

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/CACE XXXX—XXXX

工业园区碳达峰实施方案编制指南

Guidelines for compiling the implementation plan for carbon dioxide peaking in industrial parks

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国循环经济协会 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体原则	2
5 编制流程	2
6 工业园区碳排放分析	3
7 确立碳达峰目标	5
8 实施路径	5
9 保障措施	7
附 录 A （资料性） 工业园区二氧化碳排放达峰行动方案编制大纲	9
附 录 B （资料性） 工业园区碳排放核算方法	11
附 录 C （资料性） 相关参数推荐值	14
参 考 文 献	16

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《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。

本文件由中国循环经济协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

引 言

我国逐渐成为世界生产的中心，由“制造大国”向“制造强国”转型。工业园区规模化、集约化、产业耦合共生化的生产模式，除了能够发挥我国工业以及高端制造业对经济社会发展的重大促进作用的同时，还是推广降碳、减污、扩绿、增长协同推进的有效形式。据统计，我国近70%的工业用能集中在工业园区，工业园区二氧化碳排放约占全国的31%，是我国“双碳”目标的主战场。此标准目标为通过规范工业园区编制碳达峰实施方案，促进工业园区的绿色低碳循环发展的统筹推进，编制组认为是落实《2030年前碳达峰行动方案》当中多项重点任务的有利手段之一。

本文件的目的是从工业园区的碳排放核算、碳达峰目标的确立、碳达峰工作指标体系的建立、碳达峰实施路径、保障措施、园区内企业碳达峰指导意见等方面规范《工业园区碳达峰实施方案》，为相关工业园区编制方案提供参考指导，期望依照本标准实施，可帮助工业园区建立目标明确、措施可落实、效果可跟踪、可持续优化改进的碳排放管理和碳减排体系。

关于标准内容有几点需要说明，一是与我国对外宣示的国家自主贡献目标和国内有关政策文件规定一致，本标准中出现的碳达峰仅针对二氧化碳排放的达峰，我国有在国际气候变化合作的双边或多边场合中承诺过对其它温室气体进行管控，但不在碳达峰碳中和目标下的工作范畴之内，因此本标准中不进行相应内容的描述；二是附件B工业园区碳排放核算方案采取截止目前较为通用的核算方案，作为资料性附件供参考，但使用者还需密切关注国家碳排放统计核算有关规范、省级温室气体排放清单编制关于二氧化碳排放部分的规定、行业碳排放统计核算有关标准的进展和最新发布版本，争取做到对于工业园区二氧化碳排放的核算能够与国家统计核算体系、碳排放权交易市场的核算要求匹配连接；三是本标准对于碳达峰实施方案的编制框架的设计，参考了管理体系常用的PDCA管理模式，即包括策划-行动-检查-改进四个环节的闭环管理，为方便使用者能有整体性的理解，标准中提供实施方案编制流程图。整个流程中的关键是建立能准确反映现状、实施效果指标体系，起的关键作用有，在策划环节能够帮助识别主要驱动因素、确定重点控碳减碳领域，在实施环节能够对采用各种实施路径中的进度有跟踪，通过对整体实施效果和目标完成进度进行分析研判在进而对实施方案进行调整和改进。

工业园区碳达峰实施方案编制指南

1 范围

本文件确立了工业园区碳达峰实施方案编制的总体原则，并规定了相关术语和定义、编制流程及包含主要内容，包括工业园区的碳排放分析、达峰目标确立、实施路径分析、提出保障措施。

本文件适用于工业园区管理委员会、咨询机构、工业园区上级管理单位开展工业园区碳达峰实施方案研究、编制、评审工作。其他的工业集中区、大型非工业园区起草相关标准化文件可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 213 煤的发热量测定方法

GB/T 384 石油产品热值测定法

GB/T 22723 天然气能量的测定

GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32151 框架下规范的各行业温室气体排放核算与报告要求

3 术语和定义

GB/T 32150界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业园区 industrial park

我国工业园区通常是指国家或区域的政府根据自身经济发展的内在要求，具有法定边界和明确的区域范围和园区管理机构，聚集各种生产要素，在一定空间范围内进行科学整合而成的现代化产业分工协作生产区。

3.2

温室气体 greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：本文件涉及的温室气体只包含二氧化碳（CO₂）。

3.3

化石燃料燃烧排放 fossil fuel combustion emission

化石燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

注：替代燃料或协同处置的废弃物中所含的非生物质碳燃烧等产生的二氧化碳排放，本部分暂不考虑。

3.4

过程排放 process emission

在生产、废弃物处理处置过程中除燃料燃烧之外的物理或化学变化造成的温室气体排放。

3.5

购入的电力、热力产生的排放 emission from purchased electricity and heat

企业消费的购入电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

注：热力包括蒸汽、热水等。

3.6

活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注：例如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量等。

