

高等教育教材

沸腾传热

和

气液两相流

徐济鋈 主编

鲁钟琪 主审

原子能出版社

高等学校教材

沸腾传热和气液两相流

(修订版)

徐济璠 主编

鲁钟琪 主审

徐济璠 编著

鲁钟琪 审

贾斗南

赵兆颐

原子能出版社

北 京

图书在版编 (CIP) 数据

沸腾传热和气液两相流/徐济堃著. — 2版. — 北京: 原子能出版社, 2000.9
ISBN 7-5022-2222-7

I. 沸… II. 徐… III. ①沸腾-传热②气体-液体流动 IV. ①TK124②O359

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 53510 号

内 容 简 介

沸腾传热和气液两相流是 50 多年来在流体力学与传热学基础上逐步形成起来的涉及多个学科的一门新的学科分支, 它已在能源和石化等许多工业部门得到了广泛应用, 是当代各国学者密切关注和广为研究的领域之一。

本书系统阐述沸腾传热和气液两相流领域中的基本问题。详细地介绍两相流流型及流型图, 两相流数学解析模型和工程计算法, 空泡份额, 流动压降和临界流量等的分析模型及计算方法, 典型两相流不稳定性分析, 沸腾传热基本原理和气泡动力学, 池内沸腾, 流动沸腾和传热恶化、凝结以及气液两相流主要参数的实验测量原理和方法。

本书资料丰富, 系统性强, 联系工程实际, 比较充分地反映了该领域近期研究成果, 可供核能、热能、动力、石油、化工、制冷、航天、材料等许多工业部门的科研和工程技术人员以及高等学校教师阅读, 也可作为高等学校和研究所有关专业的研究生教材或本科高年级学生的选修教材。

* * * * *

本书由鲁钟琪主审, 经核反应堆工程教材委员会热工课程组于 1990 年 6 月 28 日由赵兆颐主持召开的审稿会审定, 同意作为高等教育试用教材。1996 年 12 月核工业教学指导委员会批准修订。

原子能出版社出版 发行

责任编辑: 张 辉

社址: 北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码: 100037

北京朝阳科普印刷厂印刷 新华书店经销

开本: 787 × 1092 mm 1/16 印张 25.25 字数 628 千字

2001 年 6 月北京第 2 版 2001 年 6 月北京第 1 次印刷

印数: 1—1500

定价: 29.5 元

再版前言

本书作为核反应堆安全传热领域的一门研究生基础教材于1993年出版,编者汇总了出版以来教学、科研、工程和评审等方面的建议和意见进行修订。

修订本书严格按照1996年12月核工业总公司教学指导委员会批准的修订计划进行,以两相宏观连续介质理论为指导,精炼文字,反映研究进展,适当增加新内容,增添凝结一章作为第十一章,原第十一章改为第十二章。鉴于沸腾传热和气液两相流正处于发展阶段,囿于编著者水平,恳请读者不吝批评、指正。

编著者

2001年4月

前 言

半个世纪以来，随着近代工业发展，沸腾传热和气液两相流迅速地发展成一个学科分支，无论在能源、动力、化工、制冷、冶金等工业部门中，还是在核能、航天、火箭、材料等技术领域中，沸腾传热和气液两相流都得到了广泛应用。各国学者进行了大量的实验研究和理论分析，已积累了很多数据和资料。由于沸腾传热和气液两相流的多样性和复杂性，它在理论上和方法上都尚处于发展阶段，带有与生产实际紧密联系、涉及多种学科、且以实验为主的特点。要实现实践上和理论上的新突破需要各国学者继续大量地进行试验研究和理论探索。国际上自 60 年代以来，国内自 80 年代以来，出版了一些有关两相流体和传热方面的专著或教材，它们都在不同程度上起到了积极推动作用。本书试图将沸腾传热和气液两相流作为一个整体，系统地阐述所涉及的主要研究课题，从基本概念、基本理论、实验研究和基本方法上对各种原理、模型、公式以及实验结果加以概括和分析，并尽可能地结合工程实际应用以及核能应用。由于学科尚具经验性和不断发展的特点，为了更好地继承、利用和发展已有研究成果，在讨论每个主要方面的问题时，尽可能从机理方面展示主要模型、方法及其发展方向。

