

《中国煤炭消费总量控制方案和政策研究》第三工作组

部门行业煤炭消费总量控制研究

田智宇

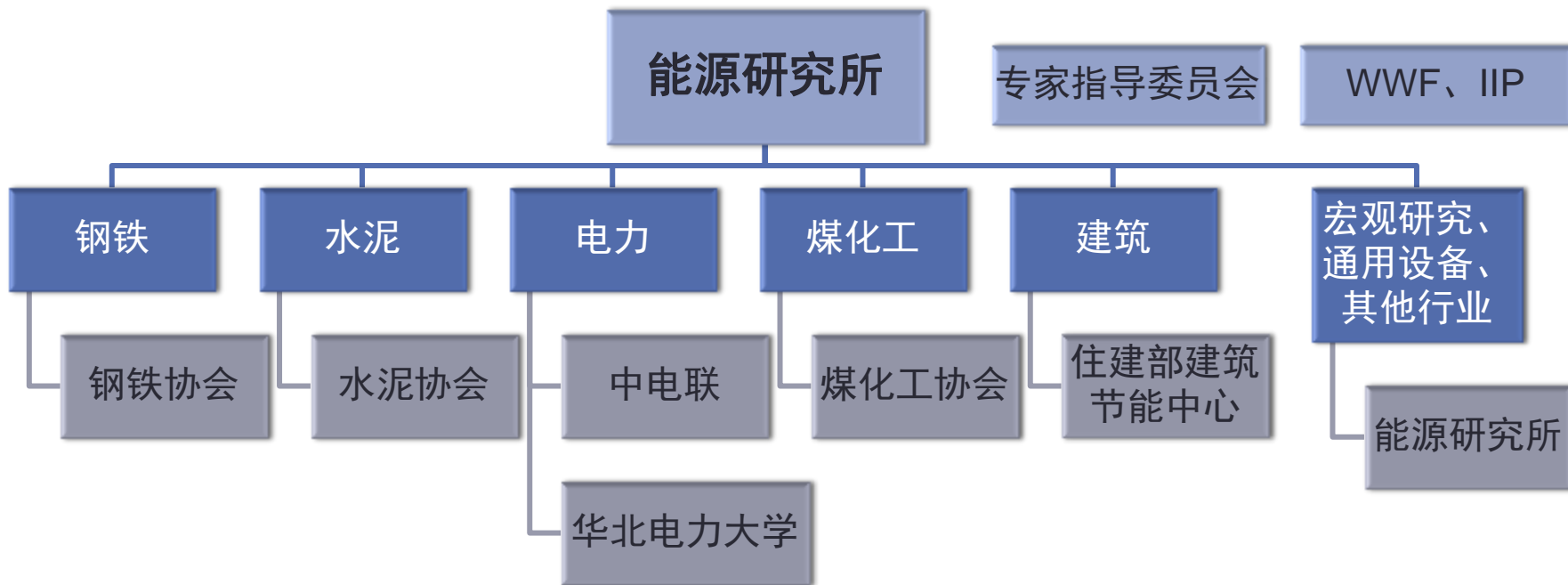
国家发展和改革委员会能源研究所

2015年7月30日

报告内容

- 我国煤炭消费现状与趋势：行业视角
- 影响行业部门煤炭消费的主要因素
- 主要耗煤行业的峰值判断与情景展望
- 部门控制煤炭消费的潜力与途径分析
- 部门控煤目标与影响评价
- 主要结论与政策建议

研究背景：组织框架

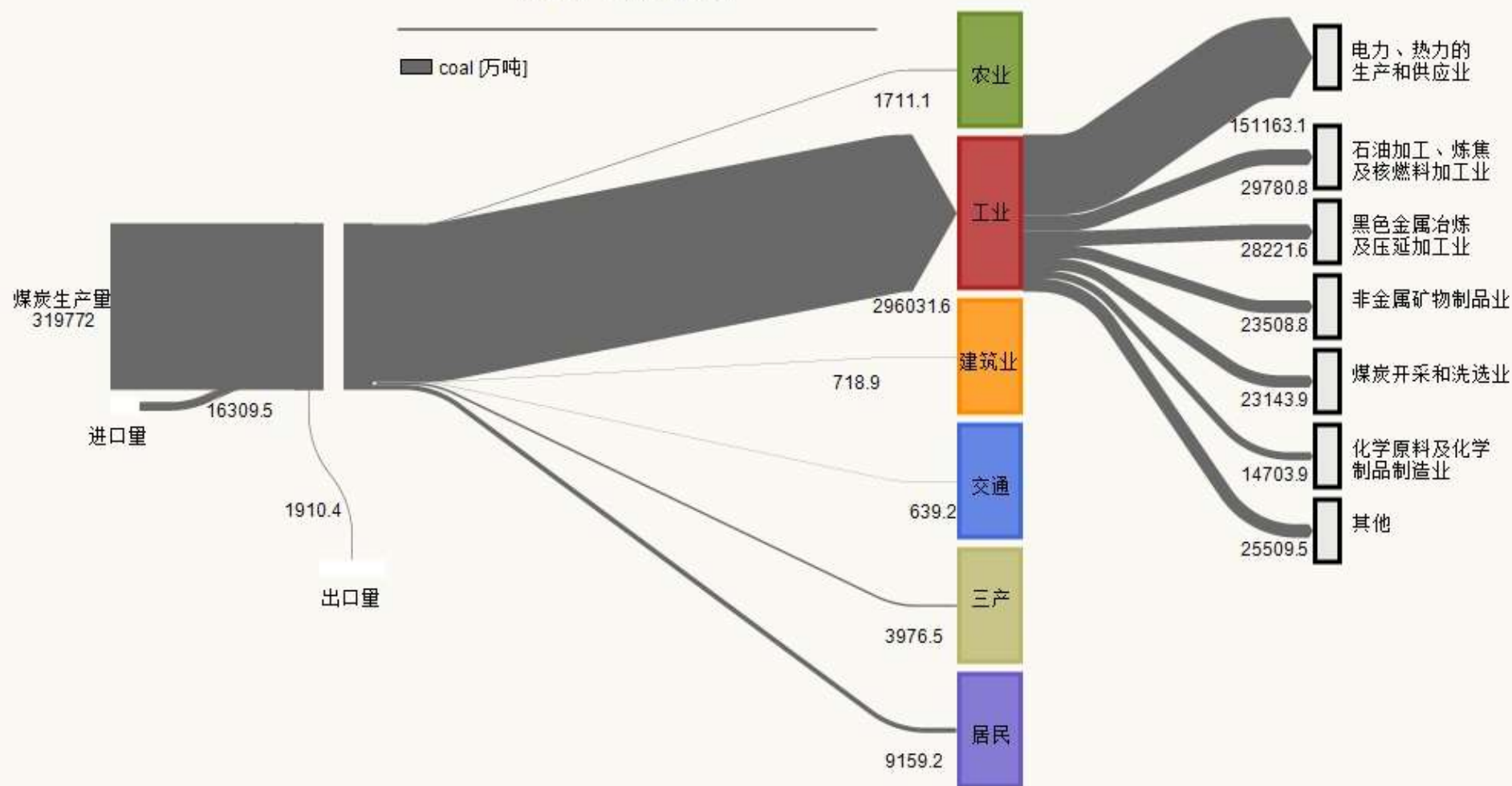


我国煤炭消费现状：行业视角

— 我国煤炭消费90%集中在电力、钢铁、建材、化工、炼焦、建筑等行业

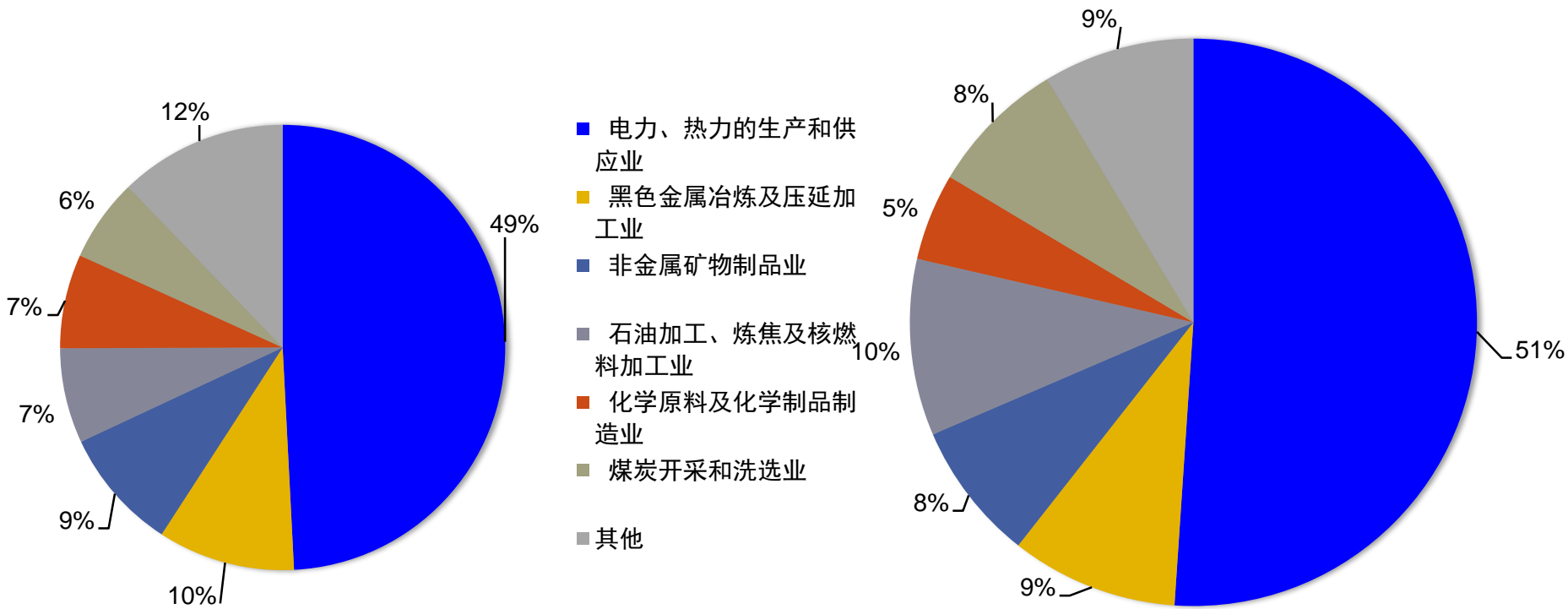
2010年煤流图

coal (万吨)



