

Using Ca-based solid wastes from iron and steel industry to fix carbon-dioxide via carbonation reaction

利用钙基钢铁工业固废碳酸化固定二氧化碳

报告人：连 芳

工作单位：北京科技大学 · 材料科学与工程学院

联系方式：Tel: 010-82377985

Email: lianfang@mater.ustb.edu.cn

目 录

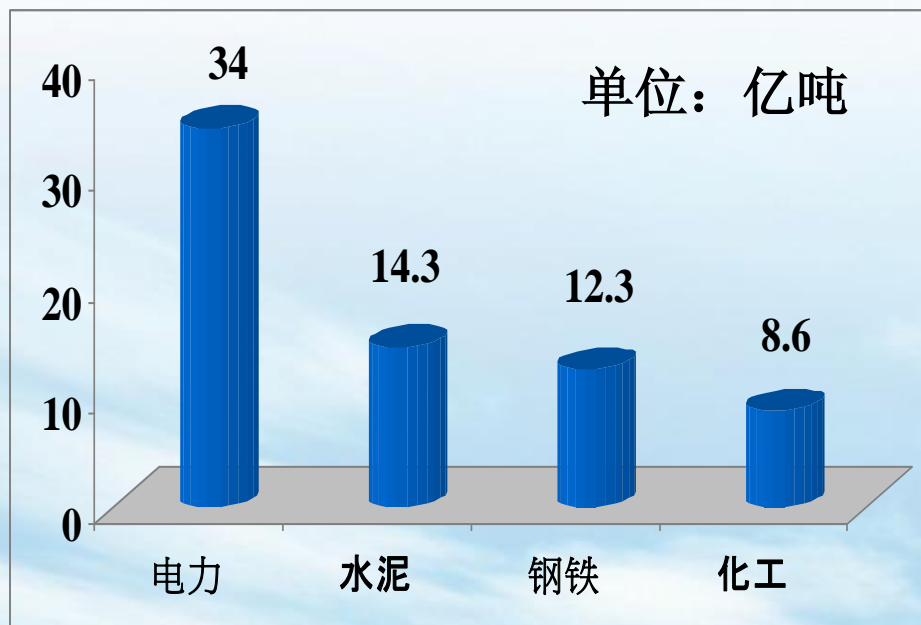
- 1 技术需求分析
- 2 钢渣矿化固定CO₂国内外技术现状
- 3 钢渣矿化固定CO₂的关键技术
- 4 预期经济和社会效益
- 5 总结与展望