3.7

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

注：例如每单位化石燃料消耗所对应的二氧化碳排放量、购入的每千瓦时电量所对应的二氧化碳排放量等。

3.8

碳氧化率 carbon oxidation rate

燃料中的碳在燃烧过程中被完全氧化的百分比。

3.9

碳排放配额 carbon allowance

碳排放配额是指重点排放单位拥有的生产设施产生的二氧化碳排放限额，包括化石燃料消费产生的直接二氧化碳排放，工业过程产生的直接二氧化碳排放和净购入电力、热力所产生的间接二氧化碳排放。

[来源：《2019-2020年全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案（发电行业）》，有修改]

3.10

国家核证自愿减排量 Chinese Certified Emission Reduction (CCER)

对我国境内可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的温室气体减排效果进行量化核证，并在国家温室气体自愿减排交易注册登记系统中登记的温室气体减排量。

4 总体原则

4.1 协调性

方案编制应以园区所在地区碳达峰分解任务为依据，与地区经济、社会、能源发展规划相协调，为推动园区低碳发展提供综合方案、行动指导。

4.2 准确性

碳排放数据应遵循国家和省级碳排放核算标准，确保二氧化碳排放分析边界统一、数据口径一致、方法规范。

4.3 可行性

确定的达峰目标既满足地区要求又通过努力可达，选择的达峰路径及重点任务清晰精准，提出的政策行动和保障措施切实可行，选取的碳达峰评估指标能客观反映碳达峰工作进程。

4.4 前瞻性

将碳达峰工作与力争在2060年前实现碳中和愿景相衔接，在统筹处理好发展和碳减排、整体和局部、短期和中长期等关系的前提下，制定符合经济高质量发展的达峰目标。

4.5 科学性

以可持续高质量发展为导向，根据园区特点和战略定位，客观分析碳排放历史变化及发展趋势，综合考虑经济社会发展态势，科学确定二氧化碳排放达峰行动时间表、路线图。

5 编制流程

行动方案编制应按照工业园区碳排放分析、达峰目标确立、实施路径分析、提出保障措施等步骤开展，编制流程图示如图1所示。

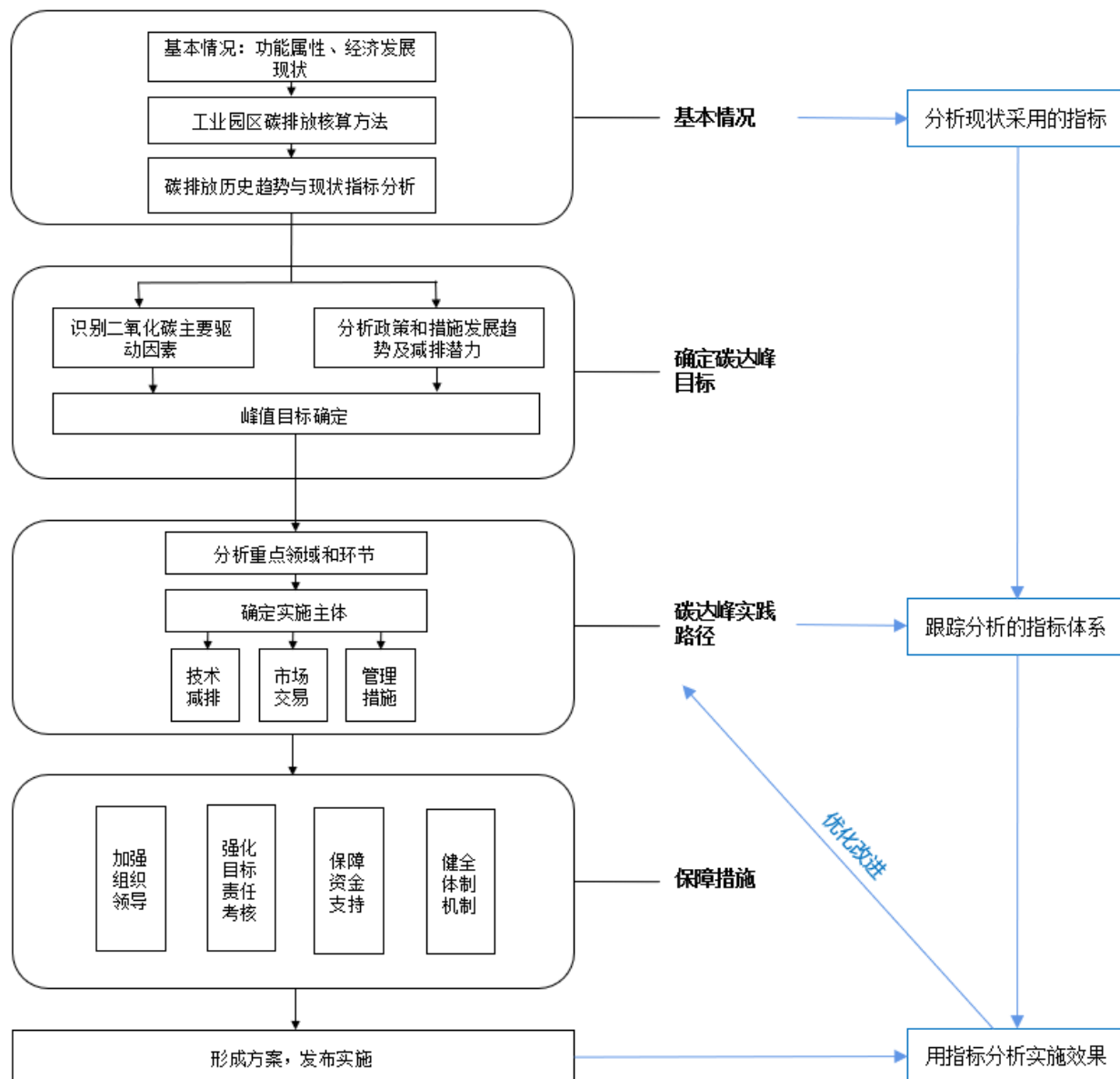


图1 工业园区碳达峰实施方案编制流程图

6 工业园区碳排放分析

6.1 概况

6.1.1 概况信息

方案编制前应系统梳理工业园区基本情况、功能属性定位和经济发展情况等概况信息。方案编制所需资料清单见附录A。

6.1.2 基本情况

包括但不限于工业园区所在地、始建年份、园区类型、发展沿革、基础设施、自然资源等内容。

