

集中供热论文选集

哈尔滨建筑大学

贺 平

SELECTED WORKS OF

PROF. HE PING

ON DISTRICT HEATING

HARBIN UNIVERSITY OF
ARCHITECTURE AND ENGINEERING

中国城镇供热协会编印

1995 年 9 月



前 言

本论文集刊出作者近十多年来发表有关城市集中供热的主要论文。为了系统介绍论文研究成果,论文不按发表年份排列,而按“综述、供热系统热负荷、多热源联合供热、预制保温管、供热系统设计与运行”五个专题汇编成集。

自开放改革以来,我国城市集中供热事业得到蓬勃发展,供热技术的许多新问题亟待探讨和实践。论文集中关于城市供热规划热负荷基础资料的编制,多热源联合供热设计原则和方法,预制保温管在我国推广应用,以及如何适应我国国情,提高我国集中供热技术水平等等问题,也正是当时供热界同仁所关注的一些问题。作者对上述问题,适时地进行了一些开拓性工作,提出一些新观点和研究成果,为促进我国集中供热事业的发展,做出了一定的贡献。

在高等院校中,研究生是从事科研工作的一支重要力量。论文集中的一些专题,大多是作者与研究生共同研究和发表的。没有他们的开拓精神和辛勤劳动,研究成果是不可能达到目前的深度的。“落红不是无情物,化作春泥更护花”,作者深信,青年科技工作者们在供热界同仁的支持下,能继往开来,为进一步提高我国集中供热技术发挥他们的聪明才智。

在此,作者对建设部城建司煤热处、中国城镇供热协会、北京市和沈阳市等热力公司、北京市煤气热力工程设计院、沈阳市热力工程设计研究院、清华大学热能工程系、建研院空调所等单位表示由衷的感谢!同仁们长期大力支持,相互切磋,使作者从事科研工作有了广阔的天地,理论与实践得到密切联系。

由于作者水平所限,论文中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

哈尔滨建筑大学

贺 平

1995年1月

序

贺平教授在哈尔滨建筑大学（前哈尔滨建筑工程学院）负责供热工程学科的教学及科学研究工作多年。他在四十年的教学工作中掌握了全面系统的有关理论知识。他还在教学之余积极参与很多城市的集中供热工程建设和生产实践，因而他的科学研究总是密切联系着我国供热工程的实际需要。他又曾多次到国外进行供热工程的学术交流或考察，熟悉国外的技术成就和动向；所以他的教学和科研工作经常体现着贯通中外的特点。这样，他所写出的学术论文就成了同行们非常喜欢阅读的参考资料。可惜的是，这些论文发表在不同时期的不同刊物上，查找很不方便。为了消除这个困难，他现在结合五个方面从这些论文中选出二十三篇汇编成集，交由中国城镇供热协会出版以便同行参阅。这是很令人高兴的。

这本文集在编排上按论文内容列为：综述、供热系统热负荷、多热源联合供热、预制保温管、和供热系统的设计和运行；共五个部分。这样的安排使读者能快速找到所关心的资料。这些论文重视以事实为根据，列出了调查或观测得到情况和数据，不只是实事求是的好范例，还是可资利用的数据库。大多数论文的结论是通过细致的分析研究达到的，阅读之后对相应问题的认识会大大加深。在这些论文中，多处强调我国地域广阔条件不同必须在解决问题时因地制宜的特点；其所给出的处理意见也是列举多个方案而分别指出其适用的场合。这对开阔思路和增强辩证思维习惯是有益的。有些论文还对结论的引用给出了计算实例和系统示意图。这对读者了解它们或引用它们当然会给与很大帮助。

这本论文集是一本好书。它能增加读者的知识和工作能力把供热工作干得更好。

王兆霖

一九九五年六月于北京

目 录

第一部分 综述

1. 贺平 借鉴国外经验加速发展我国城市集中供热的几点意见 (1)
2. 贺平 论我国集中供热技术发展趋向的几个主要问题 (5)
3. 哈尔滨建筑工程学院供热研究室、供热热工教研室 对降低建筑采暖热指标和提高集中供热系统运行管理水平的初步意见 (11)
4. 贺平 苏联热电联产和集中供热现状的一些讯息 (21)
5. HePing Chinese District Heating Utility in Development (25)

第二部分 供热系统热负荷

6. 许明哲、贺平 采暖热负荷延续图的确定方法 (33)
7. 张殿军、贺平、许明哲 利用无因次综合公式确定采暖热负荷延续图 (41)
8. 贺平、王雅茹、许明哲、张殿军 我国一些城市采暖热负荷延时图基础资料的统计整理与分析研究 (51)
9. 许明哲、贺平 冬季通风热负荷延续曲线的确定方法 (62)

第三部分 多热源联合供热

10. 贺平 热电厂与区域锅炉房联合供热的工况分析 (67)
11. 陶永纯、贺平 多热源联合供热系统各热源年采暖总供热量的计算方法 (73)
12. 贺平、陶永纯、许明哲 多热源联合供热工况分析 (80)
13. 贺平、陶永纯、孙刚 多热源联合供热系统管网设计原则与方法剖析 (86)

