

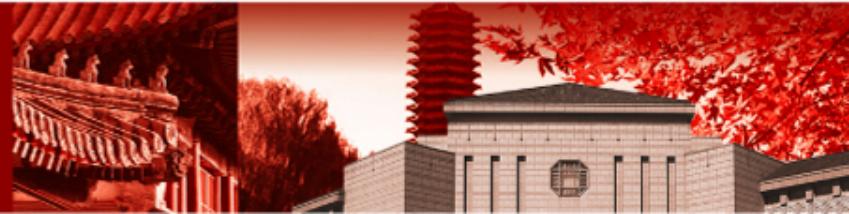
中国HFCs的减排潜力及制冷行业未来的电力需求

胡建信 李一希 姜鹏南 白富丽
北京大学环境科学与工程学院

2019年4月28日



北京大学

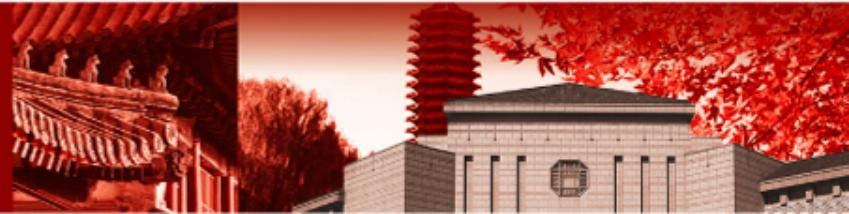


研究范围

- 2030年之前
- 针对有意生产和使用的HFCs
 - HFC-134a、HFC-125, HFC-32, HFC-143a、HFC-152a
- 制冷行业
 - 家用房间空调器（年鉴统计数据、14000W以下）
 - 公共建筑空调（年鉴统计公共建筑面积）
 - 家用冰箱和冰柜（年鉴统计数据）
 - 冷链：冷藏车+冷库+商用展示柜（零售额数据+制冷剂消耗量）



北京大学

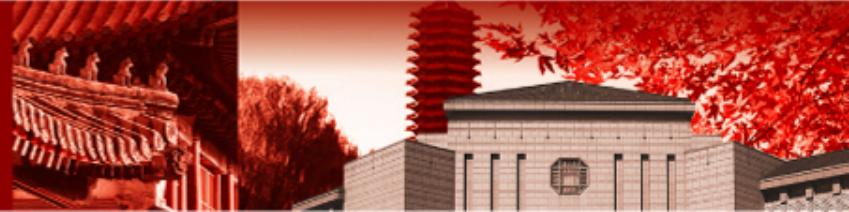


主要目标依据

- HFCs按照基加利修正案时间表
 - 在2024至2028年：控制水平在基线水平的100%；2029至2034年：控制水平在基线水平的90%；2035至2039年：控制水平在基线水平的70%；2040至2044年：控制水平在基线水平的50%；2045年及以后：控制水平在基线水平的20%。
- 绿色高效制冷行动方案：
 - 到2022年，制冷总体能效提高10%以上，家用空调、冰箱、多联机等主要产品能效达到国际先进水平，绿色高效制冷产品市场占有率达到20%以上。到2030年，制冷总体能效提升25%以上，大型公共建筑制冷能效整体提升30%。



北京大学

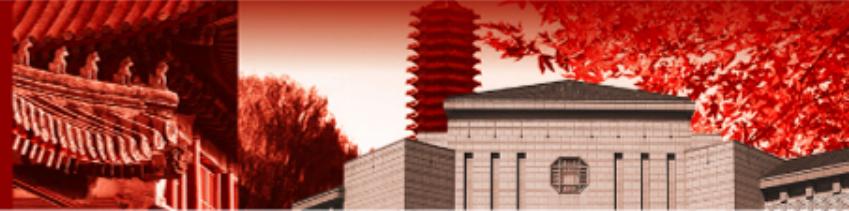


研究方法

- 情景对比分析
 - 预期情景（过去现在未来）
 - （过去）实际发生+（未来）干预效果
- 基本数据自下而上
 - 各个行业的产品产量
 - 制冷剂灌注量
 - 制冷能耗（能效影响）
 - 运行工况



