



让我们共同打造气候中和的未来
Building a climate-neutral future together

中瑞零碳建筑项目

技术报告

智能化垂直运输- 高效电梯

中文版



2024年7月



中华人民共和国
住房和城乡建设部



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development
and Cooperation SDC

IBEE 环能科技

intep

skat



让我们共同打造气候中和的未来
Building a climate-neutral future together

本报告系在中瑞零碳建筑项目框架下编制。该项目由瑞士发展与合作署资助，并与中华人民共和国住房和城乡建设部合作实施，旨在推动国际合作与交流。

作者:

Kurt Steiner | 迅达集团 (Schindler Group)

内容贡献与审阅人员:

Intep-Skat 联合团队

中国建筑科学研究院团队

浙江大学建筑设计研究院团队

无锡示范工程项目团队

大连示范工程项目团队

哈尔滨示范工程项目团队

设计与排版:

Intep-Skat 联合团队

intep
skat

引用格式:

Steiner.K. 智能化垂直运输- 高效电梯:《中瑞零碳建筑项目技术报告》[R]. 苏黎世: Intep-Skat, 2024.

中瑞零碳建筑项目是由瑞士发展与合作署资助，并与中华人民共和国住房和城乡建设部合作开展的国际合作项目。该项目旨在通过分享瑞士在可持续及零碳建筑领域的先进经验，推动减少温室气体排放，助力中国建筑行业实现碳中和发展。

项目实施团队:

瑞士茵态 (intep) 综合规划咨询有限公司

瑞士Skat 咨询公司

中国建筑科学研究院

微信公众号:

SinoSwissZEB



网站:

zeb-china.org



封面图片: 迅达集团



目录

1.	中瑞零碳建筑项目背景	2
2.	高效电梯	3
3.	示范工程案例分析	5
4.	总结	7



1. 中瑞零碳建筑项目背景

1.1. 关于中瑞零碳建筑项目

为了共同应对全球气候变化,加强中瑞两国在建筑行业在减排领域的合作,2020年11月24日,中华人民共和国住房和城乡建设部与瑞士联邦外交事务部签署了在建筑节能领域发展合作的谅解备忘录。在此备忘录框架下,瑞士发展合作署(SDC)发起并资助了中瑞零碳建筑项目,旨在通过引入瑞士的经验和技术,支持中国制定零碳建筑技术标准和建筑行业中长期碳减排路线图,并在不同气候区建设零碳建筑示范工程,同时开展多种形式的能力建设活动,最终推动中国建筑行业的碳中和发展。

项目目标

- 将现有建筑能效标准升级至零碳建筑技术标准
- 在中国四个典型气候区实施示范工程,以测试新的零碳建筑标准并寻找优化潜力
- 开展零碳建筑设计能力建设以及相关的知识传播工作

项目起止时间

2021年3月15日至2025年11月30日

项目对气候保护的影响

项目旨在减少建筑领域二氧化碳排放

1.2. 迅达电梯: 介绍与项目贡献

迅达是城市交通解决方案领域的全球领导者,自1874年以来一直致力于创新和客户服务。迅达电梯产品种类齐全,主要包括电梯、自动扶梯和自动人行道、载货电梯和特殊用途电梯。迅达电梯的产品覆盖从低端住宅电梯到高端商用电梯。迅达电梯秉承先进的设计理念,注重安全性、舒适性和节能性。

迅达与中瑞零碳建筑项目团队密切合作,并为选定的部分示范工程的中国规划团队提供建议。迅达致力于通过垂直运输的专业技术,从电梯的角度支持降低中国建筑能耗的重要举措。本手册中对示范工程的投入和分析均基于迅达的经验,并以通用的语言进行转换。

2. 高效电梯

2.1. 概览

大楼电梯的能耗通常远低于供暖、制冷及照明系统，展现出显著的节能优势。然而，随着HVAC（供暖、通风、空调）及照明领域节能技术的飞速发展，垂直运输设备在整体能耗中的占比或将逐渐凸显。鉴于此，采纳完全符合环境友好标准的电梯技术变得至关重要。依据ISO 25745-2标准，电梯应致力于达到A级能效标准，并通过环境产品声明(EPD)详尽评估其整个生命周期内的生态性能，以确保其绿色可持续性。

电梯系统整体设计追求紧凑、轻量化与耐用性，同时优化材料使用以减少资源消耗。系统内众多组件配备ECO或待机模式，能有效降低高达40%的能耗。无齿轮设备以其无需润滑油即可实现平稳运行的特点，成为节能的一大亮点。再生变频器技术则能将制动时产生的能量回馈电网，为未来电梯运行提供动力，这些均为能源优化的关键要素。电梯启动过程平稳无峰值电流，迅速进入低能耗状态，进一步提升了能效表现。

