

嘉兴市碳普惠减排项目方法学
无人低空医疗物流
(JXPHCER-03-003-V01)

2024 年 10 月

引言

基于无人机行业的相关国家和行业标准进行交通领域温室气体的减排方法学编撰。本方法学由嘉兴南湖区路空协同立体产业研究院、九郡绿建（嘉兴）科技有限公司编制、提交，旨在充分调动嘉兴市公众践行绿色低碳的生产生活方式，加快构建嘉兴市交通领域的低碳发展模式，积极推进嘉兴市碳普惠交易试点建设。

本方法学应用于嘉兴市各区县城区内，适用于新建或扩建的无人低空医疗物流项目。鉴于无人低空医疗物流项目对推动绿色物流方式变革的积极影响，其在替代高能耗运输手段实现显著的减排效果，其额外性论证采取简化路径。即若项目所在区域现有交通与物流体系中，非传统高能耗运输方式（如地面绿色运输、步行配送等）占比不超过50%，且项目面临投资障碍，则视为符合额外性要求。

依据《嘉兴市碳普惠方法学开发指南（试行）》等指导性文件，对无人低空医疗物流项目进行编写，以满足嘉兴市碳普惠交易试点的特定要求。其中内容包括：适用条件、避免减排量重复申报的措施、项目边界及排放源、额外性论述、普惠性论述、基准线识别、减排量计算、数据来源及监测、项目审核与核查要点。此外，遵循生态环境部门发布的温室气体减排项目设计模板，将数据来源与监测职责细化为项目设计阶段的必要参数与数据确立，以及项目实施阶段所需持续监测的关键参数与实时数据收集，以确保项目数据的准确性、完整性和可追溯性。

目 录

一、 范围	1
二、 规范性引用文件	1
三、 术语和定义	1
四、 适用条件	3
五、 避免减排量重复申报的措施	4
六、 项目边界及排放源	4
七、 额外性论述	5
八、 普惠性论述	6
九、 基准线识别	7
十、 减排量计算	7
十一、 数据来源及监测	9
十二、 项目审核与核查要点	14
附录 A（资料性） 高碳运输碳排放量指标计算方法	16
附录 B（资料性） 电网碳排放因子	18

嘉兴市碳普惠减排项目方法学

无人低空医疗物流

(JXPHCER-03-003-V01)

一、范围

本方法学规定了嘉兴市无人低空医疗物流降碳项目代替高碳运输方式的碳普惠行为产生的温室气体减排量的核算流程和方法。

二、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 38152 无人驾驶航空器系统术语则

JT/T 1406 通用集装箱陆空转运技术规范

JT/T 1286 空陆联运集装箱货物转运操作规范程

JT/T 1440 无人机物流配送运行要求

三、术语和定义

无人驾驶航空器 unmanned aircraft

由遥控设备或自备程序控制装置操纵，机上无人驾驶的航空器。

[来源：GB/T 38152—2009，2.1.1]

多旋翼无人驾驶航空器 multi-axis unmanned aircraft

一种由动力驱动，飞行时凭借三个及以上旋翼依靠空气的反作用力获得支撑，能够垂直起降、自由悬停的无人驾驶航空器。

[来源：GB/T 38152—2009，2.1.16]

起飞重量 take-off weight

航空器在起飞前的重量。这时发动机尚未启动。

[来源：GB/T 38152—2009，2.2.2]

最大起飞重量 cross take-off weight

依据航空器的设计或运行限制，航空器起飞时所能容许的最大重量。

[来源：GB/T 38152—2009，2.2.3]

巡航速度 cruising speed

航空器在飞行过程中，单位距离消耗能源最少的速度。

[来源：GB/T 38152—2009，2.2.15]

续航时间 endurance

航空器在不补充能源的情况下，能够持续飞行的最长时间。

[来源：GB/T 38152—2009，2.2.22]