我国煤炭消费变化趋势：行业视角

- 我国煤炭消费持续快速增长，2010年煤炭消费量是2000年的2.2倍
- 煤炭占一次能源比重略有下降，由2000年69.2%下降到2010年68.0%
- 煤炭消费结构变化不大，电力部门消费比重略有上升

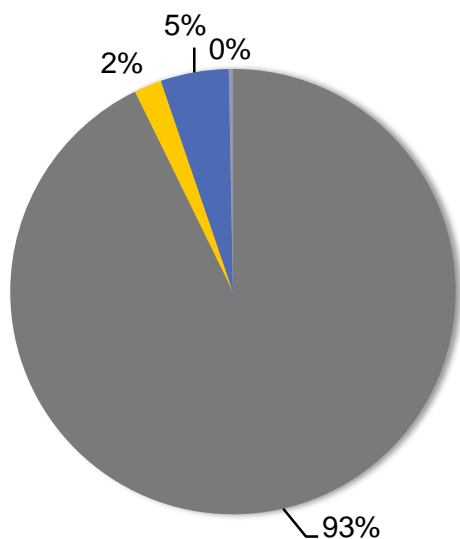


我国工业煤炭消费结构（2000年）

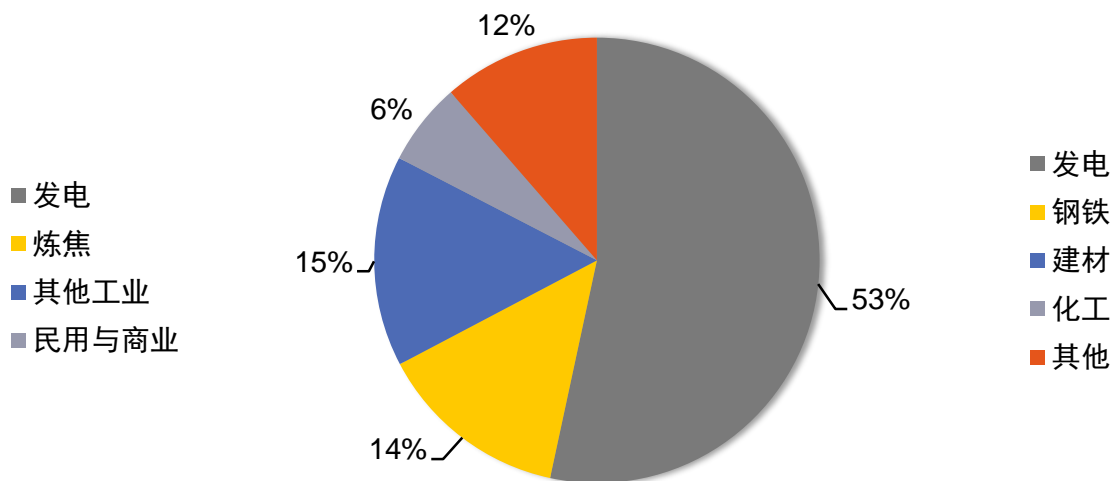
我国工业煤炭消费结构（2010年）

我国煤炭消费总量与结构：国际比较

- 我国煤炭消费居世界第一位，占全世界煤炭消费总量的47%
- 2010年，我国煤炭消费总量是美国的3.3倍
- 我国煤炭消费结构不合理，煤炭发电比重明显较低
 - 2010年，我国53%的煤炭消费用于发电，美国煤炭消费的93%用于发电
- 控制煤炭消费总量与优化煤炭利用结构并重



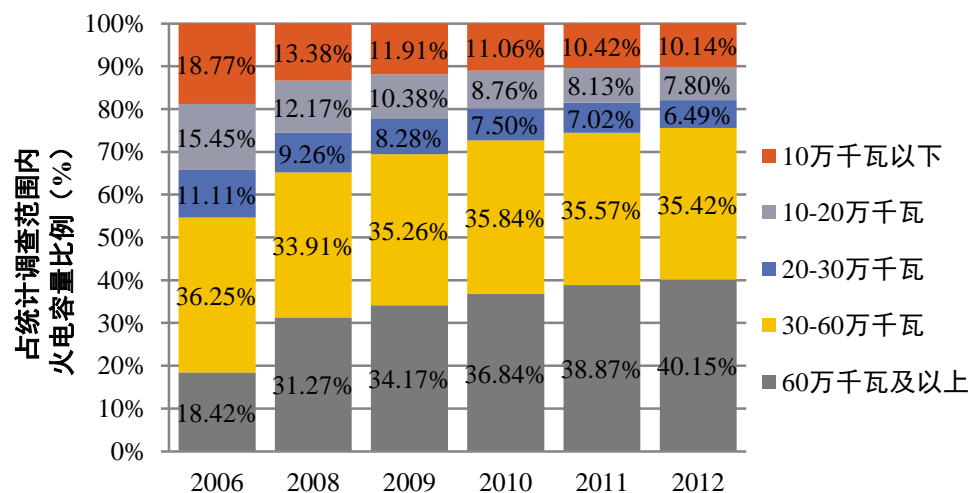
美国煤炭消费结构（2010年）



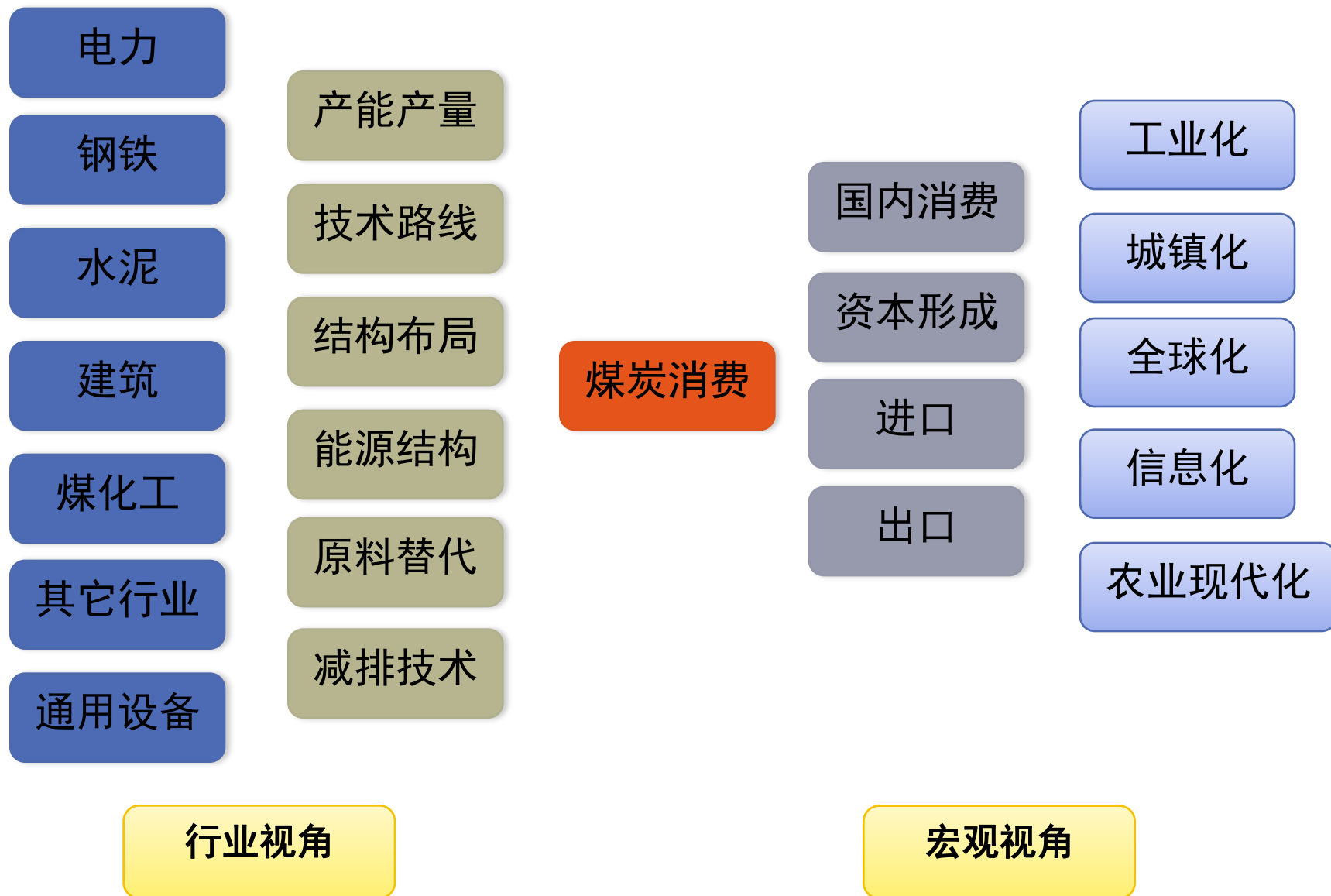
我国煤炭消费结构（2010年）

我国煤炭消费现状：效率水平

- 煤炭利用方式有所进步，但整体利用水平仍然比较粗放
 - 1990-2011年，电力部门煤炭消费比重由28.6%提高到50%；
 - 主要高耗能行业单位产品能耗持续下降
- 能源利用方式整体粗放
 - 煤炭洗选率低，原煤入洗率仅43%，远低于国际水平
 - 主要高耗能产品单耗水平比国际先进高10%—20%
 - 部门内部优化升级空间较大
- 先进与落后产能大量并存
 - 电力、钢铁、水泥等
 - 地区之间能效水平差距大



我国煤炭消费：驱动因素和下降潜力



我国煤炭消费：下降潜力与政策方向

— 行业层面：规模、结构、技术

- 引导国内消费需求合理增长
- 控制产能、优化布局，促进进出口转型
- 提升装备水平，挖掘技术节能（节煤）潜力
- 优化能源结构，降低对煤炭的依赖
- 发展原料替代、燃料替代、循环利用和综合利用技术

— 宏观层面：发展转型、优化能源结构

- 降低经济发展、就业增长对高耗能行业的依赖
- 促进工业结构优化，发展低能耗、高附加值产业
- 控制高耗能行业不合理盲目扩张

— 控煤政策的重点

- 需求展望
- 峰值和拐点判断
- 潜力途径分析

主要耗煤行业展望：水泥行业

— 发展现状与趋势

- 2013年，水泥产量24.4亿吨，净出口1338万吨，以国内需求为主
- 2013年，水泥工业年耗能总量2.07亿吨标准煤，年煤炭消费量2.08亿吨

— 分析方法与依据

- 城市化率与水泥消费量的关系
- 人均GDP与人均水泥消费峰值的关系
- 不同国家和地区GDP增长与水泥消费总量的弹性系数
- 人均累计水泥消费量时间序列拟合曲线
- 人均累计水泥消费量（GDP增长与水泥消费量回归关系）
- 三产比例与人均水泥消费量的关系
- 钢铁消费量与人均水泥消费量的关系
- 固定资产投资与水泥消费量的关系

