

辽河险工综合治理技术研究

主 编 王殿武



东北林业大学出版社

内容提要

本书是根据辽宁省科学技术计划重大项目“河道险工综合治理技术研究”成果撰写而成的,该项目同时还得到了辽宁省人事厅“百千万人才工程”的资助。书中重点论述了辽河演变简史,辽宁省辽河流域主要河流的险工类型、成因、发展及危害,土工合成材料护岸工程技术,砂堤、砂基防渗技术,河道整治生物防护技术及工程建设与管护模式,提出了辽宁省河道险工护岸工程施工技术参考标准及几种新型护岸工程结构的预算定额,对辽宁省河道险工综合治理技术研究的效益、效果进行了分析评价。本书可供科研及大专院校研究人员和师生参考,也可供有关治理建设、监理、设计、施工及管理部門的广大工程技术人员和管理人员参考。

前 言

险工、险段治理历来是治河工程的重要组成部分。辽宁省拥有流域面积在 100 km^2 以上的河流 394 条, 仅 7 条主要河流上就有险工、险段 340 处, 尤其是流经中部城市群(铁岭、沈阳、抚顺、鞍山、辽阳、本溪、营口、盘锦)的辽河、浑河、太子河、大辽河、绕阳河等几条大型河流及其支流的平原段, 由于土质疏松、河流游荡及自身演变和人为因素等, 一遇大水或每年汛后都会造成或出现多处新的险工、险段。如 1995 年大洪水, 浑河 40 余处漫堤决口, 鸭绿江堤决口 12 处, 全省直接经济损失 347.2 亿元。1998 年长江、嫩江的大洪水, 更使人们认识到了险工、险段治理对河道防洪工程的重大意义和作用。为此, 针对辽宁省河道整治防洪险工治理工程面临的诸如险工成因、类型、危害和发展趋势, 护岸及砂堤、砂基防渗工程设计方法和施工工艺、定额, 新材料、新技术的采用, 河道整治工程的建设与管护模式等许多新问题, 结合辽宁省“九五”期间投资 9.42 亿元的浑河、大辽河整治重点防洪工程建设, 开展了“河道险工治理技术研究”工作。不仅要在经济安全的原则下解决浑河、大辽河整治工程中险工、险段治理及中部平原地区河流险工、险段治理出现的新问题, 而且要进行传统河道险工、险段治理方法的一次全面革新, 以适应治河工程科技发展和社会进步的需要, 为辽宁省治河工程逐步走向依靠科技创新和科技进步以及建设管护规范化的轨道上来, 提供新理论、新经验、新方法, 并通过典型工程示范引路进行大面积推广应用。同时也为我国治河工程技术的发展做出重要贡献和突破。为此, 结合辽宁省河流的特点, 尤其是辽河平原河段流域的特点开展了“河道险工综合治理技术研究”, 该项目分别被列入辽宁省水利厅 1999 年科研计划(辽水利科函字【1999】97 号, 项目编号为 9901)和辽宁省科学技术计划重大项目(辽科发【1999】89 号与辽财指工字【1999】273 号联合文件, 项目编号为 99212002)。由于该项目负责人王殿武教授级高级工程师、国家有突出贡献专家为辽宁省百千万人才工程百人层次之一, 因此该项目还得到了辽宁省人事厅的资助(辽人函【2000】90 号)。现将该项目的研究成果编撰成书, 以供借鉴和参考。

全书共分 10 章。第一章, 辽河演变简史; 第二章, 河道险工类型、成因、发展及危害; 第三章, 河道险工治理技术综述; 第四章, 土工合成材料护岸工程技术; 第五章, 河道砂堤、砂基垂直防渗技术; 第六章, 辽河整治生物防护技术; 第七章, 辽河险工治理模型试验研究; 第八章, 辽河险工护岸工程施工技术规程; 第九章, 辽河河系整治工程管护模式; 第十章, 辽河险工综合治理技术研究效益分析与评价。全书由王殿武主编, 参加研究或编写的人员还有孙朝余、张延、石凤君、刘继飞、雷炎、张玉玲、王

丽学、艾义龙、王剑仙、梁岳、李趋、姚静芬、汪玉君、姜晓刚、赵颖、范朴、贺清录、刘玉珍、杨永洁、李东、于翔、果海威、郁凌峰、金永民、李明宇、陈文熙等。

由于时间和水平有限，书中错误和缺点在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2001年11月

目 录

第一章 辽河演变简史·····	(1)
第一节 概述·····	(1)
第二节 辽河的演变·····	(4)
第三节 辽河的堤防工程与河道整治·····	(10)
第二章 河道险工类型、成因、发展及危害·····	(23)
第一节 河道险工类型·····	(23)
第二节 河道险工的成因、发展及危害·····	(24)
第三章 河道险工治理技术综述·····	(43)
第一节 概述·····	(43)
第二节 技术设计要点·····	(47)
第三节 河道险工治理、运行效果分析·····	(51)
第四章 土工合成材料护岸工程技术·····	(56)
第一节 概述·····	(56)
第二节 土工合成材料的种类、性质和作用·····	(57)
第三节 土工织物防护准则的研究·····	(64)
第四节 土工织物抗冻融、冻胀性能的试验·····	(72)
第五节 土工织物老化性能的试验研究·····	(73)
第六节 土工合成材料防洪护岸工程的结构形式·····	(78)
第七节 护坡工程·····	(80)
第八节 护脚工程·····	(89)
第九节 土工膜防渗设计·····	(101)
第五章 河道砂堤砂基垂直防渗技术·····	(103)
第一节 概述·····	(103)
第二节 辽宁省河道砂堤砂基垂直防渗技术·····	(108)
第三节 工程实例·····	(115)
第六章 辽河整治生物防护技术·····	(120)
第一节 概述·····	(120)
第二节 辽河整治生物防护技术·····	(121)
第三节 生物防护的效果·····	(124)
第七章 河道险工治理模型试验研究·····	(126)
第一节 前控式新型孔板系列护岸工程模型试验·····	(126)

第二节	土工膜用于砂堤砂基防渗渗流模型试验	(138)
第八章	辽河险工护岸工程施工技术规程	(144)
第一节	总则	(144)
第二节	险工护岸工程施工测量	(144)
第三节	险工护岸基础及岸坡	(146)
第四节	土工织物软体排及石笼、柴枕	(147)
第五节	土工模袋	(150)
第六节	砌石护岸	(153)
第七节	预制混凝土板	(154)
第八节	现浇混凝土板	(160)
第九节	透水混凝土格栅丁坝	(162)
第十节	前控式孔板护岸	(164)
第十一节	砂堤砂基防渗工程	(166)
第十二节	质量控制	(166)
第十三节	附录	(168)
第九章	辽河河系整治工程管护模式	(180)
第一节	概述	(180)
第二节	建设管理模式	(180)
第三节	运行管理模式	(185)
第十章	辽河险工综合治理技术研究效益分析与评价	(193)
第一节	概述	(193)
第二节	辽宁省河道工程预算定额	(195)
第三节	节省工程投资效益	(202)
第四节	防洪作用及效益分析	(204)
第五节	社会效益分析	(209)
第六节	研究效果评价	(210)
参考文献		(212)

第一章 辽河演变简史

第一节 概 述

辽河历史悠久,源远流长。我国古代文献中有许多关于辽河的记载。《吕氏春秋·有始篇》记述:“何为六川?河水、赤水、辽水、黑水、江水、淮水。”其中辽水即辽河,可见那时就已将辽河列为全国大江大河之一。此后历代对辽河的记载曾有大辽水、辽水、巨流河、三汉河等名称。

自古以来,人类的祖先就劳动、生活在辽河流域,开拓这块肥沃的土地。辽河口的营口金牛山人和太子河上游本溪庙后山人的天然石洞遗址说明,早在四五万年前的原始社会旧石器时代早期,人类就开始在辽河河畔生息。沈阳北部的新乐遗址表明,在7200年前的原始社会新石器时代,人类已在辽河流域从事原始的农业生产、渔猎和采集。辽阳市北郊太子河边三道壕村的西汉村落遗址、城北汉墓中的彩色壁画、鞍山市西南部陶官砖窑厂的金代农家遗址、新门市前当铺村南的元代村落遗址等,分别记录了历代辽河流域的开发情况。

新中国成立后,辽宁省境内辽河流域的广大人民群众,在中国共产党和人民政府领导下,大力发展水利事业,消除水患,兴修水利,彻底改变了旧社会那种“旱则遍地生烟,涝则民居湮没”的状况,有力地促进了流域内的国民经济和社会发展。如今,辽河沿岸人口密集,城镇遍布,交通畅通,经济发达,已经成为辽宁省重要的工业基地、商品粮基地、能源基地和政治、文化中心,在全省国民经济和社会发展中占有举足轻重的地位。

辽河流域位于东经 $170^{\circ}\sim 125^{\circ}40'$ 、北纬 $40^{\circ}40'\sim 45^{\circ}10'$ 之间,辽河全长1390 km,流域总面积21.89万 km^2 ,其中山区占48.2%,丘陵占21.5%,平原占24.3%,砂丘、湖泊占6%。流域内年降水量自东南向西北递减,在1000~300 mm之间,多年平均地表径流量为157亿 m^3 左右。

辽河上游有东、西两大支流。西辽河上游有两个源头:一条发源于七老图山脉南麓的河北省平泉县光头岭,向东北流经辽宁省和内蒙古自治区交界进入内蒙古哲里木盟,称老哈河,河长424 km;另一条发源于内蒙古赤峰市克什克腾旗白岔山,流过大片草原和百里瀚海,进入哲里木盟,称西拉木伦河,河长380 km。老哈河、西拉木伦河在哲里木盟的苏家铺汇合后成西辽河。西辽河长449 km,自西向东横穿哲里木盟,在吉林省双阳县转向南流,进入辽宁省境内。东辽河发源于吉林省辽源市哈达岭下的辽河源乡辽河掌,河流全长448 km,自东向西流经四平地区,在三江口北进入辽宁省。东、西辽河在辽宁省昌图县福德店汇流后称辽河。辽河干流自东北向西南纵贯辽宁省中部,1958年以前,分别在营口市和盘山县两个入海口注入渤海。1958年将外辽河堵死后,

只在盘山县入海口注入渤海，全长 516 km。

东、西辽河汇合后的辽河在辽宁省境内的主要支流有 22 条，其中流域面积大于 5 000 km² 的有 5 条，分别为浑河、太子河、绕阳河、柳河、清河；流域面积在 1 000～5 000 km² 的有 17 条。浑河发源于清原县滚马岭西侧，干流河长 415.4 km；太子河发源于新宾县红石砬子和桓仁县白石砬子，干流河长 413 km。1958 年将外辽河堵死后，浑河、太子河在海城市三岔河汇合后经全长 89 km 的大辽河单独在营口市注入渤海。现在，辽河干流左侧的主要支流有：招苏台河、清河、柴河、汎河等，是辽河洪水的主要来源；右侧的主要支流有：公河、秀水河、养息牧河、柳河、绕阳河等，是辽河泥砂的主要来源。沈阳市新城子区与新民市交界处的石佛寺是辽河干流从丘陵区进入平原区的分界。由于左侧支流全部在石佛寺以上，右侧支流大部分在石佛寺以下，因而，石佛寺以上是辽河洪水的主要来源，石佛寺以下是辽河泥砂的主要来源。

辽宁省有 11 个市 44 个县（郊区、县级市），全部或部分位于辽河流域内。大中城市有沈阳、鞍山、抚顺、本溪、营口、辽阳、盘锦等 7 个市，流域面积约 10 万 km²，流域内人口占辽宁省总人口的 60%～70%。

辽宁省境内辽河流域沃野千里，物产丰富。现有耕地面积约占全省耕地面积的 60%，是主要粮食产区，正常年粮食总产量占全省的 60% 以上，商品粮占全省的 70% 以上。滨海地区大片芦苇丛生，苇田面积达 5.4 万 hm²，仅次于罗马尼亚多瑙河的苇塘面积而居世界第二位。山区盛产人参、鹿茸、貂皮等名贵物产。流域地下蕴藏着丰富的煤、铁、镁、石油等矿产资源。辽河流域是全国的重要工业基地之一，钢铁、煤炭、石油、机械、电子、化纤、化肥、造纸、轻纺等都非常发达。流域内交通发达，沈山、长大、沈丹、沈吉、高新、大郑、沟海、溪辽等铁路通往各地，高速公路联结着各大中城市。流域内还有大量的名胜古迹，坐落在流域东缘的千山，峰峦重叠，葱翠万仞，有“无峰不奇，无石不峭，无奇不古”之誉；沈阳的故宫、北陵、东陵，新宾的永陵，辽阳的白塔，各具匠心，这些都已成为宝贵的旅游资源。

历史上，辽河流域洪涝灾害频繁。查阅史料，最早的洪灾为公元 237 年（魏明帝景初元年）。《三国志·魏志》记载：“秋七月，连雨十天，辽水大涨。”据辽金以来文献记载的不完全统计，辽河水系的大水灾达 90 多次。从 1886 年以来，辽河和辽河流域各支流就发生洪涝灾害 50 余次。较详实的记载有：公元 1161 年（金大定元年，南宋绍兴三十一年），《金史世宗纪》载道：“东梁水（今太子河）涨溢，暴至城下，水与城等，决女墙石罅中流入城，湍激如涌，城中惶骇。”公元 1888 年（清光绪十四年），辽河以东、以南近 8 万 km² 的广大地区，“大雨滂沱，奔腾暴注，七个昼夜不停”，浑河、太子河等先后暴涨，辽宁中部几百里汪洋一片。沈阳、抚顺、辽阳、海城、新民、台安及营口、牛庄等处水势横流，田地被淹，房屋倒塌，人口溺毙不计其数，“八月初的一天夜，兴京（今新宾）瞬间天昏地暗，山水骤注，大水冲进民房，财物一扫而光，永陵街尤甚”，“承德（今沈阳）大堤被冲毁，城东南一带水深数丈，火药局、库全部湮没；城外漫堤决口甚多，众多村屯被吞吸。李官堡附近水面宽，沿河一带水深四五尺之多”。太子河辽阳高丽门外城墙砖淹没 13 层，“洪水破大东而入，声如牛吼，浸没半城”。1958 年，辽宁省水利电力局水文总站对这次洪水进行了调查，推算有关站洪峰流量为：太子

河凌窝站 $10\,282\text{ m}^3/\text{s}$,辽阳站 $10\,800\text{ m}^3/\text{s}$,浑河抚顺站 $11\,300\text{ m}^3/\text{s}$,沈阳站 $11\,900\text{ m}^3/\text{s}$ 。1923年7月以来,浑河上游新宾、清原连雨40天,8月15日,“大雨如注,山水横溢,抚顺南关一带平地水深数尺”,交通、电话中断。沈阳东陵洪峰流量 $8\,250\text{ m}^3/\text{s}$,沈阳境内城南、城北平地水深二三尺,冲毁沈抚公路,房屋倒塌,田地被淹。台安、辽中、海城均有多处堤防决口。本溪暴雨导致山洪暴发,河水陡涨,淹死百余人。辽阳、海城等地堤防决口多处,村庄土地被淹。营口市市区受淹,沿海地区受海潮影响,平地水深七八尺不等。建国初期的1951年7月下旬至8月中旬,辽宁省大部分地区先后降大暴雨、特大暴雨。8月14日,暴雨中心位于开原一带,老城14 h降雨273 mm。辽河、清河、浑河、太子河水势猛涨。8月14日,清河开原老城洪峰流量 $12\,300\text{ m}^3/\text{s}$,8月15日,辽河铁岭站洪峰流量 $14\,200\text{ m}^3/\text{s}$,均为有记载以来最大洪水。浑河、太子河上游也普降大雨,抚顺、新宾、清原等县各河洪水陡涨,两河在支流多处决口情况下,仍出现大洪水。据记载,这一年,中部地区大小河流决口570多处,其中:辽河180处,清河81处,太子河8处,浑河23处,蒲河38处,辽、浑、太中下游地区一片汪洋。据统计,辽宁省境内受灾人口达94万人之多,死亡6000多人,受灾农田 49.3万 hm^2 ,成灾面积 44万 hm^2 ,倒塌房屋14.45万间,冲毁公路400余km,沈山、长大铁路中断行车40~50 d。1953年、1960年、1964年、1975年、1985年、1986年、1994年、1995年等辽河流域发生的特大洪水,也都给国民经济和人民生命财产造成重大灾害和损失。实践表明,随着国民经济的发展和人民生活水平的提高,洪水灾害造成的损失越来越大。1985年以辽河为重点的特大洪水,全省直接经济损失47.1亿元;1994年特大洪水,全省直接经济损失151亿元;1995年辽河、浑河、太子河同时发生大洪水,浑河发生有记载以来最大洪水,全省直接经济损失达344亿元。

新中国成立后,辽宁省委、省政府为了消除辽河水患,开发辽河水利资源,带领全省人民对辽河进行大规模的治理,上游建库,下游筑堤,涝区建站,使辽河流域彻底改变了旧社会遗留的旧观。50多年来,辽河干、支流修建水库45座,总库容 89.039亿 m^3 ,其中9座大型水库控制面积 $20\,616\text{ km}^2$,总库容 80.852亿 m^3 ,防洪库容 41.442亿 m^3 。这些水库有效地调节了洪水,也为下游广大地区的农业、工业和城市提供了充足的用水。辽河流域大中小河流的堤防工程,历经几次大规模的整修,河流抗御洪水能力大大提高。“七五”(1986~1990年)以来,辽宁省委、省政府决定对辽河流域的几条大河的干流防洪工程进行全面治理。“七五”期间,对辽河干流河道防洪工程进行全面治理,整修干流堤防和支流回水堤防近1100 km,完成土方1亿 m^3 ,改扩建穿堤工程229座,修建治河工程87处,对河滩地民堤、套堤进行全面清障,动迁河滩地房屋2.3万间,砍间伐阻水林 $2\,533\text{ hm}^2$,扩建了2座阻水公路桥,营造护堤林 $8\,000\text{ hm}^2$,修建堤防管理所和防汛器材库75座,总投资4.6亿元。这些举措,使辽河干流河道的防洪标准达到20~30年一遇。待石佛寺水库建成后,下游干流防洪标准可达100年一遇。“八五”期间,对太子河干流及支流338.3 km堤防进行了全面整修,完成土方2388万 m^3 ,改扩建穿堤工程65座,修建治河工程27处,营造护堤林 $3\,000\text{ hm}^2$,修建堤防管理所和防汛器材库30座,改建了阻水公路桥,对河滩地进行清障,总投资1.92亿元。配合上游建成的观音阁水库,使太子河干流河道防洪标准达到50年一遇。“九

五”期间,对浑河、大辽河河道防洪工程进行全面整治,整修加固干流堤防、支流回水堤 496.6 km,完成土方 3 696 万 m^3 ,改扩建穿堤工程 161 座,修建治河工程 50 处,营造护堤林 4 724.4 hm^2 ,修建堤防管理所和防汛器材库 63 座,对河滩地进行大规模清障,动迁河滩地房屋 16 175 万间,使两河河道的防洪能力同时达到了 50 年一遇标准。这期间,辽宁省水利部门已着手进行绕阳河河道防洪工程的前期工作,并拟在“十五”期间(2001~2005 年)对绕阳河中下游河道防洪工程按 50 年一遇防洪标准进行全面整治。届时,辽宁省中部地区将形成完整的防洪工程体系,辽河流域的几条大河防洪能力将全面达到 50 年一遇以上标准,为辽宁省中部地区提供可靠的防洪屏障。

第二节 辽河的演变

一、历史上的辽河变迁

辽宁省境内辽河流域水系现状是经过几千年来地层构造运动、河道冲淤变化以及人类活动的综合影响形成的。据考证,历史上东、西辽河在辽宁省昌图县三江口汇合,汇合后,汉唐时期,辽河南流至铁岭,过铁岭后转向西南流至新民市辽滨塔村(今秀水河注入辽河汇合口附近),过辽滨塔后又转向南流,流经辽中县东侧,走今太子河一段河道,在海城市小河口处又南下流经海城西部而注入古渤海。当时,辽河平原上只有辽河一个水系,其他河流都是注入辽河的。《汉书·地理志》辽东郡望平县原注:“大辽水出塞外,南至安市入海,行千二百五十里”,就是对古辽河流路的大致记载。后来,由于辽东山区丘陵的隆起、辽北平原的抬升、辽河以西地区存在大片的沼泽地、辽河入海口不断淤积、海岸线向西南延退等,再加上人类治水的人为改变,逐渐演变成现在这种水系布局。由于新中国成立前的历代都没有关于辽河演变的完整而详细的记载,更缺乏有关辽河演变的研究,因此,对于历史上辽河的演变,只能通过不同历史时期的各种文献材料分段考察辽河各段的演变简史。

(一) 东西辽河汇合口的变迁

关于辽河源,汉代文献记载只有西源。《汉书·地理志》辽东望平县原注:“大辽水出塞外。”《水经》进一步记载:“大辽河出塞外卫白平山,东南入塞。”《酈注》载:“辽水亦言出砥石山,自塞外东流,直辽东之望平县西……屈而西南流。”到了唐代,文献记载东辽河为辽河正源。雍公睿注:“《汉书·地理志》:‘辽东望平县,大辽水出塞外’,其水南西流,合契丹国黄水(即今西辽河)。”杜佑《通典》卷 186 载:“大辽水,源出靺鞨国西南山,南流至安市。”综合汉唐文献记载,辽河古代即有东、西辽河两源。然而,有关东、西辽河汇合口的具体地点,缺乏详实的史料,到清代一般标在三江口,直到 20 世纪 30 年代的资料仍以三江口为东、西辽河汇合处。到 1940 年出版的《现代本国地图》在其编辑例言中曾郑重宣布:“本图于地面上最近发现之变迁,如……辽宁西辽河与东辽河,本在三江口合流,今合于三江口南市之古榆树附近,皆为改正,以符实际。”其后,随着西辽河继续西迁,东、西辽河汇合口南移至现今的昌图县福德店。

(二) 东、西辽河汇合口至新民市辽滨塔村(秀水河、辽河汇合口)段的变迁

据历史文献记载,历史上这段辽河没有发生大的变迁,只有若干小段变迁。例如,

东、西辽河汇合口至通江口段，按《清史稿·地理志》记载，这段辽河曾东徙，曲如悬瓠，为了保护商埠，清光绪三十四年（公元1908年）曾着手疏浚取直，并填筑顺水堤，逼河西行。又如，在铁岭境内的曾盛堡一带，辽河原在堡北，清初发生过分流，后来堡北的旧道湮没，使辽河改道堡南。再如，在法库县三面船一带，《奉天通志》卷76曾载：“三面船，县南八十里，山势三面似船，故名。一云山临辽河，三面皆可舶船。”考证三面船东、西、南都有古河遗迹，而今辽河在三面船南几里的地方流过，说明辽河在这段也曾有过改道。

（三）新民、辽中段的变迁

据历史文献记载，这一段辽河在明代有过一次大的西迁，河道由辽中县东迁至辽中县西。

《水经》和《郦注》记载，汉代大辽水自望平入塞后南流，“过辽东郡襄平县西”，“又南经辽对县故城西”。据考证，汉望平在今新民市东南之大古城子，襄平县为今辽阳市，汉辽对在今鞍山西北太子河边。上述记载说明，在汉代，辽河过新民市辽滨塔村后南流经东。

唐代记载，唐贞观十九年（公元645年）李世勣东征时，做出南出怀远镇（今辽中县城）渡辽河的态势，结果却往北到通定镇（今新民辽滨塔）渡辽；《大金国志》卷40引许元宗《奉使行程录》记述：“离梁鱼务（今黑山县姜屯东北的古城子）东行六十里，即过辽河……过河东亦行淀五十里，旧广州（今沈阳市西彰驿西北大高花堡）。”上述记载说明，在唐代，辽河流过辽滨塔后，也是拐向南流而经过辽中县东而流向下游的。

《筹辽硕画》卷首《辽东图》载：明代“洪武壬子（五年，公元1372年），辽始两岐”。康熙《盛京通志》卷九记述并指出两岐（分流）的地点在开城（今新民东南）。上述记载说明，明洪武五年辽河分为二道，并且主流逐渐西迁。到明代中叶以后的著作，如《万历武功录》、明中叶后历朝《实录》有涉辽事的记录，多称今辽滨塔以上地段的辽河为“上辽河”，今辽中县城西的辽河为“中辽河”，辽中县东的辽河为烂蒲河（烂蒲河下游明代又称蛤蜊河）。从以上史料记述我们可以考证出，汉唐至明初，辽河在辽中县东，明洪武五年，辽河在过辽滨塔后，在新民东南分为二道（辽中县东、西各一道），至明中叶，辽河故道已成为蒲河下游，改为烂蒲河，而辽中县城西的新道逐渐成为辽河主流（这一段辽河西迁了10余km）。

（四）辽阳附近至海城段辽河的变迁

大量史料考证，明初以前，古辽河自辽中县东，今辽阳西故道南流经今太子河下游，经海城西南，在古海岸注入渤海。

《三国志》、《晋书》及《通鉴》关于司马懿灭公孙渊之役的记载，记述了渡辽河后至襄平（今辽阳）大致有一日的路程。其后，关于唐太宗东征之役的记载中，也明确记述古辽河至今辽阳有一日的路程。唐太宗撤军时，是从安市至辽东城（南北朝隋唐时称今辽阳为辽东城），然后渡辽西归，“九日已酉至辽东，丙戌渡辽水”，即9月20日到达辽东城，21日就渡了辽水。雍公睿注《翰苑》所记辽河“经辽东城西八十里”。唐时尺寸小，“八十里”相当于今日的30km。这些记载都说明了今太子河下游为辽河故道。

考察明代辽东边墙，亦可说明今太子河下游是辽河故道。《奉天通志》卷七十六山

川十海城县长静堡条注：“今边墙遗址，自北而南有门二；一曰二马，二曰珍珠。”二马即今沈阳西砂岭堡南的前马门和后马门，两马门都在烂蒲河东，珍珠山在今鞍山市西，其地正在小河口稍南紧靠太子河东岸，这说明了今太子河下游为辽河故道。

古辽河流至今海城境，已离古海口不远，《汉志》所载大辽水南至安市入海。据考证，唐安市遗址在今海城东南 5 km 英城子。古辽河即经这里南流入海。

后来，由于辽东山区丘陵的抬升，以及辽西存在大片沼泽地，辽河不断西迁。随着辽河的西迁，浑河、太子河的汇合口以及它们入辽河的汇合口也不断西迁。据史料记载，辽金元时，浑河、太子河两河古道汇于今辽阳西北 20 km 的王大人屯，到清朝后期，随着辽河的西迁，浑河变迁剧烈，浑河、太子河汇合口不断西移，自王大人屯西南移至小北河屯，以后浑河再度西摆，并向南贯通蛤蜊河，使先前的蛤蜊河成为浑河的一部分，浑河、太子河分流，直到牛庄西北分别注入辽河，而形成辽河、浑河、太子河于三岔河汇流，三河汇合后走辽河故道入海。随着古海岸线的不断向西南推进，形成宽广的辽河三角洲平原，辽河入海口也不断西迁。汉代，辽河在海城附近的汉唐安市入海；到辽代，《契丹国志》卷三太宗记下：“……渡辽水，至渤海国铁州。”渤海铁州为今大石桥市东南汤池镇，也就是说到辽代，辽河入海口已移到今大石桥市城西，至新中国成立前，辽河从营口市入海，说明辽河入海口自汉代至解放前已西迁 70 km 之遥。

（五）盘锦市段辽河的变迁

明朝中叶辽河主流走辽中县城西后，至清朝，辽河主流已形成过辽中县城西后，流至今台安、盘山两县交界处的六间房南流到三岔河（六间房至三岔河河段辽河现称外辽河）汇浑河、太子河后入海的水系状况。

据《奉天通志》卷七十山川四的记载，咸丰十一年（公元 1861 年），“辽水盛涨，右岸冷家口溃决，顺双台子潮沟刷成新槽，分流入海，是为减河之起始。嗣于同治年间，因春旱，土人塞之，而减河于是绝流。光绪中，以辽河流泄不畅。复挑挖旧槽分引辽河入海，自是减河复开。清季及民国初元，当局议复塞减河，以利通航，率以民众抗争，其事遂寝。河自冷家口西南流，经西三道沟村，右受新开河”，窜入绕阳河入海。《辽中县志》卷二十一载：“……至光绪二十年，阴雨连绵，上下开决口十数，庐舍荡然，民其为鱼。翌年……掘减河以分水势，至今犹赖之。”《盘山县志》、《台安县志》也有类似记载。由此可知，清咸丰十一年（公元 1861 年）辽河洪水将双台子潮沟冲成一条新河道，即双台子河。至光绪二十一年（公元 1895 年）人工疏导双台子河，于是逐渐成为一条比较定型的辽河下游分水河道并另从盘山入海。于是辽河自六间房以下，形成了一从营口市入海，一从盘山县入海，两条入海水道并存的水系格局。双台子河入海水道开通后，辽河洪水逐渐多从双台子河入海，六间房至三岔河的辽河河道逐渐落淤。新中国成立后的 1958 年，为使辽河、浑河、太子河顺畅入海，解决营口港淤积及三岔河地区排涝问题，在六间房处人为地将通往三岔河的辽河入海水道堵截，自此，辽河上游来水全部走双台子河从盘山入海，六间房至三岔河的原辽河河道（即外辽河）成为一条排水河道。浑河、太子河在三岔河汇流后经原辽河河道（现称大辽河）从营口市入海。辽河与浑河、太子河入海口的分离，辽河干流入海口的大幅度西迁，是千古辽河又经历的一次大的变迁。

二、新中国成立后的辽河中下游河床演变分析

新中国成立后,随着大规模治河活动的开展与河流动力学的发展,辽宁省水利部门的专家和工程技术人员,从理论和实践两个方面对辽河中下游河床演变进行了系统的分析与研究。

河流动力学研究表明:河床演变是河床形态在水流、泥砂的作用下的变化过程。河床在水流、泥砂的作用下,形成一定的形态。随着水砂条件的改变,河床的平面形态及河床高程也发生变化。在一定的水流条件下,泥砂过多,则河床淤积;而泥砂较少时,又可能发生冲刷。由于河床的冲刷和淤积,河床形态发生变化,河流水位及流路也发生变化。挟带泥砂的水流与河床构成矛盾统一体。水流作用于河床,使河床发生变化;河床的变化又反过来影响水流状态。它们互相影响,互相制约,处于不停的变化和发展过程中。依照河流动力学原理,有关水利部门的专家、工程技术人员,广泛收集资料,深入现场勘测,大量布点观测,对辽河中下游的来水来砂条件、河床组成、河床形态特征、河床冲淤特性及人类活动对水砂条件、河床演变的影响等进行了大量的分析和研究。

辽河属于北方多泥砂河流,来水来砂条件十分复杂。来水量年际年内变化悬殊,泥砂存在着干、支流间的不同组合,这些都造成辽河中下游河段冲淤变化和河道演变在时程上和不同河段间的极大差异。尽管辽河中下游的来水来砂条件及河床演变错综复杂,因子多变,水利专家和工程技术人员经过多年努力,对辽河中下游河床演变的研究仍然取得重大成果,基本上掌握了河道冲淤规律及演变特点,为治理辽河提供了科学的依据。

辽河中下游河道冲淤及演变主要有以下几个特点和规律:

第一,来水来砂具有“东水西砂”的分布特点。辽河西部是黄土丘陵、砂丘草原及半沙漠区,气候干旱,植被甚差,水土流失严重,各支流水流含砂量高。据辽河西部的西辽河、秀水河、养息牧河、柳河等4条河流1965年前的资料统计分析,4条河流年径流量占辽河年径流量的39.2%,而年输砂量占辽河年输砂量的88.8%。辽河东部为长白山、千山山区,气候湿润多雨,植被良好,水土流失不严重,各支流水量丰沛,含砂量少。据东辽河、清河、柴河、汎河4条支流1965年前的资料统计分析,4条河流年径流量占辽河年径流量的60.2%,年输砂量占辽河年输砂量的11.2%。1965年,西辽河上游的总库容近26亿 m^3 的红山水库建成,使西辽河的来砂量大减,但是由于红山水库下游修建了一系列旁侧水库和灌区,使西辽河的来水也大量减少,加之1965~1970年辽河东侧的几条主要支流上也先后建起了清河、柴河、南城子、榛子岭等4座大型水库及一批中小型水库,拦蓄大量地表水,使辽河下游河道的来水量也大为减少,无法带走柳河的大量来砂,因此,辽河中下游仍呈“东水西砂”的水砂分布特点。

第二,冲淤基本规律是:大水淤滩冲槽,中、小水淤槽。大量资料表明,1965年前,人类活动影响不大,辽河中下游干流河段水丰砂多,冲和淤的强度都很大,但总的趋势是河槽、河滩淤积抬升。例如铁岭站,1954年8月27日,洪峰流量 $3280\text{m}^3/\text{s}$,水位58.36 m;1964年8月31日,洪峰流量 $3970\text{m}^3/\text{s}$,水位59.38 m,两者对比,流量基本相同,而水位却抬高了1.02 m,平均每年抬高0.1 m。再如巨流河站,1954年8

月 29 日, 洪峰流量 $2970 \text{ m}^3/\text{s}$, 水位 32.54 m ; 1964 年 9 月 2 日, 洪峰流量 $3090 \text{ m}^3/\text{s}$, 水位 32.22 m , 两者比较, 流量相差无几, 水位却抬高了 0.68 m , 平均每年抬高 0.07 m 。1965 年后, 人类活动影响加大, 来水来砂变枯, 冲和淤的强度相对减弱, 全河呈现出大水淤滩冲槽, 中、小水淤槽的规律。1985 年、1986 年和 1994 年、1995 年辽河发生两次连续两年的大洪水, 勘测资料表明, 辽河呈大水淤滩冲槽的规律。从 1995 年大洪水过后的滩槽高程和 1991 年滩槽高程对比可以看出, 铁岭至石佛寺段, 左、右滩分别淤高 0.10 m 、 0.09 m , 主槽下切 0.33 m ; 石佛寺至巨流河段, 左、右滩分别淤高 0.30 m 、 0.10 m , 主槽下切 0.20 m ; 巨流河至柳河口段, 左、右滩分别淤高 0.50 m 、 0.20 m , 主槽淤高 0.10 m ; 柳河口至卡力马段, 左、右滩分别淤高 0.55 m 、 0.50 m , 主槽下切 0.40 m ; 卡力马至盘山段, 左、右滩分别淤高 0.20 m 、 0.60 m , 主槽下切 0.20 m 。纵观全河段, 左、右滩均呈淤高状态, 淤积厚度为 $0.10 \sim 0.60 \text{ m}$, 主槽除柳河口段淤高 0.10 m 外, 其余均冲刷 $0.20 \sim 0.40 \text{ m}$ 。而在连续中小水年份, 由于水不出槽, 左、右滩面不过水, 停止淤积抬高, 而主槽则是呈现淤积势态。1964 年辽河发生大洪水后至 1984 年, 辽河连续 20 年没有发生大洪水, 各河段的主槽普遍淤积。据柳河口至盘山段 1965~1984 年资料统计, 柳河口至卡力马段, 河底抬高 1.29 m , 河宽缩小 179 m , 河槽断面缩小 629 m^2 , 淤积量达 $4288 \times 10^4 \text{ m}^3$; 卡力马至朱家房段, 河底抬高 1.24 m , 河宽缩小 74 m , 淤积量达 $1238 \times 10^4 \text{ m}^3$; 朱家房至六间房段, 河底抬高 2.39 m , 河宽扩大 71 m , 淤积量达 $574 \times 10^4 \text{ m}^3$; 六间房至盘山闸段, 河底抬高 1.98 m , 河宽缩小 49 m , 淤积量达 $2203 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

