

聚微杂志

牛侃暖通

Niubility of HVAC CO.2015

2015
合辑

2016.01





牛侃暖通

(不定刊)

Niubility of HVAC

2016年01月

2015年合辑

创刊年份：2013年

主办单位：暖通空调在线

主 编：林星春

顾问指导：宋 凯、董丽萍

编 委：马琳琳

发 布：暖通空调在线

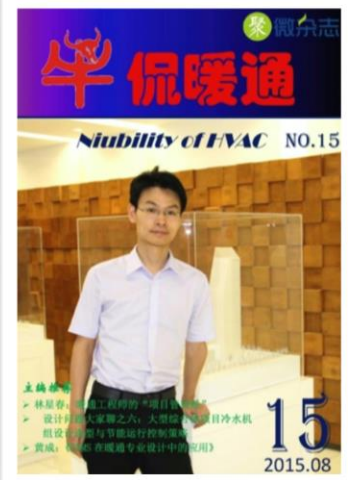
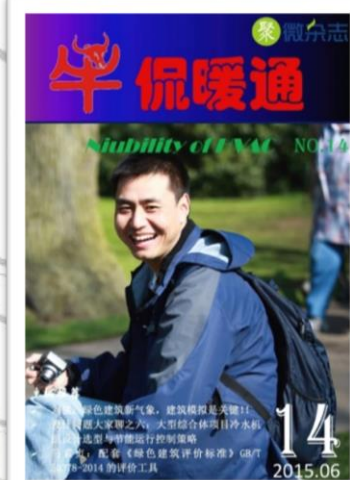
投稿邮箱：nkntzz@163.com

订阅信箱：nkntzz@163.com

在线观看：http://w.ehvacr.com/

郑重声明：

- 1、本微杂志不定页数不限内容不限期数不定发布时间
- 2、本微杂志对所有内容和言论概不负责。至于你信不信，反正我是信了！
- 3、本微杂志无刊号无版面费无纸质版，要评职称之类的一律退散



合作支持



中国绿色建筑排行榜



《牛侃暖通》2016 告白书

立足于为广大暖哥暖姐提供交流的网络平台，基于暖通空调在线民间创民间办的微杂志。无刊号无稿费无版面费，有追求有看法有表达，可论文可杂谈可诗歌可艺术。

期待如午后的一杯咖啡，在繁芜的日常工作中，带给暖男暖女们片刻的安宁，干净、纯粹但不失专业的追求；任性、开怀但承载不息的奋斗情怀。

牛侃暖通

- 创刊：**微杂志《牛侃暖通》创刊于2013年1月。主编林星春（小林），每期特邀不同编委和顾问。
- 栏目：**【封面人物】、【牛侃暖通】、【行业茶聊】、【民间论文】、【暖儿暖女】、【暖通告白】、【新番推荐】等
- 刊期：**一至两个月出一期，每期20页左右，并适时出一些特辑和合辑。
- 平台：**暖通空调在线网站、微杂志订阅频道、小林助考微信公众号及暖通相关QQ群微信群
- 地位：**2016年开始将作为“暖通空调俱乐部会刊”成为业界草根们的交流阵地，畅所欲言，并不断地无差别地推出亮闪闪的“暖儿暖女”，不论出身，不论大牛小牛，一视同仁。《牛侃暖通》中亦隐藏着不少行业大咖，他们愿为你甘当绿叶，也许你就是下一期的封面人物。
- 期待：**我们欢迎和期待对《牛侃暖通》成长有利的任何形式的支持。《牛侃暖通》没有专业的杂志人员，但我们有一颗钻石般恒久远的心，主编在，牛侃在，暖通在，牛侃在。在此约定：《牛侃暖通》创刊十年、二十年、三十年、四十年、五十年都会与你相约，我们期待在《牛侃暖通》上找到你的身影。

《牛侃暖通》订阅投稿建议支持邮箱为：nkntzz@163.com



2015 年合辑目录 (1)

图片摄影

- 王芳：里湖铁索桥 封面
- moonface：嵊山渔港夜景 封底

封面人物

- 张思柱：执着的追求书写无愧的人生 1
- 刘猛：绿色建筑新气象，建筑模拟是关键！！ 3
- 林星春：暖通工程师的“项目管理经” 6
- 董丽萍：暖通行业进入理性发展的“慢牛”时期 8

牛侃暖通

- 设计问题大家聊之五：办公空调末端形式的选择 11
- 设计问题大家聊之六：大型综合体项目冷水机组设计选型与节能运行控制策略 16
- 刘侃：侃侃 2014 年暖通注册题又一例 24
- 刘侃：振动传递率，加号“+”还是减号“-” 25
- 张锡虎：辐射供冷如何实现除湿？应该如何合理确定辐射供冷的冷媒？ 27
- 张锡虎：按照热水温度 85℃60℃设计的散热器供暖系统，为什么常常出现在最冷时，实际运行水温用不着 85℃60℃就能达到设计室温了？ 28
- 张锡虎：多台水泵并联的系统，如何选择单台水泵流量？ 29
- 张锡虎：在实际运行时怎样判断水泵的实际工作点工况？ 30

行业茶聊

- 崔磊：暖通注考：“非常规”考生们的备战历程 31
- 建筑设计费 10 年不涨的背后！ 34
- 龙惟定：互联网+时代暖通企业面临的新机遇与挑战 39
- 范存养教授向空调博物馆捐赠藏书 41
- 一辈子的光阴扔在了单位 43
- 住建部“四库一平台”将终结挂靠时代 45



2015 年合辑目录 (2)

民间论文

- 米秀伟: 《五星级酒店复合式水蓄冷系统的设计及应用》 47
- 刘猛, 等: 《置换通风热力分层高度的数值研究》 58
- 刘猛: 《热活性建筑系统部分参数的敏感性分析》 63
- 黄成: 《PDMS 在暖通专业设计中的应用》 70
- 刘猛, 等: 《夏季工况双层皮玻璃幕墙综合传热系数计算模型》 79
- 刘猛: 寒冷地区北向内循环 DSF 冬季工况的排风策略 85
- 乐立琴: 通风空调工程施工图设计常见问题分析 89

暖通告白

- 小鱼儿飞飞: 稳扎稳打, 步步为营 96
- Joyking1986: 我的应试技巧终极分享! 109
- lovexj918: 我的注考路, 稳扎稳打, 科学合理 113
- liuhuan520: 学渣的逆袭、大学毕业三个月如何通过注册考试基础课 115
- Hotcomet: 漫漫备考路, 何处是归处? 116
- nana8774: 一句玩笑带来的注考之路, 在彷徨中终成功 118

暖儿暖女

- 聆风: 致亲爱的母亲 119
- 林依依: 我妈妈 119
- 黄宇睿: 美丽的房子 120
- 陈洪华: 姐姐 120





2015 年合辑目录 (3)

我学暖通

田志超：建筑能耗模拟理论、EnergyPlus 及应用	121
李元昊：工业动力站房设计要点	122
马素贞：配套《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014 的评价工具	123
潘来：设计院“三标一体”质量管理体系及暖通专业工作流程	124
邬守春：空调负荷计算新解	125
房天宇：从零开始复习注册设备工程师暖通空调专业考试	126
寿炜炜：新国标《建筑防排烟系统技术规范》草案探讨	127
林星春：绿色建筑评价标准（介绍篇）	128
黄赞：IDC 机房空调制冷系统规划设计	129
邬守春：冬季热负荷计算新解	130

新番推荐

莲花素手：《路过世界的角落》	131
《注册设备师暖通动力专业考试考场年度报告（2014）》	132
《小林陪你过注册暖通专业——2014 群聊精华汇编》	132
《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试模拟题集》（2015 年版）	133
《全国注册公用设备工程师（暖通空调）执业资格考试空白试卷集》	134
《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试历年真题解析 2015 版》	135
暖通空调杂志社：7 月 13~18 日·北京·注册考试培训班	138
马素贞：《既有建筑绿色改造诊断技术》	139
小林助考：2015 暖通专业注册考试实战班公开课	141
微杂志《牛侃暖通》微信公众号发布	142

2015
合辑

张思柱：执着的追求书写无愧的人生

建筑这个古老的行业，决定了在这个行业努力奋斗的企业家需要不断的积累才能有所进步，这也从某个角度诠释了我的创业之路！出发之前永远是梦想，上路之后永远是挑战！

——张思柱



2007年3月同济大学硕士毕业，硕士毕业后一直在设计院工作，在设计方面积累了一些经验，加上在之前就职单位的迅速提干。2010年底成立第一家公司，创立伊始，就以“绿色城市，天佑中华”为己任，寄希望于能在绿色建筑领域，这个在当时属于行业发展热点方向上有所斩获，于是我们把公司取名叫“佑华”。

我把公司的发展方向定位为上海最早以绿色建筑设计和咨询一体化的公司，简言之，就是绿色建筑+取得绿色建筑认证一站式交钥匙工程服务，后面一年多的实践证明，我的决策存在很大的问题，当时全国的房地产市场还比较乐观，大多数开发商更多是“短平快”的拿地设计开发建设的节奏，普遍认为搞绿色建筑就是一件既增加了

了投资，又延误了工期的事情，很难推进。

第一年过去，公司主营的领域毫无建树，公司的收入主要来源于机电设计方面，结果可想而知，我把毕业多年的积蓄全部贴补进去，才勉强熬过了第一个年头。第一年犯下的错误，就是没有遵循事物发展的客观规律，参天大树也是从一粒种子或很小的树苗成长起来的，如果直接移植一株成年树种，就需要很好的土壤环境及根基，否则就很容易死掉，而我们公司恰恰这两点都不具备，所以差一点就成为了死掉的那一颗。这件事情给我很大的反思，有时我也在想，这也许跟我从小在北方长大有关，北方人总体上做事讲究排场，好大喜功，缺乏南方人的务实，但也许又是因为北方人的性格使然，让我最终坚持了下来。

经过这次挫折，后面公司的发展才慢慢步入正轨，现在公司基本形成了“机电设计”“绿

建咨询”“机电顾问”三驾马车，人数也达到几十人的规模，公司所有的业务都是紧紧围绕机电这个核心领域。

公司发展至今，作为公司领导团队，王庭阳、刘猛、杨伟、朱波等发挥了不可磨灭的作用。我们希望能够打造一个自由交流的平台，让每个人都可以在上面实现自己的价值！同时，我们也是一家开放的企业，对于入职两年以上的员工，只要审核通过，就会给与一定的股份分红，我们希望不辜负每个员工的辛勤付出！“交流、包容、严谨”的制度设计，使得公司上下形成较强的向心力，每个人最大程度地发挥自己的潜力，为企业的稳健发展奠定了坚实基础！

后来，企业通过资源整合，与欧洲方面资源对接，联合成立了英宝工程技术顾问（上海）有限公司，努力打造一家立足于上海以机电顾问为核心的工程顾问公司，向行业内的老牌企业学习、致敬。经过这几年的发展，公司已经在工业领域绿建咨询、数据机房、物流地产、养老地产等领域取得可喜的成绩！

虽然一直根植于建筑行业，但我对互联网又有着无限的兴趣，工作期间有一段时间热衷于注册域名，后来延续到想做一家绿色建筑行业门户网站，等发现已经有很多行业门户网站后，再结合过往的经历，后面确定了一个方向“中国绿色建筑排行榜”，目前已经做了一定的准备，也许不久的将来，大家发现我们身上又多了一个标签。

机电，在建筑行业大多数人眼中，只是一个附属专业，没有建筑方案的白富美，也没有结构专业的高大上。但，越是不起眼的东西，往往意味着竞争越小，机会越多。互联网的发展，如同给机电插上了一对飞翔的翅膀，我坚信，随着大数据、智能家居的发展，机电将会迎来下一个黄金时期，而现在，我们正处在下一个风口上。

采访小结：

通过张总的经验，我们知道鲜花和掌声从来不会赐予守株待兔的人，而只馈赠给那些风雨无阻的前行者，空谈和阔论从来不会让你的梦想成真，不是你能不能，而是你要不要，只要你一定要，你就一定能成功。人生短短数十年，正所谓莫问前程凶吉，但求落幕无悔！



刘猛：绿色建筑新气象，建筑模拟是关键！！



刘猛：2009年毕业于同济大学暖通专业，工学博士，师从行业著名专家龙惟定教授。博士期间主要做建筑节能和能耗模拟方面的研究，毕业后到一家外企工作，主要从事绿色建筑和能耗模拟方面的工作。期间由于工作的需要，到荷兰埃因霍温理工大学做过两年博士后，主要从事建筑能耗模拟方面的工作。回国后从事暖通和机电设计、机电顾问方面的工作，2014年12月通过上海市高级暖通工程师评审，获得高级暖通工程师职称。

编辑：通过您的介绍，您很多工作都跟建筑能耗模拟相关，因此这方面您肯定积累了不少的经验，能否跟大家分享一下？

刘博士：目前国内建筑行业无论在规划、设计、改造阶段，都需要模拟来支撑，尤其在绿色建筑评价中，更强调能耗、采光、风环境和视野的模拟分析。不可否认，良好的计算机模拟结果能够为方案比选提供依据，使得方案更加合理，使得机电系统的配置更为节能。

编辑：目前很多人认为模拟的结果不太可靠，没什么价值比如绿色建筑评价所要求的模拟工作，大家都是按要求走走形式而已，您怎么看待这种现象？

刘博士：大多数做模拟的人都听过一句话“garbage in, garbage out”，如果输入的是垃圾，产生的结果必然是垃圾。有些人认为模拟的结果不靠谱，我觉得不外乎三方面的原因：一是模拟者本身不专业导致错误地设定模拟参数，二是项目工期紧，容不得精雕细琢，三是模型参数的设定缺乏审核。比如国内有些绿色建筑项目，评审时仅看 CFD 做了没有，模型参数没有人审查，这也导致淘宝网上售卖做一个模拟 50 块钱的现象。

编辑：能耗模拟有时候会不达标，据我了解有些项目为了满足绿色建筑要求，减去建筑部分消耗的能耗，就可以满足要求了，您对于这方面有什么看法？是否也遇到过类似的情况？

刘博士：相对 LEED 体系，我国绿色建筑评价对能耗模拟规定得不够细致和严谨。你提到的这个问题，在我国的绿色建筑模拟中可以去掉，LEED Reference Guide 中非常明确得规定了

像电梯、电熨斗等属于过程负荷 (Process Load)，在模型中必须加进去，基准模型和设计模型相比较得出节能率，不允许不模拟即通过减小分母而提高节能率。

编辑：建筑性能模拟究竟有什么作用，在日常工作中用得有多吗？

刘博士：目前我所经历的建筑项目，从建筑方案阶段开始，模拟工作就要陆续开展了。比如方案阶段，室外风环境、小区热岛效应、建筑阴影遮挡、视线分析等就要跟建筑方案配合，为方案提供优化指导和依据。到户型设计时，主要做建筑的自然通风和室内热舒适性模拟分析，从而优化户型设计。初步设计阶段主要做机电系统的比选、优化和定案，二次机电设计阶段主要做室内气流模拟，确定风口数量、位置及尺寸，确保室内的热舒适性。

编辑：现在绿色建筑新国标出来后，对于模拟任务有什么不同的要求么？

刘博士：与 2006 版的绿建标准相比，能耗、室内外气流以及采光和噪声模拟，新国标对模拟的内容没有特别的要求，我个人觉得没什么实质上的改进。

编辑：目前建筑性能模拟的业务的市场如何？

刘博士：坦率讲在国内做这块业务困难很大，大多数业主认为没必要为此埋单。但也有少数业主比较看重这些东西，甚至要求都比较高，因此我感觉困难与机遇并存。如果我们签的设计合同，那么建筑模拟的工作我们不另行收费，同建筑团队的合作基本上也是这样的模式。2014 年经在美国工作的同学介绍，我们承接了一些建筑能耗模拟的项目，合作非常愉快，利润也非常好，关键是从中我们学到了不少项目管理上的经验。

编辑：您在国外工作过，您能谈谈国外的经历、收获主要在哪些方面？

刘博士：目前国际上建筑性能模拟有三个大的方向：一是建筑能耗敏感性和系统优化，二是建筑能耗和 CFD 的联合仿真，三是分布式联合仿真。第一项与工程实践关系密切，后两项偏理论研究，但共同的特点都是联合仿真 (Co-Simulation)，需要两种以上的软件搭接完成，而国内基本上是单一的模拟，全靠手工设置参数，所受限制比较大。以建筑能耗敏感性分析为例，采用联合仿真的效果和效率远胜于手工设置参数的方法。这个话题我与中国建研院上海分院马素贞博士深入讨论过，大家的感受是一致的。另外国外采用联合仿真在建筑外围护结构设置、空调系统优化等方面的应用较多，值得我们学习。

编辑：为什么不留在国外，而选择回国了呢？

刘博士：欧洲的建筑业早就过了繁荣期，感觉在国外做的项目无论规模还是质量，都远不如国内，所以还是选择了回来发展。一直坚持的梦想，就是在自己擅长的领域，能够做出一点有用的东西。

编辑：平时工作应该很忙吧，您如何平衡工作与家庭？

刘博士：平时确实比较忙，压力山大。庆幸的是，我老婆是一名高校老师，主研管理心理学，她最擅长的压力管理之类的理论终于可以在我身上得到验证，从这个意义上说，我老婆应该感谢我给了她施展才华的机会。对我而言家是一剂最好的“降压药”。儿子降生后，老人的笑声和小孩哭声成了我不断前行的动力，感谢老婆、父母这么多年来支持和鼓励，我也坚信自己在今后能做得更好。

小编总结（马琳琳）：正因为刘博士有了理想，生活才变得这样甜蜜；正因为有了理想，生活才显得如此宝贵。但并不是任何理想都能如愿以偿！需要我们带着对生活的热爱，对生活的憧憬一直走下去，永远走下去……方能开出醉人的生命之花！



林星春：暖通工程师的“项目管理经”

一个年轻的暖通工程师能担当项目管理人员吗？很悬。或许建筑师还具有先天的优势，但一般机电工程师，尤其是年轻的暖通工程师几乎是史上没有承担项目管理这个角色的。“没试过怎么知道不行？我愿意尝试一下！”为配合华东都市院项目管理工作，事业三部青年党员、暖通工程师林星春冲破定势，勇挑重担，毅然走进项目管理领域。其间有过碰壁，走过弯路，但更多的是收获和成长的喜悦，酸甜苦辣咸之后，林星春悟出了四道“项目管理经”。

一道“经”：要有耐心



林星春首次接触相关项目管理的工程是新江湾城 F2 地块项目的机电咨询管理，负责的事情很简单很基础，主要是和施工单位对接，接收施工单位报送的所有图纸深化、设备报审、材料报审、承包商信息咨询、现场施工问题等等所有的呈审资料，初审上一步手续完备后分发给各专业负责人审核签字、网上申请盖章后送还给施工单位。虽是最简单的管理工作，但 F2 项目前后有三期，施工总包前后也不止一家，具体的分项施工单位就更多，再涉及到机电三个专业，林星春整天忙碌于接听电话、接收资料、初审资料、分发资料、申请盖章、

催缴签字、盖章留档、联系取资料等等琐碎工作中。自 2010 年施工开始到目前为止，林星春共处理完毕相关呈审资料近千份。在 F2 的项目管理中，林星春学会了耐心。

二道“经”：要会记录

林星春从事的第二个相关项目管理工程是成都灾备机房数据中心项目。作为项目经理助理，林星春主要做协助工作，包括对外对内收发邮件、分发资料、发文、联系安排、收缴成果等等，同时还包括和项目分包单位装饰公司的所有联系和安排。作为助理，林星春首次发明了项目周报工作，将项目相关的所有工作安排及文件来往进行整理并每周以简报形式汇报

给项目组成员，让项目组成员实时了解相关的项目进展情况。在这个项目中，林星春学会了记录。

三道“经”：要善沟通

林星春接触的第三个相关项目管理工作是西山湖宾馆，这个项目是真正的临危受命。这是2002年设计的项目，当时面临很多棘手问题：几乎找不到各专业的原设计者；留下来的设计资料也不完整；业主的负责联系人也换了几轮；项目现在才开始验收，存在着多种新旧规范变更的问题；新业主提出来的许多修改要求和配合工作都已经难以进行等等。在这种无人接手和业主难以沟通的情况下，只有两个项目管理工程经验的林星春毅然承担起这份工作，他从熟悉项目开始，向业主和施工单位慢慢了解情况，并协调安排各专业新的负责人，逐步配合完成了施工图修改、消防报审、消防验收修改、综合管网图纸等等多项事务，完成了经营部要求的主体更改的合同转移工作，并和业主新签了修改图纸和综合管网图纸的补充协议，并及时收回设计款。在这个项目中，林星春体会到了和各方有效沟通的重要性。

四道“经”：要能把控

乳山科技规划展示中心是林星春接手的第四个项目管理工作，第一次从项目方案阶段就介入担任项目经理。这个项目有其特殊性，整个项目是和外方建筑事务所合作，故沟通方面不仅要面对业主、内部各专业，还要面对外方的建筑师和项目负责人。另外，项目的业主是第一次建设项目，外方建筑也是第一次做施工图，所以在项目从备案到设计到送审及整个进度等等各方面都是一点点磨合和修整。林星春在将前面积累的项目管理经验应用到这个项目的同时，不断创新，注重从全局的角度管理项目，慢慢学会了项目管理更重要的能力——把控。

作为一名年轻的设计师，作为一名党员，林星春在项目管理领域大胆尝试的同时，在专业技术工作上踏实学习，虚心求教，努力提高设计水平，至今已发表工程论文7篇，参编、主编出版专业书籍2本，多项工程获得设计奖项，曾被评为党内主题活动先进个人、优秀党员和优秀员工。他用实际行动向党组织和院内外证明：勇于承担、敢于开拓是青年员工保持活力、不断进步的坚实力量，更是都市院蓬勃发展的活力之源。林星春也因此成为都市院“聚焦整合谋发展、担当有为做表率”党内主题活动的先锋。

编者注：本文选自《华东建筑设计研究院有限公司现代都市建筑设计院优秀企业文化案例集》

董丽萍:暖通行业进入理性发展的“慢牛”时期



董丽萍毕业于天津大学机械工程学院机械制造工艺设备及其自动化专业,曾担任北京青云航空仪表公司空调分公司技术员、工程师,参与医院用消毒风机盘管、工厂车间暖风机等产品研发,后转入公司管理工作,完成了空调分公司经营建制、生产线自动化生产工序设计及组织等管理工作。

曾在中国制冷空调工业协会工作多年,参与创办了《制冷与空调》杂志、《中国制冷空调》月报等行业媒体,创立了行业信息大会、开发了《中国制冷空调行业年度报告》等,参与完成了《中国集中空调市场研究报告》《中国螺杆冷水机组研究报告》《中国溴化锂冷水机组技术及市场研究报告》等专项报告,参与“多联机、冷链”等专项技术调研工作。2009年加盟暖通空调传媒机构,策划了一些行业上有影响的公益

活动,如走进校园、走访企业等,访问多位业界前辈,著有《暖通记忆》。倡导树立新媒体力量,策划推出了《暖通空调e周刊》《暖通空调手机报》行业英文刊《CHAIN》暖通空调微杂志等网络新媒体。现担任暖通空调在线总编。

1. 通过您的介绍,我们了解到您拥有丰富的阅历,从空调技术、研发、管理,后期还策划了暖通行业新媒体的多项工作。您能谈谈在暖通行业多年的感受吗?

