

附件 1

**上海市工业企业减污降碳协同增效评价
总则（试行）（征求意见稿）**

上海市生态环境局

二〇二五年十二月

前 言

为深入贯彻党中央、国务院关于碳达峰碳中和的决策部署，推进落实《上海市减污降碳协同增效实施方案》（沪环气候〔2023〕12号）要求，建立健全符合本市环境经济发展特点和实际工作需要的多污染物与温室气体协同增效评估技术体系，促进本市工业企业减污降碳协同增效，制订本文件。

本文件按照GB/T2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件为首次发布。

本文件由上海市生态环境局提出并组织实施。

本文件起草单位：上海市环境科学研究院。

本文件主要起草人：*****。

上海市工业企业减污降碳协同增效评价 总则

1 范围

本文件给出了工业企业减污降碳协同增效评价指标体系构建，评价指标体系，评价指标计算等方法。

本文件适用于本市开展工业企业减污降碳协同增效评价活动。原则上，评价结果为减污降碳措施实施前后的实际效益，应在措施稳定运行并产生实际效益后，根据在线监测、计量统计、财务台账等按规定的要求进行数据收集和计算；对于处于产业化应用初期、指标支撑数据尚不充分的技术，评价结果可为减污降碳措施实施前后的预估效益。

2 规范性引用文件

本文件引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

3 评价指标体系构建

3.1 基本原则

3.1.1 全面系统性

指标体系涵盖工业企业减污降碳协同增效所涉及的关键影响因素，对评价指标进行了系统排列，全面、系统地表征了减污降碳协同增效的实际状况与成效。

3.1.2 科学合理性

以生态环境保护与应对气候变化相关理论知识为指导，指标体系逻辑结构严谨、合理，指标概念清晰、简洁、避免歧义和重复。

3.1.3 先进适用性

以减污降碳协同增效为指引，指标具有代表性和引领性，易于采集、检测、计算与评价。

3.1.4 安全使用性

指标中数据的采集、使用和发布得到有效保护和合法利用。

3.2 评价指标体系框架

减污降碳协同增效评价指标体系从气候效益和生态环境效益属性两方面构建，共分6个一级指标，指标体系框架见图1。

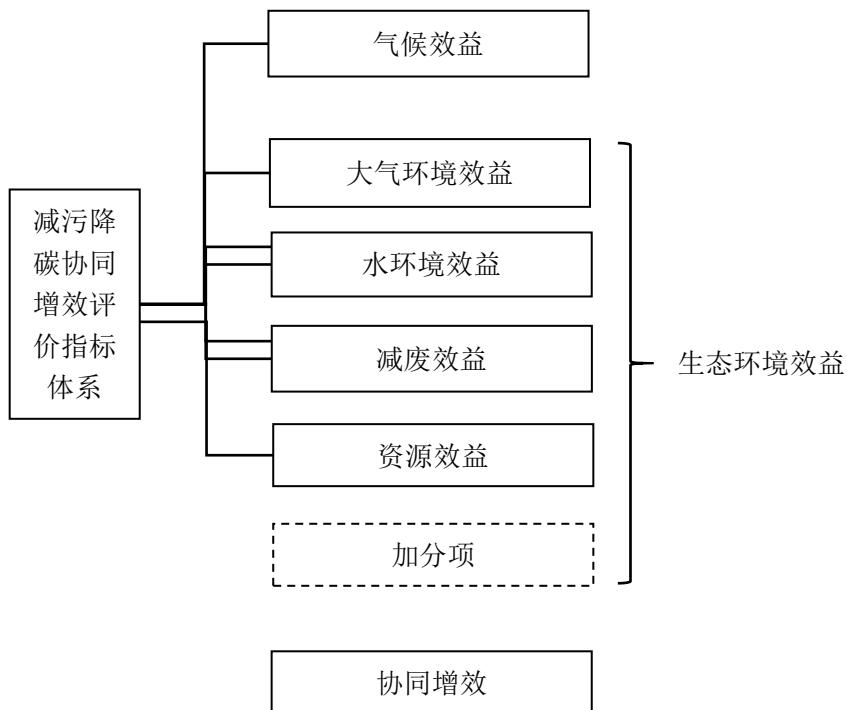


图 1 减污降碳协同增效指标体系框架

4 评价指标体系

评价指标体系及指标项说明如表 1 所列，可根据具体应用情况，对指标项进行细化、调整、完善。一级指标权重应满足表 1 取值要求。

表 1 工业企业减污降碳协同增效评价指标

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	指标项说明
1	气候效益	40%	温室气体减排率(RC)	指减污降碳措施实施前后的温室气体排放强度的下降率，表征了温室气体的减排幅度。 温室气体排放强度以单位产值的温室气体排放量计；在具备条件时，温室气体减排率宜同时按以单位产量计的温室气体排放强度计算。
2			温室气体减排水平(LC)	指减污降碳措施实施后，其温室气体排放强度与行业基准值差距的比率，表征了温室气体排放控制程度在行业中的水平。 $LC=0$ 时，温室气体排放强度与行业基准值相同； $LC<0$ 时，温室气体排放强度高于行业基准值； $LC>0$ 时，温室气体排放强度低于行业基准值，数值越大，温室气体排放强度越小，温室气体排放控制水平越高。
3	大气环	40%	大气污染物	指减污降碳措施实施前后的第 i 种大气污染物排放

	境效益		减排率 (R _{Pi})	强度的削减率，表征了第 i 种大气污染物的减排幅度。 第 i 种大气污染物排放强度以单位产值的第 i 种大气污染物排放量计；在具备条件时，第 i 种大气污染物减排率宜同时按以单位产量计的第 i 种大气污染物排放强度计算。
4			大气污染物 减排水平 (L _{Pi})	指减污降碳措施实施后，其第 i 种大气污染物排放强度与行业基准值差距的比率，表征了第 i 种大气污染物排放控制程度在行业中的水平。
5	水环境 效益		水污染物 减排率(R _{Pi})	指减污降碳措施实施前后的第 i 种工业废水/重污染物排放强度的削减率，表征了第 i 种水污染物的减排幅度。 第 i 种工业废水/重污染物排放强度以单位产值的第 i 种工业废水/重污染物排放量计；在具备条件时，第 i 种工业废水/重污染物减排率宜同时按以单位产量计的第 i 种工业废水/重污染物排放强度计算。
6			水污染物减 排水平(L _{Pi})	指减污降碳措施实施后，其第 i 种工业废水/重污染物排放强度与行业基准值差距的比率，表征了第 i 种工业废水/重污染物排放控制程度在行业中的水平。
7	减废效 益		固/危废 减排率 (R _{Pi})	是指减污降碳措施实施前后的第 i 种固/危废排放强度的削减率，表征了第 i 种固废的减排幅度。 第 i 种固/危废排放强度以单位产值的第 i 种固废排放量计；在具备条件时，第 i 种固/危废减排率宜同时按以单位产量计的第 i 种固/危废排放强度计算。
8			固/危废减排 水平 (L _{Pi})	指减污降碳措施实施后，其第 i 种固/危废排放强度与行业基准值差距的比率，表征了第 i 种固/危废排放控制程度在行业中的水平。
9	资源效 益		资源效率 提升率 (R _{Ri})	指减污降碳措施实施前后的第 i 种资源效率的提升率，表征了第 i 种资源效益的提升度。 第 i 种资源效率以单位产值的第 i 种资源耗用量计；在具备条件时，第 i 种资源效率提升率宜同时按以单位产量计的第 i 种资源消耗量计算。 在固/废资源化利用效益计算时，第 i 种资源效率以单位产值的第 i 种资源化利用量计算。 资源效益提升率适用于难以采用气候效益指标和生态环境指标表征协同增效的减污降碳措施。
10	生态环 境效益 加分项		技术先进性	采用了可行技术或经企业举证、专家核定认为先进的技术。
11			计算数据支 撑可信度	污染物排放数据采用实测法获取。
12	协同增 效	10%	协同度(P _{Ck})	为温室气体减排率与第 k 类污染物减排率的比率，表征了第 k 类污染物的单位污染物减排率所获得的温室气体减排率。

