

HONGQIAO



GUOJI  
JICHANG

DITAN  
YUNXING GUANLI  
SHIJIAN



# 虹桥国际机场

## 低|碳|运|行|管|理|实|践

孙立  
主编

上海科学技术出版社



机场建设管理丛书

# 虹桥国际机场低碳 运行管理实践

孙立

——主编——

上海科学技术出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

虹桥国际机场低碳运行管理实践/孙立主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2013. 11

ISBN 978 - 7 - 5478 - 1980 - 7

I. ①虹… II. ①孙… III. ①国际机场-节能-运营管理-上海市 IV. ①F562. 851

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 215938 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行  
上海科学技术出版社  
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销  
南京展望文化发展有限公司排版  
苏州望电印刷有限公司印刷  
开本: 787×1092 1/16 印张: 13.25 插页: 2  
字数: 250 千字  
2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷  
ISBN 978 - 7 - 5478 - 1980 - 7/V · 7  
定价: 128.00 元

---

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,  
请向工厂联系调换

# 内容提要

虹桥国际机场西区扩建工程完工后，成为拥有两个航站楼、两条跑道、三条滑行道的国内枢纽机场，2010年，起降架次21.90万架次，旅客吞吐量3 129.88万人次，货邮吞吐量48.04万t。在圆满完成扩建工程开航、世博保障等重大任务的同时，能源使用状态也发生了变化。能源管理工作面临着四大新特点：一是东西区共同运行，导致能源成本大幅上升；二是建设和运行并存，加大了能源使用的监管难度；三是区域化管理对用能管理提出了新的要求；四是各类节能新技术还需在实践中不断摸索才能达到最佳和经济的运行状态。

为了实现节能降耗目标，虹桥国际机场各单位围绕提升系统经济运行水平，组织调动技术管理人员的积极性，自主开展了大量的研究工作，并总结形成本书。本书具体内容包括：虹桥国际机场低碳运行概况、能源管理、集中供能系统低碳运行管理实践、航站区低碳运行管理实践、飞行区低碳运行管理实践、市政配套设施及计量系统低碳运行管理实践、能源管理展望实践等。

本书旨在对上海虹桥国际机场低碳运行管理核心理念与方法进行提炼和总结，可供从事机场运行管理的专业人员作为学习教材与经验参考阅读，也可为从事各类基础设施项目运行管理人员、技术人员以及大专院校的师生的学习提供参考。

# 《虹桥国际机场低碳运行管理实践》 编写人员名单

主 编：孙 立

编 委 会：袁顺周 蒋云强 金德雄 张可宝 郁卫宁 崔耕义  
陈 江 贺胜中 唐 波 施丽英 许浩青 仲建新  
朱孝良 张 平 陈秀薇 谢炜金 邱承平 朱美华  
陈 华

编 写 组：余成轩 茆 贇 顾承东 王 奕 忻奇峰 潘雷斌  
凌浩杰 袁晓雯 何 彬 陈鹏俊 瞿文慧 黄煜宇  
张津平 王建文 吕寅毅 陈 晓 张 烨 刘炜玮  
陆益沙 刘晏滔 施 嵘 张 翔 路 易 徐元辉  
汪 凯 贺春丽 许 刚 陶震胜 施红鑒 程志强  
陈建国 薛秀凤 倪姣娇 王璧莹 张骁璐

# 前 言

“绿色低碳”已成为世界经济发展的主旋律，建立资源节约型、环境友好型和可持续发展的绿色机场更是当今航空业不可推卸的责任。从虹桥国际机场扩建工程规划设计开始，我们就坚持将绿色机场理念融入其中，在工程的规划设计和建设中重视采用诸多的科学手段和方法，全力建设业界公认的节能型建筑，为日后低碳运行奠定扎实的硬件基础，并积极努力将虹桥国际机场建设成为节约、环保、科技和人性化多要素相统一的绿色机场。