虽然不是学暖通的,但是多年来在暖通空调制冷行业,从制造企业到行业管理、行业媒体,了解了这一产业链的“产、学、研、用、管、媒”各个环节的生存状态,感受到这个行业近二十年来的飞速发展,结识了这个行业很多不同岗位不同业态的朋友,比如:设计师、企业家、院校老师、学生及用户等。“涉猎宽泛,见识尚广,快乐前行”是我在这个行业工作二十多年来的收获。这个行业因为身处飞速发展的时期,非常开心有很多成长的故事沉淀下来,有幸成为这个行业成长的观察者和记录者。

2. 您采访众多业界前辈,成就《暖通记忆》一书,您有什么感想?

《暖通记忆》成书前后,历时大约两年,在行业各位老师的帮助下,我得以走访了多位业界前辈,幸运的是,采访中遇到了国内设立暖通空调专业院校的一些专业教学奠基人,他们亲自讲述各校当年建立专业初期的一些故事,这些口述历史成为中国暖通空调专业发展不可或缺的记录,因此也奠定了《暖通记忆》一书在行业中的重要性。更为重要的是,我在走访了解这些故事的同时,也透过这些学术泰斗,业界耆宿的回忆,感受到我们这个行业几代人传承下来的行业精神,学术严谨、实践真知、授业解惑、传承创新,这些成为我们暖通空调行业生生不息,代代发展的从业基石。这个世界交织着太多的悲喜,走访这些行业前辈们,汲取到的力量是一种对人生的历练,从这个意义上讲,我是最大的受益者,也希望《暖通记忆》能传递这种受益给这个行业的新生代,行业发展日新月异,而这些奠基人的故事,他们所付出的年岁和热爱,我们不应该遗忘。



▲董丽萍 编著《暖通记忆》&《路过世界的角落》

3. 您现在担任暖通空调在线总编，可以简单介绍一下您对网站的现状和对未来的展望吗？

很有幸从暖通空调在线起步就加入了这个团队，暖通空调在线今天已经搭建起一个颇具规模的网络服务平台，服务于行业企业的宣传推广、业界的技术交流、多项培训课程。注册会员已越过21万人，这是暖通空调在线团队的努力的结果。

暖通空调在线一直加强与业界各层次机构合作，全力支持各行业机构所开展的公益活动和技术交流的网络推广，与各行业协会、科研院所等建立了良好的合作关系。如人环奖、CAR-ASHRAE等竞赛网络平台、网络考试等，并针对业界院校，联合专业指导委员会开设了校园频道，推进行业教育事业的发展。

暖通空调在线鼎力支持行业组织的高层次年会，提供活动的现场报道、网页专题等多种方式的宣传和组织工作。如，中国制冷学会年会、数据中心冷却工作组会议；中国勘察设计协会建筑环境与设备分会年会、中国建筑学会暖通空调分会年会等。未来，暖通空调在线将会持续加大力度支持各层次业界组织的活动，同时创新、策划新型的行业技术交流活动。

4. 您从事媒体工作多年，可以从媒体的角度分析下暖通行业的发展吗？

任何发展都离不开人。我看事物的变化都是通过采访各层次人物，从人物不同角度的想法来感受行业的变迁。比如现在暖通空调在线所开设的高端访谈栏目，就是从企业家、教授、行业管理者角度，感知业界冷暖和技术进步。

据我了解，行业今年普遍发展阻滞，已经从产业链条的不同环节开始，设计院面临任务的不饱满，中小设计院甚至已经面临生死之关，而制造企业中外资品牌明哲保身缩减各种预算，国内品牌感觉就要重任在肩，中小企业开始扑腾烧钱。种种迹象下，也不乏看准时机埋头练内功的聪明人，都在努力度过这一艰难期。

行业目前面临着一个更大的挑战是如何融入互联网的大潮，这个大话题下的喧嚣，带给这个行业是震动也是机会，新的道路需要企业家的敏感和技术的跟进。也许，行业快速发展该回落到一个正常理性的阶

段，中国制冷空调暖通行业力争成为“中国创造”，其实，能够经过一段时间调整，整个行业进入一个“慢牛”发展期，也是人们共同的期望吧。

5. 听说您游历过多个国家，可以分享一下您的感受吗？

也许是工作经历的丰富，让我养成了安静看世界的习惯。工作之余，我会抓紧时间把游历世界的经历记录下来，因此多年来，我没放弃写作。工作相对的自由度，让我能有机会到处走走看看，观察到不同地域上人们的生活，也使我有了写作的素材。2015年3月由清华大学出版社出版的《路过世界的角落》一书，记载了我过去十几年走过的各个国家里的不同见闻，算是一个成果吧。你问我的感受，简单来说，就是要保有热爱生活的心智，无论遇到何种境遇，功夫在诗外，多看看周围世界风起云涌的精彩，你会发现自己逐渐地从容，天地自宽。

采访总结（马琳琳）：之所以董总编能如此成功，并透彻的分析暖通行业的发展现状，是因为她懂得每一种成功都源于一双善于发现的眼睛，更在于一颗执著探索的心灵。我们常感叹自己没有机遇。然而，许多时候，机遇来时并不是敲着锣打着鼓，而是悄悄的在你身边经过，有心还是无意，是能否抓住机遇是关键。



▲董丽萍与女儿在英国爱丁堡

后记：世间繁华似锦，我只是路过，路过已属万幸。感谢漫长旅途中伙伴们的相伴，走过相识相知或相离。感谢家人，无论走到哪里，永远都有一个角落为我守望——《路过世界的角落》。

（编者注：《暖通记忆》详《牛侃暖通》2013年第2期【新番推荐】；《走过世界的角落》详《牛侃暖通》2015年第12期【新番推荐】。）

设计话题 大家聊

五、办公空调末端形式的选择

来源/暖通空调在线

问题讨论: 办公空调末端形式多种多样,如变风量空调系统、风机盘管+新风、多联机+新风,还有它们的组合形式有变风量系统+风盘、变风量系统+多联机、变风量系统+散热器等。越多选择,越难选择,每个项目方案前期都会去研究如何选择,本期我们就讨论一下办公空调末端形式的选择。

对于办公末端的确定,我们往往会从造价、净高、后期运管、客户类型及交付标准等方面去综合考虑,最终根据招商要求确定空调末端的形式。

从造价上来说,变风量空调系统造价最高,从净高上来说,变风量空调系统占用的净高最多;从后期运管上来说,VRV最为便利;从交付标准上来说,风盘与变风量空调系统毛坯交付最为可行;但是在实际设计中,各种空调末端形式都有选择,存在即具有价值,望通过本次的讨论,我们能很清楚的了解到各种空调末端选择的优势,请大家畅谈一下在设计中如何给办公定系统末端,又有哪些考虑和顾虑?

专家点评: [张沂](#), 华东建筑设计研究院有限公司 现代都市建筑设计院 副总工程师

1. 对变风量(VAV)空调系统有深入的研究,尤其在变静压变风量空调系统上有独到的见解。具有创新性的自动控制模型在两个工程上成功运行,在变静压变风量空调领域达到国内领先水平。
2. 对“绿色建筑”及美国LEED认证标准有很深入的理解。对空调系统的节能方法有很好的认知。在分量冰蓄冷系统的联合供冷方面,创新研究了一种可实施性强、管理方便的融冰优先控制方案。
3. 全面掌握本专业的国家和地方规范、标准。掌握行业技术标准、规范、规程。获施工图审查人员资格。在工作中积极了解国外先进的暖通空调理念与技术。
4. 对暖通空调的自动控制方面有很独到的见解,系统掌握常规暖通空调的自控方法。在该领域达到国内领先水平。



网友 Chenshuai678 的评论

我们在做每件事之前都要知道干这件事的目的是什么，用途是什么。同样，在选择办公空调末端的形式之前，我们一定要以业主需求为先，根据业主的用途、资金等情况进行考虑，其次从节能环保、造价、安装方便节约空间等方面依次进行考虑。下面我将依次对各种空调末端形式进行分析。

一·地板出风一般用于计算机房、电子设备房等场所，因为该场所一些电子设备发热量较大且设置于地板上面，地板出风可以将电子设备发热量很快的带走，但不适合用于办公室、家庭等场所，因为出风口容易沉积灰尘，送风时将灰尘吹得到处飘扬；地板出风直接吹到人体不仅不舒服。

二·辐射供暖（冷）的优点：节能较之传统方法，辐射供暖（冷）系统供水温度低（高），能耗相应较少。再者，可以使用热泵、太阳能、地热及低品位热能，可以进一步节省能量。一般认为，地板采暖（冷）比传统的采暖（冷）方式节能 20%~30%；对于办公建筑来说，还可以解决按户计量及加班问题。辐射供暖（冷）的缺点：（1）表面温度低于室内空气露点温度时，会产生结露，影响室内卫生条件；（2）由于露点温度限制，加上表面温度太低，会影响人的舒适感，所以限制了辐射供冷的能力；（3）在潮湿地区，室外空气进入室内会增大结露的可能性，因此要求门窗尽可能密闭，影响自然通风；（4）不同时使用风系统时，室内空气流速太低，如果温度达不到要求，更增加闷热感。

三·VRV 系统具有节能、舒适、运转平稳等诸多优点，而且各房间可独立调节，能满足不同房间不同空调负荷的需求。缺点是该系统控制复杂，对管材材质、制造工艺、现场焊接等方面要求非常高，且其初投资比较高。

四·风机盘管+新风：优点：（1）控制灵活，具有个别控制的优越性，可灵活地调节各房间的温度，根据房间的使用状况确定风机盘管的启停；（2）风机盘管机组体型小，占地小，布置和安装方便，甚至适合于旧有建筑的改造；（3）容易实现系统分区控制，冷热负荷能够按房间朝向，使用目的，使用时间等把系统分割为若干区域系统，实施分区控制；缺点：（1）因机组分散设置，台数较多，维修管理工作量大；（2）室内空气品质比较差，很难进行二级过滤且易发生凝结水渗顶事故。（3）风机盘管机组方式本身解决新风量困难，由于机组风机的静压小，气流分布受限制，实用于进深小于6米的房间。注：以上分析仅代表个人观点，仅供参考。

网友 Ljjhh 的评论

1、风机盘管系统，设备体积小，占地小，布置和安装方便灵活，适用新项目和旧项目改造；但作用仅将室内空气循环冷却，不能解决室内空气品质的问题。2、新风+风机盘管系统，使用风机盘管将室内空气循环冷却，新风系统将室外空气经过空气处理机组（新风机组）进行初效过滤、加热/冷却、加湿等处理过程，并输送到房间，解决空气品质问题。适用于有区域空气温度控制要求的普通等级的办公室、商业场所等中、小空间，3、全空气系统，由设置在空调机房或吊

顶内的空气处理机组,将空气经过过滤、加热/冷却、加湿等处理,通过风管和末端风口送入室内。空气过滤等级高、除湿能力强,适用于大空间使用要求和时间一致,区域温控要求不高,无需局部调节的区域。通过几年来的实际工作经验发现,1、一定要预留足够大的铰链式风口、检修口,并保证业主正式使用前对冷凝水管路再次检查;2、如有条件,末端设备和水系统管路尽量安装在走廊、员工茶点休息区等区域,避开重要电器设备(如电脑、网络服务器等)3、尽量不要选择高静压风机盘管,噪音较大;3、新风量依据最低40立/人/小时选择;4、北方选择根据需要选择末端湿膜加湿器;5、开放空间(如前台)选择立式明装风机盘管于前台内,更利于配合装修同时舒适度较高;6、一定要有合理的气流组织,避免出现循环短路;7、接待室、会议室、开放办公区等末端安装纳米级二氧化钛光触媒空气杀菌器,可以有效消除和分解烟味、装修污染。

➤ 网友 tiancqu 的评论

(1)变风量的末端,仔细分析来讲,其实不节能,且对自动控制和后期运行管理要求较高。。目前上海和北京地区应用较多,新建的央视大楼-大裤衩里边就有变风量系统,在北京地区应用变风量,,选用变风量末端需要进行详细的设计计算,并要保证后期运营管理的可靠性要求;(2)风机盘管+新风,这种系统比较传统,也是最常用的,想必大家比较熟悉;(3)多联机+新风,这里新风有很多形式,a 新风未经处理直接引入室内,多联机承担新风负荷;b 新风经过新风机组处理后,再进入室内,多联机不承担新风负荷;c 利用全热新风换气机引入新风,多联机要承担部分新风负荷。其中第三种方法,个别设计可能反映可能会不太理想,有些设计院设计时为了保证室内参数,设计计算时多联机还是按照包含多联机承担100%的新风负荷的选型的。这种形式的应用原理和风盘+新风的形式类似,前者是冷剂系统,后者是水系统。只需要判断办公室适合不适合多联机的应用。。近年来,VRV的发展很迅猛。。(4)组合形式:VAV+风盘,VAV+散热器,这种形式最早出现在美国和日本,,我们也可以在设计过程中多尝试尝试。。国内还有清华大学基于温湿度独立控制理念提出的干式风机盘管+新风,当然还有冷梁,冷辐射吊顶等等。。末端相对于系统来讲,大家一般都更注重系统,对末端重视程度不高,希望设计师也越来越注重系统。。。。。。

➤ 网友 Huoyanshen 的评论

随着空调设备发展,空调末端的选择也越来越广泛,但本人认为选择末端的原则应该是从节能,空气质量,噪声,以及安装方便节约空间这四点出发,故在此特别推荐风机盘管+热泵型全热新风换气机组形式,觉得比较能够满足现空调设计的要求。所谓热泵型是指带空调冷源型的新风机组,表冷器回收室内的冷量或蒸发器回收室内的热量,达到节能目的。可以很好解决新排

风的交叉污染,亦可以增设空气洁净设备联合处理新风,同时它也可承担处理潜热负荷要求,配合空调的温度与湿度独立控制系统,达到舒适 节能目的;另外,此新风与排风还可以分开设置,用铜管连接,这样可以很方便的解决管道交叉的问题。目前 从空调设备已经逐步运用于设计中,本人认为将会是以后设计末端的一个选择方向,特此申明,本人为设计人员,无设备推广之意,谢谢

➤ 网友 Ruiwumanbu 的评论

VAV 国外用的比较多一些。国内一般都偏重于风盘+新风和 VRV+新风。小一点的项目或者要求不是特别高的办公建筑,大家首选可能就是 VRV+新风,因为: 1.系统简单。国内做项目,是没有时间去钻研一个什么技术的,怎么简单怎么做,甚至直接交给厂家来画图,这跟业主方也有关系,业主方就是快!快!快!这种情况下,做方案的时候就怎么简单怎么来。2.业主方的态度,真不排除有些业主方没人懂暖通,看到类似的项目大家都是做 VRV,就跟风上,你做其它的系统他还不乐意,我觉得这是最主要的。我听一朋友说做一个办公楼,地上 5 层,地下 1 层,就在 VRV+新风和风盘+新风讨论来讨论去,好像讨论了半年,业主方定为风盘+新风,离出图剩下三四天时间的时候,业主通知换成 VRV+新风系统.....我觉得暖通做之前首先要知道业主的想法,而且要知道交付标准,交付标准也挺重要的,对于系统能不能调试有影响。至于说到底是风盘+新风好还是 VRV+新风好,堪比屠龙刀和倚天剑,只有硬碰硬的来一仗,比如说一模一样的办公楼来俩,一栋做 VRV,一栋做风盘。像 NBA 一样做好各种数据统计,最终再来横向比较,谁才是办公楼空调系统的胜者。我们最缺的不是图纸,而是专业的数据统计与数据分析, NBA 和欧洲足球超级联赛那种数据统计,试问我们到底敢不敢有?

➤ 网友 LUOMIN 的评论

近年来,随着政府对绿色建筑的重视,以及相关设计规范和标准的不断出台。对于我们设计人员来讲,既是挑战也是机遇,挑战的是我们要不断地学习与绿建有关的新标准、新规范及新的系统;机遇就是我们也有机会实践不同的系统方案,提高自己的业务能力和水平。我在此就我接触的一问题谈谈看法: 1、目前在施工图设计说明中,有 LEED 要求的就非常的提一句,没有对具体的技术措施加以落实,在实际系统方案中也没有看出相关的系统特点; 2、LEED 标准也在不断更新,而且针对新建、改建、公建及民居都有不同的标准,这些在我们的设计中均没有得到准确的体现和落实。3、针对办公建筑的一些新型的系统,如冷梁,冷吊顶、呼吸式幕墙风口,结合置换式通风系统设计原理方法的普及,以及相关产品的国产化,标准的建立还有待于跟进; 4、希望已有的一些节能规范中不尽合理的部分,能够及时的更新。如在某节能设计标准中规定了空气热回收装置的效率不应低于 60%,实际的产品很难做到。这就造成了设计和产品市场的脱节,以及产品市场的混乱。

➤ 张沂总工点评

设计技术人员通常会从技术角度来分析选择办公楼空调形式及空调末端。其实决定空调形式选择空调末端的因素很多。相比之下,诸如气象条件、地理位置、人文环境、社会发展阶段、政策导向、市场策划等因素的权重会更大些。

美国人非常重视室内环境品质,所以美国人对具有“水患”、凝水盘会滋生细菌、空气过滤效率极差的风机盘管很不喜欢,美国人也几乎不了解多联机,因此,美国的办公楼全部采用变风量(VAV)空调系统及末端。

日本人特别重视节能,所以日本人绝不采用美国人通常使用的带风机动力的变风量末端,不采用定静压控制策略。日本人采用单变风量末端、变静压控制策略的变风量空调系统。日本人的空调系统做的很小、很个性化,因此,日本人更喜欢多联机及风机盘管。

欧洲人空调的重点在冬季供热。欧洲人也更愿意为环保和节能买单。

至于国内,对商品办公楼来讲,市场策划的权重非常大,办公楼若用于分层、分块出租或出售,则业主会选择多联机系统及末端或水环热泵空调系统。若用于整幢楼出售或业主自持产权的办公楼,业主会更倾向选择风机盘管末端。若是高端写字楼,尤其是面向境外客户的办公楼或总部大楼,业主会更多选择VAV空调系统及末端。

对政府或国有资金投资的办公楼,则影响空调末端选择的因素就更多了,只能用“博弈”来概括。

Chenshuai678的评论较全面,从市场因素、政策导向、地理环境、技术特点、特殊场所等多个角度来综合分析空调末端形式的选取。考虑问题周全、思辨清晰、分析有深度,评论有广度,是一篇佳作。

Lijjhh、tiancqu的评论着重设计技术层面的分析。不管投资方是如何考虑的,首先把自己应该做的事情做好,然后对业主的决策在设计技术层面给予咨询和支持,这体现了设计技术人员的优良品质。并且评论有深度、有广度、有层次、有亮点、有分析、有体会,是不可多得的好评。

Huoyanshen的评论对干式风机盘管加热泵型全热新风的机组的组合应用情有独钟,因为其良好的节能与舒适性能。Fenglian1973的评论重点谈了多联机空调系统及末端设计的心得体会,有独到之处。Ruiwumanbu的评论强调了设计技术人员科学严谨的工作作风,不要人云亦云,要培养独立思考的能力。LUOMIN的评论谈到了绿色建筑给办公楼空调系统及末端的选择,带来的挑战和机遇,尤其是他对规范部分内容的质疑精神难能可贵。以上评论都有闪光之处,是用脑子在进行设计,其积极进取、创新涌动的心态,若长期坚持终将大放异彩。

(编者注:更多网友评论及互动详

<http://topic.ehvacr.com/ask2014/index.php?mod=pl&id=5>。下一期设计问题大家

聊主题为:大型综合体项目冷水机组设计选型与节能运行控制策略)



设计话题 大家聊

六、大型综合体项目冷水机组设计选型与节能运行控制策略

来源/暖通空调在线

问题讨论: 随着城市的发展,大型综合体建筑物不断涌现,商业、办公、酒店及公寓等多种功能集中于同一个建筑群,对于此类大型综合体,集中空调设计往往有两种方式:一为分,各业态设置独立空调系统,产权清晰,但设备多,占地大等;二为合,设置集中能源站,设备少,容量大,COP高,负荷系数低等。

对于各业态独立空调系统传统的做法相对成熟,而集中能源站的做法也在近年逐渐得到发展,本期我们一起探讨一下对于大型综合体项目空调系统“合”的情况,应如何对能源系统进行合理的设计、运营?现提出如下问题,供参考讨论:

- 1、系统形式如何选择?
- 2、负荷同时系数的如何取用,冷量如何确定?
- 3、主机形式的选择及容量的搭配?
- 4、系统最佳的节能运行控制策略?