曳引介质的多样性（如钢丝绳、皮带等）为能源使用效率与设备寿命提供了更多优化可能。先进的定位技术减少了不必要的系统复位，控制系统智能地将轿厢照明与通风设备调至待机模式，以节约能耗。智能操作、下行集控与选择性集控策略共同作用于提升乘客运输效率。此外，轿厢内照明与指示系统广泛采用LED技术，不仅寿命较传统灯具延长20倍，还显著降低了能耗。车门驱动装置的待机模式设计兼顾了安全与节能需求，轻质内饰材料的应用则进一步提升了运行效率，降低了能耗。

再生式驱动装置能够利用建筑物电网中的能量驱动电梯运行，实现了能源的循环利用。无论是有齿轮还是无齿轮曳引设备，均提供了节能选择。这些技术不仅减少了客户的电费支出，还因发热量的大幅降低（最多可减少50%）而减轻了电梯机房的冷却负担。此外，这些环保举措还可能助力客户获得政府资助、公用事业项目返利及绿色建筑认证积分，进一步体现了其经济与环境双重效益。

2.2. ISO 25745 (GB/T 30559)

电梯能效的计算与分类严格遵循国际标准体系，特别是ISO 25745系列标准，它们为不同领域的能效

评估提供了明确指导。具体对应关系如下：

- ISO 25745-1:2023对应GB/T 30559.1-2014，主要聚焦于能源测量与验证的通用原则和方法
- ISO 25745-2:2015对应GB/T 30559.2-2017，专注于电梯（升降机）的能耗计算与分类
- 最新修正案ISO 25745-2:2015/Amd 1:2023，引入了“快速通道区域”（Express zones）的新内容
- ISO 25745-3:2015 对应 GB/T 30559.3-2017，则专注于自动扶梯和自动人行道的能耗计算与分类

在定义电梯、自动扶梯及自动人行道的能源分类时，聚焦于单台设备的评估，旨在通过标准化的方法比较相同或相似应用场景下的能源性能，并据此估算其年能耗。此评估范围明确涵盖了设备预期及安全使用所必需的所有组件，而不包括额外的客户定制组件（如空调、闭路电视、信息屏、空气净化器等），这些组件在估算年度总能耗时需单独考虑，因其可能全天候运行而对能耗产生显著影响。

应用领域及使用类别的差异会直接影响设备的能效等级及预计能耗水平。能源优化的策略应依据具体的应用场景和使用强度来定制：对于以行驶为主的应用，应关注驱动系统的效率与运动质量的提升；而对于静态时间较长的应用，则应重视永久运行部件的效率、待机/睡眠模式的优化以及适时调整关闭策略。

此外，还需注意设备设计的细节，如轿厢尺寸与载荷的合理性、轿厢内部装饰重量（即移动质量）的控制、可选设备的必要性评估，以及安装质量对运行摩擦的影响，这些因素均对能效有不可忽视的作用。

值得注意的是，ISO 25745-2标准在评估电梯能源性能时，并未纳入电梯群组调度的影响。实际上，通过设计高效的电梯群组及智能交通控制系统，尤其是在低使用率时段或周末关闭部分电梯，可额外节省高达40%的能耗成本，这为进一步提升能源效率提供了重要途径。



让我们共同打造气候中和的未来
Building a climate-neutral future together



图2 规划阶段效果图, 1#楼(红圈标注) (图片来源:无锡示范工程)

3. 示范工程案例分析

本节深入探讨了三个标志性示范工程, 这些项目均展现出较高的预估能耗分析。这些关键输入数据由示范工程分享, 由迅达公司参考其在类似项目与应用领域的丰富经验进行了详尽的分析与评估。

3.1. 无锡示范工程

3.1.1. 基本概况

- 地点: 江苏省无锡市
- 气候区: 夏热冬冷
- 建筑总面积 1#楼: 14,900 平方米(地上 3 层, 地下 1 层)
- 功能: 混合办公、会议、展览、教育等

