



联合国
环境规划署

Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/96/30
25 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：智利

本文件载有秘书处对以下项目提案的评论和建议：

能效

- 试点项目致力于在逐步减少氢氟碳化物的背景下，维持和（或）提高替代技术和设备的能效（非投资活动）：将基于 R-744（二氧化碳）作为制冷剂的热泵用于工业制冷的示范项目
- 开发署 单独审议

¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/96/1。

项目评价表 - 非多年期项目

智利

项目名称

双边/执行机构

试点项目致力于在逐步减少氢氟碳化物的背景下，维持和（或）提高替代技术和设备的能效（非投资活动）：将基于 R-744（二氧化碳）作为制冷剂的热泵用于工业制冷的示范项目	开发署
--	-----

项目目标

试点项目旨在通过在乳制品加工行业安装、启动和运行至少三个各具不同加热和冷却能力的试点项目，评估和展示在智利不同地区将以二氧化碳为制冷剂的热泵技术应用于工业的性能和能效。项目力求展示该技术在降低能耗、制冷剂性能、加工质量、降低运营成本和减少粮食损失（如可能）方面的潜在优势。
--

国家协调机构	环境部国家保护臭氧层机构
--------	--------------

第 7 条最新数据（附件 F）	年份：2023	1,973.56 公吨	4,943,654 吨二氧化碳当量
-----------------	---------	-------------	-------------------

详情	非投资活动
项目持续时间（月）：	36
申请的初始金额（美元）：	1,300,000
最终项目费用（美元）：	1,170,000
申请的拨款（美元）：	720,000
执行机构支助费用（美元）：	50,400
多边基金承担的项目费用共计（美元）：	770,400
共同出资（美元）：	450,000
节能（千瓦时/年）：	983,094*
对应资金情况（有/无）：	有
包括项目监测里程碑与否（包括/不包括）：	包括
具备相关部门可用的最低能源效率标准	无**

*两台 CO₂ 热泵节省的能耗

**现行最低能源效率标准覆盖家用冰箱和容量最高达 12 千瓦的无管道空调设备

秘书处的建议	单独审议
--------	------

项目说明

背景

1. 开发计划署代表智利政府，根据第 91/65 号决定，提交了在逐步减少氢氟碳化物背景下，提高替代技术和设备能效的试点项目申请（非投资活动）。按最初所提，² 项目金额为 1,300,000 美元，外加机构支助费用 91,000 美元。

能效试点项目

2. 智利于 2017 年 9 月 19 日批准《基加利修正案》，从 2024 年 1 月起适用氢氟碳化物进口配额。根据第九十三次会议批准的基加利氢氟碳化物执行计划第一阶段，该国承诺到 2029 年将氢氟碳化物消费量减少 10%。

政策、监管和机构框架

3. 2021 年，智利政府颁布《能效法》，要求每五年公布《国家能效计划》，将能效制度化。该法律还力求到 2030 年将能源强度至少降低 10%。2021 年，智利政府更新了《长期能源政策》，其中强调该国承诺到 2050 年实现净零排放，并列示了国民经济所有部门脱碳的明确路径。

4. 借助能源部 2014 年第 74 号豁免决议，智利于 2015 年首次通过强制性最低能源效率标准。自 2016 年起，只有能效等级为 A、A+ 和 A++ 的冰箱才可销售。自 2018 年起，商用空调机等级不得低于 A。

5. 能源部能效司负责执行《能效法》和《国家能效计划》，并负责消费大户的能源管理和建筑物的能源标签。该司与国家保护臭氧层机构密切合作，制定有关制冷和空调行业的所有法规，并将直接参与试点项目的实施工作。

氢氟碳化物消费量和行业背景

6. 智利的氢氟碳化物基准消费量定在 6,698,107 吨二氧化碳当量。表 1 列示智利的氢氟碳化物消费量。

表 1. 智利的氢氟碳化物消费量（2019–2023）

氢氟碳化物消费量	2019	2020	2021	2022	2023
公吨	1,747.26	1,684.22	1,854.98	2,556.05	1,973.56
吨二氧化碳当量	4,763,686	4,465,255	4,957,950	7,089,350	4,943,654

