

新技术研究与应用

论文集

1

清华大学 核能技术研究所 编辑
应用技术研究所

NEW TECHNIQUES

RESEARCH AND APPLICATION

Institute of Nuclear Technology

Qinghua University

Institute for Applied Technologies

35

清华大学出版社

新技术研究与应用论文集

(一)

清华大学核能技术研究所

清华大学应用技术研究所

清华大学出版社

1986年11月

内 容 简 介

本书是从清华大学核能技术研究所和应用技术研究所八五年上半年主要的科研成果中选出的十五篇论文。内容有低温核供热反应堆的研究与发展、能源规划与管理、化学与化工、新材料研究、中子照相技术等。

本书可供有关学科的设计人员、科学工作者、工程技术人员、科学管理人员、企业和事业管理人员,以及高等院校师生阅读。对领导干部也有参考价值。

新技术研究与应用论文集

(一)

清华大学核能技术研究所

清华大学应用技术研究所

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

清华大学印刷厂印刷

☆

开本: 787×1092 1/16 印张: 11 5/8 字数: 257 千字

1987 年 7 月第 1 版 1987 年 7 月第 1 次印刷

印数: 0001~1000

中国标准书号: ISBN7-302-00012-3
TL·1

统一书号: 15235-335

定价: 2.75 元

前 言

在中央提出的“科学技术面向经济建设”的方针指导下，近年来，我所在科学研究和技术开发方面取得了新的进展。我所原来编辑出版的“核能技术研究所年报”，由于篇幅所限，仅刊登文章摘要，内容过于简单，不能满足读者要求。为了更好地反映我所科研工作的进展，促进对外科技交流，我们决定从 1985 年起，停止出版“年报”，改为“新技术研究与应用”论文集，由清华大学出版社出版，其内容是一段时期内我所完成的主要科技工作成果报告。每篇文章除中文全文之外，还附有英文题目和摘要，文中图表采用中英对照的形式，以利于开展国际学术交流。

希望该论文集能够促进我所与国内外学术交流，使我所科研成果能在社会主义现代化建设中推广应用。我们热诚欢迎读者对我们的工作提出批评和建议。

编 者

1985 年 9 月

PREFACE

Under the guiding principle that the science and technology should gear to the needs of economic construction, new advances have been achieved in both scientific researches and technological development studies in our institute. In the "Annual Report of the Institute of Nuclear Energy Technology" published since 1979, only abstracts of papers were given. It appears too simple to meet reader's demands. In order to introduce the results of our scientific studies in more detail, the "Annual Report" was stopped from 1985 and replaced by a compilation of research reports "New Techniques, Research and Application" which is published by the Qinghua University Publishing House. The contents of this new publication are reports about the main achievements of our institute in a certain period. For ease of understanding of foreign scientists, English titles and abstracts are given for each paper and the figures and tables are arranged in Chinese-English bilingual form.

We hope that this publication is beneficial to scientific interchanges between our institute and other institutions at home and abroad and will promote the application of results of scientific studies of our institute to different fields.

Any criticism and advice are cordially welcomed for improving our future work.

Editor

September 1985

目 录

INET-R-001	清华 5MW 低温供热堆的技术特点董 铎 吴洪林 施永长 张振声 (1)
INET-R-002	低温核供热反应堆技术经济研究王永庆 (8)
INET-R-003	低温核供热堆安全分析及环境影响刘原中 <u>卢灿生</u> (16)
INET-R-004	氧化镧中放射性的去除朱永贻 孟祖贵 徐景明 梁俊福 庄永能 张 伟 宋崇立(清华大学核能技术研究所) 汪文成 黄耀芳 孙锁良 段惠民(上海跃龙化工厂) (32)
INET-R-005	萃取 液体闪烁计数法测定氧化镧中 ^{227}Ac庄永能 梁俊福 宋崇立 张 伟 朱永贻 (41)
INET-R-006	高冰镍硫酸选择性浸出液萃取净化工艺条件研究何培炯 严玉顺 朱大和 方 军 姚桂芬 张志庚 (51)
INET-R-007	5709 萃取分离镍钴净化电解液半工业联动试验公锡泰 包福毅 何培炯 毛宗强 吴秋林 徐志昌 (62)
INET-R-008	氮化钛仿金装饰镀层的颜色张 纯 刘锦华 唐春和 (72)
INET-R-009	划痕试验法测定 TiN 薄膜的粘着力崔艳清 邱学良 梅红芳 张 纯 (97)
INET-R-010	α -射线衍射光程石墨单色器研制田杰谟 张宝清 郭桂菊 张鸿浦 (114)
INET-R-011	土壤中植物根系的中子照相研究貂大卫 苗齐田 刘以思 郭志平 张朝宗 安福林 (126)
INET-R-012	高灵敏度中子照相闪烁屏安福林 郭志平 刘以思 张朝宗 貂大卫 (130)
INET-R-013	北京地区能源系统规划模型研究与应用吕应运 顾树华 邱大雄 韦志洪 于素花 刘德顺 李子奈 李 星 刘树成 (134)
INET-R-014	北京地区能源需求与供应结构预测模型顾树华 于素花 李 星 吕应运 刘树成 刘德顺 (145)
INET-R-015	北京地区工业系统能源—经济两级规划模型韦志洪 刘树成 吕应运 (157)