13		10%	实际投资回报率（ROI）	为减污降碳措施实施后的实际运营利润与投资成本的比例，表征了减污降碳措施评估阶段的实际收益情况。
14			动态增效水平（IRR）	为减污降碳措施寿命期内资金投入现值总额与资金回报现值总额相等、净现值等于零时的折现率，表征了减污降碳措施在寿命期内的预期收益情况。

二级指标权重，根据行业（或工序、装置、技术）等具体应用特点，采用专家咨询法、层次因子法、模糊数学法等方法设定，并满足评价结果的公正性和合理性。

5 评价指标计算

5.1 综合指数

综合指数用于表征减污降碳协同增效的评价结果。

综合指数采用指标加权综合评分法，按公式 1 计算。

$$I = \sum_{i=1} \left[\sum_{j=1} (W_{ij} \times P_{ij}) \right] \quad (\text{公式 1})$$

式中：

I——综合指数（无量纲），最高不超过 100；

W_{ij} ——第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标权重值， $\sum_{j=1} (W_{ij})$ =第 i 个一级指标权重值 W_i ， $\sum_{i=1} (W_i) = 100\%;$ ；

P_{ij} ——第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标的指标分值（%）。

其中，大气环境效益、水环境效益、减废效益、资源效益指标权重累计值应为 40%；生态环境效益加分项另设权重，加分项、大气环境效益、水环境效益、减废效益、资源效益合计指数得分最高不超过 40%。

5.2 指标选取与指标分值

5.2.1 企业评价

企业评价以企业为评价边界，评价指标为企业边界范围内的所有温室气体和污染物，评价结果为企业范围内一个或多个减污降碳措施实施前后的实际效益。评价结果可应用于碳配额、资金补贴、管理政策等优惠政策制定。

企业评价指标选取和指标分值取值见表 2。其中，企业应至少涉及一项生态环境效益、协同增效下的二级指标；企业不涉及的生态环境效益、协同增效下的二级指标根据权重按 80 分赋分或行业平均分值赋分。企业涉及的生态环境效益、协同增效下的二级指标应至少涉及一项三级指标；除表 2 中标注*的三级指标外，其他涉及的三级指标

权重按所属二级指标的权重平均分配权重后，根据赋分值赋分。企业涉及但无法提供数据和佐证材料的指标，按 0 分赋分。

表 2 企业评价指标选取与指标指数赋分值

序号	一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标	权重	指标指数	指标赋分值
1	气候效益	40%	温室气体减排效益	40%	温室气体排放强度削减率 (RC) / 温室气体排放量削减率 (QC)	40%	$RC \geq 5\%$	100
							$5\% > RC > 0\%$	80
							$RC \leq 0\%$	50
2				20%	年度重污染天气重点行业绩效分级	20%	A 级	100
							B 级	80
							C 级及以下	50
3		40%	大气环境效益	5%	NOx 减排率 (RP _{NOx})	2.5%	$RP_{NOx} \geq 5\%$	100
							$5\% > RP_{NOx} > 0\%$	50
							$RP_{NOx} \leq 0\%$	0
4	生态环境效益	40%	水环境效益	5%	VOCs 排放强度削减率 (RP _{VOCs})	2.5%	$RP_{VOCs} \geq 5\%$	100
							$5\% > RP_{VOCs} > 0\%$	50
							$RP_{VOCs} \leq 0\%$	0
5		40%	减废效益	5%	污水排放量削减率 (RP _{WW})	2.5%	$RP_{WW} \geq 5\%$	100
							$5\% > RP_{WW} > 0\%$	50
							$RP_{WW} \leq 0\%$	0
6		40%	资源效益	5%	重金属排放强度削减率 (RP _{HM})	2.5%	$RP_{HM} \geq 5\%$	100
							$5\% > RP_{HM} > 0\%$	50
							$RP_{HM} \leq 0\%$	0
7		40%	资源效益	5%	一般工业固废产生强度削减率 (RP _{SW})	2.5%	$RP_{SW} \geq 0\%$	100
							$RP_{SW} < 0\%$	0
							$RP_{DW} \geq 0\%$	100
8		40%	资源效益	5%	危废产生强度削减率 (RP _{DW})	2.5%	$RP_{DW} \leq 0\%$	0
							$IR_{IW} \geq 90\%$	100
							$90\% > IR_{IW} \geq 88\%$	75
							$88\% > IR_{IW} \geq 86\%$	50
							$86\% > IR_{IW} \geq 84\%$	25
9		40%	资源效益	5%	工业用水重复利用率 (IR _{IW})	1%	$84\% > IR_{IW}$	0

7					工业用水重 复利用提升 率(RR _{IW})	1%	RR _{IW} ≥0%	100				
							RR _{IW} <0%	0				
8					一般工业固 废综合利用 率(IR _{SW})	1%	IR _{SW} ≥90%	100				
							90%>IR _{SW} ≥88%	75				
							88%>IR _{SW} ≥86%	50				
							86%>IR _{SW} ≥84%	25				
							84%>IR _{IW}	0				
9					一般工业固 废综合提升 率(RR _{SW})	1%	RR _{IW} ≥0%	100				
							RR _{IW} <0%	0				
10					危废综合利 用提升率 (RR _{DW})	1%	RR _{DW} ≥0%	100				
							RR _{DW} <0%	0				
11	协同 增效	大气污染 物协同度	6%	大气绩效分 级提级*	2%	较基准年提级	100					
12						较基准年无变 化	0					
13				NOx	2%	PC _{NOx} ≥0%	100					
14						PC _{NOx} <0%	0					
15				VOCs	2%	PC _{VOCs} ≥0%	100					
16		水污染 物协同 度	4%				PC _{VOCs} <0%	0				
17			污水	2%	PC _{WW} ≥0%	100						
18					PC _{WW} <0%	0						
19		固/危废协 同度	4%	重金属	2%	PC _{HM} ≥0%	100					
20						PC _{HM} <0%	0					
21		资源协同 度	6%	固废	2%	PC _{SW} ≥0%	100					
22						PC _{SW} <0%	0					
23				危废	2%	PC _{DW} ≥0%	100					
24						PC _{DW} <0%	0					
25				工业用水重 复利用	2%	PC _{IW} ≥0%	100					
26						PC _{IW} <0%	0					
27				一般工业固 废综合利用	2%	PC _{SW} ≥0%	100					
28						PC _{SW} <0%	0					
29				危废综合利 用	2%	PC _{DW} ≥0%	100					
30						PC _{DW} <0%	0					