北京大学



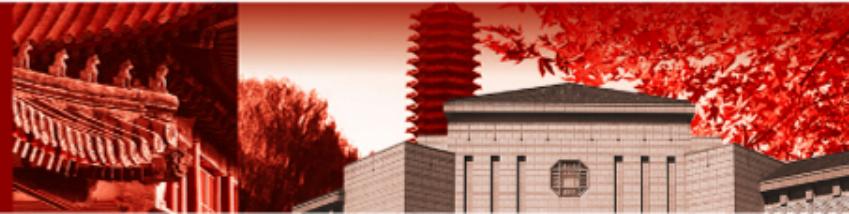
未来需求预测

按照行业预测：

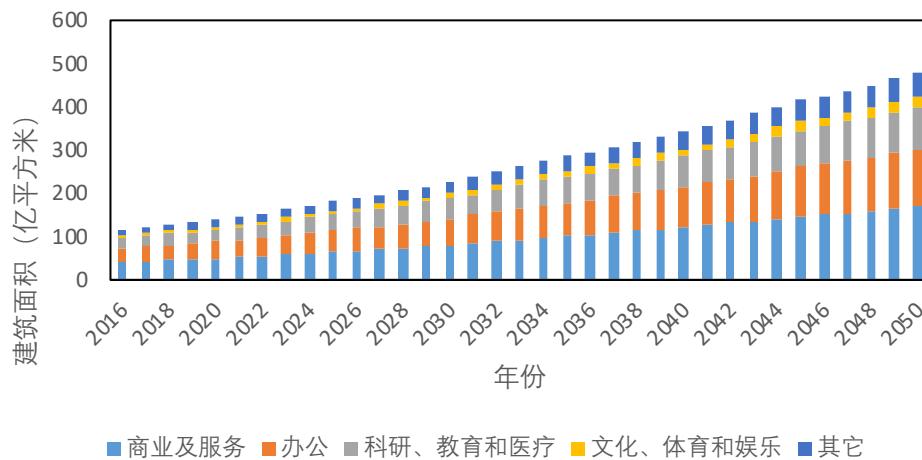
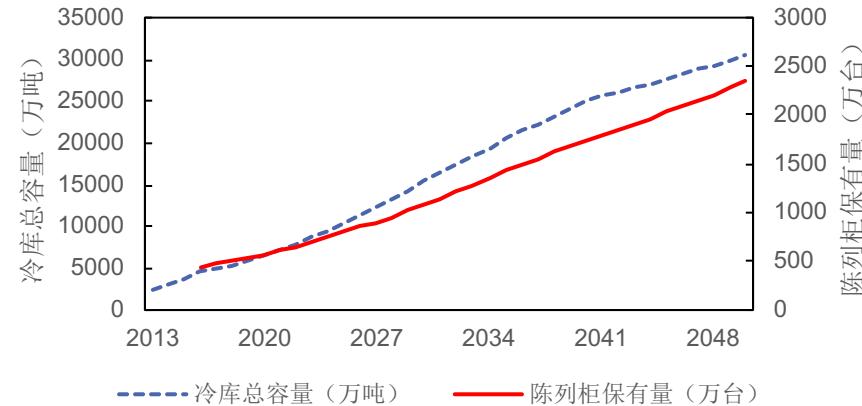
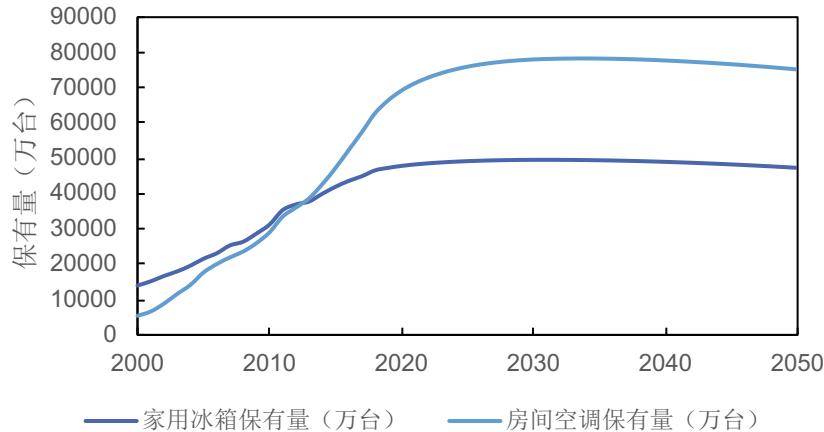
- 家用电冰箱：区分农村和城市，关键参数包括人口、城镇化率、可支配收入
- 房间空调：区分农村和城市，关键参数包括人口、城镇化率、可支配收入、气候条件（CDD）
- 商用（公共建筑）空调：公共建筑总面积、每年竣工面积，预测依据GDP，没有区分气候条件，但区分用途（商业及服务、办公、科研、教育和医疗、文化、体育和娱乐、其它（如通讯、交通））
- 冷链（冷库、陈列柜）：假设年增长率（参考标准化研究院）



