



联合国
环境规划署

Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/87
5 December 2023



CHINESE
ORIGINAL: ENGLISH

执行蒙特利尔议定书
多边基金执行委员会
第九十三次会议
2023年12月15至19日，蒙特利尔
临时议程第9(d)项¹

项目提案：南非

本文件包括秘书处对以下项目提案的评论和建议：

能效

- 基加利氢氟碳化物执行计划的能效战略 工发组织

¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/1

项目评估表——非多年期项目
南非

项目名称双边/执行机构

(a)	基加利氢氟碳化物执行计划的能效战略	工发组织
-----	-------------------	------

项目目标

<p>该项目将利用使用 R-290/R-600a、R-717 和 HFO-1233zd(E) 的高效系统，替换大型公共建筑中使用氟氯烃和氢氟碳化物的冷风机，展示低全球升温潜能值技术在这些应用中的可用性、适用性和可行性；直接和间接温室气体排放的潜在减少带来的收益；以及新系统通过提高效率、改进维护和运行标准，从而为消费者节省的水电和能源费用。</p> <p>该项目还将提供技能、数据和工具，协助制冷和空调行业的利益相关者和官员执行现有的建筑法规，并作为一个平台，根据国家制冷行动计划，制定冷风机和大型建筑制冷和空调系统的最低能效性能标准 (MEPS)。</p>

国家协调机构	国家臭氧机构
--------	--------

最新第 7 条数据（附件 F）	年度：2022	3,618 公吨	8,647,454 二氧化碳当量吨
-----------------	---------	----------	-------------------

细项	非投资活动	
	制冷和空调维修	
维修行业的氢氟碳化物消费量：	暂缺 (基加利氢氟碳化物执行计划正在编制中)	
项目期限：	月	36
最初申请的金额：	美元	5,130,000
最终项目费用：	美元	1,120,000
申请的拨款：	美元	1,120,000
执行机构支助费用：	美元	78,400
多边基金的项目总费用：	美元	1,198,400
能效节省：	千瓦时/年	1,730,726
配套资金状况：	是/否	是
包括项目监测里程碑：	是/否	是
可用于相关行业的最低能效性能标准：	是/否	否

秘书处建议	单独审议
-------	------

基加利氢氟碳化物执行计划的能效战略

项目说明

背景

1. 根据第 91/65 号决定，工发组织代表南非政府提交了关于在削减氢氟碳化物背景下保持和/或提高替代技术和设备能效的试点项目的申请，金额为 5,130,000 美元，外加 359,100 美元的机构支助费用。²

能效试点项目

政策、监管和体制框架

2. 南非政府于 2019 年 8 月 1 日批准了《基加利修正案》。矿产资源和能源部是南非负责能源问题的机构。该部的《能源白皮书》（1998 年）为提高南非的能源效率提供了依据，而《第 33 号国家能源法》（2008 年）则授权该部在每个经济部门设定最低能效水平，确定节能技术的应用流程，规定家用电器、设备和机动车辆的能效标签，禁止生产、进口或销售能效低下的电气和电子产品以及燃烧燃料的电器，并为特定技术、工艺、电器、设备、机动车辆和建筑物设定能效标准。

3. 针对制冷量不超过 7.1 千瓦的分体式空调、冰箱和冰柜的最低能效性能标准于 2016 年以南非国家标准的形式生效，并辅以提高公众认识的计划、提高合规率的指令以及 2020 年推出的修订版。虽然这一计划是该地区最全面的计划，但未将大型中央系统、制冷机或工业设备的标准包括在内。

4. 该国政府制定了若干鼓励能源管理的国家标准，其中包括 SANS 10400-XA，该标准规定了建筑物的最大年需求量和每平方米消耗量方面的要求。虽然这一规定的实施推动了一些建筑的翻新，但由于地方政府的能力和技能有限，无法持续实施。其他措施，如制定制冷机和大型空调系统的能效标准、编制教育材料以及提高房地产开发商和建筑业主的意识，将进一步促进降低建筑物每平方米的能耗。

