

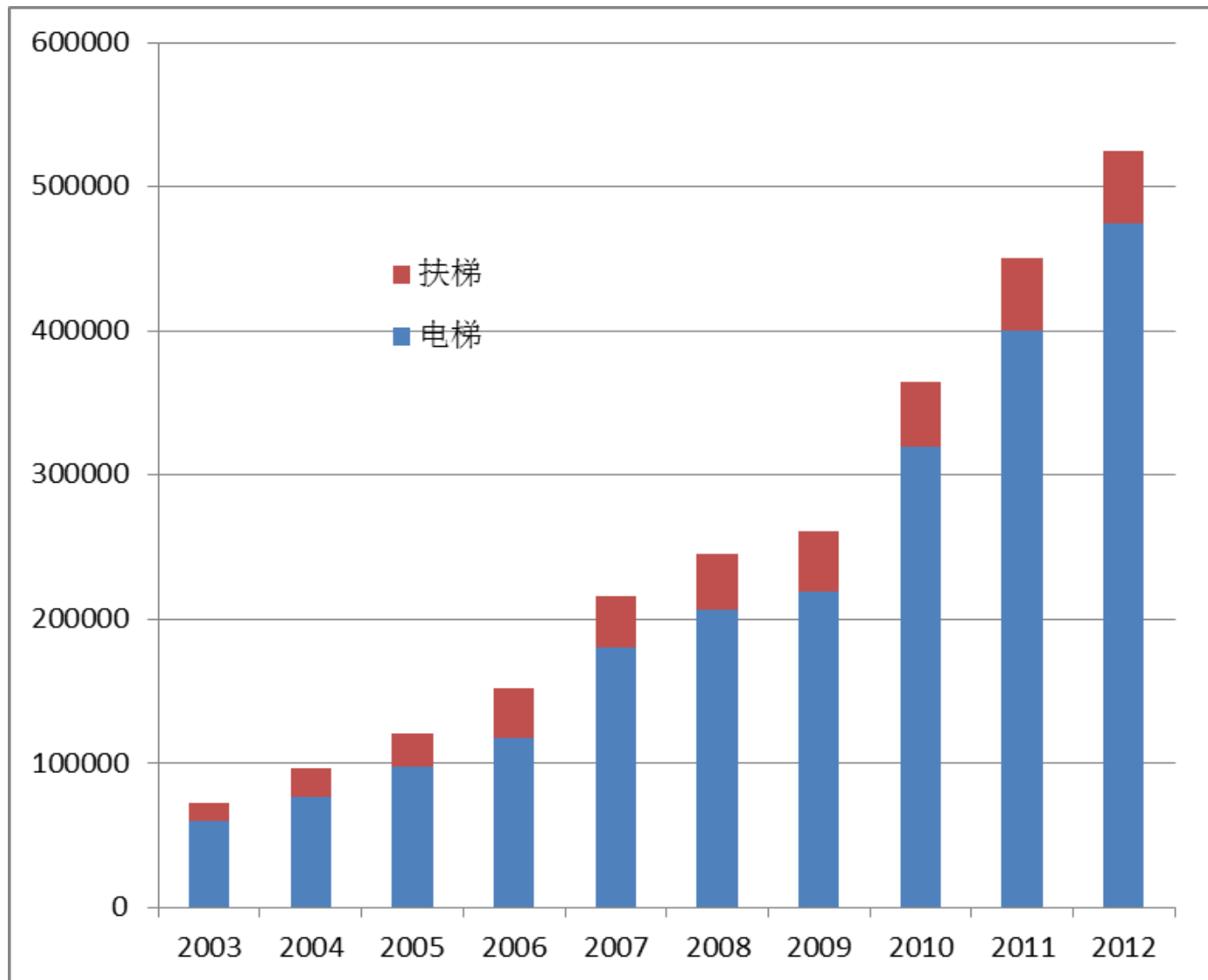


电梯行业发展与节能环保

中国电梯协会 张乐祥

2012. 12. 22

2002-2011电梯和扶梯产量



2012年市场预估及行业概况

- 制造：2011年：45.7万台 2012：预计52.5万台 增长：15%
- 出口：2011：4.78万台；2012：预计5.69万台 增长：19%
 - 1-9月客梯27870台, 增长:27%；扶梯和人行道13300台, 增长:5%
 - 垂直梯出口比例逐步提高, 已占总量68%, 潜力巨大
- 国内发运：2011：41万台 2012：47万台 增长：14.6%
- 保有量：2011：202万台；2012：240万台 增长:19%
- 制造许可企业：456家 安装维保：5867家
- 6项主要部件（曳引机、控制柜、限速器、安全钳、门锁、缓冲器）取得型式试验备案许可的共有155家
- 宏观调控对电梯行业健康可持续发展有利
- 虽然2012年增长速度低了, 但由于稀土、金属价格降低了, 整梯价格保持稳定, 利润增加了很多
- 大企业的增长速度明显高于中小企业, 市场份额扩大
- 新扶梯标准的强制实施

2011年全国房地产开发投资及销售情况

指标	绝对量	同比 (%)	指标	绝对量	同比 (%)
房屋施工面积 (万m ²)	507959	25.3	房屋竣工面积 (万m ²)	89244	13.3
其中：住宅	388439	23.4	其中：住宅	71692	13
办公楼	15950	31.3	办公楼	2179	20
商业营业用房	56278	26.1	商业营业用房	9045	9.2
房屋新开工面 积 (万m ²)	190083	16.2	商品房销售面 积 (万m ²)	109946	4.9
其中：住宅	146035	12.9	其中：住宅	97030	3.9
办公楼	5361	46.2	办公楼	2008	6.2
商业营业用房	20671	18.3	商业营业用房	7878	12.6

中国电梯行业的市场未来

- 市场巨大、城镇化是巨大推动力
 - 房屋施工面积：50M²；年新开工超过10亿M²；
 - 中国的城市化进程至少还需持续15~20年
 - 商业地产；集商业、办公和居住一体的城市综合体兴起
 - 旅游、养老地产；
 - 交通基础设施建设
- 比较研究是最有效的电梯市场研究手段之一
 - 韩国：5,000万人口；文化背景和建筑形式和中国类似电梯保有量47万部；年新装量：2.5万台；世界第4大电梯市场
- 中国保有量有可能达到1000万台规模；
 - 中国人口是韩国27倍；经济高速发展
 - 香港和新加坡作为城市在100人左右有1台电梯
 - 10年后将会形成一个稳定的维保和更新市场
中国电梯使用频率非常高，寿命周期短
- 电梯行业将有一个巨大的市场发展空间

电梯控制技术的发展趋势

- 网络控制和PMSM拖动已经成为电梯的标准配置
- 未来技术发展方向：安全性、可靠性、环保性
 - 电梯控制技术发展趋势和节能环保方向是一致的
 - 基于互联网的远程监视和控制（SCADA）、维修专家系统
 - 物联网
 - 控制和通讯的融合；基站+云；功能安全
 - 功能安全
 - 驱动力：更高级的安全要求；Fly by wire；drive by wire
 - 智能控制：部分故障停梯将会被进入安全运行模式取代
 - 安全网络的应用
 - 井道位置绝对值传感器应用：磁栅尺、绝对值编码器、激光和超声波提高电梯安全性、减少安装和调试工作量
 - 危急情况下电梯逃生技术
未来：当火灾发生时，请使用电梯进行逃生
 - 新型人机界面

电梯驱动技术发展历程

领先技术 (低速梯)

1970s: 液压和双速有齿轮传动

1980s: 液压和有齿轮 “变压变速ACVV”

