

全国优秀工程勘察奖获奖项目专辑

QUANGUO YOUXIU GONGCHENG KANCHAJIANG HUOJIANG XIANGMU ZHUANJI

第一辑

(2004—2010 年度)



中国勘察设计协会 主编

中国建筑工业出版社

全国优秀工程勘察奖获奖项目专辑

第一辑 (2004—2010 年度)

中国勘察设计协会 主编

沈小克 张 炜 李耀刚 陈丽蓉 宁毅东
王笃礼 丘建金 石伯勋 孙树礼 许再良
李志平 张维平 宋 强 姜 强 孙树礼
周书海 廖从强 廖 强 廖 强 廖 强
詹学贵 栾世仙 周 强 廖 强 廖 强

全国工程勘察行业优秀项目奖

(2004—2010 年度) 第一辑

主编 中国勘察设计协会

(北京) 地质出版社

地质出版社

地质出版社

地质出版社

地质出版社

地质出版社

地质出版社

地质出版社

中国建筑工程出版社

地质出版社

地质出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

全国优秀工程勘察奖获奖项目专辑 第一辑 (2004—2010 年度)/中国勘察设计协会主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 1

ISBN 978-7-112-18914-4

I. ①全… II. ①中… III. ①工程地质勘察-文集
IV. ①P642-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 316398 号

本书是中国勘察设计协会委托工程勘察与岩土分会主编的《全国优秀工程勘察奖获奖项目专辑》第一辑。内容为获得 2004—2010 年度全国优秀工程勘察设计金奖、银奖的项目共计 33 项; 其中工程勘察 19 项, 岩土设计治理 10 项, 工程测量 4 项。该书将突破以往优秀论文集, 既图文并茂, 更包含了大量重要的实用信息和项目特色提要, 丰富了实用价值。本专辑每类项目从项目摘要、工程概况、场地岩土工程条件、主要内容、技术难点、工程效益与效果与创新、获奖单位情况、专利与独有技术等多个方面对获奖工程的关键内容进行介绍。

本书供勘察设计单位、开发建设单位、政府相关部门、高校师生及图书馆藏。

责任编辑: 王 梅 赵梦梅

责任设计: 李志立

责任校对: 张 颖 刘 钰

全国优秀工程勘察奖获奖项目专辑

第一辑 (2004—2010 年度)

中国勘察设计协会 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 29½ 字数: 733 千字

2016 年 7 月第一版 2016 年 7 月第一次印刷

定价: 86.00 元

ISBN 978-7-112-18914-4

(28178)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

全国优秀工程勘察奖获奖项目专辑

全国优秀工程勘察奖获奖项目专辑

编委会

编委会

沈小克	张 炜	顾国荣	戴一鸣	徐张建
张旷成	梁金国	王 丹	王笃礼	丘建金
周宏磊	郝春英	唐建华	刘赅炜	余云青

领导小组

沈小克	张 炜	李耀刚	陈丽蓉	宁俊栋
王笃礼	丘建金	石伯勋	孙树礼	许再良
李志平	张细才	宋意勤	陈发明	杨 澍
杨书涛	廖从荣	张 琼	张健康	赵 翔
詹学贵	褚世仙	燕建龙	戴一鸣	严金森

前言

由住房和城乡建设部主办、中国勘察设计协会协办的全国优秀工程勘察设计项目评选、中国勘察设计协会主办的全国工程勘察设计行业优秀勘察设计奖评选以及各省、自治区、直辖市与勘察设计同业协会优秀勘察设计奖评选，是促进工程建设行业技术进步十分重要和有效的平台，获得了全行业的高度认同，在促进工程建设行业技术进步、服务创新和凝聚行业优秀人才等方面，发挥着巨大的作用。

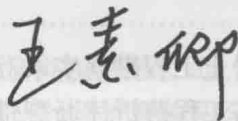
创新驱动是国家的发展战略之一。住房和城乡建设部在 2014 年颁发的“关于推进建筑业发展和改革的若干意见”中进一步强调行业协会要在促进行业技术进步方面提高服务能力。因此，中国勘察设计协会决定组织编纂《全国优秀工程勘察奖获奖项目专辑》（简称“国优专辑”），我们的目的是通过获奖项目介绍，使工程勘察设计行业以及建设工程领域里更多的企业、单位和广大从业人员能够从中学习到好的经验，促进工程勘察设计行业的创优工作。