6.1.3 功能属性定位

包括但不限于工业园区建设目标、产业链和供应链布局、入驻企业类型和户数、规模以上企业户数、主导产业典型企业发展概况等。

6.1.4 经济发展情况

包括但不限于工业园区近5年内（如工业园区建成投运不足5年，从建成投运起始年份起算）每年的开发面积、标准厂房面积、工业总产值、规模工业总产值、工业增加值等内容。

6.2 碳排放核算

6.2.1 核算边界

包括工业园区地理边界内，化石燃料燃烧二氧化碳排放、过程二氧化碳排放、购入的电力和热力二氧化碳排放、输出的电力和热力二氧化碳间接排放。

6.2.2 核算步骤

进行工业园区碳排放核算的工作流程包括以下步骤：

- a) 识别排放源；
- b) 收集活动数据；
- c) 选择和获取排放因子数据；
- d) 分别计算燃料燃烧二氧化碳排放量、过程二氧化碳排放量、购入的电力和热力所对应的二氧化碳排放量；
- e) 汇总计算工业园区二氧化碳排放总量。

6.2.3 核算方法

工业园区可参考附录B工业园区碳排放核算方法，根据核算边界内排放源确定碳排放核算方法。

6.3 数据获取

6.3.1 活动数据获取

- a) 工业园区化石燃料燃烧活动数据根据方案编制期内各种化石燃料消耗的计量数据来确定。化石燃料消耗量可根据企业生产系统记录数据、购销存台账数据或供应商提供的结算凭证数据。燃料低位发热量可选择采用本标准提供的缺省值数据（见表 B.1），具备条件的工业园区可开展实测，或委托有资质的专业机构进行检测，也可采用与相关方结算凭证中提供的检测值。如选择实测，化石燃料低位发热量检测应遵循 GB/T 213、GB/T 384、GB/T 22723 等相关标准。对于移动源，以办公注册地址在工业园区内企业购买燃料发票为准。
- b) 工业园区工艺生产过程活动数据根据方案编制期内各企业的生产记录及测量数据来确定。具体应遵循 GB/T 213、GB/T 384、GB/T 22723 等相关标准。
- c) 工业园区废弃物焚烧处置活动数据根据方案编制期内企业自行处置记录或废弃物处理机构的焚烧物种类及焚烧量记录数据来确定。工业园区内产生的废弃物运送到园区外进行处理的，所产生的二氧化碳排放纳入工业园区碳排放核算范围。
- d) 工业园区间接排放活动数据根据各个企业或园区管委会的电表、热力表记录的读数来确定。如果没有，可以采用电力、热力供应商提供的电费、热费发票或结算单等结算凭证上的数据。

6.3.2 排放因子数据获取

- a) 可采用本标准提供的排放因子缺省值数据（见表 B.1~B.3），或依据国家、地方相关规定、碳达峰行动方案、GB/T 32151.1~GB/T 32151.12 等选取数据。
- b) 电力排放因子采用工业园区所在区域电网排放因子。当对比分析不同区域工业园区碳排放时，可采用统一的全国电网排放因子。