3.1.2. 数据输入

1号电梯: 作为单梯配置, 可能专用于贵宾服务, 拥有11.9米的运行高度及3个停靠站。

2号电梯: 设计为单人使用, 可能服务于特定区域, 其运行高度为6米, 设有2个停靠站。

3号与4号电梯: 均为复式电梯, 面向公共人员运输, 共享11.9米的运行高度及3个停靠站, 满足大容量乘客需求。

5号电梯: 同样为复式电梯, 但兼具服务与人员运输功能, 运行高度为6米, 设有2个停靠站。

6号电梯: 独特的双层电梯设计, 融合了服务与人员运输的双重功能, 运行高度达11.9米, 设有3个停靠站。

7号与8号自动扶梯: 配备双工电子调速器, 一台上行一台下行, 垂直跨越6米, 倾角设置为35°, 梯级宽度1米, 水平延伸距离长达13,378米, 确保乘客顺畅通行。

项目组综合评估后, 预计这六部电梯(不含自动扶梯)的年度总能耗约为16,502千瓦时。

3.1.3. 数据分析

- 电梯性能参数: 针对载重范围在1,000至1,350公斤(其中1,250公斤较为罕见)的电梯, 设定速度为1.0米/秒, 平均每日停站次数预估为4至6次(基于图像分析), 且每日运行时间根据经验判断, 适合

设定为0.5小时, 以触发约125次运行提示。

- 能耗估算: 在此设定下, 单台电梯的年耗电量预计为730至850千瓦时。若考虑部署6台电梯, 则整体年耗电量将达到4,380至5,100千瓦时, 这一数值相较于项目团队的估算结果, 显示出显著的节能效果, 差距高达3至4倍。
- 估算依据: 迅达公司的估算严格依据类似应用场景的国际标准化组织(ISO)规定进行, 对于不在ISO计算框架内的因素, 迅达未纳入计算范围, 以确保估算的准确性和可比性。
- 节能潜力: 值得注意的是, 通过优化电梯使用情况、合理布局电梯群组, 并结合智能电梯群控制器/交通管理系统的应用, 有望进一步减少能耗, 潜在节能率可达30%。
- 自动扶梯能耗: 在最高能耗等级下, 每台自动扶梯的年耗电量预计约为3,435千瓦时, 这一数据在制定整体能耗管理策略时同样需纳入综合考虑。

3.1.4. 经验建议

在无锡示范工程这类公共建筑的能效优化过程中, 建筑的布局与电梯设备的设计布局显得尤为关键。具体而言, 通过在入口大厅的显眼位置设置便捷美观的楼梯, 仅服务于一层间的快速通行, 可有效降低电梯的使用需求, 使其更多聚焦于服务残疾人或材料运输等特定场景, 从而显著降低能耗。

对于服务于多楼层的电梯群组, 建议引入智能电梯群控制器, 以实现对高客流时段运行效率的优化, 同时在低客流时段自动调整至节能模式, 进一步减少能耗。

在选购电梯与自动扶梯时, 应始终优先考虑能效等级最高的产品, 尽管初期投资可能略有增加, 但长期来看, 这部分额外成本将通过能耗的显著降低而在数年内得到回报。

此外, 电梯轿厢的内部装饰也需精心挑选, 力求在保证功能性与美观性的同时, 严格控制装饰材料的重量, 因为每一公斤的额外重量都将在电梯的整个使用寿命中持续影响能耗。

针对混合用途大楼这类特殊场景, 建议在项目初期即进行以能源优化为核心的交通流量模拟, 这不仅能够为建筑设计提供科学依据, 还是一项极具前瞻性的投资, 有助于在未来实现更高效的能源管理和更低的运营成本。



3.2. 大连示范工程

*该建筑未能实施

3.2.1. 基本概况

- 地点:辽宁省大连市
- 气候区:寒冷
- 总建筑面积:160,000平方米(1#-135号楼示例:3,931平方米),参考能耗面积86,050平方米(根据1#-135号楼的比例)。
- 功能:住宅

3.2.2. 数据输入

每栋住宅楼设定电梯配置为单部电梯,其载重能力为1,000公斤,运行速度为1.0米/秒,设有7个停靠站,并覆盖22米的运行高度。

3.2.3. 数据分析

基于过往类似应用案例的统计分析,迅达预估该配置电梯的年能耗范围在700至800千瓦时之间。迅达的这一估算严格遵循国际标准化组织(ISO)的相关规定,对于不在ISO计算标准范畴内的因素,该分析未纳入计算,以确保估算结果的准确性和可比性。

3.2.4. 经验建议

在电梯采购与配置过程中,强烈建议始终优先选择能效等级最高的产品。尽管初期投资可能会因此略有增加,但考虑到电梯在整个使用寿命周期内的持续运行,这部分额外成本将在未来几年内通过显著的能