1990s: 齿轮传动交流 “变频变压变速VVVF”

2000s: 无齿轮 “永磁PMSM+变频变压变速”

领先技术 (高速梯)

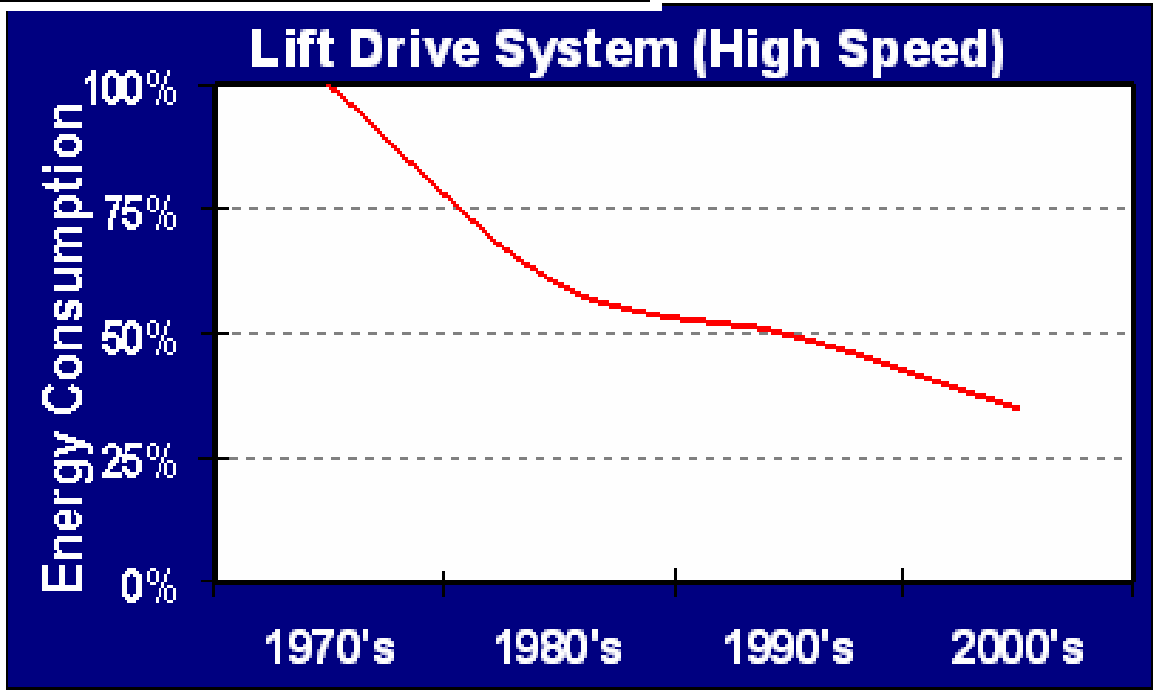
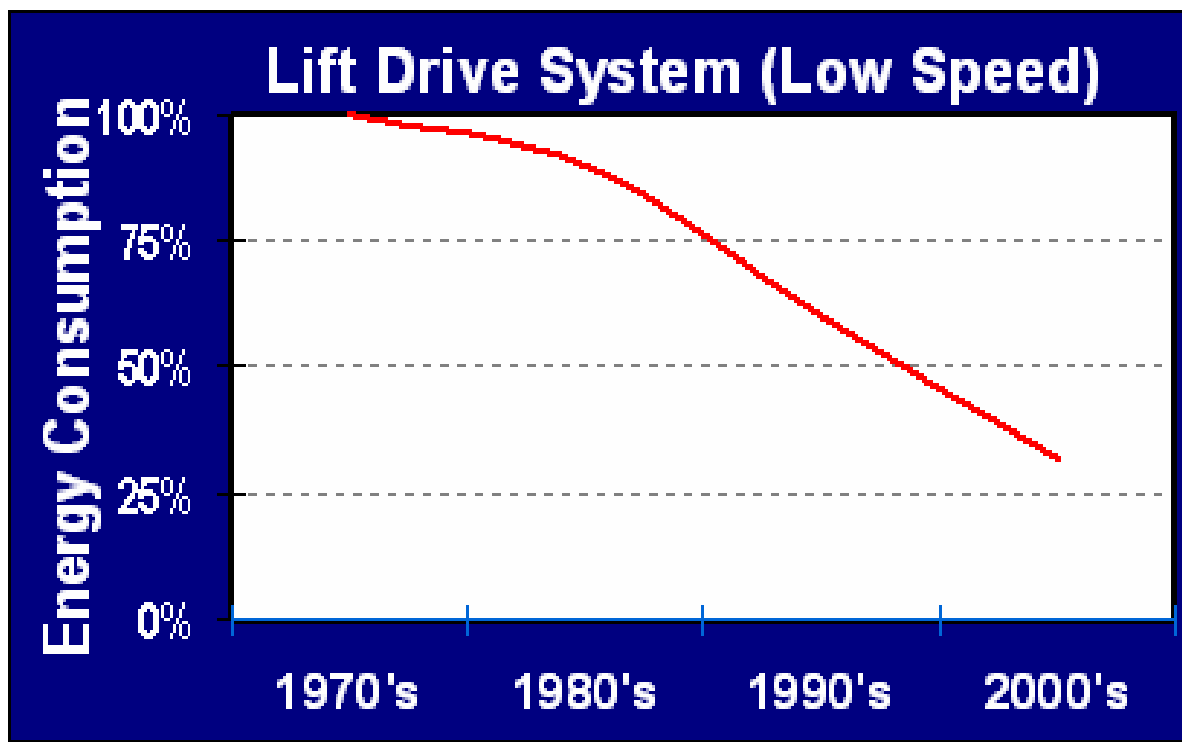
1970s: 带旋转发电机的直流电机