6.4 碳排放历史趋势与现状指标分析

根据实际情况，统计分析工业园区近5年内（如工业园区建成投运不足5年，从建成投运起始年份起算）每年的碳排放相关指标情况，计算其相对于基准年的增幅、相对于上一年的增幅，分析变化原因，总结历史变化趋势与规律，识别重点排放源。碳达峰相关指标包括但不限于：

a) 总量指标

工业园区二氧化碳排放总量：分环节的排放总量，包括燃料燃烧二氧化碳排放量、过程二氧化碳排放量、购入的电力和热力所对应的二氧化碳排放量、输出的电力和热力所对应的二氧化碳排放量；分能源种类的排放总量，包括因使用煤、油、气、电、热等能源分别产生的二氧化碳排放量；分行业的排放总量，包括工业园区内不同行业领域分别产生的二氧化碳排放量。

b) 强度指标

工业园区单位工业总产值二氧化碳排放量、单位工业增加值二氧化碳排放量等。

c) 结构性指标

工业园区非化石能源在能源消费总量中的占比、电力在终端能源消费中的占比、绿色电力在电力消费中的占比等。

d) 其他指标

工业园区绿化率、垃圾无害化处理率、绿色建筑占比、绿色工厂占比等绿色低碳指标。

7 确立碳达峰目标

7.1 识别二氧化碳排放主要驱动因素

基于整理工业园区碳排放历史趋势与现状特征，结合本地区发展定位与进程、工业园区的产业结构特征及上位规划等，识别出本园区二氧化碳排放增长的重点企业，高耗能、高排放项目。在能效诊断和节能评估的基础上，从产业特点、技术水平、能源供给和消费结构等方面摸清园区碳减排成本和潜力，确定重点碳减排领域。

7.2 分析政策和措施发展趋势及减排潜力

采用定性和定量相结合的方式，针对工业园区碳排放主要驱动因素分析具体的减排措施及潜力预测，并分析园区未来碳排放发展趋势。从定性角度，主要考虑工业转型升级、园区内能源结构、非化石能源利用潜力等因素，识别碳减排重点场景。从定量角度，采用排放源法、排放趋势法、减排潜力和成本法、系统分析法等分析方法，识别出排放存量、排放增量、减排潜力大、减排成本低和对园区碳达峰目标贡献大的领域和企业，作为碳减排重点场景。

7.3 制定碳达峰目标

7.3.1 制定依据和方法

基于国家或地方要求以及工业园区的碳排放现状、主要驱动因素和相关碳减排重点领域，综合考虑工业园区所在地区的经济社会发展目标、碳排放强度控制目标、能耗“双控”目标及2035年远景目标和力争2060年前实现碳中和等目标，通过“自上而下”和“自下而上”相结合的方式综合研判，构建园区碳达峰目标的内容及形式。“自上而下”是指根据地方政府或行业部门分解给工业领域的碳达峰相关工作要求制定碳达峰目标，“自下而上”是指工业园区内的企业根据各自的实际情况提出的与碳达峰相关的目标或措施而制定园区的碳达峰目标。

7.3.2 目标分解

工业园区碳达峰目标的内容和形式（如峰值平台期、达峰过程中的阶段性目标等），要依据工业园区的特点及园区内不同的企业特点合理确定。阶段性目标可从时间和空间两个角度进行分解，对有些特定企业可以从空间上将目标分解到企业车间、生产线甚至具体工艺层面，达峰时间目标的分解也可以因企、因地制宜有一定灵活性。

8 实施路径

8.1 重点领域与重点环节识别

8.1.1 重点领域识别

根据工业园区碳达峰总体目标和阶段性目标，梳理确定园区内各产业或各企业的减排目标，并提出重点领域识别、技术措施优选、管理措施落实和参与必要的市场交易等方法相结合的方式确定工业园区碳达峰的实施路径。。

8.1.2 重点环节识别

针对阶段性目标，开展园区内产业或企业的重点减排环节识别，包含企业产生碳排放相关的公共措施和工业用能。公共措施是指园区公共交通、公共建筑节能、清洁能源和可再生能源开发利用、能源梯级利用等，工业用能是指能效提升、生产工艺的节能优化、高能效产品的应用等。

8.2 重点领域与重点环节识别

为保障实施路径的顺利实施，应明确各项措施的实施主体。

园区公共交通、公共建筑节能、清洁能源和可再生能源开发利用、能源梯级利用等公共措施可由园区整体规划、设计和建设实施；工业用能的能效提升、生产工艺的节能优化、高能效产品的应用等措施鼓励园区内企业根据自身特点实施。

8.3 实施路径

8.3.1 技术路径

实施过程中充分考虑工业园区所处地域、行业特点、技术水平和资源禀赋等因素，采取针对性的技术手段促进园区整体碳排放量的降低，主要的技术措施包括但不限于以下几类：

8.3.1.1 源头减少温室气体生成和排放

分析工业园区及附近区域资源环境禀赋、建设实施条件以及项目经济性，因地制宜地在有条件的工业园区内及附近地区开发建设光伏发电、风力发电、燃气冷热电三联供、生物质清洁利用、地热能开发等设施替代化石能源，从源头减少温室气体的生成和排放。

8.3.1.2 能源消费电气化

调研工业园区公共设施和企业设施中能源终端消耗现状，评估电锅炉、电窑炉、电烘干、岸电技术、交通电气化、工艺流程电气化等电气化技术实施的可行性，推广合适场景中电气化替代产品和技术，促进能源消费端碳减排。

