

Global Burden of Disease from Major Air Pollution Sources:
China Coal and Other Source-Specific Burdens
全球主要空气污染源造成的疾病负担：
中国煤炭及其它特定源负担

Dan Greenbaum

丹·格林班姆

President, Health Effects Institute

美国健康效应研究所所长

Coal Cap Conference

煤炭消费总量会议

Beijing

北京

November 4, 2015

2015年11月4日

Trusted Science • Cleaner Air • Better Health
相信科学 • 净化空气 • 更加健康



Air Pollution and the Global Burden of Disease

空气污染及全球疾病负担

- Air Quality and Health
- 空气质量和健康
 - Estimating the Global Burden of Disease GBD
 - 全球疾病负担(GBD)评估
 - GBD 2013: The Latest Results
 - 2013年全球疾病负担：最新结果
 - GBD MAPS: Understanding Source-Specific Health Impacts
 - 全球疾病负担地图：理解特定源对健康的影响
 - The First Results for China
 - 中国初步结果
 - Examining Today's Burden – and future control scenarios
 - 检查当前的负担及未来控制方案
- Concluding Thoughts
- 归纳总结

Trusted Science • Cleaner Air • Better Health
相信科学 • 净化空气 • 更加健康



The Health Effects Institute

健康效应研究所(美)

Trusted Science → *Cleaner Air* → *Better Health*

相信科学 → 净化空气 → 更加健康

- An independent non-profit institute providing trusted science on the health effects of air pollution for 35 years
这是一家非盈利性独立机构，35年以来，它致力于为健康危害性污染提供可靠科学解决方案。
- **Balanced Core Support**
平衡核心支持
 - US EPA and Industry (Worldwide Motor Vehicle)
美国环保署及工业(全球机动车)
- **Partnerships**
合作伙伴
 - Also WHO, ADB, Clean Air Asia, TERI, Sri Ramachandra Medical School, EU, US DOE, industries, foundations, others
另有世界卫生组织、亚洲开发银行、亚洲清洁空气中心、印度Tata能源研究院、Sri Ramachandra医学院、欧盟、美国能源部、工业界、基金会及其它
- **Independent Board and Expert Science Committees**
独立委员会及科学专家委员会
 - 所有学科的监督和重点评审
 - Oversee and intensively peer review all science
印度、中国及许多其它国家的专家
 - International experts from India, China, many others
- Over 350 scientific reviews, reanalysis conducted around the world, including increasingly in Asia
350多项科学评论，并围绕世界，更多包括亚洲进行的再分析。

Understanding local impacts in a global context to inform policy

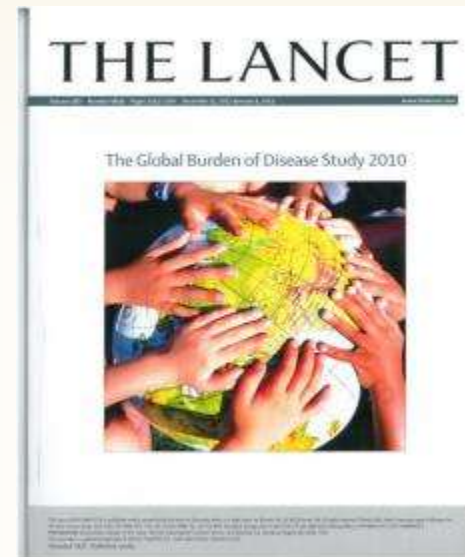
了解全球背景条件下的局部影响，为政策制定提供信息。



The Global Burden of Disease (GBD)

全球疾病负担(GBD)

- A systematic scientific effort to quantify the magnitude of health loss from disease and injuries in 187 countries around the world from 1990 to 2010
- 通过系统科研工作，确定187个国家在1990~2010年期间因疾病而造成的健康损害程度。
 - E.g. cardiovascular disease, respiratory disease, HIV-AIDS, cancer, road traffic injuries and
 - 例如：心血管疾病、呼吸道疾病、爱滋病、癌症、交通事故伤害及
- Risks factors associated with those diseases
- 与这类疾病相关的风险因素。
 - E.g. smoking, diet, high blood pressure, air pollution, overweight
 - 例如：抽烟、饮食、高血压、空气污染、肥胖
 - GBD 2010, published in *The Lancet* December 2012
 - 美国2010年全球疾病负担(GBD)，2012年12月，
- Organized by the Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), U Wash.
- 刊登于由美国华盛顿健康指标与评估研究所(IHME)主办的《柳叶刀》周刊
- *HEI leadership for outdoor air pollution*
- *健康效应研究所(HEI)主导的室外空气污染项目*



NEW: The Global Burden of Disease (GBD) 2013

NEW: 2013 年全球疾病负担(GBD)

More Comprehensive

更为全面

- ***Health loss from over 291 diseases and injuries in 188 countries.***
- 188个国家超过291项疾病与损伤造成的健康损失。
 - ***New estimates for all 76 risk factors including ambient and household air pollution***
 - 对所有76项风险因素，包括环境及家庭空气污染进行的新评估
 - ***Provincial level estimates for China, UK, Mexico***
 - 中国、英国、墨西哥省级评估

