

ICS 国际标准分类号  
CCS 中国标准文献分类号



# 团 标 准

T/CES XXX-XXXX

## 碳排放统计与碳核算技术规范

Specifications for Carbon Emission Statistics and Carbon Accounting

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布



## 目 次

前 言 .....	III
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义 .....	4
4 多时空尺度下的碳排放统计与碳核算平台的功能 .....	4
4.1 数据采集与接入 .....	4
4.2 数据处理与清洗 .....	5
4.3 碳排放统计与分析 .....	5
4.4 碳核算与评估 .....	5
4.5 数据共享与交流 .....	5
4.6 碳减排决策支持 .....	5
4.7 数据管理与治理 .....	5
4.8 用户界面与体验 .....	5
4.9 系统集成与扩展性 .....	6
5 碳排放统计与碳测算模型规范 .....	6
5.1 通用指标释义 .....	6
5.2 省级-能源领域年度碳排放测算 .....	6
5.3 省级-能源领域季度、月度碳排放测算 .....	7
5.4 省级-能源领域日度碳排放测算 .....	7
5.5 省级-工业领域年度碳排放测算 .....	8
5.6 省级-工业领域季度、月度碳排放测算 .....	9
5.7 省级-工业领域日度碳排放测算 .....	9
5.8 省级-其他领域年度碳排放测算 .....	10
5.9 省级-其他领域季度碳排放测算 .....	11
5.10 省级-其他领域月度碳排放测算 .....	12
5.11 省级-其他领域日度碳排放测算 .....	13
5.12 市县级-能源领域年度、季度、月度碳排放测算 .....	13
5.13 市县级-能源领域日度碳排放测算 .....	14
5.14 市县级-工业领域年度、季度、月度碳排放测算 .....	15
5.15 市县级-工业领域日度碳排放测算 .....	15

---

5.16 市县级-其他领域年度碳排放测算 .....	16
5.17 市县级-其他领域季度碳排放测算 .....	17
5.18 市县级-其他领域月度碳排放测算 .....	18
5.19 市县级-其他领域日度碳排放测算 .....	19
6 数据一致性评估与保障 .....	19
6.1 数据评估设计原则 .....	19
6.2 数据融合与上卷汇总 .....	20
6.3 数据校验与一致性监控 .....	20
6.4 数据一致性校验及评估指标 .....	20
7 时空尺度灵活性数据处理及分析要求 .....	21
7.1 时空尺度灵活性要求 .....	21
7.2 时空尺度转换的数据处理要求 .....	22
7.3 时空数据分析要求 .....	22
7.4 时空尺度灵活性实施细则 .....	23
8 安全与风险管理 .....	23
8.1 数据安全保障 .....	23
8.2 身份认证与访问控制 .....	23
8.3 安全审计与监控 .....	23
8.4 漏洞管理与更新 .....	23
8.5 供应链安全管理 .....	24
8.6 数据备份和恢复机制 .....	24

## 前　　言

本文件的制定旨在推动碳排放统计与碳核算平台的标准化和规范化，促进碳计量数据在不同时间和空间尺度下的一致性采集与处理，实现碳数据的互联互通，为跨地区跨领域碳减排事业做出积极贡献，制定本文件。

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。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会能源智慧化工作组归口。

本文件起草单位：北京国网信通埃森哲信息技术有限公司、国网信息通信产业集团有限公司、国网湖北省电力有限公司信息通信公司、福建亿榕信息技术有限公司、国网思极位置服务有限公司。

本文件主要起草人：李强、赵峰、赵林林、刘茂凯、黄俊东、王誉博、张朔、王秋琳，庞辉，刘伟民、朱亚娜、李炳森等人。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电工技术学会标准工作委员会能源智慧化工作组。

本文件为首次发布。

# 碳排放统计与碳核算技术规范

## 1 范围

本文件规定了多时空尺度下的碳排放统计与碳核算平台在括数据来源、处理、安全与隐私、共享与治理等方面内容，旨在规范碳计量领域的数据接入，提高数据安全和隐私的可信度。

本文件适用于开展省、市、县等多层次碳排放核算与测算活动以及服务区域碳排放政策制定的过程。

## 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 32210-2015 温室气体排放核算与报告指南
- GB/T 35867-2018 企业碳排放核算与报告的具体要求
- GB/T 51394-2019 企业能源管理体系实施指南
- GB/T 30000.10-2019 能源审计标准
- ISO 14064-1:2006 温室气体排放量的量化与报告标准
- ISO 14067:2018 温室气体排放-产品碳足迹-量化和交流的要求与指南
- ISO 50001-2018 能源管理系统 要求及使用指南
- ISO 14040:2020 生命周期评价原理与框架

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

多时空尺度下的碳排放统计与碳核算平台（Carbon Accounting Platform at Multiple Spatial and Temporal Scales）

指在不同时间和空间尺度下进行碳排放数据采集、统计和核算的信息系统或服务平台。

### 3.2

Multi-Factor Authentication（MFA）

一种安全认证过程，要求用户提供两种或以上不同类型的认证因子来表明自己的身份，以获得系统或设备的访问权限，提高认证的安全性

### 3.3

Access Control Lists（ACL）

一种基于包过滤的访问控制技术，它可以根据设定的条件对接口上的数据包进行过滤，允许其通过或丢弃。

## 4 碳排放统计与碳核算平台功能规范

### 4.1 数据采集与接入

多源数据接入：支持传感器、监测设备、第三方数据服务商等多种数据源的接入，确保全面覆盖，数据接入成功率应达到 99% 以上，且数据更新频率可根据需求调整，实时更新和定期更新的时间间隔应符合业务要求。

