

ICS 29.260.20

CCS K 35

C I E S C

中国化工学会团体标准

T/CIESC XXXX—XXXX

温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
化工用防爆控制箱

Greenhouse Gases—Carbon Footprint of Products—Requirements and
Guidelines for Quantification—Explosion—Proof Control Cabinets for
Chemical Industry

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国化工学会 发布

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。

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这些专利的责任。

本文件由中国化工学会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南 化工用防爆控制箱

警示：本文件并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法规规定的条件。

1 范围

本文件规定了化工用防爆控制箱产品碳足迹核算原则和范围、功能单位、系统边界、数据收集原则、分配与计算、产品碳足迹核算报告以及记录和保存。

本文件适用于化工行业防爆控制箱的碳足迹核算。

本文件不适用于宇航、耐辐射、舰用等特殊用途的防爆控制箱的碳足迹核算。

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 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备通用要求

GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 24067-2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求及指南

3 术语和定义

GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32150界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处置。

[来源：GB/T 24044-2008，3.1]

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体成分。

注：如无特别说明，本文件中的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)和三氟化氮(NF₃)

[来源：GB/T 32150-2015，3.1]

3.3

功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

[来源：GB/T 24044-2008，3.20]

3.4

单元过程 unit process

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.34]

3.5

分配 allocation

将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.17]

3.6

取舍准则 cut-off criteria

对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在研究范围之外所做的规定。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.18]

3.7

数据质量 data quality

数据在满足所声明的要求方面的能力特性。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.19]

3.8

功能单元 functional unit

用来作为基准单元的量化的产品系统性能。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.20]

3.9

系统边界 system boundary

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

注：在本文件中，术语“系统边界”与LCIA无关。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.32]

3.10

相关方 interested party

关注一个产品系统的环境绩效或其生命周期评价的结果，或受到他们影响的个人或团体。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.46]

3.11

初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量的计算而得到的过程或活动的量化值。

注1：初级数据可来自所评价的产品系统或其他与所评价的产品系统具有可比性的产品系统。

注2：初级数据可包含温室气体排放因子和/或温室气体活动数据。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.1.6.1]

3.12

次级数据 secondary data

不符合初级数据（3.11）要求的数据。

注1：次级数据可包括数据库和公开文献中的数据、国家清单中的缺省排放因子、计算数据、估计值或其他经主管部门验证的代表性数据。

注2：次级数据可包括从代替过程或估计获得的数据。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.1.6.3]

4 核算原则和范围

4.1 合规要求

防爆控制箱产品应按照制造商声明的防爆型式，依据GB/T 3836.1及专用防爆标准获得强制性产品认证后方可出厂、销售、进口或者在其他经营活动中使用。

4.2 核算原则

4.2.1 生命周期视角

本文件碳足迹核算考虑产品的全生命周期，包括原材料获取阶段、生产阶段、运输阶段、使用阶段和废弃物处理处置阶段。

4.2.2 功能单位

化工行业用防爆控制箱碳足迹核算结果是针对功能单位进行的。

4.2.3 科学方法的优先顺序

在进行碳足迹核算时，优先选择自然科学（如物理、化学、生物学）方法。

4.2.4 一致性

在整个生命周期碳足迹核算中，按同样方式应用假设、方法和数据，根据目标和范围定义得出结论。

4.2.5 精确度

产品碳核算是准确的、可验证的、相关的和不误导的，并且尽可能减少偏差和不确定性。

4.2.6 避免重复计算

应避免对所评价产品系统温室气体排放量与清除量进行重复计算，以及避免对其他产品系统已考虑的温室气体排放与清除进行分配。

4.3 核算范围

确定产品碳足迹范围过程，考虑全生命周期，包括但不限于下列各项：

——产品（系统）范围：明确产品名称、型号、功能、功能单位（见本文件第5章）和系统边界（见本文件第6章）。

——时间范围：选择核算碳足迹有代表性的时间段。

注：与产品生命周期中具体单元过程相关的温室气体排放与清除随时间变化，选择的时间范围应可以确定产品生命周期中温室气体排放与清除的平均值，如：季节性生产的产品应覆盖产品生产的整个时间周期，不能仅使用部分时间段的数据进行核算。

