



中国科学院过程工程研究所

Institute of Process Engineering, Chinese Academy Of Sciences



基于物质流分析的焦化系统 资源能源效率评估

报告人：石焱、刘文涛

中国科学院过程工程研究所

2016年5月

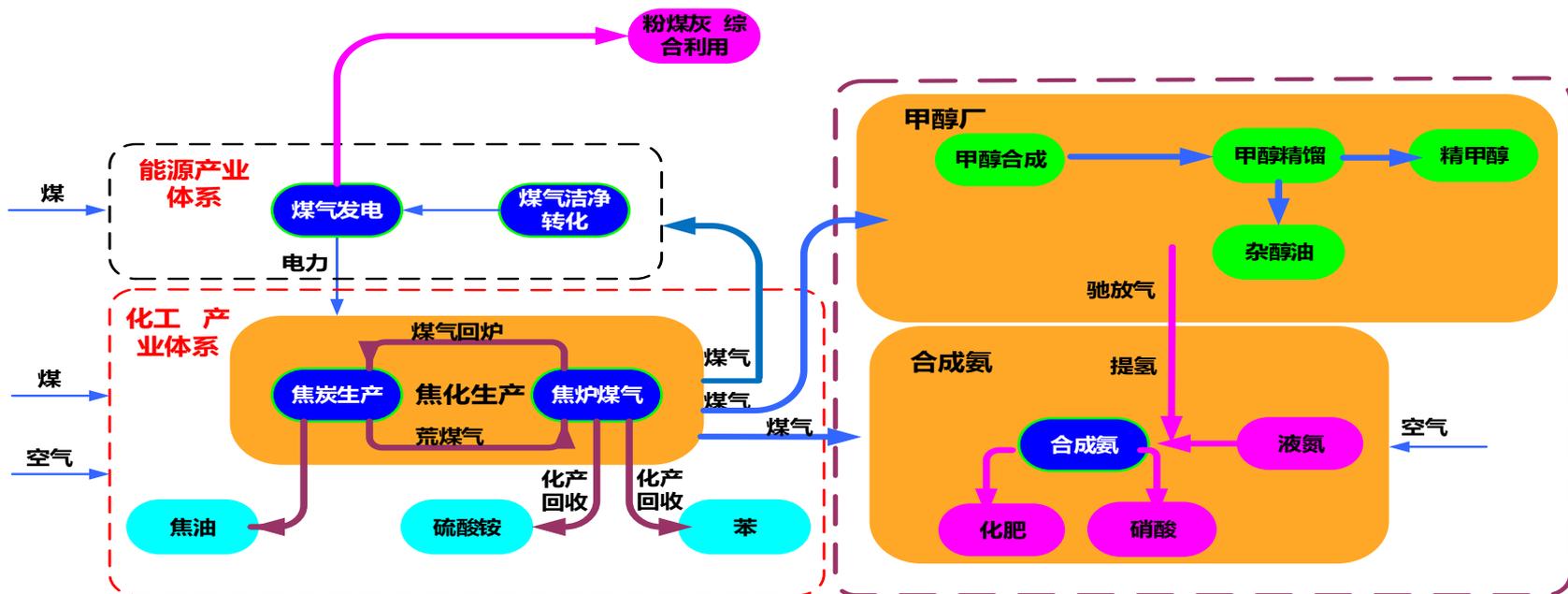
汇报提纲

- 一、研究背景
- 二、研究方法
- 三、案例分析
- 四、结论

一、研究背景

研究背景

焦化企业通过园区化建设日趋复杂化、紧密化，产业链中资源能源利用效率日益引起关注



- 资源、能源消耗参差不齐;
- 环保要求愈加严格;
- 效益日益降低

研究背景

目前对焦化的研究集中在：

- 废水深度处理；
- 周围空气环境风险；
- 污染物在土壤中的赋存；
- 资源能源消耗分析；



本研究依据工业园区和企业层面物质流分析方法，将案例焦化系统不同阶段下的技术应用和改进情况概括为4个情景，并分别进行碳、氢元素流分析及相应的能源和水资源消耗分析，以此评估系统改进前后资源能源利用效率，为焦化行业循环发展提供建议。

