

# 华北电力大学

专业硕士学位论文

局部多孔质气体静压轴承关键技术的研究

**Research on Key Technologies of Partial Porous  
Externally Pressurized Gas Bearing**

于梅

2024年6月

国内图书分类号：xxxx

国际图书分类号：xxxx

学校代码：10054

密 级：公开

## 专业硕士学位论文

# 局部多孔质气体静压轴承关键技术的研究

硕士研究生：于梅

导 师：xxx（副）教授

企业导师：李四高级工程师

申请学位：\*\* 硕士

专业领域：

学习方式：全日制/非全日制

所在学院：电气与工程学院

答辩日期：2024年6月

授予学位单位：华北电力大学

Classified Index: ××××

U.D.C: ××××

## **Thesis for the Professional Master's Degree**

# **Research on Key Technologies of Partial Porous Externally Pressurized Gas Bearing**

<b>Candidate:</b>	Yu Mei
<b>Supervisor:</b>	Prof.
<b>Enterprise mentor:</b>	Li Si (Senior Engineer)
<b>Professional Degree Applied for:</b>	Master of
<b>Specialty:</b>	
<b>Cultivation ways:</b>	Full-time/Part-time
<b>School:</b>	School of Electrical and Electronic Engineering
<b>Date of Defence:</b>	June, 2024
<b>Degree-Conferring-Institution:</b>	North China Electric Power University

# 华北电力大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：此处所提交的学位论文《 》，是本人在导师指导下，在华北电力大学攻读学位期间独立进行研究工作所取得的成果。论文中除已注明部分外不包含他人已发表或完成的研究成果。对本文的研究工作做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明。论文由本人撰写，未使用人工智能代写。本声明的法律结果将完全由本人承担。

作者签名： 日期： 年 月 日

# 华北电力大学学位论文使用授权书

学位论文系研究生在华北电力大学攻读学位期间在导师指导下完成的成果，知识产权归属华北电力大学所有，学位论文的研究内容不得以其它单位的名义发表。研究生完全了解华北电力大学关于保存、使用学位论文的规定，同意学校保留并向有关部门送交论文的复印件和电子版本，同意学校将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，允许论文被查阅和借阅。学校可以为存在国际合作关系的兄弟高校用户提供文献传递服务和交换服务。本人授权华北电力大学，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文，可以公布论文的全部或部分内容。

保密论文在保密期内遵守有关保密规定，解密后适用于此使用权限规定。  
本人知悉学位论文的使用权限，并将遵守有关规定。

本学位论文属于（请在相应方框内打“√”）

公开 内部 秘密 机密 绝密

作者签名： 日期： 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

## 摘 要

摘要是论文内容的高度概括，应具有独立性和自含性，即不阅读论文的全文，就能获得必要的信息。摘要应包括本论文的目的、主要研究内容、研究方法、创造性成果及其理论与实际意义。摘要中不宜使用公式、化学结构式、图表和非公知公用的符号和术语，不标注引用文献编号。避免将摘要写成目录式的内容介绍。

**关键词：**毕业设计；作品；技术；结果；意义

## Abstract

Externally pressurized gas bearing has been widely used in the field of aviation, semiconductor, weave, and measurement apparatus because of its advantage of high accuracy, little friction, low heat distortion, long life-span, and no pollution. In this thesis, based on the domestic and overseas researching……