我们感到，虹桥国际机场作为超大型繁忙机场和历史悠久的国内先进机场，低碳运行不仅是确保自身发展的需要，更承担了为中国民航业持续发展贡献力量的重任，要真正做到在机场设施全生命周期内，利用科学技术成果，高效率地使用资源，低限度地影响环境，促进人与自然、机场环境与发展、建设与运行、经济发展与社会进步相平衡将是一件非常不容易的事情。因此，虹桥国际机场有限公司领导班子以全局高度系统思考机场低碳运行管理，广大干部、职工自觉将低碳运行理念融入日常生产保障。我们一方面立足于发挥既有系统的功能，在设备调试和运行参数优化上狠下功夫，倡导低碳技术在绿色机场规划、设计、建设、运行的闭环管理；另一方面，勇于接受挑战，积极创新模式，善于总结提升，逐渐形成一套有效的能源管理策略和工作机制，建立了符合虹桥机场实际的能源管理体系。目前，低碳运行研究已在虹桥国际机场航班生产保障各个环节中形成了值得推广的成

果，更覆盖到机场飞行区、航站区、交通中心和各类市政配套设施的管理，为企业获得较为可观的经济效益。

本书详细阐述了虹桥国际机场近几年践行低碳运行的真实情况，收纳了诸多系统运行管理的具体措施、优化方案及技术创新成果，以激励广大干部职工始终以低碳运行为己任，为把虹桥国际机场早日建成绿色机场贡献智慧和力量，同时，借此契机在中国民航机场节能减排策略和方法措施研究上做些探索，为民航界的同行在机场低碳运行、建设绿色机场方面提供一些参考和借鉴。

虹桥国际机场的低碳运行汇集了方方面面的智慧和力量，在此，向为虹桥国际机场低碳运行做出贡献的干部、职工表示由衷感谢。同时，在实践中，我们得到了国家民航局、上海市政府、民航华东管理局、上海机场集团和机场建设公司，以及各大航空公司的大力支持和配合，在此一并表示诚挚感谢。

由于编者知识和能力有限，本书难免存在一定疏漏和不当，敬请读者批评指正！

编者

2013年10月

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b>	<b>1</b>
1.1 虹桥国际机场及其能源使用特点	2
1.2 低碳经济综述	3
1.2.1 低碳经济发展背景	4
1.2.2 低碳经济理论体系	5
1.3 上海地区低碳运行实践	12
1.3.1 上海地区低碳运行实践概述	12
1.3.2 上海虹桥商务区低碳规划与实践	14
1.4 虹桥国际机场低碳运行的探索和实践	17
1.4.1 区域低碳运行实践对虹桥国际机场的借鉴意义	17
1.4.2 虹桥国际机场低碳运行的管理构架及实施效果	18
<b>第 2 章 虹桥国际机场能源管理</b>	<b>21</b>
2.1 设施系统概况	22
2.1.1 设施系统划分	22
2.1.2 总体能耗及分项能耗途径分析	24
2.2 低碳运行能源管理体系	26
2.2.1 构建科学管理体系	26
2.2.2 落实目标管理	27



2.2.3	加强计量管理规范性	28
2.2.4	优化能耗系统运行管理	29
2.2.5	加强转供能源管理	30
2.3	<b>节能途径及措施研究</b>	31
2.3.1	机场节能途径	31
2.3.2	机场节能措施	33
2.4	<b>各单位能源管理实践</b>	35
2.5	<b>能源管理成效</b>	37
2.5.1	能源总消耗有效改善	37
2.5.2	自用部分节能显著	40
2.5.3	航站楼的用能受到控制	42
2.5.4	虹桥国际机场各单位用能情况分析	43
<b>第3章 虹桥国际机场集中供能系统低碳运行管理实践</b>		<b>45</b>
3.1	<b>西区能源中心能源管理</b>	46
3.2	<b>供冷系统能源管理</b>	46
3.2.1	供冷系统概况	47
3.2.2	供冷系统能源管理措施及成果	48
3.2.3	KPI 指标的管理与控制	55
3.2.4	空调系统变频水泵节能研究	55
3.3	<b>供热系统能源管理</b>	59
3.3.1	供热系统概况	59
3.3.2	供热系统能源管理措施及成果	59
3.3.3	KPI 指标的管理与控制	63
3.3.4	高温热水锅炉供热系统能源管理	64
3.3.5	变频水泵在供热运行中的应用	69
3.4	<b>能源中心电气计量管理</b>	72
3.4.1	电气计量管理概况	72
3.4.2	电气计量管理措施及成果	73
3.5	<b>东交通中心共同沟能源管理</b>	77
3.5.1	东交通中心共同沟系统概况	78
3.5.2	共同沟精细化管理	78
3.5.3	共同沟精细化管理成果	78

