

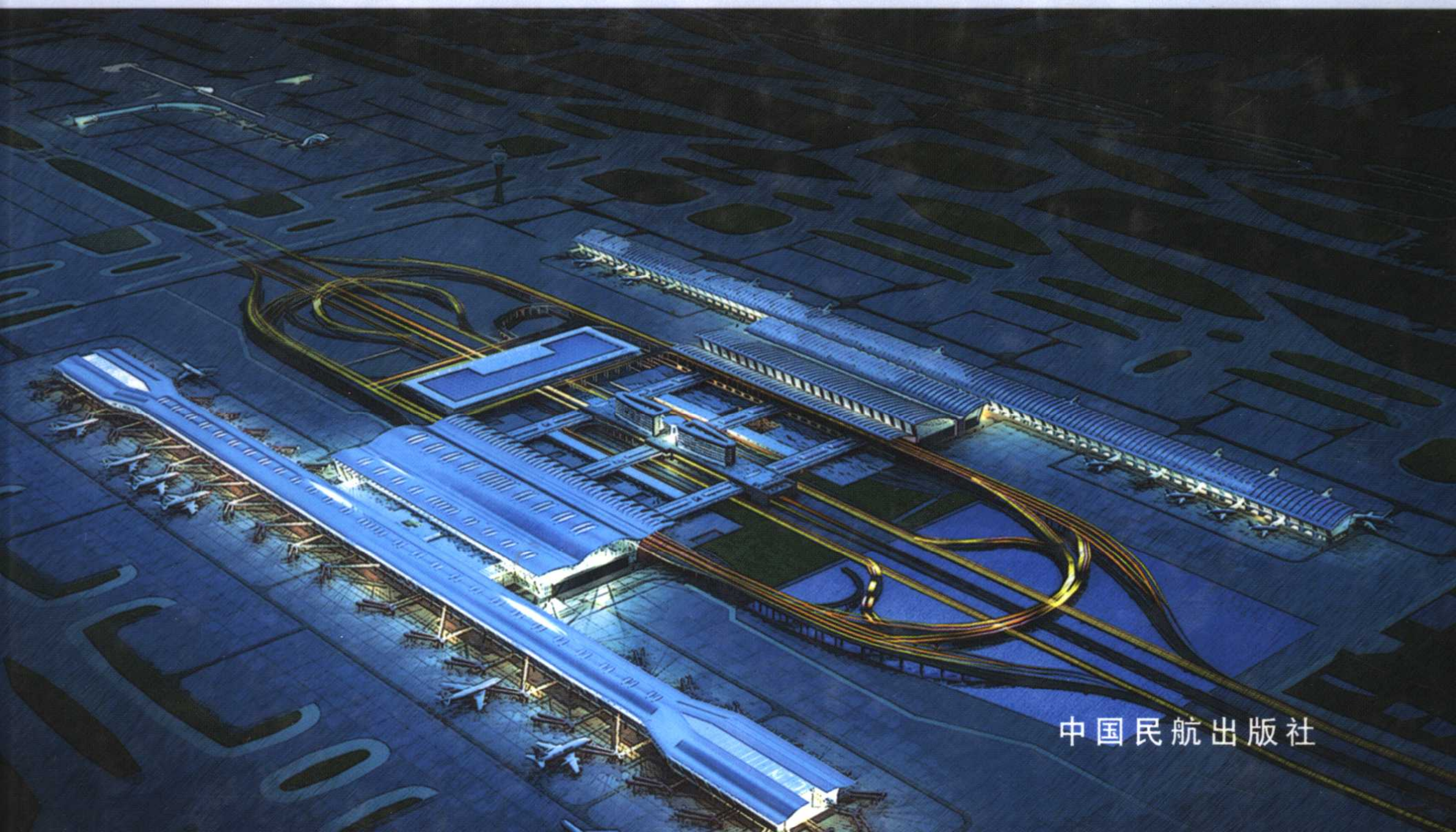
JICHANG CHANGDAO GONGCHENG
JISHU YU GUANLI