灵活采集方式：提供实时采集、定期采集等多样化采集方式，实时采集时延不超过 5 秒，定期采集的时间间隔不超过 24 小时，以满足不同用户的需求。

## 4.2 数据处理与清洗

### (1) 数据质量保障

对采集的碳排放数据进行精细化清洗、去重和异常值处理，数据准确性应达到 99.5%以上，异常值检测率不低于 98%。

### (2) 标准化处理

支持数据格式转换和标准化，确保不同来源数据的一致性和可比性，转换成功率应达到 99%。

## 4.3 碳排放统计与分析

### (1) 多维度统计分析

应提供按时间、地区、行业等多维度的碳排放统计和分析功能，统计分析精度应达到 99%，且能揭示碳排放的时空分布规律，分析报告生成时间不超过 10 秒。

### (2) 可视化呈现

应支持生成碳排放报告和可视化图表，图表加载速度应小于 3 秒，报告生成的准确率应达到 98%。

## 4.4 碳核算与评估

### (1) 系统化核算

应根据科学计量方法和指标体系，系统地进行碳排放核算和评估，核算精度应达到 99%，并提供可靠的数据支持。

### (2) 指标分析与预测

应计算碳排放量、碳强度等关键指标，趋势分析的准确率不低于 95%，未来预测的误差应控制在 5% 以内，为用户提供有效的决策依据。

## 4.5 数据共享与交流

### (1) 开放共享平台

应建立开放共享平台和标准化接口，支持碳排放数据的共享与交流，接口的兼容性应达到 99%，数据共享成功率不低于 98%，激发合作创新。

### (2) 伙伴关系建立

应支持用户之间的数据交流和合作，建立合作伙伴关系的响应时间应小于 5 秒，合作数据共享的完整性应达到 98%，共同推动碳减排行动。

## 4.6 碳减排决策支持

### (1) 数据驱动决策

应基于科学数据提供碳减排决策支持功能，决策支持的准确性应达到 95%，帮助用户制定和实施减排策略，确保碳中和目标的可实现性。

### (2) 效果评估与优化

应提供碳减排效果评估和优化建议，效果评估的精度应不低于 90%，优化建议的实施效果应提高碳减排效率至少 10%，并持续跟踪减排效果，支持企业和政府的决策。

## 4.7 数据管理与治理

### (1) 健全治理体系

建立完善的数据治理体系，管理和控制碳排放数据资源的获取、存储、传输和使用，确保数据合规性和可追溯性。

### (2) 流程规范化

提供数据管理工具和流程，规范数据处理流程，提高数据管理效率和质量。

## 4.8 用户界面与体验

### (1) 友好界面设计

应建立完善的数据治理体系，确保碳排放数据资源的获取、存储、传输和使用合规且可追溯，数据合规性应达到 100%，数据追溯能力应达到 99%。

### (2) 多终端访问

应提供数据管理工具和流程，规范数据处理流程，提高数据管理效率，数据处理的时间应缩短至 5 秒以内，数据质量应达到 98%以上。

## 4.9 系统集成与扩展性

### (1) 开放 API 接口

支持与其他系统的集成和数据交换，接口调用成功率应达到 99.9%，数据交换延迟不超过 2 秒。

### (2) 灵活扩展定制

应具有良好的系统扩展性和定制性，根据用户需求定制开发功能模块，定制开发的响应时间应不超过 7 天，系统扩展能力应支持至少 50% 的模块扩展。

## 5 碳排放统计与碳测算模型规范

### 5.1 通用指标释义

该文件规定模型数据来源于统计机构提供的省级能源平衡表提供区域能源数据、省电力企业提供的分省外购电力量及其他相关信息，以及国家标准规定的能源折标煤系数、标煤碳排放因子等依据国家标准。本标准碳排放统计与测算所涉及概念或指标项释义如下：

**化石能源消费量：**指单位时间内，使用的煤、石油、天然气等化石燃料的总量，通常以标准煤（tce）为单位进行计量，反映了化石能源的消耗程度。

**外调入电量：**指通过电网从外部地区（如跨省调度、跨区电力交易等）引入的电量。它可以用来衡量区域电力依赖外部资源的程度。

**外购电力量：**指通过市场购买的电量，可以是通过电力市场、直接交易或长期合同的方式获得的电力。外购电量并不一定通过电网调度来实现，可能是长期或周期性的购买。

**能源折标煤系数：**用于将不同种类的能源（如天然气、石油等）转化为标准煤（tce）的系数。该系数可以根据能源的热值和碳排放因子进行计算，用于统一衡量不同能源的消耗量。

**标煤碳排放因子：**指单位量的标准煤在燃烧过程中所排放的二氧化碳（CO<sub>2</sub>）量，通常以千克 CO<sub>2</sub>/吨标准煤（kgCO<sub>2</sub>/tce）为单位。该因子用于评估燃烧标准煤带来的碳排放量。

**电力碳排放因子：**指单位电量（如千瓦时，kWh）所对应的碳排放量，通常以千克 CO<sub>2</sub>/千瓦时（kgCO<sub>2</sub>/kWh）为单位。该因子反映了电力生产过程中的碳排放水平。

**热力碳排放因子：**指单位热量（如千卡、千瓦时等）所对应的碳排放量，通常以千克 CO<sub>2</sub>/千千瓦时（kgCO<sub>2</sub>/kWh）为单位。用于计算热力生产过程中的碳排放。

**能源平衡表：**用来反映一个地区或单位的能源供给、消费、转换和损失的整体情况。它通常包括能源的各类输入、输出及其转化关系，用于评估能源的使用效率和碳排放源。

**终端消费量（热力、电力）：**指最终用户（如工业、商业或居民）实际使用的能源量，通常是指热力和电力的消费量。它是衡量能源需求与消耗的直接指标。

**全社会电力消费量：**是指在一定时间内（通常为一年），一个国家或地区的所有经济主体（包括工业、交通、商业、居民等）所消耗的电力总量。它反映了社会整体的电力需求情况，是衡量能源消费结构和电力需求变化的重要指标。其计算通常是将所有用电用户的用电量进行加总，不仅仅是工业和商业用户，还包括居民和政府部门等各类用电主体。

### 5.2 省级-能源领域年度碳排放测算

年度碳排放测算主要用于支撑碳减排规划政策制定。

能源领域年度碳排放测算模型详见图 1 能源领域年度碳排放的测算模型。



图 1 能源领域年度碳排放的测算模型

该模型展示了能源领域碳排放量的测算方法。通过计算发电供热部分对应的各化石能源消费量与外调入电量之和，结合能源折标煤系数及标煤碳排放因子，得出能源相关碳排放总量。核心公式为：

$$\text{能源领域碳排放量} = \sum (\text{化石能源消费量} + \text{外调入电量}) \times \text{能源折标煤系数} \times \text{标煤碳排放因子}$$

其中，年度-电力碳排放因子：用于发电的各能源品种的碳排放量之和，除以年度全社会电力消费量，反映电力环节的碳排放强度。

年度-热力碳排放因子：用于供热的各能源品种的碳排放量之和，除以年度全社会热力消费量，反映热力环节的碳排放强度。

### 5.3 省级-能源领域季度、月度碳排放测算

季度与月度碳排放测算主要用于支撑碳减排执行情况监督。

能源领域月度、季度碳排放测算模型详见图 2 能源领域季度、月度碳排放的测算模型。

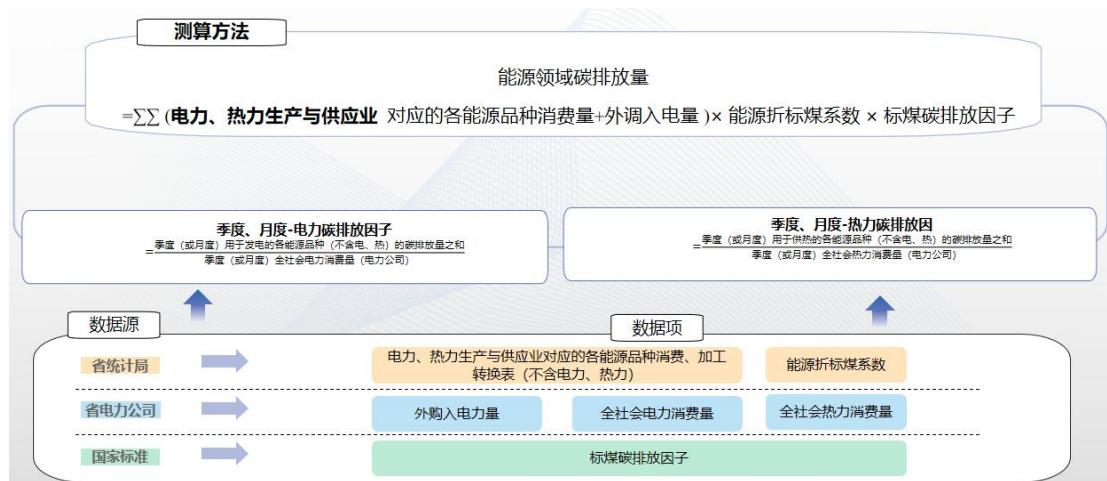


图 2 能源领域季度、月度碳排放的测算模型

该模型描述了能源领域碳排放量的测算框架，围绕电力、热力生产与供应业务的能源消费量及外调入电量进行统计分析，并结合能源折标煤系数和标煤碳排放因子，完成碳排放量的核算。