二、研究方法

现有分析方法

● 熵分析

描述和研究系统不可逆性的研究方法，通过熵产，可以对不同环境下进行的同一热力学过程进行比较

● 火用分析

火用分析方法能确定火用损产生的位置、类型和大小，有助于提高系统能源资源的高效利用

● 投入产出分析

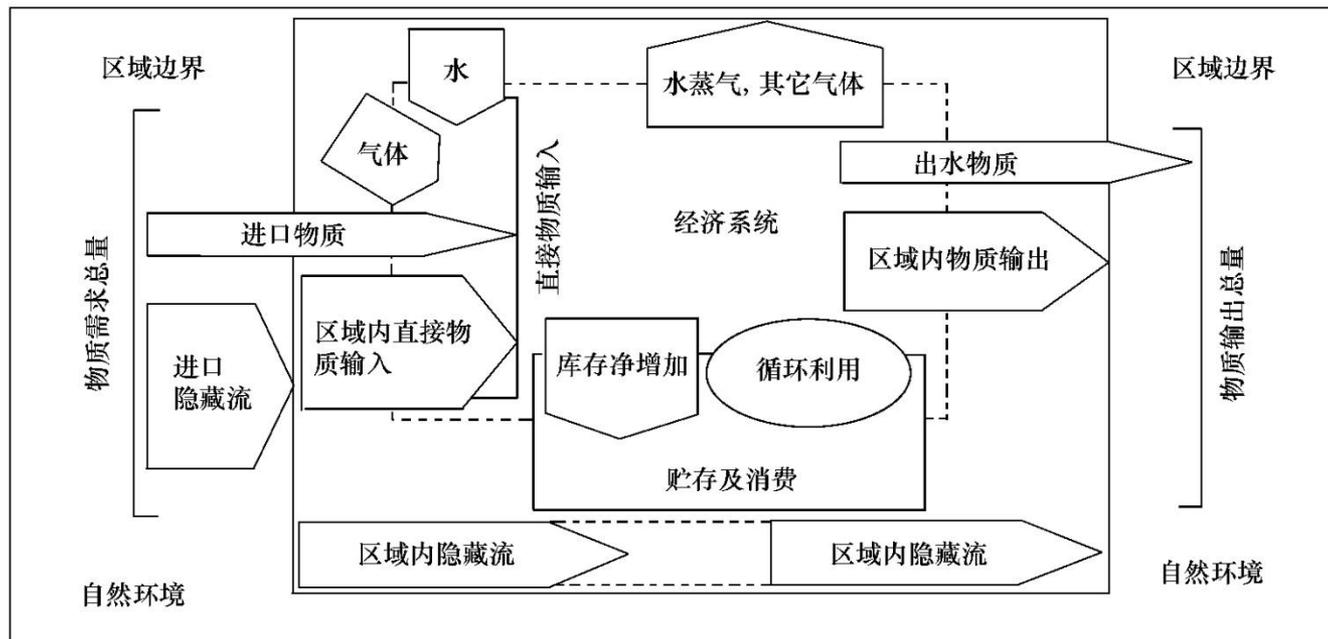
反映工业系统内部部门之间生产技术的经济联系，可用于经济分析、政策模拟、经济预测、计划制定和经济控制

● 物质流分析

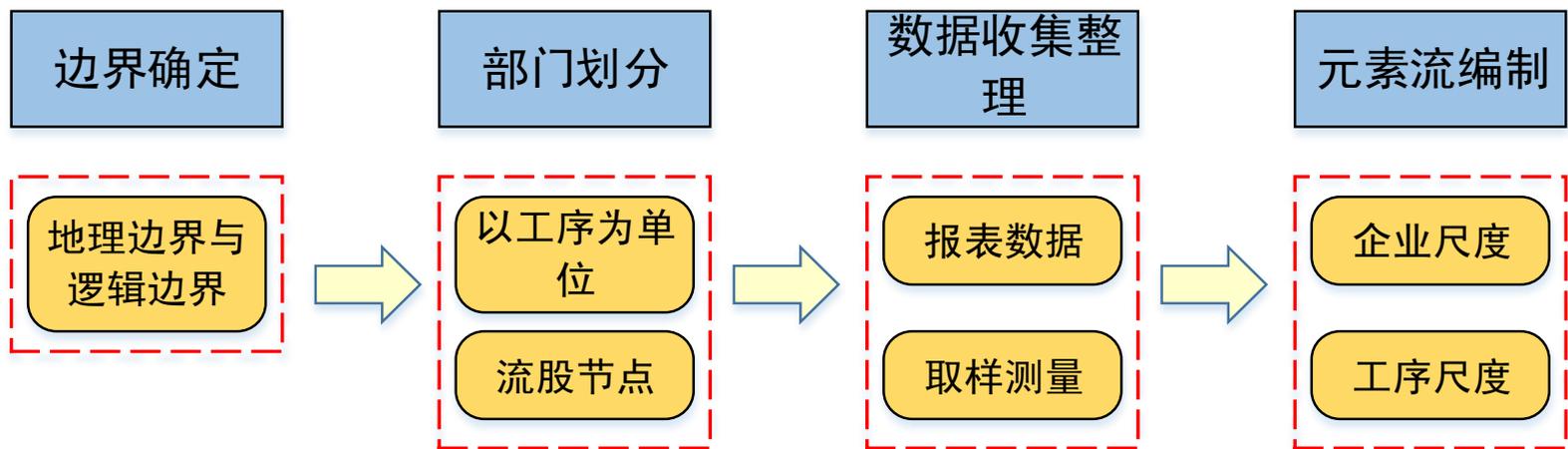
研究生产过程中物料的流量和流向，以及它们之间的转化关系，以提高工业系统资源能源利用效率，控制污染物排放