CONTENTS

INET-R-001	Technical Feature of Qinghua - 5MW Nuclear District-heating Reactor. Dong Duo, Wu Honglin, Shi Yongchang, Zhang Zhensheng (1)	
INET-R-002	Technical and Economic Study of Low-temperature Heating Reactor. Wang Yongqing (8)	
INET-R-003	The Safety Analysis and Environmental Impact Assessment for Low Temperature Nuclear Heatnig Reactor. Liu Yuanzhong, <u>Lu Cansheng</u> (16)	
INET-R-004	The Removal of Radioactivity from Lanthanum Oxide. Zhu Yongjun, Meng Zugui, Xu Jinming, Liang Junfu, Zhuang Yongneng, Zhang Wei, Song Chongli (Institute of Nuclear Energy Technology, Qinghua University) Wang Wencheng Huang Yaofang, Sun Suoliang, Duan Huimin. (Shanghai Yue Long Chemical Plant) (32)	
INET-R-005	The Determination of ^{227}Ac in $\text{La}^{1/2}\text{O}_3$ by Extraction-Scintillation Counting. Zhuang Yongneng, Liang Junfu, Song Chongli, Zhang Wei, Zhu Yongjun (41)	
INET-R-006	Study on Purification of Sulfuric Acid Leacheate of High Grade Nickel Matte by Solvent Extraction. He Peijiong, Yan Yushun, Zhu Dahe, Fang Jun, Yao Guifen, Zhang Zhigeng (51)	
INET-R-007	Pilot-plant-scale Experiment of Purification of Nickel Solution by 5709-kerosene Extraction of Cobalt for Nickel Electrowinning. Gong Xitai, Bao Fuyi, He Peijiong, Mao Zongqiang, Wu Qiulin, Xu Zhichang (62)	
INET-R-008	The Colority of TiN Coatings. Zhang Chun, Liu Jinhua, Tang Chunhe (72)	
INET-R-009	Measurement of Adhesion of TiN Thin Films with the Scratch Test. Cui Yanqing, Qiu Xueliang, Mei Hongfang, Zhang Chun ... (97)	

- INET-R-010 Study on the Preparation of x-ray Diffraction Beam
Graphite Monochrometer.
Tain Jiemo, Zhang Baoqing, Guo Guijiu, Zhang Hongpu ... (114)
- INET-R-011 Neutron Radiography of Corn Roots Growing in Soil.
Mo Dawei, Miao Qitian, Liu Yisi, Guo Zhiping, Zhang
Chaozong, An Fulin (126)
- INET-R-012 High Sensitive Scintillators for Neutron Radiography.
An Fulin, Guo Zhiping, Liu Yisi, Zhang Chaozong, Mo
Dawei (130)
- INET-R-013 Energy System Planning Model for Beijing Region:
Research and Application.
Lü Yingyun, Gu Shuhua, Qiu Daxiong, Wei Zhihong, Yu
Suhua, Liu Deshun, Li Zinai, Li Xing, Liu Shucheng (134)
- INET-R-014 A Forecasting Model for Energy Demand and Supply
Mix in Beijing Region.
Gu Shuhua, Yu Suhua, Li Xing, Lü Yingyun, Liu Shucheng,
Liu Deshun (145)
- INET-R-015 The Energy-economy Two-level Programme Model for
Beijing Industry System.
Wei Zhihong, Liu Shucheng, Lü Yingyun (157)