专家点评: [张沂](#), 华东建筑设计研究院有限公司 现代都市建筑设计院 副总工程师

1. 对变风量(VAV)空调系统有深入的研究,尤其在变静压变风量空调系统上有独到的见解。具有创新性的自动控制模型在两个工程上成功运行,在变静压变风量空调领域达到国内领先水平。
2. 对“绿色建筑”及美国LEED认证标准有很深入的理解。对空调系统的节能方法有很好的认知。在分量冰蓄冷系统的联合供冷方面,创新研究了一种可实施性强、管理方便的融冰优先控制方案。
3. 全面掌握本专业的国家和地方规范、标准。掌握行业技术标准、规范、规程。获施工图审查人员资格。在工作中积极了解国外先进的暖通空调理念与技术。
4. 对暖通空调的自动控制方面有很独到的见解,系统掌握常规暖通空调的自控方法。在该领域达到国内领先水平。



网友 ljjhh 的评论

对于本期的话题,我个人认为如下: 1、大型综合体项目,一定要看懂土建图纸,和土建设计方进行充分的沟通,了解综合体的性能和特点,重点是单体多大(目前我所遇到为最大 8 万,很多 20 几万都是几个分区组成),有几个单体组成,综合体主要功能划分,有没有空调预留管井,并依据单体进行单独设计后最终确定是否选择唯一还是主次双机房; 2、进行详细的设计前的能源经济性分析,根据商业电价、燃气、热力、水等目前价格进行最终能源的确定。比如,燃气空调前今年因能源价格和夏季削峰填谷的优势设计比较高,而将来随着阶梯电价的推广冰蓄冷势必降低运行费用,而从长远能源价格发展分析,燃气价格势必涨幅最大。3、反向设计,先确定最佳管路,最合理的管径及流量控制。我认为,主管道在 DN300 时管路输送效率、损失、施工工艺都比较好,分集水器出机房分配主管路不可过大,甚至对一些特殊长管路设计二级分集水器,因为 DN350 以上的管路无法正常在负荷变化时根据需要再逐级分配,即时多级动态平衡法也不行; 4、设计考虑制冷时低温送风,当冰制冷在未来不可阻挡的利用峰谷电价的优势进行推广时,低温送风的形式将逐渐被推广,舒适度较传统空调更高,管路经济性也更好; 5、大型的高 cop、高部分负荷系数、带变频器变频运行的高压型(6kv-10kv)离心机组,降低电力二次变电投资,且运行效率高,更经济,并可以根据机组综合得出最优化冷却塔。6、相同制冷量,燃气吸收式空调冷却塔是离心机的 1.3 倍(因是一次能源且 cop 值低)从节省冷却系统投资和日后运行费用的角度和功能的扩展上,部分机组增加全部/部分热回收功能,提供部分热水,同时有效降低冷却能耗; 7、冬季采暖选择依城市热网、燃气真空锅炉、热泵的次序。大型项目选择水地源热泵,运行开后,与自然界换热效率因换热量大极具下降,甚至频繁停机报警,不能开机。风冷热泵,噪音不可避免,不利于密集的综合体裙楼安放,只可安置于顶楼。利用综合体废水的污水源热泵要保证水量和换热量,不建议选择; 8、不建议过多增加风冷换热形式机组,如多联机等,噪音、换热和热岛效应因场地限制无法从根本选择; 9、末端选择大风量风机盘管,小风量吊柜,坚决不选择组合式空调器,前者安装灵活,风道少,风系统水系统施工方便,后者风系统噪音大,风系统大量工程成本高,施工难,使用中气流组织循环要求高,维护更难。10、应整体考虑变频,仅仅考虑大功率泵组的变频节能效果不高,降低主机变频运行固定水温最低流量,采用定频水泵,低温送风的形式运行成本远优于系统变流量、定频自调节的传统送风形式。11、根据各功能使用时间,绘制运行时间图,并增加各单体中功能段运行负荷,得出最高峰值,乘以 1.05 得出最高使用系数,依据估算人员密度进行综合使用系数参考,建议选择区间 0.55-0.68,并对主机出力要求制造商做不小于 5%的冷量提升保留。12、大型项目,系统的节能是一项工程。节能不等于降低舒适度。从节能灯具的选择,外墙保温的选择,智能化公共设施的应用等等,建筑能耗的降低的同时自然降低了空调系统负荷的需求,从而比直接选择高效的机组、智能的水泵更有效降低运行

成本,当然变频驱动(不是启动)的压机、有效的需冷、热回收等等技术的支撑下,势必打造一个对能源高利用率的空调系统。

► 网友 chinaInkydlzc 的评论

综合体,由不同性质的单体组合而成,酒店、写字楼、商场、会展、超市,其间还可能包含餐饮、影院、游戏厅等多种业态。但其总的建筑面积不大。从设计角度来说,各单体建筑其系统的设计和选择,只不过存再一些技巧吧了,别无新意。如果说“分”,从能源使用和末端设备选择来说,例如采用水环热泵、小范围的VRV,还可能有所不同;如果只是人为的将系统化小,而末端还是采用传统的形式,只不过是受制于业主或市场的一种行为。采用变新风比、合理的利用新风和排风,这些都与常规单体的设计相同,是设计方案的优化,而不方案的突破。其控制和运行与传统系统相近。对于综合体,设计集中能源站还是分散设计能源小站,对项目水系统的影响巨大,其在投资和运行方案上将体现不同(如果考虑到项目内的费热的回收,各单体的同时使用系数将更明显)。就个人来看,合比分的设计难度要大,如果设计合理(控制方案的制定、能源站的方案设计),其运行和投资均可能相对降低。采用集中能源站时,其总体电力的装机容量将小于分散设计多个能源站;其占据的建筑空间将小于分散设计(对于某些采用风冷系统的需另行比较);运行管理趋势相近。能源的记量只有经济问题,其不应阻碍集中能源站的选择,使用热表记量,还是采用按平方米收费,只不地是市场被动选择的结果(大家更愿意接受相平合理而公平的方式,安表)。业主选择分散这种形式,是其开发资金、产权或是没有长远发展目标的体现。即便是这种项目,使用集中能源站也未尝不可。个人浅见。

以下所有内容均建立在“合”的可行性的基础之上,满足相应的假设。在制冷与供热方面相差不大,只对冷进行论述(主要为水管路的配设与制冷站的方案)。

一、系统形式如何选择?集中能源站,其可用系统形式有限,主要受制于能源站与各单体的距离。对于管制,优先选用四管制系统(个人意见)。

1、如果距离近,布局紧凑,管路阻力所占比例不大,可采用常温差(5度)一级泵变流量系统,对于某高阻力支路可配设管道泵。

2、如果距离远,布局松散,可采用大温差(8~12度)三级泵变流量系统,主机可串联运行;二级泵可采用统一配设也可以分区域配设。

二、负荷同时系数的如何取用,冷量如何确定?集中能源站确定装机容量,受制于系统布置与控制形式和各单体的控制方案及负荷;末端设备启动分布的不确定性所产生的流量需求,与系统所需流量之间的矛盾是无法调合的(如果加大单体内管路系统的管道泵的设计,两者间的矛盾将减小)。冷机的实际装机容量不小于按变流量计算负荷的60%。

三、主机形式的选择及容量的搭配?对于50万米以内的项目,优先选用高效的高压直启离心机作为主力常态机型,离心机的容量占比不低于60%,台数不大于3台;搭配40%容量的水源热泵螺杆机组,台数不大于4台。

最终由实际项目情况决定。四、系统最佳的节能运行控制策略？节能运行控制策略要与系统高度匹配，单独提出某一项策略，感觉不太合适。在保证供水温度的前提下，优先控制确保压差，使主机平稳运行。说的有点空，主要是题目太大。以上不明确、不恰当之处敬请更正。

➤ 网友 superflanker 的评论

我觉得题目出得不好。单纯的强调“合”，在此基础上论述各种优点，是从暖通专业本身角度出发看待问题，是狭隘的。综合体的设计，是各个专业协调工作的结果，这期间不仅仅包括建筑设计5个专业，还包括策划、商业开发、物业管理其他部门。而策划、商业始终是摆在第一位的，综合体对开发商来说，是产品；不是设计人员的作品。设计人员是这个产品的制造人员，是为策划和商业开发服务的。所以首先要对自己有个清晰的定位，有了正确的定位再来看这个问题。在服从于策划和商业及管理的基础上，再来考虑本专业的合理性。各大地产开发集团，经过这么多年的发展，已经比较成熟，成熟的基本都要求综合体内冷热源分。有的在设计要求中写得很明白，比如一个综合体，2个办公楼加商业，酒店和公寓，设计伊始，明确要求1个办公楼加商业合用一个冷热源，1个办公楼和酒店各自单独设冷热源，公寓也独立。有分有合。这么多年的发展，“合”对于暖通专业来说，具有相当的优越性，这是毋庸置疑的。而各大成熟地产商均要求“分”，是多方协调和妥协的结果。

➤ 网友 chenshuai678 的评论

综合体的业态复杂，暖通冷热源的设置也相应多变。其实任何一个设计都没有固定的模式，系统配置时一定要考虑不同的使用功能，根据实际进行选择，比如说餐饮、宾馆、KTV娱乐及写字楼等他们的使用时间肯定是不一样的，系统配置时尽量考虑能满足各功能区单独使用时的高效率运行。组合式空调机组作为一种具有综合空气处理功能的设备，通常在阻力在100pa以上的空调系统中应用。其空气处理的功能段有：空气混合、过滤、冷却、加热、湿度调节、送风段、回风段、喷水、热回收等功能段单元体。对于组合式空调机组的各个功能段可以根据实际需要，进行分段的适当组合，以满足不同空气环境的需要。计算和分析表明，必须重视并考虑工况不同对冷水机组性能产生的差异，在选用冷水机组应当充分考虑并满足当地气候和水质条件的要求，保证机组冷量充发和长期高效可靠运行。组合式空调的节能策略：充分利用室外新风源。组合式空调系统的节能策略是建立在系统安全平稳运行的基础之上的，以控制温度和湿度在合格的范围之内为前提条件，将各种可利用的能源加以充分的利用，使之发挥最大的效能，以减少人工冷热源在系统运行中投入，从而达到节约能耗，降低成本的目的。根据空调系统运行的被控室内环境区域的不同热度和湿度需要，结合室外实时的气候条件，针对不同工况需要执行节能高效的运行控制策略。对于新风量的控制，要根据工况进行动态的处理，如：新风状态点的湿度要根据环境

设定点的绝对含湿量的高低进行加减处理,若高于设定点的绝对含湿量,则应该对空气进行除湿,反之应进行加湿。系统最佳的节能运行控制,当然少不了提到变频,水泵和风机的变频。然而,最有效的节能控制还是要从系统的多工况运行着手,大型 SHOPPING MALL 等可以考虑过度季节全新风运行;主机的节能运行最有效的策略还是台数的集控,做到及时地关闭掉一组甚至几组的主机一次循环系统。本人知识能力有限,还望各位专家、行业精英能够指出错误和缺点。

➤ 网友 xianjianren 的评论

区域供冷供热有很多种形式,其中热电冷三联供就是目前应用最多的一种形式。燃气冷热电三联供即 CCHP(Combined Cooling, Heating and Power),是指以天然气为主要燃料带动燃气轮机或内燃机发电机等燃气发电设备发电满足用户的电力需求,同时对系统排放出的废热,通过余热回收利用设备(余热锅炉或者余热直燃机等)回收后,向用户供热、供冷。随着对三联供系统研究的不断深入,近年来研究人员依据吸收热泵原理,在原有 CCHP 系统的基础上,通过科学方法对烟气冷凝热进行了深度回收,将排烟温度降低到 30℃左右,进一步提高了能源利用效率。区域供冷供热作为一个庞大的系统,其节能和环保优势明显,然而初投资也是巨大的。传统的设计思想在决策和设计初期往往以减小初投资为目的,这样运行和维护费用将加大,所以说区域系统形式选择是取决于甲方,也取决于本身这个区域是否具有可以持续利用的绿色资源,如水源热泵,或者是有无废热,是否适合做三联供等等。系统负荷需要根据建筑功能定性,进行全年的能耗模拟分析,得出一个综合大值来选型,主机的容量必须满足小负荷高效运行的需要。可以通过对每个运营单位设单独水系统环路甚至对应运行的主机系统,建议采用变频水泵等来实现输送能耗节能,区域供冷一般很大一部分的能耗都是来自输送能耗,也可以通过把能源站设置在负荷中心,设置二级泵或者适当放大管径,降低局部阻力,来实现输送能耗的减少。

➤ 网友 LUOMIN 的评论

大型综合体项目往往具有建筑面积大,少则十几万平米,多则几十万平米,业态多功能多等特点。

- 1、在系统选择上偏向于二次泵闭路循环系统;当然如果选择蓄冷蓄热型冷热源的,一次循环可以考虑采用开式的;在冷源方面个人倾向采用大温差(5/15℃),至少管路和泵电耗是省了,当然还要综合考虑主机能效比等因素;
- 2、负荷同时系数是个难题,难就难在不确定因素太多。我想在末端设备选择足够安全,并且尽可能减少不确定因素的前提下,该系数取在 0.8~0.95 也不是没有可能的;
- 3、主机当然首选是多级离心机,配以螺杆机,至于怎么配法,最好做一个全年的冷负荷模拟分析,原则是尽可能不要使离心机频繁启停;当然,其他一些形式如直燃机等,只要能源利用合理也是可行的;
- 4、系统最佳的节能运行控制,当然少不了提到变频,水泵和风机的变频。然而,最有效的节能控制还是要从系统的多工况运行着手,大型 SHOPPING MALL 等可以考虑过度季节全新风运行;主机的节能

运行最有效的策略还是台数的集控,做到及时地关闭掉一组甚至几组的主机一次循环系统。很遗憾本人到目前为止做的大型综合体项目,没能一次性实现我上面所提到的理想模式。记得天津的一个项目,近十四万平米。最终采用了多种模式,裙房商业部分采用直燃机供冷热,办公采用 vrv 系统加热水盘管,酒店公寓采用 VRV 系统加地暖。这里面业主的意见占有主导地位,然而其合理性也是不言而喻的。呵呵!

➤ 网友 huoyanshen 的评论

综合体的特点体型大,功能综合,就最近接触到的一个 30 万的商业综合体谈一下自己的负荷计算体会。我们负荷计算往往是我们专业设计的前提条件,也是首先要进行的工作,而往往这个时候,综合体的功能连甲方自己都难以确认,业态的分布往往要根据后期的商务招商情况,才逐渐明确,但大概的分区还是会有。所以当时我们进行设计的时候,首先是先根据大概的分区进行了指标的估算,按区域划分环路,同时,按指标值进行主管管径大小的计算,空调主机房的面积的大小确认,预留各区域空调管井,主要是配合建筑,结构,水电专业的进行,算是初步设计;等这部分工作完成后,业态也逐渐得到明确,重新进行负荷的逐时计算,得到空调逐时冷负荷,但并不等于空调主机的装机容量,还要考虑同时使用系数,为了更接近真实值,我们参照了甲方现有的在运营的商业综合体,对每天的人流量进行了统计,还借鉴了近区域内的商业综合体数据,同时对一天负荷变化进行了曲线图描绘,最后确定的装机容量值。谢谢,请专家指正。

➤ 张 沂总工点评

其实大型综合体建筑的空调能源站是“分”还是“合”,设计单位的话语权是很低的。像国际管理公司管理的高端酒店,大于 1 万平米的品牌超市、有规模的影视院线等这样的业态;像租、售超过 1 万平米的商业集团、品牌公司、金融财团等这样的大客户话语权是非常大的。其独立核算的诉求,连项目投资方都顶不住,更不要说设计单位了。

反之,所有的小业主以及各种业态的独立核算诉求都要满足也是不可能的。因此,大型综合体建筑之空调能源站的“相对合”才是暖通设计的主旋律。

尽管时“相对合”,但各方相应的独立核算要求仍是暖通设计人员应当解决的重要课题。

相对而言,大型综合体建筑的中央空调系统,不仅要考虑冷、热源的选型,末端空调设备的配置,更应重视水力输送系统的设计。需要思考不同建筑空调用户点远近距离带来的水力平衡问题,还需要思考建筑高低不同造成空调设备承压不同的问题;需要了解各种业态的运行时间,还需了解不同业态的温、湿度要求;需要分析一年四季建筑内区与外区不同的供冷、供热需求,还需分析地上与地下的空调场所供冷与供热不同的切换季节。此外,商业建筑的公共区域与租赁区域在管理方式、运行时间、空调形式上也有很大区别。这些特点也是大型综合体建筑空调水力输送系统设计时必须重视的难点。

至于冷、热源系统的选型,成熟、可靠应该是设计思考的优先方向。离心式、螺杆式冷水机组

加燃气热水锅炉是一个典型的必选方案,冰蓄冷、水蓄冷、电蓄热、直燃式溴化锂冷、热水机组、水源热泵、地源热泵、污水源热泵、风冷热泵、水环热泵、水源VRV、城市热网等都是通常的比选方案。没有普适的最佳方案,只有最适合的方案。选取冷、热源设备的同时使用系数,主要看这几个因素:若项目规模大、业态多元化、系统自控到位,则同时使用系数取0.6也行;反之,规模小、业态单一、自控虚设,则同时使用系数取1.0也对。

再好的节能运行技术措施与“人”的因素相比,会显得很苍白。如何从体制、机制、技术手段上调动人(客户与物业管理人員等)的节能积极性是最佳的节能运行策略。此外,自动控制系统尽管投资巨大、技术复杂、开通率低、维护成本高,若真能落实到位正常运行,其节能效果相当客观。

L1jjhh是一个用“心”的设计人员。在其评论中提出了很多好的想法与建议,当然有些想法还有待时间的检验。L1jjhh思路开阔、实践经验丰富、思考问题较全面、分析问题有深度,并且愿意将自己辛勤探索的成果与众人分享。其评论是篇不可多得的佳作。

Chinalnkydlzc, LUOMIN的评论显示了其良好的专业素养与丰富的实践经验。寥寥数语,却也非常中肯,有些分析和思考颇有价值,是较好的评论佳作。

Chenshuai678, superflanker, xianjianren的评论从某个角度提供了各自的真知灼见,有很高的参考价值,是些不错的评论文章。

➤ 林星春点评

从网站编辑挑选的网友最多点赞的评论当中看来,只有superflanker并没有直接的讨论本期设计问题大家聊主题当中的4个讨论点。而指出了讨论主题本身的不恰当之处,即主题本来存在着一定的偏向和限制。这也是张总一开始提出的“设计单位话语权低”的问题。我并没有设计过大型的集中能源站,但所参与的工程中至少有两个商业综合体项目(一个16万平米,一个23万平米)的冷热源站房从一开始的“合”设计根据业主要求修改成了“分”设计。归根到底,这些都是从最终的使用者的要求为出发点考虑的。如张总所举的例子当中谈到的国际管理公司管理的高端酒店,不说高端了,我参与的一个综合性项目,其中的一个酒店建筑面积仅1.6万平米,非高端酒店,管理公司也并非那么国际,但是在我提出来的对其酒店机电设计标准中的6条不建议参照执行的要求中(其实是向项目投资方提出了,比如里面有一条就是酒店管理公司要求柴油发电机组必须保证满负荷运行10天的储油量,而安全重要性如数据中心的A级标准和国际Tier IV标准也是最多要求96小时即可),经过了几轮角逐,业主从最初的6条都同意设计建议变成了最终的6条都要求按照酒店管理公司要求。这也从侧面反应了使用者要求至上。

回到主题提出的四个讨论点上,其实主要讨论的问题都是没有一个明确的定论选择的,系统设计还是一句话,没有最好的系统,只有最适合的系统。关于系统形式选择、主机选择及容量搭配、最佳节能运行控制策略的设计问题,其实都是针对于具体的设计建筑可以深入讨论的(甚至可以根据不同的要求进行调整),从几位讨论网友的评论来看,都能看出有丰富的项目经验(比我丰富,所以我也不能对他们的回复多做点评),都提出了很多自己的设计积累,但也没有对四个问题达成一个统一的定论。关于主机形式的选择即容量搭配、系统最佳的节能运行策略,其实也不是仅仅是设计需要参

与的讨论,如果能有一定数量的工程实际案例的样本数据进行能耗分析的话,更能指导设计,关于这些,也有不少博士论文是进行这方面研究的甚至部分厂家也会给你一定的研究指导,也可以有借鉴的参考。

➤ 主持人木子李点评

本期题目出的是比较大,对于大型的综合体项目,之前的做法较多的是分的比较彻底,而如今设置能源站的趋势也越来越多,所谓我认为这个题目拿出来讨论一下也是蛮有意义的,本期大家给出了很多的想法和经验值得参考。

在题目中也说道,“分”的做法很传统,而且划分成小系统来处理就相当于一个一个的小单体,其实相对来说就是很常见的设计了,所以这里探讨这个也讨论不出什么成果来。所以本次引导大家来谈“合”的设计。

对于“合”也许有人会说,为什么不上冰蓄冷,做大温差,做低温送风,为什么要强调冷水机组的“合”,其实这就是本题目的难度所在。正因为不是所有的大项目都适合上冰蓄冷的,大家都知道冰蓄冷省钱不节能,这是还是在存在较大峰谷电价时才有节钱的说法,而不存在峰谷电价,或者两者的差别较小时,通过分析回收期会很长,也许系统的寿命都到了还没有回收回来,而且我们一般计算还没将贷款利息计算进去,其实是不划算的,初投资大,占地大,系统复杂。

正因为“合”的做法存在难度,除了题目下面提出的问题,其实对于多台机组的并联运行,其水泵并联的衰减如何处理也是一个值得思考的问题,本期拿出来讨论,还期待专家给予指导意见。



(编者注:设计问题大家聊栏目所有话题及讨论已为大家介绍完毕,完整的讨论内容可参考:<http://topic.ehvac.com/ask2014/>。也可回顾以下几期《牛侃暖通》内容:

序号	《设计问题大家聊》内容	《牛侃暖通》期号
1	中央空调系统中,大温差小流量系统的应用,整个系统是否节能?	2014年9月第8期
2	如何优化设计,来保证空调系统冬季的供热效果?	2014年10月第9期
3	空调计费,如何合情合理?	2014年11月第10期
4	VRV空调系统的合理设计与应用?	2014年12月第11期
5	办公空调末端形式的选择	2015年03月第12期
6	大型综合体项目冷水机组设计选型与节能运行控制策略	2015年06月第14期

侃侃 2014 年暖通注册题又一例

文/刘侃

上次侃了 2014 年案例的冷却水一题（编者注：详《牛侃暖通》第 11 期（2014.06）），这次讨论的是闭式冷水系统的压力分布问题。

还是据网友说，2014 年暖通注册考试题目中，有一个案例题大致如下。

某酒店的集中空调系统为闭式水系统，冷水机组及处于机组的进水口前的冷水泵均设于地下室，回水干管最高点至水泵吸入口水阻力 15kPa ，回水干管最高点至水泵吸入口高差（系统最大） 50m ，定压点设于水泵吸入口管路上，试问系统最低定压压力值，正确的是下列何项（取 $g=9.8\text{m/s}^2$ ）？

- (A) 510kPa ; (B) 495kPa ; (C) 25kPa ; (D) 15kPa ;

为了说明问题方便起见，引用《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试复习教材（第三版）》（以下简称《三版教材》）第 505 页图 3.7-26 (b)。

根据《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019—2003 第 6.4.13 条，定压点最低压力应使系统最高点压力高于大气压力 5kPa 以上。《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736—2012 第 8.5.18 条也有类似的明确规定，定压点最低压力宜使管道系统任何一点的表压均高于 5kPa 以上。则该题的答案为： $50 \times 9.8 + 5 = 495\text{kPa}$ ，应选：B。

但是，按照《教材》（考试复习教材第三版，2013 年 7 月第十四次印刷）第 504 页文字说明及式 (3.7-13)，却是： $50 \times 9.8 + 5 + 15 = 510\text{kPa}$ ，答案应选：A。

刘侃认为，《三版教材》中式 (3.7-13) 有问题。分析如下：

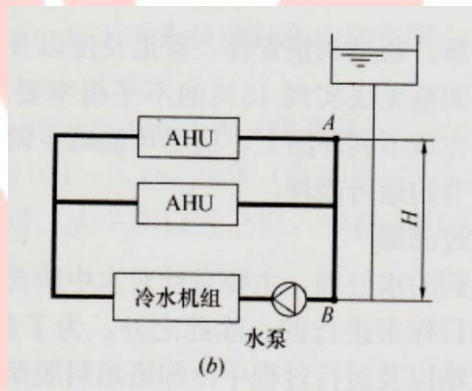
根据《三版教材》第 491 页的说明，水泵运行时，水泵压出管段（图中的水泵出口—冷水机组—AHU—A—B）上任一点的静压值，等于水泵扬程与该点静水高度值之和减去从定压点（图中的 B 点）到该点的流动压力损失值。水泵运行时，系统最高点（图中的 A 点）静压值等于水泵扬程与该点静水高度值之和减去从定压点到该点（图中的 B—水泵出口—冷水机组—AHU—A）的流动压力损失值，即： $50 \times 9.8 + 5 + 15 = 510\text{kPa}$ 。显然，水泵运行时系统最高点 A 的压力大于水泵静止时该点的压力。

可见，定压点设于水泵吸入口管路上，只要水泵停止运行时，处于水泵压出管段的系统最高点的压力满足“高于大气压力 5kPa 以上”的要求，可以肯定，水泵运行时，系统最高点的压力会高于水泵停止时的压力，当然也会满足“高于大气压力 5kPa 以上”的要求。

