

天津大学

硕士学位论文

唐山市曹妃甸工业区集中供热项目规划研究

姓名：温旺

申请学位级别：硕士

专业：工商管理

指导教师：范贻昌

20061201

中文摘要

位于河北唐山市南部唐山港的曹妃甸工业区，作为我国“十一五”规划纲要中的循环经济产业示范区，正在筹划我国最大的建设项目——以首钢搬迁为契机，发展四大产业，即大港口、大钢铁、大石化、大电能，总体投资预计超过两千亿元。按照总体规划，曹妃甸工业区将通过围海造地形成 310 平方公里的重化工产业聚集区，人口规模将达到 40 万至 50 万。曹妃甸工业区的建设与发展将推动京津冀更为紧密的区域合作。对于唐山而言，曹妃甸也必将成为提升其城市竞争力的“第二引擎”。

集中供热是我国北方重要的城市基础设施之一，近些年来发展较快。唐山市是我国著名的“资源型城市”，为配合曹妃甸工业区建设和经济发展的需要，拟在曹妃甸工业区实施集中供热项目，以完善工业区基础设施的构建，改善生态环境，降低大气污染。

本文首先分析项目所在城市的概况，进而对项目建设的必要性进行研究，然后对曹妃甸工业区总体规划进行阐述；在以上研究的基础上，对该地区的用热需求进行合理计算和预测，对工程主要技术方案进行认真比选，对项目实施进行周密规划，包括对机构人员的合理配置、对工程进度的可行安排；最后对项目投资进行详细估算，并对项目融资方式提出可选的几种方案，从而对项目的经济效益、环境资源等社会效益进行分析。

通过分析得出结论：项目具有实施的必要性和可行性，并且具有明显的社会效益和较好的财务效益，具有较强的清偿能力和较好的保本能力，但项目对售热价格、经营费用、投资等因素的变化较为敏感。因此首先应合理确定售热价格，其次在工程实施及运行过程中应加强管理，严格控制成本及各种费用的支出，最后在建设和运营过程中有效控制投资规模。

关键词：曹妃甸工业区；集中供热；可行性研究；效益分析

Abstract

Caofeidian industrial district, located in Jing Tang port, 80 kilometres south of Tangshan, is one of cyclic economy industry demonstration zone in China's 11th five-year plan. Having an opportunity of Shougang Group moving, Caofeidian will develop four industries: harbor, steel and iron, petrification, and electrical power, with the total estimated investment more than 0.2 trillion Yuan. According to the overall plan, Caofeidian industrial area will construct a heavy chemical industry zone of 310 square kilometer, with the population of 400,000 to 500,000 through reclaiming land from the sea. The construction and development of Caofeidian industrial area will push forward the regional cooperation of Beijing, Tianjin and Hebei closely, and increase the competitiveness of Tangshan City.

Central heating as one of important city infrastructures in north of our country have developed quickly in recent years. Tangshan, a famous resource-based city in China, is planning to begin a central heating project in order to further develop the infrastructure construction of Caofeidian industrial area, improve the ecological environment, reduce the air pollution.

Firstly this thesis introduces Tangshan City in which the project located, analyzes necessity of project construction, then expatiates on overall plan of caofeidian industrial area. Based on the studys, calculating and forecasting the heating demand reasonably, comparing the main technological alternatives seriously, planning project implementation deliberately which including human resource disposition and feasible schedule of the project have been done. Finally carried on a detailed estimation of the project investment and project financing in the form of several options, then analyzed economic and social benefit of the project.

Through the analysis, it draws the following conclusions: the project has evident social revenue and good finance revenue. The project has a strong ability to repay the debts. But the project is sensitive on the income, running cost and investment amount. So the corporation should control the investment effectively, lower the running cost and promote the income realizing.

Key words: Caofeidian industrial district; central heating; feasibility study; benefit analysis

独创性声明

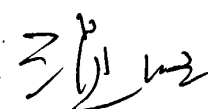
本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作和取得的研究成果，除了文中特别加以标注和致谢之处外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得 天津大学 或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

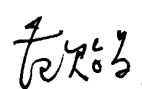
学位论文作者签名:  签字日期: 2006 年 12 月 29 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解 天津大学 有关保留、使用学位论文的规定。特授权 天津大学 可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，并采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编以供查阅和借阅。同意学校向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘。

(保密的学位论文在解密后适用本授权说明)

学位论文作者签名: 

导师签名: 

签字日期: 2006 年 12 月 29 日

签字日期: 2006 年 12 月 29 日

第一章 绪论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 项目所在城市概况

唐山位于环渤海地区的中心地带，北依燕山，南临渤海，是一座具有百年历史的重工业城市，处于大北京经济圈内，京都文化、历史文化和现代工业文明在这里融汇。唐山市现辖六个行政区、两市、六县和两个国有农场，总面积 13472 平方公里，总人口 704 万，其中市区面积 3874 平方公里，人口 293 万。近年来，唐山的国民经济持续发展，是全国 18 个特大城市之一，经济总量占全省六分之一，占全国百分之一。

唐山地理位置优越，地处环渤海与京津交汇地带，与首都北京相距 150 公里，与著名工业城市天津市相距 120 公里，是联络华北、东北两大地区的咽喉。隔海与朝鲜、韩国、日本相望，成为东北亚区域经济的重要组成部分。

曹妃甸位于唐山市南部海域，是唐山南部近海的一个沙岛，位于东经 118°38′，北纬 38°55′，距唐山南部海岸 18 公里。沙岛走向 NE~SW，位居渤海湾北岸岸线转折处，犹如矾头和岬角，沙岛前缘距离渤海深槽-25m 等深线只有 400m 左右，可建设停靠 25 万吨至 30 万吨级大型货轮，沙岛后方与大陆岸线间是大片浅滩，是华北地区唯一最接近国际深水航线的天然陆域。

1.1.1.1 气候情况

曹妃甸所在地属于大陆性季风气候，具有明显的暖温带半湿润季风气候特征。

(1) 气温：极端最高气温 36.3℃，极端最低气温-20.9℃，多年年平均气温 11.4℃；

(2) 降水量：多年年平均降水量 554.9mm，最大年降水量 934.4mm，最大一日降水量 186.9mm，降水多集中在夏季，6—9 月的降水量为 408mm，约占全年降水量的 74%；

(3) 风向及风速：本海区风的季节变化明显，冬季盛行偏西北风，频率为 47%，平均风速为 5.1m/s；春、夏季盛行偏南和东南向风，频率为 49%和 64%，平均风速为 5.1m/s 和 6.6m/s；秋季多偏西南向风，频率为 34%，平均风速为 4.9m/s；

(4) 地震烈度：基本地震烈度Ⅶ度。

1.1.1.2 地质情况

曹妃甸位于滦河三角洲平原海岸，具有双重岸线的特征，其中内侧大陆岸线为沿滦河古三角洲前沿发育的冲、海积平原；外侧岛屿岸线与大陆岸线走向基本一致，为沙质海滩，其南段的曹妃甸沙岛由 12 个小沙岛组成，西南段最大，高程 3m 左右，内外岸线间为宽阔的浅水泻湖。曹妃甸沙岛位居渤海湾北岸岸线转折处，紧贴渤海湾-20~-30m 深槽。

拟建曹妃甸工业区后方位于滨海浅滩之上，北接古滦河三角洲的前缘，由北向南跨越渤海浅滩、浅水泻湖二个地貌单元，南接曹妃甸沙岛。

1.1.1.3 交通情况

曹妃甸交通运输条件便捷。疏港铁路可与京山、京秦、大秦三条国铁干线相连；公路交通运输，境内相互连接的京沈、唐津、唐港三条高速公路沟通全国高速公路网，并辅以 11 条国道和省道。可直接向华北地区用户供应进口铁矿，节约铁路往返运输费用。水路疏运方面，曹妃甸港区位于环渤海港口群体中间地带，至各港距离适中，水上中转运输条件便利。在环渤海经济圈内，曹妃甸港区经济腹地直接面向京津冀经济区，而且可延伸至西北地区。经济区位条件优越，在环渤海和东部沿海深水港布局上位置适中。

1.1.2 项目建设的必要性

实现城市集中供热是减轻大气污染，净化、美化环境，提高能源利用率，改善人民生活质量的重要手段。因此，国务院“国发”〔（1981）27 号〕文指出：在城市规划和建设中要积极推广集中供热和联片供热，特别是新工业区、住宅区和卫星城市，今后不要再搞那种一个单位一个锅炉房的分散供热方式。

随着经济的发展，人民生活水平的提高，实施集中供热是非常必要的。其与分散供热相比有着显著的特点：（1）热电联产在供热的时候，能产生一定的电能，提高燃料的热能利用率，提高热电厂的综合效益。（2）热电厂的除尘装置效率高，有脱硫、除尘设备，烟囱高大，有利于烟气扩散，以高点源排放代替众多小烟囱的多源排放，可大大改善环境质量。（3）热电厂相对于分散锅炉房，减少了燃煤、灰渣在装卸、运输、储存过程中对环境的污染以及对工业区交通的影响，相对的扩大了城市的交通能力。（4）集中供热的实施，相对于分散锅炉房减少了噪音对环境的污染；减少了用水量和废水排放量，并可以对废水集中处理及循环使用，节省了大量的城市用水；节省了大量的锅炉房占地，有利于城市的合理规范和发展。

为满足工业区建设和经济发展的需要，改善生态环境，降低大气污染，只有在曹妃甸工业区实施集中供热，才能有效地控制和减少大气污染，提高人民生活水平。在全面实施可持续发展战略的大形势下，本项目的抓紧实施显得尤为迫切和非常必要。

总之，集中供热的实施，为工业区的可持续发展提供了良好的环境条件和良好的城市基础实施，具有良好的社会效益和一定的经济效益。因此该项目的实施是必要的和迫切的。

1.2 研究现状的分析

1.2.1 曹妃甸工业区城市总体规划

1.2.1.1 规划原则

- 1、坚持节约能源的方针，结合当地条件，统筹兼顾，充分利用各种热源，体现以热定电，热电结合，提高热效率；
- 2、管网敷设服从城市总体规划要求，主干管尽量靠近负荷集中区；
- 3、充分考虑当前热负荷分布及远期规划发展状况，提供有效的供热方案；
- 4、考虑远近期的适应问题，坚持近期和远期相结合的原则，使其既能满足现状的需要，又能适应远期发展的要求，量力而行，留有余地；
- 5、合理设置热力站的位置、规模，节约土地，节省基建投资和运行费用；
- 6、坚持科学态度，吸收国内外先进经验，在确保供热系统安全可靠的前提下，采用经济合理的新工艺、新产品、新材料和新设备；
- 7、采用现代化技术手段，逐步实现科学自动化管理，并做到技术可靠，经济合理。

1.2.1.2 供热范围

根据《唐山市曹妃甸工业区供热规划(2004年-2020年)》，曹妃甸新港工业区的近期工业用汽和采暖热负荷范围是：主要包括钢铁工业及其配套产业、港口物流业、化工工业、海水淡化、综合服务区的居民住宅及其公共设施建筑物。其中钢铁厂的工业热负荷和采暖热负荷由企业内部自行解决。钢铁配套产业的工业热负荷和生产区域的采暖热负荷、港口物流业及化工工业等相关产业的工业热负荷和生产区域的采暖热负荷、海水淡化生产用汽热负荷和曹妃甸新港工业区的综合服务区内的采暖热负荷由工业区热电厂的一期工程承担。

在分析研究港口及港口地区临港产业发展规律的同时，借鉴国内外发展的经验，在成本指向和政策的作用下，港口地区成为重工业、第三产业和外向型产业

选择的投资密集区域。主导产业的发展将带动产业链延伸和辐射,诱发配套产业和多元产业的发展,形成主导产业、基础产业、综合产业相结合的区域产业结构。曹妃甸产业区主导产业确定为港口物流业、冶金工业和化工工业。

2005年5月16日,唐山市人民政府以唐政函[2005]33号文批复了《唐山市曹妃甸新港工业区城市总体规划(2004年-2020年)》。曹妃甸工业区2020年城市总体规划的期限确定为:近期是2004年—2010年,远期是2011年—2020年,远景是2020年以后。

曹妃甸工业区的总体目标是建设成为以大型深水港口为基础,以现代化大型钢铁、石化联合企业和港口物流为核心,建设具有世界先进发展水平、循环经济发展的综合型工业区,成为中国重工业参与国际竞争的发展基地。总体规划主要包括:产业发展目标、人口与就业发展目标、环境发展目标三个主要部分。

1.2.1.3 产业发展规划

产业发展规划的目标是将曹妃甸工业区发展成为优越的港口资源、雄厚的重工业基础和高速增长的消费市场,将发展成为京津唐地区临港重工业发展的先导地区。建设钢铁厂大型钢铁基地、炼化一体大型石化工业基地和能源原材料港口物流基地。其中重工业基地发展成为我国钢铁工业参与国际竞争的基地,中国北部沿海地区的精品钢材基地,最终成为中国北部沿海地区现代化重工业产业基地。其中港口建设成25万吨矿石码头,30万吨原油码头和北煤南运码头,腹地范围包括京津冀、晋、蒙等华北和西北地区,成为环渤海地带京津唐地区独有的大型深水能源原材料转运港口。2020年成为环渤海地区重要的能源原材料产品战略物资转运中心。

1.2.1.4 人口与就业发展规划

曹妃甸工业区近期建设规划总人口约4万人。其中岛上居住人口为2.4万人,岛外居住人口为1.6万人。近期钢铁工业带动的总人口规模为10万人。经过产业发展的带动,钢铁工业带动的总人口规模发展为23万人。远期在主导产业链的带动下,综合产业类型进一步多元化,发展规模进一步扩大,人口集聚规模达到40-50万人左右。

1.2.1.5 环境发展规划

曹妃甸工业区城市总体规划的规划区范围为:东到青龙河,西至唐海县域边界并南下至海堤,北至唐海县域,南至曹妃甸工业区南边界,规划区范围约1000平方公里,地理位置分布见图1-1。

(一) 城市发展模式

曹妃甸工业区城市空间发展模式为:临港重工业和综合加工工业被港口及发展备用地分离的“三明治”。重工业在南部,加工工业在北部,港口及发展备用地

在中间，起到分隔和用地储备的作用。

结合工业区职能和产业发展的特征，规划提出了工业区以发展产业为主，不作为综合型城市的发展方向，因此，工业区内只安排少量的职工宿舍类生活配套用地和办公服务用地，而将工业区生活基地安排在唐海县，形成工业区和唐海县港城互动的发展模式。

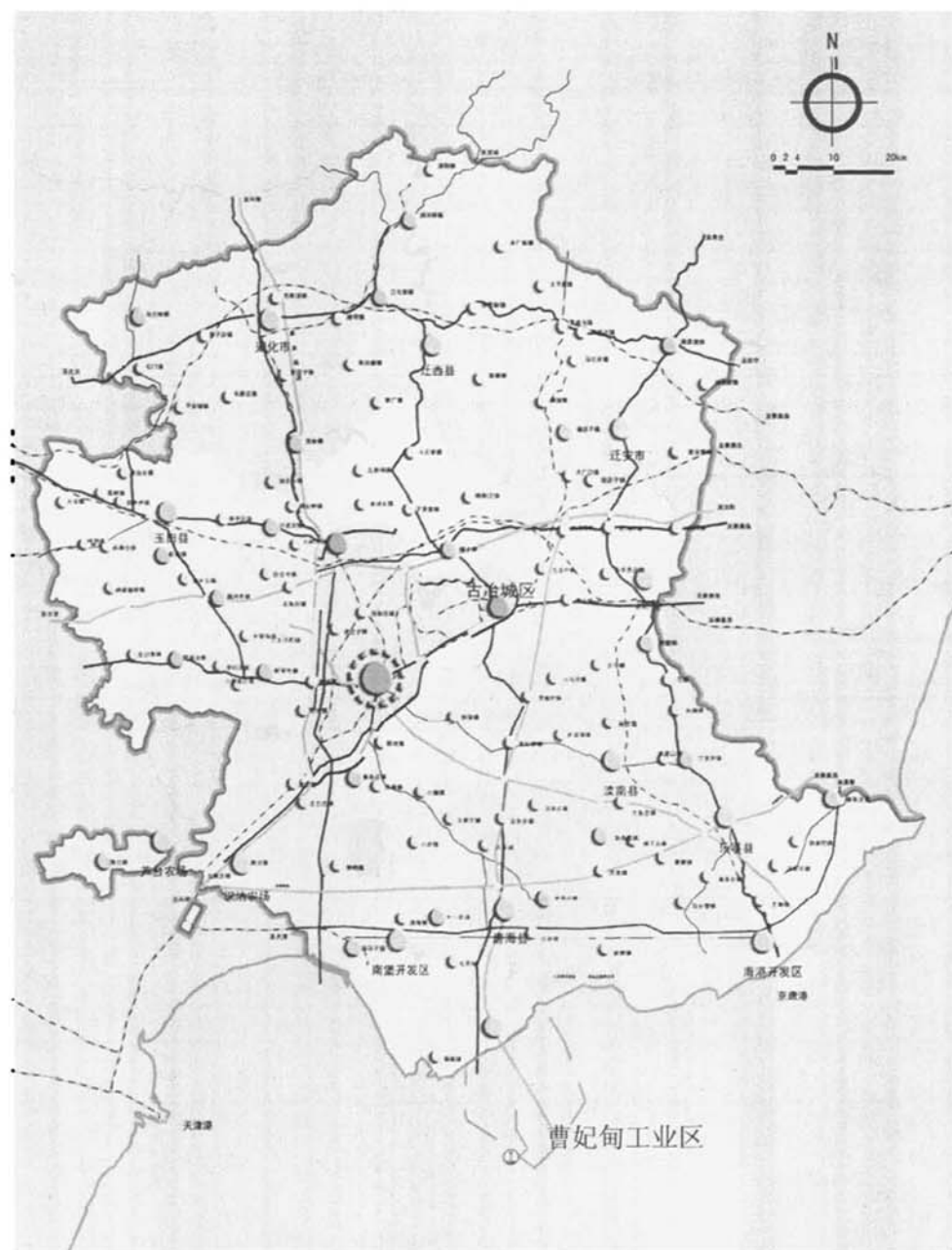


图 1-1 曹妃甸工业区区位图

（二）用地规划

近期，曹妃甸工业区城市建设用地规模，规划期内以大港口、大钢铁、大能源为主导的建设规模为 60-70 平方公里的总规模。经过一段发展后，曹妃甸工业区形成以钢铁、石化、能源、港口的连带发展格局时，规划增加为重化工业区预留的 60 平方公里的发展空间，使发展规模达 113 平方公里。远期，曹妃甸工业区随着加工业产业需求的上升，工业区的性质也将从以重化工业为主的重工业区向综合型的工业基地转变，最终形成工业区约 310 平方公里的总建设规模，在曹妃甸港区职能最终形成向综合港口转变。