清华 5MW 低温供热堆的技术特点

董 铎 吴洪林 施永长 张振声

摘 要

本文对低温核供热的意义及建造清华 5MW 低温供热堆的目的做了简单的说明。并结合 5MW 低温供热堆的设计, 对低温供热堆的技术特点及安全特性做了概括的介绍。在结束语中还对低温核供热堆在我国未来能源系统中的地位进行了讨论, 展望了它的发展前景。

Technical Feature of Qinghua - 5MW Nuclear District-heating Reactor

Dong Duo, Wu Honglin,
Shi Yongchang, Zhang Zhensheng

Abstract

In this paper the significance and purpose of 5MW low-temperature district heating reactor, which is being built in the Institute of Nuclear Energy Technology, Qinghua University, are presented briefly. The technical features and safety characteristics of the reactor are described. In the concluding remarks the importance and prospect of low-temperature heating reactor in future energy resources are discussed.

前 言

近年来, 采用低温核供热的呼声日益高涨。目前, 世界上有五十多座反应堆, 多数在发电的同时提供低温热能。苏联、美国、加拿大、西德、瑞典、捷克、法国、英国等十多个国家开展了低温核供热研究与试验。苏联正在建造两座专门用于供热的低温核反应堆。在国内, 清华大学核能技术研究所提出了在我国北方城市利用低温核供热堆进行区域供热的建议。国家科委已将低温堆的技术开发列入国家“六五”计划重点科技攻关项目, 并委托清华大学核能所在其所内建造一座 5MW 的低温供热模拟试验堆, 以便在取得设计、建造、运行经验后建造商业规模的供热堆。本文拟就低温供热堆的重要

性、技术特点、安全特性以及发展前景提出一些初步的看法。

一、低温核供热的重要性

在世界能源消耗的结构中,供热消耗占有相当大的比例。我国 1980 年消耗 6.03 亿吨标准煤的商品能源中,用于供热的达 4 亿多吨,为发电所消耗能源的 3 倍多。西德和日本供热所消耗的能源分别占总能源消耗量的 70% 与 60% 左右;苏联和美国以热能形式消耗的能源也分别占 60% 和 40%。在这些国家里,供热所消耗的能源约为供电消耗能源的 2 倍以上。据统计供热能量大约一半是在 120℃ 的温度以下使用的。其参数正处于低温核供热参数范围以内,并且由于下述三个原因,使低温核供热的问题引起了愈来愈广泛的注意。首先,由于煤和石油有机燃料的供应日趋紧张,价格昂贵,而核能是目前唯一的较成熟的替代能源。一座 450MW 的低温供热堆每年可节煤 4×10^5 吨左右。其次,煤及石油单位重量所含热值远较核燃料为低,因此年耗量十分巨大,而产地与用户集中区之间往往距离较远,将造成运输上的沉重负担。我国仅煤炭运输就占铁路运输重量的三分之一,水运的五分之一,公路运输的四分之一以上。苏联运煤的平均运输距离高达 1000km 左右,燃料运输量占全国总运输量的 40%。第三,从城市环境卫生的要求来看,烧煤或石油的供热站会造成城市的严重污染。我国不少大城市的大气污染超过了允许标准,国外也有很多类似情况,因此有的国家(如捷克)已规定普通燃料动力厂应建在远离城市的地区,甚至有的地区不允许继续建造普通燃料的供热站。对低温核供热的重视,已体现在某些国家的计划中,苏联正在广泛地进行各种类型核反应堆供热的试验,计划到本世纪末,65% 的市镇将采用核供热,捷克斯洛伐克在计划中明确要发展核集中供热,首先解决首都布拉格的核供热问题。为此,计划在 1985 年投产一座大型核供热反应堆,美国、西德、瑞典、瑞士等国也都积极进行核供热研究,或正在设计专门核供热堆。