Advanced Science

尖端科学

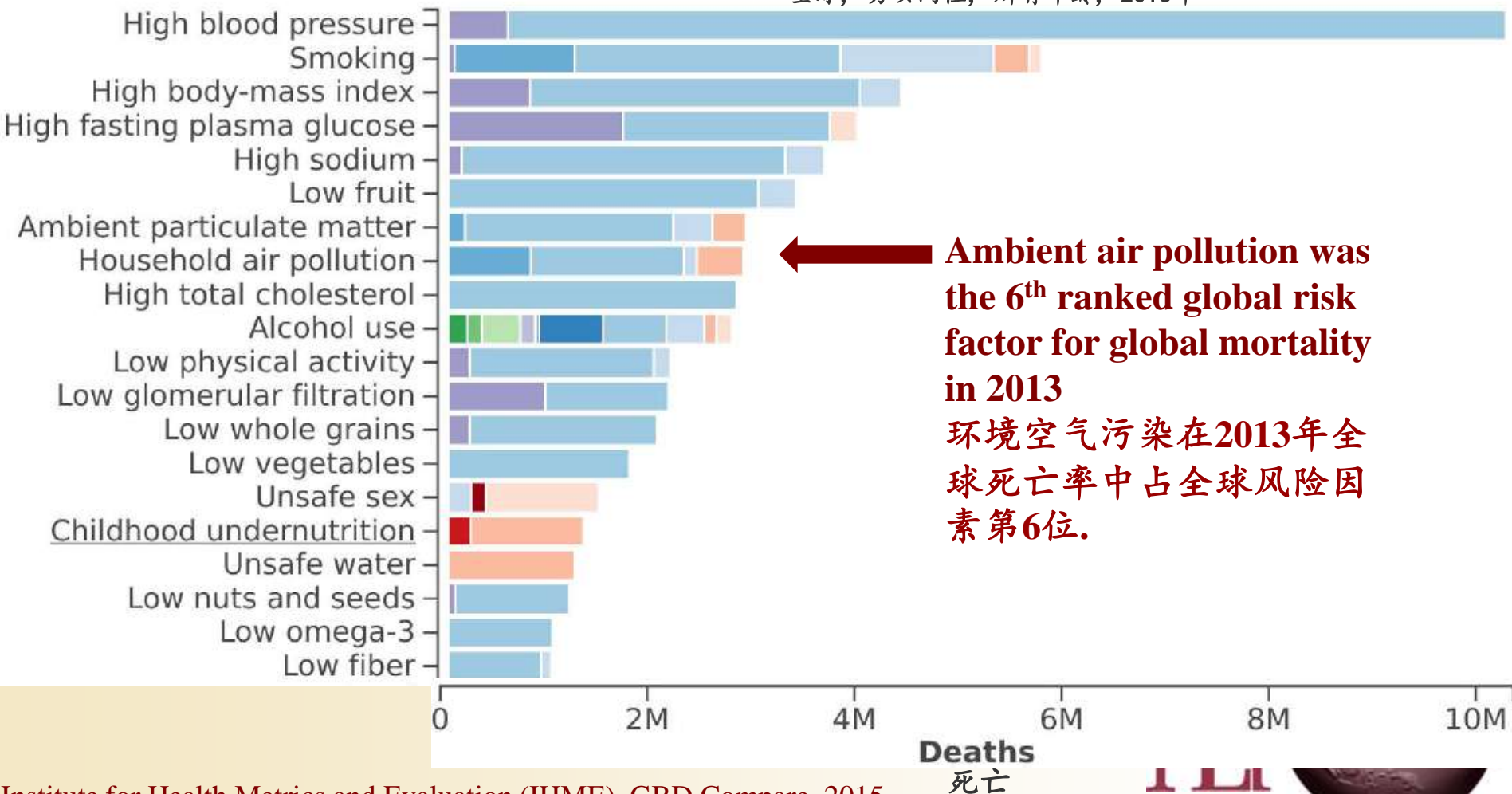
- ***Expands upon the methodology, datasets and tools in GBD 2010 including for air pollution – PM_{2.5}, ozone, household***
- 详细叙述了解决2010年全球疾病负担的方法、数据和工具，包括空气污染–PM_{2.5}、臭氧、家居
 - ***New improved PM_{2.5} exposure data from ground level monitors, satellites, transport models***
 - 通过地面监控、微型、运输模式新改进的PM_{2.5}暴露数据
- ***PM health risk estimates now include 13 epidemiologic cohort mortality studies including new, large studies published since 2010***
- PM健康风险评估目前包括13种流行病队列死亡率研究，包括2010年以来公布的新的大型研究项目
 - ***New data on pneumonia in children and adults***
 - 儿童及成人肺炎的相关新数据



**GBD 2013 Premature Deaths:
Air Pollution among top 20 global risk factors**
2013年全球疾病负担导致的过早死亡:
20项头等全球风险因素之一——空气污染

Global, Both sexes, All ages, 2013

全球, 男女两性, 所有年龄, 2013年



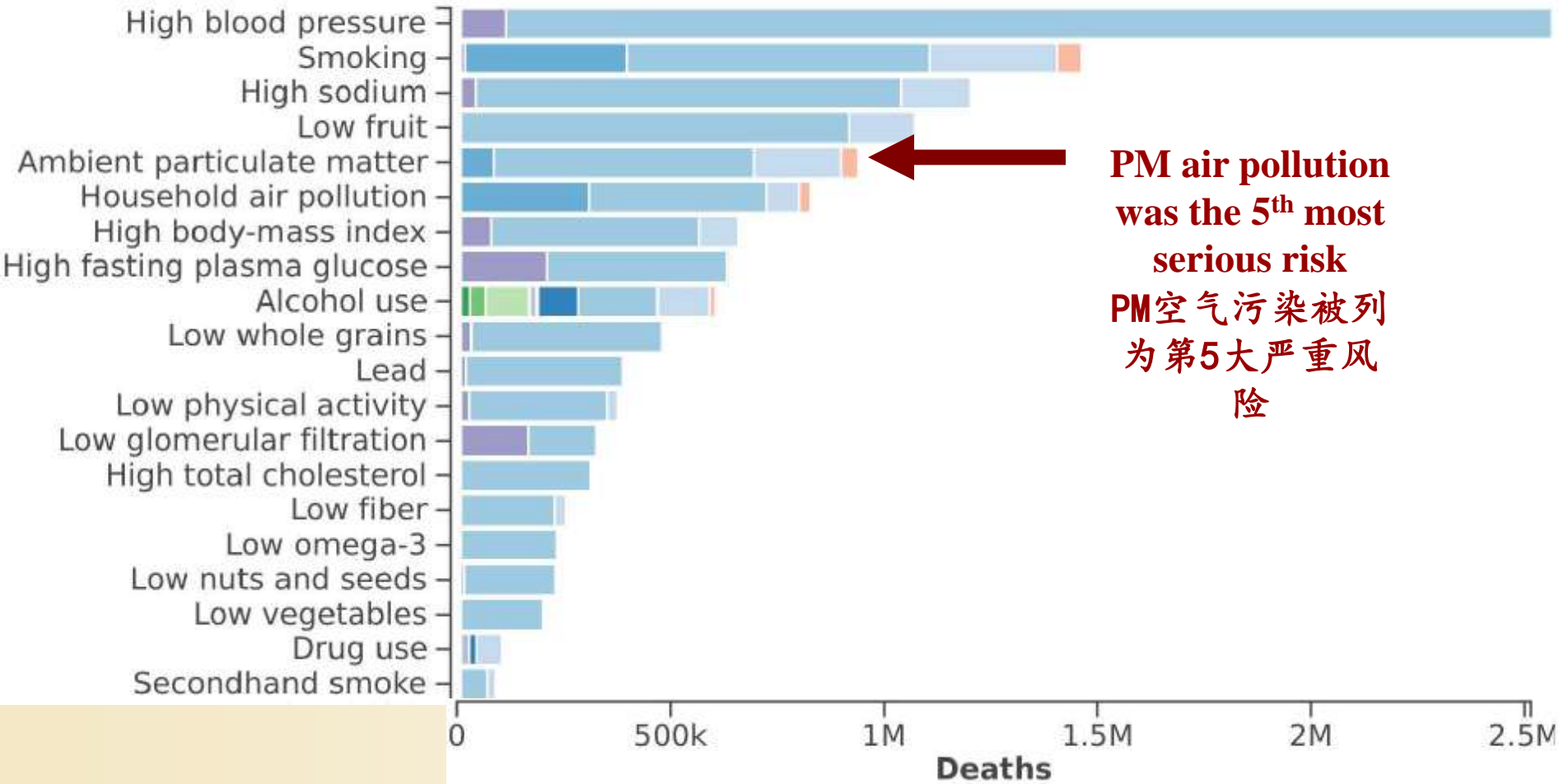
China GBD 2013:

