

启示

上海世博会科技创新成果与应用发展



主编 寿子琪



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

启示

上海世博会科技创新成果与应用发展

主编 寿子琪

 同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

启示 : 上海世博会科技创新成果与应用发展 / 寿子琪

主编. —上海 : 同济大学出版社, 2012.1

ISBN 978-7-5608-4751-1

I . ①启… II . ①寿… III . ①博览会—科技成果—介绍—上海市—2010 IV . ①G245 ②N12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 279350 号

启示——上海世博会科技创新成果与应用发展

主 编 寿子琪

责任编辑 卞玉清 责任校对 张德胜 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址 : 上海市四平路 1239 号 邮编 : 200092 电话 : 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 889mm × 1194mm 1/16

印 张 24

印 数 1-2 300

字 数 768 000

版 次 2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-4751-1

定 价 188.00 元

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

序一

上海世博会已经成功落幕。整整一百八十四天,世界将目光聚焦在黄浦江畔,古老的中国、朝气的上海与世界一道携手,成功演绎了“城市,让生活更美好”这一主题,用理解、沟通、欢聚、合作托起一座展示世界未来的舞台。

回顾上海世博会成功带给我们的启示,一大亮点就在于科技创新。在上海世博会中,科技成为诠释“城市,让生活更美好”这一世博会主题的有力载体,在世博规划、交通管理、能源环保、信息技术、健康保障和公共安全等领域全面展现了创新理念,成功应用了创新技术,取得了令世人瞩目的效果。上海世博会还开展了世界上清洁能源汽车“种类最全、数量最多、规模最大、负荷最强”的示范运行,1300 辆清洁能源汽车经受了极大规模客流的考验(日客流输送量最高超过 100 万人次),取得了超过预期的反响,基本实现了园区内公共交通“零排放”,园区周边的“低排放”目标;打造了全球最大的 LED 示范区,半导体照明集中应用,世博园内 LED 芯片用量超过 10 亿;新能源开发利用实现突破,世博园内光伏建筑一体化应用总装机容量约 4.6MW,其中主题馆 BIPV(光伏建筑一体化)电站已成为全球单体建筑最大的 BIPV 电站等。在生态建筑、智能交通、绿色出行、物联网和智能化等方面的技术应用,都从不同方面展示了世博的魅力。

早在 2005 年,科技部与上海市就启动实施了世博科技行动计划,以“科技,让世博更精彩”为主题,将“科技办博”理念贯穿于世博筹办的全过程。为了全面展示上海世博会的科技成就和总结世博科技专项行动计划的经验,上海市世博科技促进中心策划组织编纂了《启示——上海世博会科技成果应用与研究》一书,以图文并茂的形式对 2010 年上海世博会上应用与展示的各类科技成果进行了系统、全面的梳理与总结,重点分析了技术的应用现状,并对每项技术的发展与应用前景进行了前瞻判断。本书兼顾了科学性、专业性和知识性,亦具有一定的科普价值。

上海世博会虽渐渐运去,但它带给我们的启示却是永恒的,我坚信,通过各方的共同努力和推进,世博科技必将加快应用、示范和产业化,并将为上海乃至我国创新驱动、转型发展注入强大的推动力。

全国政协副主席
科学技术部部长

萬鋼

2012 年 1 月

编委会名单

总顾问 万 钢

顾 问 翁史烈 郑时龄 郭重庆 项海帆 江欢成 庄松林 孙晋良

策 划 沈晓明

主 编 寿子琪

审 核 钮晓鸣 黄健之 陈 杰 戴建敏

执行主编 马兴发

副 主 编 李光明 姜富明 龚黎明

编 委 (以姓氏拼音为序)

安 莹 柴 梅 陈海鹏 陈 平 陈 怡 陈士信 程大章 丁 明 杜 明 范 衡
傅国庆 郭 娟 干 靛 顾锡新 顾玉亮 过浩敏 蒋慧工 何 军 贺 樑 韩继红
贺文智 胡 静 胡永红 黄翔峰 黄 震 李 丽 李力雄 李 韬 李伟英 李 勇
林 略 林 巍 陆晓敏 陆志波 罗 兰 罗永浩 吕六平 骆大金 马 蕾 明豪侠
祁凌云 任 奔 申昌明 盛新华 石 翔 孙立军 孙中峰 田 炜 唐 豪 唐士芳
唐子来 王思政 王 阳 王 哲 吴志强 熊 峰 许 定 徐建峰 徐竟成 徐 璐
徐 强 徐 伟 殷 进 杨怀德 杨建群 杨文君 杨晓秋 虞 俭 俞 清 余卓平
运 迪 曾林慧 曾小清 赵爱华 周建辉 周雪飞 朱军浩 庄绪宁