到 2000 年我国要实现工农业生产总值翻两番的计划,对能源的增长提出了很高的要求,如果不大力发展核能,只靠煤和石油要完成这一任务是十分困难的。再加上我国煤矿主要分布在华北,北煤南运和西煤东运,造成严重的运输问题,而华北及东北各省,除工业供热外,还要考虑较大的供暖负荷。所以,即使煤的生产能满足要求,运输上的困难以及环境卫生方面的要求,也都必须加以考虑。

二、建造清华 5MW 低温供热堆的目的

根据国家科委关于建设核供热试验装置的要求,在清华大学核能技术研究所内,建设一座功率为 5MW 低温供热堆。其主要任务是:

(一) 为进行大型核供热堆的模拟试验。掌握核供热堆的有关设计、建造、运行等方面技术及经验。

(二) 建设一个供热堆的实验研究基地。为今后提高堆的参数,改进核供热堆的性

能创造必要的条件。

(三) 开展供热堆的综合利用研究。反应堆除供热外，还能为制冷，建立辐照回路提供必要的条件。

三、清华 5MW 低温供热堆的技术特点

(一) 堆芯设计特点

清华 5MW 低温供热堆是一个具有轻度沸腾的自然循环的轻水堆。它既不是单纯的沸水堆，也不是单纯的压水堆。尽管在堆芯出口处有相当数量的体积含汽量，但因为系统压力低、汽体的比容大，冷却剂中质量含汽量相对来说还是很少的，几乎全部热量都是通过水相进行传递的。尽管堆芯内含有微量的蒸汽，但仍处于过冷沸腾状态。因此这种反应堆在中子物理特性上与压水堆相似。在堆的结构上、燃料组件及控制棒均与沸水堆相近，采用了有盒组件及十字形控制棒，而堆芯支承结构则采用了压水堆的吊栏结构。在堆的热工设计上与沸水堆非常类似，特别注意了因堆内沸腾可能出现的不稳定性问题。两相流的稳定性与其过冷度，抽管（烟囱）的高度，循环回路各个环节的几何尺寸，堆芯形状以及阻力等因素有关。因此要经过详细的分析计算，来选择合理的结构与运行模式，以避免不稳定工况的出现。表 1 列举了低温堆的主要参数。

(二) 反应堆结构及堆芯冷却系统

反应堆采用一体化布置，换热器和控制棒驱动机构均布置在压力壳内。堆芯结构采用吊挂式，用吊栏吊装在压力壳的下部。活性区由 12 盒正方形燃料组件组成。燃料组件安装在吊栏下部的下栅格支承板上，并定位。

堆芯的冷却采用自然循环，冷却剂沿燃料元件表面被加热上升。经安装在压力壳内的一回路换热器换热降温后，沿压力壳壁与堆芯吊栏间的环形空间下降。然后再从下部进入燃料组件。为加强堆芯和换热器的热传递过程，冷却剂在堆芯出口处有轻度的沸腾。为增加自然循环的上升动力，在堆芯上部装有烟囱，烟囱的外形与元件盒的形状相同。每一个元件盒与一个烟囱相接。

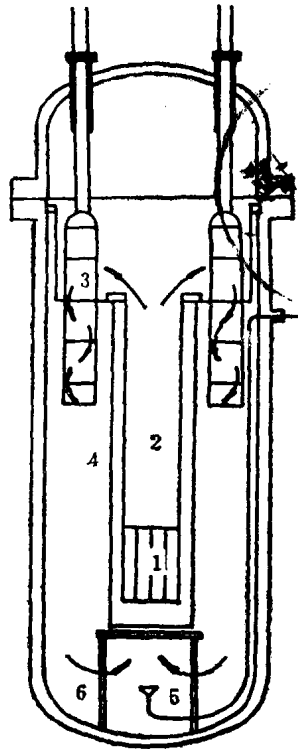


图 1 堆内结构及堆内冷却流程图

1. 堆芯; 2. 烟囱; 3. 换热器;
4. 吊栏; 5. 二次支承; 6. 注硼系统。

Fig.1 Internal structure and flow diagram in reactor vessel.