第三, 上段冲淤趋于平衡, 下段滩槽继续淤积抬高。1965 年后, 随着东、西辽河及辽河左侧支流上一些大型水利枢纽工程的相继建成, 辽河的到来水来砂条件有很大改变, 河道的冲淤规律也随之改变。根据多年的观测、分析, 辽河的滩槽淤积, 以巨流河为界, 可分为上、下两种状况。巨流河以上河段, 尽管也存在着大水淤滩冲槽, 中、小水淤槽的规律, 但是, 由于辽河发生大水的机率小, 滩面淤高和河槽冲刷的次数也少; 中、小水发生的机率虽大, 但是中、小水基本不出槽, 滩面基本不淤积, 仅仅造成河槽淤积, 由于西辽河泥砂基本得到控制, 左侧支流来水含砂量小, 河槽淤积也不严重。经过大、中、小水的河道自动调节, 河道冲淤接近平衡。因此, 巨流河以上河段的河道平均水深、河槽宽度、过流断面、平滩流量等都相对比较稳定, 多数河段呈弯曲性河型。巨流河以下河段, 在巨流河站下游 20 余 km 处左岸有柳河汇入。柳河是一条多泥砂河流, 上游土壤侵蚀模数最高达 $9830 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 水流最大含砂量达 $1500 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。据统计资料, 每年约有 2000 万 t 泥砂通过闹德海水库输向下游, 其中 1000 万 t 淤积在柳河河道内, 1000 万 t 输入辽河。由于柳河洪水和辽河干流洪水不遭遇, 一般先于辽河洪水, 因此, 如果柳河先来洪水而辽河来水很少, 则柳河泥砂大量淤积在辽柳汇合口及以下河段。辽河左岸支流兴建几个大的枢纽工程后, 辽河径流得以控制, 柳河泥砂淤积辽河的问题更为严重。1968 年, 柳河于 7 月份发生洪水, 而辽河的流量很少, 柳河的泥砂将入辽河附近的辽河主槽全部淤死, 逼迫辽河主槽改道于左侧大堤脚下, 形成十分严重的辽河章土台险工, 经过两年的人工疏通, 才使辽河主槽重归原道。尽管国家把柳河上游列为全国水土流失重点区进行大规模治理, 柳河发生中、小洪水的含砂量明显减

少,但是柳河发生大洪水时,柳河的泥砂仍会对辽河造成严重威胁。柳河的高含砂量水流注入辽河,使巨流河以下辽河继续淤积抬高,河势继续恶化。勘测资料表明,1965~1980年,巨流河至朱家房河段,15年的淤积量达5 610万t,平均每年淤积374万t,长年的淤积使柳河口以下近200km的辽河河段已成为“悬河”。卡力马以上河段滩面高出两岸堤内地面0.2~1.5m,卡力马以下河段,河床底平均高出两岸堤内地面0.5~2.16m,滩面高于堤内地面0.3~2.44m,最严重的L93号断面河底平均高程分别比左右岸地面高程高1.66m和2.16m,滩面又比堤内地面分别高2.07m和4.5m。由于河床不断淤积抬高,柳河口以下河段的主槽断面逐渐缩小,平均水深变小,平滩流量减少,造床流量维持时间长,河道演变加剧,河槽日益恶化。这种状况,仍在向下游延伸。

1968年,辽河下游的盘山闸建成后,使辽河河口段的冲淤规律发生重大变化。该闸未建前,辽河入海口段(亦称双台子河)河道基本处于冲淤平衡,上游来的泥砂,基本上通过该河段输入渤海,河口三角洲不断扩大,河口不断向海内延伸。该段河道主槽较深,过流能力大,平滩流量在1 000 m³/s左右。盘山闸建成后,特别是辽河三角洲地区的逐步开发,河闸完全改变了原设计运用方式,基本是泄洪开闸、不泄洪不启闸。这种运用方式,造成严重的闸上、下游淤积。河闸上游设计4.5m运行水位以下的库容为2 550×10⁴ m³,到1981年减至933×10⁴ m³,说明库容有64%被淤积。1985年8月23日,盘山闸洪水流量为1 840 m³/s时,闸上水位达6.41m,而设计通过相同流量时的水位为4.78m,说明由于淤积而抬高水位1.63m。闸下河段闭闸期都发生潮流回淤,大潮大淤,小潮小淤,开闸期如泄量不大,仅能把闸上蓄积的泥砂带到闸下淤积。这种情况,导致闸下河段海陆双相淤积。1965~1980年间,闸址至太平河口段河槽断面缩小59%,平均河底抬高1.75m。盘山闸上下游的淤积,只有遇有大洪水年份,河槽才能产生严重冲刷。据测量资料,1985年大洪水后,闸下河底最大冲深达2.05m,使河槽的泄洪能力得到较大的恢复。由于辽河中、小水年份多,而大洪水发生的机率小,因而,盘山闸上、下游总的趋势仍然是淤积抬高。

第四,上段河槽较稳定,中段河道演变剧烈,下段河型向不稳定发展。辽河中下游大致可以划分为5个河段:福德店至石佛寺、石佛寺至巨流河、巨流河至卡力马、卡力马至六间房、六间房至河口。①福德店至石佛寺河段:该段河长近200km,两岸为低山丘陵地形,支流发育,河道比降较陡,平均比降为2.3‰。1965年后,水砂条件的改变,加之低山丘陵控制河势,该段河道呈弯曲型河型,河道蜿蜒曲折。由于河床比降陡,水流含砂量少、挟砂能力大,加之弯道环流的影响,这一段河道弯道险工多,在发生造床流量时,弯道常常剧烈发展,乃至危及大堤安全。②石佛寺至巨流河河段:辽河流经石佛寺后,进入平原区。该河段为辽河由低山丘陵区至平原区的过渡段。河道比降开始变缓,平均比降为1.8‰~1.9‰。该段右侧虽然有秀水河、养息牧河汇入,但对辽河的水砂条件无大影响,所以这一段河道仍然呈弯曲型河段,比较稳定,只有在造床流量作用下,弯道发展剧烈。由于辽河支流的洪水基本为水库所调控,改变了原自然状态下的洪水过程,洪峰前中水持续时间较长,因此,在大洪水之年,该段河道的弯道发展迅速,常常出现危及堤防安全的重险工。③巨流河至卡力马河段:该河段目前是辽河

中下游最不稳定的河段，造成这种状态的根本原因在于多泥砂的柳河的汇入。1965年后，辽河上游径流量减少，柳河来砂淤积率提高，该河段逐渐向游荡型发展，在平面形态上河道趋直，弯曲系数减少，河道中砂洲增多，主流分汊，主槽淤积，过流断面减少，横向摆动大。据1958~1978年20年资料统计，巨流河至柳河口段最大摆幅为803 m，柳河口至卡力马段平均最大摆幅为1 109 m，极值达2 025 m。目前，该河段已成为典型的游荡型河段，主槽摆动大且无规律，常给防汛抢险造成预测不到的险情。