本书是根据原核工业教育司批准的，1983 年 6 月于上海交通大学召开的编写讨论会所确定的大纲编写的。

本书为高等学校、科学研究所反应堆工程学科的研究生教材，或为本科高年级学生选修教材。可供能源、动力、石油、化工、制冷以及工程热物理等专业的研究生，以及有关工业部门和科研院所的研究人员和工程技术人员阅读。

本书由序言和 11 章组成。序言简述沸腾传热和气液两相流的发展过程、目前概况和研究方法。第 1 章到第 3 章是全书基础，介绍两相流主要宏观物理量、流型和两相流动基本方程式；第 4、5 两章阐述两相流动静力学中两个主要参数——空泡份额和流动压降的各种分析模型及其计算方法；第 6、7 两章为两相流体动力学，描述两相临界流动和压力脉冲传播以及典型两相流动不稳定性分析模型；第 8 章到第 10 章集中讨论沸腾传热，第 8 章介绍气泡动力学和沸腾传热基本原理；第 9 章阐明池内沸腾；第 10 章描述流动沸腾；第 11 章为两相流动主要参数的测量原理和方法。本书讲授 60 学时，其中第 3 章到第 6 章，第 8 章到第 10 章这七章是全书重点，应详细讲授。

本书是根据作者为研究生讲课的材料编写成的。上海交通大学徐济盛为主编，西安交通大学贾斗南编写第 4 和第 11 两章，前言、绪论和其余 9 章由徐济盛编写。上海交通大学毕浩然主持制定了本书编写大纲，阅读过初稿，并提出了宝贵意见。清华大学鲁钟琪主审，赵兆颐审校。陈叔平、裘恽椿、许镜明、花家宏、柴芳蓉等参加了审稿会。在编写大纲过程中，蒋章焰、宋清华、刘汉洲等也提出了许多宝贵意见。在此，作者一并向他们表示衷心感谢。书中错误与不妥之处，恳请读者批评指正。

符 号 表

一、英文符号

<p>A 截面积, m^2</p> <p>a 热扩散率, m^2/s, $a = k/\rho c_p$; 加速度, m/s^2</p> <p>c 比热容, $J/(kg \cdot K)$, $kJ/(kg \cdot K)$; 声速, m/s</p> <p>c_p 比定压热容, $J/(kg \cdot K)$</p> <p>c_v 比定容热容, $J/(kg \cdot K)$</p> <p>D 流道直径, m; 气泡直径, m; 扩散系数, m^2/s</p> <p>D_e 水力直径, m</p> <p>E 总能量, J, kJ</p> <p>e 比能, J/kg, kJ/kg</p> <p>F 力, N</p> <p>f 阻力因数; 频率, Hz</p> <p>G 质量流速, $kg/(m^2 \cdot s)$</p> <p>H 高度, m</p> <p>h 对流传热系数, $W/(m^2 \cdot K)$, $kW/(m^2 \cdot K)$; 比焓, J/kg, kJ/kg</p> <p>I 射线强度, cm^{-2}/s; 当量惯性</p> <p>J 表观速度, m/s</p> <p>j 分子质流密度, $kg/(m^2 \cdot s)$</p> <p>j_{ij} 漂移流密度, m/s, $m^3/(m^2 \cdot s)$</p> <p>K 传质系数, m^2/s</p> <p>k 热导率, $W/(m \cdot k)$, $kW/(m \cdot k)$</p> <p>L 流道长度, m</p> <p>M 质量, kg</p> <p>m 分子质量, kg</p> <p>N 分子数密度</p> <p>p 压力, Pa, MPa</p>	<p>P_h 加热周界, m</p> <p>P_r 湿周, m</p> <p>ΔP 压降, Pa, MPa</p> <p>Q 热量, J, kJ; 体积流量, m^3/s</p> <p>q 热流密度, W/m^2, kW/m^2</p> <p>q' 线功率, 线热流密度, W/m, kW/m</p> <p>q''' 体积释热率, W/m^3, kW/m^3</p> <p>R 半径, m</p> <p>r 径向坐标, m</p> <p>S 滑速比</p> <p>S_i 界面剪力, N, kN</p> <p>T 热力学温度, K</p> <p>t 温度, $^{\circ}C$; 总和</p> <p>U 内能, kJ, J; 总传热系数, $kW/(m^2 \cdot K)$</p> <p>u 相速度, m/s</p> <p>u_r 相对速度, m/s</p> <p>u_{∞} 终极速度, m/s</p> <p>u_{ij} 漂移速度, m/s</p> <p>u_{km} 扩散速度, m/s</p> <p>V 体积, m^3</p> <p>v 比体积, m^3/kg</p> <p>v_{mom} 动量体积, m^3/kg</p> <p>W 质量流量, kg/s</p> <p>w 功, kJ</p> <p>X Martinelli 参数</p> <p>x 质量含气率</p> <p>x 空间坐标, m</p> <p>z 流道轴向坐标, m</p>
--	--

