



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13·5” GUIHUA JIAOCAI

能源与动力工程实验

主编 仝永娟



冶金工业出版社
www.cnmip.com.cn



普通高等教育“十三五”规划教材

能源与动力工程实验

主 编 全永娟
副主编 贺 铸 李宝宽



北京

冶金工业出版社

2016

内 容 提 要

本书主要介绍了能源与动力工程专业的有关实验,全书分2篇,共7章。第1篇为基础实验,包括工程热力学实验、流体力学实验、传热学实验、燃料与燃烧实验和制冷原理实验;第2篇为综合实验,包括热工综合实验和流体综合实验。

本书为高等学校能源与动力工程专业及相关专业的本科生实验教材,也可供高校科研人员及企业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

能源与动力工程实验/全永娟主编. —北京:冶金工业出版社, 2016.7

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7266-5

I. ①能… II. ①全… III. ①能源—实验—高等学校—教材
②动力工程—实验—高等学校—教材 IV. ①TK-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第158541号

出版人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcbcs@cnmp.com.cn

责任编辑 杨 敏 美术编辑 吕欣童 版式设计 彭子赫

责任校对 王永欣 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7266-5

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2016年7月第1版,2016年7月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;10.75印张;257千字;158页

30.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

“能源与动力工程实验”是能源与动力工程专业的一门必修课，是培养学生实验和工程实践能力的基础，在专业教学过程中占有重要地位。目前，国内能源与动力工程专业的实验教材比较单一分散，如流体力学实验、传热学实验等，没有全面综合的实验教材。本书涵盖了“传热学”“流体力学”“工程热力学”“燃料与燃烧”“制冷原理与装置”等专业基础课程及“锅炉原理”“火焰炉”等专业课程的实验内容，同时增加了编者科研团队的科研成果。

本书是在武汉科技大学《能源与动力工程实验》讲义的基础上编写而成的，讲义在学校能源与动力工程专业及相关专业已试用6年，使用效果良好。本教材按照简明、易读和突出实用性的原则，归纳总结了能源与动力工程专业实验课程的内容，编写过程中注重基本概念、基本理论的描述，始终贯彻理论联系实际、学以致用原则，注重实践创新，结合开放实验的特点，力求教材内容符合学生的认知规律，便于学生独立操作，掌握实验技能。

本书由武汉科技大学材料与冶金学院钢铁冶金及资源利用省部共建教育部重点实验室全永娟老师担任主编，武汉科技大学贺铸老师及东北大学李宝宽老师担任副主编。参加本教材编写的人员有：武汉科技大学谢梦茜、高标、李明杰、陈元元、游永华、戴方钦、易正明、姜志伟老师，祁霞、万子威、王鑫同学；东北大学周清、刘中秋、孙文强、叶竹老师；沈阳建筑大学李星老师；沈阳铝镁设计研究院有限公司李鹏工程师。

在编写过程中，参考了相关教材、专著、学位论文、学术论文及实验设备制造商的使用说明书，并得到了武汉科技大学材料与冶金学院领导，钢铁冶金及资源利用省部共建教育部重点实验室、省部共建耐火材料与冶金国家重点实验室及能源与动力工程系各位老师的大力支持与帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2016年3月

冶金工业出版社部分图书推荐

书 名	作 者	定价(元)
中国钢铁工业节能减排技术与设备概览	本书编委会	220.00
大型循环流化床锅炉及其化石燃料燃烧	刘柏谦	29.00
柴油机燃用甲醇柴油混合燃料燃烧与排放性能研究	周庆辉	35.00
连铸及连轧工艺过程中的传热分析	孙蓟泉	36.00
冶金工业节能减排技术	张 琦	69.00
钢铁工业用节能降耗耐火材料	李庭寿	15.00
电炉炼钢除尘与节能技术问答	沈 仁	29.00
铝电解槽非稳态非均一信息模型及节能技术	李贺松	26.00
钢铁冶金的环保与节能(第2版)	李光强	56.00
冶金工业节能与余热利用技术指南	王绍文	58.00
节能减排社会经济制度研究	李艳丽	28.00
钢铁企业能源规划与节能技术	张战波	65.00
热能转换与利用(第2版)	汤学忠	32.00
炼铁节能与工艺计算	张玉柱	19.00
烧结生产节能减排	肖 扬	70.00
节能监测技术(本科教材)	夏家群	30.00
燃料及燃烧(本科教材)	韩昭沧	29.50
能源与环境(国规教材)	冯俊小	35.00
燃烧与爆炸学(第2版)(本科教材)	张英华	32.00
热能与动力工程基础(本科教材)	王承阳	29.00
加热炉(第4版)(本科教材)	王 华	45.00
冶金热工基础(本科教材)	朱光俊	36.00
热工实验原理和技术(本科教材)	邢桂菊	25.00
材料热工基础(本科教材)	张美杰	40.00
热工基础与工业窑炉(本科教材)	徐利华	26.00
供热工程(本科教材)	贺连娟	39.00
传热学(本科教材)	任世铮	20.00
工程流体力学(第4版)(国规教材)	谢振华	36.00
材料成型过程传热原理与设备(本科教材)	井玉安	22.00
冶金炉热工基础(高职高专教材)	杜效侠	37.00
流体流动与传热(高职高专教材)	刘敏丽	30.00

