

高职高专制冷与空调专业教材

中央空调

朱勇 常新中 王宏
编著

2

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

高职高专制冷与空调专业教材

中 央 空 调

朱 勇 常新中 王 宏 编著

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

中央空调/朱勇, 常新中, 王宏编著. —北京: 人民邮电出版社, 2003.4

高职高专制冷与空调专业教材

ISBN 7-115-11097-2

I. 中... II. ①朱... ②常... ③王... III. 集中空气调节系统—高等学校: 技术学校—教材 IV. TB657.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 007652 号

内 容 提 要

本书全面系统地讲述了中央空调的组成、各组成部件的结构与工作原理、中央空调的使用和检修基本知识, 着重于空气热湿处理设备、制冷机组、空调控制系统、管道系统、消声与隔震系统的运行维护及相关的技术手段以及安全措施的介绍, 对家用中央空调也作了简要介绍, 目的是培养或提高从事中央空调运行管理及维修等从业人员的操作技能。

本书可以作为高职高专院校制冷空调专业的专用课程教材, 也可作中央空调运行、管理与检修工作人员的学习参考用书。

高职高专制冷与空调专业教材

中 央 空 调

◆ 编 著 朱 勇 常新中 王 宏

责任编辑 张 鹏

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67129264

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 21

字数: 502 千字

2003 年 4 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2003 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11097-2/TN · 2052

定价: 27.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

《高职高专制冷与空调专业教材》

编 委 会

主 任： 陈 礼

委 员： 李玉春 郑兆志 龙建佑

余华明 朱 勇 杨晓翔

常新中 王 宏 付 里

黄云云

丛书前言

高等职业技术教育旨在培养生产、建设、服务、管理第一线的高等技术应用型专门人才。这种人才的显著特点是具有较强的综合多种知识和技能解决现场实际问题的能力。针对这一总体培养目标,高职教育的专业教学大都在人才知识、能力和素质分析的基础上,经过优化组合重新构建了科学适用的、有别于传统本科教育的教学内容和课程体系,与此相适应的教材建设就显得十分重要。

为了适应高职教育的发展和制冷与空调专业教学的需要,顺德职业技术学院陈礼教授组织编写了该专业系列教材,包括《家用空调器原理及其安装维修技术》、《电冰箱原理及其维修技术》、《制冷流体机械》、《中央空调》、《冷库及冷藏技术》、《制冷装置制造工艺》以及《制冷与空调专业英语》,力求突出高职教育特色与专业内涵有机结合的特色。

本套教材在内容的选取上注重了理论与实践的结合,基本理论、基本概念、基本方法与技术应用能力培养的结合,简化了部分繁琐的理论推导,突出了对知识的理解和应用。在内容编排上进行了优化组合,力求体现教学的科学性、自然适应性、可接受性、连贯性和循序渐进性。为了保证教材的先进性,对制冷与空调专业的最新科技成果,新技术、新材料、新工艺也进行了前瞻性的介绍。

本套教材的编写工作得到了顺德职业技术学院和兄弟院校许多老师的支持、鼓励和帮助,在此表示诚挚的谢意。

本套教材不仅可以作为教材使用,对工程技术人员也有较大的参考价值。由于编者水平所限,谬误疏漏之处在所难免,敬请批评指正。

前 言

近年来,伴随着我国经济的高速发展,在各种大中型企业、民用建筑、娱乐场所及购物中心等普遍使用集中的空调系统来对空气进行调节。中央空调的使用极大的改善了人们的工作和生活环境,它已成为了现代社会的必要技术装备。同时,中央空调的大规模使用也提供了大量的工作机会,使中央空调的安装、运行管理和维修成为一种新兴的热门就业渠道。

本书作为高等职业教育空调专业及相关专业的系列教材之一,是为了满足“中央空调”课程的教学和职业技能鉴定培训需要而编写的。全书共分为 11 章。本着由浅入深、深入浅出的原则,以中央空调运行维护是一门集制冷技术、空气调节技术、控制技术和管理知识为一体的专业性很强的技术门类作为导向,系统和完整的讲述了空气调节的基础知识,中央空调的基础知识,中央空调各组成部件的结构、作用、原理及运行管理,中央空调的控制原理及实现方式,中央空调的检修工具、手段、方法及安全知识等。

