

煤炭消费总量控制方案和政策研究 ——煤炭的真实成本 2012

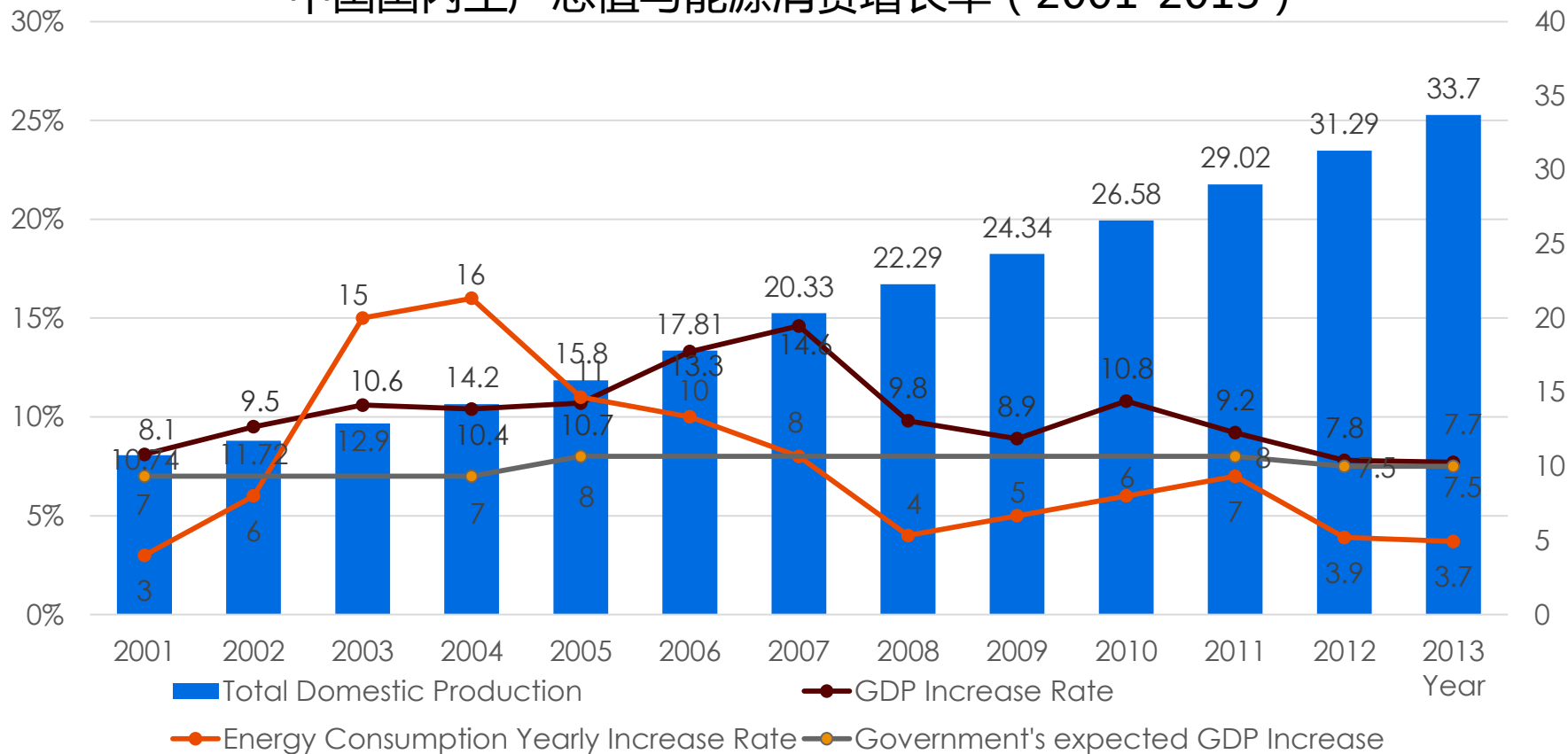
汇报人：滕飞 副教授 清华大学能源环境经济研究所

课题执行单位：

清华大学、环保部环境规划院、国家气候战略中心、中国水利水电科学院、北京大学医学部、社科院、煤炭科学研究总院

2014年11月4日

中国国内生产总值与能源消费增长率 (2001-2013)