Premature deaths attributable to all risk factors

2013年中国全球疾病负担(GBD): 所有风险因素导致的过早死亡

China, Both sexes, All ages, 2013

全球, 男女两性, 所有年龄, 2013年



PM air pollution was the 5th most serious risk
PM空气污染被列为第5大严重风险



GBD MAPS: Understanding Source Specific Impacts

全球疾病负担地图：理解特定源对健康的影响

- Source-specific impacts best inform, drive climate and air pollution control measures
- 特定源影响为解决气候及空气污染提供最佳信息和措施。
- GBD MAPS: *Global Burden of Disease from Major Air Pollution Sources*
- 全球疾病负担地图：主要空气污染源造成的全球疾病负担。
- New HEI-IHME initiative to understand source-specific impacts (e.g. coal, transport)
- 美国健康效应研究所(HEI)及健康指标与评估研究所(IHME)发起了解特定源影响(例如：煤炭、运输)的新倡议。
 - *China, India, Eastern Europe*, in a global context
 - 以全球为背景的中国、印度、东欧。
 - Using GBD 2013 methods, data
 - 采用2013年全球疾病负担方法和数据。
 - At national, provincial levels
 - 国家和省级。
- In partnership initially with leading Chinese, Indian partners (Tsinghua, IIT-B, others)
- 最初主要与中国和印度合作伙伴合作(清华大学、印度孟买理工学院、其它)。

Underway now; China results expected in 2015;

正在进行的项目；中国有望于2015年见成果；

India in 2016

印度2016年见成果。

Trusted Science • Cleaner Air • Better Health

相信科学•净化空气•更加健康



GBD MAPS International Steering Committee

全球疾病负担地图国际指导委员会

Dan Greenbaum / Bob O’Keefe

Health Effects Institute

美国健康效应研究所

Terry Keating

US EPA

美国环保署

Hao Jiming

Tsinghua University

清华大学

Yang Gonghuan

Peking Union Medical College

北京协和医学院

Christopher Murray

IHME

健康指标与评估研究所

Majid Ezzati

Imperial College, London

伦敦帝国学院

K Srinath Reddy

Public Health Foundation of India, Delhi

印度新德里公共卫生基金会

Michal Krzyzanowski

Kings College, London

伦敦大学国王学院

Greg Carmichael

WMO/U Iowa

世界气象组织/爱荷华大学

HEI



GBD MAPS Working Group

全球疾病负担地图工作组

Michael Brauer (co-chair)

Aaron Cohen (co-chair)

Wang Shuxiao

Zhang Qiang

Ma Qiao

Zhou Maigeng

Yin Peng

Chandra Venkataraman

Pankaj Sadavarte

Wang Yuxuan

Kan Haidong

Randall Martin

Aaron van Donkelaar

Richard Burnett

Mohammad Forouzanfar

Joseph Frostad

University of British Columbia

英属哥伦比亚大学

Health Effects Institute

美国健康效应研究所

Tsinghua University

清华大学

Tsinghua University

清华大学

Tsinghua University

清华大学

China CDC

中国疾病预防控制中心

China CDC

中国疾病预防控制中心

IIT Bombay

印度孟买理工学院

IIT Bombay

印度孟买理工学院

University of Texas, Galveston

加尔维斯顿德克萨斯州大学

Fudan University

复旦大学

Dalhousie University

达尔豪斯大学

Dalhousie University

达尔豪斯大学

Health Canada

加拿大卫生部

IHME

健康指标与评估研究所

IHME

健康指标与评估研究所



GBD MAPS: All the Major Sources

全球疾病负担地图：所有主要根源

- Transportation (on-road, non-road)
- 运输(道路、非道路)
- Household Biomass
- 家用型生物质
- Brick Kilns
- 砖窑
- Coal:
- 煤炭：
 - Power, Industry, Domestic
 - 电力、工业、家居
- Non-coal Industrial
- 非煤炭工业
- Agriculture
- 农业
- Open Burning
- 露天焚烧
- Solvent Use
- 溶剂使用

Trusted Science • Cleaner Air • Better Health

相信科学•净化空气•更加健康



GBD MAPS Approach

全球疾病负担地图法

1. Estimate spatially-resolved fractions of $PM_{2.5}$ from coal-combustion and other sources

评估燃煤及其它源的空间分辨颗粒 $PM_{2.5}$

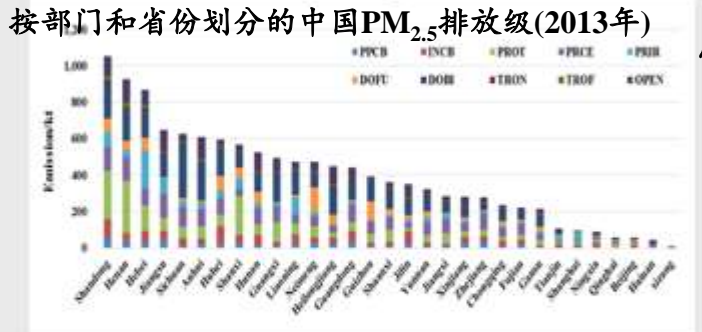
2. Multiply spatially-resolved fractions with ambient $PM_{2.5}$ from GBD at 10x10 km resolution to estimate source-specific ambient $PM_{2.5}$

按10 x 10公里的分辨率，将空间分辨颗粒 $PM_{2.5}$ 与环境全球疾病负担 $PM_{2.5}$ 相乘，来评估特定源环境的 $PM_{2.5}$ 。

3. Combine source-specific ambient $PM_{2.5}$ and GBD $PM_{2.5}$ burden estimates to estimate coal combustion and other source contributions to disease burden

结合特定源环境 $PM_{2.5}$ 及全球疾病负担 $PM_{2.5}$ 数据来评估煤炭燃烧及其它源造成的疾病负担

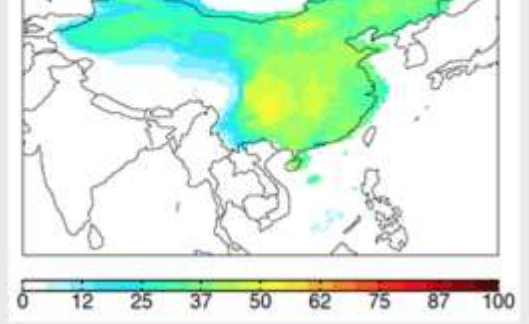
China $PM_{2.5}$ emissions by sector and province (2013)



Emissions sectors : AGRL: Agricultural livestock; AGRF: Agricultural fertilizer; DOFU: Domestic fuel use (non-biomass); DOBI: Domestic biomass; DOCB: Domestic combustion; DOSO: Domestic solvent use; DOTH: Domestic and other; INCB: Industrial combustion; OPEN: Open burning; PPCB: Power plant combustion; PRCE: Cement emissions; PRIR: Iron and steel emissions; PROT: Industrial processes; PRSO: Industrial solvent use; TRON: Transport emissions on-road; TROF: Transport emissions off-road