7. 2019 年至 2023 年期间，氢氟碳化物消费量呈总体增长趋势，2020 年略有减少，2022 年显著增加，原因是 COVID-19 疫情后经济迅速复苏，需要更多基于氢氟碳化物的保养和装置，加上在空调和商业制冷装置中引入了基于氢氟碳化物的技术，包括将基于 R-507A 的节能系统用于工业制冷，替代基于 HCFC-22 和 R-404A 的老旧系统。

² 根据 2025 年 3 月 12 日智利环境部致开发署的信。

8. 2023 年，用于工业制冷系统的氢氟碳化物有 459 公吨（1,568,479 吨二氧化碳当量），占氢氟碳化物消费总量的 23%（公吨）或 32%（吨二氧化碳当量）。

9. 乳制品加工业包括 14 家大型企业，加工 90% 以上的牛奶和其他奶制品。其余 10% 约由 111 家中小企业加工。这些企业也生产奶酪和酸奶。此外还有 1,000 多家微型企业，只生产牛奶，而不进一步加工用于自身消费或提供给规模较大的企业。肉类加工业包括 54 家加工牛肉、猪肉和禽肉的大中小企业。

10. 乳制品或肉类加工行业使用氢氟碳化物的具体数量很难估算，因为企业规模、冷却要求、设备类型和新旧程度以及企业做法千差万别。但据确定，乳制品和牛肉加工业中有少数超大规模的企业使用氨作为制冷剂，而乳制品和禽肉加工业则有大量中小企业几十年来一直使用含氢氯氟烃和氢氟碳化物制冷剂。

项目目标

11. 试点项目旨在通过在乳制品加工行业安装、启动和运行至少三个各具不同加热和冷却能力的试点项目，评估和展示在智利不同地区将以二氧化碳为制冷剂的热泵技术应用于工业的性能和能效。

12. 项目力求展示该技术在降低能耗、制冷剂性能、加工质量、降低运营成本以及减少粮食损失（如可能）方面的潜在优势。通过这一项目，以基于二氧化碳的冷热联供系统取代冷却（基于氢氟碳化物）和加热分开的传统系统，估计可以减少 30% 至 50% 的能耗。

13. 从智利最重要的农产工业部门（葡萄酒、水果和蔬菜加工、乳制品、禽类和渔业）中选择乳制品业作为项目对象是因为该行业有大量中小型乳制品加工业（主要是智利业主）对项目表现出浓厚的兴趣。经过详细审查氢氟碳化物使用报告、编制潜在候选人名录、调查收集企业运营、能源使用和流程要求方面的基本信息、举办讲习班介绍项目目标、面谈和走访，已初步选定乳制品行业的三个受益方，因为它们具备能够从优安装热泵的技术要求。

技术

14. 事实证明，热泵系统对减少氢氟碳化物消费量和提高能效具有积极的影响。

15. 智利的工业通常使用基于氢氟碳化物的传统制冷系统，并另行用油或天然气加热水温。试点项目拟议采用的二氧化碳冷热联供热泵在同一系统内管理工业冷却和加热，用电在各区传递热量，最大限度地减少能源浪费，并防止将热气或冷气不必要地释放到环境之中。这种热泵的运行温域很宽（从 -30°C 至 +70°C），非常适合乳制品加工和动物蛋白生产等行业。

拟议开展的活动

16. 各项活动及其费用明细（按最初所提）说明如下。

- (a) 在三个受益厂安装基于二氧化碳的冷热联供热泵，用于乳制品行业的工业流程，取代现有的氢氟碳化物制冷设备和另行生产热能（1,200,000 美元）；

- (b) 监测已安装系统的性能和能耗，并制定能效准则，使项目具有可持续性（70,000 美元）；
- (c) 公布取得的结果（15,000 美元）；
- (d) 一旦验证技术优势，即推广使用示范热泵系统（15,000 美元）。

