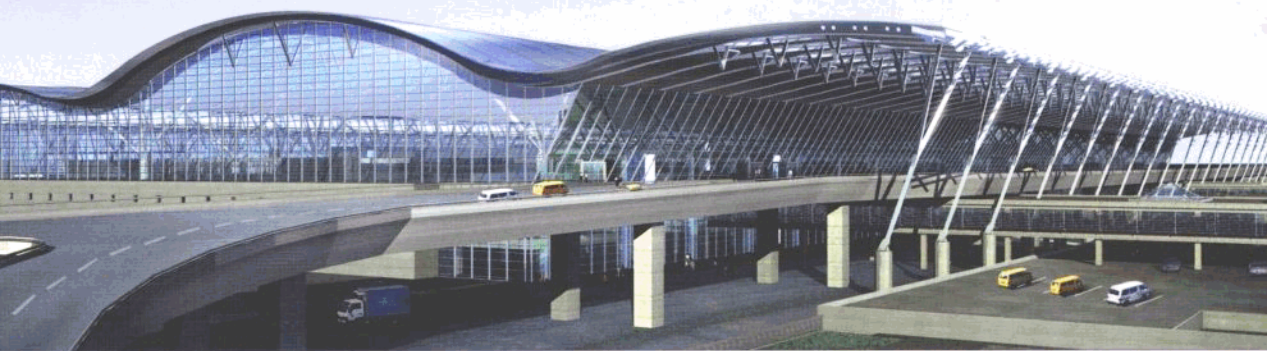


上海空港

系列丛书

PUDONG GUOJI JICHANG

SANPAODAO
GONGCHENG



浦东国际机场 三跑道工程

主编 吴念祖
出版 上海科学技术出版社

PDG

上海空港

系列丛书

- ① 以运营为导向的浦东国际机场建设管理
- ② 浦东国际机场总体规划
- ③ 浦东国际机场二期工程节能研究
- ④ 浦东国际机场一体化交通中心
- ⑤ 浦东国际机场运营信息系统
- ⑥ 浦东国际机场二号航站楼设计
- ⑦ 浦东国际机场二号航站楼屋盖系统
- ⑧ 浦东国际机场西货运区工程
- ⑨ 浦东国际机场三跑道工程
- ⑩ 浦东国际机场二期配套工程



责任编辑：杨炳根
装帧设计：房惠平



上海科学技术出版社

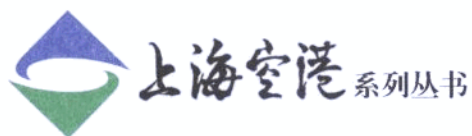
上架建议：交通运输

ISBN 978-7-5323-9179-0



9 787532 391790 >

定价：98.00元



浦东国际机场

三跑道工程

主编 吴念祖
出版 上海科学技术出版社

上海空港系列丛书
浦东国际机场三跑道工程

图书在版编目(CIP)数据

浦东国际机场三跑道工程/主编吴念祖. —上海: 上海科学技术出版社, 2008. 1

(上海空港系列丛书)

ISBN 978-7-5323-9179-0

I. 浦… II. 主… 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(2007)第 176129 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)

上海精英彩色印务有限公司印刷 新华书店上海发行所经销

开本 889×1194 1/16 印张 11.25 字数 279 千 插页 4

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1—1250

定价: 98.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向本社出版科联系调换

内容提要

上海空港系列丛书
浦东国际机场三跑道工程

本书是关于浦东机场飞行区的规划设计、工程建设和施工管理的研究总结。作者以浦东机场三跑道为研究对象,以技术先进、经济合理、管理规范、求实创新为原则,提出并实施了近距离跑道运行模式、大面积软土地基处理技术、近距离跑道系统的助航灯光配置方案、飞行区围界防入侵系统方案、大面积标准化施工工艺流程、繁忙机场的禁区不停航施工管理措施,以及在助航灯光和水泥混凝土道面施工中的新材料、新工艺。