我国的“工程勘察行业”起源于 20 世纪五十年代学习苏联而建立的一套与城乡规划、工程设计相对独立和并列的工作体系。新中国建立至今 66 年来，以传统的工程勘察、水文地质和工程测量专业服务为基础的工程勘察行业在国民经济的发展中发挥了不可或缺的重大支撑作用，做出了卓越的贡献。从与国际行业发展相接轨的角度，我国传统的“工程勘察行业”在国际上是“岩土工程技术服务行业”。岩土工程技术服务，是指包括岩土工程勘察、岩土工程检测监测与试验、与岩土及周围环境相关的专项设计分析和相关各类专业技术服务（及其总成）在内的智力咨询服务。我国的工程勘察行业在过去 30 年里取得了令人瞩目的发展，其最主要的特征是在原建设部、中国勘察设计协会的大力推动下，推行“岩土工程体制”，使得工程勘察这一传统行业通过“一业为主、两头延伸”完成了一次业务领域的拓展，为社会提供的岩土工程技术服务日益丰富，远远超过了原始的工程勘察工作，从最初的工程地质、水文地质勘测试验成果资料和工程测量图纸的提供者，发展成为在城乡建设规划和各类建设工程提供规划决策、建设选址、项目可研、工程设计与地下工程施工、地基基础与地下工程检测监测，以及城市交通基础设施和建筑工程项目运营期的安全监测等内容更加广泛和多样化的专业科技支撑与服务的行业，使工程勘察行业的智力服务价值得以充分的展示和发挥，为社会经济的发展创造了十分丰富的价值，做出重要的新贡献。中国持续的经济的发展使得我们已经成为岩土工程的大国，在业务发展上，我们与国际同行的差距减小，一大批建设项目和研究成果的科技水平达到国际领先水平。

中国勘察设计协会组织编纂出版的这本《国优专辑》，是从 2004 年度到 2010 年度住房和城乡建设部主办的全国优秀工程勘察设计评选中获得金奖和银奖项目中遴选的 33 个

项目。为聚焦重点，中国勘察设计协会工程勘察与岩土分会技术与评优工作部组织工程勘察行业有关专家研究确定专辑材料的内容要求，并对各个项目撰写了“项目特色提要”。我们期待业界能够通过这本《国优专辑》有所收获，并进一步推动行业的创新工作，使工程勘察设计行业在建设工程过程中能够不断提供更高质量、更高水平服务，为社会的科学发展作出勘察设计行业的新贡献。

中国勘察设计协会第五届理事会理事长 王素卿



2015年11月

目 录

工 程 勘 察

杭州萧山国际机场岩土工程勘察实录/浙江省工程勘察院	3
胶州至新沂新建铁路工程跨沂沭断裂带工程地质选线勘察/铁道第三勘察设计院 集团有限公司	15
国家大剧院岩土工程勘察、水文地质勘察、场地渗流场及建筑设防水位分析与 基础设计分析/北京市勘察设计研究院有限公司	29
北京银泰中心工程勘察/北京市勘察设计研究院有限公司	42
上海浦东国际机场二期飞行区岩土工程勘察、监测、检测/上海岩土工程勘察设计 研究院有限公司	63
国家体育场工程勘察/北京市勘察设计研究院有限公司	81
西安财经学院新校区一期岩土工程勘察及试验研究/机械工业勘察设计研究院 有限公司	106
深圳港铜鼓航道、西部港区公共航道工程及大铲湾港区（一期）工程/深圳市勘察 测绘院有限公司	117
首钢矿山公司水厂铁矿新水尾矿坝稳定性分析工程勘察/中勘冶金勘察设计院 有限责任公司	131
石家庄铁四局改造项目北国—开元广场岩土工程勘察/河北建设勘察研究院 有限公司	143
北京 LG 大厦岩土工程勘察、建筑设防水位分析与基础设计分析/北京市勘察 设计研究院有限公司	155
深圳会展中心场地详细阶段岩土工程勘察/深圳市勘察测绘院有限公司	167
盘南电厂新建工程岩土工程勘察/中国电力工程顾问集团西南电力设计院	178
黄河公伯峡水电站工程勘察/中国电力建设集团西北勘测设计研究院有限公司	191
郑州国际会展中心岩土工程勘察/机械工业勘察设计研究院有限公司	201
广西信发铝电有限公司年产 160 万吨氧化铝赤泥堆场岩土工程勘察/河北建设 勘察研究院有限公司	211
杭州市危险废物安全填埋场岩土工程勘察/机械工业勘察设计研究院有限公司	222
北京飞机维修工程有限公司 A380 机库岩土工程勘察及沉降咨询/中航勘察 设计研究院有限公司	232
上海国际航运中心洋山深水港区三期工程/中交第三航务工程勘察设计院有限 公司	247