1980s: 带静止变流器的直流电机

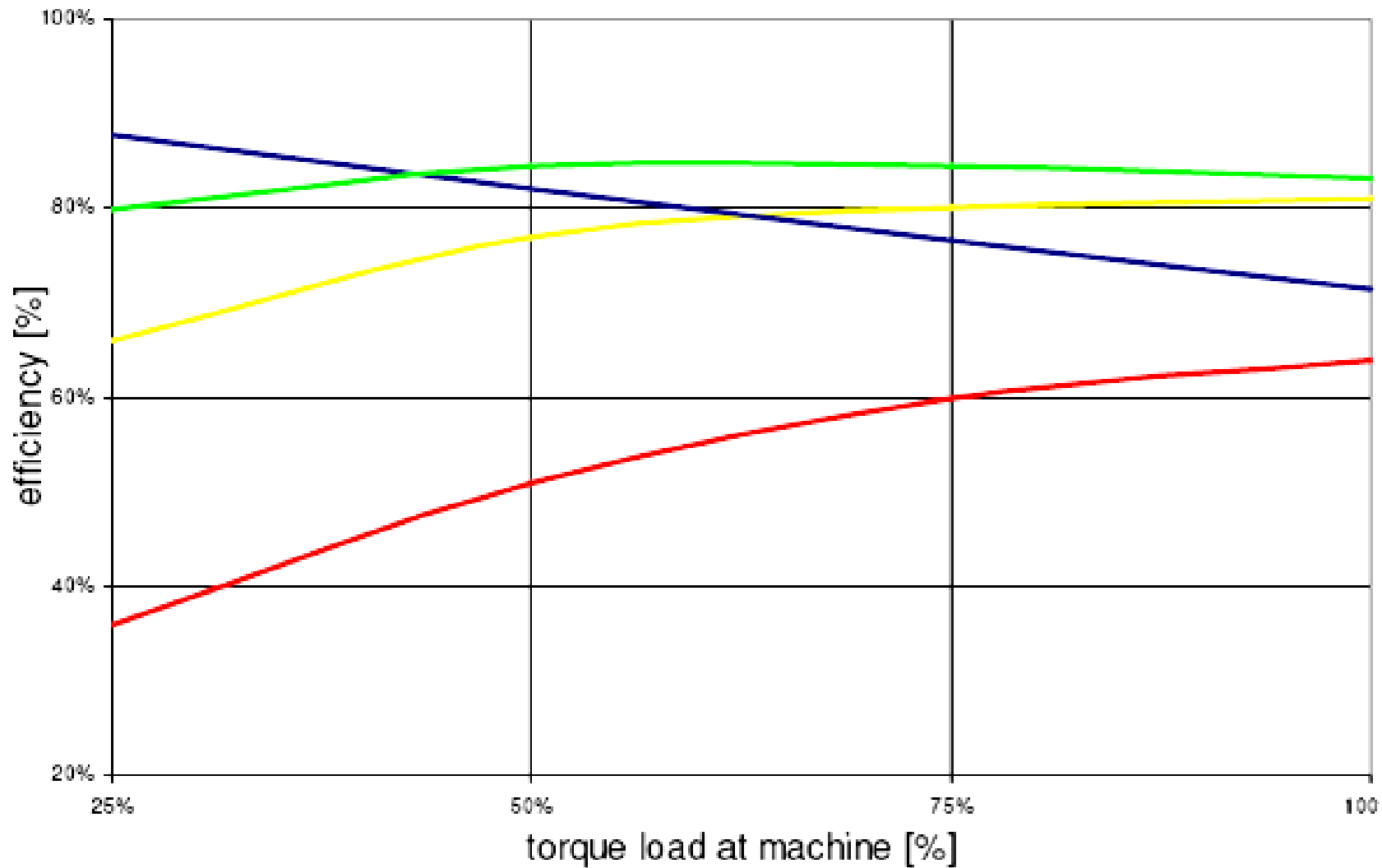
1990s: 交流无齿轮马达 “变频变压变速”

2000s: 无齿轮 “永磁 + 变频变压变速”

电梯能耗



不同类型主机的效率



蜗轮蜗杆

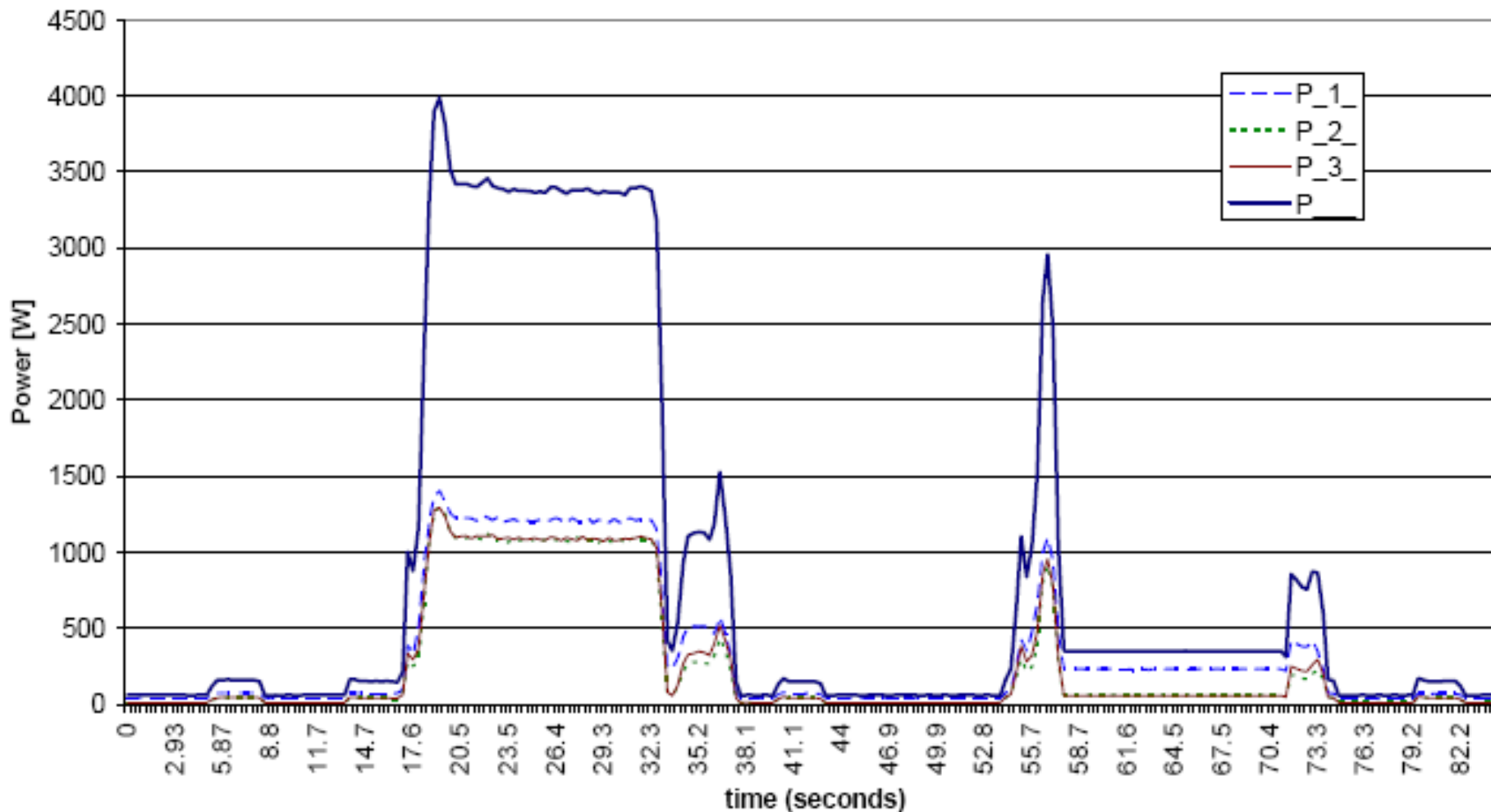
行星传动

外转子无齿轮PMSM

柱形无齿轮PMSM

单运行周期驱动能耗（无能量反馈）

Travel up - down (empty)



空载下行到底层端站—开关门—上行到顶层端站

电梯能耗的因素

- 待机能耗
 - 主要能源消耗
住宅电梯：欧洲：70%；中国：大于50%
 - 和控制驱动系统类型、照明以及通风有关
- 运行能耗
 - 驱动系统形式
 - 轿厢悬挂方式
 - 使用的钢丝绳和导靴
 - 安装质量
 - 受到负载和平衡系数的影响
 - 控制系统交通调度方案
 - 能量回馈

中国电梯能耗现状

- 电梯占建筑物总能耗：2~8%
- 中国的电梯80%以上是近10年安装的
 - 典型配置：永磁同步无齿轮驱动
- 中国所装电梯节能水平和先进国家新装电梯基本一致
- 中国液压电梯装机数量很少，单机能耗总水平低
- 典型曳引电梯能耗：
 - 普通（1t, 1.75m/s）：25~30 Kwh/24h
 - 繁忙（1.25t, 2.5m/s）：35~40 Kwh/24h
 - 再生能源节约：最大30%，投入产出低，效益极差
- 中国政府十分重视节能工作
 - 政策鼓励和资金支持
 - 多个地区出台电梯能耗测试评测标准