项目目标

5. 该项目将利用使用 R-290/R-600a、R-717 和 HFO-1233zd(E)等全球升温潜能值较低的制冷剂的高效系统，替换大型公共建筑中的制冷机，从而通过新系统更佳的能效，改进维护和运行标准，以及在某些情况下利用热回收抵消现场锅炉的煤炭消耗来实现节能。

项目的主要目标如下：

- (a) 削减氢氟碳化物：证明使用全球升温潜能值低的制冷剂替代现有使用氢氟碳化物系统的高效空调系统的可用性和适用性，以及在替代使用 HCFC-22 的系统时作为全球升温潜能值高的氢氟碳化物的替代品的可行性；

² 根据南非林业、渔业和环境部 2023 年 11 月 22 日致工发组织的信函。

- (b) 需求方能效和成本节约：证明用基于全球升温潜能值低技术的系统取代目前在建筑物中运行的制冷和空调系统的潜在好处，包括减少直接和间接温室气体排放，以及为消费者节省能源和水电费；以及
- (c) 能力建设：提供专门技能、数据和工具，协助建筑和制冷与空调行业的利益相关者和官员执行现有的建筑法规；创建一个平台，以根据国家制冷行动计划制定制冷机和大型建筑制冷与空调系统的最低能效性能标准。

6. 该项目将促使大型建筑设施采用全球升温潜能值低的技术，并将在整个行业推广，也将使制冷和空调维修行业受益，并协助该国政府履行《基加利修正案》规定的义务和执行国家能效政策。

氢氟碳化物消费和行业背景

7. 南非的氢氟碳化物消费基准被确定为 13,843,139 二氧化碳当量吨。全国 HCFC-22 消费量的一部分已被使用氢氟碳化物的技术所取代。表 1 列出了该国的氟氯烃和氢氟碳化物消费量。

表 1. 南非的氟氯烃和氢氟碳化物消费量（2018-2022 年）

化学物		2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
氟氯烃	公吨	2,077	2,029	1,779	1,625	1,348
	公吨	2,214	4,006	3,118	3,856	3,618
氢氟碳化物	二氧化碳当量吨	5,329,096	10,074,432	8,221,905	9,164,240	8,647,454

8. 维修行业对氢氟碳化物制冷剂的最大需求来自制冷剂充注量相对较高的大型商业和工业设备。HCFC-22 仍然是南非大型公共建筑冷却设备中最常用的制冷剂。虽然私营部门已经淘汰了大量 HCFC-22，但最常用的替代品是 HFC-134a、R-410A 和 R-407C 等全球升温潜能值较高的制冷剂。全球升温潜能值较低的制冷剂，如 HFC-32 和 R-290/R600a，由于安全和培训问题，普及程度有限。

9. 公共部门的建筑物配备了大量不同的制冷和空调系统，其中许多系统已经达到或即将达到运行寿命。虽然公共部门的维修技术人员一般都受过培训，但他们往往很少或根本不了解最新的市场和技术趋势或解决性能改进问题的机会。鉴于这些局限性和预算限制，在公共建筑中自愿转向使用全球升温潜能值低的高效系统的可能性不大。

10. 大型建筑的制冷由进口制冷机（2-2,400 千瓦）、微型制冷机和中小型制冷机（100 千瓦以下）保证，能效比和性能系数范围分别为 2.68-5.93 和 3.07-3.38。

11. 制冷用电占建筑物总用电量的 31%，占总用电量的 16%。在商业领域，制冷用电占总用电量的 26%，迄今为止尚未对其进行监管。大型空调设备标准的实施预计将实现大幅节能，从而大大减少二氧化碳排放量。

最终用户的氢氟碳化物消费

12. 已选定几个设施进行基线评估。实地考察和初步技术评估显示，系统的性能数据和技术参数通常没有得到很好的了解或记录，这表明了拟议项目应解决的一个方面。根据现有的有限信息和为筹备本项目而进行的系统检查，对这些设施目前在容量、效率和运行参数方面的性能进行了估算。

13. 大多数接受评估的制冷系统都效率低下，原因包括使用年限久、备件供应有限，或者对设备和流程的监测不当。需要解决的共同问题包括：缺乏能效和泄漏的记录保存程序，缺乏日志系统，以及基于估算进行维修。