岩土工程设计与治理

某火箭发动机试验基地岩土工程勘察与高边坡治理设计/西北综合勘察设计院	263
上海环球金融中心岩土工程勘察、监测及基坑降水设计施工/上海岩土工程勘察设计院有限公司/上海长凯岩土工程有限公司	280
唐山市体育场(体育中心)岩溶塌陷地质灾害治理工程/河北建设勘察研究院有限公司	300
锦绣馨园1号~4号楼地基处理工程/中航勘察设计研究院有限公司	313
北京石景山京西超市地基处理设计与施工/中航勘察设计研究院有限公司	324
浅埋老采空区上建设2×2500t/d水泥生产线——采空区评价与治理/中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司	339
首钢迁钢2160mm热轧项目主厂房及附属设施岩土工程勘察、设计及施工工程/中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司/北京爱地地质勘察基础工程公司	354
广西信发铝业公司靖西厂址岩土工程勘察与治理工程/河北建设勘察研究院有限公司	370
北苑居住区一区105号、106号住宅楼及纯地下车库岩土工程勘察、复合地基、抗拔桩与复合地基相结合的基坑支护工程/北京市勘察设计研究院有限公司	386
上海轨道交通4号线修复工程基坑降水设计施工、岩土工程勘察及工程物探/上海岩土工程勘察设计院有限公司/上海长凯岩土工程有限公司	400

工程测量

上海大众试车场工程精密控制网测量/上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司	419
上海市卢浦大桥主桥监控与施工测量/上海岩土工程勘察设计院有限公司	430
上海轨道交通6号线全过程精密工程测量/上海岩土工程勘察设计院有限公司	441
京津城际高速铁路精密工程控制测量/铁道第三勘察设计院集团有限公司	453

杭州萧山国际机场岩土工程勘察实录

浙江省工程勘察院 文子梅 蔡建康

【项目摘要】

杭州萧山国际机场，为浙江省最大的1.2亿级干线机场，它建于杭州湾南岸钱塘江口杭州湾的冲积平原，地质为冲积的粉质粘土（砂），下伏第四纪的硬粘土，地下水位高，水文地质工程地质条件复杂。勘察单位浙江工程勘察院，自项目启动之初就全过程参与其中的岩土工作，勘察手段多样化，技术新，针对性强，勘察结果准确，设计合理。

该工程于2000年12月28日正式通航，至今运行情况良好。杭州萧山机场岩土工程勘察成果先后荣获2002年度浙江省建设工程优质工程奖、浙江省勘察设计一等奖、浙江省建设工程优质工程奖、浙江省勘察设计一等奖、浙江省建设工程优质工程奖、浙江省勘察设计一等奖。

1. 工程概况

1.1 工程简介

杭州萧山国际机场，位于钱塘江南岸杭州湾地区，距杭州市中心约25km，距萧山城区中心约15km，属4E级干线机场。机场工程范围主要为飞行区工程，是机场建设的主要工程，包括跑道长3600m，宽60m，滑行道长1100m，宽20m，站坪、停机坪等工程，项目总投资约20亿元。

工程勘察



图1-1 杭州萧山国际机场工程勘察

杭州萧山国际机场岩土工程勘察实录

浙江省工程勘察院 史平扬 蒋建良

【项目摘要】

杭州萧山国际机场，为浙江省最大的 4E 级干线国际机场，它建于杭州湾南岸钱塘江河口冲海积平原。浅部为可液化的饱和粉土（砂），下伏高压压缩性的海相软土，地下水位高，水文地质、工程地质条件复杂。勘察单位浙江省工程勘察院，从项目的立项到竣工全过程参与其中的岩土工作，勘探手段多样化、技术新、针对性强，勘察报告结论正确、建议合理。

