

能效电厂计算器用户手册

Efficiency Powerplant Calculator User's Guide

丁建华 | Ding Jianhua
柯意志 | Fredrich Kahrl
斯诺 | Snuller Price
魏勤 | Jim Williams



Energy+Environmental Economics

七月2010

能效电厂计算器 EPP Calculator

能效电厂分析工具

本工具由国际电力监管援助计划 (RAP) 援助开发，与美国自然资源保护委员会 (NRDC) 合作完成。

最近一次修改： 14-Jul-10 版本： 1.1

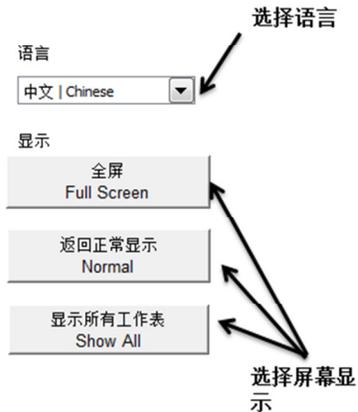
能效电厂计算器是开源软件，可免费下载及使用。

为了获得更多信息和安排培训请联系：

美国自然资源保护委员会中国项目DSM 技术中心
中国北京市朝阳区光华路5号
世纪财富中心1号楼1901
邮编 (Postal Code) : 100020
电话 (Tel) : +86 (10)8587-5855
传真 (Fax) : +86 (10) 8587-5955
Email: ChinaDSM@nrdc.org
网址: (中文) <http://china.nrdc.org/zh-hans/library/EPPC>
(English) <http://china.nrdc.org/library/2010DSMTraining-en>

本工具由三益咨询公司开发制订。

Energy and Environmental Economics, Inc. (三益咨询公司)
101 Montgomery St., 16th Floor
San Francisco, California 94104
www.ethree.com
(Tel) : +011 415-391-5100
(Fax) : +011 415-391-6500
Dr. Jim Williams jim@ethree.com
Mr. Snuller Price snuller@ethree.com



1.1 语言选项：

本工具为中英文双语系统。切换语言模式请用“**首页**”的“**语言**”菜单。

1.2 屏幕显示：

如需全屏显示，请点击“**首页**”的“**全屏**”按钮。退出全屏请关闭弹出的窗口，或者点击“**返回正常显示**”按钮。

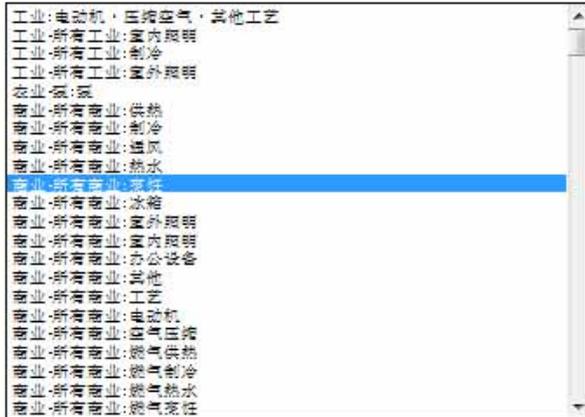
如需显示隐藏的工作表，请点击“**首页**”的“**显示所有工作表**”按钮。如需返回点击“**返回正常显示**”按钮。

1.3 颜色标志

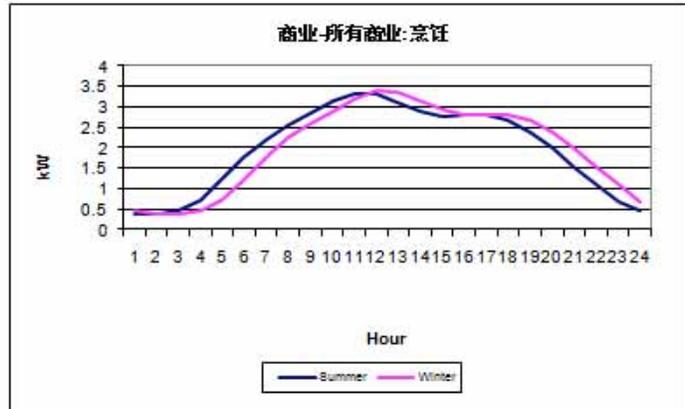
用户可输入数值的区域用黄色标注。灰色标注的区域是固定的，不能更改。

负荷数据库 | Load Library

负荷显示选择



负荷显示



用户输入 User-defined		回到最上 Go To Top		小时分法 (如1代表12点到1点)												
行业	设施类型	按终端分	夏季										冬季			
工业	所有工业	电动机	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
工业	所有工业	室内照明	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
工业	所有工业	制冷	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
工业	所有工业	室外照明	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
农业	泵	泵	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
商业	所有商业	供热	0.46	0.48	0.50	0.53	0.60	0.60	0.78	0.89	0.85	0.76	0.67	0.67	0.67	0.67
商业	所有商业	制冷	2.33	2.08	1.94	2.00	2.30	3.21	4.98	7.25	9.49	11.68	11.68	11.68	11.68	11.68
商业	所有商业	通风	1.26	1.22	1.21	1.28	1.39	1.79	2.30	2.64	2.79	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92
商业	所有商业	热水	0.80	0.79	0.81	0.92	1.14	1.47	1.84	2.20	2.38	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49
商业	所有商业	烹饪	0.38	0.38	0.48	0.73	1.23	1.79	2.22	2.56	2.85	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13

用户输入

负荷数据库

2.4 如何添加负荷曲线:

- 1) 点击“**负荷数据库**”工作表;
- 2) 点击“用户输入”到达一个空白行, 在该空白行的“**行业**”栏里输入相应的行业(工业、商业或居民);
- 3) 在“**设施类型**”中输入与负荷曲线相应的类型, 如果添加的负荷曲线适用于多种设施类型, 可以逐一选择这些设施类型的分类, 也可以不做具体分类, 只输入“**一般**”(例如“**一般工业**”、“**一般商业建筑**”等);
- 4) 在“**终端用途**”中输入负荷曲线相应的用途。如果添加的负荷曲线适用于多种用途, 可以逐一选择这些设施类型的分类, 也可以不做具体分类, 只输入简洁注释(例如“**发动机**”与“**空气压缩**”);
- 5) 输入夏季和冬季的负荷数据, 系统会自动生成负荷曲线。输入的负荷数据不需要标准化。不过数据输入完毕, 建议检查一下负荷全校是否是所要的形状。“行业”、“设施类型”、“终端用途”三个栏目的设置是为了便于用户分类。这三个栏目中都必须输入文本, 这样添加的负荷曲线才会自动出现在负荷曲线下拉式菜单中。

(注: 本软件假设通过提高能效所降低的负荷为固定值, 因此新负荷曲线与原负荷曲线形状相同。)

2.5 如何删除负荷曲线:

在“**负荷数据库**”工作表中, 选中想要删除的负荷所在的行, 点击鼠标右键, 选择“删除”, 删除该行。

(注: 一定要选择整行、删除整行, 以避免乱码。)

措施 | Measures

客户类型	措施	种类	设施类型	非劳工成本	劳工成本	补贴政策 (占客户成本)	每年节电量	每年节煤量	每年节气量	总节省量	单位	工程周期	负荷
工业	高效炉窑传动	电动机和传动	一般非住宅	¥1		¥1	5.80			每吨水泥		10	工业
工业	高效电机	电动机和传动	一般非住宅	¥1		¥1	3.00			每吨水泥		4	工业
工业	变速传动	电动机和传动	一般非住宅	¥6		¥4	7.00			每吨水泥		4	工业
工业	烟气处理、泵和通风机的变频调速	变压器	一般非住宅	¥19		¥13	0.32			每吨钢铁		10	工业
工业	变压器-UHP 变压器	熔炉和锅炉	一般非住宅	¥33		¥23	0.14			每吨钢铁		10	工业
工业	重燃料烧嘴	熔炉和锅炉	一般非住宅	¥27		¥19	0.06			每吨钢铁		10	工业
工业	直流(DC) 弧炉	电动机和传动	一般非住宅	¥5,386,667		¥3,770,667	2941272			工厂		10	工业
工业	照明改造	照明	一般非住宅	¥826,667		¥578,667	321404			工厂		4	工业
工业	功率因素改善	功率因素	一般非住宅	¥1,960,000		¥1,372,000	954000			工厂		15	工业
工业	工业流程改造	工业流程	一般非住宅	¥893,333		¥625,333	1267200			工厂		15	工业
工业	HVAC 改造	HVAC	一般非住宅	¥2,920,000		¥2,044,000	2136758			工厂		10	工业
工业	空气压缩系统改造	空气压缩	一般非住宅	¥1,430,000		¥1,001,000	1190246			工厂		10	工业
工业	照明改造	照明	一般非住宅	¥1,810,000		¥1,267,000	1271130			工厂		4	工业
工业	工业气处理改造	工业气	一般非住宅	¥6,850,000		¥4,795,000	2561328			工厂		15	工业
工业	变压器和电动设备改造	变压器	一般非住宅	¥3,800,000		¥2,660,000	2217600			工厂		15	工业
工业	工业电动机系统改造 (低压)	电动机和传动	一般非住宅	¥1,000,000		¥700,000	500000			单个		10	工业
工业	工业电动机系统改造 (高压)	电动机和传动	一般非住宅	¥2,500,000		¥1,750,000	1500000			单个		10	工业
工业	高效变压器	变压器	一般非住宅	¥13,800		¥9,660	16877			单个		20	工业
工业	高效变速传动 (3-10千伏)	电动机和传动	一般非住宅	¥1,000,000		¥700,000	405000			单个		15	工业

用户输入

措施数据库

2.2 如何添加措施:

- 1) 点击“措施”工作表;
- 2) 点击空白行, 在“措施”栏里输入措施名称;
- 3) 从菜单里选择“用户类型”(工业、商业或居民);
- 4) 在“种类”和“设备类型”栏输入相应种类和类型, 这两栏您可以自定义输入新种类或新设备类型;
- 5) 在“劳工增量成本”与“非劳工增量成本”栏输入相应成本。
- 6) 如果该项措施有具体的增量成本补贴比例, 请输入**具体的比例**; 如果没有输入具体比例, 软件会使用**默认比例**(默认比例在“输入数据”工作表里)。确定比例后, 软件会自动计算参与者成本;
- 7) 输入**年节电量**;
- 8) 如果该措施能够节省燃煤, 输入**年节煤量**;
- 9) 如果该措施能够节省燃气, 输入**年节气量**;
- 10) 输入该项措施的**预期寿命**;
- 11) 从下拉式菜单中选择最适合该项措施的负荷曲线。选定负荷曲线之后, 系统会自动分配负荷指数。

2.3 如何删除措施:

在“措施”工作表中选中想要删除措施所在的行, 点击鼠标右键, 选择“删除”, 删除该行。

(注: 一定要选择整行、删除整行, 以避免乱码。)

工程 | Projects

输入工程名称及单位

保存工程

清除项目

The screenshot shows the 'Projects' interface. At the top, there are input fields for '在此输入工程名称' (Enter project name) and '在此输入工程单位' (Enter project unit). To the right, there are buttons for '保存' (Save) and '清除项目' (Clear Project). Below these are dropdown menus for '工程编号' (Project ID) and '用户类型' (User Type). A table titled '燃料成本' (Fuel Cost) lists various parameters like '基准电价' (Base electricity price) and '贴现率' (Discount rate). At the bottom, there is a table with columns for '措施' (Measure), '数量' (Quantity), and '单位' (Unit), with checkboxes for activation.

激活工程

选择工程

输入工程数量

选择或输入工程参数

3.1 如何新建工程:

- 1) 点击“**输入数据**”工作表，选择省份，检查所选省份的相应数据是否已经载入；
- 2) 点击“**工程**”工作表；
- 3) 在左上角输入工程名称；
- 4) 输入工程单位（例如平方米）；
- 5) 在右手边的下拉式菜单中，选择“**用户类型**”，软件即会自动载入该用户类型对应的默认燃料价格和贴现率。如果需要使用不同的数值计算，在默认值旁边的“实际计算值”中输入计算值；
- 6) 在“**措施**”栏中选择需要加入的措施；
- 7) 在“**数量**”栏中输入每项措施的数量（例如多少台发动机、多少个厂房等）。**“数量”**右侧一栏则显示该数量的“**单位**”（例如安装200个节能灯）。每项措施对应的单位会自动载入；
- 8) 点击方框激活选择，该措施相应数据会自动载入；
- 9) 完成措施与数量的输入后，点击“**保存**”按钮；
- 10) 向下拉动页面，查看项目的成本效益分析结果。

如需取消选中的措施，可以随时点击**方框取消选择**。工程数量也可以随时更改。

(注：在把工程载入项目组合中之前，必须先保存工程。)

项目组合 | Portfolio

输入管理成本 清除项目 计算结果加总

管理成本 第一年收益 计算结果加总

管理成本	第一年收益	计算结果加总
一般成本 ¥10000	管理成本 0	管理者 0
营销成本 ¥10000	营销成本 0	社会 0
其他成本 ¥10000	书煤量 0	参与者 0
总计 0	书气量 0	¥10000
	CO2减排量 0	¥10000
		净成本 0
		净成本 0
		净成本 ¥/KWh
		收益成本比 #DIV/0!

选择 措施 数量 单位 非劳工成本 劳工成本 补贴政策 用户成本 电 煤 燃气 生命周期 光伏曲线 用户类型

激活工程或项目组合 选择项目 选择项程 输入工程或项目数量

3.2 新建项目组合:

- 1) 点击“**输入数据**”工作表，选择省份，检查所选省份的相应数据是否已经载入；
- 2) 点击“**项目组合**”工作表；
- 3) 在“**管理者成本**”中输入一般成本、营销成本、其他成本，软件会自动计算总管理成本；
- 4) 在“**措施**”栏中选择措施，加入项目组合；
- 5) 在“**数量**”栏中输入项目组合中措施的数量，右侧会显示每个措施的相关信息以供参考；
- 6) 点击方框激活选择，该措施相应数据会自动载入；
- 7) 在“**工程**”栏中选择需要加入项目组合的工程；
- 8) 在“**数量**”栏中输入工程的数量；
- 9) 点击方框激活选择，该工程相应数据会自动载入；
- 10) 向下拉动页面，查看工程的成本效益分析结果。

如需取消选中的措施或工程，可以随时点击方框。措施和工程的数量也可以随时更改。

输入数据 | General Inputs

输入贴现率

输入排放因子

输入夏冬季天数

输入汇率和
单位

主要参数

贴现率	默认值	实际计算值			
管理者	5%		煤炭	化石燃料燃烧排放因子	汇率
社会	5%		天然气	2.86 ton CO2 per ton	¥ per \$ 6.83
				0.0022 ton CO2 per m3	结果货币
					结果单位: "工程"表
					结果单位: "项目组合"表

每年度天数
夏季 152 冬季 213

结果单位: "工程"表 1
结果单位: "项目组合"表 10000

选择省市: 北京, Beijing

	贴现率	高峰电价 ¥/kWh	非高峰电价 ¥/kWh	煤价 上升率 ¥/ton	燃气价 上升率 ¥/m3	上升率
工业	8%	0.60	0.60	4%	600	4%
商业	10%	0.70	0.70	4%	0	4%
住宅	15%	0.50	0.50	4%	0	4%
农业	10%	0.50	0.50	4%	0	4%

默认补贴政策 (占增量成本的百分比) 30%

		夏季															
		分时电价设定															
		高峰 (=1)															
		非高峰 (=1)															
边际发电成本	第一年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
电量电价	第一年 ¥/MWh 上升率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
电容电价	第一年 ¥/kW-year 上升率	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	10%	10%	10%	10%
CO2强度	第一年 ton CO2 per MWh 上升率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	第一年 ¥/ton 上升率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

选择省市

2.1 更改输入数据

- 1) 点击“**输入数据**”工作表，选择您的省份，即可查看该省份的输入数据。
- 2) 黄色区域内显示的是本工具自带默认数据，这些数据是根据最佳可获得数据筛选的。
- 3) 如果您认为工具自带的默认数据不能反映您项目的具体情况，也可以输入您自己的数据。请注意不要在灰色区域更改输入，而是要在下面黄色的区域内在相应省份中输入更改。完成输入后，下次您在页面上方的下拉式菜单中选择您的省份时，新的数据会自动载入。

输入数据 (续) | General Inputs (cont.)