主要结果：水泥消费峰值与煤炭需求展望

— 峰值展望与判断

- 2018–2020年出现消费峰值，最有可能2019年
- 水泥熟料消费峰值水平约15.7–16.2亿吨，最可能峰值量为15.9亿吨
- 按照2013年熟料系数折算，我国水泥消费峰值水平约27.9亿吨左右
- 出现消费峰值平台期，高位波动

— 实现峰值后：波动中逐步下降，到2050年下降到峰值水平55%左右

- 2020年水泥消费量约27.9亿吨，2030年约18.1亿吨，2050年约15.3亿吨

— 煤炭需求展望

- 参考情景：2020年：1.83亿吨标准煤；2030年：1.19亿吨标准煤；2050年：1亿吨标准煤
- 控制情景：2020年：1.65亿吨标准煤；2030年：0.97亿吨标准煤；2050年：0.60亿吨标准煤

主要耗煤行业展望：钢铁行业

— 发展现状

- 2013年底，我国粗钢产能近10亿吨，粗钢产量超过8亿吨
- 增长迅速：2005—2012年，粗钢表观消费量年均增长9.52%
- 能效水平明显提升，重点企业吨钢综合能耗由2008年的630kgce下降到2013年的592kgce
- 常规的节能技术普及率已达到较高水平，但受技术路线影响，煤炭消费比重明显高于发达国家水平

— 发展趋势

- 地区之间工业化发展存在明显差距，钢铁需求还有上升空间
- 城镇化加速发展带动基础设施建设对钢铁需求仍有拉动作用
- 农业现代化和新农村建设将为钢铁需求增长提供新的动力

— 研究方法

- 消费弹性法、“自下而上”终端用途分析、国际比较

主要耗煤行业展望：钢铁行业

—产量峰值展望与判断

- 粗钢产量在2020年达到峰值，约为7.8亿吨
- 达到峰值后，钢铁产量和消费量将进入平台期，高位波动形态
- 受经济增长速度、内容、进出口等影响，峰值水平可能超过预期

—煤炭消费展望

- 钢铁行业煤炭消费到2020年达到峰值水平，约3.76亿吨标准煤
- 伴随工艺提升、技术进步、管理改善，吨钢综合能耗持续下降
- 伴随电炉炼钢比重提高，煤炭占钢铁行业能源消费比重下降
- 到2050年，钢铁行业煤炭消费约1.17亿吨标准煤，是2013年的40%左右

主要耗煤行业展望：电力行业

— 发展现状与趋势

- 2012年，火电装机8.2亿千瓦，占总装机容量的71.5%，发电量占78.7%
- 60万千瓦及以上机组占40.15%，60万千瓦及以上平均供电煤耗325gce/千瓦时，单位供电煤耗快速下降
- 电源结构优化趋势明显，非化石电力发展迅速
- 我国人均用电量、电气化水平与发达国家存在明显差距

— 用电需求展望

- 人均用电需求增长，电气化水平提升
- 参考情景：到2050年人均用电需求9100千瓦时
- 控制情景：到2050年人均用电需求8700千瓦时

主要耗煤行业展望：电力行业

- 电力装机构成向绿色、低碳、高效方向发展
 - 参考情景：到2050年，煤电装机11.5亿千瓦，水电4.5亿千瓦，核电3亿千瓦，风电7亿千瓦，太阳能8亿千瓦；
 - 控制情景：到2050年，煤电装机6.8亿千瓦，水电4.5亿千瓦，核电4亿千瓦，风电8亿千瓦，太阳能8亿千瓦
- 煤炭需求展望及峰值判断
 - 参考情景：2020年：全国发电耗煤16.01亿吨标煤；2030年耗煤17.70亿吨标煤；2050年耗煤15.08亿吨标煤。
 - 参考情景：电力行业煤炭消费到2030年左右达到峰值水平。
 - 控制情景：2020年发电耗煤14.88亿吨标煤；2030年耗煤13.36亿吨标煤；2050年耗煤8.96亿吨标煤。
 - 控制情景：电力行业煤炭消费到2020年左右达到峰值水平

主要耗煤行业展望：建筑部门

- 建筑面积快速增长，建筑总量达到较高水平
 - 城乡居住建筑快速增长，人均水平接近欧盟平均水平
 - 服务业快速发展，公共建筑增长迅速
 - 农村建筑增长较慢，但新建住房人均居住面积较大
- 能源消耗现状
 - 2012年，民用建筑能耗7.4亿吨标准煤，其中煤炭2.55亿吨
 - 近五年来，煤炭消费基本保持稳定
 - 采暖能耗占建筑总能耗31%，单位面积采暖能耗有所下降
 - 采暖用能以煤炭为主，天然气利用有所增长



主要耗煤行业展望：建筑部门

– 建筑能耗现状

- 城镇居住建筑能耗（非采暖）占21%，单位建筑面积能耗略有降低
- 公共建筑能耗占20%左右，单位建筑面积能耗变化不大
- 农村建筑能耗约占21%，能耗统计不完善，可能低估煤炭消费统计

– 能源消耗展望

- 人均建筑能耗仅0.35吨标油，是美国的1/5，是OECD国家的1/3
- 城镇居住建筑面积持续增长
- 公共建筑面积持续增长
- 基准情景下，建筑能耗和煤炭需求持续增长
- 到2020年，煤炭需求2.67亿吨，到2030年，煤炭需求2.77亿吨，到2050年，煤炭需求2.81亿吨
- 控制情景下，2020年煤炭需求控制在2.45亿吨，2050年控制到1.5亿吨

主要耗煤行业展望：煤化工行业

— 传统煤化工发展现状：普遍处于产能饱和和过剩状态

- 2013年，我国炼焦能力5.95亿t，产量4.76亿t，出口467万t，产能利用率79.4%，能力过剩1.2亿t左右。
- 2013年，我国化肥产能7160万t，产量5745万t，产能利用率85.4%。
- 2013年，我国电石产能3472万t，产量2234万t，能力过剩1200万t，能力利用率64.3%。

— 现代煤化工发展现状：发展前景具有较大不确定性

- 整体处于示范、改进和完善阶段。
- 2013年底，煤制油形成产能162万t、煤制天然气不足40亿m³、煤制烯烃176万t、煤制乙二醇130万t、煤制芳烃11万t。

现代煤化工：潜在产能巨大，煤炭需求不确定性大

— 煤制油

- 2013年，产能约162万吨；2020年，产能约2738万吨；2050年，产量保持2738万吨，需要煤炭约9856万吨标准煤；
- 2050年煤制油1500–2640万吨，煤炭需求5300–9500万吨标准煤

— 煤制气

- 2015年，产量约90亿立方米；2020年，产能约1300亿立方米，产量约800亿立方米；2050年，产量保持1400亿立方米，需要煤炭约3.24亿吨标准煤；
- 2050年煤制气1030–1400亿立方米，煤炭需求2.35–3.24亿吨标准煤

— 煤制烯烃

- 已建和在建：2015年，1500万吨；2020年，2000万吨；
- 2050年煤制烯烃2600–3400万吨，煤炭需求1.1–1.5亿吨标准煤

水泥行业：控煤潜力与途径分析

— 减量化

- 提高水泥强度标准、全面实现预拌混凝土和预拌砂浆

— 结构调整

- 淘汰落后产能、推广大型新型干法生产线

— 技术进步

- 推广系统、综合节能、节煤、节电技术，能源梯级利用和余热利用技术等
- 高效能燃料烧成、高效煤粉燃烧器、六级预热器、第四代冷却机、高性能保温隔热耐火材料、富氧燃烧技术等
- 粉磨节电技术、变频调速、纯低温余热发电