1 Core; 2 Chimney; 3 Heat exchanger;
4 Barrel; 5 Secondary support;
6 Boron-injection system.

表 1 反应堆的主要参数

Table 1 Main parameter of the reactor

总功率 kw	5000
Total power	
堆芯高度 m	0.69
Height of the core	
堆芯当量直径 m	0.57
Equivalent diameter of the core	
堆芯功率密度 kW/L	27.57
Power density in the core	
UO ₂ 的总装量 kg	466
Inventory of UO ₂	
²³⁵ U 的加浓度	3%
Enrichment of ²³⁵ U	
控制棒的型式	十字形, 含 B ₄ C
Type of control rod	Cruciform, B ₄ C
控制棒总数	9
Number of control rod	
燃料棒总数	1152
Total number of fuel rod	
燃料棒直径 mm	10
Diameter of fuel rod	
平均燃耗深度 MWD/t(UO ₂)	6250
Average burnup	
燃料组件数	12
Number of fuel assembly	

在循环回路中, 由流经活性区轻度沸腾的冷却剂与流经环形间隙中的水的密度差形成的驱动头, 在元件盒及换热器中产生的流速, 能足够保证堆芯的冷却和换热器中热量的传递。

众所周知, 在水的自然循环条件下, 水的循环速度与循环回路的有效高度成正比。为得到所需要的循环速度, 在流动稳定的条件下, 可适当地选定循环回路的高度。烟囱部件可以设计成与单个元件盒相连接的管道。也可以在堆芯出口处安装整体大口径的公用烟囱, 或者是公用烟囱与单个独立管道相结合。在清华 5MW 低温供热堆设计中采用了后一种烟囱结构。

(三) 堆芯控制棒及其驱动机构

控制棒采用沸水堆十字形控制棒, 以 B₄C 为吸收体, 不锈钢为结构材料, 每四盒燃料组件相交的角上都布置有一根控制棒。

表 2 堆芯及循环回路的热工参数
Table 2 Thermal parameter of core and flow loop

压力 Pa	15.15×10 ⁵
Pressure	
入口温度℃	178
Inlet temperature	
出口温度℃	198
Outlet temperature	
堆芯流量 kg/s	50.85
Core mass flow	
堆芯平均体积含汽量	5%
Average steam fraction	
堆芯出口体积含汽量	22.02%
Steam fraction in core outlet	
烟囱出口质量含汽量	0.5%
Steam quality of chimney outlet	

控制棒用一回路水为工作流体的水力步进缸来驱动。

水力步进缸为一种特殊形式的液压缸。其缸体与活塞之间，不是完全密封，而保持一定的泄漏量。流经缸体与活塞的流体阻力系数，随缸体与活塞的相对位置变化而变化，通过改变进入缸体的流量，就可以控制活塞相对于缸体的位置。

进入缸体的流量由流量控制回路来控制。控制回路由电磁阀、调节阀，逆止阀及脉冲注射阀等组成。脉冲注入阀保证每次动作只能向上提升一步。当需要提升或插入控制棒时，根据堆控制系统的信号阀门动作，改变进入缸体的流量，完成控制棒的提升或下降。

当需要快速停堆时，切断进入缸体的流量，靠棒的自重迅速插入堆芯。

由于这种控制棒的结构特点，使它可以布置在堆芯中，从而简化堆的结构，降低压力壳的高度和减少压力壳的开孔，从而增加了堆的可靠性。

(四) 燃料组件

供热堆燃料组件充分考虑了我国的实际情况，采用了经过充分试验的与秦山核电站相同的燃料元件。因而不需重新试制燃料元件，降低了造价，提高了燃料元件的可靠性。

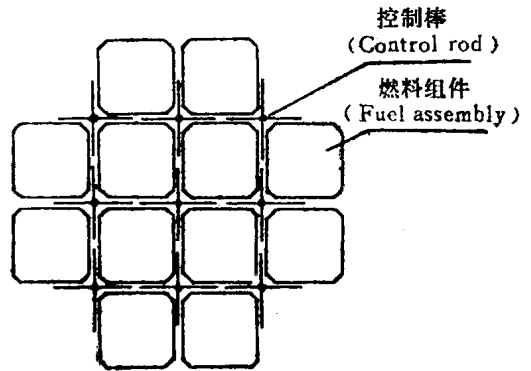


图 2 堆芯布置图
Fig.2 Cross section of reactor core

5MW 供热堆的燃料棒是用 Zr-4 合金做为包壳的 UO_2 陶瓷燃料元件，燃料元件的加浓度为 3%，元件棒的外径为 10mm。

燃料棒束是由 96 根元件棒按 10×10 排列的缺角正方形。栅距为 13.3mm。棒束由上下格板连成一整体。棒束外装有 Zr-4 合金的元件盒。元件盒用来分隔流道，同时它的外表面也作为控制棒的导向面。5MW 供热堆因元件棒较短，所以棒束中间无定位格架。

