

大连经济技术开发区
震害预测与防震减灾
对策

廖旭 黄河 万波 著



地震出版社

大连经济技术开发区震害预测与 防震减灾对策

廖旭 黄河 万波 著

地震出版社

图书在版编目(CIP)数据

大连经济技术开发区震害预测与防震减灾对策/廖旭、黄河、万波著, —北京:
地震出版社, 2006.5

ISBN 7 - 5028 - 2851 - 6

I. 大… II. ①廖…②黄…③万… III. ①地震预报—大连市②地震灾害—防治—大连市
IV. ①P315.75②P315.733.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 006591 号

地震版 XT200500194

大连经济技术开发区震害预测与防震减灾对策

廖旭 黄河 万波 著

责任编辑: 董青

责任校对: 庞娅萍

出版发行: 地震出版社

北京民族学院南路9号

邮编: 100081

发行部: 68423031 68467993

传真: 88421706

门市部: 68467991

传真: 68467991

总编室: 68462709 68423029

传真: 68467972

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京地大彩印厂

版(印)次: 2006年5月第一版 2006年5月第一次印刷

开本: 787×1092 1/16

字数: 544千字

印张: 21.25

印数: 001~600

书号: ISBN 7 - 5028 - 2851 - 6/P · 1263 (3422)

定价: 50.00元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

目 录

第一篇 总 论

第一章 专题研究工作概述·····	(1)
1.1 开展专题研究过程的回顾·····	(1)
1.2 各承担单位的工作分工与进度·····	(2)
1.3 主要的经验和教训·····	(4)
第二章 专题研究成果简介·····	(5)
2.1 基础数据库的建立·····	(5)
2.2 地震危险性分析及地震小区划·····	(9)
2.3 建筑物易损性分析·····	(9)
2.4 生命线工程震害预测 ·····	(10)
2.5 大连开发区震灾预测 ·····	(10)
2.6 防震减灾规划与对策 ·····	(11)
2.7 防震减灾计算机信息管理系统的建立 ·····	(12)

第二篇 大连经济技术开发区地震小区划

第一章 区域地震活动 ·····	(15)
1.1 地震资料 ·····	(15)
1.2 地震活动的空间分布 ·····	(17)
1.3 地震活动的时间分布 ·····	(20)
1.4 构造应力场特征分析 ·····	(22)
第二章 区域地震地质 ·····	(27)
2.1 区域大地构造 ·····	(27)
2.2 区域新构造运动 ·····	(28)
2.3 区域地球物理场及深部构造 ·····	(32)
2.4 区域主要活动断裂 ·····	(35)
第三章 近场区地震地质 ·····	(44)
3.1 近场区地质、地貌概况 ·····	(44)
3.2 近场区断裂活动性 ·····	(45)
3.3 近场区地震活动 ·····	(50)

第四章 地震危险性分析	(52)
4.1 方法简介	(52)
4.2 潜在震源区划分	(53)
4.3 地震活动性参数的确定	(55)
4.4 地震动衰减关系	(58)
4.5 地震危险性计算结果	(59)
4.6 设定地震的确定	(59)
第五章 开发区工程地质特征	(64)
5.1 地貌及第四纪地质	(64)
5.2 地质构造	(64)
5.3 工程地质条件	(65)
5.4 场地动力特征	(70)
第六章 地震反应分析	(73)
6.1 场地基岩的人造地震动时程	(73)
6.2 土层动力反应计算及地震动小区划	(74)
6.3 小结	(78)

第三篇 大连经济技术开发区易损性分析

第一章 震害预测方法	(82)
1.1 震害等级划分	(82)
1.2 建筑物的抗力	(82)
1.3 震害矩阵	(85)
第二章 震害预测结果	(88)
2.1 建筑物震害程度预测	(88)
2.2 震害矩阵	(88)
2.3 小结	(90)

