



联合国
环境规划署

Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/96/31
27 April 2025

CHINESE
ORIGINAL: ENGLISH

执行蒙特利尔议定书
多边基金执行委员会
第九十六次会议
2025年5月26日至30日，蒙特利尔
临时议程¹项目9(d)

项目提案: 古巴

本文件载有秘书处就以下项目提案所提出的评论与建议：

能源效率

- 在逐步淘汰氢氟碳化物的背景下维持及 / 或提升替代技术与设备能效的试点项目（非投资类活动）：在旅游行业的冷水机组中引入低全球变暖潜能值的节能制冷技术。

开发计划署

单独审议

¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/96/1

项目评估表 — 非多年期项目

古巴

项目名称

执行机构

在逐步淘汰氢氟碳化物的背景下维持及 / 或提升替代技术与设备能效的试点项目（非投资类活动）：在旅游行业的冷水机组中引入低全球变暖潜能值的节能制冷技术	开发计划署
--	-------

项目目标

该试点项目旨在展示低全球变暖潜能值（GWP）节能技术在旅游业中的可用性与可行性，具体做法是将大型酒店设施中使用氢氟碳化物（HFC）的冷水机组，替换为采用 R-290 和 HFO-1234ze 的系统。项目重点突出潜在的温室气体减排效益，并通过提高系统效率、降低维护与运营成本，为终端用户节省能源与费用。该项目目标与古巴逐步削减氢氟碳化物消费量的整体战略高度一致。 该项目的总体目标是支持古巴在逐步淘汰氢氟碳化物的进程中所开展的各项工 作，并进一步以低全球变暖潜能值节能技术替代现有的氢氟碳化物系统。

国家协调机构	古巴科学、技术和环境部臭氧技术办公室
--------	--------------------

最新的第 7 条数据 (附件 F)	年份: 2024	339.16 公吨	671,021 吨二氧化碳当量
-------------------	----------	-----------	-----------------

项目详情	非投资类活动
项目工期:	36 个月
初始申请金额:	US \$700,000
项目最终成本:	US \$455,000
申请拨款:	US \$360,000
执行机构支持费用:	US \$25,200
多边基金项目总成本:	US \$385,200
联合融资:	US \$95,000
节能效益（千瓦时/年）	*578,200
对口资金落实情况（是/否）:	是
是否包含项目监测里程碑（是/否）:	是
相关行业是否已有最低能效标准（是/否）:	**否

*假设将两台使用氢氟碳化物的冷水机组替换为采用碳氢化合物（HC）或氢氟烯烃（HFO）技术的设备，预计至少可实现节能 20%。

**目前的最低能效标准仅适用于家用空调、家用和商用的独立式制冷设备。

秘书处建议	单独审议
-------	------

项目说明

背景

1. 依据第 91/65 号决议，开发计划署代表古巴政府提交了一项试点项目供资申请，旨在逐步淘汰氢氟碳化物的背景下，提升替代型技术与设备的能效（属非投资类活动）。根据最初提交的申请，项目资助金额为 70 万美元，另加机构支助费用 4.9 万美元。²

能效试点项目

2. 古巴已于 2019 年 6 月 20 日 批准《基加利修正案》。目前，古巴已建立许可与配额制度，并自 2024 年 1 月 1 日 起向进口商分配氢氟碳化物的进口配额。在第 93 次执行委员会会议上获批的《基加利氢氟碳化物实施计划》（KIP）第一阶段中，³古巴承诺在 2029 年 1 月 1 日 前，将其氢氟碳化物基准消费量削减 10%。

政策、监管及体制框架

3. 古巴能源与矿业部负责提出、指导并管控国家及政府在能源领域的政策。该部下设的国家合理用能监管办公室（ONURE）负责能源使用与运行过程中的规范、监督及检查工作。国家合理用能监管办公室亦负责针对酒店制冷与空行业发布能效相关的指令和建议。本项目将由臭氧技术办公室（OTOZ）牵头实施，并与古巴国家合理用能监管办公室及古巴旅游部密切协调和部署。古巴已针对室内空调、家用冰箱及小型商用制冷设备制定了最低能效标准。

氢氟碳化物消费量及行业背景

4. 古巴已将其氢氟碳化物的基准消费量确定为 1,030,662 吨二氧化碳当量。古巴在 2020 年至 2024 年期间的氢氟碳化物消费总量如表 1 所示。

表 1. 古巴氢氟碳化物消费量（2020 – 2024 年，第 7 条数据）

	2020	2021	2022	2023	2024
公吨	376.27	289.99	439.53	687.14	339.16
二氧化碳当量吨	739,658	519,644	882,672	1,368,669	671,021