**Keywords:** keyword 1, keyword 2, keyword 3, ……., keyword 5

# 目 录

摘要.....	I
<b>Abstract</b> .....	II
<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 课题背景及研究的目的和意义.....	1
1.2 气体润滑轴承及其相关理论的发展概况.....	1
1.2.1 气体润滑轴承的发展.....	1
1.2.2 气体润滑轴.....	2
1.2.3 气体润滑轴承.....	2
1.2.4 气体润滑轴承的.....	2
1.2.5 多孔质气体静压轴承的研究.....	2
<b>第 2 章 相关技术和理论基础</b> .....	3
2.1 技术与理论基础.....	3
2.2 质能方程.....	3
2.3 牛顿力学.....	3
2.4 勾股定理.....	3
2.5 线性代数.....	3
2.6 量子力学.....	3
<b>第 3 章 系统分析</b> .....	5
3.1 功能需求分析.....	5
3.2 系统用例分析.....	5
3.3 系统功能分析.....	6
3.4 非功能需求分析.....	6
<b>第 4 章 系统设计</b> .....	7
4.1 总体设计.....	7
4.2 详细设计.....	7
<b>第 5 章 系统实现与测试</b> .....	11
5.1 系统实现.....	11
5.2 系统测试.....	11
<b>第 6 章 总结和展望</b> .....	13
6.1 本文总结.....	13
6.2 未来展望.....	13
<b>参考文献</b> .....	14
<b>攻读硕士学位期间发表的论文及其它成果</b> .....	15

致谢..... 16



# 第 1 章 绪论

## 1.1 课题背景及研究的目的和意义

发展国防工业、微电子工业等尖端技术需要精密和超精密的仪器设备，精密仪器设备要求高速、……

叔本华认为，我们可以提高自己对这世界的认识（当然是去认识叔本华所理解的那个世界），把自己的感情和欲望上升为全人类的感情和欲望，这样就可以消除个人的欲望<sup>[1,2]</sup>。

比如通过宗教的约束，比如通过立法的形式，遏制垄断企业（可怜的微软），遏制不正当<sup>[3]</sup>和不道德的竞争，给工人更多的福利<sup>[2-4]</sup>。

别人已经研究的工作包括：

1. 古希腊的斯多葛学派就相信部分决定论。他们认为我们不能控制事物，但是可以控制我们自己对待生活的方式。所以这个学派提倡随遇而安的生活态度<sup>[5]</sup>。

2. 斯宾诺莎是用类似于几何的逻辑一步步推出整个哲学体系的。这意味着，他相信世间万物之间都有着严格的逻辑关系。这必然也会导致决定论<sup>[6]</sup>。

3. 我们没必要也没能力去无限地怀疑世界<sup>[7]</sup>。

唐诗，宋词，元曲举例：

1. 唐诗

(a) xxx

(b) xxx

2. 宋词

(a) xxxxx

(b) xxx

3. 元曲

(a) xxx

(b) xxx

## 1.2 气体润滑轴承及其相关理论的发展概况

气体轴承是利用气膜支撑负荷或减少摩擦的机械构件。……

### 1.2.1 气体润滑轴承的发展

1828 年，R.R.Willis<sup>[3]</sup> 发表了一篇关于小孔节流平板中压力分布的文章，这是有记载的研究气体润滑的最早文献。

## 1.2.2 气体润滑轴

## 1.2.3 气体润滑轴承

## 1.2.4 气体润滑轴承的

## 1.2.5 多孔质气体静压轴承的研究

由于气体的压力低和可压缩性，……

### 1.2.5.1 多孔质静压轴承的分类

### 1.2.5.2 多孔质材料特性的研究

材料的主要特点是具有一定的…

## 第 2 章 相关技术和理论基础

### 2.1 技术与理论基础

介绍在系统的开发过程中所要用到的技术<sup>[8]</sup>以及与系统相关的理论知识<sup>[9]</sup>。

### 2.2 质能方程

质能方程即描述质量与能量之间的当量关系的方程<sup>[10,11]</sup>。质能方程  $e = mc^2$ ， $e$  表示能量， $m$  代表质量，而  $c$  则表示光速，由爱因斯坦提出。