物质流分析方法

● 物质流分析方法的一般框架



本研究方法



相关指标

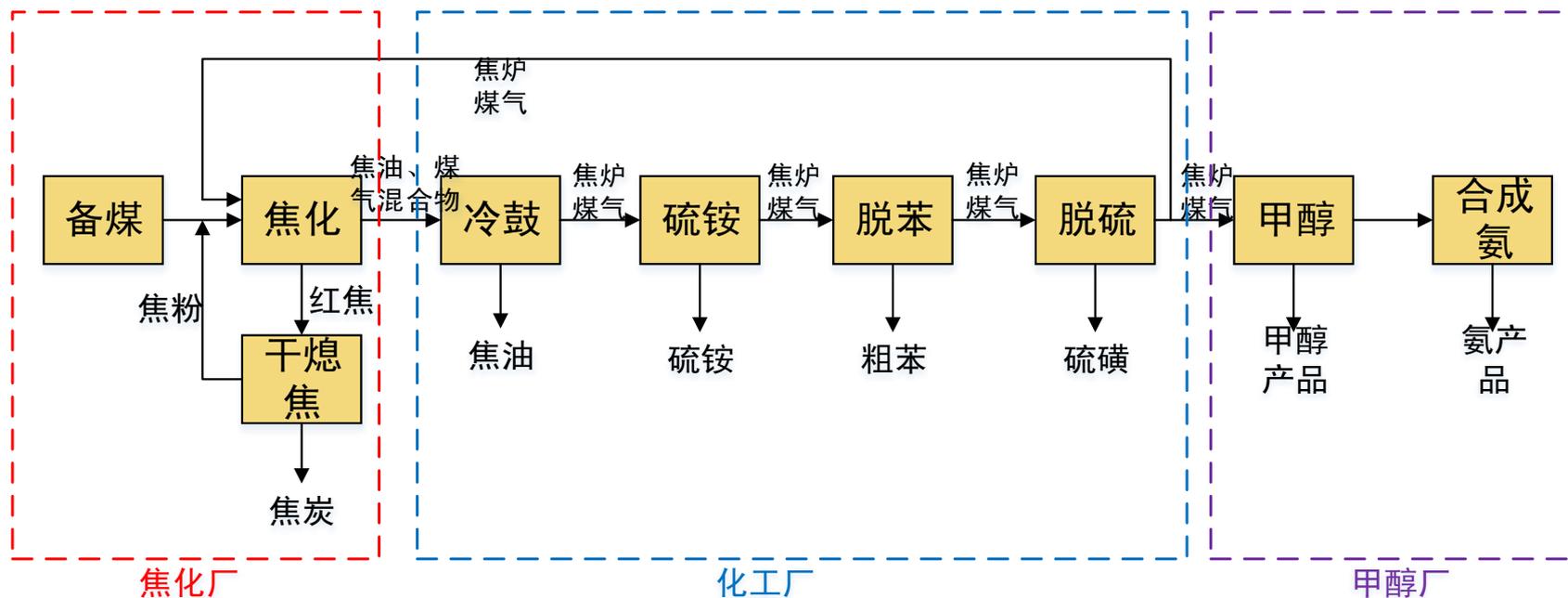
- 碳氢资源转化效率
- 吨煤总能源消耗量
- 吨煤水资源消耗量

三、案例分析

案例分析

- 系统概述
- 主要元素流分析
- 污染物元素流分析

系统概述



备煤	焦炉	熄焦方式	冷鼓	焦油氨水分离	脱氨	脱苯	脱硫
独立配煤室	大型捣固焦炉	干熄焦	横管两段式初冷	两级分离	硫酸吸收法	填料塔洗苯	ADA法

系统概述