目 录

第 1 篇 基础实验

1 工程热力学实验	1
1.1 干气体比定压热容测定实验	1
1.1.1 实验目的	1
1.1.2 实验原理	1
1.1.3 实验装置	3
1.1.4 实验方法与步骤	3
1.1.5 实验数据及处理	4
1.1.6 注意事项	5
1.2 饱和蒸汽压力和温度关系实验	5
1.2.1 实验目的	5
1.2.2 实验原理	5
1.2.3 实验装置	5
1.2.4 实验方法与步骤	6
1.2.5 实验数据及处理	6
1.2.6 注意事项	7
1.3 二氧化碳 p - v - T 关系测定	7
1.3.1 实验目的	7
1.3.2 实验原理	7
1.3.3 实验装置	8
1.3.4 实验方法与步骤	10
1.3.5 实验数据及处理	11
1.3.6 注意事项	13
1.4 喷管特性实验	13
1.4.1 实验目的	13
1.4.2 实验原理	13
1.4.3 实验装置	15
1.4.4 实验方法与步骤	16
1.4.5 实验数据及处理	18
1.4.6 注意事项	19

2	流体力学实验	20
2.1	流谱流线演示实验	20
2.1.1	实验目的	20
2.1.2	实验原理	20
2.1.3	实验装置	20
2.1.4	实验方法与步骤	21
2.1.5	实验结果	21
2.1.6	实验分析与讨论	22
2.1.7	注意事项	22
2.2	不可压缩流体恒定流能量方程(伯努利方程)实验	23
2.2.1	实验目的	23
2.2.2	实验原理	23
2.2.3	实验装置	23
2.2.4	实验方法与步骤	24
2.2.5	实验数据及处理	25
2.2.6	实验分析与讨论	26
2.3	毕托管测量水流速度	26
2.3.1	实验目的	26
2.3.2	实验原理	27
2.3.3	实验装置	28
2.3.4	实验方法与步骤	29
2.3.5	实验数据及处理	29
2.4	毕托管测量管道内气流速度	30
2.4.1	实验目的	30
2.4.2	实验原理	30
2.4.3	实验装置	31
2.4.4	实验方法与步骤	31
2.4.5	实验数据及处理	31
2.5	不可压缩流体恒定流动量定律实验	32
2.5.1	实验目的	32
2.5.2	实验原理	32
2.5.3	实验装置	33
2.5.4	实验方法与步骤	34
2.5.5	实验数据及处理	34
2.5.6	实验分析与讨论	35
2.6	雷诺实验	35
2.6.1	实验目的	35
2.6.2	实验原理	35

2.6.3	实验装置	35
2.6.4	实验方法与步骤	36
2.6.5	实验数据及处理	37
2.6.6	实验分析与讨论	37
2.7	局部水头损失实验	37
2.7.1	实验目的	37
2.7.2	实验原理	37
2.7.3	实验装置	39
2.7.4	实验方法与步骤	39
2.7.5	实验数据及处理	40
2.7.6	实验分析与讨论	40
3	传热学实验	41
3.1	稳态平板法测定绝热材料导热系数	41
3.1.1	实验目的	41
3.1.2	实验原理	41
3.1.3	实验装置	41
3.1.4	实验方法与步骤	42
3.1.5	实验数据及处理	43
3.1.6	实验分析	44
3.2	非稳态(准稳态)法测材料的导热性能	44
3.2.1	实验目的	44
3.2.2	实验原理	44
3.2.3	实验装置	46
3.2.4	实验方法与步骤	47
3.2.5	实验数据及处理	47
3.3	伸展体的导热特性实验	48
3.3.1	实验目的	48
3.3.2	实验原理	48
3.3.3	实验装置	50
3.3.4	实验方法与步骤	51
3.3.5	实验数据与处理	51
3.3.6	实验分析与讨论	52
3.3.7	注意事项	52
3.4	空气横掠管束时的强迫对流换热实验	52
3.4.1	实验目的	52
3.4.2	实验原理	52
3.4.3	实验装置	54
3.4.4	实验方法与步骤	54