5.2.2 措施/技术评价

措施评价以措施为评价边界，评价指标为措施边界范围内的所有温室气体和污染物，评价结果为一项减污降碳措施实施前后的实际效益，应在措施稳定运行并产生实际

效益后，根据计量数据、财务台账等按规定的要求进行数据收集和计算。评价结果可应用于试点评估、案例评选、资金补贴。

技术评价对象为处于产业化应用初期、指标支撑数据尚不充分的技术，评价指标为技术边界范围内的所有温室气体和污染物，评价结果可为该项减污降碳措施实施前后的预估效益。评价结果可应用于技术遴选。

措施/技术评价指标选取和指标分值取值见表3。技术或措施的评价可能涉及一项或多项生态环境效益下的二级指标，评价时应选取一项生态环境效益二级指标做为主要评价指标（大气环境效益、水环境效益、减废效益、资源效益），该二级指标权重不得低于30%（生态环境效益指标总权重为40%）；主要评价指标以外的三项生态环境效益二级指标按剩余权重平均分配，不涉及的二级指标根据权重按80分赋分或行业平均分值赋分。技术或措施涉及的生态环境效益、协同增效下的二级指标应至少涉及一项三级指标。技术或措施涉及但无法提供数据和佐证材料的指标，按0分赋分。

表3 措施/技术评价指标选取与指标指数赋分值

序号	一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标	权重	指标指数	指标赋分值		
1	气候效益	40%	温室气体减排效益	20%	温室气体减排率(RC)	20%	RC≥10%	100		
							10%>RC≥5%	75		
							5%>RC>0%	50		
							RC≤0%	0		
		40%	大气环境效益	20%	温室气体减排水平(LC)	20%	LC≥80%	100		
							80%>LC≥50%	75		
							50%>LC>0%	50		
							LC≤0%	0		
2	生态环境效益	40%		15%	NOx排放强度削减率(RP _{NOx})	5%	RP _{NOx} ≥10%	100		
							10%>RP _{NOx} ≥5%	75		
							5%>RP _{NOx} >0%	50		
							RP _{NOx} ≤0%	0		
3				5%	VOCs排放强度削减率(RP _{VOCs})	5%	RP _{VOCs} ≥10%	100		
							10%>RP _{VOCs} ≥5%	75		
				2.5%			5%>RP _{VOCs} >0%	50		
							RP _{VOCs} ≤0%	0		
4				2.5%	SO ₂ 排放强度削减率(RP _{SO2})	2.5%	RP _{SO2} ≥10%	100		
							10%>RP _{SO2} ≥5%	75		
							5%>RP _{SO2} >0%	50		

							$RP_{SO_2} \leq 0\%$	0			
5						颗粒物排放强度削减率(RP_{VOC_s})	2.5%	$RP_{PM} \geq 10\%$	100		
								$10\% > RP_{PM} \geq 5\%$	75		
								$5\% > RP_{PM} > 0\%$	50		
								$RP_{PM} \leq 0\%$	0		
								$LP_{NOx} \geq 80\%$	100		
6						NOx 减排水平(LP_{NOx})	5%	$80\% > LP_{NOx} \geq 50\%$	75		
								$50\% > LP_{NOx} > 0\%$	50		
								$LP_{NOx} \leq 0\%$	0		
						VOCs 减排水平(LP_{NOx})	5%	$LP_{VOCs} \geq 80\%$	100		
7								$80\% > LP_{VOCs} \geq 50\%$	75		
								$50\% > LP_{VOCs} > 0\%$	50		
								$LP_{VOCs} \leq 0\%$	0		
					SO ₂ 减排水平(LP_{NOx})	2.5%	$LP_{SO_2} \geq 80\%$	100			
8										$80\% > LP_{SO_2} \geq 50\%$	75
										$50\% > LP_{SO_2} > 0\%$	50
										$LP_{SO_2} \leq 0\%$	0
					颗粒物减排水平(RP_{VOC_s})	2.5%	$LP_{SO_2} \geq 80\%$	100			
9										$80\% > LP_{SO_2} \geq 50\%$	75
										$50\% > LP_{SO_2} > 0\%$	50
										$LP_{SO_2} \leq 0\%$	0
										$RP_{WW} \geq 10\%$	100
10						水污染物减排率(RP_{WW})	1%	$10\% > RP_{WW} \geq 5\%$	75		
								$5\% > RP_{WW} > 0\%$	50		
								$RP_{WW} \leq 0\%$	0		
						重金属排放强度削减率(RP_{HM})	1%	$RP_{HW} \geq 10\%$	100		
11								$10\% > RP_{HW} \geq 5\%$	75		
								$5\% > RP_{HW} > 0\%$	50		
								$RP_{HW} \leq 0\%$	0		
					水污染物减排水平(LP_{WW})	1%	$LP_{WW} \geq 80\%$	100			
12										$80\% > LP_{WW} \geq 50\%$	75
										$50\% > LP_{WW} > 0\%$	50
										$LP_{WW} \leq 0\%$	0
					重金属排放强度削减率(LP_{HM})	1%	$LP_{HW} \geq 80\%$	100			
13										$80\% > LP_{HW} \geq 50\%$	75
										$50\% > LP_{HW} > 0\%$	50
										$LP_{HW} \leq 0\%$	0
					减废效益	固/危废减排率	$RP_{SW} \geq 10\%$	100			
14										$10\% > RP_{SW} \geq 5\%$	75
										$5\% > RP_{SW} > 0\%$	50
										$RP_{SW} \leq 0\%$	0
					危险产生强度削减率	1%	$RP_{DW} \geq 10\%$	100			
15										$10\% > RP_{DW} \geq 5\%$	75