把案例系统发展的不同阶段划分为以下4种情景：

- 情景1：

初始系统仅由湿法熄焦的焦化厂构成；

- 情景2：

系统在情景1的基础上将湿法熄焦改进为干法熄焦；

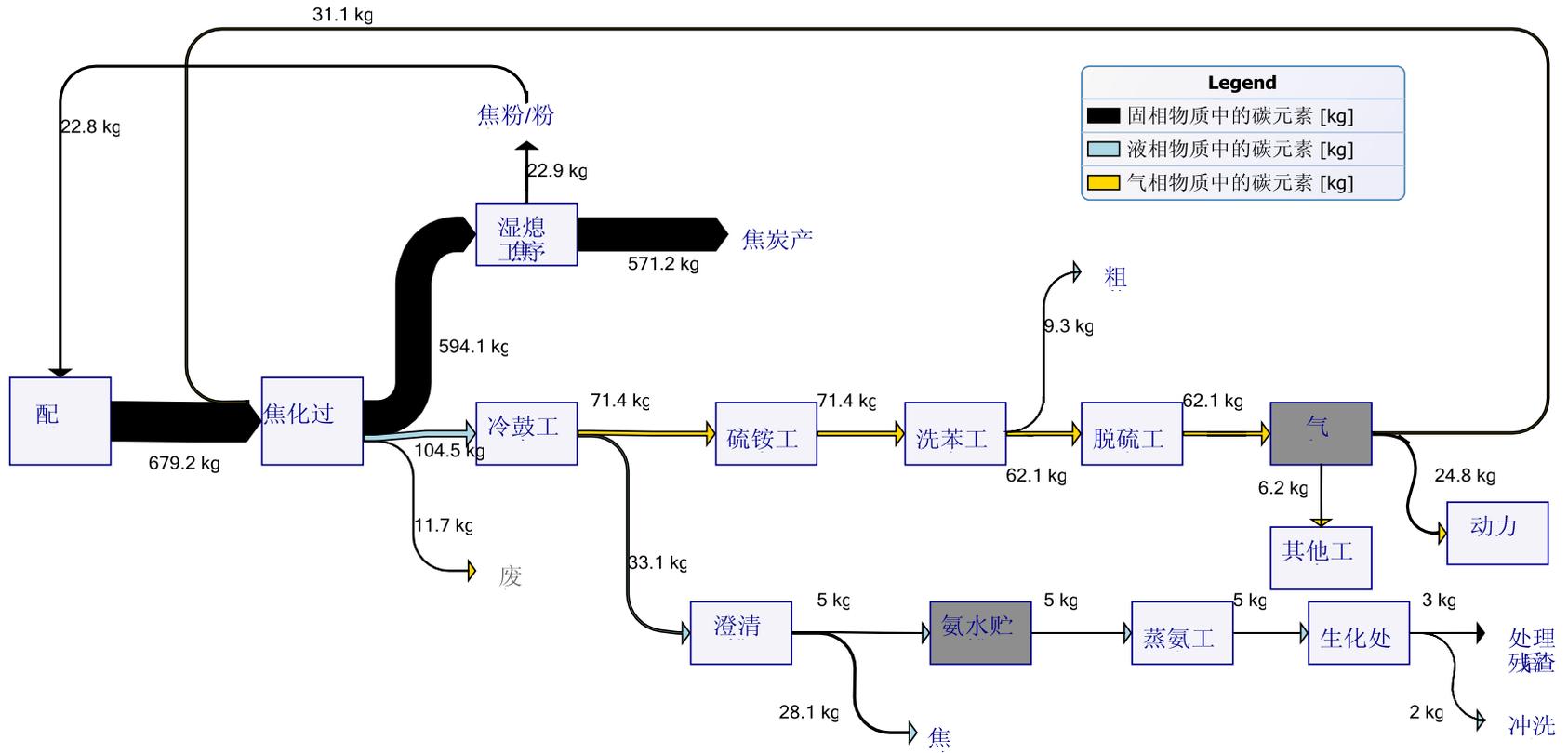
- 情景3：

系统在情景2的基础上增加了焦炉煤气制甲醇；

- 情景4：

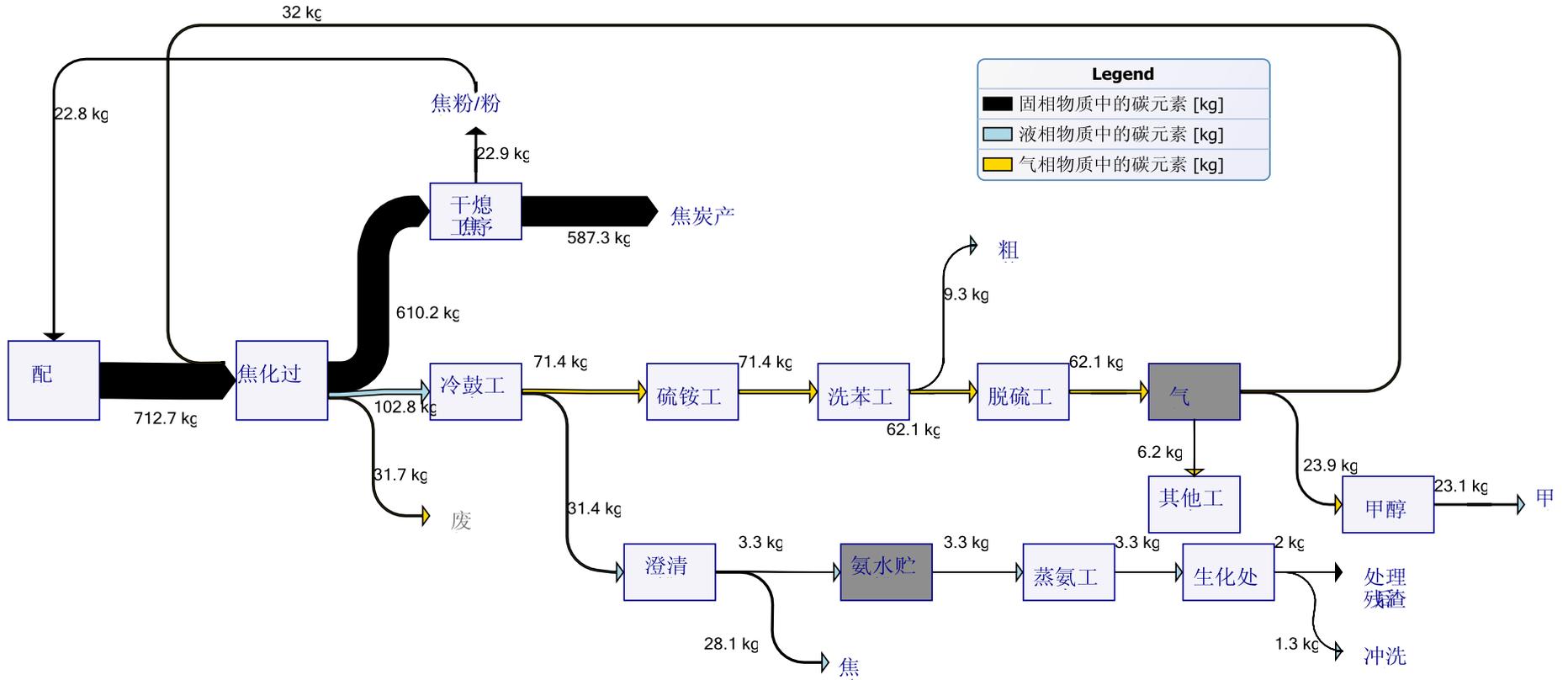
系统在情景3的基础上增加了合成氨工序。

碳元素流分析