序二

城市化和工业化在带给人类丰富现代文明成果的同时,也伴随着前所未有的挑战。中国 2010 年上海世博会在挑战中应运而生,在世博会历史上首次以城市为主题,总结实践经验,勾勒未来图景,对解决人类共同面临的难题,进行了开创性的探索。在 184 天的会期里,各具创意的展览展示、精彩纷呈的文化活动、智慧迭出的论坛研讨让我们认识到:人类对美好生活的理解与追求引领城市发展;只有通过创新来建设“和谐城市”才是城市可持续发展的康庄大道。

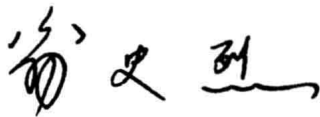
在上海世博会闭幕之际,为表达全球公众对和谐美好城市生活的共同愿景,世博会发表了《上海宣言》。《宣言》认为:和谐城市应该是建立在可持续发展基础之上的合理有序、自我更新、充满活力的“城市生命体”;和谐城市也应该是生态环境友好、经济集约高效、社会公平和睦的“城市综合体”。为建设和谐城市,《宣言》提出包括要“坚持科技创新的发展道路”在内的七项倡议,并呼吁要认真总结展览、展示的思想成果和各国城市建设的宝贵经验。

科技部和上海市政府组织专家学者对上海世博会的科技创新成果进行研究、分析和应用发展的展望,上海院士中心也组成专家委员会对有关的研究成果进行阶段性咨询和综合评估,以期提供高端权威的智力资源支持。在参加分散的、专项的调查、分析、研究和总结的工作基础上,十分高兴地看到并衷心祝贺综合集成的重要专著《启示——上海世博会科技创新成果与应用发展》的发表!

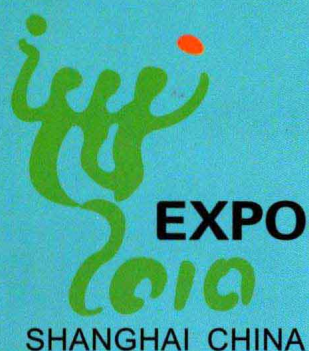
《启示——上海世博会科技创新成果与应用发展》在规划建设、能源科技应用和展示、环境保护与资源利用、城市智能交通和管理、信息科技与展示技术、新材料的应用和发展、制造技术应用与展示以及公共安全保障与健康等八个方面,不仅汇聚了专家学者对世博场馆专业考察、开展各类专题研究的成果,而且充分利用“相约名人堂——与院士一起看世博”等科普活动资源,提炼了院士及高级专家对上海世博会科技内涵及科技教育结合等的阐述。此外,还归纳了各类媒体对世博科技的跟踪反映,广泛收集世博期间的舆情信息。特别值得提出的是:本专著以丰富多彩的资料为基础,从科技创新性、实用性、经济性和环境效应等方面评估了世博科技成果在建设世博会园区、保障世博会安全有序、提高世博会展示水平、反映世界和中国科技进步以及社会经济发展成就等方面所起的重要作用;本专著还进一步提出了可供上海乃至全国借鉴的上海世博会相关科学技术和提升科技创新能力的战略思路、技术方向和发展途径。

综上所述,《启示——上海世博会科技创新成果与应用发展》是世博科技的认真总结,对科技引领和支撑未来低碳、生态和智慧城市的可持续发展具有重要的启示作用。

上海世博会主题演绎总策划师
中国工程院院士



2011 年 12 月



目 录

CONTENTS



规划建设的科技创新

1 世博会总体规划创新	3
1.1 总体规划方案	3
1.2 科学模拟与优化布局	6
1.3 城市生态规划设计技术集成	8
1.4 后续利用规划技术	12
2 建筑设计	14
2.1 “一轴四馆”的设计创新	14
2.2 绿色建筑的生态技术	19
2.3 建筑智能化技术	24
2.4 既有建筑的保护与利用	27
3 建筑结构	30
3.1 阳光谷钢结构体系	30
3.2 超大跨度张拉索膜结构	30
3.3 地下空间开发利用技术	31
3.4 建筑空间中的新材料应用技术	35
4 建筑施工	40
4.1 项目化施工管理	40
4.2 工厂化施工技术	41