另外，从定压点的定义也可以知道，不管水泵是否运行，定压点的压力是不变的，是不会取决于“设计状态下，从 A 点到水泵吸入口 B 点的水流阻力”的。

一般地讲，规范、标准的权威性要高于教材、设计手册。特别是，2014 年前印刷的《三版教材》错误实在太多。

结论：建议《三版教材》做相应的修改。



振动传递率，加号“+”还是减号“-”

文/刘侃

2014年注册考试的命题老师，好像要和《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试复习教材（第三版）》^[5]（以下简称《三版教材》）的编写老师有意“开玩笑”，把几处教材有错误的地方各出一个考题，以期引起大家的注意。下面又是一个例子。

第3张试卷第19题，大致如下：

某变频水泵的额定转速为960转/min，变频控制的最小转速为额定转速的60%。现要求该水泵隔振设计时的震动传递比不大于0.05。问：选用下列哪种隔振器更合理？并写出推断过程。

- (A) 非预应力阻尼型金属弹簧隔振器； (B) 橡胶剪切隔振器；
(C) 预应力阻尼型金属弹簧隔振器； (D) 橡胶隔振垫；

答案:[C]

主要解答过程：

$$f=960 \times 0.60/60=9.6\text{Hz}; \quad f_0=f \times \sqrt{(T/(1+T))}=9.6 \times \sqrt{(0.05/(1+0.05))}=2.1\text{Hz}$$

参见：《实用供热空调设计手册》P. 1392，表 17.7-2；《隔振设计规范》GB50463-2008 式 5.1.3。

提示：《三版教材》P545 及《全国民用建筑工程设计技术措施 暖通空调·动力》^[4]（以下简称《09 技术措施》）P251 的公式均有误。

要解决加号“+”还是减号“-”的问题，还是先从振动传递率的基础说起。

选择隔振体系的基本参数时，一般假定隔振体系为无阻尼体系，根据单自由度无阻尼隔振系统力学模型，隔振系统的运动微分方程为：

$$m\ddot{x}(t)+kx(t)=F(t) \quad (1)$$

由式（1）得到振动传递率 T：

$$T=1/|1-\lambda^2| \quad (2)$$

式中： λ --- 频率比， $\lambda=f/f_0$ ；

f --- 振源频率，也称干扰频率，Hz。 $f=n/60$ ， n 为机械设备的转速，r/min。当一台设备有几种转速时，用最低转速；

f_0 ---隔振体系固有频率，Hz。 $f_0=5D/\sqrt{\delta}$ ， δ 为减震器的静态压缩量，cm。D为动静刚度比，对弹簧减震器， $D=1$ 。

由式（2）可知，

$\lambda < 1$ ， $T=1/(1-\lambda^2)$ 。振动强化区，用于加强系统的振动。本文不讨论。

$\lambda = 1$ ，系统产生破坏性共振，应避免。

$\lambda > 1$ ， $T=1/(\lambda^2-1)$ 。进而得到：

$$f_0=f \sqrt{(T/(1+T))} \quad (3)$$

《隔振设计规范》^[1]（GB50463-2008）第 5.1.3 条及参考文献[2]、[3]都给出了与式（3）

等效的计算式。《三版教材》式 3.9-15 及《09 技术措施》式 9.5.3 却给出了如下的计算式： $f_0 = f\sqrt{T/(1-T)}$ ，(Hz)。不知道是哪里出了差错。

图 1^{[2]、[3]}为振动传递率 T 与频率比 λ 的关系图，图中：纵坐标轴（左）为振动传递率，纵坐标轴（右）为隔振效率， ζ 为阻尼比， $\zeta=0$ 表示无阻尼，对应于（2）式的计算值。

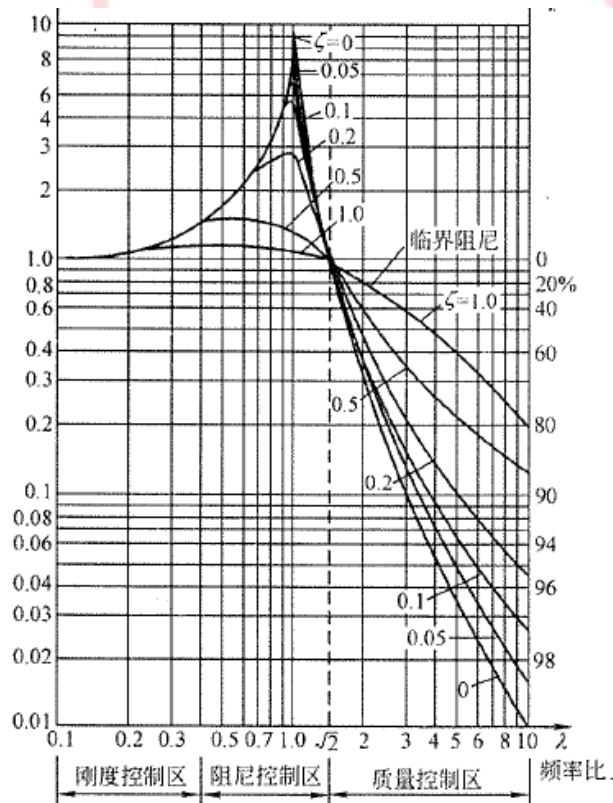


图 1 频率比 λ 与振动传递率 T 的关系

由图 1 可知：

- (1) $1 < f/f_0 < \sqrt{2}$ ，仍为振动强化区。
- (2) $f/f_0 = \sqrt{2}$ 时， $T=1$ ，隔振效率为 0，没有隔振效果。
- (3) $f/f_0 > \sqrt{2}$ 时，才有隔振效果。

再举一个计算隔振体系固有频率的例子。置于工厂车间的水泵，功率 5.5kW，转速 2900rpm， $f=2900/60=48\text{Hz}$ ，根据文献[4]表 9.2.3，取允许的振动传递率为 0.5，根据本文式（3），

$$f_0 = f\sqrt{T/(1+T)} = 0.577f = 28\text{Hz}, f/f_0 = 1.7 > \sqrt{2}.$$

若按文献[5]式 3.9-15 计算，

$$f_0 = f\sqrt{T/(1-T)} = 1.0f = 48\text{Hz}, f/f_0 = 1.0.$$

系统发生共振，不合理。

参考文献

1. GB50463-2008 隔振设计规范，中国计划出版社，2009
2. 赵荣义 范存养 等编，空气调节（第三版），中国建筑工业出版社，2008
3. 陆耀庆主编，实用供热空调设计手册（第二版），中国建筑工业出版社，2008
4. 全国民用建筑工程设计技术措施 暖通空调、动力（2009年版），中国计划出版社，2009
5. 全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试复习教材（第三版），中国建筑工业出版社，

工程设计问答

北京市建筑设计研究院
张锡虎 教授级高级工程师

1、辐射供冷如何实现除湿？应该如何合理确定辐射供冷的冷媒？

来源/《暖通空调》杂志官方微信

夏季供冷空调需要对空气进行减焓除湿。除湿以及补充辐射供冷承担冷负荷的不足，只能依靠其他空气处理手段。例如：

1) 配置独立新风处理系统，将新风的绝对含湿量处理到低于室内设计绝对含湿量，如比室内设计含湿量低 3 g/kg ，取新风“送风湿差”不小于 3 g/kg 。这样，处理后的新风除了担负新风本身湿负荷和房间内的散湿量以外，还可以担负部分冷负荷。如果新风只需要担负新风本身湿负荷和房间内的散湿量，则有条件采用溶液除湿。如果新风还需要担负部分冷负荷，则宜采用冷却除湿。显然，独立新风方式适用于热、湿负荷较小的场合，而且应按照承担除湿负荷确定所需最大新风量，还应该在除湿所需最大新风量与卫生要求所需最小新风量（例如冬季）之间采取有效的变风量措施。

2) 配置常规的空调系统，将辐射供冷设施作为常规空调系统的补充。这种方式的适用场合显然广泛多了。虽然只是一种补充，但也可以不同程度地减小常规空调系统的容量，由于节能和改善房间热舒适性效果的优势，值得加以提倡。

北京市建筑设计研究院在设计奥运篮球比赛场地——五棵松体育馆的观众休息厅时就采用了上面的第二种方式。北京工业大学陈超教授等人在北京某办公楼的大堂实施了地板辐射冷热联供系统改造，2009 年夏季实测结果表明，在地板表面不凝露和送风系统关闭的条件下，大堂空气温度可维持在 $24.6 \sim 26.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 的范围内。

为充分发挥辐射供冷可以采用温度较高的冷媒的优势，以及防止辐射供冷设施冷表面结露，应通过认真计算，合理确定和采取可靠技术措施控制冷媒温度。

而为保证独立新风处理系统或空调系统有足够的除湿能力，又需要较低温度的冷媒。应从提高冷源设备效率的角度，认真寻求合理的双冷源系统配置方案。



工程设计问答

北京市建筑设计研究院
张锡虎 教授级高级工程师

问题：按照热水温度 85℃/60℃设计的散热器供暖系统，为什么常常出现在最冷时，实际运行水温用不着 85℃/60℃就能达到设计室温了？

来源/《暖通空调》杂志官方微信

确实存在这样的情况。多年前，北京市建筑设计研究院就曾进行过实态调查测定，结果表明，北京地区多数由城市热网或小区集中锅炉房供暖的住宅，即使设计水温为 95℃/70℃，当达到供暖室外计算温度时，运行水温一般只需 70℃/55℃左右，即可保证设计室内温度。

为什么实际运行水温远低于热媒设计温度时也可达到设计室温？主要是由于实际配置的散热面积均不同程度地偏大于理论所需散热面积。根据理论推导和实际工程运行验证，对于设计水温 95℃/70℃的系统，当散热面积偏大 10%时，运行水温约可降为 90℃/65℃；当偏大 20%时，运行水温约可降为 85℃/60℃；当偏大 30%时，运行水温约可降为 82.5℃/57.5℃；当偏大 40%时，运行水温约可降为 80℃/55℃。由于设计保守等多种因素，一般系统的散热面积均会偏大 30%以上。

近年来的情况有过之而无不及，原因是常将热源实际运行热媒参数作为设计条件。例如，设计前期调查现状时得到的信息可能是供水温度只有 70℃。如不作深入分析，就直接采用这样的低温参数进行设计计算，散热器数量就会增加很多，实际运行水温又可以进一步降低。散热器越来越多，运行水温可以越来越低，陷入恶性循环的怪圈，成为了一个带有一定倾向性的、但应该适当纠正的趋势。

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（征求意见稿）第 5.3.1 条的条文说明中提到：“……正在运行的绝大多数供暖系统并没有按过去的 98℃/70℃热媒参数运行”，也以此作为提倡散热器供暖系统采用“热媒温度为 60~45℃”的理由。



工程设计问答

北京市建筑设计研究院
张锡虎 教授级高级工程师

问题：多台水泵并联的系统，对单台水泵流量的选择有一些争议，例如，设计流量为 $600 \text{ m}^3/\text{h}$ ，计算阻力损失为 300 kPa 的系统，如果采用两台水泵并联，选用水泵的铭牌扬程需要略大于 30 m ，这应该没有争议。但是，应该选用铭牌流量为 $300 \text{ m}^3/\text{h}$ ，还是应该选用铭牌流量远大于 $300 \text{ m}^3/\text{h}$ 的水泵？就会有不同看法。请加以解释。

来源/《暖通空调》杂志官方微信

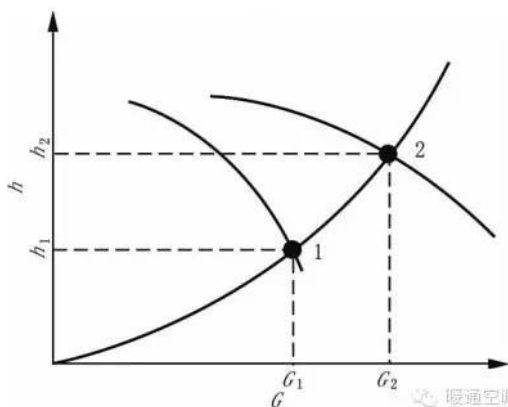
产生不同看法的原因，是因为当只运行一台水泵时，单台水泵的工作点对应的实际流量会大于、扬程会小于水泵铭牌参数。

在 $h-G$ 图上绘出单台水泵和两台水泵并联时各自的特性曲线，它们与（同一根）系统特性曲线的交点即为单台水泵和并联水泵各自的工作点。如图所示。

可见：1) 两台水泵正常并联运行时，其工作点 2 应该大体上位于 $h_2=30 \text{ m}$ ， $G_2=600 \text{ m}^3/\text{h}$ 的位置。这个 $600 \text{ m}^3/\text{h}$ 流量是由两个单台泵在扬程 30 m 时的 $300 \text{ m}^3/\text{h}$ 流量所共同构成的。2) 运行一台水泵时，其工作点扬程由于水泵特性曲线与系统特性曲线的交点 1 对应的扬程 h_1 (即单台水泵运行所需要的扬程) 会远小于 30 m ，流量 G_1 当然会大于 $G_2/2$ 。

并联系统单台或部分水泵运行时，单台或部分运行的水泵流量要比同时运行时对总流量的“贡献”大。这并不奇怪，因为循环管网阻抗并没有变，管网总流量变小导致其总阻力变小，使单台水泵工作点的扬程减小了，对应的流量当然要增加。

因此，不能反过来说，多台水泵并联的单泵流量就应该考虑什么“并联衰减”，而采用用流量大一些的型号。



单台水泵和两台并联水泵特性曲线示意图



工程设计问答

北京市建筑设计研究院
张锡虎 教授级高级工程师

问题：在实际运行时怎样判断水泵的实际工作点工况？

来源/《暖通空调》杂志官方微信

水泵的实际工作点工况包括进出口的压差、流量和电动机电流，最好能通过仪表直接进行测量。

一般情况下，水泵进出口的压差最容易得到。进出口压差基本上可以反映实际工作点的扬程，根据进出口压差和水泵说明书给出的技术参数，可以粗略估算出实际工作点的流量，并可用电动机电流值校核。

沿水流方向，水泵的进口侧常设有蝶阀和管道过滤器，水泵的出口侧常设有止回阀和蝶阀。水泵进口侧压力表应紧靠水泵吸入口，如配置管道过滤器，管道过滤器前后都应该设压力表，以判断过滤器的阻力；水泵出口侧压力表应设在水泵出口止回阀之内。但是，在处理工程故障时，常可见到显示水泵进出口压差的压力表的配置位置不当，将进口侧压力表设在管道过滤器之前，水泵出口侧压力表设在止回阀之后，这两个压力表的压差，包括了水泵的扬程、管道过滤器和止回阀的阻力，从而使这三个数值都不能得到。

许多压力表都有误差，测量水泵进出口压差，最好用同一块、且量程范围较小的压力表。



暖通注考：“非常规”考生们的备战历程

文/崔磊 来源/暖通空调在线

随着元旦期间考试成绩的出炉,2014 年度注册考试大戏拉上帷幕!作为全国“暖通专业注册考试”第一大群,2014 年,小林陪你过注册(暖通专业考试)QQ 群参加考试共 672 人(含缺考和成绩无效者,以及未上报分数 34 人,全部按未通过计算),超过合格线人数为 147 人,合格率约为 22%,其中专业知识最高分 162,平均分 116,专业案例最高分 90,平均分 57,通过的最高分 248。

全国勘察设计注册工程师执业资格考试无疑是勘察设计领域的“科举考试”,大多数考生经过了数月至一年的煎熬和等待,9 月前的熬夜备战,9 月 6 至 7 号的共赴战场,9 月到元旦期间的忐忑不安,元旦前的一两天等来了最终的“审判”,元旦后至今的心情不能完全平复……

“审判”的那一刻,每个考生总会有不一样的心路历程,那一刻所有的压力、期盼、煎熬等情绪或许都得以释放,无论结果如何,都要把这“压力山大”的注册考试暂时放置一边,是时候总结这一年心情的时刻了,更是到了好好的维护这一年来放下很多的亲情、友情的时候了。

2014 年度,又是一个广大考生所说的一个“小年”,众多考生被卡在了第二天的案例题,全国考试通过率一片“哀鸿”,关于这一年的备考历程,参与的考生们总会有很多话要说说,而暖通空调在线“我的注考”活动带给考生们“吐槽”的机会。

注册考试之难,尤其是暖通专业考试之难,远超高考!所以,倘若您通过了此关,那你可以称之为“上通天文,下晓地理,中晓人和”,而此考试对于非专业人士、年龄较大的人士、非考霸级的人而言,倘若过了,恭喜你又过事业一大关!倘若遗憾没过,也应整理行囊,抖擞精神,再接再厉!

您,若有胆量参与,即是奇迹!

摘取几段那些“非常规的考生”们有关“我的注考”的故事,与君共赏!

【我的注考】一个非暖通专业的注考路

“非常规”标签:非暖通专业

我没有考过,一个很惨烈的分数,第一天 131,第二天 58。不能作为一个成功者给大家参考,但是我觉得应该有很多跟我一样的非暖通专业人士加入注册暖通大考。不管是基础还是专业,将我的经历写出来,或许能给非暖通专业一些帮助,同时也激励自己 2015 年更加努力。在即将来到的几个月里,如果迷惘,徘徊甚至放弃的时候,来看看或许又能坚持下去。

……

最后,虽然没有考过,其实也想感谢下一直支持我鼓励我,考试时全程帮我搬箱子陪考的老公。还有这一年几乎没怎么陪女儿出去玩。不管怎么说,今年再来!【[阅读原文](#)】

【我的注考】(基础)学渣的逆袭、大学毕业三个月如何通过注册考试基础课

“非常规”标签：学渣 大学毕业三个月通过基础

首先我要说明一下六月份我才刚刚踏出校园，当然在学校也有听老师说过注册考试很难很难，当然世上只有有人能够办成的事，你凭什么就做不到呢？

有人会说大学只要是大学校园的学霸，基础考试一定是松松考过，我在这里要说的是本人肯定学渣一枚，因为在所有的考试科目中，列举一下专业基础课六门中泵与泵站，水力学，水分析化学，测量学四门学科楼主都在大学挂了，而且水分析化学是清考过的，公共基础课中挂的太多就不一一举例了。也有人说可能是比较牛逼的大学毕业的人肯定牛逼，其实楼主仅仅只是新疆某 211 高校毕业的，说句实话整体学校水平和内地好点的二本平齐。

.....

其实你认真去做一件事，未必会比学霸差，还是前面那句话，世界只要别人能够做到的事，你凭什么不可以做到呢？[【阅读原文】](#)

【我的注考】2014，一个新手妈妈的备考之路

“非常规”标签：新手妈妈

2014 年刚刚过去，对我来说，是一个丰收年。年初，我生下一个健康可爱的宝宝，年底，我又得到注考通过这个好消息。今天看到论坛的征文通知，想想去年一年的努力付出，也想写写，把我的经验跟大家分享。

暖通基础我过的时间比较早，但专业考试被我以各种各样的借口耽搁下来。2012 年，第一次参加专业考试，成绩 94/70，木有通过。2013 年，本来已经打算参加考试，但中间发现怀孕了，想想 9 月考试的时候，自己要挺着大肚子，拖着一箱子书，穿梭在各个考场之间，马上就退缩了。2013 年底，我的同学、同事，参加考试的人中，只要复习的，全都过了。我这个羡慕哈，但也只能安慰自己，我不是为了生娃吗，所以才没参加考试。2014 年初，我生了宝宝，从 3 月起，我就开始了备考，一直到 9 月中旬考试完，这半年时间里，我要应付一个新妈妈面对宝宝突如其来的各种状况，也要按部就班地按照复习计划认真看书，其中的心酸，此处省略一万字。12 月 31 日，群里有人晒成绩了，我哆哆嗦嗦地打开查询链接，当我看到成绩 129/66 的时候，眼泪夺眶而出。

.....

以上就是我对 2014 年备考的一个总结。第一次发帖，写的不好，希望对今年要参加考试的筒子们有一点点帮助。预祝各位考试顺利。在这过程中，我妈妈一直帮我看着孩子，给我鼓励支持，谢谢，伟大的妈妈！[【阅读原文】](#)

【我的注考】我的注考路

“非常规”标签：儿子都高三了的妈妈级考生

注考成绩已经出来一个多星期了，从当时看到成绩的欣喜到接下来几天的落莫，有时我不敢相信自己这么惊险过关，目标突然没了，心也一下空了，工作没了激情。又到周五，把包里的书拿出来翻翻，毕竟是饭碗。今天又到 2014 注考培训班 QQ 群里看考友们写的注考体会，思绪万千。

想想刚决定出发考注考，其实很偶然。（虽然我一直知道这个证很有份量，但总觉得离自己太遥远。自己年龄太大，孩子也快高三了，要工作，要照顾家庭。）2013 年 11 月，大学同学相聚，当年室友要去参加注考，相互鼓励着就试着开始了，我从家里偷偷拿走了老公用过的注考教材，在办公室有空就拿出来复习。离开学校 20+ 年了，专业也没干了，刚开始阶段的困难可想而知。好在自己所在公司有较多现场实物与专业有关，有些东西可以去现场看个明白，可谓理论与实际相结合。晚上回到家会有意聊相关的话题，慢慢回过神来的老公首先是坚决反对“你都快成退休老太了，考啥？注考不是你想的那么容易。”听了这话心里不是滋味，好在孩子理解妈妈，很坚决站在我这一方（没白养），支持妈妈活到老学到老。原则是不能影响正常生活，不影响孩子的学习。我欣然作出保证，过与不过我只给自己两次机会。事情挑开了，我就开始光明正大在家里看书了。

.....