课题总体研究思路

影响机理分析

分析煤炭开采、运输、转化和利用过程中对环境、水、安全、健康、温室气体等主要领域的影响；
明确协同效益核算的边界与范围；

实物量核算研究

识别及确定实物量核算的指标；
在实物量核算指标的基础上，确定核算方法；
整理收集数据，进行主要影响的实物量核算；

货币量核算研究

在实物量核算的基础上，确定价值量和货币量的核算方法；
将有关影响的实物量核算指标转换为货币量和价值量，并进行加总分析；

煤炭真实成本研究

在情景组不同情景的基础上，综合不同领域协同效益的实物量和货币量核算研究结果，测算煤炭总量控制情景的量化协同效益；

课题总体研究思路

环规院： 开采、运输、转化及利用过程中的环境及空气质量问题（废水、废气、固废、汞）；

北大医学部： 开采、运输、转化及利用过程中的健康问题；

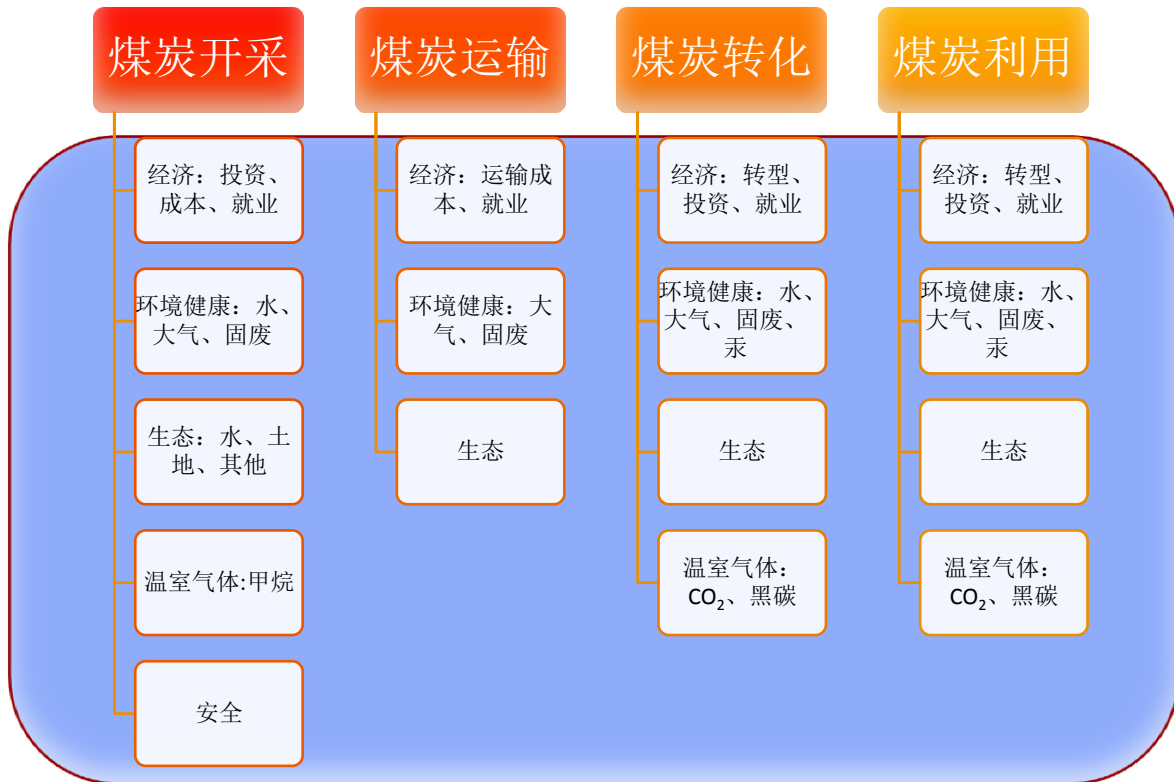
水科院： 开采、运输、转化、利用过程中的水生态系统问题；

气候战略中心： 开采、转化、利用过程中的温室气体问题；

煤科院： 开采、运输中的经济问题，开采过程中的其他生态系统问题（土地及其他生态系统）、安全问题；

社科院： 开采、运输、转化及利用中的就业问题；

清华大学： 煤炭转化、利用中的能源转型问题，总体协调



	煤炭开采	煤炭运输	煤炭转化	煤炭利用
水环境	量化货币化		量化货币化	量化货币化
生态系统	量化货币化			
大气环境		量化货币化	量化货币化 模型分析	量化货币化 模型分析
人体健康	量化货币化		量化货币化 模型分析	量化货币化 模型分析
温室气体	量化货币化	量化货币化	量化货币化	量化货币化



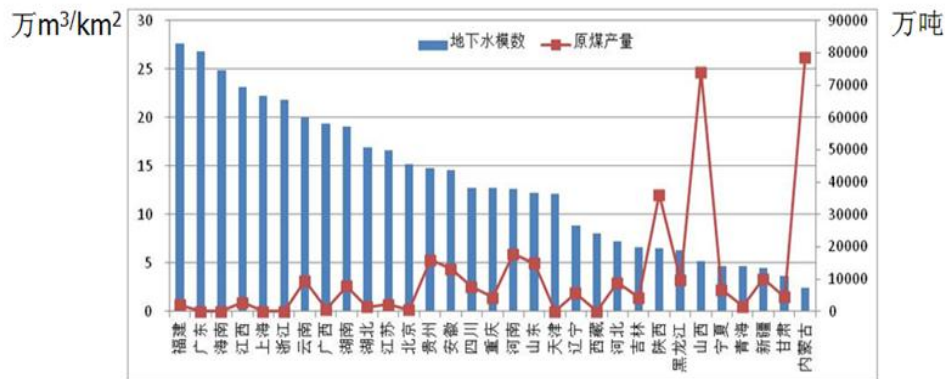
煤炭与水资源现状



□ 我国煤炭资源和水资源呈逆向分布，大部分重点煤炭基地处于水资源供需矛盾较为突出的地区，水资源已对煤炭基地的建设产生了严重制约。

□ 煤炭开采对地下水系统的破坏及对生态环境质量的影响在一定程度上制约了区域经济资源环境的可持续发展。

□ 煤炭运输、转化利用和终端消费等环节对水资源的需求和消耗可能加剧区域水资源紧张形势。



煤炭开采对水资源的影响

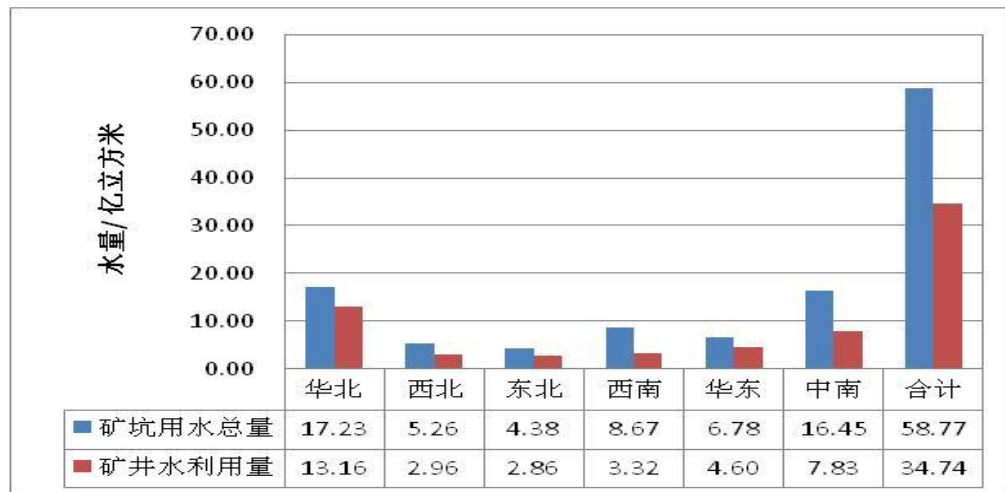
地区	吨煤涌水量(立方米/吨)	煤炭产量(万吨)	矿坑涌水总量(万立方米)	矿井水利用率(%)	矿井水利用量(万立方米)
华北	1.16	148700	172343	76.35	131589
西北	0.93	56500	52602	56.36	29645
东北	2.23	19600	43757	65.29	28567
西南	2.38	36500	86688	38.32	33215
华东	1.94	35000	67830	67.89	46050
中南	5.94	27700	164469	47.62	78313
合计	1.81	324000	587688	59.11	347380