该工程于 2000 年 12 月 28 日正式通航，至今运行情况良好。杭州萧山国际机场岩土工程勘察成果先后荣获 2002 年度浙江省建设工程钱江杯（优秀勘察设计）一等奖、2003 年度建设部部级城乡建设优秀勘察设计一等奖、2004 年全国第九届优秀工程勘察项目金质奖。

1. 工程概况

1.1 工程简介

杭州萧山国际机场，位于钱塘江南岸杭州主城区以东，距杭州市中心约 27km，距萧山区中心约 15km（见图 1-1），属 4E 级干线国际机场。勘察工作范围主要为飞行区工程，是机场建设的主体工程，包括长度为 3600m、宽 45m 的跑道，与跑道等长的滑行道，21 万 m² 的站坪、停机坪等项目。项目总投资约 26 亿元。



图 1-1 杭州萧山国际机场位置图

该工程由浙江省工程勘察院于 1997 年 8 月完成勘察。作为主体工程的飞行区,于 1998 年开始动工兴建,至 2000 年完成,整个机场工程于 2000 年 12 月 20 日通过国家有关部门组织的验收,并于 2000 年 12 月 28 日正式通航,至今运行情况良好(见图 1-2)。



图 1-2 杭州萧山国际机场外景

1.2 勘察的目的任务

勘察工程的主要目的:为机场场道工程和地基处理工程的初步设计和施工图设计,提供详细的工程地质及必要的水文地质资料、设计参数,并做出场地的适宜性、稳定性评价和建议。

1.3 勘探孔布置及孔深确定

勘察工作布置根据有关规范和《杭州萧山国际机场场道地基工程地质详细勘察要求》,结合场地地质条件执行。

(1) 勘探孔布置原则

主跑道:在中心线及两侧各 40m 按 4000m 长度布置三条勘探线,孔距 100m;

滑行道:在中心线按 4000m 长度布置一条勘探线,孔距 100m;

联络道:共有 9 条,在中心线布置一条勘探点,孔距 100m;

站坪、停机坪:按 100m×100m 的方格网布置勘探点。

(2) 孔深确定原则

根据设计要求和场地地层分布特征,孔深分三种类型,分别为控制孔、深孔、浅孔。控制孔设计孔深 50m,要求进入卵石层 1m(在工可阶段已有部分控制基岩和巨厚卵石层的深孔);深孔设计孔深 23m,要求进入淤泥质黏土 1m;浅孔设计孔深 10m。

1.4 工作时间及完成工作量

勘察外业工作于 1996 年 7 月 28 日至 8 月 21 日进行。完成主要工作量:钻探 1892.6m/124 孔,静探 1285.1m/58 孔,小螺纹钻 5000.0m/1250 孔,原状土 903 个,标贯 686 段,静载荷试验 52 点,现场 CBR 试验 39 点,抽水试验 6 组,土壤电阻率测深点 307 个。

2. 场地岩土工程条件

2.1 地形地貌

场地地处杭州湾南岸,属钱塘江河口冲海积平原。表部主要由全新统中上组粉土组成,地势平坦,由于受长期人类活动的影响,原始微地貌形态受到改造,众多道路、人工

河流和河岸带状土堆，形成了网格状布局。此外，场地河网密集，池塘众多。

2.2 区域地质构造和稳定性

场地大地构造隶属于扬子准地台钱塘台褶带的余杭、嘉兴台陷，浙西北大复向斜翼部，其基底大体构成一个复式向斜。隐伏断裂构造为主，由于受东西向构造的控制，往东延伸时都有向东偏转现象，发育少量北西向和东西向断裂。北东向及北西向断裂构成了本区域构造的基本格局。

第三纪末至第四纪中更新世早期（ Q_2^1 ），场地以间歇性缓慢上升运动为主。自第四纪中更新世晚期（ Q_2^2 ）开始，沉积了约 80~100m 左右的松散堆积物，新构造运动不明显，以大面积整体沉降为主，且强度较弱。