第四篇 大连经济技术开发区生命线工程震害预测

第一章 框架结构地震反应分析	(93)
1.1 震害等级划分	(93)
1.2 框架结构地震反应分析	(93)
第二章 开发区邮电局震害预测	(96)
2.1 工程概况	(96)
2.2 结构自振周期测试	(97)
2.3 结构地震反应分析及震害预测结论	(98)
第三章 开发区管委会大楼、医院各楼震害预测	(103)
3.1 各建筑物概况	(103)
3.2 结构自振周期测试	(105)
3.3 结构动力反应分析及震害预测结论	(105)

第四章 凤凰山净水厂及湾里净水厂主要建（构）筑物震害预测·····（113）

4.1 工程概况·····（113）

4.2 震害预测结果·····（114）

4.3 建筑物抗震鉴定·····（116）

4.4 小结·····（116）

第五章 液化气卧罐及立式重油储罐抗震性能评价·····（117）

5.1 卧式储罐抗震性能评价·····（117）

5.2 立式储罐抗震性能评价·····（118）

第六章 供电系统震害预测·····（122）

6.1 概述·····（122）

6.2 建筑物概况·····（122）

6.3 电力设备概况·····（125）

6.4 电力设备的震害特点·····（126）

6.5 电力设备抗震验算方法简介·····（127）

6.6 抗震评价结论·····（129）

第七章 开发区热电厂震害预测·····（131）

7.1 主厂房震害预测·····（131）

7.2 烟囱震害预测·····（136）

7.3 输煤栈桥震害预测·····（140）

7.4 主要电力设备抗震安全性评价·····（144）

第八章 海湾大桥震害预测·····（146）

8.1 工程概况·····（146）

8.2 震害预测方法·····（146）

8.3 震害预测结论·····（148）

第九章 开发区输、变电塔架及避雷针震害预测·····（149）

9.1 概述·····（149）

9.2 计算模型·····（149）

9.3 抗震能力评价·····（149）

第十章 生命线管网抗震可靠性分析·····（154）

10.1 供水管网可靠性分析方法·····（154）

10.2 煤气管网抗震可靠性分析方法·····（157）

10.3 供水网络抗震可靠性分析结果·····（159）

10.4 煤气管网抗震可靠性分析结果·····（164）

第五篇 大连经济技术开发区震灾预测

第一章 震灾预测方法·····（171）

1.1 工程结构破坏的估计·····（171）

1.2 地震灾害经济损失的估计·····（171）

1.3 地震灾害的人员伤亡及无家可归人数估计·····（174）

1.4	城市次生灾害的预测·····	(176)
第二章	大连经济技术开发区震害预测结果·····	(179)
2.1	地震作用下建筑物破坏预测结果·····	(179)
2.2	生命线工程破坏预测结果·····	(184)
2.3	地震灾害经济损失预测·····	(187)
2.4	人员伤亡及无家可归人数预测·····	(196)
2.5	开发区地震次生灾害预测·····	(199)

第六篇 大连经济技术开发区防震减灾规划与对策

第一章	防震减灾规划与对策纲要·····	(205)
1.1	编制规划与对策的基本原则·····	(205)
1.2	开发区的基本情况·····	(206)
第二章	抗震设防及土地利用规划·····	(208)
2.1	地震地质条件概述及地震小区划·····	(208)
2.2	土地利用规划·····	(209)
2.3	避震疏散规划·····	(209)
第三章	生命线工程防震减灾对策·····	(212)
3.1	给、排水系统的防灾对策·····	(212)
3.2	电力系统防灾对策·····	(214)
3.3	通讯系统防灾对策·····	(215)
3.4	交通系统防灾对策·····	(217)
3.5	供热系统防灾对策·····	(218)
第四章	防止次生灾害规划·····	(220)
4.1	震前防灾对策·····	(220)
4.2	防止次生灾害应急对策·····	(223)
第五章	工业、民用建筑防震减灾对策·····	(225)
5.1	区内工业、民用建筑概况·····	(225)
5.2	减轻灾害对策·····	(225)
第六章	开发区震前防灾及震后救灾规划·····	(229)
6.1	防灾指挥系统的建立与职能部门防灾对策·····	(229)
6.2	震后救灾对策·····	(231)