电梯能效调研工作

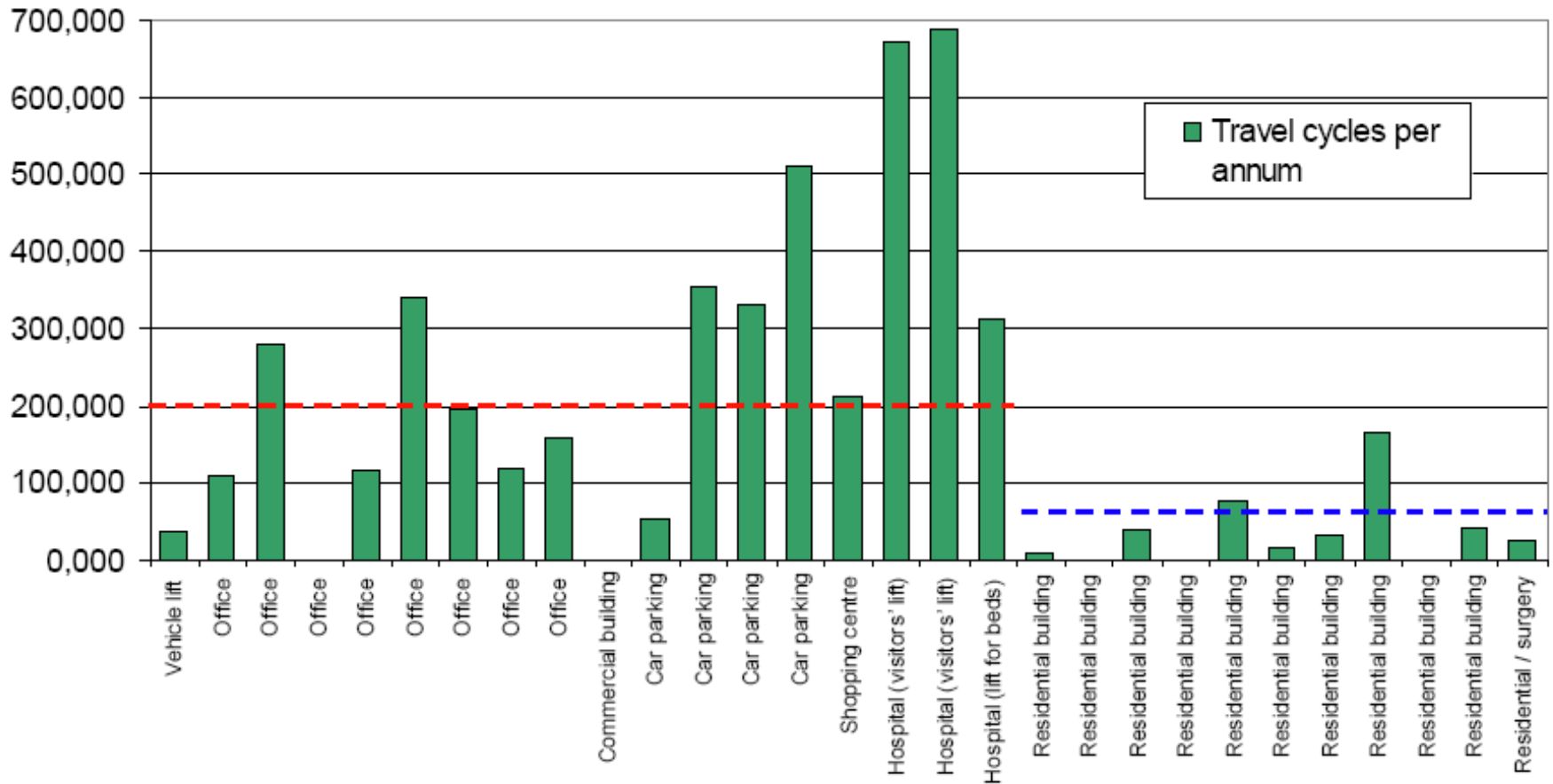
- 建筑物能耗占城市总能耗80%，电梯在建筑物中的消耗比例非常小
- 电梯能耗研究方向
 - 从整个产品周期考虑
 - 减少制造和安装能耗
 - 运行阶段能耗：占总能耗的80%，为主要工作目标
 - 维修和保养
 - 产品拆除和回收能耗
 - 2005年瑞士能效管理局SAFE研究发现
 - 电梯的主要能耗是待机能耗
 - 继电器控制的住宅梯效率最高
 - 带有储能或下拉式油缸的先进液压梯和曳引式电梯能效趋同
 - 对电梯的额定功率没有定义，主机标识功率不能用于比较产品
 - 不同产品的耗能比较十分复杂困难
 - 瑞士的研究成果只能提供研究的方法和思路，结果不一定在中国正确

瑞士电梯能耗研究报告

- 由多个瑞士的能源效率管理机构和迅达参加
- 以33台电梯为样板
 - 驱动：异步机+蜗轮蜗杆与双速/ACVV/VVVF组合、PMSM
 - 液压：中心、侧向直驱/间接
 - 悬吊：中心/偏心、背包架
 - 绕绳比：1:1/2:1
 - 有机房/无机房
- 能耗测试：运行+待机
- 由于单台电梯的负载是随机的，交通模式不同，会导致其能耗有很大的差异。总能耗数据主要是根据建筑物的类型查出参照运行次数和全年运行时间8760h以及电梯类型，通过计算得出全年能耗，为客户电梯选型提供依据