第四部分 预制保温管

14. 贺平 预制保温管直埋敷设的设计原理 (93)
15. 贺平、何立群、孙刚、刘同跃 国产直埋敷设预制保温管保温层厚度的优化分析 (100)
16. 王刚、孙刚、杨德彬、贺平、刘同跃、李洪立 几种国产预制保温管的一些性能试验及其分析研究 (108)

第五部分 供热系统设计与运行

17. 盛昌源、贺平 高温水供热系统变压式氮气罐罐体容积设计原理 (117)
18. 贺平、朱舜全 蒸汽锅炉锅筒定压高温水供热系统安全运行十年的经验小结 (123)
19. 贺平、王亚茹 热水供暖系统采用分阶段改变流量的质调节的优化分析 (132)
20. 孙刚、贺平 变速水泵在区域供热系统中的应用分析 (142)
21. 许明哲、陶永纯、贺平 城市集中供热系统二网热水网路的设计供、回水温度的确定方法 (145)

22. *Heating Research Lab, Teaching and Research Section of Heating and Thermodynamics, Harbin Architectural and Civil Engineering Institute* A Field Testing of Energy Consumption in a District Heating System of the Campus of Harbin Teachers University (150)
23. 方修睦、贺平 供热系统经济运行问题的讨论 (162)

译文

丹麦标准的英译本 “集中供热管网技术规程” 1992 年, 第 2 版 丹麦标准. DS448 贺平译、王兆森审校. (167)

附录

1. 出版书刊目录 (227)
2. 硕士研究生论文目录 (227)

CONTENTS

Part One Summary Reports

1. *He Ping* Some Opinions Concerning How To Promote the Development of Chinese District Heating by Adapting the Foreign Experiences for Reference (1)
2. *He Ping* Some Major Suggestions on the Tendency of Development of Chinese District Heating Technology (5)
3. *Heating Research Lab. , Teaching and Research Section of Heating and Thermodynamics, Harbin Archt. and Civil Engineering Institute.* Primary Opinions for Reducing the Space Heating Load Data and Rising the Operating Management of District Heating System (11)
4. *He Ping* Some Information about the Present Situation of CHP and District Heating in the Soviet Union (21)
5. *He Ping* Chinese District Heating Utility in Development (25)

Part Two Heating Load of District Heating System

6. *Xu Mingzhe, He Ping* Method for Determinating the Heating Load Duration Graph (33)
7. *Zhang Dianjun, He Ping , Xu Mingzhe* The Determination of Heating Load Duration Graph by Using the Comprehensively Dimensionless Formula (41)
8. *He Ping ,Wang Yaru, Xu Mingzhe, Zhang Dianjun* Statistical Sortation of the Basical Data for Heating Load Duration Graph of Some Cities and their Analysis Study (51)
9. *Xu Mingzhe, He Ping* Method for Determinating the Ventilating Load Duration Graph in the Winter Season (62)

Part Three Combining Heat Supply with Multi-Heat Sources

10. *He Ping* Analysis Study on the Operating Modes of Combining Heating Supply by CHP and District Boiler Houses (67)
11. *Tao Yongchun, He Ping* The Calculating Method of Annual Heat Supply for Each Heat Source in the Combining District Heating System with Multi-Heat sources (73)
12. *He Ping , Tao Yongchun, Xu Mingzhe* Operating Modes Analysis of Heat Supply with Multi-Heat Sources (80)

13. *He Ping, Tao Yongchun, Sun Gang* Analysis Study on the Design Principal and Method of DH Network with Multi-Heat Sources (86)

Part Four Preinsulated Pipes

14. *He Ping* The Design Principal of Preinsulated Pipes in Buried Underground Installation (93)
15. *He Ping, He Liqun, Sun Gang, Liu Tongyue* Analysis Study on Optimum Thickness of Insulation of Domestic Buried Preinsulated Pipes (100)
16. *Wang Gang, Sun Gang, Yang Debin, He Ping, Liu Tongyue, Li Hongli* Analysis Study on Certain Performance Experiments of Several Domestic Preinsulated Pipes (108)

Part Five Design and Operation of District Heating system

17. *Cheng Changyuan, He Ping* The Design Principal for the Determinating the Volume of Nitrogen Tank with Variable Pressure in a High Temperature Hot Water Heating System (117)
18. *He Ping, Zhu Wuquan* Brief Summary of Safe Operation During Ten Years Period in a High Temperature Hot Water Heating System under Pressurization by Steam Cushion in Boiler Drum (123)
19. *He Ping, Wang Yaru* The Optimum Analysis Study on Centralized Control with Flow Varied by Steps in Hot Water Heating System (132)
20. *Sun Gang, He Ping* Analysis Study on Using the Circulating Pump with Variable Speed in District Heating System (142)
21. *Xu Mingzhe, Tao Yongchun, He Ping* The Method for Determinating the Design Outgoing and Return Temperature of Secondary Network in District Heating System (145)
22. *Heating Research Lab., Teaching and Research Section of Heating and Thermodynamics, Harbin Architectural and Civil Engineering Institute.* A Field Testing of Energy Consumption in a District Heating System at the Campus of Harbin Teachers University (150)
23. *Fang Xiumu, He Ping* Discussion on Economical Operation in District Heating System (162)