3.4.5	实验数据及处理	56
3.4.6	注意事项	56
3.5	中温法向辐射时物体黑度的测定	57
3.5.1	实验目的	57
3.5.2	实验原理	57
3.5.3	实验装置	58
3.5.4	实验方法与步骤	58
3.5.5	实验数据及处理	59
3.5.6	注意事项	59
4	燃料与燃烧实验	60
4.1	煤的工业分析	60
4.1.1	实验目的	60
4.1.2	实验原理	60
4.1.3	实验装置	61
4.1.4	实验方法与步骤	61
4.1.5	实验数据及处理	63
4.2	气体燃料发热量的测定	64
4.2.1	实验目的	64
4.2.2	实验原理	65
4.2.3	实验装置	66
4.2.4	实验方法与步骤	67
4.2.5	实验数据及处理	68
4.2.6	注意事项	68
4.3	氧弹法测定燃料的热值	68
4.3.1	实验目的	68
4.3.2	实验原理	69
4.3.3	实验装置	70
4.3.4	实验方法与步骤	71
4.3.5	实验数据及处理	72
4.3.6	注意事项	73
4.4	燃料油黏度的测定	73
4.4.1	实验目的	73
4.4.2	实验原理	73
4.4.3	实验装置	73
4.4.4	实验方法与步骤	73
4.4.5	实验数据及处理	74
4.4.6	实验分析与讨论	75
4.5	燃料油闪火点及燃烧点的测定	75

4.5.1	实验目的	75
4.5.2	实验原理	75
4.5.3	实验装置	76
4.5.4	实验方法与步骤	76
4.5.5	实验数据及处理	76
4.5.6	实验分析与讨论	77
4.5.7	注意事项	77
4.6	可见火焰传播速度实验	77
4.6.1	实验目的	77
4.6.2	实验原理	78
4.6.3	实验装置	78
4.6.4	实验方法与步骤	79
4.6.5	实验数据及处理	79
4.6.6	实验分析与讨论	80
4.7	烟气成分分析	80
4.7.1	实验目的	80
4.7.2	实验原理与装置	80
4.7.3	药品的配制	81
4.7.4	实验方法与步骤	81
4.7.5	实验数据及处理	82
4.7.6	实验分析与讨论	83
4.7.7	注意事项	83
4.8	煤中全硫的测定	83
4.8.1	实验目的	83
4.8.2	实验原理	83
4.8.3	实验装置	84
4.8.4	实验方法与步骤	84
4.8.5	实验数据及处理	85
5	制冷原理实验	86
5.1	制冷(热泵)循环演示实验	86
5.1.1	实验目的	86
5.1.2	实验原理	86
5.1.3	实验装置	88
5.1.4	实验方法与步骤	88
5.1.5	实验数据及处理	88
5.1.6	实验分析与讨论	89
5.2	制冷压缩机性能测试实验	89
5.2.1	实验目的	89

5.2.2	实验原理	89
5.2.3	实验装置	91
5.2.4	实验方法与步骤	92
5.2.5	实验数据及处理	93
5.2.6	实验分析与讨论	94
5.2.7	注意事项	94
第 2 篇 综合实验		
6	热工综合实验	95
6.1	工业锅炉多管水循环实验	95
6.1.1	实验目的	95
6.1.2	实验原理	95
6.1.3	实验装置	96
6.1.4	实验方法与步骤	97
6.1.5	实验数据及处理	97
6.2	锅炉热工性能综合实验	97
6.2.1	实验目的	98
6.2.2	实验原理	98
6.2.3	实验装置	102
6.2.4	实验方法与步骤	104
6.2.5	实验数据及处理	104
6.2.6	注意事项	107
6.3	换热器综合实验	107
6.3.1	实验目的	107
6.3.2	实验原理	107
6.3.3	实验装置	109
6.3.4	实验方法与步骤	110
6.3.5	实验数据及处理	110
6.3.6	实验分析与讨论	111
6.3.7	注意事项	111
6.4	工业炉热工特性及换热器性能综合实验	111
6.4.1	实验目的	111
6.4.2	实验原理	112
6.4.3	实验装置	114
6.4.4	实验方法与步骤	115
6.4.5	实验数据及处理	116
6.4.6	实验分析与讨论	117