城市智能交通和管理

1 交通规划与管理	45
1.1 集约交通	45
1.2 客流组织管理	47
1.3 P+R停车换乘	53
1.4 慢行交通技术	55
1.5 汽车共享	57
1.6 绿色环保交通管理理念	58
2 交通信息技术	60
2.1 智能交通系统	60
2.2 交通信息服务平台	65
2.3 车联网	67
2.4 其他交通信息技术应用	67
3 交通设施与装备	73
3.1 交通基础设施	73
3.2 新能源汽车	78
3.3 上海世博会交通装备展示	84
4 未来城市交通发展趋势	94
4.1 特大城市交通发展趋势	94

4.2 未来城市可持续发展交通技术	96
4.3 案例：虹桥枢纽及虹桥商务区 综合交通	101

能源科技应用和展示

1 太阳能	105
1.1 光伏发电技术	105
1.2 太阳能光热技术	112
2 风能	117
2.1 上海世博会上的应用与展示情况	117
2.2 应用展望	119
3 地源热泵	121
3.1 上海世博会上的应用与展示	122
3.2 应用展望	125
4 生物质能	126
4.1 生物燃料	126
4.2 沼气利用技术	131
5 潮汐能	135
5.1 上海世博会上的展示	136
5.2 应用展望	137
6 智能电网	138
6.1 上海世博会上的应用与展示	139
6.2 应用展望	140

环境保护与资源利用

1 水资源保护与利用	145
1.1 直接饮用水技术	145
1.2 雨污水收集与利用技术	147
1.3 水环境治理与保护	153
1.4 生态卫生排水系统	156
1.5 再生水膜技术	158

1.6 城市水务管理	160
------------------	-----

2 固体废弃物管理与资源化

2.1 垃圾气力输送技术	163
2.2 建筑垃圾的再生利用	165
2.3 餐厨垃圾处理	168
2.4 木材塑料复合材料的应用	169
2.5 城市垃圾管理	172

3 空气污染控制技术

3.1 机动车排放污染控制技术	176
3.2 二氧化碳捕集封存技术	179
3.3 室内空气污染净化技术	182

4 室外控温降温技术

信息科技与展示技术

1 移动信息技术

1.1 移动通信技术	191
1.2 移动互联网与终端技术	193

2 下一代网络融合技术

2.1 光纤接入网技术	195
2.2 CDN技术	196

3 应用信息技术

3.1 智能管理技术	197
3.2 智能家居技术	198
3.3 网络三维交互技术	199

4 RFID及物联网技术

4.1 射频识别传感技术	201
4.2 物联网技术	204

5 云计算技术

5.1 上海世博会上的应用与展示	206
5.2 应用展望	206

6 新媒体展示中的投影技术	207
6.1 无缝拼接投影技术	207
6.2 全息投影技术	209
6.3 雾幕立体成像技术	211
6.4 其他投影技术	212
7 新媒体展示中的显示技术	216
7.1 LED显示技术	216
7.2 激光显示技术	218
7.3 OLED显示技术	219
7.4 其他显示技术	222
8 新媒体展示中的其他技术	223
8.1 传感技术	223
8.2 网上世博会	224

新材料的应用和发展

1 建筑材料科技创新	227
1.1 钢结构材料	227
1.2 木质材料	230
1.3 玻璃材料	231
1.4 膜材料	232
1.5 绿色混凝土材料	234
2 新能源材料科技创新	238
2.1 核电材料	238
2.2 太阳能光伏材料	240
2.3 风电装备材料	241
3 环境友好型材料科技创新	244
3.1 光触媒材料	244
3.2 新型高分子材料	244
3.3 新型建筑复合材料	247
3.4 废弃物的回收利用	250
4 纳米材料科技创新	250
4.1 上海世博会上的应用与展示	250

4.2 应用展望	252
----------------	-----

5 生物材料科技创新	254
5.1 上海世博会上的应用与展示	254
5.2 应用展望	256
6 电子信息材料科技创新	256
6.1 新型无机光电材料	256
6.2 新型有机光电材料	257
6.3 超导材料	260
7 汽车电池材料科技创新	261
7.1 上海世博会上的应用与展示	263
7.2 应用展望	264