5. 2021 年，古巴的氢氟碳化物消费量下降，这主要缘于新冠疫情的影响，随后于 2022 年和 2023 年逐步回升。2023 年，随着经济复苏，制冷与空调设备的维修与安装量攀升，古巴的消费量超过了既定的氢氟碳化物基线。2024 年，氢氟碳化物消费量再次下降。

6. 目前，古巴包括旅游业在内的各子行业对制冷与空调系统的需求均处于持续增长态势。HFC-134a 仍是旅游业内最常用的制冷剂，R-407C 次之。大型空调系统由于其制冷剂

² 根据古巴科学、技术和环境部 2025 年 2 月 11 日致开发署的信函。

³ 第 93/59 号决议

充注量较大，因此属于维修行业内对氢氟碳化合物需求量最大的子行业。2023 年用于冷水机组的氢氟碳化合物消费量为 10 公吨，但这一数字并未反映实际需求，因为许多在新冠疫情期间停业的酒店当时尚未重新开业。

7. 就电力消费量而言，制冷与空调行业约占全国总用电量的 20%，其中旅游产业的用电量约占制冷与空调行业总用电量的 13%。

项目说明与目标

8. 该试点项目计划将五台含 HFC-134a 的冷水机组更换为采用 HFO-1234ze 和 R-290 技术的系统，项目受益方涵盖各类酒店，这些酒店的场地及规模各异，其设备采用的制冷方式和操作程序也不尽相同，其所配备的冷水机组容量、安装位置（屋顶或地面）及技术类型（水冷或风冷）亦各不相同。该试点项目旨在展示低全球变暖潜能值技术在这类场所的应用，并提出不同的节能方案，同时确保试点项目在古巴旅游行业具有可推广性。试点项目所选的四家酒店列于表 2。

表 2. 试点项目所选酒店的基本情况

	Hotel Nacional	Villa Cuba	Princesa del Mar	Meliá Las Dunas
地点	哈瓦那（Havana）	马坦萨斯省瓦拉德罗（Varadero, Matanzas）	马坦萨斯省瓦拉德罗（Varadero, Matanzas）	圣克拉拉圣玛丽亚岛（Cayo Santa María, Santa Clara）
酒店类型	城市型酒店，垂直结构建筑，拥有 472 间客房	酒店建筑呈横向结构，拥有 365 间客房	海滨酒店，设有 630 间客房，客房分布于主楼、平房、别墅及公共建筑中	海滨酒店，设有 925 间客房，客房分布在主楼、洋房及公共建筑中
空调结构与容量（冷吨）	4 chillers of 125-220 TR 4 台冷水机组，功率介于 125 至 220 冷吨	3 台冷水机组，功率为 140 冷吨	10 台冷水机组，功率为 80 冷吨 2 台冷水机组，功率为 65 冷吨	14 台冷水机组，功率为 65 冷吨
拟议改造方案	更换 2 台冷水机组（125 冷吨和 220 冷吨），采用使用 HFO-1234ze、具备磁悬浮技术和水冷冷凝系统的设备	更换 1 台冷水机组，采用使用 R-290 的风冷冷凝系统设备	更换 1 台冷水机组，采用使用 R-290 的风冷冷凝系统设备	更换 1 台冷水机组，采用使用 R-290 的风冷冷凝系统设备
当前使用的制冷剂及充注量	HFC-134a（177 千克） HFC-134a（245 千克）	HFC-134a（255 千克）	HFC-134a（169 千克）	HFC-134a（138 千克）
预计节电量（千瓦时/年）	228,200 382,200	196,000	130,200	106,400

9. 在监测方面，拟议项目将配备用于能耗测量与记录的分析仪。该项目将展示监测与评估技术的具体应用，这些技术既包括对现有系统进行评估以确立基准性能，也包括将监测系统集成至新设备中的实际操作。

10. 项目所实现的节能效果将激发古巴旅游行业更广泛地复制该经验的兴趣，因该行业对大型空调系统的需求较高。项目成果将通过臭氧技术办公室（OTOZ）、制冷与空调研究院以及国家合理用能监管办公室（ONURE）等机构主办的相关活动，在旅游行业利益相关方之间广泛传播与推广。目标受众包括制冷技术人员、学术机构、决策者、设计人员、投资方以及公众，传播方式包括技术资料发布、媒体宣传以及技术参观等。国家合理用能监管办公室将负责规范并推广节能技术，并通过相关流程牵头制定冷水机组的最低能效标准。

