

# 成本分析在供热长输管网项目决策中的实践应用

杜洪范

山东省城乡规划设计研究院有限公司

**摘要：**随着我国经济的快速可持续发展，市政基础设施建设等短板项目进入高速发展阶段，城市供暖面积快速增长、环境污染和热源紧张等均为长输供热管网技术应用提供了更广阔发展机遇。为全面贯彻落实新发展理念，确保“碳达峰碳中和”节能减排和环境保护任务目标，走全面可持续发展路径，本文通过某地区利用电厂余热作为热源长距离输送供热，通过工程实际建设实践多角度科学论证了长输供热管网的现实经济效益，为今后类似项目成本分析提供借鉴参考。

**关键词：**节能减排；长输供热管网；成本分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.03.081

## 一、引言

成本分析是在投资决策前对拟建项目有关的技术、投资和经济性等各方面进行深入细致的调查研究，对各种可能拟定的技术方案和建设方案进行比较论证和投资分析，为项目建成后的经济效益提供科学预测和评价的依据。

近年来国内供热长输管网项目陆续投产运行，2016年太原古交供热工程投运，2017年西柏坡电厂余热入市长输供热管网工程投运，2018年灵武至银川市供热工程投运，2020年郑州裕中二期“引热入郑”工程投运，项目还带动济南、呼和浩特、西安、乌鲁木齐、郑州、青岛、泰安、大同及晋城等多个城市启动多项大温差长输供热工程前期工作。利用大型热电联产机组余热资源发展长距离供热，既满足了城市供热发展需要，关停替代散煤区域，节约大量的能源资源，有效的改善了区域空气质量，具有良好的经济和社会效益。同时，既符合国家及现行的热电联产和供热产业发展政策，节能优势明显，又能有效的满足城区清洁供热发展，改善城区环境质量，项目在保障民生需求、经济效益、环境效益等多方面都有显著的效果。随着集中供热区域的不断扩大，热电联产长距离供热得到较多应用，从整体上看该供热技术已经成熟，运行安全性和经济性整体较好，总体建设成本逐步降低。

## 二、项目背景

A市城区集中供热主要依靠当地的一家热电厂，城市入网面积已经超过热源可挖潜改造的最大供热能力，城市供热发展出现了严重的热源不足；同时城市供热面临着较大安全风险，一旦这家热电厂出现事故将造成城区70%以上居民停暖，迫切需要补充热源供热。城区燃气壁挂炉取暖从2016年的9.22万户增加到2018年的13.47万户，快速过度发展造成了一系列问题如冬季天然气供应紧张，保供压力非常大，其次燃气壁挂炉以小区集中安装为主相对集中、数量多，加之产品质量参差不齐，氮氧化物排放浓度较高，大气污染物扩散条件不好时成为城区大气污染源点，燃气壁挂炉使用寿命一

般在6-8年，用气安全监管难度较大，存在一定安全风险。

项目为跨地区的长距离供热管网，涉及面广，工程程序较多，建设周期相对较长，施工难度较大，因此本项目积极对接相关部门，落实项目投资方，加快项目前期可行性研究论证工作，落实相关的边界条件，为项目下一步的决策提供更科学的依据。项目实施后，将有效补足集中供热民生工程短板，缓解A市城区集中供热热源不足的突出矛盾，满足城区近期清洁取暖的发展需要，能够煤炭减量替代，推动热电联供系统示范应用，加快绿色低碳发展，大幅提高能源利用效率，控制能源消费总量，优化能源结构，构建起更加安全、高效、可靠、绿色的城市基础设施体系。

## 三、供热成本分析

供热长输管网项目的供热成本包括热源出厂成本、长输管网建设成本、长输管网输送成本等。热源出厂成本包括供热煤耗、电耗和水耗等；长输管网建设成本包括年折旧费及摊销费、年利息支出等；长输管网输送成本包括热损失、水耗、电耗、人工成本、修理、其他费用等。

现状热电联产机组多采用中低压缸联通管上加蝶阀、开三通的方式抽供热蒸汽，采暖用汽参数多为0.5MPa、270℃，蒸汽焓值为：3003.5kJ/kg。这部分蒸汽是已经在汽轮机中完成做功发电过程的乏汽，依然具备在汽轮机低压缸做功发电的能力，如进入冷凝器其排气焓值约为2550 kJ/kg，这部分焓值排入大气中白白浪费。如抽汽供给热用户，其凝结水回水温度不低于90℃，凝结水焓值为：376.9 kJ/kg。通过将这部分蒸汽供给热用户，可免除蒸汽进入凝汽器引起的冷凝损失，获得较高的热能利用效率。