公共安全保障与健康

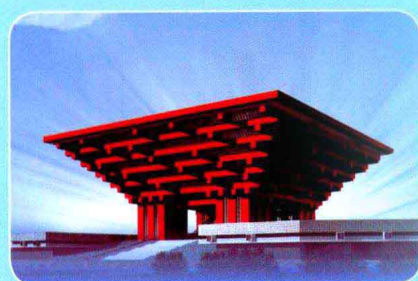
1 防灾与安全技术	269
1.1 日常安全保障技术	269
1.2 洪灾的预防与救灾技术	272
1.3 地质灾害的预防与救灾技术	276
1.4 世博安全风险识别及预警预报技术	281
1.5 应急响应及现场救治技术体系	283
1.6 公共安全服务机器人	284
1.7 食品安全保障技术	285
2 医疗技术	289
2.1 人造器官技术	289
2.2 快速与急诊诊治技术	293
2.3 中医诊治	297
2.4 医疗器械	299
2.5 家用医疗技术	305
2.6 保健技术	309
2.7 医学研究新进展	313

制造技术应用与展示

1 农业生产技术	321
1.1 室内耕种技术	321

1.2 绿色生态农业技术	323
1.3 农业创新产品	327
1.4 沃尔玛农超对接	328
2 石油生产技术	330
2.1 输油管道特种钢	330
2.2 石油地震勘探技术	331
2.3 二氧化碳驱油技术	331
2.4 石油地质导向钻井技术	333
2.5 海上钻井平台技术	334
3 电力生产与电气设备制造技术 ...	335
3.1 电力输送技术	335
3.2 电气开关接点与变电技术	337
3.3 电力系统稳定性保护技术	341
3.4 其他电气设备	348

4 机器人制造技术	351
4.1 家用机器人	351
4.2 工业机器人	353
4.3 特殊用途机器人	355
4.4 智能机器人	358
5 航空航天装备制造技术	360
5.1 航空技术	360
5.2 载人航天技术	363
5.3 太空探测技术	366
参考文献	369
后记	371



规划建设的科技创新



Technological
innovation of
planning and
construction

在以城市和城市群发展为主导的时代,促使人们意识到人与自然、社会以及历史与未来和谐的至关重要。上海世博会在建设规划、建筑设计、建筑结构和施工技术等方面都展现了当今世界的先进理念和科技创新成果,这不仅为上海及周边城市群的发展与创新提供了可利用的智慧资源,同时也为中国其他城市及城市群的建设提供了丰富案例,更为全球城市化发展提供了新的方向和途径。

如何在园区规划中珍惜并利用大自然赋予的风、光、水等自然资源?如何对待园区周边承载中国近代工业发展轨迹的老厂房和历史建筑?如何在建筑设计中既体现文化特征,又融入现代科技的元素?如何处理好世博园区后续规划与城市未来发展定位的关系?……回答这一切的是世博园区的建设规划和精彩展示。而对世博规划建筑后续利用的思考和规划建设科技发展前景的展望,则无疑是对此次盛会规划建设领域最好的回忆和诠释。

1 世博会总体规划创新

上海世博会规划主要体现“和谐城市”的理念,旨在追求人与自然的和谐、人与人的和谐、历史与未来的和谐。为体现和谐的理念,本届世博会在总体规划方面,采用大量科学理性的研究方法和技术手段,保证总体规划有序稳步地推进。

1.1 总体规划方案

上海世博会的总体设计贯穿模块化、连续性、生态化、标志性和整体性五大要素。在公共空间形态分布上,世博园区的规划将上海原有的三角形空间节点结构变成平行四边形或菱形结构,世博园区将作为上海中心城区一个新的功能区,与上海整体结构融为一体。

兼顾经济与社会效应的总体规划

世博园区的选址位于黄浦江上游,处于陆家嘴和老外滩的南延伸段上,卢浦大桥与南浦大桥之间的滨水区,规划控制面积为 6.68 平方公里。上海世博会选址体现出以下技术特点:

第一,将城市产业结构调整 and 旧城区改造结合起来。黄浦江两岸是城市新一轮旧区改造的重点区域,

上海世博会项目的引入,推动产业结构调整,完善城市功能,促进自然生态环境的改善。

第二,体现出“城市,让生活更加美好”的主题。黄浦江两岸地区拥有丰富的历史文化资源,也是城市生活的有机组成部分。世博会选址周边的老城厢历史景观区、外滩历史风貌区和陆家嘴金融贸易区是上海近代城市发展的象征,也是城市生活的真实写照。