### 2.3 牛顿力学

任何物体都要保持匀速直线运动或静止状态<sup>[12]</sup>，直到外力迫使它改变运动状态为止，见式 (2-1)。

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (2-1)$$

### 2.4 勾股定理

勾股定理是一个基本的几何定理，指直角三角形的两条直角边的平方和等于斜边的平方，见式 (2-2)。中国古代称直角三角形为勾股形，并且直角边中较小者为勾，另一长直角边为股，斜边为弦，所以称这个定理为勾股定理，也有人称商高定理<sup>[13]</sup>。

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (2-2)$$

### 2.5 线性代数

线性代数是数学的一个分支，它的研究对象是向量，向量空间（或称线性空间），线性变换和有限维的线性方程组。向量空间及其线性变换，以及与此相联系的矩阵（见式 (2-3)）理论，构成了线性代数的中心内容。

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \quad (2-3)$$

### 2.6 量子力学

对于微观粒子的运动，可以用薛定谔方程来描述，

$$\hat{H}\Psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} \quad (2-4)$$

其中  $\hat{H}$  为哈密顿算符，一般的从一个粒子的质量与这个粒子的势能函数，就可以得到这个方程，然后再根据给定的初值条件和边值条件，就可以解出我们需要的描述粒子运动状态的波函数来，然后波函数的绝对值平方就给出了粒子在一定时空位置的分布几率，这就是我们所能得到的关于粒子的最详尽的运动状态信息。