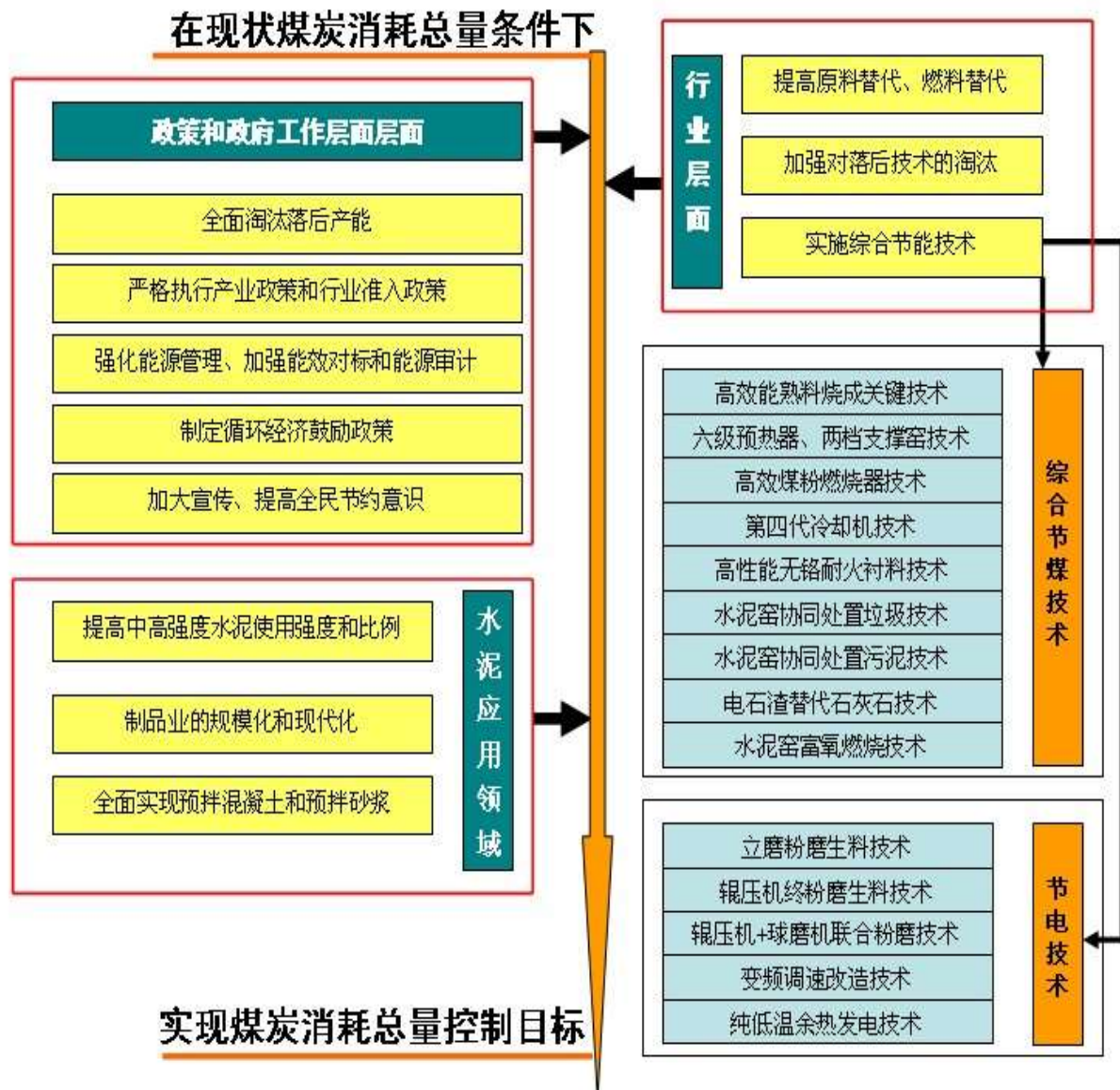
— 原料燃料替代

- 水泥窑协同处置垃圾、工业污泥，废渣利用替代

— 智能化生产

- 建立能效管理系统

水泥行业：技术路线



钢铁行业：控煤潜力与途径分析

- 提高废钢利用比例
- 淘汰落后产能
 - 目前落后产能超过2亿吨，落后产能与大中型企业相比单耗差距30%
- 提高二次能源回收利用率
 - 干熄焦、低温烧结、烧结合余热发电、TRT、高炉富氧喷煤技术
- 重点发展关键技术
 - 煤调湿、高炉煤气气动鼓风技术、负能炼钢技术、低温轧制、第二代薄板连铸连轧
 - 中长期潜在技术：高炉热风炉双预热技术、高炉脱湿鼓风技术、薄带连铸、铁渣和钢渣余热回收
- 工艺技术革新
 - 非高炉炼铁：熔融还原、直接还原；面向21世纪高效与环保型超级焦炉
 - 高炉炉顶煤气循环
- 优化能源结构、发展循环经济等
- 与其他部门结合降低资源能源消耗

电力行业：控煤潜力与途径分析

– 降低终端电力需求

- 电力需求侧管理、能效电厂
- 挖掘电力部门节电潜力

– 强化火电节能降耗

- 优化调度，提高机组负荷率
- 提升能效，降低发电煤耗
- 淘汰中小火电机组

– 优化电源结构

- 大力发展核电：2030年1.9亿千瓦，2050年3.9亿千瓦
- 大力发展水电：2030年4.4亿千瓦，2050年4.8亿千瓦
- 加快发展风电：2030年4.3亿千瓦，2050年8亿千瓦
- 加快发展太阳能：2030年3亿千瓦，2050年8亿千瓦

建筑部门：控煤潜力与途径分析

— 转变城镇化发展模式

- 集约发展城市化，优化城市功能布局
- 控制建筑面积过快增长，严格建筑拆建管理

— 优化建筑用能结构

- 扩大天然气应用比例、加快发展电气化

— 大幅提高建筑节能标准

- 积极发展绿色建筑、加快普及75%建筑节能标准

— 加快推动被动房

- 因地制宜，推广被动房等零碳、低碳建筑

— 推广可再生能源建筑应用

- 加快风能、太阳能分布式利用
- 农村地区加快生物质资源利用

煤化工行业：控煤潜力与途径分析

— 控制传统煤化工生产的总量，引导煤化工产业高效集约低碳发展

- 发挥煤化工对其他化石能源（石油、天然气）的替代作用
- 对基础性煤化工产业，确保总量稳定和总量控制，加快产业升级
- 对替代油气能源类煤化工产品，应加大有序发展力度
- 有市场需求的现代煤化工产业要严格管理，加强指导