					(RP _{DW})		5%>RP _{DW} >0%	50			
							RP _{DW} ≤0%	0			
16			固/危废 减排水 平	2%	一般工业固 废减排水平 (LP _{SW})	1%	LP _{SW} ≥80%	100			
							80%>LP _{SW} ≥50%	75			
							50%>LP _{SW} >0%	50			
							LP _{SW} ≤0%	0			
			危废减排水 平(LP _{DW})	1%	危废减排水 平(LP _{DW})	1%	LP _{DW} ≥80%	100			
							80%>LP _{DW} ≥50%	75			
							50%>LP _{DW} >0%	50			
							LP _{DW} ≤0%	0			
17			资源效 益	2%	工业用水重 复利用提升 率(LR _{IW})	0.6%	LR _{IW} ≥0%	100			
							LR _{IW} <0%	0			
					一般工业固 废综合提升 率(LR _{sw})	0.6%	LR _{IW} ≥0%	100			
							LR _{IW} <0%	0			
					危废综合利 用提升率 (LR _{DW})	0.6%	LR _{DW} ≥0%	100			
							LR _{DW} <0%	0			
21		生态环 境效 益加 分项	技术先进性 采用技术符合以下至少一项： 1) 大气治理采用附录 B 中的可行技术； 2) 工业废水治理、固/危废治理采用污染物减量化和资源综合利用耦合技术； 3) 生态环境领域国家科技重大专项、国家重点研发计划等国家科技重大项目成果和《国家污染防治技术指导目录》鼓励的技术应用示范； 4) 其他经企业举证、专家核定认为先进的技术。				采用先进技术	100			
							未采用先进技术	0			
			计算数据支撑可信度				污染物排放数据 通过实测法获取	100			
							污染物排放数据 未通过实测法 获得	0			
			协同增效绩 效	20%	NOx	1%	PC _{NOx} ≥0%	100			
							PC _{NOx} <0%	0			
					VOCs	1%	PC _{VOCs} ≥0%	100			
							PC _{VOCs} <0%	0			
					SO ₂	1%	PC _{NOx} ≥0%	100			
							PC _{NOx} <0%	0			
					PM	1%	PC _{VOCs} ≥0%	100			
							PC _{VOCs} <0%	0			

26				水污染物协同	2%	污水	1%	$PC_{WW} \geq 0\%$	100
								$PC_{WW} < 0\%$	0
27				减废协同	2%	重金属	1%	$PC_{HM} \geq 0\%$	100
								$PC_{HM} < 0\%$	0
28				资源协同	2%	固废	1%	$PC_{SW} \geq 0\%$	100
								$PC_{SW} < 0\%$	0
29				资源协同	2%	危废	1%	$PC_{DW} \geq 0\%$	100
								$PC_{DW} < 0\%$	0
30				资源协同	2%	工业用水重复利用	0.6%	$PC_{IW} \geq 0\%$	100
								$PC_{IW} < 0\%$	0
31				资源协同	2%	一般工业固废综合利用	0.6%	$PC_{SW} \geq 0\%$	100
								$PC_{SW} < 0\%$	0
32				资源协同	2%	危废综合利用	0.6%	$PC_{DW} \geq 0\%$	100
								$PC_{DW} < 0\%$	0
33				增效效益	投资回报	投资回报率(ROI) /动态增效水平(IRR)	10%	$ROI/IRR \geq 10\%$	100
								$10\% > ROI/IRR \geq 5\%$	50
								$5\% > ROI/IRR > 0\%$	25
								$ROI/IRR \leq 0\%$	0

附录 A 减污降碳协同增效行动一览表

减污降碳行动指为减少污染排放和降低碳排放，全面提高环境治理综合效能，实现环境效益、气候效益、经济效益多赢，采取的方法或行动。根据《上海市减污降碳协同增效实施方案》（沪环气候〔2023〕12号），本市工业企业减污降碳协同增效行动一览表参见下表。

表 A.1 本市工业企业减污降碳协同增效行动一览表

序号	分类	名称	内容说明
1	目标	源头减排	聚焦环境污染物和碳排放主要源头和关键环节，推动源头减排，形成有利于减污降碳的产品结构和生产方式，促进绿色转型
2		统筹减排	统筹气、水、土、固废、温室气体等减排要求，增强污染防治与碳排放治理的协调性
3		协同增效	以降低污染物排放与碳排放水平为目的，实现环境效益、气候效益、经济效益共赢
4	结构调整	炼钢短流程	钢铁生产工艺从长流程向短流程转变，天然气喷吹替代；废钢比提升
5		石化低碳	石油化工产业升级，提高低碳化原料比例，炼油向精细化工及化工新材料延伸；化工产业向精细化、绿色化升级
6		清洁生产	采用先进适用的技术、工艺和装备实施清洁生产技术改造
7		ODS 替代	使用含氢氯氟烃生产线改造，淘汰氢氯氟烃使用
8		铝业低碳化	铝行业提高再生铝比例
9		产业链绿色转型	实施产品设计、生产工艺、产品分销以及回收处置利用全产业链绿色化
10		综合措施绿色化	实施源头减排、过程控制、末端治理、综合利用全流程绿色化
11	清洁替代	燃料低碳化	低碳燃料替代传统燃油；终端燃油产品能效提升；实施燃煤、石焦油、渣油、重油、燃料油、柴油的锅炉或窑炉改为电、天然气、生物质等清洁能源
12		低碳燃料替代	采用非化石能源燃料替代传统化石能源
13		能源光伏+	充分利用场地资源，实施“光伏+”工程；新建工业厂房等建筑屋顶安装光伏；既有工业房屋顶可利用面积光伏应装尽装；建筑终端电气化水平提高；

序号	分类	名称	内容说明
	14		集光伏发电、储能、直流配电、柔性用电为一体的“光储直柔”建筑建设
14		物料低 VOCs	低 VOCs 含量原辅材料产品的采购使用；工业涂装、包装印刷等溶剂使用行业，以及涂料、油墨、胶黏剂、建筑涂料、胶粘合使用环节低 VOCs 含量产品替代
15		水泥行业原料替代	水泥行业原燃料替代
16	节能降耗	能效提升	重点用能系统能效提升，电机、变压器等能效提升 重点用能系统节能改造和运行控制优化；风机、泵、压缩机等电机系统效率提高
17		能效提升	企业整体工业节能和能效水平提升；
18	循环利用	工业节水	工业重点用水企业节水技术改造；企业间水资源共享和水资源梯级使用；工业用水重复利用率提高
19	碳捕集	CCUS	推动碳捕集、利用与封存技术在工业领域应用
20	大气治理	超低排放	钢铁行业生产全工序、全流程、全时段超低排放；实施钢铁、水泥、焦化行业及锅炉超低排放改造与温室气体排放协同控制技术
21		深度治理	工业炉窑深度治理
22		排放下降	电力领域大气污染物排放稳步下降
23		LDAR	在炼油、石化等行业开展泄漏检测与修复 (LDAR)
24		密闭治理	含 VOCs 物料的储存、转移输送等排放环节，采取设备与场所密闭、工艺改进、废气有效收集等措施减少无组织逸散
25		末端降耗	VOCs 末端治理措施，采用节能低碳技术方案；实施大气污染治理设备节能降耗技术，提高设备自动化智能化运行水平，包括但不限于低温低能耗技术、热量回用技术、废气循环技术等
26		“绿岛”建设	有条件的企业集群和园区探索建立 VOCs 集中式处理示范工程
27		大气污染治理	实施颗粒物、氮氧化物、挥发性有机物 (VOCs) 等臭氧前体物与温室气体协同减排技术
28		扬尘控制	拆除作业加强预湿和喷淋抑尘措施和施工现场封闭措施，控制建设扬尘污染