Translation Work:

Code of Practice for District Heating Networks, 2nd edition, 1992, DS448

(English). *Translated by He Ping. Revised by Wang Zhaolin.* (167)

Annex

1. List of Publications (227)

2. List of Postgraduate Thesis (227)

借鉴国外经验加速发展我国城市集中供热的几点意见

哈尔滨建筑工程学院 贺 平

近年来,我国城市集中供热有较大的发展。与此同时,国外一些热动力专家学者,有关厂商来访以及我国外出考察访问人员日益增多。这对我们如何进一步借鉴国外先进技术,加速发展我国城市集中供热事业也有所帮助。

我有机会在这两年内,先后访问过丹麦、西德、芬兰和美国等国家。虽是走马观花,但也有不少收获。总的来看,北欧等国家由于国内缺乏能源资源,因而对集中供热节能工作非常重视。如在管道敷设,系统型式,调节方法和建筑节能等方面,都有许多值得借鉴的地方。西德的远距离城市供热管网以及先进的仪表设备方面,也有其特色。美国的城市集中供热发展比较缓慢,能源消费很大,但近年内也开始重视北欧一些国家的某些成熟经验。他们在综合利用能源,新能源利用研究方面,例如在煤水混烧,煤气化与联合循环(燃气轮机与汽轮机联合循环),太阳能应用等方面,却做了许多开拓性工作。比欧洲国家领先。我国供热技术的发展,一开始借鉴于苏联五十年代的技术水平。从资料分析,近二十多年来,苏联集中供热事业也有很大的变化和发展,如核供热站的建成使用,改造凝汽式电厂为热电厂,大型高峰锅炉房的定型化,大型热网的安全措施等等,也有长足进展。总而言之,各国都根据本国的社会制度、气候条件和技术经济状况,发展城市集中供热。目前我国城市集中供热的技术水平和发展规模,与一些国家相比,仍有不少差距。我们应如何根据我国的特点,借鉴

先进经验,来加速发展呢?下面仅从技术角度,谈谈个人的一些点滴体会。

一、重视城市集中供热规划,认真解决热源与用户建设过程的矛盾问题

近年来,我国许多城市发展集中供热,都首先抓城市供热整体规划工作。这是一项非常重要的基础措施,但是建筑区的建设总是与新热源的兴建难以同步进行,相互协调的。这个矛盾难以完全避免。如以哈尔滨市马家沟热电厂供热工程为例,热电厂迟迟未建成,而周围已新增加十余座锅炉房和烟囱。这种情况不仅发生在哈市,这是一个长期未解决的普遍现象(当然不仅是技术问题,还有体制和投资渠道问题)。为了解决这个矛盾,最近一些城市供热规划中,都提出热电厂与原有锅炉房或正在兴建的新的锅炉房联合工作的规划设想,利用这些锅炉房作调峰用。这个方法目前比较流行。从可行性研究报告上来看是可行的。但这些锅炉房容量都不大(6~12百万大卡/小时左右)而且都是燃煤的热水锅炉,在今后实际运行中,肯定会带来很多麻烦,应慎重考虑。

从国外建设经验来看,苏联一直大力发展热电厂集中供热。为了保证合适的热化系数,提高总的热能利用效率,以前多采用在热电厂处增设大型高峰热水锅炉的方法。这个方法可以提高热能利用效率,但也不好解决不能同步建设之间的矛盾,所以近年来大多采用在居住区镇处先建大型燃油高峰锅炉房的方法来缓解这个矛盾,加速居住区使用的进程。收效是较好的。

北欧国家的集中供热，首先是从小区发展起来的。先在建筑密度大的地区兴建燃油锅炉供热。1973年石油危机以后，他们重视热电厂供热方式，将许多小区接连起来，由热电厂供热。他们保留了这这些小型燃油锅炉房（一般总容量为5~20百万大卡/小时左右），基本上是作为备用热源，运行中起高峰热源作用的时间很短。燃油锅炉启动容易，保留这些锅炉还是有意义的。此外，对即将与热电厂连接的用户，不少采用移动式锅炉房的临时供热的方案，收获也较好。

城市集中供热规划的核心是热源分布和分期建设的规划，借鉴国外经验，根据我国目前状况，因此建议：

1. 必需重视研制和生产大型热水锅炉（单台容量24、36、60百万大卡/时等）。这种大型热水锅炉，可设置在新建住宅区处，作为与热电厂的辅助热源；也可设置在热电厂处，以保证合理的热化系数。由于这些热水锅炉，主要用作调峰用，运行时间短，对某些大城市，甚至可用燃油锅炉，以便于工作和改善城市环境。