由于采用了自然循环，即使对于大型供热堆，用于保持元件定位的定位格架的数量，也比压水堆要少。因而燃料组件中的中子物理特性及流体性能得以改善。又由于供热堆功率密度较低，因而元件的最高中心温度也低，一般远低于 1200°C ，如 5MW 低温供热堆仅为 440°C 。这表明，在运行过程中，产生的放射性气体较少，故而堆是比较安全的。

四、低温供热堆的安全设计

（一）安全特点

提高堆的固有安全性是低温供热堆设计的主要特点。其表现为：在物理上选取负的温度系数，在热工上设计有可靠的余热排放系统，在结构上有可靠的停堆措施，能使堆芯永远淹没在水中，不发生任何堆芯熔化事故。

（二）在结构上和系统上的安全设计

为了完成上述目的，在设计上采取了如下措施：

1. 反应堆的停堆动作可以通过两套独立的系统来完成。第一套系统是水力驱动控制棒，它位于堆芯的上部。在停堆时可以靠重力落入堆芯。第二套是硼酸水注入系统，当发生事故时，如控制棒不能动作，就向堆内注入硼酸水。

2. 除采用双层承压壳及一体化布置的设计概念外，一回路避免使用大直径的输送管道，所有与一回路连接的穿管都布置在压力容器的上部。必须伸入堆芯下部的注硼管，在压力容器内的部分装有喷射泵，其位置也高于堆芯。这样就可保证在任何失水事故发生时，堆芯仍然淹没在水中。

3. 一回路采用自然循环原理和冷却剂容量大的池型结构，堆芯的冷却可靠度大为提高，即使在发生停电的事故时，靠自然循环也可以把剩余发热载出，保证了堆芯的事故冷却。

4. 低的比功率，使燃料元件的热负荷较动力堆大为降低，这就使得燃料元件运行的可靠度大幅度增加，从而提高了堆的安全性。

五、结 束 语

根据我国未来对能源的需求及供应状况的分析，东北、华北及华南大部分地区均属于近期缺能区，在这些地区必须发展核电及核热，以满足经济和社会发展的需要。

在核供热方面,从城市建设角度上来看,要求核供热堆建设规模、速度、投资及供热成本与城市居民的建设计划相配匹配。我国城市热网的特点为:热负荷的季节性强(主要在冬季,约4~6个月)。热网规模不大(单堆最大500MW。供暖面积——基本负荷,约 10^7m^2),投资不能过高,施工周期要与居民区建设同步(一般3年左右,超前开工也不能过早)。目前,只有专门供热堆,才有可能较好地满足这个要求。因此在北方城市,以核供热,节约煤炭,减轻运输压力,将是最优的战略决策。

由于低温供热堆安全性好,结构简单,投资少,建设周期短的特点,比较适合于我国的国情,在未来的能源系统中将会占有一定的地位。

清华5MW低温供热堆的建造,将为今后大型供热堆的设计,建造,运行取得直接经验。

参 考 文 献

- [1] 吕应中等,核动力工程,15(6),41-46(1984)
- [2] Selected viewgraphs used during KWU presentations on nuclear heating plants. Chinese/German nuclear seminar, Beijing, 19-24, March (1984)
- [3] D. Bittermann, The Kraftwerk Union concept of a small nuclear district-heating plant. IAEA-TC-483/15, 141-158.

低温核供热反应堆技术经济研究

王永庆

摘 要

低温供热反应堆是城市集中供热清洁而廉价的热源。在我国北方城市集中供热中将得到广泛的应用。利用核能供热,以核代煤,将节省大量煤炭,减少运输压力并改善城市环境。在我国现有条件下,发展低温供热反应堆是快速发展核能的一条途径。除了供热之外,低温供热堆的综合利用前景广阔。

Technical and Economic Study of Low-temperature Heating Reactor

Wang Yongqing

Abstract

Low-temperature heating reactor as a clean and cheap heat source will be widely used in district heating in the north of China. Using the nuclear heat, large quantites of coal will be replaced by nuclear fuel, this will result in the reduction of the charge of transit system and the improvement of the environment of urban area. The development of low-temperature heating reactor in our country is a rapid way of using nuclear energy in the present time. Except for heating, broad prospects exist in the synthesic uses of the low-temperature heating reactor.