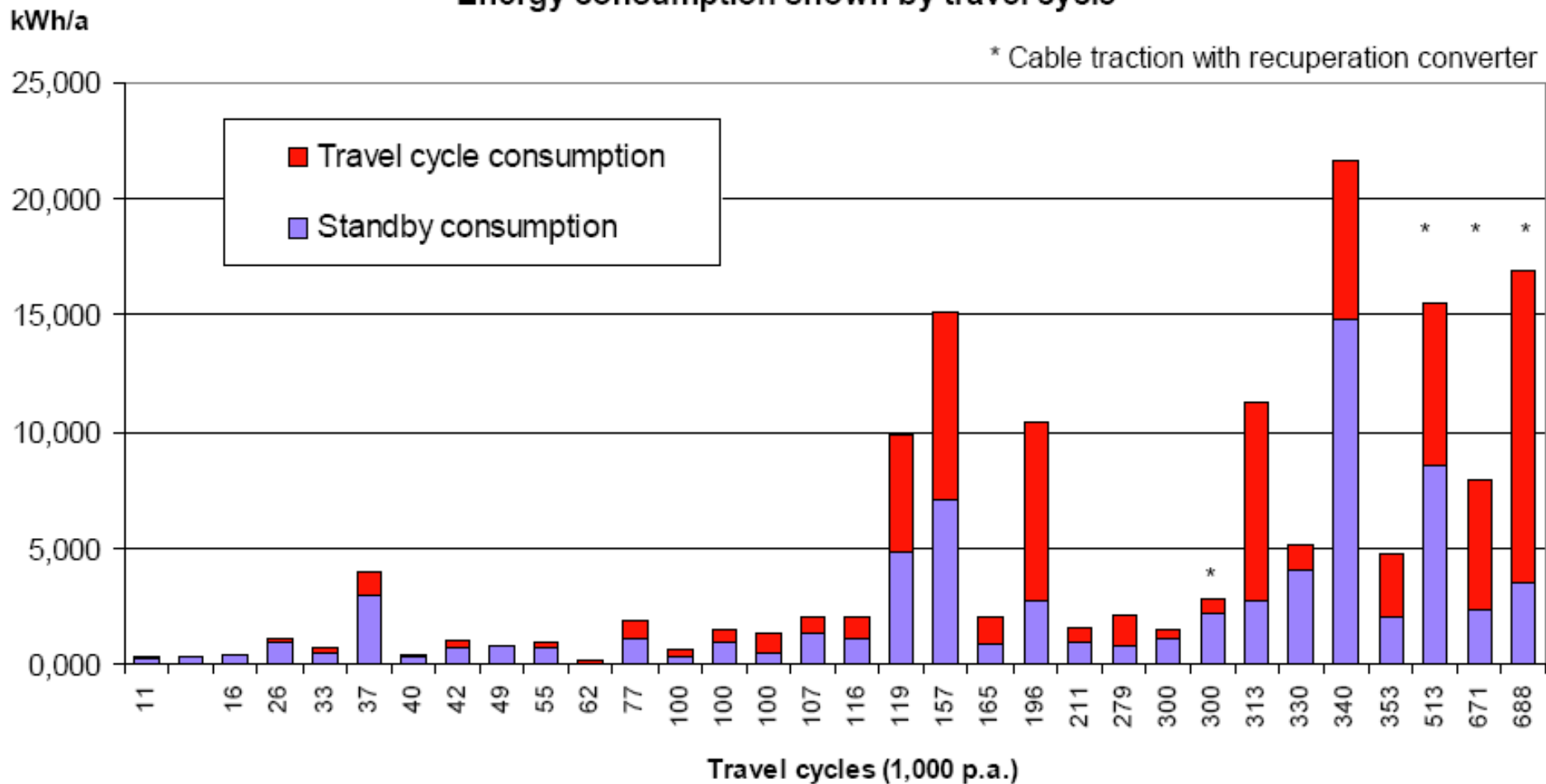
不同建筑物电梯运行次数

No. of travel cycles of measured lifts by type of building/purpose



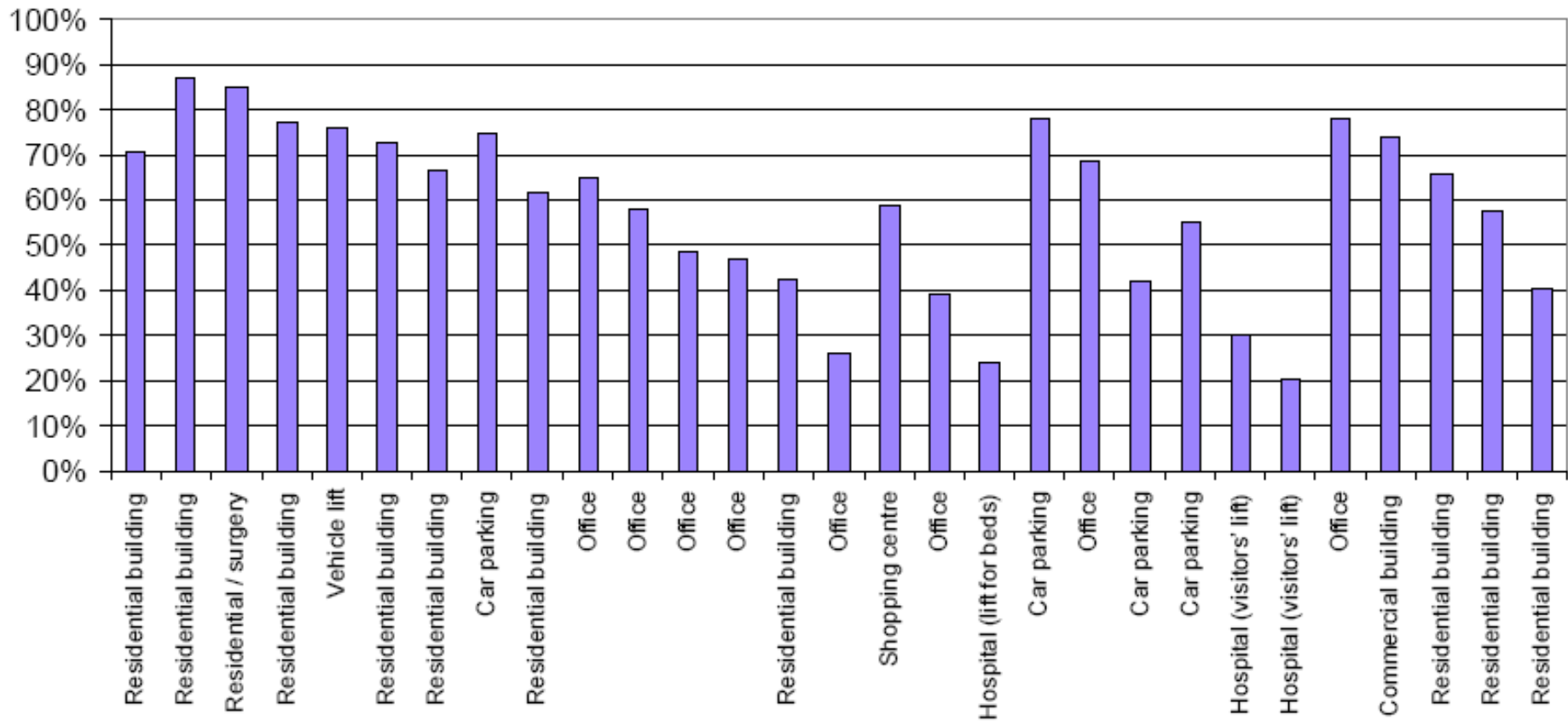
不同建筑物能耗（运行+待机）

Energy consumption shown by travel cycle



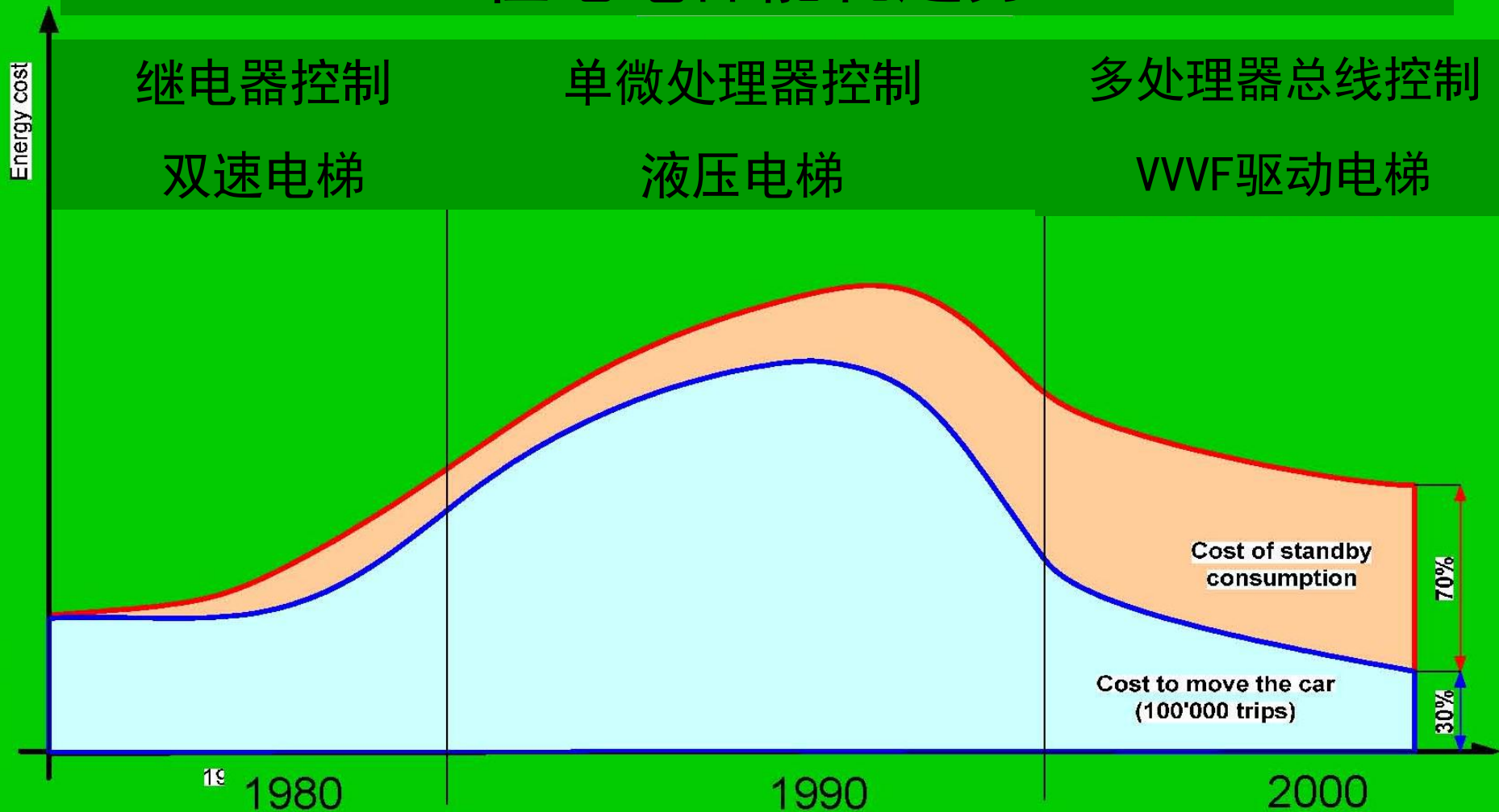
不同类型建筑物待机能耗比例

Proportion of standby to overall energy consumption, by type of building



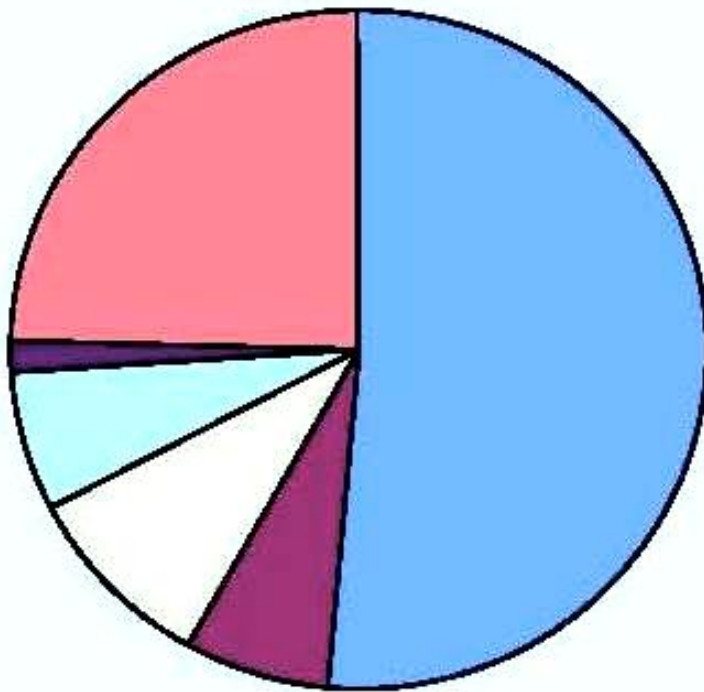
现有电梯能耗分析

住宅电梯能耗趋势



待机能耗（关掉照明）

Composition of standby consumption



- Control device