耗节省得以回收。

此外,电梯轿厢的内部装饰也需精心挑选,不仅要考虑美观与实用性,更要严格控制装饰材料的重量。因为每增加一公斤的额外重量,都将在电梯的每一次升降过程中消耗额外的能源,这对长期运行成本有着不可忽视的影响。因此,在装饰设计上应充分权衡美观与能效,力求达到最佳平衡。

3.3. 哈尔滨示范工程

哈尔滨示范工程是一个翻新项目,中瑞零碳建筑项目团队对单部电梯的能耗估算参考了现有旧设备的实际性能数据。

3.3.1. 基本概况

- 地点:黑龙江省哈尔滨市
- 气候区:严寒
- 建筑总面积:8,610平方米(地上7层,地下1层)
- 功能:办公

3.3.2. 数据输入

- 每栋住宅楼一部电梯,载重1,350公斤,速度1.75米/秒,停靠8站。
- 中瑞零碳建筑项目团队基于特定条件对单部电梯的年能耗进行了初步估算,结果为15,019千瓦时。

3.3.3. 数据分析

- 为了更全面地评估该电梯配置的能耗表现,迅达参考了类似应用场景下的年能耗数据,范围大致在1,400至2,700千瓦时之间。
- 迅达公司的估算则进一步依托了这些类似应用案例,并严格遵循国际标准化组织(ISO)的相关规定,对于不在ISO计算框架内的因素进行了合理排除,以确保估算结果的准确性和可比性。

3.3.4. 经验建议

本次数据分析深刻阐明了电梯现代化改造的潜在价值。新型现代化电梯不仅技术先进,其能耗系数也显著降低,有助于实现更高效的能源利用。然而,在决定是否进行全部更换或部分更新时,还需综合考虑电梯的总体运行状况、备件供应情况、改造成本与效益等多方面因素,以做出最为科学合理的决策。



图3 规划阶段效果图(图片来源:大连示范工程)

4. 总结

迅达对示范工程的深入剖析表面了在中国新建以及既有建筑中优化电梯系统所蕴含的巨大节能潜力。尽管中瑞零碳建筑项目团队的能耗估算趋于保守,但也涵盖了国际标准化组织 (ISO) 未纳入计算的特定因素。

针对单梯建筑场景,能效等级成为选择电梯与自动扶梯时的核心评判标准。所有供应商,无论是提供A级电梯还是A+++级自动扶梯,均应严格遵循ISO标准,精确计算并验证其产品的年能耗表现,以确保在同等使用条件下,各品牌之间的能耗数据具备直接可比性。值得注意的是,初期为提升能效而追加的少量投资,将在短期内通过显著的能耗节省得以迅速回收。对于功能复杂、用途多样的建筑而言,交通模拟技术成为优化电梯与自动扶梯布局不可或缺的关键手段。同时,建筑的总体布局与垂直运输设备的精确位置亦至关重要。通过在大堂显著位置设置既美观又便捷的楼梯,可有效引导一层楼内的交通流向,显著降低电梯的使用频率,从而进一步节约能源。在银行等大型建筑内,智能电梯群控系统与目的地选层功能的协同应用被强烈推荐。这一组合策略能够实现电梯资源

的优化配置,确保在高峰时段提供高效服务,同时在低峰时段自动调整至节能模式,有效减少能耗。

在技术应用层面,再生式逆变器、永磁电机、LED轿厢照明以及先进的信息显示屏等先进技术已成为标配,但在具体采购过程中,仍需细致比较各供应商的报价与性能,以追求最佳的性价比。此外,电梯轿厢的内部装饰亦需严格控制重量,因为每增加的一公斤负载都将在整个电梯生命周期内持续增加能耗负担。

值得特别关注的是,除了电梯与自动扶梯在使用阶段的能效表现外,其内含碳的排放量同样不容忽视,这一指标对环境具有深远的影响。环境产品声明作为一种详实且透明的记录工具,经第三方验证后,为全面评估产品全生命周期内的环境影响提供了强有力的支持。

最后,随着暖通空调、照明系统等建筑内其他能耗组件效率的持续提升,垂直运输设备在建筑总能耗中的占比或将相对增加。因此,持续优化电梯系统的能效表现,不仅是提升建筑整体能效的关键一环,更是推动建筑领域实现绿色可持续发展的重要途径。



图4 改造后的建筑外观 (图片来源:哈尔滨示范工程)



让我们共同打造气候中和的未来
Building a climate-neutral future together



中华人民共和国
住房和城乡建设部



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development
and Cooperation SDC

IBEE 环能科技

intep

skat