



可持续能源技术说明书

压缩空气系统



switchasia



Funded by
the European Union

SWITCH
GARMENT

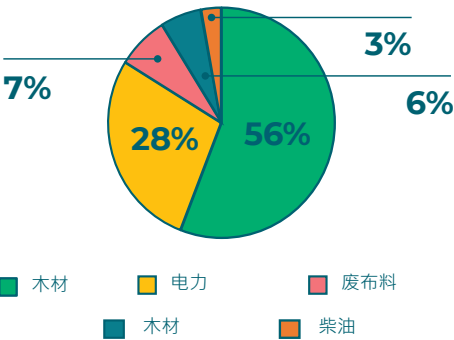
PROMOTION OF SUSTAINABLE ENERGY
PRACTICES IN THE GARMENT SECTOR
IN CAMBODIA



制农业蒸汽生产的能源来源

柬埔寨制农业严重依赖木材进行蒸汽生产：

- 木材被半数制衣厂和几乎所有需要大量蒸汽进行生产（毛衣、牛仔布、洗衣等）的工厂使用。
- 对于使用木材作为锅炉原料的工厂而言，木材占总能耗的 80%，但仅占成本的 20%。
- 电锅炉适用于对蒸汽要求较小的工厂，特别是要求严格的品牌供应商。



来源：柬埔寨 75 家制衣厂的审计数据 - 使用每种燃料进行蒸汽产生（不包括鞋类及旅游用品）的工厂数量。

主要锅炉技术的燃料适用性

工厂能使用哪种燃料取决于锅炉技术和燃料类型间的兼容性。



燃料类型		锅炉技术		
		固定炉篦	链栅式炉篦	流化床
	原木和木块可与大多数现有的锅炉技术兼容。但如果使用较低档次的木材（如腰果木），固定炉排锅炉运转时可能需要进行调整。			
	稻壳煤球会产生大量灰烬，与传统的固定炉排锅炉一起使用时可能会干扰运转。在这种情况下，需要改造锅炉或更换为链条式锅炉。			
	小木屑和木屑颗粒不适用于固定炉排锅炉。若需使用此类燃料，工厂需配备链栅式炉篦或流化床锅炉。			
	零散的农业残留物和废弃物需要先进的锅炉技术（如流化床锅炉）予以处理，因此这仅适用于对蒸汽需求量较大的工厂（> 10 吨/小时）。			
	废布料因其独有特性需通过先进排放控制专业技术予以处理。法律明确禁止在其他锅炉技术中使用废布料。			

能源来源比较

1

	燃料	成本 美元每吨蒸汽	直接排放 二氧化碳每吨蒸汽
使用原木的 固定炉排锅炉	林木 (含水量 19% · 燃烧效率 47.5%)	13,5 美元/吨	653 公斤二氧化碳/吨 (假设完全不可再生)
	腰果木 (含水量 26% · 燃烧效率 47.5%)	14,9 美元/吨	0 公斤二氧化碳/吨 (假设完全可再生)
	橡胶木 (含水量 26% · 燃烧效率 47.5%)	16,7 美元/吨	0 公斤二氧化碳/吨 (假设完全可再生)
	相思木 (含水量 26% · 燃烧效率 47.5%)	17,1 美元/吨	0 公斤二氧化碳/吨 (假设完全可再生)
使用链条式锅炉 处理生物质	腰果木 (含水量 19% · 燃烧效率 75%)	9,3 美元/吨	0 公斤二氧化碳/吨 (假设完全可再生)
	橡胶木 (含水量 19% · 燃烧效率 75%)	10,4 美元/吨	0 公斤二氧化碳/吨 (假设完全可再生)
	相思木 (含水量 19% · 燃烧效率 75%)	10,7 美元/吨	0 公斤二氧化碳/吨 (假设完全可再生)
	稻壳煤球 (含水量 19% · 燃烧效率 75%)	19,2 美元/吨	30 公斤二氧化碳/吨 (用于加工)
	木屑 (相思木或橡胶木) (含水量 50% · 燃烧效率 55%)	26,0 美元/吨	5 公斤二氧化碳/吨 (用于加工)
	木屑棒 (相思木或橡胶木) (含水量 15% · 燃烧效率 85%)	28,1 美元/吨	58 公斤二氧化碳/吨 (用于加工)
化石燃料 锅炉	重油 (燃烧效率 82%)	62,3 美元/吨	261 公斤二氧化碳/吨
	液化石油气 (燃烧效率 94%)	68,6 美元/吨	187 公斤二氧化碳/吨
	柴油 (燃烧效率 88%)	80,5 美元/吨	233 公斤二氧化碳/吨
其他	电力 (燃烧效率 96%)	123,8 美元/吨	187 公斤二氧化碳/吨 (2012 年的全国电网排放因子, 不包括光伏发电现场)
	废布料 (配备特定的先进焚烧炉)	0,0 US\$/t (现场废物处理效率达 60% ; 不包括高投入成本)	111 公斤二氧化碳/吨 (估计值, 数值随废弃量而变化)