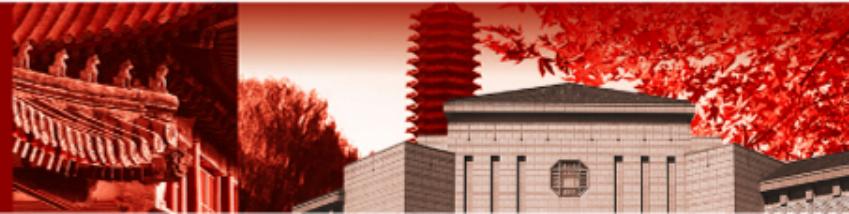
北京大学



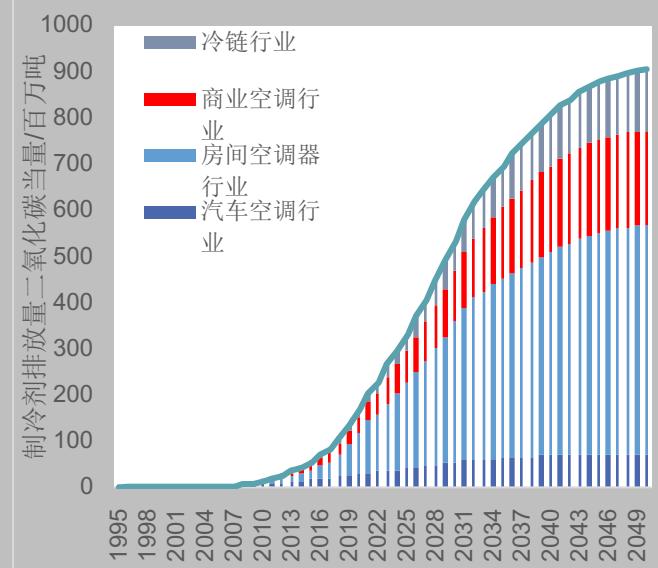
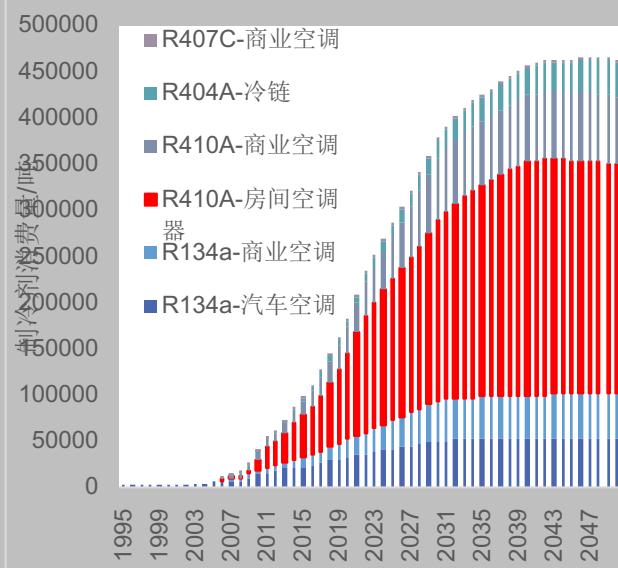
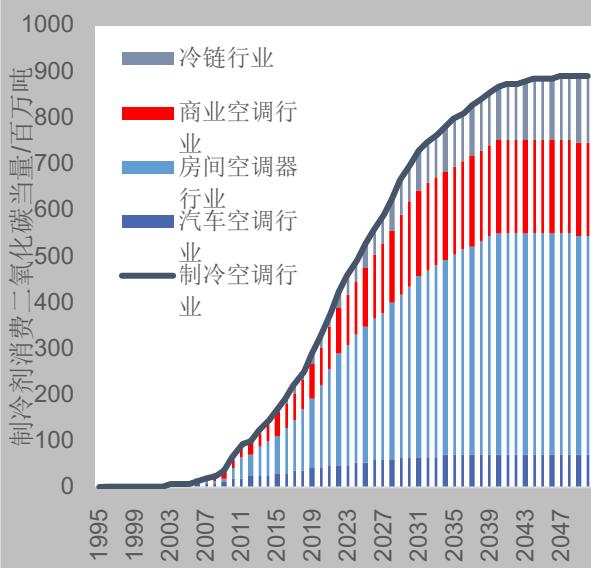
主要产品需求预测



北京大学



制冷行业基线情景



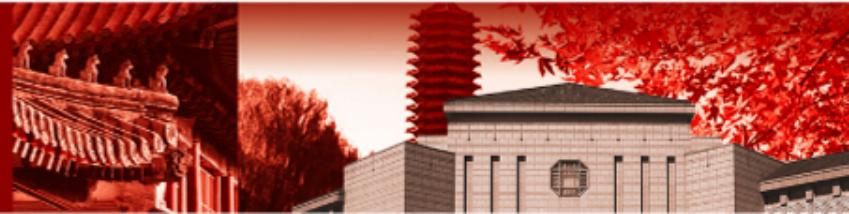
- 未来HFCs消费量和排放量会迅速增加。2050年的消费量达到985 Mt CO₂ eq，截至到2050年，累计消费量达到26,919 Mt CO₂ eq。2050年制冷空调行业的制冷剂排放量将达到1001 Mt CO₂ eq，且截至到2050年，累计排放量为22,254 Mt CO₂ eq。