- Floor display
- Operating console at each floor
- Operating console inside cabin
- Cabin door lighting
- Frequency converter

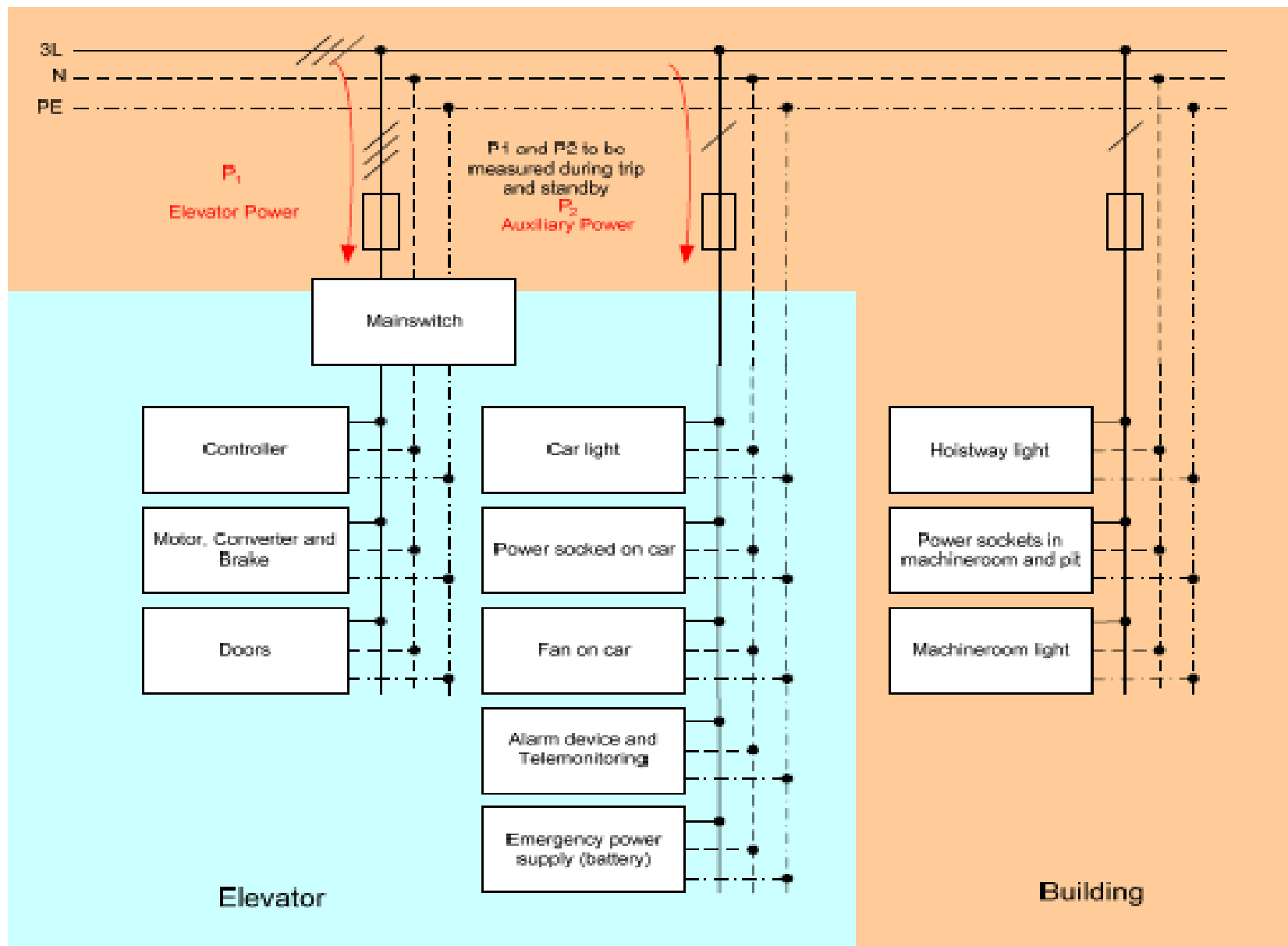
电梯具体节能技术措施

- 降低待机能耗，在系统空闲一段时间后
 - 关闭照明、通风
 - 将照明改为LED等高效照明光源
 - 关闭变频器
 - 将控制系统转为“休眠”状态
 - 关闭开门机马达电源（取消开门机锁闭力）
- 运行能耗
 - 跟随驱动技术发展方向，该方向与节能方向一致
 - 改进马达的结构和用材设计，提高能效
 - 能量回馈
 - 根据实际载荷情况，在25~50%范围内调整平衡系数（需注意核算曳引力，并采取其它技术措施：称重）
 - 制动器电子式驱动
 - 使用滚轮导靴替代滑动导靴
 - 控制系统交通调度方案（目的地派梯控制）
 - 具有能耗意识的电梯选型（速度、加速度、额定载重量）