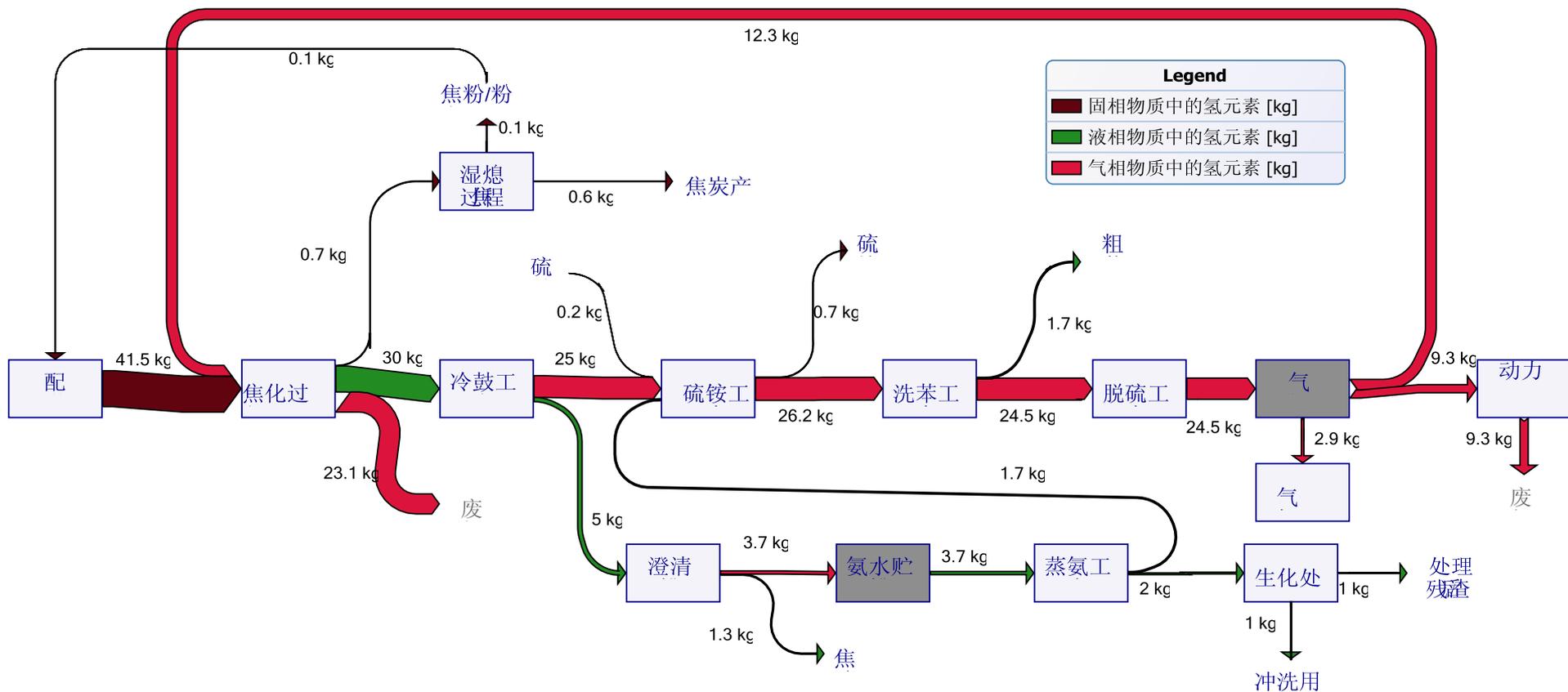
情景1的碳元素流分析

碳元素流分析



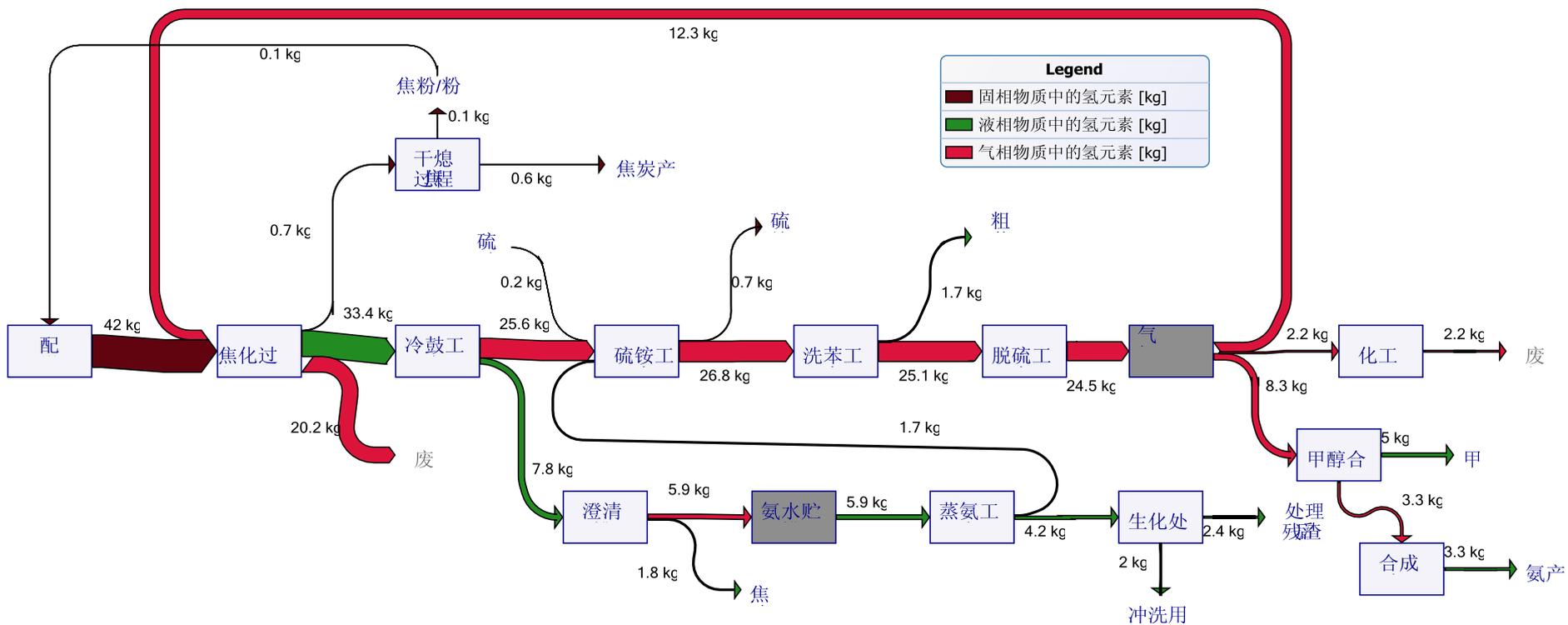
情景4的碳元素流分析

氢元素流分析



情景1的氢元素流分析

氢元素流分析



情景4的氢元素流分析

指标对比

碳元素进入各部分的比例（%）

	有效组分	杂质组分	污染物
情景1	93.83	0	6.17
情景2	93.77	0	6.22
情景3	95.04	0	4.95
情景4	95.04	0	4.95