北京, Beijing		贴现率	高峰电价 ¥/kWh	非高峰电价 ¥/kWh	上升率	煤价 ¥/ton	上升率	燃气价 ¥/m3	上升率
工业		8%	0.6	0.6	4%	600	4%	2.55	4%
商业		10%	0.7	0.7	4%		4%	2.35	4%
住宅		15%	0.5	0.5	4%		4%	2.2	4%
农业		10%	0.5	0.5	4%		4%		4%
默认补贴政策 (占增量成本的百分比)		30%							
					夏季				
					分时电价设定				
					高峰 (=1)	1	2	3	4
					非高峰 (=1)	0	0	0	0
						1	1	1	1
边际发电成本	第一年				夏季				
	第一年 ¥/MWh	上升率			1	2	3	4	5
电量电价		379	4%		100%	100%	100%	100%	100%
	第一年 ¥/kW-year	上升率			1	2	3	4	5
电容电价		653	1%		0%	0%	0%	0%	0%
	第一年 ton CO2 per MWh	上升率			1	2	3	4	5
CO2强度		1.0069	-0.5%		100%	100%	100%	100%	100%
	第一年 ¥/ton	上升率							
煤炭批发价		600	4%						
	第一年 ¥/m3	上升率							
燃气批发价		0.8	4%						

输入贴现率

输入销售价格

输入供应
价格及上
升率

输入边际
发电成本
乘数

输入容量
电价乘数

输入CO2
排放乘数

结果 | Results

第一年收益

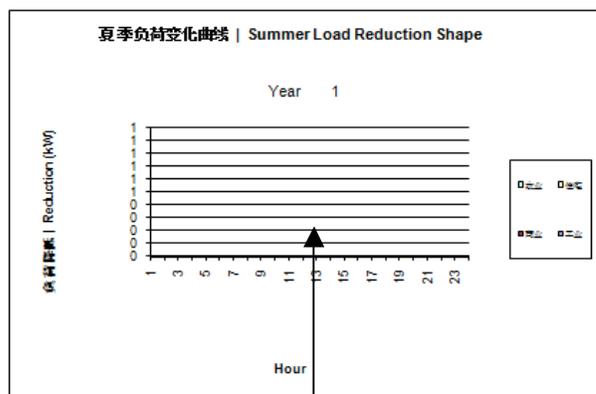
节电量	-	MWh
节煤量	-	ton
节气量	-	m3
CO2减排量	-	ton CO2

项目组合成本效益分析

	管理者	社会	参与者	单位
管理者成本	0	0	0	¥10000
补贴量	0	0	0	¥10000
工程成本	0	0	0	¥10000
总计	0	0	0	¥10000
总资源效益				
电力	0	0	0	¥10000
煤炭	0	0	0	¥10000
燃气	0	0	0	¥10000
总计	0	0	0	¥10000
参与者节能	0	0	0	0
节电	0	0	0	¥10000
节煤	0	0	0	¥10000
节气	0	0	0	¥10000
总计	0	0	0	¥10000
净成本	0	0	0	¥10000
成本效益比				0
简易回收期(年)	0	0		0
单位节省量成本				¥/kWh
煤炭成本				¥/ton
燃气成本				¥/m3
CO2减排成本				¥/ton CO2
电力净成本				¥/kWh

计算结果

负荷变化曲线



负荷变化曲线

4.5 分析结果

- 1) 用户即可查看单独工程的计算结果，也可查看项目组合的结果。
- 2) “工程”工作表中显示工程计算结果——其中图形显示现金流与每小时的节电量，表格显示参与者、管理者和社会的成本与效益。
- 3) “项目组合”工作表中显示项目组合计算结果——其中图形显示每小时的负荷变化曲线，表格显示参与者、管理者和社会的成本与效益。
- 4) “结果”工作表中显示的数据和“项目组合”工作表是一样的，只是增加了供电成本图与24小时CO2排放图。
- 5) 参与者可以根据计算结果判断项目是否具有成本效益、如何进行投资决策，管理者可以根据计算结果决定如何更有效率的使用补贴资金、优先分配哪些项目。

用户手册 | User Manual

主菜单

1. 语言和屏幕显示

- 1.1 语言选项
- 1.2 屏幕显示
- 1.3 颜色显示

2. 输入数据

- 2.1 如何更改输入数据
- 2.2 如何添加措施
- 2.3 如何删除措施
- 2.4 如何添加荷载曲线
- 2.5 如何删除荷载曲线

3. 新建工程或项目组合

- 3.1 如何新建工程
- 3.2 如何新建项目组合

4. 如何使用工具

- 4.1 使用本工具所需的数据
- 4.2 参考计算公式
- 4.3 参考术语表
- 4.4 本工具使用步骤
- 4.5 计算结果解释

1. 语言和屏幕显示

1.1 语言选项

本工具为中英文双语系统。切换语言模式请用“首页”的“语言”菜单。

1.2 屏幕显示

如需全屏显示，请点击“首页”的“全屏”按钮。退出全屏请关闭弹出的窗口，或者点击“返回正常显示”按钮。如需显示隐藏的工作表，请点击“首页”的“显示所有工作表”按钮。如需返回点击“返回正常显示”按钮。

1.3 颜色标注

用户可输入数值的区域用黄色标注，计算结果用绿色标注。灰色标注的区域是固定的，不能更改。

[返回主菜单](#)

2. 输入数据

2.1 更改输入数据

1) 点击“输入数据”工作表，选择您的省份，即可查看该省份的输入数据。

2) 黄色区域内显示的是本工具自带默认数据，这些数据是根据最佳可获得数据筛选的。

3) 如果您认为工具自带的默认数据不能反映您项目的具体情况，也可以输入您自己的数据。请注意不要在灰色区域更改输入，而是要在下面黄色的区域内在相应省份中输入更改。完成输入后，下次您在页面上方的下拉式菜单中选择您的省份时，新的数据会自动载入。

[返回主菜单](#)

Menu

1. Language and Display

- 1.1 Language Options
- 1.2 Screen Display
- 1.3 Color of Cells

2. Input Data

- 2.1 Changing General Inputs
- 2.2 Entering New Measures
- 2.3 Deleting Measures
- 2.4 Entering New Load Shapes
- 2.5 Deleting Load Shapes

3. Creating Projects and Portfolios

- 3.1 Creating a Project
- 3.2 Creating a Portfolio

4. How to use the tool

- 4.1 Data required to use this tool
- 4.2 Calculation equations
- 4.3 Term List
- 4.4 Step-by-step guide to use the tool
- 4.5 Interpreting Results

1. Language and Display

1.1 Language Options

This tool can be used in either English or Chinese. To convert between English and Chinese use the "Language" pull-down menu on the **Cover** tab.

1.2 Screen Display

1) Click "Full Screen" on **Cover** tab to show full screen. Close the pop-out interface or "Normal Display" to exit full screen.
2) To show all tabs, click "Show All Tabs" on **Cover** tab. To hide the new tabs, click "Normal Display".

1.3 Color of Cells

User input data are marked in yellow, while output data is marked in green. The grey area is fixed so please do not change value in those boxes.

[Return to Menu](#)

2. Changing General Inputs

2.1 Changing General Inputs

1) Click the **General Input** tab, choose a province, then you can see the input data for each province.

2) The tool come with default value in yellow cells, which are values E3 choose based on best-available data.

3) If you think the default value doesn't reflect your case, and would like to put in your own value, please put in the value in yellow area in your province. Note do not change the grey cells. Once you change the yellow cells in your province and choose your province from the drop-down menu at the top, your data will be loaded in automatically.

[Return to Menu](#)

“用户手册”是工具的最后一页工作表，为中英文对照版本。手册详细介绍了工具的工作原理和使用方法。如果需要更多信息，请与三益咨询联系。联系方式参见工具“首页”工作表。

能效电厂计算器的主要公式

Key Equations from the EPP Calculator



Energy+Environmental Economics

负荷变化曲线 | Load Reduction Curves

$$\varphi_i = \frac{AES_i}{(\sum_h LRC_{ih}^S)DY^S + (\sum_h LRC_{ih}^W)DY^W}$$

- φ_i = 负荷变化曲线乘数
- AES_i = i 措施的年节电量（用户输入）
- LRC_{ih}^S = i 措施、 h 小时的夏季（S）负荷变化曲线（用户输入）
- DY^S = 夏季的天数（用户输入）
- LRC_{ih}^W = i 措施、 h 小时的冬季（W）负荷变化曲线（用户输入）
- DY^W = 冬季的天数（用户输入）

$$LR_{ih}^S = LRC_{ih}^S \times \varphi_i \quad LR_{ih}^W = LRC_{ih}^W \times \varphi_i$$

- LR_{ih}^S = i 措施、 h 小时的夏季（S）负荷变化曲线（调整后）
- LR_{ih}^W = i 措施、 h 小时的冬季（W）负荷变化曲线（调整后）

参与者节电量、高峰期 | Participant Energy Savings, Peak Period

$$PR_y^S = \left(\sum_h \sum_i LR_{ihy}^S \times PT_h^S \right) DY^S$$

- PR_y^S = y 年的夏季 (S) 高峰期的节电量
- LR_{ihy}^S = i 措施、 h 小时、 y 年的夏季 (S) 负荷变化曲线 (调整后)
- PT_h^S = h 小时的夏季 (S) 高峰小时 (用户输入, 1=高峰, 0=非高峰)
- DY^S = 夏季 (S) 的天数 (用户输入)

$$PR_y^W = \left(\sum_h \sum_i LR_{ihy}^W \times PT_h^W \right) DY^W$$

- PR_y^W = y 年的冬季 (W) 高峰期的节电量
- LR_{ihy}^W = i 措施、 h 小时、 y 年的冬季 (W) 负荷变化曲线 (调整后)
- PT_h^W = h 小时的冬季 (W) 高峰小时 (用户输入, 1=高峰, 0=非高峰)
- DY^W = 冬季 (W) 的天数 (用户输入)

$$NPR_y^S = \left(\sum_h \sum_i LR_{ihy}^S \times NPT_h^S \right) DY^S$$

- NPR_y^S = y年的夏季 (S) 非高峰期的节电量
- LR_{ihy}^S = i 措施、h 小时、y年的的夏季 (S) 负荷变化曲线 (调整后)
- NPT_h^S = h 小时的夏季 (S) 非高峰小时 (用户输入, 1=非高峰, 0=高峰)
- DY^S = 夏季 (S) 的天数 (用户输入)

$$NPR_y^W = \left(\sum_h \sum_i LR_{ihy}^W \times NPT_h^W \right) DY^W$$

- PR_y^W = y年的冬季 (W) 非高峰期的节电量
- LR_{ihy}^W = i 措施、h 小时、y年的的冬季 (W) 负荷变化曲线 (调整后)
- NPT_h^W = h 小时的冬季 (W) 非高峰小时 (用户输入, 1=非高峰, 0=高峰)
- DY^W = 冬季 (W) 的天数 (用户输入)

参与者节电收益 | Participant Electricity Benefits

$$P_y^P = P_1^P (1 + ER^P)^y \quad P_y^{NP} = P_1^{NP} (1 + ER^{NP})^y$$

- P_y^P = 第 y 年的高峰 (P) 电价
- P_1^P = 第1年的高峰 (P) 电价 (用户输入)
- ER^P = 高峰 (P) 电价的上升率 (用户输入)
- P_y^{NP} = 第 y 年的非高峰 (NP) 电价
- P_1^{NP} = 第1年的非高峰 (NP) 电价 (用户输入)
- ER^{NP} = 非高峰 (NP) 电价的上升率 (用户输入)

$$EB_y^{PRT} = (PR_y^S + PR_y^W) P_y^P + (NPR_y^S + NPR_y^W) P_y^{NP}$$

- EB_y^{PRT} = 参与者 (PRT) 第 y 年的节电收益

$$\delta_y^{PRT} = (1 + r^{PRT})^{-y}$$

- δ_y^{PRT} = 参与者（PRT）第y年的贴现因子
- r^{PRT} = 参与者（PRT）的贴现率

$$PVEB^{PRT} = \sum_y^Y EB_y^{PRT} \times \delta_y^{PRT}$$

- $PVEB^{PRT}$ = 参与者（PRT）的均化节电收益
- EB_y^{PRT} = 参与者（PRT）第y年的节电收益
- δ_y^{PRT} = 参与者（PRT）第y年的贴现因子
- Y = 最长的措施寿命

参与者节煤收益 | Participant Coal Benefits

$$CB_y^{PRT} = \left(\sum_i ACS_i \right) P_y^{WC} \quad P_y^{WC} = P_1^{WC} (1 + ER^{WC})^y$$

- P_y^{WC} = 第 y 年的批发煤（WC）价
- P_1^{WC} = 第1年的批发煤（WC）价（用户输入）
- ER^{WC} = 批发煤（WC）价的上升率（用户输入）
- CB_y^{PRT} = 参与者（PRT）第 y 年的节煤收益
- ACS_i = i 措施的节煤量（用户输入）
- P_y^{WC} = 第 y 年的批发煤（WC）价

$$PVCB^{PRT} = \sum_y^Y CB_y^{PRT} \times \delta_y^{PRT}$$

- $PVCB^{PRT}$ = 参与者（PRT）的均化节煤收益
- CB_y^{PRT} = 参与者（PRT）第 y 年的节煤收益
- δ_y^{PRT} = 参与者（PRT）第 y 年的贴现因子
- Y = 最长的措施寿命

参与者节气收益 | Participant Natural Gas Benefits

$$GB_y^{PRT} = \left(\sum_i AGS_i \right) P_y^{WG} \quad P_y^{WG} = P_1^{WG} (1 + ER^{WG})^y$$

- P_y^{WG} = 第y年的批发气 (WG) 价
- P_1^{WG} = 第1年的批发气 (WG) 价 (用户输入)
- ER^{WG} = 批发气 (WG) 价的上升率 (用户输入)
- GB_y^{PRT} = 参与者 (PRT) 第y年的节气收益
- AGS_i = i 措施的节气量 (用户输入)
- P_y^{WG} = 第y年的批发气 (WG) 价

$$PVGB^{PRT} = \sum_y^Y GB_y^{PRT} \times \delta_y^{PRT}$$

- $PVGB^{PRT}$ = 参与者 (PRT) 的均化节气收益
- GB_y^{PRT} = 参与者 (PRT) 第y年的节气收益
- δ_y^{PRT} = 参与者 (PRT) 第y年的贴现因子
- Y = 最长的措施寿命

可避免发电成本 | Avoided Generation Costs

$$AG_y^S = \left(\sum_h \sum_i LR_{ihy}^S \right) DY^S \quad AG_y^W = \left(\sum_h \sum_i LR_{ihy}^W \right) DY^W$$

- AG_y^S = 第 y 年夏季 (S) 的可避免发电量
- LR_{ihy}^S = i 措施、 h 小时、 y 年的夏季 (S) 负荷变化曲线 (调整后)
- DY^S = 夏季 (S) 的天数 (用户输入)
- AG_y^W = 第 y 年冬季 (W) 的可避免发电量
- LR_{ihy}^W = i 措施、 h 小时、 y 年的冬季 (W) 负荷变化曲线 (调整后)
- DY^W = 冬季 (W) 的天数 (用户输入)

$$MGC_y = MGC_1 (1 + ER^{MGC})^y$$

- MGC_y = 第 y 年的基础边际发电成本
- MGC_1 = 第1年的基础边际发电成本 (用户输入)
- ER^{MGC} = 边际发电成本的上升率 (用户输入)

$$\omega_y^S = \frac{\sum_h \sum_i \alpha_h^S LR_{ihy}^S}{\sum_h \sum_i LR_{ihy}^S} \quad \omega_y^W = \frac{\sum_h \sum_i \alpha_h^W LR_{ihy}^W}{\sum_h \sum_i LR_{ihy}^W}$$

- ω_y^S = 第y年夏季（S）的边际发电成本总乘数
- α_h^S = 夏季（S）24小时边际发电成本曲线的乘数（用户输入）
- LR_{ihy}^S = i 措施、h 小时、y年的夏季（S）负荷变化曲线（调整后）
- ω_y^W = 第y年冬季（W）的边际发电成本总乘数
- α_h^W = 冬季（W）24小时边际发电成本曲线的乘数（用户输入）
- LR_{ihy}^W = i 措施、h 小时、y年的冬季（W）负荷变化曲线（调整后）

$$EB_y^{AGC} = (AG_y^S \times \omega_y^S + AG_y^W \times \omega_y^W)MGC_y$$

- EB_y^{AGC} = 第y年的可避免发电成本的收益
- AG_y^S = 第y年夏季（S）的可避免发电量
- ω_y^S = 第y年夏季（S）的边际发电成本总乘数
- AG_y^W = 第y年冬季（W）的可避免发电量
- ω_y^W = 第y年冬季（W）的边际发电成本总乘数
- MGC_y = 第y年的基础边际发电成本

$$\delta_y^{ADM} = (1 + r^{ADM})^{-y} \quad \delta_y^{SOC} = (1 + r^{SOC})^{-y}$$

- δ_y^{ADM} = 管理者（ADM）第y年的贴现因子
- r^{ADM} = 管理者（ADM）的贴现率（用户输入）
- δ_y^{SOC} = 社会（SOC）第y年的贴现因子
- r^{SOC} = 社会（SOC）的贴现率（用户输入）

可避免发电成本（续） | Avoided Generation Costs (cont.)

$$PVEB^{AGC,ADM} = \sum_y^Y EB_y^{AGC} \times \delta_y^{ADM}$$

- $PVEB^{AGC,ADM}$ = 管理者（ADM）的可避免发电成本（AGC）均化收益
- EB_y^{AGC} = 第y年的可避免发电成本（AGC）的收益
- δ_y^{ADM} = 管理者（ADM）第y年的贴现因子
- Y = 最长的措施寿命

$$PVEB^{AGC,SOC} = \sum_y^Y EB_y^{AGC} \times \delta_y^{SOC}$$

- $PVEB^{AGC,SOC}$ = 社会（SOC）的可避免发电成本（AGC）均化收益
- EB_y^{AGC} = 第y年的可避免发电成本（AGC）的收益
- δ_y^{SOC} = 社会（SOC）第y年的贴现因子
- Y = 最长的措施寿命

$$\theta_y = \frac{\sum_h \sum_i (\rho_h^S LR_{ihy}^S + \rho_h^W LR_{ihy}^W)}{\max_h (\sum_i LR_{ihy}^S, \sum_i LR_{ihy}^W)}$$

- θ_y = 第y年的容量系数 (%新建)
- ρ_h^S = 每小时的夏季 (S) 容量限制比重 (用户输入)
- LR_{ihy}^S = i 措施、h 小时、y 年的夏季 (S) 负荷变化曲线 (调整后)
- ρ_h^W = 每小时的冬季 (W) 容量限制比重 (用户输入, $\sum_h \rho_h^W + \rho_h^S = 1$)
- LR_{ihy}^W = i 措施、h 小时、y 年的冬季 (W) 负荷变化曲线 (调整后)

$$CV_y = CV_1(1 + ER^{MCC})^y$$

- CV_y = 第y年的容量价值
- CV_1 = 第1年的容量价值 (用户输入)
- ER^{MCC} = 容量价值的上升率 (用户输入)

可避免容量成本（续） | Avoided Capacity Costs (cont.)

$$EB_y^{ACC} = \max_h \left(\sum_i LR_{ihy}^S, \sum_i LR_{ihy}^W \right) \times \theta_y \times CV_y$$

- EB_y^{ACC} = 第y年的可避免容量成本的收益
- LR_{ihy}^S = i措施、h小时、y年的夏季（S）负荷变化曲线（调整后）
- LR_{ihy}^W = i措施、h小时、y年的冬季（W）负荷变化曲线（调整后）
- θ_y = 第y年的容量系数（%新建）
- CV_y = 第y年的容量价值（用户输入）

$$PVEB^{ACC,ADM} = \sum_y^Y EB_y^{ACC} \times \delta_y^{ADM}$$

- $PVEB^{ACC,ADM}$ = 管理者（ADM）的可避免容量成本（ACC）均化收益
- EB_y^{ACC} = 第y年的可避免容量成本（ACC）的收益
- δ_y^{ADM} = 管理者（ADM）第y年的贴现因子
- Y = 最长的措施寿命

可避免容量成本（续） | Avoided Capacity Costs (cont.)

$$PVEB^{ACC,SOC} = \sum_y^Y EB_y^{ACC} \times \delta_y^{SOC}$$

- $PVEB^{ACC,SOC}$ = 社会（SOC）的可避免容量成本（ACC）均化收益
- EB_y^{ACC} = 第 y 年的可避免容量成本（ACC）的收益
- δ_y^{SOC} = 社会（SOC）第 y 年的贴现因子
- Y = 最长的措施寿命

管理者节煤收益 | Administrator Coal Benefits

$$CB_y^{ADM} = \left(\sum_i ACS_i \right) P_y^{WC} \quad P_y^{WC} = P_1^{WC} (1 + ER^{WC})^y$$