煤炭开采对水资源的影响

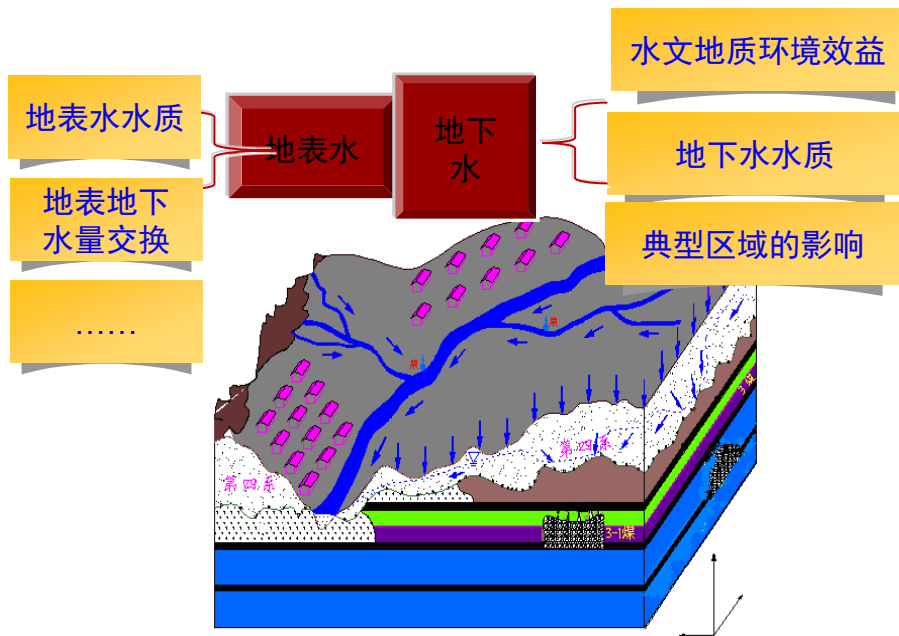
煤炭的开采造成地面塌陷，并且不间断、大规模挖煤形成的漏斗、水位下降以及水污染等对水资源形成极大的破坏。

以山西为例，每开采1吨煤，破坏地下水动储量（通过垂直于流向的含水层断面的地下水）为1.41立方米，破坏地下水静储量（储存于地下水最低水位以下含水层中的重力水）为1.07立方米，合计为2.48立方米。每年因煤炭开采而破坏的地下水资源达到十几亿立方米，将加大缺水地区的水资源供需矛盾。

全国矿坑涌水总量达到58.77亿立方米，矿井水利用率尚不足60%，全年矿井水利用量34.74亿立方米，



煤炭生产加工过程对水质的影响



直接污染: 由于煤矿开采，煤层底板遭到破坏，矿坑中大量有害物质将通过地下水流迁移，污染深层岩溶水；

间接污染: 矿坑排水未经任何处理，排出井外，汇入地表河系，造成地表水的污染，进而污染地下水；

间接污染: 在煤矿开采过程中，产生大量的煤矸石，由于煤矸石含有 SiO_2 、 Al_2O_3 以及铁、锰、硫等常量元素，还有铅、锡、汞、砷、铬等微量重金属元素，在自然的风化过程中一些有害有毒元素会不断的释放出来，在大气降水的冲刷和淋溶作用下随地表径流进入水体，对周边溪流水质造成严重污染，并通过食物链等途径直接或间接地危害人类健康；

间接污染: 不同类型煤矸石对水质影响程度不同。煤矸石堆场地表径流中 SO_4^{2-} 、Fe和Mn含量变化主要受煤矸石的类型及降雨强度的影响，地表径流水中 SO_4^{2-} 、Fe和Mn含量的大小顺序为：泥质型煤矸石>砂质型煤矸石>煤矸石夹土。