- 基线情境下，**家用空调行业**会成为最重要的HFCs消费子行业，**HFC-410A**会成为消费量最大的制冷剂

- 家用空调行业、商业空调行业、冷链行业、汽车行业、制冷空调行业的累计消费量占总消费量的比例分别为54.0%、24.0%、12.4%、9.6%；HFC-410A、HFC-134a、HFC-404A、HFC-407C四种制冷剂的累计消费在所有制冷剂消费量中的占比分别为69.5%、24.3%、6.0%、0.2%。



北京大学



$$EC_{i,j,t} = Own_{i,j,t} \times P_{i,t} \times OT_{i,j}$$

式中，EC表示设备的用电量，Own为设备保有量，P表示设备运行功率，OT表示设备的年运行时间。下标i、j、t分别表示设备类型、地区和年份。

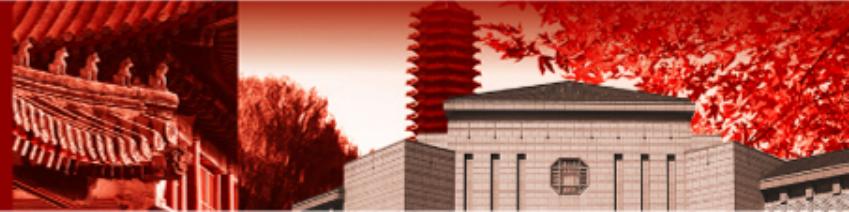
$$Own_{i,j,t} = Dif_u_{i,j,t} \times \frac{Pop_{j,t} \times U_{j,t}}{size_u_{j,t} \times 100} + Dif_r_{i,j,t} \times \frac{Pop_{j,t} \times (1 - U_{j,t})}{size_r_{j,t} \times 100}$$

Dif_u 和 Dif_r 分别表示居民家庭每百户保有量、城镇居民家庭每百户保有量和农村居民家庭每百户保有量； Pop 为人口数； U 为城镇化率（即城镇人口比重）； $size_u$ 和 $size_r$ 分别为户规模、城镇户规模和农村户规模；下标i、j、t分别代表设备类型、地区和年份

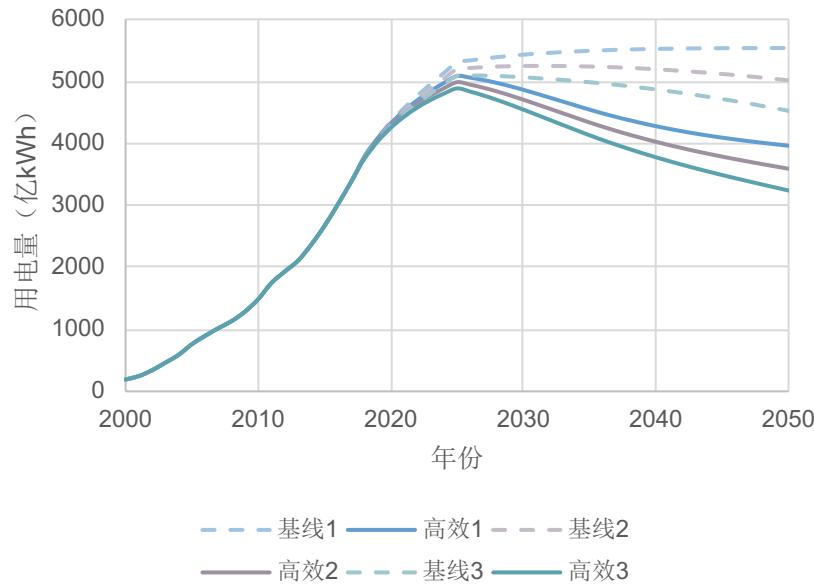
$$CDD(T_c)_j = \sum_{i=1}^{365} \sigma(T_{i,j} - T_c)$$