中央空调的运行维护要求从业者具备制冷与空调原理、制冷与空调设备结构、电气控制和管理方面的基础知识,具备制冷与空调系统的运行调节、测定与检修工具的熟练使用、测定与检修基本方法等操作技能。本书正是基于为从业者提供这方面的知识和技能而编写的。

本书具备以下几个特色:

① 紧紧围绕高等职业教育这一培养目标,结合中央空调运行管理行业对从业人员的基本要求,及制冷空调专业所要求的专业能力为指导安排教学内容;

② 本书即可作为教材,对实际工作也有重要的指导作用;

③ 为方便教学和职业培训,本书有相应的电子教案,有需要者,请与编者联系:
zhuyong0991@sina. com。

本书由顺德职业技术学院朱勇任主编,参加编写的还有郑州工学院常新中老师、王宏老师。具体分工如下:顺德职业技术学院朱勇老师编写第三、四、六、十、十一章;郑州工学院常新中老师编写第一、二、五、七章;郑州工学院王宏老师编写第八、九章。朱勇负责统稿。

限于编者水平所限,书中错误疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 空气调节的基础知识	1
第一节 概述	1
一、空气调节	1
二、空气的组成	1
三、空气的物理性质	2
四、相关概念	3
第二节 空气调节系统	4
一、空气的焓-湿图	4
二、水蒸气分压力 p_e 与含湿量 d 的关系	5
三、空气焓-湿图的应用	5
第三节 空气调节负荷的估算	6
一、空调负荷的基本构成	6
二、空调负荷的估算	7
第四节 空调水、风系统设计	8
一、空调水系统设计	8
二、风管系统的设计	12
第五节 气流组织形式及空气处理	16
一、气流组织形式	16
二、空气处理	17
第二章 中央空调的基础	20
第一节 概述	20
一、空气调节系统的分类	20
二、空调系统的选择	22
第二节 中央空调的类型与特点	23
一、集中式中央空调系统	23
二、风机盘管空调系统	24
第三节 中央空调的运行调节与节能	28
一、中央空调的运行调节	28
二、中央空调系统的节能运行	29
第四节 中央空调的管理制度	31
一、人员的管理制度	31
二、设备的管理制度	32
三、运行管理制度	34

第三章 中央空调的热湿处理设备	36
第一节 组合式空调装置	36
一、组合式空调机组工作流程及类型	36
二、组合式空调机组的组成部件	38
三、组合式空调机组的安装、运行与维修	52
第二节 风机盘管机组	54
一、风机盘管机组的原理及结构	54
二、风机盘管的安装与运行	57
第三节 变风量机组	59
一、变风量机组的原理及特点	59
二、变风量机组的运行管理	62
第四节 除湿机组	63
一、除湿机组的原理及结构	63
二、除湿机组的选用和使用注意事项	64
第五节 空气幕	65
一、空气幕的送风形式和分类	65
二、空气幕的结构及性能	65
三、空气幕的选用原则	67
第四章 中央空调的制冷机组	69
第一节 制冷机组的分类、选型及检修工具	69
一、制冷机组的分类	69
二、制冷机组的选型	69
三、制冷机组的检修工具	70
第二节 活塞式制冷机组	72
一、活塞式冷水机组的结构及原理	72
二、活塞式冷水机组试运转	82
三、活塞式冷水机组的运行管理	87
第三节 离心式制冷机组及保养	91
一、离心式冷水机组的结构及原理	92
二、离心式冷水机组的试运转	98
三、离心式冷水机组的运行管理	100
第四节 螺杆式制冷机组及保养	102
一、螺杆式冷水机组结构及原理	103
二、螺杆式冷水机组的试运转	106
第五节 溴化锂吸收式制冷机组及保养	108
一、溴化锂溶液特性及焓浓度图	110
二、溴化锂吸收式制冷机组的结构及原理	112

三、溴化锂吸收式冷水机组的试运行	126
四、溴化锂吸收式机组的运行调节	133
第六节 风冷冷热水机组及保养	138
一、风冷冷热水机组的结构及原理	138
二、风冷冷热水机组的运行管理	144
三、风冷热泵冷热水机组总体布局与主要部件配置	146
四、风冷和水冷冷热水机组的耗电量比较	148
五、风冷制冷机组与水冷制冷机组的技术经济比较	149
第七节 制冷机房	151
一、制冷机房的布置	151
二、制冷机房设计步骤	152
第五章 中央空调的管道系统	154
第一节 风管系统	154
一、空调风管系统的组成	154
二、风机的分类和特点	154
三、风管的形式和材料	155
四、风管的保温	155
五、风口的作用及形式	155
六、气流组织的形式	156
第二节 空气调节的水系统	157
一、水系统的分类	157
二、空气调节水系统的布置方法	158
三、水系统的主要设备	160
四、水系统的管材及保温	160
第三节 水泵及其保养	161
一、水泵的检查与维护保养	161
二、水泵的运行调节	163
第四节 膨胀水箱及其保养	164
一、膨胀水箱容积计算	164
二、膨胀水箱选用	164
三、膨胀水箱设计安装要点	165
第五节 冷却水塔及其保养	165
一、冷却塔的类型	166
二、冷却塔的清洁和保养	167
第六章 中央空调的自动控制	169
第一节 空调自控系统概述	169
一、空调自动控制的主要内容及常用术语	169

二、空调自动控制的分类	170
三、空调控制中常用概念	171
第二节 空调自动控制与保护器件	173
一、保护器件	173
二、控制元件	177
三、空调系统中常用的传感器	185
四、空调系统常用的执行器	192
五、自动控制元件的故障诊断与分析	194
第三节 空调自动控制的基本环节和方式	195
一、选择控制环节	195
二、分程控制环节	196
三、温度设定值的自动再调控制环节	197
四、送风温度高、低限值控制环节	197
五、风量和新风量控制环节	198
六、典型的全空气式舒适型空调的完整控制系统	200
七、露点温度控制环节	200
八、冷水表冷器和热水加热器的接管方式和控制	201
九、直接膨胀式冷却器的控制	202
第四节 典型空调工程的自动控制	204
一、相对湿度有上限控制要求的空调系统	204
二、一般恒温恒湿型空调系统	205
三、精密类恒温恒湿空调系统	206
第五节 中央空调的电气控制	209
一、中央空调电控线路图	209
二、冷水机组的控制电路	212
第七章 中央空调的消声与隔震	221
第一节 空调系统的噪声概述	221
一、噪声的概念	221
二、噪声的来源	221
三、空调系统的噪声标准	222
第二节 空调系统的消声	223
一、减少噪声的措施	223
二、消声器的类型和应用	224
第三节 空调系统的隔震	227
一、隔震材料与隔震装置	227
二、隔震装置的选择	228

第八章 中央空调的测定和调整	229
第一节 概述	229
第二节 空调系统测量用仪表	230
一、温度测量仪表	230
二、湿度测量仪表	232
三、风速测量仪表	234
四、风压测量仪表	235
第三节 空调系统风量的测定与调整	236
一、空调系统风量的测定	236
二、空调系统风量的调整	238
第四节 空气处理设备容量的测定	240
一、空气冷却设备的测定	241
二、空气加热设备的测定	242
第五节 空调综合效果的测定	243
一、室内温度和相对湿度的测定	243
二、空气气流组织的测定	245
三、洁净空调系统中空气含尘浓度的测定	246
四、室内正压的测定与调整	246
五、室内噪声的测定	246
第六节 系统调试中有关问题的分析和解决	247
一、送风量设计不合要求	247
二、送风状态参数与设计工况不符	248
三、室内空气参数不符合设计要求	249
四、室内噪声级和消声量不符合设计要求	249
第九章 空调系统的运行调节	250
第一节 室内热湿负荷变化时的运行调节	250
一、送风状态	250
二、调节方法	251
第二节 集中式空调系统的全年运行调节	251
一、空调系统的启动	251
二、空调系统的运行调节	252
三、空调系统的停机	255
四、空调系统运行中的交接班制度	256
第三节 风机盘管系统的风量和水量调节	257
一、风机盘管系统的局部运行调节	257
二、风机盘管系统的全年运行调节	258
三、风机盘管的使用要求	258

四、风机盘管系统使用中的维护·····	259
第十章 家用中央空调 ·····	261
第一节 家用中央空调概述·····	261
一、家用中央空调的基础·····	261
二、家用空调在我国的发展现状·····	262
三、家用小型中央空调的组成、分类及特点·····	263
四、家用中央空调机组的形式和性能·····	266
五、家用中央空调机组的制冷系统·····	267
六、家用中央空调机组的主要配件·····	269
七、家用中央空调系统与一般空调系统的技术比较·····	271
第二节 家用中央空调的安装调试与运行管理·····	271
一、安装调试·····	271
二、维护与保养·····	277
第三节 家用中央空调的常见故障分析与解决方法及维修实例·····	278
一、常见故障分析与解决方法·····	278
二、维修实例·····	278
第十一章 中央空调的安全技术 ·····	282
第一节 制冷系统的安全知识·····	282
一、电气安全·····	283
二、防火防爆·····	285
第二节 压力容器·····	287
一、压力容器的条件·····	287
二、压力容器的分类·····	288
三、压力容器的安全管理和定期检验·····	289
第三节 制冷系统中的安全装置·····	289
一、压力安全器件·····	290
二、液位安全器件·····	292
三、温度安全器件·····	292
四、其他安全防护装置·····	293
第四节 制冷系统的安全操作·····	293
一、阀门的安全操作·····	293
二、设备的安全操作·····	294
三、检修时的安全操作·····	294
四、制冷剂的安全操作·····	295
五、制冷系统事故的预防和紧急救护·····	296

附录	298
附录 1 风管中空气流速	298
附录 2 空调制冷设备的平均使用寿命	298
附录 3 中央空调系统运行管理程序	298
附录 4 空调设备及装置维护保养规程	300
附录 5 水管流速选择	303
附录 6 冷凝水管的设计	303
附录 7 冷却水系统的补水量	304
附录 8 压缩式和吸收式制冷机水量估算表	304
附录 9 风口设计指南	305
附录 10 风管、部件的制作与安装	310
附录 11 空气处理设备制作与安装	313
附录 12 制冷管道安装	316
附录 13 空调工程中的防腐与保温	317
附录 14 管道工程中主要检验工具表及常用术语	319
参考文献	321

第一章 空气调节的基础知识

本章主要介绍空气调节的概念、任务以及空气的物理性质；空气调节负荷的估算和空调的水、风系统的设计；气流组织的各种形式和空气处理的种类。

第一节 概 述

一、空气调节

空气调节简称空调，它是一门通过对空气的处理使某区域范围内空气的温度、相对湿度、气流速度和洁净度达到一定要求的工程技术，空气的温度、相对湿度、气流速度和洁净度简称“四度”。所谓达到一定的要求就是指空气的参数必须稳定在一定的基数上，并且不超过允许的波动范围，常用空调基数和空调精度来表示。

空调基数是指空调房间所要求的基准温度和相对湿度。空调精度则表示空调房间空气的温度、相对湿度在所要求的连续时间内允许波动的幅度。例如，某空调房间内温度要求 $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度 ϕ 要求为 $55\% \pm 5\%$ ，那么，此房间的空调基数为 $t = 20^\circ\text{C}$ 、 $\phi = 55\%$ ，空调精度为 $\Delta t = \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $\Delta \phi = \pm 5\%$ ，即空调房间的温度应在 $18^\circ\text{C} \sim 22^\circ\text{C}$ 之间，相对湿度应在 $50\% \sim 60\%$ 之间。只要在这个范围内，空调系统的运行就是合格的。空气基数直接关系到空调装置系统的投资和运行费用，而空调精度主要与自动控制系统有关。

凡是 Δt 在 1°C 以上的空调系统都称为一般精度的空调，可通过手动来控制；凡是 $\Delta t = \pm 1^\circ\text{C}$ 的空调系统称作自动控制空调；凡是 $\Delta t < 1^\circ\text{C}$ 的空调系统叫高精度空调，应采用自动控制技术。

空调技术的诞生，有效地完善了工业生产中需要不同温度、湿度的工艺过程，也创造了舒适的工作环境，为人们的居住、旅游和娱乐提供了良好的条件。

二、空气的组成

自然界中的空气，是由数量基本稳定的干空气和数量经常变化的水蒸气组成的混合物。这种混合物称为湿空气，凡是含有水蒸气的空气均称为湿空气，即是人们常说的空气。

1. 干空气

干空气是湿空气的主要组成部分，它是由氮气、氧气、二氧化碳及其他稀有气体按一定比例组成的混合物（见表 1-1），绝对的干空气在自然界中是不存在的。

表 1-1

干空气的组成部分

气体名称	质量百分比 (%)	体积百分比 (%)	气体名称	质量百分比 (%)	体积百分比 (%)
氮气 (N ₂)	75.55	78.13	二氧化碳 (CO ₂)	0.05	0.03
氧气 (O ₂)	23.1	20.9	其他气体 (Ar、He、Ne、Kr 等)	1.3	0.94

2. 饱和空气

干空气具有吸收和容纳水蒸气的能力，并且在一定温度下只能容纳一定量的水蒸气。我们把在一定温度下水蒸气的含量达到最大值的空气称为饱和空气。对应的温度为该空气的饱和温度。空气的饱和度与温度有关，温度越高，空气中水蒸气的容纳量就越大。因此，如果降低饱和空气的温度，空气中水蒸气的含量也随之降低，并且多余的水蒸气会冷凝成液体。自然界中的结露现象就是这个道理，根据这一道理，我们利用制冷装置对空气进行冷却去湿处理。

三、空气的物理性质

1. 温度

温度是描述空气冷热程度的物理量，主要有三种标定方法：摄氏温标、华氏温标和绝对温标（又称热力学温标或开氏温标）。

摄氏温标用符号 t 表示，单位是℃；华氏温标用符号 t_F 表示，单位是°F；绝对温标用符号 T 表示，单位是 K。三种温标间的换算关系如下：

$$T = t + 273$$

$$t = T - 273$$

$$t_F = \frac{9}{5} \times t + 32$$

2. 压力

空气的压力就是当地的大气压，用符号 p 表示。常用单位有国际单位帕 (Pa)，工程单位 kfg/cm^2 ，液柱高单位毫米汞柱高和毫米水柱高。几种单位的换算关系如下：

$$1\text{kfg/cm}^2 = 98066.5\text{Pa} \approx 0.1\text{MPa}$$

$$1\text{mmHg} = 13.5951\text{mmH}_2\text{O} = 133.3224\text{Pa}$$

正如空气是由干空气和水蒸气两部分组成一样，空气压力 p 也是由干空气压力和水蒸气压力两部分组成的，即：

$$p = p_g + p_c$$

式中 p_g ——干空气的分压力；

p_c ——水蒸气的分压力。

在空调系统中，空气的压力是用仪表测量出来的，但仪表显示的压力不是空气的绝对压力值，而是“表压”，即空气的绝对压力与当地大气压力的差值。只有空气的绝对压力才是

其基本状态参数，一般情况下，凡未指明的工作压力均应理解为绝对压力。

3. 湿度

空气湿度是指空气中含有水蒸气量的多少，有以下几种表示方法。

① 绝对湿度。即每立方米空气中含有水蒸气的质量，用符号 γ_z 表示，单位为 kg/m^3 。如果在某一温度下，空气中水蒸气的含量达到了最大值，此时的绝对湿度称为饱和空气的绝对湿度，用 γ_B 表示。

② 相对湿度。为了能准确说明空气的干湿程度，在空调中采用了相对湿度这个参数，它是空气的绝对湿度 γ_z 与同温度下饱和空气的绝对湿度 γ_B 的比值，用符号 ϕ 表示。相对湿度一般用百分比来表示。

$$\phi = \gamma_z / \gamma_B \times 100\%$$

相对湿度 ϕ 表明了空气中水蒸气的含量接近于饱和状态的程度。 ϕ 值越小，表明空气越干燥，吸收水分的能力越强； ϕ 值越大，表明空气越潮湿，吸收水分的能力越弱。

相对湿度 ϕ 的取值范围在 $0 \sim 100\%$ 之间，如果 $\phi = 0$ ，表示空气中不含有水分，属于干空气；如果 $\phi = 100\%$ ，表示空气中的水蒸气含量达到最大值，成为饱和空气。因此，只要知道 ϕ 值的大小，即可知空气的干湿程度，从而判断是否需要空气进行加湿或去湿处理。

③ 含湿量（又称比湿量）。它是指 1kg 干空气所容纳的水蒸气的质量，用符号 d 表示，单位是 g/kg （干空气）。

在空气调节中，含湿量 d 是用来反映对空气进行加湿或去湿处理过程中水蒸气量的增减情况的。空调工程计算中，常用含湿量的变化来表达加湿和去湿程度。

4. 比焓

空气的焓值是指空气中含有的总热量，通常以干空气的单位质量为基准，称作比焓，工程上简称焓。空气的比焓是指 1kg 干空气的焓和与它相对应的水蒸气的焓的总和，用符号 h 表示，单位是 kJ/kg 。

在空调工程中，我们常根据空气处理过程中焓值的变化来判断空气是吸收热量或放热。空气中焓值增加表示空气得到热量；空气中焓值减少，表示空气放出热量。利用这一原理，根据焓值的变化来计算空气在处理前后得到或失去热量的多少。

5. 密度和比容

空气的密度是指每立方米空气中干空气的质量与水蒸气的质量之和，用 ρ 表示，单位为 kg/m^3 。

空气的比容是指单位质量的空气所占有的容积，用符号 v 表示，单位为 m^3/kg 。因此空气的密度与比容互为倒数关系。

四、相关概念

1. 露点温度

利用饱和空气的含湿量与温度有关这一原理，我们可以通过降低温度的方法，使不饱和

空气达到饱和，再由饱和到空气凝结出水珠（即结露）。在结露之前，空气的含水总量不变。我们把一定压力下，湿空气在水蒸气的含量 d 不变的情况下，冷却到相对湿度 $\phi=100\%$ 时所对应的温度，称为露点温度，并用符号 t_L 表示。

2. 机器露点温度

空调系统的“机器露点温度”与空气的露点温度是有区别的，它是指经过人为的对空气加湿或减湿冷却后所达到的近于饱和的空气状态。表面式冷却器外表面的平均温度称为“机器露点温度”；经过喷水处理的空气比较接近于 $\phi=100\%$ 状态，习惯上将其状态称为“机器露点”。

3. 干、湿球温度

空气的相对湿度 ϕ 通常通过干、湿球温度计测量出来。

干、湿球温度计的结构如图 1-1 所示，它是由两个相同的温度计组成的。使用时放在通风处，其中一个放在空气中直接测量出来的温度称为干球温度，用符号 t_g 表示；另一个温度计的感温部分用纱布包裹起来，纱布下端放在盛满水的水槽里，测量出来的温度称为湿球温度，用符号 t_{sh} 表示。

根据干、湿球温度计的差值和湿球温度值从湿度表上可以查得空气的相对湿度 ϕ 的大小。

值得注意的是，风速大小对所测湿球温度的准确性有很大影响。当流过湿球的风速较小时，空气与湿球表面热湿交换不完善，湿球读数偏高。当流经湿球表面的风速为 4m/s 以上时，所测得的湿球温度几乎不变，数据最准确。

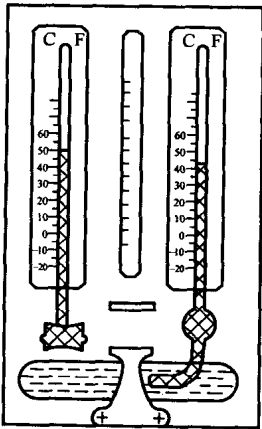


图 1-1 干湿球温度计

第二节 空气调节系统

一、空气的焓-湿图

1. 焓-湿图的坐标

焓-湿图建立在斜角坐标上，如图 1-2 所示。纵坐标表示焓值用 h 表示，斜坐标表示含湿量用 d 表示，两坐标间的夹角为 135° 。在实际应用中，为避免图面过长，常取一条水平轴代替含湿量 d 轴，这样 d 轴变成了水平轴。

2. 焓-湿图上的等参数线

(1) 等焓线 (h)

等焓线是一组与纵坐标成 135° 夹角的相互平等的斜线，每条线代表一焓值且每条线上各点的焓值都相等。