试点项目费用共计

17. 项目批准后预计在 36 个月内完成，即 2025 年 7 月至 2028 年 6 月。按最初所提，费用共计 1,300,000 美元。受益企业将共同出资 400,000 美元。表 2 列示了每项活动和相关组成部分的项目费用明细。

表 2. 提交的项目预算总额和资金来源明细

细目	共计 (美元)	多边基金供 资 (美元)	共同出资* (美元)
用基于二氧化碳的热泵取代基于氢氟碳化物的制冷系统			
在三个厂安装基于二氧化碳的冷热联供热泵，用于工业流程，每个厂的加热/冷却能力等于和超过 300 千瓦	1,600,000	1,200,000	400,000
技术援助			
选择、设计、监测和后续跟进	40,000	40,000	-
制定能效准则	30,000	30,000	-
最后报告、公开版本和提高认识	15,000	15,000	-
举办讲习班传播项目成果	15,000	15,000	-
小计	100,000	100,000	-
总计	1,700,000	1,300,000	400,000

* 按安装、启动和工程项目费用所涉相关费用共计的 25% 计算。

秘书处的评论和建议

评论

18. 秘书处根据第 89/6 号决定和第 91/65 号决定所述的活动以及基加利执行计划第一阶段正在开展的活动，审查了项目提案。

第 91/65 号决定规定的资格条件

19. 试点项目意欲在逐步减少氢氟碳化物的背景下，在最终用户所在地提高工业流程中的加热和冷却能效。开发计划署证实，能源部能效司将与国家保护臭氧层机构协调，直接参与试点项目的实施工作。参与项目的其他利益攸关方包括能源部可持续能源司、环境部减缓气候变化和透明度司以及乳制品、肉类和禽类行业的区域协会。

20. 根据第 91/65 号决定(b)(四)，智利政府还确认，如果智利在逐步减少氢氟碳化物时从多边基金以外的来源筹集用于节能部件的资金，则该项目不会导致多边基金资助的活动和其他来源资助的活动彼此重复；将酌情提供项目进展、成果和主要经验方面的信息；完成项目的日期将定在执行委员会批准之日起 36 个月之内，并将在项目完成之日起六个月内向执行委员会提交详细项目报告。

与逐步减少氢氟碳化物和基加利氢氟碳化物执行计划之间的关系

21. 试点项目将与基加利执行计划第一阶段的活动协调实施。参与实施基加利执行计划的培训机构将参与试点项目，以学习如何安装这项新技术。基加利执行计划的活动包括培训高度专业化的技术人员掌握基于二氧化碳的技术。作为基加利执行计划第一阶段活动的一部分，还将回收行将取代的现有设施中的氢氟碳化物制冷剂，供日后再生利用或处置。对于从被拆除的氢氟碳化物设备中收集的部件和材料将尽可能分离和报废以用于其他用途，并将根据适用的法规处置危险废物。

22. 出于能效考虑，智利工业制冷行业当前存在一种趋势，即从基于 HCFC-22 和 R-404A 的系统向基于 R-507A 的系统过渡。这也部分导致近年来 R-507A 的消费量增加。试点项目将通过减少 R-507A 的消费量并通过传播能效、环境和资金效益、二氧化碳热泵的性能以及安装和保养工业制冷热泵的技术要求等方式，提供替代选择，补充为基加利执行计划所作出的努力。此举意在鼓励乳制品和肉类加工行业或其他具有类似要求和能力的行业的其他用户采用这一技术，减少能耗和氢氟碳化物的使用。

技术问题和费用相关问题

技术选择

23. 开发署解释道，考虑用于该项目的其他技术还包括 R-290 和氨。R-290 在较小系统中表现良好，但不符合乳制品加工的温度梯度要求，并存在安全隐患。氨能满足冷热要求，但维护成本高，安全隐患严重，因此更适合大型装置。开发署确定，二氧化碳热泵是最合适中型工厂的替代方案，因为这种热泵为乳制品加工提供了合适的温度梯度，而且没有其他备选方案的易燃性和危险问题。至于如何处理基于二氧化碳的技术所存在的高压相关问题，将通过基加利执行计划提供所需培训。