14. 根据一项保守估计，通过将系统替换为使用低全球升温潜能值制冷剂的高效系统和改进运行方式相结合，可以将能效提高 30%。由于现有蒸汽锅炉的效率较低，在热水系统与制冷系统位于同一地点的情况下，热泵的应用也会产生积极的影响。

15. 已选定以下地点实施该项目：

- (a) 约翰内斯堡的 Chris Hani Baragwanath (CHB) 医院：拥有 3,400 张病床和 6,760 名员工，在该国 400 家公立医院中最具代表性。其制冷和空调系统包括制冷机、分体式空调机和充注 HCFC-22、R-410A、R-407C、HFC-134a、R-404A 和 R-507A 的冰箱；
- (b) 德班国际会议中心 (ICC)：该建筑配备三台使用 HCFC-22 的制冷机，每台制冷机的功率为 1,900 千瓦，制冷剂充注量为 500 至 600 千克；这些制冷机安装于 1997 年，需要替换，并很可能替换为使用 R-410A 的系统，因为另一栋大楼已订购 R-410A 制冷机；
- (c) 比勒陀利亚军事医院：配备约 50 台分体式空调机、4 台使用 HCFC-22 的制冷机和 1 台使用 R-410A 的变制冷量系统，以满足该建筑的需求。每台制冷机的充注量为 370 千克，安装于 1995 年，用于 4 个手术室，需要替换；
- (d) 比勒陀利亚军事牙科诊所：该建筑完全由分体式空调机制冷，有些还用作热泵；诊所实验室的通风系统从未实现正常运行；以及
- (e) 位于比勒陀利亚的南非空军总部：该建筑使用了 6 台屋顶制冷机和 3 台制冷机来给掩体以及信息设备制冷。每台制冷机的 HCFC-22 充注量为 40 至 60 公斤，估计功率为 100 千瓦/年。3 台掩体制冷机因为老旧、状况不佳，目前无法运行，并等待替换，很可能替换为使用 R-410A 的系统。

技术

16. 选定地点的制冷机将替换为高效的 R-290/R-600a 制冷机和热泵，以利用冬季时制暖模式下的效率优势。其中有一个项目将对使用 R-717 并结合使用 HFO-1233zd(E) 的单独蒸汽热泵进行示范。

建议开展的活动

17. 该项目的重点是大型公共建筑，这些建筑在该国建筑制冷负荷中占很大比例。需要替换的制冷与空调系统效率普遍较低，在性能和能源管理方面的技术能力不足。由于它们在南非各地的类似设备中具有很强的代表性，因此替换技术的可复制性潜力很大。本项目建议开展的活动包括：

- (a) 对现有系统进行至少六个月的运行性能评估
- (b) 设计规格和安装新系统；
- (c) 安装监测设备；

- (d) 对新系统进行至少六个月的运行性能评估；
- (e) 编写技术评估报告和案例研究；以及
- (f) 培训 20 名公共部门维修技术人员。

18. 该项目将进一步展示监测和评估技术的使用，这些技术既适用于现有系统性能基线的确定，也适用于新设备，还将展示（冷水）流量监测方法，以准确确定制冷负荷和能源消耗。该项目的这一部分对于建立评估其他装置的方法和示范系统的可复制性至关重要。