1、曹妃甸工业区近、远期规划布局主要包括：工业及仓储用地、居住用地、公共设施用地。

（1）工业及仓储用地

产业发展以临港重工业为主，工业用地类型为污染比较大的钢铁、电力等三类工业。预计还会带动一系列中、下游产业的发展，如化工、建材、机械加工等产业。同时配合唐山市主城区产业“退二进三”的发展战略，还要承接来自唐山市区的产业转移。仓储用地主要用于公共性生产和生活物资的中转。配合 2020 年对外交通枢纽，安排两处仓储用地，分别位于综合服务区 and 钢铁配套工业区内，与港区和快速路临近。

（2）居住用地

根据企业后勤社会化、市场化的原则，各企业用地内部不再建设职工住宅等生活区。居住用地布置在综合服务区内，建设二类居住用地，住宅以多层（4-6 层）为主。住宅规划与建设应该适应北方海岛气候特点，充分利用工业企业余热、余汽等可回收能源，建设节能型居住社区。

（3）公共设施用地

行政办公用地：包括工业区管理机构，港区管理机构，海关机构以及各类为企业服务的办公机构等。规划分三处集中的行政办公用地，分别位于钢铁配套工业区、综合服务区南部和中部。

商业金融业用地：区内将建立金融保险、对外贸易、信息咨询等现代服务业体系，需要在综合服务区内预留足够的用地。分别位于钢铁配套工业区、综合服务区南部和北部地区。

医疗卫生用地：规划期建设综合医院一处，除提供正常的医疗服务外，应加强针对工业生产特点的特种疾病防治。

2、曹妃甸工业区远景规划布局主要包括：港区、工业生产区、仓储物流区、综合服务区、旅游休闲区、盐池及纳潮区。

（1）港区

远景规划预留工业区东侧港口发展用地，形成一西一东主副两个港区。

(2) 工业生产区

形成由钢铁工业区、重化工业区、加工工业区组成的三类工业区、四大组团，其中加工工业区分为两个组团。

(3) 仓储物流区

主港区东西两侧各规划一处仓储物流区，发展港口物流业。东侧仓储物流区靠近前沿重化工业区，主要以钢铁、石化等原料及工业成品等散货物流为主；西侧仓储物流区紧邻加工工业区，未来以发展集装箱物流为主。

(4) 综合服务区

满足 12—15 万人口居住，并为工业区初期发展提供必要的行政管理、商贸金融、文化娱乐等公共设施用地。

(5) 旅游休闲区

规划滨海旅游休闲区，建设游船码头；同时发展海岛休闲旅游。

(6) 盐池及纳潮区

考虑南堡盐场的建设要求，为盐场的发展预留足够的水面作为盐池，同时保留盐池必须的纳潮空间。

1.2.2 环境现状

1.2.2.1 气象条件

该区域气候特征属温带大陆性气候，夏季基本受副热带高压影响，炎热多雨，冬季受蒙古气团和来自西伯利亚的寒流影响，寒冷干燥。受海洋气候影响，年平均风速较大，大风日数比内地平原多。年主导风向为 SSW 风，其风向频率为 10.1%，次主导风向为 WSW 风，风向频率为 8.67%，年静风频率为 2.53%。年总平均风速为 4.6m/s。全年各类稳定度频率中，中性类最高，为 65.15%，稳定类所占频率为 16.98%，不稳定类为 17.87%，从稳定度的频率分布看，区域大气湍流状况对污染物的扩散有利。

1.2.2.2 环境空气质量

各监测点SO₂小时浓度范围 0.012~0.029mg/m³，质量指数范围为 0.03~0.058mg/m³，全部达标；日平均浓度范围是 0.015~0.026mg/m³，质量指数范围为 0.1~0.173mg/m³，全部达标。NO₂小时浓度范围 0.019~0.030mg/m³，质量指数范围为 0.079~0.125 mg/m³，全部达标；日平均浓度范围是 0.021~0.027mg/m³，质量指数范围为 0.175~0.217mg/m³，全部达标。PM₁₀ 日平均浓度范围 0.024~0.0298mg/m³，质量指数范围为 0.16~1.987mg/m³之间，存在超标现象，最大值出现在林雀堡。TSP日平均浓度范围是 0.079~0.532 mg/m³，质量指数范围为 0.263~1.733mg/m³，部分超标，最大值出现在林雀堡。

1.2.2.3 海水水质

监测项目有 PH、SS、盐度、DO、COD、油类、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、活性磷酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、氨盐、挥发酚、氰化物、硫化物、BOD5 等 19 项。COD 质量指数范围为 0.17-1.05，有一个点位超标；SS 质量指数范围为 1.88-7.86，全部点位超标；石油类质量指数范围为 0.02-5.64，有两个点位超标，其它点位浓度较低，超标原因可能是受到施工船和渔船干扰。除 COD、SS 和石油外其余监测项目均符合二类海水水质标准。

1.2.2.4 海水底质

石油类、有机质、硫化物、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As 几项中超过二类沉积物质量标准的测项仅有硫化物一项，超标点位数为一个。

1.2.2.5 声环境质量

各监测点均无超标现象，符合城市区域环境噪声 3 类标准。

1.2.2.6 生态环境现状

现状为曹妃甸岛及其附近曹妃甸滩组成，成天然生态风貌，无特有生物种。

1.3 本文的主要研究内容

本文基于曹妃甸工业区城市总体规划，对曹妃甸工业区进行集中供热的工程项目进行规划研究。曹妃甸工业区位于河北唐山市南部的唐山港，作为我国“十一五”规划纲要中的循环经济产业示范区，正在筹划我国最大的建设项目——以首钢搬迁为契机，发展四大产业，即大港口、大钢铁、大石化、大电能，总体投资预计超过两千亿元。

本文首先对唐山市的总体情况进行了介绍，然后就曹妃甸工业区的现状进行了分析，并对工业区的总体规划作了详细的介绍。在此基础上研究分析了曹妃甸工业区的供热需求，按照计算和预测的热负荷对热电厂和供热管网的建设方案进行了认真的研究比选，并对项目实施进行了周密的规划，包括对机构人员的合理配置、对工程进度的可行安排；最后对项目投资进行了详细估算，并针对项目提出了几种可行的融资方式，进而对项目的经济效益，以及环境、资源等社会效益进行了分析。

本文主要结构如图 1-2 所示。

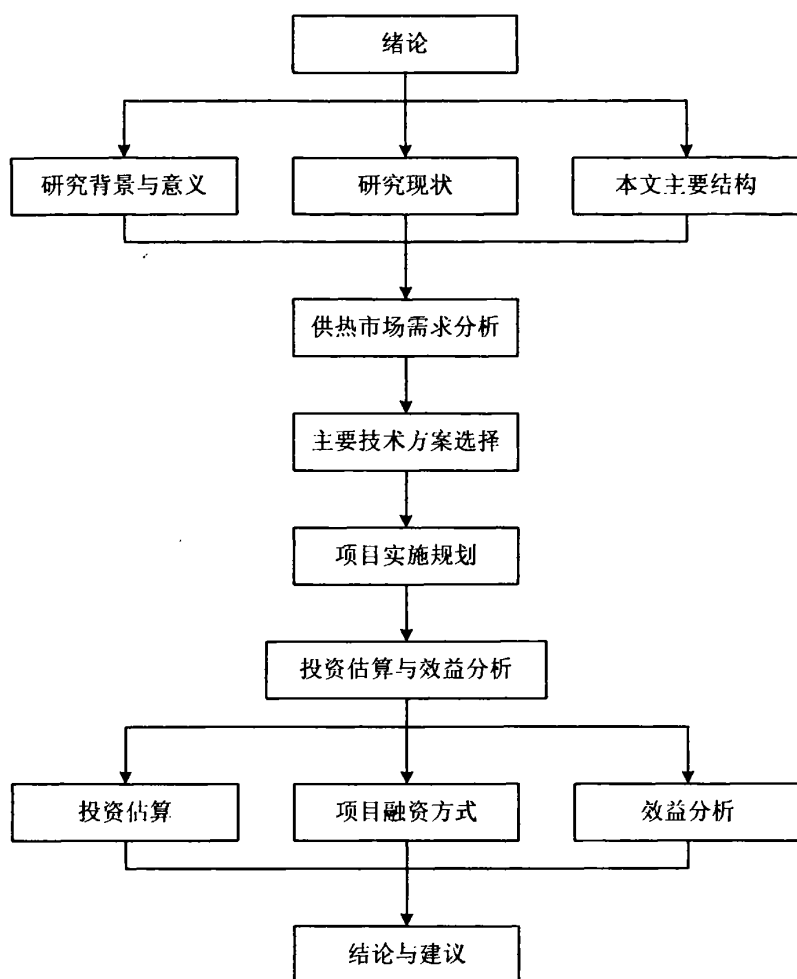


图 1-2 本文的主要结构

第二章 供热市场需求分析

2.1 供热市场的用户结构分析

根据《唐山市曹妃甸工业区供热规划(2004年-2020年)》，曹妃甸新港工业区的近期工业用汽和采暖热负荷范围是：主要包括钢铁工业及其配套产业、港口物流业、化工工业、海水淡化、综合服务区的居民住宅及其公共设施建筑物。其中钢铁厂的工业热负荷和采暖热负荷由企业内部自行解决。钢铁配套产业的工业热负荷和生产区域的采暖热负荷、港口物流业及化工工业等相关产业的工业热负荷和生产区域的采暖热负荷、海水淡化生产用汽热负荷和曹妃甸新港工业区的综合服务区内采暖热负荷由工业区热电厂的一期工程承担。

由以上分析可知，本项目供热的用户主要包括两部分：民用采暖热负荷和工业蒸汽热负荷，其中民用采暖热负荷包括民用住宅和公共建筑。所以供热用户主要为三部分：企业、居民和公共设施。

2.2 供热市场的需求预测

2.2.1 供热面积的预测

由于曹妃甸工业区企业入驻是一个动态过程，因此本项目的热负荷确定主要依据曹妃甸新港工业区总体规划：

(1) 现状热负荷：目前，入驻企业及居民小区还在规划阶段，因此不存在现状热负荷。

(2) 近期热负荷：于2005年至2010年之间拟入驻的企业及公建居民小区的热负荷。

(3) 远期热负荷：于2010年至2020年之间拟入驻的企业及居民小区的热负荷。

2008年供热面积115.4万 m^2 ，2009年供热面积达到177万 m^2 ，2010年供热面积达到234万 m^2 。根据《曹妃甸新港工业区城市总体规划(2004年-2020年)》和《唐山市曹妃甸工业区供热规划(2004年-2020年)》，到2010年本项目民用采暖总建筑面积89.4万 m^2 ，其中：住宅28.5万 m^2 ，公建60.9万 m^2 ；生产区域的采

暖建筑面积 144.6 万 m^2 。

2.2.2 热指标的选取

根据国家《城市热力网设计规范》(CJJ34—2002)中的规定,节能型建筑采暖热指标取值为

住宅: 50W/ m^2

公共建筑: 65W/ m^2

根据民用住宅和公用建筑采暖面积所占比例,经加权平均计算后民用建筑采暖热指标为 60.2W/ m^2 。

曹妃甸工业区生产区域采暖建筑主要为生产厂房,仅有少量的办公楼,根据国家《城市热力网设计规范》(CJJ34—2002)中的规定,确定本工程生产区域综合热指标为 110 W/ m^2 。

2.2.3 热负荷的计算

2.2.3.1 采暖期最大热负荷

本项目包括民用采暖热负荷和工业采暖热负荷,民用采暖热负荷是根据工业区的住宅和公共建筑的比例按照综合热指标进行计算的,其热指标中已经包含了热网输送过程的损失,最大热负荷按下列公式计算:

$$Q_{\max} = q \times A \times 10^{-3}$$

式中:

$Q_{\max}$ ——采暖期最大设计热负荷, KW;

q ——采暖热指标,民用采暖综合热指标 60.2W/ m^2 ,生产区域综合热指标 110W/ m^2 ;

A ——采暖建筑物的建筑面积, m^2 。

根据《供热规划》,近期曹妃甸工业区规划民用采暖总建筑面积 89.4 万 m^2 ,其中:住宅 28.5 万 m^2 ,公建 60.9 万 m^2 。供热区民用采暖热负荷详见表 2-1:

表 2-1 冬季民用建筑热负荷统计表

序号	供热分区	建筑面积(万 m^2)	热指标(W/ m^2)	热负荷(KW)
1	R01	20	60.2	12040
2	R02	20	60.2	12040
3	R03	15.4	60.2	9271
4	R04	15	60.2	9030
5	R05	19	60.2	11438

合计		89.4	60.2	53819
----	--	------	------	-------

按照《供热规划》，钢铁厂的工业采暖热负荷由钢铁厂自行解决。其它化工、石油、储运等生产区域的采暖热负荷由本期工程承担。

根据规划，本工程负责的化工、石油、储运等生产区域的采暖热负荷面积为 184.5 万m²，热负荷为 203MW。由于化工、石油、储运等产业为逐步形成，按照《供热规划》，预计到 2010 年生产区域的采暖建筑面积约 144.6 万m²，热负荷为 159.06MW，生产区域的采暖热负荷详见表 2-2：

表 2-2 冬季生产区域采暖热负荷统计表

序号	区域名称	供热分区	建筑面积 (万m ²)	热指标 (W/m ²)	热负荷 (KW)
1	生活区污水处理厂	R06	10	110	11000
2	海水淡化厂	R07	12	110	13200
3	矿石码头区	R08	4	110	4400
4	三友化工	R09	18	110	19800
5	冀东水泥	R10	12	110	13200
6	陡河原水蓄水厂	R11	15	110	16500
7	工业区污水处理厂	R12	12	110	13200
8	化工码头区 散货码头区	R13	4.6	110	5060
9	曹妃甸西站 煤炭码头区	R14	6	110	6600
10	曹妃甸南站 石油码头区	R15	6	110	6600
11	钢铁配套企业预留(1)	R16	15	110	16500
12	钢铁配套企业预留(2)	R17	15	110	16500
13	钢铁配套企业预留(3)	R18	15	110	16500
合计			144.6		159060

由于本项目中民用建筑所占比例较小，夏季冷负荷较少，利用高温水溴化锂机组制冷成本高，不经济，所以本项目暂不考虑夏季制冷负荷，同时居民及公建用热水负荷及其他热负荷本项目也暂不考虑。

综上所述，本项目冬季采暖总建筑面积为 234 万m²，最大热负荷为 212.879MW。

2.2.3.2 采暖期平均热负荷

$$Q_{pj}=Q_{max} \times (t_n - t_p) / (t_n - t_{wn})$$

式中：

Q_{pj} ——采暖平均热负荷，MW

Q_{max} ——采暖最大设计热负荷，MW

t_n ——室内设计温度, °C; 取 18°C

t_p ——采暖期室外平均温度, °C; 为 -2.5°C

t_{wn} ——采暖期室外计算温度, °C; 为 -10°C

即: $Q_{pj} = 212.879 \times (18 + 2.5) / (18 + 10) = 155.86 \text{ MW}$

2.2.3.3 采暖热负荷曲线

曹妃甸工业区有关民用采暖设计温度:

曹妃甸工业区冬季采暖室外平均温度为 -2.5°C

曹妃甸工业区冬季采暖室外计算温度为 -10°C

曹妃甸工业区冬季采暖室内计算温度为 18°C

以采暖期室外计算温度为 -10°C 的采暖耗热量为基础, 计算出室外温度由 5°C 至 -10°C 间隔温度下的小时耗热量, 绘制出小时热负荷曲线, 计算式如下:

$$Q' = Q \times (18 - t_w) / (18 - t_{wn}) \quad (\text{GJ/h})$$

式中:

Q ——在 $t_w = -10^\circ\text{C}$ 时的采暖热负荷, GJ/h

t_w ——采暖期任意室外温度, °C

Q' ——对应于 t_w 温度下的热负荷, GJ/h

按室外日平均温度连续 3 天低于 +5°C 开始采暖, 连续 3 天高于 +5°C 停止供暖的规定, 曹妃甸工业区采暖期从 11 月 15 日至翌年 3 月 15 日, 共 120 天, 2880 小时。根据曹妃甸工业区气象资料, 以采暖期各室外温度的连续小时数及相应的小时热负荷为依据, 绘制出年热负荷延续图 (图 2-1)。

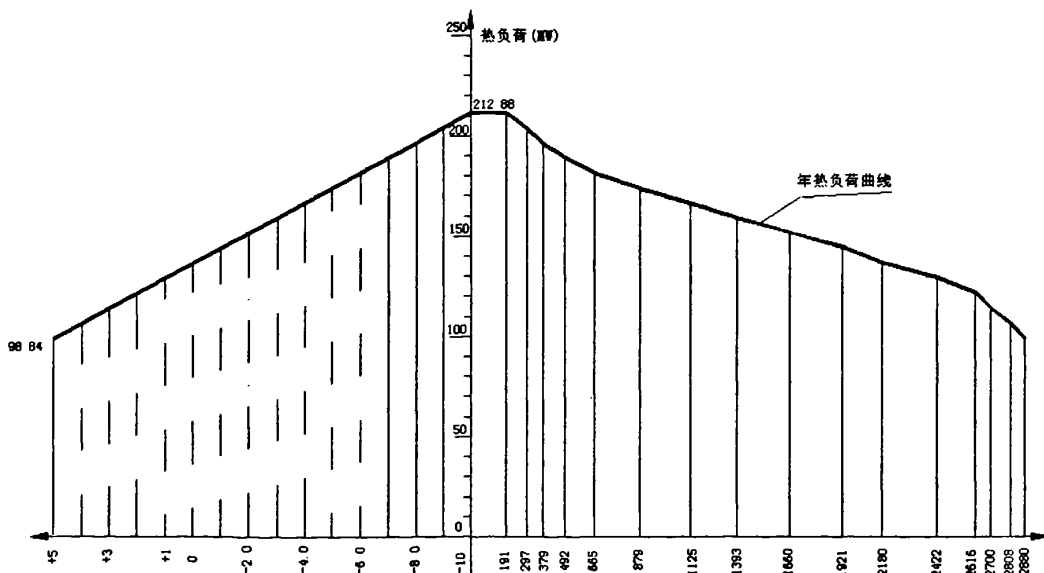


图 2-1 热负荷延续图

采暖期室外温度的连续小时数、年热负荷延续表详见表 2-3。

表 2-3 本项目 2010 年热负荷延续表

序号	室外温度℃	室外温度延续小时数	2010 年	
			热负荷 (MW)	总供热量 (GJ)
1	5	72	98.84	25619
2	4	108	106.44	41384
3	3	84	114.04	34486
4	2	194	121.65	84960
5	1	242	129.25	112603
6	0	259	136.85	127599
7	-1	261	144.45	135725
8	-2	267	152.06	146160
9	-3	268	159.66	154040
10	-4	246	167.26	148125
11	-5	214	174.87	134720
12	-6	173	182.47	113642
13	-7	113	190.07	77320
14	-8	82	197.67	58352
15	-9	106	205.28	78335
16	-10	191	212.88	146376
		合计 2880	平均 155.86	