第七篇 大连经济技术开发区防震减灾计算机信息管理系统

第一章	防震减灾计算机信息管理系统总体设计·····	(236)
1.1	系统目标及技术路径·····	(236)
1.2	系统总体设计内容·····	(237)
1.3	系统建设的基本内容和流程设计·····	(240)
第二章	震害预测信息管理系统软件的开发·····	(242)
2.1	系统运行环境设计与实现·····	(242)

2.2	基础数据库的建立	(242)
2.3	设定地震	(245)
2.4	经济损失分析	(245)
2.5	人员伤亡及无家可归人数预测	(249)
2.6	次生灾害预测	(251)
2.7	地震对策	(252)
2.8	演示系统	(256)
第三章	结束语	(258)
3.1	本系统的主要特点	(258)
3.2	主要成果	(258)
3.3	存在的主要问题	(259)
	参考文献	(260)
	附录 A	(261)
	附录 B	(308)
	附录 C	(326)
	附录 D	(328)

第一篇 总 论

第一章 专题研究工作概述

1.1 开展专题研究过程的回顾

大连经济技术开发区是我国对外开放的重要窗口,开发区所在的辽东半岛又是地震活动较为频繁的地区之一,自 20 世纪 90 年代以来,我国的地震活动又进入了一个新的活跃期。

近年来,4 级左右地震连续在辽东半岛及两侧海域发生。与此同时,一些地震前兆异常现象也不断出现,针对以上情况,国家将辽东半岛及两侧海域列为地震重点监视防御区。

大连经济技术开发区是我国首批批准成立的国家级开发区之一,15 年来经济有了飞速的发展,社会总产值已超过 200 亿元,几十个国家和地区在开发区的投资总额近百亿美元。作为处在地震危险区内的大连经济技术开发区,要保持经济的持续发展,不仅要注重效益,也要重视创造良好的环境。

地震是一种突发性的自然灾害,对环境会造成很大破坏,它可以在极短的时间内使整个城市瘫痪。开发区管委会对防震减灾工作十分重视。早在开发区建立之初,管委会就委托地震专业部门开展过地震基本烈度复核与地震小区划工作,并组织开发区抗震主管部门编制了抗震防灾规划。随着经济的发展,开发区的情况有了很大的变化,面对日益严峻的地震形势,迫切需要编制新的适应当前新形势的防震减灾规划与对策,来指导和管理开发区的防震减灾工作。

辽宁省地震局十分重视地震重点监视区的地震预测预报和防震减灾工作,曾拟选定一个城市作防震减灾的示范研究,以便取得经验向全省推广。正是由于防震减灾工作的需要,辽宁省地震局和开发区管委会取得了共识,双方同意组织“大连经济技术开发区震害预测及防震减灾对策”项目,旨在对开发区可能出现的地震灾害进行预测,找出抗震薄弱环节,制定适合开发区的防震减灾对策和措施,并利用新技术,实现震害预测与防震减灾对策动态管理和可视化操作。

中国地震局科技发展司和辽宁省科委对该项目研究也极为重视,为了保证项目顺利开展,中国地震局科技发展司将本项目列为中国地震局“九五”攻关项目“大中城市防震减灾示范研究与应用”(95-06-02)的组成部分,列为 95-06-02-07 专题进行管理,并提供了部分资助,从而对项目的顺利完成起了重要作用。

辽宁省科委于 1997 年和 1998 年连续两年将本项研究列为重点攻关项目,并资助了“辽宁省重点监视区地震灾害快速评估系统开发与应用”、“高层建筑抗震性能研究”和“辽宁省地震重点监视区防震减灾计算机管理系统”等三个课题的研究经费。为研究工作的完成起了很好的促进作用。开发区规划建设管理局为整个研究工作提供了主要的资助,为工作任务的全面完成起了保证作用。正因为有了各主管部门的领导和支持,整个研究工作才得以圆满完成。本项研究于 1997 年 4 月正式立项,1997 年 6 月开始工作,1998 年 11 月底全面完成。