全书共分为十二章,第一章介绍近距离跑道规划和运行研究;第二~八章介绍三跑道设计优化方案;第九~十章对三跑道施工工艺进行了总结;第十一章介绍禁区不停航施工管理的措施和经验;第十二章介绍道面扩缝形式的研究与实践。

本书可作为机场飞行区规划设计、运行管理、场道及助航灯光建设与维护、飞行区安全防范等专业技术人员的培训辅导用书,也可供机场建设管理干部、工程项目管理人员、工程技术人员、高等学校工程管理专业师生阅读和参考。

编委会

封面题字

杨国庆

主编

吴念祖

副主编

李德润 刘武君

顾问编委

杨国庆	李逸平	张光辉	宇仁录	寿子琪	刁永海	朱宁一	俞吾炎
陈 龙	汪光弟	肖金方	应根宝	曹文建	蔡 军	景逸鸣	王其龙
朱传松	胡建明	贾锐军	孙 立	徐玉龙	张永东	张 桦	沈 迪
徐 征	林锦胜	李永盛	姚亚波	蒋作舟	刘观昌	夏丽卿	叶可明
刘炳权	汪天翔	姚祖康	管式勤	Jeffrey Thomas	Ben Hasselman		
是枝孝	Tony Mills						

编委

(按姓氏笔画为序)

马兴发	王 斌	王晓鸿	尹承林	冉祥来	西绍波	华志坚	刘 钢
刘宝树	许泽成	孙金科	李 强	李金良	邱威尔	汪大绥	张 泉
张海英	张敏珠	陈宏凯	纽晓鸣	范庆国	林建海	金德雄	周水森
赵 华	赵 青	洪上元	贺胜中	顾吉祥	柴震林	徐建初	高振锋
郭 强	郭建祥	唐洁耀	康 建	寇怡军	董红江		

编写组

王其龙	张志良	杨宇亮	王晓鸿	尹承林	张 捷	朱文杰	王志文
斯碧峰	黄品立	李军世	范宇刚	童 俊	黄玲玲	柴洁琼	申海虹
周正峰	周利民	李少华	有正飞	徐英国	唱 伟	孟庆洲	黄沉平
杨森燕	胡 玉	陈国勤	郑连宝	刘 松	苏尔好		

建设上海航空枢纽,是我国积极参与国际分工与国际竞争、推动我国由“民航大国”走向“民航强国”的一项国家战略,也是上海构建国际航运中心的重大举措,对于增强上海城市国际竞争力,更好地服务长三角地区以及全国经济和社会的发展具有重要的战略意义。

2005年12月22日,浦东国际机场扩建工程全面开工,标志着上海航空枢纽建设迈入了全面推进的新阶段。扩建工程主要包括二跑道工程、三跑道工程、T2航站区工程、综合配套工程、西货运区工程,其中第一阶段二跑道工程已于2005年3月竣工投运。扩建工程建成后浦东国际机场将成为年旅客吞吐量达6000万人次、货邮吞吐量达420万吨、年起降达49万架次的我国大型枢纽机场之一,并最终与虹桥国际机场共同建设成为亚太地区核心枢纽。

综观整个扩建工程,范围广、工期紧、难度大、任务重,经历了众多前所未有的考验,广大建设者发扬团结拼搏、无私奉献的精神,克服了种种困难,在保证机场不停航正常运营条件下,出色地完成了建设任务。同时,在建设过程中,广大建设者充分发挥他们的聪明才智,勇于创新、敢于实践,取得了大量具有重要理论和实践意义的创新成果。

扩建工程创造性地提出了“以运营为导向”的建设理念,全过程地吸收运营单位的意见,确保工程建设最大程度满足用户功能需求;管理模式上,大胆地采取了规划、设计、施工“一体化总承包”的方式,实现了指挥部、上海现代建筑设计集团与上海建工集团的“强强联手、共同推进”,为工程建设实施开创了良好局面,T2航站楼工程是首个由国内单位原创设计的大型航空枢纽建筑项目,实现了我国在枢纽机场建筑设计领域的历史性跨越;工程管理方面,在继承一期工程“工程