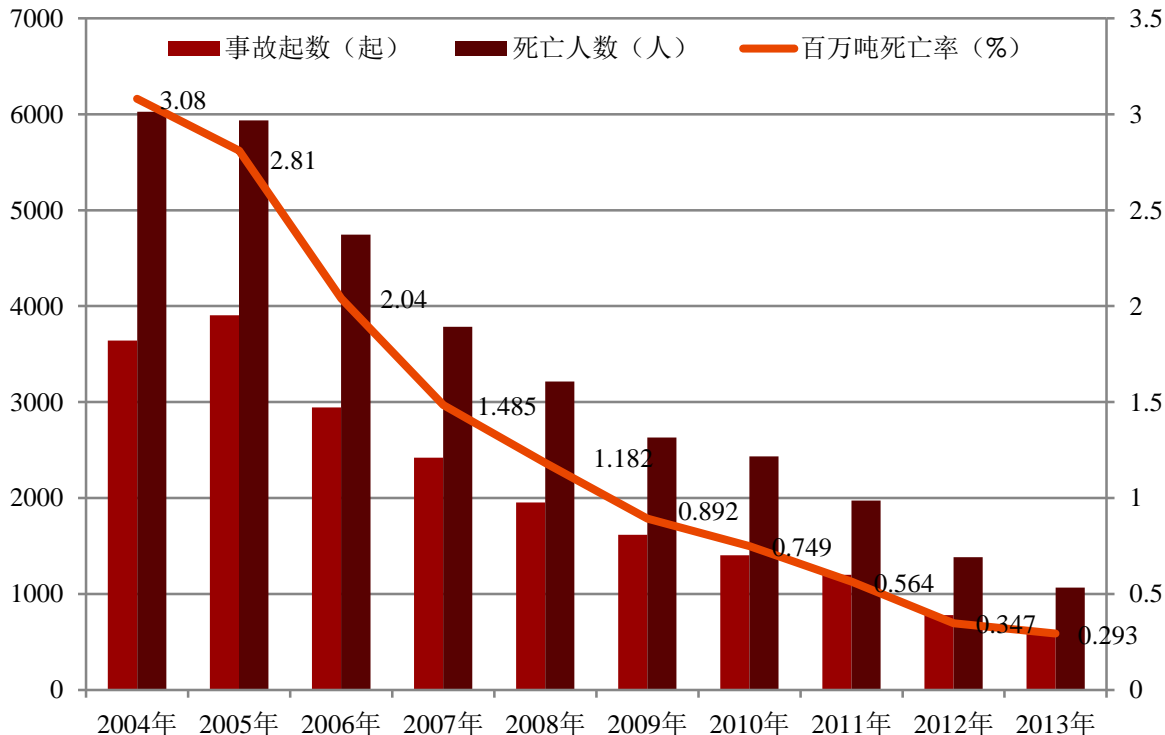
煤炭生产对生态系统的影响

- 煤炭开采过程中产生大量煤矸石，在自然风化和降雨作用下，煤矸石中的有害元素析出，对周边水体及农田产生污染。据统计，2012年我国煤炭开采产生煤矸石5.6亿吨，全国堆存62亿吨，占地2万公顷，煤矸石堆存自燃和缓慢氧化排放二氧化硫110万吨；
- 煤炭开采产生严重的地表塌陷，是亟待解决的地质环境问题。目前我国每万吨煤炭生产导致的地表塌陷就多大2700m²，每年约800平方公里土地遭到破坏；
- 煤炭开采还会造成植被退化和土地沙化等生态问题，导致水土流失、土地沙漠化加剧，使脆弱的生态环境更加恶化；

煤炭生产对人体健康的影响

2013年全国煤矿共发生各类事故**604起**、死亡**1067**人，煤矿百万吨死亡率**0.288**；

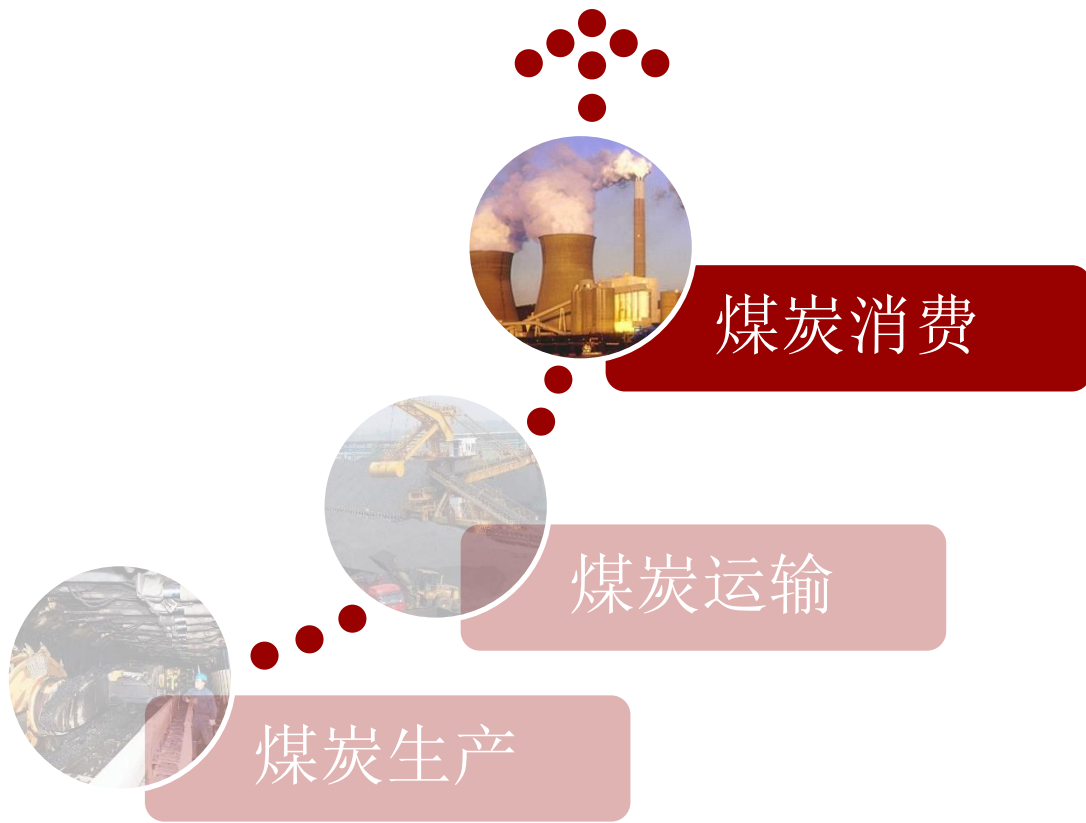
2012年我国共报告尘肺病新病例**24206**例，占职业病总例数的**88.27%**，**95.01%**的病例为煤工尘肺和矽肺，分别为**12405**例和**10592**例，**54.52%**分布在煤炭行业。