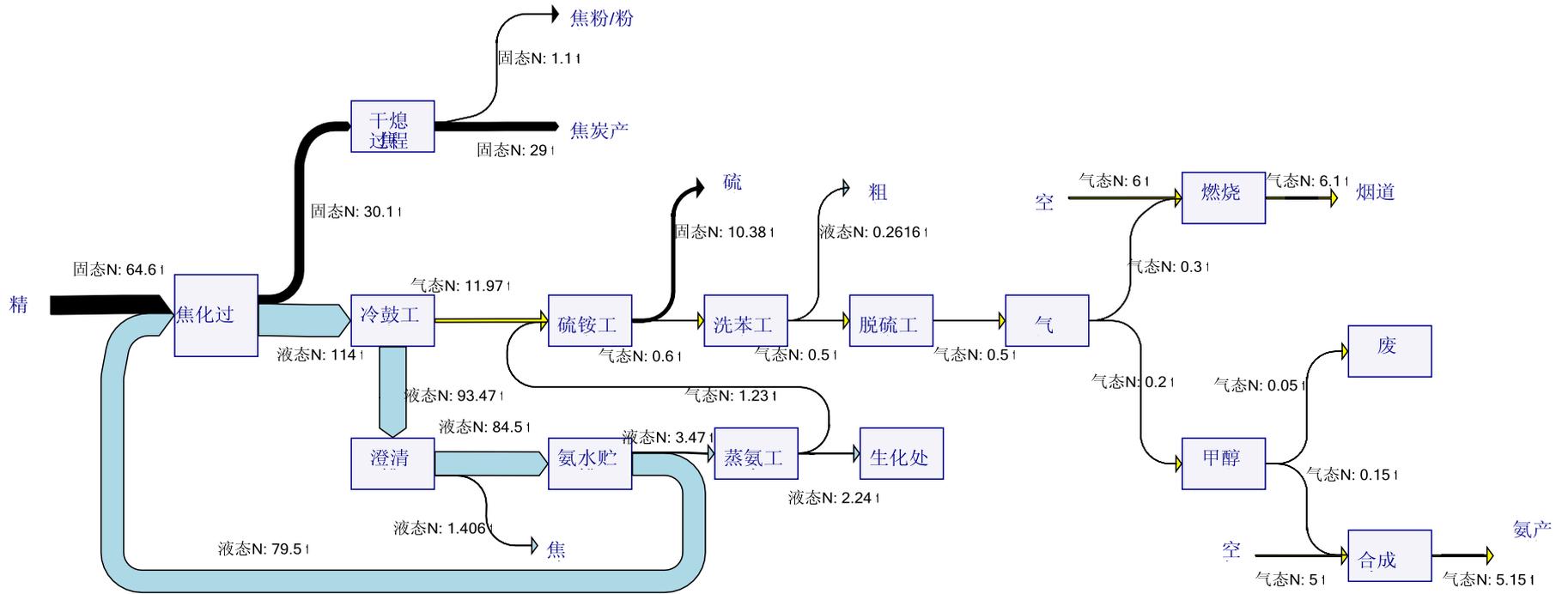
氢元素进入各部分的比例（%）

	有效组分	杂质组分	污染物
情景1	9.53	1.81	88.67
情景2	9.54	1.78	88.69
情景3	23.03	1.75	75.25
情景4	31.25	1.75	67