3.6	东交通中心能源中心供冷系统能源管理	79
3.6.1	供冷系统概况	79
3.6.2	供冷系统能源管理措施及成果	79
3.6.3	KPI 指标的管理与控制	82
3.7	东交通中心能源中心供热系统能源管理	83
3.7.1	供热系统概况	84
3.7.2	供热系统能源管理措施及成果	84
3.7.3	KPI 指标的管理与控制	86
3.7.4	供热系统能源管理展望	88
3.8	东交通中心能源中心电气计量管理	89
3.8.1	东交通中心能源中心配电系统概述	89
3.8.2	电气计量精细化管理	90
3.8.3	电气计量管理成果分析	91
3.9	1号航站楼锅炉房能源管理	92
3.9.1	1号航站楼锅炉房系统概况	92
3.9.2	1号航站楼锅炉房系统能源管理措施及成果	93
3.9.3	指标的管理与控制	94
<b>第4章 虹桥国际机场航站区低碳运行管理实践</b>		<b>95</b>
4.1	航站区设施设备系统与能源管理概况	96
4.1.1	航站楼设备设施系统及其能耗分析	96
4.1.2	航站楼节能措施概述	97
4.2	2号航站楼供冷供热系统能源管理	97
4.2.1	供冷供热系统概况	98
4.2.2	供冷供热系统能源管理措施及成果	100
4.2.3	KPI 指标的管理与控制	102
4.3	2号航站楼智能照明系统能源管理	103
4.3.1	智能照明系统概况	103
4.3.2	智能照明系统能源管理措施及成果	103
4.4	2号航站楼电梯设备能源管理	106
4.4.1	电梯设备概述	106
4.4.2	电梯设备能源管理措施及成果	107
4.5	2号航站楼行李处理系统能源管理	109

4.5.1	行李处理系统概况	110
4.5.2	行李处理系统的能源管理措施	110
4.5.3	行李处理系统能源管理成果	112
4.5.4	KPI 指标的管理与控制	114
4.6	<b>2号航站楼供水系统能源管理</b>	114
4.6.1	供水系统概况	114
4.6.2	供水系统能源管理措施及成果	114
4.7	<b>航显系统能源管理</b>	115
4.7.1	航显系统概况	115
4.7.2	航显系统耗能特点	117
4.7.3	航显系统能源管理措施及成果	119
4.8	<b>1号航站楼供冷供热系统能源管理</b>	122
4.8.1	供冷供热系统概况	122
4.8.2	供冷供热系统能源管理措施及成果	122
4.8.3	供冷供热系统能源管理不足与展望	125
4.9	<b>航站楼空调和照明航班联动控制节能管理</b>	125
4.9.1	航班联动控制方案	126
4.9.2	航班联动控制项目工作的进展情况	127
4.9.3	航班联动预计节能效益	128
4.10	<b>东交通中心及磁浮照明系统能源管理实践</b>	128
4.10.1	照明系统概况	128
4.10.2	照明系统能源管理措施及成果	129
4.10.3	照明系统存在的不足及今后改进方向	132
<b>第5章 虹桥国际机场飞行区低碳运行管理实践</b>		<b>133</b>
5.1	<b>飞行区设施设备系统与能源管理概况</b>	134
5.1.1	飞行区设施设备系统概况	134
5.1.2	飞行区能耗分析及节能措施概述	134
5.2	<b>桥载供电节能管理实践</b>	137
5.2.1	桥载设备概况	137
5.2.2	桥载设备能源管理措施	141
5.3	<b>助航设施系统能源管理</b>	141
5.3.1	高杆灯系统概况	142