8.3.1.3 提高能源利用效能

分析工业园区内能源使用效能（物理效率及经济效率），依法依规淘汰低效能工艺及设备，因地制宜运用余热回收技术、热泵技术、电气节能技术、空调节能技术、废弃物资源化利用等技术措施，促进能源高效利用，提高能源利用效能，减少能源消耗总量和温室气体排放。

8.3.1.4 工艺过程优化

结合工业园区企业生产实际，分析现有工艺流程技术特点和水平，开展工艺流程节能潜力挖掘，统筹分析工艺节能相关的技术可靠性、技术经济性、建设条件可行性、投资回收效率以及技术示范性等因素，针对不同生产工艺采取合适的节能技术，以减少能源消耗，进而减少温室气体排放。

8.3.1.5 产业共生

推进园区内企业开展工业废物交换利用和消费废物循环利用相关的行为，工业园区可以通过组织规划或引导企业自发实施，并投入必要的基础设施建设，使得工业园区内各企业形成产业共生体系，以减少原材料消耗，减少温室气体排放。

8.3.1.6 能源梯级利用

梳理工业园区生产用能各环节和用能特点，为设施和工艺构建低碳循环、协同高效的能源梯级利用体系，使得各用能环节互为能量的提供者，以降低工业园区能源消费，减少温室气体排放。

8.3.1.7 智慧能源平台

综合运用5G、物联网、云计算、大数据以及人工智能等技术，满足工业园区能效监测、能效诊断、节能建议、能源交易、碳排放核查、碳排放管理、碳市场交易、碳达峰路径追踪与策略决策等相关功能需求，因地制宜建设智慧能源管理平台，统筹协调、管理园区能源及碳减排。

8.3.1.8 碳捕集、利用与封存（CCUS）

因地制宜开展工业园区和企业开展CCUS试验示范工作，积累项目建设、运行和管理经验，特别是在具有二氧化碳利用条件的产业园区，应积极采用成熟经济的CCUS技术，减少碳排放量。

8.3.2 市场路径

8.3.2.1 绿色电力交易

组织工业园区内企业在电力交易中心、平台等合规场所进行以绿色电力产品为标的物的电力中长期交易，减少相应工业园区间接碳排放量。

8.3.2.2 碳市场交易

组织工业园区内企业通过碳排放权交易平台适时购买配额、CCER等碳资产，抵消工业园区的二氧化碳排放。

8.3.3 管理路径

8.3.3.1 电力需求响应

结合工业园区生产实际、工艺流程、生产线之间关联关系，梳理园区需求侧相关用能设备负荷特性、源网荷储协调优化运行等管理技术、用电与交易策略等，制定工业园区需求响应制度，引导工业园区企业有序用电，提高电能利用效率和电力系统安全经济运行水平。

8.3.3.2 鼓励园区内企业制定碳达峰行动方案

充分考虑产业行业差异，鼓励园区内单个企业法人实体根据自身实际情况，编制企业级碳达峰行动方案，积极参与行业和区域协同开展的达峰目标和路径研究。园区根据整体达峰路径的实施提出指导意见，并提供必要的实施条件。

8.3.3.3 建立协调沟通机制

参考国家和地方出台的关于“碳达峰”的政策和指导性文件，密切跟进地方在“碳达峰”方面的具体要求，配合做好政府和企业的衔接。结合产业规划和特点，调查研究企业“碳达峰”进展，建立长效的联动机制，调动园区全面广泛参与“碳达峰”。

8.3.4 指标跟踪与路径优化

碳达峰实施方案编制实施后，根据工作开展需要，按6.4选取确定的指标体系，逐年或定期统计工业园区相关数据进行指标计算，通过掌握碳达峰工作的实际运行情况，视情况对碳减排实施路径进行优化改进。

9 保障措施

9.1 加强组织领导

成立园区内专项工作小组，根据国家、省级和地区碳达峰相关安排，建立健全工作和管理机制，统筹协调解决工作中遇到的重大问题。

9.2 强化目标责任考核

压实园区碳达峰相关工作的责任主体，责任到企、责任到人，并制定配套管理制度和评价体系，支撑工业园区碳达峰工作有序开展。

9.3 争取政策支持

积极与省级或地方政府沟通，争取园区绿色低碳发展的资金支持扶持政策，完善多元投融资渠道，多方位保障工业园区碳达峰相关工作。

9.4 加强园区能力建设

根据工业园区实际情况，加大开展低碳发展能力建设培训工作力度，对园区成员单位或企业管理人员和技术支撑队伍定期开展培训工作，鼓励重点排放行业和区域协同开展达峰目标和路径研究，形成多企业参与、协调联动的工作机制，保障实现园区碳达峰目标。

注：保障措施包括但不限于以上4条。

附录 A (资料性)