2.2.3.4 全年热负荷的计算

以年负荷曲线或最大负荷利用小时数与采暖负荷，可以计算出全年热负荷，见表 2-4。

表 2-4 全年热负荷

年限	采暖建筑面积 (万m ²)	采暖平均负荷 (GJ/h)	全年负荷 (GJ)
2008	115.4	277.31	798650
2009	177	425.34	1224966
2010	234	562.31	1619446

2.2.3.5 蒸汽热负荷

按照总体规划和供热规划，化工、石油、储运等工业热负荷、海水淡化生产

用汽工业热负荷为本期工程的工业用热负荷。

根据曹妃甸工业区规划，近、远期海水淡化处理装置日产淡水量分别为 10 万吨和 15 万吨，分别约需加热蒸汽量 420t/h 和 625t/h，其中近期 10 万吨/日海水淡化工程已列入国家循环经济示范项目。本工程需向海水淡化处理装置提供加热蒸汽量约 420t/h，以满足日产淡水约 10 万吨的淡化工程要求。根据目前掌握的资料看，国内的热法海水淡化工艺所采用蒸汽的参数大多为：蒸汽压力 0.3~0.55MPa，蒸汽温度 200~300℃。

按照供热规划，预计本期工程化工、水泥、储运等产业用汽量约 276t/h。企业主要有唐山三友集团有限公司的化工码头及物流储运工程项目和石油化工生产综合项目、唐山冀东水泥有限公司的水泥项目以及混凝土、水泥制品、机械加工、物流项目。

三友曹妃甸化工码头及物流储运工程项目拟建设 5 万吨级成品油泊位 1 个，3 万吨级成品油及液体化工泊位 2 个，3 万吨级多用途泊位 1 个，设计能力 900~1000 万吨/年，预计 2010 年全部建成，需要低压蒸汽量约 40 吨/小时。三友曹妃甸化工生产主要建设项目为 100 万吨/年烧碱及氯氧化法 PVC 项目、5 万吨/年环氧氯丙烷项目、10 万吨/年丙烯酸及丙烯酸酯项目以及 10 万吨/年聚丙烯项目等，项目所需低压蒸汽量为 190 吨/小时。唐山冀东水泥有限公司的水泥项目以电厂和钢厂的粉煤灰和矿渣为原料，年产量为 200 万吨，以及混凝土、水泥制品、机械加工、物流（货运及水泥出口码头）项目，项目所需低压蒸汽量为 46 吨/小时。同时结合曹妃甸工业区总体规划，考虑将来工业负荷的增加，为 2010 年（三期）预留 100t/h 的蒸汽量。

工业生产用汽量汇总见表 2-5。

表 2-5 工业生产用汽量汇总表

编号	企业名称	用汽量(t/h)
Q01	海水淡化	420
Q02	冀东水泥项目	46
Q03	三友曹妃甸石油化工生产综合项目	190
Q04	三友曹妃甸化工码头及物流储运工程项目	40
Q05	发展预留	100
	合 计	796

第三章 主要技术方案选择

3.1 供热系统总体方案选择

根据《曹妃甸新港工业区城市总体规划(2004年-2020年)》和《唐山市曹妃甸工业区供热规划(2004年-2020年)》确定项目的供热范围,本项目热网工程包括自热电厂围墙外1米开始,至用户热力站的热水管网,热力站等。工业用汽工程包括自热电厂围墙外1米开始,至工业用户的蒸汽管网,蒸汽计量站等。

本项目在2008年开始建设,2008年开始供热,2010年达到最大负荷。

本项目供热系统设计方案共两个:

设计方案一:以华润电力曹妃甸热电厂为热源,利用热电厂高温蒸汽,经过首站换热供出130/70℃高温热水,通过间接供热站,换出85/60℃低温热水,向热用户供热。2008年供热面积115.4万平米,2009年供热面积达到177万平米,2010年供热面积达到234万平米。工程包括:热网主干线,分支线,18座间供热力站以及热网控制中心及通讯系统。

设计方案二:以华润电力曹妃甸热电厂为热源,利用热电厂高温蒸汽,经过首站换热供出85/60℃低温热水,通过直接供热站,直接向热用户供热。工程包括:热网主干线,分支线,18座直供热力站以及热网控制中心及通讯系统。

以上两个方案中,设计方案二热网为直供系统,由于直接连接,而使管网运行调节不便、管网失水率过大及安全可靠性能不能有效保证。按照城市热力网设计规范要求,大型城市集中供热热力网用户采暖系统应采用间接连接,因此本项目供热系统选用设计方案一。

本项目工业用蒸汽以华润电力曹妃甸热电厂为汽源,将热电厂高温蒸汽通过蒸汽管网输送到工业用户。蒸汽参数为温度250℃,压力0.55MPa,2008年蒸汽用量为420t/h,2009年蒸汽用量为656t/h,2010年蒸汽用量将达到796t/h,工程量为蒸汽管网、凝结水管网、凝结水回收系统及蒸汽计量站。

3.2 热源建设方案选择

3.2.1 规划热源

为适应曹妃甸工业区发展和满足工业区工业用汽、用电及公用建筑居民住宅冬季采暖的需要，根据现状热负荷及规划预测热负荷，为同时满足工业区对用汽和用电的综合需求，因此规划热源为热电厂形式。并且考虑当地的能源结构现状，热电厂拟采用燃煤方式，即：采用大同地区的燃煤，无论是储煤量还是总的生产能力及交通运输能力均对本热电厂的燃煤供应提供了充足保障，因而，规划热电厂为燃煤热电厂。

3.2.2 热源的供热范围

（一）供热分区：供热区共分为综合服务区、工业生产区和码头区三个供热分区。

- （1）综合服务区包括：居住区和公建区；
- （2）工业生产区包括：钢铁配套加工工业区和电厂区（含海水淡化）；
- （3）码头区包括：港池以东散货码头区和港池以西煤码头区。

（二）规划热电厂的供热范围如下：

（1）蒸汽供热

热电厂蒸汽供热范围包括曹妃甸工业区的钢铁配套加工企业和海水淡化产业。最远供热距离为 1.5 公里。

（2）热水供热

热电厂热水供热范围包括曹妃甸工业区的综合服务区的住宅和公建、码头区的公建。最远供热距离为 10 公里。

3.2.3 热电厂厂址选择

拟选的热电厂厂址位于曹妃甸岛西北侧，地理坐标中心为北纬 38°57′，东经 118°38′，陆路距唐海县城约 38km。林青公路是通往曹妃甸港区的唯一通道，公路按一级标准建设，全长 52.5km，分青坨营—唐海段和唐海—林雀堡段建设，现已实现全线贯通的目标，该公路建成后可连接京沈、京津、唐港高速公路，沟通全国高速公路网，并连接 11 条国道和省道，陆路交通方便快捷；海路西南距天津新港约 38 海里，东北距秦皇岛港约 92 海里，距京唐港 33 海里，曹妃甸港区位于环渤海港口群体的中间地带，至各港口距离适中，水上中转运输条件便利。

热电厂的厂址选择有两个具体方案：

方案一，规划热电厂位于工业区中南部，在规划的钢铁厂生产基地北面的协力工业区内，热电厂西侧与港池相邻，规划铁路线路由热电厂西部通过，使其专用线引接方便。热电厂南侧距工业区规划岸线约 6.3 公里，西侧距工业区规划岸线约 9.7 公里。工业区主干道东侧距热电厂约 3 公里。

方案二，规划热电厂位于工业区西北部，南侧与规划钢铁深加工区相邻，东北侧与盐田蒸发区相邻。铁路线由热电厂西北侧通过，工业区主干道从热电厂东侧通过，交通便利。热电厂东侧距工业区规划岸线约 8.5 公里，南侧距工业区规划岸线约 10 公里。热电厂北侧为工业区内，拟规划与综合港池相连的通潮河，电厂用水可从港池抽取。

由于后者不利于港池的进一步开发，故本次规划推荐采用方案一所选规划厂址。同时，厂址位于工业区常年最小频率风向的上风侧，距离规划城镇居住区较远，不会对周边和城区造成污染。热电厂位置适中，供热半径为 2-10 公里。

3.2.4 规划热源的机组方案选择及热经济指标

确定规划热源的原则是以工业区规划热负荷为基础选择机组型式和热源规模，并能保证热电厂全年在最佳工况下运行。

我国近年来在优化和调整火电机组结构、技术结构、品种结构和地区结构方面，主要通过优化火电结构来促使火电技术产业升级和更新。目前新建燃煤电厂优先考虑单机容量在 300MW 及以上的高参数、高效率、调峰性能好的机组，引进和发展超临界机组。并且积极推进 CFBC、PFBC、IGCC 等洁净煤电示范工程的前期工作，通过引进和消化吸收国外先进的循环流化床技术和脱硫技术，加快流化床锅炉和脱硫设备的国产化；300MW 亚临界压力自然循环四角切向燃烧锅炉，目前也通过了专家鉴定，其技术水平处于国内领先，达到了 300MW 等级四角燃烧技术的国际先进水平。

3.2.4.1 规划热源的主机选型

(1) 锅炉选型

规划考虑选用 300MW 亚临界压力自然循环四角切向燃烧锅炉，该锅炉设计合理，制造和安装施工质量优良，调试运行规范。经 6 个月连续运行和性能考核，能满发稳发，主要运行参数达标，锅炉出力、汽温、热效率、NO_x 排放、空预器漏风率均达到或优于设计值；在燃烧设计煤种时，锅炉可在 50%ECR 负荷下无油助燃长期稳定运行，还可在电力负荷为 40%ECR 的出力下，无油助燃稳定运行。

据了解，该产品的主要创新点是采用二级 8 片的分隔屏过热器新型布置方

式，保证了主蒸汽温度，且明显减小了热力偏差；采用了浓淡燃烧器和分级燃烧等技术，具有较好的着火性能、低负荷稳燃性能、较高的燃烧效率；无烟煤粉的NO_x排放浓度由原来的标准状态、干烟气、过量空气系数由 1.4 g/Nm³降到了 694mg/Nm³，还对三次风风量控制技术、分配技术及卫燃带敷设技术进行了改进。

(2) 汽轮机选型

规划考虑选用抽汽凝汽式（NC）和低真空纯凝汽式（N）两种。两种机型在供热、海水淡化能力方面都能满足本工程需要，两种机型进行比较后发现：后者由于机组常年运行在 35KPa 的背压以下，还需制造厂进一步优化；利用排汽直接作为 MED 的汽源，一方面降低了机组的冷源损失，但另一方面两者作为一个整体所具有的运行灵活性、稳定性大大降低了；将汽轮机的排汽引至 MED 的蒸汽管道，每台机组是两根 DN4000 的管道，布置起来将非常困难，管道过长使严密性无法保证，直接影响机组的效率和稳定性。经过比较，确定采用两台单抽凝汽机组。抽凝机的抽汽压力定为 P=0.55MPa，T=279℃，外供工业负荷，作为热电厂热力首站汽水换热的热源。

3.2.4.2 装机方案及技术经济性能计算

机组容量应最大地满足供热负荷的需要，同时还应考虑到锅炉与汽轮机组总进汽量的匹配。对于单机容量还要考虑到热负荷的增长和今后的扩建，因此，根据本期热负荷的条件，本项目拟提出“二炉二机”的两种装机方案：

方案一：2×SG-1025/17.6 亚临界压力自然循环四角切向燃烧锅炉 +2×N300/C227-16.7/537/537 型抽凝机组；

方案二：2×SG-1025/17.6 亚临界压力自然循环四角切向燃烧锅炉+2×N300-16.7/537/537 型低真空纯凝机组。

通过上述对汽轮机选型的论述，可知本热力规划装机方案选择方案一。

热电厂机组选型如下：

锅炉：SG-1025/17.6 亚临界压力自然循环四角切向燃烧锅炉 2 台；

汽轮机：N300/C227-16.67/537/537 型汽轮机 2 台；

发电机：QFSN-300-2-20B 型发电机 2 台。

热电厂机组装机方案详见表 3-1，锅炉机组、汽轮机机组规范表详见表 3-2，装机方案热经济指标计算结果见表 3-3。

表 3-1 机组装机方案

方 案 机组选型	方案一
锅 炉	2×SG-1025/17.6 亚临界压力自然循环四角切向燃烧锅炉
汽 机	2×N300/C227-16.7/537/537 型抽凝机组

表 3-2 装机方案的技术规范表

机组	项目		单位	第一方案（二炉二机）
锅炉机组	型号			SG-1025/17.6
	容量		T/h	1025
	过热汽压		MPa	17.6
	过热汽温		℃	537
	给水温度		℃	271
	台数		台	2
汽轮机组	机型			N300/C227-16.7/537/537
	额定功率		MW	300
	进汽压力		MPa	16.7
	抽汽	温度	℃	279
		流量 额定/最大	t/h	522/550
		压力	MPa	0.55
	排汽	压力 抽汽/凝汽	MPa	/0.0054
	汽耗 抽汽/凝汽		kg/kWh	/9.01
	台数		台	2

表 3-3 装机方案热经济指标计算结果表

序号	项目	单位	方案一： 2×SG-1025/17.6 +2×N300/C227-16.7/537/537			
			采暖期		非采暖期	
			最大	平均	最大	平均
1	锅炉蒸发量	t/h	2050	2050	2050	2050
2	汽机进汽量	t/h	2042	2042	2042	2042
3	发电功率	MW	454	454	454	454
4	抽（排）汽量	t/h	1100	1100	1243	1243
5	厂自用汽量	t/h	28.96	28.96	24	24
6	调峰锅炉供汽量	t/h	0	0	0	0
7	发电年平均标煤耗	kg/kWh	0.2893			
8	机组保证热耗	kJ/kWh	5223			
9	供热年平均标煤耗	kg/GJ	38.26			
10	综合厂用电率	%	6.7			
11	发电厂用电率	%	5.42			
12	供热厂用电率	kWh/GJ	7			
13	供电年平均标煤耗	kg/kWh	0.306			

序号	项目	单位	方案一： 2×SG-1025/17.6 +2×N300/C227-16.7/537/537			
			采暖期		非采暖期	
			最大	平均	最大	平均
14	年发电量	kWh	62.150×108			
15	年供电量	kWh	57.2×108			
16	发电设备年利用小时数	h	5500			
17	汽机年供热量	GJ/a	1102.76×104			
18	热电厂年供热量	GJ/a	1102.76×104			
19	全年耗标煤量	t/a	1740280			
20	热化系数		0.8			
21	年均全厂热效率	%	50			
22	年均热电比	%	106.86			
23	全年节约标煤量	t/a	652200			

3.3 供热系统方案选择

3.3.1 蒸汽系统

蒸汽系统主要供应曹妃甸工业区工业生产用户的用汽需求，包括该用户的采暖用汽，以及作为各换热站的加热生活热水的热源。

根据规划热源的布局和供热区的划分，工业区的蒸汽由规划热电厂供给。热电厂出口蒸汽参数：压力为 P=0.55Mpa，T=279℃，热电厂投产后的最大的供汽量为：1100t/h，规划热电厂蒸汽管线距最远用户距离为 1.5km。

3.3.2 热水系统

规划热电厂抽汽：压力为 P=0.55Mpa，T=279℃作为采暖供热首站的一次热源，按照设计方案一，经过首站制备出温度 130 / 70℃高温热水，由供热一次管网送至热力站，通过间接供热站，换出 85/60℃低温热水送至采暖热用户。

3.3.3 供热管网与敷设方式

3.3.3.1 布置原则

上述各区的供热管网均布置为支状系统。

(1) 管网走向应尽可能靠近热负荷密集区，并结合曹妃甸工业区内道路和区内其它管网的分布等具体情况，按唐山市政建设的有关规定和《规划》的统筹安排，确定管网的敷设路线；

(2) 管网的布置力求短直，平行于道路，靠近人行道或慢车道，减少对路面和绿化带的破坏。尽可能不跨越或减少跨越区内主干道和厂区，不影响工业区整体布局；

(3) 供热管网尽量避免穿越城市主干道及河流；

(4) 按近期和远期市政基础设施专项规划，有组织、有计划、有重点的分期、分步实施。

曹妃甸工业区热负荷增长具有很大的不确定性，因此供热管网水利计算的热负荷依据，既要考虑供热管网的使用年限避免不必要的浪费，又要满足近期曹妃甸工业区各工业用户的用热需求。管网水利计算采用近期负荷。供热管网主干线管径基本上能适应近期负荷的要求。

3.3.3.2 管网管径

(1) 近期、远期热水管网具体管径详见图 3-1“热水管线平面及热力站分布图”和附表六“热水管网水利计算表”。

(2) 近期、远期蒸汽管网具体管径详见图 3-2“蒸汽管线平面及热力站分布图”和附表七“蒸汽管网水利计算表”。

(3) 曹妃甸工业区企业用汽凝结水回收率暂定为 50%，管径为 DN250。

3.3.3.3 管网敷设方式

目前国内外关于热力管网的敷设方式主要有三种形式：(1) 架空敷设；(2) 地下管沟敷设；(3) 地下直埋敷设。

关于这三种敷设方式各有优缺点，针对本工程的具体特点和当地规划管理部门的意见，通过技术经济比较，综合考虑管网的敷设方式。

架空敷设具有施工周期短，保温结构比较简单、维护管理方便，管网一次性投资低的优点（低架空与直埋相比，造价低 1—2 倍），但架空敷设保温性能较差，热损失较高（与直埋相比热损失高 30%—40%），维护管理费用较大（在风吹日晒的情况下，保温结构及外保护层破损严重），在道路两侧敷设架空管道影响景观，低、中支架影响交通，高支架造价高。