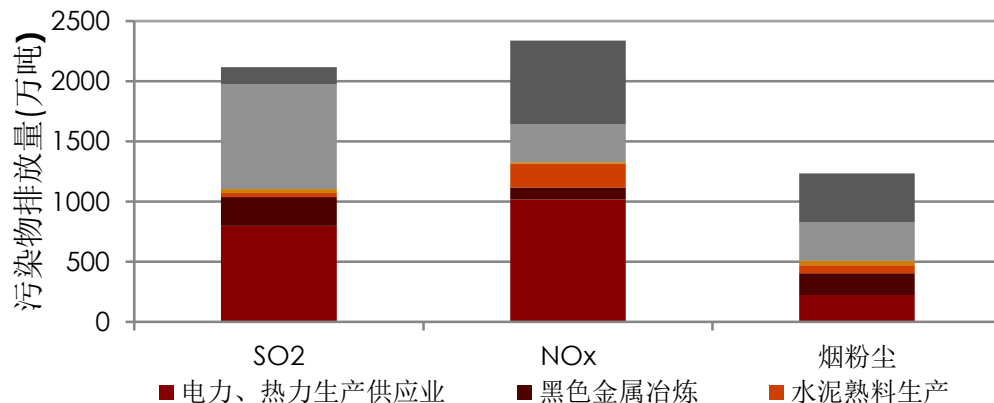
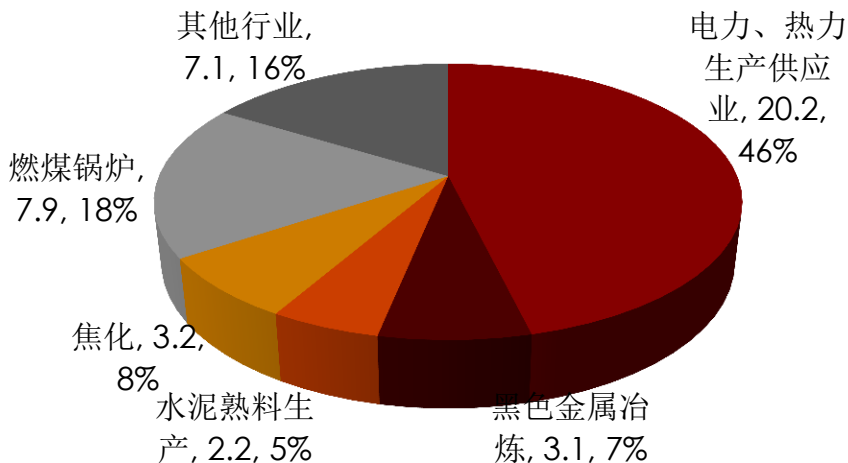
煤炭运输对环境及人体健康的影响

	公路	水运	铁路
安全成本 (分/tkm)	11.42	0.09	0.3
噪声成本 (分/tkm)	0.89	0	0.38
空气污染成本 (分/tkm)	1.80	0.30	0.24
合计 (分/tkm)	14.11	0.39	0.92



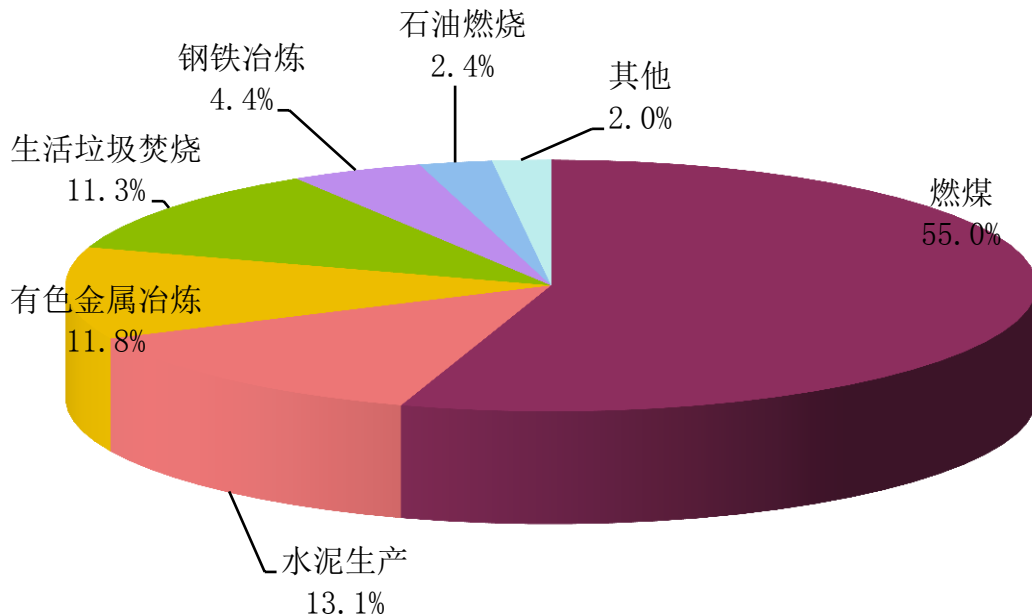
煤炭消费的大气污染物排放

行业	耗煤量(亿吨)	SO ₂ (万吨)	NO _x (万吨)	烟粉尘(万吨)
电力、热力生产供应业	20.2	797	1018.7	222.8
黑色金属冶炼	3.1	240.6	97.2	181.3
水泥熟料生产	2.2	33	198	67
焦化	3.2	34	14	37.7
燃煤锅炉	7.9	873	316	320
重点行业占比	83.7%	93.4%	70.3%	67.2%