来源：Forests.AI 基于燃油价格、平均含水量和锅炉效率假设进行的平均估算。成本和二氧化碳排放量仅为指示性数字，实际数值依具体工厂参数而定。

选择燃料时需要考虑的参数：

热值：每单位质量燃料所释放的热量，通常以千焦每千克 (kJ/kg) 为单位。热值越高，每单位质量提供的热能也就越多。

含水量：燃料所含水量会显著降低其热值，因为在燃烧过程中水需要能量才能蒸发。

灰分含量：燃烧后留下的不燃性残渣会影响锅炉运转，导致维护需求增加，同时还会影响锅炉的性能。

燃料利用率和成本：与全球市场价格和全国或地区需求有关。某些价格可能大幅波动，特别是对季节性生物质资源需求强劲的情况下。

可持续性：排放量由燃料类型及处理方式决定。为确保其可持续性，将来对适当生物质可追溯性和认证的要求越来越高

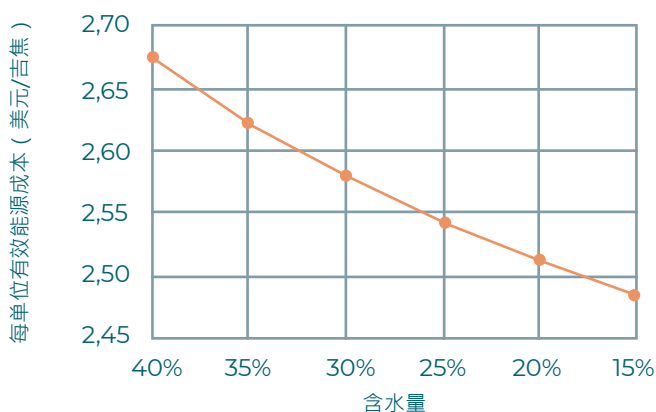
1. 生物质干燥和加工



在装入锅炉前，对木材进行干燥并调整尺寸可降低 10% 的燃料成本

- 木材含水量可超 40%，木材越干燥，蒸汽成本就越低，如下图所示。
 - 应实施先进先出 (FIFO) 库存管理，确保木材正常循环、避免淋雨。
- 原木越小、燃烧越充分，能最大限度地减少污染物的产生、最大限度地提高能源效率。

不同木材干燥度的蒸汽成本



来源：Forests.AI 以 15 美元/立方米的价格计算含水量下人工林木材的成本。

维护



调整



优化



投资



劳动时间



节约



2. 维护加工



合适的锅炉和蒸汽系统

维护是降低燃油消耗性价比最高的方式之一。

主要干预措施包括：

- 维护蒸汽疏水阀
- 管道和锅炉保温
- 预防蒸汽泄漏
- 定期清洁锅炉
- 控制锅炉炉身温度
- 给水处理

如需了解更多关于上述主题的信息，请参阅“锅炉和蒸汽系统技术简介”。

3. 使用链条锅炉处理低品位生物质残渣 -



链条锅炉为使用多种生物质来源提供了有效解决方案，可实现多燃料策略

适用于蒸汽需求量中等（每小时蒸汽量 (TPH) 为 1 至 10 吨）的工厂。

- 该链条锅炉允许使用灰分含量较高的生物质，例如稻壳煤球或较小的颗粒和木屑。
- 它可以解决与使用低等级原木相关的运行因素，例如与林木相比，腰果木的等级较低。
- 它可以减少近 50% 的木材消耗，从而降低由生物质燃料成本增加带来的影响。





