

孙一坚 主编

# 简明通风设计手册



JIANMINGTONGFENG  
SHEJISHOUCE

● 中国建筑工业出版社

# 简明通风设计手册

孙一坚 主编

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

简明通风设计手册/孙一坚主编. -北京: 中国建筑工业出版社, 1997

ISBN 7-112-03103-6

I. 简… II. 孙… III. 建筑-通风-建筑设计-手册 IV. TU834.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 24473 号

简明通风设计手册的主要内容包括全面通风、自然通风与降温、空气幕、局部排风、通风管道系统设计、通风机、除尘、气力输送、有害气体净化处理、典型公共建筑通风设计、高层民用建筑的防火排烟、通风除尘系统测试与维护管理等方面, 集工业与民用建筑通风设计于一体。本手册简明、实用, 内容新颖、表述简练, 查阅方便, 是一本内容全面、实用的工具书可供在工矿企业、设计科研单位、学校及管理部门从事暖通、劳动保护和环境保护工作的科技人员和管理干部阅读参考。

## 简明通风设计手册

孙一坚 主编

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京建筑工业印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 45 字数: 1152 千字

1997 年 6 月第一版 2000 年 12 月第三次印刷

印数: 6,501—8,000 册 定价: 62.00 元

ISBN 7-112-03103-6

TU·2390(8237)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

## 前 言

随着我国经济建设的发展和人民生活水平的提高，各类工业与民用建筑大量建造。为改善生产和生活环境，对室内、外的空气品质提出了更高的要求。为了适应当前社会发展的需要，在中国建筑工业出版社的组织下，我们编写了这本集工业与民用建筑通风于一体的简明通风设计手册。

本手册在编写过程中，力求简明、实用，满足工程实际的需要，同时尽量做到理论与实际并重，反映当前国内、外在通风领域的新发展、新技术和新动向。

参加本手册编写的人员有湖南大学：孙一坚、杨昌智、刘建仁、魏先勋，北京市建筑设计院：郭慧琴、鲍桂良，北京有色冶金设计研究院：张克崧、谭达，建设部设计院李娥飞，中国预防医学科学院卫生工程研究所邵强，机械部第六设计院张家平，武汉安全环保研究院：严兴忠、陈隆枢，上海机电设计院陆哲明，同济大学李强民，中国航空工业第三设计研究院黄卡。具体分工如下：

主 编：孙一坚

孙一坚：第二章，第五章一、二 节

张家平：第一章、第四节、第五章第三节、第十四章

张克崧：第三章

李强民：第四章

杨昌智：第六章

刘建仁：第七章

魏先勋：第八章一、二、三、四节

陈隆枢：第八章五、六节

严兴忠：第八章第七节

黄 卡：第一章一、二、三节、第八章第八节

谭 达：第九章，第六章第五节

陆哲明：第十章

李娥飞：第十一章一、二节

鲍桂良：第十一章第三节

郭慧琴：第十二章

邵 强：第十三章

本手册在编写过程中，得到了许多同行的鼓励和帮助，同时也应用和参考了他们的著作、资料和研究成果，在此致以最诚挚的谢意。

由于本手册编写人员多，成书周期短，在表达方式、风格格调、取材范围等方面都还存在不尽人意之处。同时由于时间和水平的限制，谬误之处，诚恳欢迎广大读者予以批评、指正。

# 目 录

第一章 常用的基本数据 .....	1	三、避风天窗与风帽 .....	70
第一节 计量单位 .....	1	第二节 工业建筑高温热源的隔热措施 .....	75
第二节 物理数据 .....	3	一、隔热标准 .....	75
第三节 室外气象参数 .....	11	二、隔热措施 .....	76
第四节 与通风设计有关的标准 .....	16	第三节 局部送风 .....	84
一、大气质量与污染物排放标准 .....	16	一、风(吊)扇或不喷雾的移动式轴流 通风机 .....	85
二、通风设计有关标准和规定 .....	16	二、喷雾风扇 .....	85
三、通风除尘设备标准 .....	17	三、系统式局部送风 .....	87
四、部分标准摘录 .....	18	四、吊车司机室与工人休息室隔热降温 .....	90
第二章 全面通风 .....	30	第四章 空气幕 .....	95
第一节 全面通风设计 .....	30	第一节 空气幕形式 .....	95
一、全面通风方法 .....	30	一、空气幕送风方式 .....	95
二、全面通风设计 .....	31	二、空气幕的加热方式 .....	96
三、全面通风的气流组织 .....	32	三、空气幕分类 .....	96
第二节 全面通风量计算 .....	33	四、空气幕基本参数 .....	97
一、不稳定状态下全面通风量计算 .....	33	五、空气幕选用原则 .....	98
二、稳定状态下全面通风量计算 .....	34	第二节 空气幕计算方法 .....	98
三、典型房间的换气次数 .....	35	一、侧送式空气幕 .....	98
四、事故通风 .....	36	二、上送式空气幕 .....	105
第三节 风量平衡、热平衡计算 .....	37	第三节 空气幕设备 .....	108
一、风量平衡 .....	37	一、RM $\frac{I}{W}$ -B型热空气幕 .....	109
二、热平衡 .....	37	二、RM $\frac{I}{W}$ -S型热空气幕 .....	110
第四节 热、湿及有害物发生量计算 .....	37	三、DRM型电热空气幕 .....	113
一、散热量计算 .....	37	四、GRM型工业厂房热空气幕 .....	115
二、散湿量计算 .....	45	五、ZPPM型装配式工业厂房热空 气幕 .....	116
三、有害气体散发量计算 .....	47	六、RFM系列热空气幕 .....	117
第五节 热回收装置 .....	48	七、FM型空气幕 .....	120
一、转轮式换热器 .....	49	第五章 局部排风 .....	122
二、板翅式全热换热器 .....	51	第一节 局部排风罩的类型 .....	122
三、热管换热器 .....	52	一、局部排风罩的分类 .....	122
四、中间媒体式换热器 .....	53	二、局部排风罩的设计原则 .....	123
五、造纸厂应用热回收装置实例 .....	54	第二节 局部排风罩的设计计算 .....	124
第三章 自然通风与隔热降温 .....	56	一、密闭罩 .....	124
第一节 自然通风 .....	56	二、柜式排风罩(通风柜) .....	125
一、自然通风的设计原则 .....	56		
二、自然通风的计算 .....	59		