电梯能耗标准和标识

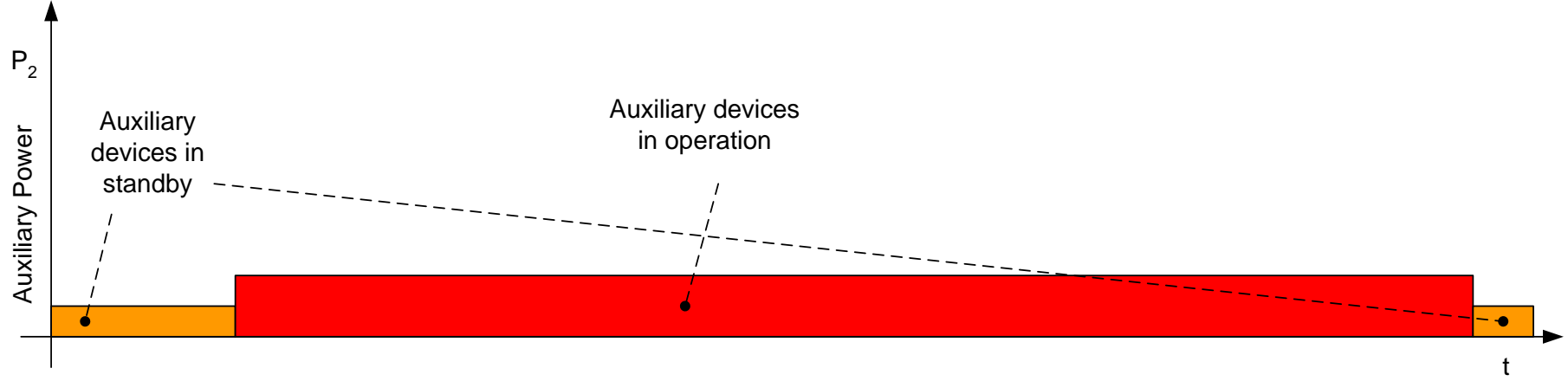
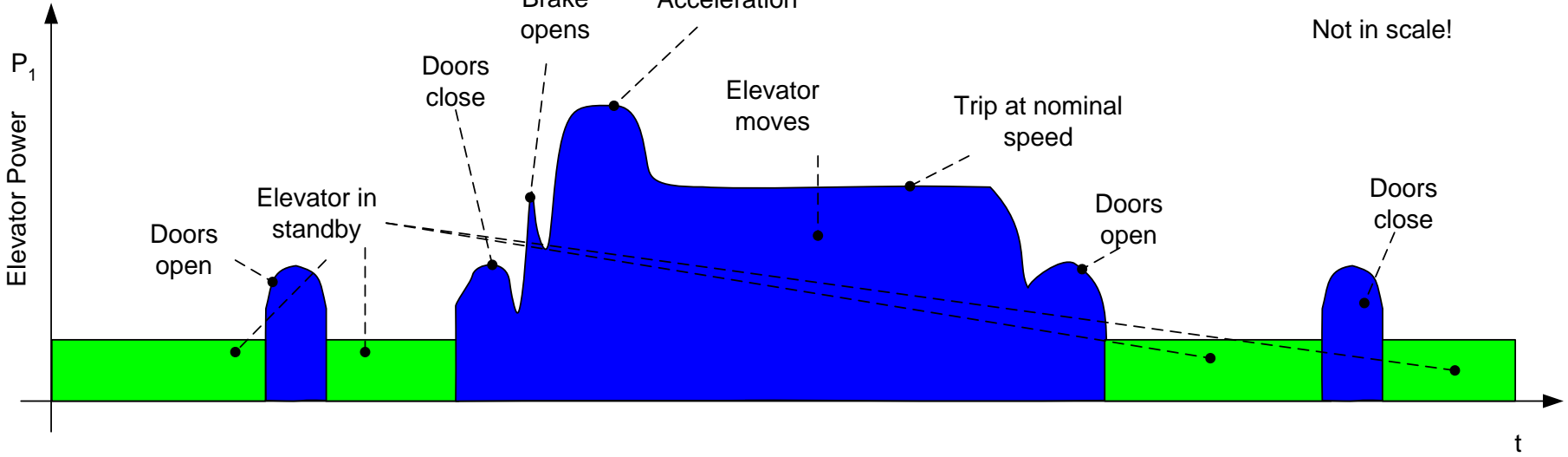
- 节能变成了政治议题
- 配合建筑物能耗评级
 - US EPA/LEED;
 - UK-BREEAM
 - Green Star
 - 电梯的能耗所占建筑物总量很小
还未涉及电梯
- 评价单位的巨大商机和利益驱动
- 电梯能耗标准
 - 香港《升降机及自动扶梯能源效益守则》
 - ISO 25745-1 -2
 - 目的：先入为主，避免国家标准的产生
 - VDI 4707
- 能耗测量评价困难，标识特别困难
- 以技术和部件取代系统进行分级？

电梯电源接线及能耗测量



Energy consume of one trip

Not in scale!



4 Measurements are required:

- and To be measured on 3 phase P_1
- and To be measured 1 phase P_2
- and and Are constant values
- Function depends on time (graph, integral, formula)

电梯能耗测试计算结果

建筑物类型和用途	额定载荷 Kg	速度 m/s	层站数	运行次数	年总能耗 kWh	待机能耗 W	待机能耗所占比例
小型公寓	630	1	6	40,000	950	90	83%
办公室/中型住宅	1,000	1.5	8	200,000	4,350	200	40%
医院/大型办公楼	2,000	2	12	700,000	17,700	500	25%

ISO 25745

- 第一部分ISO 25745-1：电梯能耗测试方法
 - 制定一个统一的测量方法
 - 运行能耗：上下端站运行一个周期的能耗；为至少10个周期的平均值
 - 待机Standby能耗和空闲Idle能耗
 - 提供一个能耗计算工具
 - 验证交付和运行期间的能耗是否和厂家提供的一致性
- 第二部分ISO 25745-2：能耗分级标准
 - 基于建筑物的类型，根据运行时间和待机时间选择机型
 - 为电梯建筑物的电梯选型提供能耗指标