热源出厂成本一般有两种方法计算：按机组现状煤耗推算和按热量平衡折算至标煤推算。热源企业常采用热量平衡方法计算消耗标煤量，测算不同机组的供热成本。根据《火力发电厂技术经济指标计算方法》（DL/T 904-2004），标煤发热量29271kJ/kg，按照标煤单价1000元/吨计算，考虑按600MW机组锅炉及管道热效率分别为93%和95%，600MW供热机组按热量平衡推算的蒸汽价格折合37.48元/GJ。由电厂机组的供热成本测算结果可知：燃煤的成本对供热成本影响最大，达到了成本组成的80%，其他费用根据管理情况的好坏有降低成本的空间，采用热量平衡方法进行计算的供热成本，将耗热量折算至标煤，虽符合能量守恒原则，但是忽略了不同品质能量的做功能力，计算出的蒸汽价格仅依赖于热源系统的效率，对热电联产和热电分产缺乏区分度。

供热长输管网项目在实际应用中，基于热源改造方案和边界条件，按照“以量换价”和“煤热联动”的原则，热源企业和热力公司可以制定出厂热价的方案。

#### 四、运营模式分析

项目立项和顺利实施的首要问题就是要研究出厂热价、热力公司供热运营成本、补贴收入，重点研究长输管网供热成本，拟定提出合理的补贴收入方案至关重要。

从目前供热情况来看，预测供热负荷从1000万平方米增长到3000万平方米大约需要5年时间，长距离输送供热管网供热成本受供热负荷的影响较大，为保证该供热项目保本运营，长距离输送供热管网成本也会在某个区间变动。

对于政府主导的长距离输送供热管网，如何让长距离输送供热管网保本运营，长距离输送管网供热成本测算尤为重要。确定项目的投资主体和运营模式，面临三种选择：成立长距离输送供热管线公司、原有城区热力公司、电厂投资和运营。选择不同，效益测算不同，现在就三种投资建设和运营模式逐一研究分析。

(1) 成立长距离输送供热管网公司作为投资建设和运营单位。测算出长距离输送供热管网供热成本，根据电厂出厂热价和趸售城区的销售热价，就能计算出利润总额，如果利润总额为正，项目本身具有盈利能力，如果利润总额为负，需要当地政府财政部门的补贴。这种测算模式简单直观，但是忽略了电厂供热和城区供热到户的利润情况，不能反映项目整体的效益情况。

(2) 原有城区热力公司作为投资建设和运营单位。测算出长距离输送供热管网供热成本，还要考虑城区的供热成本，根据电厂出厂热价和城区供热到户的热价，就能计算出利润总额，如果利润总额为正，项目本身具有盈利能力，如果利润总额为负，需要当地政府财政部门的补贴。这种测算模式复杂，受城区热力公司先期的投资规模、运行管理水平、债务承受能力等影响较大，但必须从全产业链角度整体分析才能对项目效益分析更全面。

(3) 电厂投资建设和运营。这种模式比较适用于当地无大型热源，直接取代分散锅炉房等，电厂作为投

资建设和运营单位，电厂根据所属电力集团的经济评价办法，统筹考虑厂内供热成本、长距离输送供热管网供热成本、城区供热成本，确定经济效益测算边界条件，这种测算模式复杂，需要符合电力集团投资决策要求，同时需要政府主导相关政策制定和协调建设，共同推进项目的实施。

#### 五、基础数据

本文以某北方城市供热长输管网项目为研究对象，项目经济评价方法与原则依据国家发改委与建设部颁发的《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）、《市政公用设施建设项目经济评价方法与参数三》相关规定及要求建立项目财务分析框架和计算模型，对成本进行分析和探讨。

(1) 评价范围从B电厂围墙外一米处至居民热用户处，总投资约18亿。建设投资内容为从B电厂围墙外一米处建设长输高温热水管网一路，管径为2×DN1400，长度为46公里；配套建设隔压换热站1座，中继泵站1座。

(2) 供热规模：项目供热面积2500万平方米，供热量859.8万GJ。项目建设期2年（2022年-2024年），达产期按3年计算（2022年-2025年）。第一年供热面积936万平方米（供热量321.8万GJ），第二年供热面积1996万平方米（供热量686.4万GJ），第三年供热面积2500万平方米（供热量859.8万GJ）。

(3) 出厂热价按照B电厂向A市长距离供热项目热价方案意向书：B电厂出厂热价大约在30元/GJ-35.7元/GJ浮动变化，故取35.7元/GJ、32元/GJ、30元/GJ三个数值作为B电厂出厂热价进行分析。

#### 六、项目成本测算

从供热面积以及B电厂的出厂热价等因素对长输管线运营成本的影响，按照项目供热成本构成=出厂热价+长输管网建设成本+长输管网输送成本，计算到A市城区隔压换热站处热价如下：

