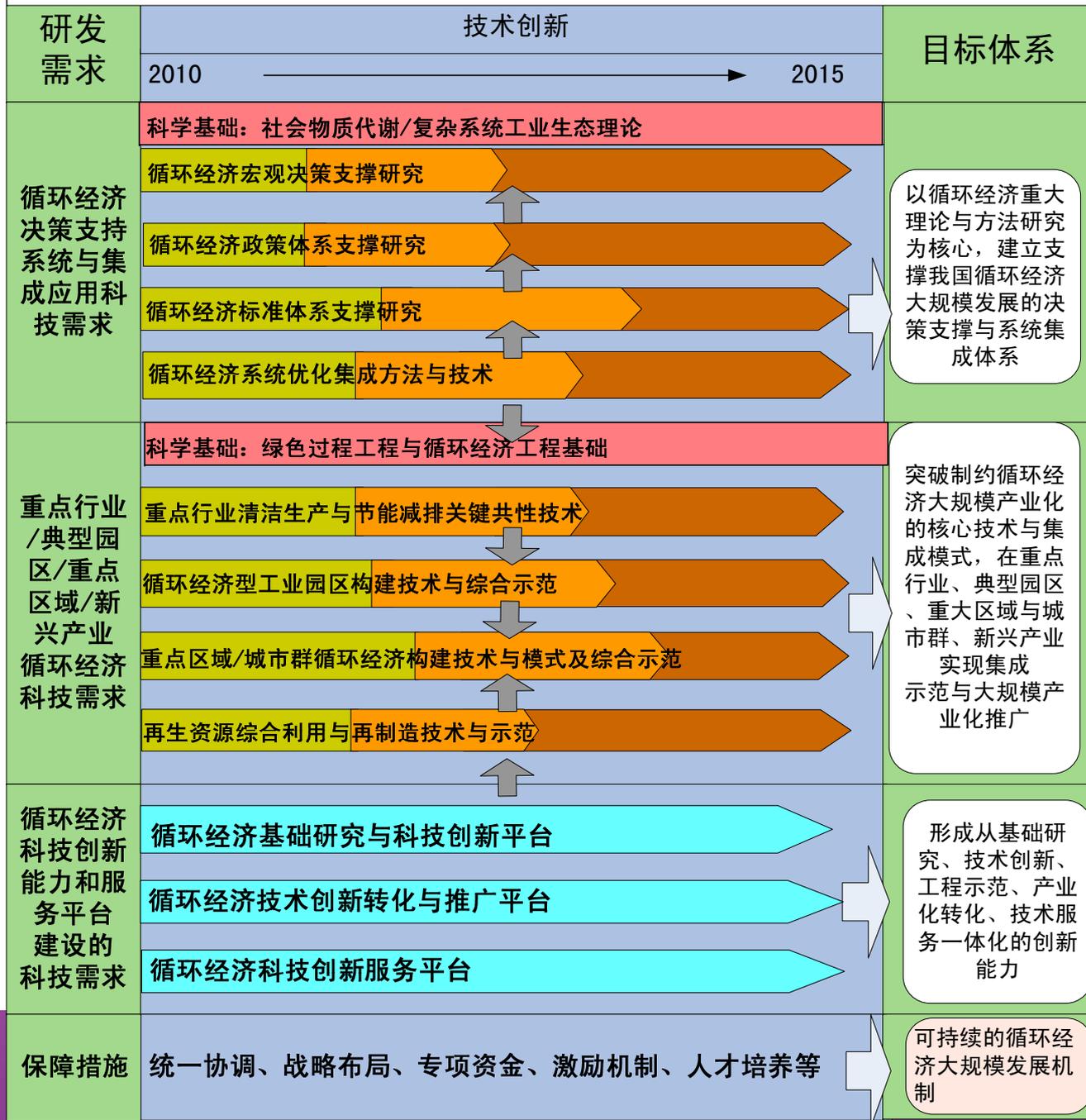


3.其他资源循环利用领域规划

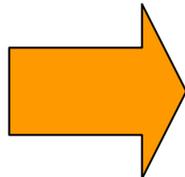
- “十二五”资源综合利用专项规划和大宗固体废物综合利用实施方案
- 城市餐厨废弃物资源化利用和无害化处理试点
- 促进扩大内需，鼓励汽车、家电“以旧换新”实施方案