5.3.2	高杆灯系统能源管理措施	143
5.3.3	高杆灯系统能源管理成果	146
5.3.4	助航灯光系统概况	147
5.3.5	助航灯光系统能源管理措施	148
5.3.6	机位牌系统能源管理措施及成果	149
5.4	<b>航班排序系统能源管理</b>	150
5.4.1	航班排序系统概况	150
5.4.2	航班排序系统能源管理措施及成果	150
5.5	<b>驱鸟器太阳能供电系统节能管理</b>	152
5.5.1	太阳能供电系统概况	153
5.5.2	太阳能供电系统能源管理措施及成果	153

## **第6章 虹桥国际机场市政配套设施及计量系统低碳运行管理实践 157**

6.1	<b>场区设施设备系统能源管理</b>	158
6.1.1	场区设施设备系统概况	158
6.1.2	场区设施设备系统能源管理机制	158
6.1.3	场区设施设备系统节能措施概述	158
6.2	<b>供电系统能源管理</b>	159
6.2.1	供电系统概况	159
6.2.2	提高契约数申报准确率的研究	159
6.2.3	节能案例分析	166
6.3	<b>供排水系统能源管理</b>	168
6.3.1	供水系统能源管理	168
6.3.2	雨污水系统能源管理	169
6.3.3	KPI 指标的管理与控制	170
6.4	<b>场区道路路灯照明系统能源管理</b>	170
6.4.1	道路灯光照明系统概况	171
6.4.2	道路路灯照明系统能源管理措施及经济效益分析	172
6.5	<b>场区能源计量管理</b>	174
6.5.1	场区能源计量管理概况及节能措施	174
6.5.2	水电检测率管理措施及成果	176
6.5.3	数据分析平台管理措施及远程抄表	179

**第7章 虹桥国际机场能源管理展望 181**

7.1 新能源/清洁能源研发实践	182
7.1.1 西区能源中心加装太阳能系统	182
7.1.2 机场货运楼太阳能发电项目接入系统工程	186
7.2 雨水资源利用工程	188
7.3 能源管理体系展望	189
7.3.1 全时动态能源管理系统	189
7.3.2 能源管理体系优势及发展前景	192

**参考文献 194**

# 第 1 章

## 绪 论

虹桥国际机场及其能源使用特点

低碳经济综述

上海地区低碳运行实践

虹桥国际机场低碳运行的探索和实践

低碳经济是以低能耗、低污染和低排放为基础的经济模式,是应对全球气候变化问题的有效方式。发展低碳经济,构建环境友好型的发展模式,是逐步迈向生态文明、实现可持续发展的一条新路。上海作为一个开放型现代化国际大都市,积极探索低碳发展、推行低碳实践,从重大科技攻关项目、低碳世博,到低碳发展实践试验区等,都体现了上海调整经济结构、提高能源利用效益、发展新兴工业和建设生态文明的决心和责任。虹桥国际机场作为国家重要的门户机场、上海市重点用能单位,在机场运营及其能源管理方面积极探索,推动低碳运行,为上海低碳经济的实践做出贡献。

## 1.1 虹桥国际机场及其能源使用特点

虹桥国际机场位于上海市西郊,距市中心仅 13 km,长期来一直作为国家重要的门户机场,承载着国家经济运输命脉,展示上海“海纳百川”的窗口形象。按照上海航空枢纽国家战略部署,上海两个机场作为一个整体构建上海航空枢纽,其中以浦东国际机场为主构建“国际门户枢纽机场”,以虹桥国际机场为辅构建“国内枢纽机场”。