起降控制站 Take-off and Landing Control Stations

用于对无人机的起飞、着陆回收过程进行控制，为无人机提供精密定位服务，支持无人机自主着陆，并具有与航空管理部门之间通信能力的装置。

[来源：GB/T 38152—2009，2.2.22]

四、适用条件

1. 碳普惠行为

方法学适用于嘉兴市相关企业、事业单位及社会组织运行无人低空医疗物流降碳项目的碳普惠行为。

2. 申报主体

方法学申报主体为运行无人低空医疗物流降碳的企业、事业单位及社会组织。

3. 地理范围

项目边界的空间范围为场景发生的地理范围，具体为嘉兴市行政区域范围内开展无人低空医疗物流降碳活动。物流起点或物流终点超出范围原则上不纳入减排量计算。

4. 项目计入期

无人低空医疗物流降碳项目的减排量从项目投产运营之日起算，最早可追溯至 2020 年 9 月 22 日，计入期不超过 10 年。项目寿命期限的结束时间应在项目正式退役之前。项目的核算周期以自然年为计算单位。

5. 申报要求

项目申报方可自行申请项目减排量，也可以委托个人或者单位作为项目组织实施人（或单位）进行申请。项目申报方与项目组织实施人（或单位）应签订委托协议，明确减排量权属、权利及义务关系，由项目组织实施人（或单位）汇总申报项目减排量。

6. 减排量收益分配

建立透明公正的收益分配机制，确保无人机的运营商、技术支持方、项目投资者等各参与方根据其贡献获得相应的收益。鼓励项目减排量收益至少不低于 80% 返给减排项目开发技术支持单位，无人机的运营商、技术支持方、项目投资者等项目实施主体。

五、避免减排量重复申报的措施

对于无人低空医疗物流降碳项目减碳量申报，在申报减排量时需同时提供以下信息，并保留相关证明材料以供核查。

(1) 项目申报人（单位）；

(2) 项目备案证等产权证明文件、安装地址及核算周期。

(3) 向生态环境部门提交经过审核并加盖公章的《嘉兴市碳普惠核证减排量备案申请表》

(4) 具备资质的第三方机构进行核证并确认的《无人低空医疗物流项目碳普惠减排量核证表》

项目申请人应提供减排量未重复申报承诺书，承诺项目申请的减排量未在其他减排交易机制下获得签发。

六、项目边界及排放源

本报告中涉及的核算方法适用于嘉兴市行政区域范围内开展无人低空医疗物流降碳活动的企业、事业单位及社会组织。无人低空医疗物流降碳项目边界包括项目无人机设备和起降点电力使用碳排放量，如图 1 所示。