核心公式为：能源领域碳排放量=  $\sum (\text{电力、热力生产与供应业务能源消费量} + \text{外调入电量}) \times \text{能源折标煤系数} \times \text{标煤碳排放因子}$

季度、月度-电力碳排放因子，反映单位电力消费的碳排放强度，计算基础为季度或月度的电力生产能源消耗量及全社会电力消费量。季度、月度-热力碳排放因子反映单位热力消费的碳排放强度，基于季度或月度的热力生产能源消耗量及全社会热力消费量。

### 5.4 省级-能源领域日度碳排放测算

日碳排放测算主要用于对重点碳排放监测对象的周期性评估。

能源领域日碳排放测算模型详见图 3 能源领域日度碳排放的测算模型。



图 3 能源领域日度碳排放的测算模型

该模型展示了能源领域碳排放量的日度和月度测算方法，通过结合日度或月度的能源消费量、外调入电量以及相关的碳排放因子，进行精确的碳排放量核算。

核心公式为：能源领域碳排放量=Σ(日度或月度能源消费量+外调入电量)×能源折标煤系数×最新月度标煤碳排放因子。

日度-电力碳排放因子，反映单位电力消耗的碳排放强度，计算时基于日度的电力消费量及电力生产的能源消耗量。日度-热力碳排放因子，基于日度热力消费量与热力生产能源消耗量，计算单位热力消耗的碳排放强度。

该模型实现了基于日度与月度数据的碳排放量核算，可以动态、实时地跟踪电力和热力领域的碳排放变化，为碳排放监控、政策制定和减排目标达成提供支持。

## 5.5 省级-工业领域年度碳排放测算

年度碳排放测算主要用于支撑碳减排规划政策制定。

工业领域年度碳排放测算模型详见图 4 工业领域年度碳排放的测算模型。



图 4 工业领域年度碳排放的测算模型

该图展示了工业领域碳排放量的测算方法，依据能源消费总量、折标系数和碳排放因子，核算工业生产环节的碳排放总量。

核心公式为：工业知域碳排放量=Σ(工业领域各类能源消费量×能源折标系数×标煤碳排放因子)

终端能源消费分类：工业能源分类详细，重点关注燃煤、燃气及工业耗电。

能源转换与折标：使用标准化因子完成各类能源的统一量化。

碳排放强度归类：根据国家最新的标准化碳排放因子（例如，电、热力碳排放强度）精确计算。

该方法结合工业行业的实际能源消费数据、严格遵循国家标准，为工业碳排放核算提供了清晰的数据基础，能够直接指导企业优化用能结构和碳排放管控。

## 5.6 省级-工业领域季度、月度碳排放测算

季度与月度碳排放测算主要用于支撑碳减排执行情况监督。

工业领域月度、季度碳排放测算模型详见图 5 工业领域季度、月度碳排放的测算模型。



图 5 工业领域季度、月度碳排放的测算模型

该模型描述了如何通过行业分区、能源消费量与碳排放因子计算工业领域的碳排放总量。核算方法将考虑不同行业的能源消费特征，结合能源转换标准和碳排放因子，精确测算工业碳排放。

核心公式为：工业领域碳排放量=  $(\sum \text{工业领域能源消费量} \times \text{能源消费表值} \times \text{能源折标煤系数}) + (\sum \text{各行业规模能源消费量} \times \text{行业扩展值})$

整体计算（全行业能源消费量计算）：工业各行业的能源消费量通过标准化的能源消费表进行量化，并结合其各自的能源消费系数计算出碳排放量。

行业细分测算（排除没有能源消费的行业）：某些行业如服务业等不涉及直接能源消费，可以排除在计算之外。

行业扩展值计算：结合行业实际情况和能源消费数据，使用行业扩展值调整某些特殊行业的碳排放测算。

能源转换与折标：通过能源折标煤系数，将不同能源种类的消费量转换为标准煤消耗量，确保测算结果具有统一性。

该模型的应用可以帮助不同规模、不同类型的工业企业科学评估其碳排放水平，并为政府部门和相关企业提供减排政策及优化能源使用的参考依据。

## 5.7 省级-工业领域日度碳排放测算

日碳排放测算主要用于对重点碳排放监测对象的周期性评估。

工业领域日碳排放测算模型详见图 6 工业领域日度碳排放的测算模型。

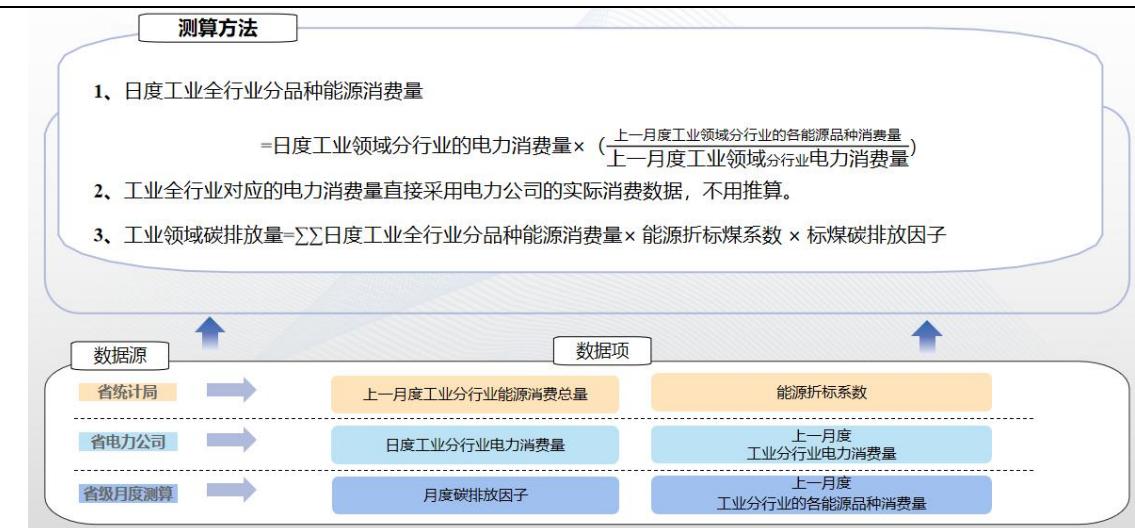


图 6 工业领域日度碳排放的测算模型

该模型描述了如何通过行业分区、能源消费量与碳排放因子计算工业领域的碳排放总量。核算方法将考虑不同行业的能源消费特征，结合能源转换标准和碳排放因子，精确测算工业碳排放。

核心公式为：工业知域碳排放量=( $\Sigma$  工业领域能源消费量×能源消费表值×能源折标煤系数)+( $\Sigma$  各行业规模能源消费量×行业扩展值)。