序号	分类	名称	内容说明
29	污水处理	提效降耗	污水处理厂节能降耗，优化工艺流程，提高处理效率；高效水力输送、混合搅拌和鼓风机曝气装置等高效低能耗设备采用；污泥沼气热电联产集水源热泵等热能利用技术采用；燃煤电厂污泥掺烧；利用污水处理资源开发分布式光伏发电
30		工业污水深度治理	实施清洁生产、深度治理等措施实现水污染物排放与温室气体协同控制的技术
31		污泥综合利用	实施污泥处置和综合利用率水平提高
32	土壤治理	绿色修复	土壤治理节能降耗修复技术采用；实施绿色低碳修复，优化土壤污染风险管控和修复技术路线，注重节能降耗
33	固废治理	大宗固废全量利用	冶炼废渣、脱硫石膏、焚烧灰渣等大宗工业固废的高水平全量利用
34		冶炼副产耦合利用	冶炼副产能源资源与建材、石化、化工行业深度耦合
35		“固废不出园”	产业园区配套建设固体废弃物中转、贮存和预处理设施，重点园区实现“固废不出园”，并协同处置城市其他固体废弃物
36		新型废物利用处置	退役动力电池、光伏组件和风电机组叶片等新型废物的分类利用和集中处置
37		一般固废治理	实施工艺改造实现一般固废减量化，开展一般固废资源化利用
38		危废治理	实施工艺改造实现危废减量化，探索危废资源化利用
39	清洁运输	能源清洁化	非道路移动机械清洁能源替代；港口、机场和重点企业等场内机械，56kW 以下中小功率机械通过“油改电”替代更新，港口作业机械和机场地勤设备“油改气”“油改电”
40		新能源化	港口新增和更新作业机械采用清洁能源或新能源；机场新增或更新场内设备/车辆采用新能源
41		岸电化	港口泊位岸电设备配备；集装箱码头岸电设备使用率提高；邮轮码头岸电设施使用 100%；港作船舶岸电设施使用率 100%
42		电气化	机场桥载电源使用率提高；

序号	分类	名称	内容说明
	43		远机位电源设施替代; 机场地面辅助电源设施全覆盖
43		提前淘汰	老旧车辆提前淘汰; 国三柴油货车淘汰; 国四排放标准重型营运柴油货车淘汰
44		达标治理	国三非道路移动机械达标治理
45		移动源治理	实施非道路移动机械清洁能源替代

附录 B 工业领域污染物减排可行技术

工业领域污染物减排可行技术指本市政策文件、技术指南等中鼓励采用的污染物治理技术、生态环境领域国家科技重大专项、国家重点研发计划等国家科技重大项目成果和《国家污染防治技术指导目录》鼓励的技术应用示范、或其他经企业举证、专家核定认为先进的技术。大气治理污染物减排可行技术见表 B.1 至表 B.5；水环境效益改善技术、固/危废减量化技术、资源利用提升技术参考领域内优秀案例，后续将对技术进行增补。

表 B. 1 VOCs 源头减排物料（产品）替代可行技术

行业和工艺类别		水性涂料	高固体分/无溶剂涂料	辐射固化涂料	粉末涂料	水性油墨	植物基油墨	辐射固化油墨	无醇润版液	水基型胶粘剂	本体型胶粘剂	水性清洗剂	半水基性清洗剂
涂料制造		✓	✓	✓	✓								
油墨制造						✓	✓	✓					
胶粘剂制造										✓	✓		
清洗剂制造												✓	✓
汽车制造	底漆、中涂、色漆	✓	✓							✓	✓	✓	✓
	清漆		✓										
汽车零部件制造		✓	✓									✓	✓
集装箱制造		✓	✓										
木器制造		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓
船舶维	上建、机舱内部、	✓	✓									✓	✓

修制造	钢板预处理												
港口机 械	构建内部、钢板 预处理	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
	工程机械制造	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
包装印 刷	凹印					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	胶印					<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	丝网印刷					<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>					
	柔印					<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>					

表 B. 2 VOCs 源头减排工艺改进可行技术

行业和工艺类型	工艺改进措施
石油炼制、石油化工	密闭化、自动化生产，催化重整清洁生产改造
涂料油墨制造	密闭研磨、自动包装
医药制造	废溶剂萃取、溶剂回收循环利用
工业涂装(汽车整车、汽车零部件、船舶和港口机械制造维修、工程机械、家具制造等)	阴极电泳、高流低压、静电高速旋杯、静电辅助无气等喷涂工艺、紧凑型涂装工艺、往复式涂装线、机器人涂装线、自动换色机、自动辊涂、自动淋涂、自动清洗、大包装涂料、免喷注塑
包装印刷	自动橡皮布清洗、零醇润版胶印、无水胶印、无溶剂复合、无溶剂凹印、共挤出复合、干膜涂布工序、自动移印
其他自动化、机器人化、智能化工艺设备	
冷凝、蒸馏、萃取、提纯等 VOCs 物料回收使用的工艺设备	
注：工艺改进措施涉及的 VOCs 物料和产品应符合国家强制性产品质量标准中的相关 VOCs 含量限值要求	

表 B.3 VOCs 无组织排放治理可行技术

行业与排放源项	过程控制措施
石油炼制、石油化学、合成树脂行业企业以及其他行业受控密封点总数超过 2000 个(含)的企业	参照《设备泄漏挥发性有机物排放控制标准》，开展设备与管线组件 VOCs 泄漏检测与修复以及实施与监督
储运、设备密封等排放源项	通过无泄漏泵、无泄漏压缩机、无泄漏搅拌机、无泄漏阀或低泄漏阀门替换原密封组件，采用设备符合《设备泄漏挥发性有机物排放控制标准》要求
设备密封、装卸、储罐等排放源项	在确保生产安全的条件下，应通过新建装置的工艺设计优化或现有装置检修时的系统优化精简不必要的密封点数量，同时宜结合实际生产工艺，对可采用负压的装置优先采用负压工艺减少 VOCs 泄漏 密闭自动采样器、干式快速接头、高效密封呼吸阀替代
储罐	固定罐更换为浮顶罐、中间罐减除等

表 B. 4 VOCs 末端治理可行技术

行业与工艺类型		治理工艺						
		活性炭吸附 / 氮气 (蒸汽) 脱附 + 冷凝回收	沸石浓缩 + 热氧化	碳纤维吸附 / 蒸汽脱附 + 冷凝回收	沸石浓缩 + 催化氧化	催化氧化	直燃式热氧化	蓄热式热氧化
汽车制造	涂装		<input checked="" type="checkbox"/>					
	固化						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
工业涂装	涂装 (大型车间或码头、船坞)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			
	涂装 (小型车间)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
	固化				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
包装印刷	凹印	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
	干复	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
	轮印	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
涂料油墨制造			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
石油化工		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