第三,充分利用现有的城市设施。上海世博会场址与市中心的交通联系便捷,可以充分利用中心区现有的宾馆、饭店及其他城市公共服务设施和基础设施,为世博会参观者提供优良的服务及各种选择机会。

园区位置距离市中心 5 公里,可以综合利用上海老城厢历史风貌区、外滩及陆家嘴金融贸易区的社会经济和人文资源,并使世博会场馆得到最有效的后续利用。根据城市总体规划,对黄浦江两岸的四个核心地区做出深化设计,结合城市产业和功能结构的调整,黄浦江两岸将逐步改造成为公共开放空间和绿地,进而成为上海城市空间的核心。不仅如此,园区规划通过环境整治和街道改造,提升当地居民的生活环境质量,使 15,000 户人家从原来潜在的搬迁户成为直接与世博园区零距离交界的最大受益者,大大减轻大型城市建设项目落实过程中的拆建成本和难度,达到兼顾经济与社会效应的规划成效。

世博会中的场馆布局

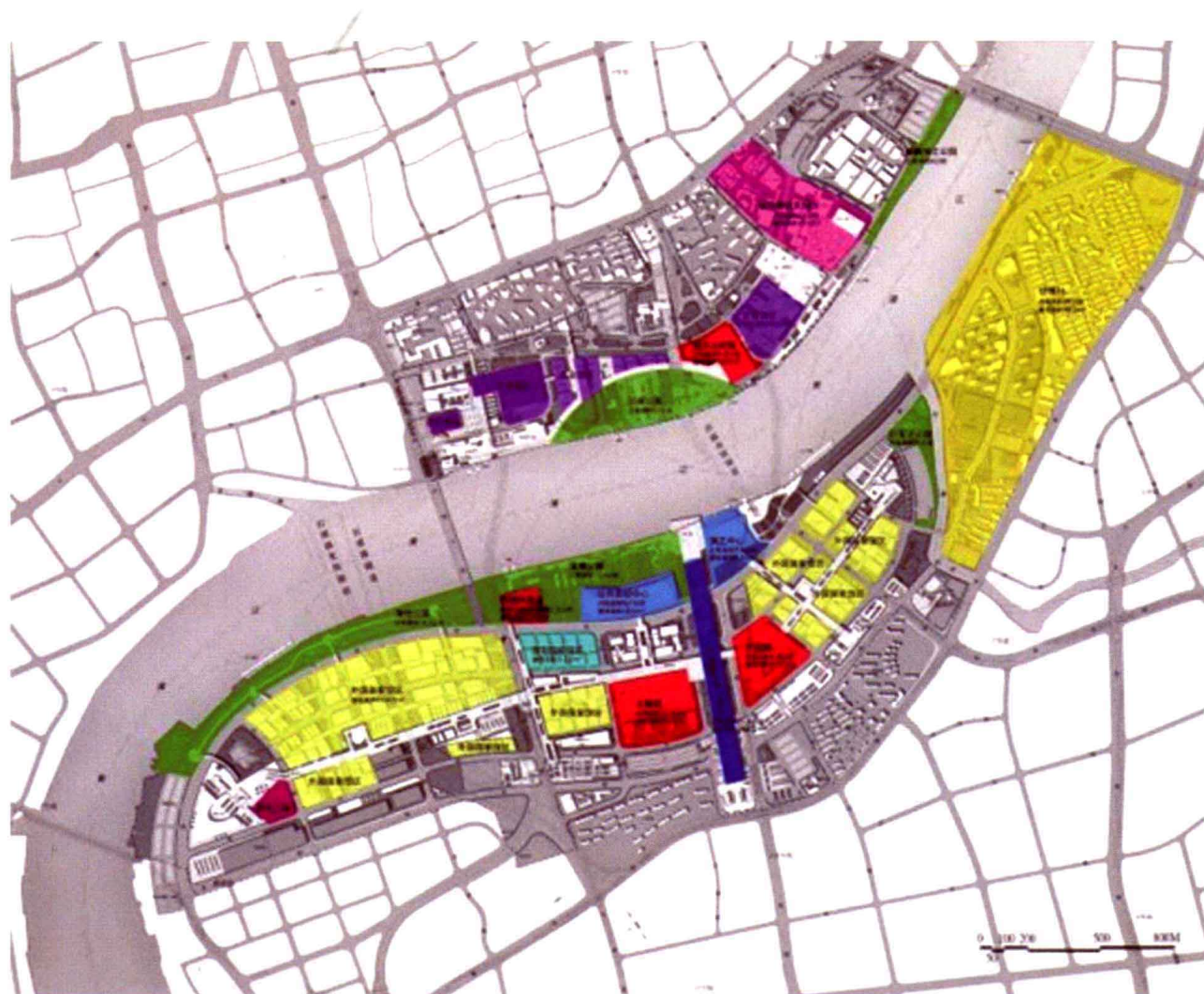
2010 年上海世博会的选址位于黄浦江两岸,卢浦大桥与南浦大桥之间的滨水区,规划控制范围为 6.68 平方公里,规划红线范围为 5.28 平方公里,其中浦东部分为 3.93 平方公里,浦西部分为 1.35 平方公里。围栏区面积为 3.28 平方公里,里面集中了世博会所有的展馆和娱乐设施等,其中,浦东部分为 2.38 平方公里,浦西部分为 0.9 平方公里。上海世博园区世博会总建筑面积约 200 万平方米,包括新建建筑和保留改造的老建筑。