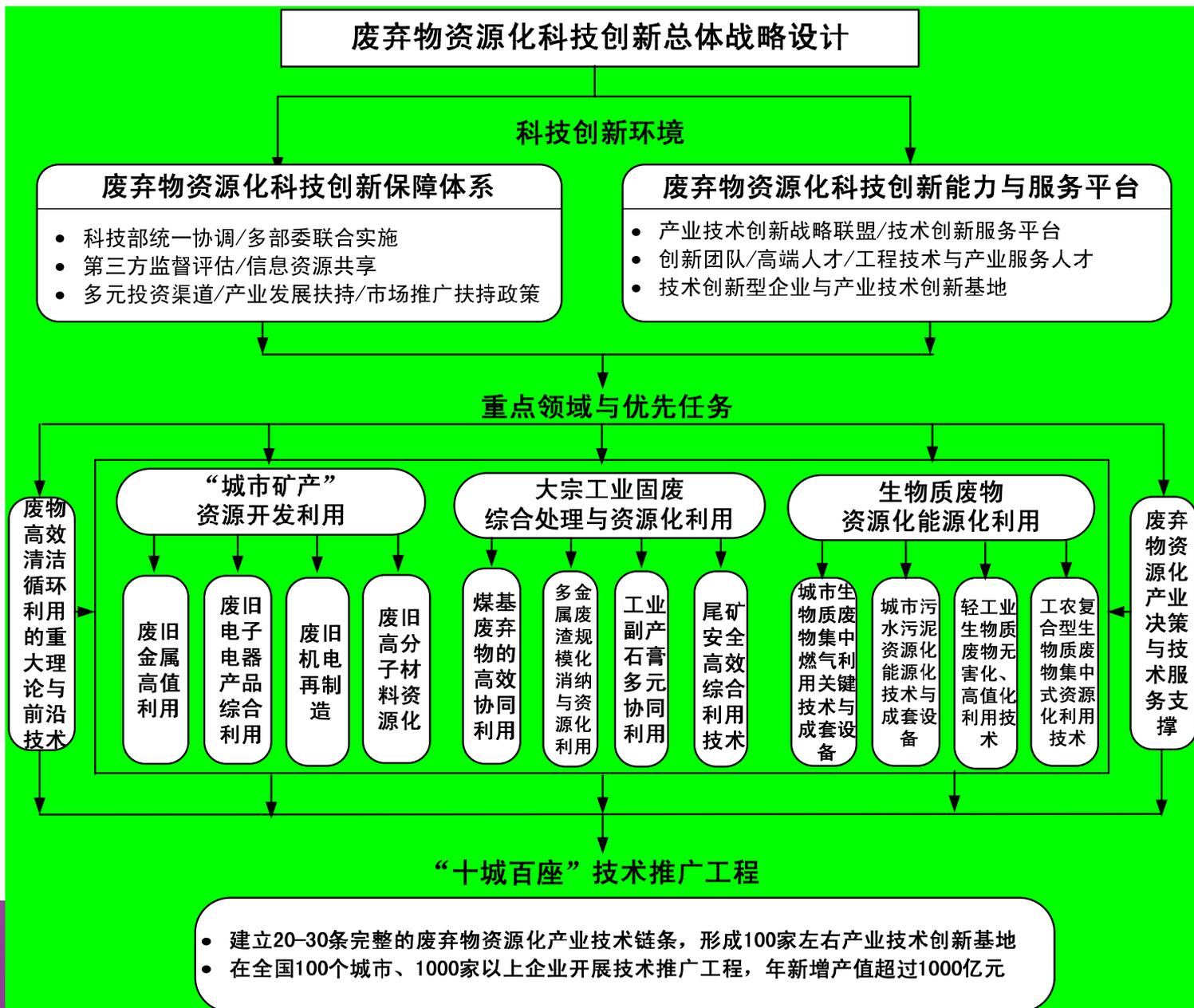
中国循环经济“十二五”技术创新总体路线图



“十二五”循环经济 科技发展技术路线



4. 废弃物资源化科技专项规划(意见征求稿)



中技社2010年环境与能源研讨会，台北，2010年12月21日

A world map with a light blue background and green landmasses, overlaid with a white grid. The text "谢谢聆听，欢迎提问！" is centered over the map.

谢谢聆听，欢迎提问！

清华大学环境科学与工程系
清华大学中国循环经济产业研究中心
温宗国 副教授/主任

E-mail: wenzg@tsinghua.edu.cn



清华大学
Tsinghua University

CICE