5 功能单位

核算产品碳足迹应确定功能单位。功能单位的表述中应包含影响产品碳足迹核算的产品系统的主要功能，能显示产品特性的技术规格，包括但不限于产品防爆型式、型号、规格。

示例：1台防爆控制箱，防爆标志为：Ex db IIC Gc，外型尺寸：500mm×300mm×200mm，额定电流：100A。

6 系统边界

6.1 总则

核算产品碳足迹原则上应核算产品在原材料获取与加工、生产阶段、运输阶段、使用阶段、废弃物处理阶段的温室气体排放，至少应包括原材料获取与加工、生产阶段、运输阶段。不包括道路与厂房建筑等基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施、服务设施以及其他不满足取舍要求的碳排放。产品生命周期系统边界图见图1。

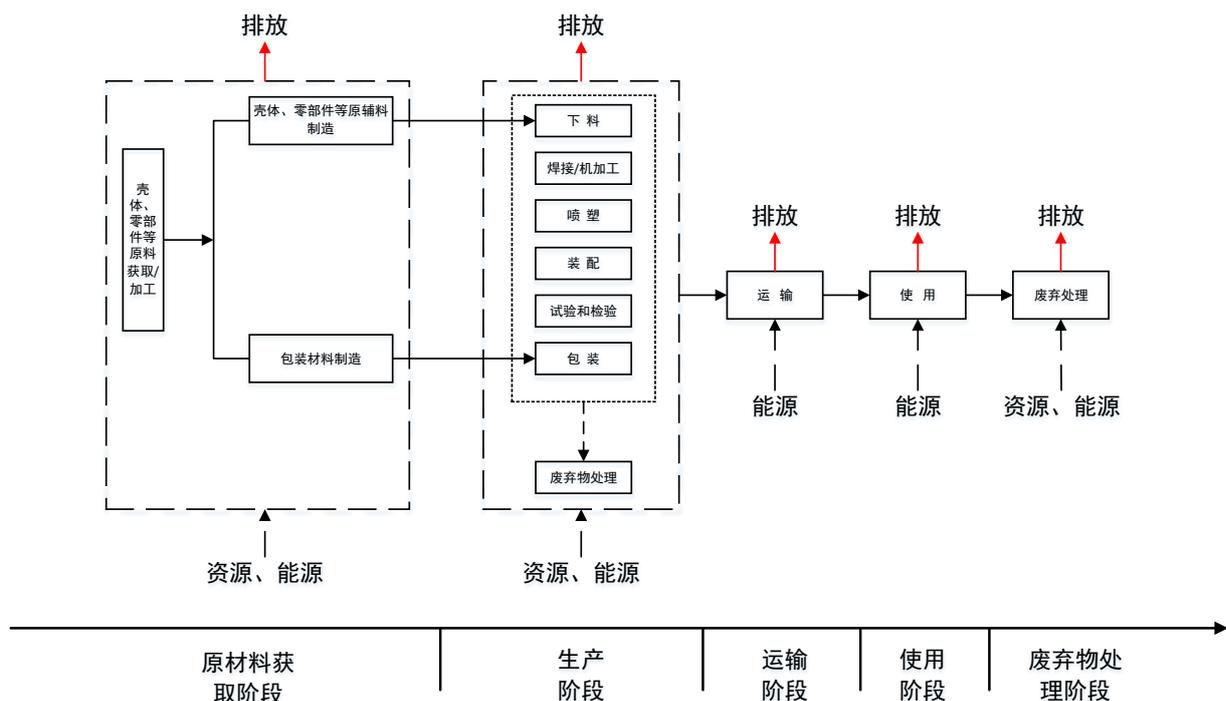


图1 防爆控制箱产品生命周期系统边界图

6.2 生命周期阶段

6.2.1 原材料获取阶段

原材料加工获取阶段包括从自然界获取到加工工业初产品所用原材料（含运输）及对应过程废弃物处理所产生的碳排放量，应纳入进入生产阶段的所有原辅材料。主要包括下列过程：

- 铝、铁、不锈钢等金属壳体的生产与运输相关过程，包括金属开采提炼等过程；
- 元器件、零部件、组件的生产与运输相关过程；
- 塑料、树脂、橡胶、环氧聚酯涂料及辅料等的生产与运输相关过程；
- 说明书、标签及包装材料的生产与运输相关过程；
- 能源的开采生产与输送过程；
- 水的供应过程；
- 废弃物的产生。

材料重量占比或碳排放占比大于各部分的1%但未列表1中的其他均质材料，也应纳入核算范围。该阶段的排放因子数据指上述原辅材料对应的从“摇篮”到“大门”的排放因子，排放因子选择优先次序见第八章。

6.2.2 生产阶段

生产阶段应考虑生产工艺过程直接和间接产生的碳排放量，主要包括下列过程：

- 生产阶段应纳入裁剪、组装和装配、喷涂、试验和检验、包装等产品制造相关过程；
- 生产过程电力、热力、水、蒸汽等相关能源使用情况和制冷及其他涉及温室气体逃逸过程；
- 废气、废水、废弃物处理相关的过程。

6.2.3 运输阶段

运输阶段的碳排放量除考虑入场过程，还应考虑在工厂内部以及从工厂到客户之间的排放，主要包括下列过程：