整体计算（全行业能源消费量计算）：工业各行业的能源消费量通过标准化的能源消费表进行量化，并结合其各自的能源消费系数计算出碳排放量。

行业细分测算（排除没有能源消费的行业）：某些行业如服务业等不涉及直接能源消费，可以排除在计算之外。

行业扩展值计算：结合行业实际情况和能源消费数据，使用行业扩展值调整某些特殊行业的碳排放测算。

能源转换与折标：通过能源折标煤系数，将不同能源种类的消费量转换为标准煤消耗量，确保测算结果具有统一性。

该模型根据工业行业的能源消费特点进行定制化核算，确保碳排放测算更为精准。对不同类型的工业部门，如冶金、化工、制造业等，采用不同的能源消费和碳排放模型，以反映各行业的碳排放差异。该模型的应用可以帮助不同规模、不同类型的工业企业科学评估其碳排放水平，并为政府部门和相关企业提供减排政策及优化能源使用的参考依据。

## 5.8 省级-其他领域年度碳排放测算

年度碳排放测算主要用于支撑碳减排规划政策制定。

其他领域年度碳排放测算模型详见图 7 其他领域年度碳排放的测算模型。



图 7 其他领域年度碳排放的测算模型

该模型描述了其他领域的碳排放量计算方法。其核心思想是通过各领域的能源消费数据，结合能源折标系数和碳排放因子，估算对应的碳排放量。

核心公式为：其他领域碳排放量= $\sum$ (各品种能源消费量×能源折标系数×碳排放因子)

能源消费数据匹配：将终端消费的能源种类与对应部门匹配。

能源标准化：通过能源折标系数将不同能源类型转换为标准煤当量。

碳排放计算：使用标准煤量乘以相应的碳排放因子，得到各部门的碳排放量。

汇总：对各部门的碳排放量求和，得出整个领域的总排放量。

该模型采用自下而上的测算方法，从各部门的能源消费数据出发，经过折标和排放因子的换算，计算出其他领域的碳排放总量。这种方法能够较为准确地衡量不同能源类型对碳排放的贡献，并为政策制定提供科学依据。

## 5.9 省级-其他领域季度碳排放测算

季度碳排放测算主要用于支撑碳减排执行情况监督。

其他领域季度碳排放测算模型详见图 8 其他领域季度碳排放的测算模型。



图 8 其他领域季度碳排放的测算模型

该模型描述了其他领域的碳排放量测算方法，相比于之前的模型，增加了季度维度的计算，使得排放量的统计更加精细化。核心公式为：

(1) 季度其他领域分品种能源消费量计算

季度其他领域分品种能源消费量=年度其他领域各品种能源消费量×季度其他领域的电力消费量/年度其他领域的电力消费量

该公式用于推算季度的能源消费量，假设季度的能源消费量可以通过电力消费的比例进行分配。

## (2) 其他领域碳排放量计算

其他领域碳排放量=Σ季度其他领域分品种能源消费量×能源折标系数×碳排放因子

该公式用于计算最终的碳排放量，通过季度分品种能源消费量、能源折标系数以及碳排放因子进行换算。

该公式引入季度分析：相比于年度测算，该方法能够反映碳排放的季节性变化，更适用于短期调控和政策分析。假设各能源消费与电力消费呈一定比例关系，从而简化数据获取难度，提高可操作性。结合统计部门、电力公司和国家标准的数据，确保测算的科学性和准确性。

该模型在原有碳排放计算方法的基础上增加了季度计算维度，并通过电力消费数据来估算能源消费量，使得测算更加精细化。适用于分析短期碳排放趋势，并为政策调整提供依据。

## 5.10 省级-其他领域月度碳排放测算

月度碳排放测算主要用于支撑碳减排执行情况监督。

其他领域月度碳排放测算模型详见图 9 其他领域月度碳排放的测算模型。



图 9 其他领域月度碳排放的测算模型

该模型进一步细化了碳排放的测算方法，在之前季度维度的基础上增加了月份维度，使得碳排放分析更加精细和动态化。核心公式为：

## (1) 月份其他领域分品种能源消费量计算

月份其他领域分品种能源消费量=季度其他领域各品种能源消费量×月份其他领域的电力消费量/季度其他领域的电力消费量

该公式用于推算月度的能源消费量，假设月度的能源消费量可以通过电力消费的比例进行分配。

## (2) 其他领域碳排放量计算

其他领域碳排放量=Σ月份其他领域分品种能源消费量×能源折标系数×碳排放因子

该公式用于计算最终的碳排放量，通过月度分品种能源消费量、能源折标系数以及碳排放因子进行换算。

相比于季度测算，该方法能够反映碳排放的更短期变化，提高数据分析的时效性。假设各能源消费与电力消费呈一定比例关系，使得数据推算更加灵活。结合统计部门、电力公司和国家标准的数据，确保测算的科学性和准确性。

该模型在原有碳排放计算方法的基础上，进一步增加了月度计算维度，使得测算更加精细化，适用于更短期的碳排放趋势分析，并为精细化管理和政策调整提供依据。

## 5.11 省级-其他领域日度碳排放测算

日碳排放测算主要用于对重点碳排放监测对象的周期性评估。

其他领域日碳排放测算模型详见图 10 其他领域日度碳排放的测算模型。

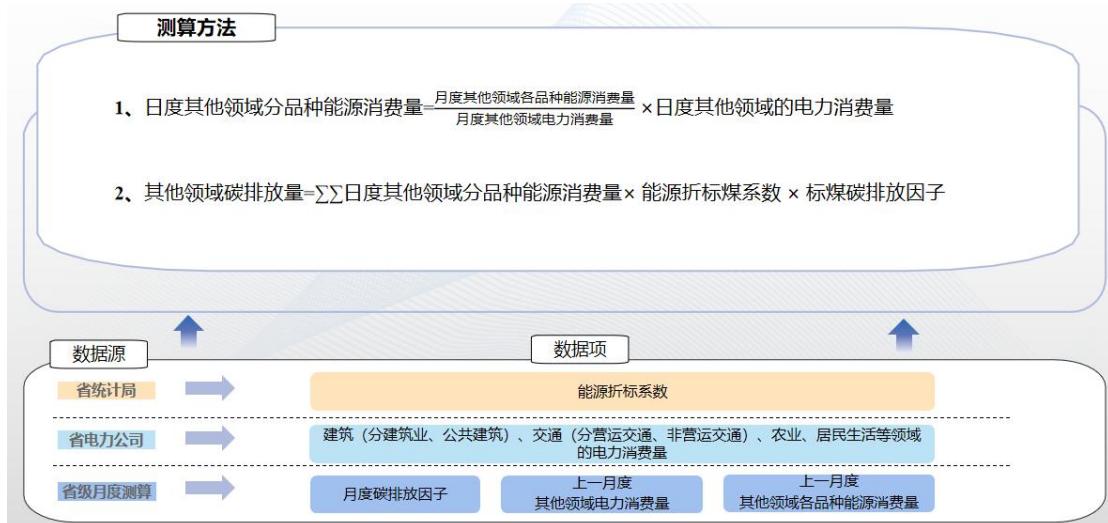


图 10 其他领域日度碳排放的测算模型

模型利用能源消耗数据和相关转换系数计算碳排放量，强调用电量与不同能源品种的消耗量之间的关系。核心公式为：

### (1) 日度其他领域分品种能源消耗量计算

日度其他领域分品种能源消耗量= 月度其他领域各品种能源消耗量/月度其他领域电力消耗量×日度其他领域的电力消耗量

该公式通过月度数据推算日度数据，基于电力消耗作为参考指标进行归一化处理。

### (2) 其他领域碳排放量计算

其他领域碳排放量=  $\Sigma$  (日度其他领域分品种能源消耗量×能源折标煤系数×标煤碳排放因子)