场地构造活动微弱，地震震级小、强度弱、频度低，区域稳定性较好，地震动峰值加速度为 0.05g，抗震设防烈度为 6 度。

2.3 地层

根据钻探揭露地层的成因时代、埋藏分布特征、岩性特征、物理力学性质，结合静力触探贯入曲线，将测区内地层划分为 5 个工程地质层，15 个工程地质亚层及 3 个透境体，见表 2-1。各地基土层主要物理力学性质指标见表 2-2。

工程地质层岩性及分布特征一览表

表 2-1

成因时代	层号	土层名称	岩性描述	层顶标高(m)	层厚(m)
aQ	1a	人工填土	黄灰—灰色，松散—稍密，以粉土为主，不均一	4.80~5.48	0.60~1.60
	1b	暗塘填土	黄杂灰色—灰色，以粉土为主，局部为塘泥，不均一	4.55~5.69	0.40~3.50
al-mQ ₃ ¹	2a	砂质粉土	灰黄、黄灰色为主，稍密，很湿—湿，一般无层理，黏粒含量一般较高	2.26~5.77	0.50~3.50
	2夹	砂质粉土	灰色，稍密，很湿，无层理，黏粒含量较高	2.00~4.55	0.40~1.85
	2b	砂质粉土	灰色，稍密为主，局部中密，湿—很湿，层理不清晰	1.70~4.30	0.40~1.85
	2c	砂质粉土	灰色—绿灰色，稍密—中密，湿—很湿，多具微层理构造，质较均一	-0.40~3.20	0.90~5.90
	2d	砂质粉土	灰色—绿灰色，稍密，很湿，黏粒含量较高，略具层理，局部为松散状混黏性土粉砂	-3.50~1.20	0.70~3.90
al-mQ ₃ ²	3a	粉砂	黄绿色—灰绿色，中密，饱和，具水平层理	-6.30~0.22	1.40~10.40
	3夹 ₁	砂质粉土	灰绿色，稍—中密，湿—很湿，不均一	-6.45~-4.00	0.90~2.25
	3b	粉砂	黄绿，灰绿色，中密，饱和，水平层理，土质较均一	-10.00~-0.38	0.70~7.80
	3c	粉砂与粉质黏土互层	灰色，松散—稍密，不均一，粉砂单层厚 2~20mm，粉质黏土单层厚 5~10mm，软塑状	-14.60~-4.90	1.60~8.00
	3夹 ₂	黏性土夹粉砂	灰色，松散，饱和，不均一，薄层状构造，单层厚一般 5~20mm，粉质黏土呈软塑状	-15.00~-11.00	1.00~5.20
	3d	粉砂	灰色，中密，饱和，层理不清晰，含少量黏性土	-18.35~-10.90	1.35~6.40
mQ ₄ ¹	4a	淤泥质粉质黏土	灰色，流塑，饱和，质较纯，具薄层理、鳞片状双重构造，局部常为淤泥质黏土	-21.00~-8.10	4.40~23.00
	4b	淤泥质粉质黏土	灰色，流塑，饱和，多呈细鳞片状，质均一，局部含粉砂团块及贝壳碎片	-35.1~-25.10	4.60~19.90
	4c	粉质黏土	褐灰色，软塑，厚层状，土质较均一，含少量半炭化植物碎屑及泥质结核	-44.25~-32.50	2.10~27.45
al-lQ ₃ ¹	5a	粉、细砂	灰—灰绿色，稍密—中密，成分杂，不均一，一般由粉土、粉细砂组成，含少量黏性土	-51.20~-41.15	<4.15
	5b	圆砾(卵石)	灰杂色，中—密实，分选差，不均一，砾径一般 2~3cm，大者>5cm，成分以中风化为主，含量一般 60~80%	-49.95~-43.70	>0.50