靠招标、管理靠合同、质量靠监理”成功经验的基础上,又进一步提出了“进度靠计划”的管理理念,实现了对工程质量、安全、进度和成本的系统控制;在质量管理方面,提出了“样板引路,方案先行”方针,并在工程中得到制度化实施,取得了良好效果,确保了工程质量全面受控。

面对大量的工程技术难题,指挥部以科研推进工程建设,组织开展了一系列科研课题攻关,建立了一套完善的推进机制,取得了一批突出的科技成果,并形成了完善的科技创新体系。指挥部成立伊始,就从工程建设需要出发,确定了21个专项课题进行深入研究,取得了一批技术成果,为前期策划和规划设计奠定了技术基础。在此基础上,结合上海市科委立项的三项重大课题任务,紧紧抓住工程建设的重点和难点,进行统一布局,对总体规划、航站区、飞行区、信息系统和项目管理等五个领域共23个专项课题进行了重点研究,在跑道建设关键技术、节能、机场信息系统、飞行区地下穿越等方面均取得突出的科技成果,共注册专利十余项。科技创新为扩建工程提供了全面有力的支撑,也为上海航空枢纽后续工程建设提供了技术储备,并通过指挥部组织出版的《上海机场》和《上海空港》两本刊物,在业界得到广泛传播。同时,依托工程建设和科研课题攻关,造就了大批优秀科技人才,突破了传统的人才培养模式,为上海机场的持续创新能力提供了保障,壮大了我国民航科技的生力军。

浦东国际机场扩建工程,开创了一条以管理创新和科技创新为引导,完全依靠国内设计、施工、管理建设世界一流枢纽机场的新路子,积累了许多新鲜经验,取得了众多的创新成果,希望能与广大民航机场和其他工程的建设者们共享。为此,我们组织编写了这套“上海浦东国际机场扩

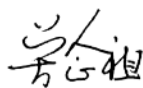
建工程建设系列丛书”，重点介绍浦东国际机场扩建工程在机场建设领域取得的先进管理理念和科技创新成果，以“上海空港系列丛书”的形式，分辑出版。

本书由上海机场(集团)有限公司科技委员会和上海机场建设指挥部组织编撰，得到各科研院所以及相关设计、施工和监理单位的大力支持和广大机场建设者的积极参与，并得到各级领导的关心和支持，谨致以诚挚的谢意。

是为序。

上海机场(集团)有限公司董事长、总裁

上海机场建设指挥部总指挥



2008年1月

第一章 概述	1
第一节 三跑道设计	1
一、三跑道构型和运行模式	2
二、三跑道地基处理方案	2
三、三跑道地势排水设计	2
四、三跑道道面设计优化	3
五、一、三跑道之间穿越滑行道设计优化	3
六、助航灯光系统设计创新	4
七、围界优化设计	4
第二节 三跑道施工	4
一、地基处理施工工艺创新	4
二、道面施工工艺创新	5
三、助航灯光施工工艺革新	6
四、不停航施工管理	6
第二章 近距离跑道规划和运行模式	7
第一节 近距离跑道规划	7
一、近距离跑道平面构型的演变	7
二、三跑道构型方案的确定	9
第二节 近距离跑道运行模式	10
一、近距离跑道运行的原则	10
二、近距离跑道运行模式的选择	10
第三章 三跑道地基处理方案研究	13
第一节 工程地质条件概述	13
一、地形地貌	13

二、地基土的构成与特征	13
三、地基土物理力学性质指标	16
四、地下水条件	16
第二节 地基处理目标和方案比选	16
一、主要工程地质问题	16
二、地基处理目标	17
三、地基处理方案比选	19
第三节 沉降分析和容许沉降量	22
一、天然地基沉降变形	22
二、工后沉降和容许沉降量	23
第四节 地基处理方案试验和确定	24
一、地基处理方案的试验	24
二、地基处理方案的确定	25
第五节 地基处理方案的技术要求	26
一、冲击碾压地基处理的技术要求	26
二、真空预压地基处理的技术要求	26
第四章 三跑道地势、排水设计	28
第一节 三跑道地势设计	28
一、地势现状	28
二、地势设计原则	28
三、控制标高的确定过程	28
四、纵横断面设计	29
第二节 三跑道排水设计	30
一、周边排水设施现状	30
二、飞行区排水设计原则	30
三、飞行区排水线路的平面布设	31
四、飞行区排水系统的设计标准及参数	31
五、场外排水方案论证	34
第五章 三跑道道面工程设计优化	38
第一节 道面结构设计优化	38
一、水泥混凝土道面结构优化	38
二、防吹坪结构优化	39
第二节 道面接缝设计优化	40
一、不同伸缩方向交错处道面平缝设置的优化	40
二、扩缝倒角新工艺的应用	40
第六章 一、三跑道间穿越滑行道设计优化	41