该公式将不同能源品种的消耗量转换为标准煤当量，并结合碳排放因子计算最终的碳排放量。从能源消耗到碳排放的转换过程层层递进，符合碳核算的标准方法。该模型适用于柔性碳计量 SaaS 服务平台，可为不同领域提供碳排放核算功能，满足行业标准的需求。

## 5.12 市县级-能源领域年度、季度、月度碳排放测算

年度、季度与月度碳排放测算主要用于支撑碳减排执行情况监督。

能源领域年度、月度、季度碳排放测算模型详见图 11 能源领域年度、季度、月度碳排放的测算模型。



图 11 能源领域年度、季度、月度碳排放的测算模型

该模型主要用于计算电力、热力生产与供应行业的碳排放量，涵盖年度、季度和月度三个时间维度。在计算碳排放时，不仅考虑自身能源消耗，还包括外调入的电量，确保碳排放核算的完整性。

核心公式为：能源领域碳排放量= $\Sigma$ (时间周期(年、季、月))，电力、热力生产与供应业的能源品种消费量+外调入电量) $\times$ 能源折标煤系数 $\times$ 标煤碳排放因子

其中：

能源品种消费量：指电力、热力生产与供应行业消耗的各类能源总量。

外调入电量：指从其他地区或来源调入的电力，计入总消耗量。

能源折标煤系数：将不同能源品种转换为标准煤，以统一计量单位。

标煤碳排放因子：将标准煤的消耗量转换为碳排放量，实现碳排放测算。

该模型时间维度清晰，涵盖年度、季度和月度三种时间周期，满足不同层级的碳排放监测需求。同时综合考虑外部输入，外调入电量被纳入计算范围，确保碳排放数据更加全面。

### 5.13 市县级-能源领域日度碳排放测算

日碳排放测算主要用于对重点碳排放监测对象的周期性评估。

能源领域日碳排放测算模型详见图 12 能源领域日度碳排放的测算模型。

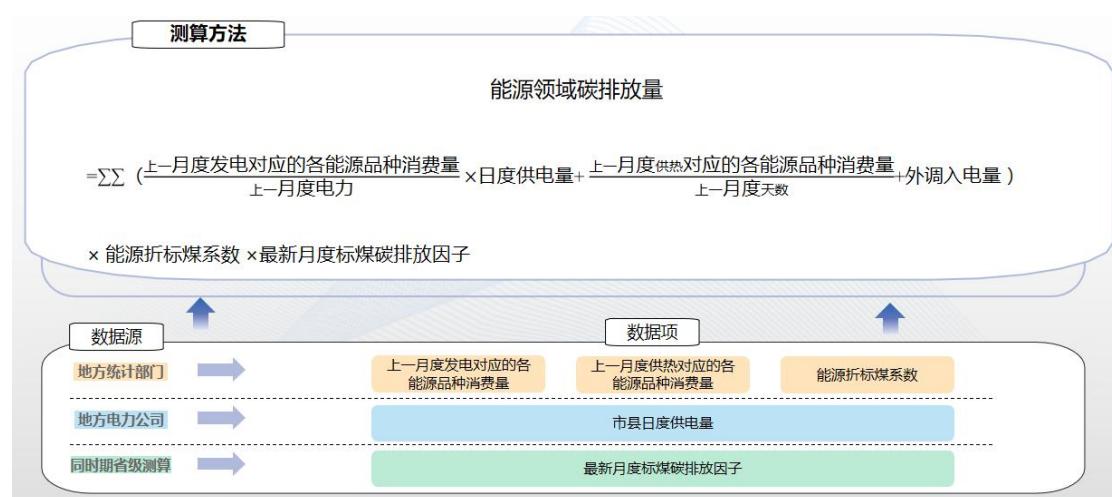


图 12 能源领域日度碳排放的测算模型

该模型主要计算发电与供热过程中产生的碳排放量，考虑了发电与供热的能源消耗情况。引入时间周期调整，使用上月度的能源消耗数据推算本月的碳排放，确保数据的可用性和合理性。考虑外调入电量，不仅计算自身消耗的能源，还将外部调入的电量纳入计算，提高碳排放核算的准确性。模型使用最新月度的碳排放因子，确保碳排放测算符合最新的碳排放标准。

核心公式为：能源领域碳排放量=ΣΣ(上月度发电对应的各能源品种消耗量×本月度供电量+上月度供热对应的各能源品种消耗量+外调入电量)/ 上月度电力×能源折标煤系数×最新月度标煤碳排放因子

通过上月度数据推测当前月度的碳排放，适用于缺少实时数据的情况。增强模型对外部能源输入的考虑，使碳排放估算更精确。采用最新的碳排放因子，确保数据符合当前政策和行业标准。该模型主要针对电力、热力生产行业的碳排放核算，为政府监管、企业碳核算提供数据支撑。

## 5.14 市县级-工业领域年度、季度、月度碳排放测算

年度、季度与月度碳排放测算主要用于支撑碳减排执行情况监督。

工业领域年度、月度、季度碳排放测算模型详见图 13 工业领域年度、季度、月度碳排放的测算模型。

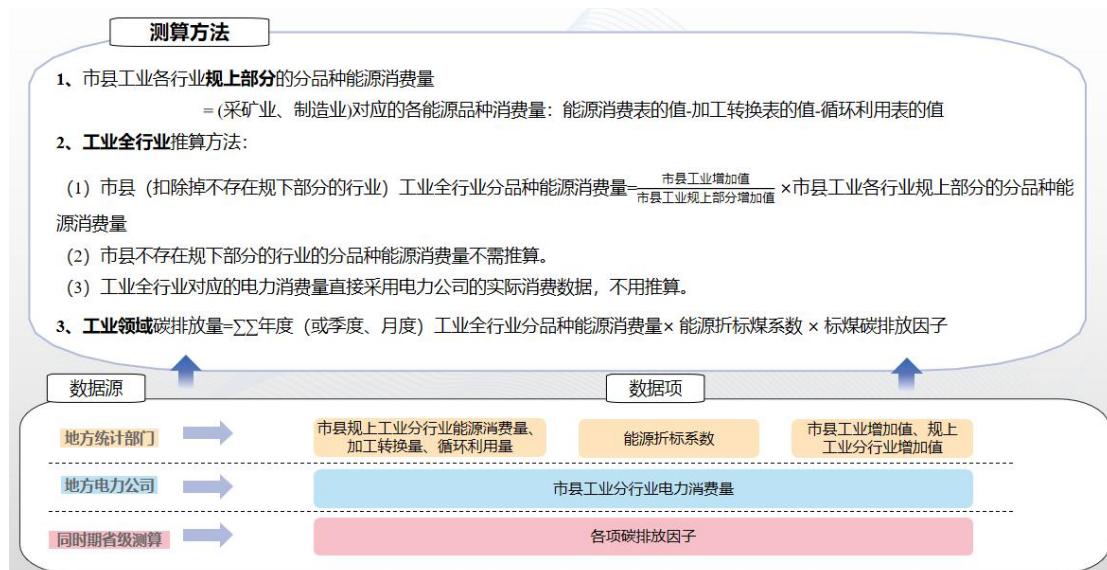


图 13 工业领域年度、季度、月度碳排放的测算模型

该模型专门计算市县级工业行业的能源消耗和碳排放量，涵盖规模以上企业及行业整体情况。

核心公式为：

(1) 规模以上工业行业的能源消耗量

市县工业各行业规模以上部分的分品种能源消费量=能源消费表的值+加工转换表的值+循环利用表的值

(2) 工业全行业能源消耗量

工业全行业分品种能源消费量=(市县工业行业增加值/市县工业规模以上增加值)×市县工业各行业规模以上部分的分品种能源消费量

若市县不存在规模以下行业，则无需推算。规模以上行业的电力消费量直接使用电力公司数据，不进行推算。

(3) 工业领域碳排放量

工业领域碳排放量=Σ t(工业全行业分品种能源消费量×能源折标煤系数×标煤碳排放因子)