各地基土层主要物理力学性质指标表 表 2-2

层号	岩土名称	物理性质指标							力学性质指标				原位测试		
		含水量 w	重度		孔隙比 e	液限 W_L	塑性指数 I_P	液性指数 I_L	压缩		固结快剪		静探试验		标贯原始击数 N
			天然	干燥					压缩系数 a	压缩模量 E_s	内聚力 c	内摩擦角 φ	锥尖阻力 q_c	侧壁阻力 q_s	
			γ	γ_d											
			%	kN/m ³											
1b	暗塘填土	37.5	18.3	13.5	1.010	33.6	7.6	1.68	0.44	4.5	8	22.3	0.79	17.3	3.8
2a	砂质粉土	32.5	18.7	14.1	0.921	32.8	7.0	0.93	0.20	9.1	11	27.9	1.87	25.9	5.5
2夹	砂质粉土	38.9	18.1	13.0	1.087	33.0	6.1	1.93	0.37	5.6	12	26.1	1.03	18.8	
2b	砂质粉土	29.9	19.2	14.8	0.828	31.8	5.8	0.72	0.16	11.4	11	30.2	3.10	38.8	8.8
2c	砂质粉土	26.8	19.5	15.4	0.758	29.0	5.4	0.59	0.14	12.7	10	31.4	6.15	80.2	14
2d	砂质粉土	35.3	19.2	14.2	0.908	26.9	6.4	2.06	0.21	9.1	8	28.0	3.6	45.5	4.3
3a	粉砂	25.3	19.6	15.6	0.723				0.12	14.3	7	31.3	8.0	96.5	19
3夹1	砂质粉土	30.9	19.4	15.1	0.845	27.4	2.8	1.23	0.23	8.0	10	27.9			5
3b	粉砂	24.3	19.6	15.8	0.714				0.11	15.0	6	32.8	12.5	113.0	24
3c	粉砂与粉质黏土互层	30.4	18.6	14.2	0.907	28.5	9.2	1.52	0.29	6.5	18	24.8	3.6	54.6	9.7
3夹2	黏性土夹粉砂	32.5	18.8	14.2	0.917	30.4	11.8	1.27	0.38	5.0	27	21.4	1.5	46.8	6
3d	粉砂	25.6	19.3	15.4	0.759				0.11	16.0	9	34.0	10.3	83.3	
4a	淤泥质粉质黏土	42.1	17.6	12.4	1.213	38.9	16.5	1.20	0.67	3.3	21	12.7	0.96	14.3	
4b	淤泥质粉质黏土	33.4	17.6	13.2	1.068	33.1	13.5	1.03	0.52	4.0	25	16.9	1.80	13.0	
4c	粉质黏土	27.4	19.2	15.5	0.802	26.5	11.8	0.74	0.35	6.0	40	23.4	1.95	17.3	
5a	粉、细砂	24.8	19.6	16.3	0.773				0.22	8.1	10	30.7	8.17	61.2	

2.4 地下水

场地水文地质条件较简单，根据含水介质的岩性及埋藏条件，可划分为松散岩类孔隙潜水和孔隙承压水两类。其中赋存于上部粉土、粉砂层的孔隙潜水与工程基础的处理关系密切，埋藏在深部圆砾（卵石）层的孔隙承压水对本工程影响小。

孔隙潜水含水层由全新统中上组（al-mQ₄²⁺³）粉土、粉砂组成，厚 13.40~28.50m 左右；其渗透性一般在水平方向大于在垂直方向，渗透系数为 10⁻⁴~10⁻⁵cm/s 数量级，水量较小，一般小于 50m³d，水质微咸；场地孔隙潜水水位埋深浅，0.0~1.9m，水位动态变化大，变化幅度在 2~3m，主要受季节和大气降水控制。场地地下水主要接受大气降水及农田灌溉水补给，与河塘互为补给关系，蒸发是其主要排泄途径。

2.5 不良地质作用

场地的不良地质作用主要有：浅部饱和粉土（砂）层的地震砂土液化；表部大量分布

的暗塘、暗滨地基。

3. 岩土工程问题及评价

3.1 机场工程的勘察特点

本工程勘察工作范围主要为飞行区工程,是机场建设的主体工程,重点是飞行跑道、滑行道和联络道的地基处理。根据场地属钱塘江河口冲海积平原,浅部主要由全新统冲海积粉土(砂)、中部为巨厚层全新统海积软土、下部为上更新统冲积圆砾(卵石)层的工程地质特点,勘察需要研究和解决的问题是地基的地震抗液化处理、地基稳定性分析(重点查明暗塘、暗浜等不良地质作用)、地基沉降变形和地下水对地基处理的影响因素,提供详细的工程地质及必要的水文地质资料、设计参数,并为设计和施工提供建议和依据。为此,根据设计院提出的具体要求和机场有关勘察规范,开展针对性的勘察工作和研究评价。