北京大学

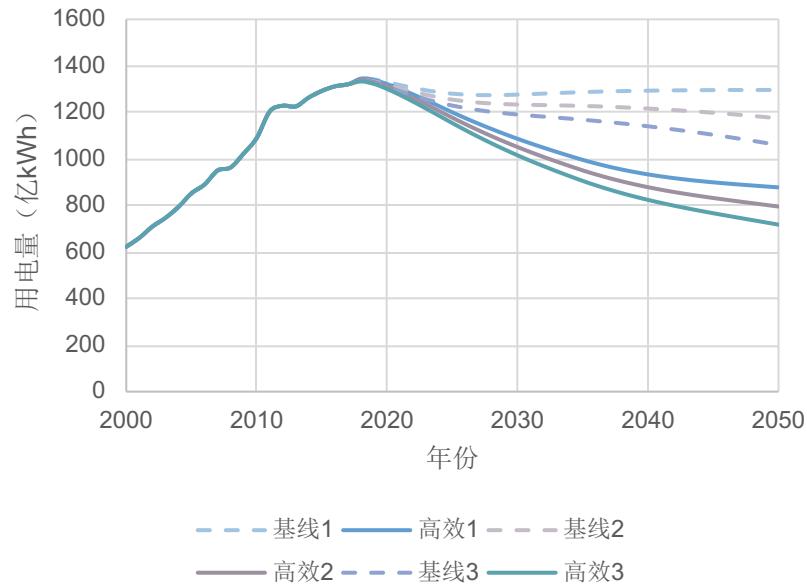


高效情景用电量与节能潜力



• 空调节电量（不同生育率情景）

年份	2020	2025	2030	2035	2040	2050
高生育率	22	219	568	950	1246	1576
中生育率	21	211	545	903	1170	1426
低生育率	21	204	522	856	1094	1285
相对基线	0.5%	4%	10%	17%	22%	28%

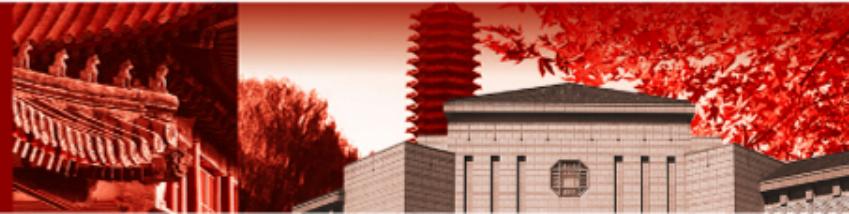


• 冰箱（柜）节电量（不同生育率情景）

年份	2020	2025	2030	2035	2040	2050
高生育率	8	80	190	291	360	419
中生育率	8	78	183	277	338	379
低生育率	8	75	175	263	316	342
相对基线	0.6%	6%	15%	22%	28%	32%