二、希文符号

α 空泡份额	β 流动体积分额
---------------	----------------

β_c	接触角	μ_m	质量衰减系数, $m^2/kg, cm^2/g$
γ	比热比, $\gamma = c_p/c_v$	ν	运动黏度, m^2/s
δ	膜厚, m	ρ	密度, kg/m^3
ϵ	介电常数; 涡团扩散率	σ	表面张力, N/m ; 截面积比; 凝结份额
θ	倾角	τ	切应力, N/m^2 ; 时间坐标, s
κ	玻尔兹曼常数	Φ^2	两相摩擦乘子
λ	波长, m	φ	夹带率
μ	动力黏度, $Pa \cdot s$; 线衰减系数, m^{-1}		

三、下 标

A	加速	ln	对数平均
a	真实; 空气	m	混合物
av	平均	mac	宏观
b	气泡; 沸腾; 主流	max	最大
c	芯部; 对流; 临界值; 接触凝结	min	最小
cold	冷侧	mic	微观
cr	热力学临界状态	M	膜
CHF	临界热流密度	n	序号
d	脱离	non	非均匀
dc	液滴离开	O	滞止
DNB	偏离泡核沸腾	ONB	泡核沸腾起始
dr	干涸	out	出口
E	夹带	p	定压; 促凝(p)
e	热力学平衡	r	对比; 辐射
F	摩擦	s	静态; 分相; 等熵(s); 总和
f	饱和液相; 膜参数	sub	欠热
FDB	充展沸腾	sat	饱和; 过热
fg	饱和气液差	spl	单相
H	均相	t	等温; 总和(t)
h	等焓	tb	过渡
i	交界面	TP	两相
in	入口	v	气相
l	液相	w	水; 壁面

四、特征数组(准则数)

Ar	Archimedes 数	Bo	沸腾数
----	--------------	----	-----

Bu 浮升数
Fr Froude 数
Ga Galileo 数
Gr Grashof 数
Ja Jakob 数
Le Lewis 数
Ma Mach 数
Nu Nusselt 数

Pe Peclet 数
Pr Prandtl 数
Ra Rayleigh 数
Re Reynolds 数
Sc Schmidt 数
So 球化数
St Stanton 数