表 B. 5 VOCs 资源回收可行技术

行业与排放源项	资源回收技术
1) 储运、投料、卸料、间歇工艺设备间的物料转移、蒸馏、真空系统排气、过滤、离心、萃取等分离过程，含溶剂物料的干燥过程及设备的开停车和吹扫过程等；	冷凝、吸附、膜分离、吸收等物料回收
2) 喷涂（涂布）及烘干干燥过程 印刷、涂装、涂布	减风增浓、ESO 等废气循环技术
热氧化类末端治理设施	气-气、气-汽、气-水、气-油等余热回用系统

表 B. 6 钢铁焦化水泥行业超低排放改造技术

所属行业	生产工艺	治理技术
钢铁	烧结	烟气循环、烧结料面喷水蒸气、低碳厚料层烧结
		循环流化床脱硫+SCR 脱硝、电除尘器+活性焦脱硫脱硝
	高炉炼铁	无组织排放粉尘控制
		高比例球团冶炼
		添加钢铁循环材料
		喷吹付清燃料
	非高炉炼铁	欧冶炉熔融还原炼铁
		HIsmelt 熔融还原炼铁
		气基竖炉直接还原炼铁
		绿氢零碳流化床高效炼铁
焦化	转炉	湿法烟气回收
		LT 干法除尘
	短流程电炉	全废钢电炉炼钢
		燃气锅炉
	焦炉	电袋复合除尘
		废气循环和分段加热
	煤气净化单元设施和贮槽放散口	负压吸引技术
		全干法熄焦
	生产工艺过程	余热循环利用
		覆膜滤料袋式除尘、旋风除尘+水洗联合（煤气净化单元振动流化床）
水泥	脱硫	半干法 SDA 脱硫、干法脱硫
		催化还原（SCR）
	脱硝	焦炉烟气低温脱硫脱硝一体化
		生产工艺改进
	生产	新型干法窑
		优化原料配比
	工艺	富氧燃烧
		预热器系统改造
	改造	篦冷机系统改造
		生料粉磨、煤粉制备、水泥粉磨系统改造

原材料改进	矿渣替代 粉煤灰替代 新型凝胶材料替代
窑体改造	高效隔热保温及砌筑技术 回转窑筒体余热再回收系统改造：两档短窑技术
工业炉窑 改造	炉体改造 生产工艺改进
	高效发热材料、高效热传导材料 富氧燃烧、低能变压吸附制氧+富氧燃烧、氧燃料燃烧 炉内高温烟气涡旋强化辐射传热 低温压驱动下单相/多相强化换热、烟气余热多元混合工质梯级利用发电 分级燃烧+SNCR 优化脱硝

附录 C 指标指数计算方法

C. 1 一般要求

C. 1. 1 工作程序

指标指数计算的工作程序见图 C.1。

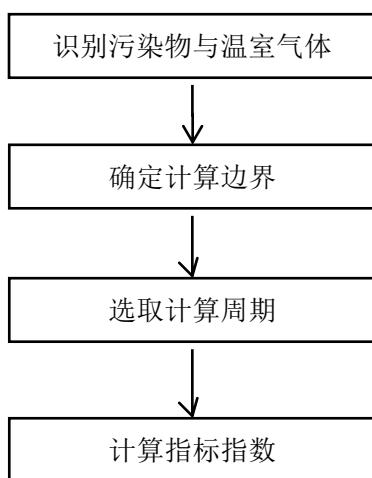


图 C.1 指标指数计算工作程序

C. 1. 2 识别污染物与温室气体

污染物和温室气体的产生与排放，与原辅材料、能源燃料的使用与消耗，生产作业的物理、化学等工艺过程，污染治理方法等因素相关。

识别污染物与温室气体，是对减污降碳措施实施前后，污染物与温室气体的产生和排放量情况进行梳理，确定种类、数量发生明显变化的污染物（包括二次污染物）和温室气体。

(1) 污染物

包括但不限于下列主要污染物：

a) 废气污染物

根据上海市生态环境局《关于优化建设项目新增主要污染物排放总量管理推动高质量发展的实施意见》（沪环规〔2023〕4号），总量控制的废气污染物，包括氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、挥发性有机物（VOCs）和颗粒物（PM）；

b) 水污染物包含污水排放量和重金属排放量；

b) 固体废弃物包含一般工业固废和危险废物；

c) 排污许可载明的污染物

企业在排污许可证等环境管理材料中载明的污染物。

(2) 温室气体

包括二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄)、氧化亚氮 (N₂O)、氢氟碳化合物 (HFCs)、全氟碳化合物 (PFCs)、六氟化硫 (SF₆) 及三氯化氮 (NF₃) 等 7 项。

C. 1. 3 确定计算边界

边界 (boundary) 是指统计计算减污降碳措施的气候效益、环境效益相关的物理界限、场所界限。边界可以是一个场所，一个独立设备或系统、一个完整的工业企业或其所控制的多个场所。边界可以包括一项或多项减污降碳措施。

边界确定原则为：所有输入和输出该边界的污染物、温室气体排放量均可独立核算的最小范围。

通常，核算边界应设定为与污染物排放量可独立测量的最小范围一致；如该范围内可独立核算温室气体排放量，则独立核算；如无法独立核算，可在该范围内通过经验参数结合统计数据等方法对设备能耗情况进行自主测算，并提供计算过程和依据，并与碳核查、温室气体报告等计算数据保持一致。

本方法中二氧化碳计算边界为《2019 IPCC 国家温室气体清单指南》中范围一、范围二。

C. 1. 4 选取计算周期

统计周期包括基准期与报告期。基准期 (baseline period) 是指用以比较和确定气候效益和环境效益的，减污降碳措施实施前的时间段。报告期 (reporting period) 是指用以比较和确定气候效益和环境效益的，减污降碳措施实施后的时间段。

基准期与报告期的时间周期应等同，且能充分表征气候效益、环境效益的真实水平。基准期与报告期应不少于 3 个连续日历月、有效生产运营作业时间累计不低于 480 小时、并包含不少于 1 个生产运营设施运营全过程周期。

基准期与报告期的实际生产活动水平应相当。

C. 2 气候效益指标

C. 2. 1 温室气体减排率 (RC)

(1) 温室气体减排率 (RC)

温室气体减排率，为基准期与报告期的温室气体强度削减率，按公式 C1 计算。

$$RC = \frac{IC_1 - IC_2}{IC_1} \quad (\text{公式 C1})$$

式中：

RC——温室气体减排率，%；

IC₁、IC₂——基准期、报告期的温室气体强度，吨二氧化碳当量/万元产值（吨二氧化碳当量/活动数据单位）。

(2) 温室气体排放强度 (IC)

温室气体排放强度，为单位产值（单位活动数据）的温室气体排放量，按式 C2 计算：

$$IC = C/A \quad (\text{公式 C2})$$

式中：

IC——基准期或报告期的温室气体强度，吨二氧化碳当量/万元产值（吨二氧化碳当量/活动数据单位）；

C——基准期或报告期的温室气体排放量，吨二氧化碳当量/年；

A——基准期或报告期的产值（活动数据），万元产值/年（活动数据单位/年）。

活动数据为导致温室气体排放的生产活动量的表征值，如产品产量。

当基准期、报告期的时间周期未以年计时，温室气体排放量、产量（活动数据）按时间长度换算为年排放量、年产值（年活动数据）。企业的产值（活动数据）等数据应与企业的经营管理台账相一致。