北京大学

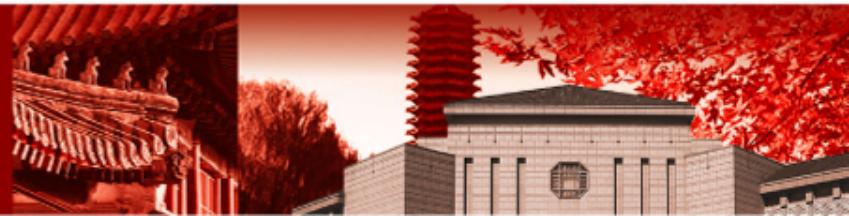


中国房间空调器内销情况

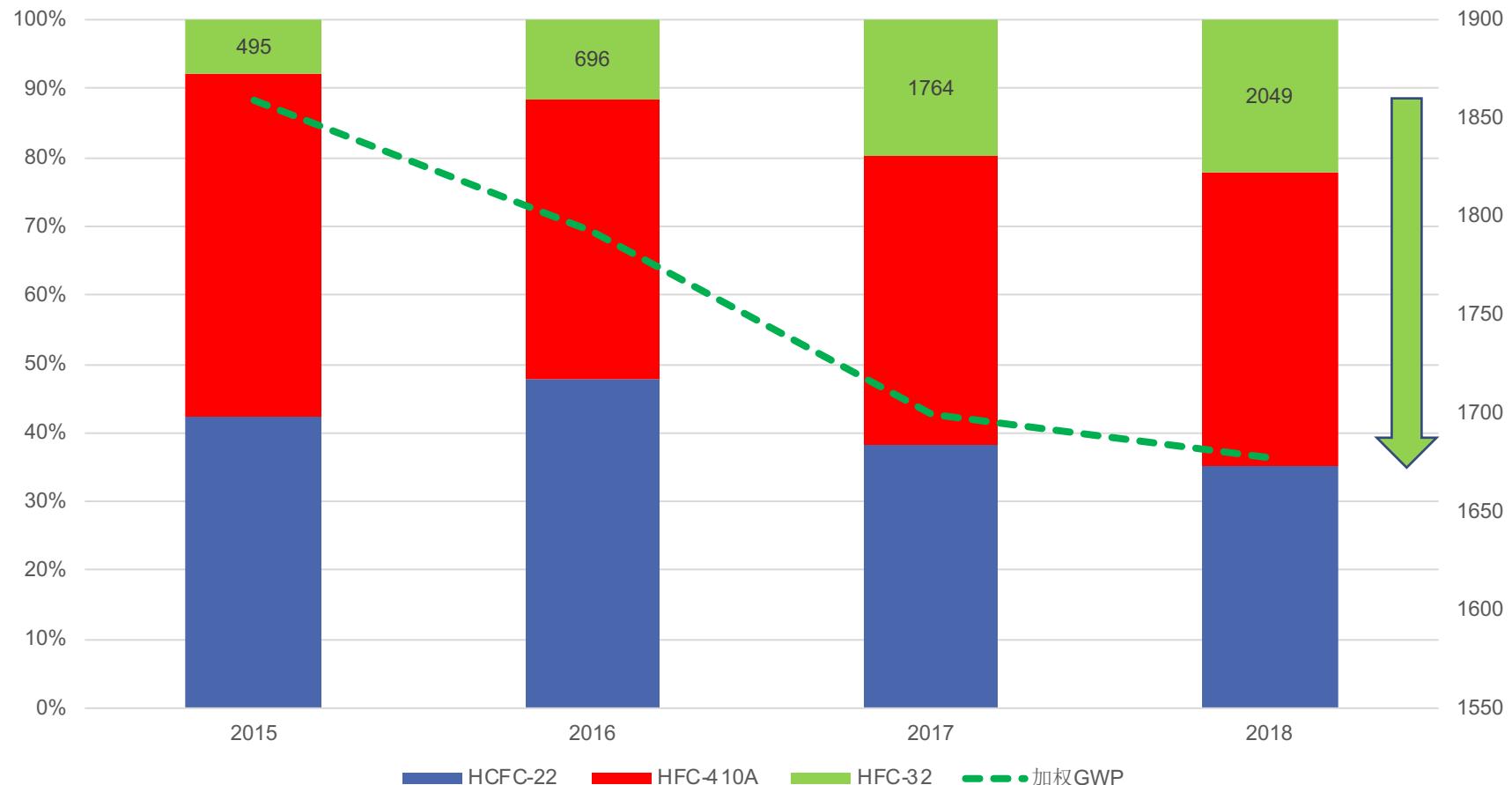
	内销量（万台）			不同制冷剂产品占比			GWP加权平均
	HCFC-22	HFC-410A	HFC-32	HCFC-22	HFC-410A	HFC-32	
2015	2655	3135	495	42.2%	49.9%	7.9%	1859
2016	2889	2463	696	47.8%	40.7%	11.5%	1792
2017	3388	3703	1764	38.3%	41.8%	19.9%	1700
2018	3257	3954	2049	35.2%	42.7%	22.1%	1677



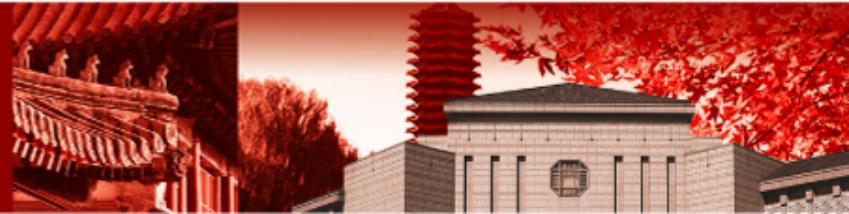
北京大学



HFCs实现的减排(房间空调灌注制冷剂)