工业园区二氧化碳排放达峰行动方案编制大纲

A.1 现状与形势分析

A.1.1 基本情况

A.1.1.1 调研工业园区基本情况、功能属性定位和经济发展情况；

A.1.1.2 梳理国家和园区属地碳达峰相关要求及产业规划；

A.1.1.3 梳理园区内企业所属行业碳达峰相关部署和规划。

A.1.2 碳排放核算

A.1.2.1 确定园区碳排放核算边界；

A.1.2.2 梳理园区内碳排放源，包括化石燃料燃烧、工业生产和废弃物处理等过程的二氧化碳直接排放以及电力、热力调入蕴含的二氧化碳间接排放的排放源；

A.1.2.3 计算园区边界内历年的二氧化碳排放（参考 6.3 节获取园区二氧化碳活动数据和排放因子等数据）。

A.1.3 碳排放历史趋势与现状指标分析

A.1.3.1 基于历史年份的能源活动二氧化碳直接排放、间接排放数据，梳理碳排放总量及排放源构成；

A.1.3.2 分析碳排放总量历史变化趋势，预测未来碳排放水平；

A.1.3.3 分析各领域排在总量中占比，各行业碳排放强度和标杆对比，识别碳达峰及碳减排工作的重点领域及排放源。

A.2 总体要求

A.2.1 当前形式下的机遇与挑战

按照国家在 2030 年前二氧化碳排放达峰、力争在 2060 年前实现碳中和愿景，结合本地及园区的实际及发展规划，分析园区在碳达峰碳中和背景下面临的机遇与挑战。

A.2.2 工作原则

A.2.2.1 坚持以国家和地方在碳达峰碳中和工作中的指导思想为引领；

A.2.2.2 坚持以国家和地方在碳达峰碳中和工作中的规划部署为依托；

A.2.2.3 坚持以园区所属地区、园区自身及相关行业的实际发展情况为科学依据。

A.2.3 制定目标

A.2.3.1 研究确定本工业园区二氧化碳排放峰值年份、总量目标；

A.2.3.2 研究确定碳达峰和碳减排工作的重点领域；

A.2.3.3 研究确定碳达峰和碳减排工作重点任务和实施主体。

A.3 碳达峰实施路径

A.3.1 根据碳达峰目标任务，围绕工业园区重点排放领域及排放源，从管理节能、技术措施、能源交易等角度，提出促进园区尽早达峰的具体举措。

A.3.2 技术措施

A.3.2.1 源头减排：通过煤改气、可再生能源利用等手段调整一次能源使用结构，减少化石燃料燃烧

产生的直接排放：

- A. 3. 2. 2 能源消费电气化：结合区域电网碳排放强度，适时通过终端设备电气化降低二氧化碳排放；
- A. 3. 2. 3 提高能源利用效率：通过持续节能技改和提高设备能效，降低用能设备、生产设施、不同层级的碳排放强度；
- A. 3. 2. 4 工艺过程优化：通过生产工艺的改进和创新进行节能减排，降低生产工艺层级的碳排放强度
- A. 3. 2. 5 产业和能源利用的循环共生发展：通过规划园区内产业的耦合共生，促进“废弃物”的循环利用和能源阶梯利用，降低工业园区层级的碳排放强度；
- A. 3. 2. 6 搭建智慧能源平台：通过园区能源系统的信息化和智慧化，建立园区层级的能源活动的统一管理平台；
- A. 3. 2. 7 CCUS：为发挥好在碳中和深度减排阶段碳捕集、利用与封存的托底作用，对碳捕集、利用与封存的技术创新、管理体系、经济性的研究和经验积累。

A. 3. 3 参与市场交易

鼓励工业园区的企业参与碳达峰碳中和体系下必要市场交易行为，并适当试验在园区层级规划相应绿色市场机制：

- e) 园区内企业参与电力市场交易中，通过购买、消费绿色电力，减少自身的间接排放；
- f) 参与国内碳排放交易市场的控排企业，购买配额、CCER 等碳资产产品完成履约；
- g) 参与非强制绿色交易市场，如减排企业通过国家注册的方法学开发减排项目获得减排收益，或非控排企业通过购买自愿减排量抵消自身部分碳排放。

A. 3. 4 管理减排

制定园区层面节能管理、需求响应等制度，明确各企业实施主体。鼓励企业制定企业达峰行动方案。向企业按年度分解碳达峰目标，根据园区实际情况，有条件的园区具体到工艺层面。

A. 3. 5 指标跟踪和路径优化

以准确掌握碳达峰工作与碳减排措施实施效果为目标，设立指标跟踪体系，并根据计算得出的指标结果视情况优化赶紧实施路径。

A. 4 保障措施

- A. 4. 1 加强组织领导。
- A. 4. 2 强化目标责任考核。
- A. 4. 3 保障资金支持。
- A. 4. 4 健全体制机制。

附录 B
(资料性)
工业园区碳排放核算方法

B.1 核算概述

工业园区二氧化碳排放总量等于工业园区管理边界内所有化石燃料燃烧二氧化碳排放量、过程二氧化碳排放量、购入的电力和热力所对应的二氧化碳排放量之和，扣除输出的电力和热力所对应的二氧化碳排放量。按式（1）计算：

$$E = E_{\text{燃料燃烧}} + E_{\text{过程排放}} + E_{\text{间接排放}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E ——工业园区二氧化碳排放总量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{燃料燃烧}}$ ——化石燃料燃烧的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{过程排放}}$ ——工业生产、废弃物处理等过程中除燃料燃烧之外的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{间接排放}}$ ——净购入电力、热力所产生的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）。