三、外部吸气罩	128	二、通风机的性能参数	288
四、槽边排风罩	133	三、通风机的命名	290
五、热源上部接受式排风罩	138	第二节 通风机的选择及其与风管系统的	
六、吹吸式排风罩	140	联接	293
七、设计实例及设计参数	148	一、选择通风机的注意事项	293
第三节 常见生产设备的局部排风装置	162	二、部分通风机的技术性能	294
一、冶炼行业	162	三、通风机与风管系统的联接	330
二、机械制造业	186	第三节 通风机的运行调节	331
三、物料破碎、筛分及输送设备	211	一、改变管网特性曲线的调节方法	331
四、水泥行业	221	二、改变通风机特性曲线的调节方法	331
第六章 通风管道系统设计	226	第四节 通风机的消声与减振	333
第一节 通风管道的材料与形式	226	一、通风机噪声的估算	333
一、常用材料	226	二、降低通风机噪声的途径	336
二、风管形状和规格	227	三、消声器	337
第二节 风管内的压力损失	237	四、通风机减振设计	345
一、摩擦压力损失	237	第八章 除尘	350
二、局部压力损失	240	第一节 粉尘的特性	350
第三节 通风管道系统的设计计算	253	一、密度	350
一、通风管道系统的设计计算步骤	253	二、粒径分布	351
二、通风除尘系统风管压力损失的		三、比表面积	354
估算	257	四、爆炸性	354
第四节 通风管道的布置和部件	257	五、含水率	354
一、系统的划分	257	六、润湿性	355
二、风管布置	258	七、粘附性	355
三、除尘器的布置	259	八、比电阻	355
四、风管部件	260	九、堆积角、滑动角	355
五、防爆与防腐	262	十、磨损性	355
第五节 高温烟气管道系统的设计	265	第二节 除尘器的选择	355
一、高温烟气管道系统的设计特点	265	一、除尘器的种类	355
二、高温烟气冷却方式的选择	267	二、除尘器的主要性能指标	356
三、间接冷却	270	三、除尘器的选择	358
四、直接冷却	275	第三节 惯性及旋风除尘器	360
第六节 均匀送风管道设计计算	279	一、惯性除尘器	360
一、均匀送风管道的设计原理	279	二、旋风除尘器	361
二、实现均匀送风的基本条件	281	第四节 湿式除尘器	369
三、侧孔送风时的通路(直通部分)局部		一、水浴除尘器	370
阻力系数和侧孔局部阻力系数		二、冲激式除尘器	370
(或流量系数)	282	三、立式旋风水膜除尘器	373
四 均匀送风管道的计算方法	282	四、SCX 型湿式旋风除尘器	376
第七章 通风机	285	五、卧式旋风水膜除尘器	376
第一节 通风机的分类、性能参数与		六、文丘里除尘器	377
命名	285	第五节 过滤式除尘器	380
一、通风机的分类	285	一、袋式除尘器	380