大型热水锅炉房的锅炉台数一般以2—3台为宜。因为台数过多，单位供热量的节煤量相同，而供热系统的年总费用必然增加，并不经济。

2. 尽快研制装配移动式锅炉房。国外生产移动式锅炉房经验应于以重视，它不仅用于热电厂供热系统，它还可以用于区域锅炉房供热系统中。它同样可以加速住宅区建筑使用的进程和避免重覆建设热源。

在我国研制这种锅炉时，结合我国国情，有两点要注意：一是应该设计燃煤的移动式锅炉，因为它是在整个采暖季投入运行的，不是作为调峰锅炉房用。二是搬运与装配相结合。国外移动式锅炉有用拖车搬运，也有用吊车运走。国外公路方便而承载能力高，整体运输没有很多困难。但我国目前无论火车运输或公路运输，承载重量和高度都受到限

制，整体运输很难实现。因此有必要采用移动与装配相结合的方案才有可能实现。

3. 在城市已确定利用热电厂供热的区域，对原有燃煤的小型锅炉房问题，不适宜强调保留利用，否则会给今后运行带来麻烦。从整体考虑，甚至可以采取拆除另行安置到小市镇去的办法。目前有些小市镇，本来供热运行管理水平很低，基础很差一直采用火炉或快装炉采暖。条件不具备，也要搞10吨/时，20吨/时的单台容量的锅炉集中供热（因为只有安装这种容量的锅炉，计委才能考虑纳入节能项目）。我国地域广阔，城市规模和现状很不一致，不宜在热源容量或方式采用一刀切的规定。

二、抓紧目前时机，认真研究北欧一些国家的集中供热经验

北欧国家集中供热技术有许多特点，它与我们熟悉的苏联情况是有不少差别的。目前由于这些国家集中供热速度有所放慢，经济并不繁荣，亟需出口贸易。这些国家目前相互竞争，迫切希望输出技术和打进中国市场。因此我们抓紧目前时机是非常合适的。

北欧国家集中供热技术，有下面一些特点值得我们重视研究的。

1. 管道敷设广泛采用比较成熟的直埋于制保温管道。这方面的技术和经验介绍，国内同行了解很多，目前已在鸡西市应用，哈尔滨市今年也将试用，不必过多阐述。这个经验是成熟的。美国目前也从丹麦引进这种管道，为某些城市供热管道进行改造，苏联也与丹麦，瑞典谈判管厂生产技术转让事宜。我国目前已有几个城市热力公司商谈引进管厂事宜。这是必要的措施。在这方面，希望能注意：

（1）要避免像引进彩色电视机生产线过多的覆辙，预制保温管的生产工艺并不复杂（配方是主要关键），一个管厂的年生产量较大，钢管的来源，生产后的运输等问题也不是容易安排好的。所以要从国家整体出发，有

计划,有分工和按地区安排引进为宜,同时,也不要只从某一个国家引进,它的制造方法虽然大同小异,但各国仍有其特点。

(2) 目前谈判引进的保温管,都是用聚胺酯作为保温材料的,它的耐温只能达120℃,不能用在高温水供热系统和高压蒸汽系统上,有一定局限性。发展城市集中供热,应该要考虑引进耐温高的预制保温管或在这引进管厂的基础上进行研制。芬兰有些厂家生产利用复合保温材料制造耐高温的预制保温管的经验,有些参考价值。

2. 用户采暖系统广泛地采用小型水—水加热器的隔绝式连接系统。最近北欧一些国家来我国介绍经验时,强调这种系统型式的优点。目前已引起国内同行的关注。目前运行管理部门与设计部门之间的看法殊异,运行管理部门认为可取,能改善热网水力工况,减少热电厂漏水,运行方便;一些设计单位认为造价过多,难以推广使用。是否适合我国国情,当然应该慎重研究,但是目前我国集中供热的型式过于单一,恐怕也是技术发展缓慢的一个标志。苏联也有开式系统与闭式系统两大流派,最近也重视这种全用户闭式系统的研究。我们试点取得些经验,看来也有好处。

3. 在热源处采用流量调节方式。长期以来,我们都采用质调节方式。北欧一些国家大多在热源处采用变速水泵进行集中的流量调节,并在用户处辅以个体调节方式。赫尔辛基一热电厂采用这种方式进行调节,节约电能效果是显著的。

4. 比较先进的设备,仪表和遥控装置。这方面是和工业化水平相适应的。无论那个行业,我们都应该借鉴和自力更生来发展。这方面不多论述了。

三、重视和制订扶植集中供热发展的政策

苏联是社会主义国家,一直以发展热电联产作为基本技术政策,扶植集中供热发展

是比较明显的。北欧一些资本主义国家,在能源危机以来,开始重视发展热电联产。当利用热电厂供热代替分散的,或小区供热时,同样采用扶植发展的政策。他们利用经济手段,国家城市部门拨款资助,另一方面银行给予低息贷款资助兴建热电厂和供热工程的公司,对连接电厂供热系统的用户,分期付款,利息也较低,热价也比以前低,这样才能使用户有积极性购买热电厂的热量。美国在能源危机后,能源部专门拨款,资助一些公司进行煤水混烧,煤气化联合循环的研究工作。