世博会的总体结构综合步行适宜距离、人体尺度和参观者的认知习惯等因素,布局为“一主多辅”,展馆分布上为“园、区、片、组、团”五个层次。“一主”是指围绕跨越黄浦江两岸的滨江绿洲形成的核心功能区,分为浦东、浦西两个片区。浦西核心功能区集中了大部分的企业馆,浦东核心功能区则分布有中国馆、主题

馆、国际组织馆、部分亚洲国家馆、文化中心和世博中心等。“多辅”是指核心功能区以外的 3 个辅助片区,一个在浦西,两个在浦东。浦西的辅助片区主要包括企业馆和城市最佳实践区等,它们集中设在核心区的东侧;浦东的两个辅助片区分别聚集了欧洲区、美洲区、非洲区以及另一部分亚洲国家馆等,位于核心区的西侧和东侧。在核心功能区内的主题馆、文化中心和世博中心一带,有一个大型的公共绿地——世博公园,将成为黄浦江畔又一个崭新的标志性公共开放空间。

世博会总体规划的后续利用

在申办世博会时,世界各国都强调建设场地的后续利用,中国更是如此。上海世博会的结构性规划,把后续利用作为一个重点考虑的问题。在进行场地规划的时候,注册报告通过的时候着重考虑到场地及场馆的后续利用与开发。上海世博会后,大部分场馆被拆除,拆除的材料被有效地回收利用。部分场馆的展方



上海世博会总体规划图

2008 世博场馆设计	2009 世博场馆建设施工	2010 世博会	会后 会后长期建筑
			世博中国国家馆
			世博轴
			世博文化中心
			世博主题馆
			世博中心
			世博城市 最佳实践区
			世博村
			世博公园
			世博企业馆群
			世博快餐广场
			中国文化 博物馆
			城市交通枢纽
			上海大众 艺术文化中心
			上海国际 博览馆
			上海国际 会议中心
			上海创意产业区
			上海外国领馆区
			城市滨江 公共绿地
			中国工业 博物馆群
			城市五星级 酒店

上海世博会总体规划后续利用

将场馆赠与上海,另有部分场馆被异地重建。

德国馆外墙特制膜材料在拆除后被制成了高品质的购物袋,所有可回收的设备、钢结构以及柱体都被拆除并回收。混凝土材料则被粉碎后作为骨料或基础材料再生利用于其他建设项目。英国馆所有的亚克力管和种子柱都予以拍卖,混凝土材料则被粉碎后作为骨料或基础材料用于其他建设项目。日本馆的技术人员移除了拥有产权的技术设备。其他可利用的设备和材料均被回收再利用,拥有产权的外墙合成膜被剥离后回用于一家化工厂。场馆的钢结构则被全部拆除,相关材料予以回收利用。混凝土材料则被粉碎后用作建筑材料。瑞士、瑞典和挪威馆出售给私营业主或其他省市进行异地重建,所有园区内的基础及结构材料都将被回收利用。

阿拉伯联合酋长国馆面积 6,000 平方米,全部拆除后恢复重建在它的首都,成为文化中心。沙特阿拉伯馆、西班牙馆、意大利馆、俄罗斯馆和法国馆都被赠与上海市政府。其中,最受欢迎的沙特阿拉伯馆在世博会后已经保持原汁原味地向公众开放。其余 4 座展馆将保留世博特色,并在注入新的文化、艺术、科技等元素后重新开放。