机场场道工程 技术与管埋

——浦东国际机场第二跑道建设

吴念祖 张光辉 主编



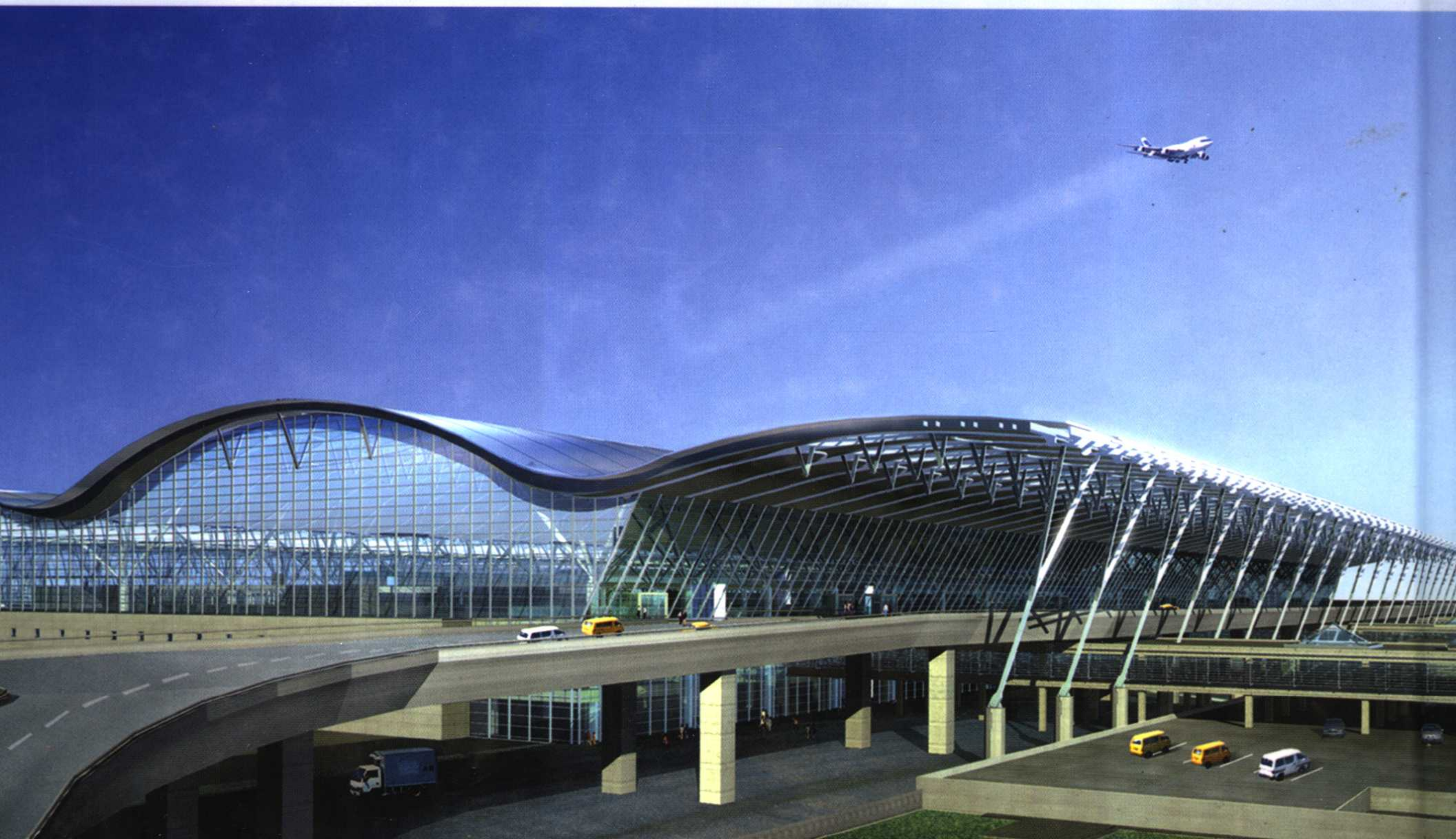
中国民航出版社

JICHANG CHANGDAO GONGCHENG
JISHU YU GUANLI



机场场道工程 技术与管埋

——浦东国际机场第二跑道建设



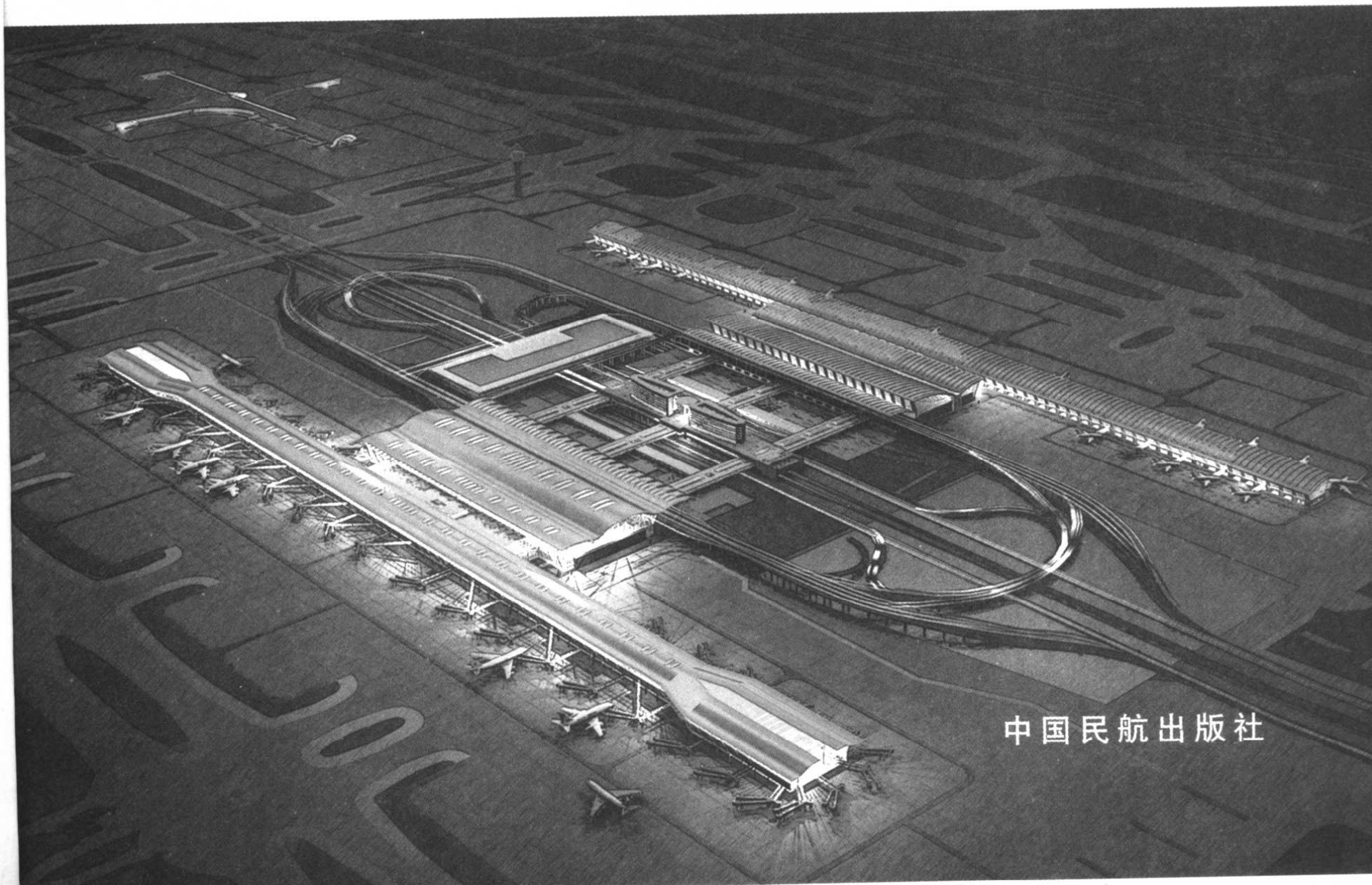
JICHANG CHANGDAO GONGCHENG
JISHU YU GUANLI



机场场道工程 技术与管埋

——浦东国际机场第二跑道建设

吴念祖 张光辉 主编



中国民航出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机场场道工程技术与管理: 浦东国际机场第二跑道建设/吴念祖, 张光辉主编.