发展城市集中供热需要大量投资,但节能及改善环境等综合社会效益很大,因此国家应制订一些扶植集中供热发展的优惠政策,应有较多的拨款,同时应采取社会集资筹建的方式,多渠道地解决投资问题。

四、组织起来,加强科研,设计与高等院校的协作

迅速提高科研,设计和生产技术水平是加速发展集中供热的主要关键。近年来我国集中供热专业有较大的发展,技术水平也有所提高,但技术人员分散,力量不足,交流不够,缺乏组织起来攻关,这对进一步发展不利。因此建议:

1. 建议水电部,机械部与建设部能共同研究,制订进一步发展城市集中供热的政策和具体措施分头落实攻关课题和试制、引进任务。集中供热涉及热源、热网、用户三方面,应有统筹的研究规划。

2. 建议充分发挥即将成立的全国供热协会的作用。一方面可以开展与国外供热协会的联系和交流,另一方面可以组织国内交流活动,建议最近能召开一次讨论芬兰对牡丹江市集中供热规划方案的讨论会,解剖麻雀,交流情况,并为合理引进国外技术,集思广益。

3. 建议建设部成立集中供热研究所。促进科研工作的有计划开展。

4. 建议重视热力公司技术人员和工人的培训工作。目前许多城市新成立热力公司，技术力量比较薄弱，运行管理人员工作在第一线上，对实际节能和保证供热质量起着关键性作用。我院为东北三省一些热力公司的运行管理人员办培训班，收到一定效果。

上面谈到的一些想法，主要是从建设部，

围绕热网和用户方面来谈的，至于对供热系统的热电厂热源，主要产品设备等问题，并没有论述。因而也仅是一个侧面的意见。一孔之见，不当之处，请予指正。

（本文发表在《全国城市供热工作会议文件资料汇编》区域供热杂志编辑部出版，1986年12月）

论我国集中供热技术发展趋向的几个主要问题

哈尔滨建筑工程学院 贺 平

编者按：这篇文章论述的几个问题是我国集中供热事业发展中急待解决的问题，为供热同行所关注。自改革开放以来，供热行业引进了一些先进技术，如热力管网直埋技术，但在消化吸收方面，不尽人意，有些地方直埋保温管的制造和安装质量低劣，影响了热网的使用手段；热网的调节问题，由于设备落后，调节手段原始，许多供热企业没有解决的难题，本文也提出解决的途径。本刊将陆续发表这方面的文章，热切欢迎各运营管理、规划设计、施工安装、大专院校、科研院所、设备制造等部门从事供热专业人员，就此来稿发表论述，展开讨论，以求共识，提出对策，使我国供热技术水平得到稳步提高。逐步地接近发达国家水平。

一、前言

自八十年代以来，我国城市集中供热事业得到蓬勃发展，供热技术有了很大的提高。其主要标志为：

1. 全国集中供热规模迅速增大。1980年，全国单机容量6000千瓦及以上的供热机组容量为443.41万千瓦，到1990年底已发展到998.93万千瓦。1980年，“三北”地区集中供热面积仅为1124.8万平方米，普及率为2%；到1990年底，全国已有117个城市建设了集中供热设施，供热面积达21263万平方粘，“三北”地区集中供热普及率达到12%。

2. 热电联产供热机组型式多样化。我国热电联产发展初期阶段，城市热电厂的供热机组形式，主要采用12、25、50MW的双抽或单抽式供热机组。目前，大型200MW的供热冷凝两用机组、用以担负基本热负荷的背压式供热机组、凝汽式汽轮机利用中间抽汽或恶化真空运行供热、以及次高压供热机组的应用等相继出现；此外，大型热水锅炉（长春第一汽车厂已引进出力为50百万大

卡/时的热水锅炉）的应用，这些都为城市集中供热热源提供了广阔的选择型式。

3. 通过多年的改革开放，向北欧一些国家的先进供热技术学习，初步改变了传统的、以苏联为模式的集中供热方式和技术特点，其中以热水网路与热用户的间接连接方式和供热管道直埋敷设的应用、发展更为迅速。多热源联合供热方式也开始设计和应用。

4. 热网的一些新技术、新设备和生产线的引进，如供热预制保温管生产线的引进，波纹管补偿器、板式换热器、蝶阀、变速水泵等的应用，加快了供热系统的技术改造和发展步伐。