感恩 2014，感恩暖通在线培训班的老师们辛苦付出、考友们热心帮助，感谢我的家人支持和理解，感谢自己拼搏过。特别要记录我那懂事明理的娃，为了妈妈能够安心工作学习，一个暑假自己每天早上跟我一道出门，背着书包去图书馆看书、作业，下午我下班开车顺她回家。[【阅读原文】](#)

在线点评

每一个参加考试的考生背后，都有着令人感动的故事，故事的主角不仅仅是考生本人，还应该有无怨支持的家人，通情达理的同事和老板，鼎力相助的考友或老师。

也许，在我们的印象中考生，大多数是从事多年的设计工作，年龄在 30 到 40 岁的年富力强的女士，他们经验丰富、精力充沛，也没有过多的琐事牵扯，可以安心备考，为了考试，不惜付出巨大的精力！

可是，故事往往不会是一帆风顺的，总会有一些“非常规”的人，或许已经头发花白还依然挑灯夜战，记忆力减退还依然一遍遍的记着各种公式和知识；还有本文中这些主人翁，他们付出了比“常规”考生更多的精力，个中滋味需细细品味原文，当读到和你差不多精力的时候，或许我们的眼睛里泛上了泪花。

“非常规”的他（她）都敢面对挑战，你还有什么不敢的呢？

（编者注：本文转自：<http://news.chvacr.com/survey/2015/0123/94509.html>）

建筑设计费 10 年不涨的背后！

来源/微信公众号：《建筑技艺》杂志

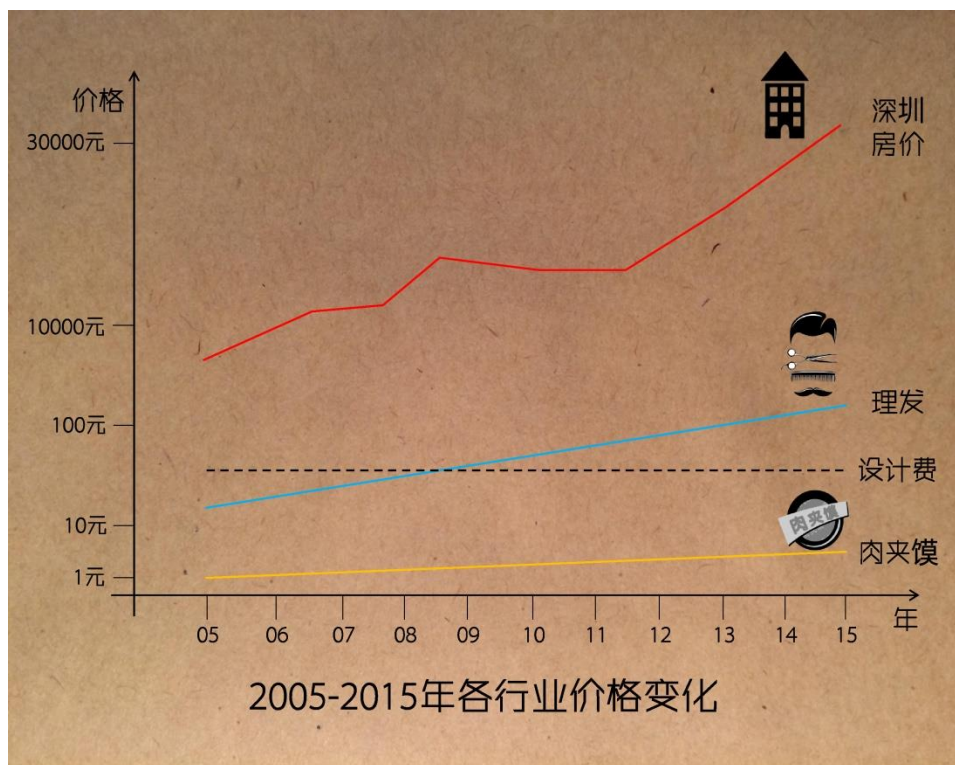
10 年不涨

2005 年西安肉夹馍 1.5 元一个，2015 年 5 元一个，10 年翻了 3 倍多。

2005 年天津的煎饼果子 2 元一个，2015 年 6 元一个，10 年翻了 3 倍。

2005 年理发 20 元，2015 年 100 多元，10 年翻了 5 倍多。

2005 年深圳商品房均价 6000 多元每平米，2015 年均价接近 3 万元每平米，10 年翻了 4 倍。



2005 年国内建筑设计公司设计费是多少钱，2015 年还是多少钱，经过了 10 年年，3650 天，87600 小时都不涨。与此形成鲜明对比的是过去 10 年国外建筑设计公司在国内的设计费稳步增长。

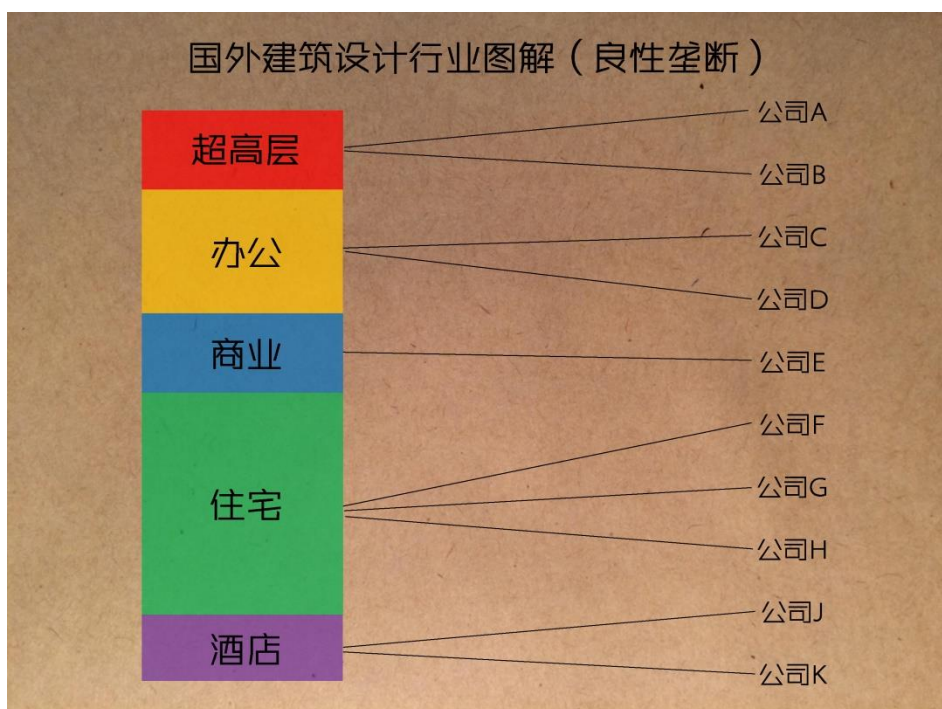
10 年不涨的背后原因到底是什么？

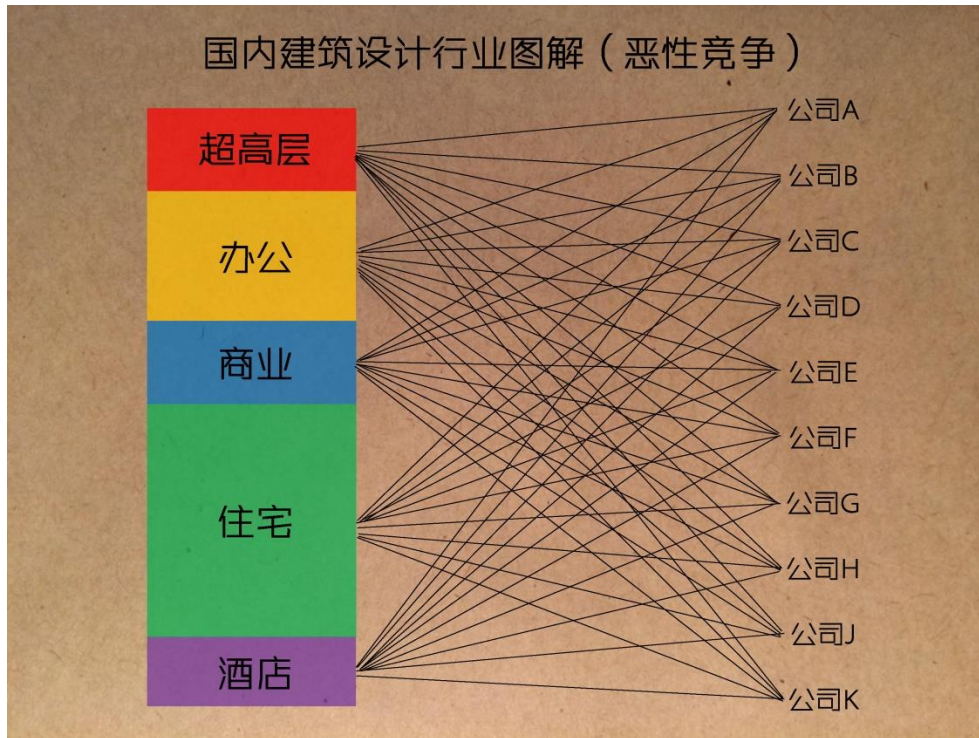
1. 行业不够细分不够专业

首先我们来拿肉夹馍举例。肉夹馍是餐饮行业中一个非常细分的专业产品类型，有着精准的细分市场。除去社会发展的外因，肉夹馍价格可以 10 年翻 3 倍的内因在于它好吃，一般人做不出来（或者做出来的综合成本较高），从而在市场上形成了强用户需求，用户会因为强需求而认同产品价格的上涨。如果一个肉夹馍不好吃，它不涨价你也不会买。如果你还会买它，唯一的原因就是它的价格贼便宜，触动了你的价格下限敏感区。

国外建筑设计行业按照建筑物的使用功能细分成各种专业公司，而国内设计公司超高层、住宅、办公、医院、商业、学校样样都做，样样都不专业。因为专业，国外的设计费高于国内而且不断上涨，整个行业形成了良性垄断，大家都有稳定的细分市场，形成良好的协作关系。因为不专业，国内的设计费 10 年不涨，整个行业形成了恶性竞争，大家都去抢单，形成了恶性的抢夺关系。大家在你争我夺的过程中，自然而然的让国外公司抢占了整个行业的高端市场。道理很简单一分价钱一分货，价格是由市场决定的。究其原因，国内建筑设计公司追求短期利益的占大多数，很遗憾追求企业长期发展和打造品牌的占极少数。当老板们都赚到钱回过头来做品牌的时候，发现公司品牌已经被市场定位了，那设计费也只能被市场定位了。

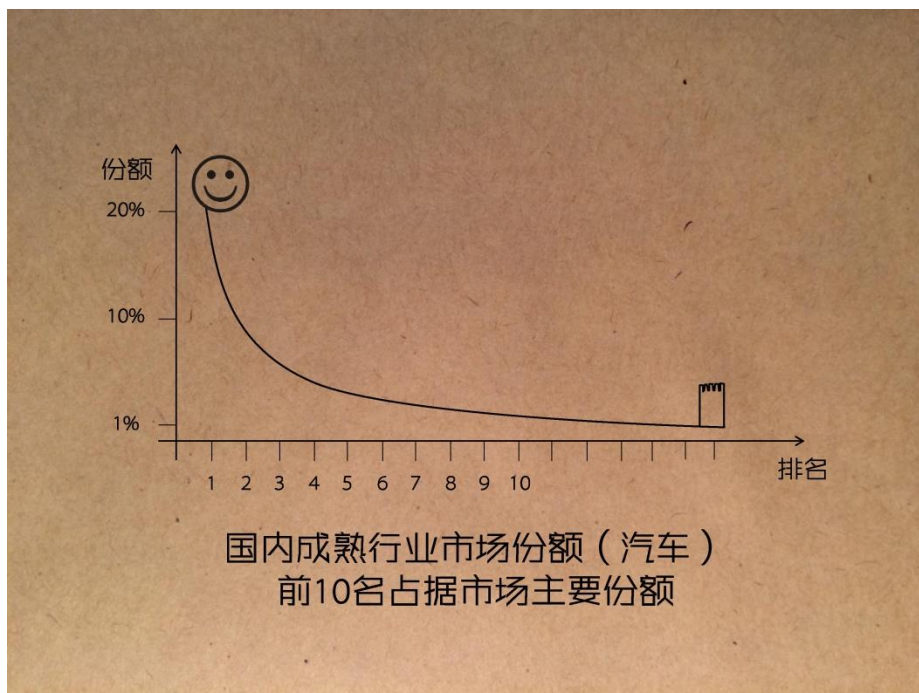
回到肉夹馍的例子，国外的建筑设计公司大多数扮演者好吃的肉夹馍角色，而国内的建筑设计公司大多数扮演者不好吃的肉夹馍角色。想象一下某一条街上有好多肉夹馍店铺为了抢生意而打价格战，关键还都不怎么好吃，是不是很可怕啊？

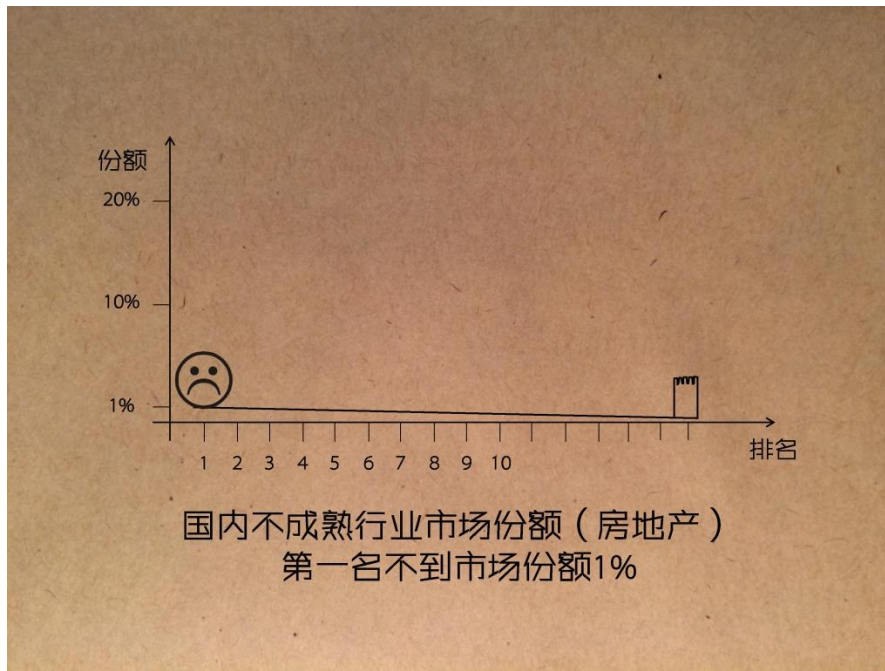




2. 房地产下游行业的共性：市场份额特大，行业整体混乱。

不可否认房地产行业为国内建筑设计公司提供主要的业务来源。国内房地产是资源导向型行业，这导致房地产下游行业公司很难因为技术优势或者设计优势而占领市场，下游行业整体混乱，缺乏行业标准。建筑设计行业里的很多公司最后都从创意设计产业沦为了为房地产公司代工的、低附加值的加工制造业。看看房地产其他下游行业吧，家装、施工、建材行业几乎都是混乱至极。国内房地产行业排名第一的公司占市场份额 1% 都不到。这在其他以设计和技术导向型行业是不可想象的，2014 年排名第一的大众集团占国内汽车市场份额 18.7%。

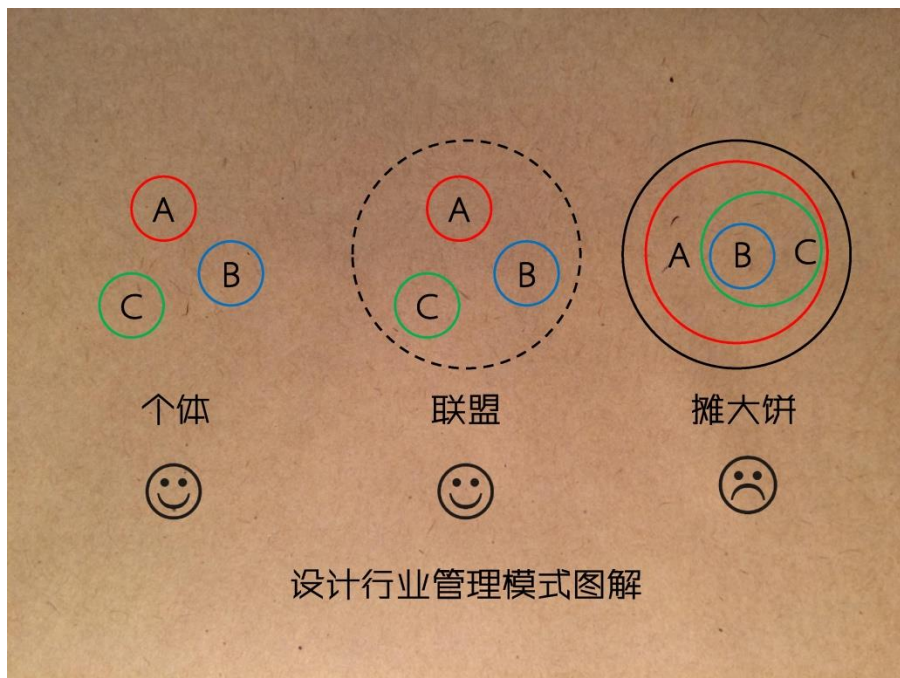




3. 行业组织管理发展的错误

许多设计公司之所以能够从一开始在市场上杀出一条血路，抢占一席之地，靠的必定是设计和创意能力。

国内建筑设计公司规模大小远超国际标准，创意型公司并不是规模越大公司越强，摊大饼是不可行的。可惜大多数行业老板都在比谁的公司大谁的公司人多，这几乎把整个行业悲催地推入了组织管理的误区，也让中小型设计公司的发展陷入艰难。老板们为啥不比谁的设计费收的高呢？归根结底还是行业高管价值观存在问题，导致公司的总收益、人员总数以及收费单价三者的增长关系曲线成畸形发展。



4. 国内设计系统老苏联标准的弊端

行业内 Autocad 的图层管理竟然不统一，说明绘图方法不统一，说明行业没有统一的技术标准，千万别跟我提那啥标准图集啊。我们设计系统的老苏联标准和西方英制标准还是存在差距。很多采用西方英制绘图标准国家的建筑设计图纸质量都要好于我们，甚至是菲律宾、马来西亚这样的小国家。一个连技术标准都没有的行业如何提供行业收费标准？

还是拿肉夹馍举例吧，你见过长得不一样的肉夹馍吗？所以肉夹馍的价格有行业标准。你见过长得一样的两个公司的 Autocad 图层表吗？所以国内建筑设计行业收费没有标准。

5. 整个行业缺乏产品思维

对于国内建筑师来说，多数情况下甲方让改啥就改啥，已经成为多数设计公司员工的行为准则。国内设计公司员工经常抱怨甲方随意改他们的设计。但是站在甲方的角度来看，国内设计公司员工大多数都缺乏足够的专业知识，连工地都没有下过的建筑师只能在信息不对等的情况下和甲方进行低效交流。国内设计公司无法把建筑作为产品，用产品思维和房地产商进行专业的沟通和交流，而为了完成合同，最后只能转换为服务思维，痛苦地沦为乙方。自然也失去了设计费收费的主动权。



编者注：欢迎大家推荐行业茶聊相关话题优秀文章，推荐请发至：nkntzz@163.com.

龙惟定谈互联网+时代暖通企业面临的新机遇与挑战

文/龙惟定

来源/地源热泵网 (微信公众号)

编者按：李克强总理在今年政府工作报告中提出“互联网+”行动计划后，推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等新一代互联网技术与各行各业结合，促进电子商务、工业互联网、互联网金融和互联网能源等新兴业态发展成为经济领域的焦点话题。

“互联网+”行动计划的提出为暖通空调行业提供了一种新的发展思路，暖通空调行业是否也可以“+”，又能够“+”入哪些新元素？新常态下的“互联网+”将对行业产生怎样的影响？这其中又有哪些问题值得我们注意？《地源热泵》杂志 7 月刊“本期专题”栏目汇聚业界专家学者、企业家的观点，我们将重点讨论“互联网+”大环境下的暖通空调行业如何应用而生，以拓宽产业发展之路。

以下为上海同济大学中德工程学院教授、博士生导师龙惟定为《地源热泵》杂志撰写的文章，供读者分享。

有人认为“互联网+”只不过是炒概念，是带有商业利益的“忽悠”、有人认为“互联网+”只不过是通过互联网实现控制、更有人担心“互联网+”带来的冲击，如阿里巴巴、优步等对传统经营模式的颠覆，特别是利益的再分配。变革和创新总会带来误解和非议。但我认为，“互联网+”是社会发展的趋势，不会逆转。

“互联网+”首先是一种理念。它有几个重要的思想：(1) 资源共享、(2) 互联互通、(3) 大数据应用、(4) 扁平化管理、(5) 分布式供应与个性化应用、(6) 以人为本，用户主导。

所以，应该是“互联网+暖通空调”，而不是“暖通空调+互联网”。它对行业既是挑战，更是充满了机遇。

第一，从单一能源向多种能源转变。尤其是可再生能源和“未利用能源”（在热力学上是所谓“? (Anergy)”的利用）。由于可再生能源的低能量密度，所以需要集成应用以及用少量外加能源，四两拨千斤，加以提升。这就需要热泵。需要“能源总线 (Energy Bus)”。

第二，在未来社会里，每一幢建筑、每一个家庭，都可能产能（太阳能光伏或燃料电池），当然也需要用能。出现所谓“产销者 (Prosumer)”。从过去能源系统的垄断性供应商 (Producer) 到垄断性传输转换 (Utility) 再到最底层的千千万万用户 (Consumer) 的 P-U-C 模式，到现在的千千万万的 P+C 互联互通，U 只是提供平台的“淘宝”模式，确实是一个革命性的变化。

第三，能源互联网实现资源共享、通过蓄能平衡峰谷。水环热泵就是一个典型。而在互

联的可再生能源发电系统和智能电网中,热泵起到关键性的作用,即通过热泵蓄热间接蓄电,从而平衡发电系统的峰谷和波动性。国外研究表明,热泵是成本最低的间接蓄电措施。

第四,暖通空调的控制,将从现在的逻辑控制,转向基于大数据的自学习控制。室内设定温湿度控制、设备运行策略、能源利用的优化,都将基于大数据,依托传感器物联网。

第五,资源的分享。例如,在集中系统中,负荷的叠加做“减法”,10栋每栋1000kW负荷的大楼,只需要7000kW机组,如果10栋楼有3栋酒店和7栋办公楼(混合社区),负荷还可以更小。这也是一种“负荷分享”。再如,一个园区可能有N片分散的零星土地可供敷设地埋管,就可以用“能源总线”将N组埋管互联,供分布式水源热泵分享。运行中还可以根据负荷需求和季节特点,将这N组地埋管实行“轮休”,以保持土壤热平衡。

第六,未来的设备管理系统,将不再是通过控制中心的单向分级垂直化管理,而将是通过移动终端,实现供需双方的双向管理,从而在满足个性化需求的基础上进行能效和经济性的优化管理。

第七,以区域建筑供冷供热为目的的分布式能源热电联产系统,除了就近利用余热之外,还可以通过直供电,驱动贴近用户端的分布式热泵,使高品质的电力物有所值。如果用户端只是COP=3.6的空气源热泵,那么整个系统一次能源效率也可以达到202%,而且机组容量可以减小、初投资可以降低、输送损失大大减少,热电联产机组的燃料消耗也大大减少,经济效益也可以成倍提升。如果用户端热泵可以通过能源总线利用低品位未利用能源,那么系统效率还可以进一步提高。这就形成了热网、电网、信息网三网合一的能源微网。

第八,我设想,在园区甚至城区范围,建立能源中心。但它的供冷供热不再通过管网,而是在能源中心制热水和制冰,用户可通过电子商务平台订购,通过物流以集装箱模式配送,到现场可通过快速连接为用户供冷或供热。用户完全可以按需订购,不会浪费。从而形成区域能源的电子商务。

第九,我还设想,在旧城改造中,将既有建筑中的制冷制热机房联网(联网管道可以通过共享平台或交通廊道连接),这样10栋楼的供冷供热可能只要5-6栋楼的机房便可以满足,而且可以使这些机组在高效率下运行。

这些设想和愿景都是在现有技术条件下可以实现的,就看我们有没有互联网思维和创新意识。建筑和暖通空调行业如果不紧跟“互联网+”的形势,我看继零售商业、金融和出租车业之后,“互联网+”下一个要颠覆的就是建筑设计行业了。这不是危言耸听,因为的确有人在酝酿。

范存养教授向空调博物馆捐赠藏书

来源/暖通空调在线

2015 年 6 月 30 日, 全国首家空调博物馆迎来了又一批尊贵的客人。上海同济大学范存养教授和来自上海冷冻空调行业协会、上海空调清洗行业协会的代表、全国微信平台部分群主一同参观了博物馆, 并且举行了简单而隆重的藏品、资金捐赠仪式, 同时还举办了冀沪兄弟协会工作交流会、微信群主文化技术交流会。本次活动也是空调博物馆成立三周年的主题活动。