—北京: 中国民航出版社, 2005. 11

ISBN 7-80110-710-1

I. 机…

II. ①吴… ②张…

III. 国际机场-飞机跑道-建设-上海市

IV. V351. 11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 129778 号

机场场道工程技术与管理: 浦东国际机场第二跑道建设

吴念祖 张光辉 主编

责任编辑: 刘庆胜 邢璐

出 版: 中国民航出版社

社 址: 北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼 (100028)

发 行: 中国民航出版社 新华书店经销

电 话: (010) 64290477

印 刷: 北京师范大学印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 19

字 数: 450 千字

印 数: 2000 册

版 次: 2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-80110-710-1/V · 236

定 价: 98.00 元

ISBN 7-80110-710-1



9 787801 107107 >

《机场场道工程技术与管理》

编委会

顾问：杨国庆

主编：吴念祖 张光辉

副主编：李德润 刁永海 王其龙 刘武君 景逸鸣
洪上元 尹承林

执行编辑：王其龙 尹承林 王晓鸿 凌建明 张志良

编委会：(按姓氏笔画为序)

刁永海	尹承林	王志文	王其龙	王坤之
王胜平	王晓鸿	王 斌	刘观昌	刘武君
西绍波	吴念祖	张光辉	张志良	张 捷
李金良	李 强	李德润	羌维忠	周水森
周正峰	周栋亮	姜昌山	洪上元	凌建明
顾吉祥	康 建	职洪涛	景逸鸣	韩黎明
滕力鹏				

《机场场道工程技术与管理》撰稿人

(名录不分先后)

中国民用航空总局机场司	张光辉	刁永海	洪上元	王坤之	
浦东国际机场二期工程建设指挥部	吴念祖 顾吉祥 林 晨 王晓鸿 斯碧峰 田久强	李德润 徐 晓 王 斌 王志文 梁 伟	景逸鸣 刘 钢 王振军 张 捷 石 展	王其龙 李金良 尹承林 朱文杰 杨宇亮	刘武君 康 建 张志良 龙 婴 胡晓婷
同济大学	凌建明	周正峰	王仕传	朱方海	
中国民航机场建设总公司	李 强	韩黎明	姜昌山		
上海市政工程设计研究院	职洪涛	章曾焕	戴建国	陈雍春	杜 俊
上海华东民航机场建设监理有限公司	倪元章 万朝俊	保卫国	马增伦	苏尔好	刘 松
中国水利水电闽江工程局	张礼强	翁训龙	周利民		
上海宝冶建设有限公司	金江卫	张成芝	孟庆洲		
中国航空港建设第二工程总队	魏祝清	丁 旭	周云生		
中国航空港建设第三工程总队	李巧生	夏崇根	有正飞		
上海建工(集团)总公司	林锦胜	张 晴	高振锋	王美华	
中港第一航务工程局第四工程公司	毛元平	钱茂铭	黄沅平		
北京京航安有限责任公司	肖共长	宋秀魁	韩仁华		
上海隧道股份有限公司	罗致良	陆剑波			

序 言

经过广大建设者近两年的奋力拼搏，上海浦东国际机场第二跑道工程于 2005 年 3 月 11 日顺利竣工并通过国家行业验收，于同年 3 月 17 日投入使用。这是实现上海国际航空枢纽战略规划的一个重要里程碑。

建设上海国际航空枢纽是一项国家战略，是《中国民用航空发展“十五”计划和十年规划》对上海民航发展所作的决策定位，也是上海建设国际航运中心的重大举措。2003 年 12 月 4 日，由民航总局和上海市政府共同成立“推进上海航空枢纽港建设联合领导小组”，旨在建立机制，形成合力，共同推进上海航空枢纽建设。在联合领导小组的协力推进下，浦东机场第二跑道工程按计划高质量地完成，并按时投入使用，这是实施上海浦东国际机场二期工程中所取得的一个阶段性成果，为上海航空枢纽建设创造了条件。

机场跑道是机场最重要的硬件设施之一，其工程质量直接关系到机场的运行安全。国际、国内民航界历来对跑道工程质量都极为重视。近年来，民航总局对机场场道工程技术规范不断进行修整和完善，对验收标准提出了更为严格的要求，以确保机场跑道运行的安全性和舒适度，向国际先进水平看齐。