二、滤筒式除尘器	406	六、生物法	541
三、陶瓷质微孔管过滤式除尘器	408	第三节 净化处理系统和装置的安全技术措施	545
四、塑烧波纹板除尘器	408	一、净化处理系统的安全技术措施	545
五、滤料的预附层过滤技术	409	二、净化设备的安全技术措施	548
六、空气过滤器	409	第四节 有害气体的高空排放	557
七、颗粒层除尘器	415	一、高架点源地面浓度预测	557
第六节 小型除尘机组	417	二、扩散参数 $\sigma_y$ 、 $\sigma_z$ 的计算	558
一、小型除尘机组的构成	417	三、排气筒有效高度计算	559
二、类型	418	四、关于排气筒的一些规定	561
第七节 静电除尘器	419	第五节 工程实例	562
一、静电除尘器的工作原理及特点	419	一、硫氧化物净化	562
二、静电除尘器的类型	420	二、氮氧化物净化	564
三、烟尘性质对静电除尘性能的影响	421	三、碳氢化物净化	566
四、静电除尘器选型设计	426	四、其他有害气体净化	571
五、各类电除尘器本体及配套电源	435	第十一章 典型公共建筑的通风设计	577
第八节 粉尘的收集与处理	444	第一节 汽车停车场通风设计	577
一、粉尘的处理原则	444	一、设计原则	577
二、粉尘的收集与处理	446	二、排风量计算	577
三、泥浆处理	447	三、排风口与风机选型	578
第九章 气力输送	451	四、地下车库的防火排烟	578
第一节 概述	451	五、地下车库采暖	578
一、气力输送的原则	451	六、一种新的车库通风系统(诱导式通风系统)	578
二、气力输送的特点	451	第二节 大、中型厨房的通风设计	581
三、气力输送的分类	452	一、厨房通风概述	581
第二节 气力输送系统布置和设备结构	453	二、厨房设备及其散热量	581
一、气力输送系统布置	453	三、厨房通风量计算与估算	583
二、气力输送设备和管件	454	四、厨房排风罩	585
第三节 气力输送系统计算	462	五、厨房通风系统及设备选择	587
一、主要计算参数选择	462	六、防火、排烟	589
二、压力损失的计算	465	七、工程实例	589
三、计算程序	467	第三节 人防地下室通风设计	591
四、计算举例	468	一、概述	591
第十章 有害气体净化处理	472	二、防护通风设计	592
第一节 有害气体分类、起始浓度(或散发量)	472	三、柴油发电机房通风	601
一、有害气体分类	472	四、工程设计实例	603
二、起始浓度(或散发量)	474	第十二章 高层民用建筑的防火及排烟	607
第二节 有害气体的净化处理方法	483	第一节 概述	607
一、燃烧法	484	第二节 防火分区和防烟分区	607
二、活性炭吸附法	501	一、防火分区	607
三、液体吸收法	517	二、防烟分区	608
四、冷凝回收法	535		
五、电子束照射法	539		

第三节 防、排烟设计.....	608	二、管道内空气含尘浓度测定.....	645
一、自然排烟、自然进风.....	608	三、粉尘真密度测定.....	655
二、机械防烟.....	609	四、粉尘粒径的测定.....	655
三、机械排烟.....	612	五、粉尘比电阻的测定.....	659
四、通风、空气调节系统防火防爆设计 要点.....	614	六、除尘器性能的测定.....	660
五、机械防排烟及空调、通风系统防火 控制程序.....	616	第三节 有害气体测定.....	661
六、防火,防、排烟设备及部件.....	619	一、有害气体采样方法.....	661
第十三章 通风除尘系统的测试与 维护管理.....	636	二、采样装置.....	661
第一节 风压、风速、风量的测定.....	636	三、采样系统.....	664
一、测定位置和测定点.....	636	四、采样体积计算.....	666
二、风道内压力的测定.....	637	第四节 通风除尘系统的调试及维护 管理.....	667
三、风速的测定.....	640	一、通风除尘系统调试.....	667
四、风道内流量的计算.....	640	二、通风除尘系统维护管理.....	669
五、局部排风罩口风速风量的测定.....	641	第十四章 通风除尘系统设计说明.....	677
第二节 含尘浓度的测定.....	643	第一节 初步设计说明.....	677
一、工作地点含尘浓度测定.....	643	第二节 施工图说明.....	679
		第三节 通风工程图例.....	680
		产品介绍.....	687



# 第一章 常用的基本数据

## 第一节 计 量 单 位

### 一、法定计量单位与常用单位的换算关系(见表 1-1)

常用单位的换算关系

表 1-1

类 别	(非法定单位) × (换算系数) = 法定单位		
长 度	in	0.0254	m
	ft	0.3048	
	yd	0.9144	
	mile	1609.344	
质 量	lb	0.4536	kg
	t	1000	
面 积	in <sup>2</sup>	$6.4516 \times 10^{-4}$	m <sup>2</sup>
	ft <sup>2</sup>	0.0929	
容积、体积	ft <sup>3</sup>	0.0283	m <sup>3</sup>
	in <sup>3</sup>	$1.6387 \times 10^{-5}$	
	Ukgal	$4.5461 \times 10^{-3}$	
	Usgal	$3.7854 \times 10^{-3}$	
速 度	ft/s	0.3048	m/s
	ft/min	0.0051	
密 度	lb/in <sup>3</sup>	27679.9	kg/m <sup>3</sup>
	lb/ft <sup>3</sup>	16.0185	
压 强	kgf/cm <sup>2</sup>	$9.8067 \times 10^4$	Pa
	mmH <sub>2</sub> O	9.8067	
	mmHg (torr)	133.322	
	inH <sub>2</sub> O	249.089	
	lbf/in <sup>2</sup>	6894.76	
	bar	$1 \times 10^5$	
	atm	101325	
动力粘度	kgf · s/m <sup>2</sup>	9.8067	Pa · s
	lbf · s/ft <sup>2</sup>	47.8803	
运动粘度	in <sup>2</sup> /s	$6.45 \times 10^{-4}$	m <sup>2</sup> /s
	ft <sup>2</sup> /s	$9.29 \times 10^{-2}$	
	in <sup>2</sup> /h	$1.79 \times 10^{-7}$	