其中，t 代表不同的时间周期（年度、季度、月度）。

本模型适用于市县级工业行业的碳排放测算，涵盖规模以上企业和全行业的计算方法。综合利用统计数据和电力公司数据，确保能源消耗数据的准确性。采用推算方法估算规模以下企业能耗，保证市县级碳排放计算的完整性。可用于政府碳排放监管、企业碳排放核算，为工业领域的碳达峰、碳中和政策提供数据支持。

## 5.15 市县级-工业领域日度碳排放测算

日碳排放测算主要用于对重点碳排放监测对象的周期性评估。

工业领域日碳排放测算模型详见图 14 工业领域日度碳排放的测算模型。



图 14 工业领域日度碳排放的测算模型

通过市县工业行业的电力消费量，推算其分品种能源消耗量。

核心公式为：

(1) 日度工业全行业分品种能源消费量

日度工业全行业分品种能源消费量=日度市县工业的电力消费量×( 上月度工业领域各行业电力消费量/上月度工业领域的能源品种消费量 )

(2) 工业领域碳排放量

工业领域碳排放量=Σ 日度工业全行业分品种能源消费量×能源折标煤系数×标煤碳排放因子

其中：

日度市县工业的电力消费量：采用电力公司提供的实际数据。

上月度工业领域的能源品种消费量与电力消费量：用于构建电力消费与能源消耗之间的比值关系，从而推算日度能源消耗。

能源折标煤系数：用于将不同能源品种转换为标准煤当量。

标煤碳排放因子：用于计算最终碳排放量。

本模型适用于市县级工业行业的日度碳排放测算，满足精细化碳排放管理需求。直接使用电力公司数据，提高测算精度，避免因推算误差导致的偏差。采用上月度能源消费数据推算日度值，提供可行的短期碳排放估算方法。适用于政府碳排放监管、企业碳核算、工业行业碳绩效分析，为碳达峰、碳中和政策提供精细化数据支持。

## 5.16 市县级-其他领域年度碳排放测算

年度碳排放测算主要用于支撑碳减排规划政策制定。

其他领域年度碳排放测算模型详见图 15 其他领域年度碳排放的测算模型。



图 15 其他领域年度碳排放的测算模型

核心公式为:

(1) 年度其他领域分品种能源消费量

$$\text{年度其他领域分品种能源消费量} = \sum (\text{各行业能源消费量参数} \times \text{其他领域参数})$$

其中,不同行业的参数计算方式不同,例如:

建筑业: 建筑面积 × 单位面积能耗

农业: 农业增加值 × 单位增加值能耗

交通: 交通运输量 × 单位运输能耗

居民生活: 居民人口 × 单位人均能耗

(2) 其他领域碳排放量

$$\text{其他领域碳排放量} = \sum (\text{年度其他领域分品种能源消费量} \times \text{能源折标煤系数} \times \text{标煤碳排放因子})$$

适用于建筑、农业、交通、居民生活等领域的年度碳排放测算,为非工业领域碳排放监管提供数据支撑。采用行业相关参数推算能耗,提高测算的可行性,尤其适用于缺乏直接能耗统计数据的领域。直接使用电力公司提供的电力消耗数据,提高计算的准确性。适用于政府碳排放监管、行业能耗评估、碳达峰与碳中和政策分析,为非工业领域的能源管理提供参考依据。

## 5.17 市县级-其他领域季度碳排放测算

季度碳排放测算主要用于支撑碳减排执行情况监督。

其他领域季度碳排放测算模型详见图 16 其他领域季度碳排放的测算模型。



图 16 其他领域季度碳排放的测算模型

本模型通过年度数据与季度电力消费量的比例，推算季度分品种能源消费量。采用能源折标系数，统一能源种类（如煤炭、天然气、石油）为标准煤当量。通过碳排放因子换算，得出各季度的碳排放总量。与同期碳核算数据对比，验证计算结果的合理性。

核心公式为：

(1) 季度其他领域分品种能源消费量计算

季度其他领域分品种能源消费量= 年度其他领域各品种能源消费量×季度其他领域的电力消费量/年度其他领域电力消费量

该公式用于将年度数据细化到季度尺度，假设不同能源消费量与电力消费量的变化趋势保持一致。

(2) 度碳排放量计算

其他领域碳排放量=  $\sum \text{季度其他领域分品种能源消费量} \times \text{能源折标系数} \times \text{碳排放因子}$

该公式计算季度碳排放量，核心参数包括能源折标系数和碳排放因子。

## 5.18 市县级-其他领域月度碳排放测算

月度碳排放测算主要用于支撑碳减排执行情况监督。

其他领域月度碳排放测算模型详见图 17 其他领域月度碳排放的测算模型。



图 17 其他领域月度碳排放的测算模型

相比季度测算，月度数据能更快反映能源消耗与碳排放的变化趋势，适用于更精细化的能耗监测和减排管理。仍然使用电力消费量作为推算基础，确保计算的可操作性。更适用于短期管理，比如短期碳排放监测、月度节能减排政策评估等。

核心公式为：

(1) 月度其他领域分品种能源消费量

月度其他领域分品种能源消费量= 季度其他领域各品种能源消费量×月度其他领域的电力消费量/季度其他领域电力消费量

(2) 月度碳排放量计算

其他领域碳排放量=  $\Sigma$  月度其他领域分品种能源消费量×能源折标系数×碳排放因子

## 5.19 市县级-其他领域日度碳排放测算

日碳排放测算主要用于支撑碳减排执行情况监督。

其他领域日碳排放测算模型详见图 18 其他领域日度碳排放的测算模型。



图 18 其他领域日度碳排放的测算模型

日度数据可以更快地捕捉能源消耗和碳排放的波动，适用于更实时的能源管理和碳排放监测。依然使用电力消费量作为推算基础，保持方法的连续性和可操作性。

核心公式为：

(1) 日度其他领域分品种能源消费量

日度其他领域分品种能源消费量= 月度其他领域各品种能源消费量×日度其他领域的电力消费量/月度其他领域电力消费量

(2) 日度碳排放量计算

其他领域碳排放量=  $\Sigma$  日度其他领域分品种能源消费量×能源折标系数×碳排放因子

## 6 数据一致性评估与保障要求

### 6.1 数据评估设计原则

#### 6.1.1 标准化数据格式

为了保证数据的可比性和一致性，应遵循统一的数据格式标准。无论是在省级、地市级，还是在不同时间尺度（年度、季度、月度、日度）下进行碳测算，都应确保所有原始数据输入遵循行业标准的数据格式（如：时间戳格式、单位规范、数据精度等）。