民航总局质监总站和民航华东质监站对浦东机场第二跑道工程实施了全过程的质量监控，根据民航验收规范、标准对工程质量进行了严格的检测和核定，各项技术指标均达到或超过设计要求，工程质量优良，达到国内领先水平，尤其是跑道摩阻系数、平整度及外观质量。可以说，浦东机场第二跑道是近年来国内机场建设中质量最好的跑道之一。

高质量的工程，靠高标准、高效能的工程管理。浦东国际机场二期工程指挥部在第二跑道工程建设中，强化精品质量意识，确立了“创国家级质量奖”的建设目标，加大工程管理力度，注重重大工程技术方案决策、施工质量的监控和技术工艺的创新，使工程管理更加规范化、标准化和科学化，促进和保证第二跑道

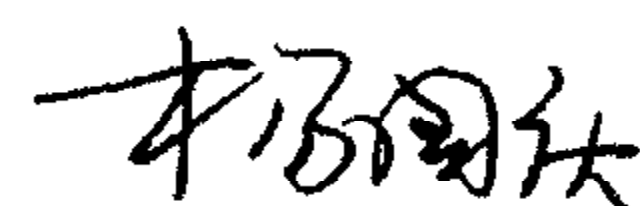
工程质量达到了一个新的水平。

该书对浦东国际机场第二跑道工程建设进行了系统全面的总结，汇集了工程建设过程中的成功经验，从理论与实践结合的角度探索出诸多新技术、新工艺，为我们研究机场建设技术标准、提高工程建设质量提供了更专业、更深入、更广泛的思路。

目前，中国民航进入了一个前所未有的高速发展时期，但同时也对机场建设提出了更高的要求。浦东国际机场第二跑道工程从工程管理到工程质量为我国民航机场飞行区工程建设提供了一个很好的样板。

我相信，通过广大机场管理者、建设者和各有关方面人士的共同努力，上海航空枢纽的建设目标一定会实现！

中国民用航空总局副局长



前 言

2003 年，由中国民用航空总局、上海市人民政府、总参空管局和南京军区空军共同组成的“推进上海航空枢纽建设联合领导小组”成立，这标志着上海国际航空枢纽建设进入了实质性阶段。作为启动性项目，浦东国际机场第二跑道工程对于上海国际航空枢纽的建设至关重要，意义深远。

浦东国际机场第二跑道工程建设条件差，工期紧，要求高。由于地处长江三角洲冲积平原前缘，场区地势低洼，地下水位高，地基软弱，二跑道的建设是典型的大面积深厚不均匀软土地基上的场道工程。作为国内第一条在软土地基上建成的 F 类运行等级的跑道，其道面结构体系和使用性能面临新的、更高的要求。与此同时，连接第二跑道与一期飞行区和航站区的联络滑行道涉及国内软土地基上跨度最大、承载要求最高的飞行区地下穿越通道工程的建设。

针对浦东国际机场第二跑道的工程特点和建设条件，建设指挥部适时提出了“质量—进度—投资综合优化”的建设管理思想，以及“场道地基—道面结构不协调变形全面控制”的核心技术理念，组织有关单位重点开展了土方与地基处理工程技术、道面结构设计与施工技术、联络滑行道地下通道工程技术的科技攻关，指导工程建设与管理。

对于场道地基处理，以控制地基不协调变形为原则，在场区吹砂补土、堆载预压的基础上，通过现场试验，确定了“高真空降水+低能量强夯+冲击碾压”的浅层处理方案。对于道面结构，以适应 F 类飞机运行和地基不协调变形为原则，经过充分比选，确定二跑道采用水泥混凝土道面，并通过结构组合的优化、材料配合比的改进和施工工艺的革新，防止了道面混凝土收缩裂缝的产生，改善了道面平整度，提高了道面排水性能和摩擦系数。对于滑行道地下通道，则以通道结构与临近区域的变形协调为原则，通过缜密的结构分析和方案论证，将传统的通道桥改为更加合理、经济的地道结构。

在指挥部及各有关设计、施工、监理和科研单位的共同努力下，浦东国际机场第二跑道已于 2005 年 3 月建成并投入使用，确保了上海国际航空枢纽建设关键节点的实现。第二跑道工程不仅全面完成了质量、进度、投资三大建设目标，而且在科技方面取得了突出成绩：