北京大学

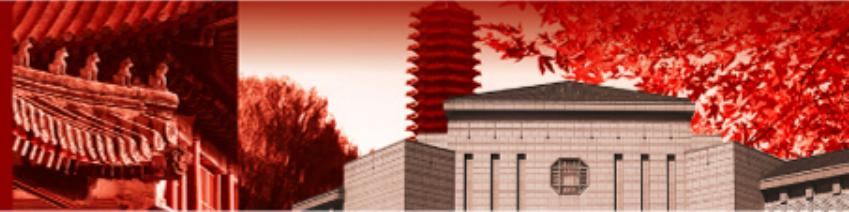


中国内销市场HFCs减排

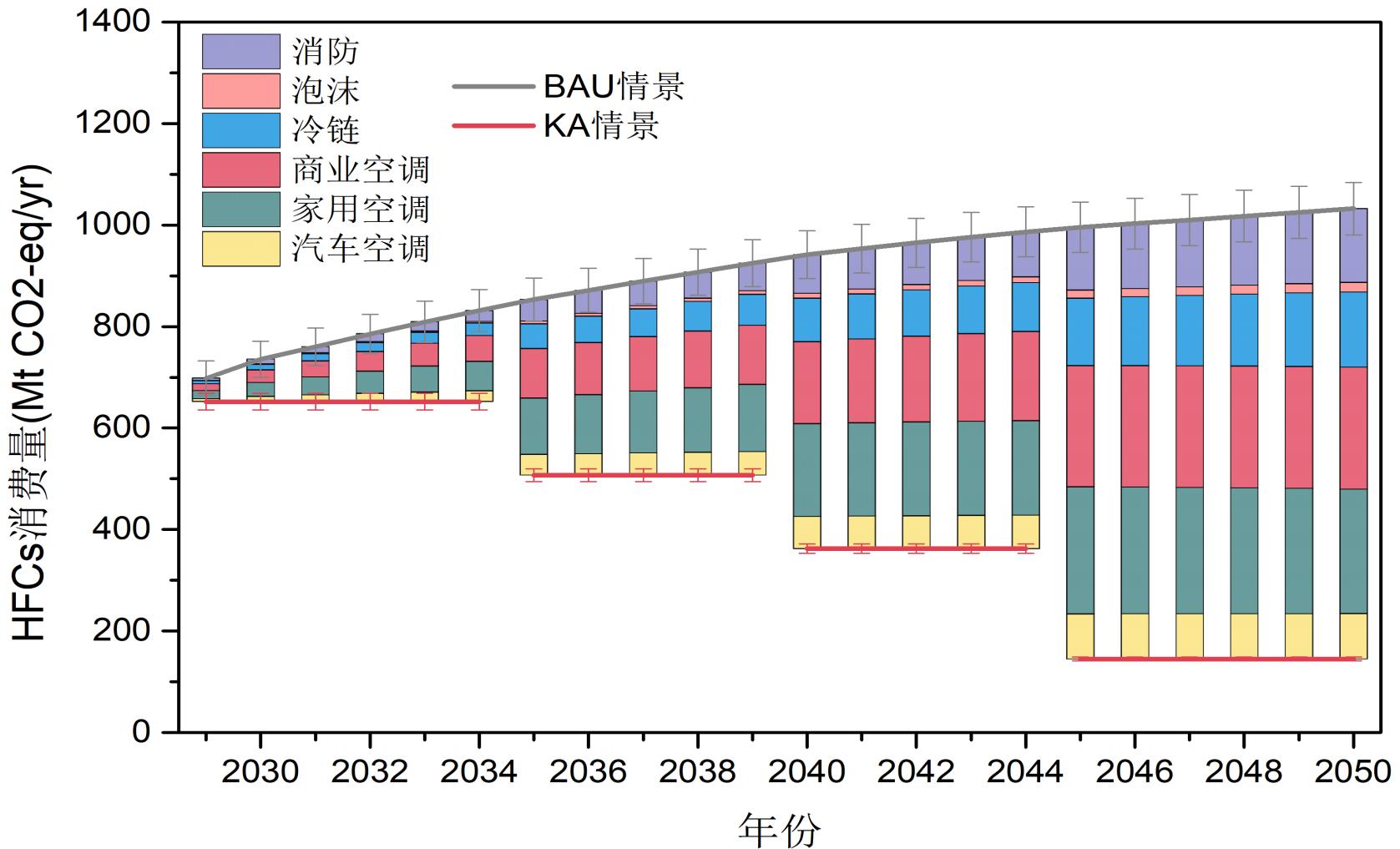
- 中国自2015年开始显著采用HFC-32以来，整个行业的制冷剂的加权平均GWP在逐步下降，由2015年的1859下降到2018年的1677，下降了11%，3年平均下降3.4%/年。
- 相比2015制冷剂GWP水平，2018年因为采用相对低GWP（HFC-32）制冷剂，罐装的制冷剂的GWP减少了2600万吨CO₂eq。
- 延续到2020-2022，综合国际市场变化，相比已有研究结果，预计中国2022年房间空调器行业将减少约100 MTCO₂eq制冷剂的消费，也相应减少了未来100 MTCO₂eq的排放量。
- 2030年减排量取决于未来市场和国家政策变化，现有基加利修正案并不会在2030年带来显著减排。假设按照当前低GWP值替代的惯性（以每年加权平均GWP值下降3.4%），预计2030年相比高GWP值替代情景减少约200 MTCO₂eq的排放量。