目 录

再版前言	
前 言	
符号表	(I)
绪 论	(1)
第一章 两相流动概述	(4)
第一节 基本概念	(4)
一、相态	(4)
二、局瞬特性	(4)
第二节 基本分析方法	(5)
一、两相流动变量的特性	(5)
二、两相流场宏观特性	(7)
三、基本分析方法	(8)
第三节 基本宏观物理量	(9)
一、相标识	(9)
二、基本宏观物理量	(9)
三、两相流动的复杂性	(13)
参考文献	(14)
第二章 两相流流型	(15)
第一节 概述	(15)
第二节 两相流流型分类	(16)
一、垂直流动下的流型种类	(16)
二、水平流动下的流型种类	(17)
三、加热流道的流型分类	(17)
第三节 流型图	(19)
一、水平流动下的流型图	(19)
二、垂直流动下的流型图	(20)
三、倾斜管和螺旋管内的流型判别	(21)
四、复杂几何形状流道中的流型判别	(22)
五、特殊工况下的一些流型判别	(23)
第四节 流型过渡准则	(25)
一、基本无因次组合量	(25)
二、Dukler 半理论方法	(26)
三、阻液、倒流现象与流型过渡判别	(30)
四、系统暂态过程中的流型	(33)
思考题	(35)
习 题	(35)

参考文献	(35)
第三章 两相流动基本数学模型	(37)
第一节 概述	(37)
第二节 两相流连续介质理论	(38)
一、相场方程	(39)
二、相界面平衡特性	(40)
三、两相流场的宏观平衡特性	(43)
第三节 两相流动基本数学模型	(44)
一、时平均场方程组	(44)
二、体平均场方程	(47)
三、扩散模型场方程	(47)
四、两流体模型场方程	(48)
第四节 一维两相流动基本方程组	(49)
一、一维两相流动扩散模型	(49)
二、一维两相流动两流体模型	(50)
三、简单模型分析法	(51)
思考题	(58)
习题	(59)
参考文献	(59)
第四章 空泡份额	(60)
第一节 概述	(60)
第二节 滑速比模型	(61)
第三节 变密度模型	(62)
一、基本假定	(62)
二、空泡份额关系式	(62)
第四节 漂移流模型	(64)
一、Zuber-Findlay 方法	(65)
二、圆管空泡份额计算式	(66)
三、讨论	(66)
第五节 动量交换模型	(68)
第六节 环状流空泡份额的解析计算法	(70)
一、纯环状流基本关系式	(70)
二、气芯夹带液滴的情况	(72)
第七节 最小熵增模型	(76)
一、不考虑壁面摩擦的情况	(76)
二、考虑壁面摩擦的情况	(76)
三、气芯有夹带的情况	(77)
第八节 混合相-单相并流模型	(78)
第九节 空泡份额的其他计算方法	(80)

一、Арманд方法和前苏锅炉水力计算标准方法	(80)
二、Холодовский方法	(80)
三、Hughmark方法	(82)
四、Thom方法	(82)
五、Lockhart-Martinelli方法	(83)
六、非圆形通道关系式	(83)
七、垂直下降流动下的空泡份额计算	(84)
第十节 欠热沸腾空泡份额计算	(86)
一、Bowring方法	(87)
二、Rouhani方法	(89)
三、Бартоломей等人的方法	(92)
四、Ahmad方法	(93)
五、Levy方法	(95)
六、Миропольский方法	(97)
习 题	(98)
参考文献	(98)
第五章 两相流动压降	(100)
第一节 概述	(100)
第二节 均相模型的流道压降计算	(103)
一、简化计算式	(103)
二、摩擦压降计算和均相摩擦因数	(104)
第三节 分相模型的流道压降计算	(106)
一、分相模型摩擦压降梯度	(106)
二、流道压降简化解析式	(106)
第四节 分相模型的摩擦压降计算	(107)
一、Lockhart-Martinelli关系式	(107)
二、Martinelli-Nelson关系式	(111)
三、Thom方法	(114)
四、Armand-Treshchev关系式	(115)
第五节 两相流动压降其他计算方法	(118)
一、Baroczy方法	(118)
二、Chisholm方法	(120)
三、前苏锅炉机组水力计算方法	(121)
四、Friedel经验式	(122)
五、实用推荐计算式	(123)
第六节 环状流解析算法	(124)
一、环状流动特性	(124)
二、基本方程组	(125)
三、几个主要变量的经验关系式	(127)