4.使用流化床锅炉处理零散的生物质

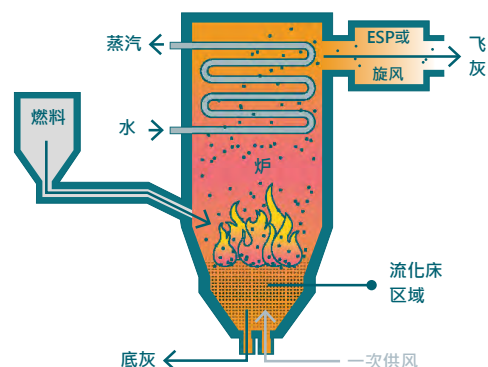


流化床锅炉能高效利用低品位生物质。

为有巨大蒸汽需求量（高于 10 TPH）的工厂提供了具有吸引力的解决方案。

可使用的生物质种类繁多，包括木柴、腰果壳、木屑、零散的锯屑和零散的稻壳等燃料以及某些类型的城市垃圾。

因其用途广泛，不仅降低了燃料成本，还有助于通过多元化来源调节生物质燃料的价格波动。



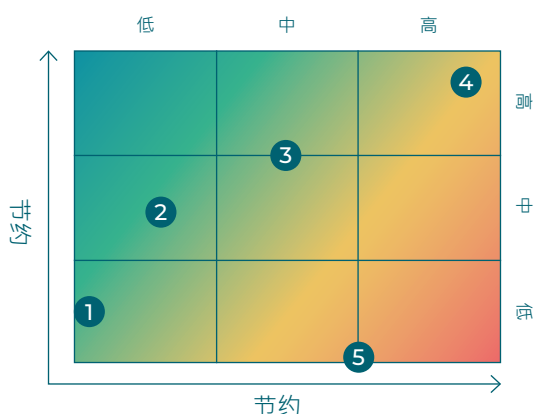
5.分散式电锅炉



仅当分散式电锅炉供电来源为零碳能源时，才能将其视为可再生蒸汽来源。

- 分散式电锅炉与熨烫台距离较近，能最大限度地减少蒸汽损失，并且能按需轻松开关，以此达到节能目的。
- 但投资和运营成本仍然较高，采用该方法进行蒸汽生产相对比较昂贵。
- 对再生能源发电的大量额外投资需被视为使用可再生能源。事实上，2021 年柬埔寨的电网电力结构中化石燃料的占比仍达 42%（来源：EAC）且未来几年这一数值可能有所增长。对于蒸汽需求量较小的工厂，可采用电锅炉，避免因使用锅炉系统带来的运营成本。

总结 & 建议



- 1 生物质干燥和加工
- 2 锅炉和蒸汽系统维护
- 3 使用链条锅炉处理生物质残渣
- 4 使用流化床锅炉处理生物质及废弃物
- 5 分散式电锅炉弃物

哪种蒸汽需求适用哪种情形？

蒸汽需求量一般



1

2

3

蒸汽需求量较大



1

2

4

蒸汽需求量较小



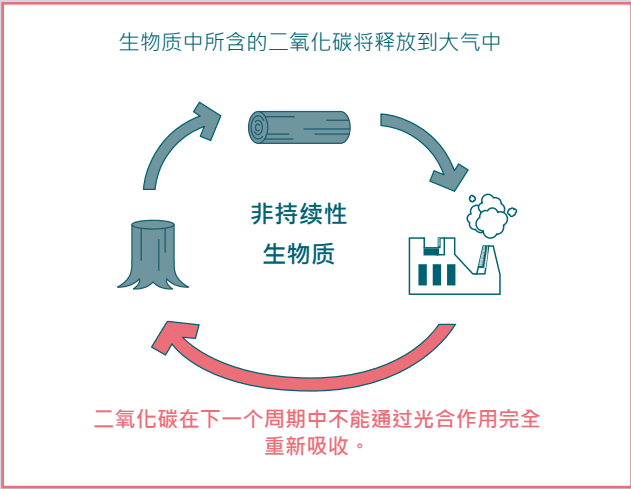
5

可持续性

如果生物质储量和所有二氧化碳能够在合理的时间内还原且长期保持生态系统稳定，那么可以将生物质视为是可持续生物质，甚至在某些情况下能够达到碳中和。



目前，工厂仍普遍使用非持续性木材，这使得品牌方面临着较大的森林砍伐和非法砍伐风险。
使用非林木和农业废弃物能显著降低上述风险。



使用工厂环境模块 (HIGG FEM) 4.0 版本评估生物质能
根据工厂环境模块 (HIGG FEM) 4.0 版本评估，仅经认证（例如森林管理委员会 (FSC)、森林认证体系认可计划 (PEFC)、国际可持续发展和碳认证 (ISCC)、可持续生物质计划 (SBP) 等）的生物质将被视为可再生能源。

空气污染

所有燃烧过程均会排放有害污染物，这会给工厂员工及周边人群带来一定风险。

燃料	有害成分	主要原因	风险	预防措施
所有燃料 (木材、稻壳、柴油、液化石油气、重燃料油等)	一氧化碳 (CO)，无色无味气体。	不完全燃烧 (燃烧过程中氧气供给不足)	直接暴露于一氧化碳会出现头晕、迷糊、意识不清等症状，甚至造成死亡。	- 避免过量放油 - 使用小直径木材 - 定期清洁锅炉，确保气流分布良好 - 确保锅炉室内通风良好
稻壳	晶态二氧化硅，空气中的细尘。	高温燃烧 > 780°C	肺癌和矽肺。	- 有效控制温度，避免达到高温阈值 - 使用旋风式空气污染控制装置 - 员工佩戴呼吸防护设备
织物废料 (其他燃料也会排放二恶英，但织物废料的危险最大)	二恶英是一种持久存在于环境中的微粒，可通过空气传播。	塑料材料和合成纤维织物在低温下的不完全燃烧	直接接触和在食物链中积累会导致癌症、生殖问题和免疫系统损伤。	- 使用专为织物废料设计的现代焚化炉，并遵循制造商的建议。 - 避免焚烧塑料垃圾。 - 保持适当的压力和最低温度。 - 维护空气污染控制装置并安全处理灰烬。