- P_y^{WC} = 第y年的批发煤（WC）价
- P_1^{WC} = 第1年的批发煤（WC）价（用户输入）
- ER^{WC} = 批发煤（WC）价的上升率（用户输入）
- CB_y^{ADM} = 管理者（ADM）第y年的节煤收益
- ACS_i = i措施的节煤量（用户输入）
- P_y^{WC} = 第y年的批发煤（WC）价

$$PVCB^{ADM} = \sum_y^Y CB_y^{ADM} \times \delta_y^{ADM}$$

- $PVCB^{ADM}$ = 管理者（ADM）的均化节煤收益
- CB_y^{ADM} = 管理者（ADM）第y年的节煤收益
- δ_y^{ADM} = 管理者（ADM）第y年的贴现因子
- Y = 最长的措施寿命

社会节煤收益 | Society Coal Benefits

$$CB_y^{SOC} = \left(\sum_i ACS_i \right) P_y^{WC} \quad P_y^{WC} = P_1^{WC} (1 + ER^{WC})^y$$

- P_y^{WC} = 第y年的批发煤（WC）价
- P_1^{WC} = 第1年的批发煤（WC）价（用户输入）
- ER^{WC} = 批发煤（WC）价的上升率（用户输入）
- CB_y^{SOC} = 社会（SOC）第y年的节煤收益
- ACS_i = i措施的节煤量（用户输入）
- P_y^{WC} = 第y年的批发煤（WC）价

$$PVCB^{SOC} = \sum_y^Y CB_y^{SOC} \times \delta_y^{SOC}$$

- $PVCB^{SOC}$ = 社会（SOC）的均化节煤收益
- CB_y^{SOC} = 社会（SOC）第y年的节煤收益
- δ_y^{SOC} = 社会（SOC）第y年的贴现因子
- Y = 最长的措施寿命

管理者节气收益 | Administrator Natural Gas Benefits

$$GB_y^{ADM} = \left(\sum_i AGS_i \right) P_y^{WG} \quad P_y^{WG} = P_1^{WG} (1 + ER^{WG})^y$$

- P_y^{WG} = 第y年的批发气 (WG) 价
- P_1^{WG} = 第1年的批发气 (WG) 价 (用户输入)
- ER^{WG} = 批发气 (WG) 价的上升率 (用户输入)
- GB_y^{ADM} = 管理者 (ADM) 第y年的节气收益
- AGS_i = i 措施的节气量 (用户输入)
- P_y^{WG} = 第y年的批发气 (WG) 价

$$PVGB^{ADM} = \sum_y^Y GB_y^{ADM} \times \delta_y^{ADM}$$

- $PVGB^{ADM}$ = 管理者 (ADM) 的均化节气收益
- GB_y^{ADM} = 管理者 (ADM) 第y年的节气收益
- δ_y^{ADM} = 管理者 (ADM) 第y年的贴现因子
- Y = 最长的措施寿命

社会节气收益 | Society Natural Gas Benefits

$$GB_y^{SOC} = \left(\sum_i AGS_i \right) P_y^{WG} \quad P_y^{WG} = P_1^{WG} (1 + ER^{WG})^y$$

- P_y^{WG} = 第y年的批发气（WG）价
- P_1^{WG} = 第1年的批发气（WG）价（用户输入）
- ER^{WG} = 批发气（WG）价的上升率（用户输入）
- GB_y^{SOC} = 参与者（SOC）第y年的节气收益
- AGS_i = i 措施的节气量（用户输入）
- P_y^{WG} = 第y年的批发气（WG）价

$$PVGB^{SOC} = \sum_y^Y GB_y^{SOC} \times \delta_y^{SOC}$$

- $PVGB^{SOC}$ = 社会（SOC）的均化节气收益
- GB_y^{SOC} = 社会（SOC）第y年的节气收益
- δ_y^{SOC} = 社会（SOC）第y年的贴现因子
- Y = 最长的措施寿命

各方净成本 | Net Costs

$$NC^{PRT} = \sum_i C_i(1 - \mu_i) - (PVEB^{PRT} + PVCB^{PRT} + PVGB^{PRT})$$

- NC^{PRT} = 参与者 (PRT) 的净成本
- C_i = i 措施的总成本 (用户输入)
- μ_i = i 措施的补贴 (增量成本比例, 用户输入)
- $PVEB^{PRT}$ = 参与者 (PRT) 的均化节电收益
- $PVCB^{PRT}$ = 参与者 (PRT) 的均化节煤收益
- $PVGB^{PRT}$ = 参与者 (PRT) 的均化节气收益

$$NC^{ADM} = \sum_i C_i \mu_i - (PVEB^{AGC,ADM} + PVEB^{ACC,ADM} + PVCB^{ADM} + PVGB^{ADM})$$

- NC^{ADM} = 管理者 (ADM) 的净均化收益
- C_i = i 措施的总成本 (用户输入)
- μ_i = i 措施的补贴 (增量成本比例, 用户输入)
- $PVEB^{AGC,ADM}$ = 管理者 (ADM) 的可避免发电成本 (AGC) 均化收益
- $PVEB^{ACC,ADM}$ = 管理者 (ADM) 的可避免容量成本 (ACC) 均化收益

各方净成本（续） | Net Costs (cont.)

$$NC^{SOC} = \sum_i C_i - (PVEB^{AGC,SOC} + PVEB^{ACC,SOC} + PVCB^{SOC} + PVGB^{SOC})$$

- NC^{SOC} = 社会（SOC）的净均化收益
- C_i = i 措施的总成本（用户输入）
- $PVEB^{AGC,SOC}$ = 社会（SOC）的可避免发电成本（AGC）均化收益
- $PVEB^{ACC,SOC}$ = 社会（SOC）的可避免容量成本（ACC）均化收益

$$LCE^{PRT} = \frac{(\sum_i C_i) \beta^{PRT}}{\sum_y \sum_i AES_{iy} \times \delta_y^{PRT}}$$

- LCE^{PRT} = 参与者（PRT）的单位节省量成本
- C_i = i 措施的总成本（用户输入）
- β^{PRT} = 参与者（PRT）节电收益占总收益（电、煤、气）的比例
- AES_{iy} = 第 y 年 i 措施的节电量（用户输入）
- δ_y^{PRT} = 参与者（PRT）第 y 年的贴现因子

$$NLCE^{PRT} = \frac{NC^{PRT} \times \beta^{PRT}}{\sum_y \sum_i AES_{iy} \times \delta_y^{PRT}}$$

- $NLCE^{PRT}$ = 参与者（PRT）的净单位节省量成本
- NC^{PRT} = 参与者（PRT）的净成本
- β^{PRT} = 参与者（PRT）节电收益占总收益（电、煤、气）的比例
- AES_{iy} = 第y年i措施的节电量（用户输入）
- δ_y^{PRT} = 参与者（PRT）第y年的贴现因子

$$LCE^{ADM} = \frac{(\sum_i C_i) \beta^{ADM}}{\sum_y \sum_i AES_{iy} \times \delta_y^{ADM}}$$

- LCE^{ADM} = 管理者（ADM）的单位节省量成本
- C_i = i 措施的总成本（用户输入）
- β^{ADM} = 管理者（ADM）节电收益占总收益（电、煤、气）的比例
- AES_{iy} = 第 y 年 i 措施的节电量（用户输入）
- δ_y^{ADM} = 管理者（ADM）第 y 年的贴现因子

$$NLCE^{ADM} = \frac{NC^{ADM} \times \beta^{ADM}}{\sum_y \sum_i AES_{iy} \times \delta_y^{ADM}}$$

- $NLCE^{ADM}$ = 管理者（ADM）的净单位节省量成本
- NC^{ADM} = 管理者（ADM）的净成本
- β^{ADM} = 管理者（ADM）节电收益占总收益（电、煤、气）的比例
- AES_{iy} = 第y年i措施的节电量（用户输入）
- δ_y^{ADM} = 管理者（ADM）第y年的贴现因子

$$LCE^{SOC} = \frac{(\sum_i C_i) \beta^{SOC}}{\sum_y \sum_i AES_{iy} \times \delta_y^{SOC}}$$

- LCE^{SOC} = 社会（SOC）的单位节省量成本
- C_i = i 措施的总成本（用户输入）
- β^{SOC} = 社会（SOC）节电收益占总收益（电、煤、气）的比例
- AES_{iy} = 第 y 年 i 措施的节电量（用户输入）
- δ_y^{SOC} = 社会（SOC）第 y 年的贴现因子

$$NLCE^{SOC} = \frac{NC^{SOC} \times \beta^{SOC}}{\sum_y \sum_i AES_{iy} \times \delta_y^{SOC}}$$

- $NLCE^{SOC}$ = 社会（SOC）的净单位节省量成本
- NC^{SOC} = 社会（SOC）的净成本
- β^{SOC} = 社会（SOC）节电收益占总收益（电、煤、气）的比例
- AES_{iy} = 第y年i措施的节电量（用户输入）
- δ_y^{SOC} = 社会（SOC）第y年的贴现因子