#### 6.1.2 统一数据源与数据接口

各级政府和相关单位应建立统一的数据来源和接口标准，确保数据的来源可靠并具备可追溯性。尤其是在不同区域和不同时间尺度的数据汇总过程中，数据接口的标准化能有效防止数据脱节和错乱。

#### 6.1.3 数据完整性与准确性

确保数据在采集、处理、传输、汇总等环节不丢失、不错误，并且通过自动化校验机制对数据的准确性进行实时监控。通过设定合理的精度和允许误差范围，确保汇总后的数据符合碳测算要求。

## 6.2 数据融合与上卷汇总

### 6.2.1 分层汇总与跨层级校验

在省及地市级碳排放数据汇总过程中，应设置分层汇总机制，并在每一层级进行校验。数据上卷时，省级平台应从地市平台获取数据，并对其进行二次校验。应设置分层汇总机制并进行跨层级校验，省级平台应从地市平台获取数据并进行二次校验，数据一致性应达到 99%。汇总流程的每一步都应设有详细记录，以确保数据的一致性与可追溯性。

### 6.2.2 自动化数据汇总工具

宜采用自动化工具处理各级数据汇总工作，避免人工操作带来的误差。自动化工具应能够在不同时间周期内进行多层次的数据汇总和比对，确保汇总结果的一致性。自动化处理成功率应达到 99%。

### 6.2.3 数据合并标准

应设计合并标准，明确如何处理不同来源和不同层级的数据差异。例如，针对省市层级的汇总数据，设定“权重比例”和“合理范围”，以便解决地市和省级数据的不一致性问题。合并后的数据准确率应达到 98%以上。

## 6.3 数据校验与一致性监控

### 6.3.1 实时数据校验

在数据录入及汇总过程中，实时进行数据校验，确保各层级数据符合设定的标准，包括时间戳一致性校验、单位转换校验、误差范围校验等，校验精度应达到 99%。特别是针对日度、月度和季度数据的汇总，应确保数据精度的一致性，误差范围不超过 2%。

### 6.3.2 多重校验机制

设立多重数据校验机制，对汇总数据进行重复比对，数据汇总时对比历史数据和趋势分析进行检查，确保数据波动范围符合合理预期，数据比对准确率应达到 98%。

### 6.3.3 一致性监控

在各级数据平台建立一致性监控系统，定期对比不同层级、不同时间粒度的数据一致性，监控系统应具备自动预警功能，数据异常处理的响应时间应不超过 30 分钟，确保数据异常能及时报告并处理。

## 6.4 数据一致性校验及评估指标

### 6.4.1 时间上卷一致性校验

时间上卷指的是从较细时间粒度（如日、月、季度）汇聚到较粗时间粒度（如月、季度、年）的数据合并过程。所有汇总过程中必须确保数据的一致性和准确性，避免出现重复、遗漏、异常等问题。时间上卷过程的校验准确率应达到 99.5%。汇总时应严格遵循设定的时间粒度标准，确保各时间层级的数据一致性和无误差，校验误差不超过 2%。具体包括：

#### （1）数据完整性校验

汇总到目标时间维度的数据应包含该时间维度内所有原始数据。对于日度数据汇总到月度数据、月度数据汇总到季度数据、季度数据汇总到年度数据，应确保所有子集数据（如日数据、月数据、季度数据）都参与了汇总。缺失数据比例不超过 1%。

#### （2）数据一致性校验

汇总后的数据应等于下级时间维度数据的累加、加权平均或符合规定的汇总方式。应逐级核对数据汇总结果与原始数据的累加值或加权平均值。例如，月度数据应等于所有日数据的累加，季度数据应等于所有月度数据的累加。汇总数据与原始数据的差异应不超过 0.5%（对于大范围波动的领域，可以适度调整容差）。

#### （3）数据波动合理性校验

汇总后的数据应符合趋势和波动性规律，避免出现异常波动。应比对每个时间维度的汇总数据与历史数据的趋势，确保年度数据符合季节性和年度趋势。波动幅度不超过 5%。

#### 6.4.2 空间汇总数据一致性校验

空间汇总是指不同地理或行政区域内的数据（如省、地市、区）按照层级关系进行数据汇总的过程。所有空间汇总数据必须符合层级一致性要求，确保各区域间的数据准确对接，避免地区差异或数据遗漏导致的不一致性，空间汇总一致性检查的成功率应达到 99%。在汇总过程中，应对比各级数据，确保汇总精度不低于 98%，并对数据异常及时进行处理，确保区域间数据的无误差传递。具体包括：

##### （1）数据完整性校验

各层级数据汇总时，必须确保下级所有空间数据被纳入汇总，防止区域数据遗漏。确保各区域的数据覆盖完整，所有地市、省区层级的原始数据都参与汇总。缺失数据比例不超过 1%。

##### （2）数据一致性校验

空间汇总的数据应等于上级层级数据的累加、加权平均或规定的汇总方式。各级数据之间应保持一致的汇总规则。应逐级核对汇总数据，确保从地市到省各级数据的汇总无误。各层级数据汇总误差应小于 0.5%。

##### （3）地域差异校验

在跨地区的数据汇总过程中，应注意各地区的特殊性与差异，避免因地区差异引起的数值失真。分析不同区域数据的地域性波动，确保区域性数据波动符合行业预期。各区域数据差异应保持在行业标准范围内，波动幅度不超过 5%。

#### 6.4.3 数据一致性校验评估指标

针对以上时空一致性校验工作，宜设立相应的量化指标，可参照表 1 数据一致性校验量化指标。

表 1 数据一致性校验量化指标

指标名	定义	计算方式	目标值
数据一致性率	汇总数据与源数据之间的一致性程度	一致性率 = (一致性数据量 / 总数据量) × 100%	一致性率应达到 99%以上
数据修正率	在数据汇总过程中需要修正的数据比例	修正率 = (需要修正的数据量 / 总数据量) × 100%	修正率应控制在 5%以内
异常数据率	在数据汇总和分析过程中出现的异常数据所占比例	异常数据率 = (异常数据量 / 总数据量) × 100%	异常数据率应控制在 1%以内
数据校验成功率	数据在各个校验环节中成功通过的比例	成功率 = (校验成功的数据量 / 校验总数据量) × 100%	数据校验成功率应达到 98%以上
数据更新及时性	数据从生成到更新过程中的及时性	更新及时性 = (及时更新的数据量 / 总数据量) × 100%	更新及时性应达到 95%以上
数据清理效率	在数据清理过程中，处理错误和冗余数据的效率	清理效率 = (清理后的数据量 / 原始错误或冗余数据量) × 100%	清理效率应达到 90%以上
数据一致性监控响应时间	从监控系统发现数据异常到响应并采取措施的平均时间	响应时间 = 总响应时间 / 响应次数	数据一致性监控响应时间应小于 48 小时
数据质量审计合格率	通过定期数据质量审计，检查数据合规和一致性的合格率	合格率 = (通过审计的数据量 / 审计总数据量) × 100%	数据质量审计合格率应达到 95%以上