总之，大多数空气污染源能通过遵循最佳实践、实施维护计划及使用现代高效科技予以解决。此举还有利于降低运营成本、提高安全性。

在蒸汽生产中可持续利用生物质的渐进式方法



01. 生物质供应商尽职调查

在选择生物质供应商时进行适当的尽职调查至关重要。

- 生物质不应来自于非法采伐或森林砍伐作业，且种植时应采取可持续性森林管理措施。
- 工厂应向供应商清楚地表达对木材种类、含水量及尺寸的要求。
- 选择经认证的供应商有助于使该工厂被认为正在使用可再生能源。这些工厂将遵守品牌方要求和 HIGG FEM 更新指南。



02. 运输和加工

生物质在运输和加工过程会排放出大量的温室气体，因此在选择燃料时，应将其纳入分析考虑范围。

降低温室气体 (GHG) 排放时，应优先考虑当地生物质来源和使用可再生能源进行的加工方式。



03. 生物质干燥和加工

优化能源效率必须对生物质进行适当干燥。

- 干燥事宜可与供应商协商，以避免过度占用工厂储存空间。
- 生物质交付后应储存于遮蔽区，在避免淋雨的同时保证使用质量。
- 为提高效率、减轻空气污染，应重新调整原木大小，确保完全燃烧。



04. 监控燃油消耗

持续监控蒸汽系统对及时识别和解决损耗或效率低下的问题至关重要。应遵循“锅炉和蒸汽系统技术简介”中所述程序，确保系统以巅峰效能运行、能最大程度降低能源损耗并提高生物质燃料的效率。



多方利益相关者就实现可持续生物质供应链展开合作

实现可持续生物质供应链需要各品牌方、各工厂和各供应商的通力合作。

清晰明确的生物质采购指南是制定长期可持续性生物质解决方案（投资新锅炉和生物质供销协议）的关键环节。

与生物质供应商保持密切联系是确保可持续采购实践以及优化干燥和燃料制备方式实现锅炉高效使用的重要切入点。

最后，提高员工认识对整个工厂有效宣传及良好实施可持续生物质采购和使用程序至关重要。



版本：
2023 年 07 月

作者：
Geres

支持方：



Implemented by



FABRIC Cambodia



翻译
First-Class Solutions Ltd.

感谢 Switch Garment 和 VETHIC 项目的支持让本技术简介得以问世。他们旨在帮扶国内成衣制造企业找到并实施可持续能源措施。

Switch Garment 是由欧盟 SWITCH - 亚洲赠款计划资助、柬埔寨全球绿色增长研究所 (GGGI)、柬埔寨纺织、服装、鞋类和旅行用品协会 (TAFTAC) 和 Geres 联合实施的项目，旨在‘促进柬埔寨制衣业实现可持续发展’（“Switch Garment”）。该项目的目标是通过可持续生产提高柬埔寨制衣业的市场竞争力，从而减少该行业对环境造成的影响。

VETHIC 项目 (2022-2024) 由法国开发署 (AFD) 赞助，旨在利用能源转型改善柬埔寨纺织业的环保成效。该项目由 Geres、TAFTAC、柬埔寨妇女促进和平与发展协会 (CWPD) 和 Live and Learn Cambodia (LLC) 共同实施。

本文件在合作伙伴 GGGI 和 TAFTAC 提供的信息和广泛审查的基础上予以编制。

联系方式



请发送电子邮件至：switchgarment@gggi.org
网站：switch.taftac-cambodia.org

请关注我们的社交媒体：@switchgarment



TAFTAC | 柬埔寨纺织、时装、鞋类 & 旅行商品协会

柬埔寨金边贡武区甘都分区特崩谷村皇家金边经济特区。120906

+855 622 8888
www.taftac-cambodia.org
info@taftac-cambodia.org



Geres | 柬埔寨办公室·金边

金边 81 街与 109 街拐角办公楼 #7B (3 楼)

+855 (0) 16 600 617 /
+855 (0) 78 767 499
www.geres.eu
cambodia@geres.eu



GGGI | 全球环保发展研究所

柬埔寨金边桑园区百色河分区沿百色河路 503 号·技术遗产大楼·环保部

www.gggi.org
cambodia@gggi.org

联系方式 本出版物在欧盟 (EU) 和法国开发署 (AFD) 的财政支持下制作。作者不对其内容负全责，同时，也并不意味着这些内容代表欧盟和法国开发署的观点。