随着上海城市外延的扩大,虹桥国际机场已经成为城市中心机场,1964 年虹桥国际机场建成通航以后,占地近 5 km<sup>2</sup> 的机场曾经是亚洲最大的机场之一,经过 45 年的运行,虹桥国际机场旅客吞吐量早已超过了其当初设计能力的数倍,机场长期处于超负荷运行状态,即使在浦东国际机场建成以后,这样的状况始终没有改变,扩建虹桥国际机场成为上海市、民航总局和上海机场集团的共同目标。但是,经过改革开放的 30 年发展,原先的上海郊区机场早已从南北东三面被城市建筑群落所包围,成为世界上少见的名副其实的城市中心机场,要在这样的环境中扩建机场,真如“螺蛳壳里做道场”。众所周知,机场建设以其对地面和空间的巨大需求而著称,要在虹桥国际机场西部这样的弹丸之地扩建,其规划设计难度就是一个巨大的挑战。然而,上海作为长三角城市群的中心,每天有着数百万的人员流动需求,为虹桥国际机场扩建提供了强有力的支撑,为各级领导、专家的设计创新提供了巨大的想象空间。经过多方共同努力,采取以小博大,利用有限的土地资源,一座集航空、高铁、磁浮和轨道交通于一体的现代化立体空陆交通枢纽展现在人们眼前。虹桥综合交通枢纽的建设极大地方便了整个华东地区巨大的客流集散,推进长三角超级城市群的形成,促进长三角经济的发展。而这其中,虹桥国际机场西区扩建工程的规划设计更是本着以人性化机场建设为目标,以“注重人性关怀,提供优质服务,确保安全便捷,综合区域协调,优化资源效用,实现多方共赢”为设计理念。在这一原则指导下,虹桥国际机场扩建工程的规划设计以方便旅客、方便航空公司为主线,有着许多亮点和闪光点。

虹桥国际机场扩建工程建设目标为,新建一条 3 300 m×60 m 的跑道及三条平行滑行道,飞行区等级为 4E 级,并满足 F 类飞机备降要求;新建站坪机位 64 个、货机坪机位 13 个、维修机坪机位 14 个;按满足年旅客吞吐量 4 000 万人

次,货邮吞吐量 100 万 t,年飞机起降架次 30 万架次设计,工程批复总概算 135.296 3 亿元。航站区新建西区 2 号航站楼,总建筑面积 36.26 万 m<sup>2</sup>,由主楼和两个指廊组成。主楼 12.15 m 层为安检和出发办票大厅;5.50 m 层为到达、中转夹层;±0.00 m 层为迎客厅、行李提取和分拣厅。指廊 8.55 m 层为国内出发候机厅,4.20 m 层为到达通道,±0.00 m 层为技术设备层。货运区包括新建总建筑面积 4.53 万 m<sup>2</sup>的货运站及其配套设施。同步还建设 5.3 万 m<sup>2</sup>旅客过夜用房、4.6 万 m<sup>2</sup>航空公司业务管理用房及市政道路、35 kV 变电站、机场能源中心等公用配套设施。与虹桥国际机场扩建工程同步建设的虹桥综合交通枢纽从东到西依次为虹桥国际机场 2 号航站楼、机场广场、磁浮车站、高铁车站、高铁广场。轨道交通 2 号、5 号、10 号、17 号、青浦等五条轨道交通线路分别从东西和南北两个方向贯穿交通枢纽,设计日旅客吞吐量 110 万人次。

2010 年 3 月,虹桥国际机场西区扩建工程(简称扩建工程或西区)完工,2 号航站楼于 2010 年 3 月 16 日正式投入营运。原东区航站楼为 1 号航站楼(T1 航站楼),西区航站楼为 2 号航站楼(T2 航站楼)。扩建工程完工后,虹桥国际机场成为拥有两个航站楼、两条跑道、三条滑行道的国内枢纽机场,2010 年,起降架次 21.90 万架次,旅客吞吐量 3 129.88 万人次,货邮吞吐量 48.04 万 t。

随着西区扩建工程的完成,虹桥国际机场的能源使用状况发生了变化,主要特点如下:

(1) 能耗体量大,东西区共同运行,能源成本大幅上升,每年虹桥国际机场的能源费用超过 1.5 亿元,自用部分的综合能耗达到 3.5 万 t 标准煤,成为上海市的重点用能单位。