四、摩擦压降梯度	(128)
第七节 欠热沸腾压降计算	(130)
一、欠热沸腾压降实验研究	(130)
二、低欠热沸腾区压降计算	(132)
第八节 两相流动局部压降计算	(133)
一、渐变接头	(133)
二、突变接头	(133)
三、孔板和管嘴	(136)
四、弯头	(141)
五、三通、阀门和其他连接管件	(143)
六、讨论	(143)
思考题	(144)
习 题	(145)
参考文献	(145)
第六章 临界流动和压力波传播	(148)
第一节 概述	(148)
第二节 单相临界流动和两相临界流动	(149)
一、单相临界流动	(149)
二、两相临界流动	(150)
第三节 两相临界流动计算方法	(153)
一、两相临界流动的均相模型计算方法	(153)
二、两相临界流动的分相模型计算方法	(157)
三、短管、管嘴和孔板的临界流动计算	(170)
四、讨论	(171)
第四节 两相流动的压力脉冲传播和声速	(172)
一、基本方程式	(172)
二、双组分均相模型	(174)
三、单组分均相模型	(174)
四、动量传递效应	(176)
五、声波传播	(177)
六、影响压力脉冲传播的因素	(177)
第五节 两相临界流动准则	(178)
一、单相临界流动准则	(178)
二、两相临界流动数学模型	(179)
三、两相临界流动准则讨论	(180)
思考题	(181)
习 题	(181)
参考文献	(181)
第七章 两相流动不稳定性	(183)

第一节 概述	(183)
第二节 两相流动不稳定性分类	(184)
一、各种不稳定性机理	(184)
二、流动不稳定性分类	(188)
第三节 流动不稳定性分析方法	(189)
一、线性系统动态方程稳定特性	(190)
二、小扰动原理-线性传递函数	(191)
三、动量积分原理	(192)
四、推荐的分析方法	(193)
第四节 典型不稳定性分析	(194)
一、Ledinegg 不稳定性	(194)
二、密度波不稳定性	(197)
三、压降振荡	(200)
四、并行流道不稳定性	(203)
五、自然循环不稳定性	(205)
思考题	(207)
参考文献	(207)
第八章 沸腾传热基本原理	(208)
第一节 气液两相平衡	(208)
一、与液体相变有关的基本参数	(208)
二、气-液两相平衡条件	(209)
三、亚稳态平衡和不稳定平衡态	(211)
第二节 核化机理和蒸气形成	(212)
一、形成气核所需的过热度	(212)
二、均匀核化	(212)
三、非均匀核化	(214)
四、流动沸腾下的成核准则——沸腾起始点确定	(217)
第三节 气核沸腾气泡生长循环——气泡动力学	(221)
一、典型气泡生长循环	(221)
二、等待周期	(221)
三、气泡长大过程	(223)
四、均匀介质内的气泡增长	(224)
五、非均匀温度场内的气泡增长	(228)
六、气泡脱离加热面时的直径	(230)
七、气泡生成频率	(231)
第四节 气液交界面不稳定性	(232)
一、Helmholtz 不稳定性	(232)
二、Taylor 不稳定性	(234)
第五节 沸腾传热无因次组合量	(236)