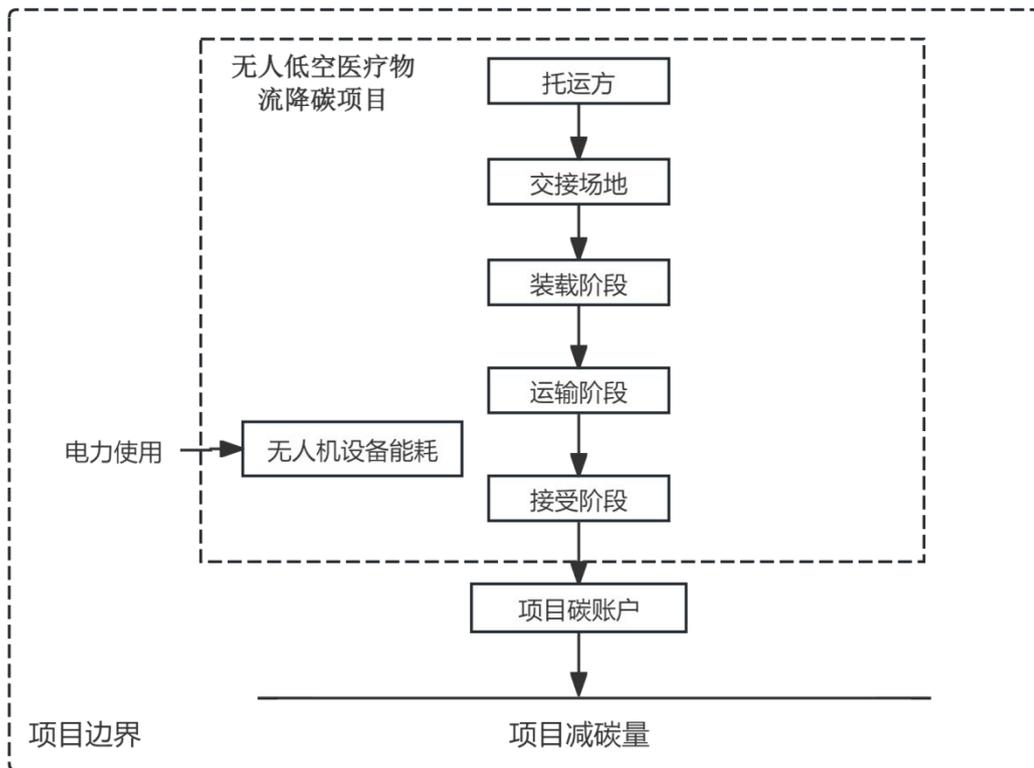


图 1 项目边界图

项目边界内涉及的温室气体种类如表 1 所示:

表 1 温室气体主要种类

	来源	温室气体	是否包含	解释
基准线情景	采用高碳运输物流方式产生的温室气体排放	二氧化碳 (CO ₂)	是	主要排放来源
		甲烷 (CH ₄)	否	次要排放源, 忽略不计
		一氧化二氮 (N ₂ O)	否	次要排放源, 忽略不计
项目情景	采用无人低空医疗物流方式产生的温室气体排放	二氧化碳 (CO ₂)	是	主要排放来源
		甲烷 (CH ₄)	否	次要排放源, 忽略不计
		一氧化二氮 (N ₂ O)	否	次要排放源, 忽略不计

七、额外性论述

随着无人低空医疗物流项目的开展, 无人机作为一种低运量的空中交

通运输工具，逐渐在国内各地进行适用，有望缓解地面交通拥堵。目前，嘉兴市南湖区目前已经开设了无人机低空医疗配送航线，以替换传统地面交通运输方式，并进行了较大规模的试点。现阶段使用无人机来实现低空医疗运输仍存在技术、资金、法律法规方面的障碍，运行初期涉及的建设环节繁多，成本较高。

无人机的温室气体排放来源于电力的间接排放，排放量远低于高碳出行的传统交通运输方式。采用无人机作为部分低运量且时效性要求高的物品的运输方式，其碳排放强度低于燃油客车的碳排放水平。基于方法学所发挥的社会效益与生态效益，因此，适用本方法学的无人低空医疗物流碳普惠行为具备额外性。

八、普惠性论述

随着低空经济的发展，由嘉兴市南湖区人民政府牵头，南湖区交通运输局、南湖路空协同立体交通产业研究院等联合申报了嘉兴市城乡无人运输与应急输送保障体系先导应用试点，其中包括了无人物流配送、自动驾驶出行、无人机应急保障等试点示范，成为过程降碳类的先锋。无人低空医疗物流的碳普惠减排项目方法学既是低空经济的重要组成部分，也是“路空一体”先进交通项目的重要环节。

“路空一体”先进交通项目极具先进性和成熟度，目前正在运行的无人低空医疗物流项目，以无人机站点所在医疗中心为辐射点，累计投入无人机 20 架，投递年均 5000 次，来进行血液制品、病理标本、化验检测试

剂、必备药品、重要文件、高价值物品等进行空中物流配送，共设立七条无人低空医疗物流路线，共计配送航线长达 71.4km，惠及周边基层医疗机构。

无人低空医疗物流运输项目可以改善居民看病治病的方式，减少传统的高碳模式出行，因为拥堵而造成延误治疗的可能性大幅度降低；无人低空医疗物流运输项目能大力推进无人系统的应用，碳排放大幅度降低，推动碳市场管控的高排放行业实现产业结构和能源消费的绿色低碳化，促进高排放行业率先达峰，因此具有普惠性基础。