续表

类别	(非法定单位) × (换算系数) = 法定单位		
能、功、热	kW · h kgf · m cal <sub>int</sub> cal <sub>15</sub> ft · lbf Hp · h Btu	3.6 × 10 <sup>6</sup> 9.8067 4.1868 4.1855 1.3558 2.68 × 10 <sup>6</sup> 1055.06	J
功率	kcal/h Btu/h kgf · m/s Hp	1.163 0.2931 9.8067 745.7	W
导热系数	kcal/(m · h · °C) Btu/(ft · h · °F)	1.163 1.7307	W/(m · °C)
传热系数	kcal/(m <sup>2</sup> · h · °C) Btu/(ft <sup>2</sup> · h · °F)	1.163 5.678	W/(m <sup>2</sup> · °C)
比热容、比热焓、比嫡	kcal/(kg · °C) Btu/(lb · °F) ft/lbf/(lb · °F) kgf · m/(kg · °C)	4186.8 4186.8 5.3803 9.8067	J/(kg · °C)
冷量	U. S. RT	3516.91	W
力矩	kgf kgf · m kgf · m <sup>2</sup>	9.8067 9.8067 9.8067	N N · m N · m <sup>2</sup>
应力、强度	kgf/cm <sup>2</sup> kgf/mm <sup>2</sup>	9.8067 × 10 <sup>4</sup> 9.8067 × 10 <sup>6</sup>	Pa Pa
弹性模量、剪切模量	kgf/cm <sup>2</sup>	9.8067 × 10 <sup>4</sup>	Pa

## 二、国家选定的非国际单位制单位(见表 1-2)

国家选定的非国际单位制单位

表 1-2

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	分 [小]时 天(日)	min h d	1min=60s 1h=60min=3600s 1d=24h=86400s
平面角	[角]秒 [角]分 度	( <sup>o</sup> ) ( <sup>'</sup> ) ( <sup>o</sup> )	1 <sup>o</sup> =(π/648000) rad 1 <sup>'</sup> =60 <sup>o</sup> =(π/10800) rad 1 <sup>o</sup> =60 <sup>'</sup> =(π/180) rad
旋转速度	转每分	r/min	1r/min=(1/60) s <sup>-1</sup>
长度	海里	n mile	1n mile=1852m (只用于航程)
速度	节	kn	1kn=1n mile/h (只用于航行)
质量	吨	t	1t=10 <sup>3</sup> kg
体积	原子质量单位	u	1u≈1.6605655 × 10 <sup>-27</sup> kg
能级	升	L, (l)	1L=1dm <sup>3</sup> =10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
差	电子伏	eV	1eV≈1.6021892 × 10 <sup>-19</sup> J
线密度	分贝 特[克斯]	dB tex	1tex=1g/km

注: 1. 角度单位度分秒的符号不处于数字后时, 用括号。

2. 升的符号中, 小写字母 l 为备用符号。

3. 人民生活 and 贸易中, 质量匀称为重量。

4. r 为“转”的符号。

5. 公里为千米的俗称, 符号为 km。

## 第二节 物理数据

## 一、干空气在压力为 100kPa 时的参数(见表 1-3)

干空气在压力为 100kPa 时的参数

表 1-3

温度 $t$ (°C)	密度 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	比热容 $c_p$ [kJ/(kg·K)]	导热系数 $\lambda$ [W/(m·K)]	热扩散率 $\alpha$ (10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /h)	动力粘度 $\mu$ (10 <sup>-6</sup> Pa·s)	运动粘度 $\nu$ (10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s)
-180	3.685	1.047	0.756	0.705	6.47	1.76
-150	2.817	1.038	1.163	1.45	8.73	3.10
-100	1.984	1.022	1.617	2.88	11.77	5.94
-50	1.534	1.013	2.035	4.73	14.61	9.54
-20	1.365	1.009	2.256	5.94	16.28	11.93
0	1.252	1.009	2.373	6.75	17.16	13.70
1	1.247	1.009	2.381	6.799	17.220	13.80
2	1.243	1.009	2.389	6.848	17.279	13.90
3	1.238	1.009	2.397	6.897	17.338	14.00
4	1.234	1.009	2.405	6.946	17.397	14.10
5	1.229	1.009	2.413	6.995	17.456	14.20
6	1.224	1.009	2.421	7.044	17.514	14.30
7	1.220	1.009	2.430	7.093	17.574	14.40
8	1.215	1.009	2.438	7.142	17.632	14.50
9	1.211	1.009	2.446	7.191	17.691	14.60
10	1.206	1.009	2.454	7.240	17.750	14.70
11	1.202	1.0095	2.461	7.282	17.799	14.80
12	1.198	1.0099	2.468	7.324	17.848	14.90
13	1.193	1.0103	2.475	7.366	17.897	15.00
14	1.189	1.0107	2.482	7.408	17.946	15.10
15	1.185	1.0112	2.489	7.450	17.995	15.20
16	1.181	1.0116	2.496	7.492	18.044	15.30
17	1.177	1.0120	2.503	7.534	18.093	15.40
18	1.172	1.0124	2.510	7.576	18.142	15.50
19	1.168	1.0128	2.517	7.618	18.191	15.60
20	1.164	1.013	2.524	7.660	18.240	15.70
21	1.161	1.013	2.530	7.708	18.289	15.791
22	1.158	1.013	2.535	7.756	18.338	15.882
23	1.154	1.013	2.541	7.804	18.387	15.973
24	1.149	1.013	2.547	7.852	18.437	16.064
25	1.146	1.013	2.552	7.900	18.486	16.155