3.2 场地地震效应勘察

(1) 场地类别及场地土类型

15m以浅土层平均剪切波速 V_s 为169~186m/s,按《建筑抗震设计规范》GBJ 11—89,场地土类型属中软场地土,场地类别属Ⅲ类,属对建筑抗震不利地段。

据本次波速实测值,估算场地卓越周期, $T_{15}=0.355s$, $T_{30}=0.658s$, $T_{50}=0.955s$ 。

(2) 饱和粉(砂)土地震液化评价

场地20m以浅为饱和粉(砂)性土,根据GBJ 11—89规范,在抗震设防烈度为6度时,一般可不考虑饱和砂土的液化判别,但对液化沉陷敏感的乙类建筑(国家重点抗震城市的生命线工程)可按7度考虑。根据机场建设的要求,按抗震设防烈度7度考虑。采用标准贯入试验判别法,分近震和远震进行。判别表明,液化深度主要为5m以浅,个别深达8~10m。进一步按液化指数将场区液化等级分区,分近震、远震绘制成液化等级分区图,为场道地基的抗液化处理提供依据。

在近震条件下,轻微液化区和中等液化区占69.5%;远震时轻微液化区、中等液化区和严重液化区占80.3%。针对不同的液化分区,进行相应的抗液化处理,确定抗液化处理深度。

3.3 场地的沉降变形分析

3.3.1 沉降量估算

(1) 计算条件

在主跑道两端及中间各选一个点,明塘分布区选一个点,进行沉降量估算。

堆载按2m计40kPa,飞机附加荷载取20kPa。明塘回填碎石,荷载按40kPa计,因此,非明塘区总附加荷载为60kPa。明塘区的总附加荷载为100kPa,压缩模量取实际应力范围值。基础宽度 $b=60m$ 。计算深度至卵石层顶面。计算深层变形时不考虑飞机附加荷载,明塘回填荷载按1/2计。

(2) 计算方法

按国家标准《建筑地基基础设计规范》分层总和法和考虑应力历史计算方法分别计算,估算结果见表3-1。

沉降估算结果表 表 3-1

计算方法	计算点位置	4a 层顶板埋深(m)	计算深度(m)	浅层变形(cm)	深层变形(cm)	总变形量(cm)
分层总和法	跑道西端 PK1	13.30	49.10	5.5	27.0	32.5
	跑道东端 PK34	17.50	53.80	7.2	27.8	35.0
	跑道中间 PJ17	21.20	51.50	8.7	27.9	35.9
	PJ8 孔边明塘区	21.30	52.80	14.6	33.4	48.0
	PJ8 孔处	21.30	52.80	19.0	21.1	32.1
应力历史法	站坪 ZK1	19.15	51.30	4.6	23.5	28.1

注：浅层变形是指场地浅部 2、3 层粉土、砂土的变形量，深部变形是指场地下部 4 层淤泥质土及黏性土的变形量。

估算结果表明，采用应力历史法估算的变形量比分层总和法减小 15%左右。

3.3.2 地基变形特征

根据场区地基土及机械荷载特点，可将地基变形分为场地浅部 2、3 层粉土砂的浅层变形和场地下深部 4 层淤泥质土及黏性土的深层变形两部分，二者各具变形特征。

(1) 浅层变形特征

① 变形量较小：上述估算结果表明，浅部变形量一般在 4.6~19.0cm，占总变形量的 20%~30%，在明塘区，变形量相对较大，为 19.0cm 左右。从地基土特征分析，其变形量基本为主固结沉降，次固结沉降可不予考虑。

② 变形延续时间短：由于浅部粉（砂）土渗透性好，压缩性低，固结系数较大，因此，地基的固结沉降可在较短时间内完成。

③ 受明塘、暗塘影响，变形时差异较大：由于场区内河网、水塘密布，并分布众多的暗塘、暗浜，造成表部地基土性及受荷极不均匀，使得其变形量差异较大，据上述估算结果，明塘区的浅层变形量比非明塘区要增加近 70%。