B.2 化石燃料燃烧二氧化碳排放

工业园区化石燃料燃烧排放源主要包括能源生产与加工转换、工业和建筑业、交通运输等。化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放，按公式（2）～（4）计算：

$$E_{\text{燃料燃烧}} = \sum_{i=1}^n (AD_i + EF_i) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

AD_i ——第 i 种化石燃料的活动水平，单位为吉焦（GJ）；

EF_i ——第 i 种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳/吉焦（ tCO_2/GJ ）；

i ——化石燃料类型代号。

化石燃料的活动水平 AD_i 按式（3）计算：

$$AD_i = FC_i \times NCV_i \dots\dots\dots (3)$$

式中：

FC_i ——第 i 种化石燃料的消耗量，对固体或液体燃料，单位为吨（ t ）；对气体燃料，单位为万标准立方米（ $10^4 Nm^3$ ）；

NCV_i ——第 i 种化石燃料的低位发热量，对固体或液体燃料，单位为吉焦/吨（ GJ/t ）；对气体燃料，单位为吉焦/万标准立方米（ $GJ/10^4 Nm^3$ ）。

化石燃料的二氧化碳排放因子 EF_i 按式（4）计算：

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

CC_i ——第 i 种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/吉焦（ tC/GJ ）；

OF_i ——第 i 种化石燃料的碳氧化率，以%表示；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

B.3 过程二氧化碳排放

过程二氧化碳排放按式（5）计算。

$$E_{\text{过程排放}} = E_{\text{工业生产}} + E_{\text{废}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$E_{\text{工业生产}}$ ——工业生产过程中除燃料燃烧之外的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{废}}$ ——废弃物焚烧处理过程中所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）。

B.3.1 工业生产过程排放

工业生产过程会产生二氧化碳排放的行业主要包括非金属矿物质品业、化学工业、金属工业。

工业园区中工业企业生产过程二氧化碳排放核算，应紧密结合园区内行业特点，以GB/T 32151.1~GB/T 32151.12核算方法为主，以《2006年IPCC国家温室气体清单指南》、《2019年IPCC国家温室气体清单指南》以及《省级温室气体清单编制指南（试行）》为辅，方案中需说明核算方法依据。

B.3.2 废弃物处理过程排放

排放二氧化碳的废弃物处理方式主要为焚烧，焚烧的废弃物类型包括城市固体废弃物、危险废弃物、医疗废弃物和污水污泥。

废弃物焚烧二氧化碳排放按式（6）计算。

$$E_{\text{废}} = \sum_i (IW_i \times CCW_i \times FCF_i \times EF_i \times \frac{44}{12}) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

i ——表示城市固体废弃物、危险废弃物、污泥；

IW_i ——第*i*种类型废弃物的焚烧量，单位为万吨/年；

CCW_i ——第*i*种类型废弃物中的碳含量比例；

FCF_i ——第*i*种类型废弃物中矿物碳在碳总量中比例；

EF_i ——第*i*种类型废弃物焚烧炉的燃烧效率；

$\frac{44}{12}$ ——碳转换成二氧化碳的转换系数。

B.4 间接排放

间接二氧化碳排放按式（7）计算。

$$E_{\text{间接排放}} = E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} - E_{\text{输出电}} - E_{\text{输出热}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$E_{\text{购入电}}$ ——购入电力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{购入热}}$ ——购入热力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{输出电}}$ ——输出电力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{输出热}}$ ——输出热力所产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

购入电力产生的二氧化碳排放量按式（8）计算。

$$E_{\text{购入电}} = AD_{\text{购入电}} \times EF_{\text{电}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$AD_{\text{购入电}}$ ——购入的电量，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{\text{电}}$ ——电网二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳/兆瓦时（ tCO_2/MWh ）。

购入热力产生的二氧化碳排放量按式（9）计算

$$E_{\text{购入热}} = AD_{\text{购入热}} \times EF_{\text{热}} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$AD_{\text{购入热}}$ ——购入的热量，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{热}}$ ——热力的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳/吉焦（ tCO_2/GJ ）。

输出电力产生的二氧化碳排放量按式（10）计算：

$$E_{\text{输出电}} = AD_{\text{输出电}} \times EF_{\text{电}} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$AD_{\text{输出电}}$ ——输出的电量，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{\text{电}}$ ——电网二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳/兆瓦时（ tCO_2/MWh ）。

输出热力产生的二氧化碳排放量按式（11）计算

$$E_{\text{输出热}} = AD_{\text{输出热}} \times EF_{\text{热}} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$AD_{\text{输出热}}$ ——输出的热量，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{热}}$ ——热力的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳/吉焦（ tCO_2/GJ ）。