续表

温度 $t$ (°C)	密度 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	比热容 $c_p$ [kJ/(kg·K)]	导热系数 $\lambda$ [W/(m·K)]	热扩散率 $\alpha$ (10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /h)	动力粘度 $\mu$ (10 <sup>-6</sup> Pa·s)	运动粘度 $\nu$ (10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s)
26	1.142	1.013	2.559	7.948	18.535	16.246
27	1.138	1.013	2.564	7.996	18.584	16.337
28	1.134	1.013	2.570	8.044	18.633	16.428
29	1.131	1.013	2.576	8.092	18.682	16.519
30	1.127	1.013	2.582	8.140	18.731	16.610
31	1.124	1.013	2.589	8.191	18.780	16.709
32	1.120	1.013	2.596	8.242	18.829	16.808
33	1.117	1.013	2.603	8.293	18.878	16.907
34	1.113	1.013	2.610	8.344	18.927	17.006
35	1.110	1.013	2.617	8.395	18.976	17.105
36	1.106	1.013	2.624	8.446	19.025	17.204
37	1.103	1.013	2.631	8.497	19.074	17.303
38	1.099	1.013	2.638	8.548	19.123	17.402
39	1.096	1.013	2.645	8.599	19.172	17.501
40	1.092	1.013	2.652	8.650	19.221	17.600
50	1.056	1.017	2.733	9.14	19.61	18.60
60	1.025	1.017	2.803	9.65	20.10	19.60
70	0.996	1.017	2.861	10.18	20.40	20.45
80	0.968	1.022	2.931	10.65	20.99	21.70
90	0.942	1.022	3.001	11.25	21.57	22.90
100	0.916	1.022	3.070	11.80	21.77	25.78
120	0.370	1.026	3.198	12.90	22.75	26.20
140	0.827	1.026	3.326	14.10	23.54	28.45
160	0.789	1.030	3.442	15.25	24.12	30.60
180	0.755	1.034	3.570	16.50	25.01	33.17
200	0.723	1.034	3.698	17.80	25.89	35.82
250	0.653	1.043	3.977	21.2	27.95	42.8
300	0.596	1.047	4.291	24.8	29.71	49.9
350	0.549	1.055	4.571	28.4	31.48	57.5
400	0.508	1.059	4.850	32.4	32.95	64.9
500	0.450	1.072	5.396	40.0	36.19	80.4
600	0.400	1.089	5.815	49.1	39.23	98.1
800	0.325	1.114	6.687	68.0	44.52	137.0
1000	0.268	1.139	7.618	89.9	49.52	185.0
1200	0.238	1.164	8.455	113.0	53.94	232.5

注：表中数值实际是干空气压力为 98.0665kPa 时之值。

二、湿空气中饱和水蒸气分压力及含湿量(见表 1-4)