制冷机替换

19. 如下所述，该项目内容包括替换 7 个地点的 19 台制冷机。本文件附件一详细介绍了这些地点的基准情况和替换制冷机的预期影响：

- (a) CHB 医院（2 个地点）：利用使用 R-290 的制冷机，并采用热泵模式和热回收设施，替换 4 台使用 HCFC-22 的 231 千瓦屋顶制冷机和进行热水热回收（100 千瓦），估计可节约 30% 的能源（700,000 美元）；利用使用 R-290 的制冷机替换 1 台使用 HCFC-22 和 1 台使用 R-404A 的手术室制冷机，估计可节约 30% 的能源（360,000 美元）；
- (b) 德班国际会议中心（1 个地点）：用 1 个使用 R-290 的大型系统替换三个标称功率为 1,900 千瓦的制冷机，估计可节约 30% 的能源（2,020,000 美元）；
- (c) 军事医院（1 个地点）：用 4 台冷水制冷机替换 4 台 HCFC-22 制冷机，用充注 R-717 或 HFO-1233zd(E) 的高压热泵，替换用于制造蒸汽的燃煤锅炉，估计节能 30%（820,000 美元）；
- (d) 军事牙科诊所（1 个地点）：用 1 台冷水制冷机替换数台分体式空调机，估计可节约 30% 的能源（245,000 美元）；以及
- (e) 南非空军总部（2 个地点）：用 2 台新制冷机替换空军总部的 6 台 HCFC-22 制冷机，估计可节约 35% 的能源（360,000 美元）；用可能设置为热泵运行和热回收的设备替换 3 台掩体制冷机，估计可节约 30% 的能源（535,000 美元）。

性能监测

20. 性能监测部分（每台制冷机 10,000 美元）包括通过收集数据对替换后的制冷机进行实时监测，从而得以对制冷机效率进行以日、月和年为时间单位的定期分析。测量的参数包括蒸发温度、冷凝温度、环境温度、室温、水温（水环路进出）、电子膨胀阀的运行、压缩机的运行、以制冷功耗计算的冷水流量/温度、能耗（制冷机、水泵）、水耗（蒸发式冷凝器）、热交换器的温差、负荷百分比和效率。该系统还具有制冷剂损失、部件故障或温度变化报警功能。

评估和报告

21. 评估和报告部分（每个地点 10,000 美元）包括项目实施后编写的报告，说明系统是否按照合同正确安装和记录（组件、示意图、压力测试），安装是否符合合同规定的主要参数（即压降、热回收、各种温度），与以前的系统相比运行是否高效，同时还会确定遇到的任何安全问题（如在传感器评估、通风和警报方面）。

培训

22. 对 20 名公共部门维修技术人员和维护管理人员进行培训（80,000 美元），重点是对能效项目进行适当的性能监测并收集相关数据，以及对制冷剂充注量超过 500 克的基于 R-290 的应用进行维修。

试点项目总费用

23. 项目实施期为 36 个月。表 2 列出了 7 个地点的每项活动和相关组成部分的项目费用细目。

表 2. 替换南非 7 个地点 19 台制冷机的费用细目（美元）

细项	CHB 医院		国际会议中心	军事医院	军事牙科诊所	南非空军总部		
	屋顶	手术室				总部建筑	掩体	
基准技术	HCFC-22	HCFC-22/ R-404A	HCFC-22	HCFC-22	HCFC-22	HCFC-22	HCFC-22	
替换技术	R-290 热泵	R-290 制冷机	R-290 制冷机	R-717 R-1233zd(E)	R-290 热泵	R-290 热泵	R-290 热泵	
替换设备数量	4	2	3	4	1	2	3	
单台设备费用	150,000	150,000	600,000	150,000	150,000	150,000	150,000	
设备总费用	600,000	300,000	1,800,000	700,000	200,000	300,000	450,000	
设计 (10%)	60,000	30,000	180,000	70,000	20,000	30,000	45,000	
性能监测	40,000	20,000	30,000	40,000	15,000	20,000	30,000	
评估和报告	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	
总费用（美元）	710,000	360,000	2,020,000	820,000	245,000	360,000	535,000	
培训							80,000	
总计（美元）							5,130,000	

秘书处评论和建议

评论

部门间协调和最低能效性能标准的制定

24. 工发组织确认，矿产资源和能源部的代表将在项目执行期间参与国家臭氧机构的工作。鉴于他们在制定南非国家制冷行动计划和基加利氢氟碳化物执行计划中的作用，该国政府认为他们的合作至关重要。该项目将作为一个平台，根据国家制冷行动计划制定制冷机和大型建筑冷却系统的能效性能标准。为南非制定最低能效性能标准面临的挑战之一要求系统在不同气候条件下都能实现高效。南非的环境温度、湿度或运行时间等参数与欧盟 ECO 设计指令等现有最低能效性能标准中规定的参数不同。通过展示制冷机在不同气候区的应用，包括对系统进行适当监测，将可提供有关这些参数的信息，帮助制定南非大型空调系统的最低能效性能标准。