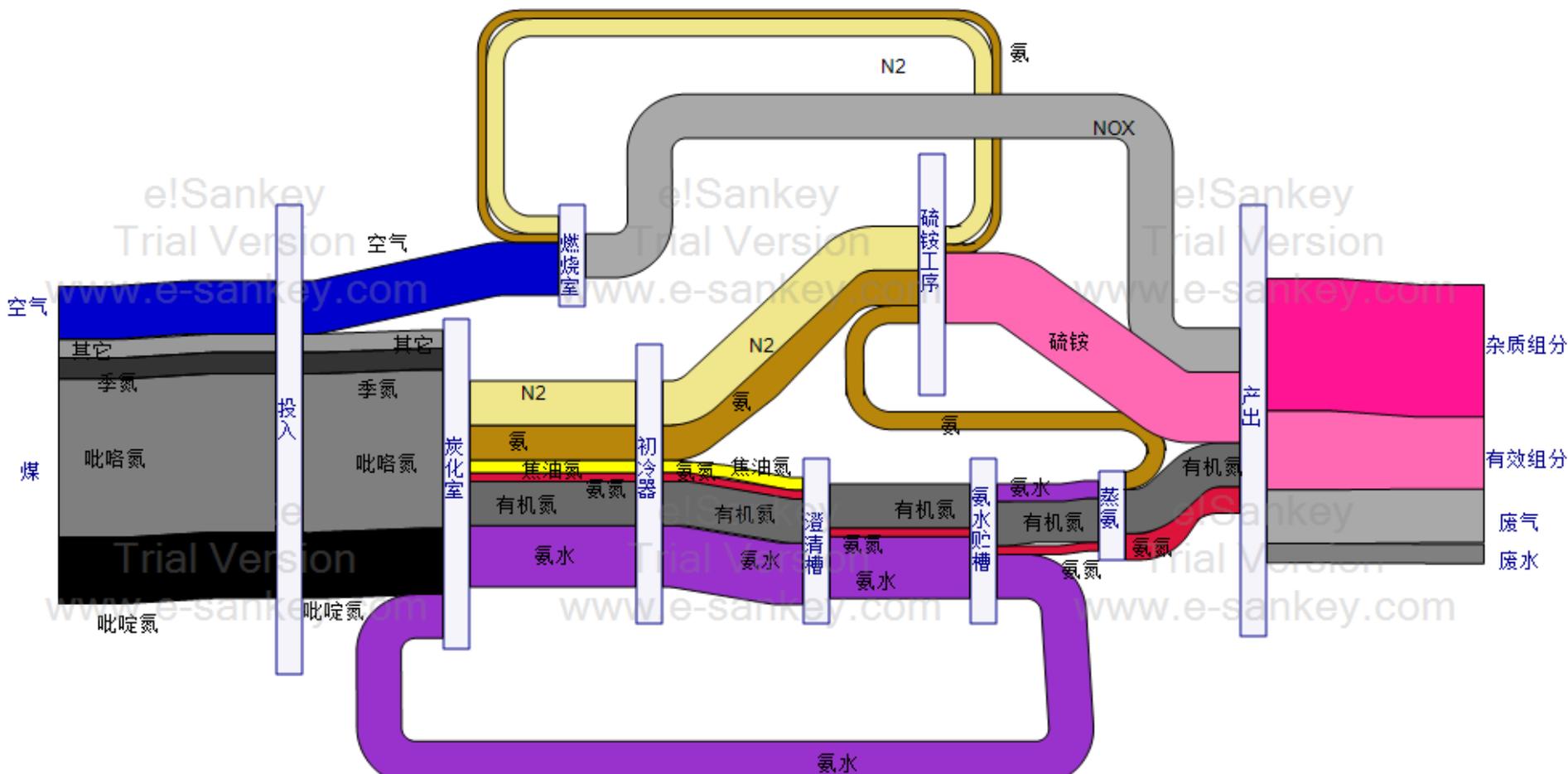
案例系统加工1吨煤的能耗情况

	能耗（MJ/t）	水耗（t/t）
情景1	3542.2	2.18
情景2	3175.9	1.03
情景3	4812.2	1.68
情景4	5354.5	1.58

氮元素流分析



氮元素在关键工序中的转化情况

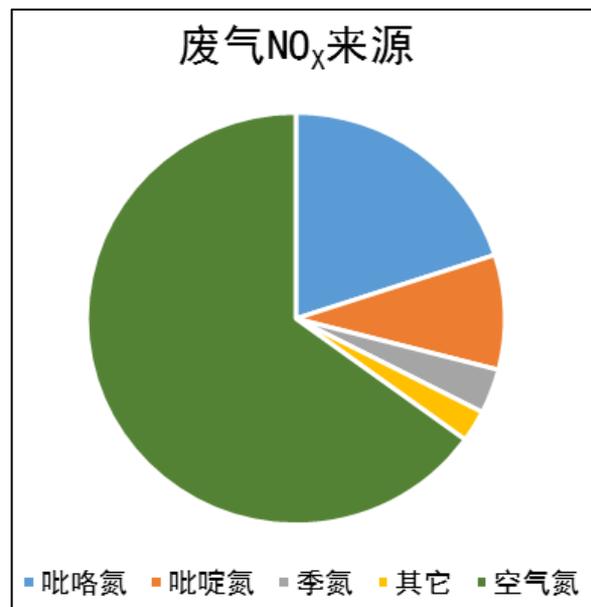
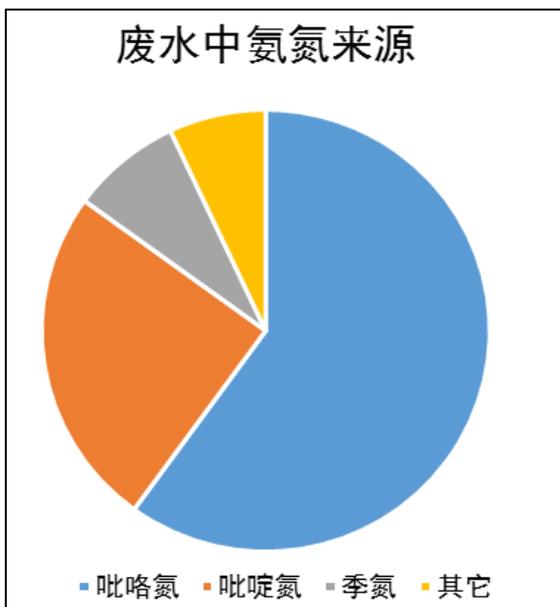