在 101.3kPa 压力下饱和时水蒸气的分压力及含湿量

表 1-4

温度 (°C)	干空气 密度 (kg/m <sup>3</sup> )	饱和水蒸气 分压力 (kPa)	饱和时含湿量			
			g/m <sup>3</sup> 湿气	g/m <sup>3</sup> 标准干气	g/m <sup>3</sup> 标准湿气	g/kg 干气
0	1.293	0.611	4.9	4.8	4.8	3.8
5	1.270	0.872	6.8	7.0	6.9	5.4
6	1.265	0.945	7.3	7.5	7.4	5.8
7	1.261	1.000	7.8	8.1	8.0	6.2
8	1.256	1.073	8.3	8.6	8.5	6.7
9	1.252	1.148	8.8	9.2	9.1	7.1
10	1.248	1.228	9.4	9.8	9.7	7.6
11	1.243	1.313	10.0	10.5	10.4	8.1
12	1.239	1.463	10.7	11.3	11.2	8.7
13	1.235	1.498	11.4	12.1	11.9	9.3
14	1.230	1.599	12.1	12.9	12.7	9.9
15	1.226	1.705	12.8	13.7	13.5	10.6
16	1.222	1.818	13.6	14.7	14.4	11.3
17	1.217	1.938	14.5	15.7	15.4	12.1
18	1.213	2.064	15.4	16.7	16.4	12.9
19	1.209	2.197	16.3	17.9	17.5	13.8
20	1.205	2.338	17.3	18.9	18.5	14.6
21	1.201	2.487	18.3	20.3	19.8	15.6
22	1.197	2.644	19.4	21.5	20.9	16.6
23	1.193	2.810	20.6	22.9	22.3	17.7
24	1.189	2.985	21.8	24.4	23.1	18.8
25	1.185	3.169	23.0	26.0	25.2	20.0
26	1.181	3.363	24.4	27.5	26.6	21.2
27	1.177	3.567	25.8	29.3	28.2	22.6
28	1.173	3.782	27.2	31.1	29.9	24.0
29	1.169	4.008	28.7	33.0	31.7	25.5
30	1.165	4.246	30.4	35.1	33.6	27.0
31	1.161	4.496	32.0	37.3	36.6	28.7
32	1.157	4.758	33.9	39.6	37.7	30.4
33	1.154	5.034	35.6	41.9	39.9	32.3
34	1.150	5.324	37.5	44.5	42.2	34.2
35	1.146	5.628	39.6	47.3	44.6	36.4
36	1.142	5.946	40.5	50.1	47.1	38.6
37	1.139	6.281	43.9	53.1	49.8	40.9
38	1.135	6.631	46.2	56.3	52.6	43.4
39	1.132	6.998	48.5	59.5	55.4	45.9

续表

温度 (°C)	干空气 密度 (kg/m <sup>3</sup> )	饱和水蒸气 分压力 (kPa)	饱和时含湿量			
			g/m <sup>3</sup> 湿气	g/m <sup>3</sup> 标准干气	g/m <sup>3</sup> 标准湿气	g/kg 干气
40	1.128	7.383	51.1	63.1	58.5	48.6
41	1.124	7.786	53.6	66.8	61.6	51.2
42	1.121	8.208	56.5	70.8	65.0	54.3
43	1.117	8.649	59.2	74.9	68.6	57.6
44	1.114	9.111	62.3	79.3	72.2	61.0
45	1.110	9.593	65.4	80.4	76.0	64.8
46	1.107	10.098	68.6	89.0	80.0	68.6
47	1.103	10.625	71.8	94.1	84.3	72.7
48	1.100	11.175	75.3	99.5	88.6	76.9
49	1.096	11.750	79.0	105.3	93.1	81.5
50	1.093	12.350	83.0	111	97.9	86.1
51	1.090	12.976	86.7	118	103	91.3
52	1.086	13.629	90.9	125	108	96.6
53	1.083	14.310	95.0	132	113	102
54	1.080	15.020	99.5	139	119	108
55	1.076	15.760	104.3	148	125	114
56	1.073	16.531	108	156	131	121
57	1.070	17.333	113	165	137	128
58	1.067	18.169	119	175	144	135
59	1.063	19.039	124	185	151	143
60	1.060	19.944	130	196	158	152
61	1.057	20.886	136	209	166	161
62	1.054	21.865	142	222	174	170
63	1.051	22.883	148	235	182	181
64	1.048	23.941	154	249	190	192
65	1.044	25.040	161	265	199	204
66	1.041	26.181	168	281	208	215
67	1.038	27.366	175	299	218	229
68	1.035	28.597	182	318	228	244
69	1.032	29.874	190	338	238	259
70	1.029	31.199	198	361	249	275
75	1.014	38.594	242	499	308	381
80	1.000	47.414	293	716	379	544
85	0.986	57.866	353	1092	463	824
90	0.973	70.182	423	1877	563	1395
95	0.959	84.609	504	4381	679	3110
100	0.947	101.3	579	—	816	8000

三、饱和水蒸气的物理参数(见表 1-5)

饱和水蒸气的物理参数

表 1-5

温度 $t$ (°C)	压力 $P$ (kPa)	密度 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	汽化热 $r$ (kJ/kg)	比热容 $c_p$ [kJ/(kg·K)]	导热系数 $\lambda$ [10 <sup>-2</sup> W/ (m·K)]	热扩散率 $a$ (10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s)	运力粘度 $\mu$ (10 <sup>-6</sup> Pa·s)	运动粘度 $\gamma$ (10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s)
100	101.3	0.598	2257	2.14	2.37	18.6	11.97	20.02
110	143	0.826	2230	2.18	2.49	13.8	12.45	15.07
120	199	1.121	2203	2.21	2.59	10.5	12.85	11.46
130	270	1.496	2174	2.26	2.69	7.97	13.20	8.85
140	362	1.966	2145	2.32	2.79	6.13	13.50	6.89
150	476	2.547	2114	2.39	2.88	4.728	13.90	5.47
160	618	3.258	2083	2.48	3.01	3.722	14.30	4.39
170	792	4.122	2050	2.58	3.13	2.939	14.70	3.57
180	1003	5.157	2015	2.71	3.27	2.340	15.10	2.93
190	1255	6.394	1979	2.86	3.42	1.870	15.60	2.44
200	1555	7.862	1941	3.02	3.55	1.490	16.00	2.03
210	1908	9.588	1900	3.20	3.72	1.210	16.40	1.71
220	2320	11.62	1858	3.41	3.90	0.983	16.80	1.45
230	2798	13.99	1813	3.63	4.10	0.806	17.30	1.24
240	3348	16.76	1766	3.88	4.30	0.658	17.80	1.06
250	3978	19.98	1716	4.16	4.51	0.544	18.20	0.913