- 各种原辅料运输等入场相关物流运输、储运过程；
- 产品在工厂内的移动、运输等相关过程；

c) 产品从工厂到客户之间出场相关物流运输、储运过程。当产品碳足迹研究系统边界为从摇篮到坟墓时，产品分销阶段的运输也需纳入产品碳足迹评价中。

6.2.4 使用阶段

使用阶段包括产品使用的能源消耗过程。

6.2.5 废弃物处理阶段

废弃物处理阶段从产品废弃后开始，到产品回归自然或分配到另一产品的生命周期结束。产品碳足迹核算中应纳入废弃物处理相关过程。

在系统边界为从摇篮到大门情况下，当生产阶段和回收处置阶段产生的废物经过回收不用于该产品的生产时，此回收过程应排除在产品碳足迹评价的系统边界外；当回收的材料作为该产品系统中的材料时，则此回收过程应包括在系统边界内。

核算范围内的材料包括但不限于表1中材料。

表1 核算范围内的材料汇总表

序号	材料名称
1	铝及其合金
2	铸铁
3	钢铁（不锈钢）
4	聚乙烯
5	聚氯乙烯
6	ABS
7	橡胶
8	热固性塑料
9	热塑性塑料
10	木材

6.3 取舍原则

不应将对产品碳足迹有实质性贡献的温室气体排放与清除排除在外。若某排放源的碳排放与清除量估测值小于或等于产品全生命周期碳排放量估测值的1%，则该值可被忽略，但所有被忽略的碳排放量累计不应超过与功能单元相关的全生命周期温室气体总排放与清除量估测值的5%。

取舍准则不适用于有毒有害物质，产品碳足迹核算应包含所有有毒有害的材料和物质。

7 数据收集原则

碳足迹核算的数据收集原则主要包括完整性、代表性、准确性，避免重复性等，应优先使用初级数据，具体规定如下：

- 完整性：涵盖对评价的产品系统有实质性贡献的所有温室气体的排放与清除；
- 代表性：使用对评价产品具有时间、地理及技术针对性的数据；
- 准确性：所有数据均有相关的数据来源和数据处理算法，估算或引用文献的数据需在报告中说明，避免非必要偏差和不确定度；
- 避免重复性：应避免对所评价产品系统温室气体排放量与清除量进行重复计算，以及避免对其他产品系统已考虑的温室气体排放与清除进行分配；
- 使用最近至少一年的数据，若产品生产不足一年，使用从生产初始至评价前的累计数据；
- 可再现性：对其他独立从业人员采用同一方法学和数据值信息获取相同研究结果的可能性的定性评价。