选择受益方

24. 开发署解释道，已经为确定潜在受益方而开展大量工作，包括调查、举办讲习班和走访数家企业。项目费用根据取代潜在受益方所用系统的实际费用估算。为此收集了关于设施类型、冷热需求以及流程中需要制冷加热的时间等信息。但确定受益方的最终决定将通过广泛公开征集的方式作出，从而选择最适合项目目标的工厂。秘书处指出，已经确定若干符合要求的潜在受益方，并指出公开征集将确保选择过程透明，有机会选择最佳地点。

将取代的设备类型和费用计算

25. 关于将取代的系统类型，开发计划署解释道，由于这些工厂历年来根据市场要求和需求扩大，冷却系统通常是每道流程独立单用，而非中央系统。行将取代的具体设备、冷却能力、制冷剂类型和能耗将取决于每家工厂的具体生产流程和加热/冷却需求。加热流程通常使用天然气作为燃料。受访企业目前的用电量从 200 千瓦时到 1,000 千瓦时不等。根据主要在东南亚实施的类似项目计算，通过试点项目减少的能耗估计为 30%至 50%。

26. 鉴于可采用该技术的系统繁多，能力可大可小，因此根据下述一家工厂的具体情况修订了典型费用计算。该厂在生产流程中有 18 个不同的系统用于不同的车间和工序，产热制冷的总能力约为 1,000 千瓦。该计算基于流程中的四个不同系统（酸奶蒸发器和电池、冷却隧道、冷冻食品储存和冷藏运输车），能力为 300 千瓦，装机容量为 388 公斤的 R-507A，为厂内不同流程制冷（5°C 至 10°C）、提供冷藏室（3°C 至 -18°C）和加热水温（22°C 至 85°C）。制冷部分的性能系数估计为 2，制热部分的性能系数估计为 3。在此基础上，项目旨在：

- (a) 将制冷和冷热水生产合并为一个系统，使系统的性能系数提高到 5 或 6 以上；
- (b) 减少对 R-507A 的使用。大多数工厂每年的泄漏率高达 35%；根据参考系统，这相当于每年估计有 135 公斤用于保养，外加取代系统而减少的装机容量 388 公斤；
- (c) 减少制冷过程中的用电，并减少热水或蒸汽生产过程中使用的天然气或油；
- (d) 仅在工厂局部尝试取代，之后将由受益方在同厂的其他地方和其他工厂进行复制。

27. 秘书处和开发署讨论了提案的若干方面，商定为了试点项目的目的，二氧化碳热泵示范应只包括两个地点而非三个。鉴于流程多样，并鉴于该技术在该行业并不广为人知，秘书处认为两个地点足以展示该技术。

28. 秘书处指出，用高能效的二氧化碳热泵而非基本的 R-507A 热泵取代传统的 R-507A 系统估计增加大约 350,000 美元的费用。经过对费用要素进行讨论，双方商定多边基金为每个地点供资 325,000 美元，受益方则将提供数额更多的共同资金，视项目规模从拟占项目费用的 25%增至 40%或更多。多边基金将支付设备主件（热泵、水泵、热交换器、控制器），而受益方的共同资金将支付安装、工程、土木工程（建造、管道、电气布置、接地）以及主要设备的其余费用。

29. 每个地点的商定资金额度将确保受益企业愿意参加并率先在国内使用这一技术。资金还将确保项目设计和施工得当，从而减少问题、提高绩效、增强对该技术的信心。

30. 开发署还同意减少以下技术援助费用：选择、设计、核实和后续跟进（从 40,000 美元减至 30,000 美元）；制定能效标准和（或）准则，使项目具有可持续性（从 30,000 美元减至 20,000 美元）；最后报告、公开版本和提高认识（从 15,000 美元减至 10,000 美元）；举办讲习班传播项目成果（从 15,000 美元减至 10,000 美元）。

监测

31. 所建议的资金还包括受益方收集和分享能耗和节能信息所需的能源计量器具，以确保向执行委员会正确报告项目结果。开发署解释道，除了能耗之外，还将测量其他参数，诸如热水器的燃料使用情况、制冷剂加注需要以及需要的纠错措施。与传统系统不同，二氧化碳热泵附带一个永久式电子监控系统，可以实时发现可能出现的故障，并能远程解决许多问题。最终用户将根据伴随项目和最终用户的外部技术专家所提供的模板和程序，监控系统的运行情况。

试点项目的商定费用

32. 在智利实施试点项目示范以二氧化碳为制冷剂的热泵技术的性能和能效的商定费用为 1,170,000 美元，其中包括多边基金供资 720,000 美元，共同出资 450,000 美元，如表 3 所示。

表 3. 商定的项目预算共计和资金来源明细

细目	共计 (美元)	多边基金供 资 (美元)	共同出资 (美元)
用基于二氧化碳的热泵取代基于氢氟碳化物的制冷系统			
在两个厂安装基于二氧化碳的冷热联供热泵，用于工业流程，每个厂的加热/冷却能力等于和超过 300 千瓦	1,100,000	650,000	450,000
技术援助			
选择、设计、监测和后续跟进	30,000	30,000	-
制定能效准则	20,000	20,000	-
最后报告、公开版本和提高认识	10,000	10,000	-
举办讲习班传播项目成果	10,000	10,000	-
小计	70,000	70,000	-
总计	1,170,000	720,000	450,000

能效的提升和节电量初步估算

33. 开发署根据一家潜在受益厂的实际信息，示意性地计算了示范项目的潜在节能量。该厂 60% 的能耗与制冷流程有关。拟用的热泵将取代 27% 的装机冷量（300 千瓦）。安装一个性能系数在 5 到 7 之间的热泵系统将在每个地点每年节省电力（制冷）以及油/天然气（供热）491,549 千瓦小时左右。以工业用电的平均成本为每千瓦时 0.14 美元估算，初步估计受益方每年可节省电费最高达 68,817 美元。但这些数值会随着工厂的具体特性、装置的最终设置以及提供的设备而有所不同。

可持续性、可复制性和风险评估

34. 开发署解释道，现阶段为用于工业流程的热泵制定标准还为时过早，因为该技术正在拟议和测试之中。经与能源部磋商，决定在现阶段推出最低能源效率标准或同等措施

会抑制安装该国并不了解的技术。然而，基于示范结果，所述项目将最终形成能效标准，从而指导更多的最终用户选择该技术。

35. 预计此项目可立即在乳制品和肉类加工行业中的大量中小企业复制。在项目筹备期间，已与乳制品和肉类行业各协会进行磋商，以确保它们对项目作出承诺和参与其中。此外预计随着时间的推移，一旦能效优势得以证明，酿酒和渔业等其他行业也会运用这项技术。

36. 至于已确定的实施风险，将通过在项目批准后立即启动选择受益方的进程以及提前与受益方密切规划与协调采购进程的方式减少在选择受益方以及采购和安装设备方面可能出现的延误。为了确保受益方作出必要的承诺和具备所需能力，项目将在选择过程中向受益方提供资金、技术和安全要求方面的明确信息，使其能够进行规划，并将密切监测受益方的活动，以提供所需的技术援助。为了降低当地二氧化碳热泵供应不足的相关风险，项目将在当地和地区的工程企业中公布项目的实施情况，以确保系统和设备供应充足。

建议

37. 执行委员会不妨考虑批准在逐步减少氢氟碳化物的背景下维持和（或）提高替代技术和设备能效的试点项目（非投资活动）：将使用以 R-744（二氧化碳）作为替代制冷剂的热泵用于智利的工业制冷示范项目，供资数额为 720,000 美元，外加给开发署的机构支助费用美元 50,400 美元，同时指出：

- (a) 智利政府已承诺遵循第 91/65 号决定(b)(四)b 至 b(四)d 中提及的条件；
- (b) 项目将迟于 2028 年 6 月 30 日完成，并将在项目完成之日起六个月内向执行委员会提交详细项目报告。