一、池内沸腾无因次组合量函数关系	(236)
二、流动沸腾无因次组合量函数关系	(236)
三、沸腾传热的无因次组合量	(237)
思考题	(239)
习 题	(239)
参考文献	(240)
第九章 池内沸腾传热	(241)
第一节 池内沸腾概述	(241)
一、池内沸腾实验	(241)
二、影响池内沸腾的因素	(243)
第二节 泡核沸腾传热	(245)
一、泡核沸腾机理模型	(245)
二、泡核沸腾传热计算式	(247)
第三节 膜态沸腾传热	(254)
一、竖直表面	(255)
二、水平加热体	(256)
三、球体	(259)
四、影响膜态沸腾的因素	(259)
第四节 临界热流密度	(261)
一、经验关系式	(261)
二、气泡聚合模型	(262)
三、流体动力不稳定性模型	(263)
四、影响临界热流密度的因素	(264)
第五节 Leidenfrost 现象、最小膜态沸腾温度和过渡沸腾	(267)
一、Leidenfrost 现象	(267)
二、最小膜态沸腾温度	(268)
三、过渡沸腾	(269)
思考题	(270)
习 题	(270)
参考文献	(271)
第十章 流动沸腾传热	(273)
第一节 流动沸腾概述	(273)
一、管内流动传热	(273)
二、沸腾图	(275)
三、当地流动沸腾实验曲线	(277)
四、水平流道	(278)
第二节 欠热沸腾传热	(278)
一、各特征点计算	(278)
二、高欠热沸腾传热分析	(282)

三、低欠热沸腾传热分析	(284)
四、欠热沸腾参数影响	(284)
第三节 饱和沸腾传热	(285)
一、饱和泡核沸腾传热	(285)
二、泡核沸腾抑制	(285)
三、强制对流蒸发区传热	(286)
四、饱和沸腾经验关系式	(286)
第四节 临界热流密度	(300)
一、垂直向上流动下的临界热流现象	(301)
二、垂直圆管通道临界热流参数效应	(303)
三、非垂直流道内的临界热流现象	(305)
四、外掠管路和多流道棒束的临界热流现象	(306)
五、临界热流密度关系式	(307)
第五节 临界热流后传热区	(313)
一、过渡沸腾	(314)
二、膜态沸腾	(315)
思考题	(319)
习题	(319)
参考文献	(320)
第十一章 凝结	(322)
第一节 概述	(322)
一、凝结类型	(322)
二、凝结过程——液相形成	(323)
第二节 膜状凝结	(327)
一、Nusselt 凝结理论	(327)
二、Nusselt 理论之修正及拓展	(330)
三、紊流膜状凝结	(334)
四、具有蒸气剪切作用的凝结	(336)
五、实用方程	(342)
第三节 水平管内膜状凝结	(343)
一、水平管内蒸气凝结过程与流型	(343)
二、层状流传热计算	(344)
三、间歇流传热计算	(345)
四、环状流传热计算	(346)
五、实用计算法	(346)
第四节 珠状凝结	(348)
一、珠状凝结机理	(348)
二、珠状凝结传热计算	(349)
三、讨论	(350)

第五节 直接接触凝结	(350)
一、液池冷凝蒸气射流	(350)
二、液体射流表面冷凝蒸气	(351)
三、喷雾凝结	(351)
第六节 凝结换热强化	(352)
一、凝结换热强化原理	(352)
二、管外凝结换热强化	(353)
三、改善管内凝结换热的方法	(355)
第七节 凝结换热设备	(355)
一、凝结换热设备类型	(355)
二、管内凝结时的压力变化	(356)
三、典型冷凝器的热力计算	(357)
四、冷凝器管集压降	(359)
习 题	(360)
参考文献	(360)
第十二章 两相流动主要参数的测量原理和方法	(363)
第一节 概述	(363)
一、气液两相流参数测量的困难	(363)
二、两相流测量技术分类	(364)
三、测量参数分级	(364)
第二节 压降测量	(364)
第三节 空泡份额的测量	(365)
一、射线强度衰减法	(366)
二、阻抗法	(370)
三、快速关闭阀门法	(371)
四、测量当地空泡份额的方法	(372)
第四节 两相流流量和含气率的测量	(376)
一、孔板流量计	(377)
二、涡轮流量计	(379)
三、阻力盘或阻力网	(380)
四、复合或多重传感器的组合测量装置	(381)
五、示踪技术	(382)
六、真实质量流量计	(384)
第五节 临界热流密度发生的判别	(384)
一、电桥法	(384)
二、热电偶法	(385)
三、红外线技术	(386)
第六节 流型的测定	(386)
参考文献	(388)