管沟敷设方式虽然能满足环保规划要求，方便检修，但其防腐、保温性较差，热损失比较高，地沟易进水，管网维护量大，运行成本高，施工周期长，影响交

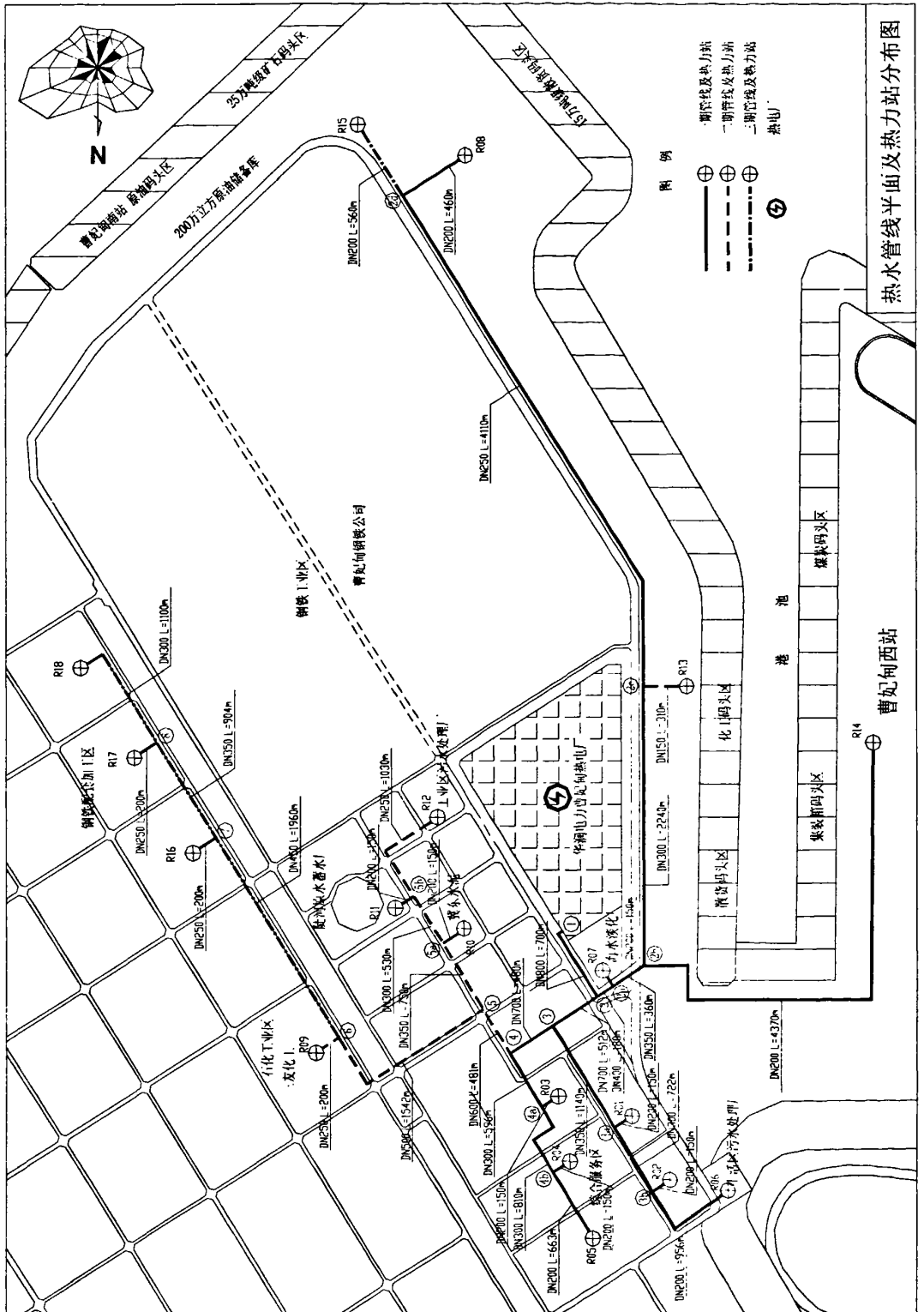


图 3-1 热水管线平面及热力站分布图

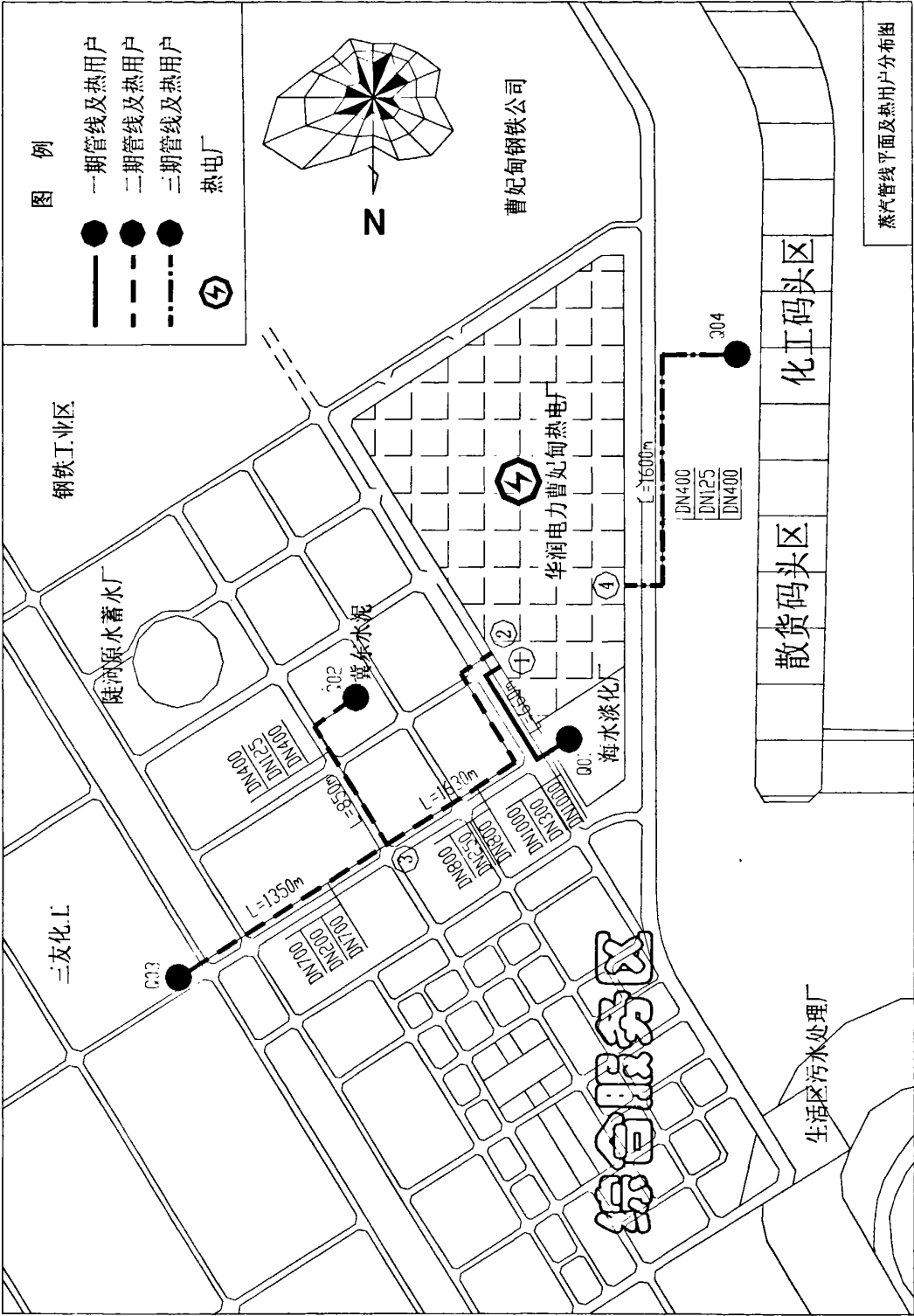


图 3-2 蒸汽管线平面及热力站分布图

通，并且工程造价高。

直埋敷设与地沟敷设相比，管网造价较低，使用寿命长，施工周期短、热损失小、维护工作量小、运行经济；与架空敷设相比虽然投资较高，但不影响城市景观，有利于工业区规划。此种敷设方式管道应力小，热损失小，使用寿命长，不受施工条件的限制，施工简单便于维护管理。

工业区内供热管网敷设方式分为两种：（1）热水管网采用预热无补偿直埋敷设方式；（2）蒸汽管网采用预热有补偿直埋敷设方式。由于管网运行温度较低，热水管网采用预热无补偿直埋敷设方式可减少补偿器和固定墩的数量，有利于管道的安装敷设，但管道内部承受一定的轴向应力。对预制直埋保温管道、管件、弯头、阀门等的质量要求较高，其产品质量必须严格检验，满足规范标准及设计要求，其他市政管道维修有可能对热网造成影响时，热网需降低运行压力，热网系统的安全性受多种因素影响。

本项目拟定蒸汽管网采用有补偿直埋敷设，热水管网采用无补偿直埋敷设。此外结合工业区公共管道通廊的敷设情况，在部分地区亦可考虑利用公共管道通廊架空敷设。

管网建设采取分期、分段施工，尽量与新建的小区道路相配合，同步施工。

阀门检查井按主干管网每相隔 1—1.5km 处设置一座，在分支处设置调节、关断阀门井；根据地形及管网布置情况，高点设置放汽阀门井，低点设置疏放水阀门井，入户处设阀门井。

对于主要道路路段的路口处，可根据具体情况分别采用管沟及开槽直埋敷设。有条件开挖的路段优先考虑直埋敷设，以节省投资。

3.3.3.4 管材、附件、保温及补偿

（1）蒸汽及热水管网 $DN \leq 200\text{mm}$ 采用无缝钢管，材质为 20 号钢，流体输送用钢管（GB/T8163）； $DN > 200\text{mm}$ 采用螺旋缝电焊钢管，材质为 Q235 钢流体输送用钢管（GB/T13793）；凝结水管网宜采用具有防腐内衬，内防腐涂层的钢管或非金属管道，非金属管道的承压能力和耐温性能应满足设计技术要求。

（2）阀门均采用 $P_n = 2.5\text{MPa}$ 。管网关断阀均采用多偏心金属硬密封蝶阀，直埋管网上的阀门与管道连接均采用焊接连接，热力站内的阀门均采用法兰连接。管网上的放汽、泄水阀采用球阀或旋塞阀。

（3）蒸汽管网采用复合硅酸铝保温，直埋敷设管保护层采用钢管，架空敷设管保护层采用镀锌钢板。热水管网采用复合聚氨酯保温，直埋敷设管保护层采用高密度聚乙烯套管，架空敷设管保护层采用镀锌钢板。

（4）蒸汽管网尽量利用自然补偿量，必要时采用无推力波纹补偿器补偿。热水管网采用无补偿敷设，局部应力较大处采用波纹补偿器补偿。管道的弯头、三通、变径管均采用标准成品件，弯头弯曲半径 $R = 2.5D$ 。采用冷安装时，弯头

弯曲半径 $R=4D$ ，同时采用加强三通。变径、三通、阀门井处设置固定墩和补偿器。

(5) 对于 DN400~DN900 的预制保温管，其外套管接头采用焊接式。对于 $DN\leq 350$ 的预制保温管，其外套管接头采用收缩式。

3.3.3.5 管网水力计算

水力计算以热负荷为依据，进行管径选择。

管径选择计算中采用的数据如下：

热水管网：管内壁绝对粗糙度为 0.5mm。

管道局部阻力系数，干线： $\alpha=0.25$ ；支线： $\alpha=0.4$ 。

蒸汽管网单位压降，主干线控制在 50~100Pa/m 之间。

热水管网单位压降，主干线控制在 30~80Pa/m 之间。

(1) 设计依据

1) 蒸汽管网设计温度 279℃，热水管网设计温度 130/80℃。

2) 热水管网供回水流量按下式计算

$$G=3.6 \times Q / [C \times (t_g - t_h)] \times 103$$

式中：G—二级网设计供回水流量，t/h；

Q—设计热负荷，MW；

C—水的比热，4.186kJ/(kg·℃)。

(2) 计算原则

根据管网走向、管道敷设方式，以及热负荷及供热参数进行管径选择及管网阻力损失计算。

(3) 考虑到曹妃甸工业区发展较快，因此本规划供热管网按近、远期分别进行计算，主干管按照远期管径分段施工，具体管径、走向详见图 3-1 和图 3-2。

(4) 凝结水回收

根据曹妃甸工业区规划入驻企业的特点及其相关规范的要求，该供热区域内蒸汽管网，采用闭式凝结水回收系统。考虑工业区地势较平缓，蒸汽凝结水回收采用余压回水方式。工业区企业用汽凝结水回收率暂定为 50%，管径为 DN250，管网管道宜采用具有防腐内衬，内防腐涂层的钢管或非金属材料。非金属管道的承压能力和耐温性能应满足设计技术要求。

3.3.4 热力管网穿越道路

穿越铁路的方法常采用顶管、顶方涵、浅埋暗挖等。

穿越区内主干道或不易开挖的地段时，可采用顶管或浅埋暗挖的方法通过，供热管道横穿道路时应加过路钢套管。

3.3.5 热力站

3.3.5.1 热力站站址设置原则

热力站尽量布置在供热区域热负荷集中的位置，方便一级管网的进出，同时兼顾二级管网的敷设，尽量减少二级网的投资。

3.3.5.2 热力站规模及数量

根据各区域的建筑物面积及采暖热负荷，为方便运行调节，热力站的供热面积不宜太大，热力站的供热面积以 5~20 m²为宜，且不宜超过 20 万 m²，否则由于小区二级管网所连接用户过多，水力失调严重，不利于运行调节，而且成本较高。每座热力站占地面积为 150m²。综合服务区划分为R1-R11 共 11 个供热小区；将码头区划分为R12-R13 共 2 个供热小区。各换热站规模见表 3-4。

表 3-4 各换热站规模表

换热站编号	供热分区	担负采暖面积(万m ²)		热负荷（MW）
		住宅	公建	
R1	综合服务区		16	11.52
R2		8	8	10.56
R3		6.72	5.6	8.06
R4		6.4	5.6	7.87
R5		4	11.2	10.46
R6		2.8	9.6	8.59
R7		4	10.08	9.68
R8		11.6		6.96
R9		11.2	4.8	10.18
R10		3.2	9.6	8.83
R11		2.48	5.6	5.52
R12	码头区		5	3.60
R13			4	2.90
合计		60.4	95.08	104.73

3.3.5.3 热力站系统主要设备

热力站设备主要有智能化板式换热机组（智能化板式换热机组包括：板式换热器、循环水泵、补水泵、除污器）、全自动软水器及各种管道、阀门、控制仪表、热量计（流量计），热工及电汽参数传输系统，另外还有补给水箱等。

生活热水用板式换热器、热水循环水泵、除污器、及各种管道、阀门、控制

仪表、热量计（流量计），热工及电汽参数传输系统，另外还有补给水箱等。

换热设备的选型按照一、二级网的供汽及供回水温度，换热量进行计算，要求换热器阻力损失一次侧不高于 0.05MPa，二次侧不高于 0.06MPa。

3.3.5.4 热力站的调节

热力站调节的主要目的是保证热用户的用热需要，同时达到节能的目的。根据不同的室外温度和预先设定的二级网供水温度，自动调节一级热水管网上的电动调节阀，使供热量等于需热量，实现按需供热。

3.3.6 供热系统的自动控制

3.3.6.1 自控方案设计原则

- 自控系统应保证热源、热网及热力站安全、可靠的运行。
- 系统应便于学习掌握、便于操作、便于维护。
- 系统应为开放式结构，便于以后扩展及系统间联网。
- 选用性能价格比高的系统和设备。

3.3.6.2 设计内容

整个供热网和本地监控站均实施计算机监测自控系统，该监控系统为集散式监测自控型，分为上、下两级网，即中央监控系统（SCC）和本地监测自控系统（LCM、LCMZ）。本地监测自控系统分别为：热水网的热源厂首站、总计量站（热水）、18 座供热站和蒸汽网的热源厂首站、总计量站（蒸汽）、4 座蒸汽计量站。分别见图 3—3 热水网监控系统框图、图 3—4 蒸汽网监控系统框图。

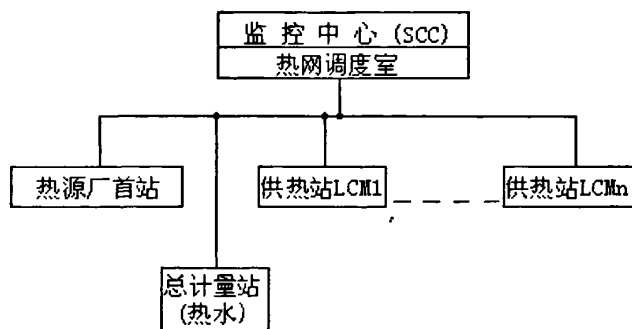


图 3—3 热水网监控系统框图

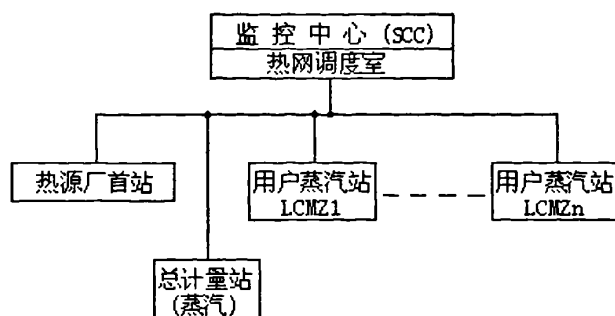


图 3-4 蒸汽网监控系统框图

1、监控中心 (SCC)

监测中心设在热网调度室。

热水网主要功能：

根据本方案特点，采集 LCM 的信息，进行整个热网的热负荷预测和管网水力、热力运行工况分析，实现热网的平衡管理。实时监测热网中的最不利点热力站的运行状态。

蒸汽网主要功能：

采集 LCMZ 的信息，监测总蒸汽供汽量及各个用户的用汽量，进行整个蒸汽网供汽量的预测及运行工况分析，实时监测蒸汽网最末端蒸汽用户站的供汽运行状态。

系统具有各个蒸汽用户站的过程参数（压力、温度、流量等），工作状态的数据显示在模拟显示屏，并打印各种图表文件。

安全管理上对重要设备的操作、重要参数的修改均采取自动记录的方式包括登录的操作员、对设备的操作、时间以及修改前的参数值、修改后的参数等，便于进行管理和事故分析。

热水网功能：

——全网监视 在线监视全网运行工况和具体参数，数据与现场保持同步，并用数字、趋势图、表格、棒图等方式显示数据。

——报警 对各类故障、事故、参数超限提供报警。

——数据存储 对实时数据、报警信息进行存储，数据存入历史数据库，可随时调用、检索、查询打印以供分析参考。

——报表打印 可打印班、日、月、年生产报表、运行趋势图。

——热网仿真系统 利用仿真系统，热力工程师和运行调度人员能够完成水力预测、仿真培训、运行调度分析、能损分析、控制系统分析、故障模拟、故障诊断。

——对首站和补水加压泵站的泵实现启动、变速、停止控制；主干线阀门的开闭控制（主干线阀门开闭应与主循环泵启停联络控制）；热力站内泵的启停、

阀门的开闭控制（所有这些设备应具有手动功能）。

蒸汽管网在上述基础上作适当调整。

主要硬件配置：

主机 工业 PC 机 2 台 P4 2.6GHz/512MB DDR/120GB 硬盘/DVD 刻录机/1.44M 软驱/21 寸彩色 CRT。

工程师操作员站 工业 PC 机 3 台 P4 2.6GHz/512MB DDR/120GB 硬盘/DVD ROM/1.44M 软驱/17 寸彩色 CRT。

笔记本电脑 2 台 P4 2.6GHz/256MB DDR/30GB 硬盘/DVD-ROM 内置/1.44M 软驱/显示屏 14.1。

打印机 黑白激打 1200*1200dpi/14ppm/A4/USB2.0/并口。

扫描仪 平板式 1600*3200 dpi/216mm*297mm/USB2.0/矩阵 CCD。

投影机 1024*768dpi/≥3000 流明/对比度≥500:1/正投。

UPS 在线式/纯正弦波/6000VA/4200w 长延时/零中断毫秒。

热水网监控系统软件一套。

蒸汽管网监控系统软件一套。

GPRS\CDMA 无线数据传输终端。

2、本地监控装置(LCM LCMZ)