6.5 多孔介质燃烧实验	117
6.5.1 实验目的	118
6.5.2 实验原理	118
6.5.3 实验装置	119
6.5.4 实验方法与步骤	120
6.5.5 实验数据及处理	120
6.5.6 实验分析与讨论	120
6.5.7 注意事项	120
6.6 干燥特性实验	121
6.6.1 实验目的	121
6.6.2 实验原理	121
6.6.3 实验装置	123
6.6.4 实验方法与步骤	123
6.6.5 实验数据及处理	124
6.6.6 实验分析与讨论	124
6.6.7 注意事项	125
7 流体综合实验	126
7.1 风机性能测试实验	126
7.1.1 实验目的	126
7.1.2 实验原理	126
7.1.3 实验装置	128
7.1.4 实验方法与步骤	128
7.1.5 实验数据及处理	128
7.1.6 实验分析与讨论	130
7.2 泵特性曲线实验	130
7.2.1 实验目的	130
7.2.2 实验原理	130
7.2.3 实验装置	131
7.2.4 实验方法与步骤	131
7.2.5 实验数据及处理	132
7.2.6 实验分析与讨论	132
7.3 双泵串并联实验	133
7.3.1 实验目的	133
7.3.2 实验原理	133
7.3.3 实验装置	133
7.3.4 实验方法与步骤	134
7.3.5 实验数据及处理	135
7.3.6 实验分析与讨论	136

7.4 流量检测与控制实验	136
7.4.1 实验目的	136
7.4.2 实验原理	136
7.4.3 实验装置	138
7.4.4 实验方法与步骤	139
7.4.5 实验数据及处理	139
7.4.6 实验分析与讨论	140
7.4.7 注意事项	140
7.5 空化机理实验	140
7.5.1 实验目的	140
7.5.2 实验原理	140
7.5.3 实验装置	141
7.5.4 实验方法与步骤	141
7.5.5 注意事项	142
7.6 气液两相流可视化水模型实验	142
7.6.1 实验目的	142
7.6.2 实验原理	142
7.6.3 实验装置	144
7.6.4 实验方法与步骤	144
7.6.5 实验数据及处理	144
7.7 转炉水力学模型实验	146
7.7.1 实验目的	146
7.7.2 实验原理	146
7.7.3 实验装置	147
7.7.4 实验方法	148
7.7.5 实验数据及处理	148
7.8 蓄热小球的阻力特性实验	149
7.8.1 实验目的	149
7.8.2 实验原理	149
7.8.3 实验装置	150
7.8.4 实验方法与步骤	150
7.8.5 实验数据及处理	151
7.8.6 实验分析与讨论	152
附录	153
参考文献	157

基础实验

1

工程热力学实验

1.1 干气体比定压热容测定实验

干气体比定压热容的测定是工程热力学的基本实验之一，实验中涉及温度、压力、热量（电功）、流量等基本量的测量，计算中用到比热容及混合气体（混空气）方面的知识。

1.1.1 实验目的

- (1) 了解实验装置的基本原理和结构。
- (2) 熟悉温度、压力、热量、流量等物理量的测量方法。
- (3) 掌握测定气体比定压热容的方法。
- (4) 分析产生误差的原因及减小误差的途径。

1.1.2 实验原理

本实验测定的是干空气的比定压热容 c_p ，而不是定压容积热容 c'_p 。

c_p : $p = \text{const}$ 时，1kg 气体温度升高 1K 时所吸收的热量，kJ/(kg·K)；

c'_p : $p = \text{const}$ 时，1m³ 气体（在标准状态下）温度升高 1K 时所吸收的热量，kJ/(m³·K)。

根据定义，对于 1kg 工质

$$c_p = \frac{q}{\Delta t} \quad (1-1)$$

对于 m kg 工质

$$c_p = \frac{Q}{m\Delta t} \quad (1-2)$$

上述为干空气的比定压热容 c_p ，“干”用下标“g”表示，即

$$c_p = \frac{Q_g}{m_g \Delta t} \quad (1-3)$$

式中 Q ——气体的吸热量, kJ/s;
 m ——气体的质量流量, kg/s;
 Q_g ——干空气的吸热量, kJ/s;
 m_g ——干空气的质量流量, kg/s;
 Δt ——气体的温升, $^{\circ}\text{C}$ 。