拟议活动

11. 根据最初的提案，开发计划署申请资助 70 万美元，用于采购 5 台冷水机组及 5 台性能实时监测设备，具体内容详见表 3 和表 4。

表 3. 古巴四家酒店更换五台冷水机组项目的成本明细表

	Hotel Nacional		Villa Cuba	Princesa del Mar	Meliá las Dunas	总计
更换的冷水机组数量	1	1	1	1	1	5
冷水机组功率（冷吨）	125	220	140	80	65	暂缺
替代技术	HFO-1234ze		R-290	R-290	R-290	暂缺
冷水机组单价（美元）	145,000	240,000	140,000	80,000	70,000	675,000
性能测量设备单价（美元）	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	25,000
总计（美元）	150,000	245,000	145,000	85,000	75,000	700,000

12. 如下表 4 所示，古巴政府将提供联合出资，用于项目实施前和实施期间的能源消耗测量、新系统的设计与安装、设备组装、管道及材料施工；并为 20 名维修技术人员和管理人员提供有关性能监测、使用易燃制冷剂系统的数据收集与维护方面的培训。此外，还将通过宣传项目成果和分发替代技术的技术资料，推广节能技术，以实现更广泛的复制和应用。

表 4：项目总预算及资金来源明细表（美元）

项目组成部分	合计	多边基金资助	联合出资
采购冷水机组（5 台）	675,000	675,000	0
采购性能测量设备（5 台）	25,000	25,000	0
能耗测量	33,750	0	33,750
系统设计与安装	101,250	0	101,250
设备组装与施工	101,250	0	101,250
技术和后勤人员培训	67,500	0	67,500
推广高效替代技术	13,500	0	13,500
合计	1,017,250	700,000	317,250

试点项目总成本

13. 根据最初的提案，该项目的总成本为 70 万美元，另加机构支持费用，预计将于 2025 年 7 月至 2028 年 6 月期间实施，并计划在获批后 36 个月内完成。古巴政府将提供 317,250 美元的联合出资，具体内容详见上文表 4。

秘书处评论与建议

评论

14. 根据第 89/6 号决议和第 91/65 号决议所述的相关活动，以及《基加利氢氟碳化物实施计划》（KIP）第一阶段正在实施的活动，秘书处已对该项目提案进行了审慎审查。

与逐步淘汰氢氟碳化合物和《基加利修正案》氢氟碳化合物实施计划的关联

15. 在应要求澄清《基加利氢氟碳化物实施计划》(KIP)与本试点项目之间的关联时，开发计划署确认，该项目将支持古巴采取相关行动，以实现到 2029 年在基线基础上削减 10%的目标，重点聚焦制冷和空调维修行业。具体而言，该项目将与 KIP 的第一个组成部分（“支持在《基加利修正案》实施框架内建立促进低全球升温潜能值物质合理使用的制度环境”）密切相关，有助于建立跨机构协调机制，推动《基加利修正案》各项协定的落实，并在全国家范围内提升对低全球升温潜能值制冷剂使用的宣传与公众意识。同时，该项目还与 KIP 的第三个组成部分（“开展活动，促进削减对高全球升温潜能值氢氟碳化合物的需求”）相结合，通过对终端用户提供培训与宣传，推动其采纳并应用新型低全球升温潜能值技术。该项目将进一步补充对低全球升温潜能值技术的推广使用，增强国家机构对替代技术的管理能力，并推动建立相关标准和监管框架，从而加速新技术在行业内的采纳与应用。

16. 根据第 91/65(b)(iv)号决议的规定，古巴政府已正式确认其承诺。

政策、监管与制度框架以及最低能效标准的制定

17. 经询问，开发计划署解释称，虽然古巴目前尚未对商用空调设备制定最低能效标准，但国家合理用能监管办公室（ONURE）在本试点项目中的参与有助于为冷水机组及其他商用制冷与空调系统建立相应的最低能效标准，并推动出台一套强制旅游业遵守该标准的监管机制。该监管机制未来也可推广至其他使用类似大型制冷空调系统的行业。

18. 关于项目成果的可复制性，开发计划署向秘书处表示，鉴于国家合理用能监管办公室（即负责批准该国新投资项目并主导实施最低能效标准的机构）的参与，项目成果将可为古巴在环境与能源领域的相关政策指令和规范提供依据。这些政策指令与本试点项目旨在推广高效替代技术、减少二氧化碳排放的目标高度契合。国家合理用能监管办公室还将依据项目成果，推动在旅游业及其他相关冷水机组相关应用领域对采用低全球升温潜能值制冷剂的节能技术的投资。此外，该类技术的性能表现也将通过南南合作机制及其他相关区域性活动在更广泛的地区进行宣传与推广。