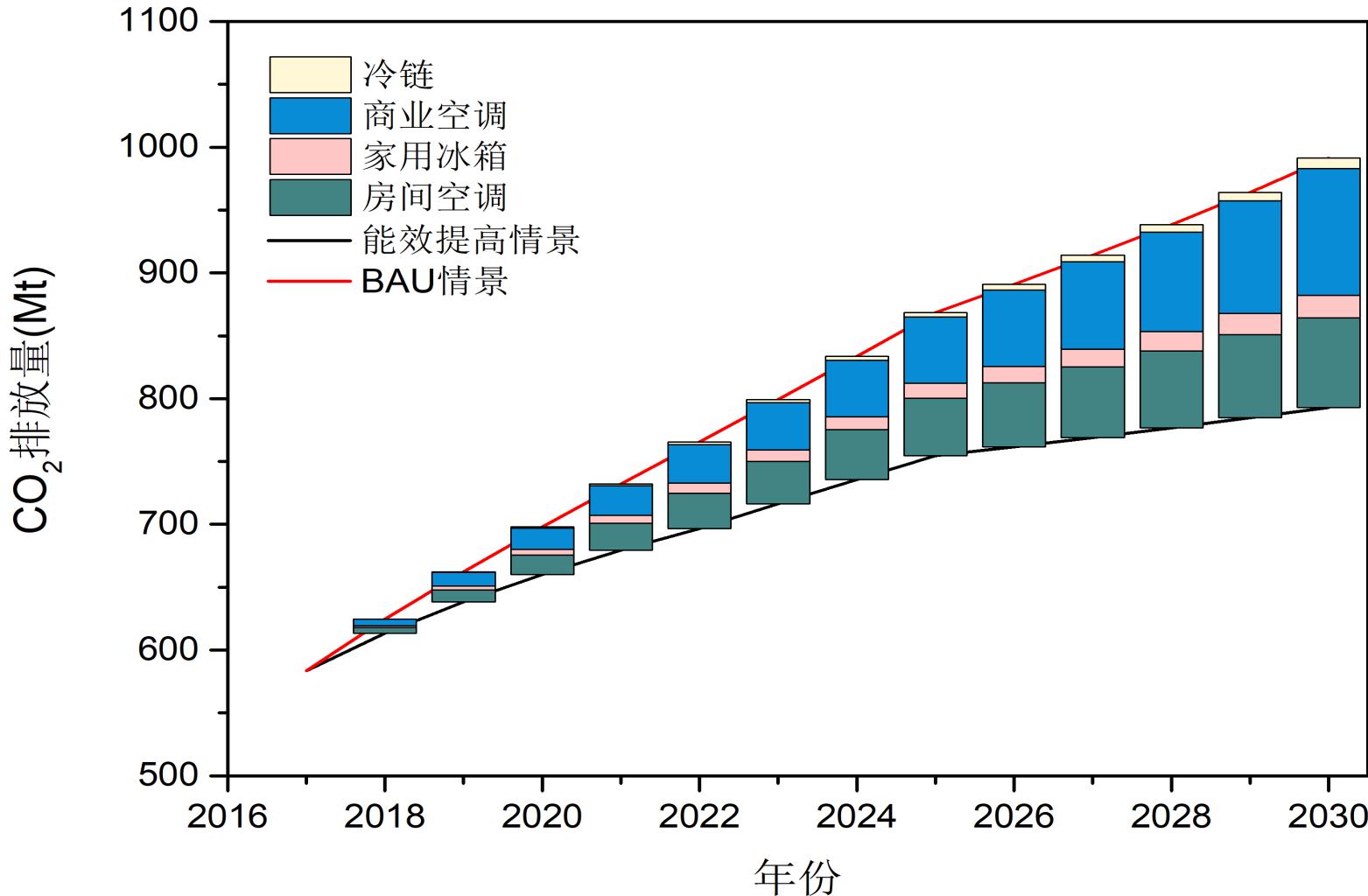


北京大学



各行业的HFCs逐年削减量





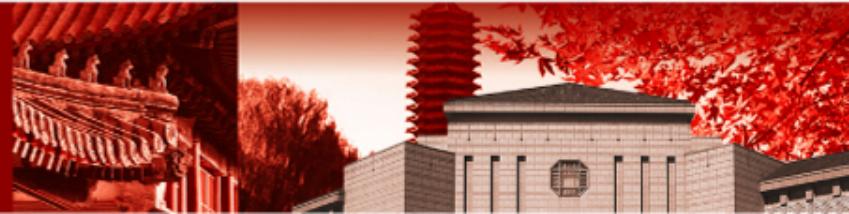
结论

- 预计中国制冷行业相关产品需求将持续增长，电冰箱、房间空调器将于2035年前后达到饱和；但是建筑空调和冷链需求将持续上涨；
- 由于采用HFC-32低GWP制冷剂，相比已有研究，中国HFCs的2024年基线水平预计低100MT CO₂eq的水平，
- 通过提高能效，中国2030年可节电减排CO₂排放198MT CO₂eq

	2020	2025	2030
家用空调	15±0	46±1	71±2
家用冰箱	5±0	12±0	18±1
商业空调	17±2	53±8	101±14
冷库	1±0	3±1	6±2
制冷陈列柜	0±0	1±0	2±1
总计	38±3	114±10	198±20



北京大学



谢谢!



北京大学