各参数值的测定如下:

(1) Δt 测定: 将一定流量的气体通入比热仪, 在比热仪中对气体进行加热后, 气体流出。这样, 气体进入比热仪与流出比热仪就存在温度差 Δt , 通过在比热仪进口设置温度计 t_1 和在出口设置温度计 t_2 , 即可求出 $\Delta t = t_2 - t_1$ 。

(2) m_g 的测定: 由于干空气的质量不好测定, 我们可以测定干空气的质量流量 m_g , 干空气符合理想气体定律

$$m_g = \frac{p_g V}{R_g T_0} \quad (1-4)$$

式中 R_g ——干空气的气体常数, $R_g = 287 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;

T_0 ——干空气热力学温度, $T_0 = (t_0 + 273.15) \text{ K}$;

V ——干空气流过时所拥有的体积, m^3/s ;

p_g ——空气中干空气的分压力, 根据道尔顿分压定律计算, Pa。

$$p_g = pr_g \quad (1-5)$$

$$p = B + p_b \quad (1-6)$$

$$p_b = 9.8 \Delta h \quad (1-7)$$

式中 p ——空气绝对压力, $p = B + p_b$;

B ——大气压, 可用大气压力计测出;

p_b ——U形管比压计测出的压力, U形管比压计中介质为水;

Δh ——U形管比压计两管液面高度差, mmH_2O ;

r_g ——干空气的体积分数。

把空气分成两个部分, 一部分是水蒸气, 除水蒸气以外就是干空气, 那么 $r_g = 1 - r_w$ 。水蒸气的体积分数 r_w 为

$$r_w = \frac{d/622}{1 + d/622} \quad (1-8)$$

式中 d ——含湿量, 单位 $\text{g}/\text{kg}(\text{a})$, 可以通过查湿空气焓湿图求得, 只要在焓湿图上确定入口空气的干球温度 t_1 和湿球温度 t_w , 即可求出 d 。

显然, 空气流过时, 干空气、水蒸气同时占有整个空间, 在空间中均匀分布, 即流过时的体积 V 既是干空气的体积量, 又是水蒸气的体积量。我们用湿式流量计进行测定

$$V = \frac{10}{\tau} \times 10^{-3} \quad (1-9)$$

式中 10——指流量计指针转 5 圈的体积量, L;

τ ——流量计转 5 圈所用的时间, s。

(3) Q_g 的测定: 实验中采用电加热方式, 设对空气的加热功率为 W , 则

$$Q = W \times 10^{-3} \quad (1-10)$$

实验中,电加热的是空气,既有干空气,又有水蒸气,因而

$$Q_g = Q - Q_w \quad (1-11)$$

$$Q_w = m_w [1.833(t_2 - t_1) + 0.00015555(t_2^2 - t_1^2)] \quad (1-12)$$

$$m_w = \frac{p_w V}{R_w T_0} \quad (1-13)$$

式中 Q_w ——水蒸气的吸热量, kJ/s;

m_w ——水蒸气的质量流量, kg/s;

R_w ——水蒸气的气体常数, $R_w = 471.5 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;