一、技术需求分析

“十二五”期间单位GDP二氧化碳减排**17%**的约束性指标已确立。

我国重点行业CO₂减排压力巨大



我国重点行业CO₂年排放量

电力、水泥、钢铁和化工行业是我国二氧化碳排放主体；

其中：

我国钢铁产量约7亿吨/年

吨钢CO₂排放1.8吨

数据来源：2011年中国能源统计年鉴

一、技术需求分析

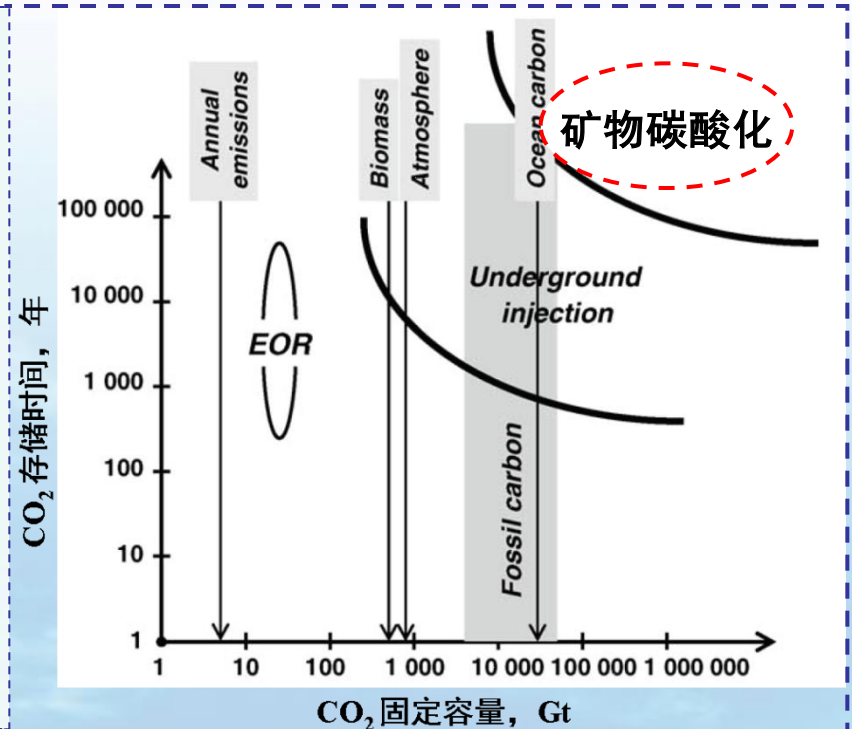
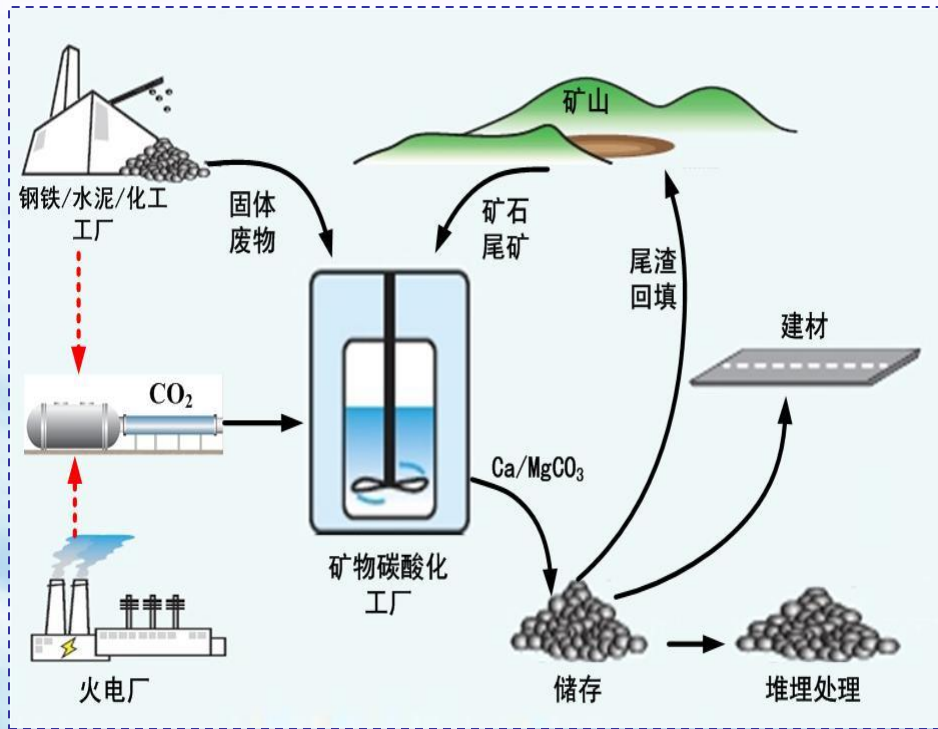
水泥行业

- 2009年全国水泥产量达16.3亿吨，而且据预测到2020年，全球水泥需求量将比现在增加50%。
- 水泥的生产伴随大量能源消耗和CO₂排放。2005年中国水泥工业的CO₂排放量达8.67亿吨，占当年中国CO₂总排放量的22.8%。
- 水泥的生产伴随大量能源消耗，在中国现有水泥生产技术水平条件下，每吨水泥生产的平均热耗为0.15吨标准煤，平均电耗为110kWh；
- ✓ 大宗矿渣替代型绿色水泥及其无机建材