绪 论

沸腾传热和气液两相流是由本质上十分复杂的沸腾和两相流动两种物理现象耦合在一起的一种热流体流动过程，系传热学和流体力学学科交叉的分支，属于两相热流体动力理论范畴，在核能、火箭、航天、材料等技术领域和能源、动力、石油、化工、冶金、制冷、食品、造纸等工业中得到广泛应用。

沸腾传热一词既可表示一种传热方式，也是传热学学科的一个分支。沸腾是通过液气相变将工质由液态转换到气态的一种剧烈气化过程，也是伴随大量气泡的形成、成长和运动的热量传递过程。它可以发生在多种化学成分的液体介质中，也可以在单一成分介质的液体中发生，本书主要讨论单一成分的沸腾传热过程。沸腾传热特性随发生的条件不同而不同，它与加热面的构型、传热方向和途径、系统压力、温度及其分布、壁面及沸腾介质的物理性质、流动条件等多种因素有关。在实际的沸腾过程中，由单个气泡的形成、长大、脱离和运动等微观现象发展成气泡群体宏观运动的沸腾传热过程。单个气泡的产生、长大、脱离过程机理复杂，并带有多多样性和随机性，为气泡群体运动提供了较为简单的统计平均特性。但在运动过程中，相互干扰和影响，增添了复杂性，加热和流体流动又可能使过程带有热力不平衡特性。

两相流是流体力学学科的一个分支，它可以由气液固三相中的任意两相组合在一起，也可以由彼此不相混合的两种液体构成。按系统是否加热，可以分为绝热两相流动和加热两相流动，按组成的化学成分，可以分为双组分两相流动和单组分两相流动。本书主要讨论加热的单组分气液两相流动。

气体和液体都是流体，它们单独运动时的规律基本相同。但是，它们绝热共存时的流动规律与单独流动时有许多不同之处。由于相的存在以及相间相对分布状况不同，除介质与流道壁面之间存在作用力外，两相界面之间也存在着作用力，有可能发生机械不平衡现象，使动量方程复杂化。在连续流动情况下，从动量定理出发，流体所受作用力处于平衡状态，整个两相流体仅与外界物体和进出口界面发生力的相互作用。两相之间的作用为内力，大小相等，方向相反，可以发生动量交换，但对体系的动量方程没有贡献。另一方面，从能量平衡观点出发，除流体与外界之间存在能量交换之外，两相界面之间也存在着能量交换，而且这种交换必然伴随着机械能损失，使能量方程复杂化。这是气液两相流动有别于单相流动的流动特点。其次，相分布的多变性（相密集、弥散、分层等等）影响两相间的力学关系，因而也会影响两相流动的传热特性。对于加热沸腾的两相流动，相变造成质传递和含气率变化，不仅沿流道运动相分布（形状和数量）不断发生变化，导致流动计算复杂化，而且也因传质伴随动量传递和能量传递，使连续、动量和能量方程更加复杂。此外，相交界面上还可能直接发生热量交换。这些因素都有可能进一步影响体系的状态平衡特性。因而加热或凝结的单组分气液两相流动是最为复杂的一种两相流动现象。

人类很早就开始观察和利用沸腾和两相流动现象，从18世纪开始对其本质和性能进行探索，但总的说来，是零星的探索性试验活动。直到蒸汽动力工业发展和广为应用后，人们迫切希望揭示沸腾和气液两相流动的本质与规律。根据文献记载，自20世纪20年代起才真