本项工作的主要特色表现在:①在震害预测上,对单位结构进行逐栋预测,便于有针对性地采取减灾对策;②采用先进的 GIS 技术,以适应城市信息动态变化的管理要求,建立震前预防、震时快速评估和辅助决策的管理系统,以实际应用为目的,便于政府部门直接使用和领导决策;③工作内容全面,除涉及地震危险性分析、地震小区划、结构易损性分析、震灾预测、直接经济损失分析外,还包括间接经济损失分析、生命线工程震害预测、次生灾害影响分析、防震减灾对策分析等各个方面;④利用网页技术设计 GIS 演示系统;⑤生命线工程的网络可靠性分析。

1.2 各承担单位的工作分工与进度

1.2.1 项目组织

为了确保整个工作的顺利进行,大连经济技术开发区规划建设局和辽宁省地震局共同成立了项目领导小组和课题研究组。

组 长:	张鸿泰	大连经济技术开发区规划建设管理局副局长
	顾浩鼎	辽宁省地震局副局长、研究员
	唐东宁	大连经济技术开发区规划建设管理局总工程师、副局长
副 组 长:	高常波	辽宁省地震研究所所长
	李安春	大连经济技术开发区规划建设管理局总工办处长
	宋志宏	大连经济技术开发区规划建设管理局总工办高级工程师
秘 书:	臧 伟	辽宁省地震局科技发展处副处长
技术指导:	冯启民	中国地震局工程力学研究所所长、研究员
	薄景山	中国地震局工程力学研究所副所长、研究员
	郭恩栋	中国地震局工程力学研究所副研究员
	温瑞智	中国地震局工程力学研究所博士
技术负责:	廖 旭	辽宁省地震研究所助理研究员
	高常波	辽宁省地震研究所所长
主要成员:	李安春	大连经济技术开发区规划建设管理局总工办处长
	宋志宏	大连经济技术开发区规划建设管理局总工办高级工程师
	韩绍欣	辽宁省地震研究所工程师
	国 艳	辽宁省地震研究所助理工程师
	回日红	辽宁省地震研究所助理工程师

钟以章	辽宁省地震研究所研究员
万 波	辽宁省地震研究所工程师
黄 河	辽宁省地震研究所工程师
杨舒程	辽宁省地震研究所工程师
陈 琦	大连经济技术开发区规划建设管理局公用处处长
丑景俊	辽宁省地震研究所高级工程师
房贺岩	辽宁省地震研究所高级工程师
吴明大	辽宁省地震研究所高级工程师
王 辉	辽宁省地震研究所工程师
高 艳	辽宁省地震研究所工程师
赵松戈	辽宁省地震研究所副研究员
李东春	辽宁省地震研究所工程师
卢 月	辽宁省地震研究所助理工程师
史成林	辽宁省金州地震台台长
常雅兰	大连经济技术开发区档案馆主任
刘国海	辽宁师范大学教授
王 进	辽宁省地震研究所高级工程师
王亚会	辽宁省地震研究所高级工程师
柯善明	辽宁省地震研究所工程师
孟 琪	辽宁省地震研究所工程师
郑双成	辽宁省地震研究所高级工程师
马宗顺	辽宁省地震研究所高级工程师
吴 戈	辽宁省地震研究所研究员
高 静	辽宁省地震研究所高级工程师
谷晓曦	辽宁省地震研究所助理工程师

1.2.2 项目分工

本项目由大连开发区规划建设管理局与辽宁省地震研究所共同承担，具体分工为：

(1) 由大连经济技术开发区规划建设管理局负责协助有关现场房屋建筑数据、生命线工程资料、次生灾害资料及经济数据的调查和收集。

(2) 辽宁省地震研究所负责项目的总体规划与方法模型设计、基础数据资料的建库输入、开发区地震危险性分析及地震小区划、建（构）筑物易损性分析、生命线工程震害预测、开发区震害预测（包括地震破坏、经济损失及人员伤亡分析、次生灾害分析）、防震减灾对策，以及计算机信息管理系统的建立。