注：煤、气的单位节省量也如上述计算



THE CHINA SUSTAINABLE ENERGY PROGRAM

Toward a Sustainable Energy Future for the People's Republic of China

中国可持续能源项目
—迈向中国可持续能源的未来

PLANNING AND CONSTRUCTING AN EFFICIENCY POWER PLANT 能效电厂规划和建设

能效电厂计算器
Introduction to the
Efficiency Power Plant (EPP) Calculator

E3 三益



节能 energy efficiency

措施 measure

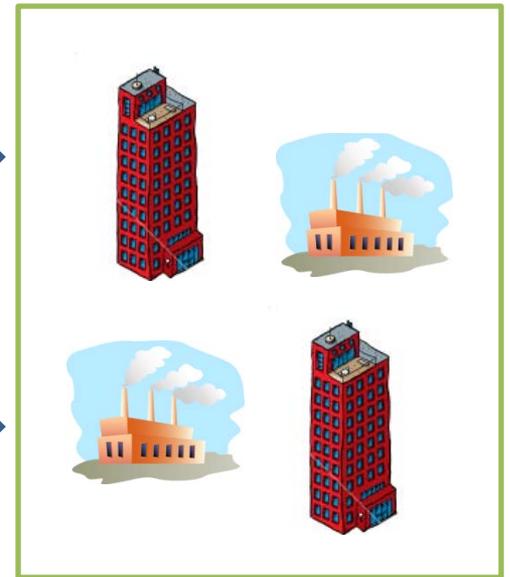
工程 project

项目组合 portfolio

节能措施
Measures

节能工程
Projects

节能项目组合
Portfolio



更换电动机 Motor Replacement



普通电动机
名牌功率：6.25 千瓦
年利用小时：8760
负载率：80%
年耗电量：43800千瓦时

1个



高效电动机
名牌功率：5 千瓦
年利用小时：8760
负载率：80%
年耗电量：35040千瓦时

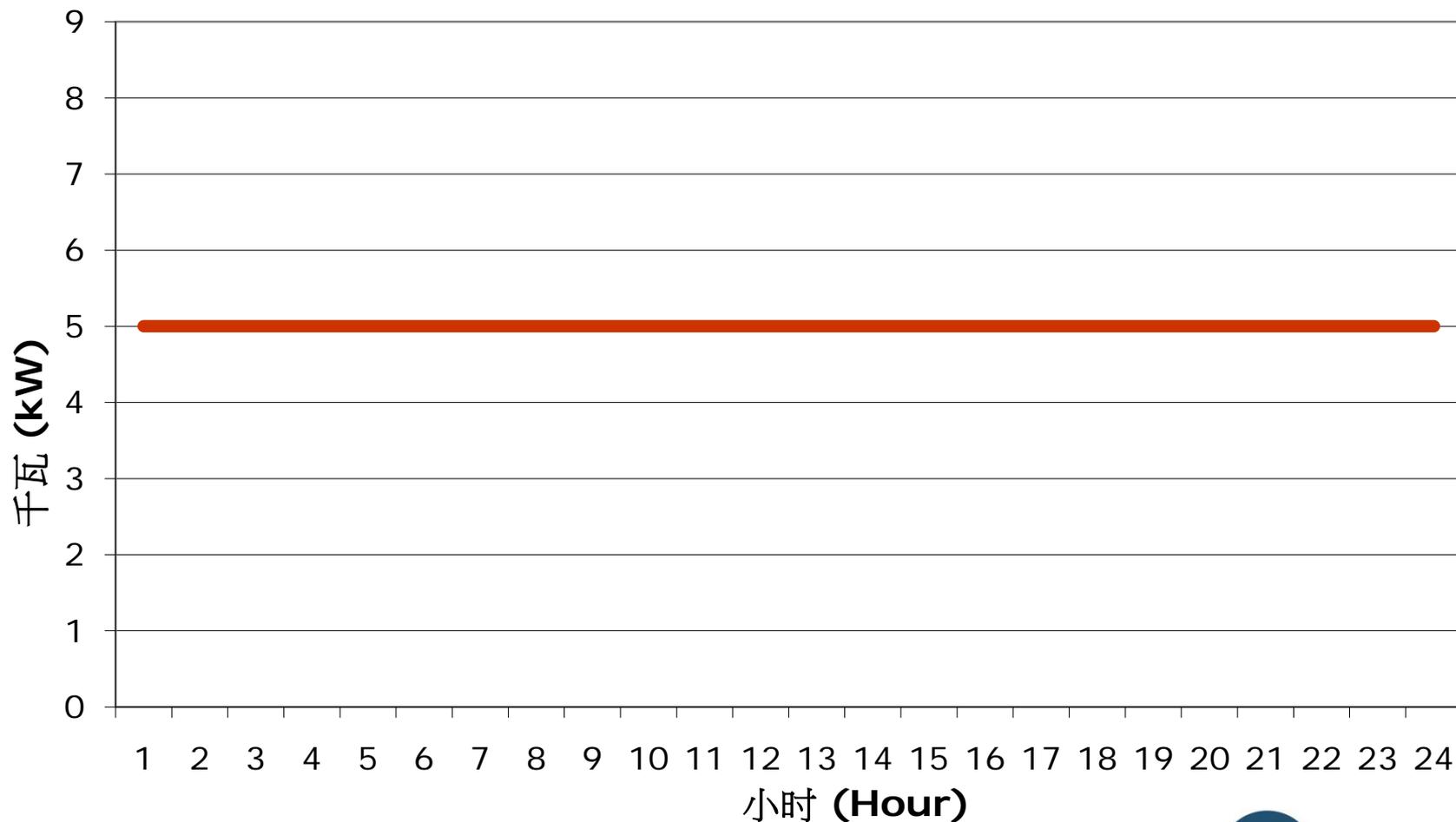
节能
20%

年节电量
8760千瓦时/年

增量成本
2000 元

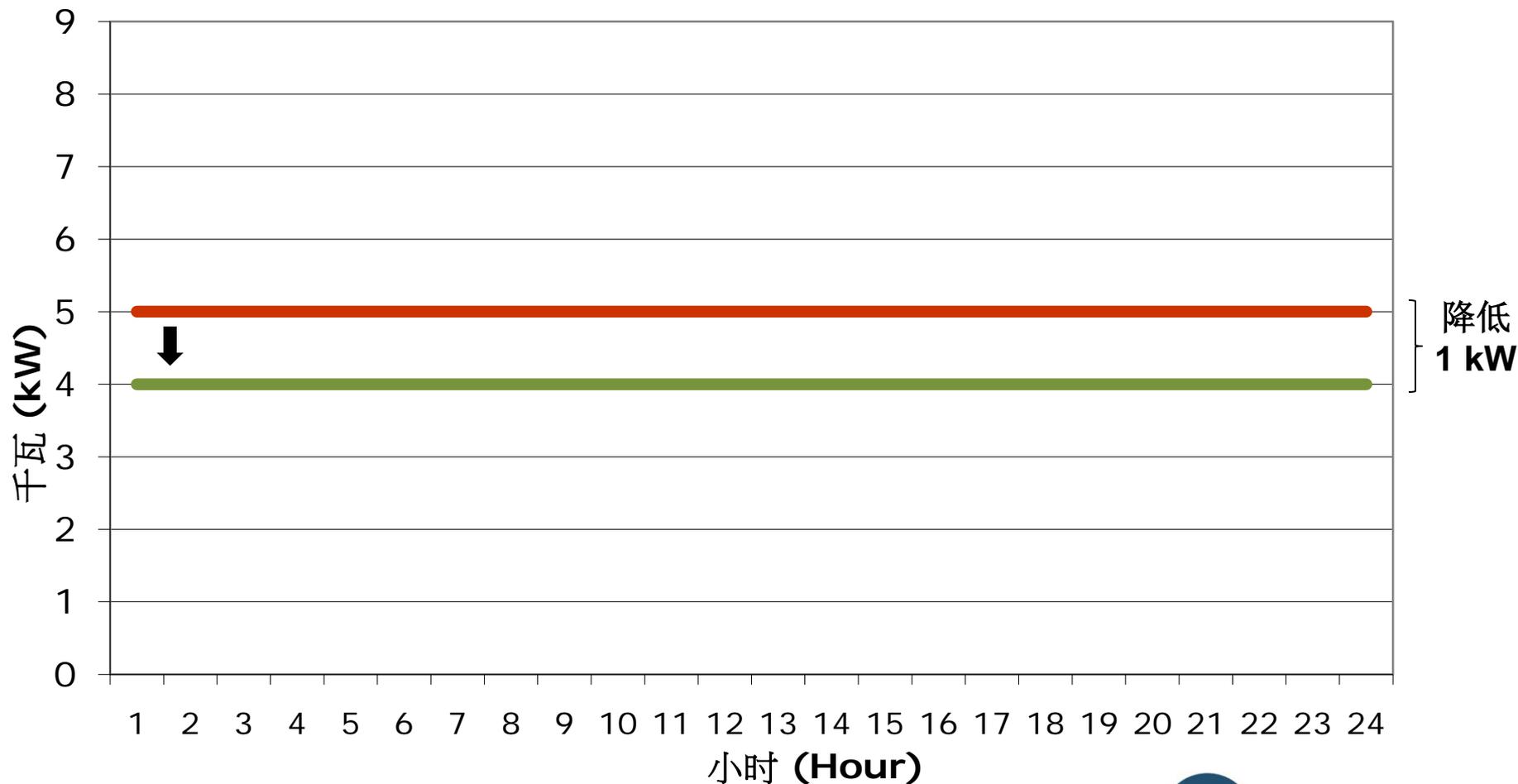
普通电动机日负荷

Motor Daily Load, Lower Efficiency Motor



更换电动机，日负荷降低

Motor Replacement, Daily Load Reduction



更换室外照明 External Lighting Replacement



白炽灯
功率：65瓦
年利用小时：4380
年耗电量：14235千瓦时

50个



荧光灯
功率：23瓦
年利用小时：4380
年耗电量：5037千瓦时

节能
~65%

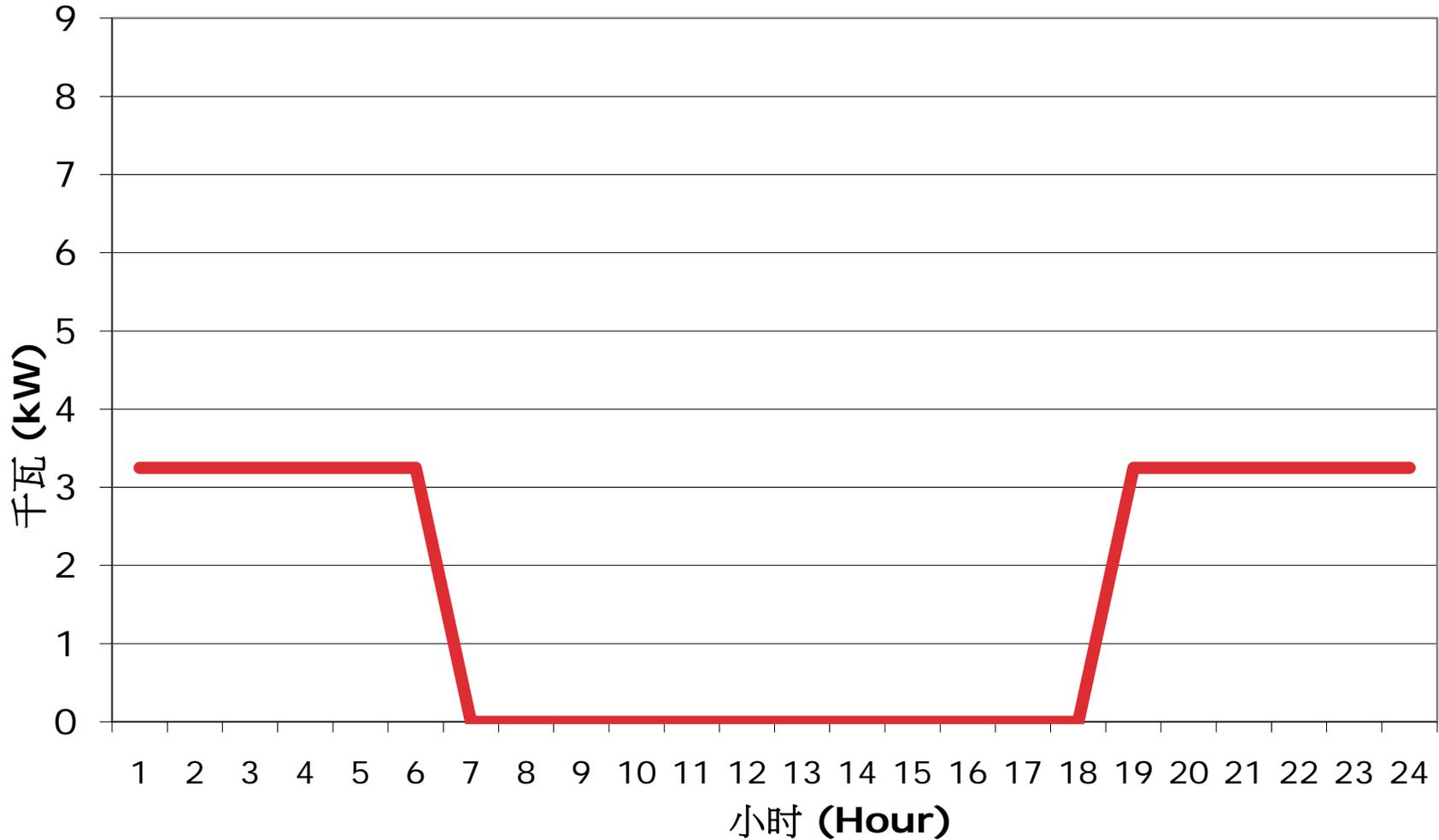
年节电量
 $50 \times 184 \text{ 千瓦时/年} =$
9198 千瓦时/年