本地监控装置(LCM、LCMZ)分别设在各个供热小区内适当的位置和蒸汽用户的厂区进口处。

热水网主要功能：根据本方案特点，采集 LCM 的信息，进行整个热网的热负荷预测和管网水力、热力运行工况分析，实现热网的平衡管理。实时监测热网中的最不利点热力站的运行状态并将有关运行参数送往 SCC 且具有强制中断报警功能。

系统具有过程参数（压力、温度、流量等），工作状态（热交换器）的数据显示。

蒸汽网主要功能：采集 LCMZ 的信息，实时监测蒸汽用户站的用汽量，将蒸汽用户站的运行参数送往 SCC 且具有强制中断报警功能。

系统具有过程参数（压力、温度、流量等）及工作状态的数据显示。

安全管理上对重要设备的操作、重要参数的修改均采取自动记录的方式包括登录的操作员、对设备的操作、时间以及修改前的参数值、修改后的参数等，便于进行管理和事故分析。

热水网功能：

——现场数据采集、数据处理、数据显示；

——独立完成本地调节，闭环监控；

——独立完成开环控制，联锁控制。可以随意设置电动调节阀的开度来控制供水温度；

——配备必要的软硬件及人机接口，可现场设定，修改参数。编程人员可以方便的增加或减少 PLC 的各种功能，可以最大限度的提高换热站的自控水平；

——设置各种报警参数与报警处理及报警确认；

——数据上传监控中心计算机；

——接受监控中心计算机指令，完成控制任务。可以接受监控中心仿真系统计算出该站的最佳运行曲线，利用 PID 进行调节，以达到最经济的运行方式。

蒸汽管网在上述基础上作适当调整。

热水网主要配置：

一次表（传感器、变送器、执行器）、I/O 模块、计算模块和通讯模块，箱体采用壁挂安装。

LCM 软件系统三套(首站、总计量站、热力站)。

蒸汽管网主要配置：

一次表（传感器、变送器）、I/O 模块、计算模块和通讯模块，箱体采用壁挂安装。

LCMZ 软件系统三套(首站、总计量站、用户站)。

3、通信

SCC 与 LCM 间为双向互动，SCC 与 LCM 间通信通过公用信息交换平台，使用中国移动的 GSM 网的 GPRS 通用分组无线业务或中国联通的 CDMA 网无线数据传输业务。在 SCC 与每一个 LCM 之间设一 GPRS 或 CDMA 无线数据传输终端。如图 3-5 所示

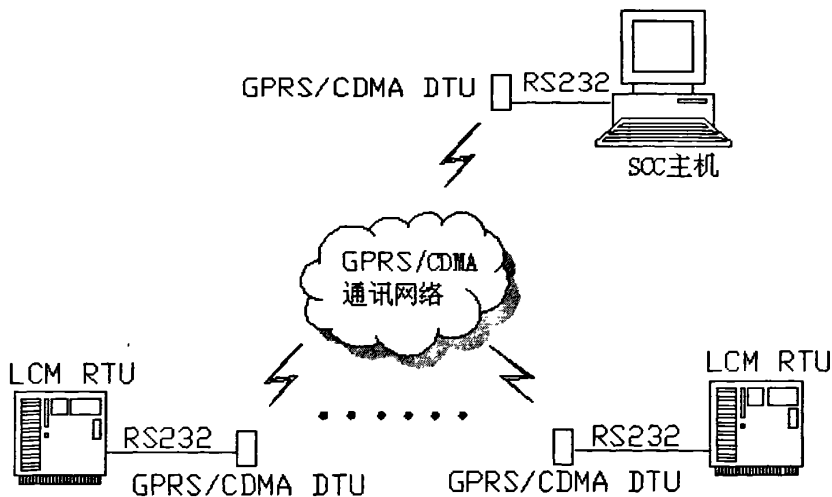


图 3-5 SCC 与 LCM 间通信示意图

4、 SCC 与 LCM、LCMZ 各自功能及数量见表 3-5、表 3-6

表 3-5 热水管网 SCC 与 LCM 功能及数量表

位置 功能		SCC	总计量站	热力站
检测	室外温度	○		○
	热水温度	○	○	○
	热水压力	○	○	○
	供水流量	○	○	○
	供水热量	○	○	○
	补水量	○		○
	水箱水位			○
	电机温度	○		○
	电机电流	○		○
	总电流	○		○
	工作电压	○		○
控制	阀开关	○		○
	泵启停	○		○
	软化水设备	○		○
	电磁泄压阀	○		○
报警 控制	停电	○	○	○
	压力限	○		○
	失水			○
	变频器异常	○		○
	泵异常	○		○
	补水超限	○		○
	管网压点	○		○
	定压补水	○		○
	采暖负荷	○		○
	事故泵切换	○		○
	事故状态下 限定流量	○		○
	门禁	○		○
	烟雾	○		○
数量		1	1	18

○——表示有此项功能

表 3-6 蒸汽管网 SCC 与 LCMZ 功能及数量表

位置 功能		SCC	总计量站	用户蒸汽站
检测	蒸汽温度	○	○	○
	蒸汽压力	○	○	○
	蒸汽流量	○	○	○
	蒸汽热量	○	○	○
	蒸汽瞬时流量	○	○	○
	蒸汽累计流量	○	○	○
	工作电压	○	○	○
报警控制	停电	○	○	○
	压力限定	○		
	温度限定	○		
	事故状态下流量限定	○		
	烟雾	○	○	○
数量		*	3	5

○——表示有此项功能

*——蒸汽网与热水网共用监测中心。

第四章 项目实施规划

项目规划是项目管理的一个重要的组成部分。工程项目规划是指在项目建设前期,通过调查研究和收集资料,在充分占有信息的基础上,针对项目决策和实施的问题,对项目开发过程中的组织、管理、经济和技术等方面因素和问题进行系统全面的分析、估算和计划安排。这将使项目建设者的工作有正确的方向和明确的目的,也使建设项目设计工作有明确的方向并充分体现业主的建设目的。其根本目的是为项目建设的决策和实施增值。

项目实施的规划是指在项目确定上马之后,为确保项目目标的实现,在项目开始实施之前以及项目实施前期,针对项目的实施阶段,逐步建立一整套项目实施期的科学化、规范化的管理模式和方法,即对项目参与各方在整个建设项目实施过程中的组织结构、任务分工和管理职能分工、工作流程、合同结构、相应的管理制度等进行严格定义,为项目的实施服务,使之顺利实现项目目标。本项目的实施规划主要包括以下几个方面:项目实施原则、项目实施计划、项目组织策划。

4.1 项目实施原则

- 1、本项目的实施首先应当符合国内建设项目的审批程序。
- 2、建立专门机构作为项目的执行单位,负责项目实施的组织协调和管理工作。
- 3、由项目主管部门委派或指定项目实施负责人,作为项目的法人及用户代表。
- 4、设备采购的报告文件应由买方编制,其技术部分可由买方技术顾问(承担项目的设计单位)协助编制。
- 5、项目的设计、供货、施工安装等履行单位应与项目执行单位签订必要的法律文件,违约责任应按国家的有关法律法规执行。
- 6、项目执行单位应与项目履行单位协商制定项目实施计划表,并在发行前通知各方。项目执行单位应为履行单位开展工作创造有利条件,项目履行单位应服从项目执行单位的指挥和调度。

4.2 项目实施计划

4.2.1 项目进度计划

本工程建设周期与资金投入应与华润电力曹妃甸热电厂同期进行,以确保热电厂生产的热量能及时外供热用户,尽快体现集中供热效益。初步拟定建设进度如下:

2006~2007年:项目申请、初步设计、设备招标、施工图设计及报批工作。

2008年3月~2008年10月:完成一期工程,包括14.049km采暖管线、0.66km蒸汽管线、0.66km凝结水管线、8座热力站、一座蒸汽计量站和调度中心。

2009年3月~2009年10月:完成二期工程,包括5.143km采暖管线、3.83km蒸汽管线、3.83km凝结水管线、5座热力站和两座蒸汽计量站。

2010年3月~2010年10月:完成三期工程,包括9.294km采暖管线、1.6km蒸汽管线、1.6km凝结水管线、5座热力站和一座蒸汽计量站。

4.2.2 筹建项目的组织机构

依照管理学和知识论的基本原理,组织结构是系统内组成部分及其相互之间关系的框架,是组织根据系统目标、任务和规模采用的各种组织管理架构形式的统称。组织结构形式一般采用组织结构图这一工具进行描述。组织结构策划的要素有:工作部门设置、工作部门等级划分、管理层次和幅度的设置和部门之间的关系。项目管理组织结构策划就是整合业主方项目管理组织系统中各参与单位的组织资源,进行部门设立和管理层次设置,并通过组织结构图的形式表现各部门之间的关系。

项目管理的组织结构可分为三种基本模式:直线型组织模式、职能型组织模式和矩阵型组织模式。项目管理组织结构图策划就是以这三种基本模式为基础,根据实际环境情况分析,应用其中一种基本组织形式或多种基本组织形式组合设计而成。

对于一般项目,确定组织结构的方法为:首先确定项目总体目标,然后将目标分解成实现该目标所需要完成的各项任务,再根据不同的任务,选定组织结构的形式。对于项目建设组织来说,应根据项目的建设不同规模,在分析现有组织结构形式的基础上,设置与具体项目相适应的组织层次。

曹妃甸工业区集中供热工程建成投产后实行统一管理,管理权限包括管网、热力站。项目执行单位下设五个职能部门:

1、行政管理:负责日常行政工作以及与项目履行单位的接待、联络等工作。

2、计划财务：负责项目的财务计划和实施计划，安排与项目履行单位办理合同与手续，以及资金使用安排及收支手续。

3、技术管理：负责项目的技术文件、技术档案的管理工作，主持设计图纸的会审，处理有关技术问题，组织技术交流，组织职工的专业技术培训，技术考核等工作。

4、施工管理：负责项目的土建施工安装的协调与指挥，施工进度与计划的安排，施工质量与施工安全的监督检查及工程的验收工作。

5、设备材料管理：负责项目设备材料的订货、采购、保管、调拨等工作。

项目的组织结构主要采取矩阵式，组织机构如图 4-1 所示。

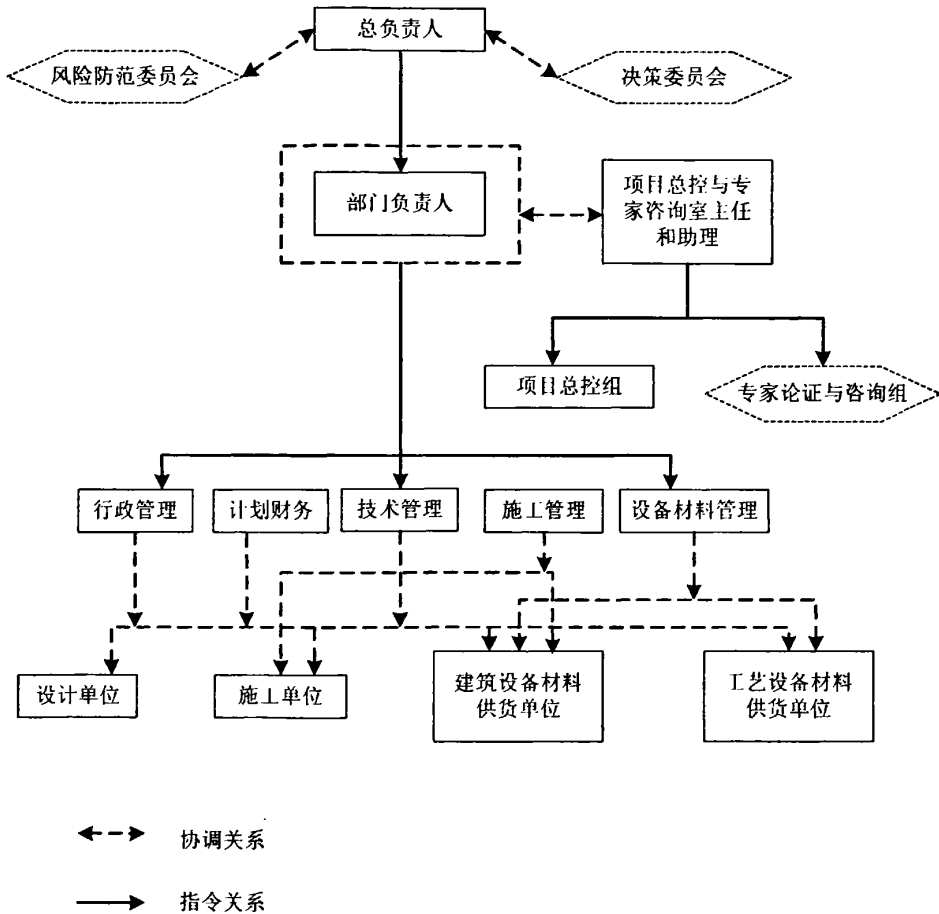


图 4-1 项目组织结构图

为保证项目的及时、高效实施，人员编制设计如下：根据国家有关规定，综合考虑目前供热单位劳动定员，人员编制共 206 人，其中一期 96 人，二期 58 人，三期 52 人，本工程劳动人员安排见表 4-1：

表 4-1 工程劳动人员安排

序号	部门	人数	备注
1	热力站管理、收费人员	126	
2	巡视、维修人员	45	
3	调度中心	10	
4	办公室	25	
合计		206	

4.2.3 主要履行单位的选择

由于本工程采购材料、设备类别多、土建量大、技术要求较高，因此对参与履行项目的供货、设计、施工、安装等单位均要进行必要的资格审查，应将资格审查程序与评审结果形成书面资料报送有关上级部门审定、并存档备案。

1、供货

设备的供货，将由项目执行单位（业主）与各参与单位的技术交流，以及对同类设备在国内使用情况的考察，在掌握技术、质量等信息的基础上，通过招标或直接采购（货比三家）的方式进行确定。

2、土建施工

土建施工必须从具有城市热力网、热力站施工经验的单位中选择，拟由项目执行单位进行资格审查后通过招标方式确定。

3、安装

设备安装与仪表电器自动控制系统的安装应分别选择有资格的专业安装施工单位，由项目招标单位进行资格审查后，通过招标方式确定。

4.3 项目实施的组织策划

4.3.1 任务分工策划

在组织结构图制定结束后，随之产生各部门的主要职责分工，但这些职责分工需要细化扩展。项目管理任务分工就是对项目组织结构图的说明和补充，将组织结构中各部门的职责进行细化扩展，它也是项目管理组织策划的重要内容。项目管理任务分工体现组织结构图中各部门的职责任务范围，从而为各部门成员指出工作的方向，将多方向的参与力量整合到同一个有利于项目开展的合力方向。

项目管理任务分工表是表现这种部门分工的工具。它以部门为中心，分别规定各部门的工作任务。例如，在曹妃甸工业区集中供热工程项目中，项目总控组

将利用专业的理论和丰富的经验提供全方位管理和控制, 对项目进行全过程全方位的项目控制。为实现这些宗旨, 规定具体任务如表4-2 所示。

表 4-2 曹妃甸工业区集中供热工程项目管理组织任务分工表

编号	工作部门名称	主要任务	备注
.....			
B1	项目总控组	● 接受指令; ● 负责沟通和协调; 1) 项目实施组织策划 2) 负责参与论证设计方案, 保证设计方案的科学性, 降低工程造价; 3) 负责工程项目咨询, 确保项目质量优良; 4) 提出项目信息管理实施方案; 5) 设计管理模式、合同结构的策划和控制; 6) 投资、进度和质量目标规划和控制。	
.....			