1.2.3 工作进度

- 1997.6～1998.2 基础资料收集（地震地质资料、房屋建筑资料、生命线工程资料、社会环境资料及经济、人口统计资料）、开发区地震危险性分析及地震小区划、现场测试及重要建筑物抗震性能评价
- 1998.2～1998.7 基础数据库建立、图形数字化、建筑物易损性分析、生命线工程震害预测（单元分析及网络分析）、GIS 系统开发

- 1998.7~1998.10 防震减灾计算机信息管理系统的建立, 开发区震灾预测(地震破坏分析、经济损失人员伤亡、次生灾害分析等), 防震减灾对策的研究或制定
- 1998.10~1998.12 各项子专题提交正式报告, 完善防震减灾计算信息管理系统, 整个项目评审验收。

1.3 主要的经验和教训

本研究历时一年多, 工作中虽然遇到不少困难, 但总的来说还算比较顺利, 主要的经验和教训是:

(1) 领导部门的重视是搞好研究工作的关键。本研究从提出、立项到全面完成, 始终都得到大连经济技术开发区管委会、中国地震局科技发展司、辽宁省科委、辽宁省地震局的支持和帮助。城市防震减灾工作涉及面宽, 工作难度大, 技术比较复杂, 如果没有领导部门的支持, 工作将无法开展, 这是一条最重要的经验。

(2) 已形成一整套实用的大中城市震害预测体系, 无论从步骤上还是从方法上, 该体系对大、中城市震害预测及防震减灾对策工作均具有较好的借鉴作用。如建筑物、构筑物及生命线工程调查的程序; 基础数据库的建立; 地震危险性处理; 结构抗震能力分析; 震害损失估计及计算机信息管理系统等方面, 已形成一套完整的解决方案和技术思路。

(3) 通过对开发区的房屋进行详细调查, 收集了大量宝贵的基础资料, 建立了开发区的基础地理信息数据库, 这为政府对地震灾害进行科学管理打下了良好的基础。这次工作所建立的基础数据库还可用于城市日常管理, 也为城市管理现代化、科学化创造了条件。

(4) 我们开展的这项工作, 充分利用了现代新技术手段和软件, 并将震害预测的对象直接落实到单体结构, 可以详细给出单体工程结构在遭受地震袭击时房屋建筑的破坏状态, 使最终成果更具实用性和可操作性。

(5) 该项目的成果可以使政府对地震灾害进行科学管理。在地震发生之前, 我们可以通过自己研制的系统了解城市各类建筑物的抗震能力, 为各级政府制定防震减灾规划提供科学依据, 政府可以有针对性地采取措施, 进行抗震加固, 切实降低城市的易损性, 增强其抗御破坏性地震的能力, 防患于未然。一旦有破坏性地震袭击城市, 各级政府部门可以借助本系统在震时快速作出科学化、程序化的应急响应。在震后, 该系统可迅速向各级政府部门提供所需的各种灾害信息, 以便政府救灾安排。该系统作为各级政府地震灾害管理的辅助决策工具, 可以在地震灾害管理工作中的各个阶段充分发挥作用。

(6) 通过本项目的开展, 培养和锻炼出一支利用 GIS 工具开发应用系统的队伍, 对推动我省地震工作的信息化、数字化起到了良好的作用。

(7) 在工作过程中由于缺乏经验, 安排现场调查的计划性和资料收集方面的能力比较欠缺, 耽误了工作时间, 走了弯路。

第二章 专题研究成果简介

2.1 基础数据库的建立

2.1.1 基础资料的收集

城市震害预测涉及城市的各种设施,包括各类建筑物(房屋)、构筑物(烟囱、栈桥、清水池、输变电塔架、避雷针、各类储罐等)及生命线工程,为了对开发区各类建筑物、构筑物在未来地震中的破坏程度有所估计,我们对开发区(金马区)内的各类建筑进行了逐栋调查,并收集了有关数据。主要包括:开发区各类工程结构资料、开发区生命线工程资料、开发区经济统计资料、开发区社会环境资料以及地震地质资料五部分。