增量成本
 $50 \times 100 \text{ 元} =$
5000 元

普通室外照明日负荷

External Lighting Daily Load, Lower Efficiency Light

节能措施
Measures



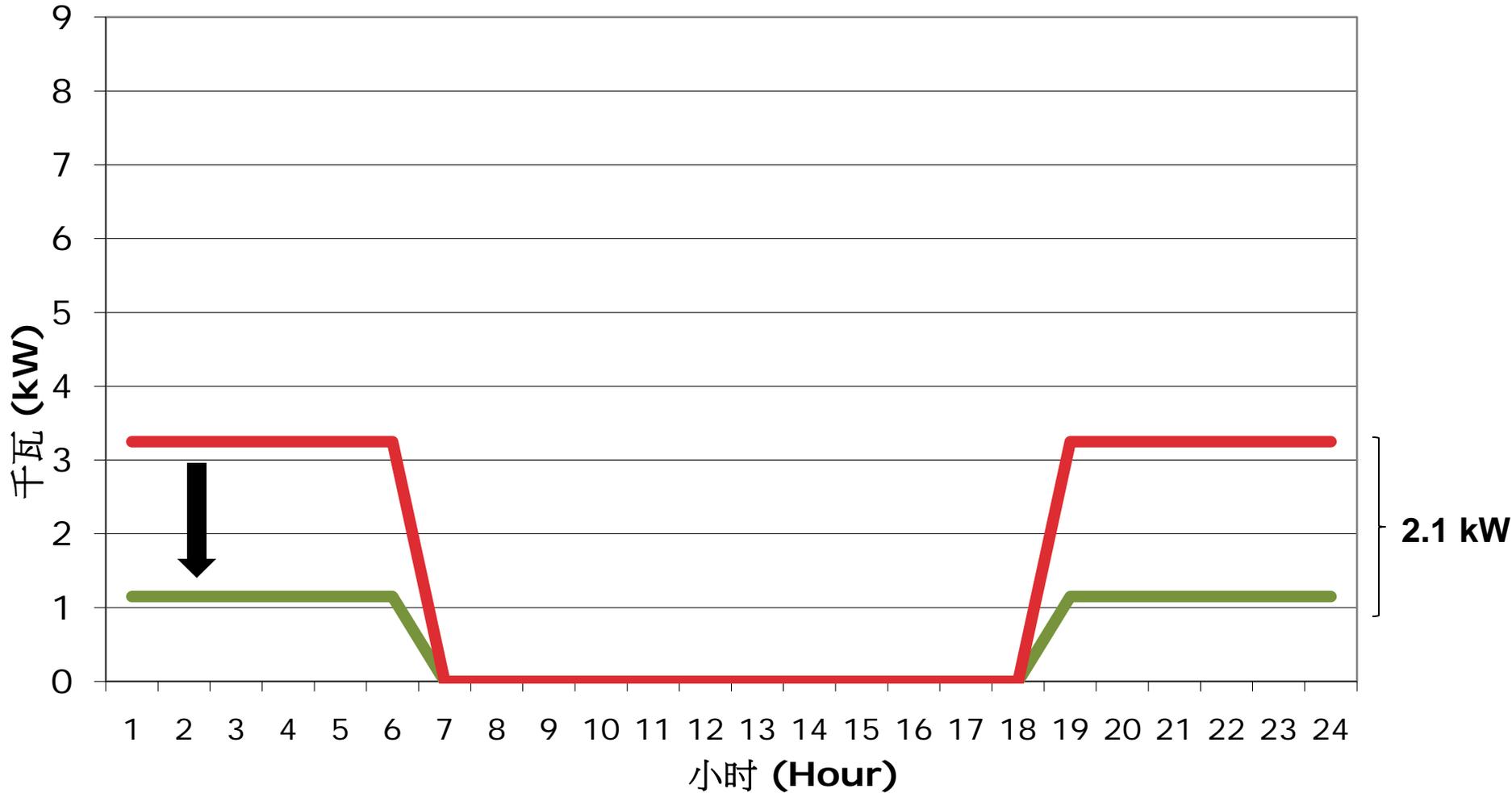
THE REGULATORY ASSISTANCE PROJECT



更换照明，日负荷降低

Lighting Replacement, Daily Load Reduction

节能措施
Measures



更换空调 A/C Replacement



普通空调
功率：8千瓦
年利用小时：2190

1个



高效空调
功率：6千瓦
年利用小时：2190

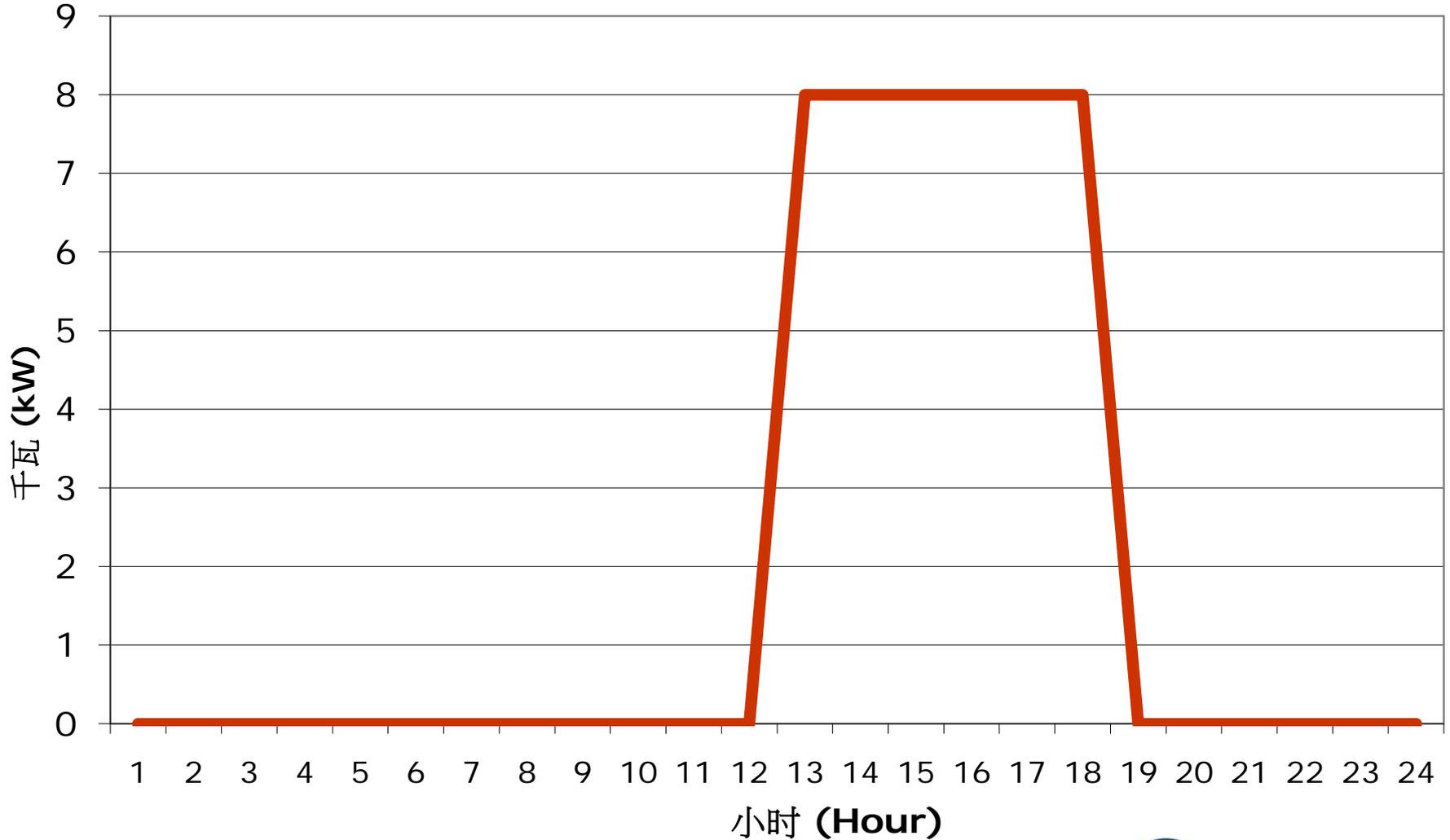
节能
25%

年节电量
4380千瓦时/年

增量成本
3000元

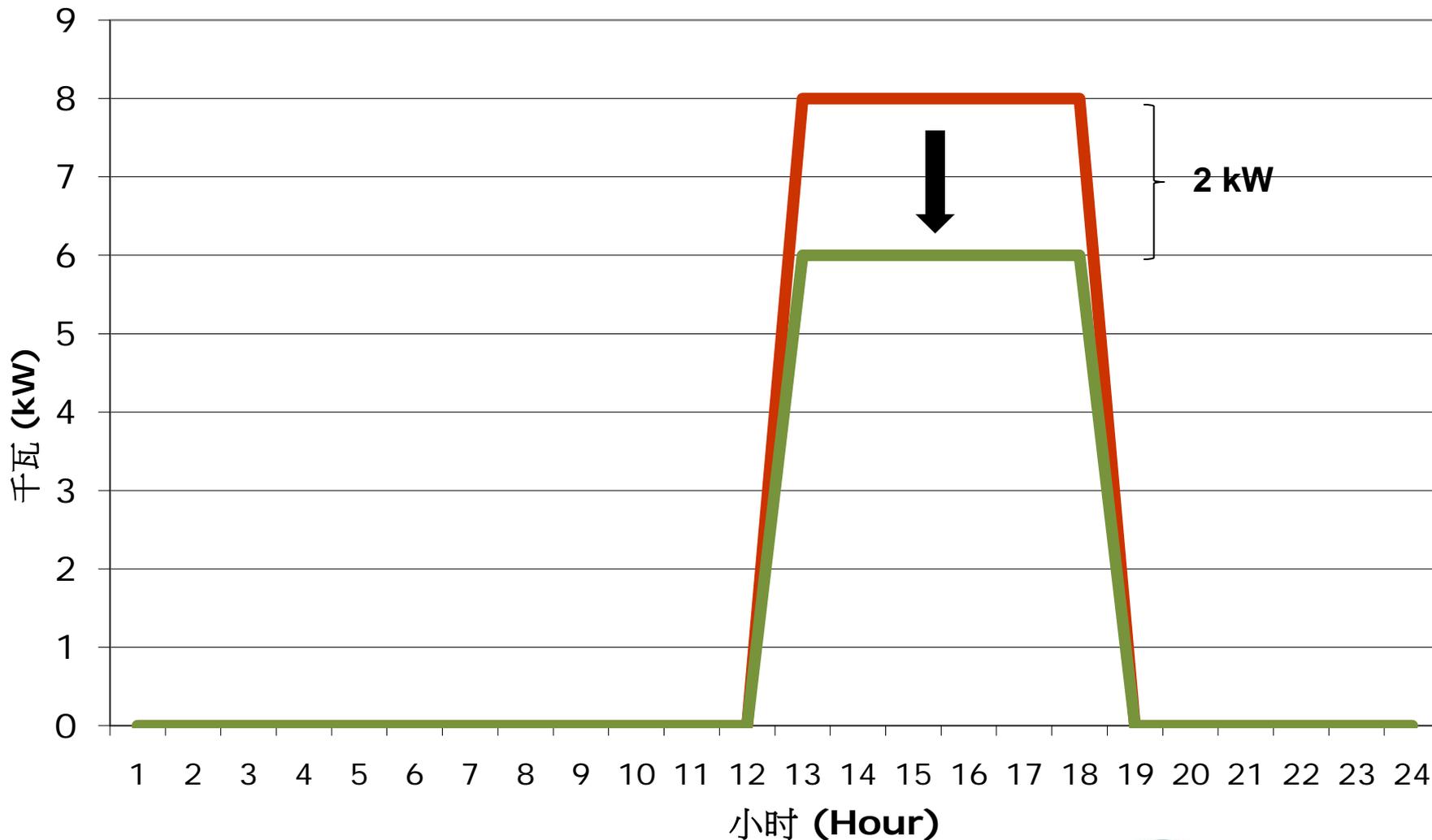
普通空调日负荷

A/C Daily Load, Lower Efficiency A/C

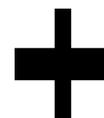


更换空调，日负荷降低

HVAC Replacement, Daily Load Reduction



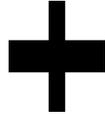
工程





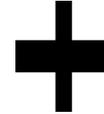
年节电量
8760千瓦时/年

增量成本
2000 元



年节电量
9198千瓦时/年

增量成本
5000 元



年节电量
4380千瓦时/年

增量成本
3000 元



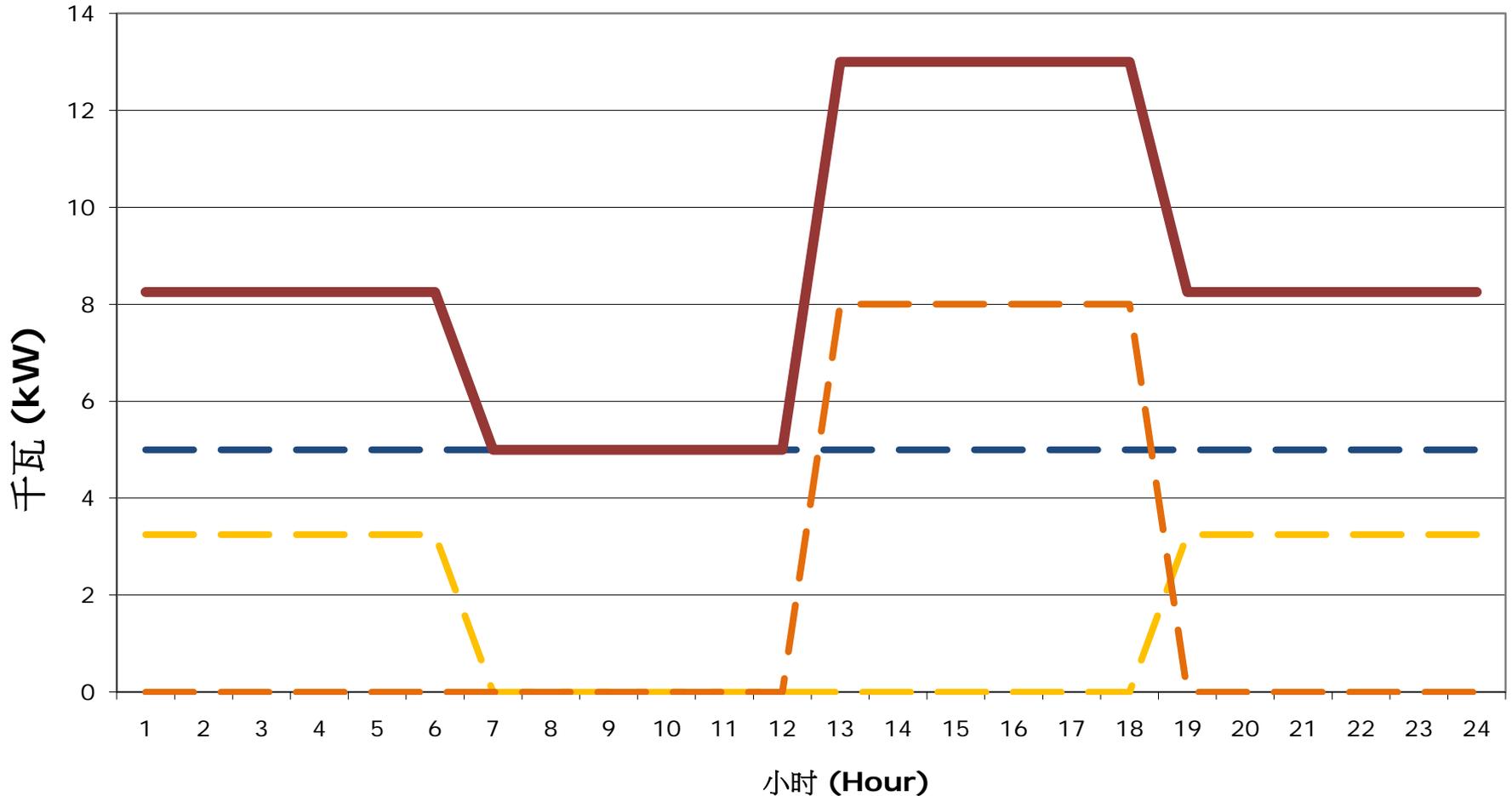
年节电量
22338千瓦时/年

增量成本
10000 元

普通电动机、灯泡、空调日负荷

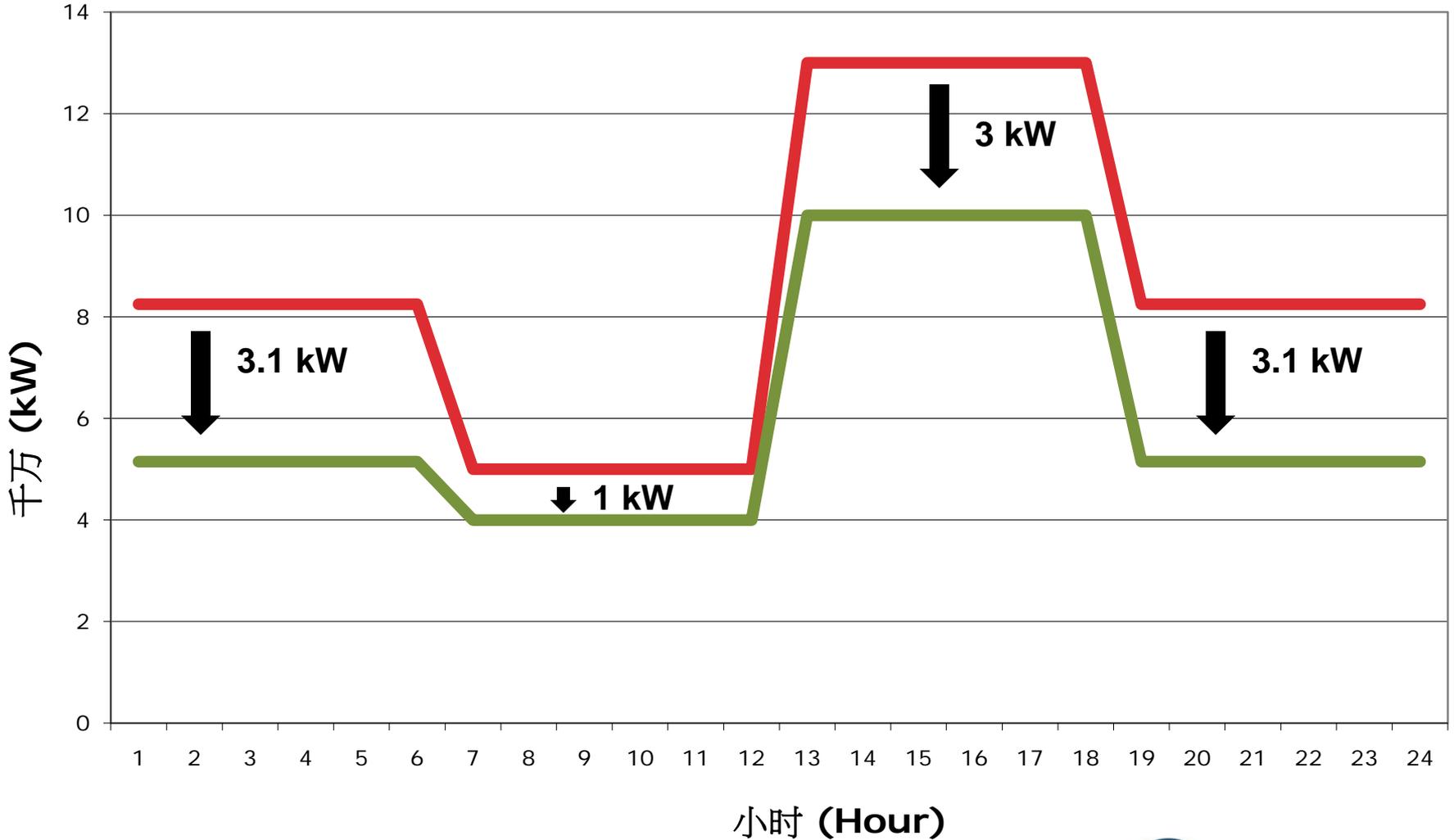
Lower Efficiency Motor, Light, A/C, Daily Load

— Motor — Lighting — HVAC — Total Load



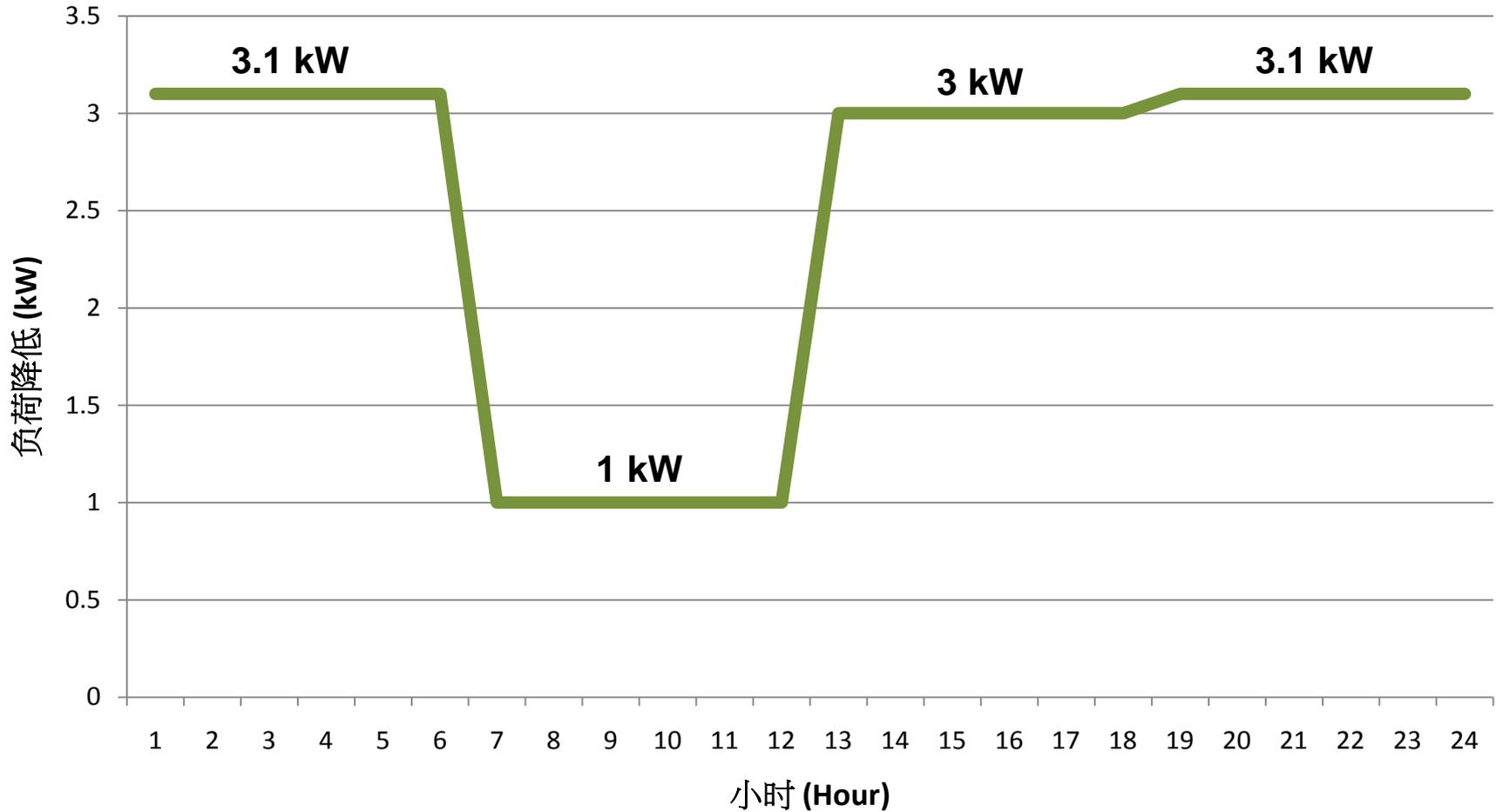
单个企业日负荷曲线

Daily Load, Total Facility



单个企业日负荷变化（降低）曲线

Daily Load Reduction Curve, Total Facility

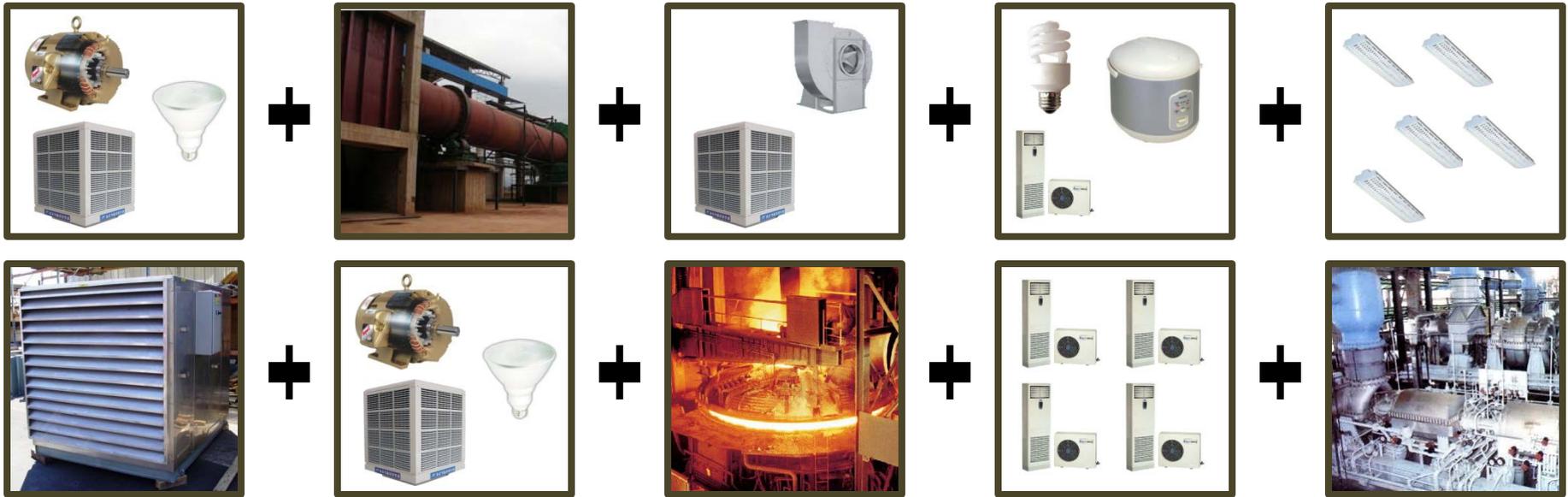


单个企业日负荷降低

Daily Load Reductions, Total Facility

负荷降低	x	小时 =	每天节电量
3.1 kW	x	6小时	18.6 kWh
1 kW	x	6小时	6 kWh
3 kW	x	6小时	18 kWh
3.1 kW	x	6小时	18.6 kWh
总计			61.2 kWh

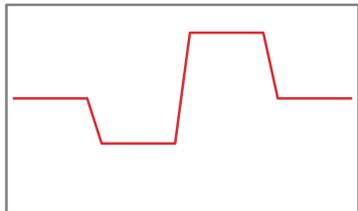
项目组合



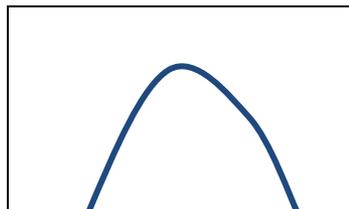
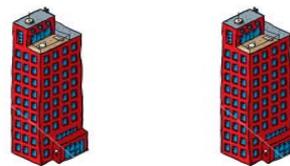
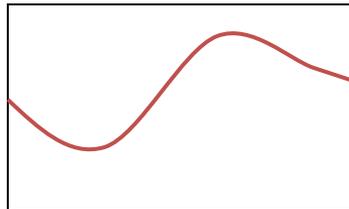
单个企业和平均的行业负荷曲线

Load Shapes for Individual Facilities and “Average” Load Shapes

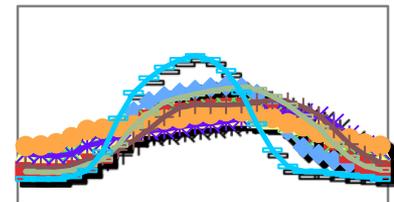
单个企业
Facility



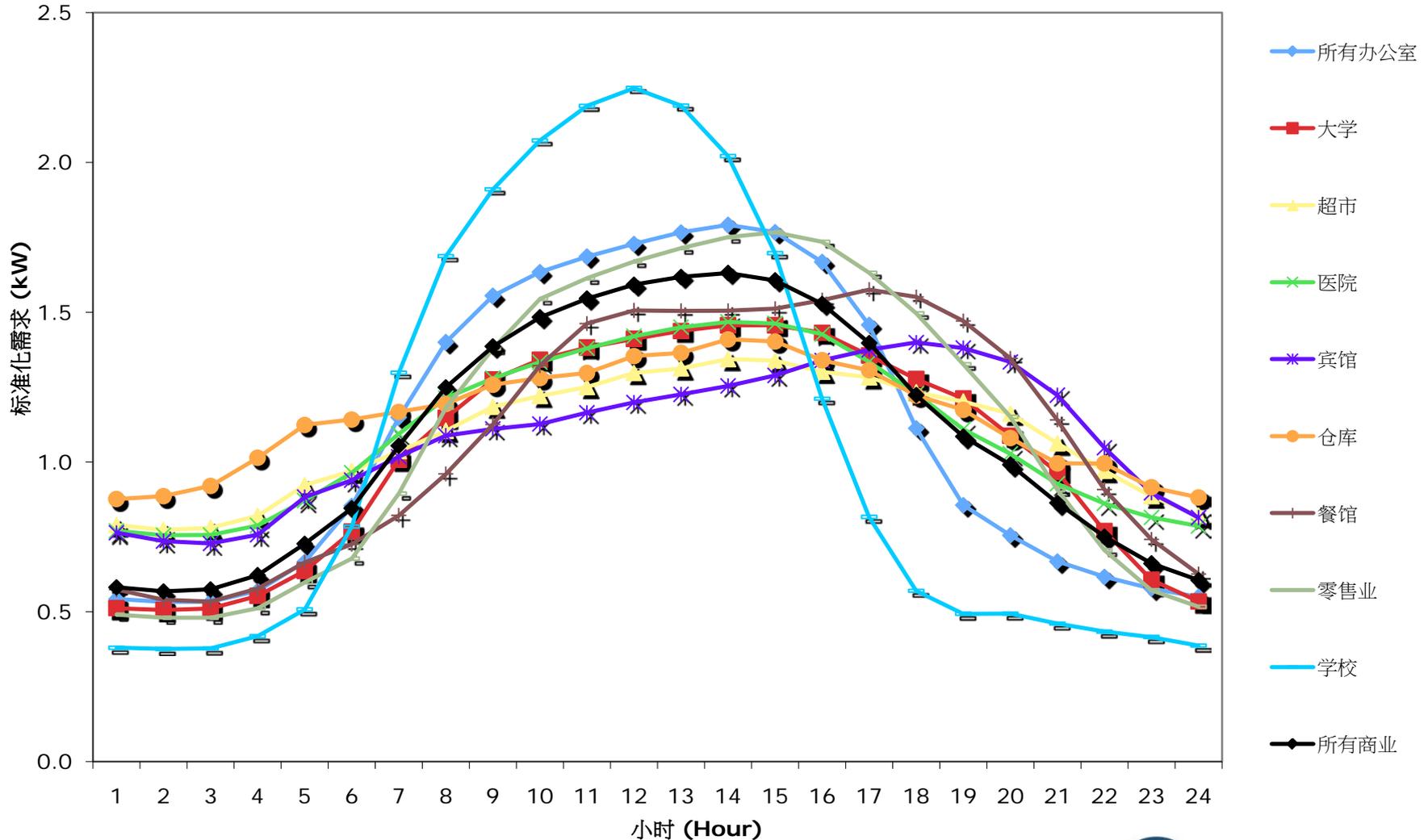
行业平均负荷
Average Facility



负荷数据库
Load Library

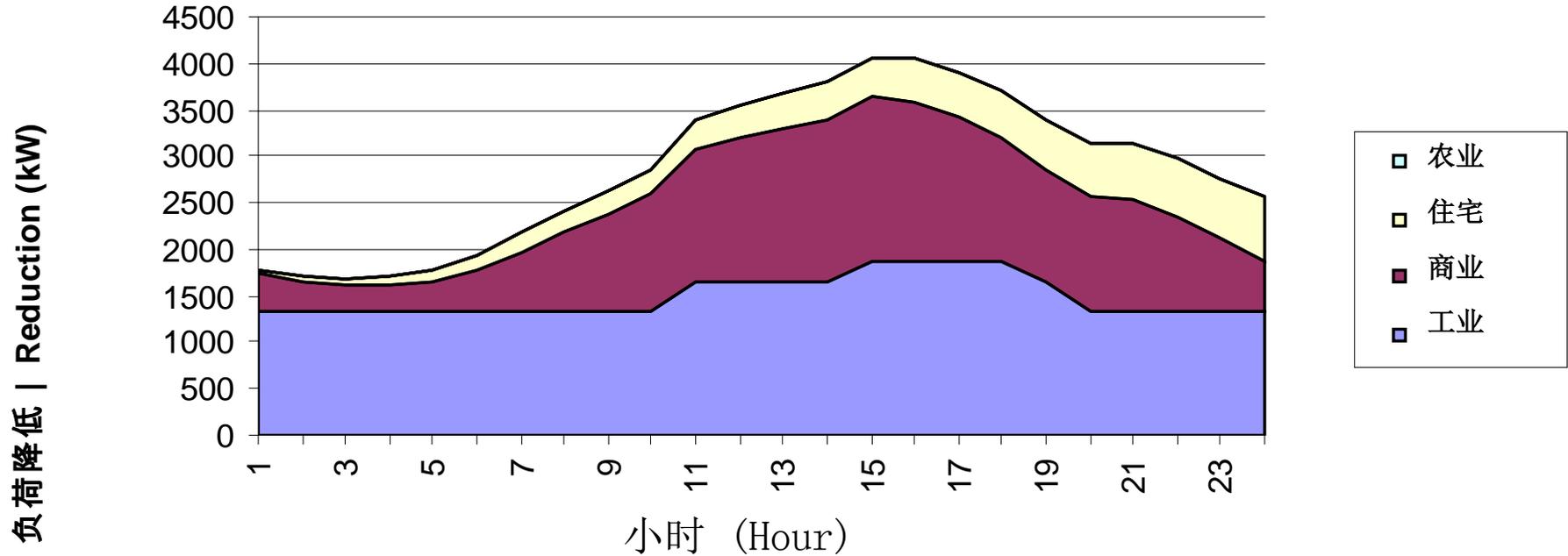


负荷曲线的多样性 (下为加州商业负荷) Diversity in Load Shapes (Commercial)