九、基准线识别

1. 本方法学的基准线情景为传统的燃油客车运输与无人低空医疗物流等量的医疗物资产生碳排放的情景。

2. 本方法学的项目情景为无人机低空运输代替传统的燃油客车运输完成等量医疗物资运输产生减碳量计入项目碳账户的情景。

十、减排量计算

1. 基准线排放量应按照公式（1）计算：

$$BE_y = \sum_i (E_{PKM,b} \times P_i \times D_i) \quad (1)$$

式中：

BE_y —项目基准线碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

$E_{PKM,b}$ —高碳运输物流方式每公里碳排放量指标，单位为千克二氧化碳当量每吨千米 [$kgCO_2e / (t \cdot km)$]，按本方法学附录 A 计算；

P_i —第 i 次运输载货量，单位为吨 (t)；

D_i —第 i 次高碳运输物流的行驶距离，单位为千米 (km)。

2. 无人低空医疗物流项目减碳量应按照公式 (2) 计算：

$$C_{W,y} = BE_y - C_{e,y} \quad (2)$$

式中：

$C_{W,y}$ —第 y 年无人低空医疗物流项目碳减排量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)；

BE_y —第 y 年项目基准线排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)；

$C_{e,y}$ —第 y 年无人低空医疗物流项目产生碳排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)。

3. 无人低空医疗物流项目产生的碳排放量应按照公式 (3) 计算：

$$C_{e,y} = GHG_{Ac,y} \quad (3)$$

式中：

$C_{e,y}$ —第 y 年无人低空医疗物流项目产生碳排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)。

$GHG_{Ac,y}$ —第 y 年使用无人机物流设备耗电产生的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)。

4. 项目第 y 年使用无人机物流设备耗电产生的碳排放量 $GHG_{Ac,y}$ 按照公式 (4) 计算：

$$GHG_{Ac,y} = EC_{Ac,y} \times S_{Ac,y} \times EF_y \times M_{Ac,y} \quad (4)$$

式中：

$GHG_{Ac,y}$ —第 y 年使用无人机物流设备耗电产生的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量 ($kgCO_2e$)；

$EC_{Ac,y}$ —第 y 年平均每公里运送每吨货物的无人机设备运行消耗的电量，单位为兆瓦时每吨千米 [$kWh/(t \cdot km)$]；

$S_{Ac,y}$ —第 y 年使用无人机设备进行物流配送的总公里数，单位为千米 (km)；

EF_y —第 y 年的浙江省电网排放因子，单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时 ($kgCO_2/kWh$)，按本方法学附录 B 取值；

$M_{Ac,y}$ —第 y 年运输货物的总重量，单位为千克 (kg)。

5. 无人低空医疗物流项目有可能在设备充电过程中存在用电损耗情形，与项目减排量相比，其泄漏量较小，忽略不计。

十一、数据来源及监测

无人低空医疗物流项目检测数据主要为用电损耗，量化以电表读数或与电力公司电量结算单为准。

1. 项目设计阶段需确定参数和数据

项目设计阶段需确定的数据和参数需定期更新。具体参数和数据如下表所示：

表 2 $E_{PKM,i}$ 的技术内容和确定方式

参数/数据 1	$E_{PKM,i}$
描述	高碳运输物流方式每公里碳排放量指标
单位	$kgCO_2e/t \cdot km$

所使用的数据来源	按照以下优先次序选取来源： 1. 由《中国医药物流发展报告》的统计数据计算； 2. 通过嘉兴市综合交通发展年度报告数据计算； 3. 本地化调研（权威研究机构或项目运营方调研测算）。 4. 浙江省交通运输厅和嘉兴市交通运输局统计的基准年燃油小客车的统计数据计算； 5. 文献、研究报告。
测量方法和程序	—
监测频率	根据最新公布信息同步更新，新数据启用时间以公告标注时间为准。
数据用途	用于计算项目基准线碳排放量 BE_y
其他说明	采用相关行业标准或平均值；项目的预期运营年限或行业标准年限。