— 推动煤化工行业持续技术进步

- 煤电化热一体化、集约化、循环化利用
- 生产工艺提升，减排技术进步，发展CCS等

— 环境约束和水资源约束条件下煤化工的科学发展

- 以水定产，有序发展
- 分区引导，实施差别化产业政策支持下的环境准入
- 强化综合管理，建立区域流域环境综合协调管理机制

其他行业及通用设备：控煤潜力与途径分析

— 通用设备本体节能

- 锅炉、电机升级改造

- 提高锅炉、电机装备水平、节能环保水平

— 系统节能

- 推行整合设计理念，实施系统改造

- 提高智能化、自动化管理水平

— 全社会节能

- 加强煤炭质量管理，扩大洗选比例

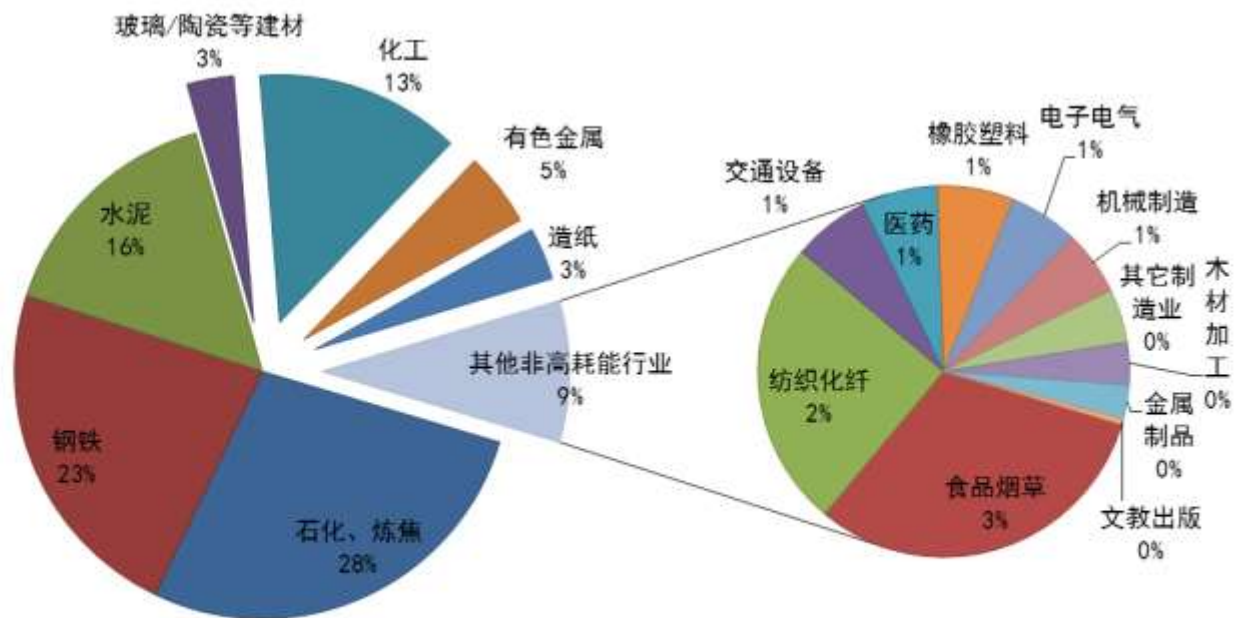
- 促进煤炭分质、高效利用，优化煤炭利用结构

- 锅炉、电机能效提升计划

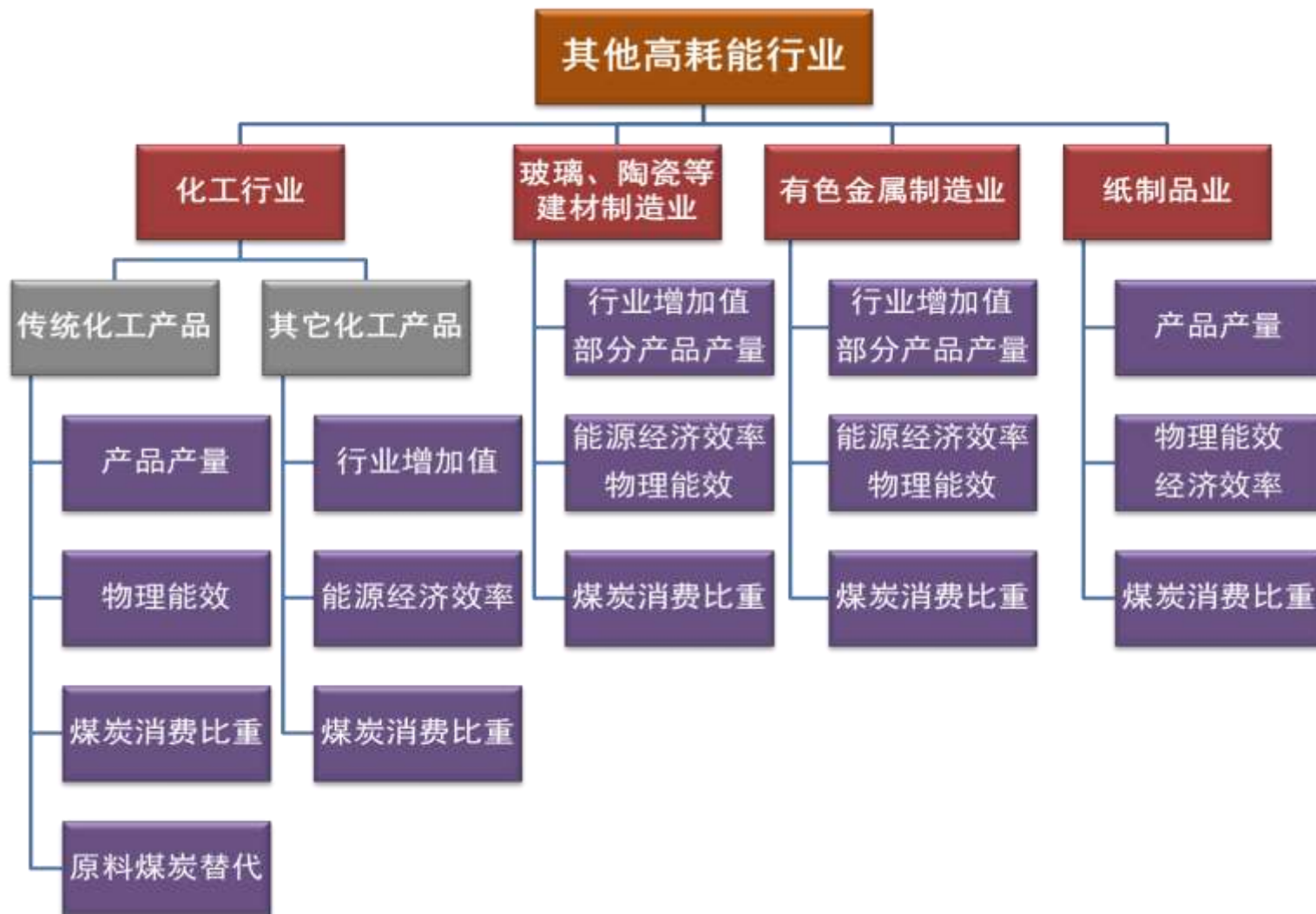
主要耗煤行业展望：其他部门

– 研究对象

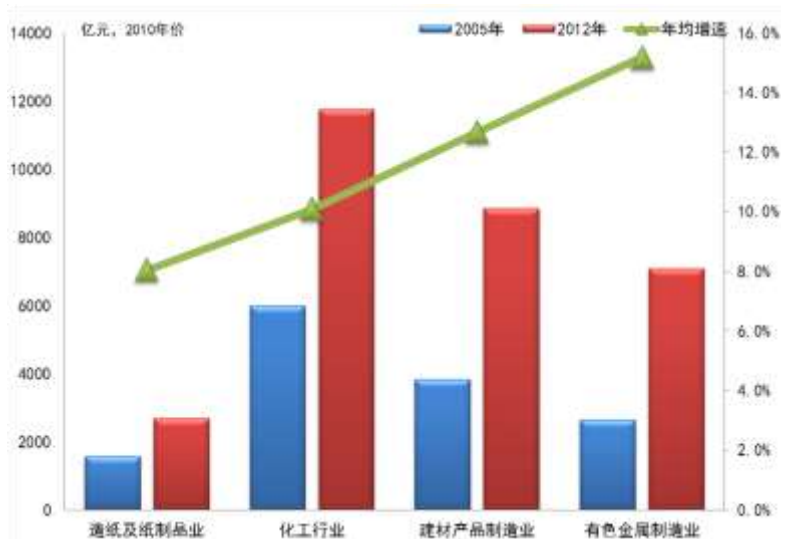
- 其他高耗能行业
- 其他非高耗能行业



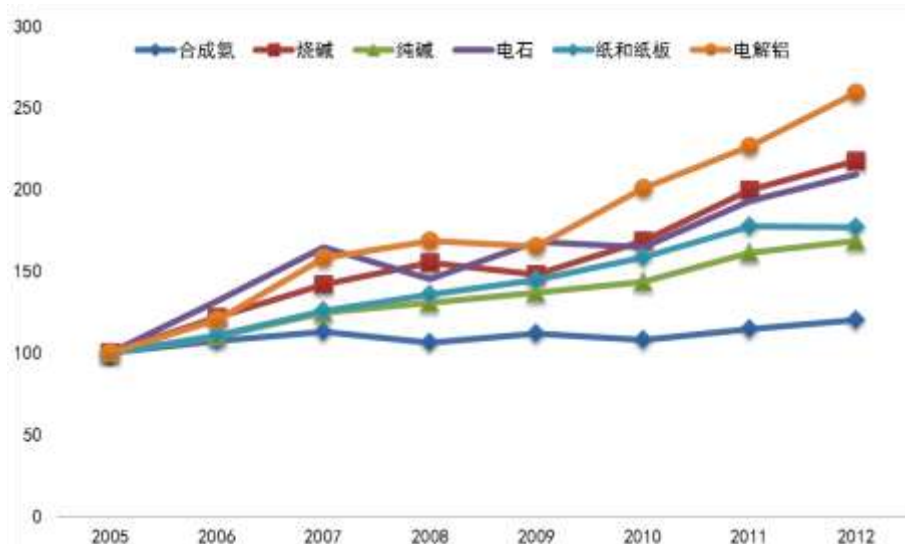
主要影响因素



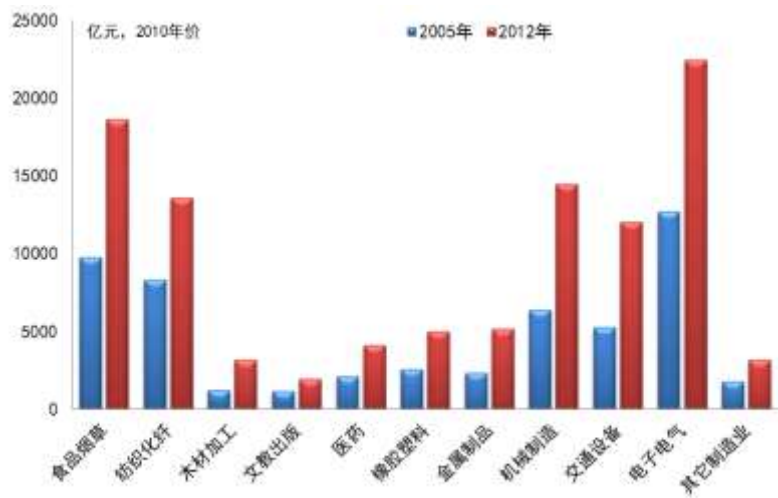
发展现状



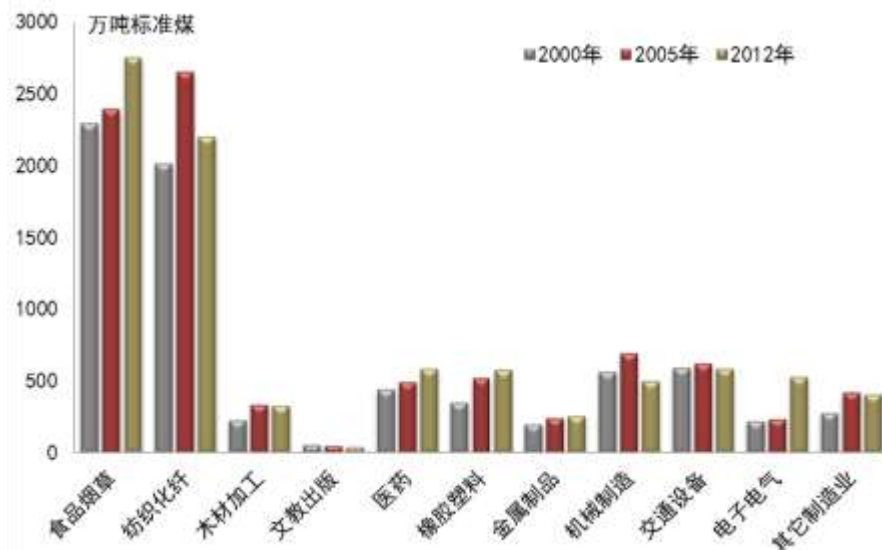
图：其他高耗能行业2005年与2012年增加值对比



图：其它高耗能行业主要产品产量指数变化 (2005年为100)