1) 地震地质资料

根据辽宁省地震研究所现有资料和以往工作成果以及在辽宁省地矿局、金州区调队、规划局勘测处等单位收集的资料,本项工作主要收集了如下资料:

- (1) 中国历史强震活动;
- (2) 辽宁省历史强震活动;
- (3) 区域地震构造;
- (4) 潜在震源区分布;
- (5) 地震活动性参数及地震动衰减关系;
- (6) 开发区及周围地区历史强震活动;
- (7) 开发区及周围地区活动构造;
- (8) 开发区第四纪地质图 1:2.5 万;
- (9) 开发区基岩地质图 1:2.5 万;
- (10) 开发区地形、地貌及地层剖面资料;
- (11) 开发区钻孔及波速资料,共计 220 个。

2) 开发区各类工程结构资料

本项工作量大面广,是整个资料收集工作的核心内容,同时资料收集的好坏直接关系到最终成果的精度,为保证后期工作的顺利进行,我们在这项工作中投入了大部分精力。它包括两方面内容:

一是室内建筑结构资料的收集,查阅相关建筑结构图纸、数据。另一方面是现场逐栋调查。建筑结构资料的收集主要在开发区档案馆、规划局档案室、开建集团、规划局房产处等单位进行,收集各类共 1312 栋单位建筑的资料,每栋均按震害预测要求填写调查表格。在资料收集的同时,进行了全区各类房屋的现场逐栋调查,详细查阅了各单位的相关资料,对于无资料的建筑现场进行了量测,并抽样实测了结构动力特性。现场调查各类房屋共计 1570 栋,实测各类 312 栋建筑的结构动力特性,布设 417 个测试点,实地拍摄各类建筑物照片 82 幅。

为计算机管理系统的最终建立,从规划局勘测处收集了开发区 1:500 地形图(东北大街

以西，1993 年编绘）220 张，1：1 万地形图 1 张（1997 年编绘），由于编图年代、比例尺及建筑物名称等原因，给各类资料间的匹配带来较大困难，为此课题组多次组织人员赴现场核对数据，确保了资料的准确性。通过房屋资料收集⇌现场逐栋调查⇌地形图数据匹配等一系列反复工作，最终确定有完整数据资料的各类建筑共计 1561 栋，总建筑面积 6756766.95m²。

3) 生命线工程及重要单体资料

重点收集了凤凰山净水厂、湾里净水厂、730 分局、750 分局、760 分局、管委会大楼、开发区医院、开发区热电厂、曹屯变电所、黑山变电所、东山液化气站、海湾大桥等单位重要建（构）筑物建筑结构资料及图纸，进行了现场抗震鉴定及结构动力测试，同时收集了开发区供水网络图、供气网络图、交通网络图等网络资料及各种设计参数。

4) 开发区经济统计及社会环境资料

开发区经济统计资料来源于开发区发展局历年经济统计汇编，主要包括开发区经济结构统计、投入产出状况、社会总产值、经济总产值等相关资料。

社会环境资料主要收集了开发区行政区划、人口分布、次生灾害源分布、土地使用等资料。实地调查了两个街道办事处：海青岛、马桥子街道办事处，16 个居民委：岗松里、岗胜里、岗林里、西山二委、西山一委、红梅小区、新日里、新月里、新星里、东山小区、新云里、新辰里、金湖里、金海里、翠南小区、翠竹小区，对每个居民委的总户数、人口数、资产状况、居民成分、房屋现状等进行了详细调查。