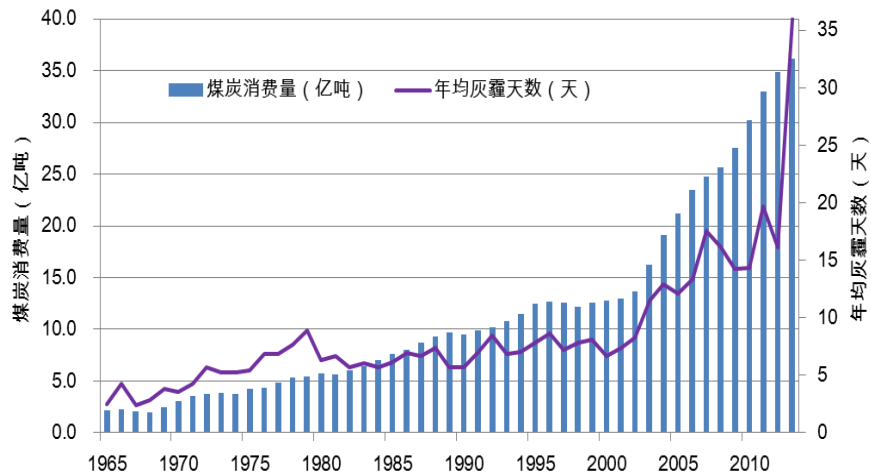


煤炭消费的大气汞排放

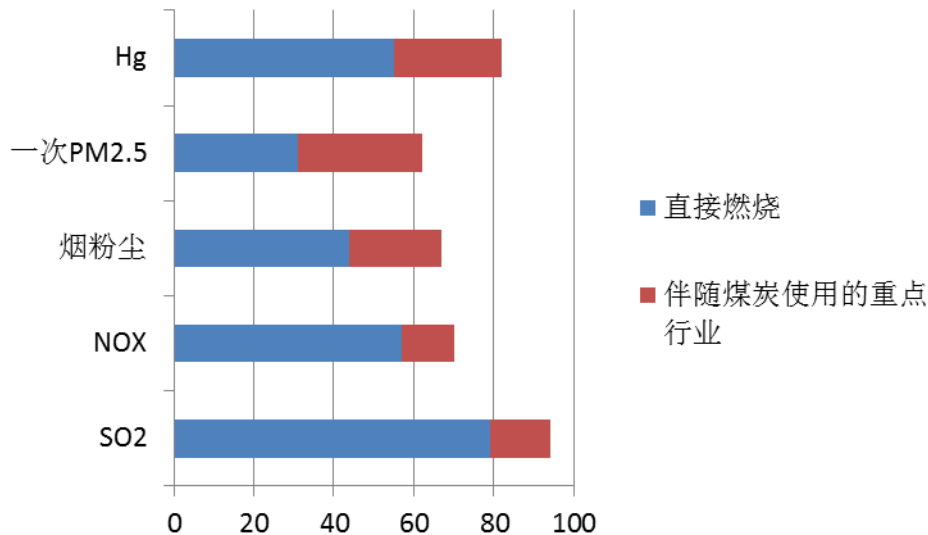
- 2010年我国人为源大气汞排放量为650吨左右，燃煤大气汞排放为357.5吨，占大气汞排放总量的55%，单位煤炭大气汞排放强度为0.11g/t煤。
- 其中，燃煤电厂大气汞排放量为110吨左右，电力行业单位燃煤大气汞排放强度为0.063g/t煤。