5. 为适应集中供热技术的发展，热网的自控设施日益受到重视，并已得到初步推广应用。

应该看到，我国集中供热事业在蓬勃发展过程中，还存在着一些因素，制约和影响到了供热技术的发展。主要有：

1. 在我国，集中供热是一种公用事业。建设投资较高，回收年限较长，资金问题始

终是制约我国集中供热事业更大规模和更高速发展的主要因素。

2. 由于大多数热电联产的热源和热网分别管理体制的现状,整个供热系统的优化设计和运行管理难以实现。

3. 长期热价不合理,又无科学的计量手段,因而无论对热源、热力公司和热用户来说,节约能源起不到促进科学管理和技术进步的主要杠杆作用。

4. 与先进国家相比,无论集中供热系统的设计水平、产品质量、施工质量和运行管理水平,仍有较大差距,亟待逐步提高。

上述这些不利因素,虽众所周知,但短时期内恐怕难以得到很好的解决。如何更好地适应我国的国情,进一步发展集中供热事业,本文仅就今后我国集中供热技术发展趋势的几个主要问题(侧重于供热管网方面),谈谈一些粗浅的看法。

二、推广应用供热管道直埋敷设技术问题

近十年来,热水供热管道采用直埋敷设方式,得到广泛的应用。目前国内采用以聚氨酯为保温材料、以高密度聚乙烯(或玻璃钢)为保护壳的供热保温管道直埋敷设,由于其占地小、施工方便、保温性能较好、造价一般低于地沟敷设等主要优点,因而可以预期,这种保温结构和敷设方式,肯定也是今后热水网路的主要敷设方式。

根据近十年来大量制造、设计、施工和运行管理直埋敷设管道的实践和我国供热现状的特点和要求,下面仅就今后发展我国直埋敷设技术问题,谈一些基本的看法。

1. 直埋保温管道的制造和施工质量低劣所还来的隐患和可能给国家带来的损失问题,仍未引起人们高度的重视。

由于聚氨酯发泡保温的生产工艺简单,目前大量现场“土法”制造和施工直埋管道的单位,如雨后春笋应运而生,靠其造价低而占领大量制造和施工工程(据说全国进行

“土法”生产的单位超过百家)。一般来说,现场发泡的聚氨酯的密度低,许多连 40kg/m^3 也达不到;粘结强度低,管道与保温结构的整体性差;接头不够严密,因而严重地影响供热管道的使用寿命。如有的单位未采用硬质外壳的直埋敷设管道,使用未到十年,就要计划全面更换热力管道的措施。有些采用很薄的保护外壳,保温材料的密度很低,使用一个时期,保温材料压扁,接头渗漏,热损失增加和出现故障。质量低劣所带来的恶果,并非不了解,但因这些隐患并非很快出现,又由于众所共知的种种原因(如资金短缺、建设单位短期观点和不正之风等等),形成了这种熟视无睹的局面。在全国目前大力宣传重视产品质量的浪潮中,难道不值得供热同行们认真反思吗?

认真贯彻建设部《城市集中供热当前产业政策实施办法》规定:禁止使用任何土法直埋敷设供热管道,实为当务之急。

2. 整体性供热预制保温管道直埋敷设的设计原理和方法,国外国内都已有成熟的经验;但目前国内许多设计中,均未得到应用,因此未能充分发挥直埋敷设的特点和优越性。

众所周知,直埋敷设管道的应力分析有两种理论分析计算方法:弹性理论和弹塑性理论(安定性分析)。北欧国家目前仍多采用弹性理论进行应力分析计算。为了扩大温差的使用范围,配合使用了预加热或一次性补偿器等措施,从而形成了一整套可应用在设计供水温度 120°C 以下的经济合理的设计方法,实现了所谓无补偿的直埋敷设方法。

目前,在国内大多数的热水网路(设计供水温度超过 100°C)设计中,囿于预加热方法不易实现和产品质量不够可靠等原因,多采用设置波纹管补偿器和固定墩的设计方法,因而使直埋敷设的建设费用增加很多。

对弹塑性理论的设计原理和方法,北京市煤气热力工程设计院与石油管道部门合

作，早在七十年代末期，就对沥青珍珠岩直埋敷设管道进行了大量的现场实验工作，并形成了一整套的设计方法。由于充分发挥了管道的材料性能，当然比采用弹性理论设计更能节约管网投资费用。

利用弹塑性理论进行直埋敷设管道设计，近年来也开始在北欧应用。著名的丹麦 I. C. Moller 公司，在其最新的设计手册中，已增添了这部分的内容，并命名为“冷安装”方法 (Cold Installation)，已在丹麦和瑞典两个城市的输送干线上应用。对设计供水温度 130°C 的热水输送干线，可不采用任何预加热或一次性补偿器的措施，并给出采用此方法时，三通和弯头的补强措施图式。当然，采用弹塑性理论进行设计，直埋敷设管道的制造和施工质量，更需严格地符合技术标准要求。

建设单位购买保证质量标准的预制保温管，看来增加了购买管道的费用，但设计部门就可以采用无补偿的设计方法（无论用弹性理论或弹塑性理论），反过来可以降低管网的建设费用，因此总的建设费用反而会降低。