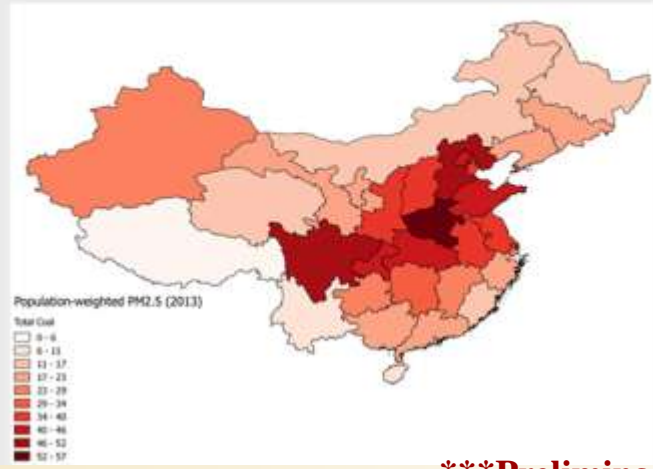
Percent contribution of total coal combustion to GEOS Chem simulated $PM_{2.5}$ concentrations

总煤炭燃烧占GEOS Chem (大气化学传输模式)模拟 $PM_{2.5}$ 浓度百分比



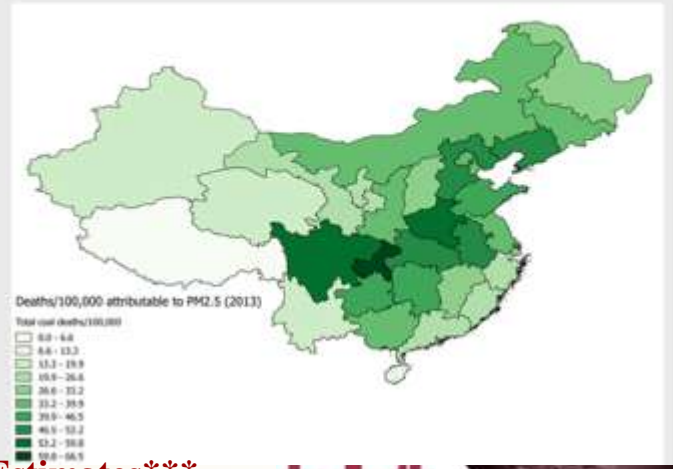
Population-weighted annual average $PM_{2.5}$ (2013) from all coal emissions

所有煤炭排放的人口加权年平均 $PM_{2.5}$ (2013)