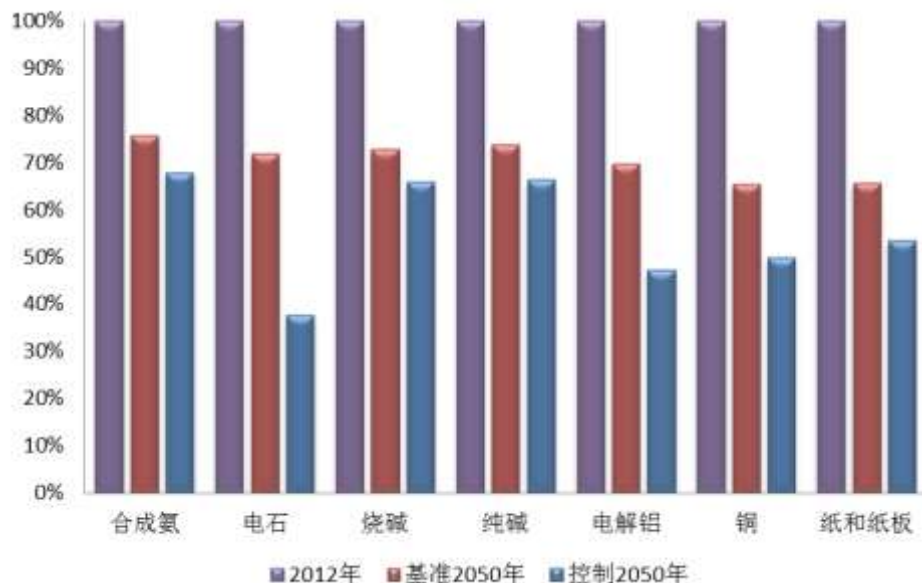
图：非高耗能行业各子行业2005年与2012年增加值对比



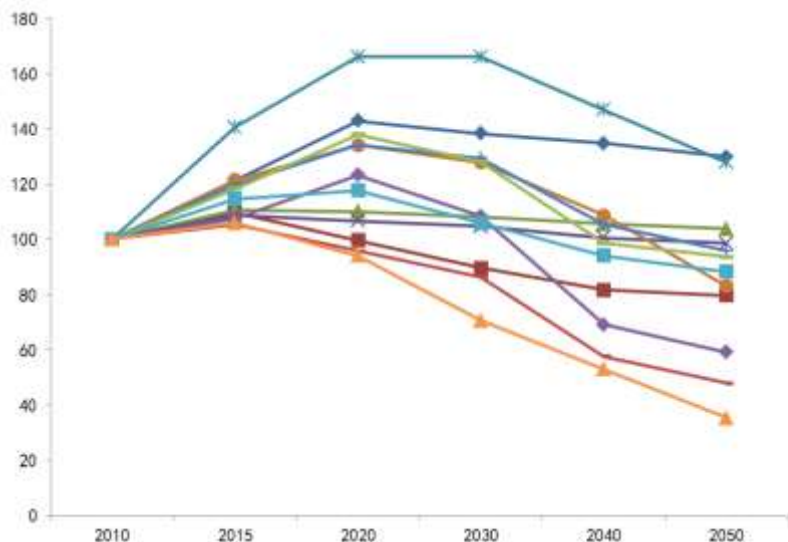
图：非高耗能行业煤炭终端消费量变化情况

煤控情景展望

参考国际先进水平与最佳案例



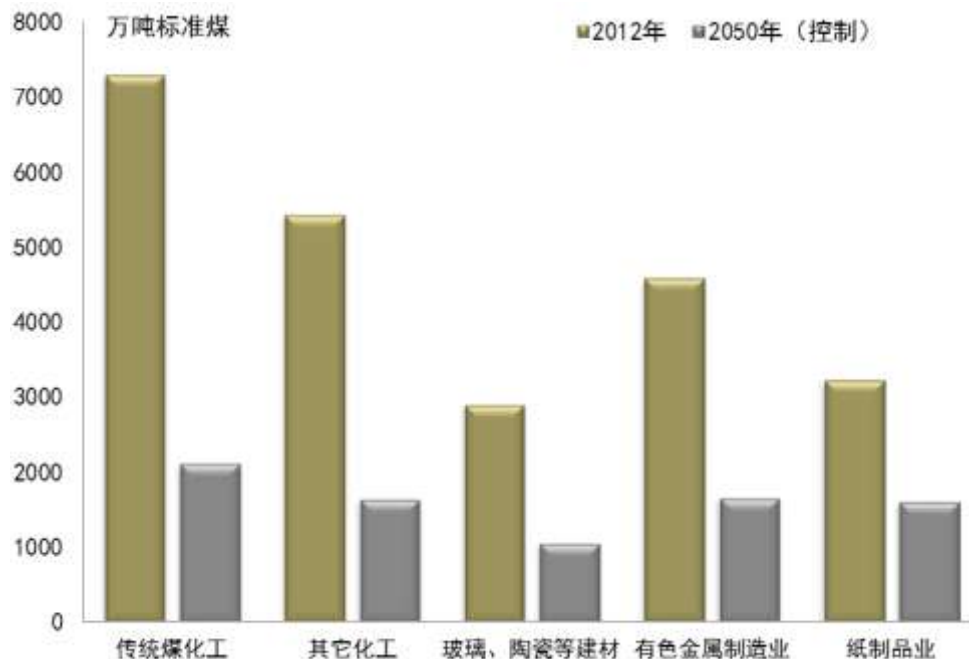
图：控制情景下其它高耗能行业主要产品综合能效与基年、基准情景对比



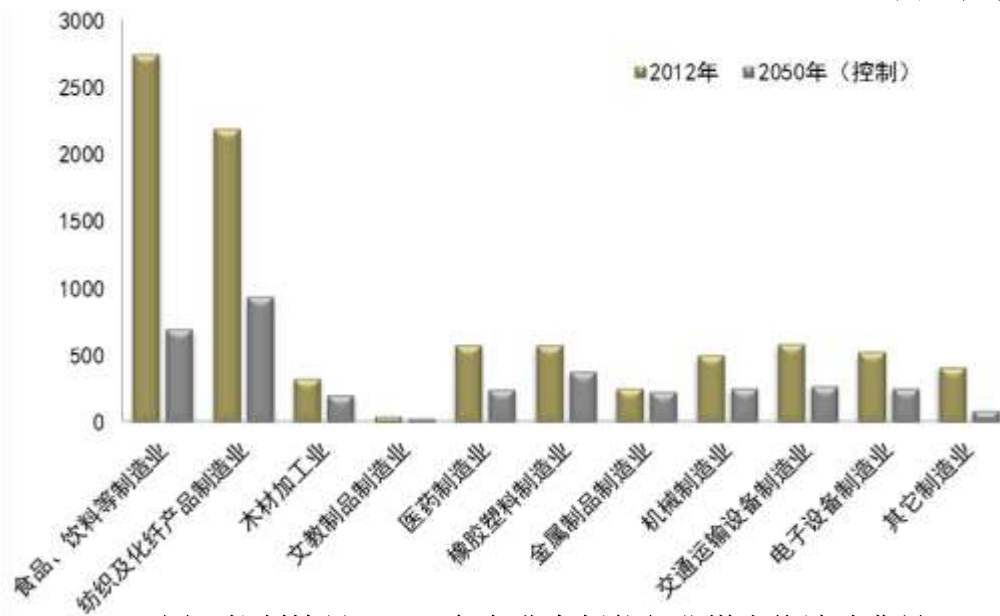
图：基准与控制情景下主要高耗能产品产量指数对比（2010年为100）

充分考虑国内市场需求、国外市场竞争、发达国家人均消费量

其他部门煤控情景



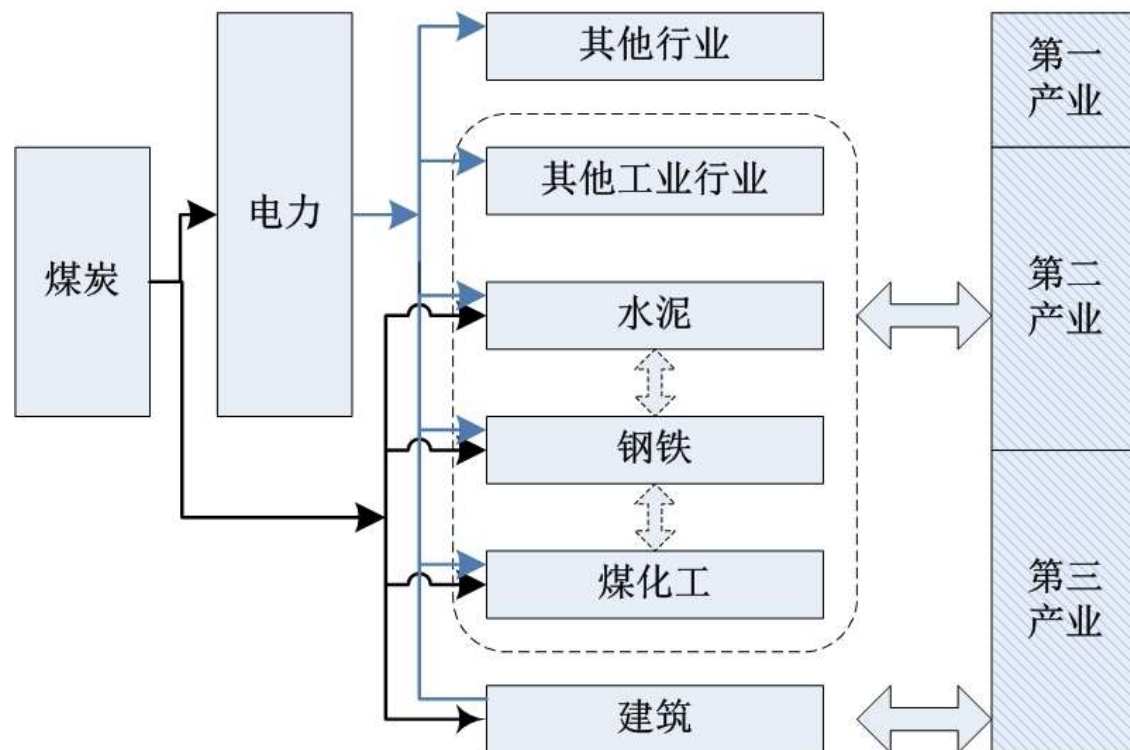
图：控制情景下2050年我国其他高耗能行业煤炭终端消费量（8010万吨标准煤）



图：控制情景下2050年各非高耗能行业煤炭终端消费量（3565万吨标准煤）

我国控煤目标：宏观与行业视角结合判断

- 宏观角度：对未来工业发展趋势、增长空间的判断
- 结构角度：控制煤炭增长主要取决于工业转型进程
 - 三次产业结构、工业内部结构、行业内部结构
- 效率角度：核心是提升工业效率、效益水平
 - 能源利用效率、经济效益



宏观控煤：研究工业化发展模式对煤炭需求影响

- 我国工业发展面临转变发展模式的巨大机遇
 - 工业发展现状
 - 二产主导、结构重型化、产能规模巨大、能耗高污染重
 - 存在问题和面临挑战
 - 总体“大而不强”、结构不合理、产能过剩、发展空间不足、竞争力低
- 转变工业发展模式的潜力与空间
 - 国际比较视角研究



我国控煤的关键：工业转型升级

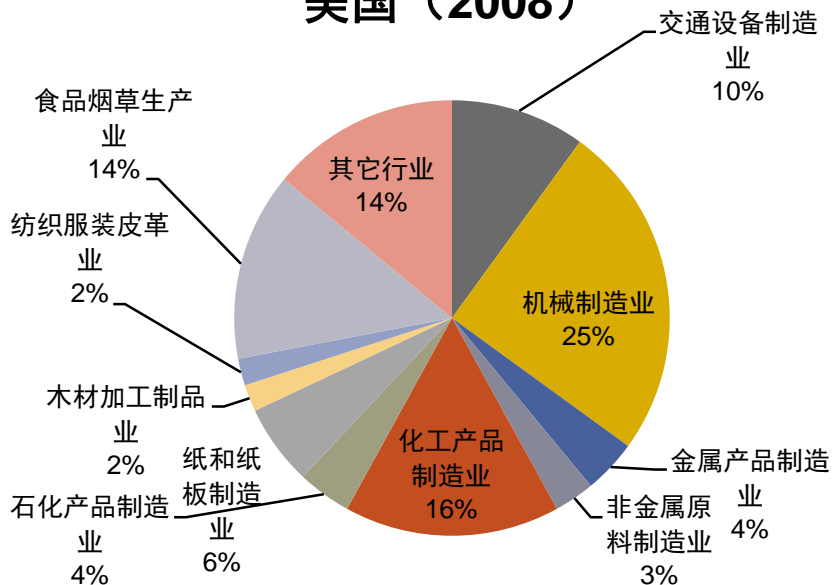
— 我国工业还将长期、持续、快速增长

- 由制造业大国向制造业强国发展
- 到2050年，我国工业增加值将在2010年基础上增长6倍多

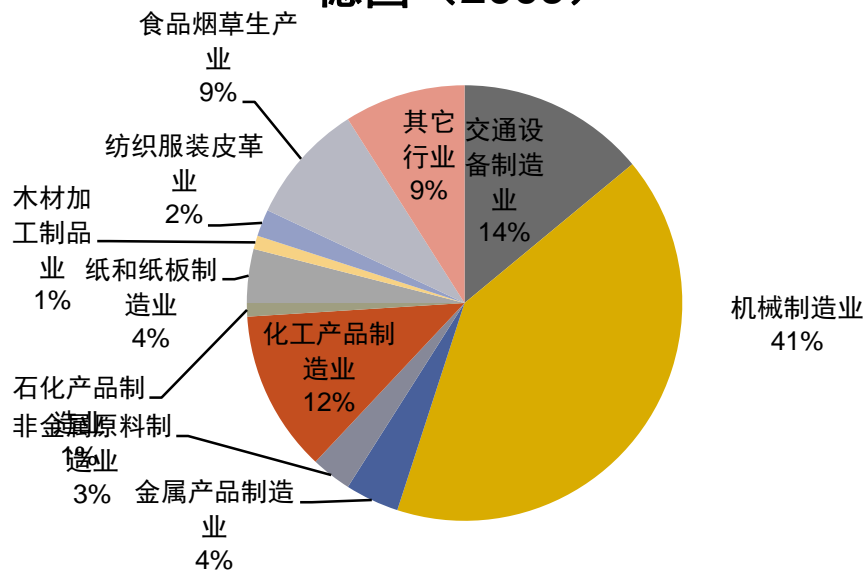
— 工业在GDP构成中占重要地位，工业内部结构发生重大变化

- 多数发达国家工业占GDP比重在20%左右，日本、韩国等约30%—40%
- 我国实现全面小康、中等发达国家目标下的工业发展情景：30-40%
- 工业增长将主要依靠机器装备等高端产业