第一节	穿越滑行道的重要性和特殊性	41
第二节	穿越滑行道地基处理	42
一、	穿越滑行道地基处理的目的和特点	42
二、	穿越滑行道地基条件	42
三、	穿越滑行道地基处理方案	42
第三节	穿越滑行道道面结构选型	43
一、	道面结构类型的比较	43
二、	道面结构选型	44
第四节	穿越滑行道不停航施工措施和要求	45
一、	现有管线保护	45
二、	新建管线施工措施	46
三、	机场运行要求	46
第七章	三跑道助航灯光系统设计	48
第一节	助航灯光系统类型的确定过程	48
一、	I类和II/III类助航灯光系统比较	48
二、	I类助航灯光系统的优点	49
三、	I类助航灯光系统的确定	49
第二节	近距离跑道滑行道中线灯设计特点	49
一、	滑行道中线灯横穿一跑道设计特点	49
二、	跑道上快滑道中线灯的设计特点	51
三、	多叉道口滑行道中线灯的设计特点	52
四、	滑行道中线灯的供电回路设计特点	53
第三节	特殊部位滑行引导标记牌及标志的设置	53
第四节	消除跑道两侧灯箱基础直立面的方法	54
第五节	灯光监控技术	54
第八章	三跑道附属设施设计优化	56
第一节	飞行区消防管网设置与否的论证	56
一、	机场消防保障等级	56
二、	机场消防灭火原则	56
三、	飞机灭火使用的灭火剂	56
四、	救援应答时间要求	57
五、	三跑道消防技术方案	57
六、	三方案的比较	59
第二节	飞行区围界结构研究	60
一、	防攀爬性能的技术改进	60
二、	防拆卸、防盗性能的技术改进	60

三、防腐性能的技术改进	61
第三节 安防系统设计优化	61
一、总体方案概述	61
二、国内机场围界现状	62
三、浦东机场围界状况	63
四、设计原则、思路与创新点	63
五、防入侵探测手段	65
六、防入侵系统系统设计方案(总体设计)	67
第九章 地基处理及场道工程施工	71
第一节 真空预压标准化施工工艺	71
一、施工准备	71
二、砂砾排水垫层施工工艺	72
三、塑料排水板施工工艺	73
四、水泥搅拌桩密封墙施工方案	75
五、真空预压施工	77
第二节 浅层地基处理标准化施工工艺	82
一、施工准备	82
二、沟塘处理	83
三、高真空降水	85
四、山皮石垫层	88
五、冲击碾压	90
六、地基处理效果检测及评价	93
第三节 水泥混凝土道面面层标准化施工工艺	95
一、施工准备	95
二、原材料的质量控制	95
三、道面混凝土施工质量控制要求	98
四、道面混凝土施工管理要求	106
五、施工质量指标及标准	107
第十章 助航灯光工程施工	109
第一节 工艺优化与新材料、新技术应用	110
一、一次电缆接头制作工艺	110
二、道面灯坑预留工艺	113
三、多个隔离变压器共箱安装	114
四、隔离变压器箱进线孔密封技术改进	115
五、灯光变电站电缆敷设工艺	117
六、站坪照明监控技术	119