Deaths/100,000 attributable to $PM_{2.5}$ (2013) from all coal sources

因所有煤炭源 $PM_{2.5}$ (2013)造成100,000死亡案例。



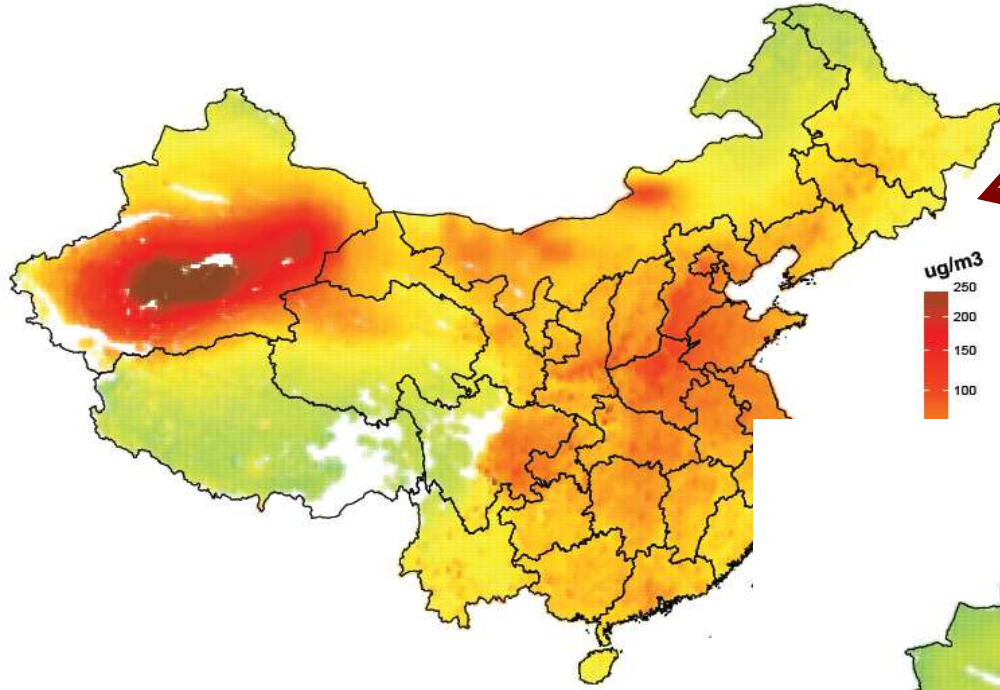
Preliminary Estimates

预估数据

Total PM_{2.5} and PM_{2.5} due to coal-burning China 2013

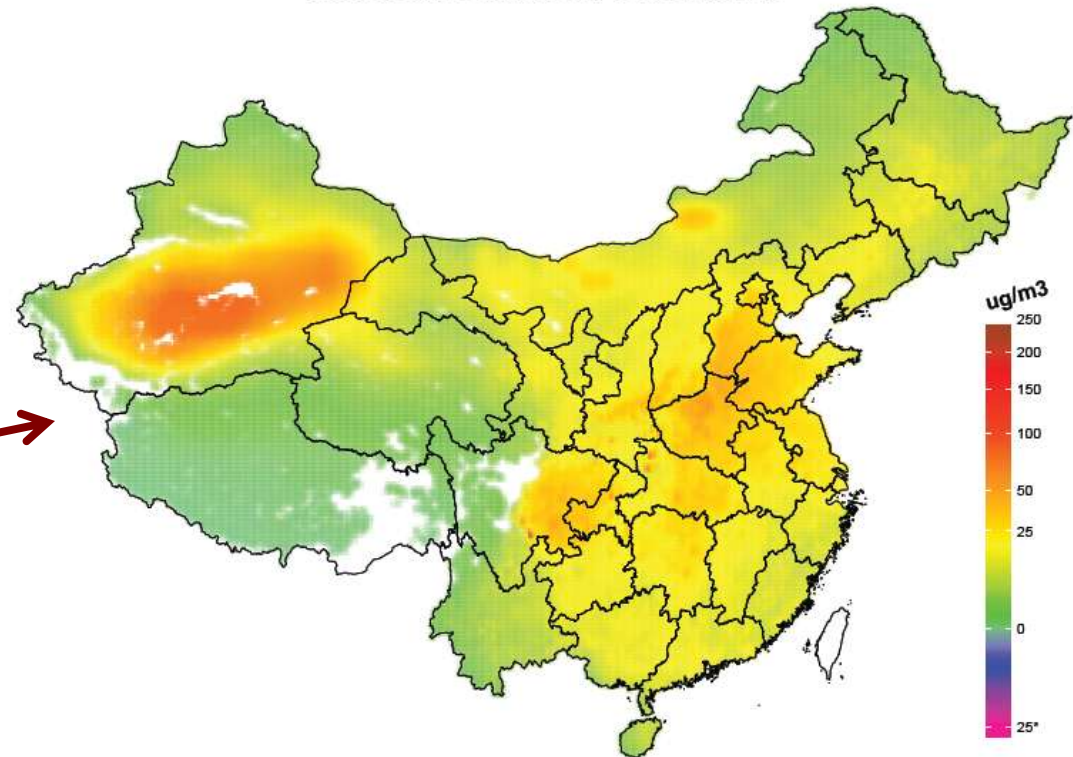
总PM_{2.5}及2013年中国燃煤造成的PM_{2.5}

Ambient PM_{2.5} Contributed By All Ambient PM_{2.5} in 2013



All Sources of PM
所有PM源

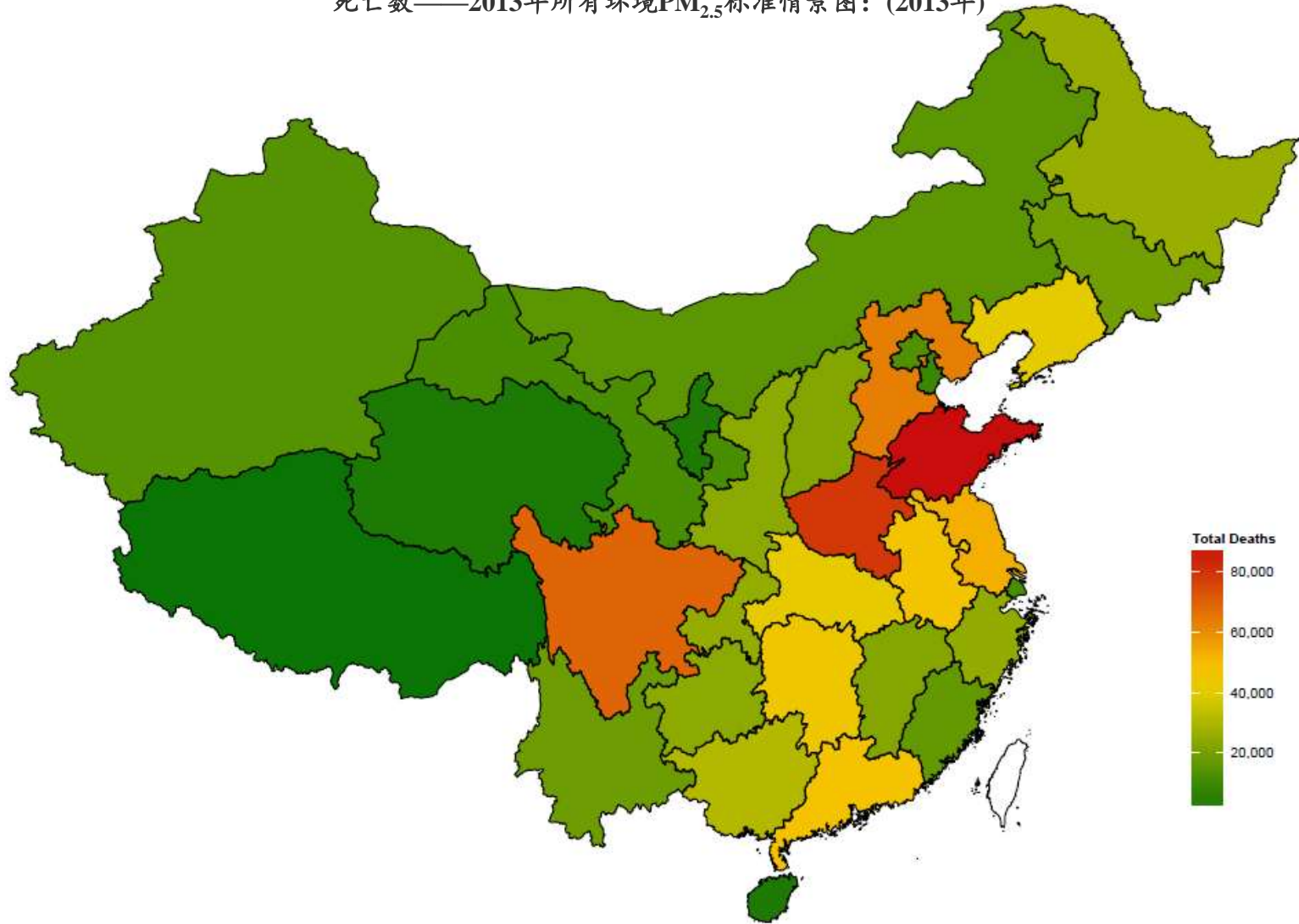
Ambient PM_{2.5} Contributed By Total Coal in 2013



PM Due to All Coal
Burning
燃煤造成的PM

*Premature deaths due to
all sources of PM_{2.5} in 2013 by province*
2013年各省所有PM_{2.5}导致的过早死亡

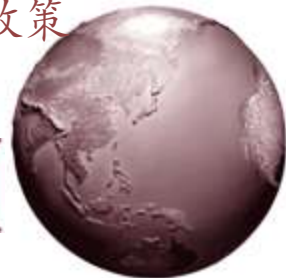
Total Deaths - All Ambient Pm2.5 in 2013, Scenario: STD (2013)
死亡数——2013年所有环境PM_{2.5}标准情景图：(2013年)