p_w ——空气中水蒸气的分压力,根据道尔顿分压定律计算, Pa。

$$p_w = pr_w \quad (1-14)$$

1.1.3 实验装置

实验装置由风机、湿式流量计、比热仪主体、电功率调节及测量系统等四部分组成,如图 1-1 所示。

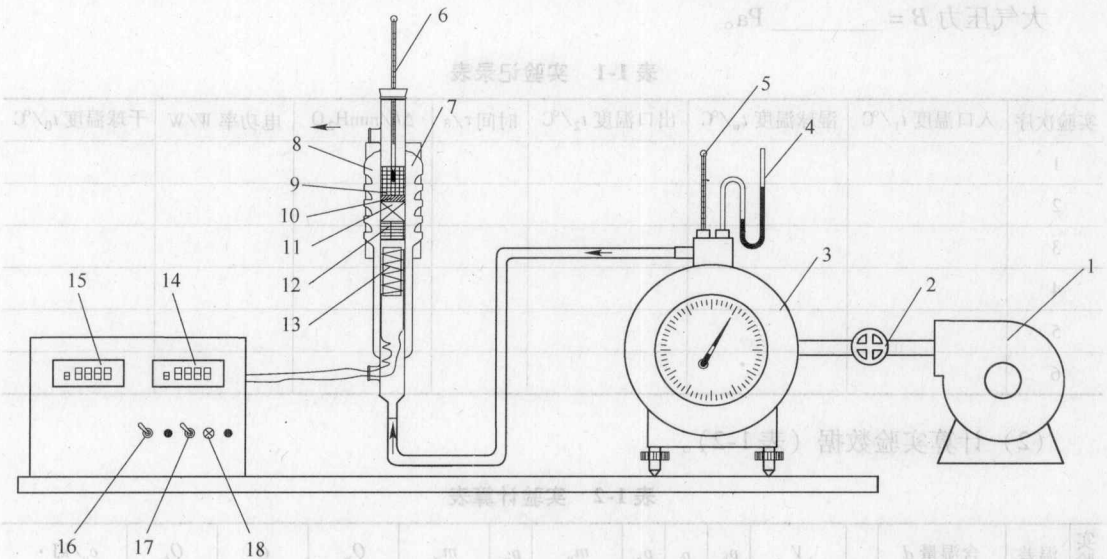


图 1-1 气体定压比热测定装置

1—风机; 2—调节阀; 3—湿式流量计; 4—U形管比压计; 5, 6—温度计; 7—比热仪本体;

8—多层杜瓦瓶; 9—混流网; 10—旋流片; 11—绝缘垫; 12—均流网; 13—电热器; 14—电功率表;

15—测温表; 16—风机开关; 17—加热开关; 18—加热电功率调节器

比热仪本体是由多层杜瓦瓶包裹,内部布置有加热线圈,在出口处设置有均流网、旋流片、混流网,是为了使出口温度计测定的温度为最高的平均温度;同时设置绝缘垫,是为了避免温度计直接接触电加热丝,影响温度测定。

1.1.4 实验方法与步骤

(1) 接通电源,开动风机。空气被鼓风机鼓出,经流量调节阀进入湿式流量计,然后再由湿式流量计进入比热仪本体。调节流量调节阀,使得在比热仪本体出口有空气流出。

(2) 接通电加热系统, 调节电功率调节器, 使初始加热电功率在 20W 左右, 对比热仪本体中流过的空气进行加热。等待出口温度计温度稳定, 读出湿式流量计转 5 圈所用时间 τ , 读出 U 形管比压计液面高度差 Δh , 读出空气入口干球温度 t_1 、湿球温度 t_w 、出口温度 t_2 、电功率 W 、大气压力 B 、流量计出口干球温度 t_0 。

(3) 调节电功率调节器, 使得电功率升高 3W 左右, 等待出口温度计稳定, 重复 (2) 中读数过程。

(4) 通过调节电功率调节器, 使得每次电压升高 3W 左右, 可以依次获得 4~6 组实验数据, 记录在数据表中。

(5) 实验数据记录完后, 电功率调节器归零, 关闭电源, 再关闭风机电源, 实验结束。

1.1.5 实验数据及处理

(1) 记录实验数据 (表 1-1)。

实验装置名称: _____; 实验台号: _____;

大气压力 $B =$ _____ Pa。

表 1-1 实验记录表

实验次序	入口温度 $t_1/^\circ\text{C}$	湿球温度 $t_w/^\circ\text{C}$	出口温度 $t_2/^\circ\text{C}$	时间 τ/s	$\Delta h/\text{mmH}_2\text{O}$	电功率 W/W	干球温度 $t_0/^\circ\text{C}$
1							
2							
3							
4							
5							
6							

(2) 计算实验数据 (表 1-2)。

表 1-2 实验计算表

实验次序	温差 $\Delta t/^\circ\text{C}$	含湿量 $d/\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}(\text{a})$	r_w	$V/\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	p_b/Pa	p/Pa	p_g/Pa	$m_g/\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$	p_w/Pa	$m_w/\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_w/\text{kJ} \cdot \text{s}^{-1}$	$Q/\text{kJ} \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_g/\text{kJ} \cdot \text{s}^{-1}$	$c_p/\text{kJ} \cdot (\text{kg} \cdot \text{K})^{-1}$
1														
2														
3														
4														
5														
6														

(3) 分析比定压热容随温度的变化关系。

假定在 0~300 $^\circ\text{C}$ 之间空气的真实比定压热容与温度之间近似地有线性关系, 则 $t_1 \sim t_2$ 的平均比定压热容为: