

河北科技大学

硕士学位论文

官厅水库流域水污染控制对策研究

姓名：李靖洁

申请学位级别：硕士

专业：环境工程

指导教师：李再兴

20110517

摘 要

官厅水库是我国解放后修建的第一座大型水库,位于北京市西北 90km 的永定河上,主要任务是防洪、供水、发电,是北京市重要的供水水源地之一。由于官厅水库污染问题,1997 年被迫退出饮用水体系。近年来,随着治理力度的不断加大,水库水质有所好转,但仍达不到饮用水质标准。北京是水资源短缺城市,随着经济和社会的发展,水供需矛盾越来越突出。

官厅水库有 3 条入库河流,分别为桑干河、洋河、妫水河。其中洋河、桑干河流经张家口市的 11 个区县,汇合后进入官厅水库,入库水质的好坏是决定官厅水库水质的关键。

该论文通过对官厅水库流域水质及污染源现状进行调查,分析了流域水质现状及污染成因,制定了流域水污染控制的规划方案,提出了流域水污染控制的技术措施和管理措施。为达到改善流域水质的效果、恢复官厅水库饮用水功能、早日实现《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 II 类水体水质目标奠定了基础。

主要研究成果如下:

(1) 对现状调查结果进行分析,确定流域水质得不到根本好转的主要原因:工业产业结构不合理、污水处理厂建设标准有待提高,农村面源污染防治措施落后,环境管理制度不完善,没有实施流域的污染防治规划。

(2) 针对官厅水库流域污染防治存在的问题,制定了科学合理的流域工业污染控制、生活污染控制和农村面源污染控制规划方案,为统筹解决流域水污染问题提供依据。

(3) 针对目前环境管理存在的问题,提出了具体的污染控制管理措施;针对工业源污染、城镇生活污染和农村面源污染的不同特点,提出了经济可行的污染防治技术措施,为解决流域污染问题提供了技术支持。

(4) 预测结果表明,在落实污染控制规划方案后,流域的主要污染物 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的排放量可分别削减 44.7%和 86.0%,可使流域内主要污染物排放得到有效控制,对官厅水库水质改善将起到十分重要的作用。

关键词 官厅水库流域;水污染;成因分析;污染控制规划;对策

Abstract

Guanting reservoir is located in the Yongding River to northwest of Beijing, which is the first large-scale reservoir after liberation of China. It is not only one of important water sources for water supply in Beijing but also plays a big role in flood control and power generation. Because of water pollution, there is no Guanting reservoir for water supply in Beijing since 1997. Water quality of Guanting reservoir can't reach the standard of drinking water, though water quality improved with the increasing of further efforts to manage environmental in recent years. Beijing is a water shortage city, with the rapid economic development and social progress; the contradictions of water supply for cities are becoming increasingly evident.

There are three rivers merge into Guanting reservoir, Yang River and Sanggan River and Guishui River. Yang River and Sanggan River flows through 11 districts in Zhangjiakou, and then they merge into Guanting reservoir, the incoming water quality of which is the key to preservation of water quality for Guanting reservoir.

By the investigation of river basin water quality and present situation of pollution sources, The paper analyse the water contamination causes, Work out the general plans and implementing schemes for water pollution control, puts forward the technical measure and management measures for water pollution control. The achievements in paper can provide important basis for improve water quality, resume the function of drinking water source and keep meeting national standards of drinking water function and achieving Class II water quality.

Main research results were as follows:

(1) According to the analysis of the present situation investigation results, the paper put forward major cause that there was not a fundamental turn for water quality. It includes: unreasonable industrial structure, sewage treatment's construction standards was to be enhanced, non-point pollution control measures were backward, the environmental management measures was not perfected and pollution control plan wasn't implemented

(2) Scientific and reasonable industrial pollution controls were formulated in the paper, urban sewage pollution control and rural non-point pollution control planning program. It provided a basis for solving the problem of Guanting reservoir upstream region water pollution control as a whole.

(3) In view of the present environmental management problems, forward control measures were putted forward. According to the differences characteristic of industrial

pollution control, urban sewage emission control and rural non-point pollution control, the paper putted forward financially feasible solution, which could provide the technical support for controlling pollution.

(4) The predicted results indicated that COD will be cut 44.7% and $\text{NH}_3\text{-N}$ will be cut 51.2% after planning control projects implemented, which will make the basin pollutant discharge be effectively controlled, and which will play an important role to improve Guanting reservoir incoming water quality.

Key words: Guanting reservoir; water pollution; cause analysis; pollution control planning; countermeasures

第1章 绪论

1.1 流域污染控制管理研究现状

1.1.1 国外流域污染控制管理研究现状

流域污染在19世纪末就引起了发达国家的重视,流域污染防治已经历了几十年甚至上百年的时间,积累了宝贵的经验,对我国流域水污染防治有很重要的参考价值。

在流域污染控制方面,许多国家都经历了先污染后治理的过程,经过几十年甚至上百年的治理,走出了成功治理的道路。英国伦敦南部的泰晤士河在污染治理方面的成功经验是成立专门的治理委员会和泰晤士河水务局,对河流进行统一的管理,采用了系统工程学的方法,制定专门标准和专门的治理方案,取得了良好的治理效果。在塞纳河的治理上,法国也成立了直接隶属于环境部的流域管理机构,其主要职责是制定流域综合治理政策和协调地方政府部门之间的工作。日本在治理琵琶湖流域水污染方面,制定了水质保护规划,加大了对城市污水处理厂和农村污水处理厂的建设,并要求工业企业限期实现达标排放,以削减入湖污染负荷,虽然取得了一定的成绩,但没有取得水质的根本性改善。加拿大政府在治理圣劳伦斯河上采取了设立圣劳伦斯河治理项目,由环境部门牵头,多部门齐抓共管的管理体系,经过10年的努力,河流治理取得明显的效益。欧盟的水框架指导草案要求,水体的综合与可持续管理要达到河流整个流域的良好状态,到2005年要求75%的成员国,到2015年所有的成员国都运行综合水资源管理的政策和策略。目前,西班牙和葡萄牙已决定建立他们的流域机构,意大利已确定一些主要河流的机构、比利时和荷兰已从处理跨国界的主要河流的经验中获得效益,德国的水污染防治经验是成立了合作性的水协会,主要负责各自流域的排水和污水处理及水质管理,并在水资源开发利用方面进行协调和统一调配^[1-3]。

流域管理的成功经验主要有以下几点:

①制定流域的水质标准与排放标准。按照不同水质目标,根据污染情况制定流域水质标准并以此确定流域排污口的排放标准;

②加强立法是流域综合管理的基础。即通过立法确定流域管理的目标、原则、体制和运行机制,并对流域管理机构实行授权,为流域管理奠定法律基础;

③建立有效的流域管理机构。建立有效的流域管理机构是实施流域综合管理的保证,流域管理机构是流域综合管理的执行、监督与技术支撑的主体;

④流域规划是流域管理机构进行综合管理的手段,几乎所有的流域管理机构都将编制流域综合规划作为最重要的工作。例如墨累-达令河流域在机构建立后就编制

了流域的综合治理规划并通过实施；⑤引入经济手段是实施流域综合管理的重要方面。流域的经济管理手段是多种多样的，例如澳大利亚通过联邦政府的经济补贴来推进流域的治理工作，莱茵河流域管理机构与欧盟则采用补贴原则，如果达不到标准将受到处罚。从发展趋势来看，国外的水环境管理经历了污染-防治-保护-生态系统管理的发展阶段。20 世纪 30 年代美国提出了流域管理的概念，以流域方法为基础，采用流域分析的途径，采取有效的措施保护和恢复水环境与水生态系统。流域的环境规划主要有以下几个特点：从单一的水资源、水污染控制规划向综合性和系统性的流域环境规划转变，从偏重水资源规划向水资源与水环境的综合性规划转变，从重视工程方案向综合政策、管理、流域的综合管理模式转变，社会经济系统被逐步纳入流域环境规划的分析框架中，生态管理与流域分析的思路在研究中逐步得到深入。

在环境规划编制方面，1984 年 5 月在“地球的未来”会议上，提出人类的活动必须贯穿可持续发展的思想，即“经济、社会的发展必须同资源和环境保护相协调：在满足当代人需要的同时，不危及后代人满足其需要的能力。”90 年代以后，持续发展成为经济发展的主题，为实现这一主题，最重要的措施之一就是编制环境保护规划并以此协调社会、经济、环境和资源可持续发展 [4-5]。许多发达国家在环境保护上都十分重视环境保护规划的编制。在美国，每个州都设立了环境规划委员会，作为制定和实施规划的机构，美国的环境规划大多以区域性规划为主。为地区、州和地方的各级环境管理人员提供如何解决广泛的环境问题，并选择投资少的技术。主要特点及内容有：环境立法规划环境目标、进行环境预测并提出优化方案、研究能源与环境的关系、积极开展环境规划方法的研究。英国环境规划最早从 20 世纪 60 年代末开始，曾提出一系列研究报告。他们的目标是改善当地居民的生活质量、合理开发当地的资源。英国环境规划的特点是：环境规划是经济发展规划的有机组成部分、新市镇规划中包括环境规划的内容。日本的环境规划开始于 20 世纪 70 年代初，对福井工业区、近畿工业区等环境规划先后进行研究，提出各年度的规划目标，其次对开发和建设所造成的环境影响进行预测和评价，积极开展拟建工程项目的环境影响评价研究，同时采取各项污染防治对策，减少污染物排放量，以达到各年度环境目标。日本环境规划的特点是保护人体健康重于经济发展、环境规划中的防治重点突出、重视直接的和行政的管理、将标准作为基本的规划目标和手段^[6-7]。流域规划始于 19 世纪，1879 年美国成立密西西比河委员会，进行流域内的测量调查、防洪和改善航道等工作，1928 年提出了以防洪为主的全面治理方案。以后如美国的四纳西河、哥伦比亚河，苏联的伏尔加河，法国的罗纳河等河流，都进行了流域规划并获得成功，取得河流多目标开发的综合效益，促进了地区经济的发展。

1.1.2 我国流域污染控制管理方面的现状及存在的问题

我国的水环境保护开始于上世纪七十年代的工业三废治理技术、点源治理技术、区域水污染综合防治技术的研究工作。80年代以来,全国范围内开展的国家科技攻关计划,集中开展了区域水环境污染综合防治、水环境背景值和水环境容量及全球水环境问题的研究,多以点源污染为主要控制目标,特别是对工业和城镇生活污水排放的控制,而对非点源污染的研究尚处于起步阶段,对一些流域内的非点源污染的已有不少学者进行过深入的研究,但还存在许多问题,对决策还没有起到应有的作用^[7-8]。1984年,我国开始了淮河流域的治理,1995年8月颁发了我国第一部流域污染综合防治规章《淮河流域水污染防治暂行条例》,进一步明确了淮河污染治理目标。进入“九五”以来,以淮河流域治理为突破,先后开展了海河、辽河、太湖、巢湖、滇池的水污染防治,通过治理措施的实施,目前基本完成了确定的阶段性目标。二十一世纪,淮河流域治理工作在已取得成果的基础上,重点转为水环境治理和生态恢复建设,大力发展污水处理和中水回用,以实现水资源的可持续利用。

目前,我国在流域污染控制管理方面的现状和存在的主要问题有:

(1) 污染防治多以点源污染控制为主,非点源的研究尚处于起步阶段。目前对流域污染控制的研究主要针对工业和城镇生活污水排放的控制,而对非点源污染的研究尚处于起步阶段,还不能实现对非点源污染的控制^[9]。许多研究表明,即使是在点源污染全面控制之后,江河、湖泊,海域的水质达标率也不高(其中江河水质达标率为65%,湖泊水质达标率为42%,海域水质达标率为78%)。在我国的北京密云水库、天津于桥水库,安徽巢湖,云南洱海、滇池以及上海淀山湖等水域,非点源污染比例超过点源污染,成为威胁饮用水源的主要原因^[10]。因此对非点源污染进行合理的评价和管理是相当重要的,对非点源污染问题理论和方法的研究,是促进水环境污染控制和管理的重要手段。

(2) 流域管理主要以行政区域划分,未能实现流域的自然属性。从自然地理特征上讲,流域是水系的汇水区域,是具有水文功能的连续体。流域是以河流为廊道,由“山地、平原、湖区”所组成的空间联系体,是人类生存的基础。同时,流域又具有鲜明的社会,经济和生态属性,水库流域的服务功能也多存在于这些方面。而我国目前对河流的管理多以行政区划管理来实现,与流域的自然属性割裂开来^[11-12]。

近几年来,我国在水污染防治策略上发生了转移,主要有:

①逐步开始由侧重水污染末端治理向源头和工业生产全过程控制过渡,由浓度控制向浓度和总量控制的结合发展,由对点源的分散治理向集中控制转变。②对主要流域的污染控制方面有了越来越广泛的研究,探讨流域水污染防治与水环境综合管理的主要问题,提出了流域水污染控制的策略与原则^[13]。③编制流域的污染防治规划,提出流域水资源综合管理规划,并以规划为指导,编制实施计划,实现水资

源的可持续发展^[14]。④产业调整的思路。⑤实施了污染物总量控制制度。

河流的污染治理是一个复杂的协调过程，合理的流域污染控制规划不但可以大大减少排放，产生经济效益，还可以制定切实可行的水环境目标 and 水质标准，制定区域污染物排放限制、评价水质与排污的关系。我国在规划编制方面主要经历了四个阶段^[16-18]。

第一阶段（探索阶段）：从 1973 年全国环境保护工作会议开始，提出了“全面规划、合理布局”，对环境规划已经开始重视，从 20 世纪 70 年代开展的北京东南郊、沈阳市及图们江流域环境质量评价和污染防治途径研究为环境规划的研究作出了有益的探索和尝试，80 年代初济南市环境规划和山西能源重化工基地综合经济规划中的环境专项规划是我国最早的区域环境保护规划，但这两个规划内容和范围仅限于污染治理，规划分析了存在的主要环境问题，提出了治理措施，在深度上还停留在以定性为主的阶段上。

第二阶段（研究阶段）：1983 年我国第二次环境保护会议上提出了“三同步”方针，表明我国对环境与经济建设关系的认识有了新的飞跃，对环境规划的发展有十分深远的影响。“七五”期间我国开展了国家科技攻关项目-大气和水环境容量研究，并在丹东鸭绿江、湘江和深圳河等环境规划中得到应用，为环境规划从定性分析到以定量为主创造了条件。而后水利部和国家环境保护局共同开展了七大流域水污染防治规划，为流域污染防治起到了重要作用。

第三阶段（发展阶段）：1989 年第三次全国环境保护会议进一步明确了环境与经济协调发展的指导思想。1992 年联合国环境与发展大会积极倡导可持续发展战略，会后我国颁布了《中国 21 世纪议程》，确定了“走可持续发展之路是我国未来和 21 世纪发展的自身需要和必然选择”。由此，环境规划的指导思想提高到可持续发展的高度，规划内容从末端控制转向优化产业结构、生产合理布局、发展清洁生产和污染治理的全过程。1993 年国家环保局组织编制了《环境规划指南》，为加强环境管理，国家环保局开展了污染物排放总量控制试点，在这种环境下，我国广泛开展了环境规划的编制工作，出现了一批优秀的环境规划，在规划方法上也有了新的进展。

第四阶段（深化阶段）：1996 年国务院召开了第四次全国环境保护会议并颁发了《关于环境保护若干问题的决定》，批准了《国家环境保护“九五”计划和 2010 年远景目标》。国家实施污染物排放总量和跨世纪绿色工程规划两项举措。各级政府对环境规划都十分重视，并大力推进规划的实施，要求规划需落实到具体项目，提高了规划的可操作性，使规划编制和实施成为环境管理和决策的重要环节，发挥了十分重要的作用。“三河三湖”水环境规划是这一时期的代表。中国自 50 年代开始，对黄河、长江、珠江、海河、淮河等大河和众多中小河流先后进行了流域规划。其中一些获得成功，取得了良好的经济效益，积累了可贵的经验。但也有一些

流域规划,因基础资料不够完整、可靠、系统,审查修正不够及时,未起到应有的作用。70年代末以来,对一些河流又分别进行了流域规划复查修正或重新编制的工作。

1.2 流域污染控制技术研究现状

1.2.1 国外流域污染控制技术研究现状

各个国家都十分重视污染控制技术的开发,加拿大政府于1991年推出了环境科技发展的国家计划,该计划历时7年,主要目的就是研究发展环保技术、改善环境质量,控制污染物;在工业污染源的治理方面,除了采用污水集中处理的技术,另一个重要的手段就是实行清洁生产技术,运用新的生产技术和新的管理模式达到防治污染的目的^[19-20]在城市污水处理方面,20世纪50年代,欧美工业的快速发展使其水环境污染是益严重,促进了城镇污水处理工艺的发展,70年代末,美国已建成了城镇污水处理厂18000座,英国、法国、德国也各兴建了7000-8000座污水处理厂。80年代后,污水脱磷除氮工艺技术的研发与应用,使污水处理水平进一步提高,90年代后,发达国家的城镇污水处理需求萎缩,逐渐失去了开发新工艺的动力,城镇污水处理在近十年来未出现根本性的革新。国外污水处理的早期阶段代表性技术有Moris池、生物滤池、活性污泥法,普及阶段主要有生物滤池法、活性污泥法,发展阶段新技术有氧化沟、A-B法、SBR法、高浓度活性法污泥法、好氧生物流化床、复合反应器、膜-生物反应器等^[21]。

在预防面源污染方面,国外在20世纪70年代开始了利用生态技术控制农村非点源污染的研究,国际上比较先进的方法有土地处理技术和河流廊道的人工湿地等方法,美国、日本等发达国家主要采用生物氧化塘、人工湿地和土地处理系统治理面源污染。人工湿地是本世纪70年代末发展起来的一项污水处理生态技术,它是一种人工建造和监测控制的与沼泽相类似的地面,通过湿地自然生态系统的物理和化学以及生物作用来共同作用^[22],它对N、P泥沙及有机物有较好的吸收、吸附及物量沉降作用,工艺简单。国外人工湿地最初是用来处理城镇和乡村生活污水,主要针对BOD₅和SS,随着对N和P标准的提高,研究方向逐渐转向除磷脱氮。在农村生活污水处理方面,发达国家工业化及农业现代化程度高,多侧重于统一收集处理与处理工艺的研究。小规模污水处理技术在国外应用十分广泛,最简单的如化粪池、自然水塘等较复杂的有脱氮工艺等。在美国,普遍采用地下土壤渗滤沟系统,日本开发并使用地下土壤毛管渗滤沟工艺。瑞典、芬兰、挪威等国约有150多散居户利用地下土壤渗滤法处理生活污水。韩国农村的居民分散居住,兴建集中的污水处理系统造价太高,小型和简易的湿地处理系统较广泛。近年来畜禽养殖对环境造成的污染越来越凸显,畜禽养殖粪便污染主要途径有做肥料施用造成N和P的流失;二是由于畜禽生产中不恰当的粪便贮存,N、P的渗漏,三是没有污水处理设施直接

或通过地表径流进入水体。国外治理粪便的方法分为产前、产中和产后治理, 产前主要有饲料科学配方, 加入添加剂控制畜禽 N、P、K 的排放量^[23], 产中治理主要为控制畜禽养殖环境, 防治畜禽粪尿及冲洗水的流失。产后处理方法有物理处理、物化处理、化学处理和生物处理。物理处理有固液分离、沉淀、过滤等; 化学处理包括中和、絮凝沉淀、氧化还原等, 物理化学包括吸附、离子交换、反渗透、电渗析、萃取等。生物处理包括好氧、厌氧、自然处理、综合处理等, 由于物理处理是效率低, 而化学处理存在二次污染的问题, 目前应用最多的是生物处理法。

1.2.2 我国流域污染控制技术方面的现状

技术措施是实现流域治理的根本手段, 包括污染源控制措施、建设污水处理厂、合理利用水资源、加强水质监测等。目前, 我国在流域污染控制技术方面的研究主要是工业污染源治理、城市生活污水处理和农村面源污染治理。

1988 年以来, 国家环保总局等有关部门制定并发布了城市污水处理、印染行业、草浆造纸工业等一系列技术政策, 按照“预防为主、清洁生产”的原则, 明确了相应行业的污染技术防治的目标、技术路线、技术原则和技术措施, 特别是依据治理技术的选择原则, 提出了经实践证明为成熟、可靠、经济、合理的技术路线, 在指导各类污染源污染防治方面起到了指导作用。

在工业污染源治理方面采取的主要控制措施有: ①对新、改、扩建工业污染源实施“三同时”制度, 其污染治理措施必须与主体工程同时设计、同时建设、同时投产, 保证了新、改、扩建项目的污染物达标排放。②对老污染源实施清洁生产。③工业企业内部实行清污分流, 合理用水。④选用先进的污水处理工艺^[24-26]。

工业污水按污染物性质可分为有机废水、无机废水、重金属废水、放射性废水、受热污染废水等, 对不同的废水采取不同的处理工艺, 对易生物降解的有机废水可采用一般生物处理法; 对无机废水一般采用物理、化学和物化法; 对重金属废水可采用化学沉淀法、离子交换法、膜法或活性炭吸附法等; 对放射性废水采用稀释扩散法、浓缩净化和回收利用法; 对热废水采用降温冷却再回用的方法。实际上工业废水可能排出几种不同性质的废水, 而一种废水可能存在多种不同的污染物, 因此工业废水处理较复杂, 要针对具体的工艺和废水排放特点, 选择适合的污水处理工艺。

城市生活污水是一种水量稳定且供给可靠的潜在水资源, 在城市生活污水处理方面, 处理技术成熟, 处理后可回用于农业灌溉、工业用水、市政、生活及补充地下水 and 城市河湖用水等, 我国淡水资源短缺, 因此开展城市污水的净化及再生利用有十分重要的意义^[27]。我国的城镇污水处理从 70 年代开始, 1984 年 4 月 28 日我国第一座污水处理厂天津市纪庄子污水处理厂投产, 截至 2000 年底, 全国已建成城镇污水处理厂 427 座, 到 2007 年底, 我国已投产的污水处理厂 1178 座, 污水处理能

力 $7.206 \times 10^7 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, 城镇污水处理率达到 49.1%。我国在“七五”期间开始研究城镇污水处理技术, 对氧化塘、土地处理和复合生态系统等自然处理技术研究较多, 建立了氧化塘、土地处理城市污水示范工程, “八五”期间主要对高负荷生物膜、氧化沟技术进行了研究; “九五”期间研究重点为中小城镇简易污水处理实用全套技术, 解决能耗高、占地大等问题。由于城镇污水处理技术的不断发展, 对水质处理深度及处理对象不断提高, 目前对传统的活性污泥法流程和技术不断进行更新并且研究开发可以代替活性污泥法的处理流程和技术以及废水回用处理流程和技术。在污水深度处理技术方面, 研究污水的资源化, 以解决水资源短缺, 使城镇水污染处理成为一种自然资源再生和利用的新兴工业。2000 年由建设部、国家环保局、科技部联合发布了《城市污水处理及污染防治技术政策》, 提出我国城市污水处理的目标, 在技术路线和工艺选择方面, 规定了城市污水处理设施建设应采用成熟可靠的技术, 也可积极稳妥的选用污水处理新技术, 出水应达到国家或地方规定的水污染物排放标准, 同时该技术政策还规定了各类处理工艺的适用范围。

农村面源污染主要包括农村种植业面源污染、畜禽养殖业面源污染、农村生活面源污染^[28-30]。在污染治理方面, 我国主要采用针对生活污水、垃圾等不同污染源采取分而治之的措施。在农村生活污水治理措施研究方面也进行了一系列研究, 如沈阳西部的滞洪区的慢速渗滤土地处理系统、北京昌平使用的快速渗滤土地处理系统及各地研究较多的湿地系统, 南京大学在承担国家 863 太湖河网面源污染治理项目中提出的毛细管渗滤沟处理系统等治理技术, 改厕建厕也是解决农村人粪尿污染的重要途径, 探讨建立投资少、占地少、无污染的生态型厕所。总体来说农村生活污水处理技术主要分为集中式收集处理、分散式就地处理、分散式家庭处理、分散式与集中式相结合处理、生活污染控制与农业生产相结合等模式。在畜禽养殖污染治理方面, 发展规模化、规范化畜禽养殖业, 有利于规范和实施污染治理, 建设养殖场沼气工程和畜禽养殖粪便资源化利用, 减少畜禽养殖对环境的污染。畜禽养殖污染防治技术主要有种养平衡低排放模式、生物发酵床零排放技术、畜禽粪便处理技术等。在农村种植业污染防治方面主要有肥料施用技术、田间管理技术、优化农药施用等技术。

1.3 本课题研究的目的是、意义及主要研究内容

1.3.1 研究目的、意义

官厅水库是我国解放后修建的第一座大型水库, 位于北京市西北 90km 的永定河上, 大部分区域位于河北省怀来县境内。主要任务是防洪、供水、发电, 是北京市重要的供水水源地之一。官厅水库控制流域面积 43402 km^2 , 占永定河流域面积的 92.8%, 地跨山西省、河北省、北京市。有 3 条入库河流, 分别为桑干河、洋河、妫

水河,三条河流流域面积分别为:桑干河 25840 km²、洋河 16710 km²、妫水河 852km²。

目前,官厅水库水质存在的主要问题主要是有机污染和富营养化、水库淤积、上游地区水环境污染、水土流失等问题。1997 年官厅水库被迫退出饮用水体系。此后在中央政府的强力协调下,官厅水库周边地区加大对流域水质的污染治理,随着“21 世纪初期首都水资源可持续利用规划”官厅水库恢复饮用水源功能的实施,自 2002 年始,水库水质有所好转,2007 年官厅水库恢复成为北京应急备用水源,但距离官厅水库正式恢复饮用水目标仍存在一定差距。

北京是水资源紧缺的城市,随着首都经济和社会的快速发展,水供需矛盾将越来越突出,因此尽快恢复官厅水库的饮用水功能是十分迫切的,而官厅水库的水质的改善决定于入库河流的水质,目前,流域内工业、城镇生活污水排放和农村面源污染是导致入库河流水质污染的主要原因,针对官厅水库流域水质目前存在的主要问题,制定流域水污染控制规划方案,提出合理可行的流域污染控制管理和技术措施,对加强流域污染控制、改善流域水质,尽早恢复官厅水库饮用水功能具有十分重要的现实意义。

1.3.2 主要研究内容

本论文拟从全面分析官厅流域区域环境概况和水环境质量现状入手,重点调查流域内张家口市各县、区的工业废水、生活污水及农村面源污染等资料;针对官厅水库水质现状及污染原因,从工业污染源控制、城镇生活污水控制、农村面源污染控制三个方面,制定官厅水库上游流域水污染控制规划方案;提出切实可行的污染控制管理及技术措施;分析采取以上污染控制措施后对流域污染的削减及控制效果。

主要研究内容如下:

(1) 对官厅水库及上游流域水环境及污染源现状进行调查和分析,摸清流域工业、城镇生活、农村面源污染物排放状况,分析官厅水库流域存在的主要环境问题,解析其污染成因,为采取有效措施控制污染、改善流域水质提供支持。

(2) 针对官厅水库流域的水污染现状和污染成因,以控制官厅水库上游流域的污染为目标,从工业污染源控制、城镇生活污染源控制、农村面源污染控制三个方面,提出技术经济可行的污染控制的规划方案。

(3) 为实现官厅水库流域污染控制规划,提出有效的流域的工业、城镇生活和农村面源污染的技术措施和管理措施,落实规划、全面防控,达到从源头控制污染,改善流域水质的最终目的。

(4) 根据制定的流域污染控制规划,预测各种污染控制技术措施和管理措施落实后对流域各类污染物的削减量及削减效果,分析其对流域水环境质量的改善情况。

第2章 官厅水库流域水环境现状及污染成因分析

通过对官厅水库及上游流域水环境及污染源现状进行调查和分析,摸清流域工业、生活、农业污染物排放状况,分析官厅水库流域存在的主要环境问题,解析其污染成因,为采取有效措施控制污染、改善流域水质提供支持。

2.1 官厅水库概况

2.1.1 官厅水库工程概况

官厅水库是我国解放后兴建的第一座大型水库,为兼具防洪、供水、发电、灌溉功能的多年调节水库。本流域 50%以上为黄土丘陵,水土流失严重,含沙量高达 $300\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。年内径流分配不均,年际变化也很大,最大实测年径流量 $30.6\times 10^8\text{m}^3$,洪峰流量 $4000\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (1936 年);最小实测年径流量 $1.7\times 10^8\text{m}^3$,入库最小流量 $2.0\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$,相差十分悬殊。官厅水库总库容 $41.6\times 10^8\text{m}^3$,防洪标准为千年一遇洪水设计,并留有 $4.26\times 10^8\text{m}^3$ 库容作为上游部分水库垮坝预备库容。

2.1.2 官厅水库水文概况

官厅水库建成后,来水量呈逐年下降趋势。根据官厅水库入库水量分析,50 年代水库来水量平均值为 19.97 亿 m^3 ,60 年代水库来水量平均值为 13.21 亿 m^3 ,70 年代水库来水量平均值为 8.31 亿 m^3 ,80 年代水库来水量平均值为 4.91 亿 m^3 ,90 年代水库来水量平均值为 3.13 亿 m^3 。2000-2006 年水库来水量平均仅为 1.13 亿 m^3 ,仅为 90 年代的 36.1%。

由于上游地区连续枯水,入库径流减少,水资源紧缺,水库供水能力得不到保证,2002 年水库向下游供水总量只有 0.36 亿 m^3 ,低于水库供水保证率 95%时的 2.17 亿 m^3 水量,水库调节能力降低,供需矛盾极为尖锐,影响水库供水效益的发挥。为缓解水库供水的供需矛盾。

来水量减少的原因一是近年来降水量的减少,更重要的是上游水利工程的修建和流域用水量增大所致。流域内除官厅水库外,上游有大小水库 300 座左右,总库容达 $15\times 10^8\text{m}^3$;其中大型水库 2 座 (册田水库、友谊水库)、中型水库 16 座、小型水库 280 座。张家口和山西雁北地区淤灌工程 3000 多处,总引水能力达 $3000\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 。

2.1.3 官厅水库水环境概况

官厅水库水质变化主要有以下特点:一是有机污染不断增加,1973 年至今,水体中氨氮等有机污染物浓度呈上升趋势并成为主要污染物;二是富营养化,自 20 世纪 80 年代起,水体富营养化程度不断增加,现水库已成为富营养化水体。

1997 年, 由于水库上游流域工业造成的严重污染, 作为北京城市生活水源的官厅水库被迫退出北京饮用水系统。按照国务院 2002 年公布的《21 世纪初期首都水资源可持续利用规划》, 国家已先后投资 69 亿元恢复官厅水库的饮用水功能。在位于官厅水库上游的黑土洼, 采用德国技术的 250 亩人工湿地已经开始发挥作用。这项工程是官厅水库的第一道生态屏障。永定河上游受污染的河水通过湿地旁的设备处理之后, 再流入人工湿地碎石床, 经过几次水生植物和碎石过滤、净化, 最后污染物总量可以削减三到五成, 它每年可深度处理 2590 万吨受污染原水, 类似的湿地生态净化工程还有 4 处。此外, 治理措施还包括上游及周边地区建立生态保护区, 限制工业农业发展、投巨资兴建 25 处污水处理设施等。2007 年水库水质全年稳定在三类水质。按照饮用水标准, 三类水质可适用于集中式生活饮用水源地二级保护区、一般鱼类保护区及游泳区。2007 年 8 月 21 日, 官厅水库成为北京的应急备用水源 [33-34]。

2.2 官厅水库流域概况

官厅水库位于北京西北约 80km 河北省怀来县官厅村。水库建于 1954 年, 1989 年扩建, 总水库库容 $416 \times 10^8 \text{m}^3$, 为多年调节的大型水库。水库建于永定河上, 属海河水系 [31-32]。

水库流域内有桑干河、洋河、妫水河 3 条较大的支流汇入。桑干河长 437km, 流域面积 $2.6 \times 10^4 \text{km}^2$ 。洋河发源于内蒙古高原南部, 在张家口南又汇入清水河和若干小河; 洋河长 278km, 流域面积 $1.6 \times 10^4 \text{km}^2$ 。另外, 延庆县境内有长约 30km 的妫水河直接入库。妫水河干流河长 18.5km, 河宽 75~250m, 流域面积 1073.6km^2 , 三条河流控制流域面积 $4.3 \times 10^4 \text{km}^2$, 占总流域面积 (46768km^2) 的 92.8%。流域内行政区划上包括内蒙古、山西、河北和北京市的共 32 个区县 (见图 2-1)。以水库当年建设的设计标准, 控制流域面积内多年平均径流量 $8.8 \times 10^8 \text{m}^3$ 。但自 1954 年建库以来, 官厅水库来水量呈逐年下降趋势, 水库出库水量比较稳定。

官厅水库的主要污染来自洋河、桑干河及水库周边地区的河北省张家口市 4 区 8 县, 因此本文所讨论的范围仅限于上述范围, 流域控制面积 $4.3 \times 10^4 \text{km}^2$ 。妫水河水质较好, 因此本文不做讨论。

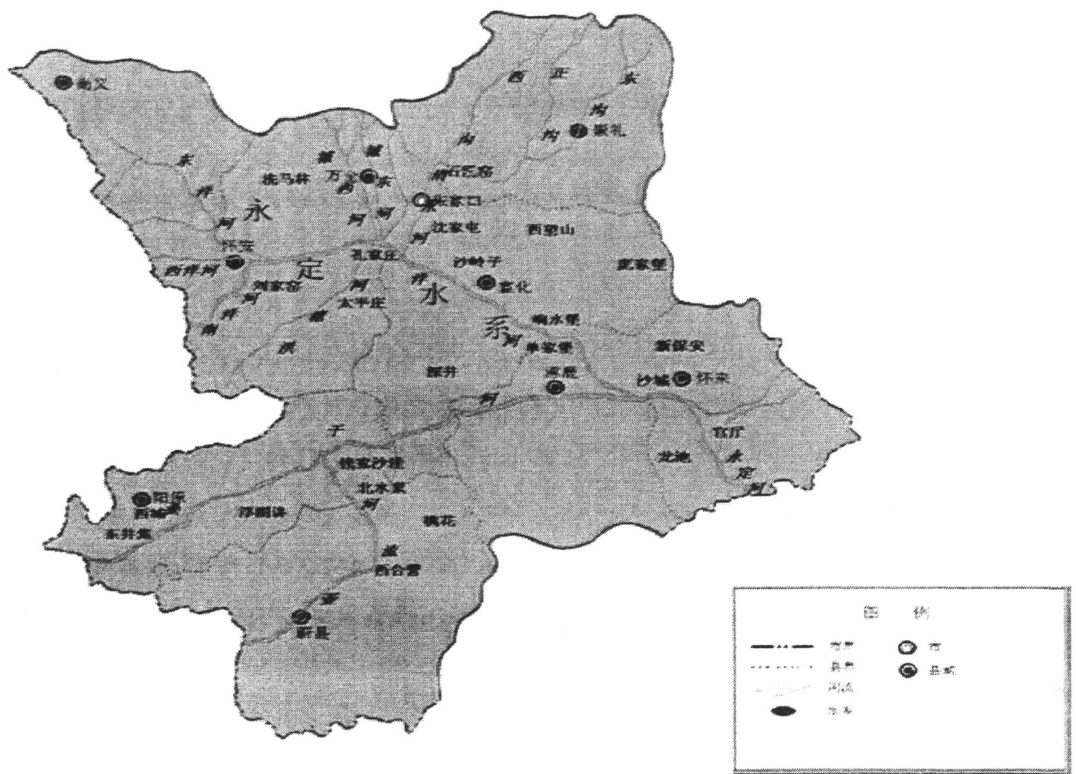


图 2-1 官厅水库流域概况

Fig.2-1 Drainage map of Guanting reservoir

2.3 流域水质现状及变化趋势分析

根据 1972 年至今 30 多年的水质监测资料分析，流域河流水质经历了由逐渐恶化到略有好转的过程，河流水环境仍未得到根本改善。

(1) 桑干河水质：桑干河由于上游山西册田水库拦截，水质变化不大，多年来基本处于中等污染，水质为 IV 类或好于 IV 类。

(2) 洋河水质：洋河中下游河段，自张家口至官厅水库的约 70km 范围内，河流水质变化分三个阶段：

1972-1983 年，由于行政干预，政府投入资金使原污染水体自 1979 年得到改善，并保持到 1983 年。

1984-1997 年，由于张家口市、宣化区工业迅速发展，工矿企业大量增加，污染治理工作严重滞后，使洋河水质恶化，处于严重污染状态。

1998-2009 年，洋河上游加大对洋河水质的治理力度，水质逐年好转。

(3) 妫水河水质：妫水河水质较好，自 1986 年至今水质一直比较稳定，处于 III 类或好于 III 类的状态。

2.3.1 流域水质监测断面简介

目前，张家口市环境监测站对官厅水库上游的洋河、桑干河设有常规监测断面，对洋河、桑干河水质进行监控监测。洋河设地表水监测断面 4 个，分别为左卫、响水铺、鸡鸣驿、八号桥断面；桑干河设监测断面 4 个，分别为揣骨疃、壶流河小渡口、石匣里、温泉屯断面。其中八号桥断面为洋河、桑干河汇合后入官厅水库的污染控制断面。（断面布置情况详见图 2-2）

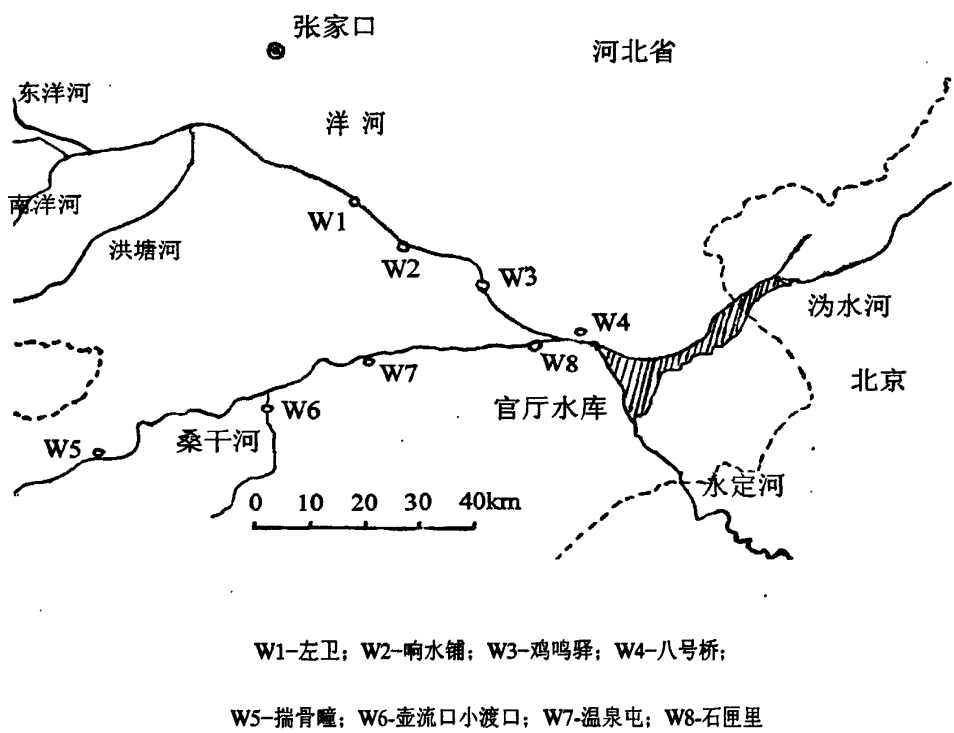


图 2-2 洋河、桑干河监测断面布设

Fig.2-2 Sampling point distribution map of Yanghe and Sangganhe

2.3.2 流域水环境质量现状

2.3.2.1 水环境质量现状

根据张家口市环境监测站对洋河、桑干河各监测断面 2009 年的监测结果，经统计分析 2009 年洋河、桑干河各监测断面水质监测结果见表 2-1。

表 2-1 2009 年洋河、桑干河水质监测结果 (单位: 除 pH、水量外均为 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)Tab.2-1. Monitoring results of Yanghe and Sangganhe on 2009 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)

监测断面 污染因子	洋河					桑干河		
	左卫	响水铺	鸡鸣驿	八号桥	揣骨疃	小渡口	温泉屯	石匣里
	w1	w2	w3	w4	w5	w6	W7	W8
水量/ ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)	1.96	0.73	1.11	2.47	3.58	1.48	0.45	1.95
PH	7.49	7.54	7.609	7.42	7.83	7.66	7.48	7.62
溶解氧	6.58	7.10	5.94	6.63	8.27	6.88	7.60	6.73
高锰酸盐指数	6.57	3.90	3.88	4.52	4.85	3.36	1.93	4.00
生化需氧量	8.17	2.78	3.52	3.87	2.45	2.26	2.72	2.42
氨氮	1.06	0.631	2.77	3.91	0.471	0.719	0.209	0.950
挥发酚	0.0042	0.0032	0.0022	0.0026	0.002	0.0024	0.0026	0.002
氰化物	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
砷	0.0002	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0007	0.0006	0.0007
汞	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
六价铬	0.0145	0.0088	0.007	0.0069	0.007	0.0072	0.0059	0.0072
铅	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
镉	0.001	0.0015	0.001	0.0012	0.001	0.001	0.001	0.001
石油类	0.02	0.018	0.02	0.038	0.01	0.01	0.017	0.01
总磷	0.122	0.156	0.276	0.252	0.048	0.081	0.055	0.068
化学需氧量	34	13	19	20	18	12	11	11
氟化物	0.465	0.463	0.473	0.429	0.29	0.476	0.3982	0.438
硒	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
阴离子表面活性剂	0.055	0.073	0.142	0.063	0.05	0.05	0.05	0.05
粪大肠菌群	835	1085	2218	2975	65	1408	2052	552
铜	0.0032	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
锌	0.05	0.05	0.05	0.053	0.05	0.05	0.05	0.05
总氮	4.08	9.89	10.30	11.0	2.67	3.40	5.51	3.69
硫化物	0.042	0.03	0.02	0.021	0.02	0.02	0.02	0.02
水质类别	V 类	劣 V 类	III 类	劣 V 类	III 类	III 类	III 类	III 类
水质状况	中度 污染	重度 污染	良好	重度 污染	良好	良好	良好	良好

注: 以上监测结果均为年均值

2.3.3.2 水质现状评价

根据张家口市环境监测站 2009 年洋河、桑干河各监测断面的监测数据,采用《地表水质量标准》(GB3838-2002)中 III 类标准进行评价,选择高锰酸盐指数、生化需氧量、挥发酚等 21 项主要污染因子。采用综合分类算术平均指数法进行评价,其中 $\bar{P}$ 为平均分类指数; K_i 为污染物在 i 断面诸污染物中的分担率。评价结果见表 2-2。

表 2-2 2009 年洋河、桑干河水质评价结果

Tab.2-2. Evaluate results of Yanghe and Sangganhe on 2009												
污染因子	洋 河				桑 干 河		桑 干 河		桑 干 河		P	K_i
	左 卫	八 号 桥	响 水 铺	鸡 鸣 驿	P	K_i	石 匣 里	温 泉 屯	小 渡 口	揣 骨 疃		
溶解氧	0.76	0.75	0.7	0.84	0.77	3.96	0.74	0.66	0.73	0.6	0.68	6.73
高锰酸盐数	1.09	0.75	0.65	0.65	0.79	4.07	0.67	0.32	0.56	0.81	0.59	5.8
生化需氧量	2.04	0.97	0.7	0.88	1.15	5.93	0.61	0.68	0.57	0.61	0.62	6.06
氨 氮	1.06	3.91	0.63	2.77	2.09	10.81	0.95	0.21	0.72	0.47	0.59	5.78
挥发性酚	0.83	0.53	0.63	0.43	0.61	3.14	0.44	0.53	0.48	0.4	0.46	4.55
总氰化物	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.2
总 砷	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.021	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.039
总汞	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.59	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4.92
六价铬	0.29	0.14	0.18	0.14	0.19	0.96	0.14	0.12	0.14	0.14	0.14	1.34
总 铅	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	2.07	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	3.94
总 镉	0.2	0.24	0.3	0.2	0.23	1.21	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.97
石油类	0.32	0.71	0.36	0.4	0.45	2.32	0.2	0.34	0.2	0.2	0.24	2.31
铜	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.016	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.03
锌	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.26	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.49
总磷	0.61	1.26	0.78	1.38	1.01	5.21	0.34	0.27	0.41	0.24	0.31	3.09
化学需氧量	1.69	1.0	0.63	0.93	1.06	5.49	0.53	0.55	0.61	0.93	0.65	6.41
氟化物	0.47	0.43	0.46	0.47	0.46	2.37	0.44	0.4	0.48	0.29	0.4	3.94
硒	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.2
阴离子表面活性剂	0.28	0.31	0.37	0.71	0.42	2.15	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	2.46
粪大肠菌群	0.1	0.3	0.11	0.22	0.18	0.93	0.06	0.27	0.14	0.01	0.12	1.16
硫化物	0.21	0.1	0.15	0.11	0.14	0.74	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.98
总污染指数	15.01	23.41	17.54	21.42	19.34	100	10.35	11.4	9.97	8.91	10.16	99.99
平均污染指数	0.68	1.06	0.8	0.97	0.88	-	0.47	0.52	0.45	0.41	0.46	-

注：以上评价结果均为年均值

从表 2-2 可以看出，污染分担率分别占 90% 以上的污染物按污染分担率由大到小顺序分别是：

洋河：氨氮、生化需氧量、化学需氧量和总磷。洋河以氨氮污染最为严重。

桑干河：化学需氧量、生化需氧量、高锰酸盐指数、氨氮。洋河、桑干河各监测断面水质污染程度见表 2-3。

表 2-3 官厅水库流域地表水质现状分析评价

Tab.2-3 Aanalysising and evaluating about surfac watere of Guanting reservoir Guanting basin

河系	断面	平均污染指数	污染程度
洋河	左卫桥	0.68	中度污染
	八号桥	1.06	中度污染
	响水铺	0.80	中度污染
	鸡鸣驿	0.97	中度污染
	平均	0.88	中度污染
桑干河	石匣里	0.47	轻度污染
	温泉屯	0.52	中度污染
	小渡口	0.45	轻度污染
	揣骨瞳	0.41	轻度污染
	平均	0.46	轻度污染

注：以上评价结果均为年均值。

从以上分析结果可看出，2009 年官厅水库上游流域以氨氮污染和有机污染为主，重金属污染较轻。洋河各监测断面水质均属中度污染，水质较差；桑干河各断面除温泉屯为中度污，其它断面均为轻度污染，整体水质较好，为轻度污染。有机污染对桑干河水质造成很大威胁，。

2.3.3 流域水质变化趋势分析

2.3.3.1 水质类别变化情况

2005 年至 2009 年洋河、桑干河各断面水质类别变化情况见表 2-4。从表 2-4 中可看出，2005 至 2009 年，洋河水质总体呈略有好转的趋势，八号桥断面和鸡鸣驿断面水质仍为劣 V 类，水质较差，左卫和响水铺断面水质较好；桑干河水质总体较好，200 年至 2009 年四个监测断面均为 III 类水质。

表 2-4 2005-2009 年洋河、桑干河各断面水质类别变化情况

Tab.2-4 The classification of the water quality about Yanghe and Sangganhe's sampling point between 2005-2009

河流	断面	水质类别				
		2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年
洋河	左卫桥	劣 V	IV	V	劣 V	V
	八号桥	劣 V	劣 V	劣 V	劣 V	劣 V
	响水铺	劣 V	劣 V	劣 V	IV	III
	鸡鸣驿	劣 V	劣 V	劣 V	劣 V	劣 V
桑干河	石匣里	IV	IV	IV	III	III
	温泉屯	III	III	III	III	III
	小渡口	IV	III	V	III	III
	揣骨疃	IV	IV	断流	V	III

注：以上结果均以年均值统计。

2.3.3.2 主要污染物变化情况

2005—2009 年洋河、桑干河各监测断面 COD、氨氮年均值见表 2-5。从表 2-5 可以看出，洋河、桑干河各断面 COD 监测结果基本呈下降趋势，各断面均存在 COD 超标情况，洋河相对较重。各断面氨氮监测结果呈明显的下降趋势；洋河各断面氨氮监测值呈下降趋势明显，桑干河各断面监测值基本在 III 类标准以下，变化幅度不大。洋河氨氮污染问题较突出，大部分断面监测结果为劣 V 类。桑干河各断面水质明显好于洋河。

表 2-5 2005-2009 年洋河、桑干河各断面主要污染物监测结果

Tab.2-5 The monitoring results of primary pollutant about Yanghe and Sangganhe between 2005-2009

年度/年	浓度/(mg·L ⁻¹)	洋河				桑干河			
		左卫	八号桥	响水铺	鸡鸣驿	石匣里	温泉屯	小渡口	揣骨疃
2005	COD	39	33	33	45	21	14	21	29
	NH ₃ -N	3.89	4.43	8.07	9.13	0.26	0.19	0.2	0.3
2006	COD	37	33	19.7	33.5	18	13.2	17.2	29.6
	NH ₃ -N	1.35	6.34	3.1	9.13	0.727	0.178	0.409	0.573
2007	COD	34	28	18	27	13	10	23	44
	NH ₃ -N	1.34	5.09	5.65	9.89	0.54	0.52	0.77	0.56
2008	COD	26	24	12	18	15	12	13	18
	NH ₃ -N	2.42	4.54	2.15	2.98	0.574	0.498	0.927	0.482
2009	COD	27	20	13	19	11	11	12	18
	NH ₃ -N	1.06	3.91	0.631	2.77	0.95	0.209	0.719	0.471

注：以上结果均为年均值。

2.4 入库八号桥断面水质现状与变化趋势分析

八号桥断面是洋河、桑干河汇合后入官厅水库的控制断面，其水质功能区划为Ⅳ类，八号桥断面水质的好坏直接反映了洋河、桑干河入官厅水库的水质。张家口市环境监测站在八号桥断面设有国家级水质自动监测站，监控洋河、桑干河入官厅水库水质。

八号桥断面 2005-2009 年主要污染物监测结果见表 2-6。从表 2-6 中可以看出，八号桥断面首要污染物氨氮年均值 $5.32\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ，超过国家地表水环境质量Ⅴ类标准；高锰酸盐指数年均值 $4.30\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ，达到国家地表水环境质量Ⅲ类标准。氨氮、高锰酸盐指数年均值均比 2008 年有所降低，下降幅度分别为 21.8%和 12.2%。由于氨氮超标，八号桥断面水质类别仍为劣Ⅴ类。

八号桥断面要污染物氨氮、化学需氧量、高锰酸盐指数自 2005 年以来呈逐年下降趋势，水质有所好转，但由于氨氮的超标，水质达不到功能区划的标准。

表 2-6 2005-2009 年八号桥断面主要污染物监测结果

Tab.2-6 The monitoring results of primary pollutant about Bahaoqiao between 2005-2009

年度	$\text{NH}_3\text{-N}/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\text{COD}_{\text{mn}}/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\text{COD}/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	功能区划
2005 年	7.21	5.5	29	劣Ⅴ类
2006 年	6.97	5	28	劣Ⅴ类
2007 年	6.8	4.9	24	劣Ⅴ类
2008 年	5.32	4.3	20	劣Ⅴ类
2009 年	1.76	4.54	16	Ⅴ类
地表水Ⅳ类标准	1.5	10	30	—
地表水Ⅲ类标准	1	6	20	—

注：以上监测结果均为年均值

2.5 流域污染源现状调查

官厅水库上游流域（共涉及 4 区 8 县，其中崇礼、市区（桥区、桥西、）宣化区、宣化县、怀安、万全、下花园区、怀来县废水入洋河，阳原县、涿鹿县、蔚县废水入桑干河），各区县社会经济发展概况分述如下：

主城区（桥东区、桥西区）：依托自身的能源优势和资源优势，基本形成了以机械，化工建材、纺织、皮革、制药、卷烟等为主的工业体系。

崇礼县：经济欠发达、基础差，是河北省旅游重点县。全县现已探明的矿产种类达 8 大类 38 种之多，其中：黄金、磁铁、玄武岩，褐煤等储量极其丰富。农副土特产品资源丰富具有加工增值、转变为经济优势的巨大潜能。