GBDMAPS scenarios for future coal-burning in 2030

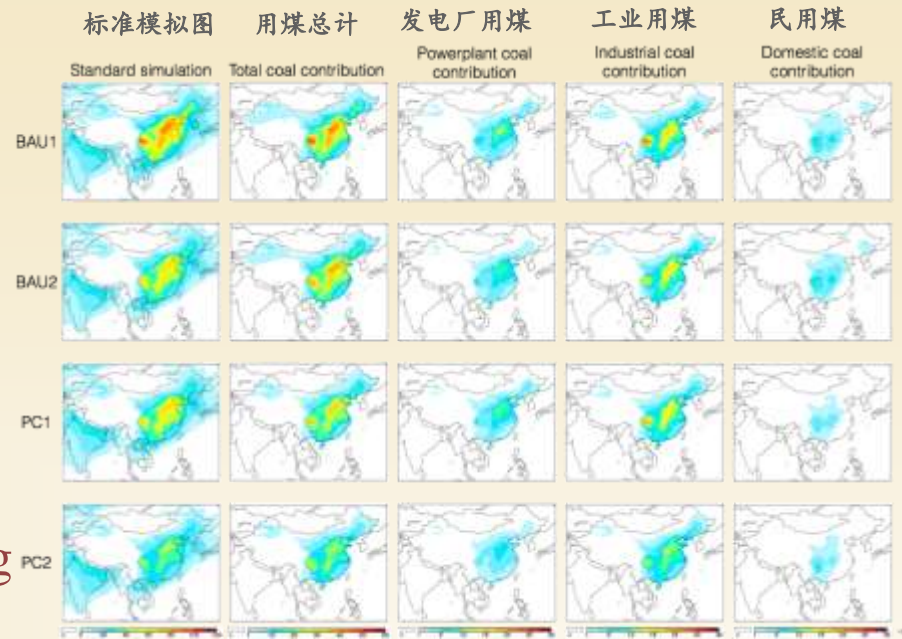
未来2030年燃煤全球疾病负担情景图

- Business As Usual (BAU) Scenarios
- 正常(BAU)情景图
 - BAU (1) – Assumes current energy savings and end-of-pipe control strategies
 - 正常图(1)——假设当前节能及末端治理策略
 - BAU (2) – Assumes BAU (1) strategies PLUS application of all technically feasible controls (regardless of cost)
 - 正常图(2)——假设正常图(1)战略 + 所有技术可行控制(不考虑成本)
- Alternative Pollution Control Policies (PC)
- 可选污染控制政策(PC)
 - PC (1) – Assumes BAU (1) PLUS much more active energy-saving policies
 - 政策(1)——假设正常图(1) + 更多的积极的节能政策
 - PC (2) – Assumes all control strategies of BAU (2) PLUS much more active energy saving policies
 - 政策(2)——假设所有正常图(2)控制策略 + 更多的积极的节能政策



Estimating Future Scenarios – Key Assumptions

估计未来情景设想——关键假设



• PM is improving

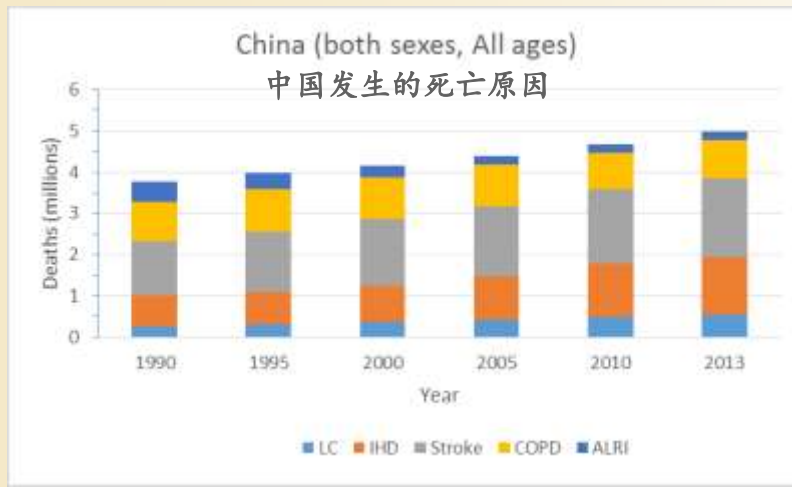
• PM在不断改善

- *Even in BAU Scenario*
- 甚至是正常情景图

• But population is growing and aging

• 但是，人口在增长，年龄在老化。

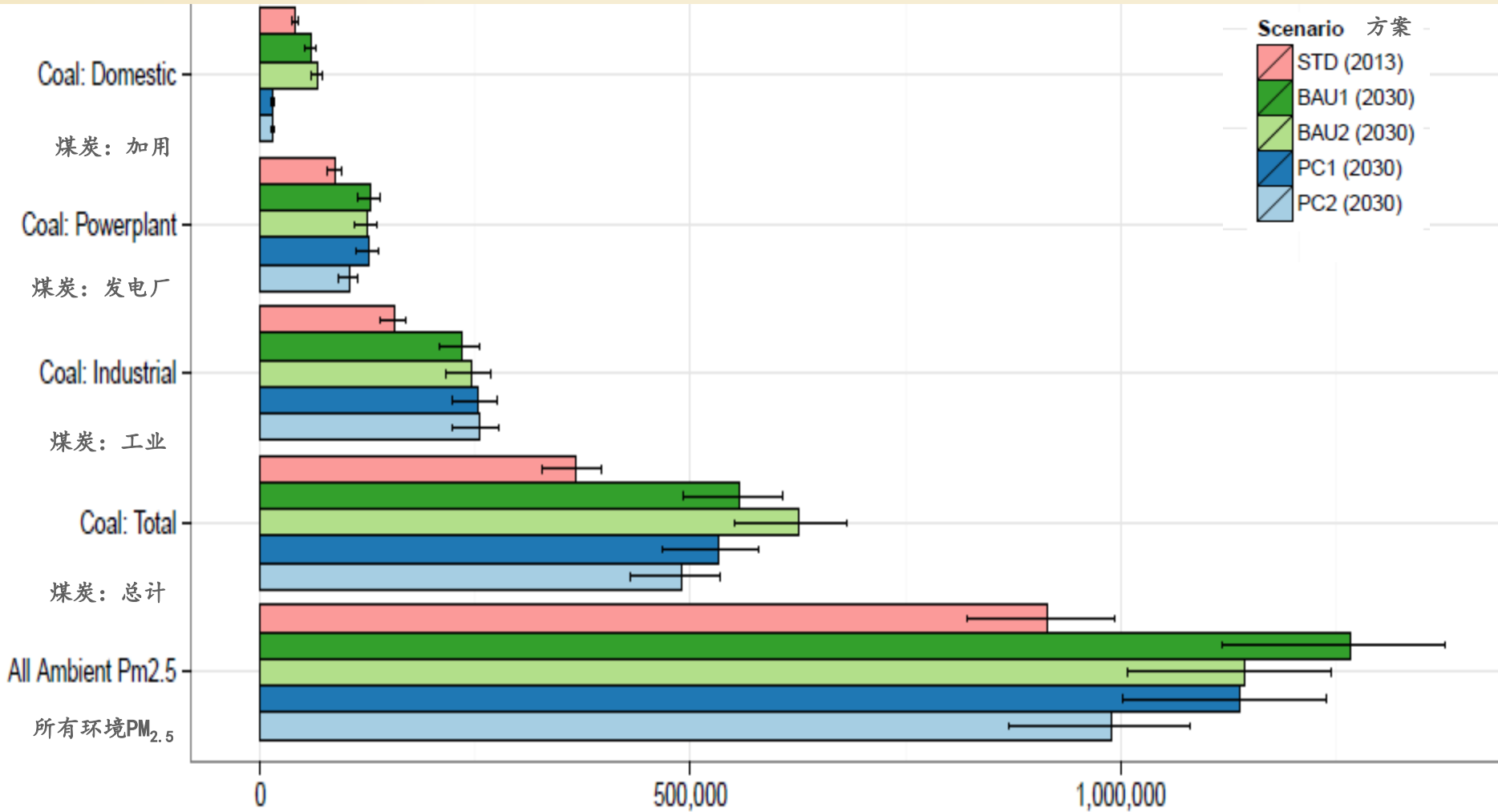
- *More likely to die from diseases linked to air pollution*
- 死亡越来越有可能与污染疾病有关