世博园区后续利用的总体规划草案已公布,正在征求公众意见。该草案初步计划将世博园区分成 5 块区域。

浦西部分,城市最佳实践区将延续世博期间的建筑格局,传承世博会“城市,让生活更美好”的主题,形成一个文化创意街区;一些国家级的博物馆有望在浦西城市最佳实践区、南市电厂、江南造船厂原址建造,打造文化博览区。

浦东部分,“世博轴”区域将转型成为会展和商务区,并形成世博园区后续利用的核心地带;原“世博村”等在内的地区将形成一个国际区,生活软硬件设施齐全,与会展和商务区配套。此外,后滩拓展区将等待进一步有序开发。园区内所有的道路和基础设施都被保留并继续服务于后续利用规划。

上海世博会总体规划对城市发展的积极作用不仅体现在场馆建设,更重要的体现在会后园区的土地再开发和场馆的后续利用与上海的总体发展战略规划的和谐程度上。“一江两区”的园区规划布局使滨江的绿色岸线以及历史文脉得以延续,并由此启动对浦江两岸的旧城改造,对上海城市的产业结构调整和城市功

能完善起到巨大的催化作用。

1.2 科学模拟与优化布局

科学模拟技术

生态模拟技术

通过世博园区风环境和日照辐射两项要素的模拟,对场馆的布局 and 建筑林带朝向进行优化,大规模组织自然风道,完成世博园区内不同尺度、不同功能、不同朝向建筑群体的规划设计优化,将风通过每个窗户送到室内,在相对湿度、相对温度的状态下,尽可能保障建筑内部不依赖空调设备而使用自然微风降温,从而大规模减少世博园区中空调的使用,即通过空间布局的优化实现节能减排。在整个园区中布局江水地源热泵的制冷管廊系统和太阳能发电体系,减少园区的整体能耗和高碳排放,对未来城市产能系统空间配置完成突破性的实验和示范。

虚拟现实技术

虚拟现实技术是通过计算机三维数字模型原理,在计算机中模拟生成以视觉感受为主,也包括听觉、触觉的综合可感知的人工环境,从而在视觉上产生一种沉浸于这个环境的感觉,可以直接观察、操作、触摸、检测周围环境及事物的内在变化,使人和计算机很好地“融为一体”,给人一种“身临其境”的感觉。

通过对虚拟现实技术的应用实现对世博园区规划方案的动态模拟演示、快速更新调整。虚拟现实技术在世博园区规划中的应用使规划人员摆脱了传统的二维图纸规划设计的束缚,使规划的结果能够通过计算机技术展现出来,可以及时发现规划设计的缺陷,并能够快速更正设计方案,同时也使更多的非专业人员参与到设计过程中来,对园区规划提出不同视角的建议。

人流模拟技术

人流模拟技术是通过计算机仿真技术、数学建模理论、群集动力学理论和方法对密集人群群体流动过程和个体流动过程进行模拟和分析的综合技术。

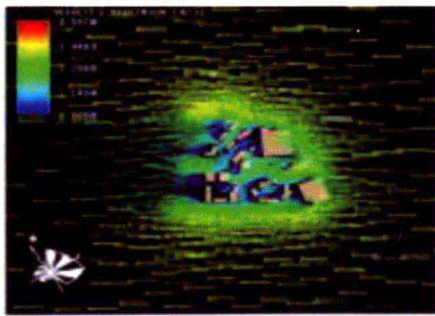
科学模拟技术在世博会上的应用情况

生态模拟技术应用

世博会最终的规划、建设以及建筑设计都是依据课题设计而来,尤其是中国馆的角度也都是通过实验



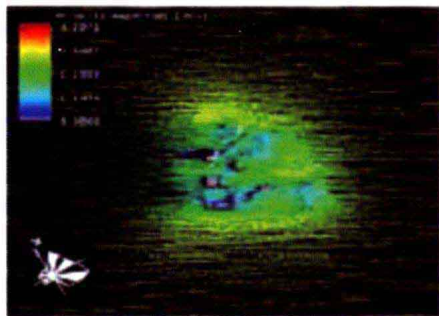
地表风速(0米标高)