第二节 提高灯光回路绝缘电阻值的施工方案	120
一、提高助航灯光回路绝缘电阻值的必要性	120
二、提高助航灯光回路绝缘电阻值的可行性	121
三、提高助航灯光回路绝缘电阻值的技术方案	123
第十一章 禁区不停航施工管理	128
第一节 不停航施工安全管理体系	128
一、体系的建立	128
二、管理体系各部门职责	128
第二节 不停航施工方案	129
一、管线保护工程	129
二、土方、山皮石垫层工程	131
三、碾压混凝土基层工程	131
四、沥青混凝土面层工程	131
第三节 不停航施工保障细则	131
一、现场协调和管理	131
二、进场前的安全培训	132
三、施工平面布置	132
四、专项护卫监护	135
五、人员、车辆、证件的管理	135
六、施工例会、适航条件检查制度	137
七、安全员、交通协管员制度	137
八、每日工作上报制度和施工文件管理	137
九、应急特情处置	140
十、施工退场标准	141
十一、影响飞机起降、滑行的情况及采取的措施	141
十二、防止外来物污染道面的措施	141
十三、适航恢复方案	141
十四、对施工中的飘浮物、灰尘、施工噪声和其他污染的控制措施	142
十五、影响消防设施正常使用时的通知程序和补救措施	142
十六、航行通告的发布程序和要求	143
第四节 安全保障协议	143
一、运行指挥中心与建设指挥部不停航施工保障协议	143
二、建设指挥部与施工总承包单位不停航施工保障协议	144
三、运行指挥中心与民航华东地区管理局空中交通管理局不停航施工保障协议	147
第十二章 道面扩缝形式的研究与实践	148
第一节 传统水泥混凝土道面接缝破坏形式	148

一、传统切缝的形式和破坏形态	148
二、国外的接缝构造形式	149
第二节 水泥混凝土道面切缝位置力学分析	149
一、有限元模型	149
二、切缝位置的荷载应力分析	153
三、切缝位置的温度应力分析	156
第三节 机场水泥混凝土道面切缝工程实践	158
一、工程试验	158
二、三跑道工程切缝施工	164
后记	166

第一章 概述

上海浦东国际机场(简称浦东机场)立足上海“一市两场”,目标是通过扩建和发展来构建完善的国内国际航线网络,成为连接世界各地与中国的空中门户,建成亚太地区的核心枢纽,最终成为世界航空网络的重要节点。目前,浦东机场的旅客吞吐量、货邮吞吐量与起降架次已经全面超过一期工程的设计能力,许多设施已经接近饱和,机场运行压力不断增加,而且,为保障 2010 年上海世博会成功举办,还须完善浦东机场的功能,提高服务保障能力,因此,进行浦东机场扩建已势在必行。

第一节 三跑道设计

按照需求预测和设施容量分析,浦东机场扩建工程的目标年为 2015 年。满足 2015 年目标年和保障 2010 年世博会的各种设施分三批“滚动建设”实施,以节约投资、规避风险。根据中国民用航空总局、上海市政府批复的《上海浦东国际机场总体规划(2004 年修订版)》(简称 2004 版总体规划),第三跑道系统(简称三跑道)作为浦东机场第二阶段的主要扩建内容,将于 2007 年底建成、2008 年中投入运营,其设计目标年为 2011 年。

三跑道是上海航空枢纽港的重要组成部分,总体规划将其定位为一跑道的近距离跑道,位于现有一跑道西侧,与一跑道平行相距 460 m。三跑道按照 4F 标准建设,跑道长 3 400 m,道面宽 60 m,两侧道肩各宽 7.5 m。作为一组近距离跑道,一、三跑道实行一起一降的分开平行运行方式,三跑道主要用于飞机降落,同时兼顾西货运区的货运航班起飞。

三跑道作为国内第一条近距离运行跑道,规划设计过程中存在一系列值得研究的课题,主要表现在 5 个方面:

- (1) 如何合理确定跑道构型和运行方式;
- (2) 如何选取技术先进、经济合理的大面积地基处理方案;
- (3) 如何合理设置近距离跑道系统中穿越滑行道的灯光系统;
- (4) 如何围绕一、三跑道间 6 条穿越滑行道的禁区不停航施工进行道面结构、地基处理及排水设计优化;
- (5) 如何针对道面混凝土的掉边掉角等接缝损坏质量通病进行接缝设计优化。