Attributable Deaths: 2013 and 2030 future coal burning scenarios

造成死亡：2013~2030年未来燃煤远景

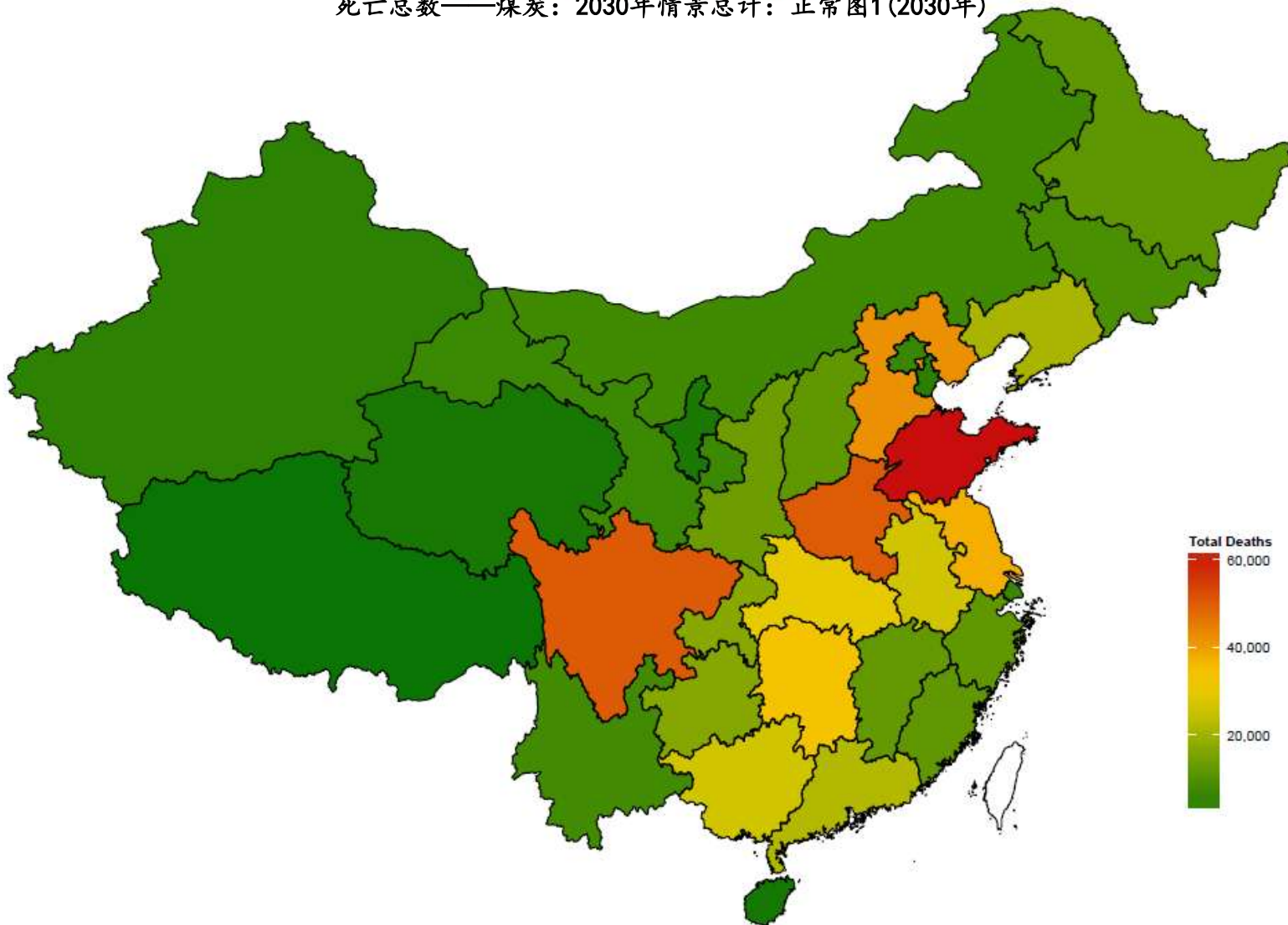
- Coal a significant contributor to all PM burdens
- 煤炭是导致所有PM负担的一个重要因素
- Burden rises in 2030 with BAU (1) - by over 100,00 deaths
- 2030年正常图(1)负担增长——死亡人数超过100,00
- Control and Efficiency Scenarios critical to reduce burden...
- 控制和效率方案是减轻负担的关键...