四、水在各种温度下的密度(见表 1-6)

水在各种温度下的密度 (压力 100kPa 时)

表 1-6

温度 (°C)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	温度 (°C)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	温度 (°C)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	温度 (°C)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	温度 (°C)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	温度 (°C)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	温度 (°C)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )
1	999.87	44	990.66	54	986.21	64	981.13	74	975.48	84	969.30	94	962.61
2	999.97	45	990.25	55	985.73	65	980.59	75	974.84	85	968.65	95	961.92
4	1000.00	46	989.82	56	985.25	66	980.05	76	974.29	86	968.00	96	961.22
10	999.73	47	989.40	57	984.75	67	979.50	77	973.68	87	967.34	97	960.51
20	998.23	48	988.69	58	984.25	68	978.94	78	973.07	88	966.68	98	959.81
30	995.67	49	988.52	59	983.75	69	978.38	79	972.45	89	966.01	99	959.09
40	992.24	50	988.07	60	983.24	70	977.81	80	971.83	90	965.34	100	958.38
41	991.86	51	987.62	61	982.72	71	977.23	81	971.21	91	964.67		
42	991.47	52	987.15	62	982.20	72	976.66	82	970.57	92	963.99		
43	991.07	53	986.69	63	981.67	73	976.07	83	969.94	93	963.30		

## 五、饱和水和饱和水蒸气的热力特性(见表 1-7)

饱和水与饱和水蒸气的热力特性(按压力排列)

表 1-7

压 力 ( $10^5\text{Pa}$ )	饱和温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	比 容 ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )		比 焓 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ )			比 熵 [ $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ]	
		饱和水 $v_i$	饱和蒸汽 $v_g$	饱和水 $i_i$	汽化潜热 $\Delta i$	饱和蒸汽 $i_g$	饱和水 $s_i$	饱和蒸汽 $s_g$
0.010	6.982	0.0010001	129.208	29.33	2484.5	2513.8	0.1060	8.9756
0.020	17.511	0.0010012	67.006	73.45	2459.8	2533.2	0.2606	8.7236
0.030	24.098	0.0010027	45.668	101.00	2444.2	2545.2	0.3543	8.5776
0.040	28.981	0.0010040	34.803	121.41	2432.7	2554.1	0.4224	8.4747
0.050	32.90	0.0010052	28.196	137.77	2423.4	2561.2	0.4762	8.3952
0.060	36.18	0.0010064	23.742	151.50	2415.6	2567.1	0.5209	8.3305
0.070	39.02	0.0010074	20.532	163.38	2408.8	2572.2	0.5591	8.2760
0.080	41.53	0.0010084	18.106	173.87	2402.8	2576.7	0.5926	8.2289
0.090	43.79	0.0010094	16.206	183.28	2397.5	2580.8	0.6224	8.1875
0.100	45.83	0.0010102	14.676	191.84	2392.6	2584.4	0.6493	8.1505
0.15	54.00	0.0010140	10.025	225.98	2372.9	2598.9	0.7549	8.0089
0.20	60.09	0.0010172	7.6515	251.46	2358.1	2609.6	0.8321	7.9092
0.25	64.99	0.0010199	6.2060	271.99	2346.1	2618.1	0.8932	7.8321
0.30	69.12	0.0010223	5.2308	289.31	2336.0	2625.3	0.9441	7.7695
0.40	75.89	0.0010265	3.9949	317.65	2319.2	2636.8	1.0261	7.6711
0.50	81.35	0.0010301	3.2415	340.57	2305.4	2646.0	1.0912	7.5951
0.60	85.95	0.0010333	2.7329	359.93	2293.7	2653.6	1.1454	7.5332
0.70	89.96	0.0010361	2.3658	376.77	2283.4	2660.2	1.1921	7.4811
0.80	93.51	0.0010387	2.0879	391.72	2274.3	2666.0	1.2330	7.4360
0.90	96.71	0.0010412	1.8701	405.21	2265.9	2671.1	1.2696	7.3963
1.0	99.63	0.0010434	1.6946	417.51	2258.2	2675.7	1.3027	7.3608
1.2	104.81	0.0010476	1.4289	439.36	2244.4	2683.8	1.3609	7.2996
1.4	109.32	0.0010513	1.2370	458.42	2232.4	2690.8	1.4109	7.2480
1.6	113.32	0.0010547	1.0917	475.38	2221.4	2696.8	1.4550	7.2032
1.8	116.93	0.0010579	0.97775	490.70	2211.4	2702.1	1.4944	7.1638
2.0	120.23	0.0010608	0.88592	504.7	2202.2	2706.9	1.5301	7.1286
2.5	127.43	0.0010675	0.71881	535.4	2181.8	2717.2	1.6072	7.0540
3.0	133.54	0.0010735	0.60586	561.4	2164.1	2725.5	1.6717	6.9930
3.5	138.88	0.0010789	0.52425	584.3	2148.2	2732.5	1.7273	6.9414
4.0	143.62	0.0010839	0.46242	604.7	2133.8	2738.5	1.7764	6.8966
4.5	147.92	0.0010885	0.41392	623.2	2120.6	2743.8	1.8204	6.8570
5.0	151.85	0.0010928	0.37481	640.1	2108.4	2748.5	1.8604	6.8215
6.0	158.84	0.0011009	0.31556	670.4	2086.0	2756.4	1.9308	6.7598
7.0	164.96	0.0011082	0.27274	697.1	2065.8	2762.9	1.9918	6.7074
8.0	170.42	0.0011150	0.24030	720.9	2047.5	2768.4	2.0457	6.6618