3. 认真进行适合我国国情的直埋敷设管道产品制造、设计和施工等方面的技术基础性研究工作。

近年来，我国在引进直埋敷设管道制造和敷设方式等方面，呈现出一些与北欧国家不同的特色。如采用一步法形成预制保温管、保护外壳采用玻璃钢、减薄保护壳和保温层厚度的结构形式、采用净土回填等等，这些都已在国内实践中应用。有许多问题需要总结经验，有许多技术性的基础工作需要进行分析研究。例如，国产预制保温管保温层经济厚度的确定、不同保护壳材质（高密度聚乙烯或玻璃钢）与不同填充料（砂子或净土等）的摩擦系数的确定、不同保护壳和保温材料的力学性能和热工性能分析，以及在此基础上编制设计技术措施和施工规程

等。为此，应认真做好这方面的研究和编制工作，促进适合我国国情的直埋敷设技术的发展。

4. 扩大直埋敷设应用领域问题

目前，直埋敷设供热管道主要用于设计供水温度低于 120°C 的热水网路上。能否将直埋敷设技术应用到蒸汽管网和更高温的热水网路上，现已成为大家关注的课题。实现高温供热管道直埋敷设，主要有三种途径：即利用耐高温的保温材料代替聚氨酯、采用复合材料的保温结构型式和使用改性聚氨酯材料。实现此目的，除了需要在实验室对保温结构进行热工性能和力学性能测试外，还必需在具体工程中试用（现已有一些工程试用），通过较长时间的观察，才能得出结论。

三、热水网路与热力站（热用户）的连接方式问题

近年来，热水网路与热力站（热用户）采用间接连接方式，得到较多的应用。与传统的直接连接相比，它明显地起到减少热源处热网补充水量和便于调节运行水力工况的作用。目前，在一些新设计的供热系统中，多偏向采用间接连接。同时，不少原有直接连接的系统，也改装或准备改装为间接连接。但采用间接连接，其热力站的投资费用远高于直接间接；同时，近年来的实践表明，由于二级管网不洁净等原因，板式换热器易结垢堵塞，更换板垫片的周期短，维修费用也较大。这些问题也亟待解决。

从技术角度来看，无论是间接连接或是直接连接方式，应该说技术上都是成熟可行的。从国外情况来看，北欧国家主要采用间接连接方式（芬兰、瑞典多采用单栋式热力站的间接连接方式，而丹麦多采用小型热力站的间接连接方式），而德国和苏联多采用直接连接方式。并非只有采用间接连接，才能解决我国目前直接连接在运行中难以克服的问题。例如通过安装平衡阀或其它自控

设施,加强运行管理,控制好漏水率(国内有些供热系统的漏水率也较低),同样也是可以解决问题的。对于间接连接方式来说,如何进一步降低投资费用和运行维修费用,看来是影响间接连接进一步广泛应用的主要矛盾。

原则上说,供热系统采用设计参数以及连接方式,应通过整个供热系统的技术经济比较确定。对于直接连接的供热系统,在工艺设计和技术经济分析方面,都积累了许多资料和经验;但对于间接连接,有些设计原则和技术经济评价数据,还需进一步研究。例如,采用间接连接时,主干线的流速是否可以提高以减少管网投资(北欧国家间接连接系统主干线的比摩阻,一般都高于 $100\text{Pa}/\text{m}$,流速 $2\sim 3\text{m}/\text{s}$),又如间接连接热网和换热设备的折旧率、补给水量与补给水率的确定等等。因此,建议今后应对两种连接方式技术经济分析评价原则,作些研讨工作,制订一个统一的评价比较的原则和方法。

从宏观角度来看,我国供热地区辽阔,采暖期各地差异很大、热源不同和供热规模不一,如不区别具体条件,都偏向采用间接连接,并不见得就是技术先进,经济合理。

根据我国国情,我个人宏观地认为:对区域锅炉房供热、单一热电厂供热而又供热规模较小、或水处理费用较低的供热系统,宜采用直接连接。对于大型热电厂供热系统,特别是多热源的联合供热系统,宜采用间接连接。

间接连接与直接连接方式同时发展,长期并存,这也许是我国城市集中供热技术发展趋向的一个特点,而有别于北欧国家的特点。

四、热网自动化控制问题

近年来我国集中供热技术进步的重要标志之一,是热网自动化控制技术普遍受到重视和得到初步应用。目前已普遍认识到,靠采用大流量、小温差和手动调节方式,已

难以解决网路水力失调和节约能源问题,不可能实现管理科学技术化和适应我国集中供热事业发展的状况。在此技术领域,清华大学的微机监控系统 and 建研院空调所平衡阀的研制、开发和应用,以及北京市热力公司大面积采用自力式流量调节器,有效地改善网路水力工况等实践,都取得了可喜的收获。