g) 优先使用初级数据，若无法获取初级数据，可使用次级数据。若以上数据均不可获得时，可采用统计数据、设计数据或估算书数据。

数据收集参见附录A 碳足迹评价数据收集表。

8 分配与计算

在计算产品碳足迹时，要考虑温室气体排放到大气中的量以及从大气中清除的量。应使用下列方法计算产品的碳足迹：

a) 将每个功能单位系统边界内每个活动的排放活动数据与清除活动数据确定为初级数据或次级数据，排放为正值，清除为负值。

b) 依据数据质量要求，排放因子可以使用特征数据或通用数据，特征数据指来源于测量或质量平衡、供应商提供；通用数据包括地区公开发布的排放因子、行业平均数据、各类数据库、评价软件自带数据库等。

排放因子选用的优先次序为：

- a) 测量或质量平衡获得的排放因子；
- b) 供应商提供的排放因子；
- c) 区域排放因子；
- d) 国内排放因子；
- e) 国际排放因子。

原材料碳排放因子缺省值参见附录B。

8.1 数据分配要求

在边界设置或数据收集时，应尽量避免或减少进行数据分配。

若产品生产工序中存在一个单元过程同时产出两种或多种产品，而投入的原材料或能源又没有分开的情况下，总排放量应在产品生命周期内进行分配。优先使用物理关系进行分配，如产品的重量、数量、体积、面积等比例关系。若无法建立物理关系，宜根据经济价值或其它关系进行分配，且应提供所使用分配关系的依据及计算说明。

8.2 计算

8.2.1 单元过程

数据收集完成后，应选择各温室气体对应的全球增温潜势值（GWP），通过排放或清除乘以相应的GWP，把防爆控制箱产品系统中每一单元过程的温室气体排放与清除数据换算为二氧化碳当量（kgCO₂e），按公式（1）进行计算：

$$E_{GHG} = \sum (AD_i \times EF_i \times GWP_i) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_{GHG} ——产品单元过程温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

AD_i ——第 i 种活动的温室气体活动数据，单位根据具体排放源确定；

EF_i ——第 i 种活动对应的温室气体排放因子，单位与温室气体活动数据的单位相匹配；

GWP_i ——第 i 种活动对应的全球增温潜势值，数值可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）第一工作组评价报告“自然科学基础”（The Physical Science Basis）中提供的数据。

8.2.2 原材料获取阶段

原材料获取阶段主要为壳体、零部件、包装材料等原辅料获取、加工、制造、运输阶段排放的温室气体。原材料获取阶段碳排放应按式（2）进行计算，计算结果保留至小数点后两位：

$$C_{\text{原辅料}} = \sum (M_i \times EF_i \times GWP_i) \dots\dots\dots (2)$$

$C_{\text{原辅料}}$ ——原材料获取阶段产品温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

M_i —— 第 i 种原辅料活动的温室气体活动数据，单位根据具体排放源确定；

EF_i —— 第 i 种活动对应的温室气体排放因子，单位与温室气体活动数据的单位相匹配；

GWP_i ——第 i 种活动对应的全球增温潜势值，数值可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）第一工作组评价报告“自然科学基础”（The Physical Science Basis）中提供的数据。

8.2.3 生产阶段

产品生产阶段主要包括下料、焊接/机加工、喷塑、装配、试验和检验、包装、废弃物处理等工序，碳排放量应按式（3）进行计算，计算结果圆整（四舍五入）至小数点后两位：

$$C_{\text{生产}} = \sum (E_i \times EF_i \times GWP_i + E_i \times NCV_i \times GWP_i) + (M_{\text{CO}_2} \times GWP_{\text{CO}_2}) \dots\dots\dots (3)$$

$C_{\text{生产}}$ ——生产阶段产品温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

E_i —— 第 i 种能源或燃料的活动数据，单位根据具体排放源确定；

EF_i —— 第 i 种能源或燃料对应的温室气体排放因子，单位与温室气体活动数据的单位相匹配；

NCV_i ——第 i 种能源或燃料对应的平均低位发热值，单位与温室气体活动数据的单位相匹配；

GWP_i ——第 i 种活动对应的全球增温潜势值，数值可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）第一工作组评价报告“自然科学基础”（The Physical Science Basis）中提供的数据；

M_{CO_2} —— 生产过程逸散的二氧化碳活动数据，单位为千克（ kg ）；

GWP_{CO_2} ——二氧化碳对应的全球增温潜势值，数值为1。

8.2.4 运输阶段

运输阶段产生的温室气体排放量应按式（4）进行计算，计算结果保留至小数点后两位：

$$C_{\text{运输}} = \sum (E_i \times D_i \times EF_i \times GWP_i) \dots\dots\dots (4)$$

$C_{\text{运输}}$ ——运输阶段产品温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

E_i —— 运输阶段第 i 种能源或燃料的活动数据，单位为吨每公里（ t/Km ）、万立方米每公里（ $10^4\text{m}^3/\text{Km}$ ）；

D_i —— 第 i 种原辅料对应的运输距离，单位为公里（ km ）；

EF_i ——第 i 种能源或燃料对应的温室气体排放因子，单位与温室气体活动数据的单位相匹配；

GWP_i ——第 i 种活动对应的全球增温潜势值，数值可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）第一工作组评价报告“自然科学基础”（The Physical Science Basis）中提供的数据。

8.2.5 使用阶段

控制箱使用阶段主要为电力消耗产生的温室气体排放，按式（5）进行计算，计算结果圆整（四舍五入）至小数点后两位：

$$C_{\text{使用}} = (Y_i \times H_i \times P_i \times EF_i \times GWP_i) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$C_{\text{使用}}$ ——使用阶段、运输阶段产品温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

Y_i ——防爆控制箱使用年限，单位为年（ y ）；

H_i ——年工作时间，单位为小时（ h ）；

P_i ——产品功率，单位为千瓦时（ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ）；

EF_i ——电力对应的温室气体排放因子，单位与温室气体活动数据的单位相匹配；

GWP_i ——第 i 种活动对应的全球增温潜势值，数值可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）第一工作组评价报告“自然科学基础”（The Physical Science Basis）中提供的数据。部分全球增温潜势值参见附录C。

一般情况下，防爆控制箱的使用年限由制造商确定。

8.2.6 废弃物处理处置阶段

8.2.6.1 本阶段可不收集初级数据。

8.2.6.2 以下项目可收集次级数据：

- a) 废弃产品和包装材料的废弃处理方式、回收量、焚烧量和填埋量；
- b) 废弃物处理相关的温室气体排放与清除因子；
- c) 燃料、电力等能源、资源消耗相关的温室气体排放与清除因子。

8.2.6.3 产品废弃后运送至处理设施的运输以及产品的回收率、焚烧率、填埋率，可使用国家、行业或消费者行为调查的统计资料。当无法取得前述数据时，可进行情景假设。运输距离宜考虑现有资源处置和回收体系。废弃物处理过程宜考虑产品废弃地的实际情况。

9 产品碳足迹核算报告

产品碳足迹核算报告包括但不限于以下部分：

- a) 生产企业或组织的描述；
- b) 产品描述；
- c) 评价范围；
- d) 报告覆盖时间段；
- e) 功能单位；
- f) 系统边界；
- g) 数据收集清单及情况说明；
- h) 产品碳足迹核算计算过程；
- i) 附加信息。

系列产品（如不同表面颜色等）可包含在同一报告中，每一产品之间的碳足迹核算偏差值范围不应超过±5%，且以其算术平均值作为报告值。

10 记录和保存

产品碳足迹评价的支撑资料，包括但不限于系统边界、单元过程、排放因子、活动数据来源、原材料的识别、碳存储、分配的依据、关于排除的说明等。支撑资料应以适于分析和核证的格式被记录和保存。记录应至少保存三年。

附录 A

(资料性)

防爆控制箱碳足迹评价数据收集表

A.1 防爆控制箱碳足迹评价数据收集表见表A.1。

表A.1 防爆控制箱碳足迹评价数据收集表

单元过程名称						
单元过程描述						
综合信息						
填报日期				填表人		
原辅材料消耗						
原辅材料类型	单位	日期	运输方式	燃料消耗量	数据来源	备注
主要组件						
其他组件						
包装材料						
.....						
能源消耗						
能源类型	单位	数量		数据来源	备注	
电力						
煤炭						
.....						
水资源消耗						
水资源类型	单位	数量		数据来源	备注	
自来水						
地下水						
.....						
大气污染物排放						
排放种类	单位	数量		数据来源	备注	
二氧化碳					处理方式	
氮氧化物						
.....						
水污染物排放						
排放种类	单位	数量		数据来源	备注	
废水					处理方式	
.....						
固体废弃物						
排放种类	单位	数量		数据来源	备注	
废弃材料					处理方式	
废弃包装物						
.....						

附录 B

(资料性)

原材料碳足迹排放因子缺省值

B.1 原材料碳排放因子缺省值见表B.1。

表 B.1 原材料碳足迹排放因子缺省值

序号	材料	碳足迹排放因子缺省值 ^[注]	单位
1	铝及铝合金	16.38	kgCO ₂ e/kg
2	铸铁	1.82	kgCO ₂ e/kg
3	不锈钢	2.38	kgCO ₂ e/kg
4	聚乙烯	0.57	kgCO ₂ e/kg
5	聚氯乙烯	1.77	kgCO ₂ e/kg
6	ABS	16.6	kgCO ₂ e/kg
7	橡胶	3.08	kgCO ₂ e/kg
8	热塑性塑料	3.96	kgCO ₂ e/kg
9	热固性塑料	4.57	kgCO ₂ e/kg
10	通用锯材	1637	kgCO ₂ e/m ³
注：来自中国产品全生命周期温室气体排放系数库 lca.cityghg.com			

附录 C

(资料性)

部分温室气体全球增温潜势值

C.1 在计算用于温室气体全球增温潜势值时，可参照表 C.1 中的规定。

表 C.1 部分温室气体的全球增温潜势值

气体名称	化学分子式		100 年的 GWP ^[注]
二氧化碳	CO ₂		1
甲烷	CH ₄		27.9
氧化亚氮	N ₂ O		273
三氟化氮	NF ₃		17,400
氢氟碳化物(HFCs)	HFC-23	CHF ₃	14600
	HFC-32	CH ₂ F ₂	771
	HFC-41	CH ₃ F	135
	HFC-125	C ₂ HF ₅	3740
	HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1260
	HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄	1530
	HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
	HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
	HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
	HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3600
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	8690	
全氟碳化物(PFCs)	全氟甲烷(四氟甲烷)	CF ₄	7380
	全氟乙烷(六氟乙烷)	C ₂ F ₆	12400
	全氟丙烷	C ₃ F ₈	9290
	全氟丁烷	C ₄ F ₁₀	10000
	全氟环丁烷	C ₄ F ₈	10200
	全氟戊烷	C ₅ F ₁₂	9220
	全氟己烷	C ₆ F ₁₄	8620
	六氟化硫	SF ₆	25200
注：部分温室气体的全球增温潜势来源于气候变化专门委员会(IPCC)《气候变化报告 2021:自然科学基础第一工作组对政府间气候变化专门委员会第六次评估报告的贡献》。			

本标准版权归中国化工学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国化工学会文字上的许可外，不许以任何形式复制该标准。

中国化工学会地址：北京市朝阳区安定路 33 号化信大厦 B 座 7 层

邮政编码：100029 电话：010-64455951 传真：010-64411194

网址：www.ciesc.cn