与氢氟碳化物削减以及基加利氢氟碳化物执行计划的关系

25. 秘书处注意到，示范项目中的大多数制冷机使用的是 HCFC-22，而不是氢氟碳化物，因此对该项目在削减氢氟碳化物方面的作用表示关切。工发组织解释说，该试点项目的成果将有助于为南非的基加利氢氟碳化物执行计划提供信息，该计划目前正在制定之中，预计将于 2024 年提交。该试点项目旨在示范在不使用过渡性氢氟碳化物的情况下向全球升温潜能值低的制冷剂的转变，这是基加利氢氟碳化物执行计划的一项关键战略。通过影响建筑物业主在替换使用氟氯烃和氢

氟碳化物的设备时向全球升温潜能值低的技术过渡，这些示范将有助于遏制已安装的氢氟碳化物库存和未来维修消费量的增长。这对于制冷机尤为重要，因为制冷机的运行时间通常超过 20 年。该项目还将促进技术人员和建筑物业主的案例研究和能力建设，帮助实现基加利氢氟碳化物执行计划中概述的过渡。秘书处认为，在南非，鉴于大量使用 HCFC-22 的制冷机将停止流通，示范全球升温潜能值低的替代品将有助于避免安装新的使用氢氟碳化物的制冷机和今后维修中的相关消费。

技术和费用相关问题

提案的范围

26. 根据提交的文件，该项目提议替换 7 个地点的 19 台冷风机，费用为 5,130,000 美元。除 1 个地点外，所有地点目前都使用氟氯烃而不是氢氟碳化物，有几个次级项目旨在示范相近类型设备的替换。工发组织解释说，由于该项目旨在示范在各种条件和气候下采用全球升温潜能值低的技术，因此很难只选择几个示范项目。不过，考虑到第 91/65 号决定规定的现有执行时限和项目的试点性质，秘书处讨论了选择具有代表性的制冷机试点样本的可能办法，从中可以获得足够的信息，以帮助制定最低能效性能标准，并向其他用户展示节能情况。

27. 示范项目的最终选定基于一系列参数，包括潜在的能效节省和引进使用低全球升温潜能值制冷剂的系统的总体成本效益比；对削减氢氟碳化物的作用；最终用户进行投资和提供共同出资的意愿；确认基准设备已完全投入使用，并且其替换将实现节能；以二氧化碳当量吨为单位的总体排放量减少；以及可复制的潜力和难易程度。经讨论，工发组织同意继续替换约翰内斯堡 CHB 医院 1 台使用 R-404A 的制冷机和 1 台使用 HCFC-22 的制冷机，并替换德班国际会议中心的 3 台制冷机，具体如下：

- (a) CHB 医院（医院所在地）：该项目将资助拟议用于替换的 4 台制冷机中的 1 台，包括热水热回收（目前热水由燃煤蒸汽锅炉提供）。该项目将通过制冷和热回收产生最大的节能（千瓦/小时），成本效益比好于其他替换方案，并具有在其他医院复制的巨大潜力。
- (b) CHB 医院（手术室所在地）：在拟议用于替换的 2 台制冷机中，该项目将为使用 R-404A 的 1 台制冷机供资。本项目旨在示范在困难的运行条件下使用 R-290 制冷机的情况，因为要替换的制冷机被墙壁阻挡，通风条件差，这种情况在其他建筑中并不少见。其他使用氢氟碳化物制冷机的医院也可以效仿该项目；以及
- (c) 德班国际会议中心：由于该项目的成本效益比和对节能的影响，将保留该地点。秘书处注意到国际会议中心已准备好替换其制冷机（计划采用基于 R-410A 的技术）并提供共同供资，该项目将只提供完全替换所需资金的三分之一。这一供资额相当于替换 3 台使用 R-290 而非 R-410A 技术的制冷机的费用差额，或替换 3 台制冷机中的 1 台的费用。