技术与成本相关问题

19. 当被问及拟议技术（R-290 和 HFO 1234ze）的可用性和可行性时，开发计划署向秘书处表示，古巴在家用和商用制冷设备已广泛使用如 R-290 和 R-600a 等碳氢制冷剂。只要配以适当的技术支持，确保碳氢类冷水机组的安全运行与维护，该类设备即可实现高效运转。尽管古巴尚未使用氢氟烯烃类（HFO）技术，开发计划署确认，古巴制冷与空调维修行业的技术人员和工程师已接受过培训，具备掌握新技术的能力；在技术供应商的支持下，相关设备将能够高效运行。开发计划署还补充道，古巴的制冷剂进口商和分销商具备推广和销售氢氟烯烃产品所需的知识和条件。关于成本计算中的联合出资部分，开发计划署报告称，该部分系按设备成本的一定百分比进行估算。

20. 针对秘书处提出的为何需要同时示范两种不同技术而非仅采用单一技术的问题，开发计划署解释称，为将最新的冷水机组技术引入古巴，必须兼顾碳氢化合物（HC）与氢氟烯烃（HFO）两种技术方案。开发计划署指出，碳氢化合物冷水机组因其能效高、环保优势明显，适用于度假村等小型应用场景，但在更大容量系统中可能存在安全隐患；而氢氟烯烃冷水机组则因安全风险较低，更适用于大型建筑，但其成本相对较高。因此，仅采用一种技术并不可行：碳氢化合物可用于小型应用，氢氟烯烃可用于大型建筑，这种组合可在确保安全与性能的前提下，即可确保未来技术升级时不受局限。由于示范可通过选择两个场地有效完成（其中一个使用 R-290，另一个使用 HFO-1234ze），经秘书处与开发计划署协商，双方一致同意将试点场地数量从原先五个减少至两个。开发计划署进一步确认，所有被替换的设备将被拆除并予以妥善处置。

21. 根据对冷水机组纳入顺序的优先评估，项目预算也作出了相应调整。其中最主要的变动是将示范替换机组的数量由原先四个地点的五台冷水机组，调整为两个地点的两台冷水机组。秘书处参考其他类似项目的经验，就共同出资安排与开发计划署进行了磋商。调整后的项目总成本为 455,000 美元，详见表 5。

表 5：项目总预算及资金来源明细（以商定金额计）（美元）

项目组成部分	合计	多边基金资助	联合出资
采购冷水机组（2 台）	350,000	350,000	0
采购性能测量设备（2 台）	10,000	10,000	0
能耗测量	14,000	0	14,000
系统设计与安装	20,000	0	20,000
设备组装与施工	50,000	0	50,000
技术和后勤人员培训	7,000	0	7,000
推广高效替代技术	4,000	0	4,000
合计	455,000	360,000	95,000

能效提升与节电初步估算

22. 开发计划署估算，通过更换两台冷水机组，采用配备低全球变暖潜值（GWP）制冷剂的高效系统，预计可实现节省至少 20% 的能源，相当于 578,200 千瓦时。按每千瓦时电价 0.20 美元计算，预计每年可节省电费约 115,640 美元。

试点项目的可持续性与风险评估

23. 项目已开展风险分析，以识别可能影响项目执行的潜在风险因素，或因项目实施过程而产生的潜在风险因素。项目面临的主要风险包括：冷水机组采购可能因多个酒店的审批流程和政府拨款决策而出现延误；此外，替代技术在安全性及市场可得性方面也让人心存顾虑。为降低上述风险并尽量减少外部因素的影响，项目将采取以下措施：提前规划采购流程、提升对易燃制冷剂安全使用的认知、确保相关安全培训落实，并密切监测项目实施方式、碳氢化合物（HC）及氢氟烯烃（HFO）产品的市场供应情况以及活动预算的执行情况。通过前期的充分沟通和清晰的信息传达，有助于增强各方承诺的可执行性，确保项目按计划顺利推进。

建议

24. 基金秘书处建议执行委员会：批准在氢氟碳化合物削减背景下维持及/或提升替代技术与设备的能效（非投资类活动）的试点项目：即在旅游行业的冷水机组中引入低全球变暖潜值的节能制冷技术。项目资金为 360,000 美元，另外向开发计划署支付的机构支持费用 25,200 美元，并注意以下事项：

- a) 古巴政府已承诺遵守第 91/65 号决议(b)(iv)b. 项至 d. 项所规定的条件；
- b) 项目将于 2028 年 6 月 30 日之前完成运营，并将在项目完成后的六个月内向执行委员会提交详细的项目报告。