一是支撑建设。地基处理、道面结构和滑行道地下通道等方面的技术创新，以及全程、动态的科学管理支撑了第二跑道的工程建设。

二是重点突破。不协调变形控制突破了传统的承载力控制理念；混凝土道面摩阻系数、收缩裂缝、平整度控制及先切缝后灌缝等技术突破了传统的水泥混凝土道面施工技术；同时，依托工程造就大批优秀工程技术人才和管理人才，突破了传统的人才培养模式。

三是自主创新。第二跑道系统在大面积土方补填与调配、场道浅层地基处理、道面结构选型与结构设计、滑行道地下通道设计与分析等方面实现了自主创新。

四是引领未来。科技攻关不仅为第二跑道建设提供了强有力的技术支持，更重要的是为后续同类工程建设提供了技术基础，引领了攻关方向，如大面积深厚软土地基上的沥青混凝土道面建设技术，不停航条件下飞行区地下穿越通道建设技术等。

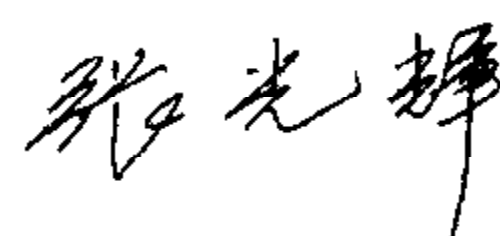
本书作为浦东国际机场第二跑道工程建设技术与质量管理的归纳与总结，分四篇十七章，分别阐述软土地区大型枢纽机场场道建设中的关键技术。衷心希望本书能为同类工程提供有益的借鉴。在本书即将付梓之际，我们要特别感谢各有关单位的大力配合与支持，感谢各有关领导、专家对上海航空枢纽建设的热情支持与帮助。

由于时间仓促以及水平局限，书中恐尚存不妥之处，祈请专家和读者不吝斧正。

上海机场集团董事长、总裁
浦东国际机场二期工程建设指挥部总指挥



中国民用航空总局机场司司长



鸣 谢

浦东国际机场二跑道工程的成果是在广大建设者的共同努力和兄弟单位的大力支持下取得的。在此特别感谢总参空管局、南京军区空军、海军东海舰队、上海市建设与交通委员会、上海市科学技术委员会、民航华东管理局、民航华东空管局、上海市市政协等单位关心与帮助。

同时，《机场场道工程技术与管理》从资料整理、数据分析到撰稿、定稿的过程中凝聚了诸多工程技术和管理人员的智慧和心血。在本书付梓之际，向他们的辛勤劳动和默默奉献致以衷心的感谢！

目 录

综 述	1
地基处理及土方工程篇	
第一章 场区地形地质条件及工程问题	11
一、场区地形地貌.....	11
二、场区工程地质条件.....	12
三、天然地基沉降计算分析.....	19
四、场区主要工程问题.....	20
第二章 地基处理设计标准与方案	22
一、沉降控制标准.....	22
二、强度控制标准.....	30
三、一期飞行区软土地基处理.....	31
四、二跑道软土地基处理方案的选取.....	32
第三章 吹砂补土及堆载预压工程	35
一、设计思路.....	35
二、堆载预压工程设计.....	36
三、堆载预压监测成果与分析.....	38
四、堆载预压效果评价.....	48
第四章 沉降计算分析与预测	51
一、一维压缩条件下的固结计算方法及其应用.....	51
二、沉降反分析方法及其应用.....	54

第五章 浅层地基处理试验及方案优化	61
一、地基浅层处理试验方案的确定.....	61
二、地基处理试验设计.....	62
三、试验区的勘察、监测和检测方案设计.....	64
四、地基加固效果检测与结果分析.....	67
五、地基浅层处理方案优化与设计.....	69
六、地基实测沉降对比分析.....	73
七、结论与建议.....	75
第六章 大面积浅层地基处理与土方施工组织	76
一、施工准备.....	76
二、施工排水.....	77
三、高真空降水施工.....	78
四、强夯施工.....	83
五、冲击碾压施工.....	86
六、地基处理效果检测及评价.....	89
七、土方调配及施工.....	91
道面结构工程篇	
第七章 道面结构选型	99
一、国内外机场道面结构类型.....	99
二、水泥混凝土道面和沥青混凝土道面的技术性能比较.....	100
三、水泥混凝土道面和沥青道面的设计施工技术比较.....	103
四、水泥混凝土道面和沥青混凝土道面的经济性比较.....	105
五、结论	107
第八章 道面结构组合与厚度计算	108
一、道面结构组合.....	108
二、道面结构设计参数.....	109