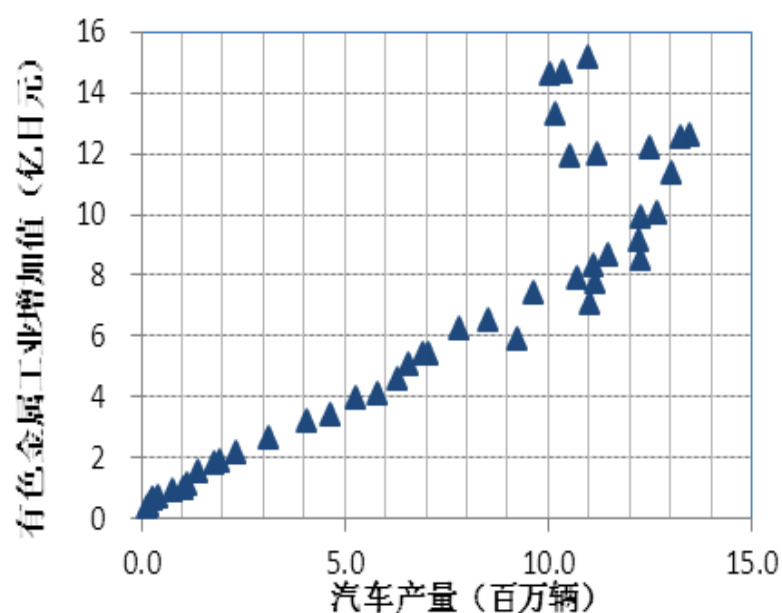
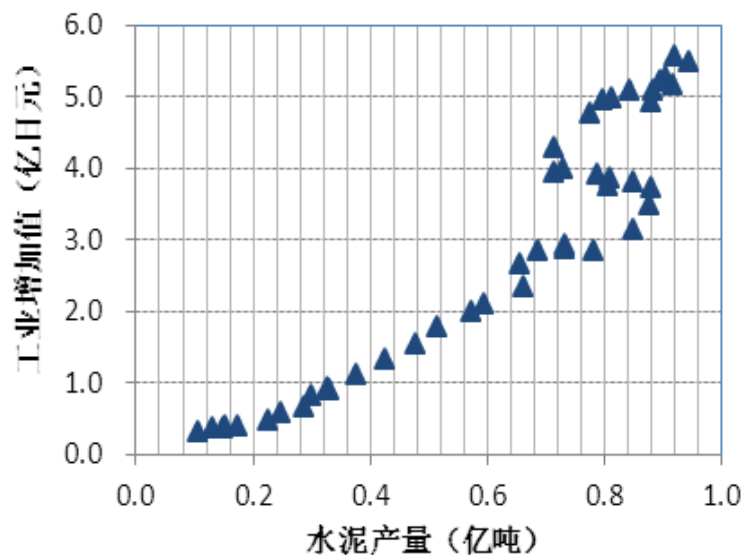
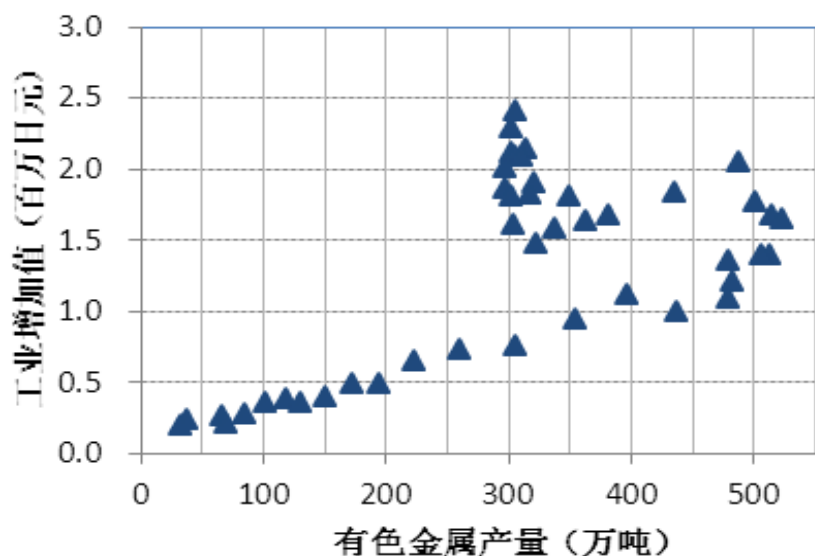
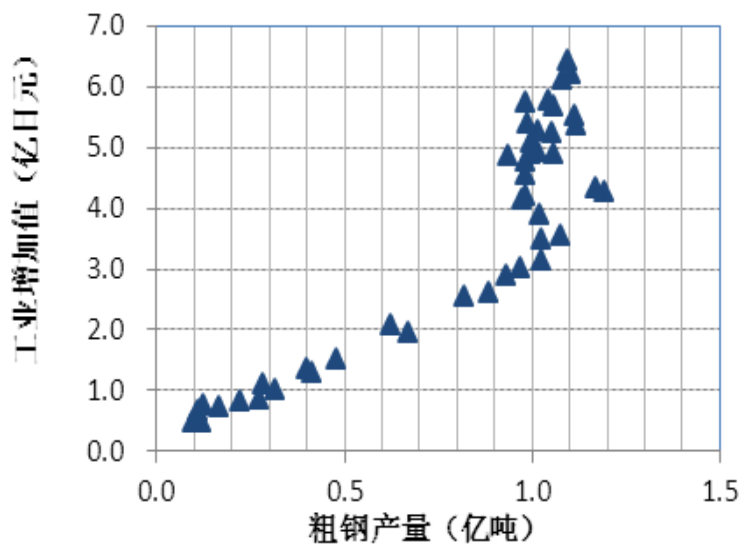
美国（2008）



德国（2009）



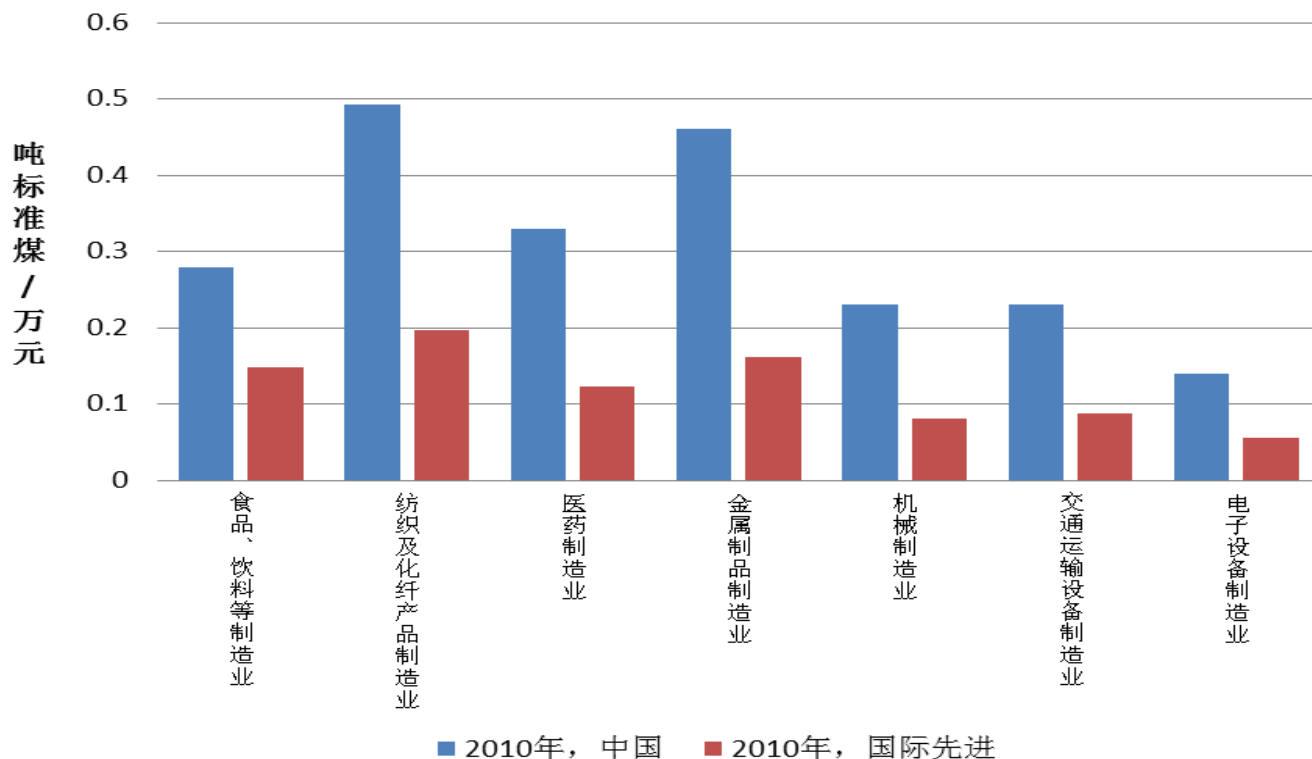
高耗能行业：增加值增长与产量增长“脱钩”