宣化区是张家口市重要工业区，集中了许多大中型企业，如宣钢、工程机械厂、造纸厂等。主要农作物有玉米、小麦、水稻、豆类及蔬菜等，宣化葡萄驰名中外。宣化区矿产资源比较丰富，采矿及矿产品加工业比较兴旺。采矿业主要有煤、铁、金、沸石、膨润土及石材等。

宣化县：形成矿产品开发、绿色煤化工、机械制造、农产品深加工等几大特色产业，各类工业企业发展到 600 多家，形成了规模化、特色化、集群化的工业发展格局。

下花园区：以电力、煤炭、机械、轻化工为主的工矿区，经济较发达，农业以小麦、稻子、玉米、谷子，主。下花园矿产资源丰富，煤炭生产历史悠久。

万全县：农业以种植业和牧业为主。主导产业以及精细化工、机械铸造、食品加工、物流和农畜业为主。

怀安县：农业基本形成了蔬菜、马铃薯、林果、畜牧四个主导产业。工业形成了以能源、煤化工、新型材料、矿业开发、农产品加工为支柱的产业框架，主要产品有化肥、水泥、啤酒、建筑材料、石墨、铁精粉、熏肉制品等，以煤炭转运为主的第三产业形成良好发展格局。

怀来县：农业已形成以葡萄产业为主导，奶牛、果品、蔬菜三大特色产业快速发展的农业产业化体系，工业初步形成了以葡萄酒酿造深加工、玻璃及太阳能产品开发、冶金建材开采生产为主导的工业经济发展格局。

阳原县：农业产业结构不断调整，特色产业初具规模，初步构筑了以养殖、林果、饲草、杂粮杂豆为主的四大农业特色产业。工业逐步形成了陶瓷、雕刻、地毯、机械铸造等具有地方特色的工业框架，

蔚县：河北省最大的烤烟、杏扁生产基地。煤炭、化工、电子、机械加工、建材等行业已初具规模，工业门类基本齐全。蔚县境内蕴藏多种矿藏，现已发现 15 种。蔚县矿产资源丰富，是全国 100 个重点产煤县之一。

涿鹿县：经济以农业为主，农作物有玉米、小麦、水稻、谷子等，经济作物主要是葡萄、果树、油料等。近年来，工矿企业发展迅速，工业主要有化肥厂、磷肥厂、机器制造、建材、食品等。

从流域四区八县经济发展状况可看出，该流域是一个以食品加工、医药化工、造纸、采掘、机械、电力等为主要行业的工业区域，接纳了流域内大部分工业和城镇生活污水。

从产业布局看，仍然是资源布局决定产业布局，支柱产业主要集中在能源较丰富的区县，而且多为钢铁、化工、制药等高污染项目。

2.5.1 工业污染源现状调查

根据 2009 年官厅水库上游流域的统计资料。废水中污染物排放量占首位的是化学需氧量，其次是氨氮、悬浮物，硫化物等；取 COD 和氨氮作为特征指标进行分析。工业废水排放量根据环境统计和污染源调查等途径获得，生活污水和污染物排放按人口数量计算。

2.5.1.1 工业污染源排放现状

(1) 工业污染源的区域分布 根据环境统计结果，官厅水库上游流域地区工业污染源的区域分布如表 2-7 所示。

表 2-7 官厅水库上游流域工业污染源的区域分布

Tab.2-7 The regional distribution of industry sources about Guanting reservoir basin

区 县	汇总工业企业数/个	工业废水排放量/ (10 ⁴ t·a ⁻¹)	COD 排放量 (t·a ⁻¹)	NH ₃ -N 排放量/ (t·a ⁻¹)
桥东区	23	413.4	2748.5	0.0
桥西区	15	87.5	653.3	16.6
宣化区	31	1444.8	1600.2	110.4
下花园区	12	48.9	37.4	0.0
宣化县	61	924.5	2020.3	15.7
蔚县	15	152.5	258.4	—
阳原县	15	14.0	300.0	—
怀安县	10	360.0	1653.0	140.0
万全县	26	619.5	1518.9	284.2
怀来县	25	375.3	1297.3	12.3
涿鹿县	35	234.9	659.5	65.2
崇礼县	18	31.7	32.4	—
合计	286	4707.0	12779.1	644.5

从表 2-7 中可看出，官厅水库上游四区八县共统计重点污染企业 286 家，工业废水排放量总计 4707.0×10⁴t·a⁻¹，化学需氧量年排放量总计 12779.1 t·a⁻¹，氨氮年排放量总计 644.5 t·a⁻¹。工业废水排放量占前三位的分别是宣化区、宣化县、万全县；化学需氧量排放量占前三位的分别是桥东区、宣化县、怀安县和宣化区，其贡献量分别占 21.5%、15.8%、12.9%和 12.5%；氨氮排放量主要集中在万全县、怀安县和宣化区，其贡献量分别占 44.1%、21.7%和 17.1%。

(2) 工业污染源的行业分布 官厅水库上游流域地区工业污染源的行业分布如表 2-8 所示。

表 2-8 官厅水库上游流域工业污染源的行业分布

Tab.2-8 The professional distribution of industry sources about Guanting reservoir basin

主要行业	汇总工业 数/个	废水排放量/ (10 ⁴ t·a ⁻¹)	占流 域工 业/%	COD 排放 量/(t·a ⁻¹)	占工业总 量/%	氨氮排放 量/(t·a ⁻¹)	占工业总 量/%
化工原料及化学制品 制造业	30	1222.4	25.96	2756.5	21.58	372.42	57.78
黑色金属冶炼及压延 工业	13	338.5	7.19	264.8	2.07	0	0
电力、煤气及水生产 业	2	434.1	9.22	239.9	1.88	6.3	0.98
造纸及纸品制造业	4	170.0	3.61	765.7	5.99	0.23	0.04
食品、烟草加工及食 品饮料业	42	529.2	11.24	2324.9	18.20	205	31.81
采掘业	34	415.0	8.81	1579	12.36	0	0.00
石油加工及炼焦业	3	20.5	0.44	22.4	0.17	2.6	0.40
机械、电子、电器 设备制造业	26	152.6	3.24	342	2.68	10.2	1.58
医药制造业	5	191.4	4.07	1349.5	10.56	0.7	0.11
非金属矿业制造业	41	61.9	1.31	138.89	1.09	0	0
农副食品加工业	16	115	2.44	519.3	4.06	11.3	1.75
纺织业	13	0.674	0.01	0.602	0.00	0.5	0.08
金属制品业	17	1.68	0.04	3.96	0.03	0	0.00
皮革毛皮制品业	5	69.0	1.47	456.7	3.57	1.9	0.29
橡胶制品业	2	23.9	0.51	174.6	1.37	2.1	0.33
交通运输设备制造业	3	0.674	0.01	1.978	0.02	0.28	0.04
废弃资源和废旧材料 回收加工业	5	0	0	0.086	0	0	0
其他行业	25	960.6	20.44	1839	14.36	31	4.81
合计	286	4707	100	12779	100	644.53	100

行业废水排放量位于前三位的分别是化工原料及化学制品制造业、食品、烟草加工及食品饮料业和电力、煤气及水生产业，其排放量分别占排放总量的

25.96%11.24%和 9.2%，前三行业累计排放量达到 46.42%。

行业废水中化学需氧量排放量前二位的是化工原料及化学制品制造业和食品和烟草加工及食品饮料业，累计排放量达到 39.78%。

行业废水中氨氮排放量前二位的仍是化工原料及化学制品制造业和食品、烟草加工及食品饮料业累计排放量达到 89.59%。

从官厅水库上游流域工业企业污染物排放情况可看出，其中废水排放量较大的行业是化工原料及化学制品制造业、食品、烟草加工及食品饮料业和电力、煤气及水生产业。工业废水排放区域主要分布在市区、宣化区、宣化县、怀安县、万全县。

2.5.2 城镇生活污水排放情况现状调查

根据张家口市污染源普查数据，2009 年官厅水库上游地区生活污水排放情况见表 2-9。

表 2-9 官厅水库流域城镇生活污水排放

Tab.2-9 Domestic sewage discharge of Guanting reservoir basin

县（市）	城镇人口 /万人	生活污水排放量 /(10 ⁴ t·a ⁻¹)	生活污水 COD 排放 量/(t·a ⁻¹)	生活污水 NH ₃ -N 排 放量/(t·a ⁻¹)
桥东区	31	996.541	5058	603
桥西区	23.94	1056.04	5168	640
宣化区	26.17	1526.37	7613	943
下花园区	4.26	126.64	706	75.8
万全县	6.6	326.54	1717	204
怀安县	8.2	691.21	3434	443.2
怀来县	13	1292.16	6389	824.7
阳原县	7.49	325.06	1696	203.8
蔚县	10	846.65	4398	513
涿鹿县	6	288.77	1548	178.76
崇礼县	2.38	142.7	726	88
宣化县	8.22	394.4	1927	250.1
合计	147.26	8013.1	40380	4967.4

由表 2-9 可见，2009 年官厅水库上游四区八县生活污水排放量合计 8013×10⁴t·a⁻¹，其中化学需氧量年排放量 40380 t·a⁻¹，氨氮年排放量 4967.4 t·a⁻¹。

2.5.3 农村污染源现状调查

农村面源污染是指农村生活及农业生产活动中产生的污染物，在降水和径流冲

刷作用下，通过农田地表径流、农田排水和地下渗漏，进入受纳水体所引起的污染。农村面源污染具有分散性和隐蔽性、随机性和不确定性、不易监测性和空间异质性的主要特点。

流域内农村面源污染主要包括农村生活污染源、种植业污染物排放和畜禽养殖业污染物排放。种植业污染物不易统计，因此只计算畜禽养殖和农村生活污染物排放。

2.5.3.1 畜禽养殖污染物排放情况

根据张家口污染普查数据，张家口畜禽养殖业年废水排放量 $132 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ ，折合 COD 年排放量 $18281 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ ，氨氮年排放 $168 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。目前，除部分规模较大的畜禽养殖场外，大部分畜禽养殖场(户)污染物不经处理，随意排放，对环境造成严重影响。

2.5.3.2 农村生活污水排放

参考《华北地区农村生活污水处理技术指南》，按农村生活污水化学需氧量浓度 $450 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，氨氮浓度 $90 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 计算，流域内农村生活污水排放情况见表 2-10。

表 2-10 官厅水库流域农村生活污水排放

Tab.2-10 Village sewage discharge of Guanting reservoir basin

县(市)	农村人口/万人	农村生活污水排放系数指标/(L/人·d)	农村污水排放量/($10^4 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$)	生活污水 COD 排放量/($\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$)	生活污水氨氮排放量/($\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$)
桥东区	4.12	50	30.0	135.2	27.0
桥西区	2.99	50	21.8	98.2	19.6
宣化区	4.57	50	33.3	150.0	30.0
下花园区	2.76	50	20.2	90.8	18.2
万全县	1.83	40	10.7	48.2	9.6
怀安县	16.9	40	99.0	445.5	89.1
怀来县	2.46	40	14.4	64.7	12.9
阳原县	19.9	40	116.5	524.1	104.8
蔚县	40.1	40	234.4	1054.8	211.0
涿鹿县	28.9	40	168.5	758.3	151.7
崇礼县	9.87	40	57.6	259.4	51.9
宣化县	25.6	40	149.7	673.9	134.8
合计	160		956.3	4303.2	860.6

流域内农村生活污水年排放量合计 $956.3 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{d}^{-1}$ ，其中 COD 年排放量 $4303.2 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ ，氨氮年排放量 $860.6 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

2.5.4 目前已建成城镇污水处理厂情况分析

截止到 2009 年底，官厅水库上游目前已运行的污水处理厂 10 座（见表 2-11），合计处理能力 $25.6 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{d}^{-1}$ ，COD 去除量 $20719.4 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ 、氨氮去除量 $5146.7 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

表 2-11 官厅水库上游污水处理厂情况

Tab.2-11 Sewage treatment plant of Guanting reservoir basin

区县	城镇污水处理厂/ 座	实际处理能力 / (10 ⁴ t·d ⁻¹)	化学需氧量去除 量/(t·a ⁻¹)	氨氮去除量 /(t·a ⁻¹)
桥东区	1	6.5	4797.02	2259
宣化区	1	10.5	8473.4	1852
怀来县	1	1. 6	1140	184
涿鹿县	1	0. 9	357.4	24
崇礼县	1	0. 4	816.4	91
下花园区	1	1. 1	1029.6	166
怀安县	1	1. 6	765	60
万全县	1	0. 9	1019.2	156
阳原县	1	0.65	736	112
蔚县	1	1.4	1585.4	242.7
合计	10	25.6	20719.4	5146.7

2.5.5 流域污染物排放情况汇总

官厅水库上游有洋河、桑干河（妫水河水量较小在北京境内，暂没有数据）两大支流。根据流域内工业、生活和农业污染物的排放量，减去污水处理厂去除量，计算流域内污染物排放量，工业和生活污水均由污水处理厂处理后全部入河，经计算，洋河、桑干河年污染物排放量见表 2-12。

表 2-12 官厅水库上游流域污染物汇总

Tab.2-12 The summary of pollutant discharge about Guanting reservoir basin

类 别	污水排放量 /(10 ⁴ t·a ⁻¹)	COD 排放量/ (t·a ⁻¹)	COD 入河量/ (t·a ⁻¹)	氨氮排放量/ (t·a ⁻¹)	氨氮入河量/ (t·a ⁻¹)
工业废水	4707	12779	12779	645	645
城镇生活污水	8013	40380	40380	4967	4967
农村 畜禽养殖污染物	132	14625	3656	134	33.5
农村生活污染物	956.3	4303	86.1	621	17.2
城镇污水处理厂		-20719.4	-20719.4	-5146.7	-5146.7
入河污染物排放量		51367.6	36181.7	1220	516

目前，官厅上游流域城镇生活污水排放量已超过工业废水排放量占据首位，流域内城镇生活污水的 COD 和 NH₃-N 的排放量均居第一位，农村畜禽养殖污染物 COD 排放量和工业废水中 NH₃-N 排放量居第二位。可见，城镇生活污染物排放已成为流域内主要污染源。

洋河接纳了流域大部分工业和生活污水，工业和生活污水排放量占流域总排放

量 $11713.7 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$, 占流域内排放总量的 94.1%, COD 排放量 $47263 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$, 占流域内排放总量的 94.1%, $\text{NH}_3\text{-N}$ 排放量 $4893.2 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$, 占流域内排放总量的 95.0%。由此可见, 洋河接纳的工业和生活污水远远超过桑干河。

2.6 污染成因分析

从以上分析结果看, 官厅水库上游洋河、桑干河主要污染物为化学需氧量、氨氮。洋河主要接纳了市区、宣化、崇礼、万全、怀安、怀来排入的工业废水, 桑干河接纳了阳原、蔚县、涿鹿排入的工业废水洋河沿途接纳的工业和生活污水较多, 污染呈逐渐加重趋势; 桑干河从上游到下游水质基本稳定, 沿程水质变化不大且水质较好。主要污染原因分析如下。

(1) 尚未形成流域总体污染控制规划 流域的污染控制规划是解决流域水环境问题的根本措施, 许多成功治理河流的实例表明, 没有明确的规划做指导, 很从根本上难达改善水质的目标。目前, 流域内尚未形成具有针对性和可操作性的官厅水库上游流域水污染控制规划, 这对系统解决目前存在的水污染问题带来一定难度,

(2) 上游流域与库区在管理上存在一定程度的脱节 官厅水库上游流域管理按行政区域划分由张家口市环保局负责, 近年来, 张家口市环保局为保护官厅水库上游水质做出了大量工作, 官厅水库入库水质逐年改善, 但官厅水库的管理权限分属北京, 这使上下游的管理存在一定程度的脱节, 为处理突发性水环境问题带来一定困难。

(3) 产业结构和布局不尽合理 张家口区域内产业结构以传统型、基础型较多, 现代化、高科技企业少, 高污染、高效益、节约型经济比重低, 目前, 张家口的支柱产业仍以耗能高、污染重的黑色金属冶炼及压延、电力、和黑色金属矿采选为主, 产业结构不合理。钢铁、化工、制药、电力等高污染、高耗能企业主要集中在洋河、桑干河流域, 对流域水环境影响较大。

从产业布局看, 仍然是资源布局决定产业布局, 支柱产业主要集中在能源较丰富的区县, 而且多为钢铁、化工、制药、电力等高污染项目。

(4) 水污染治理设施和技术相对落后 流域内洋河、桑干河接纳了张家口市区及部分区县的工业污水排放, 流域内主要工业污染源虽然大部分有废水治理设施, 但大多数企业的废水治理设施陈旧落后, 加上企业规模和生产能力的提高, 污水处理效率较低, 远远不能满足废水处理的需求。排污量的增加与环境容量的矛盾日益突出。

(5) 城市生活污水处理能力有待进一步提高 按照流域内工业和生活污水全部进入污水处理厂计算, 目前排放量为 $12720 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{d}^{-1}$, 到 2009 年, 区域内建成并投入运行的污水处理厂 10 座, 污水实际年处理量 $9344 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{d}^{-1}$, 占区域内污水排放量的 73.4%左右, 污水处量能力有待进一步提高。已建成的 10 座污水处理厂中只

有三座污水处理厂出水能达到《城镇污水处理厂排放标准》一级 A 标准,其它七座污水处理厂均为一级 B 排放标准,处理标准有待进一步提高。

(6) 农村面源污染尚未得到有效治理 随着工业点源逐步得到有效治理,农村面源污染越来越突出。在农业生产活动中,氮和磷等营养物质、农药以及其他有机或无机污染物质,通过农田的地表径流、农田渗漏或挥发作用形成了污染。近年来,由于畜禽养殖业迅速发展,由原来的分散养殖变为规模化集约养殖,而畜禽养殖污染物集中处置设施建设相对落后,由此带来的污染问题已不容忽视。另外,农村生活污水处理尚未得到重视。同时,农村的环境保护长期受到忽视,环保政策、环保机构、环保人员以及环保基础设施均供给不足,这是农村面源污染严重的一个重要原因。

2.7 本章小结

本章主要介绍了官厅水库库区及上游流域水环境现状,对流域水环境现状进行分析及评价,对流域内污染源现状进行调查,分析污染成因。主要研究结果如下:

(1) 通过监测数据分析,得到官厅水库上游流域的洋河、桑干河水质现状。洋河水质较差,主要污染物为 COD 和氨氮;桑干河水质好于洋河。2005-2009 年洋河、桑干河水质呈现逐年好转的趋势,入库控制断面八号桥水质类别仍为劣 V 类。

(2) 通过对 2009 年污染源统计数据分析,确定流域内工业废水及污染物排放量重点区域及重点行业;汇总得出工业废水排放总量 $4707 \times 10^4 \text{t} \cdot \text{a}^{-1}$,其中 COD 排放量 $12779 \text{t} \cdot \text{a}^{-1}$,氨氮排放量 $645 \text{t} \cdot \text{a}^{-1}$;流域内生活污水排放量 8013 万 $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$,其中 COD 排放量 $40380 \text{t} \cdot \text{a}^{-1}$,氨氮排放量 $4967 \text{t} \cdot \text{a}^{-1}$;农村面源主要考虑农村生活污染和畜禽养殖污染物排放,COD 排放量 $18928 \text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ 、氨氮排放量 $755 \text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。流域内入河污染物排放总量 COD $36182 \text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ 、氨氮 $516 \text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

(3) 流域内水质污染的主要原因是缺乏有效的流域污染控制规划、流域管理形式有待进一步完善、产业结构和布局不尽合理、水污染防治设施和技术相对落后、生活污水处理能力有待加强、农村面源污染尚未得到有效治理。

第3章 官厅水库流域水污染控制规划方案研究

流域的污染防治规划是解决流域水环境问题的重要手段，制定并实施流域水污染控制规划是解决水环境问题的根本措施。以控制官厅水库上游流域的污染为目标，从工业污染源控制、生活污染源控制、农村面源污染控制三个方面，对污染源排放作出合理安排，对污染较重区域提出技术经济可行的污染控制的规划方案。

3.1 工业污染源控制规划方案

官厅水库的主要污染源之一为工业污染，流域内主要工业企业集中在张家口市的桥东区、宣化区、宣化县。工业行业万元产值耗水量高、水重复利用率低、废水达标排放率低是官厅水库流域工业用水中存在的主要问题。根据目前流域工业发展现状和工业结构调整方向，确定官厅水库今后工业发展的总体模式。

3.1.1 规划原则

官厅水库流域工业发展的规划方案重点要采用“限制、治理、扶持”的发展策略，大力发展环保产业、新兴高科技产业和信息产业，提高工业产品的科技含量和市场竞争能力，发展节水型技术和产品，逐步改变粗放型增长为集约型的增长。其中，在产业发展政策上限制高耗水、重污染企业新建和扩建，同时对现存此类企业严格按照国家规定进行治理或关停并转；对用水、排污大户进行治理改造，包括改进生产工艺，加大污水治理投入，推行清洁生产制度等，减少新鲜水使用量，提高废水排放达标率；根据官厅水库流域特点，在产业发展政策上积极扶持新兴产业发展，包括高科技产业和信息产业等。

3.1.2 总体思路

官厅水库流域工业发展行业选择时应确定：优先发展行业，指科技含量高、市场竞争力强的行业，如信息产业、高科技产业（电子行业）；维持发展行业，指现阶段经过产业升级能获得继续发展的行业，如机械、电力等行业；限制发展行业，指高耗能、高耗水、高产出产业，如化工、制药、纺织行业；禁止发展行业，指高耗水、重污染产业，如化肥、造纸行业。

3.1.3 规划方案

桑干河中下游：以水资源的可持续利用为前提，控制工业等高污染行业的发展规模，淘汰高耗水、重污染、低效益的企业，禁止新建化肥、造纸等企业。这一区域包括阳原县、蔚县、涿鹿县和宣化县的部分。

洋河中下游：这一区域沿河两岸是流域工业产业的密集区，COD排放量占总量的90%以上，是造成官厅水库水质污染的主要污染物排放区。在这里，经济发展应

以调整现有工业产业结构为重点，通过产业结构优化升级，逐步形成节水型、清洁生产型工业发展新格局，该区域工业企业主要分布在张家口市市区、宣化区、下花园区和怀来县城

纳水河流域和库区周边严格禁止污染型工业的发展，限制现有工业企业扩大规模，关闭、搬迁污染严重企业。这一区域包括延庆县的部分和怀来县的部分。具体实施方案如表 3-4 所示。

表 3-1 官厅水库流域工业污染控制规划方案

Tab.3-1 The programme of controlling industry pollutant about Guanting reservoir basin

控制方案		重点区域
桑干河	控制工业中高污染行业的发展规模，禁止新建化肥，造纸等工业；	包括阳原县、蔚县、涿鹿县和宣化县的部分
	推行污水深度处理	
洋河	通过产业结构优化升级，逐步形成节水型、清洁生产型工业发展新格局；	工业企业主要部分在张家口市市区、宣化区、下花园区和怀来县
	推行污水深度处理	
纳水河及库区	严格禁止污染型工业的发展	包括延庆县的部分和怀来县的部分

3.1.4 调整措施

3.1.4.1 管理调整措施

官厅水库流域内在制定区域产业发展政策时，充分利用周边环境的机遇，争取国家和北京支持，促进行业调整和污染治理。

跳出资源、能源消耗型发展模式的圈子，调整产业布局，实现产业的集聚与优化升级，将高新技术与传统产业紧密结合，培植新兴产业（如环保产业），关、停在官厅水库流域内限制发展的企业。

根据水源地功能区规划的要求，要在保护区内（流域内除一级、二级保护区以外的区域）确定污染行业的长远发展规划，使得禁止和限制发展的企业逐步实现关、停、并、转、迁，严格控制新的资源、能源消耗型企业在流域内立项和发展；

建立和实施上、下游之间的资源补偿机制，鼓励企业主动治污，保护其健康发展；官厅水库流域内实行总量控制，探索并逐步放开排污权交易，在流域内确定控制总量，把排污企业纳入总量控制范围，按上、中、下游将排污量进行科学分配，将污染控制在源头。经过试点后，在流域内逐步放开排污权交易市场，引入排污竞争机制。

3.1.4.2 技术调整措施

根据确定的工业发展模式，对现有重点企业，通过实施结构调整、清洁生产等

措施,减少污染物排放。加大工业结构调整力度,关停落后产能。对流域内重点调查的 286 家企业,按行业发展和废水及 COD 排放初步确定发展分类,按照污染负荷占 80%以上的原则,确定了 42 家企业为流域重点污染源,其中洋河流域 35 家,桑干河流域 7 家。此 42 家企业年排放废水和 COD 排放量占工业废水排放量的 56.7%和 COD 排放量的 84.3%。加大对上述企业的深度治理力度,实施企业循环经济、综合利用项目及清洁生产项目,促使企业污染物排放进一步削减。

对洋河、桑干河流域工业废水排放口进行治理,所有工业废水排放口自行处理后达到污水处理厂收水标准后进入污水处理厂。

全行业推广节水技术、节水工艺,改造用水设施,提高水资源重复利用率。目前流域万元产值耗水量约为 160m^3 ,通过节水改造,将耗水量降到每万元 100m^3 ,按调查的 23 家用户生产能力计算,每年可节水 $4400\times 10^4\text{m}^3$ 。

发展工业园区,进一步完善园区污水处理厂建设。随着经济的不断发展,工业园区等各类产业集聚区的建设数量和规模不断扩大,产业集聚区污水厂的建设是控制工业污水的关键,新建园区污水处理厂建设对工业污染物排放削减起到重要作用。

3.2 城镇生活污水污染控制规划方案

城镇生活污水排放已超过工业污染源排放成为流域内最主要的污染源,如何针对生活污水处理排放现状,确定处理设施规模、处理及回用工艺、选用标准等对控制生活污水排放,合理利用水资源具有十分重要的意义。

3.2.1 规划原则

总体上采取“统一规划、分期实施,污水管网与污水处理设施齐头并进”的原则,以满足水体水质功能为目标,确保市县两级污水处理厂的稳定运行,实施中水回用工程,提高水的资源化利用水平,在污染负荷贡献率大、经济条件好的乡镇,优先建立集中式污水处理设施,形成市-县-乡镇三位一体的城镇生活污水处理模式。

3.2.2 总体思路

以社会、经济和环境协调发展的科学观为指导,以加快污水处理及再生利用设施建设步伐、提高城镇生活污水总体处理率、促进污水的再生利用为目的,统一规划、合理布局、突出重点,有步骤、分层次推进污水处理设施的建设,改变现有污水处理率低,污水管网不够完善,处理设施落后的局面,全面推进污水处理厂建设。

3.2.3 规划方案

现有污水处理厂挖潜。根据城镇生活污水排放情况对已建成的污水处理厂的污水处理能力进行核实,对污水处理能力不能达到设计要求的扩大能力。加大污水管网的建设,提高收水率。

实施污水处理设施提标升级和中水回用工程。对现有污水处理厂还未能达到一级 A 排放标准的进行升级改造。目前，除主城区、蔚县、宣化区、阳原县污水处理厂已达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 A 排放标准外，崇礼、万全、怀安、涿鹿、怀来、下花园 6 家污水处理厂目前均执行一级 B 排放标准，规划期间对以上 6 家未达到一级 A 排放标准的污水处理厂实施提标改造工程。

加大乡镇级污水处理厂的建设力度。流域内目前共有建制镇 64 个。其中桥东区 4 个，桥西区 1 个，宣化区 1 个，宣化县 8 个，蔚县 11 个，阳原县 5 个，怀安县 4 个，万全县 4 个，怀来县 11 个，涿鹿县 13 个，崇礼县 2 个。剔除已建成污水处理厂的建制镇和已纳入市政管网的建制镇 16 个。目前尚末建设城镇污水处理厂的建制镇为 55 个。优先选取污染负荷较大、经济条件较好的乡镇，建设污水处理厂，规划期间共建设乡镇污水处理厂 18 个（见表 3-2）。

表 3-2 规划期间乡镇污水处理厂

Tab.3-2 Sewage treatment plant of township between planning period

序号	区县名称	规划污水处理厂/个	处理能力/(10 ⁴ t·d ⁻¹)
1	宣化区	1	0.5
2	蔚县	3	3.2
3	怀来县	2	2
4	阳原	2	0.5
5	宣化县	2	4.3
6	下花园区	1	0.4
7	涿鹿县	3	1.5
8	崇礼县	1	0.7
9	万全县	2	2
10	怀安县	1	1.5
合计		18	15.6

3.2.4 调整措施

3.2.4.1 管理调整措施

加强污水处理厂的运行管理，监督并检测纳污管道内水体水质和水量，确保污水处理设施安全有效运行。提高污水处理厂运行效率，确保水质达标排放。

进一步加强回用水技术及系统的研究，建立回用水管理体制。

建立有利于污水处理的有关经济技术政策，促进新的污水处理技术的开发和应用。

开展农村地区生活污水的收集与处理，建立适合农村的污水收集与处理工艺与管理模式。

与区域总体规划相协调，建立主城区-区县-乡镇-农村的生活污水处理模式。

3.2.4.2 技术调整措施：

重点实施污水处理厂从建设到运营的转变，增加收水率，严格控制污水处理厂进水水质，保证污水处理厂正常稳定运行。加强污水处理厂配套管网的建设，推广再生水处理和应用技术，根据张家口实施情况，建立再生水利用示范工程，分步实施中水回用工程，考虑中水做为农业灌溉、工业低质用水和市政用水，解决水资源短缺问题。因地制宜，对污水处理工艺进行优化选择，保证污水处理工艺的技术和经济可行性。

3.3 农村面源污染控制规划方案

农村面源污染对河流及水库造成的有机污染和氨污染是急需解决的重要问题。在中下游与水库周边，主要存在四个问题：一是灌溉用水量大、水利用效率低，造成水资源浪费；二是农药化肥的使用量增加造成河流、水库的有机污染。三是流域内畜禽养殖污染物排放对河流造成的污染。四是农村生活污水排放未得到控制。

3.3.1 规划原则

围绕生态建设和节水农业的发展模式，采取各项管理和工程措施，实现流域农业的可持续发展，针对农村面源污染量大、面广、污染过程复杂，源强不确定等特点，建立适合流域经济发展与社会实际的管理模式和实用技术。

3.3.2 总体思路

针对农业面源污染、养殖业污染和农村生活污染的特点，在流域的不同地区，实施不同的规划方案，从改变农业发展模式，提倡节水农业入手，解决流域内存在的水资源浪费；从发展绿色农业入手，改变传统种植方式，减少农药入化肥污染；重点做好规模化畜禽养殖业的污染治理，探索建立适合的农村生活污水治理模式。

3.3.3 规划方案

在官厅水库流域中下游，应以节水农业为主，构筑农业节水灌溉新模式。通过前面分析可知，农业用水大部分集中在洋河、桑干河两岸中下游和妫水河的河川区及水库周边地区，用水量占上游总用水的 70%以上，传统的大水漫灌方式使灌溉水利用率只有 30%-40%，造成水资源严重浪费，也导致了上下游用水的矛盾。因此，改变农业种植结构，减少水田面积，改善现有灌区的输水能力，提高渠系利用系数，增加节水灌溉面积，将节约大量农业用水。

改变农业传统的种植结构和生产方式，大力倡导发展绿色农业，减少化肥、农

药的使用量，减轻氮磷及有机农药对河流及水库的污染。据分析，化肥、农药进入水体的比例在 3%左右，每年约有 3000t 化肥和 60t 农药进入水体，造成河流和水库水体污染。中下游及库区周边要严格控制农业及化肥施用量，推广使用有机肥。

大力开展规模化畜禽养殖粪便处理。规划期间，规模化畜禽养殖是农村面源污染治理的重点，在调查现状的基础上，重点在怀来县、赤城县、崇礼县、阳原县、宣化县、万全县等开展畜禽粪便无害化处理项目，规划期间共实施畜禽养殖污染物综合治理工程34项（见表3-3）。

表3-3 规划期间畜禽养殖污染物治理项目

Tab.3-3 Raising livestock pollutant treatment projects between planning period			
序号	县(区)	项目个数	养殖规模（年存栏量）
1	桥西区	4	生猪 3700 头
2	桥东区	5	奶牛 4525 头
3	宣化县	2	奶牛 2000 头、生猪 10000 头
4	蔚县	5	奶牛 642 头、生猪 3934 头
5	阳原县	4	鸡 40000 只、生猪 12300 头
6	怀安县	1	生猪 10000 头
7	万全县	8	奶牛 4417 头、生猪 5100 头、鸡 50000 只
8	怀来县	6	奶牛 1450 头、生猪 3600 头
9	涿鹿县	1	奶牛 600 头
10	崇礼县	2	奶牛 800 头、鸡 40000 只
11	下花园区	2	奶牛 500 头、生猪 800 头
合计		40	

3.3.4 调整措施

3.3.4.1 管理调整措施

官厅水库流域农业从传统农业向生态农业转变，改变单纯追求经济效益的 GDP 考核方式，把农村生态环境建设目标纳入政府的考核范畴。

根据官厅水库流域水源地保护区要求，将整个官厅水库流域各县纳入生态建设保护县范畴，给予相应政策扶持。

在官厅水库流域范围内建立生态环境补偿制度，逐步形成上游、下游之间开发与受益、破坏与恢复、资源输出与资源受惠的补偿机制，维护流域生态环境的良性发展。

3.3.4.2 技术调整措施:

官厅水库流域的生态环境与水环境保护密切相关，要结合流域内“首都周围绿化工程”、“生态县示范工程”、“防沙治沙，一退双还”等工程，促进流域生态农业的积极发展和生态环境的逐步改善。

继续推进清洁养殖，合理确定养殖规模，调整优化养殖场布局，适度集中，规模化发展，鼓励建设规模化畜禽养殖场有机肥生产利用工程，继续做好各种实用型沼气工程，积极推进其他方式的畜禽粪便资源化利用。开展畜禽养殖场（小区）、畜禽散养密集区污染治理，鼓励养殖小区、养殖专业户和散养户进行适度集中，配套完善固体废物和污水储存处理设施，对污染物统一收集和治理。

开展农村生活污水处理新技术的研究，探索生活污水处理与农业生产相结合的新模式。

3.4 本章小节

制定流域的污染控制规划是解决流域水污染问题的根本，本章从规划的角度对官厅水库水质污染控制提出实施方案，主要研究结果如下：

（1）根据流域内不同区域特点，确定流域工业发展规划的原则和总体思路，提出流域内不同区域的工业污染控制方案以及为实现规划目标所进行的具体的管理和技术调整措施。

（2）根据生活污水处理厂建设现状，以“统一规划、分期实施、污水管网与处理设施并进”为原则，从现有污水处理设施挖潜改造、中水回用、建设乡镇级污水处理厂等几方面，提出污水处理厂发展的总体思路和规划方案。

（3）根据流域内不同区域农村面源污染的特点，从种植业、畜禽养殖、农村生活污染三方面制定农村面源污染控制方案及具体和管理和技术调整措施。

第4章 官厅水库流域水污染控制措施研究

为改善官厅水库流域水质,针对流域工业、生活和农村面源污染提出切实可行的管理措施和技术措施,从源头控制污染,落实规划、全面防控,达到流域水质改善的最终目的。

4.1 官厅水库流域污染控制管理措施

4.1.1 完善流域管理机构建设,改革水环境管理体制

目前官厅水库水资源管理和保护主要以行政区域管理为主,官厅水库由北京官厅水库管理处管理,上游水环境保护由张家口市环保局管理,水资源由张家口市水利局管理,管理机构不统一,随着流域水环境问题的日趋复杂,现行的管理模式不能适应流域治理的需要,因此,探索建立以流域为单元、流域与行政区域相结合的新型管理模式是解决水环境问题的重要手段。

4.1.1.1 现有流域管理机构存在的问题

(1)水资源管理事务以行政区域划分,未能实现流域管理机制 官厅水库位于河北省境内,但官厅水库的行政管理职能划归北京市水利局,同时与其他相关部门进行协同管理。而位于官厅水库上游的张家口市及各区县也依据《水法》履行其相关管理职责。水库与上游各管理部门间出现水资源管理的职能分割状况,加上没有建立良好的沟通与协商机制,对跨行政区域流域水资源管理带来一定困难。

(2)流域水资源保护权力与义务没有在行政地方间得到合理地分配 官厅水库流域作为一个完整的自然系统单元,被人为地进行了管理区域的划分别而打破了自然系统的完整性。随着淡水资源的日趋紧缺,官厅水库流域内水资源的统一性、完整性与相互关联性,以及行政区域间各自用水目标间的差异性,造成水资源利用中越来越突出地显现出各行政管理区域内的水资源竞争利用矛盾。出现上游地区注重水资源的利用,下游地区不断要求上游地区履行对水资源的保护义务,而忽视“谁利用谁补偿”的原则^[35-37]。

4.1.1.2 建立流域环境管理机构

在官厅水库流域建立由国家环保部和各行政区域(县级以上)领导组成的协调管理机构,决策官厅水库流域水环境保护方案,制定流域水环境管理法规、政策和管理措施,协调和处理流域内各地区的水环境保护问题。在此协调管理机构下,建立流域管理机构,负责实施与监督流域协调管理机构的各项决策,实现流域水资源的统一协调管理。

建立的流域管理机构必须被赋予一定的权限。它可以在其权力范围内建立自己的工作方式和程序,包括制定运行管理条例,明确各下属单位的职责,设立相对统

一的运行模式和监督检查机制，建立流域内各行政管理单元的水环境保护标准，对各个行政管辖区的服务职能及其各机构运行效率进行定期检查等，以保证机构有效运行^[38-39]。

4.1.2 完善水资源管理的政策法规体系

官厅水库流域上游地区经济相对落后，水资源的保护与社会经济发展目标之间存在着较大冲突。政策法规的不完善和执法不力，加剧了水环境污染，并直接影响到下游北京市的用水安全。因此，必须加强法制建设，依法管理水资源。

建立官厅水库流域新法规、政策需解决以下问题：“官厅水库流域水资源管理办法”的法律效力问题；建立水资源利用、保护利用、成本补偿与损害赔偿机制；建立地区间合作管理制度，加强水库水源保护区的建设与管理，如水土保持、土地利用、建设项目协商管理等；制定官厅水库流域内水事纠纷裁决制度。

4.1.3 提出流域水质控制标准

目前流域内污水处理厂执行国家城镇污水处理厂综合排放标准，地表水水质执行国家地表水环境质量标准，库区水质执行地表水环境质量标准的中的湖库标准。为恢复官厅水库饮用水功能，需要对流域水质提出更高的要求，针对流域水质现状及水质目标的要求，划分不同的区域，制定流域水污染物的排放标准，可以有效的解决流域结构性污染问题^[40-41]，削减污染物排放量，有利于实现流域水质安全和水质好转目标的实现。

4.1.4 实施流域水污染防治规划

官厅水库的流域的水污染控制应制定长期的、科学的水污染防治规划，综合考虑流域的社会、经济与水环境的协调发展，对污染源排放作出合理安排，对区域发展提出可行性规划方案，从根本上解决水污染问题^[42-44]。

4.1.5 继续推进污染减排，实施污染物总量控制制度

污染减排是调整经济结构、转变发展方式、改善环境质量、解决区域性环境问题的重要手段。规划期间，继续强化污染减排，加大落后产能淘汰力度，促进经济发展模式转变，是改善流域水环境的重要手段。继续落实污染减排的具体措施，制定区域污染物总量控制规划，确定科学合理的减排目标和减排措施，是解决区域水环境问题的有效措施。

4.1.6 加强环境风险防范，确保流域水质安全

流域水环境安全越来越成为环境保护的焦点，由于官厅水库所处特殊的地理位置，环境安全至关重要。探索建立企业环境风险管理系统，定期开展流域重点行业

的环境风险排查及风险防范措施的评估工作,确保流域水环境安全。进一步完善环境监测监控网络体系,水环境预警预报及应急联动体系,京张两地水环境保护与信息共享建设体系建设,形成京张两地水环境保护合作机制,确保流域水环境安全的总体目标。

4.1.7 加强流域监测网络建设,推行流域跨界断面补偿监测

健全的水质监测网络,是获得有效监测数据,进行流域环境管理的基础^[45]。流域跨界断面监测应能代表流域内各区县入界和出界断面的水质情况,做为实施官厅水库流域水环境保护与利益补偿机制的基础和依据,也是各行政区环境管理的依据,更是各地区间相互监督的基础。监测结果应在流域内公开发布,实现数据共享。

4.1.8 拓展投资渠道,加大投资规模

流域治理的成功必定有强大的资金投入和稳定的资金来源。目前,流域治理资金主要依靠政府投入,各级政府要在财政预算中足额安排环境保护和建设的资金。重大环境综合整治项目应优先纳入国民经济和社会发展计划,统筹安排使用,并组织实施。

按照新的排污收费条例,依法、全面、足额征收排污费。按照“谁污染,谁治理”的原则,进一步完善环境资源有偿使用机制,实行排污总量有价分配、排污许可制度,调整污水处理收费标准,以保障城市环境基础设施建设和正常运行。

建立和完善流域生态补偿机制,既体现利用者补偿原则,又利于抢救性补偿措施的落实,可采取国家财政支付转移方式,也可以采取上游政府协商解决的方式,适时可以通过立法的方式使这项机制予以落实。

探索实现多渠道筹集资金,利用社会投入、企业投资、公私合营等方式,解决资金来源问题^[46-47]。

4.2 流域污染控制技术措施

4.2.1 工业污染控制技术措施

4.2.1.1 深化产业结构调整,推动绿色工业化进程

进一步强化新型工业的主导地位,逐步形成工业产业结构合理化、工业发展集聚化的新型工业发展模式^[48]。根据国家要求,规划期间,造纸行业重点推进产业结构调整,淘汰年产 3.4×10^4 t以下草浆生产装置、年产 1.7×10^4 t以下化学制浆生产线,以废纸为原料、年产 1×10^4 t以下的造纸生产线。“鼓励发展年产 10×10^4 t以上规模的淀粉制造企业;现有小型企业要适度集中,对污染物进行统一治理。涉及到张家口市淀粉厂主要为涿鹿玉晶淀粉厂;建议淘汰手工、半机械化的落后产能,提高集中屠宰率,淘汰小型屠宰点。氮肥行业应进一步调整产业结构,逐步淘汰年

产量 6×10^4 t 以下的落后产能。现有企业要加快推广氮肥生产污水零排放技术和氮肥生产超低废水排放技术。淘汰落后酒精生产工艺及年产 3×10^4 t 以下的酒精生产企业（废糖蜜制酒精除外）；逐步淘汰年产 10×10^4 t 规模以下的啤酒企业。现有企业要提高废水循环利用率。对现有医药生产企业要采用成熟的污染治理技术，发酵类和化学合成类制药生产废水应分类收集处理，鼓励制药企业进入工业园区，集中治污。淘汰年加工 3 万标张以下的制革生产线提高行业准入门槛，严格限制新建年加工 10 万标张以下的制革项目。合理规划区域布局，鼓励制革企业进入产业定位适当、污水治理条件完备的工业园区。

4.2.1.2 大力发展清洁生产，提高水循环利用率。

改革生产用水工艺，降低耗水定额，提高循环用水率，对用水大户要采取节水型工艺设备，形成节水型工艺体系，利用工业废水和生活污水代替新鲜水，大力发展二次水回用技术，缓解用水矛盾。严禁规划和建设高耗水、重污染项目。加强重点企业的清洁生产审核及评估验收，把清洁生产审核作为环保审批、环保验收、核算污染物减排量的重要因素，提升清洁生产水平，建产清洁生产示范项目。全面推行排污许可证制度，落实总量控制要求。

4.2.1.3 加大对工业企业废水深度治理力度

强化工业污染防治。引导企业向园区集中，建设集中污染治理设施，坚决关闭、取缔不符合产业政策的企业，对污染物排放不达标企业实行限期整治。

开展重点行业水污染治理，以张家口市主城区、宣化、下花园和怀来县为重点，加大对化工、化肥、医药、农副产品加工、饮料制造、煤炭开采等行业重点企业的排污监控，对化学需氧量、氨氮排放重点企业进行重点污染防治。鼓励企业在废水治理中应用臭氧、紫外线等无污染的二次消毒技术，开发和推广超临界水处理、光化学处理、新型生物法、膜法等技术工业废水处理中的应用。推广工业园区集中式污水处理模式，重点抓好工业园区污水处理厂的建设，园区内企业排放废水必须自行处理后排入园区污水处理厂，达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准 要求后方可外排，园区污水处理厂未建成运行的，园区内污水排放企业一律不得进行生产。

4.2.1.4 目前常用的工业污水处理技术

工业污水处理技术按作用原理可分为物理法、化学法、物理化学法和生物法四类。

（1）物理法 物理法是通过物理或机械作用分离或回收废水中不溶解的呈悬浮状态的污染物的废水处理方法，物理法废水处理技术通常有调节、筛滤、过滤、沉淀、浮力浮上、离心分离、磁分离等。

（2）化学法 化学法是通过加入化学物质，使其与废水中的污染物质发生化学

反应来分离、去除、回收废水中呈溶解、胶体状态的污染物或将其转化为无害物质的废水处理方法。化学法废水处理技术通常有混凝法、中和法、氧化还原法、化学沉淀法等。

(3) 物理化学法 物理化学法是利用传质原理处理或回收利用废水的技术方法。常见的方法包括：吸附法、离子交换法、膜分离法、汽提法、吹脱法、萃取法、蒸发法、结晶法等。

(4) 生物法 生物法处理是利用微生物的新陈代谢功能，通过微生物的吸附、降解废水中的有机污染物，将废水中呈溶解、胶体以及微细悬浮状态的有机物、有毒物等污染物质，转化为稳定、无害的物质的废水处理方法。生物处理法又分为好氧生物处理法（如活性污泥法、生物膜法、生物稳定塘和土地处理法）和厌氧生物处理（如厌氧活性污泥法和厌氧生物膜法）两种方法。

废水处理工艺方法的选择：工业废水中污染物成分极其复杂多样，任何一种处理方法都难以达到完成净化的目的，一般需要一种或几种处理方法的组合处理系统，才能达到处理的要求。废水处理流程的组合，一般遵循先易后难、先简后繁的原则，先去除大块垃圾和漂浮物质，然后再依次去除悬浮固体、胶体物质及溶解性物质。即首先使用物理法、然后再使用化学法或物化和生物处理法。废水的处理按程度不同，常分为一级、二级和三级处理，一级处理主要是用物理或化学的方法去除污水中呈悬浮状的固体性污染物和调节废水的PH值，是二级的预处理。二级处理主要是用生物法或化学混凝法去除污水中呈胶体和溶解状态的有机污染物质，出水一般能达到国家废水排放标准。三级处理亦称深度处理，即用物理化学方法、生物法或化学法去除难以生物降解的有机物和无机磷、氮等可溶性污染物。

4.2.2 城镇生活污水控制技术措施

建立城镇污水处理厂对生活污水进行统一收集和处理是目前处理城镇生活污水采用的普通方法。污水处理工艺应选择技术先进且工艺成熟，对水质的变化有较强的适应性，出水达标稳定性高，且污泥易于处理的工艺，同时要考虑经济的因素和环境效益，易于管理和维护。

4.2.2.1 现有城镇生活污水处理工艺分析

目前常用的污水处理工艺总体可分为两大类，一类以微生物在人工环境中处理污水，为人工处理方法，该方法又分为活性污泥法（悬浮工艺）和生物膜法（固着增长工艺）；一类是微生物在天然生态环境中处理污水，为生态处理方法，利用太阳能、风能、大气复氧等天然能量来处理污水，该方法又分为稳定塘、土地处理、湿地处理等^[49]。随着污水处理技术的不断发展，目前污水处理又诞生了许多新工艺，如由传统活性污泥法发展得出：AB工艺、A/O工艺、A²/O工艺、氧化沟工艺、Carrousel氧化沟、Orbal氧化沟、T型氧化沟、DE型氧化沟、一体化氧化沟等^[50]。SBR工艺

发展出的 ICEAS、CAST、IDAL、DAT-IAT、NITANK 工艺。生物膜法发展也生物转盘、普通生物滤池、高负荷生物滤池、BIOSTYR 滤池等技术。生态处理由过去单纯使用稳定塘、土地处理、湿地处理向厌氧塘+兼性塘+湿地+好氧生态塘+土地处理的综合技术发展。

目前，洋河、桑干河流域共建城镇污水处理厂 10 座见表 4-1，各污水处理厂采用的主要工艺有 SBR、CAST 工艺、A²O+深度处理工艺、奥贝尔氧化沟工艺、卡鲁塞尔氧化沟工艺。

表 4-1 现有污水处理厂工艺现状

Tab.4-1 Technique situation of existing sewage treatment plant

序号	名称	设计规模/(t·d ⁻¹)	处理工艺
1	崇礼县污水处理厂	0.8	SBR 工艺
2	主城区污水处理厂	10	A ² O+深度处理
3	万全县污水处理厂	1.5	CAST 工艺
4	怀安县污水处理厂	1.8	奥贝尔氧化沟工艺
5	怀来县污水处理厂	3	奥贝尔氧化沟工艺
6	宣化区污水处理厂*	12	A ² O+深度处理工艺
7	下花园区污水处理厂	2.5	奥贝尔氧化沟工艺
8	涿鹿县污水处理厂	2	卡鲁塞尔氧化沟工艺
9	阳原县污水处理厂	2	卡鲁塞尔氧化沟工艺
10	蔚县污水处理厂	3	奥贝尔氧化沟工艺

现有工艺特点见表 4-2.

表 4-2 现有污水处理工艺特点

Tab.4-2 Technique characteristics of existing wastewater treatment

工艺名称	工艺及主要特点
SBR 工艺	又称为序批式活性污泥法，按时间顺序进行的进水、反应、沉淀、出水、待机等操作在一个池中完成。SBR 法的优点是可在一个池中完成脱氮、去除 BOD 全过程，工序简单，缺点是每座池子都必须安装曝气输配系统、沉淀的滗水器，控制系统间歇的排水头损失出较大，且自动化要求高。
CAST 工艺	又称循环式活性污泥法，是 SBR 工艺的变形，主要分为选择器、厌氧区、主反应区，它在 SBR 工艺基础上增加了生物选择器和污泥回流装置，并对时序做了调整，从而大大提高了 SBR 工艺的可靠性及处理效率。
奥贝尔氧化沟工艺	Orbal 氧化沟又称同心圆型氧化沟，一般由三个同心椭圆形沟道组成，污水在各沟道循环达数百到数十次。最后经中心岛的可调堰门流出，至二次沉淀池。奥贝尔氧化沟具有良好的脱氮效果，工艺运行管理简单易行，运行效果相对稳定，更适合我国的一些中小城镇。
卡鲁塞尔氧化沟工艺	Carrousel 氧化沟是一个完全混合曝气池，其浓度变化系数极小甚至可以忽略不计，进水将迅速得到稀释，具有很强的抗冲击负荷能力。但对于氧化沟中的某一段则具有某些推流式的特征，这种构造方式使缺氧区和好氧区存在于一个构筑物内，具有高效生物脱氮的目的。
A ² O+深度处理	A ² O 系厌氧、缺氧、好氧组成的新工艺，利用生物法脱氮除磷，属深度二级处理工艺。其优点是可同步除磷脱氮。一般采用多折推流式。还具有氧利用率高、耐冲击负荷等特点，但投资和运行费用均较高。

现有污水处理厂工艺选择存在的主要问题：

- (1) 现有工艺采用的标准大部分为《城镇生活污水处理排放标准》(GB18918-2002) 一级B排放标准，不能完全满足流域水质要求。
- (2) 部分污水处理厂存在管网建设不足，收水能力不能满足要求的问题。
- (3) 重视污水处理设计，忽视污水回用的设计和建设，没有处理好水排放标准和资源化利用要求的关系。

4.2.2.2 新建乡镇污水处理厂工艺选择

乡镇污水来源主要是由洗漱、做饭、冲厕、畜禽排泄等构成的生活污水及少量工业废水，以有机污染物为主，同时氮、磷含量较高，一般 BOD/COD>0.3，可生化性好。乡镇污水具有规模小、水质水量变化大、有明显时段性等特点。根据乡镇污水排放特点，选择污水处理工艺主要考虑：①工艺成熟可靠，适应冲击负荷能力强,去除率高，可满足处理要求；②工艺流程简单且运行较稳定、易于维护管理，与当地各项条件相适应；③应方便日后技术升级及改扩建；④投资、占地和运行费用较低,药剂投加量少；⑤污泥产量少，满足污水灌溉和污泥用作肥料

综合以上几点，推荐选用氧化沟法、SBR 法、水解好氧法、AB 法和生物滤池等技术，也可选用常规活性污泥法。生活污水的主要成分是有机物、氮磷和大量的

细菌、病菌、寄生虫卵，一般不含有毒物质，容易处理；工业废水中污染物种类复杂，且多为有毒化学物质，处理难度大。当污水组成以生活污水为主时，应利用其生化性选用氧化沟、SBR-生物接触氧化法、水解-SBR 法和生物接触氧化等工艺。当污水组成以工业废水为主时，应选用 A²/O、生物滤池等工艺。生化处理工艺普遍存在一次性投资大、运行成本高的弊端，由于我市经济欠发达，因此在考虑乡镇污水处理厂建设时，一定要考虑运行成本，避免出现建得起，用不起的现象，严重影响处理效果。因此乡镇污水处理厂的工艺选取没有固定模式，应本着技术先进、经济合理的原则，以当地的具体情况为出发点，综合考虑污水组成、出水水质、地域环境、运行费用等因素，选用具有较强的针对性和可行性的成熟工艺，同时也应该大胆尝试适合当地特点和自然条件的新工艺。

4.2.2.3 污水深度处理技术

污水深度处理是指城镇生活污水经一级、二级处后，为达到回用水标准使污水作为水资源回用于生产或生活的进一步处理过程。常用的处理技术有：絮凝沉淀法、砂滤法、活性炭法、臭氧氧化法、膜分离法、离子交换法、电解处理、湿式氧化法、蒸发浓缩法等物理和化学方法与生物脱氮、脱磷法。深度处理方法费用较高、管理复杂。主要工艺特点见表 4-3。

表 4-3 深度污水处理技术工艺特点

Tab.4-3 Technique characteristics of advanced sewage treatment

工艺名称	工艺及主要特点
活性炭吸附法	对分子量在 500~3 000 的有机物有十分明显的去除效果，去除率一般为 70%~86.7%，可经济有效地去除嗅、色度、重金属、消毒副产物、氯化有机物、农药、放射性有机物等。 常用的活性炭主要有粉末活性炭(PAC)、颗粒活性炭(GAC)和生物活性炭(BAC)三大类。 微滤可以除去细菌、病毒和寄生生物等，还可以降低水中的磷酸盐含量。 超滤用于去除大分子，对二级出水的 COD 和 BOD 去除率大于 50%。
膜分离法	反渗透用于降低矿化度和去除总溶解固体，对二级出水的脱盐率达到 90%以上，COD 和 BOD ₅ 的去除率在 85%左右，细菌去除率 90%以上。 纳滤介于反渗透和超滤之间，其操作压力通常为 0.5~1.0 MPa，纳滤膜的一个显著特点是具有离子选择性，它对二价离子的去除率高达 95%以上，一价离子的去除率较低，为 40%~80%。
絮凝法	在废水中加入 PAC 和 PAM 絮凝剂，絮凝过程可以将水中的 SS、胶体和部分带有色度的大分子有机物形成矾花，然后通过气浮或沉淀的方法进行分离。
氧化还原法	通过加氧化剂将溶在水中的难降解有机物氧化为水和二氧化碳。常用的氧化剂为：Fenton 试剂、次氯酸钠、臭氧等。

4.2.3 农村面源污染控制技术措施

4.2.3.1 转变落后的生产方式，发展节水农业

在农业生产方面,目前官厅水库流域各县(市)普遍采用陈旧的大水漫灌方式,浪费较为严重;应采用喷灌、滴灌和微灌技术,有效合理地利用水资源,同时选用优良的、耗水少的作物品种,减少高耗水作物的种植面积。种植业污染物的削减潜力主要来自于科学合理使用农药、化肥,要通过测土配方施肥和改变施肥方式等措施,提高化肥的利用率;调整种植结构,防治污染物流失到水体中。积极推广循环农业生产模式,使污染物在农业系统内得到循环利用,以减少污染物排放。鼓励推广使用高效、安全、低毒农药产品,推广新型环保机械和实用技术,提高农药的利用效率。

4.2.3.2 畜禽养殖污染治理技术

规划期间农业面源污染控制将会以规模化畜禽养殖场和养殖小区为重点,加快建设养殖场沼气工程和畜禽养殖粪便资源化利用工程,防治畜禽养殖污染。

目前,畜禽养殖面源污染防治技术主要有种养平衡的低排放模式、生物发酵床零排放模式和畜禽粪便处理技术^[50-52]。

种养平衡的低排放模式是以减少化肥施用量和畜禽养殖污染物排放量为目标,种植业为养殖业提供饲料、养殖业为种植业提供有机肥料,实现废物综合利用的同时减少污染物排放;

生物发酵床零排放模式是用洛东酵素长期添加在猪的饲料中,猪只排泄出来的益生菌和生物发酵舍垫料中的益生菌所产生的多种酶类,将猪排泄物中的蛋白质、碳水化合物、脂肪等有机质进行有效分解并作为垫料中益生菌代谢所需营养(C、N)消化。垫料中心温度较高可将尿液中的水分蒸发,从而实现养猪零排放;

畜禽粪便处理技术主要为厌氧产沼气技术和堆肥技术。厌氧产沼气技术是利用受控制的厌氧菌的分解作用,将粪便中的有机物转化成有机酸,然后再将有机酸转化为沼气和二氧化碳。堆肥就是在人工控制的一定的温度、湿度、碳氮比以及通风的条件下,利用自然界广泛分布的细菌、放线菌、真菌等微生物的发酵作用,人为地促进可生物降解的有机物向稳定的腐殖质生化转化的微生物学过程。

4.2.3.3 农村生活污染源排放控制技术

农村生活污水用水分散,水量小,农村没有任何收集的设施,随着雨水的冲刷,随着地表流入河流、湖沼、沟渠、池塘、水库等地表水体、土壤和地下水体,其中有机物含量大是其主要的特点。针对农村生活污水的特点,污水处理技术的选择应优先达到两个目标:一是达标排放或回用;二是注重经济适用,运行成本低,管理维护简单。根据区域内农村生活污水的排放特点和经济欠发达的具体情况,探索分散型污水处理技术的推广和应用,在经济条件较好的农村或中心村逐步推行经济可行的污水处理技术和设施。

目前,农村生活污水处理技术方式可分为:分散处理模式、集中式处理模式和

分散加集中式处理模式。分散式处理模式是指分区收集农村污水，每个区域的污水单独处理，可采用小型污水处理设备、自然净化处理等工艺形式，适用于规模小、村庄布局分散、地形条件复杂、污水不易集中收集的村庄污水治理。分散式处理模式又可分为：①分散式-就地处理，一般采用无动力沼气净化池、一体化或埋地式处理等分散处理方式。②自然处理-湿地、氧化塘等技术即采用氧化塘和湿地，利用水体或土地的天然自净能力来去除污染物。基建投资和运行费用都很低，维护管理简单，出水可综合利用。③分散式-家庭处理：基于清洁生产 and 循环经济的原则，以源头减量、循环利用、全过程控制的家庭处理方式。可采用完全分离的生态卫生系统模式、尿液分离模式、粪便单独厌氧处理模式。集中处理模式是将农村生活污水通过污水管网收集后集中处理，可采用自然处理、常规生物处理等工艺形式，适用于规模较大的单村或联村污水集中处理。同时还可以根据情况选择分散式与集中式相结合的处理方式、生活污染控制与农业生产相结合的方式，主要有建沼气池，增加可再生能源供应，缓解能源压力；改善卫生环境，提高农民生活质量；改善农产品质量，促进农业增效转变农业增长方式，发展农业循环经济；粪便垃圾堆肥：废弃物无害化，资源化；提高农产品品质，增加农民收益；运行操作简单，便于管理。

4.3 本章小结

从流域管理机构建设、完善地方法律法规、提出流域排放标准、实施流域污染控制规划、继续实施污染物总量控制等八个方面提出控制官厅流域水污染的管理措施。

从合理调整产业结构、推进清洁生产、加大点源治理力度三方面，提出控制流域工业污染的技术措施；从现有污水厂工艺分析、新建乡镇污水处理厂工艺选择及污水深度处理三方面，提出生活污水治理的技术措施；从转变生产方式，加大畜禽养殖污染物治理技术、生活污染源控制技术等方面提出流域农村面源污染控制措施。

第 5 章 官厅水库流域污染控制效果分析

以 2009 年流域内污染物排放量为基数，预测到 2015 年新增污染物排放量，分析污染控制措施后对污染物的削减量及削减效果，论证措施实施的技术可行性。

5.1 主要污染物排放量预测

化学需氧量和氨氮新增量预测包括工业、城镇生活、农业源三部分，以 2009 年流域内污染物排放量为基数，采用排放强度法和产污系数法两种方法进行预测，其中工业化学需氧量和工业氨氮采用排放强度法预测，城镇生活化学需氧量和氨氮、农业源化学需氧量和氨氮采用产污系数法预测。到 2015 年底，洋河、桑干河流域 COD、NH₃-N 排放量预测结果见表 5-1。

表 5-1 主要污染物排放预测结果 （单位：t·a⁻¹）

Tab.5-1 Predicted results of primary pollutant's discharging (t·a⁻¹)

类别		COD	NH ₃ -N
新增污染物排放量	工业	3148.67	520.48
	生活	121.05	148.16
	农村畜禽养殖	7962.36	842.23
基准年污染物排放量	工业	12779	645
	生活	40380	4967
	农村畜禽养殖	14625	3656
	污水处理厂	-20719.4	-5146.7
合计		58297	5636

到 2015 年末，流域内污染物排放基数确定为 COD58297t·a⁻¹，NH₃-N 排放基数确定为 5636t·a⁻¹。

5.2 工业污染治理削减效果分析

5.2.1 调整产业结构污染物削减效果分析

规划期间共关停企业 32 家（见表 5-2），共削减 COD3446 t·a⁻¹，NH₃-N627t·a⁻¹。

表 5-2 规划期间关停企业污染物削减量 （单位：t·a⁻¹）

Tab.5-2 Cut-down amount of pollutant about ceased business between planning period (t·a⁻¹)

序号	企业名称	COD 削减量	氨氮削减量
1	张家口市食品公司	7.3	1.6
2	张家口市食品有限责任公司	13.2	2.9
3	张家口云峰药厂	110.1	0.4
4	张家口市第一制皮厂	90.0	21.0
5	张家口市羊毛衫厂	61.2	4.2
6	张家口市塑料厂	6.2	2.0
7	张家口市针织厂	36.0	1.5
8	张家口市绿源乳业有限公司	32.0	3.0
9	张家口市第二毛纺厂	5.1	0.6
10	张家口华新裘皮有限公司	3.4	0.4
11	张家口市化工原料厂	125.8	5.6
12	张家口市民族裘皮制品厂	78.4	3.0
13	张家口市中都羊绒有限公司	204.0	9.0
14	张家口市床单厂	42.0	4.5
15	张家口市百特化工有限公司	26.1	-
16	张家口中贸发绒毛畜产制品厂	22.8	-
17	张家口东郊联谊粉丝厂	96.8	0.4
18	张家口吉家房粉丝厂	96.8	0.4
19	张家口白须龙粉丝厂	96.8	0.4
20	张家口塞北造纸厂	47.3	-
21	张家口市众友钢丝制品有限公司	39.1	-
22	宣化农药有限责任公司	55.3	2.3
23	宣化区工业用呢厂	18.9	-
24	中国昊华集团宣化有限公司宣化化肥厂	102.3	13.9
25	河北粤华化工有限公司宣化分公司	257.0	149.9
26	张家口华顶乳业有限公司	348.5	21.6
27	张家口双环化肥有限责任公司	611.4	238.8
28	怀安县富新纸业有限公司	345.4	0.0
29	阳原县造纸厂	60.3	
30	开滦（集团）蔚州矿业公司郑沟湾矿西井	116.7	20.0
31	开滦（集团）蔚州矿业公司玉峰山矿	110.0	15.0
32	蔚县京西化工厂	180.0	105.0
	合计	3446.1	627.4

5.2.2 实施重点行业水污染物减排工程削减效果分析

规划期间流域内共实施河北天宝化工、中国长城葡萄酒有限公司、张北博天糖业有限公司等重点行业水污染减排工程 13 项，共削减 COD1867 t·a⁻¹，NH₃-N427t·a⁻¹。

采取以上二项削减措施后，共减排 COD5313t·a⁻¹、NH₃-N1054t·a⁻¹。

5.3 污水处理厂建设污染物削减分析

从张家口市工业和城市生活污水污染物排放情况可知，生活污染源污染物排放是流域内主要污染源，其排放比例远远超过了工业污染源，因此加大污水处理厂建设是减少入河污染物排放的主要措施，为进一削减入河污染物排放量，在加大工业污染点源治理的基础上，采取工业污染源采取一定措施处理后，必须进入污水处理厂处理后排放，各企业不得自行设置排污口，这一措施也有利于排污口的管理，减少企业的偷排及企业污水处理设施故障时排水对流域的影响。

5.3.1 已建成污水处理厂增加处理能力减排效果

目前流域内已建成的污水处理厂实际处理规模均未达到设计规模，污水处理厂处理能力还存在一定潜力。对未达到污水处理厂设计规模 80% 的 8 家污水处理厂增加处理负荷，可削减 COD9011t·a⁻¹、NH₃-N 465t·a⁻¹，见表 5-3。

表 5-3 已建污水处理厂增加负荷削减量

Tab.5-3 Cut-down amount of existing Sewage treatment plant by increasing load

名称	设计规模/ (10 ⁴ t·d ⁻¹)	实际处理水量 (10 ⁴ t·d ⁻¹)	增加处理水量 (10 ⁴ t·d ⁻¹)	污染物削减量/(t·a ⁻¹)	
				COD	NH ₃ -N
张家口市鸿泽排水有限公司	10	6.5	1.5	2190	110
崇礼县龙泽排水有限公司	0.8	0.4	0.24	350	17
怀来京西洁源污水处理厂	3	1.6	0.8	1431	79
涿鹿县污水处理管理中心	2	0.9	0.7	1022	51
下花园园鸣污水处理有限责任公司	2.5	1.1	0.9	952	73
万全县污水净化研究中心	1.5	0.9	0.3	438	22
阳原县洁源污水处理有限公司	2	0.65	0.95	1387	69
蔚县污水处理厂	3	1.4	1	1241	44
合计	24.8	13.45	6.39	9011	465

5.3.2 已建成污水处理厂升级改造情况分析

现有污水处理厂只有主城区、蔚县、宣化区已达到《城镇生活污水处理厂排放标准》一级 A 标准，其它污水处理厂在现有基础上实施升级改造后，其污染物削减效果见表 5-4，共削减 COD619t·a⁻¹，NH₃-N 199t·a⁻¹。

表 5-4 现有污水处理厂升级改造污染物削减情况

Tab.5-4 Cut-down amount of existing Sewage treatment plant by upgrading

区 县	设计规模 ($10^4\text{t}\cdot\text{d}^{-1}$)	原有出水标准/ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)		升级后污染物削减量/ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	
		COD	$\text{NH}_3\text{-N}$	COD	$\text{NH}_3\text{-N}$
崇礼县龙泽排水有限公司	0.8	100	25(30)	146	58.4
怀来京西洁源污水处理厂	3	60	8(15)	109.5	32.85
涿鹿县污水处理管理中心	2	60	8(15)	73	21.9
下花园园鸣污水处理有限责任公司	2.5	60	8(15)	91.2	27.4
万全县污水净化研究中心	1.5	60	8(15)	54.8	16.4
阳原县洁源污水处理有限公司	2	60	8(15)	73	21.9
怀安县污水处理厂	1.8	60	8(15)	65.7	19.71
合 计	13.6	-	-	619	199

5.3.3 乡镇污水处理厂建设污染物削减效果分析

目前，流域内已完成了市、县级污水处理厂的建设，乡镇级污水处理厂的建设还在起步阶段，未来五年乡镇污水处理厂建设是生活污水处理设施建设的重点，纳入规划内的建设 18 个乡镇污水处理厂全部建成后可削减 $\text{COD}8756\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N} 1134\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$ ，见表 5-5。

规划期间，采取以上削减措施后，共减排 $\text{COD}8756 \text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}1134 \text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

表 5-5 乡镇污水处理厂污染物削减量

Tab.5-5 Cut-down amount of township sewage treatment plant

序号	名称	处理能力 /(10 ⁴ t·d ⁻¹)	COD 削减量 /(t·a ⁻¹)	氨氮削减量 /(t·a ⁻¹)
1	宣化区庞家堡镇	0.5	300	20
2	蔚县暖泉镇	0.8	448	60
3	蔚县西合营镇	0.8	448	60
4	蔚县南留庄镇	0.6	336	44
5	怀来县东花园镇	1.5	840	112
6	怀来县桑园镇	0.5	280	36
7	阳原东城镇	0.2	112	16
8	阳原化稍营镇	0.3	168	18
9	宣化县赵川镇	0.3	168	20
10	宣化县洋河南镇	4	2240	300
11	下花园区辛庄子乡	0.4	224	32
12	涿鹿县矾山镇	0.5	280	36
13	涿鹿县张家堡镇区厂	0.5	280	36
14	涿鹿县赵家蓬区	0.5	280	36
15	崇礼县高家营镇	0.7	392	52
16	万全县郭磊庄镇	1.5	840	112
17	万全县万全镇	0.5	280	32
18	怀安左卫镇	1.5	840	112
合计		15.6	8756	1134

5.4 农村面源污染物削减措施及效果分析

由于农村面源污染存在分布面广、不易集中处理、污染物削减量不易统计的统计的特点，加上流域经济发展落后等条件限制，规划期间，对农村面源污染的控制以畜禽养殖业污染控制为重点，主要考虑规模化畜禽养殖业污染物排放的削减情况。规模化畜禽养殖场和养殖小区采用全过程综合治理技术进行处理，包括建设雨污分离污水收集系统，采用干清粪的方法收集粪便，尿液进入沼气池发酵处理，沼液经生化处理或多级氧化塘处理后达标排放，粪渣和沼渣通过堆肥发酵制取颗粒有机肥或有机无机复混肥。按照所有项目均采用全过程综合治理技术，COD 最多按产生量的 80%、氨氮最多按产生量的 70%计算减排量。

列入规划的流域规模化畜禽养殖业污染物控制项目 32 项，见表 5-6，共减少 COD 排放量 3446 t·a⁻¹、氨氮排放量 627 t·a⁻¹。

表 5-6 畜禽养殖污染治理工程削减量 （单位：t·a⁻¹）

Tab.5-6 Cut-down amount of pollution treatment project about raising livestock (t·a⁻¹)

序号	企业名称	COD 削减量	氨氮削减量
1	桥西区（东湾子）张家口旭旺养殖场	8.7	0.05
2	桥西区东湾子养殖区	22.6	0.14
3	桥西区外东窑子养殖区	8.7	0.05
4	万全县龙凤鸡场	31.7	0.11
5	张家口市万全县泓都生物技术有限公司	74.6	1.49
6	桥东区惠众奶牛养殖农民专业合作社	54.7	0.51
7	桥东区昌源奶牛养殖农民专业合作社	91.2	1.73
8	桥东区宏鑫养殖公司	53.9	0.5
9	桥东区张家口益源奶牛养殖有限责任公司	54.4	1.09
10	桥东区政辉肉牛养殖有限公司	68	0.62
11	宣化县宣化县金源牧业有限公司	96	1.81
12	宣化县神农畜禽养殖专业合作社	348.1	2.61
13	蔚县东海乳业公司	32.6	0.3
14	阳原县金丰养殖场	13.1	0.08
15	阳原县吉利养殖有限公司	22.6	0.14
16	阳原县四亩场种鸡厂	31.7	0.18
17	阳原县马圈堡乡燎原农牧发展中心	218.3	2.93
18	怀安宏都食品有限公司	67.4	1.82
19	万全县郭磊庄镇康越奶牛养殖小区	57.5	1.11
20	万全县北新屯乡建兴奶牛养殖场	81.5	0.75
21	万全县安家堡乡新羊屯村养殖小区	212.2	5.84
22	万全县科鸿生物科技有限公司	24.4	0
23	万全县圣达畜禽养殖有限公司	21.2	0.58
24	怀来县长福养殖有限责任公司	154.5	0.46
25	怀来县土木镇银海鑫兴牧场	33.6	0.31
26	京西奶牛养殖小区	40.9	0.83
27	怀来县永升养殖公司	16.3	0
28	怀来县湖滨奶牛厂	23.2	0.21
29	怀来县鸿安专业合作社	12.6	0.34
30	涿鹿县镇洪家房村养殖小区	147.3	1.55
31	崇礼县星通富民奶牛养殖有限公司	43.5	0.82
32	崇礼县张家口市绿色禽业科技有限公司	200.9	1.51
合计		2368	369

5.5 削减总量计算

根据以上各项措施实施后污染物的削减量，计算工业污染源、生活污染源和农村畜禽养殖污染物排放削减量，得出工业污染源 COD 削减率为 33.3%、NH₃-N 削减率为 90%；生活污染源 COD 削减率为 45.4%、NH₃-N 削减率为 35.2%；农村畜禽养殖污染源 COD 削减率为 10.4%、NH₃-N 削减率为 8.2%。

表 5-7 规划期各类污染物削减量

Tab.5-7 Cut-down amount of classified pollution between planning period			
污染源类型	类别	COD	NH ₃ -N
工业污染源	污染物排放总量/(t·a ⁻¹)	15927	1166
	削减量/(t·a ⁻¹)	5313	1054
	削减率/%	33.3	90
生活污染源	污染物排放总量/(t·a ⁻¹)	40501	5115
	削减量/(t·a ⁻¹)	18386	1798
	削减率/%	45.4	35.2
农村畜禽养殖	污染物排放总量/(t·a ⁻¹)	22587	4498
	削减量/(t·a ⁻¹)	2368	369
	削减率/%	10.4	8.2

对以上各类污染物削减量进行汇总，得出流域内污染物削减总量和削减率见表 5-8。

表 5-8 规划期污染物削减总量

Tab.5-8 Total cut-down amount of pollution between planning period		
类别	COD	NH ₃ -N
污染物排放总量/(t·a ⁻¹)	58297	10799
削减量/(t·a ⁻¹)	26067	9387
削减率/%	44.7	86.0

通过采取以上各类污染物控制措施，流域内污染物总量得到大幅削减，COD 排放总量削减 44.7%，NH³-N 削减 86.0%，对流域污染物总量控制，减少入河污染物排放起到显著作用，官厅水库入库水质会得到明显好转，对官厅水库水质改善起到重要作用。

5.6 小结

以 2009 年污染物排放量为基数预测到 2015 年末，流域内 COD 排放量为 58297t·a⁻¹，NH₃-N 排放量为 5396t·a⁻¹。

对列入规划的结构减排、点源治理工程的削减量进行分析，确定削减工业 COD5313t·a⁻¹，NH₃-N 1054 t·a⁻¹；实施已建成污水处理厂提高能力和提标改造、新建乡镇污水处理厂等措施，减排 COD18386t·a⁻¹、NH₃-N1798t·a⁻¹；列入规划和集中式畜禽养殖污染物治理工程实施后，共减排 COD2368t·a⁻¹、NH₃-N131t·a⁻¹。

规划期内工程实施后，共削减 COD26067t·a⁻¹、NH₃-N2883t·a⁻¹，削减率分别为 44.7%和 86.0%，使流域内污染物排放得到有效控制，对官厅水库水质改善起到了重要作用。

结 论

随着经济发展和供水需求矛盾的日益突出和恢复官厅水库饮用水功能的迫切需求,官厅水库流域的水环境问题越来越得到政府和人民关注,污染治理措施不得力、管理不到位等因素造成了污染物排放得不到完全控制,流域水质得不到根本改善,如何制定切实可行的流域水污染控制措施,改善流域水环境现状是当前需要解决的近切问题。

本论文通过对官厅水库上游流域水环境现状及污染物排放进行调查和评价,确定官厅水库流域存在的主要水环境问题,针对目前存在的工业污染物排放、生活污水排放和农村面源污染的现状,制定流域污染控制规划,提出了控制污染和改善水质的管理措施和技术措施,为改善官厅水库入库水质,尽快恢复官厅水库饮用水功能提供有效的技术支持。

主要研究成果如下:

(1) 对现状调查结果进行分析,确定流域水质得不到根本好转的主要原因:工业产业结构不合理、污水处理厂建设标准有待提高,农村面源污染防治措施落后,环境管理制度不完善,没有实施流域的污染防治规划。

(2) 制定科学合理的流域工业污染控制、生活污染控制和农村面源污染控制规划方案,为统筹解决流域水污染问题提供依据。

(3) 针对目前环境管理存在的问题,提出具体的污染控制管理措施;针对工业点源污染、城镇生活污水排放和农村面源污染的不同特点,提出经济可行的技术措施,为解决流域污染问题提供手段。

(4) 经预测,规划治理工程全部实施后,主要污染物 COD 排放量削减 44.7%、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 排放量削减 86.0%,流域内主要污染物排放得到有效控制,对官厅水库水质改善将起到十分重要的作用。

参考文献

- [1] 黄德春, 陈思萌. 国外流域可持续发展的实践与启示. 水利经济, 2007, 25 (6) : 10-12
- [2] 苏颖, 王韶华, 李贵宝等. 泰晤士河与淮河水污染治理比对分析. 水利科技与经济, 2007, 13 (8): 565-568
- [3] 郭焕庭. 国外流域水污染治理经验及对我们的启示. 环境保护, 2001, 8 : 39-40
- [4] P. MCMAHON, M. POSTLE. Environmental Valuation and Water Resources Planning in England and Wales. Water Policy, 2000, 02(6) : 397-421
- [5] T. KOJIRI. Importance and Necessity of Integrated River Basin Management. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 2008, 33(5) : 278-283
- [6] F. MOLLE. River-basin Planning and Management. The Social Life of a Concept, 2009, 40(3):484-494
- [7] J. L. IVEY, R.C. DELOE, R.D. KREUTZWISER. Planning for Source Water Protection in Ontario. Applied Geography, 2006, 26 : 192-209
- [8] 孟伟, 苏一兵, 郑丙辉. 中国流域水污染现状与控制策略的探讨. 中国水利水电科学研究院学报(季刊), 2004, 4 : 242-246
- [9] 席凌. 当前我国水环境管理存在的问题与对策研究. [山东大学硕士论文]. 2008:31-40
- [10] E. ONGLEY, Z. XIAOLAN, Y. TAO. Current Status of Agricultural and Rural Non-point Source Pollution Assessment in China. Environmental Pollution, 2010, 158(5): 1159-1168
- [11] 王鑫, 梁念, 安海蓉. 淮河污染浅析. 中国环境监测, 2006, 22(1): 96-98
- [12] 王婷婷, 曹韬. 流域综合管理的现状及目标模式探讨. 广东水利水电, 2004, 5(2): 1-5
- [13] 迟永山, 邓国立, 吴春山. 浅谈松花江流域水环境管理现状及管理措施. 水利科技与经济, 2009, 12 : 29-30
- [14] 刘永强. 流域与区域相结合的水资源管理研究. [西安理工大学硕士论文]. 2005:34-40
- [15] 翟翌. 流域管理体制规划初探. 水利科技与经济, 2010, 1 : 22-23
- [16] Q. WENG. A Historical Perspective of River Basin Management in the Pearl River Delta of China. Journal of Environmental Management, 2007, 85(4): 1048-1062
- [17] 万薇, 张世秋, 邹文博. 区域环境管理机制国际经验与借鉴思考. 中国环境科学学会 2009 年学术年会论文集 (第三卷), 2009: 901-910
- [18] 刘永强. 流域与区域相结合的水资源管理研究. [西安理工大学硕士论文]. 2005: 34-40
- [19] A. LAN, W. WRIGHT. Environmental Protection and Management: A Water Pollution Case Study Within the Greater Mountains World Heritage Area. Australia Land Use Policy, 2001, 28(1): 353-360
- [20] P. J. MATTHEWS. Water Quality Objectives: a Tool to Ensure Environmental Protection and

- Wise Expenditure. *Water Science and Technology*, 1995, 32(5): 7-14
- [21] W. KELLOGG. Metropolitan Growth and the Local Role in Surface Water Resource Protection in the Lake Erie Basin. *Journal of Great Lakes Research*, 1997, 23(3):270-285
- [22] M. KAO. Control of Non-point Source Pollution by a Natural Wetland. *Waret Research*, 1999, 20(3): 47-54
- [23] P. I. A KIINNELL. AGNPS-UM: Applying the USLE-M within the Agricultural Non-point Source Pollution Mode, *Environ Mental Modeling & Software*, 2000, 15 : 331-341
- [24] 刘永强. 流域与区域相结合的水资源管理研究. [西安理工大学硕士论文].2005:34-40
- [25] 翟翌. 流域管理体制规划初探. *水利科技与经济*, 2010, 1 :22-23
- [26] Q. WENG. A Historical Perspective of River Basin Management in The Pearl River Delta of China. *Journal of Environmental Management*, 2007, 85(4): 1048-1062
- [27] 杨健, 施鼎方. 城镇污水处理绿色技术及其进展. *环境保护*, 2000, 8: 38-39
- [28] 于峰, 史正涛, 彭海英. 农业非点源污染研究综述[J]. *环境科学与管理*, 2008, 33 (8): 54-65
- [29] 刘星, 赵洪光. 农业生产面源污染控制探讨. *污染防治技术*, 2006, 19 (1): 38-40
- [30] 张烽文, 刘小鹏, 刘希风. 宁夏西海固地区农业生态环境面源污染调查研究. *干旱区资源与环境*, 2007, 21 (7): 75-79
- [31] 马香玲, 高淑琴. 控制官厅水库上游地区水环境恶化对策研究. *中国水利学会. 2002学术年会论文集*. 北京: 中国水利水电出版社, 2002: 494-497
- [32] 章亦兵, 高月霞, 范晓秋. 官厅水库上游水资源保护问题的思考. *东北水利水电*, 2005, 23 (249) : 24-26
- [33] 李运来. 官厅水库水质现状评价与分析. *北京水务*, 2007, 1: 4-7
- [34] 王晓东. 官厅水库库区管理问题的探讨. *北京水务*, 2008, 2: 12-13
- [35] 孟开盛, 孟翊, 刘苍宇. 淮河流域水质状况与防治对策. *皖西学院学报*, 2008, 24(5):110-114
- [36] 迟永山, 邓国立, 吴春山. 浅谈松花江流域水环境管理现状及管理措施. *水利科技与经济*, 2009(12):29-30
- [37] 王毅. 改善流域管理体制 促进流域综合管理. *中国科学院院刊*, 2008, 2 : 42-47
- [38] 马建国, 翁方进. 我国流域管理体制浅探. *水利经济*, 2004, 3 :17-18
- [39] D.K. TIMMER, R.C. DELOE, R.D. KREUTZWISER. Source Water Protection in the Annapolis Valley, Nova Scotia: Lessons for Building Local Capacity. *Land Use Policy*, 2007, 24(1): 187-198
- [40] 张素英. 江苏省淮河流域水污染防治现状及其对策. *水资源保护*, 2009, 5 : 80-84
- [41] J.L. Ivey, R.DE Loë, R. KREUTZWISER, et al. An Institutional Perspective on Local Capacity for Source water Protection. *Geoforum*, 2006, 37(6): 944-95
- [42] I. ZACHARIAS, E. DIMITRIOU, T. KOUSSOURIS. Developing Sustainable Water

- Management Scenarios by using Thorough Hydrologic Analysis and Environmental Criteria. *Journal of Environmental Management*, 2003, 69(4): 401-412
- [43] W. SHAO. Effectiveness of Water Protection Policy in China: A Case Study of Jiaxing. *Science of the Total Environment*, 2010, 48(4): 690-701
- [44] G. VANDIJK, L. V. LIERE, W. ADMIRAAL, et al. Present State of the Water Quality of European Rivers and Implications for Management. *The Science of the Total Environment*, 1994, 145: 187-195
- [45] A. MONKEN. Water Pollution Control for Paint Booths. *Journal of Environment Management*, 2005, 74(1): 1-9
- [46] D. G. GOVERT. Policy Analysis and Complexity a Non-equilibrium Approach for Integrated Water Management. *Water Science and Technology*, 1995, 31(8): 301-309
- [47] 苏琼, 秦化鹏, 赵智杰. 产业结构调整对流域供需水平衡及水质改善的影响. *中国环境科学*, 2009, 29(7): 762-772
- [48] J. CHRISTOPHER. River Basin Development Planning and Management: A Critical Review. *World Development*, 1998, 26(1): 171-186
- [49] 董琳. 水处理工程典型设计实例. 北京: 化学工业出版社, 2001: 178-182
- [50] 曲强, 王立阁. 畜禽粪便污染与资源化利用. *吉林畜禽兽医*, 2005(6): 31-32
- [51] 张丽娟, 马友华, 王桂苓等. 农业面源污染中农田氮污染危害及其防治措施. *农业环境与发展*, 2010, 4: 52-56
- [52] 张伟天, 王宝贞. 农业面源污染控制新技术. *中国给水排水*, 2004, 20 (10): 33-35

攻读硕士学位期间所发表的论文

- [1] 李靖洁, 赵际沅, 邢果霖. 张家口市生态环境现状与保护. 河北建筑工程学院学报, 2007, 25(1): 114-115
- [2] 李靖洁, 李俊杰. 张家口市洋河、桑干河流域水环境健康风险评价. 2008, 中国环境监测 2008, 5: 92-95
- [3] 吴海梅, 李靖洁. 提高环境应急处理能力要点、线、面结合. 邹小钢. 环境保护工作创新与发展, 北京: 中国地质大学出版社, 2009: 441-442
- [4] 李俊杰, 李靖洁. 张家口市区域农业循环经济评价指标体系的设计及应用. 2009, (44): 377-378

致 谢

本论文是在河北科技大学李再兴副教授的悉心指导下完成的。在论文的撰写和修改过程中，终始得到了李教授不厌其烦的指导和帮助，李教授丰富的知识、严谨的态度使我在论文的完成乃至今后的工作中都受益匪浅，在此对李教授表示衷心的感谢。

在资料的收集和论文的完成过程中，也得到了河北科技大学环境工程学院其他老师的帮助和支持，在此一并表示感谢。

个人简历

李靖洁，1973年4月17日出生于河北省张家口市。副高级工程师，国家环评工程师，河北省新世纪“三三三人才工程”第三层次人选。

学习经历，1996年6月毕业于河北省建筑工程学院城建系暖通专业，2005年9月至2007年3月于河北科技大学环境工程专业研究生班进修。

工作经历，1997-1999年于张家口市环境监测站水质分析室从事水质分析工作；2000-2002年于张家口市环境监测站研究室从事环境影响评价报告编写工作；2003年-2009年担任张家口市环境监测站综合技术室主任，从事环境监测数据管理、数据分析及报告编写工作。

本人积极从事课研课题研究，除发表多篇学术论文外，作为主要完成人完成的《环境质量多媒体报告编制技术研究》通过省级鉴定并获张家口市科技进步三等奖；参与完成的《张家口市污染源现状及环境治理对策研究》通过省级鉴定。