范存养教授分批次向空调博物馆捐赠他多年收藏的专业书籍、期刊、学术研究资料、企业样本以及他自己的专著等 12 类藏品, 这些藏品浓缩了几十年来世界暖通空调技术发展的脉络, 对于查阅技术发展历史、专项技术深入研究的细节等, 具有十分重要的史料价值, 范存养教授多年来在教学科研工作中收藏大量的资料, 分门别类地进行了梳理, 此次无偿捐赠给空调博物馆, 是博物馆的幸事, 也是中国暖通空调业界的福祉, 能将毕生所搜集的这些史料提供给更多的后辈使用, 也是范老师多年的心愿。

参与本次捐赠活动的还有上海冷冻空调行业协会、上海空调清洗行业协会、华天成电器、中洁环境集团，上海两家协会向博物馆捐赠了协会收藏的专业期刊、标准等资料，华天成的郭建毅董事长何中洁环境的冯晓宏董事长向博物馆各捐赠一万元人民币，开启了业界企业家以善款支持空调博物馆建设事业的序幕。

7月1日，参加活动的各界嘉宾参观了空调博物馆的1期和2期工程，馆藏物品的丰富，让参观者感受到空调博物馆建设的认真和执着，大家也看到已经完成主体工程建设的博物馆三期的规划，纷纷提出了建设方向上的意见和建议。

河北省制冷学会方国昌理事长也做了致辞，他指出，经过几年摸索，服务、创新、环保已成为行业发展的新趋势，空调博物馆所收藏的空调文物越来越多，其价值应该是空调文化的积淀。博物馆通过对文物收藏保护，促进行业文化交流发展，应是未来的发展方向。范教授对博物馆捐赠他多年收藏的资料，具有历史的厚重感，捐赠鼓励我们继续前行。一馆系八方，我们要努力不辱使命。

上海冷冻空调行业协会秘书长邵乃宇先生也在致辞中表示，对于空调博物馆的建设，充满了敬佩，今后将代表上海行业协会给予持续的支持。此次冀沪两地行业协会相聚于空调博物馆，是双方开展的第二次交流活动，今后兄弟协会之间将继续加强交流与合作，共同为中国制冷空调行业的发展尽力。

参观空调博物馆现场，范存养教授为博物馆书写了题词，表达了他的愿望，“典藏空调历史，助力行业发展”，这也是本次所有捐赠者、参观者的共同心声。

(编者注：本文链接：<http://news.ehvacr.com/news/2015/0702/95859.html>，略有删减)



一辈子的光阴扔在了单位

来源/项目管理评论 (微信公众号)

没有谁，是为单位而生的，但多少人，却要在单位里终老。是的，一辈子的光阴，实实在在地扔在了单位里头。无论来的时候曾经多么光鲜亮丽，单位最终还给你的，不是一个头发花白的老头子，就是一个皱纹纵横的老太太。

没办法，还是那句话：风流总被雨打风吹去。

在一个单位里待久了，时不时会陷入到一种情绪之中：痛苦不堪。痛，是因为一眼看不到头；苦，是因为一眼又看到了头；不堪，是明知痛苦，却无处可逃。

看不到头，是生活除了重复就是重复，不咸不淡，毫无新鲜可言。看到了头，是一辈子的光阴就这样了，不死不活，再无改变可言。无处可逃的意思是，明明知道这个地方不是自己最好的归属，却还得死皮赖脸地待下去，把它待成最后的归属。

就这样，枯燥，跌进了重复的深渊；煎熬，跌进了光阴的深渊；自己，跌进了单位的深渊。

多少人，在单位里挣扎着。

他们在得与失之间进退两难，在荣与辱之间忍气吞声，在脸色与角色之间委曲求全。这样的人，一般都正直善良，眼里容不下沙子，看不惯小人，见不得卑鄙之事，却也容易瞻前顾后，畏首畏尾。最后，卑鄙是卑鄙者的通行证，挣扎成了挣扎者的墓志铭。

挣扎，成全了另一种意义上的苟且。本欲主动出击，利弊权衡过后，退让了。想要据理力争，忖度形势过后，放手了。然而，心中又分明不甘，于是，一次次关涉单位的斗争，沉到心里，成了一场场自我折磨。

多少挣扎，最后都演变成了自我折磨。骂一阵，笑一阵，爆发一阵，冷静一阵，怨愤一阵，宽慰一阵，一阵在胸腔，一阵在九霄，一阵英雄气长，一阵英雄气短，但长阵更短阵，无处觅归程。

这样的挣扎，是对一个人尊严和信念的巨大摧残。

然而，更苦的地方还在于，无论挣扎到多累多痛，始终不愿让别人看出来。表面上，还得装作强大，迎来送往，欢声笑语，泰然自若。只等喧闹散后，暗夜里，惟一颗破碎的心，惟一个悲怆的自己，彼此形影相吊。

单位，是一棵枝柯纵横的大树。

每个人，都是为利益而飞进飞出的雀子。

最肥美的单位，是油水足；最舒心的单位，是人事简单。会不会有这样一家单位，两全其美，既油水足，又人事简单呢？答案是：没有。因为，它违背了两个原则：一、有利益必纷争原则；二、人性贪婪原则。大凡油水肥美的地方，周围总会埋伏着无数的欲望，而欲望丛生的地方，不会有优雅和谦让。

其实，待在一个清贫的单位，是美的。至少，你会活得简单。此间，没有尔虞我诈，没有勾心斗角，没有争名夺利，没有得宠失宠，没有欺侮霸占，什么都没有，除了几个干巴工资，几个干巴人，一缕清风，几轮朗月，没有大风光，却有大自在。

有的人，喜欢窝在清贫的单位过生活，要的就是这个清净和轻松。这个世界上，有一批这样清风朗月的人，他们心底是朴素的，只要能养家糊口，绝不多生一丝贪婪。他们有诗一样的内心，养个花，种个草，侍弄一只蚰蚰儿，便也觉得得到了人生的全部。

不可否认，也有这样的人，他们天生喜欢在利益之间周旋，在上司面前献媚，然后玩阴的，耍横的，左右逢源，两面三刀。哪个单位里，都会有几个得志的小人。当然了，阴暗的东西在成全他们的同时，也终会毁了他们。

道理很简单，在利益那里，总会有一种阴暗吃掉另一种阴暗。在这个问题上，没有双赢，只有你成我败，或两败俱伤。

在一些单位里，上司决定的，往往不是单位的命运，而是单位里人的命运。上司的一句话，有多少人得意，有多少人落魄，又有多少人，一脚天堂，一脚地狱。

上司的阴晴，左右着天底下多少单位人的寒暖。

上司并不强大，是上司的权力强大。

一个上司走了，还会有另一个人带着权力来管着你。所以，你永远赢不了上司，要想在一个单位顺利地待下去，你所要做的，只能是战胜自己：要么强大到你不可或缺，要么弱小到凡事都逆来顺受——当然了，这是一种最悲怆的战胜。人世间，多少人，以这种泣血的方式，换取着单位里的一点点日月天光。

最倒霉的命运大概是，有一个与你势不两立的领导，他管着你，你一辈子待在这里，他也一辈子待在这里，永远没有离开的迹象。于是，生活就真的成了一场看不见尽头的挣扎和煎熬。

不过，领导一定也够累的。那么多年，他的心里要一直装着你，朝也盯着，暮也盯着，时刻不敢放下，久盯成恨，久恨成伤。无论起初是多轻多小的一个你，到后来，也会成了他生命里的重荷。

住建部“四库一平台”将终结挂靠时代

来源/建筑联盟 (微信公众号)

国务院正在构筑一张全国市场监管的“天网”，依托互联网和大数据，打造全方面的市场监管和诚信平台，住建部“四库一平台”就是“天网”的一部分，住建部“四库一平台”与发改委项目信息库、工商总局企业信息库、人社部社保信息库实现数据对接，将构建完整的建筑市场监管天网。各大系统建成并全面联网之日，一切将回归真实，退了潮才知道有人在裸泳。

一、什么是“四库一平台”？

“四库一平台”暨住房和城乡建设部全国建筑市场监管与诚信发布平台，包括企业库、人员库、项目库、信用库，四库互联互通，以身份证可以查人员，以单位名可以查人员，以人员可查单位。作用是解决数据多头采集、重复录入、真实性核实、项目数据缺失、诚信信息难以采集、市场监管与行政审批脱离、“市场与现场”两场无法联动等问题，保证数据的全面性、真实性、关联性和动态性，全面实现全国建筑市场“数据一个库、监管一张网、管理一条线”的信息化监管目标。

“四库一平台”是业内对“住房和城乡建设部建筑市场监管与诚信发布平台”的称法，各省建设的平台一般称为“某某省建筑市场监管与诚信一体化工作平台”，基于各地实际管理的需要，平台建设内容不尽相同，例如四川省建筑市场监管与诚信一体化工作平台由资质资格管理、工程项目管理、信用体系评价、综合信息查询、行政执法管理等 5 大平台，数据共享交换、标准、信息安全等 3 大体系，全省统一的从业企业、从业人员、工程项目、信用评价和公共资源 5 大基础数据库构成，集全省建筑市场信息采集发布、网上办事办公、行政审批、市场监管、从业主体诚信评价为一体，达到了省、市、县三级联动，系统共生、数据同源的一体化工作平台要求。

二、四库一平台建设的背景和政策

1、背景

住房和城乡建设部作为国务院下属的一个部委，其相关政策制定离不开国务院统一部署与安排，也与各部委相关政策密切关联，都是基于国务院整体布局。十八大报告提出：“坚持走中国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化道路，推动信息化和工业化深度融合、工业化和城镇化良性互动、城镇化和农业现代化相互协调，促进工业化、信息化、城镇

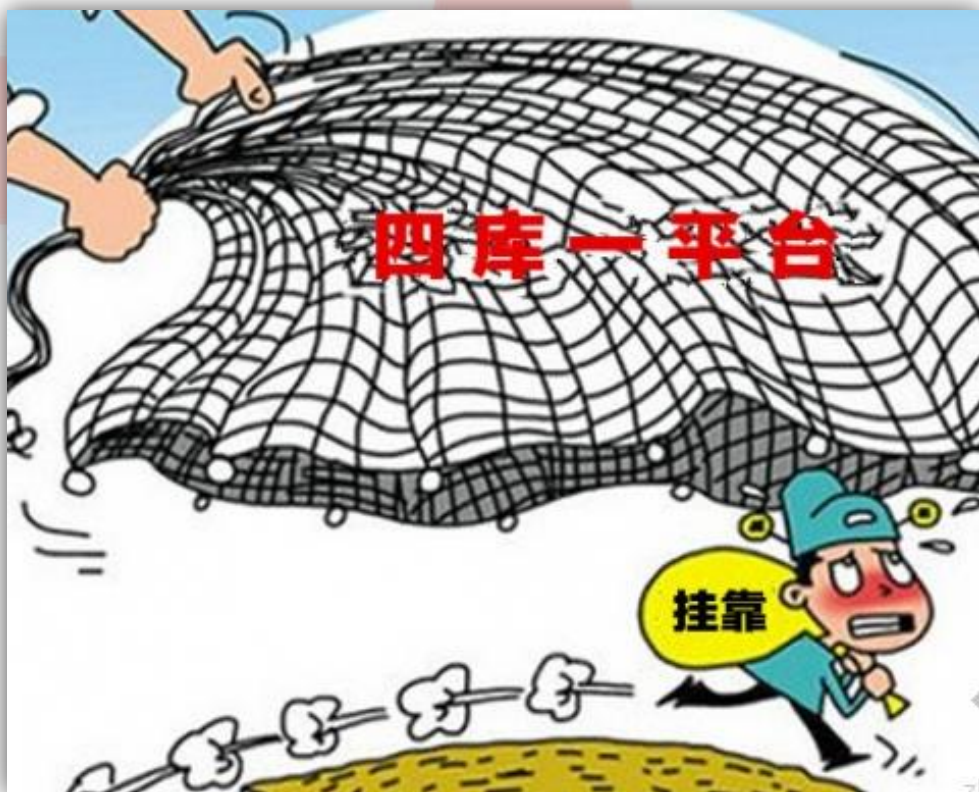
化、农业现代化同步发展”。信息化提升为国家战略，通过信息化实现办公效率提升和对市场主体全过程监督与管理，这已是既定方针。

2、政策

为贯彻落实 2014 年 5 月在安徽召开的全国建筑业改革发展暨工程质量安全工作会议精神，按照《关于推进建筑业发展与改革的若干意见》要求，加快推进建筑市场监管信息化建设，保障全国建筑市场监管与诚信信息系统有效运行和基础数据库安全，住房城乡建设部于 2014 年 7 月制定了《全国建筑市场监管与诚信信息系统基础数据库数据标准(试行)》和《全国建筑市场监管与诚信信息系统基础数据库管理办法(试行)》。

通知要求，在 2015 年年底前完成各省市自治区的工程建设企业、注册人员、工程项目、诚信信息等基础数据库建设，建立建筑市场和工程质量安全监管一体化工作平台，动态记录工程项目各方主体市场和现场行为，有效实现建筑市场和施工现场监管的联动，全面实现全国建筑市场“数据一个库、监管一张网、管理一条线”的信息化监管目标。

住房和城乡建设部将分 3 批完成全国 31 个省、自治区、直辖市的省级一体化工作平台建设，计划于 2015 年年底在全国全面实现建筑市场监管信息化。为确保此项工作顺利实施，住房城乡建设部要求各地结合本地监管实际需求开展建筑市场信息化建设工作，边建设边完善边运用，将信息化建设成果用于本地建筑市场监管、行政审批、行政处罚、企业人员资信评估、工程建设流程规范管理、质量安全监督等方面，鼓励地方增加监管内容和拓宽监管业务。



五星级酒店复合式水蓄冷系统的设计及应用

北京中标新亚节能工程股份有限公司 米秀伟

摘要 以某五星级酒店冷源中心为例,介绍了一种全新的复合式水蓄冷系统全年供冷热的设计方法。论述间接蓄冷直接供冷水蓄冷系统的可行性及相应特点。详细阐述了布水器的计算方法,并给出相应的推荐参数设置值。同时,结合常规空调系统进行了经济性分析和比较。基于目前水蓄冷运行现状,提出自控系统的重要性。

关键词 五星级酒店 复合式水蓄冷 布水器 经济性分析 自控

1 工程概述

本项目是位于浙江省宁波市杭州湾新区的五星级酒店,总建筑面积 10.7 万 m^2 。酒店由裙楼、酒店主楼、办公主楼、会议楼 4 部分组成。酒店地上 32 层,地下 1 层,其中地下建筑面积 1.02 万 m^2 ;酒店裙楼建筑面积 1.65 万 m^2 ,共计 2 层;酒店主楼建筑面积 4.8 万 m^2 平米,建筑高度 118.95 m;办公主楼建筑面积 2.76 万 m^2 ,共计 26 层,总高度 97.65 m;会议楼紧邻酒店裙楼北侧,共 2 层,建筑面积 0.47 万 m^2 ;制冷站位于地下 1 层设备用房。

2 水蓄冷冷源方案设计

2.1 空调冷负荷

采用逐时冷负荷系数法对本项目进行计算得知,设计日逐时最大冷负荷为 11050kW,出现于 14:00,逐时最小冷负荷为 1768 kW,出现于 23:00-02:00。设计日总冷负荷为 149948kW·h,折合单位建筑面积冷指标为 103W/ m^2 。本酒店全天 24h 均存在冷负荷需求,昼夜负荷需求差异明显。23:00-05:00 冷负荷较为稳定均衡,在 1768~2210kW 区间波动,从 06:00 开始,冷负荷有较大提升。设计日逐时冷负荷曲线见图 1。

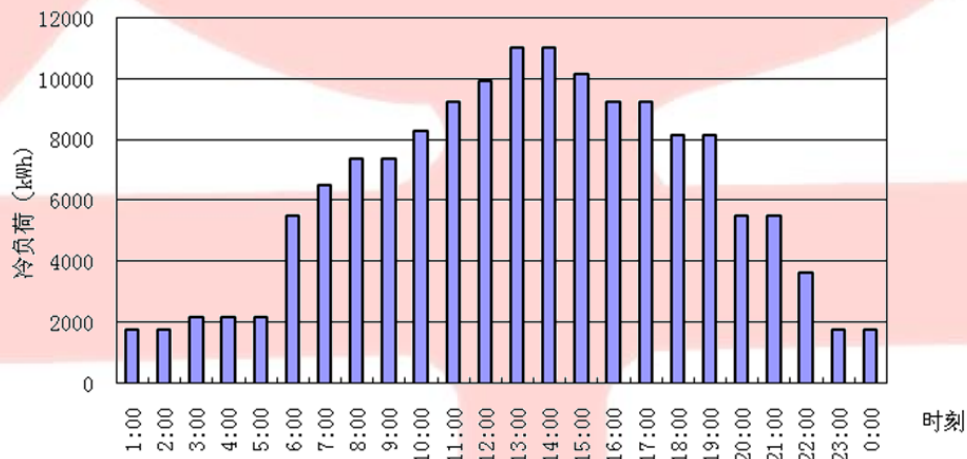


图1 设计日逐时冷负荷曲线

2.2 能源基本参数

本项目空调系统均采用低压用电。依据宁波市一般工商业用电(不满 1kV)电网销售价格,分时电价见表 1。

表 1 分时电价

	尖峰	高峰	低谷
时段	19:00-21:00	08:00-11:00 13:00-19:00 21:00-22:00	11:00-13:00 22:00-08:00
电价(元/(kW·h))	1.418	1.113	0.59

2.3 确定蓄冷装机容量与水蓄冷系统基本平衡

根据酒店空调冷负荷分布规律及使用特点,采用部分负荷蓄冷系统。该系统克服了全负荷蓄冷占地面积大、装机容量大、初投资较高等弊端,最大限度地提高机组实际使用率。夜间低谷电价蓄冷时段(23:00-05:00),末端冷负荷由基载制冷机组承担。通过设计日非蓄冷时段累积冷负荷(136247 kW·h)确定蓄冷机组与蓄冷系统装机容量。蓄冷工况机组供回水温度4℃/12℃,蓄冷温差8℃。同样,空调工况采用大温差系统,综合考虑系统初投资、运行费用、设备出力、水蓄冷系统形式、业主要求等多方因素,最终确定机组供回水温度7℃/14℃,温差7℃。

2.3.1 蓄冷主机及蓄冷量计算

本项目以合理匹配制冷机组与水蓄冷系统的装机容量为基本原则,在充分保证制冷兼蓄冷机组开机率的前提下,使其装机容量最小。蓄冷主机及蓄冷量计算如下:

$$q_c = \frac{Q}{n_1 + c_f n_2} = \frac{\sum_{i=1}^{24} q_i}{n_1 + c_f n_2} \quad (1)$$

$$Q_s = q_c c_f \quad (2)$$

式(1),(2)中 q_c 为蓄冷主机在蓄冷工况下负荷,kW; Q 为设计日总冷负荷,kW·h; q_i 为逐时空调冷负荷,kW; n_1 为蓄冷主机在空调工况下的运行时间,因制冷机组全天候运行,机组未必满负荷,按全天运行时间(17h)乘以系数0.70为计算依据,即 $n_1=11.90$ h; n_2 为蓄冷主机在蓄冷工况下运行时间,依据本酒店具体负荷分布特性,取7h; c_f 为制冷主机的蓄冷能效系数,取0.95; Q_s 为蓄冷量,kW·h。

计算得 $q_c=7345$ kW; $Q_s=48844$ kW·h;蓄冷率= $Q_s / \sum_{i=1}^{24} q_i = 48844 \text{ kW} \cdot \text{h} / 136247 \text{ kW} \cdot \text{h} = 35.85\%$ 。

2.3.2 蓄冷水槽计算

$$V = \frac{3600 Q_s}{\Delta t \rho c_p F_{OM} \alpha_V} \quad (3)$$

式(3)中 V 为蓄冷水槽体积, m^3 ; ρ 为蓄冷水的密度,取 $1000 \text{ kg} / \text{m}^3$; c_p 为冷水的比定压热容,取 $4.187 \text{ kJ} / (\text{kg} \cdot \text{C})$; Δt 为释冷回水温度与蓄冷进水温度差,取 8 C ; F_{OM} 为蓄冷水槽的完善度,考虑混合和斜温层等因素影响,取 85% ; α_V 为蓄冷水槽的体积利用率,考虑布水器布置和蓄冷水槽内其他不可用空间的影响,取 95% 。

将相应值代入式(3),得蓄冷水槽体积为 6501 m^3 。

综上所述,35.85%的设计日总冷负荷由蓄冷水槽承担;其余负荷由蓄冷机组及基载机组承担。为了满足夜间蓄冷要求,选用2台离心式制冷机组(单台制冷量3906 kW)蓄冷,实际夜间蓄冷时间为6.25 h。综合考虑酒店稳定生活热水需求,裙房内区常年供冷需求以及酒店周边区域存在稳定景观水系的客观条件,选用1台制冷量为1286 kW的全热回收螺杆机组,1台制冷量为986 kW的水源热泵机组作为基载主机。在满足夜间供冷运行的前提下,最大程度减少运行能耗。同时,为了便于日后运行期间水槽维护检修,共设置2组蓄冷水槽,每组体积为 3300 m^3 ,尺寸为25m(长)×22m(宽)×6m(高)。水池设置于酒店周边绿地内。

2.4 水蓄冷系统形式确定

2.4.1 水蓄冷系统方案比较

目前主流的水蓄冷形式包括:直接蓄冷间接放冷系统(方式1);并联直供蓄冷系统(方式2);制冷机直接蓄冷直接供冷、水池间接放冷系统(方式3)。3种方式综合对比见表2。笔者实地调研,已运行水蓄冷系统存在的主要问题在于水阀两侧压差过大,长期频繁启闭,阀体关闭不严,系统混水、串水现象严重,造成水槽温度升高,系统运行效率低下。同时,高频率地更换损坏水阀,影响了系统正常运行,增加了实际运行费用。

表2 常规水蓄冷系统性能、特点及费用对比^[1-2]

	方式1	方式2	方式3
系统原理	制冷机和蓄冷水槽位于板式换热器一次侧,用户位于板式换热器二次侧,一次侧为开式系统,二次侧为闭式系统	开式水蓄冷系统,蓄冷水槽与常规系统直接并联,通过阀门的切换来转换直供与蓄冷各工况	制冷机直接供冷及水槽蓄冷;蓄冷水槽通过板式换热器向用户侧间接释冷
优点	运行稳定可靠	无换热损失,冷量利用率最高	制冷机单供和蓄冷时无换热损失,效率高
缺点	存在换热损失,工作效率较低,系统经济性较差。	蓄冷系统处于低位,阀门两侧压差过大,运行风险大。水池直供及联合供冷,多点定压(水池定压,定压装置定压),定压点压力不平衡,导致系统无法正常运行、低位蓄水池满水溢出	工况转换时阀门一端开式系统,一端闭式系统,两侧有较大压差,因此,在中高层建筑上使用存在一定风险。
运行费	高	低	中

表2所述的3种方法均无法从根本上解决现有问题。故笔者使用了一种新型水蓄冷空调系统(方式4)。该方式中,水蓄冷系统与制冷系统完全独立,通过板式换热器隔开,水槽蓄(释)冷均采用间接运行,制冷主机直接供冷方式。避免了方式2,3中水蓄冷系统阀门两侧压差大的问题,又解决了方式1中制冷机单供冷时的换热损失问题,主机运行效率提高的同时也保证了系统运行安全,并减少了初投资^[1]。该水蓄冷系统因间接蓄(释)冷,存在换热温差损失,运行费用略高于方式2,低于方式1。

2.4.2 水蓄冷系统原理及设备选型

本项目空调水系统采用二级泵变流量系统,空调末端水系统设置高低分区,降低设备承压。蓄冷水槽释(蓄)冷工况通过板式换热器隔开,板式换热器一二次侧释(蓄)冷水泵及空调二级泵均采用变频措施。在基载主机的选择上,充分考虑空调内区全年供冷、生活热水需求稳定双重因素,在满足夏季蓄冷供冷的基础上,基载主机采用全热回收型机组与水源热泵机组相结合的方式,最大限度提高机组全年使用率。其中全热回收型基载机组按照冬季内区冷负荷选取(内区冷负荷1100kW,生活热水最大小时用热量1800kW),基础负荷剩余部分由水源热泵机组承担。系统主要设备及初投资见表3,系统原理图见图2,水蓄冷控制阀组状态关系见表4。

表3 水蓄冷系统主要设备及初投资

编号	名称	参数	电功率/kW	数量	总电功率/kW	设备单价/万元	总计/万元
1	离心式冷水机组(蓄冷)	制冷量 3906kW, 蓄冷工况 COP=5.41, 空调工况 COP=5.54, IPLV=6.35	723	2	1446	198.00	396.00
2	全热回收螺杆冷水机组(基载1)	制冷量 1286kW, 空调工况 COP=4.70, IPLV=5.08, 热回收热量 1554 kW	273	1	273	67.00	67.00

编号	名称	参数	电功率/kW	数量	总电功率/kW	设备单价/万元	总计/万元
	螺杆式水源热泵机组(基载2)	制冷量 986kW, 空调工况 COP=4.98, IPLV=5.55	198	1	198	55.00	55.00
4	一次冷水泵	流量 G=550m ³ /h,扬程 H=18m	45	2	90	7.43	14.85
5	冷却水泵	G=860m ³ /h,H=27m	90	2	180	9.89	19.78
6	一次冷水泵(基载1)	G=190m ³ /h, H=17m	15	1	15	3.71	3.71
7	冷却水泵(基载1)	G=320m ³ /h,H=25m	30	1	30	6.72	6.72
8	冷却塔	G=875m ³ /h	37.5	2	75	51.19	102.38
9	冷却塔(基载1)	G=350m ³ /h	15	1	15	20.65	20.65
10	热泵热水循环泵(基载2)	G=170m ³ /h,H=17m	15	1	15	3.80	3.80
11	热泵取水循环泵(二次侧,基载2)	G=220m ³ /h, H=19m	18.5	1	18.5	4.56	4.56
12	热泵取水循环泵(一次侧,基载2)	G=260m ³ /h, H=22m	22	1	22	5.41	5.41
13	二次冷水泵	G=550m ³ /h,H=22m	55	4	220	10.73	42.90
14	蓄(释)冷一次侧水泵	G=460m ³ /h,H=16m	30	2	60	8.05	16.10
15	蓄(释)冷二次侧水泵	G=460m ³ /h,H=16m	30	2	60	8.05	16.10
16	蓄(释)冷板式换热器	换热量 4300kW		2		32.30	64.60
17	蓄冷水槽	蓄冷量 48843kW·h		2		244.90	489.80
18	其他设备、材料及安装						270.00
19	制冷站自控系统						38.00
20	变配电系统					0.05	135.88
	合计				2717.5		1,773.24

注: 1)水泵 12, 13, 14, 15 变频运行, 表中均不含备用设备;

2)空调冷水系统耗电输冷比 $ECR=0.020918 \leq 0.022130$, 满足要求

表4 水蓄冷控制阀组状态关系表

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
离心机蓄冷	开	关	关	开	关	关	开
蓄水池单供	关	关	开	关	开	开	关
制冷机单供	关	开	关	关	关	关	关
联合供冷	关	开	开	关	开	开	关

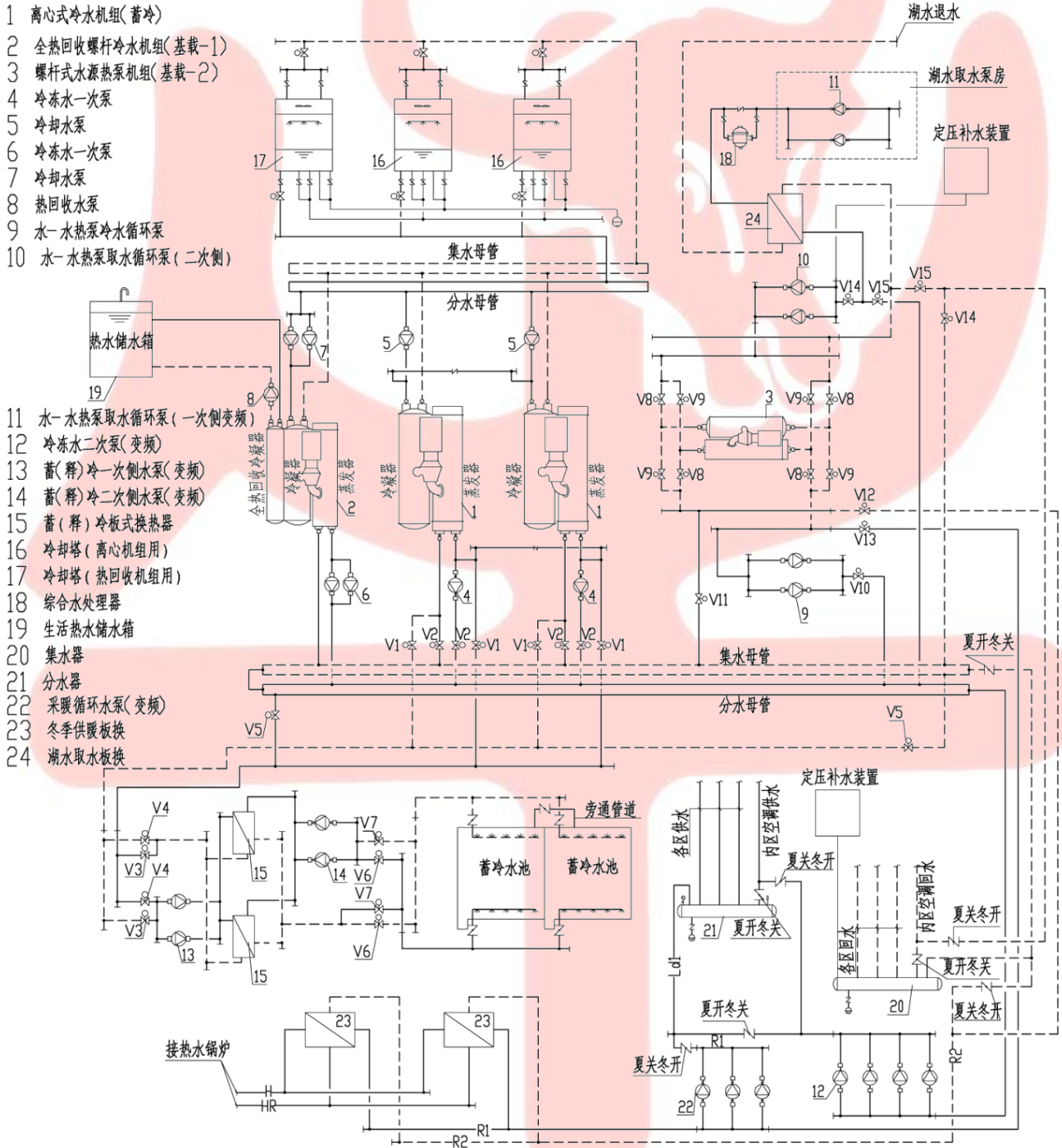


图2 复合式水蓄冷系统原理图

2.5 蓄冷水槽布水器设计

自然分层式蓄冷,利用水温度不同所引起密度差形成斜温层实现蓄冷。而形成并保持一个冷、热水掺混程度最小,厚度最低的斜温层需选择布水器合适的孔口来实现,要减少斜温层的衰减,就应设计适当的雷诺数并确保合理运行^[3]。所以布水器的设计计算是水蓄冷技术能否成功的核心和关键。本工程采用矩形水槽, H形布水器。

1) 布水器设计流量 G_b 确定

设计流量 G_b 应满足夜间机组满负荷蓄冷运行,同时宜满足水槽单独供冷或联合供冷运行的高效稳定。经水蓄冷运行策略分析,夜间满负荷蓄冷工况流量为布水器最大运行流量。

$$G_b = 0.86Q / 3600\Delta t \quad (4)$$

式中 G_b 为布水器设计流量, m^3/s ; Q 为机组蓄冷最大制冷量之和之和,取 7812kW; Δt 为蓄冷温差,取 $8^\circ C$ 。

将参数代入,计算得 $G_b=0.23 m^3/s$ 。

2) 布水器有效长度计算

$$q = Q / L_1 \quad (5)$$

$$Re = q / \nu \quad (6)$$

式(5), (6)中 q 为单位布水器长度的体积流量, $m^3/(m \cdot s)$; L_1 为布水器有效长度, m ; ν 为水的运动黏度,取 $1.5961 \times 10^{-6} m^2/s$ (水温 $5^\circ C$)。 Re 为布水器出水口雷诺数, $Re = 200 \sim 850$ 。

3) 布水器中布水口参数确定

$$n = L_1 \times 0.8 / \Delta L \quad (7)$$

式中 n 为布水器开口数量,个; ΔL 为散流器开口间距,应小于 $2h_1$ (h_1 为布水器出水口与池底距离),综合考虑本项目水深及对应取值范围,初选为 200mm; 0.8 为装配空间系数。

$$Q_1 = Q / n \quad (8)$$

$$F_1 = Q_1 / v'' \quad (9)$$

式(8), (9)中 Q_1 为每个开口的最大体积流量, m^3/s ; F_1 为满足最大出口流速下最小开口面积, m^2 ; v'' 为散流器出口最大流速,取 $0.3 m/s$ 。

为保证各布水器出口流速均匀,其连接支管不宜过长,以免前后出口流速严重不均,一般希望其直接安装的布水器支管内水流速不超过 $0.3m/s$ ^[4]。根据已确定蓄冷水槽尺寸,初步确定水槽中布水器可安装支管组数,由式(10)得支管管径 D 。

$$Q_2 = \pi D^2 \times v'' / 4 \quad (10)$$

$$L_2 = (D - 2\delta) \cdot \pi / 3 \quad (11)$$

$$L_3 = F_1 / L_2 \quad (12)$$

式(10)~(12)中 Q_2 为每组布水器支管分配水量, m^3/s ; L_2 为布水口开口长度(沿管周 120° 计算), m ; d 为壁厚, mm ; L_3 为布水口开口宽度, mm 。

4) 校核弗劳德数 Fr

$$Fr = \frac{q}{[gh_i^3(r_i - r_a) / r_a]^{0.5}} \quad (13)$$

式中 g 为自由落体加速度, $9.8m/s^2$; h_i 为进水口最小高度,取 $0.15m$ (ρ_i 为进水密度,取 $999.8kg/m^3$ (水温 $5^\circ C$); ρ_a 为周围水的密度,取 $999.3kg/m^3$ (水温 $13^\circ C$)。

布水器的设计计算,存在某些参数的不确定性,需先行设定边界条件,将初选数值代入计算,得出结果后再反向校核是否满足要求。其中布水器支管安装组数及支管管径受水槽尺寸、形状等因素影响,每组支管长度、布水口个数又受布水器支管组数制约,彼此间相互关联,需依据已确定水槽具体情况灵活布置。在满足水槽稳定分层及高效蓄冷的前提下,反复验算,最终确定各参数,以降低投资成本。

不同的 Re 条件下,布水器的计算结果详见表 5,现场安装见图 3, 4。

表5 布水器参数

	布水器 1	布水器 2	布水器 3
Re 值	200	400	800
$q / (\text{m}^3/(\text{m s}))$	0.00032	0.00064	0.00128
h_i / mm	200	200	200
L_1 / m	731	365.4	183
$\Delta L / \text{mm}$	200	200	200
$n / \text{个}$	2924	1462	731
$Q_1 / (\text{m}^3/\text{s})$	0.8×10^{-4}	1.6×10^{-4}	3.2×10^{-4}
F_1 / m^2	2.66×10^{-4}	5.32×10^{-4}	1.06×10^{-3}
D / mm	108	133	133
L_2 / mm	105	130	130
L_3 / mm	2.54	4.1	8.2
Fr	0.051	0.102	0.204
h_i' / mm	27.50	43.62	69.25

注: h_i' 为 $Fr=1$ 时, 布水器出水口与池底距离计算值。



图3 蓄水槽安装实景



图4 布水器现场制作

由表5可知,随着 Re 值的增大,布水口个数(n)减少,每个布水口的最大体积流量(Q_1)、满足最大出口流速下最小开口面积(F_1)均增大。当 Re 值在200~850区间, Fr 远小于1,符合 $Fr \leq 1.0$ 时,水槽内保持重力流,维持水温分层的要求。当 $Fr=1.0$ 时, h_i' 均较小,考虑现场安装操作便捷性,水面液位高低变化,布水器出(进)水口与池底(顶)距离(h_i)初选数值200mm是适宜的。建议当 $Re \leq 850$ 时, h_i 在150~350mm,散流器开口间距 ΔL 在200~300mm区间较为适宜。综合各方因素,本工程将布水器3作为最终选项。

2.6 运行控制方案

本工程采用部分蓄冷空调运行策略。夜间低谷电价时段 23:00-06:00 蓄冷主机满负荷蓄冷运行,期间末端冷负荷由基载主机承担。日间释冷,尖峰电价时段采用完全释冷模式;峰值电价时段,按照释冷优先,制冷机组补充原则制定;非蓄冷工况的低谷电价时段,水槽不释冷,灵活开启基载机组与蓄冷制冷机组台数。全天供冷期间,确保蓄冷量在日间全部释放的同时制冷机组高效稳定地运行。按照25%,50%,75%,100%4种负荷率分别进行热平衡计算,空调负荷运行策略见图5。

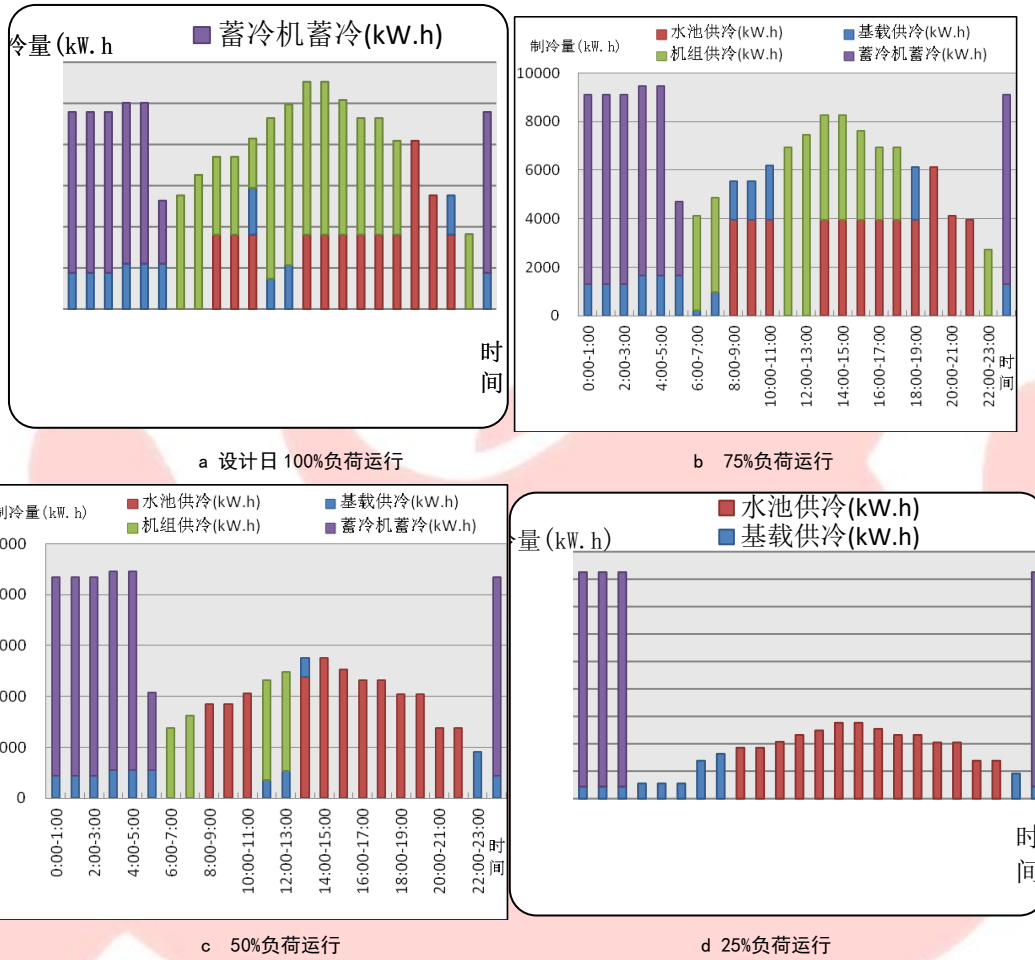


图5 空调负荷运行策略

3 经济性分析

3.1 常规电制冷系统设备配置 (表6)

表6 常规电制冷系统主要设备及初投资

名称	参数	电功率 /kW	数量	总电功 率/kW	设备单价 /万元	总计/万元
离心式制冷机	制冷量 2814kW, COP=5.52, IPLV=6.14	509	4	2036	160.40	641.60
一次冷冻泵	G=535m³/h, H=18m	45	4	180	7.76	31.04
冷却水泵	G=691m³/h, H=27m	90	4	360	10.37	41.48
冷却塔	G=700m³/h	30	4	120	41.30	165.20
二次冷冻泵	G=550m³/h, H=22m	55	4	220	10.73	42.92
附属设备、材料及安装						380.00
冷站自控系统						32.00
变配电系统					0.05	144.80
合计				2916		1479.04

注: 1)二次冷水泵变频运行,表中均不含备用设备;

2)空调冷水系统耗电输冷比 ECR=0.021928≤0.030982, 满足要求。

3.2 制冷运行费用比较(表7)

表7 供冷季全年运行费用对比

运行负荷 百分比/%	天数/d	水蓄冷系统	常规系统
		电费/万元	电费/万元
100	8	23.92	30.68
75	27	56.50	80.27
50	65	78.69	131.52
25	20	13.38	20.95
合计	120	172.49	263.42

3.3 电力消耗比较(表8)

表8 供冷季全年电力消耗对比

运行负荷百 分比/%	天数/d	常规空调系统/(kW h)			水蓄冷系统/(kW h)		
		尖峰	峰值	谷段	尖峰	峰值	谷段
100	8	28384	183705	105315	3024	110520	189740
75	27	76403	477760	275692	7655	203819	554787
50	65	128471	772625	462943	12286	89672	1135015
25	20	19765	118865	83372	1890	12088	199387
合计	120	253023	1552955	927322	24855	416099	2078928
		2733300			2519883		
转移尖峰用电量					228168		
转移高峰用电量					1136856		
增加谷电用电量					1151606		

3.4 综合比较

本项目综合对比见表9, 10。表9中经营成本由维修费、运行费、人工费组成, 计算不计设备残值及税金。表10中, 资金回收系数 $q = 0.09$, 记为 $(A/P, i, n)$ 。其中, P 为初投资; i 为年利率, 取0.066; n 为设备寿命, 取20a。费用年值 $= \theta \times$ 初投资+经营成本。

表9 工程经济费用计算

	复合式水蓄冷系统	常规系统
初投资/万元	1773.22	1478.98
折旧费/万元	88.66	73.95
维修费/(万元/a)	18.00	18.00
运行费/(万元/a)	172.49	263.43
人工费/(万元/a)	7.20	7.20
经营成本/(万元/a)	197.69	288.63
总成本/(万元/a)	286.35	362.58
单位面积成本/(万元/(m ² .a))	26.76	33.89

表 10 经济指标计算

	资金回收 系数 θ	费用年值 /万元	单位面积费用 /(元/(m ² a))	静态回 收期/a
复合式 水蓄冷系 统	0.09	359.06	33.56	3.24
常规系统	0.09	423.22	39.55	

由表 3、表 6~10 得知,初投资方面,复合式水蓄冷系统(简称方案 1)比常规空调系统(简称方案 2)初投资增加 294.24 万元;运行费用方面,方案 1 比方案 2 节约 90.93 万元/年;静态回收期 3.24a。电力消耗方面,方案 1 削峰填谷作用明显,分别转移尖峰用电量 22.82 万 kW·h,转移高峰用电量 113.68 万 kW·h,开发低谷电量 115.16 万 kW·h,)系统总计节约用电量 21.34 万 kW·h;不考虑资金时间价值,系统年度经济总费用方案 1 比方案 2 节约 76.23 万元。考虑资金时间价值,系统年度经济总费用方案 1 比方案 2 节约 64.16 万元。综上所述,本项目采用的水蓄冷系统经济性良好,适用可行。

4 技术特点

4.1 空调系统设置内外分区

鉴于酒店裙房功能性区域较多,位于裙房内区的洗衣房、变配电房、KTV 房、SPA 用房、中餐包房、烧烤吧常年需要供冷,裙房空调设置分区两管制水系统,内区全年供冷,外区依季节变化分别供冷热。上述条件为复合式水蓄冷系统的应用奠定了基础。

4.2 全年多工况运行模式选择

水蓄冷系统采用基载主机+蓄冷主机+蓄冷水槽组合方式,在简化系统控制同时,给实际运行提供了灵活多变的工况运行模式,尤其是基载主机多样化组合,极大地提高了系统的经济性。结合图 3,全年各运行工况如下:

1) 夏季

当有生活热水需求时,优先开启全热回收型机组(基载主机 1),热回收模式运行,提供空调冷负荷,回收冷凝热加热生活热水,冷负荷不足部分由蓄冷水槽、水源热泵(基载主机 2)、离心机组承担。当无生活热水需求时,优先开启基载主机 2,不足部分由蓄冷水槽、基载主机 1、离心机组承担。

2) 冬季

存在生活热水需求时,由基载主机 1 担负内区冷负荷,回收冷凝热加热生活热水;基载主机 2 在制热工况下运行(湖水取水温度 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 时使用),与供暖板式换热器 23 并联,关闭水泵 9,开启供暖循环泵 22、取水泵 10、取水泵 11,与供热锅炉联合供暖。当无生活热水需求但内区需供冷运行时,关闭所有基载机组及阀门 V14,开启阀门 V15、取水泵 10、取水泵 11、二级泵 12,利用板式换热器 24 为内区免费供冷,期间酒店空调热负荷完全由供暖锅炉提供。同时,无论在何种工况下,当湖水取水温度 $< 10^{\circ}\text{C}$ 时,基载主机 2 均不开启。