夏季负荷变化曲线，能效电厂计算器的例子

Summer Load Reduction Shape, Example from EPP Calculator



收益

+



成本

-



节能工程的节能量

	电动机	照明	空调	总计
数量	1	50	1	
现有设备年耗电量	43800	14235	17520	75555
节能设备年耗电量	35040	5037	13140	53217
年节电量	8760	9198	4380	22338

节能工程的增量成本

	电动机	照明	空调	总计
单位增量成本	¥2,000	¥100	¥3,000	-
数量	1	50	1	-
总增量成本	¥2,000	¥5,000	¥3,000	¥10,000

节能工程的参与者成本

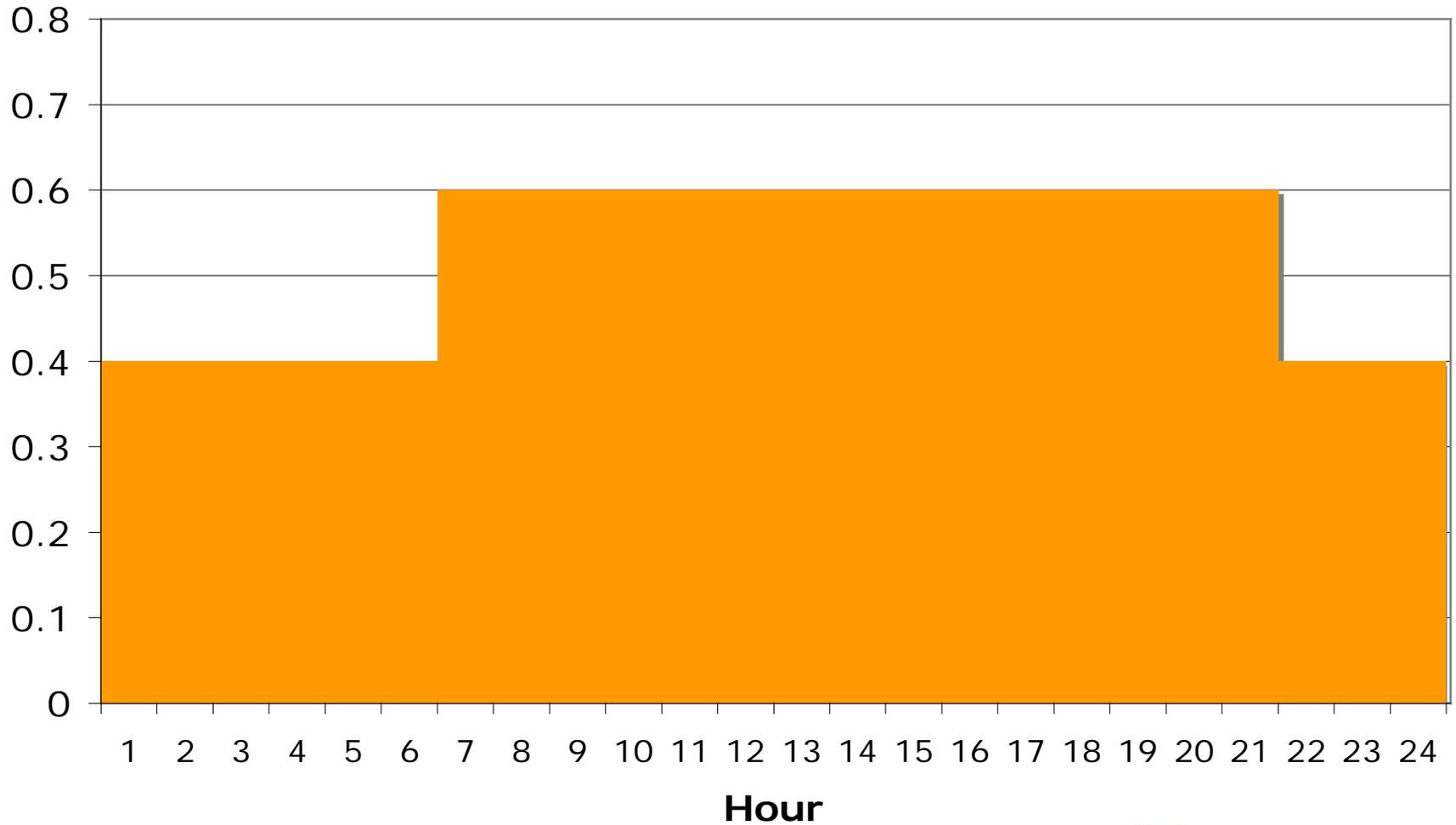
	电动机	照明	空调	总计
单位增量成本	¥2,000	¥100	¥3,000	-
单位补贴额	¥500	¥25	¥750	-
单位参与者成本	¥1,500	¥75	¥2,250	-
数量	1	50	1	-
总增量成本	¥2,000	¥5,000	¥3,000	¥10,000
总补贴额	¥500	¥1,250	¥750	¥2,500
参与者实际成本	¥1,500	¥3,750	¥2,250	¥7,500

节能工程的节能收益

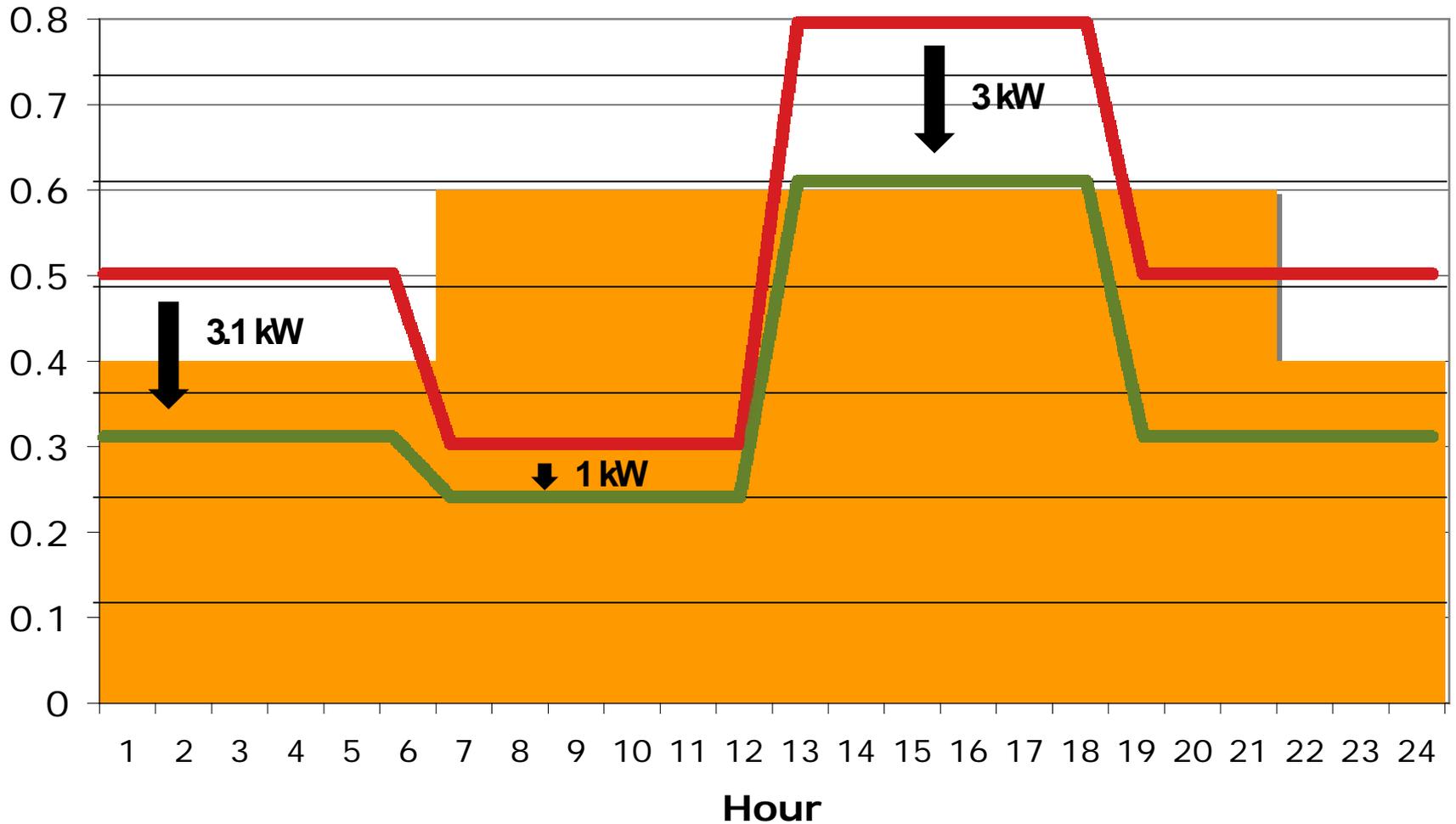
假设电价是固定的： ¥0.50/kWh

	电动机	照明	空调	总计
数量	1	50	1	0
现有设备耗电量	43800	14235	17520	75555
节能设备耗电量	35040	5037	13140	53217
年节电量	8760	9198	4380	22338
电价	¥0.50	¥0.50	¥0.50	¥0.50
年节电收益	¥4,380	¥4,599	¥2,190	¥11,169

TOU Rate 分时电价



TOU Rate 分时电价



节能工程的节能收益

假设分时电价为：峰时¥0.60/kWh，谷时¥0.40/kWh

峰谷分时	分时电价	节电量 (kWh)	节电收益 (¥)
1-6点	¥ 0.4	6789	2716
7-21点	¥ 0.6	12154	7293
22-24点	¥ 0.4	3394	1358
总计		22338	11366

供应侧效益

Supply-Side Benefits

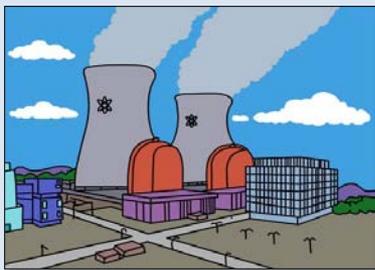
可避免成本

Avoided Costs



电量

降低燃料和其他可变成本
Fuel and variable O&M costs



容量
(发电
电网)