易燃易爆及次生灾害资料来源于开发区公安消防大队，并实地调查了全区 17 个易燃易爆点，其概况见表 1.1。

表 1.1 大连经济技术开发区主要易燃易爆点

序 号	名 称	物质成分 储量	备 注
1	东山液化气站	液化气，200m ³	高危地点
2	万宝至马达液化气站	液化气，100m ³	
3	大化乙炔	乙炔，100m ³	高危地点
4	岩谷气体	H ₂ ，O ₂ ，N ₂	高危地点
5	日酸光明气体	O ₂ ，H ₂	高危地点
6	公共化学废品处理公司	有机液体	
7	东芝公司液化气站	液化气，30m ³	
8	浮法玻璃液化气站	液化气，50m ³	
9	日清制油	大豆浸出油，100t	
10	科隆液化气站	液化气，100m ³	
11	液化石油气公司加油站	100m ³	直埋式
12	石油联营公司加油站	100m ³	直埋式
13	开发区石油产品销售公司加油站	100m ³	直埋式
14	金丰 1#加油站	100m ³	直埋式
15	开发区石油化工产品公司加油站	100m ³	直埋式
16	金丰 3#加油站	100m ³	直埋式
17	出光加油站	100m ³	直埋式

2.1.2 基础数据库的建立

基础数据库的建立是震害预测及防震减灾对策所必须的基础工作，它在城市震害预测及防震减灾对策中占有极其重要的地位，其准确性和完备性直接影响着最终结果。这些基础数据包括地震危险性和建筑结构易损性分析所需的基础资料，以及进行震害预测所需要的城市地理信息资料。应用 GIS 技术开发震害预测信息系统，首先必须建立起完整的基础数据库。

建立城市震害预测基础地理信息库的过程是首先对原始地理底图进行图形预处理，然后将预处理过的图形数字化，采集我们所需要的空间数据及属性数据。数字化过程包括地理底图手扶跟踪采集空间数据、与空间数据相匹配的属性数据的输入、编辑和校验等几个环节。

值得指出的是，数字化采集是一项庞大的工程，仅开发区 1:500 测绘图就采集了 220 张，工作量之大可想而知，不过我们也由此积累了许多原始地图预处理和数字化采集数据的宝贵经验，在采集之前，必须对整个工作过程作全面的考虑（既要考虑实际工作的需要，又要考虑后期图形处理技术的需要），并作相应的安排，制定一套严格的操作规程。

最终，我们采用 Arcview 提供的 SHAPE 文件来组织数据库，并按照数据库系统涉及的范围分成两组：辽宁省及附近区域、大连经济技术开发区。

1) 辽宁省及其附近区域

- (1) 东北地区微震记录 ($M_s \leq 4.7$, 1970~1996 年) (ENEQK0M);
- (2) 东北地区强震记录 ($M_s \geq 4.7$, 1900 年起) (ENEQKM);
- (3) 辽宁及渤海附近活动断裂 (BOHAI1);
- (4) 辽宁附近潜在震源区 (LNPSZ);
- (5) 大连开发区近区域地震构造 (DLNEAR);
- (6) 工作区边界 (ENGM);
- (7) 东北行政区 (ENPROVM);
- (8) 经纬网 (ENGRIDM);
- (9) 辽宁省城市 (LNCITY);
- (10) 辽宁省地震台 (LNSTAT);
- (11) 辽宁省铁路 (LNRAIL)。

2) 大连经济技术开发区

- (1) 大连开发区建筑物图层 (1:1 万) (BUILD);
- (2) 大连开发区建筑物图层 (1:500) (BUILD1) (由图 1.1 中的航测图拼接而成);
- (3) 大连开发区道路分布图层 (DLROAD);
- (4) 供水系统供水点 (机井、水井) 图层 (供水点);
- (5) 供水系统用户节点图层 (POINT);
- (6) 供水系统水源点图层 (POINT1);
- (7) 供水系统输水管道图层 (DLPIPELINE);
- (8) 供电系统变电所图层 (变电所);
- (9) 供电系统热电厂图层 (热电厂);
- (10) 医疗救护点图层 (临时医疗点);
- (11) 开发区医院图层 (救护点);
- (12) 开发区空地图层 (避震点);