2030 BAU(1) Premature Deaths by Province

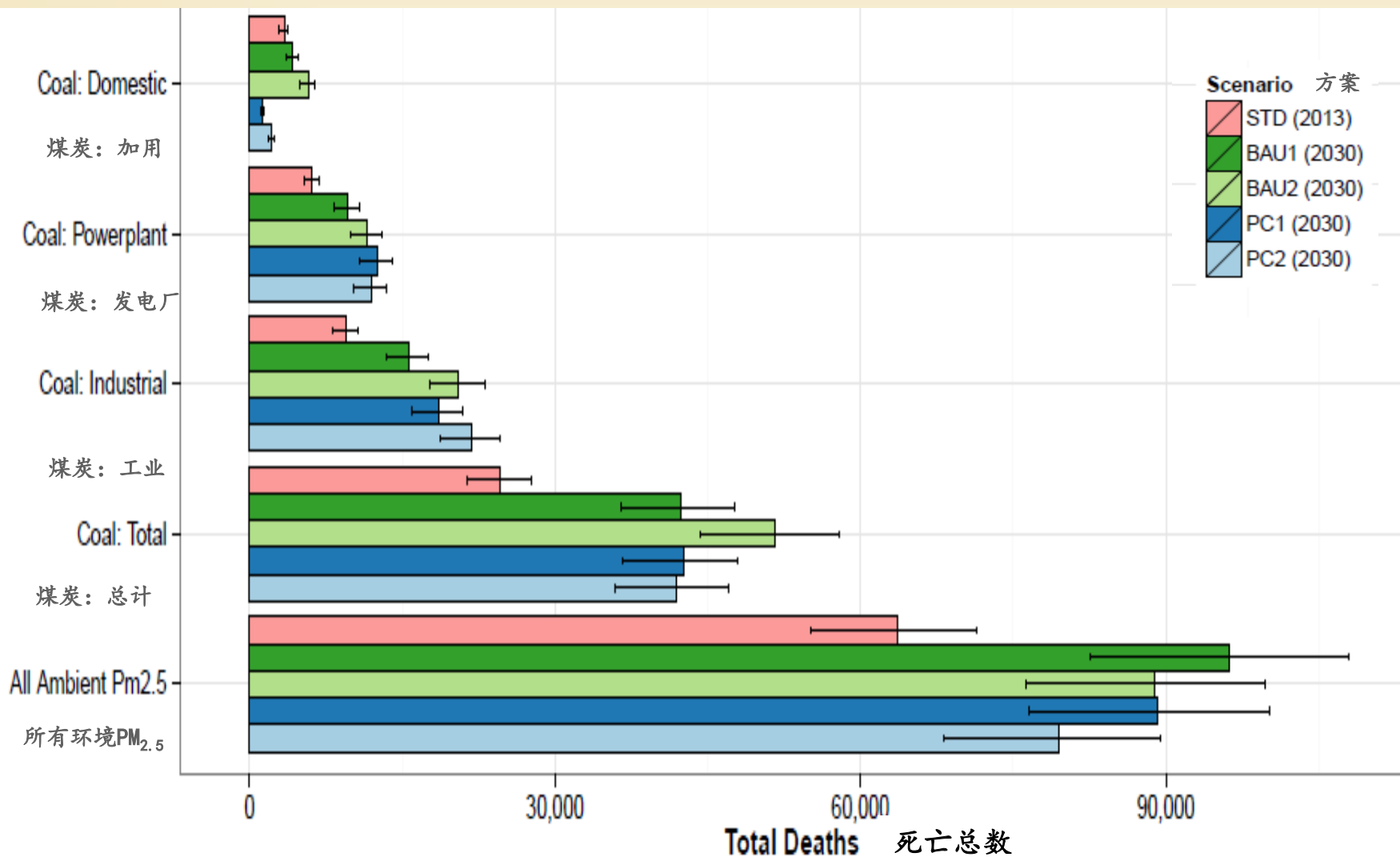
2030年正常图(1)——各省过早死亡示意图

Total Deaths - Coal: Total in 2030, Scenario: BAU1 (2030)
死亡总数——煤炭：2030年情景总计：正常图1(2030年)



Attributable deaths in 2030 under future coal burning scenarios - Hebei Province 2030年未来燃煤造成的死亡——河北省。

- Hebei has among the highest coal impact
- 河北是受燃煤影响最大的省份。
- Over 40,000 coal-related premature deaths in 2030 without action
- 如不采取措施，2030年将有超过40,000人因燃煤导致过早死亡。

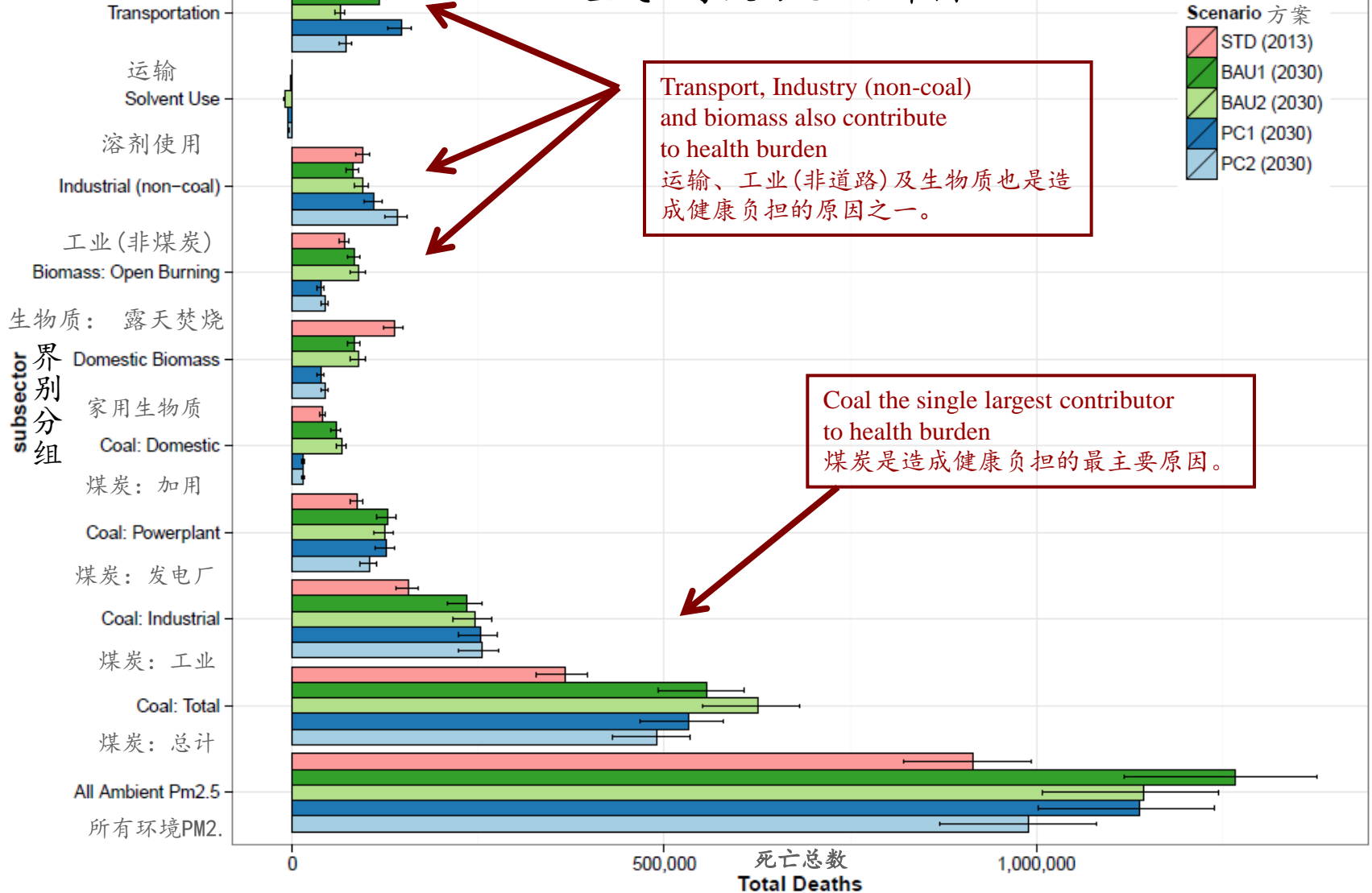


Coal and other major sources in 2013 and 2030

2013及2030年煤炭或其它主要原因

Deaths Attributable to Air PM: China

空气PM导致的死亡：中国



Conclusions

结论

- GBD is the latest, most systematic estimate of health impacts
- 全球疾病负担是最大、最系统的健康影响评估
 - From many risk factors: smoking, diet, air pollution
 - 根据许多风险因素：吸烟、饮食、空气污染
 - Ambient air pollution is the *fifth highest risk factor in China*
 - 环境空气污染是 **中国第5大风险因素**
- GBD MAPS is providing detailed estimates of the health impacts from coal and other sources in China
- 全球疾病负担地图是对中国煤炭及其它源对健康影响的详细评估
 - *coal burning is the single largest source of health impact* among all air pollution
 - 燃煤是所有空气污染中影响健康的唯一最主要根源
 - Transport, industry (non-coal) and biomass also contribute
 - 运输、工业(非煤炭)及生物质也是原因之一
 - Impact will continue to grow by 2030 unless additional actions are taken
 - 除非采取补救措施，否则2030年影响还会加剧。

HEI



Thank You!

谢谢！

**For more information on the GBDMAPS project
contact:**

有关全球疾病负担地图项目，请洽：

Aaron Cohen acohen@healtheffects.org

Dan Greenbaum dgreenbaum@healtheffects.org