降低发电装机容量和输
配电设备的投资成本
Generation and T&D capital costs

环境保护

Environment



排放

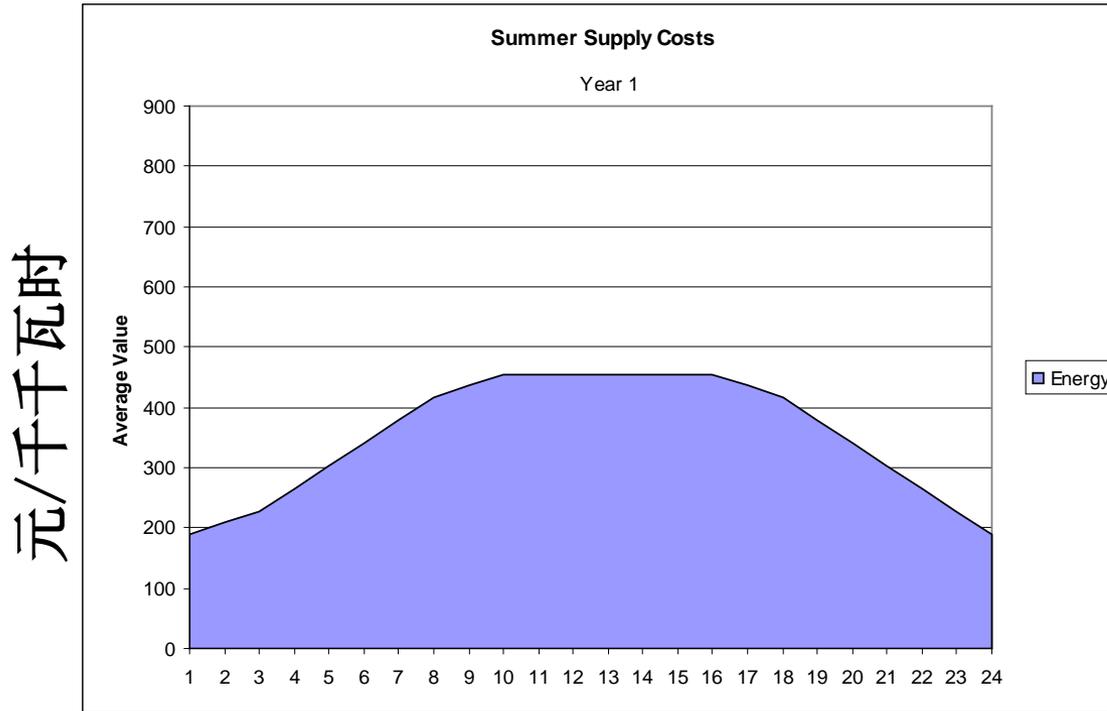
空气污染物减排
Reduced emissions

可避免燃料和其他可变成本

Avoided Fuel and Other Variable Costs

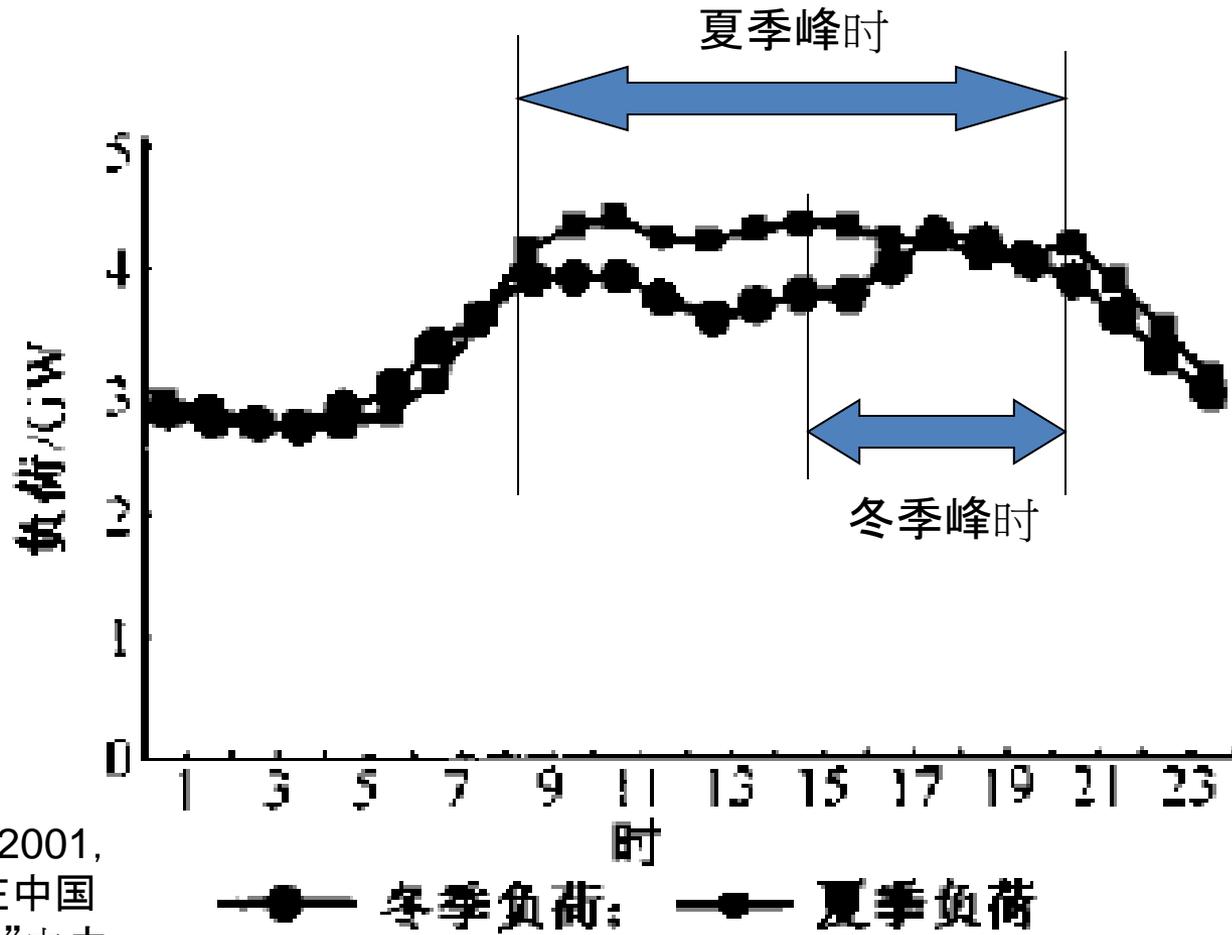
发电的燃料成本

高峰时平均发电能效下降, 燃料成本
高, 所以可避免的燃料成本较高



北京的夏季和冬季的日负荷曲线

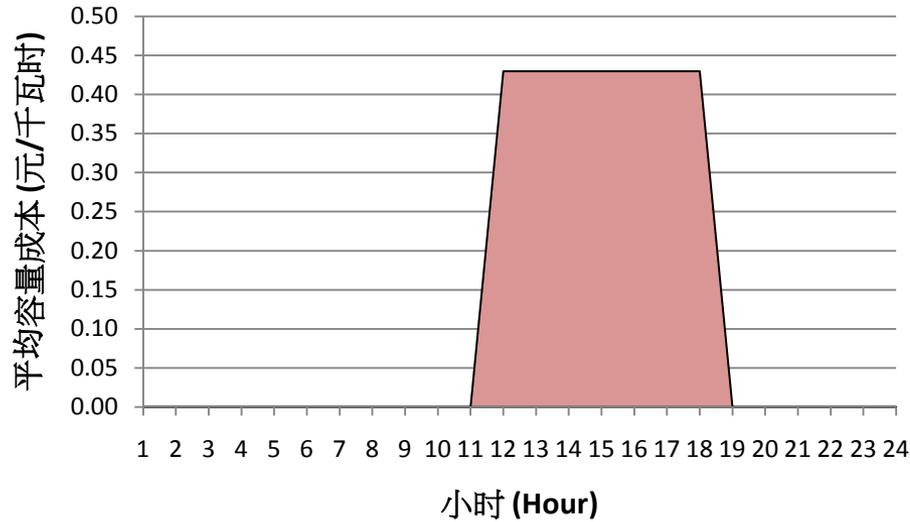
Summer and Winter Load Curves, Beijing



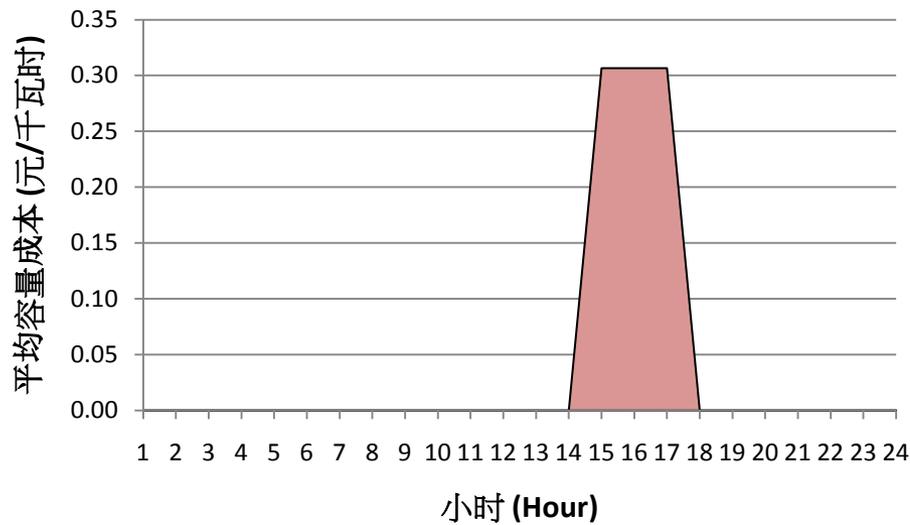
来源:胡兆光, 2001,
“需求侧管理在中国的
应用与实施,”电力
系统自动化,第25卷
第1期。

平均可避免的容量成本，夏季和冬季

Avoided Capacity Costs, Summer and Winter



大部分的容量成本都在夏季。

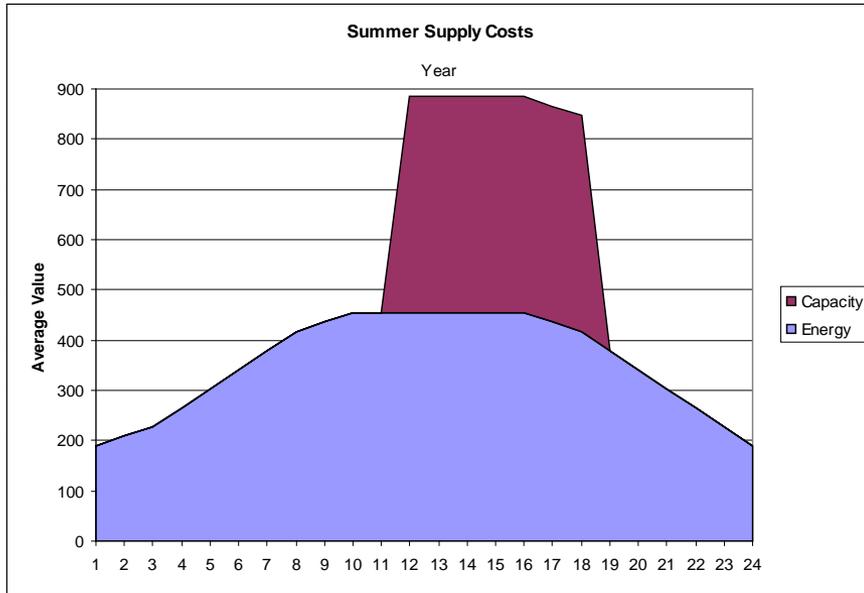


可避免容量和燃料成本

Avoided Capacity and Energy Costs

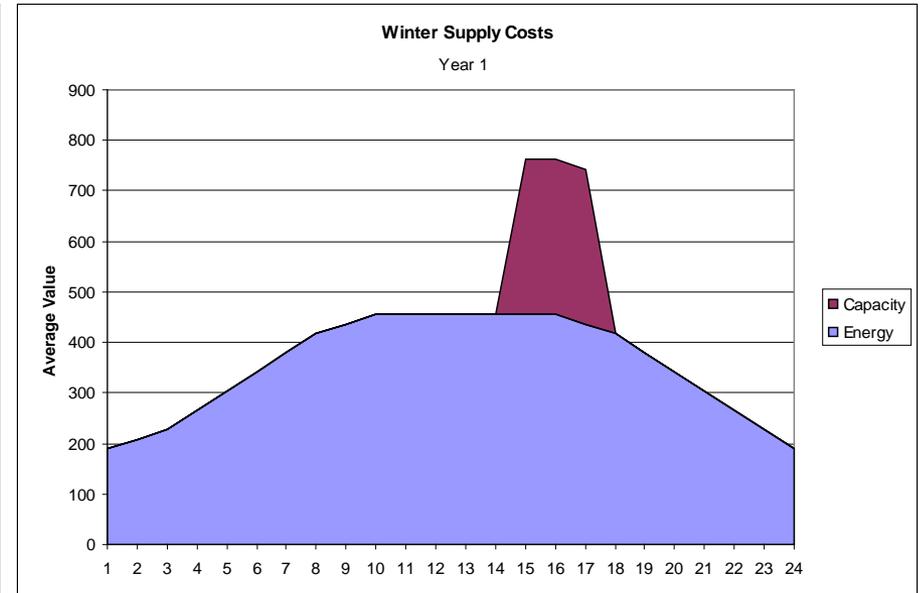
Summer avoided cost of capacity and energy

夏季可避免装机容量及发电可变成本的曲线



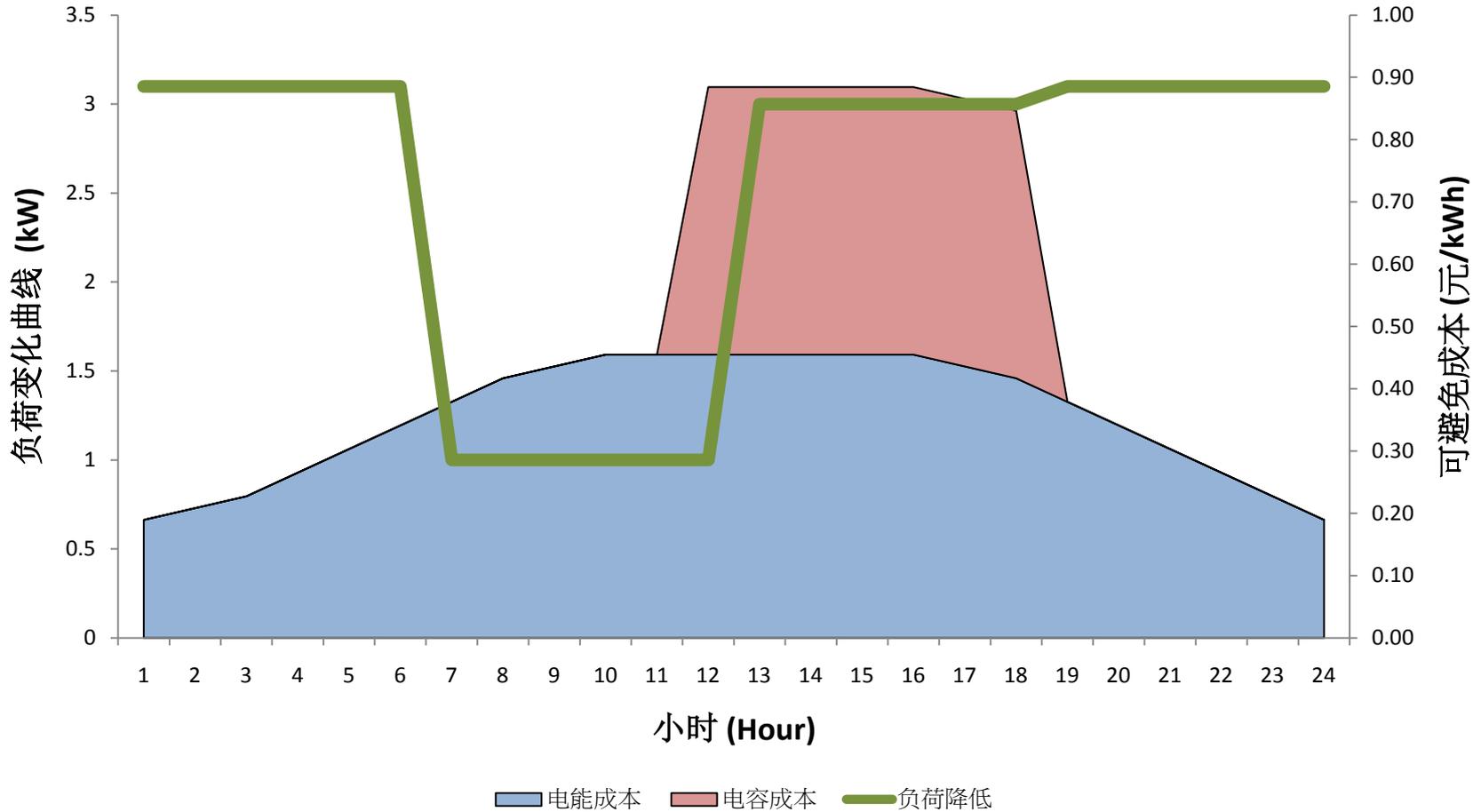
Winter avoided cost of capacity and energy

冬季可避免装机容量及发电可变成本的曲线



元/千千瓦时

能效项目夏季平均可避免的燃料和容量成本 Avoided Capacity and Energy Costs, Summer



小时	降低负荷 (kW)	单位平均可避免成本 (元/kWh)	平均可避免成本 (元)
1	3.1	0.19	0.59
2	3.1	0.21	0.65
3	3.1	0.23	0.70
4	3.1	0.27	0.82
5	3.1	0.30	0.94
6	3.1	0.34	1.06
7	1	0.38	0.38
8	1	0.42	0.42
9	1	0.44	0.44
10	1	0.45	0.45
11	1	0.45	0.45
12	1	0.88	0.88
13	3	0.88	2.65
14	3	0.88	2.65
15	3	0.88	2.65
16	3	0.88	2.65
17	3	0.87	2.60
18	3	0.85	2.54
19	3.1	0.38	1.17
20	3.1	0.34	1.06
21	3.1	0.30	0.94
22	3.1	0.27	0.82
23	3.1	0.23	0.70
24	3.1	0.19	0.59
总计	61.2		28.8

夏季总计：一天

节电量：61.2千瓦时/天

平均可避成本：28.8元/天

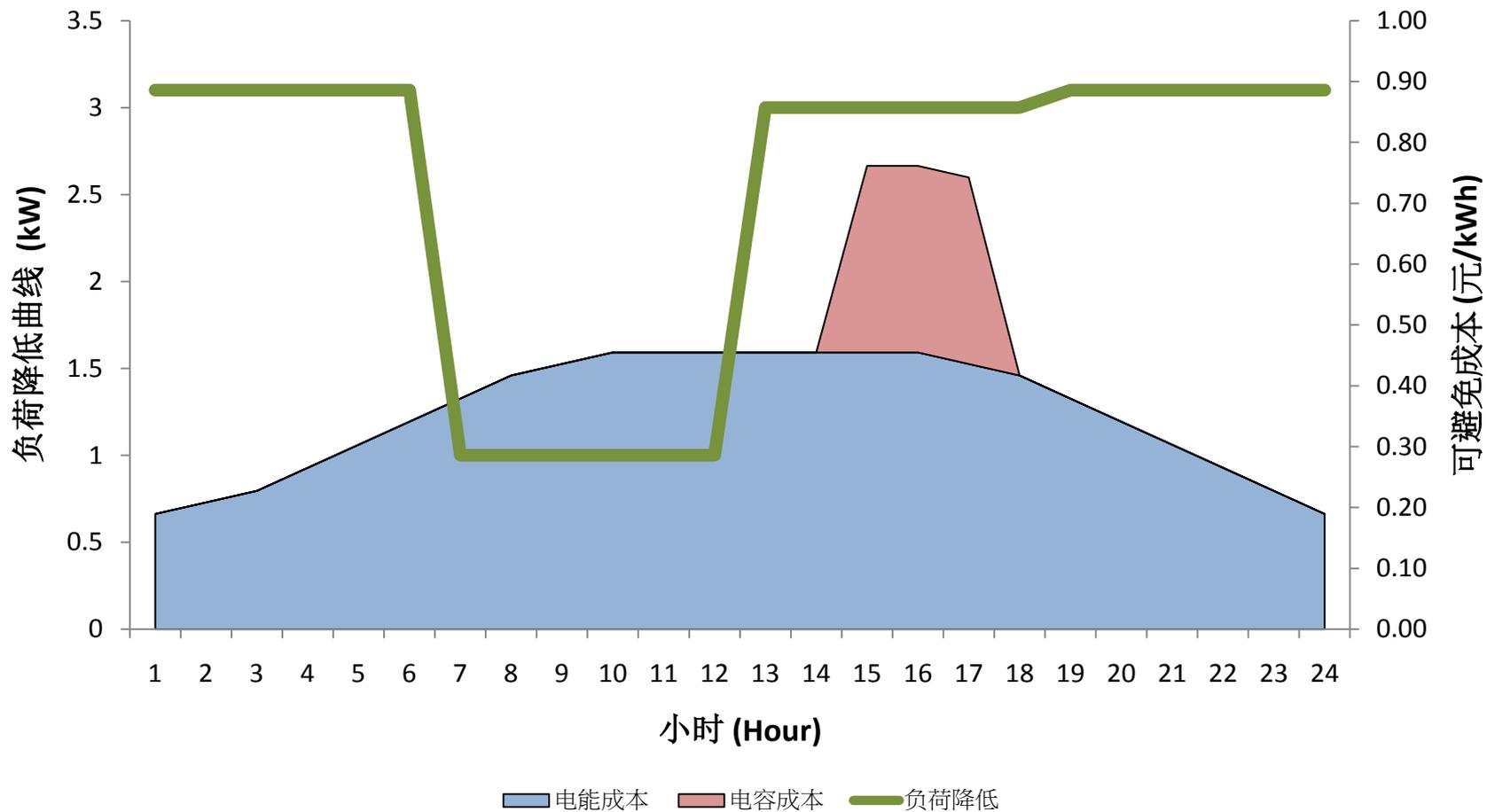
假设夏季有152日（美国）

夏季总计

$$\frac{61.2 \text{ kWh}}{\text{天}} \times \frac{152 \text{ 天}}{\text{年}} = \frac{9302 \text{ kWh}}{\text{年}}$$

$$\frac{28.8 \text{ 元}}{\text{天}} \times \frac{152 \text{ 天}}{\text{年}} = \frac{4377 \text{ 元}}{\text{年}}$$

能效项目冬季可避免的燃料和装机容量成本 Avoided Capacity and Energy Costs, Winter



小时	降低负荷 (kW)	单位平均可避免成本 (元/kWh)	平均可避免成本 (元)
1	3.1	0.19	0.59
2	3.1	0.21	0.65
3	3.1	0.23	0.70
4	3.1	0.27	0.82
5	3.1	0.30	0.94
6	3.1	0.34	1.06
7	1	0.38	0.38
8	1	0.42	0.42
9	1	0.44	0.44
10	1	0.45	0.45
11	1	0.45	0.45
12	1	0.45	0.45
13	3	0.45	1.36
14	3	0.45	1.36
15	3	0.76	2.28
16	3	0.76	2.28
17	3	0.74	2.23
18	3	0.42	1.25
19	3.1	0.38	1.17
20	3.1	0.34	1.06
21	3.1	0.30	0.94
22	3.1	0.27	0.82
23	3.1	0.23	0.70
24	3.1	0.19	0.59
总计	61.2		23.4

冬季总计：一天

节电量：61.2千瓦时/天

可避成本：23.4元/天

假设冬季有213日（美国）

冬季总计

$$\frac{61.2 \text{ kWh}}{\text{天}} \times \frac{213 \text{ 天}}{\text{年}} = \frac{13036 \text{ kWh}}{\text{年}}$$

$$\frac{23.4 \text{ 元}}{\text{天}} \times \frac{213 \text{ 天}}{\text{年}} = \frac{4988 \text{ 元}}{\text{年}}$$

能效项目夏季及冬季可避免的燃料和容量成本

Avoided Capacity and Energy Costs, Summer and Winter

夏季总计

$$\frac{61.2 \text{ kWh}}{\text{天}} \times \frac{152 \text{ 天}}{\text{年}} = \frac{9302 \text{ kWh}}{\text{年}}$$

$$\frac{28.8 \text{ 元}}{\text{天}} \times \frac{152 \text{ 天}}{\text{年}} = \frac{4377 \text{ 元}}{\text{年}}$$

冬季总计

$$\frac{61.2 \text{ kWh}}{\text{天}} \times \frac{213 \text{ 天}}{\text{年}} = \frac{13036 \text{ kWh}}{\text{年}}$$

$$\frac{23.4 \text{ 元}}{\text{天}} \times \frac{213 \text{ 天}}{\text{年}} = \frac{4988 \text{ 元}}{\text{年}}$$