表 3 EF_y 的技术内容和确定方式

参数/数据 2	EF_y
描述	第 y 年浙江省电网碳排因子
单位	$kgCO_2/kWh$
所使用的数据来源	《浙江省温室气体清单编制指南》（2022 年修订版）
测量方法和程序	—
监测频率	根据最新公布信息同步更新，新数据启用时间以公告标注时间为准。
数据用途	用于计算基准线碳排放量
其他说明	—

2. 项目实施阶段监测和确定的参数和数据

本方法学需要监测的参数和数据如下：

表 4 P_i 的技术内容和确定方式

参数/数据 3	P_i
描述	第 i 次运输载货量
单位	t
所使用的数据来源	项目运输记录获得
测量方法和程序	通过重量监测装置获得
监测频率	连续监测，至少每月记录一次
数据用途	用于计算项目基准线碳排放量 BE_y
其他说明	—

表 5 D_i 的技术内容和确定方式

参数/数据 4	D_i
描述	第 i 次高碳运输物流的行驶距离
单位	km
所使用的数据来源	通过卫星导航等定位措施获取起点、终点一致情况下的高碳运输物流行驶里程数
测量方法和程序	—
监测频率	连续监测，至少每月记录一次
数据用途	用于计算项目基准线碳排放量 BE_y
其他说明	—

表 6 $EC_{Ac,y}$ 的技术内容和确定方法

参数/数据 5	$EC_{Ac,y}$
描述	第 y 年平均每公里运送每千克货物的无人机设备运行消耗的电 量
单位	MWh/ (kg·km)
所使用的数据来源	电费结算凭证或由供电公司直接提供
测量方法和程序	电能表监测

监测频率	连续监测，至少每月记录一次
数据用途	用于计算第 y 年使用无人机物流设备耗电引起的碳排放量 $GHG_{Ac,y}$
其他说明	电能表需定期检定、校准，应按照《DL/T 448 电能计量装置技术管理规程》、《JJG 596 电子式交流电能表检定规程》、《DL/T 1664 电能计量装置现场校验规程》等国家标准和电力行业有关标准、规范、执行

表 7 $S_{Ac,y}$ 的技术内容和确定方法

参数/数据 6	$S_{Ac,y}$
描述	第 y 年使用无人机设备进行物流配送的总公里数
单位	km
所使用的数据来源	嘉兴综合立体交通网格化服务平台记录的总路程或无人机行驶记录里程数
测量方法和程序	电子测量
监测频率	连续监测，至少每月记录一次
数据用途	用于计算第 y 年使用无人机物流设备耗电引起的碳排放量 $GHG_{Ac,y}$
其他说明	—

表 8 $M_{Ac,y}$ 的技术内容和确定方法

参数/数据 7	$M_{Ac,y}$
描述	第 y 年运输货物的总重量
单位	kg
所使用的数据来源	
测量方法和程序	通过重量监测装置获得
监测频率	连续监测，至少每月记录一次

数据用途	用于计算第 y 年使用无人机物流设备耗电引起的碳排放量 $GHG_{Ac,y}$
其他说明	—

3. 项目实施及检测的数据管理要求

(1) 一般要求

项目业主应采取以下措施，确保监测参数和数据质量

- a) 遵循项目设计阶段确定的数据监测程序与方法要求，制定详细的监测方案；
- b) 建立可信且透明的内部管理制度和质量保障体系；
- c) 明确负责部门及其职责、具体工作要求、数据管理程序、工作时间节点等；
- d) 指定专职人员负责医疗物资数量、无人机设备用电量和起降点用电量等数据的监测、收集、记录和交叉核对。