一、技术需求分析

矿物碳化固定是CO₂减排重要途径

矿化原料来源广泛，固化容量大，产物稳定，并可实现固碳产物资源化，提高CO₂封存技术的安全性和经济性。



矿物碳化示意图

一、技术需求分析

- ✓ 芬兰、韩国、中国等科研院所正在开展钙基固废（冶金渣、炉灰）矿化固定CO₂技术中试
- ✓ 美国铝业公司利用氧化铝赤泥固碳实现规模化应用



韩国：焚化炉灰固碳中试装置



美国：赤泥200-250万吨/年

利用工业固废固定CO₂是研究开发热点

一、技术需求分析

我国冶金钙基固废利用率有待提高

钢渣是钢铁行业主要钙基工业固废，年产量**8000万吨**；

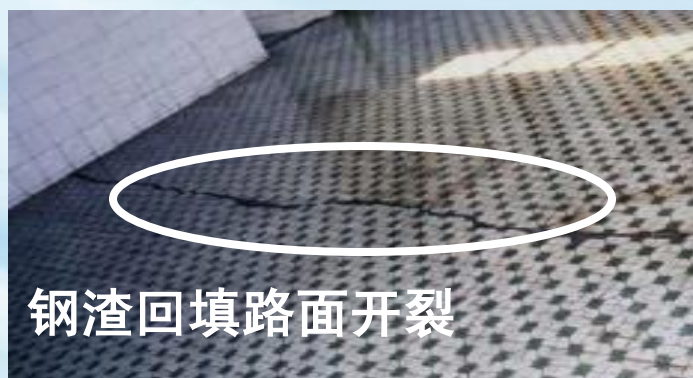


资源浪费

占用土地

环境污染

绿色、高效利用



钢渣回填路面开裂

游离CaO和MgO

遇水体积膨胀

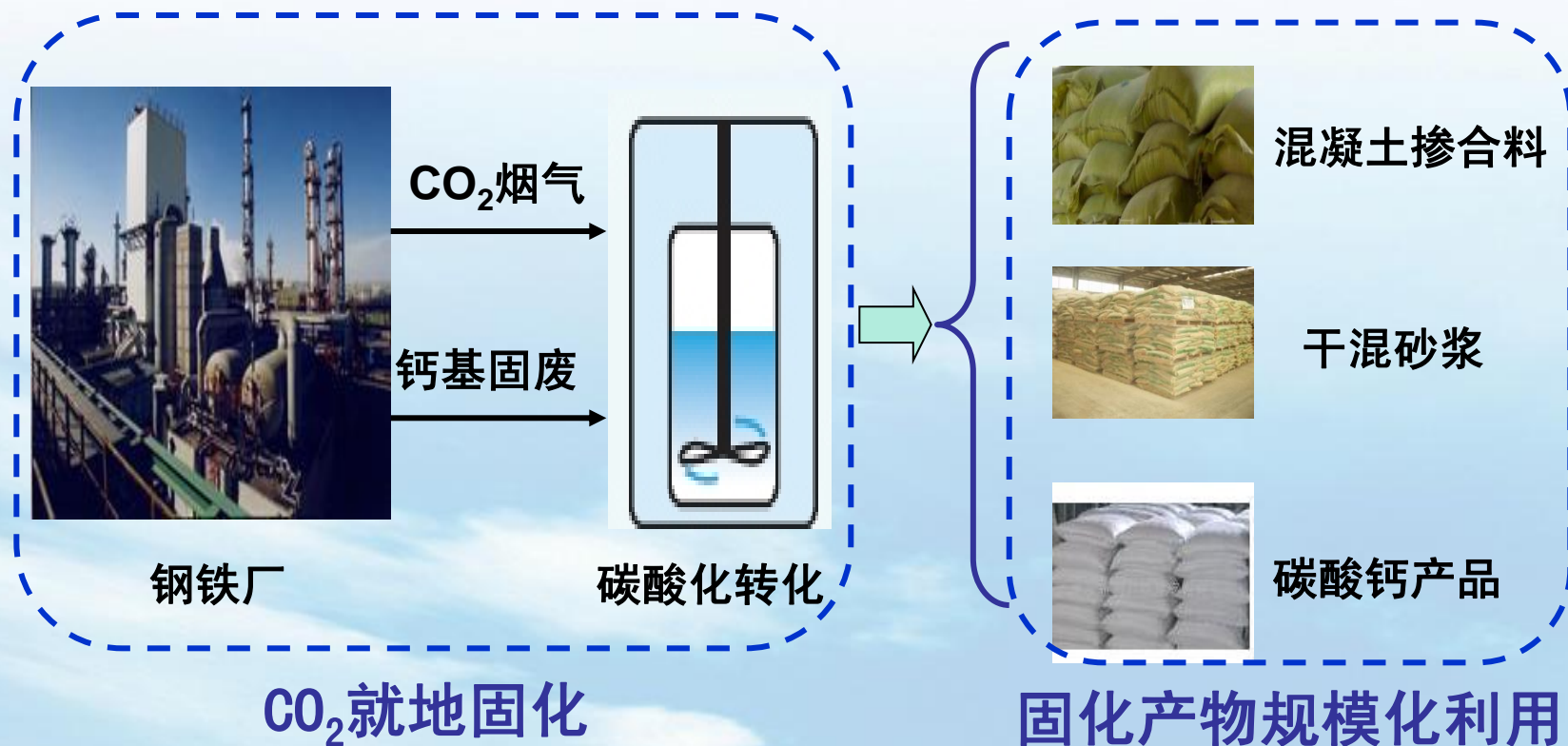
利用率小于**35%**

富含氧化钙
(35-50%)，直
接固定CO₂

二、钢渣矿化固定CO₂国内外技术现状

CO₂矿化固定是钙基固废规模化利用有效途径

目标：实现钙基工业固废和CO₂协同利用，**以废治废，就地固化**，降低CO₂固定成本，提高钙基固废资源利用率。

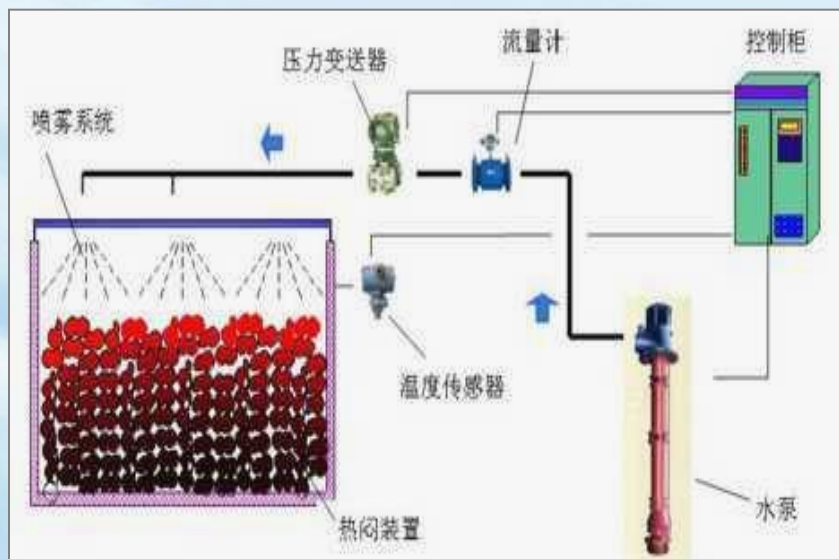