技术

28. 目前在南非建造的唯一使用 R-290 的设备是超市的小型冷凝设备。工发组织证实，R-290 制冷机可以进口，并且可以找到供应商。

性能监测

29. 秘书处注意到目前没有对基准制冷机的效率进行监测，要求工发组织提供更多信息，说明其如何确保该项目对能效增益的影响得到准确衡量。工发组织解释说，有可能通过计量技术上可行的主要参数，并在此基础上进行计算来监测能源消耗。测量时限为至少六个月，从项目开始到交付和安装新制冷机为止。计量和监测将由外部专家进行，而计量的总体要求将由工发组织与国家臭氧机构和负责制定相关最低能效性能标准的机构合作完成。

试点项目的商定费用

30. 根据纳入项目的制冷机的优先次序，对项目预算进行了调整。最重要的调整是减少了示范替换的数量，从 7 个地点的 19 台制冷机减少到 3 个地点的 3 台制冷机。申请的培训费用也从 80,000 美元调整为 50,000 美元。提案修订后的总费用为 1,120,000 美元。表 3 列出了修订后的费用计算和工发组织提供的节能估算。

表 3. 试点项目的商定费用和估计节能量（美元）

细项	CHB 医院		国际会议中心	总计
	屋顶	手术室		
基准技术	HCFC-22	R-404A	HCFC-22	
替换技术	R-290 热泵	R-290 制冷机	R-290 制冷机	
制冷机数量	1	1	1*	3
单台设备费用	150,000	150,000	600,000	900,000
设备共计	150,000	150,000	600,000	900,000
设计(10%)	15,000	15,000	60,000	90,000
性能监测	10,000	10,000	30,000	50,000
评估和报告	10,000	10,000	10,000	30,000
每个地点的总费用	185,000	185,000	700,000	1,070,000
培训				50,000
总计（美元）				1,120,000
能效影响				
制冷节能量（千瓦时/年）	86,349	86,349	713,314	886,012
供热节能量（千瓦时/年）	844,714	-	-	844,714
总节能量（千瓦时/年）	931,063	86,349	713,314	1,730,726

*国际会议中心的改装包括 3 台制冷机；项目将提供三分之一的费用（相当于 1 台制冷机的费用），受益方将共同出资支付剩余费用。

31. 秘书处注意到，在缺乏关于氢氟碳化物削减或与能效有关项目的费用准则的情况下，对该提案进行了逐案审查，考虑了关于其他大型空调系统最终用户所开展活动的现有信息，并认识到在替换不同尺寸、容量和其他特征的制冷机的费用方面存在一定程度的不确定性。根据审查时接收到的信息，秘书处认为商定费用是现有的最佳估算，并注意到在获得更多信息的情况下，这些费用可能会发生变化。秘书处认为，按照以上提议的金额核准该项目不会构成先例。

可持续性和可复制性

32. 根据第 91/65(b)(v)号决定，工发组织确认将在南非和该区域广泛宣传示范项目的成果，以鼓励推广。推广战略将包括案例研究，详细介绍每个地点取得的技术和经济效益，并随后通过讲习班、行业协会、会议和媒体传播其成果；利用德班国际会议中心等场所的知名度，向政策制定者和潜在最终用户展示项目成果；对其他医院、商业建筑和行业的技术人员进行有关降低全球升温潜能值制冷机安装、运行和维护的培训；支持当地制造和提供使用替代制冷剂的制冷机、组件和

维修工具，以促进采用；利用从该项目中获得的数据和经验，为制定制冷机能效标准和标签提供信息，以推动采用全球升温潜能值较低的替代产品；根据该项目的成果，倡导将全球升温潜能值较低的替代产品纳入国家标准和采购政策；以及探索基于性能的激励措施，例如提供退税和税收优惠，鼓励最终用户转而使用采用全球升温潜能值较低技术的高能效制冷机。

33. 根据以往在多边基金下实施制冷机替换的经验，秘书处注意到该项目可以为最终用户节省电费。工发组织确认，预计技术转型将带来可观的能源和水电费节约，这将是促进推广的一个重要因素。项目中提议的综合监测系统将量化实际节省的费用，便于向其他建筑物业主展示成果。