续表

压力 (10 <sup>5</sup> Pa)	饱和温度 (°C)	比容 (m <sup>3</sup> /kg)		比焓 (kJ/kg)			比熵 [kJ/(kg·K)]	
		饱和水 <i>v<sub>i</sub></i>	饱和蒸汽 <i>v<sub>g</sub></i>	饱和水 <i>i<sub>i</sub></i>	汽化潜热 $\Delta i$	饱和蒸汽 <i>i<sub>g</sub></i>	饱和水 <i>s<sub>i</sub></i>	饱和蒸汽 <i>s<sub>g</sub></i>
9.0	175.36	0.0011213	0.21484	742.6	2030.4	2773.0	2.0941	6.6212
10.0	179.88	0.0011274	0.19430	762.6	2014.4	2777.0	2.1382	6.5847
11.0	184.06	0.0011331	0.17739	781.1	1999.3	2780.4	2.1786	6.5515
12.0	187.96	0.0011386	0.16320	798.4	1985.0	2783.4	2.2160	6.5210
13.0	191.60	0.0011438	0.15112	814.7	1971.3	2786.0	2.2509	6.4927
14.0	195.04	0.0011489	0.14072	830.1	1958.3	2788.4	2.2836	6.4665
15.0	198.28	0.0011538	0.13165	844.7	1945.7	2790.4	2.3144	6.4418
16.0	201.37	0.0011586	0.12368	858.6	1933.6	2792.2	2.3436	6.4187
17.0	204.30	0.0011663	0.11661	871.8	1922.0	2793.8	2.3712	6.3967
18.0	207.10	0.0011678	0.11031	884.6	1910.5	2795.1	2.3976	6.3759
19.0	209.79	0.0011722	0.10464	896.8	1899.6	2796.4	2.4227	6.3561
20.0	212.37	0.0011766	0.09953	908.6	1888.8	2797.4	2.4468	6.3373
22.0	217.24	0.0011850	0.09064	930.9	1868.2	2799.1	2.4922	6.3018
24.0	221.78	0.0011932	0.08319	951.9	1848.5	2800.4	2.5343	6.2691
26.0	226.03	0.0012011	0.07685	971.7	1829.5	2801.2	2.5736	6.2386
28.0	230.04	0.0012088	0.07138	990.5	1811.2	2801.7	2.6106	6.2101
30.0	233.84	0.0012163	0.06662	1008.4	1793.5	2801.9	2.6455	6.1832
35.0	242.54	0.0012345	0.05702	1049.8	1751.5	2801.3	2.7253	6.1218
40.0	250.33	0.0012521	0.04974	1087.5	1711.9	2799.4	2.7967	6.0670
45.0	257.41	0.0012691	0.04402	1122.2	1674.3	2796.5	2.8614	6.0171
50.0	263.92	0.0012858	0.03941	1154.6	1638.2	2792.8	2.9209	5.9712
60.0	275.56	0.0013187	0.03241	1213.9	1569.4	2783.3	3.0277	5.8878
70.0	285.80	0.0013514	0.02734	1267.7	1503.7	2771.4	3.1225	5.8126
80.0	294.98	0.0013843	0.02349	1317.5	1440.0	2757.5	3.2083	5.7430
90.0	303.31	0.0014179	0.02046	1364.2	1377.6	2741.8	3.2875	5.6773
100	310.96	0.0014526	0.01800	1408.6	1315.8	2724.4	3.3616	5.6143
120	324.64	0.0015267	0.01425	1492.6	1192.2	2684.8	3.4986	5.4930
140	336.63	0.0016104	0.01149	1572.8	1065.5	2638.3	3.6262	5.3737
160	347.32	0.0017101	0.009330	1651.5	931.2	2582.7	3.7486	5.2496
180	356.96	0.0018380	0.007534	1733.4	781.0	2514.4	3.8789	5.1135
200	365.71	0.002038	0.005873	1828.8	585.0	2413.8	4.0181	4.9338
220	373.68	0.002675	0.003757	2007.7	184.8	2192.5	4.2891	4.5748
221.15	374.12	0.003147	0.003147	2095.2	0.0	2095.2	4.4237	4.4237