随着我国国民经济的发展,能源的开发和节约问题变得愈来愈重要了。除了加速发展煤炭、石油等常规能源生产外,还应大力开发核能、太阳能、地热能等新能源,尤其是核能,其发展潜力很大。而在我国现有的技术条件下,发展低温核供热反应堆是快速开发核能的一项重要措施。

一、我国发展低温核供热的重要性

我国的初级能源(煤、石油、天然气、水力等)消费中,用于发电的部分不足百分之二十,用于供热的消耗约占百分之七十左右,其中包括工业供热,民用采暖及炊事供热等。需要供热的温度范围很广,由几十摄氏度到一千多度,甚至更高。但其中有一半左右的热量是用于 150°C 以下的范围。利用低温核供热反应堆可以提供这一部分低温热量。

目前我国的能源结构是以煤为主，民用煤在总耗煤量中占有很大的比重，每年约消耗一亿六千多万吨煤炭，占全国年产煤量的四分之一左右。其中相当大的一部分是用于冬季采暖供热。在热负荷集中的大城市和工业基地，直接燃烧大量的煤炭带来了一系列的问题：

（一）能源供应问题

我国目前的能源供应比较紧张，特别在北方一些大城市中，在冬季采暖季节，由于煤炭供应紧张，有时为了保证供暖，不得不停止一些工厂的生产，造成很大的损失。在 2000 年前，我国的产值要实现翻两番的宏伟目标，而能源生产只能翻一番，为了解决能源供应问题，除了大力发展常规能源生产、努力节约能源外，还必须加速开发新能源，否则能源供应紧缺状况将难以改变。

（二）运输困难

由于我国煤炭资源、石油资源地理分布不均衡，能源集中产地与用户集中区之间距离往往很远，造成运输负担沉重。仅煤炭运输就占全国铁路运输总量的三分之一。目前铁路运输、海运码头已呈饱和状态，有些城市正是因为受到运输能力的限制，造成能源供应不足。随着生产的发展，能源需求量上升，这种状况可能会更加严重，交通运输的发展很难赶上经济发展需要，有必要改变能源构成，发展运输量少的新能源。

（三）环境污染问题

北方各大城市由于大量燃煤，造成了空气污染，不少地区空气中二氧化硫、烟尘的含量大大超过了国家规定的标准。在冬季采暖季节，大气污染尤其严重，对人民群众的身体健康造成危害，因而解决环境污染问题已成为当务之急，不烧煤、少烧煤是从根本上消除大气污染的一个长远解决办法。

发展低温核供热反应堆的目的就是利用反应堆所提供的低温热水代替烧煤供热解决城市集中供热问题。由于以核代煤，可以节约大量的采暖用煤，这样大大缓和了城市煤炭供应紧张状况，同时也减轻了运输的压力。就城市环境来说，以核供热代替烧煤供热，不再排出二氧化碳、烟尘等有害物质，而且低温核供热反应堆的放射性排放量也要比同功率的燃煤动力厂低几十倍。核供热也相应解决了烧煤带来的其他问题，如煤和灰渣的存放和短途运输问题等。因此，在我国北方发展低温核供热反应堆，以核代煤解决城市集中供热问题，是一条具有战略意义的技术路线。

低温核供热在我国将有广阔的市场。我国三北（东北、华北、西北）地区现有城市住宅面积约八亿平方米，今后每年还要新建城市房屋面积四千万平方米。为了彻底改造城市面貌，国家计划要大力发展城市集中供热，但目前已经实现集中供热的面积只有三千万平方米左右，集中供热率很低。我国城市建设规划要求，到 2000 年北方城市集中供热率将提高到 20%，届时城市集中供热房屋面积将达到三亿平方米，总供热能力需要 $2.44 \times 10^7 \text{ kW}$ ，要解决如此庞大的热源需求，单靠烧煤是难以实现的，必须采用多种途径加以解决。由于低温核供热是一种清洁而价廉的热源，很适于城市集中供热，必