## 7 时空尺度灵活性数据处理及分析要求

### 7.1 时空尺度灵活性要求

#### 7.1.1 时间尺度适应性

碳排放统计与核算系统应具备灵活调整时间尺度的能力，能够处理日、月、季度、年度等多种时间粒度的数据，支持跨周期的汇总与对比分析。

系统应能够自动转换不同时间尺度之间的数据，例如从日数据到月数据，从月数据到季度数据等，并确保汇总过程中的数据完整性和一致性。

支持时间尺度调整的灵活性应覆盖日、月、季度、年度等常用周期，且每种周期的转换时间不超过 5 分钟。

#### 7.1.2 空间尺度适应性

碳排放统计与核算系统应能够支持从局部到全局的空间尺度调整，能够处理不同地域或行政区域（如地市、省、国家等）的数据汇聚、对比与分析。

系统应支持从细粒度的地市数据汇总到省级或国家级数据，同时能够处理跨区域的空间分析需求。

空间尺度调整应支持至少 3 个层级（如地市、省、国家），且数据汇聚过程中的准确性误差不超过 1%。

#### 7.1.3 多维度数据融合能力

系统应具备跨时间、空间、多维度（如碳排放量、能源消耗等）的数据融合能力，以便从多角度、多层次对数据进行综合分析。

进行多维度数据融合时，应确保每个维度的数据都能适配目标分析需求，并避免出现维度不匹配或数据错乱问题。

多维度数据融合的成功率应达到 98% 以上。

### 7.2 时空尺度转换的数据处理要求

#### 7.2.1 时空数据转换规则

系统应制定统一的数据转换规则，确保不同时间和空间尺度之间的数据转换准确无误。具体规则包括但不限于时间粒度的合并、空间层级的数据汇总与分解等。

对不同时间、空间维度的数据进行转换时，应确保转换后的数据保持一致性，并能够正确反映数据变化趋势。

数据转换过程中出现的错误率应低于 0.5%。

#### 7.2.2 时空尺度数据分解与重构

系统应支持在时间或空间尺度上对数据进行分解与重构，以便在不同尺度下进行数据分析与决策支持。

分解或重构后的数据应能够准确反映原始数据的趋势与特征，并在多层次分析中保持一致性。

分解或重构数据的准确性应达到 99% 以上。

#### 7.2.3 数据插值与外推处理

当某一时间或空间尺度的数据缺失时，系统应提供合理的数据插值或外推方法，以确保数据的完整性。

插值或外推后的数据应能合理推测原始数据趋势，并进行精确度验证。

数据插值或外推后的误差应控制在 5% 以内。

### 7.3 时空数据分析要求

#### 7.3.1 多时空尺度联合分析

系统应支持多时空尺度的数据联合分析，包括但不限于不同时间维度的数据趋势分析和不同空间维度的数据对比分析。

联合分析时，确保不同时间尺度和空间尺度的数据能正确映射，并能提供清晰的分析结果。

联合分析的准确度应达到 98% 以上，确保分析结果与实际情况高度一致。

#### 7.3.2 时空数据动态分析与预测

系统应具备时空数据的动态分析与预测能力，能够通过历史数据进行趋势分析，预测未来不同时间与空间尺度下的碳排放趋势。

动态分析和预测结果应与实际监测数据进行比对，确保预测的合理性与准确性。

预测误差应控制在 10% 以内。

#### 7.3.3 时空数据变化分析与异常检测

---

系统应能够基于时间和空间数据的变化，进行异常检测，及时发现数据中的异常波动与趋势变化，并提供相应的分析报告。

进行异常检测时，必须确保异常数据点的识别准确，避免遗漏或误报。

异常检测的精度应达到 95%以上。

## 7.4 时空尺度灵活性实施细则

### 7.4.1 数据预处理与归一化

在进行时空尺度转换和数据融合前，应对原始数据进行预处理，包括数据清洗、标准化和归一化等操作，确保数据的可比性和一致性。

对预处理后的数据进行一致性校验，确保数据格式统一，避免因数据标准不一致导致的问题。

预处理后的数据格式一致性达到 100%。

### 7.4.2 时空尺度灵活性支持工具

应提供灵活的数据处理工具，支持用户根据需求调整时间与空间尺度，且不需要编程或复杂配置。

测试不同用户在调整时空尺度时，工具能否正确完成数据转换与分析，且无系统错误。

支持工具的操作正确性和可用性达到 99%以上。

### 7.4.3 数据更新与维护

系统应能够支持时空尺度变化时，及时更新和维护相关数据，确保各时间尺度和空间尺度的数据始终处于最新状态。

数据更新后，进行全量数据检查，确保新更新的数据符合时空尺度转换规则。

数据更新的及时性应在 24 小时内完成，且数据更新后的一致性校验通过率应达到 99%。

## 8 安全与风险管理要求

### 8.1 数据安全保障

应确保数据在传输、存储和处理过程中的安全性。应采用 SSL（安全套接层）和 TLS（传输层安全性）加密技术，确保数据传输过程中的机密性，传输加密成功率应达到 99.9%。在存储方面，应使用加密存储和访问控制列表（ACL）来限制对敏感数据的访问，存储加密的完整性应达到 100%。此外，应建立灾难恢复和备份机制，确保数据丢失或损坏时的恢复能力，备份数据的完整性应达到 99.5%，恢复时间应不超过 30 分钟。

### 8.2 身份认证与访问控制

应确保只有授权用户可以访问系统和数据，应采用多因素身份验证（MFA）和强密码策略，确保用户身份的真实性和安全性。通过访问控制列表（ACL）和权限管理系统，对用户权限进行精确控制，确保他们只能访问授权的数据和功能，身份验证成功率应达到 99.9%，权限控制准确率应达到 100%。

应严格权限控制，建立灵活严密的权限控制机制，确保数据安全和隐私，未经授权的访问和操作应被拒绝，权限控制的准确性应达到 100%。

### 8.3 安全审计与监控

应实施安全审计和监控机制，跟踪用户活动和系统操作。所有系统事件和用户活动需进行日志记录，以便及时发现异常行为和安全漏洞，日志记录完整性应达到 100%。建立实时监控系统，能够检测异常流量、登录尝试和恶意行为，并能够在 5 分钟内采取相应措施应对威胁，监控响应时间不超过 10 秒，系统异常检测准确率应达到 99.5%。

### 8.4 漏洞管理与更新

应建立漏洞管理流程，定期进行安全漏洞扫描和评估，确保及时修复已知漏洞。系统和应用程序应始终保持最新版本，避免已知漏洞的利用。漏洞扫描频率应不少于每月一次，漏洞修复的响应时间应不超过 24 小时，已知漏洞修复后的验证成功率应达到 100%。

## 8.5 供应链安全管理

应对供应链进行安全评估和监控，确保第三方服务提供商符合安全标准和合规要求。建立供应链安全管理流程，对供应商进行审查和监督，并与他们签订具有保密条款和安全保障的合同，以确保他们不会成为安全漏洞的来源。供应商审查应每年进行一次，供应商合规性检查的合格率应达到 100%。

## 8.6 数据备份和恢复机制

应建立完善的数据备份和恢复机制，确保数据在系统故障、灾难或其他突发事件发生时能够迅速恢复。备份应定期进行，建议每日至少进行一次增量备份，每周进行全量备份，备份数据应存储在安全的异地或云端环境中。恢复机制应确保数据恢复时间（RTO）不超过 2 小时，数据丢失最大可接受时间（RPO）不超过 1 小时。恢复操作应定期进行演练，演练结果应达到 100% 成功率。