三、道面结构厚度计算.....	110
第九章 道面混凝土组成设计	114
一、原材料技术要求.....	114
二、混凝土配合比设计.....	116
第十章 水泥混凝土面层施工技术	120
一、道面混凝土铺筑.....	120
二、道面平整度控制.....	127
三、道面抗滑构造施工.....	130
四、道面板收缩裂缝的施工控制.....	138
 联络滑行道地下穿越工程篇	
第十一章 地下穿越通道工程特点和技术要求	145
一、功能	145
二、工程特点.....	146
三、技术要求.....	147
第十二章 地下穿越通道设计理念与结构选型	148
一、国内设计现状.....	148
二、设计理念.....	148
三、结构选型.....	151
第十三章 地下穿越通道设计及施工关键技术	155
一、设计原则.....	155
二、主体工程设计.....	156
三、其他工程设计.....	163
四、复合地基处理方案.....	166
五、施工技术与工艺流程要求.....	173

第十四章 地下穿越通道结构分析及变形控制	179
一、土—结构相互作用分析.....	179
二、变形控制分析规范法.....	185
三、变形控制的 FLAC 数值分析.....	186
四、沉降变形的流变理论预测.....	200
五、小结	217

工程决策与管理篇

第十五章 重大技术方案决策	221
一、机场总体规划的优化.....	221
二、道面结构方案的确定.....	223
三、地基处理方案的确定.....	223
四、东西向联络滑行道地下通道方案的确定.....	225

第十六章 工程质量管理	226
一、质量目标.....	226
二、质量管理网络.....	226
三、质量管理制度.....	228
四、质量控制.....	229
五、质量检测.....	240

第十七章 不停航施工管理	244
一、不停航施工管理目标.....	244
二、建立完善的不停航安全管理体制.....	244
三、管线保护.....	246

附录

附录一 二跑道施工工法	251
一、高真空降水工法	252

1. 质量指标及技术要求.....	252
2. 施工工艺.....	252
3. 施工方法及要点.....	252
4. 质量控制要点.....	255
二、冲击碾压工法	255
1. 质量指标及技术要求.....	255
2. 施工工艺.....	256
3. 施工方法及要点.....	256
4. 质量控制措施.....	258
三、道面拉毛工法	259
1. 质量指标及技术要求.....	259
2. 工具制作与保护.....	259
3. 操作方法.....	260
4. 质量控制措施.....	261
四、道面刻槽工法	261
1. 质量指标及技术要求.....	261
2. 刻槽施工方法及要点.....	261
3. 质量控制措施.....	262
五、道面平整度控制工法	263
1. 质量指标及技术要求.....	263
2. 施工准备.....	263
3. 平整度控制方法及要点.....	263
六、道面接缝工法	265
1. 质量指标及技术要求.....	265
2. 施工准备.....	267
3. 切缝及扩缝施工方法及要点.....	267

4. 质量控制措施.....	268
七、道面平整度整修工法	268
1. 质量指标及技术要求.....	268
2. 施工准备.....	268
3. 整理、整修方法及要点.....	269
附录二 上海浦东国际机场禁区不停航施工管理实施细则（试行）	271
第一章 总则	271
第二章 制度	271
1. 协调制度.....	271
2. 安全教育制度.....	272
3. 书面协议制度.....	272
4. 施工前例会制度.....	272
第三章 管理职责	273
1. 工程部职责.....	273
2. 施工单位职责.....	273
3. 监理单位职责.....	274
第四章 安全管理措施	274
1. 施工禁区规定.....	274
2. 施工中规定.....	274
3. 施工清场规定.....	275
第五章 施工情况的通报	275
第六章 车辆、机械设备、人员管理	275
1. 车辆管理.....	275
2. 机械设备管理.....	276
3. 人员管理.....	276