## 第3章 系统分析

### 3.1 功能需求分析

描述系统的功能性需求，可以通过数据流图或 UML 的用例图等图表工具来部来定义系统的功能需求，并把需求和设计完全分离开。如图 3-1 所示。

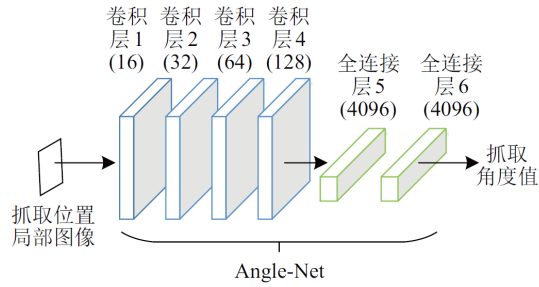


图 3-1 局部多孔质圆柱塞半径不同时轴承的压力分布云图

### 3.2 系统用例分析

如图 3-2 所示出在局部多孔质圆柱塞的半径不同时，局部多孔质圆柱塞内和气膜内的压力分布变化情况。

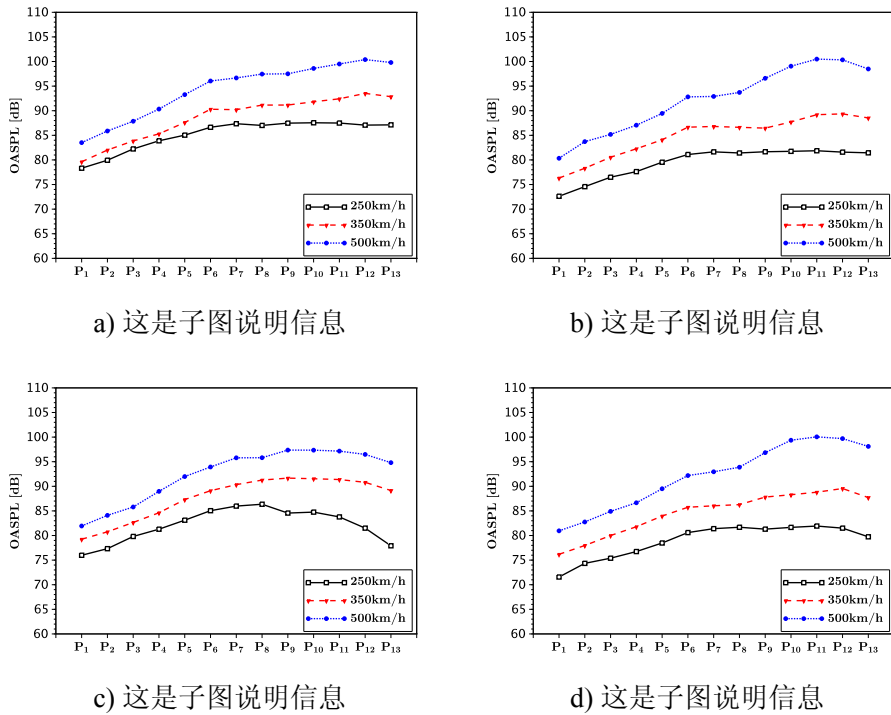


图 3-2 总声压级

### 3.3 系统功能分析

### 3.4 非功能需求分析

描述系统的一些非功能方面的需求，如开发和运行环境、性能、人机交互、用户体验等。

## 第 4 章 系统设计

### 4.1 总体设计

描述根据系统的需求分析，确定系统的功能模块构成。

### 4.2 详细设计

说明各个功能模块的数据结构和实现算法。

C 源代码

```
#include <stdio.h>
int main()           //main 入口函数
{
    printf("Hello,World!"); //printf 函数打印
    return 1;        //函数返回值
}
```

matlab 源代码

```
function F=random()
a=[1 2];
Prob=[0.99 0.01];
F=randsrc(1,1,[a;Prob]);

areas=[]
for i=1:100
x=unifrnd(0,10,[1,100]);
y=unifrnd(0,10,[1,100]);
frequency=sum(x<=1)+sum(y<=1);
area=100*frequency/100;
areas=[areas,area];
end
```

python 源代码

```
from multiprocessing import Pool
import os, time, random

def long_time_task(name):
    print('Run task %s (%s)...' % (name, os.getpid()))
    start = time.time()
    time.sleep(random.random() * 3)
    end = time.time()
```

```

        print('Task %s runs %0.2f seconds.' % (name, (end - start)))

if __name__=='__main__':
    print('Parent process %s.' % os.getpid())
    p = Pool(4)
    for i in range(5):
        p.apply_async(long_time_task, args=(i,))
    print('Waiting for all subprocesses done...')
    p.close()
    p.join()
    print('All subprocesses done.')
```

### C++ 源代码

```

#include <iostream>           //std::cout 要用到的头文件
#include <stdio.h>           //标准输入输出头文件

int main()
{
    printf("Hello,World!--Way 1\n"); //printf 语句打印
    puts("Hello,World!--Way 2");    //puts 语句
    puts("Hello," " " "World!--Way 3"); //字符串拼接
    std::cout << "Hello,World!--Way 4" << std::endl; //C++ 教科书上写法
    return 1;                               //作为注释
}
```

### Csharp 源代码

```

//FileName: HelloWorld.cs
using System;
class TestApp
{
    public static void Main()
    {
        Console.WriteLine("Hello,World!");
        Console.ReadKey();
    }
}
```

### java 源代码

```

#FileName: HelloWorld.java
#如果有 public 类的话，类名必须和文件同名，注意大小写
public class HelloWorld
{
```



```
#Java 入口程序，程序从此入口
public static void main(String[] args)
{
    #向控制台打印一条语句
    System.out.println("Hello,World!");
}
}
```

#### js 源代码

```
var sys = require("sys"); #导入需要的 sys 模块
sys.puts("Hello,World!"); #调用里面的 puts 函数来打印字符串
```

#### php 源代码

```
<?php
    echo "Hello,World!"; //打印语句
    echo "The first php program!"; //打印语句
    echo phpinfo(); //phpinfo()系统函数,输出环境信息
?>
```

#### go 源代码

```
//filename: hello.go
package main
import (
    "fmt"
    "os"
)
func main(){ //这个 { 不能另起一行
    fmt.Println("hello world!")
}
```

#### html 源代码

```
<!DOCTYPE html>
<html>
    <body>
        <h1>This is the first program!</h1>
        <p>Hello,World!</p>
    </body>
</html>
```

