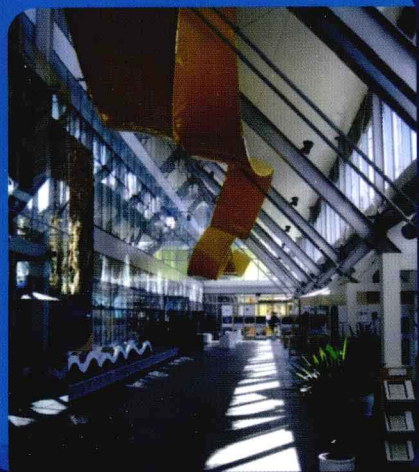


温湿度独立控制空调系统 (第二版)

Temperature and Humidity Independent Control of
Air-conditioning Systems

刘晓华 江 亿 张 涛 著



中国建筑工业出版社

温湿度独立控制空调系统

(第二版)

Temperature and Humidity Independent Control of Air-conditioning Systems

刘晓华 江 亿 张 涛 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

温湿度独立控制空调系统/刘晓华, 江亿, 张涛著.
北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 5
ISBN 978-7-112-15205-6

I. ①温… II. ①刘… ②江… ③张… III. ①建筑-
空气调节系统-研究 IV. ①TU831. 8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 082643 号

责任编辑: 姚荣华 张文胜

责任设计: 赵明霞

责任校对: 陈晶晶

温湿度独立控制空调系统

(第二版)

Temperature and Humidity Independent Control of Air-conditioning Systems

刘晓华 江 亿 张 涛 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 $\frac{3}{4}$ 字数: 450 千字

2013 年 5 月第二版 2013 年 5 月第三次印刷

定价: 65.00 元

ISBN 978-7-112-15205-6
(23297)

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)

第二版前言

本书的第一版自 2006 年出版以来，在国内外同行的支持、参与下，温湿度独立控制空调（THIC）的事业有了大的发展。现择其要点记录如下：

- 2007 年在科技部、住建部的支持下，启动了“十一五”国家科技支撑计划重点项目：“降低大型公共建筑空调系统能耗的关键技术”。以中国建筑设计研究院潘云钢总工为负责人，联合合肥通用机械研究院、清华大学、盾安空调、格力电器、青岛海尔等多个设计、研究机构和企业，共同对 THIC 系统进行研发和推广。完成了系统的设计方法、开发出系列的相关产品，建成并投入运行一批实际工程。这个项目在 2012 年被住房和城乡建设部评为华夏建设科学技术一等奖。

- 也是在 2007 年，由二十多个相关的研究、设计和生产机构与企业在深圳成立了“温湿度独立控制空调技术推广产业联盟”，从基本概念、设计方法、产品研发、工程应用多角度全方位推进 THIC 的发展与推广。6 年来，联盟成员不断增加，在发展推进 THIC 事业的同时，也使一批企业找到创新与发展的方向。

- 暖通在线持续组织了关于“温湿度独立控制空调”的网上讨论，广大专业人士踊跃参加。通过这种广泛和持续的讨论，澄清了许多基本概念，梳理出系统的设计分析方法；从 2006 年在合肥召开的全国暖通空调制冷学术年会开始，每次的全国暖通年会都组织 THIC 的专题讨论；2012 年 7 月，暖通空调杂志创刊 40 周年纪念会又成为研讨、宣传 THIC 的专题会。这些活动，都使 THIC 开始进入更多暖通人的心中。

- 2011 年 11 月，国际能源组织下属的建筑与社区系统节能合作研究组织（IEA ECBCS）理事会正式通过立项，启动 Annex59，由中国牵头，8 个国家（中国、丹麦、日本、比利时、意大利、韩国、德国、芬兰）共同开展以 THIC 概念为核心的合作研究，致力于发展未来的新型空调方式。以前是我们追着发达国家的概念和技术跑，现在他们开始跟着咱们的理念走啦！