(2) 自用部分能源消耗以电力为主,自用能源消耗种类包括电力、天然气、柴油、汽油和水,而虹桥国际机场的电力消耗占虹桥国际机场总能耗的 90% 左右。

(3) 东西区差异性大,西区的能耗大于东区,西区占能源总成本的 60%。西区耗能主要以转供单位为主,东区以虹桥国际机场有限公司(简称虹桥机场公司)自用为主。

(4) 虹桥国际机场既是供能单位,也是用能单位,承担着整个虹桥国际机场地区的能源管理职责。

## 1.2 低碳经济综述

低碳经济的概念产生于全球气候变化的大背景之下,与世界各国应对全球性气候变化的认识和采取行动紧密相关,是解决当前气候变化问题的有效方式。低碳经济的发展理念最早起源于英国颁布的能源白皮书《我们能源的未来——创建低碳经济》。目前对于低碳经济是一种经济形态还是一种发展模式,或是两者兼而有之,学术界和决策者界尚未有明确共识。发展应对气候变暖,建设环境友好型的低碳经济模式对中国经济发展和国际形象意义重大,不仅有利于我国转变经济增长方式,保护生态环境,实现资源的可持续利用,



还有利于化解因为全球变暖所产生的压力,也是我国承担国际义务、提高国际影响力的重大战略举措。

### 1.2.1 低碳经济发展背景

随着全球人口和经济规模的不断增长,化石能源等常规能源的使用造成的环境问题不断为人们所认识。近年来,废气污染、光化学烟雾、水污染和酸雨等的危害,以及大气中二氧化碳浓度升高带来的全球气候变化,已被确认为人类破坏自然环境、不健康的生活生产方式和常规能源的利用所带来的严重后果。其中,由于人类过度消耗化石燃料导致大气中二氧化碳等温室气体浓度升高而带来的全球气候变暖,给社会经济的发展带来了严重损失,对人类生存和发展提出了严峻挑战,深刻触及能源安全、生态安全、水资源安全和粮食安全等方面,甚至威胁到人类的生存。因此,全球变暖引起了国际社会的极度关注和现有经济发展模式的反思。

2006年10月,英国政府发布了由世界银行前首席经济学家尼古拉斯·斯特恩(Nicholas Stern)牵头的《斯特恩回顾:气候变化经济学》(Stern Review,简称斯特恩报告)。其中指出,全球以每年GDP 1%的投入减少碳排放,可以避免将来每年GDP 5%~20%的损失,呼吁全球向低碳经济转型。2007年发布的政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)第四次评估报告在其结论中指出:人类必须一致行动应对气候变化带来的挑战,越早采取行动越经济可行。IPCC报告特别指出,全球未来温室气体的排放取决于发展路径的选择。

在这样的大背景下,减少温室气体排放,达到经济社会发展与生态环境保护双赢的低碳经济模式应运而生,并受到各国政府和国际社会的广泛关注和青睐。以降低温室气体排放为目标的低碳经济是解决当前气候变化问题的有效方式,其宗旨是降低经济发展对生态系统中碳循环的影响,实现“碳中和”,即实现经济活动中人为排放二氧化碳与人为吸收二氧化碳的动态均衡,维持地球生物圈的碳平衡。随着应对气候变化行动的不断深入,低碳经济发展道路越来越受到各方关注。

2008年,联合国环境规划署将当年的世界环境日的主题定为“戒除嗜好!面向低碳经济”,希望低碳经济理念能够迅速成为各级决策者的共识。2009年的哥本哈根会议,各方虽然未就控制温室气体排放达成协议,但此次会议却是推进全球向低碳经济转型的开始。

目前,针对全面控制二氧化碳等温室气体排放,应对全球气候变暖对各国可持续发展带来的挑战,在国际气候制度层面,国际社会达成了《联合国气候变化框架公约》及《京都议定书》等相关文件,确认了“共同而有区别责任”的原则,合作应对气候变化问题。在国内政策层面,许多国家已经积极开展减排行动,认识到必须扭转传统经济体系对于化石能源的高度依赖,在低碳排放的前提下实现可持续发展。

发展低碳经济对中国经济可持续发展极为重要。经济的快速发展导致了