#### xml 源代码

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
<class name="Student" table="student">
  <id name="id" column="id" ></id>
  <property name="name" column="name" ></property>
  <property name="age" column="age" ></property>
</class>
```

#### sql 源代码

```
SQL> CREATE TABLE MESSAGE (TEXT CHAR(15));    #创建表
INSERT INTO MESSAGE (TEXT) VALUES ('Hello, world!'); #插入表
SELECT TEXT FROM MESSAGE;                      #查询表
DROP TABLE MESSAGE;                           #删除表
Table created.
```

#### tex 源代码

```
\begin{figure}[H]
  % 居中
  \centering
  % width=.5\textwidth 文档宽度的0.5
  % fig1图片放在img目录下，在此处引用无需img/前缀和图片格式后缀(png,
  % jpg等)
  \includegraphics[width=.5\textwidth]{fig1}
  % label紧接caption之后，用于引用
  \caption{这是一个图}
  \label{fig:single}
\end{figure}
```

## 第 5 章 系统实现与测试

### 5.1 系统实现

介绍主要功能模块的编程实现以及系统的部署方法。

### 5.2 系统测试

阐述系统的测试技术、测试过程和测试结果。

1 号试样的实验数据见表 5-1。

表 5-1 1 号试样渗透率测试数据 (温度:  $T=16^{\circ}\text{C}$  高度:  $H=5.31\text{mm}$ )

供气压力 $P_s$ (MPa)	流量测量 $M'$ ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	流量修正值 $M$ ( $\text{m}^3/\text{s})\times 10^{-4}$	压力差 $\Delta P$ (Pa)	$\lg \Delta P$	$\lg M$
0.15	0.009	0.023 12	46 900	4.671 17	-5.636 01
0.20	0.021	0.045 84	96 900	4.986 32	-5.338 76
0.25	0.039	0.074 13	146 900	5.167 02	-5.130 01
0.15	0.009	0.023 12	46 900	4.671 17	-5.636 01
0.20	0.021	0.045 84	96 900	4.986 32	-5.338 76
0.25	0.039	0.074 13	146 900	5.167 02	-5.130 01
0.15	0.009	0.023 12	46 900	4.671 17	-5.636 01
0.20	0.021	0.045 84	96 900	4.986 32	-5.338 76
0.25	0.039	0.074 13	146 900	5.167 02	-5.130 01
0.15	0.009	0.023 12	46 900	4.671 17	-5.636 01
0.20	0.021	0.045 84	96 900	4.986 32	-5.338 76
0.25	0.039	0.074 13	146 900	5.167 02	-5.130 01
0.15	0.009	0.023 12	46 900	4.671 17	-5.636 01
0.20	0.021	0.045 84	96 900	4.986 32	-5.338 76
0.25	0.039	0.074 13	146 900	5.167 02	-5.130 01
0.15	0.009	0.023 12	46 900	4.671 17	-5.636 01
0.20	0.021	0.045 84	96 900	4.986 32	-5.338 76
0.25	0.039	0.074 13	146 900	5.167 02	-5.130 01
0.15	0.009	0.023 12	46 900	4.671 17	-5.636 01
0.20	0.021	0.045 84	96 900	4.986 32	-5.338 76
0.25	0.039	0.074 13	146 900	5.167 02	-5.130 01
∴	∴	∴	∴	∴	∴
0.30	0.097	0.167 47	196 900	5.294 24	-4.776 06

表 5-1 (续表)

供气压力 $P_s$ (MPa)	流量测量 $M'$ (m <sup>3</sup> /h)	流量修正值 $M$ (m <sup>3</sup> /s)×10 <sup>-4</sup>	压力差 $\Delta P$ (Pa)	$\lg \Delta P$	$\lg M$