(3) 温室气体排放量 (C)

a) 温室气体排放量 (C)，为温室气体 (CO₂、CH₄、N₂O、HFCs、PFCs、SF₄、NF₃) 排放量的二氧化碳当量值之和，按公式 C3 计算：

$$C = \sum (Q_{GHG,i} \times GWP_i) \quad (\text{公式 C3})$$

式中：

C——温室气体排放量，吨二氧化碳当量/年；

Q_{GHG,i}——第 i 种温室气体释放到大气中的气体总量（以质量单位计算），吨/年；

GWP_i——第 i 种温室气体的全球变暖趋势值（GWP 值），吨二氧化碳当量/吨；

GWP 值按《2019 IPCC 国家温室气体清单指南》取值。

b) 二氧化碳排放量，按《上海市温室气体排放核算与报告指南（试行）》（沪发改环资〔2012〕180 号）计算。

c) CH₄、N₂O、HFCs、PFCs、SF₄、NF₃ 等温室气体排放量，按《2019 IPCC 国家温室气体清单指南》计算。

d) 国家和本市未作排放量计算规范的温室气体，可自主确定计算方法，并予以自证其合理性。

e) 当基准期、报告期的时间周期非以年计时，二氧化碳排放量按时间长度换算为年排放量。

C. 2. 2 温室气体减排水平 (LC)

温室气体减排水平，为温室气体排放强度与行业基准值差距的比率，按公式 C4 计算。

$$LC = 1 - \frac{IC_2}{IC_a} \quad (\text{公式 C4})$$

式中：

LC——温室气体减排水平，%；

IC₂——报告期，温室气体强度，吨/万元产值；

IC_a——温室气体强度行业基准值，吨二氧化碳当量/万元产值；本市重点工业行业二氧化碳强度行业基准值按行业平均值计，见附录 D。

C. 3 生态环境效益指标

C. 3. 1 污染物减排率 (RPI)

(1) 污染物减排率 (RPI)

污染物（大气污染物、水污染物、固废、危废）减排率，为基准期与报告期的污染物强度削减率，按公式 C5 计算。

$$RPI = \frac{IPi_1 - IPi_2}{IPi_1} \quad (\text{公式 C5})$$

式中：

RPI——第 i 种污染物减排率，%；

IPi₁、IPi₂——第 i 种污染物的基准期、报告期的污染物强度，吨/万元产值（吨/活动数据单位）。

(2) 污染物排放强度 (IPi)

污染物排放强度，为单位产值（单位活动数据）的污染物排放量，按公式 C6 计算：

$$IPi = \frac{Pi}{A} \quad (\text{公式 C6})$$

式中：

IPi——第 i 种污染物的污染物排放强度，吨/万元产值（吨/活动数据单位）；

P_i ——第 i 种污染物基准期或报告期的排放量，吨/年；
A——基准期或报告期的产值（活动数据），万元产值/年（活动数据单位/年）。
活动数据为导致污染物排放的生产活动量的表征值，如产品产量。
当基准期、报告期的时间周期未以年计时，污染物排放量、产量（或产品）按时间长度换算为年排放量、年产值（或产量）。企业的产值（或产量）等数据应与企业的经营管理台账相一致。

（3）污染物排放量（ P_i ）

- a) 污染物减排量按国家和本市规定的方法计算，包括但不限于：
 - i) 《上海市生态环境局关于规范本市建设项目环评文件主要污染物排放总量核算方法的通知》（沪环评〔2023〕104号）；
 - ii) 《主要污染物总量减排核算技术指南（2022年修订）》（环办综合函〔2022〕350号）；
 - iii) 《上海市重点行业企业挥发性有机物深化治理项目减排量核算技术指南（试行）》（沪环气〔2021〕239号）。
- b) 一般固废量应与企业固废管理台账相符；危险废物量应与企业危废管理台账相符。
- c) 国家和本市未作排放量计算规范的污染物，可自主确定计算方法，并予以自证其合理性。
- d) 当基准期、报告期的时间周期非以年计时，污染物排放量按时间长度换算为年排放量。

C. 3. 2 污染物减排水平（ LP_i ）

污染物减排水平，为污染物排放强度与行业基准值差距的比率，按公式 C7 计算。

$$LP_i = 1 - \frac{IP_{i2}}{IP_{ia}} \quad (\text{公式 C7})$$

式中：

- LP $_i$ ——第 i 种污染物减排水平，%；
- IP $_{i2}$ ——报告期，第 i 种污染物强度，吨/产值；
- IP $_{ia}$ ——第 i 种污染物强度行业均值，吨/产值；本市重点工业行业主要污染物强度基准值以行业均值计，可根据本市具代表性的企业、工艺、环节的现场实测、排污许可

等可信度高的数据计算行业基准值，也可结合本市污染物排放标准、重污染天气分级、清洁生产评价等相关文件选取适用的行业基准值。

C. 4 资源效益指标

C. 4. 1 资源效率提升率（RR_i）

(1) 资源效率提升率（RR_i）

资源效率提升率，为基准期与报告期的资源效率提升率，按公式 C8 计算。

$$RR_i = \frac{IRi_2 - IRi_1}{IRi_1} \quad (\text{公式 C8})$$

式中：

RR_i——第 i 种资源效率提升率，%；

IR_{i1}、IR_{i2}——第 i 种资源的基准期、报告期的资源效率，吨/产值（吨/活动数据单位）。

固/危废资源化利用措施的资源效率提升率，按公式 C9 计算。

$$RR_i = \frac{IRi_2 - IRi_1}{IRi_1} \quad (\text{公式 C9})$$

(2) 资源效率（IR_i）

资源效率，为单位产值（单位活动数据）的资源耗用量或资源利用量，按公式 C10 计算：

$$IRi = \frac{Ri}{A} \quad (\text{公式 C10})$$

式中：

R_i——第 i 种资源基准期或报告期的资源耗用量，吨/年；固/危废资源化利用的资源效率，为第 i 种资源基准期或报告期的资源利用量，吨/年；

A——基准期或报告期的产值（活动数据），万元产值/年（活动数据单位/年）。

活动数据为导致资源耗用的生产活动量的表征值，如产品产量。

当基准期、报告期的时间周期未以年计时，资源耗用量、产量（或产品）按时间长度换算为年耗用量、年产值（或产量）。企业的产值（或产量）等数据应与企业的经营管理台账相一致。