[illegible]

图 1.1 拼接的航测图编号

- (13) 开发区不均匀沉降区图层 (DLSINK);
- (14) 开发区场地类别划分图层 (DLSITE);
- (15) 开发区工程地质分区图层 (DLSITE1);
- (16) 开发区断裂分布图层 (DLFAULT);
- (17) 开发区主要道路图层 (道路);
- (18) 排水系统污水厂图层 (污水厂);
- (19) 燃气管道用户节点图层 (煤气点);
- (20) 燃气管道图层 (DLANQI);
- (21) 开发区土地利用规划分区图层 (分区);
- (22) 开发区易燃易爆点图层 (易燃易爆);
- (23) 开发区加油站图层 (加油站);
- (24) 抗震救灾生命线图层 (救灾);
- (25) 开发区救灾专用道路图层 (专用道路);
- (26) 开发区人口分布图层 (人口);
- (27) 开发区微波站、移动通信楼、邮电大楼和邮政分局图层 (邮政点);
- (28) 开发区电信通道图层 (电信管道);
- (29) 工作区范围图层 (GUOJIA)。

以上每一文件名一般均对应以下三类扩展名文件，以开发区道路——DLROAD 为例：

DLROAD.SHP——图形文件
DLROAD.SHX——索引文件
DLROAD.DBF——属性表文件

2.2 地震危险性分析及地震小区划

震害预测有两个基础：一是社会与工程情况的调查，要给出承灾体的具体情况及抗震能力；另一项就是地震危险性分析，要求给出开发区未来可能受到的地震威胁，它所依据的是地震地质和地震活动性资料。地震危险性分析的目的有两个：一个是取得开发区的地震危险性综合分析结果，二是为设定地震的选择提供各种背景信息和参考依据。

本项工作的详细内容可参阅本书第二篇《大连经济技术开发区地震危险性分析及地震小区划报告》。其主要成果包括：

- (1) 开发区地震地质背景综合分析：活动构造、发震断裂、地球物理场、历史地震等。
 - (2) 潜在震源区划分：重点对近场区的潜在震源区（金州 6.5 级）作了重新划分，明确了边界。
 - (3) 地震动衰减关系及空间分布函数的研究。
 - (4) 采用概率方法对开发区内两个计算点进行了地震危险性分析，计算了开发区未来 10 年、50 年、100 年地震危险性曲线、不同设防水准基岩地震动参数、基本烈度等。
 - (5) 设定地震。
 - ① 通过分析开发区周围的地震地质环境和历史地震资料，对未来可能发生的地震震级、震中做出了预测，以设定地震方式给出地震危险性结果。
 - ② 根据设定地震和相应的衰减关系计算出地震烈度分布图，给出开发区及其周围可能遭遇的地震烈度水平。
 - (6) 对开发区内的 220 个钻孔进行了地基土动力反应分析，累计计算工况 660 个，计算了各孔的场地相关反应谱、设计地震动参数等。
- 在综合开发区地震地质、工程地质、水文地质、地震动参数计算结果的基础上，进行了各类专题图件的编绘。
- (7) 开发区地震构造图 1：1 万及说明书。
 - (8) 开发区场地类别划分图 1：1 万及说明书。
 - (9) 开发区抗震性能分区图 1：1 万及说明书。
 - (10) 开发区地震动参数分区图 1：1 万及说明书。

2.3 建筑物易损性分析

建筑物易损性分析就是结构物抗震能力的估计，它是地震灾害预测的基础工作。分析地震对建（构）筑物可能造成的损害和产生的破坏状态，需要建立地震动与破坏损失的数学关系，这是一项技术性很强的工作。其工作过程是：

首先，按建筑物和构筑物构件的破坏程度，将建（构）筑物震害划分为 5 个等级：基本