年份	供热面积 (万m <sup>2</sup> )	供热量 (万GJ)	B电厂出厂热价 (元/GJ)	长输管线运营成本 (元/GJ)		到A市热价 (元/GJ) (成本价)
				建设成本	输送成本	
第1年	936	321.8	30	43.4	5.4	78.8
第2年	1996	686.2		21.9	4	55.9
第3年	2500	859.8		17	3.5	50.5
年份	供热面积 (万m <sup>2</sup> )	供热量 (万GJ)	B电厂出厂热价 (元/GJ)	长输管线运营成本 (元/GJ)		到A市热价 (元/GJ) (成本价)
				建设成本	输送成本	
第1年	936	321.8	32	43.4	5.4	80.8
第2年	1996	686.2		21.9	4	57.9
第3年	2500	859.8		17	3.5	52.5
年份	供热面积 (万m <sup>2</sup> )	供热量 (万GJ)	B电厂出厂热价 (元/GJ)	长输管线运营成本 (元/GJ)		到A市热价 (元/GJ) (成本价)
				建设成本	输送成本	
第1年	936	321.8	35.7	43.4	5.4	84.5
第2年	1996	686.2		21.9	4	61.6
第3年	2500	859.8		17	3.5	56.2

### 七、补贴收入测算

按照B电厂向A市长距离供热项目热价方案意向书：B电厂出厂热价大约在30元/GJ-35.7元/GJ浮动

变化，故出厂热价取35.7元/GJ、32元/GJ、30元/GJ三个数值作为B电厂出厂热价对每年补贴收入进行测算如下。

表1 热力公司运营成本35元/GJ下项目补贴情况表

总投资(万元)	供热面积(万m <sup>2</sup> )	出厂热价(元/GJ)	热力公司运营成本(元/GJ)	A市综合到户供热价格(元/m <sup>2</sup> )	年均补贴收入(万元)	折合单位热量补贴(元/GJ)
180000	2500	35.7	35	25.12	16500	19.19
180000	2500	32	35	25.12	13700	15.93
180000	2500	30	35	25.12	12100	14.07

表2 热力公司运营成本28元/GJ下项目补贴情况表

总投资(万元)	供热面积(万m <sup>2</sup> )	出厂热价(元/GJ)	热力公司运营成本(元/GJ)	A市综合到户供热价格(元/m <sup>2</sup> )	年均补贴收入(万元)	折合单位热量补贴(元/GJ)
180000	2500	35.7	28	25.12	10900	12.68
180000	2500	32	28	25.12	8100	9.42
180000	2500	30	28	25.12	6600	7.68

表3 热力公司运营成本25元/GJ下项目补贴情况表

总投资(万元)	供热面积(万m <sup>2</sup> )	出厂热价(元/GJ)	热力公司运营成本(元/GJ)	A市综合到户供热价格(元/m <sup>2</sup> )	年均补贴收入(万元)	折合单位热量补贴(元/GJ)
180000	2500	35.7	25	25.12	5421	6.3
180000	2500	32	25	25.12	2821	3.3
180000	2500	30	25	25.12	1621	1.9

由以上表格可看出，项目补贴收入主要影响因素：出厂热价、热力公司供热运营成本、到户热价及项目总投资，各因素变化都不同程度地影响补贴收入。从测算来看，在相同出厂热价的情况下热力公司运营成本对项目补贴影响较大，以出厂热价32元/GJ为例单位面积供热补贴从15.93元/GJ降至3.3元/GJ，降幅达到12.63元/GJ。由于电厂出厂热价降低空间有限，即使出厂热价从最高35.7元/GJ降至30元/GJ，单位面积供热补贴最大相差在5.12元/GJ。热力公司现状运营成本35元/GJ偏高的主要原因：城区管网建设规模兼顾城区近远期热负荷发展需要属于一次性超前投资，主管网设计供热面积3000-4000万平方米而实际收费面积在2000万平方米左右，造成管网折旧、财务费用成本较高。随着供热面积增加，现状管网的供热能力将全部被释放出来，供热运营成本也必将显著降低，按照增加供热面积1000万平方米分摊现状管网运营成本，运营成本可降低30%以上即10.5元/GJ。项目补贴收入仅为测算值，为前期项目决策阶段热力公司和政府可承受的财务能力提供一定的参考，在项目运营后实际补贴费用将根据各年供热量监审确定。

### 八、建议

(1) 供热长输管网项目投资较大，应积极筹措、

落实建设资金，确保项目如期顺利的实施。

(2) 项目在对热负荷需求实际调研的基础上，确定A城区供热的规划热源主要依托A城区热电厂和B电厂，明确各热源对供热区域内各自负担的供热面积，科学合理的优化工程技术方案和财务评价模型。

(3) 项目由A市城区热力有限公司投资建设和运营，鉴于A市城区热力有限公司投资建设的长输热网投资大，前期运行成本高，运营还款压力大，需要政府给予补贴支持，以保障本项目能在获得显著环保效益和社会效益的同时，在经济上可实现保本微利。

#### 参考文献

- [1] 李宗铭. 长距离供热管网采用的关键技术[J]; 红河水, 2011(30): 81-83.
- [2] 廖嘉瑜. 大型供热管网解决长距离输送热管网的新思路[J]; 沈阳工程学院学报. 自然科学, 2012, 08(3): 211-213.
- [3] 孙继伟, 刘焕志, 刘光宇. 单热源、长距离大型供热管网对不同设计参数区域热网实例[J]. 区域供热, 2014(4): 42-46.
- [4] 2015-2020年中国城市供热行业分析与投资决策咨询报告[EB/OL]. [2015-03-05].