通过以上任务分工表内具体的内容规定, 项目总控组的地位和作用作了补充说明, 体现了项目总控组在项目实施过程中的作用和主要任务。

4.3.2 管理职能分工策划

管理职能分工与任务分工一样也是管理组织结构的补充和说明, 体现对于一项工作任务, 组织中各任务承担者的管理工作上的分工, 与任务分工一起统称为组织分工, 是组织结构策划的又一项重要内容。

对于一般的管理过程, 其管理工作即管理职能都可分为策划 (Planning)、决策 (Decision)、执行 (Implement)、检查 (Check) 这四种基本职能。管理职能分工表就是记录对于一项工作任务, 组织中各任务承担者之间这四种职能分配的形象工具。它以工作任务为中心, 规定任务相关部门对于此任务承担何种管理职能。

在曹妃甸工业区集中供热工程项目, 管理职能分工在建设阶段上大致分为决策阶段、施工前准备阶段和施工阶段三个部分, 在每个阶段都会有些重点任务, 而这一任务在不同的部门中有不同的管理职能分配, 如表4-3所示。

表 4-3 曹妃甸工业区集中供热工程项目组织职能分工表

工作任务分类			任务承担者的管理职能分工						
主项	次项	子项名称	部门负责人	工艺组	建筑组	综合组	总控组	设计单位	...
决策阶段	1	项目立项书编制	D、C			P、I			
	2	编制项目组织策划	D、C			P			
									
施工前准备阶段	1	组织项目招标	D	I	P、I	I	C	I	
	2	组织项目合同谈判	D、C			P、I	I		
	3	项目报批手续代理	D、C			I			
									
施工阶段	1	组织协调施工	D		P、I		C		
	2	组织工艺设备安装	D、C	P、I	I				
									

其中：P——策划；D——决策；I——执行；C——检查

4.3.3 工作流程策划

项目管理涉及众多工作，其中就必然产生数量庞大的工作流程，依据项目管理的任务，项目管理工作流程可分为投资控制、进度控制、质量控制、招投标与合同管理工作流程等，每一流程组又可随工程实际情况细化成众多子流程。曹妃甸工业区集中供热工程项目的工作流程策划主要有以下几个流程：

(1) 投资控制流程包括：投资控制整体流程；投资计划、分析、控制流程；工程合同进度款支付流程；变更投资控制流程；建筑安装工程结算流程等。

(2) 进度控制工作流程包括：里程碑节点、总进度规划编制与审批流程；项目实施计划编制与审批流程；月度计划编制与审批流程；周计划编制与审批流程；项目计划的实施、检查与分析控制流程；月度计划的实施、检查与分析控制流程；周计划的实施、检查与分析控制流程等。

(3) 质量控制工作流程包括：施工质量控制流程；变更处理流程；施工工艺流程；竣工验收流程等。

(4) 招投标与合同管理工作流程包括：标段划分和审定流程；招标公告的拟定、审批和发布流程；资格审查、考察及入围确定流程；招标书编制审定流程；招标答疑流程；评标流程；特殊条款谈判流程；合同签订流程等。

该项目工作流程策划是对这些项目管理的众多工作流程进行计划和规定，以此指导项目管理人员的行为，从而利于工作的贯彻执行。

对项目的组织进行了策划以后，在策划的实施过程中需要不断地调整改进以

适应建设环境的变化要求，两者缺一不可。同时，项目成员也不能僵化不变地执行项目实施的组织策划。需要在组织策划实施过程中对其进行改进以适应项目环境的变化。只有这样才能使得项目的目标得以顺利的实现。

第五章 投资估算及效益分析

5.1 投资估算

5.1.1 项目投资概况

曹妃甸工业区集中供热工程是曹妃甸工业区城市基础设施配套建设重要组成部分，由唐山市热力总公司主持建设，工程建设规模为供热面积 234 万 m^2 ，工业蒸汽用户抽气量 796 t/h 。工程建设范围包括：敷设由电厂围墙外 1 米至用户热力站的一次供热管网、敷设由电厂围墙外 1 米至工业用户的蒸汽管网、新建热力站。表 5-1 为本项目的主要建设内容：

表 5-1 工程建设主要内容

序号	工程建设内容	工程量
1	一级供热管网	29.116km
2	蒸汽管网	6.09km
3	间供热力站	18
4	蒸汽计量站	4
5	调度中心	1

5.1.2 投资估算分析

5.1.2.1 投资费用估算

该工程总投资估算为 20037 万元。其中第一部分费用为 14112 万元；第二部分费用为 3040 万元；第三部分费用为 2885 万元。各年度投资估算费用汇总见表 5-2、表 5-3、表 5-4、表 5-5。

表 5-2 2008 年投资估算表

单位: 万元

序号	工程项目或费用名称	建筑 工程 费	设备 购置 费	设备 安装 费	工程建 设其他 费用	合计	占总投资 比例 (%)	备注
一、	第一部分费用	1061	3593	725	35	5414	69	
1.1	蒸汽管网项目	344	573	115		1032		
1.2	一次热水采暖管网项目	565	2296	459		3320		
1.3	热力站项目	147	709	146		1002		
1.4	计量站	5	15	5		25		
1.5	工器具及生产设备购置费				35	35		
二、	第二部分费用				1315	1315	17	
2.1	建设单位管理费				43	43		
2.2	生产职工培训费				18	18		
2.3	联合试调费				65	65		
2.4	办公家具及生活家具费				13	13		
2.5	拆迁费				108	108		估算
2.6	征地费				100	100		估算
2.7	破路及恢复费				722	722		
2.8	通讯扩容				1	1		
2.9	设计费				153	153		
2.10	招标代理服务				11	11		
2.11	环境影响咨询服务费				5	5		
2.12	咨询费				11	11		
2.13	监理费				49	49		
2.14	工程保险费				16	16		
三、	预备费				1129	1129	14	
3.1	基本预备费				673	673		
3.2	铺底流动资金				303	303		
3.3	建设期利息				153	153		
四、	建设项目总投资	1061	3593	725	2479	7858		

表 5-3 2009 年投资估算表

单位：万元

序号	工程项目或费用名称	建筑工程费	设备购置费	设备安装费	工程建设其他费用	合计	总投资比例(%)	备注
一、	第一部分费用	1464	3315	728	32	5539	74	
1.1	蒸汽管网项目	1116	1829	402		3347		
1.2	一次热水采暖管网项目	238	953	210		1401		
1.3	热力站项目	100	503	106		709		
1.4	计量站	10	30	10		50		
1.5	工器具及生产设备购置费				32	32		
二、	第二部分费用				875	875	12	
2.1	建设单位管理费				44	44		
2.2	生产职工培训费				9	9		
2.3	联合试调费				61	61		
2.4	办公家具及生活家俱费				13	13		
2.5	拆迁费				111	111		估算
2.6	征地费				50	50		
2.7	破路及恢复费				340	340		
2.8	通讯扩容				1	1		
2.9	设计费				157	157		
2.10	招标代理服务费				11	11		
2.11	环境影响咨询服务费							
2.12	咨询费				11	11		
2.13	监理费				50	50		
2.14	工程保险费				17	17		
三、	预备费				1083	1083	14	
3.1	基本预备费				641	641		
3.2	铺底流动资金				289	289		
3.3	建设期利息				153	153		
四、	建设项目总投资	1464	3315	728	1990	7497		

表 5-4 2010 年投资估算表 单位: 万元

序号	工程项目或费用名称	建筑工程费	设备购置费	设备安装费	工程建设其他费用	合计	总投资比例 (%)	备注
一、	第一部分费用	623	2064	452	20	3159	67	
1.1	蒸汽管网项目	226	371	82		679		
1.2	一次热水采暖管网项目	294	1176	259		1729		
1.3	热力站项目	98	502	106		706		
1.4	计量站	5	15	5		25		
1.5	工器具及生产设备购置费				20	20		
二、	第二部分费用				850	850	18	
2.1	建设单位管理费				25	25		
2.2	生产职工培训费				9	9		
2.3	联合试调费				38	38		
2.4	办公家具及生活家俱费				8	8		
2.5	拆迁费				63	63		估算
2.6	征地费				50	50		估算
2.7	破路及恢复费				517	517		
2.8	通讯增容				1	1		
2.9	设计费				90	90		
2.10	招标代理服务				6	6		
2.11	环境影响咨询服务费							
2.12	咨询费				6	6		
2.13	监理费				28	28		
2.14	工程保险费				9	9		
三、	预备费				673	673	15	
3.1	基本预备费				401	401		
3.2	铺底流动资金				180	180		
3.3	建设期利息				92	92		
四、	建设项目总投资	623	2064	452	1543	4682		

表 5-5 投资估算总表

单位: 万元

序号	工程项目或费用名称	建筑工程费	设备购置费	设备安装费	工程建设其他费用	合计	总投资比例(%)	备注
一、	第一部分费用	3148	8972	1905	87	14112	71	
1.1	蒸汽管网项目	1686	2773	599		5058		
1.2	一次热水采暖管网项目	1097	4425	928		6450		
1.3	热力站项目	345	1714	358		2417		
1.4	计量站	20	60	20		100		
1.5	工器具及生产设备购置费				87	87		
二、	第二部分费用				3040	3040	15	
2.1	建设单位管理费				112	112		
2.2	生产职工培训费				36	36		
2.3	联合试调费				164	164		
2.4	办公家具及生活家俱费				34	34		
2.5	拆迁费				282	282		估算
2.6	征地费				200	200		
2.7	破路及恢复费				1579	1579		
2.8	通讯扩容				3	3		
2.9	设计费				400	400		
2.10	招标代理服务费				28	28		
2.11	环境影响咨询服务费				5	5		
2.12	咨询费				28	28		
2.13	监理费				127	127		
2.14	工程保险费				42	42		
三、	预备费				2885	2885	14	
3.1	基本预备费				1715	1715		
3.2	铺底流动资金				772	772		
3.3	建设期利息				398	398		
四、	建设项目总投资	3148	8972	1905	6012	20037		

5.1.2.2 总投资估算分析

表 5-6 给出总投资费用构成

表 5-6 总投资费用构成表

费用名称	投资(万元)	比例(%)	备注
建筑工程费	3148	15.71	
设备购置费	8972	44.78	
安装工程费	1905	9.51	
其它费用	6012	30.00	
工程总投资	20037	100	

5.2 效益分析

5.2.1 经济效益分析

本项目总投资为 20037 万元。其中静态投资 18867 万元，涨价预备费 0.00 万元，建设期贷款利息 398 万元，铺底流动资金 772 万元。为保证工程建成后正常运行，需在工程建设期内筹集一定数量的资金作为企业生产运行的费用。按规定流动资金的 30%为企业自有资金即铺底流动资金，铺底流动资金 772 万元。

本项目建设自 2008 年开工建设，2008 年开始供热，2011 年全部建成，计划工期为 3 年，建设资金根据工程进度陆续投放。逐年投资计划详见表 5-7。

表 5-7 逐年投资计划表 单位：万元

投资	2008 年	2009 年	2010 年	总计
银行贷款	5000	5000	3000	13000
自有资金	2858	2497	1502	7037
合计	7858	7497	4502	20037

5.2.1.1 财务评价

(一) 各种费用的估算

1、计算期的确定

工程建设分为 3 年，从 2008 年开始建设，分期投入运行，至 2010 年全部建成投产。项目计算期计算至全部投产后 20 年，即 2008 年至 2027 年，共 20 年。

2、销售收入和年销售税金及附加估算

热费收取标准：采暖按每 m^2 建筑面积 16.50 元，蒸汽按每吉焦 28 元，收费率按 93%。

年销售税金及附加按国家规定计取。

3、产品成本估算

项目投产后成本费用估算详见附表二。

年成本估算值说明如下：

(1)原辅材料及燃料动力费用

主要原辅材料为购买发电厂热量，采暖按每吉焦 14 元；蒸汽按每吉焦 21 元，电费按每千瓦时 0.65 元计，水费按每吨 15 元计。

(2)工资及福利费

该项费用按职工总数乘以人均年工资及福利费指标估算。人均年工资及福利费指标参照同行业列为 20000 元/人年。

(3)固定资产折旧

按折旧年限 10 年，投资的 100%计入固定资产成本，年综合折旧率 9.75%。

(4)修理费

该项费用按占固定资产原值的 2.5%比率估算。

4、利润估算

依据国家税收政策，本项目缴纳企业所得税税率为 33%；盈余公积金和公益金提取比率 15%。

(二) 财务盈利能力分析

1、财务内部收益率

对项目财务现金流量（全部投资）进行了分析，详见附表四。经计算，所得税后财务内部收益率（全部投资）为 10.6%，高于同期银行贷款利率。

2、财务净现值

本项目折现率按 4%计算，经计算，所得税后财务净现值（全部投资）为 11127.3 万元，大于零。

3、投资回收期

经计算，所得税后静态投资回收期为 8.93 年。

4、投资利润率

计算投资利润率，即：投资利润率=年平均利润总额/工程总资金 $\times 100\%$ =5.1%。

(三) 财务清偿能力分析

通过附表三银行长期借款还本付息明细表可看出，以税后利润、折旧费对贷款进行偿还。按项目利润的一半及折旧能力偿还计算，借款偿还期为 5 年，满足了银行的贷款要求。通过附表五损益表可看出，经营期内各年收支平衡，并有盈余。以上分析说明本项目有较强的清偿各种债务的能力。

5.2.1.2 不确定性分析

1、盈亏平衡点（BEP）分析

根据正常年份的产品产量、生产成本、产品售价等数据估算，计算项目盈亏平衡点。

$$BEP = \frac{\text{年均固定成本}}{\text{年均销售收入} - \text{一年均可变成本} - \text{一年均销售税金及附加}} \times 100\%$$

方案一：

$$BEP = \frac{2654.8}{40143 - 32165 - 1306} \times 100\% = 57.97\%$$

本项目的盈亏平衡点为 57.97%，低于 70%，因此说该项目具有一定的抗风险能力。

2、敏感性分析

评价所用参数，有的来自投资估算，有的来自预测，因此，很难做到所有参数都符合将来实际情况，不排除参数变动的可能性，本评价对影响本工程项目总投资、供热收入和购热费用等因素进行了单因素敏感性分析。通过对敏感性因素的变化对税后财务内部收益率的影响的分析，确定各因素的敏感程度。其中各自影响幅度如表 5-8 所示：

工程项目总投资增加 10%，税后财务内部收益率降为 9.26%；工程项目总投资降低 10%，税后财务内部收益率增为 11.92%。

购热费用增加 10%，税后财务内部收益率降为 9.03%；购热费用减少 10%，税后财务内部收益率增为 12.15%。

供热收入减少 10%，税后财务内部收益率降为 8.67%；供热收入增加 10%，税后财务内部收益率增为 12.89%。

表 5-8 敏感性分析表

项目	基本方案	工程项目总投资		购热费用		供热收入	
		+10%	-10%	+10%	-10%	+10%	-10%
税后财务内部收益率（%）	10.60	9.26	11.92	9.03	12.15	12.89	8.67

从该表可以看出各因素变化都不同程度影响税后财务内部收益率，其中供热收入的变化对项目的收益影响最大，依次是购热费用和工程项目总投资的影响。

5.2.1.3 财务评价结论

从上述财务评价看，本项目的税后财务内部收益率高于同期银行贷款利率，财务净现值大于零，从清偿能力分析看，借款偿还能力满足贷款机构要求，该项目具有一定偿还能力。因此项目从财务上是可行的。不确定性分析表明，本项目盈亏平衡点较低，投资风险小；影响本项目收益的主要因素按敏感程度大小排列依

次为供热收入，其次为购热费用和工程项目总投资，因此，合理确定供热价格、控制经营成本是保证项目顺利运行的关键，同时在工程实施及运行过程中应加强管理，严格控制成本及各种费用的支出，确保项目投资目标的实现。

5.2.2 资源效益分析

节约能源是我国经济发展的一项长期战略任务，因此设计中必须认真贯彻国务院《节约能源管理暂行规定》中的有关要求，积极采用新技术、新工艺、新材料，以达到节能的目的。具体措施如下：

5.2.2.1 设备选型

- 1.水泵、电机、变压器等均选用节能产品。
- 2.热网循环水泵、补水泵均采用调速泵，以节省运行电耗。

5.2.2.2 工艺系统设计

- 1.尽量提高一次网的供、回水温度，以降低管网造价及节省运行电耗。
- 2.热网采用微机监控，由于可做到实时控制，因此可取得显著的节能效果。
- 3.设置必要的计量仪表，逐步推广热量计量，借以调动全民的节能积极性。

5.2.3 环境效益分析

5.2.3.1 污染源的治理

本项目主要污染源有热力站内的排污水及水泵产生的噪音，和施工中产生的灰尘和噪音。

（一）排污水的治理

热力站内产生的污水主要来自设备检修时的渗漏排水和地面清扫。其水质为无污染的净水，因此可直接排入市政污水管网。

（二）噪音的治理

本工程热力站设计中尽量选用低噪音水泵，并减振处理，按现阶段水平，小容量水泵一般能满足要求。大容量水泵其噪声声级均在 85dB(A)以下，符合《工业噪声控制设计规范》(GBJ87—85)中的要求。为了保证厂区域昼间噪声 55 dB(A)、夜间噪声 45 dB(A)，以符合《城市区域环境噪声标准》(GBJ2348—90)中二类区要求，本工程将在热力站的建筑设计中采用双层塑钢隔音门窗，内墙设吸音材料，进行隔音处理。

综上所述，本项目在采取各种技术措施后，“三废”排放均可控制在国家允许的范围之内，并以高点源排放代替小锅炉的面源排放，使本区域的大气环境大大

改善。

本项目实施后，和修建分散小锅炉房相比较，耗煤量减少 7.31 万吨标煤 / 年，灰渣量减少 2.41 万吨/年，烟尘排放量减少 2348 吨/年，SO₂排放量减少 122.37 吨/年。为此，实现集中供热，减少环境污染，改善环境质量、节约能源，已是当务之急，集中供热实施后，将有利于提高市民的生活质量，其环境效益、社会效益将有显著提高。

5.2.3.2 环境质量目标

1. 环境空气质量近期保持在国家《环境空气质量标准》(GB3095-1996) 二级，远期保持在二级到一级之间。

2. 地表水环境质量达到水质稳定控制在国家《地表水环境质量标准》(GB4908-2002) III类标准，远期地表水环境质量达到保持在 II类水质标准。

3. 噪声环境质量达到国家《城区域环境噪声标准》(GB3096-93) 规定的各功能区标准，生活区噪声平均等效声级白昼不高于 55dB(A)，夜间不高于 45dB(A)，交通干线两侧噪声平均等效声级白昼不高于 70dB(A)，夜间不高于 55dB(A)。

5.2.3.3 供热规划实施后的预测

热电联产是将煤的化学能转变为热能，其中一部分热能变为电能，因此它对环境的影响主要是煤烟型的大气污染物的排放。对煤烟型的大气污染物排放的限制和要求，根据国家有关部门的规定，主要是二氧化硫和粉尘。在本预测计算中，煤质的有关数据按下值选取。

低位发热量 $Q_{yDW}=22436\text{kJ/kg}$

灰 份 $A_y =12\%$

硫 份 $S_y =0.63\%$

气象条件按下值选取：

年平均风速 2.9m/s (全年)

年平均气温 11.3℃

供热规划实施后，预测结果如下：

(1) 为减少烟尘对大气环境的影响，每台锅炉均分别选用高效除尘器。锅炉运行时排入大气的粉尘量为 27.30mg/Nm^3 ，二氧化硫量为 125.25mg/Nm^3 。

(2) 烟囱高度的确定：根据“工业三废排放试行标准”即 GBJ4-73 标准，曹妃甸工业区热电厂烟囱高度定为 210 m，出口直径为 7.5 m。

(3) 二氧化硫、粉尘落地浓度的计算采用“火力发电厂大气污染物排放标准”规定的高斯扩散系数公式和布里格斯扩散系数公式。

曹妃甸工业区按国家大气环境二级标准执行。即“GB3095-32”二级标准。二氧化硫和粉尘的任何一次最大浓度不得高于 0.5mg/m^3 ，日平均浓度不得高于

0.15 mg/m³。

大气稳定度采用帕斯奎尔大气稳定度分类法,按中性条件对粉尘,二氧化硫下风向轴线最大浓度进行了计算。如果不计当地的本地浓度,粉尘的地面一次落地浓度为 0.04mg/m³,日平均浓度 0.000517mg/Nm³,二氧化硫的地面一次落地浓度为 0.09 mg/m³,日平均浓度为 0.00237 mg/Nm³,均低于标准允许值。

以热电联产的方式实施曹妃甸工业区集中供热,对保护曹妃甸工业区环境,改善劳动条件,节约工业区用地以及工业废物综合利用等方面都是有利的。

第六章 供热项目的融资方式及模式研究

目前,随着我国城市发展、经济建设及环境保护的需要,集中供热项目建设和发展的速度也在加快,国内集中供热市场有着良好的前景和发展空间,项目的融资和建设资金管理成为项目实施的首要问题。

6.1 供热项目融资方式

供热项目建设资金融资方式分为权益资金融资和债务资金融资,也可采取其他融资方式。

6.1.1 权益资金融资

权益资金为企业有权支配使用、无需偿还的资金。权益资金包括实收资本(或股本)、资本公积、盈余公积和未分配利润等。权益资金无须按期还本付息,但如果项目失败,权益资金可能全部或部分丧失,因此,权益资金融资的风险较大。