夏季+冬季总计

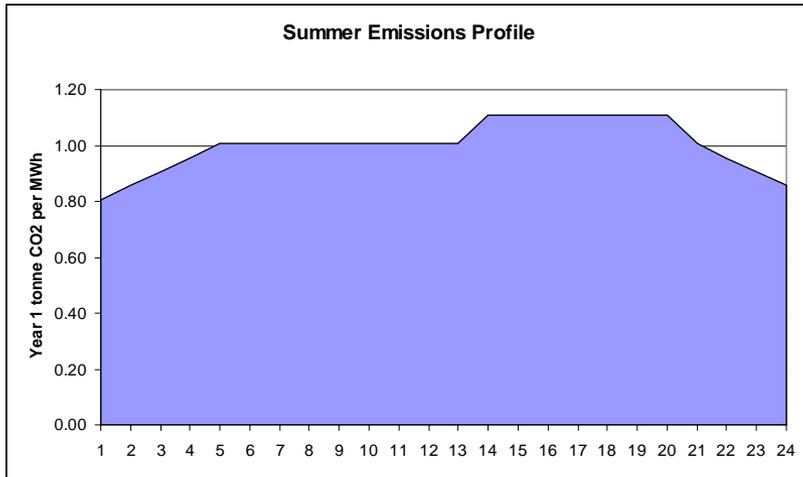
$$\frac{9302 \text{ kWh}}{\text{年}} + \frac{13036 \text{ kWh}}{\text{年}} = \frac{22338 \text{ kWh}}{\text{年}}$$

$$\frac{4988 \text{ 元}}{\text{年}} + \frac{4378 \text{ 元}}{\text{年}} = \frac{9365 \text{ 元}}{\text{年}}$$

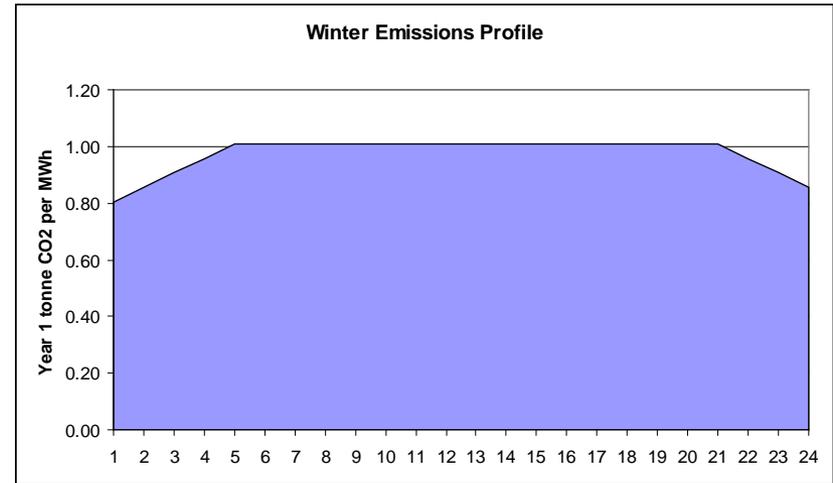
夏季和冬季的平均CO₂排放曲线

CO₂ Emissions and Emission Reductions (Year 1)

夏季



冬季



$$\text{夏季} \quad \frac{68 \text{ kgCO}_2}{\text{天}} \times \frac{152 \text{ 天}}{\text{年}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = \frac{10.4 \text{ tCO}_2}{\text{年}}$$

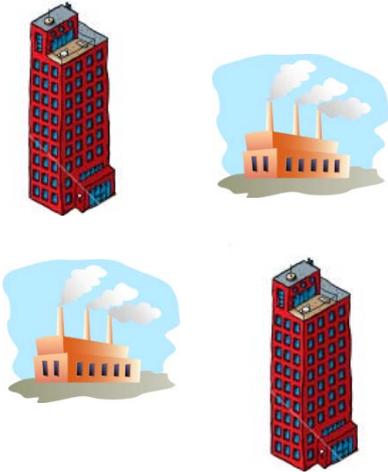
$$\text{冬季} \quad \frac{66 \text{ kgCO}_2}{\text{天}} \times \frac{213 \text{ 天}}{\text{年}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = \frac{14.1 \text{ tCO}_2}{\text{年}}$$

$$\frac{\text{总CO}_2 \text{ 减排}}{24.5 \text{ tCO}_2}{\text{年}}$$



不同的角度

参与者
Participants



管理者
Administrator



社会
Society



能效电厂对参与者划不划算？

Is the EPP cost-effective for participants?

成本

– 节能措施的增量成本



收益

– 节能收益



能效电厂对管理者划不划算？

Is the EPP cost-effective for the administrator?

成本

- 补贴量
- 管理成本



可避免成本

- 燃料和其他可变成本
- 投资成本



能效电厂比常规电厂的社会成本低吗？

Is the EPP lower cost to society?

成本

- 设备的增量成本



- 管理成本



可避免成本

- 燃料和其他可变成本
- 投资成本



环境保护

- 污染减排

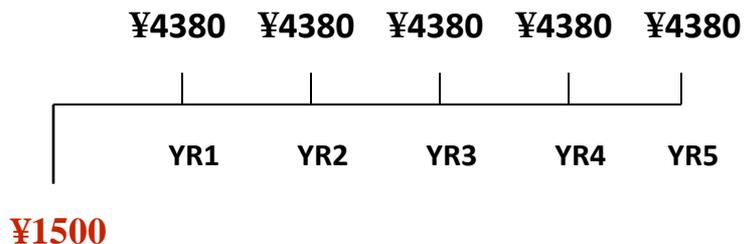


工程经济分析：参与者

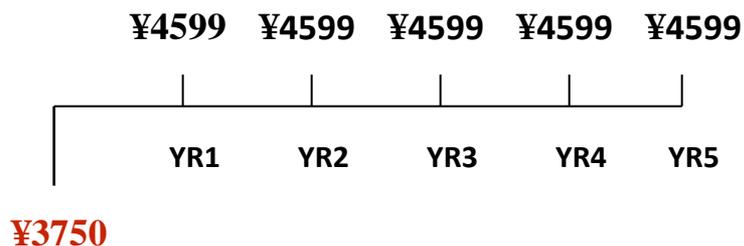
Project Economics: Participant



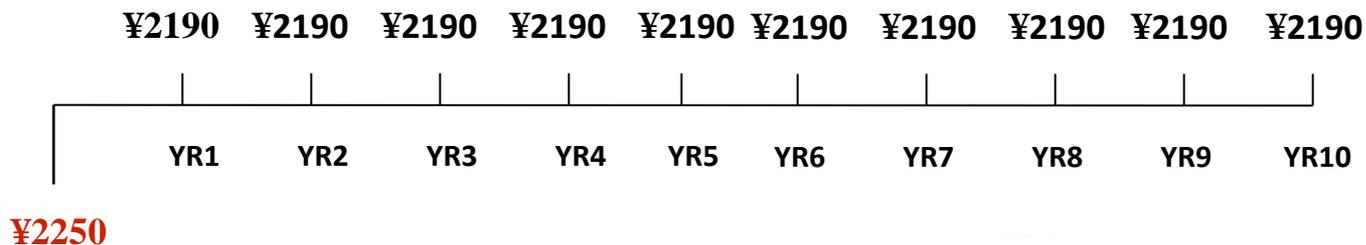
寿命：5年
年收益：¥4380



寿命：5年
年收益：¥4599



寿命：10年
年收益：¥2190



工程经济分析：参与者

Project Economics: Participant

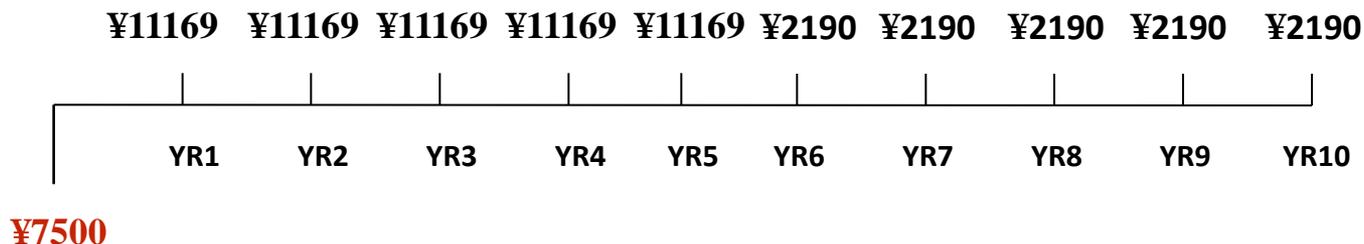
工程现金流



+



+



投资：7,500元

收益现值 (r=10%): 47,494元

成本效益指标：参与者

Cost-effectiveness Metrics: Participant

简易回收期 (Simple Payback)	$\frac{\text{投资}}{\text{第一年节能收益}} = \frac{7,500 \text{ 元}}{11,169 \text{ 元/年}} \times \frac{12 \text{ 月}}{1 \text{ 年}} = 8 \text{ 个月}$
效益成本比 (B/C Ratio)	$\frac{\text{收益现值}}{\text{投资}} = \frac{47,494 \text{ 元}}{7,500 \text{ 元}} = 6.3$
能效发电成本 (Electricity Cost)	$\frac{\text{投资}}{\text{NPV(节电量)}} = \frac{7,500 \text{ 元}}{94,988 \text{ kWh}} = \frac{0.08 \text{ 元}}{\text{kWh}}$
净能效发电成本 (Net Electricity Cost)	$\frac{\text{投资} - \text{节电收益}}{\text{NPV(节电量)}} = \frac{7,500 - 47,494 \text{ 元}}{94,988 \text{ kWh}} = \frac{-0.42 \text{ 元}}{\text{kWh}}$

工程经济分析：管理者

Project Economics: Administrator

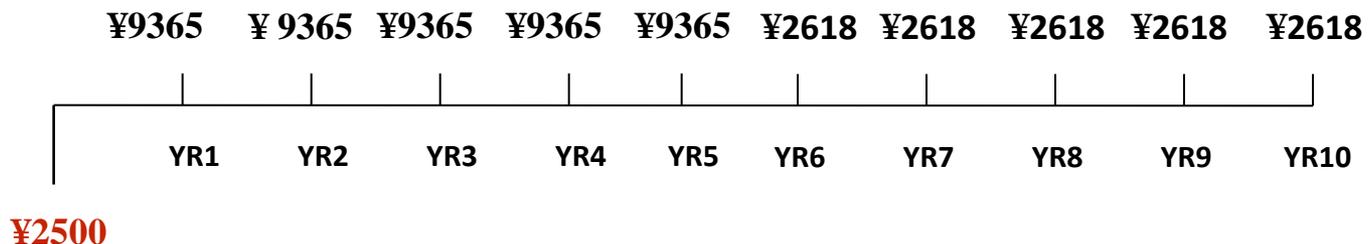
项目现金流



+



+



投资：2,500元

收益现值 (r=5%)：49,429元

成本效益指标：管理者

Cost-effectiveness Metrics: Administrator

简易回收期 (Simple Payback)	$\frac{\text{投资}}{\text{第一年收益}} = \frac{2,500 \text{ 元}}{9,365 \text{ 元/年}} \times \frac{12 \text{ 月}}{1 \text{ 年}} = 3 \text{ 个月}$
效益成本比 (B/C Ratio)	$\frac{\text{收益现值}}{\text{投资}} = \frac{49,429 \text{ 元}}{2,500 \text{ 元}} = 19.8$
能效发电成本 (Electricity Cost)	$\frac{\text{投资}}{\text{NPV(节电量)}} = \frac{2,500 \text{ 元}}{111,570 \text{ kWh}} = \frac{0.02 \text{ 元}}{\text{kWh}}$
净能效发电成本 (Net Electricity Cost)	$\frac{\text{投资} - \text{节电收益}}{\text{NPV(节电量)}} = \frac{2,500 - 49,429 \text{ 元}}{111,570 \text{ kWh}} = \frac{-0.42 \text{ 元}}{\text{kWh}}$

项目现金流



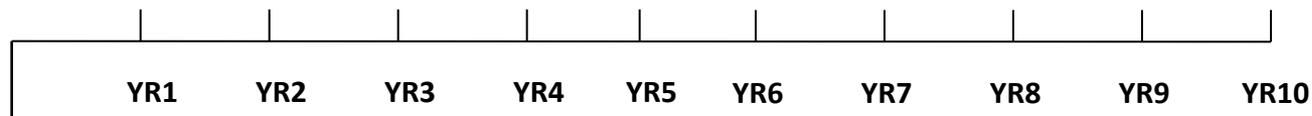
+



+



¥9365 ¥9365 ¥9365 ¥9365 ¥9365 ¥2618 ¥2618 ¥2618 ¥2618 ¥2618



¥10,000

投资：10,000元
收益现值 (r=3%)：53,234元

环保收益怎么计算？

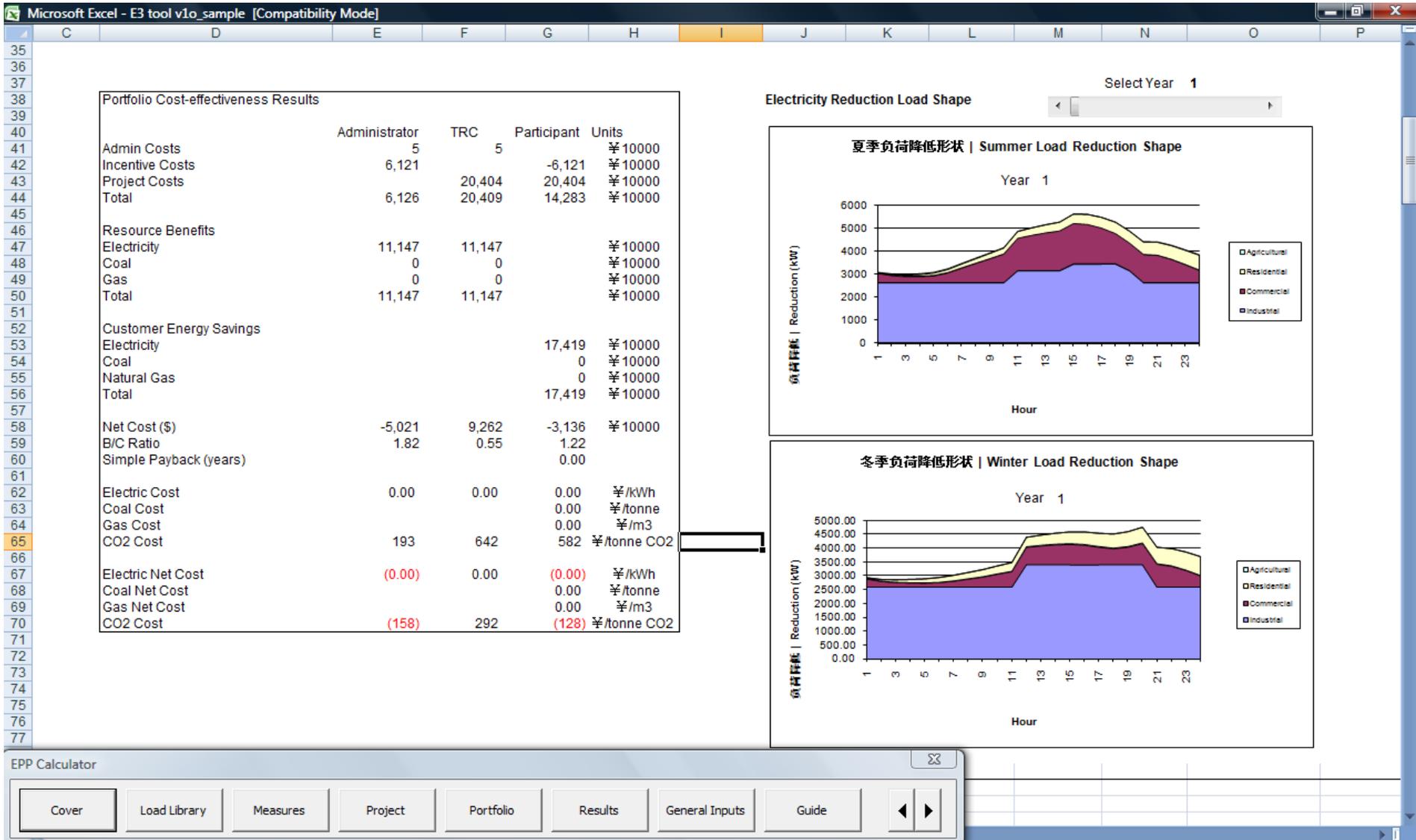
成本效益指标：社会

Cost-effectiveness Metrics: Society

简易回收期 (Simple Payback)	$\frac{\text{投资}}{\text{第一年收益}} = \frac{10,000 \text{ 元}}{9,365 \text{ 元/年}} \times \frac{12 \text{ 月}}{1 \text{ 年}} = 13 \text{ 个月}$
效益成本比 (B/C Ratio)	$\frac{\text{收益现值}}{\text{投资}} = \frac{53,234 \text{ 元}}{10,000 \text{ 元}} = 5.3$
能效发电成本 (Electricity Cost)	$\frac{\text{投资}}{\text{NPV(节电量)}} = \frac{10,000 \text{ 元}}{119,605 \text{ kWh}} = \frac{0.08 \text{ 元}}{\text{kWh}}$
净能效发电成本 (Net Electricity Cost)	$\frac{\text{投资} - \text{节电收益}}{\text{NPV(节电量)}} = \frac{10,000 - 53,234 \text{ 元}}{119,605 \text{ kWh}} = \frac{-0.36 \text{ 元}}{\text{kWh}}$

能效电厂计算器的成本效益计算结果

Cost-effectiveness Testing in the EPP Calculator



项目组合分析的目标

管理者要实现目标面临着两个约束：(1) 预算 (2) 能源强度目标. 这两个约束就决定了下面表格的不同目标

能源强度是否固定	预算是否固定	目标
是	否	实现成本效益最大化的项目组合
否	是	(a) 实现强度降低最大化 (b) 实现经济效益最大化
否	否	实现能效边际成本等于供电边际成本, $MC_{EE} = MC_{SUPPLY}$
是	是	难于上青天!

联系方式

三益咨询公司
(能源-环境-经济)

Energy and Environmental Economics (E3)

101 Montgomery Street, Suite 1600

San Francisco, CA 94104

tel. (415) 391-5100

Dr. Jim Williams: jim@ethree.com

Ding Jianhua: dingding424@gmail.com

Fritz Kahrl: fkahrl@berkeley.edu



THE REGULATORY ASSISTANCE PROJECT