在这样的大形势下，在产品开发和工程项目两条道上，温湿度独立控制空调都得到了极为可喜的发展：

- 珠海格力电器开发出大型变频离心式高温冷水机组，出水温度在 16℃时的标准工况下，COP 已经超过了 8.5。

- 除了溶液调湿新风机组，多种采用转轮、冷凝与热回收、透湿膜等技术的调湿装置出现。新风的湿度处理不再是“一花独放”，而大有“百花齐放春满园”之势。

• 多种显热末端产品相继涌现,包括干盘管、毛细管、冷梁、辐射板、置换通风型末端等多项系列产品。在这个领域里也终于开始有了由中国原始创新的产品技术。

最早的 THIC 空调系统的办公建筑是 2007 年投入运行的深圳蛇口招商地产南海意库工业厂房改造项目,目前这座建筑是招商地产总部的办公大楼,此后出现了一系列从不同角度用不同方法尝试实践 THIC 的工程。2012 年,作为又一个代表 THIC 阶段性标志的项目,西安咸阳机场 T3 航站楼正式投入运行。这是国内第一个高大空间全面采用辐射地板与置换通风联合供冷的工程案例。与常规的集中射流送风方式相比,不仅工程造价和运行能耗都显著降低,室内舒适性亦有良好表现。现在,从深圳到乌鲁木齐,从上海到成都,办公、交通枢纽、文化场所以及特殊环境需求的工业建筑,都出现了采用 THIC 的工程案例。当年一棵刚发芽的小苗,现在开始在各地繁殖开啦!

随着研究和工程实践的深入,我们对 THIC 也有了更深入和清晰的认识。再翻看 2006 年版的这本书,就觉得已经与当前的研究与实践严重不适应,很有必要把概念说得更清楚,把系统理得更明白,把方法交代得更透彻。这就是本书第二版的写作动力。经过一年的努力,这一任务终于完成了。现在呈现给读者面前的这本书虽然称为第二版,但实际上其 90% 的内容是完全重写的。在编排上也与原来有很大的不同:前两章是介绍 THIC 的概念,接下来的三章分别介绍系统构成的三部分主要部件:显热末端、新风处理机、高温冷机。然后再转到工程系统:第 6 章介绍设计方法、第 7 章是运行调节方式、第 8 章是一些典型工程案例。通过这样的编排,希望充分反映在 THIC 方面的发展和认识,同时也尽可能通过清晰的体系结构便于读者查找、使用。

经常听到有同行讨论,THIC 是一种空调系统形式吗?什么场合适合于 THIC,什么场合不适合?我原来也是这样认为,只是回答不了什么地方该用 THIC。南方潮湿的地方使用 THIC,新疆干燥地区也可以使用呀;人员密集湿负荷比例高的场合适用,大型数据中心这类纯显热负荷的场合也很合适。后来经过不断的思考和讨论,慢慢认识到,THIC 并不是一种新的空调形式,而应该是一种新的空调系统分析和设计方法。严格地讲,很早之前就出现过 THIC 这种系统形式,只是没有完全按照这个思路来分析与设计。100 多年前开利博士提出 $I-D$ 图这一工具来分析和设计空调,最大的贡献就是把湿度和温度统一考虑,通过通风换气,排除室内余热余湿。这样有了潜热的概念,冷机提供的冷负荷是显热与潜热之和。这一思路是设计和分析空调系统的基本方法。然而传热和传湿(也就是质量传递)在大多数情况下是两个互相独立的过程。除了在发生相变时,二者相互转换(也就是蒸发和冷凝过程),在其他情况温度湿度间是不能相互转换的(这里的湿度指绝对湿度,也就是含湿量“ d ”)。一台风机盘管标称 1kW 冷量,如果在额定水温和风温时可承担显热量是 600W,当没有湿负荷时,就只能承担 600W 冷量,不改变水温和风温,怎么也不能承担 1kW 冷量。所以温度湿度不可以转换,显热负荷与湿负荷不能相互转换。THIC 是把空气的显热与空气中的水蒸气完全分开考虑和分别处理。显热和水蒸气的排除可以由不

同的系统分担,也可以由一个系统承担,还可以是不同系统各自分担不同部分。这样看来,THIC 就没有固定的系统模式,是一种新的分析和设计思路。分析和设计方式的更新导致对空调过程更深刻的认识,这就导致系统形式上大量的创新。因此由 THIC 而派生出来的各种新型空调系统形式并不一定称作 THIC 型空调,而是在 THIC 的概念下发展出来的新型空调形式。随着这一理念逐渐深入人心,一定会涌现出更多的新型空调系统形式。

本书真正的写作者是刘晓华副教授和张涛博士研究生。他们二位投入了大量的精力和时间写作,并三易其稿。我仅是对全书的结构提出设想,并在他们的催促下完成几次全书的审阅和修订。张伦、赵康等博士研究生也参加了部分章节的工作。THIC 是刘晓华副教授领导下一个课题组自 2005 年开始的常年研究主题,这部书可以看作是他们这些年来一部分科研成果的总结。

感谢广大读者、全国广大暖通同行对我们工作的关注、支持和在各个层次上的合作。没有大家的支持,“共同唱戏”,就不会有这本书,更不会出现 THIC 空调现在这样全面发展的局面。今后的路还很长,该做的 THIC 相关的事还很多,真心地希望大家能持续地支持我们,咱们一起把 THIC 继续发展下去,营造更舒适节能的室内环境,把我国的空调产业做得更大、更强。

最后还要感谢中国建筑工业出版社的姚荣华、张文胜编辑,没有他们的支持和大量认真细致的工作,本书第二版的出版也不可能实现。另外,本书英文版将由 Springer 出版社出版。

也许,在多少年后还会有本书的第三版?看看对 THIC 的进一步认识和研究吧,也看未来的产品和工程是怎样发展的。我想,随着我国空调产业的发展、成熟和走向世界,THIC 也一定会有更多的内容需要在以后的书中进一步书写。

江 亿
于清华节能楼
2013 年 4 月

第一版前言

室内的温度、湿度控制是空调系统的主要任务。目前，常见的空调系统都是通过向室内送入经过处理的空气，依靠与室内的空气交换完成温湿度控制任务。然而单一参数的送风很难实现温湿度双参数的控制目标，这就往往导致温度、湿度不能同时满足要求。由于温湿度调节处理的特点不同，同时对这二者进行处理，也往往造成一些不必要的能量消耗。温湿度控制的本质是什么？完成这一控制任务热力学意义上需要的最小做功是多少？从热力学意义上看现行的空调方式的效率如何？什么样的空调系统构成才可能最好地接近热力学最小功方式？25年前我在清华大学做研究生时，在彦启森教授的指导下，就多次与当时也做研究生的何鲁敏（亚都加湿器的开创者）探讨一系列的问题，但一直不得要领。多少年来为其所惑，成为经常思考的问题之一。10年后何鲁敏开始了加湿器的研究，20年后我和我的几位学生也沉浸于新的除湿方法研究中。与通常的热系统相比，空气调节的特殊性就在于其过程中同时存在湿度的变化。以湿度为突破口，换一个角度重新考察建筑环境控制和空调过程控制问题，就会得到全新的认识。

25年前，针对我们当时热衷于基于传热学开展对建筑环境控制系统的研究，我的硕士生导师王兆霖教授曾对我说，如果你们能从热力学方面也作这样研究，意义就不一样了。这句话25年来在我头脑里回味过无数次。开始根本就不得其要领，近年来，不断重读热力学的原著，理解热力学基本原理，尝试着按照热力学的方法，建立室内热湿环境控制的热力学分析框架，并尝试着由此出发，具体分析解决一些实际工程问题，慢慢尝到了甜头。热力学可以帮助我们从错综复杂的事物中抓到其本质，从而从整体上、从宏观上把握研究对象。目前的工作仅是在此方向上的初步尝试，然而大门似乎已敲开，大量的宝藏正等待挖掘和收获。

1995年，美国UTRC（美国联合技术公司研发中心）的James Frihaut博士来访，与我们探讨“humidity independent control”（湿度独立控制）的想法，并委托我们研究利用一种高分子透湿膜除湿的可行性。这开始了我们持续至今的独立除湿研究。感谢美国UTRC融洪研究基金，清华大学基础研究基金，国家自然科学基金以及北京市科委的科研经费的大力支持，使这一研究得以持续，并产生理论和应用的丰硕结果。

承担这一持续研究的是清华大学建筑技术科学系的“除湿小组”。陆续参加其中工作的有：张寅平教授、张立志博士[他们的成果已在张立志编著的“除湿技术”（化学工业出版社，2004）中全面反映]、袁卫星博士、李震博士、刘晓华博士研究生、陈晓阳硕士、

曲凯阳博士、谢晓云博士研究生、刘拴强博士研究生、张伟荣硕士研究生、李海翔硕士研究生和一些陆续加入该组的新同学。相关工作还得到清华大学建筑技术科学系的其他教师和研究生的大力支持与协助，并有绍兴吉利尔公司袁一军等热衷于湿度控制的许多人士的参与和支持。“除湿小组”形成的良好的学术研究环境是这一工作能持续进展，不断有新的成果出现，不断培养出新的研究人才的基础。

从 1996 年起开始基本理论的探讨，并走了很大的弯路后，10 年来主要取得的进展如下：

- 湿空气焓分析方法，尤其是零焓点的确定方法（见附录 D）。这奠定了湿空气热力学的基础，澄清了我们多年不清楚的问题。
- 对温湿度环境控制的本质的认识（见第 2 章）。得到排出余热余湿所需要的最小功，接近最小功的可能途径等。这为评价各种空调方式，探寻新的可能的空调方式奠定了基础。
- 温湿度独立控制系统的设想（见第 2 章）。提出用干燥新风通过变风量方式调节室内湿度，用高温冷水通过独立的末端（辐射或对流）调节室内温度的方案。这可能是近百年来延续至今的空调方式在整体思路上的突破。
- 研制出基于液体吸湿剂的空气全热回收装置和新风处理装置（第 5、6 章）。使空气可以等温地减湿，加湿；使同一装置可对空气进行热回收，减湿，加湿，调温等各种处理，它成为实现温度湿度独立控制的关键设备。
- 研制出新的间接蒸发冷却装置（第 7 章）。不通过制冷装置，在湿球温度 22°C 的新疆石河子通过间接蒸发冷却，制备出 17°C 的冷水。用工程实例证实焓分析方法的有效性。

2003 年 SARS 猖獗，适逢我们在溶液除湿研究上有所突破。为使当时非典重灾区北京人民医院急诊病房能安全的再度开业，在绍兴吉利尔公司，清华同方人工环境设备公司的支持下，我们日夜奋战，一周内研制出集热泵、溶液全热回收和溶液除湿技术于一体的新风处理机（见第 6 章），其性能完全达到预测值。这是“除湿小组”完成的第一台采用液体除湿技术的整机，也是由于抗击“非典”的形势所迫而逼出来的。如果说“非典”给我们什么收益的话，这可能也是其中的一项。

感谢北京市科委的大力支持和北京市热力集团的大力协助，我们在北京双榆树供热厂 2000m^2 办公楼建成了第一个完整意义上的“温湿度独立控制”系统。这一系统两年来运行良好，室内环境舒适宜人。陈晓阳硕士和马学桃师傅承担了全部的设计、施工、调试和运行工作，从工程全过程全面实践了“温湿度独立控制系统”。

敬佩新疆绿色使者公司于向阳先生敢于第一个“吃螃蟹”的精神，投资建造了第一个间接蒸发冷却式冷水机组，并建成基于这样冷源的温度湿度独立控制空调。目前这一系统良好运行，这为新疆这类干燥炎热地区的环境控制问题给出一条能够大幅度节能的新途径。

本书是“除湿小组”近年部分成果的总结，也是近年来我们对室内热湿环境控制的理解的初步总结。我提出全书的写作方案，各章的完成者分别为：

第1章 刘晓华、江 亿

第2章 江 亿、刘晓华、魏庆芑、李 震

第3章 魏庆芑、赵 彬、欧阳沁、刘晓华

第4章 刘晓华、张伟荣

第5章 江 亿、刘晓华、李 震

第6章 陈晓阳、刘晓华、李 震、江 亿

第7章 石文星、刘晓华、谢晓云、谢晓娜

第8章 刘晓华、陈晓阳、刘拴强、谢晓云、张永宁、江 亿

本书的许多提法和结论是基于我们的初步研究结果第一次尝试性提出，很可能有很多不妥之处。衷心希望各界同仁能批评指正，提出更好的建议，共同推进温湿度独立控制系统的发展。当前，建筑节能正在被全社会广泛重视。空调是建筑能耗的主要部分。温湿度独立控制系统应该是降低能耗，改善室内环境，与能源结构匹配的有效途径。希望这种方式能更快、更广泛的推广开，为建筑节能事业发挥其应有的作用。

江 亿

于清华园

2005年7月31日

目 录

第 1 章 目前空调系统形式及特点	1
1.1 室内环境控制系统的任务	1
1.2 目前的处理方法	2
1.2.1 现有空调系统分类	2
1.2.2 现有空调系统典型空气处理过程	3
1.3 现有处理方法存在的问题	4
1.3.1 热湿统一处理的损失	4
1.3.2 冷热抵消及除湿加湿抵消造成的损失	5
1.3.3 难以适应热湿比的变化	7
1.3.4 室内末端装置	9
1.3.5 输送能耗	10
1.3.6 对室内空气品质的影响	11
1.4 对新的空调方式的要求	12
第 2 章 室内环境的控制策略	14
2.1 建筑排热排湿与空气品质的需求	14
2.1.1 室内余热来源及特点	14
2.1.2 室内余湿来源及特点	16
2.1.3 CO ₂ 排除及室内空气品质需求	18
2.2 理想排热排湿过程分析	22
2.2.1 理想排热过程分析	22
2.2.2 理想排湿过程分析	24
2.2.3 系统整体的排热排湿理想效率	29
2.3 实际排热排湿过程分析	30
2.3.1 从理想排热排湿过程到实际处理过程的分析	30
2.3.2 实际处理过程各环节温度水平	33

2.3.3 实际建筑热湿负荷比例	34
2.4 温湿度独立控制的核心思想及基本形式	36
2.4.1 温湿度独立控制的基本理念与组成形式	36
2.4.2 新风全年运行参数需求	38
2.4.3 我国各地区室外气候条件	42
2.5 温湿度独立控制空调系统需求的装置及需要解决的问题	44
2.5.1 余热消除末端装置	44
2.5.2 送风末端装置	44
2.5.3 高温冷源	45
2.5.4 新风处理设备	45
2.6 温湿度独立控制的研究综述及可能形式	46
2.6.1 关于温湿度独立控制的研究综述	46
2.6.2 温湿度独立控制的可能形式	48
第3章 室内显热末端装置	52
3.1 辐射板	52
3.1.1 辐射末端换热特点	52
3.1.2 辐射末端换热重要参数	55
3.1.3 不同类型辐射板自身性能	73
3.1.4 关于辐射板表面温度不均匀性的讨论	80
3.1.5 关于辐射板自适应性的讨论	86
3.1.6 对室内热舒适的影响	88
3.2 干式风机盘管	89
3.2.1 与传统湿工况风机盘管的差异	89
3.2.2 沿用湿工况风机盘管结构形式的干式风机盘管	90
3.2.3 新结构形式的干式风机盘管	94
第4章 新风处理方式	98
4.1 新风处理基本装置	98
4.1.1 我国不同气候区域对新风处理装置的需求	98
4.1.2 热回收装置	100
4.1.3 除湿装置	103
4.1.4 加湿装置	108

4.2 I 区的新风处理 (西北干燥地区)	109
4.2.1 夏季蒸发冷却方式处理新风	109
4.2.2 冬季对新风的加湿处理	112
4.3 II 区的新风处理 (潮湿地区——秦岭淮河一线以南)	114
4.3.1 冷凝除湿新风处理方式	114
4.3.2 溶液除湿新风处理方式	119
4.3.3 固体除湿新风处理方式	128
4.4 III 区的新风处理 (潮湿地区——秦岭淮河一线以北)	135
第 5 章 高温冷源	137
5.1 土壤源换热器	137
5.1.1 工作原理	137
5.1.2 换热过程分析	139
5.2 蒸发冷却方式制备冷水	143
5.2.1 蒸发冷却制取冷水的基本形式	143
5.2.2 蒸发冷却冷水机组性能分析	145
5.3 人工冷源	147
5.3.1 高温制冷机组的主要特点	147
5.3.2 高温冷水机组开发案例	151
5.3.3 高温多联式空调机组开发案例	157
第 6 章 温湿度独立控制空调系统负荷计算与方案设计	160
6.1 温湿度独立控制空调系统方案设计	160
6.1.1 方案设计总述	160
6.1.2 方案举例	164
6.2 温湿度独立控制系统负荷计算	166
6.2.1 室内负荷分析	166
6.2.2 室内显热负荷的分摊	167
6.2.3 主要设备承担负荷情况	168
6.2.4 与常规系统效率比较	170
6.3 高温冷源供回水参数的选取	172
6.3.1 目前高温冷水供回水参数情况	172
6.3.2 高温供冷情况下的核心问题	173

6.3.3 冷水输配系统运行参数探讨	175
6.4 辐射末端的设计应用	177
6.4.1 供冷量/供热量的计算方法	177
6.4.2 辐射板夏季换热性能	179
6.4.3 辐射板冬季换热性能	182
6.4.4 应用辐射板需要注意的问题	183
6.5 设计中需要注意的问题	184
6.5.1 建筑渗透风量的影响	184
6.5.2 部分负荷下的设备运行性能	186
6.5.3 回收的排风量不足对带有热回收装置的系统性能影响	190
6.5.4 应用双冷源系统需要注意的问题	191
6.5.5 应用余热驱动溶液除湿新风系统需要注意的问题	192
第7章 温湿度独立控制空调系统全年运行方案与控制调节	195
7.1 全年采暖空调系统方案	195
7.1.1 我国典型气候区域采暖空调需求	195
7.1.2 我国典型气候区域采暖空调系统方案	197
7.2 温湿度独立控制空调系统运行调节策略	201
7.2.1 系统整体运行策略	201
7.2.2 新风送风调节策略	202
7.2.3 显热末端调节策略	205
7.2.4 防结露措施与调节	206
第8章 温湿度独立控制空调系统应用案例	208
8.1 潮湿地区应用案例 I: 深圳某办公楼	209
8.1.1 建筑与空调系统概况	209
8.1.2 空调性能测试	213
8.1.3 空调系统的能耗分析	215
8.1.4 空调系统进一步提高性能的途径	217
8.1.5 小结	218
8.2 潮湿地区应用案例 II: 北京某办公楼	218
8.2.1 空调系统形式及负荷结果	219
8.2.2 空调系统方案设计	220

8.2.3 空调系统运行调节	223
8.2.4 空调系统性能测试	224
8.2.5 小结	227
8.3 干燥地区应用案例：乌鲁木齐某医院	227
8.3.1 建筑与空调系统概况	227
8.3.2 空调系统运行性能	229
8.3.3 空调系统能耗分析	231
8.4 高大空间应用案例	232
8.4.1 泰国某机场应用案例	233
8.4.2 西安某机场应用案例	239
8.4.3 深圳某办公建筑前庭应用案例	242
8.5 工业建筑应用案例	247
8.5.1 建筑与原有空调系统概况	247
8.5.2 改造后的空调系统方案	249
8.5.3 改造后空调系统测试结果	250
附录 A 湿负荷计算	253
A.1 人体散湿量	253
A.2 敞开水表面散湿量	254
A.3 植物蒸发散发的水分	254
A.4 从围护结构渗入的水分	255
附录 B 全球气候分析	256
B.1 世界各国夏季室外含湿量水平	256
B.2 不同国家冷水机组出水温度标准	259
附录 C 不同建筑模型及参数设置	263
C.1 不同类型建筑模型及参数设置	263
C.2 负荷计算结果分析——逐时负荷特性	269
C.3 温湿度独立控制系统承担负荷分析	271
附录 D 室外设计气象参数讨论	273
D.1 我国室外气象参数分析	273

D.2 各地室外气象参数统计	277
附录 E 辐射地板热阻简化计算方法	279
E.1 辐射板供冷量计算	279
E.2 辐射板表面温度分布	284
附录 F 不同除湿处理方式的比较	287
F.1 常用液体吸湿剂的性质	287
F.2 常用固体吸湿剂的性质	289
F.3 冷凝除湿方式与采用吸湿材料除湿方式的比较	292
F.4 不同溶液除湿流程的比较	294
F.5 溶液除湿方式与固体除湿方式的对比	297
附录 G 网友问题回复	300
参考文献	310

第 1 章 目前空调系统形式及特点

1.1 室内环境控制系统的任务

室内环境控制系统的任务是提供舒适、健康的室内环境。舒适、健康的室内环境要求室内温度、湿度、空气流动速度和空气品质都控制在一定范围内。室内的热湿环境是影响人们热舒适度最为重要的因素，它主要是由室外气候参数、室内设备、照明、人员等室内热湿源，以及室内空气流动状况所共同作用产生的。除了工业空调外，随着民用建筑内的空调迅速增加，我国对舒适性空调的室内参数做出了具体的规定（GB 50189），其冬夏室内参数的设置推荐值参见表 1-1，公共建筑主要空间的设计新风量参见表 1-2。

空气调节系统室内计算参数

表 1-1

参 数		冬 季	夏 季
温度（℃）	一般房间	20	25
	大堂、过厅	18	室内外温差≤10
风速（v）（m/s）		$0.10 \leq v \leq 0.20$	$0.15 \leq v \leq 0.30$
相对湿度（%）		30~60	40~65

公共建筑主要空间的人均设计新风量

表 1-2

建筑类型	客房 (5 星级)	客房 (4 星级)	客房 (3 星级)	影剧院、音乐 厅、录像厅	游艺厅、舞厅
新风量 [m ³ /(h·人)]	50	40	30	20	30
建筑类型	办公	商场、书店	饭馆、餐厅	体育馆	美容、理发、 康乐设施
新风量 [m ³ /(h·人)]	30	20	20	20	30

随着物质与文化生活水平的提高，自我保护意识的加强，人们对空气的品质也提出了更高的要求。好的室内空气品质可以为人们提供健康的生活环境，有益于提高学习、工作效率，提高生活的质量。我国出台了旅店业、文化娱乐场所、体育馆、商场、书店等活动场所的一系列卫生标准（GB 9663~GB 9673），对室内的二氧化碳、一氧化碳、甲醛、可

吸入颗粒物的浓度以及空气细菌数的含量做出了明确的规定。以室内二氧化碳的浓度要求为例，在图书馆、博物馆、美术馆、旅店招待所、医院候诊室等环境要求其室内的二氧化碳浓度低于 1000ppm (0.10%)，在影剧院、音乐厅、游艺厅、舞厅、商场、书店等环境要求其室内的二氧化碳浓度低于 1500ppm (0.15%)。将室外的新鲜空气送入室内，被普遍认为去除上述污染物最为有效的途径。

室内环境控制的任务也可以归纳为：排除室内余热、余湿、CO₂、室内异味与其他有害气体 (VOC)，使其参数在上述规定的范围内。对于上述主要任务：

- 排除余热可以采用多种方式实现，只要媒介的温度低于室温即可实现降温效果，可以采用间接接触的方式（辐射板等），又可以通过低温空气的流动置换来实现。
- 排除余湿的任务，就不能通过间接接触的方式，而只能通过低湿度的空气与房间空气的置换（质量交换）来实现。
- 排除 CO₂、室内异味与其他有害气体 (VOC) 与排除余湿的任务相同，需要通过低浓度的空气（如室外新风）与房间空气进行质量交换才能实现。

1.2 目前的处理方法

1.2.1 现有空调系统分类

空调系统以空气、水或制冷剂等多种介质作为冷量或热量输送到室内末端的媒介，利用这些媒介在末端通过对流、辐射等方式与室内进行热量传递或质量传递，实现对室内热湿环境的有效调控。按照承担室内热湿负荷所用介质的不同，空调系统可分为全空气系统、空气-水系统、全水系统和制冷剂系统等，如表 1-3 所示。其中，全水系统是指房间热湿负荷全部通过水作为介质来承担，这种系统并不能解决房间的通风换气问题，通常不单独采用此种形式。制冷剂系统是指通过制冷剂的直接蒸发或冷凝等方式来直接实现对室内供冷或供热，普通家用空调器及近年来广泛应用的多联式空调机组等都是这种方式的空调系统。在采用集中式空调系统的建筑中，目前较多采用的空调系统形式是空气-水系统和全空气系统。

现有空调系统方式的分类 表 1-3

应用场合	制冷剂系统		空气-水系统	全空气系统
住宅	家用空调	多联式空调机		
小型公共建筑			风机盘管+新风系统	定风量 CAV
大型公共建筑				变风量 VAV