氮元素的前体转化情况

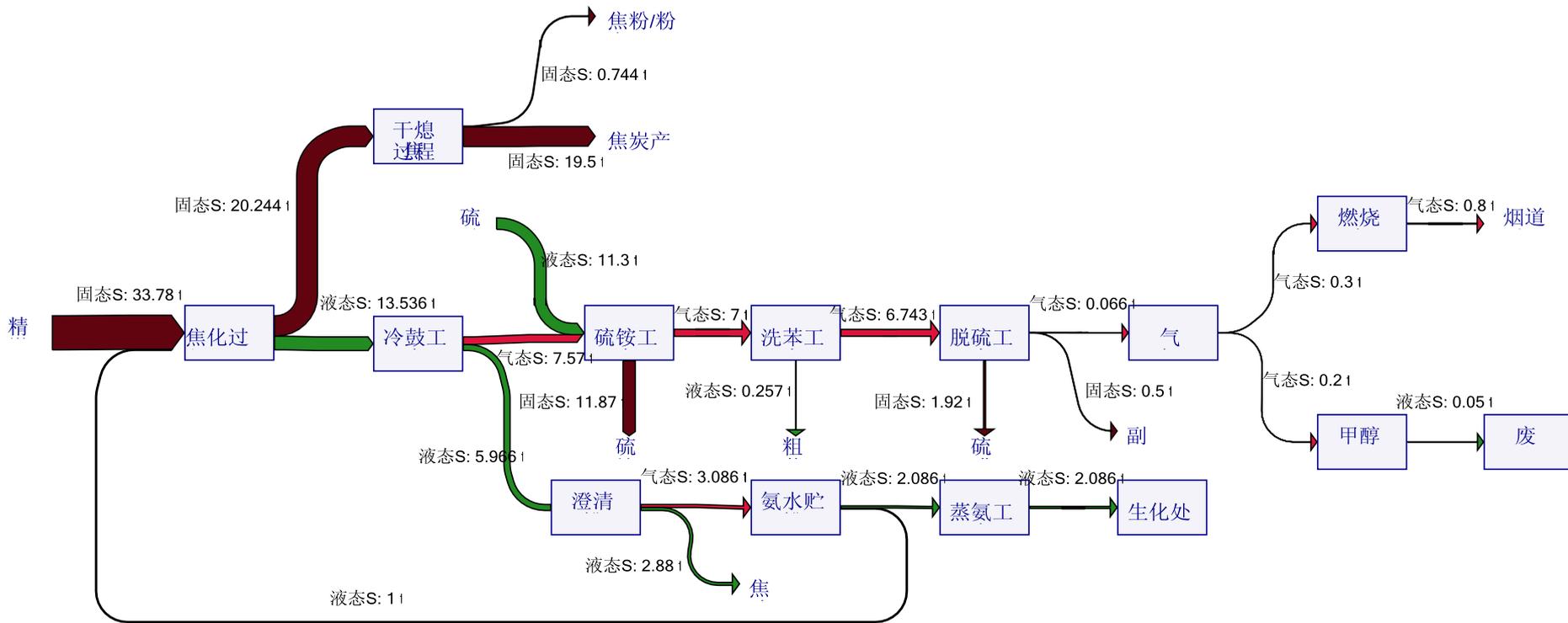
指标对比

关键节点N元素转化率（%）

	炭化室	初冷器	澄清槽	氨水贮槽	蒸氨塔	硫铵工序	燃烧室
有效组分	12	9	3	3	49	86	-
进入废气	2	1	2	2	1	11	5
进入废水	3	1	2	2	50	-	-
其他去向	83	90	93	93	-	3	95



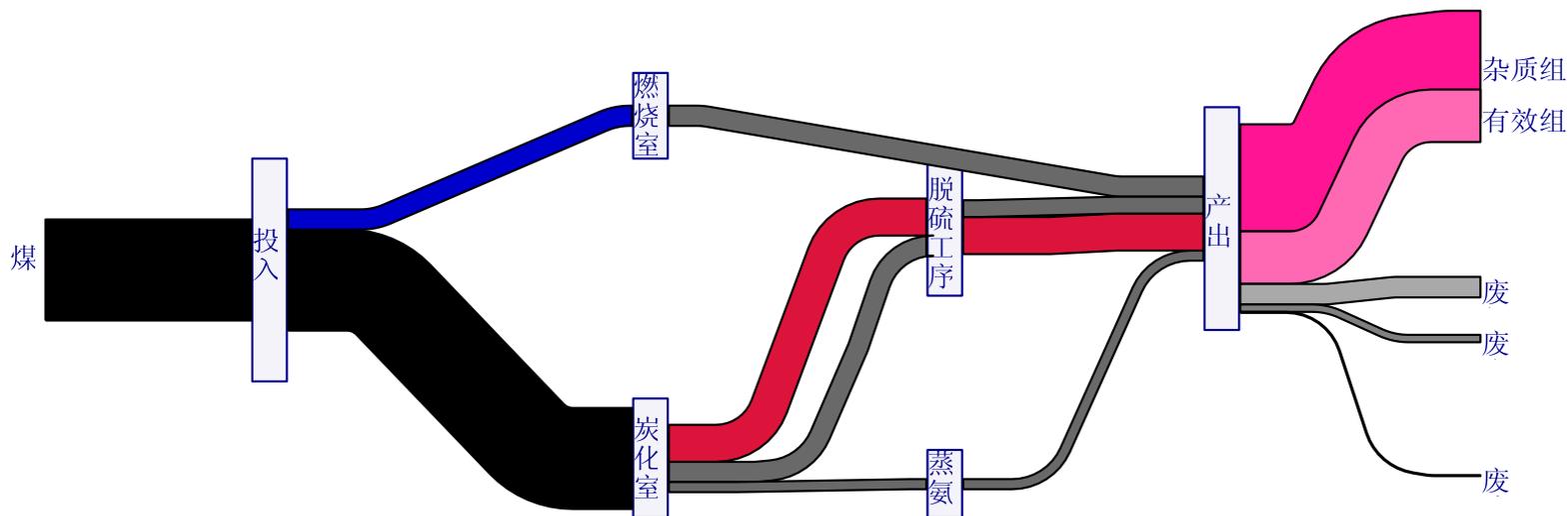
硫元素流分析



情景4的硫元素流分析

S元素静态元素流

污染物产生及前体



S污染物产生及前体

初始来源	全部来自煤中带来的S
转化过程	焦炉燃烧室、炭化室；初冷器；蒸氨；脱硫工序
介质	气态：烟道气、粉尘； 液态：蒸氨废水、产品加工废水、粗苯冷却水
气态污染物	SO ₂
液态污染物	SO ₄ ²⁻ 、S ₂ O ₃ ²⁻ 等；总量以硫化物计

四、结论

结论

- **碳、氢元素有效利用率提升;能源水资源消耗降低**

现有以焦炭、焦油生产为主体的焦化企业，进一步延伸产业链，对提高碳、氢资源有效利用率有明显效果。

- **污染物转化**

污染物的核心产生和转化节点集中在焦炉，在对焦化进行全过程污染物控制时要加强对焦炉的监测并对其进行模拟

展望

● 产业链延伸和技术改进

由于焦炉是焦化企业的主要耗能工序，实施相应技术改进，如集气管余热回收、应用焦炉热工管理技术等，有利于降低能源、水资源消耗。

● 污染物全过程监控

通过动态物质流分析重点污染物迁移转化规律，尤其是含N、S污染物前体波动对末端排放的影响，对焦化行业的污染控制进行优化

谢谢！