④卡力马至六间房河段：该段河道中，卡力马至朱家房段原为顺直型河段，朱家房至六间房段为弯曲型河段。1965年后，上游水砂条件的改变，该段河道也发生了相应变化。由于柳河泥砂大量淤积在柳河口至卡力马段，客观上起到调节沉砂作用，加之有腰屯、红庙子两座公路桥起到控导河势的作用，这段河道摆动较上段降低，朱家房以上河段平均最大摆幅由上段的1 109 m减至783 m。而朱家房以下河段仍呈弯曲型河段。现在担心的是，如果河流泥砂得不到有效的控制，随着上段的淤积向下游发展，该河段迟早也要向游荡型河道演变。这一河段的另一个问题是，河道横向比降大，主槽已成为“悬河”，主槽底高于两侧滩面，两岸堤脚处滩面最低，很容易造成主槽改到大堤脚下，形成重险工。1986年，台安县的何家险工就是这样形成的。

⑤六间房至河口河段：该河段为辽河分流只有百余年历史，全部承泄辽河上游来水只有50多年。由于该河段是辽河最下游，辽河的大量泥砂已在上游沉积，流到这一段的水流含砂量大为降低，挟砂能力较大，因此，在盘山闸建成前，该段河道一直保持弯曲型河型，且弯道演变剧烈。1968年，盘山闸建成后，闸上、闸下淤积严重，滩槽差减少，造床流量相应降低。加之，除汛期外，都是关闸蓄水，因而限制了水流的造床作用，六间房至盘山闸段弯道演变减缓。

新中国成立后，为了保证辽河中下游河道不再发生历史那样大的变迁，把错综复杂的来水来砂和因子多变的冲刷淤积造成的河道剧烈的演变，控制在两岸大堤间的行洪范围内，辽宁省的各级水利部门和专家、工程技术人员，在深入研究辽河演变特点和规律的同时，开展了大规模的河道治理。历经50余年的努力，不断总结前人和广大群众的经验，引进、推广、发展国内外的先进治河技术，使辽河河道险工治理技术不断改进和发展。到目前为止，在护岸工程、防渗处理、植物防护等方面都取得重大成就和突破。平顺护岸、丁坝护岸、潜坝护岸、裁弯取直、基础防渗、堤身防渗、护岸平台、生物防护等系统治理技术已经成熟。在护岸形式和材料以及防渗方法上有了新的突破。土工织物软体排、土工模袋、土工格栅、透水混凝土格栅丁坝、链锁混凝土板、水泥土、高压喷射灌浆、射水法修造地下连续墙、垂直铺土工膜等新技术得到了广泛应用。科学的治河，有效地抑制了辽河洪害，为开发辽河水资源创造了有利条件，使千古辽河在国民经济和社会发展中发挥出巨大的社会效益、经济效益和生态效益。

第三节 辽河的堤防工程与河道整治

辽河流域从地理位置、河流特征、暴雨和洪水特性以及治理的结果来分，辽河的堤防工程与河道整治可分为西辽河、东辽河、辽河干流中下游及浑太河4个地区。

一、西辽河的堤防工程与河道整治

西辽河是指辽河的上游，有两个河源，即老哈河与西拉木伦河，有一分流称新开河，主要支流是教来河。通常所说的西辽河干流是指老哈河与西拉木伦河在内蒙古自治区翁牛特旗海流吐附近汇流后，至辽宁省昌图县福德店的这段河道。

西辽河上游为黄丘陵地带，广泛覆盖着厚度不同的黄土层，植被稀少，部分地区多砂丘，水土流失较严重。流域内降雨集中在夏季，暴雨时有出现。上游山区雨水含蓄能力小，洪水来量大，西辽河河床宽浅，河道曲折多弯，水流含砂量较大，河床逐年淤积抬高，每遇洪水河道中泓迁徙，左右摆动，改道频繁，极易造成水患。

建国前西辽河地区没有水库，仅有少量堤防，防洪标准低，质量差，远不能防御西辽河的洪水。

建国后，在中国共产党和人民政府的领导下，对西辽河采取了诸多防洪措施，如在上游山区及丘陵区，除大范围地进行水土保持工程外，选择适当地点修建山谷水库，拦蓄洪水，削减洪峰；在中、下游平原地区，进行堤防整修，结合局部河道疏浚，并配以中游滞蓄洪水库以解决防洪问题。经过 30 多年来的实施，西辽河已建成了以水库、堤防和滞洪区联合运用的防洪体系。

（一）堤防工程

1. 修建与整修

西辽河堤防始建于何时，无确切的记载，从文献档案的历年洪水灾害记载中可知：1917 年（民国六年）西辽河发生一次大洪水，记载中没有提及“冲决堤防”、“溃堤四溢”等情况。1924 年洪水时，西辽河局部河段沿岸已修筑堤防，修堤开始时间是在 1917 年洪水后，1924 年洪水前。另据双辽县水利局调查，“1924 年（民国十三年）奉系军阀吴俊生主持修建辽源县白市东至三门王家段的西辽河堤长 5.5 km，平均高 2 m，边坡 1:1.5，西辽河改道后成为废堤，今已无存”。当时修堤的规模不大，标准不高，抗御洪水能力较低，每遇稍大洪水，堤防容易被冲决口。随后的年代，对堤防亦仅做些修补工作。

1940 年（民国二十九年）日伪为了在通辽大量修筑水田，在西辽河苏家堡进行老干河分流堵口以增加西辽河水量，同时修筑左岸顺河堤 30 km，以防止西辽河洪水向北泛滥。

1947 年此地解放，在民主政府领导下，从 11 月开始进行西辽河苏家堡复堤堵口工程，同时重修顺河堤 9 km，补修堤 7.5 km。

1948 年秋，西辽河堤工处成立，提出了堤防的初步修筑计划。到 1949 年 7 月，西辽河水利局成立，正式提出了西辽河筑堤计划，并于 1949 年秋后开始，到 1950 年末，西辽河全段普遍地展开了堤防的修筑。

自 1950 年西辽河的全部堤防建成后，到 20 世纪 60 年代中，每年对堤防都进行不同程度的整修。上游红山水库拦洪后，西辽河行洪机会减少，下游堤防的岁修工作有所减少，“文化大革命”期间，特别自 20 世纪 60 年代末到 20 世纪 70 年代末，河道堤防没有进行过必要的修整。直至 1981~1982 年，哲里木盟对西辽河大堤进行了全面的检查测量，1983~1984 年又对西辽河堤段进行了全面的加固培修。