VDI 4707 电梯能耗分级指导书

- 由德国工程师协会根据瑞士的研究制定
- 采用 ISO25745-1 作为能耗测试标准
- 评价采用自己制定的6级彩色能耗标识体系
 - 分运行和待机能耗
 - 以 Wh/kgm 单位为评价标准，首先由香港首先提出

$$E_{sprun} = \frac{E_{rc}}{Q \times S_h}$$

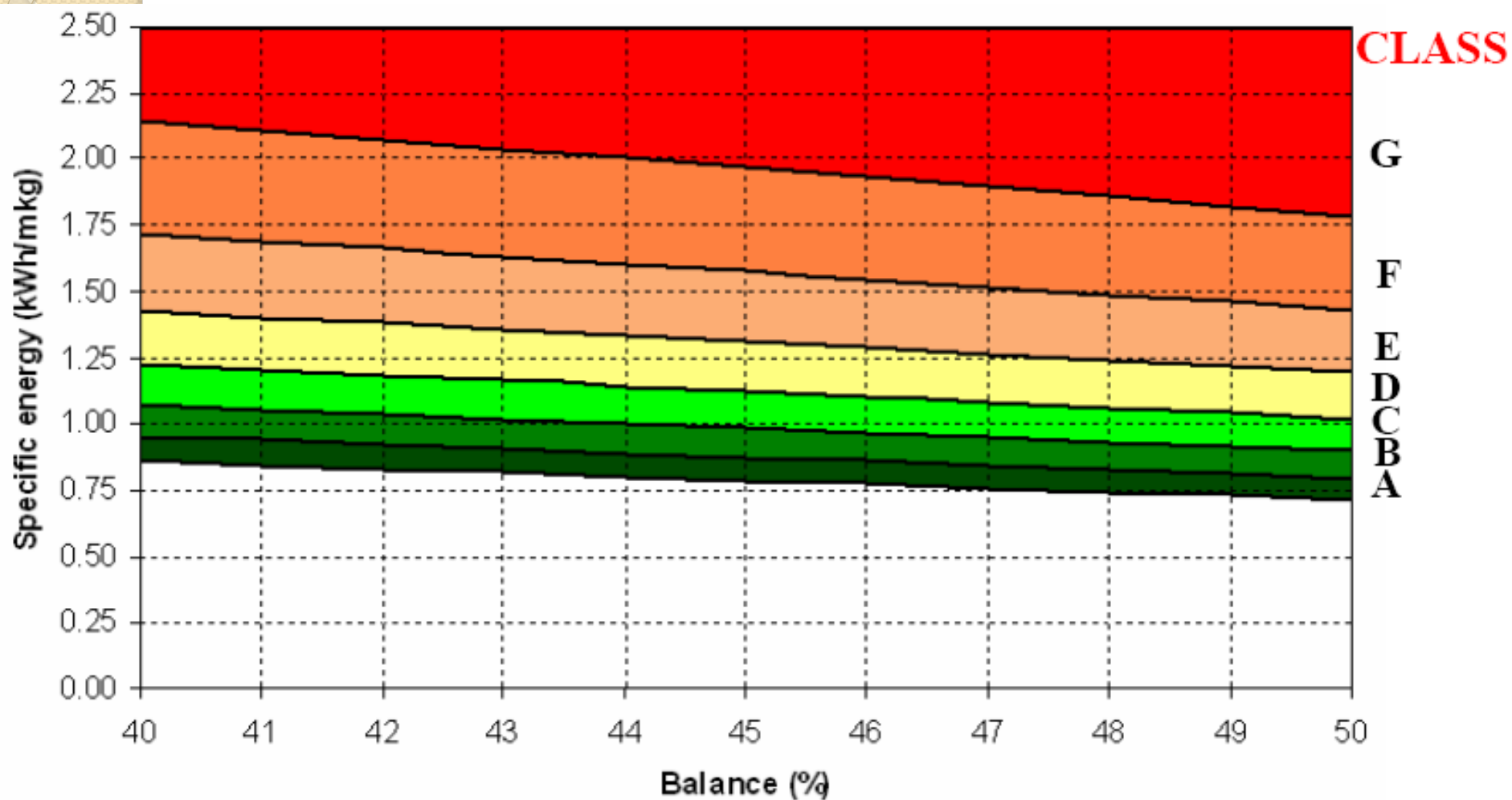
- E_{sprun} : 单一运行周期能耗特征值
 E_{rc} : ISO25745-1 运行周期的能耗
 Q : 额定载荷
 S_h : 2倍的运行高度

运行能效评级

Classification	Running efficiency	Specific Running Energy (50% balancing)	Specific Running Energy (40% balancing)
A	90%	≤ 0.80	≤ 0.96
B	80%	≤ 0.90	≤ 1.08
C	70%	≤ 1.03	≤ 1.23
D	60%	≤ 1.20	≤ 1.43
E	50%	≤ 1.44	≤ 1.72
F	40%	≤ 1.80	≤ 2.15
G	$< 40\%$	> 1.80	> 2.15

Specific energy (mWh/kgm)	≤ 0.80	≤ 0.90	≤ 1.03	≤ 1.20	≤ 1.44	≤ 1.80	> 1.80
Class (for 50% balance)	A	B	C	D	E	F	G

能耗评级标准 (图表)



待机能耗评级

Standby power (W)	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	≤ 1600	> 1600
Class	A	B	C	D	E	F	G

电梯节能技术重点

- 采用高效的永磁同步无齿轮主机
- 能源回馈/共母线技术
- 用滚动导靴替代滑动导靴
- 采用智能群控系统，减少运行次数和平衡负载
- 减少待机能耗
 - 控制系统的休眠和待机技术
 - LED等高效照明光源
 - 在不需要时，关闭照明和通风设备
- 减少系统转动惯量
- 根据实际交通情况调整平衡系数
- 在产品设计中优先选用节能、环保材料来替代耗能、污染型材料，减小资源与能源的消耗，提高资源利用率
- 在制造过程中减少加工工序，进行可循环设计、可拆卸设计和模块化设计等，以便于生产制造和降低能耗；

自动扶梯节能

- 有很大的节能潜力
 - 连续运行的单向运载乘客的设备，绝大部分时间工作在50%额定负载以下
 - 大规模的交通基础设施建设，使得能耗高的重载扶梯数量迅速增加
- 变频器智能驱动
 - 设备的启动和停止平顺
 - 实现扶梯的节能运行模式
 - 0速制动，提高安全性，减少制动器的磨损
- 采用高效驱动主机
 - 高效齿轮箱
 - 电动机：高效异步机或永磁同步机
- 高效照明

自动扶梯的节能运行模式

- 变频器驱动：全时和满载旁路运行
- 在低负载时：
 - 电机减压运行。星三角转换/变频器/晶闸管
 - 减速运行。降低服务质量和输送能力，部分乘客会跑动，导致安全问题
- 在无负载时：
 - 停车；
 - 30%速度运行

采纳节能技术的原则

- 安全第一，设备的安全性不能降低
- 不能降低设备的性能和乘客舒适度
- 必须采用成熟可靠的技术和产品
 - 质量低的能量反馈装置
- 要考虑整个产品/技术寿命周期的总能耗；要包括产品制造、回收和原材料生产中的能耗，同时还要考虑环保和人们健康要求。不可片面地把使用能耗低就认为是节能环保产品！
 - 白炽灯vs节能灯；火力发电vs光伏
 - 永磁同步主机vs三相感应电动机
 - 石棉、玻璃钢
- 要从最简单、不需要大量投入的方面做起
 - 如：调整平衡系数、更换LED节能灯
- 要符合经济原则

思考问题

- 电梯能源效率是不是要政府监管并作为市场准入指标？
 - 反对方：电梯单机能耗占建筑物总能耗很低，节能潜力很低，没必要进行监管。政府要把建筑物保温措施作为重点
 - 支持方：电梯设备安装数量巨大，总能耗很大，需要监管
- 新技术是否经济可行、有良好的投资回报？怎样解决目前的现实问题：
 - 节电不省钱
 - 节电不环保



HEAL^{the}WORLD

把一个绿色的地球交给我们的下一代！