日本主要工业行业产品产量与增加值关系

其他行业控煤：大幅提升煤炭投入产出效率及效益

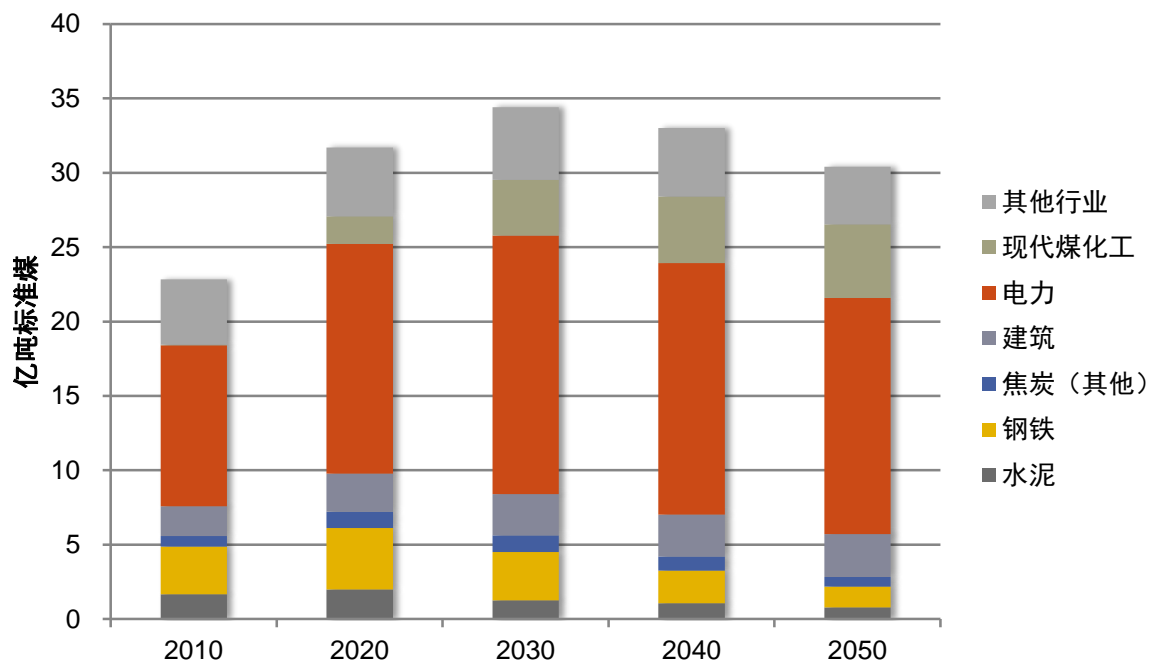
- 非高耗能行业发展是推动工业可持续发展的关键
- 我国非高耗能行业能源效率与国际先进水平存在较大差距
- 通用设备、跨行业领域存在较大的系统节能空间
- 提升物理能效水平之外，核心是增加附加值



我国控煤目标与情景展望

— 参考情景

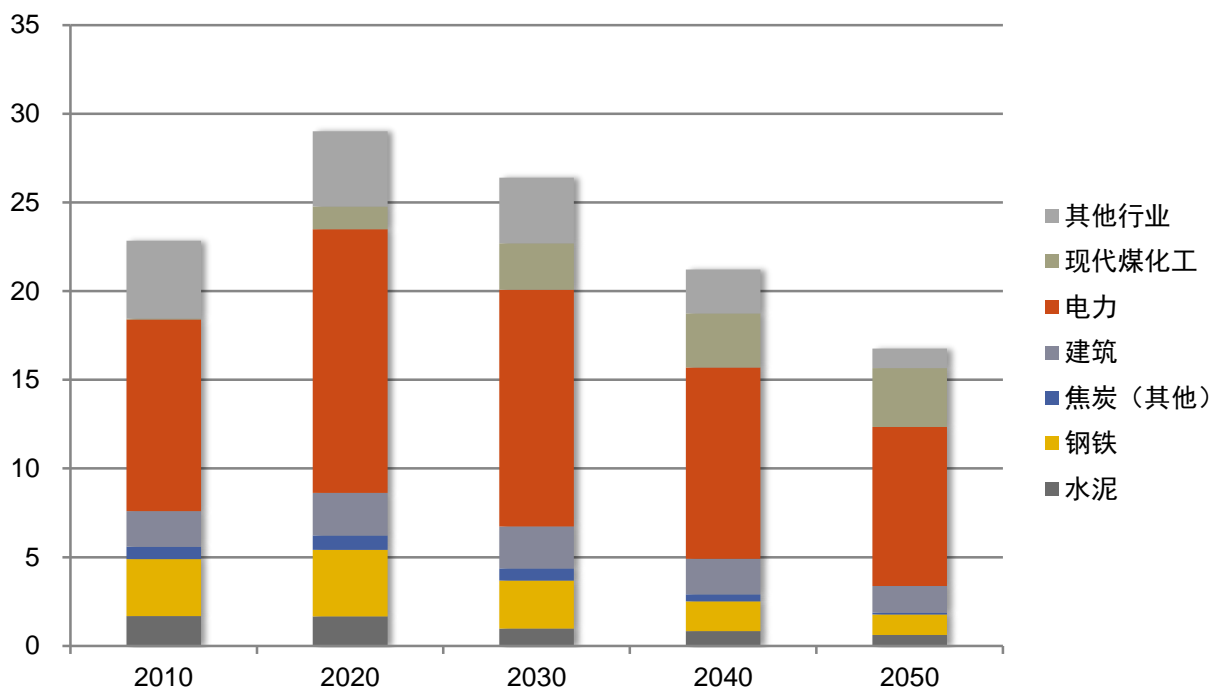
- 煤炭消费持续增长，到2030年左右达到峰值，峰值水平约48.2亿吨原煤（折合约34.4亿吨标准煤）
- 到2050年，煤炭消费约42.6亿吨原煤（约30.4亿吨标准煤），仍比2010年水平高约33%



我国控煤目标与情景展望

— 控制情景

- 煤炭消费持续增长，到2020年左右达到峰值，峰值水平约40.6亿吨原煤；到2030年下降到37亿吨左右
- 到2050年，煤炭消费约23.5亿吨原煤，相当于2020年峰值水平的58%



我国控煤潜力：2020

— 分部门潜力

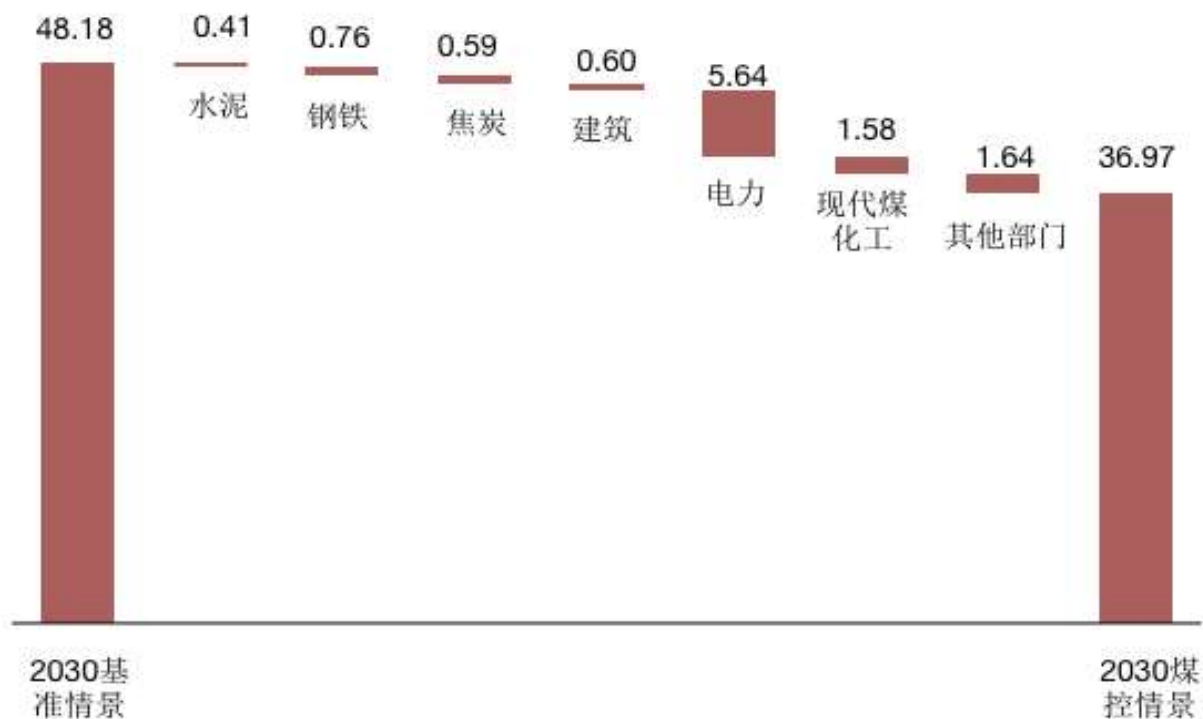
- 电力、现代煤化工、钢铁、水泥、焦炭部门都具有一定的煤炭消费下降潜力
- 电力部门下降潜力约0.82亿吨，煤化工部门下降潜力约0.79亿吨，钢铁部门下降潜力约0.53亿吨，水泥部门下降潜力约0.46亿吨



我国控煤潜力：2030

— 分部门潜力

- 电力部门下降潜力最大，约**5.64**亿吨，占届时全国煤炭下降潜力的**50.3%**
- 现代煤化工部门下降潜力次之，约**1.64**亿吨，占全国下降潜力的**14%**



我国控煤潜力：2050

— 分部门潜力

- 电力部门下降潜力最大，约9.68亿吨，占届时全国煤炭下降潜力的50.6%，主要来自老旧火电机组退役，电源结构优化持续推进
- 现代煤化工部门下降潜力约2.27亿吨，占全国下降潜力的11.9%，主要来自煤化工行业产能达到峰值并且技术能效持续提高



主要结论

- 强化部门节能降耗，能够支撑全国控煤目标实现
- 严格控制高耗能部门产能增长是持续控煤重要前提
- 持续大幅提高能效是控煤的主要途径
- 加快转变发展方式与控煤互为前提、相互促进
- 重构绿色低碳能源体系是控煤的重要基础
- 跨部门、跨领域系统优化具有较大的控煤潜力

政策启示与措施建议

— 把控制煤炭消费总量作为促进工业转型升级重要手段

- 以市场机制为核心，以法律、标准、政策措施为保障，发挥企业、政府、市场合力；
- 从控制总量、优化结构、提升效率和效益作为控制煤炭消费主要途径

— 措施建议

- 切实转变发展模式和消费方式，从源头降低国内高耗能产品产量
- 灵活运用价格、税收、财政等多种手段，健全公平竞争市场环境
- 加大资金投入，提高节能减排技术研发和自主创新能力
- 加快优化电力结构，促进火电高效升级发展
- 促进能效提升和工艺升级，大幅降低钢铁部门煤炭消费
- 以协同处置可燃废弃物为重点，促进水泥部门转型升级
- 以发展绿色建筑为重点，大幅降低建筑部门煤炭消耗
- 严格控制煤化工发展规模，引导现代煤化工高效集约低碳发展
- 加大节能技改力度，推广普及节能高效通用设备

谢谢
敬请批评指正