(2) 深层变形特征

① 变形量较大：深层变形量在明塘区达 33.4cm，非明塘区一般为 21.1~27.9cm，占总变形量的 70%~80%。因其土性属软土，变形量除主固结沉降外，次固结沉降也将占有一定的比例。

② 变形延续时间长：由于深部软土层厚度大，渗透性差，排水距离长，压缩性高，地基的固结沉降将经历较长时期后才能完成。据估算，其固结度要达到 95%需历时近 17 年，推测堆载后 2 年的固结度为 38%，固结沉降量为 8.4cm，4 年的固结度为 56%，固结沉降量为 12.3cm，10 年的固结度为 83%，固结沉降量为 18.3cm。其沉降特点是：缓慢而均匀，沉降固结时间长。

③ 变形量较均匀：由于深部软土层厚度变化较小，使其变形量较为均匀，估算其变形差一般在 4cm 左右，明塘区在 10cm 左右。

因此，对机场的地基处理，认为：对浅部土层，可以结合抗液化要求进行地基处理，由于深层软土考虑到处理效果及难度、费用等因素，对深层软土不做处理是可行的，但必须加强沉降监测。

3.4 场地地基土特征分析及评价

3.4.1 场地环境地质条件

(1) 历史上,杭州湾南岸一直处于淤积状态,海岸线区 18 世纪以来,已迁移到赭山附近,对机场建设和使用影响较小。但钱塘江最高水位远远超过场区地面,因此,钱塘江围堤的稳定性,抗洪能力仍是保证机场安全性的前提。

(2) 场地地形平坦,水网众多,地貌形态单一,暗塘、暗浜等不良地质作用发育。

(3) 场地第四系厚度为 90 余米,基底为下白垩统紫红色砂岩,影响机场建设的主要工程地质问题是软弱地基和地震液化。

(4) 区内水文地质条件较简单。

3.4.2 软弱地基特征分析

本场地软弱地基可分为河滨地基、暗塘地基和一般软弱地基。

(1) 河滨地基

场区河塘密布,池塘部分与河渠相通,部分为封闭。较大规模池塘有 180 多个。一般长度为 20~60m,水深约 1~2m。底部大多为淤泥,厚度 0.3~0.5m,局部深厚 1.0m,之下为正常沉积的粉土层。河渠纵横交错,一般宽度 15~20m,深约 1.0~1.5m。淤泥层厚 0.3~0.5m,之下为正常沉积的粉土。

(2) 暗塘地基

暗塘散布于全区,主要有两种类型,一类是全部掩埋,另一类是与现有明塘相连。暗塘大小不等。大者 5000m² 以上,小者 100m² 左右,暗塘大部分由粉性土回填所成,混有机质,局部揭露有塘泥,厚 10~30cm 左右。揭示暗塘深度在 1.0~3.8m,一般深度在 2.0~2.5m。暗塘总数为 67 个。

(3) 一般软弱地基

一般软弱地基包括浅部粉土软土和深部软土两部分。

① 浅部粉土具以下工程地质特征:

a. 全场广泛分布,一般层厚 7m 左右,5m 以下性质略好;

b. 岩性以砂质粉土为主,颗粒组成以粗粉粒 (0.074~0.01mm) 为主,其含量一般大于 85%,2a、2b 层天然含水量大于 30%, $e=0.817\sim0.921$,2 夹层的孔隙比大于 1.0,标贯击数在 3~13 击,大多属稍密—松散状态。静探指标 $q_c=1.6\sim3.8\text{MPa}$,2 夹层 $q_c=0.6\sim1.6\text{MPa}$;

c. 具承载能力不够、变形大的特点;

d. 抗液化能力差。

② 深部软土具以下工程地质特征:

a. 全区广泛分布,顶板埋深 18~25m,包括 4a、4b、4c 三层,其总厚度约 30m;

b. 为全新统下组海相软土,岩性上部为淤泥质黏土、淤泥质粉质黏土,下部为灰色黏土和粉质黏土,底部近可塑状态;

c. 强度低,压缩性高;

d. 在机场大面积堆载下,将产生附加沉降量,估算 4 层的沉降量为 21.1~33.4cm。

3.5 机场建设所引起的主要岩土问题分析及预测

(1) 高填:大面积回填土将引起较大的附加沉降,特别是对深层软土。预估大面积回