本人对自控技术了解不深,也无设计实践经验,但通过一些调查观察,仍感到有必要对热网自控技术发展问题,谈一些粗浅的看法。

1. 可靠性问题。热网自动化控制系统是热网一个组成部分,实现其监控功能的前提取决于其系统工作的可靠性。

最近我有机会前去参观由芬兰 IVO 公司帮助设计的牡丹江铁南区供热系统。该微机监控系统设计较简单,中控室设有 PDP 计算机,只对全网十三个地点进行监控——一个首站(主加热站)和两个调峰锅炉房,三个不同方向的资用压差最小的热力点处和七个管网的主要分段阀门处。中控室与分散各处的约 180 个热力站无任何联系网络。据运行管理人员分析,认为微机选型等并不先进,监控功能不多,但最令人满意的是整个自控系统工作非常可靠。自去年冬季投入运行到今年四月中旬,整个自控系统(包括作为执行机构的变速循环水泵)一直正常运作,从未出现任何故障。

目前国内有不少的热力公司,都准备设置热网微机监控系统。无论热力公司或设计单位,都有一种倾向,主观上总希望微机系统设计越先进,监控面越大越好,总希望中控室能对所有热力站进行监控。当然这种全面监控系统,在国外一些大型先进的供热系统也广为应用(如丹麦哥本哈根市一个供热系统等)。但监控面越大,投资越高,系统出现故障的概率增大(特别是国产自控元件质量不稳定),所以,提高自控系统工作的可靠

性，是首先应该关注的问题。

2. 可行性问题。采用热网监控系统或其它自控方式的主要目的，在于便于运行管理和节约能源。但在目前热源与热网分别设计和分管体制条件下，热源与热网自控系统不能密切配合和协调，往往成为设计和运行管理的一个重要障碍，使热网监控系统不能充分实现其预期功能。例如，采用间接连接时，目前多需要采用一次网路流量调节方式，需要在热源处配合设置变速网路循环水泵；同时，随着网路水流量减少，还应控制汽轮机的抽汽量。如果热电厂不愿意安装变速水泵（投资高，尚无更多的运行经验等理由），或不配合调节抽汽量（由于热电厂本身运行管理方便和经济效益等原因），则无论热网监控系统设计得如何合理，也难以很好发挥节约能源的作用，运行调节也受到一定的约束。因此，设计热网监控系统时，应首先落实热源与热网相互配合问题，根据实际可行的运行管理条件，设计相应的热网监控系统或其它自控方式。

3. 运行管理水平问题。采用自控技术，运行管理人员的素质至关重要。国内有些热网自控系统，运行一个阶段就搁置起来，除了自控元件质量问题外，运行管理人员技术水平不适应，也是重要原因。国内也有一些系统应用得较好，其中一条经验，就是在设计一开始时，热力公司技术人员就积极参与设计工作。运行管理人员对该系统有足够的理解，出现问题自己就能设法解决。

五、供热系统的仪表、设备引进与仿制问题

近年来，供热系统的仪表、设备引进和仿制工作，取得了很大的成绩，有目共睹。下面对进一步加强做好这方面的工作，向国家有关领导部门，提一些建设性的意见：

1. 有计划组织好供热系统仪表、设备的国产化配套工作。为了避免众多生产厂家和研究单位，同时仿制同一国外先进仪表或设

备而浪费资金和人力，以及组织不同行业技术人员（如仪表、机械、热力等方面）合作研制，以达到很好的效果，建议国家有关领导部门有计划地组织落实好这方面的工作。

2. 建议对供热系统的一些节能关键产品和技术，采取技术引进、转让或合资办厂等更高一级的形式，以加快集中供热技术发展的步伐。

国外有一些厂家（如瑞典的 TA 公司、丹麦的 Danfoss 等等），专门生产一些供热系统的节能关键产品，如平衡阀、自力式流量调节器、微机监控系统的主要部件等。这些产品已经经过许多次设计改进，制造技术要求较高，精度很好，属于世界上名牌产品。形象地说，这些产品已有像日本松下电视机在电视机行业那样高的知名度。我们如通过仿制方式，恐怕难以在短期内达到类似该产品的水平。我国电视机发展迅速，主要采取了技术引进、转让或合资办厂方式，而不是走自我研制的道路。

因此，建议国家有关领导部门考虑，能否不仅是对某一能源建设项目给予贷款，而对供热系统的节能关键产品的技术引进等也给予贷款支持，给予一些倾斜政策。这样，对国家节约能源起到很大的作用。

六、蒸汽供热系统技术改造问题

无可讳言，我国蒸汽供热系统的技术发展迟缓，不如近年来城市集中供热热水系统有较大的变化和发展。在许多蒸汽供热系统中，根本不考虑凝结水的回收，一些运行的系统，凝结水质量不符合要求，回收率很低，跑、冒、滴、漏仍司空见惯，浪费了大量热能。事实上，全国热电联产的蒸汽供热量占总供热量的 85%。提高蒸汽供热技术水平和运行管理方式，对全国节约热能更为重要。建议今年在“八五”科研计划 and 实践应用部门中，对蒸汽供热系统存在的问题，给予更多的研究和进行技术改造。

据了解，北京市热力公司即将对东郊热