在遵循技术先进、经济可行、尊重科学、求实创新的原则下,上海机场建设指挥部组织设计院、运行部门针对三跑道所面临的新课题进行了积极深入的研究和探讨,并邀请国内外专家专门围绕跑道构型和运行方式、大面积地基处理方案、飞行区排水(调节水池的设置)、助航灯光系统类别、消防管线设置与否等问题进行了大量的论证和研讨,并通过专家咨询会形式集思广益,充分吸收和采纳各方意见及建议,最终形成一个技术先进、经济合理的三跑道优化设计方案。

一、三跑道构型和运行模式

三跑道作为国内首次规划设计并第一个投入运行的非独立平行近距离跑道,其设计和使用开创了国内近距离跑道的先河,在节省土地资源、提高运行效率方面提供了新的思路,为今后国内同类型机场的规划设计提供了宝贵经验。在三跑道工程规划设计中,第一次采用这样近距离(460 m)的两条平行跑道的构型,第一次在两条跑道之间设置穿越跑道的联络道,第一次深入研究了近距离跑道的运行模式。

二、三跑道地基处理方案

一直以来,地基处理就是浦东机场场道工程建设的重要步骤和环节。合理的地基处理措施可以为跑道提供稳定坚实的基础,为今后跑道的正常运营和维护发挥潜在的作用;合理的地基处理措施不仅要求技术先进,还要求经济合理。针对三跑道存在浅层土不均匀、低强度和差异沉降变形等主要工程地质问题,上海机场建设指挥部在总结第一、二跑道以及东西向联络道的地基处理方式、效果、经验和不足的基础上,于2005年5月至10月开展了冲击碾压浅层处理和真空预压深层处理两种地基处理试验,为三跑道大面积地基处理方案的选取提供了直接、可信、可靠的依据。根据地基处理试验成果,上海机场建设指挥部于2005年8月底组织召开了三跑道大面积地基处理方案专家研讨会,确定了全范围“井点降水+垫层+冲击碾压”浅层处理结合古河道区域“真空预压”深层处理的方案。该方案在不破坏③₂砂质粉土硬土层的前提下,注重解决浅部土层的场地不均匀和低强度问题,同时针对横穿场区的古河道区域,通过采取真空预压处理消除了古河道与两侧区域的工后差异沉降。该地基处理方案原则上允许工后沉降的均匀发生,但解决了大家关注的工后差异沉降和道槽基础强度等问题,达到了技术可行、经济合理、缩短工期的目标。“井点降水+垫层+冲击碾压”浅层处理方案和“真空预压”深层处理方案属于在国内机场首次大面积成功应用,不仅节省了近亿元的投资,而且缩短了2个月的工期,也为沿海软土地区的机场飞行区地基处理方式提供了有益借鉴。

三、三跑道地势排水设计

由于浦东机场整个场区严重缺土,作为场区竖向规划的三跑道地势设计,关系到全场排水系统是否顺畅,也关系到场区土方平衡及造价。一方面,地势设计全面吸收和总结了前期一、二跑道的经验,充分考虑了飞行区的特点,并与一跑道、西货机坪及货运区等周边地形平顺过渡、合理衔接;另一方面,在充分了解场区地形地貌、水文地质的基础上,地势设计充分考虑与地基处理、道面结构、排水布置等专业的统一协调。经过反复研究优化,结合全场土源分析,本次地势设计在满足防洪的要求、保持道槽土基强度以及预留道面工后沉降量等条件下,最终确定三跑道控制标高。其中首次将工后沉降的影响考虑到地势设计中,将对今后三跑道的正常运营发挥积极作用。

三跑道飞行区的排水设计特点包含三方面内容:

(1) 为节省整场土方工程造价,并考虑场区周边水系的水位和场内地势条件,本次排水设计采用强制加自流的排水原则。

(2) 根据三跑道的远期规划,永久性排水设施的平面布设和断面设计需考虑规划和拟建场区