因煤排放对PM2.5贡献

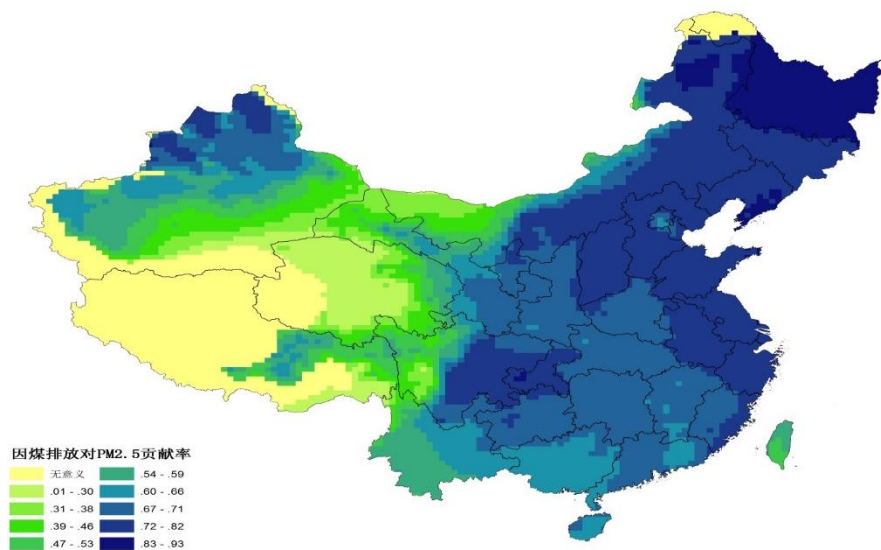


燃煤消费量与灰霾天数高度相关

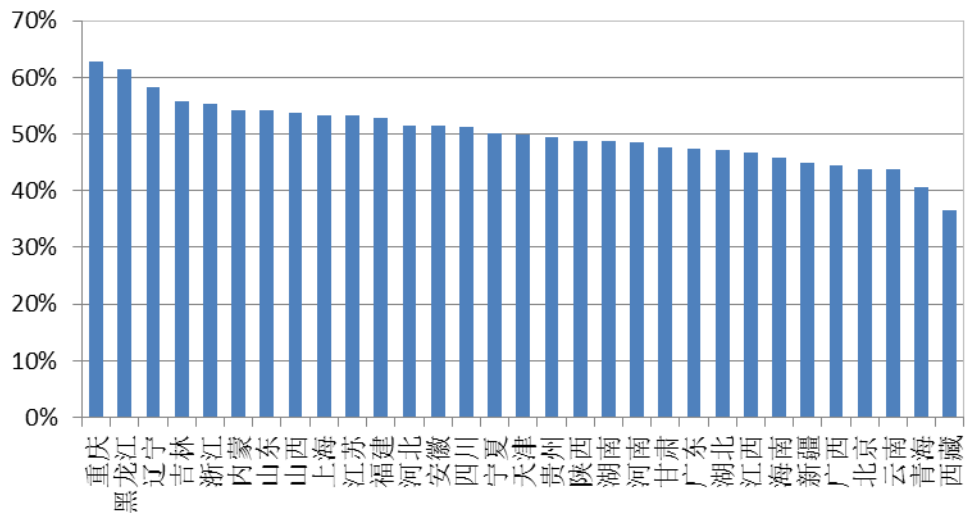


煤炭直接燃烧排放一次PM_{2.5}占31%
因煤重点行业排放一次PM_{2.5}占63%

因煤排放对PM2.5贡献



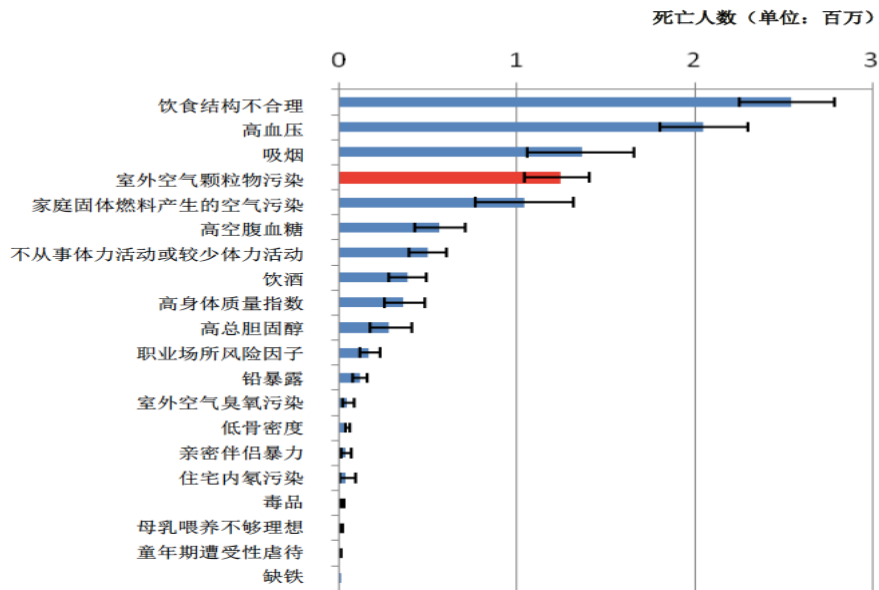
因煤排放对PM2.5贡献



各省市因煤排放对PM2.5贡献

煤炭消费对空气质量及人体健康的影响

2010年中国 20 个首要致死风险因子



来源: 全球疾病负担报告2010

□ 在所有风险因子中, 室外空气颗粒物污染在死亡率和整体健康负担中排名第四位;

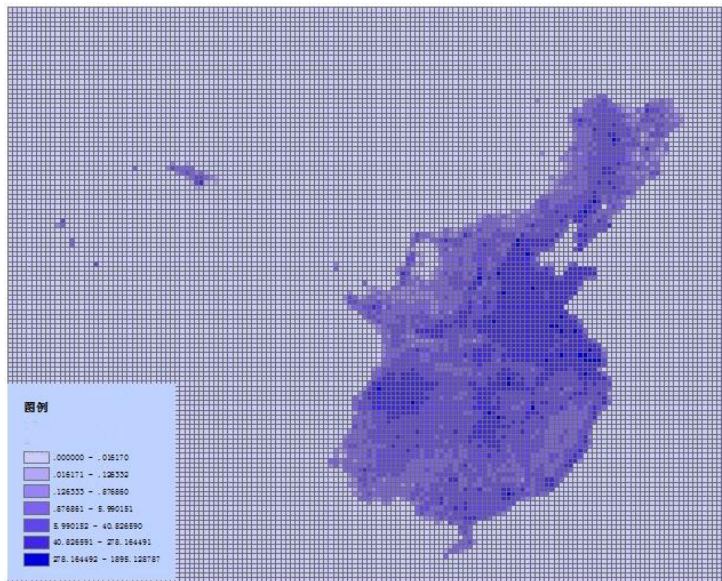
□ 对呼吸系统影响: PM2.5通过呼吸进入人体后, 可破坏呼吸道防御机能, 并通过炎症反应和氧化应激对肺部造成损害。

□ 对心血管系统影响: 国外已经有大量流行病学研究资料提示, PM2.5的浓度上升可以增加心肺血管疾病发生的风险。

□ 重金属影响: 金属元素对机体产生急性健康效应的机制可能是促进自由基的产生;

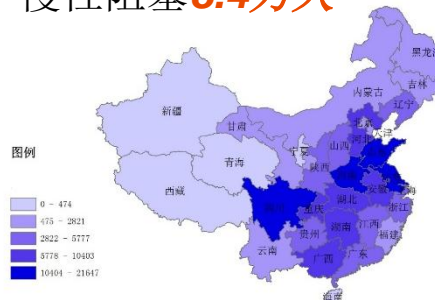
□ 致癌及其它影响, PM2.5已在2013年被国际癌症研究机构(IARC)确认为是致癌物, 致癌级别与吸烟、食用发霉食物、遭受紫外线辐射和呼吸甲醛等归为一类。

煤炭消费对人体健康的影响

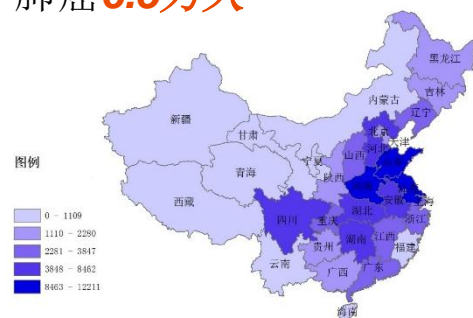


2012年合计因煤排放PM2.5造成的
超额死亡人数为**67万人**

慢性阻塞**8.4万人**



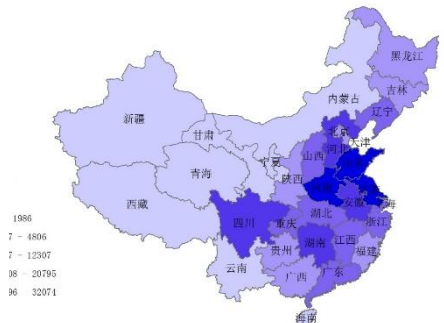
肺癌**6.5万人**



脑卒中**35万人**



缺血性心脏病**17万人**



煤炭开采运输及利用对温室气体的影响

煤炭生产过程中的甲烷排放

- ◆ 我国三种类型煤矿在不考虑回收利用条件下的甲烷涌出系数分别为：低瓦斯矿井 $0.74 \text{ m}^3/\text{吨}$ ，高瓦斯矿井 $11.43 \text{ m}^3/\text{吨}$ ，瓦斯突出矿井 $40.95 \text{ m}^3/\text{吨}$ 。
- ◆ 以2010年为基年，全国对煤炭瓦斯的回收利用量约为 21.94 亿m^3 ，2010年煤炭生产的甲烷排放因子（单位煤炭生产量对应的甲烷排放量）为 $6.92 \text{ m}^3/\text{t}$ ，相当于二氧化碳当量 $103.8 \text{ kgCO}_2\text{e}$ 。