(3) 资源耗用量/利用量（R_i）

资源耗用量/利用量按国家和本市相关规范计算。企业的资源耗用量/利用量应与企业的经营管理台账相一致。

C. 4. 2 资源效率提升水平 (LR_i)

资源效率提升水平，为资源效率与行业基准值的差距的比率，按公式 C11 计算。

$$LR_i = 1 - \frac{IRi_2}{IRi_a} \quad (\text{公式 C11})$$

式中：

LR_i——第 i 种资源效率提升水平，%；

IR_{i2}——报告期，第 i 种资源的资源效率，吨/产值；

IP_a——第 i 种资源的资源效率均值，吨/产值；本市重点工业行业的资源效率基准值以行业均值计，可根据本市具代表性的企业、工艺、环节、项目的现场实测、排污许可等可信度高的数据计算行业基准值，也可结合本市污染物排放标准、重污染天气分级、清洁生产评价等相关文件选取适用的行业基准值。

C. 5 协同增效指标

C. 5. 1 协同度 (PC_k)

协同度 (PC_k)，为二氧化碳减排率与污染物减排率的比率，按公式 C12 计算。

$$PC_k = \frac{RC}{RP_k} \quad (\text{公式 C12})$$

式中：

PC_k——大气污染物（或水污染物、固废、危废、资源）协同度，%；

RC——二氧化碳减排率，%；

RP_k——大气污染物（或水污染物、固废、危废）减排率（或资源效率提升率），%。

大气污染物（或水污染物、固废、危废）减排率（RP_k），是指减污降碳措施实施前后的各个大气污染物（或水污染物、固废、危废）强度（以产值计）合计的削减率，或者全部资源效率（以产值计）合计的提升率。

C. 5. 2 实际投资回报率 (ROI)

实际投资回报率 (ROI)，指减污降碳措施的实际运营利润与投资成本的比例，按公式 C13 计算。

$$ROI = \frac{\sum_{i=1}^n p_i - \sum_{j=1}^n w_j}{\sum_{k=1}^n c_k} \times 100\% \quad (\text{公式 C13})$$

式中：

ROI——投资回报率，单位为%；

p_i——减污降碳措施实施后第 i 种运营收入，单位为万元/年；

w_j ——减污降碳技术实施后第 j 中运维费用，单位为万元/年；

c_k 为减污降碳技术第 k 种建设投资费用（一次性投资），单位为万元。

C. 5. 3 动态增效水平（IRR）

动态增效水平（IRR），采用内部收益率表征，为减污降碳措施寿命期内资金投入现值总额与资金回报现值总额相等、净现值等于零时的折现率，按公式 C14 计算。

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1(i_2 - i_1)}{NPV_1 + |NPV_2|} \quad (\text{公式 C14})$$

式中：

IRR——内部收益率，%；

i_1 ——当 NPV_1 为接近于 0 的正值时的贴现率；

i_2 ——当 NPV_2 为接近于 0 的负值时的贴现率； i_1, i_2 差值不超过 1~2%；

NPV_1, NPV_2 ——项目寿命周期基准年、终止年的净现值，万元；按公式 C15 计算。

$$NPV = KF - I \quad (\text{公式 C15})$$

式中：

K——贴现系数，通过查表得到；

I——项目建设初期的总投资费用，万元；

F——年增加现金流量，为净利润与折旧费，万元。

附录 D 评价指标体系示例

表 D. 1 评价指标体系示例

序号	一级指标	权重	二级指标	权重	指数赋值		单项指数	
1	气候效益	40%	温室气体减排率	20%	RC≥10%	100	20	
					10%>RC≥5%	75		
					5%>RC>0%	50		
					RC≤0%	0		
			温室气体减排水平	20%	LC≥80%	100	20	
					80%>LC≥50%	75		
					50%>LC>0%	50		
					LC≤0%	0		
					小计		40	
			大气环境效益	NOx	4%	RPi≥10%	100	4
						10%>RPi≥5%	75	
						5%>RPi>0%	50	
						RPi≤0%	0	
				VOCs	4%	RPi≥10%	100	4
						10%>RPi≥5%	75	
						5%>RPi>0%	50	
						RPi≤0%	0	
			PM	2%	2%	RPi≥10%	100	2
						10%>RPi≥5%	75	
						5%>RPi>0%	50	
						RPi≤0%	0	
4		4%	大气污染物减排水平	NOx	4%	LPi≥80%	100	4
						80%>LPi≥50%	75	
						50%>LPi>0%	50	

					LPi≤0%	0		
5	水环境效益	水污染物减排率	VOCs	4%	LPi≥80%	100		
					80%>LPi≥50%	75		
					50%>LPi>0%	50	2	
					LPi≤0%	0		
6		水污染物减排水平	PM	2%	LPi≥80%	100	2	
					80%>LPi≥50%	75		
					50%>LPi>0%	50		
					LPi≤0%	0		
					小计		18	
7	减废效益	固/危废减排率	污水	5%	LPi≥80%	100	5	
					80%>LPi≥50%	75		
					50%>LPi>0%	50		
					LPi≤0%	0		
8		固/危废减排水平	污水	5%	LPi≥80%	100	5	
					80%>LPi≥50%	75		
					50%>LPi>0%	50		
					LPi≤0%	0		
					小计		10	
9	减废效益	固/危废减排率	固废	2%	RPi>0%	100	2	
					RPi≤0%	0		
			危废	2%	RPi>0%	100	2	
					RPi≤0%	0		
10		固/危废减排水平	固废	2%	LPi≥50%	100	2	
					50%>LPi≥20%	75		
				2%	20%>LPi>0%	50		
					LPi≤0%	0		
			危废	2%	LPi≥50%	100	2	

					50%>LPi≥20%	75		
					20%>LPi>0%	50		
					LPi≤0%	0		
					小计		8	
9	资源效益	资源效率提升率	1%		RPi>0%	100	1	
					RPi≤0%	0		
10					LPi≥50%	100	1	
	资源效率提升水平	1%			50%>LPi≥20%	75		
					20%>LPi>0%	50		
					LPi≤0%	0		
				小计		2		
14	加分项	技术先进性	2%		措施主体采用可行技术	100	2	
					措施主体未采用先进技术	0		
15		计算数据支撑可信度	2%		措施主体污染物排放数据采用实测法获取	100	2	
					措施主体污染物排放数据未采用实测法获得	0		
					合计		40	
	协同增效	20%	协同度	大气	5%	PCi>0%	100	5
						PCi≤0%	0	
				水	2%	PCi>0%	100	2
						PCi≤0%	0	
11				固废	1%	PCi>0%	100	1
						PCi≤0%	0	
				危废	1%	PCi>0%	100	1
						PCi≤0%	0	
				资源	1%	PCi>0%	100	1
						PCi≤0%	0	
						小计		10
12				投资回报率	6%	ROI≥10%	100	106

				10%>ROI $\geq\geq 5\%$	50	
				5%>ROI $\geq\geq 0\%$	25	
				ROI $\leq 0\%$	0	
13	内部收益率	4%		IRR $\geq 10\%$	100	4
				10%>IRR $\geq 5\%$	50	
				5%>IRR $\geq 0\%$	25	
				IRR $\leq 0\%$	0	
				小计		10
				综合指数		100