附 录 C
(资料性)
相关参数推荐值

C.1 常用化石燃料相关参数缺省值见表 C.1。

表 C.1 常用化石燃料相关参数缺省值

	能源名称	计量单位	低位发热量 (GJ/t, GJ/10 ⁴ NM ₃)	单位热值含碳量 (tC/GJ)	碳氧化率 (%)
固体燃料	无烟煤	t			
	烟煤	t			
	褐煤	t			
	洗精煤	t			
	其他煤制品	t			
	石油焦	t			
	焦炭	t			
液体燃料	原油	t	41.816 ^a	0.02008 ^b	98 ^b
	燃料油	t	41.816 ^a	0.0211 ^b	
	汽油	t	43.070 ^a	0.0189 ^b	
	煤油	t	43.070 ^a	0.0196 ^b	
	柴油	t	42.652 ^a	0.0202 ^b	
	液化石油气	t	50.179 ^a	0.0172 ^c	
	炼厂干气	t	45.998 ^a	0.0182 ^b	
气体燃料	天然气	10 ⁴ NM ₃	389.31 ^a	0.01532 ^b	99 ^b
	焦炉煤气	10 ⁴ NM ₃	173.54 ^d	0.0121 ^c	
	高炉煤气	10 ⁴ NM ₃	33.00 ^d	0.0708 ^c	
	10 ⁴ NM ₃	10 ⁴ NM ₃	84.00 ^d	0.0496 ^c	
	其它煤气	10 ⁴ NM ₃	52.27 ^a	0.0122 ^c	
<p>注：a 数据取值来源为《中国能源统计年鉴2019》。</p> <p>b 数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南（试行）》。</p> <p>c 数据取值来源为《2006年IPCC国家温室气体清单指南》。</p> <p>d 数据取值来源为《中国温室气体清单研究》。</p> <p>e 根据国际蒸汽表卡换算，热功当量值取4.1868kJ/kcal。</p>					

C.2 间接排放因子参数推荐值见表 C.2。

表 C.2 间接排放因子参数推荐值

名称	单位	区域	排放因子
电力	tCO ₂ /MWh	全国	0.5810 ^a
		华北区域电网：北京市、天津市、河北省、山西省、山东省、内蒙古自治区	0.8843 ^b
		东北区域电网：辽宁省、吉林省、黑龙江省	0.7769 ^b
		华东区域电网：上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省	0.7035 ^b

		华中区域电网：河南省、湖北省、湖南省、江西省、四川省、重庆市	0.5257 ^b
		西北区域电网：陕西省、甘肃省、青海省、宁夏自治区、新疆自治区	0.6671 ^b
		南方区域电网：广东省、广西壮族自治区、云南省、贵州省、海南省	0.5271 ^b
热力	tCO ₂ /GJ		0.11 ^c
<p>注：排放因子按照国家主管部门最新公布数值为准。</p> <p>^a数据取值来源为《企业温室气体排放核算方法与报告指南 发电设施（2022年修订版）》征求意见稿。</p> <p>^b数据取值来源为国家应对气候变化战略研究和国际合作中心《2011年和2012年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》。</p> <p>^c数据取值来源为《GB/T 32151.8-2015 温室气体排放核算与报告要求第8部分：水泥生产企业》。</p>			

C.3 废弃物焚烧处理排放因子参数推荐值见表 C.3。

表 C.3 废弃物焚烧处理排放因子参数推荐值

排放因子	简写	范围		推荐值
废弃物碳含量	CCW _i	城市生活垃圾	(湿) 33-35%	20%
		危险废弃物	(湿) 1-95%	1
		污泥	(干) 10-40%	30%
矿物碳在碳总量中的百分比	FCF _i	城市生活垃圾	30-50%	39%
		危险废弃物	90-100%	90%
		污泥	0%	0%
燃烧效率	EF _i	城市生活垃圾	95%-99%	95%
		危险废弃物	95-99.5%	97%
		污泥	95%	95%
注：数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南（试行）》。				

参 考 文 献

- [1] 《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》
 - [2] 《2030年前碳达峰行动方案》（国发〔2021〕23号）
 - [3] 《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》（国发〔2021〕4号）
 - [4] 《碳排放权交易管理办法（试行）》（部令 第19号）
 - [5] 《省级温室气体清单编制指南（试行）》（发改办气候〔2011〕1041号 附件）
 - [6] 《高耗能行业重点领域能效标杆水平和基准水平（2021年版）》（发改产业〔2021〕1609号 附件）
 - [7] 《关于企业报告温室气体排放因子指南（Defra/DECC, 2012）》
 - [8] 《IPCC 2006年国家温室气体清单指南 2019修订版》（2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory）
 - [9] 《企业温室气体排放核算方法与报告指南 发电设施（2021 年修订版）》
 - [10] 《中国能源统计年鉴2019》
 - [11] 《中国温室气体清单研究》
 - [12] 《2011年和2012年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》
-