6.1.2 债务资金融资

债务资金为项目业主通过向银行和各类非银行金融机构申请贷款或用发行企业债券、融资租赁等方式筹集的用于项目建设的资金。债务资金需按期还本付息,无论企业效益如何,均需固定支付债务利息,从而形成企业今后固定的财务负担。在进行债务资金筹措时,应对使用贷款的利率、计息周期、贷款偿还期、宽限期、手续费、承诺费以及还款方式等问题做细致的调查研究,选用成本较低的债务资金。

6.1.3 政策性补贴收费

目前各地供热项目普遍存在政策性补贴收费(以下简称供热贴费),此项收费的目的在于补贴供热设施建设费用,热用户缴纳此项费用后获得了房屋存续期内低价用热的权利,是集中供热项目权益资金筹集和债务资金偿还的主要来源。现阶段政府基础设施建设资金不充足,集中供热的发展必须要依靠供热贴费来补

充部分资金缺口，待公共资金较为充盈的时候再逐步退出。

6.1.4 曹妃甸工业区集中供热工程项目的融资结构

供热项目融资与其他行业不同之处在于项目初期有可稳定收取的供热贴费，现金流强度和可靠性较强，但供热贴费的收取滞后于工程建设。因此，制定曹妃甸工业区集中供热工程项目的融资方案时应充分考虑供热贴费的总量和流量，合理划分供热贴费用于项目建设和偿还债务的资金用量，依据一定的备付关系来确定债务资金的使用额度和投入计划。目前，国内各地区供热贴费与供热项目造价的比例一般为 0.3~0.8，个别造价较少的供热项目其比例高于 0.8。曹妃甸工业区集中供热工程项目的供热贴费初步设计为供热项目造价的 70%。根据对该供热项目建设资金需求测算，曹妃甸工业区集中供热工程项目融资中债务资金不宜超过 65%；若制订供热贴费收费标准较高，或项目单位有一定资金实力，其债务资金融资只需 30%。

6.2 供热项目融资模式

根据民营企业的参与程度，国际上将城市公共基础设施领域的市场化做法分为四种模式：公有公营、公有私（民）营、私有私营、用户和社区自助模式（相当于我国的市场化分散处理模式）。供热项目的融资模式可采用如下三种：

6.2.1 公有公营模式

公有公营模式主要是指由政府投资建设城市环境基础设施，设施运营由国有企业（包括国有、地方和集体企业）实施企业化管理，也可以通过服务合同或管理合同形式允许民营企业准入设施的运营。具体运行模式主要有以下几种形式：

（一）事业单位改制，企业化运营

这种模式是将事业单位改制，改制后的形式可以是国有企业，也可以是公私合营的股份制企业。改制后的运营体制按照企业化方式管理，即按照市场化的原则自主经营、自负盈亏、滚动发展。与传统的事业单位运营体制相比，企业化改制是通过引进市场管理机制来降低设施运营成本，提高运营效率，减轻政府运营的财政负担，并且有利于改善服务质量。与其他市场化模式相比，企业化改制是一种较稳妥和渐进的市场化方式。

（二）管理合同

根据国际上的做法，在公有公营模式下，还可以采取管理合同和服务合同形

式让民营企业参与设施的运营。管理合同是指为了增加企业对设施管理的自主性,减少政府对日常管理的干预,将整个设施运营的所有管理责任委托给民营企业。服务合同是指为了降低运营成本,或从民营企业获得一些特殊的技术和经验,将设施运营中的某一部分承包给民营企业。管理合同模式下的运营主体是纯粹的民营企业,在提高效率和服务质量方面有较充分的市场体制与机制保障。另外,由于运营期间的支出和从政府取得的服务费相对稳定,管理合同模式对于民营企业的经济风险较小,但收益率也相对较低。

(三) 热电“一体化”模式

热电“一体化”模式是将供热企业与发电企业合并,形成一个企业集团。扩大规模后,通过逐步减持国有股,引进民营投资者,使供热基础设施建设、管理与运营逐步实现市场化,走上良性循环的轨道。除了企业化改制中可以采用热电“一体化”模式外,也非常适宜或更适宜应用于 BOT 运作方式,因为捆绑后的项目对民营企业更具投资吸引力。

6.2.2 公有私(民)营模式

公有私(民)营模式是较彻底的市场化运营公共基础设施的模式。通过租赁或授权合同方式,政府将公有的公共基础设施运营和进行新投资的责任转让给民营企业,所有设施运营的投资、管理、赢利和商业风险都属于民营企业。其典型应用模式是 ROT(改造——运营——移交)和 TOT(转让——运营——移交)。随着实践的发展,公有私营模式衍生出 BOT(建设——运营——移交)方式,即设施的建设也由民营部门投资,但合同期满后,政府对设施拥有所有权,或者说政府拥有设施的最终所有权。与公有公营模式相比,公有私(民)营模式具有使运营效率更高、服务质量更好的制度基础。

(一) BOT 模式

BOT 模式是指政府与投资者签订合同,由投资者组成的项目公司筹资和建设城市公共基础设施,在合同期内拥有、运营和维护该设施,通过收取服务费回收投资并取得合理的利润,合同期满后,投资者将运营良好的城市公共基础设施无偿移交给政府。

城市公共基础设施建设应用 BOT 模式的优点是显而易见的。对政府而言,BOT 项目最大的吸引力在于,它可以融通社会资金来建设公共基础设施,减轻政府财政压力,政府对项目的支付不再是一次性巨额财政投入,而是通过出让“特许经营权”,用运营收入(如供热工程收取的供热费)以及少量财政预算分期支付给投资者;对企业而言,由于有运营收入做担保,所以 BOT 项目具有风险低、投资回报稳定的优势,表面上,BOT 项目由于民营企业介入后需要有一定的利润回报而使项目的总成本增加,加大居民和政府的负担,但另一方面,正是由于

民营企业的介入,可以提高效率,降低成本。所以,与政府建设和运营的项目比,BOT 项目实际成本增加与否取决于上述两方面因素共同作用的结果。根据美国环保局的估计,无论是公共基础设施的投资费用还是运营成本,私营企业都要比公共部门低 10~20%。

BOT 模式也具有一定的风险隐患。对政府而言,面临的风险主要有:一是当政府对公共基础设施的市场潜力和价格趋势把握不清时,可能对投资者盲目承诺较高的投资回报率,加大居民和政府负担;二是如果政府规划滞后和监管不力,容易造成民营企业的不规范参与和竞争,导致城市公共服务供给的不公平和无序问题,严重时可能使政府丧失对环境基础设施的控制权;三是承包商延误工期,投资超支,筹资困难,或承包商破产或不可抗力终止合同,造成公共基础设施不能如期建成并投入使用;四是少数不具备资金和技术实力的企业,为在建设期获取巨额收入,不顾建设质量和建成后的运行状况,采用不成熟的工艺和设备,把设施的运营风险全部留给项目本身,实际上是留给了政府。对项目企业而言,面临的风险主要有:一是政府不讲信誉和政策不稳定,它是民营企业介入公共基础设施领域的最大障碍和风险;二是项目设计和建设中的风险,包括项目设计缺陷、建设延误、超支和贷款利率的变动;三是项目投产后的经营风险,包括项目特有技术风险和价格风险等。

(二) 准 BOT 模式

尽管许多地方政府和民营企业都希望采用 BOT 模式建设城市基础设施,但实际情况是谈的项目多,谈成的少。其原因是多方面的,主要是投资商期望的投资回报与政府保本微利政策之间存在着较大差距。同时,BOT 模式在我国仍属新生事物,政府和企业对如何规范运作项目和规避项目风险缺乏知识和经验,顾虑较多。在这种情况下,出现了准 BOT 模式。

准 BOT 模式与典型 BOT 模式的主要区别在于项目投资结构和经营期限上的不同,政府是项目公司的股东之一,项目操作依然按照 BOT 模式。除了资金外,政府注入项目的股份也可以是土地等其他资本形式。由于政府资金或其他形式的资本注入,准 BOT 模式可以提高投资者的信心,减轻投资者融资和还贷压力,降低投资风险,是适宜于资金实力较弱的供热企业和由国债支持项目的一种运作方式。同时,政府作为股东,准 BOT 模式便于政府调控项目服务收费价格。需要指出的是,准 BOT 模式对于政府与企业之间签订的合同的严谨性要求更高,否则,在设施运营管理、利润分成等方面容易产生纠纷,影响公共基础设施的建设与运营。

(三) TOT 模式

TOT 模式是指政府对其建成的公共基础设施在资产评估的基础上,通过公开招标向社会投资者出让资产和特许经营权,投资者在购得设施并取得特许经营权后组成项目公司,该公司在合同期内拥有、运营和维护该设施,通过收取服务

费回收投资并取得合理的利润，合同期满后，投资者将运行良好的设施无偿地移交给政府。

从本质上看，TOT 模式是政府将城市公共基础设施租赁给民营企业的一种方式，租赁企业一次性向政府支付租金。通过 TOT 模式，政府可以回收设施建设资金，同时解决了运营问题。对于项目公司而言，由于其受让的是已建成且能正常运营的项目，不需承担建设期的风险，尽管投资回报率会略低于 BOT 模式，但对投资者仍有较大吸引力。TOT 模式运作的关键是要做好设施转让前的资产评估，确定合理的投资回报率。

6.2.3 市场化分散处理模式

市场化分散处理模式，国际上也称用户或社区自助模式，是指经社区成员同意，自主建设有关基础设施，其管理方是社区组织，实施方一般是专业公司，费用由用户或社区成员自我负担。对于居民小区、写字楼和市政管网难以覆盖的城市边缘地区，市场化分散处理模式具有广阔的发展前景。与集中处理相比，分散处理具有投资小，规模小，技术要求也相对较低的特点，并且用户群明确，费用收集过程简单，较适宜于中小型供热企业建设和运营。国家只要制定较严格的法规和监管办法，给予一定的处理技术帮助，城市政府配套以合理的供热规划，制定具有一定浮动范围的收费标准，分散处理就完全可以采用私建私营的模式。

6.2.4 曹妃甸工业区集中供热工程项目的融资模式

当前我国政府积极推行经营性基础设施项目的市场化运作，打破部门垄断和行业垄断，深化投、融资体制改革，改善投、融资环境，鼓励非政府投资的介入，探索新的筹、融资方式。首先，积极推行供热基础设施市场化运作，需要转变政府行政思路，树立“政府引导、社会参与、市场运作”的改革方向，加强政府的宏观调控和制度建设，起到的是市场监管和裁判的作用。打破垄断，实现供热项目投资主体的多元化和商业化。其次，在供热领域推行市场化运作工作中，应加强国家对基础设施建设及特许经营权的立法，明确政府处于基础设施批准者和未来所有者的主导地位。

曹妃甸工业区集中供热工程项目的具体融资模式为：以相关政策为指导，由政府主管部门组织编制供热专项规划，根据城市发展需要合理划分供热区域和实施时间。以划定供热区域和市场价格体系为基本条件，供热贴费为竞争标底（供热贴费标准合理最低价为决定的原则），进行多元主体竞争性投标，综合考核确定投资主体，授予特许经营权，可采用 BOT 等模式发展。

近年来 BOT 融资模式逐渐兴起，并在市政基础设施领域有所应用。采用 BOT

融资模式的好处在于可以减少项目建设资金的初始投入,吸引外资,引进先进技术,改善和提高项目的管理水平。集中供热项目对于 BOT 投资方的吸引力来自于收取供热贴费的政策,投资方可以通过收取供热贴费,在短期内快速回收成本,提高资本效益。集中供热项目采用 BOT 模式,投资方在合作期内通过收取供热贴费和热费,回收资本并获得投资收益。合作期结束后,资产接收方可通过继续经营,积蓄资金用于供热项目的更新改造,确保项目持续运营。合作年限的合理确定是保障双方利益、达到双赢的关键。集中供热项目主要设备的经济寿命在 20 年左右,供热管网、生产厂房和构筑物的经济寿命为 30 年。如果项目 BOT 的合作期定为 12~15 年,资产接收方可以利用项目各类资产之间经济寿命的时间差,在剩余的经济运行期内创造价值,积累资金用于项目的更新改造,确保项目持续稳定地运营。

结束语

本文主要针对唐山市曹妃甸工业区集中供热工程项目进行了规划研究,并得出以下结论:

第一,对该工业区的用热需求进行了合理地计算和预测,得知 2008 年供热面积 115.4 万平米,2009 年供热面积达到 177 万平米,2010 年供热面积达到 234 万平米。到 2010 年,本项目民用采暖总建筑面积 89.4 万 m^2 ,其中住宅 28.5 万 m^2 ,公建 60.9 万 m^2 ;生产区域的采暖建筑面积 144.6 万 m^2 。

第二,对供热项目所涉及的工程主要技术方案进行了认真比选,并对该项目投资进行了详细估算,进而对项目的经济效益以及环境、资源等社会效益进行了分析,得出无论从经济上,还是从未来发展上,方案一均优于方案二,所以推荐方案一,并且本项目的建成会带来很好的经济效益、环境效益及社会效益。

第三,对项目实施进行了周密的规划,包括项目实施原则、矩阵式的项目组织结构和人员的合理配置以及对工程进度的可行安排。在此基础上,从任务分工策划、管理职能分工策划以及工作流程策划三个方面研究了项目实施的组织策划,以确保项目的顺利实施,以及实现对实施过程的有效控制。

第四,提出了几种可行的关于供热项目的融资方式,进而提出了曹妃甸工业区集中供热工程项目的具体融资方式及其融资模式。关于融资方式,选取三种,即权益资金融资、债务资金融资和政策性补贴收费,其中供热贴费初步设计为供热项目造价的 70%,债务资金融资不宜超过 65%。关于融资模式,采用市场化运作,即由政府主管部门组织编制供热专项规划,根据城市发展需要合理划分供热区域和实施时间,以划定供热区域和市场价格体系为基本条件,供热贴费为竞争标底,进行多元主体竞争性投标,综合考核确定投资主体,授予其特许经营权,具体可采用 BOT 等模式发展。

附表

附表一 主要综合技术经济指标

序号	指标	数量
1	2010 年实现集中供热面积	234 万m ²
2	2010 年工业蒸汽用量	796t/h
3	民用采暖热指标	60.2w/m ²
4	生产区域采暖热指标	110w/m ²
5	采暖热负荷	212.879MW
6	采暖年供热量	1.62x10 ⁶ GJ
7	热水管网总长	29.116km
8	热水管网最远供热距离	7.679km
9	蒸汽管网总长	6.09km
10	蒸汽管网最远输送距离	2.98km
11	热力站	18 座
12	蒸汽计量站	4 座
13	采暖供热参数(方案一)	
	一次网压力	1.6MPa
	一次网供回水温度	130/70℃
	二次网压力	1.0MPa
	二次网供回水温度	85/60℃
14	工业蒸汽参数	
	蒸汽出口压力	0.55MPa
	蒸汽出口温度	250℃
15	人员编制	206 人
16	工程总投资(方案一)	20037 万元
17	项目财务内部收益率(税后)	10.6%
18	总投资利税率	7.6%
19	总投资利润率	5.1%
20	贷款偿还期	5 年
21	静态投资回收期(税后)	8.93 年

附表二 成本估算表（方案一）

供热工程成本估算表（方案一）												
建设单位：唐山市热力总公司												
工程名称：曹妃甸集中供热工程												
T.												单位：万元
年份	购热费	水费	电费及能源	工资及福利费	折旧费	大修费	其他费用	财务费	总成本	经营成本		
2008	18554.7208	222.688	168.1992	200	736.6	188.9	120	0.0	20091.1	19234.5		
2009	28866.24636	223.344	311.5944	300	1439.4	369.1	180	208.6	31898.3	30250.3		
2010	34400.40716	316.224	531.0864	400	1878.3	481.6	240	341.5	38589.2	36369.3		
2011	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	393.0	38295.5	36295.41756		
2012	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	283.5	38186	36295.41756		
2013	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	171.8	38074.3	36295.41756		
2014	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	57.8	37960.3	36295.41756		
2015	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	0.0	39765.27099	36295.41756		
2016	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	0.0	37902.51006	36295.41756		
2017	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	0.0	37902.51006	36295.41756		
2018	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	0.0	37902.51006	36295.41756		
2019	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	0.0	37902.51006	36295.41756		
2020	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	0.0	37902.51006	36295.41756		
2021	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	0.0	37902.51006	36295.41756		
2022	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	0.0	37902.51006	36295.41756		
2023	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	0.0	37902.51006	36295.41756		
2024	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	0.0	37902.51006	36295.41756		
2025	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	0.0	37902.51006	36295.41756		
2026	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	0.0	37902.51006	36295.41756		
2027	34400.40716	316.224	531.0864	400	1607.0925	407.7	240	1.0	37903.51006	36295.41756		

附表三 借款还本付息明细表（方案一）

供热工程借款还本付息明细表（方案一）												
建设单位：唐山市热力总公司												
名称：曹妃甸集中供热工程												
序号	年限		建设期			生产期				工程		
	项目		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			
一	借款支出及还本付息											
1	年初借款累计		0	4408.8875	5583.070061	6420.752502	4632.085894	2806.748044	943.9871176			
2	本年度借款		5000	3000	5000	0	0	0	0			
3	本年应计利息		145.5	361.623915	433.4838877	392.9500531	283.4836567	171.7729803	57.7720116			
4	本年偿还本金		736.6125	1825.817439	2162.317559	1788.666607	1825.33785	1862.760927	913.9871176			
5	本年支付利息		0	361.623915	433.4838877	392.9500531	283.4836567	171.7729803	57.7720116			
二	还款资金来源											
1	税后利润		0	386.4249395	283.9800588	181.5741073	218.2453501	255.6684267	293.8587512			
2	折旧费		736.6125	1439.3925	1878.3375	1607.0925	1607.0925	1607.0925	650.1283664			
3	合计		736.6125	1825.817439	2162.317559	1788.666607	1825.33785	1862.760927	943.9871176			