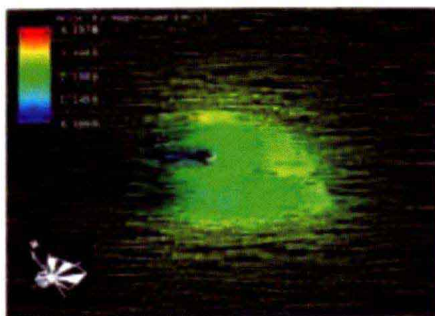
2层窗口风速(4.5米标高)



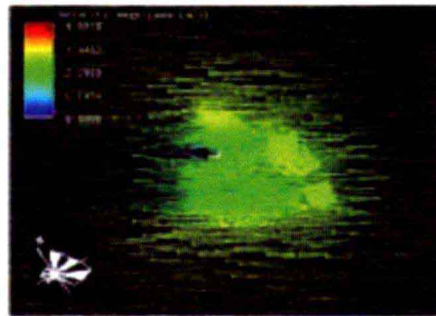
4层窗口风速(10.5米标高)



6层窗口风速(18.5米标高)



8层窗口风速(22.5米标高)



10层窗口风速(28.5米标高)

不同楼层风速矢量图

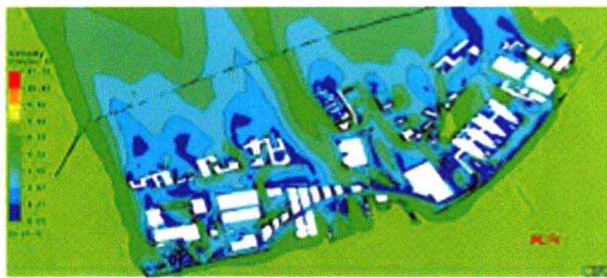
室的阳光模拟技术而成。上海世博会科技专项相关课题组在现场测试各个模拟最后的实验结果,通过数据的评估,从而达到有效的甄选,实现适宜性模拟技术在城市规划领域的推广。

虚拟现实技术应用

基于大量现场实测数据,参考热舒适度理论,提出园区热舒适度重要因素综合控制方法,通过园区日照

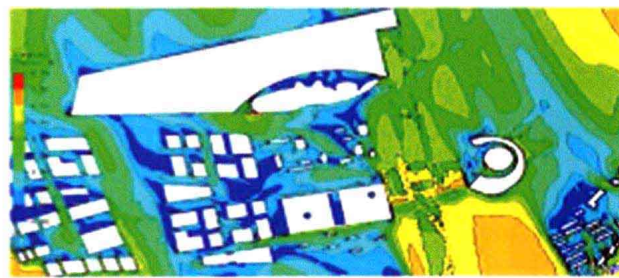
阴影和自然风场的模拟及综合评价,预测上海世博会期间室外场地的舒适度,以此为依据对场馆建筑布局进行优化,大规模组织室外自然风廊,为控温降温设施布点布线提供依据,从规划设计的源头上改善众多参观人群在园区室外所处的“热环境”,使得建成环境能够最大限度地保证人体舒适度,降低园区成为新城市“热岛”的可能性。在热舒适度评价的基础上,进一步

浦西自然风场数值模拟

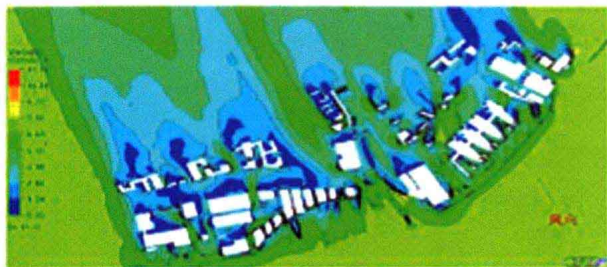


浦西7米高度平均风速等高线图

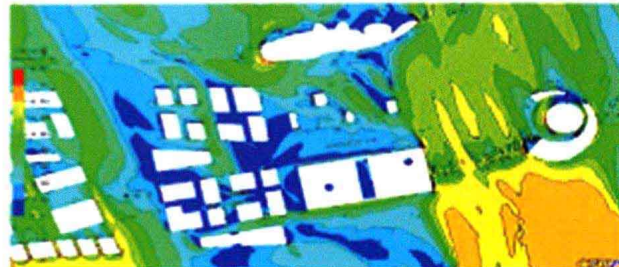
浦东自然风场数值模拟



浦东(东区块)1.5米高度平均风速等高线图



浦西9.5米高度平均风速等高线图



浦东(东区块)7.5米高度平均风速等高线图

世博会室外自然风场模拟