第 91/65 号决定规定的其他要求

34. 已收到确认，如果南非政府在逐步减少氢氟碳化物时，已经或将要从多边基金以外的来源为能效部分筹集资金，该项目将不会导致多边基金资助的活动与其他来源资助的活动重复；将酌情提供关于项目进展、成果和主要学习成果的信息；项目完成日期将定在执行委员会核准日期后 36 个月之内；以及将在项目完成日期后 6 个月内向执行委员会提交一份详细的项目报告。

建议

35. 执行委员会不妨考虑核准南非在削减氢氟碳化物背景下保持和/或提高替代技术和设备能效的试点项目，金额为 1,120,000 美元，外加工发组织的 78,400 美元的机构支助费用，同时注意到：

- (a) 南非政府承诺遵守第 91/65(b)(iv)b 至 b(iv)d.号决定中提到的条件；以及
- (b) 在运作层面，该项目将不迟于 2026 年 12 月完成，并将在项目完成之日起 6 个月内向执行委员会提交一份详细的项目报告。

附件一

对提交的基准情况和预期项目影响及费用的分析

细项	CHB 医院		国际会议 中心	军事医院	军事牙科 诊所	南非空军总部	
	屋顶	手术室				建筑物	掩体
替换技术	R-290 热泵	R-290	R-290	R-717 氢氟烯烃	R-290 热 泵	R-290 热泵	R-290 热泵
总费用 (美元)	710,000	360,000	2,020,000	820,000	245,000	360,000	535,000
节能 - 制冷							
性能系数	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
单台设备功率 (千瓦)	230	230	1,900	500	200	300	250
制冷负荷 (千瓦)	552	276	3,420	1,200	120	360	450
室内供热负荷 (千瓦)	600			600		300	
热水负荷 (千瓦)	100			100		100	
蒸汽负荷 (千瓦)				100			
制冷能耗 (千瓦时/年)	1,151,314	575,657	7,133,143	2,502,857	250,286	750,857	938,571
估计节能率 (%)	30	30	30	30	30	30	30
节能 - 制冷 (千瓦时/年)	345,394	172,697	2,139,943	750,857	75,086	225,257	281,571
美元/千瓦时	2.06	2.08	0.94	1.09	3.26	1.60	1.90
节能 - 热回收							
室内供热能耗 (千瓦时/年)	1,752,000			1,752,000		876,000	
热水能耗 (千瓦时/年)	876,000			876,000		876,000	
蒸汽能耗 (千瓦时/年)				876,000			
总供热能耗 (千瓦时/年)	2,628,000			3,504,000		1,752,000	
使用热泵的等效能耗 (千瓦时/年)	938,571			1,251,429		625,714	
节能 - 供热 (千瓦时/年)	1,689,429			2,252,571		1,126,286	
总体成本效益比和可复制性							
节能 - 制冷 (千瓦时/年)	345,394	172,697	2,139,943	750,857	75,086	225,257	281,571
节能 - 供热 (千瓦时/年)	1,689,429			2,252,571		1,126,286	
总节能 (千瓦时/年)	2,034,823	172,697	2,139,943	3,003,429	75,086	1,351,543	281,571
美元/千瓦时	0.35	2.08	0.94	0.27	3.26	0.27	1.90
可复制性	400 多家公立 医院	400 多家公立 医院	大型公共 建筑	中等、类 似设施	配备分体 式空调机 的建筑物	类似的公共 建筑	类似的公共 建筑
估计可复制系数	350	350	30	20	400	100	100
使用率达到 40% 时的总节能效果 (兆瓦时/年)	284,875.2	24,177.6	25,679.3	24,027.4	12,013.7	54,061.7	11,262.8
按 0.84 千克/千瓦时计算的二氧化碳减排量 (二氧化碳当量千吨)	239.3	20.31	21.57	20.18	10.09	45.41	9.46
更换的制冷剂充注量 (千克)	500	250	2,500	1,480	100	100	350
等效淘汰量/避免使用的氢氟碳化物吨数 (使用率为 40%)	70	35	30	12	16	4	14