附表四 现金流量表（方案一）

供热工程现金流量表（方案一）															
建设单位：唐山市热力总公司															
名称：曹妃甸集中供热工程															
序号	项目	年份			建设期			生产期							
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	工程			
1	现金流入	20953	33071.08309	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	10143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785
1.1	销售收入	20953	33071.08309	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	10143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785
1.2	回收固定资产价值														
1.3	回收流动资金														
2	现金流出	28129	39353.47766	42457.51635	37780.10708	37816.231	37853.09552	37890.71584	37909.7806	37909.7806	37909.7806	37909.7806	37909.7806	37909.7806	37909.7806
2.1	固定资产投资	7555	7208	4502											
2.2	流动资金	1010	963	600											
2.3	经营成本	19234	30250.25976	36369.34256	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.41756
2.4	销售税金及附加	330	551.5605009	706.4322361	1305.825478	1305.825478	1305.825478	1305.825478	1305.825478	1305.825478	1305.825478	1305.825478	1305.825478	1305.825478	1305.825478
2.5	企业所得税	0	380.657403	279.7415505	178.864046	214.9879568	251.85248	289.4727997	308.5375635	308.5375635	308.5375635	308.5375635	308.5375635	308.5375635	308.5375635
3.1	净现金流量	-7176	-6282.394572	-2314.218495	2363.190768	2327.066857	2290.202334	2252.582014	2233.51725	2233.51725	2233.51725	2233.51725	2233.51725	2233.51725	2233.51725
3.2	累计净现金流量	-7176	-13458.52121	-15772.7397	-13409.54893	-11082.48208	-8792.27974	-6539.697728	-4306.180478	-2072.663228	160.8540221	160.8540221	160.8540221	160.8540221	160.8540221
3.3	净现金流量	-6900	-5808.426934	-2057.331815	2020.065372	1912.679329	1809.980171	1711.777198	1632.009177	1569.239594	1508.884225	1508.884225	1508.884225	1508.884225	1508.884225
4	累计净现金流量	-6900	-12708.5487	-14765.88051	-12745.81514	-10833.13581	-9023.15564	-7311.378442	-5679.369265	-4110.129671	-2601.24545	-2601.24545	-2601.24545	-2601.24545	-2601.24545

续表

供热工程现金流量表（方案一）												
建设单位：唐山市热力总公司												
工程名称：曹妃甸集中供热工程												
序号	年份 项目	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
1	现金流入	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.2979	40143.2979	43197.92285	
1.1	销售收入	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.29785	40143.2979	40143.2979	40143.29785	
1.2	回收固定 资产净值										481.625	
1.3	回收流动 资金										2573	
2	现金流出	37909.89753	37909.89753	37909.89753	37909.89753	37909.89753	37909.89753	37909.89753	37909.8975	37909.8975	37909.56753	
2.1	固定资产 投资											
2.2	流动资金											
2.3	经营成本	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.41756	36295.4176	36295.4176	36295.41756	
2.4	销售税金 及附加	1306	1306	1306	1306	1306	1306	1306	1306	1306	1306	
2.5	企业 所得税	308.4799714	308.4799714	308.4799714	308.4799714	308.4799714	308.4799714	308.4799714	308.479971	308.479971	308.1499714	
3.1	净现金 流量	2233.400321	2233.400321	2233.400321	2233.400321	2233.400321	2233.400321	2233.400321	2233.40032	2233.40032	5288.355321	
3.2	累计净现 金流量	2394.254343	4627.654663	6861.054984	9094.455305	11327.85563	13561.25595	15794.65627	18028.0566	20261.4569	25549.81223	
3.3	净现金流 量现值	1450.774261	1394.975251	1341.322357	1289.733035	1240.127918	1192.430691	1146.567972	1102.4692	1060.06654	2510.077789	
4	累计净现 金流量现 值	-1150.471185	244.5040654	1585.826422	2875.559457	4115.687376	5308.118066	6454.686038	7557.15524	8617.22178	11127.29957	

附表五 损益表（方案一）

供热工程损益表（方案一）												
建设单位：唐山市热力总公司												
工程名称：曹妃甸集中供热工程												
序号	项目	年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	供热收入		20953.33	33071.083	40143.298	40143.298	40143.298	40143.298	40143.298	40143.298	40143.29785	40143.29785
3	销售税金及附加		329.97329	551.5605	706.43224	1305.8255	1305.8255	1305.8255	1305.8255	1305.8255	1305.825478	1305.825478
4	总成本费用		20091.096	31898.276	38589.164	38295.46	38185.994	38074.283	37960.282	37902.51	37902.51006	37902.51006
5	利润总额		532.26087	621.24642	847.70167	542.01226	651.47866	763.18933	877.1903	934.96231	934.9623137	934.9623137
6	应纳税总额		0	1153.5073	847.70167	542.01226	651.47866	763.18933	877.1903	934.96231	934.9623137	934.9623137
7	所得税		0	380.6574	279.74155	178.86405	214.98796	251.85248	289.4728	308.53756	308.5375635	308.5375635
8	税后利润		0	772.81988	567.96012	363.14821	436.4907	511.33685	587.7175	626.42175	626.4247502	626.4247502
8.1	盈余公积金和公益金		0	57.963741	42.597009	27.236116	32.736803	38.350264	44.078813	93.963713	93.96371253	93.96371253
8.2	应付利润		0	328.4612	241.38305	154.33799	185.50855	217.31816	249.77994	532.46104	532.4610377	532.4610377
8.3	未分配利润		0	386.42494	283.98006	181.57411	218.24535	255.66843	293.85875	0	0	0

续表

供热工程损益表（方案一）													
建设单位：唐山市热力总公司													
名称：曹妃甸集中供热工程													
序号	项目	年份	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	工程
1	供热收入		40143.29785	40143.2979	40143.2979	40143.29785	40143.29785	40143.2979	40143.29785	40143.2979	40143.29785	40143.29785	
3	销售税金及附加		1306	1306	1306	1306	1306	1306	1306	1306	1306	1306	
4	总成本费用		37902.51006	37902.5101	37902.5101	37902.51006	37902.51006	37902.5101	37902.51006	37902.5101	37902.51006	37903.51006	
5	利润总额		934.787792	934.787792	934.787792	934.787792	934.787792	934.787792	934.787792	934.787792	934.787792	933.787792	
6	应纳税总额		934.787792	934.787792	934.787792	934.787792	934.787792	934.787792	934.787792	934.787792	934.787792	933.787792	
7	所得税		308.4799714	308.479971	308.479971	308.4799714	308.4799714	308.479971	308.4799714	308.479971	308.4799714	308.1499714	
8	税后利润		626.3078206	626.307821	626.307821	626.3078206	626.3078206	626.307821	626.3078206	626.307821	626.3078206	625.6378206	
8.1	盈余公积金和公益金		93.9461731	93.9461731	93.9461731	93.9461731	93.9461731	93.9461731	93.9461731	93.9461731	93.9461731	93.9461731	129
8.2	应付利润		532.3616475	532.361648	532.361648	532.3616475	532.3616475	532.361648	532.3616475	532.361648	532.3616475	532.3616475	731
8.3	未分配利润		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

附表六 热水管网水力计算表

序号	管段号	流量 (t/h)	管径 Dw×S(mm)	管 道 长 度 (米)			流速 (m/s)	单位压降 (Pa/m)	计算管段 压降(MPa)	始末点压力 (MPa)		备注
				平面长度	局部阻力 当量长度	计算长度				供水	回水	
一、 主干线												
	1 ~ 2	3055	820×12	700	0.2×700	840	1.78	33.5	0.028	1.089	0.348	
	2 ~ 3	2540	720×10	512	0.2×512	614.4	1.92	45.4	0.028	1.061	0.376	
	3 ~ 4	2036	720×10	480	0.2×480	576	1.54	29.2	0.017	1.044	0.393	
	4 ~ 5	1610	630×8	481	0.2×481	577.2	1.58	36.2	0.021	1.023	0.414	
	5 ~ 6	995	529×8	1542	0.2×1542	1850.4	1.4	35.4	0.066	0.958	0.479	
	6 ~ 7	711	478×8	1960	0.2×1960	2352	1.23	31.4	0.074	0.884	0.553	
	7 ~ 8	474	377×7	904	0.2×904	1084.8	1.33	49.4	0.054	0.830	0.607	
	8 ~ R18站	237	325×7	1100	0.2×1100	1320	0.9	27.9	0.037	0.794	0.644	站内富余压头 0.15MPa
二、 各分支线												
	2 ~ R15站											
	2 ~ 2a	515	426×7	180	0.3×180	234	1.12	30	0.007	1.082	0.355	
	2a ~ 2b	326	377×7	360	0.3×360	468	0.91	23.4	0.011	1.071	0.366	
	2b ~ 2c	231	325×7	2240	0.3×2240	2912	0.88	26.5	0.077	0.994	0.443	
	2c ~ 2d	158	273×6	4110	0.3×4110	5343	0.86	31.1	0.166	0.828	0.609	

附表

	2d ~ R15 站	95	219x6	560	0.3x560	728	0.82	38.2	0.028	0.800	0.637	站内富余压头 0.163MPa
	2a ~ R07 站									1.082	0.355	
		189	219x6	150	0.3x150	195	1.63	151	0.029	1.052	0.385	站内富余压头 0.667MPa
	2b ~ R14 站									1.071	0.366	
		95	219x6	4370	0.3x4370	5681	0.82	38.2	0.217	0.854	0.583	站内富余压头 0.271MPa
	2c ~ R13 站									0.994	0.443	
		73	159x5	310	0.3x310	403	1.22	127.8	0.052	0.942	0.495	站内富余压头 0.447MPa
	2d ~ R08 站									0.828	0.609	
		63	219x6	460	0.3x460	598	0.54	16.8	0.010	0.818	0.619	站内富余压头 0.199MPa
	3 ~ R06 站									1.061	0.376	
	3 ~ 3a	504	377x7	1140	0.3x1140	1482	1.41	55.9	0.083	0.978	0.459	
	3a ~ 3b	331	325x7	722	0.3x722	938.6	1.26	54.3	0.051	0.927	0.510	
	3b ~ R06 站	158	219x6	956	0.3x956	1242.8	1.36	105.6	0.131	0.796	0.641	站内富余压头 0.155MPa
	3a ~ R01 站									0.978	0.459	
		173	219x6	150	0.3x150	195	1.49	126.6	0.025	0.953	0.484	站内富余压头 0.469MPa
	3b ~ R02 站									0.927	0.510	
		173	219x6	150	0.3x150	195	1.49	126.6	0.025	0.903	0.535	站内富余压头 0.368MPa

附表

	4 ~ R05 站										1.044	0.393	
	4 ~ 4a	426	325x7	596	0.3x596	774.8	1.63	90	0.070		0.974	0.463	
	4a ~ 4b	293	325x7	810	0.3x810	1053	1.12	42.6	0.045		0.930	0.507	
	4b ~ R05 站	164	219x6	663	0.3x663	861.9	1.41	113.8	0.098		0.832	0.606	站内富余压头 0.226MPa
	4a ~ R03 站										0.974	0.463	
		133	219x6	150	0.3x150	195	1.15	74.8	0.015		0.960	0.477	站内富余压头 0.483MPa
	4b ~ R04 站										0.930	0.507	
		129	219x6	150	0.3x150	195	1.11	70.4	0.014		0.916	0.521	站内富余压头 0.395MPa
	5 ~ R12 站										1.023	0.414	
	5 ~ 5a	615	377x7	750	0.3x750	975	1.72	83.2	0.081		0.942	0.495	
	5a ~ 5b	426	325x7	530	0.3x530	689	1.63	90	0.062		0.880	0.557	
	5b ~ R12 站	189	273x6	1030	0.3x1030	1339	1.03	44.6	0.060		0.820	0.617	站内富余压头 0.203MPa
	5a ~ R10 站										0.942	0.495	
		189	219x6	150	0.3x150	195	1.63	151.1	0.029		0.913	0.524	站内富余压头 0.389MPa
	5b ~ R11 站										0.880	0.557	
		237	219x6	150	0.3x150	195	2.04	237.6	0.046		0.834	0.603	站内富余压头 0.231MPa
	6 ~ R09 站										0.958	0.479	
		284	273x6	200	0.3x200	260	1.54	100.6	0.026		0.932	0.505	站内富余压头 0.427MPa

7~R16 站										0.884	0.553	
		237	273x6	200	0.3x200	260	1.29	70.1	0.018	0.866	0.571	站内富余压头 0.295MPa
										0.830	0.607	
8~R17 站										0.812	0.625	站内富余压头 0.187MPa
		237	273x6	200	0.3x200	260	1.29	70.1	0.018			

附表七 蒸汽管网水力计算表

管 段 号	蒸汽流量	管径及壁厚	管段长度		始 端			r=1		假定平均比重	r=r _j			热量损失		温 汽	末 端			比 均	力 压
			展开长度	计算长度	压力	温度	比重	流速	比 压 降		管段阻力	单位热损失	总 热 损 失	压力	温度		比重				
①—Q01	420	1020×14	660	792	0.65	250.0	2.71	137	203	2.68	51.12	75.75	0.06	12	1.88	2.14	0.59	247.9	2.65	2.68	0.06
②—③	236	820×120	1630	1956	0.65	250.0	2.71	128	146	2.68	47.76	54.48	0.11	9.2	3.57	7.20	0.54	242.8	2.64	2.68	0.11
③—Q03	190	720×100	1350	1620	0.54	242.7	2.33	136	193	2.12	64.15	91.04	0.15	8.4	2.62	6.56	0.39	236.1	1.9	2.12	0.15
③—Q02	46	426×8	850	1275	0.54	242.7	2.33	92	168	2.14	42.99	78.50	0.10	5.4	1.06	10.96	0.44	231.7	1.94	2.14	0.10
④—Q04	40	426×8	1600	2400	0.65	250.0	2.71	83	140	2.45	33.88	57.14	0.14	5.40	2.06	24.48	0.51	225.5	2.18	2.45	0.14

参考文献

- [1]周志廉.关于我国城市集中供热发展的思考[J].经济丛刊,2006,1:25-29
- [2]黄文,管昌生.城市集中供热研究现状及发展趋势[J].国外建材科技,2004,5:78-80
- [3]陈卫翠,孙运同,孙运海.国内供暖技术发展现状[J].中国住宅设施,2006,8:56-59
- [4]李炎锋,杨英霞,高辉.国内几种供暖方式的经济技术比较与分析[J].建筑热能通风空调,2004,23(4):84-89
- [5]张沈生,孙晓兵,傅卓林.国外供暖方式现状与发展趋势[J].工业技术经济,2006,7:131-134
- [6]邹平华.借鉴俄罗斯经验积极发展我国集中供热事业[J].暖通与空调,2000,4:121-123
- [7]王士军.法国城市集中供热简介[J].区域供热,2002,3:8-11
- [8]段和国.太原市城市集中供热浅谈[J].科技情报开发与经济,2006,11(16):256-257
- [9]郝黎明,赵小萍,刘文,尹军,韦新东.长春市集中供热现状的探讨[J].吉林建筑工程学院学报,2006,1:12-14,21
- [10]李先瑞.热电联产集中供热如何有序发展[J].区域供热,2005,3:4-7
- [11]刘海吉.集中供热市场预测方法初探[J].经济视角(B版),2005,7:62-64
- [12]赵伯英.供热工程[M].北京:冶金工业出版社,1988,11:50-65
- [13]贺平,孙刚.供热工程[M].北京:中国建筑工业出版社,1998,6:202-256
- [14]李善化,康慧.集中供热设计手册[M].北京:中国电力出版社,1996,3:45-65
- [15]郑永利.关于城市集中供热系统节能方案的探讨[J].热电技术,2005,2(86):4-7
- [16]崔峨,尹洪超.热能系统分析与最优综合[M].大连:大连理工大学出版社,1994,7:70-92
- [17]黄文.供热系统负荷预测方法研究[J].陕西师范大学学报(自然科学版),2005,S1:78-82
- [18]石兆玉.供热系统运行调节与控制[M].北京:清华大学出版社,1994,1:261-315
- [19]刘宏丽,李明清.关于区域供热管网改造设计中的一些问题[J].山西建筑,2006,2:179-180

- [20]裴全义,孔繁丽,杨鹤鸣.阜新市集中供热一期管网改造工程技术设计的几点体会[J].区域供热,2006,4:7-10
- [21]郑祖义.热泵技术在空调中的应用[M].北京:机械工业出版社,1998:34-52
- [22]崔性泽,蔡波涛.集中供热运行过程中的若干问题浅析[J].林业科技情报,2006,2:55-56
- [23]周军岭,姜永成,李峰.集中供热热网的热力工况模型[J].哈尔滨工业大学学报,2005,12:1683-1685
- [24]刘靖,张茂勇.供热系统的计算机模拟分析调节法研究[J].节能,2000,2:3-4
- [25]王瑞兴.锦州铁北集中供热效益评价[J].铁道技术监督,2006,6:27-29
- [26]章熙民.传热学[M].北京:中国建筑工业出版社,1984:68-80
- [27]索柯洛夫.热化与热力网[M].北京:中国建筑工业出版社,1988:19-32
- [28]汪勤勇.工业区的集中供热和热网配置[J].发电设备,2005,3:199-201
- [29]宋玉梅,张立忠,王书文.集中供热网监控系统设计中应考虑的若干问题[J].区域供热,2006,2:10-13
- [30]周军岭.集中供热热网的调节和监控系统的仿真研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2004:60-78
- [31]武世彬.集中供热首站智能网络控制系统的研究[J].煤气与热力,2005,8:32-35
- [32]牛广军,王春鸣,程步军.信息网络管理系统在城市供热中的应用[J].自动化与仪表,2006,4:42-44
- [33]董敬,王桂斗,王俭.集中供热建设项目环境影响评价的清洁生产分析[J].黑龙江环境通报,2005,4:68-70
- [34]卢军,龚琪,冯源,高亚锋.集中供热的环境影响[J].煤气与热力,2005,5:18-20
- [35]茹惠娟.实施集中供热改善城区空气环境质量[J].辽宁城乡环境科技,2006,4:18-19
- [36]王金生,祖军.哈市集中供热项目投资情况调研及建议[J].应用能源技术,2006,1:5-6
- [37]邹志,安实.集中供热工程项目费用控制问题研究[J].集团经济研究,2006,7:172
- [38]姜锐,盛晓文.集中供热系统热价的确定与分析[J].低温建筑技术,2005,2:91-93
- [39]周惠珍.投资项目评估[M].大连:东北财经大学出版社,1999:208-311
- [40]毕梦林.技术经济学[M].沈阳:东北大学出版社,1996,1:220-278

- [41]于守法.投资项目可行性研究方法 with 案例应用手册[M].北京:地震出版社,2002,5:393-405
- [42]万威武.可行性研究与项目评价[M].西安:西安交通大学出版社,2001,3:165-172
- [43]中国市政工程华北设计研究院.唐山市曹妃甸工业区供热规划.2005,11

致 谢

本论文是在导师范贻昌老师的亲切关怀和精心指导下完成的。在天大的学习期间，范老师给了我细心的指导和教诲，引领我进入了学术研究的殿堂，教会了我如何进行科研与写作，开阔了我的视野，丰富了我的学识，使我终身受益。范老师渊博的知识，严谨的治学态度，敏锐的洞察力深深感染和影响了。此外，范老师不但在学术上给予了我细心的指导，还在生活上给予了我莫大的关爱，在此我特致以最诚挚的谢意！

同时感谢所有在一起学习、生活的同学和朋友，你们创造的良好学术氛围给予了我很多的学术讨论、学习的机会，激发了我的灵感和思路，扩阔了我的视角，让我愉快的度过了我的 EMBA 学习生活，我将把你们看成我终生的良师益友，在此衷心的感谢你们。

感谢天津大学管理学院全体教师这几年来给予的指导和帮助！感谢我的朋友们的的大力支持和帮助！

温旺

2006 年 12 月