二、钢渣矿化固定CO₂国内外技术现状

以水(水蒸汽)消解钢渣中游离钙镁已工业应用；以水/CO₂及钠盐等介质稳定化钢渣并同步固定CO₂部分进入中试。

●传统钢渣消解方法存在：

- ✓ 反应时间长、CO₂固定量低
- ✓ 能耗高、固碳产物利用受限



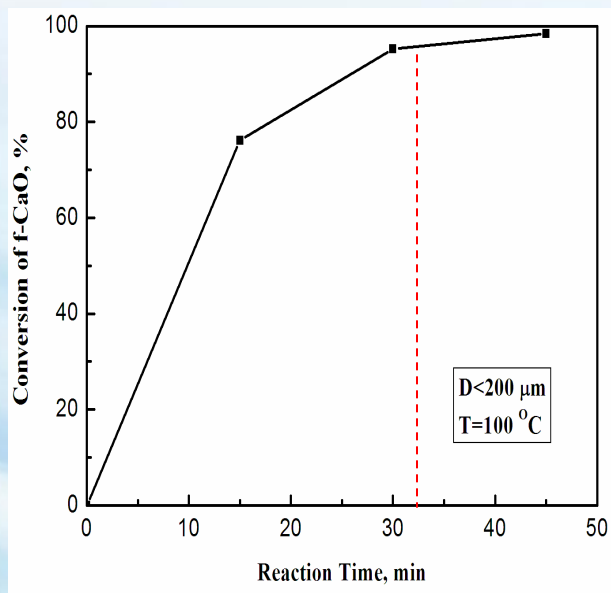
●关键技术

- ✓ 高效低能耗钢渣活化强化碳酸化技术
- ✓ 钢渣活化强化碳酸化耦合设备优化设计技术
- ✓ 钢渣固碳产品规模化利用技术

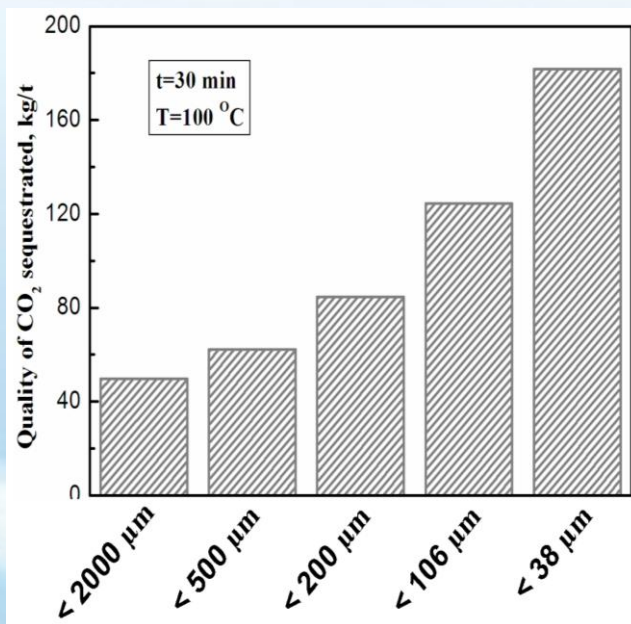
二、钢渣矿化固定CO₂国内外技术现状

钢渣活化强化碳酸化反应

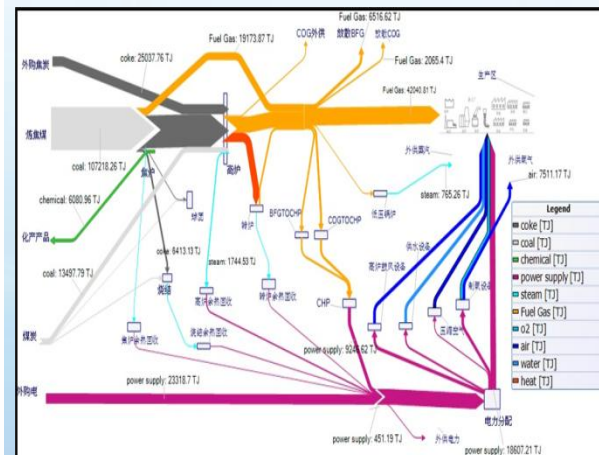
- 完成钢渣活化强化碳酸化固定CO₂工艺条件优化，实现钢渣游离氧化钙转化率98%以上。建立了CO₂排放模型，开发了钢铁企业CO₂排放量计算系统。



游离氧化钙转化率



吨渣CO₂固定量



冶金过程碳元素流与
能量流集成分析

三、钢渣矿化固定CO₂的关键技术

➤ 钙基固废碳酸化固定CO₂新工艺:

无需CO₂捕获分离，烟气中CO₂直接固定，将冶金行业主要钙基固废及CO₂高效转化为建材或化肥产品，具有显著的经济及环境效益。

➤ 钙基固废碳酸化固定CO₂关键技术:

钢渣活化处理及钢渣碳酸化反应过程耦合技术，固化产物质量调控技术。

➤ 强化碳酸化专属装备:

外场活化与气固移动床耦合冶金渣矿化固定CO₂专属设备。

➤ 成套技术:

在钢铁行业可推广的成套钙基工业固废矿化固定CO₂成套技术。

四、钢渣矿化固定CO₂技术实施的预期经济和社会效益

类别	效益 按1万吨级钢渣矿化固定	推广效益（覆盖度40%）
经济效益	49万元	11.2 亿元
环境效益	直接固定CO ₂ 1000吨 ， 减排CO ₂ 8400吨	钢渣直接固定CO ₂ 320万吨 ， 减排CO ₂ 2600万吨 ， 可利用钢渣 3200万吨

五、总结与展望

- ◆ 矿物碳酸化是实现CO₂规模化减排重要途径，特别是钙基工业固废矿化固定CO₂具有良好应用前景。
- ◆ 针对我国冶金行业CO₂排放特点和钙基工业固废利用现状，采用以废治废、实现CO₂就地固化，对于我国发展循环经济具有重要的现实意义。
- ◆ 亟待形成大宗工业固废CO₂减排协同固废资源化利用技术体系，从而带动我国冶金、水泥行业低碳技术发展。

感谢以下项目资助：

- “十二五” 国家科技支撑计划 (No . 2011BAB03B05)
- “十一五” 国家科技支撑计划 (No .2006BAB12B03)





北京科技大学
University of Science and Technology Beijing

学风严谨
崇尚实践

谢!

谢