0.35	0.136	0.217 53	246 900	5.392 52	-4.662 48
0.40	0.171	0.254 85	296 900	5.472 61	-4.593 72
0.45	0.202	0.284 67	346 900	5.540 20	—

## 第 6 章 总结和展望

学位论文的结论作为论文正文的最后一章单独排写。

结论是对整个论文主要成果的总结。在结论中应明确指出本研究内容的创造性成果或创新点理论（含新见解、新观点），并指出今后进一步在本研究方向进行研究工作的展望与设想，不要将结论写成论文的摘要。结论内容一般在 2000 字以内。

### 6.1 本文总结

### 6.2 未来展望

## 参考文献

- [1] 陈彦宾. 现代激光焊接技术: 第 42 卷[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [2] Mittelbach F, Goossens M, Braams J, et al. The latex companion[M]. USA: Addison-Wesley Professional, 2004.
- [3] 杨闫猛. 自研 ARM 集群及稀疏矩阵迭代加速的研究与实现[D]. 北京邮电大学, 2022.
- [4] 郑一力, 张露. 基于迁移学习的卷积神经网络植物叶片图像识别方法[J]. 农业机械学报, 2018, 1.
- [5] 周志华, 陈世福. 神经网络集成[D]. 南京大学, 2002.
- [6] 祁本科. 基于深度学习的 SDN 异常检测研究[D]. 浙江工商大学, 2020.
- [7] Partl H, Hyna I, Schlegl E. 一份 (不太) 简短的 LATEX2 $\epsilon$  介绍[J]. 2019.
- [8] Henrik-Yao. java 实现贪吃蛇小游戏[EB/OL]. 2021. [https://blog.csdn.net/qq\\_50216270/article/details/116021830?utm\\_medium=distribute.pc\\_category.none-task-blog-hot-2.nonecase&dist\\_request\\_id=&depth\\_1-utm\\_source=distribute.pc\\_category.none-task-blog-hot-2.nonecase](https://blog.csdn.net/qq_50216270/article/details/116021830?utm_medium=distribute.pc_category.none-task-blog-hot-2.nonecase&dist_request_id=&depth_1-utm_source=distribute.pc_category.none-task-blog-hot-2.nonecase).
- [9] 胡伟. LaTeX2e 文类和宏包学习手册[M]. 北京: 清华大学出版社, 2017.
- [10] 刘小平. 论文排版实用教程: Word 与 LaTeX[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015.
- [11] Yassin M S, Lierl M B, Fischer T J, et al. Latex allergy in hospital employees. [J]. Annals of allergy, 1994, 72(3):245-249.
- [12] 杨滨, 袁亚男, 李洪梅, 等. 一种测定中药抗氧化活性的方法: CN102455316 A[P].
- [13] He K, Gkioxari G, Dollár P, et al. Mask r-cnn[C]//Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. 2017: 2961-2969.

## 攻读硕士学位期间发表的论文及其它成果

### (一) 发表的学术论文

- [1] ×××, ×××. 部多孔质气体静压轴向轴承静态特性的数值求解 [J]. 摩擦学学报, 2007, 38(12):68-72(EI 收录号: 071510544816)
- [2]

### (二) 申请及已获得的专利 (无专利时此项不必列出)

- [1] ×××, ×××. 一种温热外敷药制备方案: 中国, 88105607.3 [P]. 1989-07-26.

### (三) 获得的科技奖励 (无获奖时此项不必列出)

- [1] ×××, ×××, ×× 静载下预应力混凝土房屋结构设计统一理论. 黑龙江省科学技术二等奖, 2007.

注: 如已发表的学术论文被 EI 或 SCI 收录, 请标明收录号及 SCI 论文的影响因子; 对已接收但尚未发表出来的学术论文, 请注明是否 EI 或 SCI 刊源。

## 致 谢

衷心感谢导师 ××× 教授对本人的精心指导。他的言传身教将使我终生受益。  
感谢 ××× 教授，以及实验室全体老师和同窗们的热情帮助和支持！  
本课题承蒙 ×××× 基金资助，特此致谢。