煤炭运输排放因子

	碳排放量 (kgCO_2/t)
铁路	3.62
公路	33.0
水路	37.5
平均	16.7

黑碳排放因子

	文献排放因子 kg/t	2007 清单排放因子 kg/t
工业	0.32; 1.1-1.58	1.34(除尘前) 0.201 (除尘后)
发电	0.003~0.32; 0.0095	0.2 (除尘前) 0.012 (除尘后)
居民生活	0.12-0.37; 1.58-4.1; 1.83; 5; 0.28;	1.57

煤炭开采、运输及利用对温室气体排放的影响

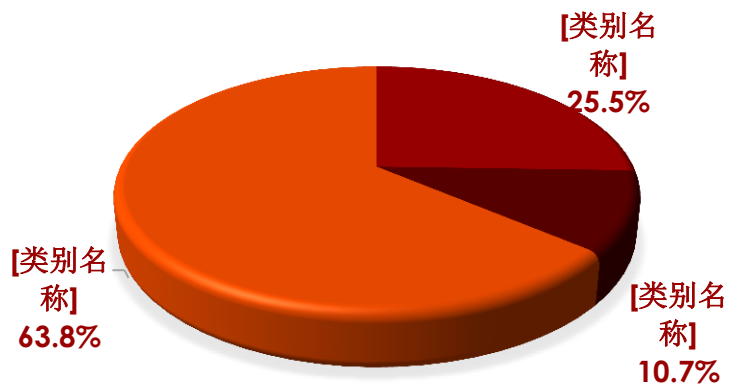
目前基于主流全球综合评价模型的估计结果在12美元（5%折现率）到64美元（2.5%折现率）之间，但具有较大的不确定性。

	温室气体排放控制 (kg /吨煤)	温室气体排放控制 (kg CO2e/吨煤)	社会成本 (元/吨煤)
煤炭生产	CH4 4.64	92.4	6.8
煤炭运输	CO2 16.7	16.7	1.2
煤炭消费	CO2 1890 黑碳 0.95	2070	152.8
总量		2179	160.8

*文献：Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, United States Government, Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis, 2013

煤炭生产、运输及消费的真实成本估算

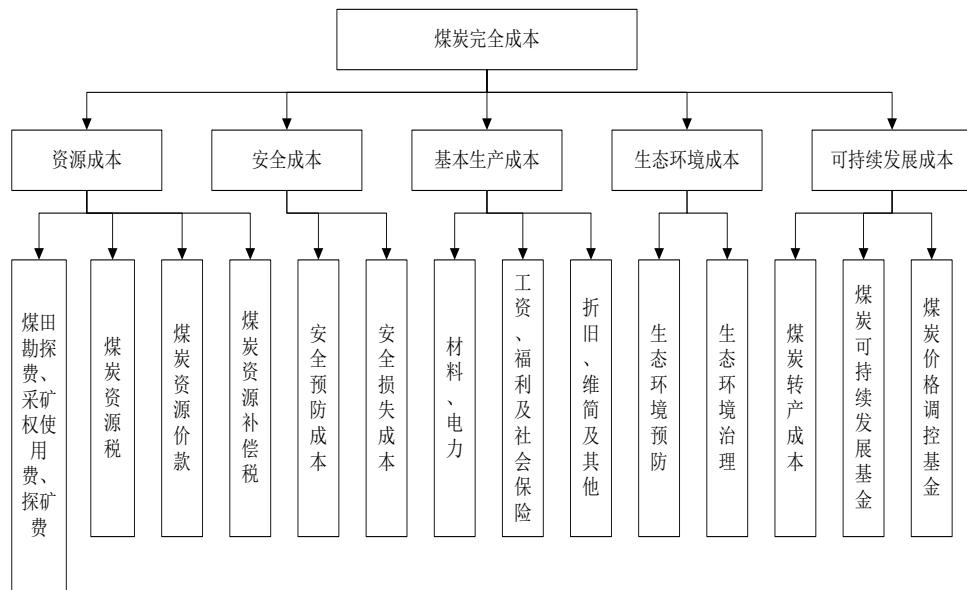
煤炭的真实成本 (元/吨)



环节	类别	分项	元/吨	
煤炭生产	煤矿资源	资源浪费	11.00	
		水资源	水资源耗减	27.65
			水资源污染	5.81
	生态系统	农业生态系统	2.00	
		水土流失及生态退化	19.30	
	人体健康	矿工人员死亡	0.23	
		职业病直接损失	0.14	
		职业病间接损失	0.21	
		合计		66.34
煤炭运输	公路运输	事故、噪声、环境等	23.6	
		铁路运输	事故、噪声、环境等	2.75
	水路运输	事故、噪声、环境等	1.48	
	合计		27.8	
煤炭消费	人体健康	缺血性心脏病、脑卒中、慢阻肺及肺癌等超额死亡	166.2	
总计			260.3	

煤炭生产、运输及消费的真实成本估算

	现行税费标准 (元/吨)	本测算 (元/吨)
煤炭生产的资源成本	8	11
煤炭生产的环境成本	40	55
煤炭消费的损害成本	5	166



主要结论

- 我国煤炭生产与消费的真实损害成本大约为**260元/吨煤**，其中煤炭生产的损害成本约为**66元/吨煤**，占**25%**；煤炭消费的隐藏成本约为**166元/吨煤**，占**64%**；
- 我国的煤炭定价机制虽然部分考虑了这些社会成本，但环境税费的程度却远远不足以将这些外部成本内部化。我国目前煤炭定价机制中的环境税费仅为**30-50元/吨煤**，且大部分集中在生产端，煤炭消费侧的排污费仅为**5元/吨煤**左右。而本研究的结果表明，在煤炭的外部社会成本中有**64%**发生在煤炭的消费侧，约为**166元/吨**，远高于现行的排污收费水平；
- 通过制定合理的煤炭生产和消费的环境税费，将煤炭生产和消费过程中产生的外部损害成本内部化，利用价格的手段调整煤炭的合理生产与消费，实现能源结构的调整和优化。

谢谢！