(2) 电能表与计量装置的检定、校准要求

项目使用的电能表在安装前应由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构按照 JJJG 596 等相关规程的要求进行检定。在电能表使用期间，项目业主应委托具备 CNAS 或 CMA 资质的第三方计量技术机构，按照 DL/T 1664 等相关标准和规程的要求每年对电能表进行校准，并且出具报告。

已安装的电能表出现以下情形时，项目业主应委托具备 CNAS 或 CMA 资质的第三方计量技术机构在 30 天内对电能表进行校准，必要时

更换新电能表，以确保监测数据的准确性：

- a) 主表、备表的误差超出电能表的准确度范围；
- b) 零部件故障问题导致电能表不能正常使用。

(3) 数据管理与归档要求

对于收集到的监测数据，项目业主应建立数据、信息等原始记录和台账管理制度，妥善保管监测数据、电量结算凭证，以及计量装置的检定、校准相关报告和维护记录。台账应明确数据来源、数据获取时间及填报台账的相关责任人等信息。项目设计和实施阶段产生的所有数据、信息均应电子存档，在该温室气体自愿减排项目最后一期减排量登记后至少保存10年，确保相关数据可被追溯。

项目业主应建立数据内部审核制度，定期对监测数据进行审核，电能表读数记录应与电量结算凭证或电网公司出具的电量证明进行交叉核对，医疗物资重量应与运输记录进行交叉核对，确保数据记录的准确性、完整性符合要求。

十二、项目审核与核查要点

本方法学主要从以下方面提供项目审查与碳减排核查要点：

项目概述：审定与核查机构可通过查阅项目备案文件，确定项目场址是否位于嘉兴市行政区域范围内。同时，通过项目物资验收单等证明，确定项目是否采用低空无人机进行物流运输以及运输物资是否为医疗物资。

减排量核算方法：审定与核查机构通过查阅项目减排量核算报告，参

照方法学提供的核算方法，确定项目的核算方法是否准确。

审定与核查要点：审定与核查机构通过查阅项目备案文件、减排量核算报告、电力接线图、电量监测计量点位图、计量器具检定（校准）报告等相关证据材料，以及现场走访查看电能表安装位置、电能表准确度、电能表个数、重量监测装置等，确定项目设计文件、监测的准确性。

本方法学中提供的以上要点有助于全面审查和核查碳普惠减排项目申请，并可确保方法学方案的合理性、可行性和真实性。

附录 A

(资料性)

高碳运输碳排放量指标计算方法

A.1 基准线因子

在计算货物运输的基准线排放因子时,考虑到其差异性和数据获取难度,本方法学决定从宏观层面计算平均值,将货物运输量采用相同的基准线排放因子。

A.2 高碳运输碳排放量计算方法

根据嘉兴市政府相关部门发布的官方数据、统计资料以及权威研究机构的研究结果,我们得出了基准线情景下货物运输每千克的平均碳排放量其计算方法如下:

$$E_{PKM,b} = \frac{\sum_j (EF_j \times C_j \times D_j)}{\sum_j (C_j \times D_j \times P)}$$

式中:

$E_{PKM,b}$ —在规定路线上,按照基准线情景计算的运输每吨货物每千米平均

碳排放量,单位为千克二氧化碳当量每吨千米[$\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{t} \cdot \text{km})$];

EF_j —使用汽油作为能源,具有第j排量的运输车辆的二氧化碳排放因子,

单位为千克二氧化碳当量每千米[$\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{km})$];

C_j —在基准年份,嘉兴市使用汽油作为燃料,且具有第j排量的运输车辆

的总数,单位为辆;

D_j —在基准年度,嘉兴市以汽油为动力的第j排量运输车辆的平均年度行

驶距离，单位为千米每辆（km/辆）；

P —在基准年度，嘉兴市以汽油为动力的第 j 排量运输车辆的平均年度年度载货量，单位为吨每辆（t/辆）。

附录 B

(资料性)

电网碳排放因子

表 B.1 电网碳排放因子 (EF_y)

区域	碳排放因子	来源
浙江	0.5246 kgCO ₂ e/kWh	《浙江省温室气体清单编制指南》