3) 过渡季

因酒店内区冷负荷长期存在,故基载主机 1 运行模式和生活热水需求直接关联。存在生活热水需求时,基载主机 1 在热回收模式运行,开启水泵 6, 8, 12, 满足内区冷负荷需要;不存在生活热水需求时,基载主机 1 转换为制冷模式运行,开启水泵 6, 7, 12, 冷却塔 17, 为内区供冷。

表 11 基载主机工作模式与控制阀组状态关系

	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
基载 1, 2 制冷工况	开	关	开	开	关	关	开	关
基载 2 制热工况	关	开	关	关	开	开	开	关
内区免费供冷工况							关	开

注: 基载 1 运行含热回收工况

全年运行期间, 基载主机 1 优先开启, 以热回收工况为主, 回收冷凝热加热生活热水。当基载 1 无法满足实际热水需求量时, 开启生活热水锅炉进行补充, 实现节能最大化。

5 经验与教训

复合式水蓄冷系统采集参数多、工况转换频繁、运行要求高、系统复杂, 自控水平高低直接决定了系统能否安全、高效运行。然而经调研发现, 已运行项目存在诸多问题。

首先, 制冷站自控系统(BAS)上而不能用、不会用, 形同虚设现象尤为突出。其次, 运行管理人员多依靠个人经验, 手动操作运行管理。“手动状态”运行简单、粗放, 避峰消峰效果差强人意, 运行费用降低有限, 投资回收期延长。实际运行中, 出现诸如无法实现联合供冷等情况。例如, 在全天逐时冷负荷较大时段, 结合峰谷电价分布区间, 将蓄存冷量以全释冷模式倾泻而出; 其余时间段, 空调冷负荷完全由制冷机组承担。部分项目, 出现夜间值班人员疏忽, 水槽未及时蓄冷, 导致日间释冷不足, 制冷机组满负荷运行都无法满足末端需要的情况。

BAS 系统监而能控、自动状态运行, 是解决水蓄冷现状必不可少的有效基本手段。目前, 行业内暖通技术人员不懂自控, 自控人员不懂暖通现象普遍存在。彼此间不熟悉、不了解给实际运行无法实现埋下最初隐患。所以, 暖通技术人员应加强自控专业知识储备, 了解、掌握、熟悉自控基本流程, 全程参与项目建设各环节, 特别是自控施工、项目调试阶段, 与自控专业紧密沟通协作, 实现专业间无缝对接, 为水蓄冷运行策略最终实现打下基础。

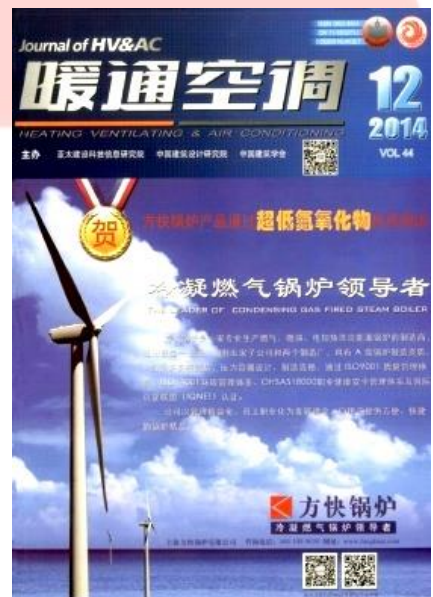
6 结论

- 6.1 在中高层建筑水蓄冷系统中, 宜优先采用蓄冷水槽间接蓄(释)冷, 制冷机组直接供冷的系统形式。
- 6.2 自然分层式水蓄冷布水器选取是系统重点。各参数间彼此关联、相互影响, 需考虑各方因素, 综合确定。建议矩形水槽 H 形布水器出(进)水口与池底(顶)距离 h_1 取值在 150~350mm, 散流器开口间距 ΔL 取值 200~300 mm 较为适宜。
- 6.3 复合式水蓄冷系统工况灵活多变, 给实际运行提供更多节能空间。全年性地为酒店提供多元化冷热需求, 具备良好社会效益和经济效益。
- 6.4 水蓄冷系统的自控现状应引起行业重视和广泛思考。自控系统是水蓄冷系统不可缺少的组成部分, 是酒店空调系统全年稳定高效运行的前提保障。发挥 BAS 应有作用, 解决现存问题, 刻不容缓。

参考文献:

- [1] 徐奇越, 王琳, 曾飞雄, 等. 间接蓄冷直接供冷式水蓄冷系统[J]. 暖通空调, 2011, 41(6): 109-112
- [2] 任建平, 吴喜平. 开式水蓄冷空调系统设计与施工调试分析[J]. 暖通空调, 2013, 43(10): 83-85
- [3] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 2 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008: 2132
- [4] 赵庆珠, 李先庭, 王宝龙等. 蓄冷技术与系统设计[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012: 135

(编者注: 本文已刊登于《暖通空调》杂志 2014 年第 44 卷第 12 期 P35~41)



置换通风热力分层高度的数值研究

同济大学 刘猛 龙惟定

南京航空航天大学 刘卫华

摘要 本文根据置换通风系统的工作原理,介绍了置换通风热力分层高度的定义及数值计算方法,并对送风温度、送风速度等因素对热力分层高度的影响作了定性的分析,在此基础上拟合出无量纲热力分层高度关于送风温度 T 、送风速度 V 、热源间距离 L 和围护结构传热 Q 的经验公式。本文的工作对今后置换通风系统的优化设计提供参考。

关键词 置换通风 热力分层高度 数值模拟 热舒适性

0 引言

随着人们对可持续发展认识的不断深入,节能和环保已成为当今空调发展的两大主题。相对于传统的混合通风方式,置换通风具有较高的室内空气品质和较好的节能效果,因而备受人们的关注^[1]。置换通风两大优点的发挥依赖于流场的分布,而热力分层高度是置换通风流场分布的标志,也是置换通风系统设计中的重要参数,不同影响因素对流场的影响将通过热力分层的高低反映出来,事实上,也只有掌握了分层高度随影响因素的变化关系,才可能设计自控线路,进而调节送入室内气体的相关参数,使节能和高的空气品质同步实现。因此,本文主要工作将围绕建立热力分层高度与流场影响因素之间定量关系来开展,重点导出热力分层高度与流场影响因素之间的定量关系。

1 热力分层高度的定义

假定置换通风系统送风量为 Q_s ,热源产生的自然对流射流量即热烟羽流量为 Q_p ,在热源周围自然对流射流形成的初期阶段,热烟羽流量主要是靠置换通风的送风量来补充,因而卷吸周围较少的空气量,此时 $Q_p < Q_s$, Q_p 与高度成正比函数关系。当热烟羽继续上升时,送风量不能满足自然对流射流吸卷的空气量时,将有一部分空气回返予以补充,此时 $Q_p > Q_s$ 。根据连续性原理,在热烟羽的上升过程中,必有某高度 Z 处,此时自然对流射流吸卷周围空气的量与置换通风系统送风量相等,即 $Q_p = Q_s$,如下图1所示:

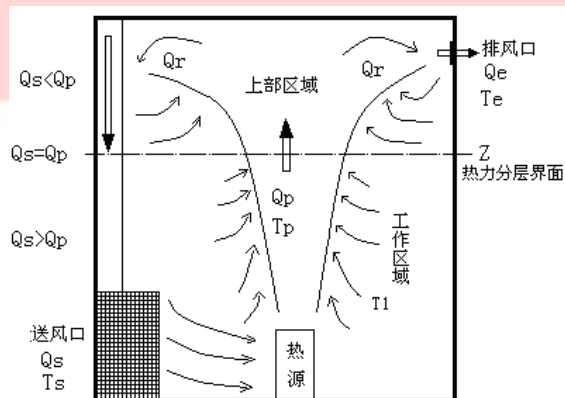


图1 热力分层高度示意图

随着空气在下部区域的不断送入以及顶棚处热污浊空气的不断排出,室内热烟羽状态稳定下来,形成以 Z 高度处为分界的上、下两个区域。 Z 高度以下为单向流动的清洁区, Z 高度以上为混合紊流的污水区, Z 高度即为热力分层高度。

2 置换通风房间模型的建立

在本文的研究中,采用 Srebric 的办公室置换通风测试作为算例^[2],这也是 ASHRAE (美国供暖、制冷空调工程师协会)用于验证数值计算结果的报告中的算例之一,如下图 2 所示。

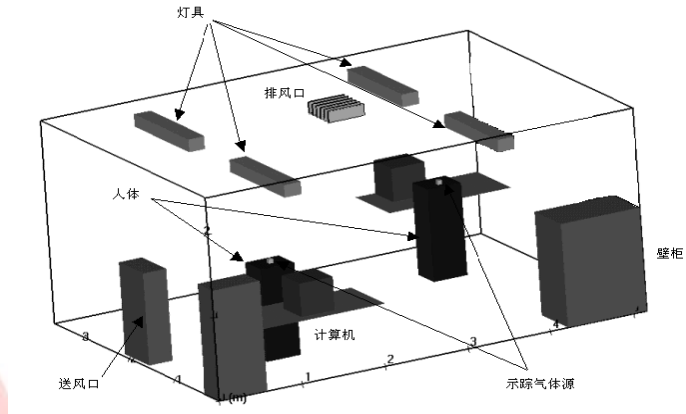


图 2 置换通风房间模型

该办公室的几何尺寸为:长×宽×高=5.16m×3.65m×2.43m,置换通风送风口为扁平型置换通风散流器,送风口的中心线与墙体中心线相重合,距离地面 0.03m,送风温度是 21.2℃,送风速度是 0.12m/s。回风口位于房顶顶板的中心,尺寸为 0.43m×0.43m,日光灯尺寸为 0.2m×0.2m×0.8m,均匀分布在房间顶部。室内有计算机、人员、灯光等热源,还有桌子和壁柜等家具,室内热源功率如表 1 所示。

表 1 室内热源功率

热源项目	热源大小 (W)
人体	75×2
计算机 1	108
计算机 2	173
日光灯	34×4
围护结构	180
总计	747

3 置换通风房间流场的计算

置换通风系统的气流组织形式与其它通风系统的不同之处在于浮力的影响很明显,室内气流方式由送风口送入的冷空气流和室内热源上方产生的浮力烟羽所控制。本文数值模拟中将流体假定为不可压缩流体,使用 Boussinesq 近似^[3]来处理浮力的影响,采用涡团扩散湍流模型。

S.J.Ress 等人的研究指出,置换通风系统中,当室内负荷在 45~72W/m²时,室内气流会产生类似周期性的流动,热源上方的烟羽到达吊顶撞击顶棚,会有复杂的侧向摆动,产生明显回流^[4]。此房间热负荷为:747W/(5.16m×3.65m)=39.6 W/m²,不超过 40 W/m²,根据 S.J.Ress 的理论,数值模拟可以产生稳定的流场。经过多次调试,得到如下所示的温度场和速度场,迭代计算的收敛过程大约需要 8h。

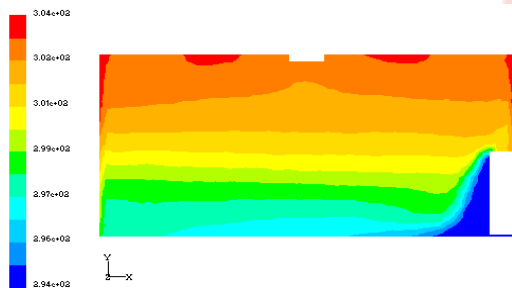


图 3 Z=1.825 截面上的温度分布

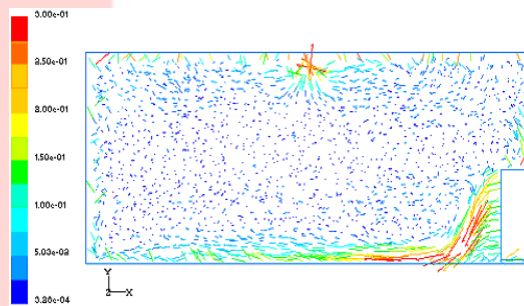


图 4 Z=1.825 截面上的速度分布

图3和图4与文献[2]的模拟结果进行比较,发现二者基本一致,只是图中所显示的温度区间有所不同,但两者温度梯度是相符的。这说明本文关于流场的模拟正确,在此基础上可进行热力分层高度的数值研究。

4 热力分层高度的数值计算方法

在计算收敛的流场中取图5所示的模拟测点,分别取A、B、C、D、E、F六个不同位置,由于A点在室内流场中的位置较有代表性,A点处的温度分布能很好的反映室内的流场分布(计算表明,B点、C点、E点三处的平均温度和A点温度值相差甚微),因此,选取A点数据进行计算热力分层高度的计算。将A点在不同高度的温度值在温度-高度坐标系中标出,再拟合通过这些点的曲线,由温跃层理论可知^[5],曲线拐点所对应的高度Z就是置换通风房间的热力分层高度。

由图6中曲线看出,在0.75m-1.25m的范围内,空气温度发生了较大的变化,因此可以判断热力分层高度就在此高度区间范围内。曲线前半部分向上凸后半部分向下凹,由拐点的性质可知,在此高度区间内存在曲线的拐点。

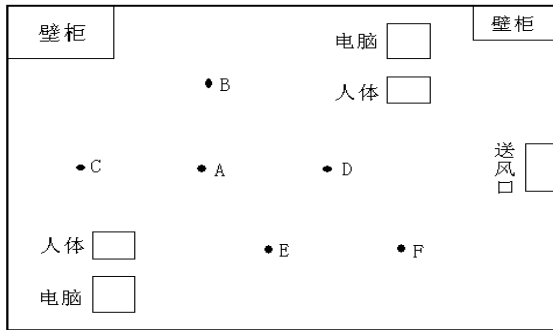


图5 数值模拟测点的位置分布

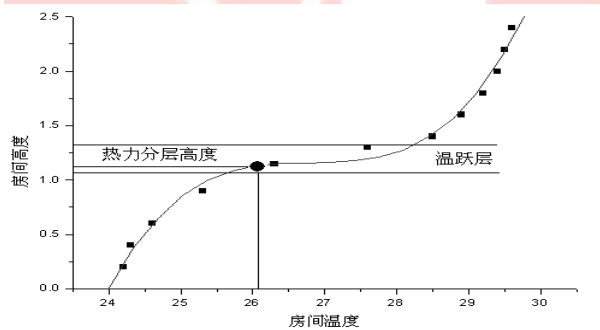


图6 A点温度的拟合曲线

为求出拐点的坐标值,将拟合多项式 $y(x) = \sum_{m=0}^6 a_m x^m$ 对 x 求二阶导数 $y''(x)$,并令 $y''(x) = 0$,求解方程得到 $x^* = 26.1^\circ\text{C}$,而 $y(x^*) = 1.098\text{m}$,此值即为该置换通风房间的热力分层高度。

5 不同工况下计算结果的分析

本文就不同送风温度、送风速度、热源间距离和不同围护传热14种工况下的热力分层高度分别进行了计算,其数值如表2所示。

表2 不同工况下的热力分层高度值

工况	无量纲热力 分层高度 z	送风温度 T ($^\circ\text{C}$)	送风速度 V (m/s)	热源间距离 L (m)	围护结构传 热 P (W)
1	0.404115	21.2	0.08	4.2	180
2	0.422634	21.2	0.10	4.2	180
3	0.451852	21.2	0.12	4.2	180
4	0.474074	21.2	0.14	4.2	180
5	0.494239	21.2	0.16	4.2	180
6	0.383951	20.2	0.12	4.2	180
7	0.479012	22.2	0.12	4.2	180
8	0.513169	23.2	0.12	4.2	180
9	0.616461	21.2	0.12	0.4	180
10	0.558436	21.2	0.12	0.8	180

11	0.483128	21.2	0.12	1.6	180
12	0.44321	21.2	0.12	4.2	0
13	0.446914	21.2	0.12	4.2	90
14	0.457613	21.2	0.12	4.2	240

对比表2的各组数据,可以得到如下的结论:

(1) 送风温度增大,热力分层高度增高,工作区域空气温度与送风温度差减小。因此,增大送风温度,有利于热力分层高度的增高,可避免因送风温度低对人体产生不舒适的吹风感。

(2) 室内热负荷、送风温度等其它条件相同的情况下,随着送风速度的增大即送风量的增大,热力分层高度也在增高;反之降低。这是因为送风速度增大时,加强了上升热气流的卷吸作用,使其扩散加快,促使热气流与周围空气掺混。

(3) 热力分层高度随着热源之间距离的增大而减小,分散的热源不利于热力分层高度的提高。

(4) 围护结构在不同的传热功率下,房间下部区域的高度—温度曲线基本上是重合的,这说明其热力分层高度基本上是一致的,热力分层高度值都在1.1m左右,这说明围护结构热损失的大小,不影响置换通风的分层特性,不影响热力分层的高度,而仅仅影响了室内空气的温度值。

6 无量纲热力分层高度经验公式

工程设计过程中需要快速准确地确定热力分层的高度值,因此必须建立送风速度、送风温度及热源间距离等参数关于热力分层高度的关联式。在设计参数确定的情况下,通过关联式即可快速估算出热力分层的高度,为系统的优化设计提供参考。考虑到设计过程中房间会有不同的高度,为使关联式在不同高度房间设计中适用,建立的关联式须采用无量纲热力分层高度,即 $z=Z/H$,此处 H 为房间的高度。

假设所要建立的关联式形式为:

$$z = a_1 T^{n_1} + a_2 V^{n_2} + a_3 L^{n_3} + a_4 Q^{n_4}$$

将表2中的数据代入上式中将得到14个方程的方程组,该方程组中含有 a_1 、 n_1 、...、 a_4 、 n_4 八个未知数,该方程组方程的个数超过了未知数的个数,因此该方程组属于超定方程组,而超定方程组在极特殊的情况下才有精确解,一般来说超定方程组在普通意义上是无解的,只能在新设定的准则下定义它的解。因此,为求解的方便,先给定 n_1 、 n_2 、 n_3 、 n_4 的值如表3所示,使方程组转化为线性超定方程组,用最小二乘法求解矛盾方程组^[6]得到 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 的值,如表4所示,这样就建立了无量纲热力分层高度 z 关于送风温度 T 、送风速度 V 、热源间距离 L 及围护结构传热 Q 的关联方程式。

表3 不同n的取值

n_1	n_2	n_3	n_4
0.2	0.08	0.25	0.1

表4 系数a的取值

a_1	a_2	a_3	a_4
0.07564	0.75556	-0.23206	0.00354

于是得无量纲热力分层高度 z 的表达式为

$$z = 0.07564 T^{0.2} + 0.75556 V^{0.08} - 0.23206 L^{0.25} + 0.00354 Q^{0.1}$$

对于不同高度的房间,为得出实际的热力分层高度,用关联式算出的无量纲热力分层高度乘以设计房间的高度 H ,即 $Z=z \times H$ 就是设计房间的热力分层高度值。本文将经验公式和数值方法计算得到的热力分

层高度值对比如表5所示。

表5 经验公式计算值和数值计算值的对比

工况	1	2	3	4	5	6	7
数值计算	0.982	1.027	1.098	1.152	1.201	0.933	1.164
经验公式	1.0457	1.0728	1.0953	1.1145	1.1314	1.0185	1.0984
相对误差(%)	6.492	4.464	0.244	3.254	5.798	9.169	5.631
工况	8	9	10	11	12	13	14
数值计算	1.247	1.498	1.357	1.174	1.077	1.086	1.112
经验公式	1.1014	1.4541	1.3693	1.2684	1.0809	1.0944	1.09574
相对误差(%)	11.670	2.929	0.905	8.039	0.358	0.769	1.462

从上表看出,除工况8的相对误差是11.670%以外,其余工况的相对误差都在10%以下,有些工况的相对误差不到1%。因为在热力分层高度Z处,存在一个厚度为 δ 的过渡层,该层是由于紊流对流和热力扩散的平衡作用而形成的,该空气层极不稳定,易受各种外界因素而扰动。对于典型办公室一般 δ 为0.15m—0.25m厚,这说明热力分层高度Z本身就是不稳定的,会有一些的浮动,因此采用该经验公式可以达到工程设计的精度要求,在工程设计中可以直接用此公式估算热力分层的高度。

将文献[7]中的实验结果与该公式的计算结果列于表6进行对比,文献[7]中使用的是三热源模型,且三个热源间距离相当,都在0.25m左右,故经验公式中取热源间距离L为0.25m。

表6 经验公式计算值与实验结果的对比

4	23	0.15	0.25	0	0.9588	0.9401	1.9504
---	----	------	------	---	--------	--------	--------

从表6看出实验值与经验公式计算所得的热力分层高度吻合得较好,由此可见,如果工况的参数在样本区间之内,用此经验公式计算所得的Z与实验值吻合得较好,可靠性较高;如果工况的参数落在样本区间之外,用经验公式计算所得的Z值与实际热力分层高度值可能会有较大的偏差,其解决的办法是扩大样本的容量,例如送风温度T取值区间扩大至18℃—26℃,其它送风参数取值区间也相应扩大,用数值方法计算出样本扩大后各种工况下的热力分层高度,在此基础上再拟合经验公式,就能保证经验公式有更大的适用范围。因此,本文的工作有待于进一步深入。

7 结束语

本文结合置换通风系统的工作原理,介绍了热力分层高度的定义,对所建模型的置换通风房间进行了流场的数值模拟计算与分析,在此基础上对置换通风房间的热力分层高度进行了数值计算,并分析其影响因素,如:送风温度、送风速度、围护结构传热和热源分布等,最后拟合了无量纲热力分层高度相应于送风温度T、送风速度V、热源间距离L和围护结构传热Q的经验公式,为设计者提供有价值的设计参数和设计依据。

参 考 文 献

- [1] 李龙宇,李强民.置换通风的原理及应用.通风除尘,1996(1)
- [2] Srebric J..Simplified methodology for indoor environment design.[Ph.d.thesis].USA:Massachusetts Institute of Technology,2000
- [3] 陶文铨.数值传热学,西安交通大学出版社,2001
- [4] S.J.Rees, J.J.McGuirk, P.Haves. Numerical investigation of transient buoyant flow in a room with a displacement ventilation and chilled ceiling system, Heat and Mass Transfer,2001, 44:3067-3080
- [5] 倪波.置换通风的实验研究[J].暖通空调,2000,30(5):2-4
- [6] 李信真,车刚明,欧阳洁等.计算方法.西安:西北工业大学出版社,2000(2)
- [7] 陈俊俊,王晓彤,武文斐.三污染热源置换通风热力分层高度实验研究,内蒙古科技与经济,2004(2)

(编者注:本文已刊登于《暖通空调》杂志2009年第8期)

热活性建筑系统部分参数的敏感性分析

悉地国际设计顾问有限公司 刘猛

摘要 本文建立了热活性建筑的 TRNSYS 模型,以线性标准偏回归系数为性能参数,对热活性建筑系统进行了敏感性分析。结果表明,对建筑热负荷的影响程度从大到小依次为:外墙保温层厚度、外窗面积、外墙混凝土板厚度、内部发热负荷和建筑朝向;对建筑冷负荷的影响程度从大到小依次为:外窗面积、建筑朝向、内部发热负荷、外墙混凝土板厚度和外墙保温层厚度。对于控制策略,供水温度对于建筑负荷影响最大,其次是每小时供水时间,而供水流量对建筑负荷需求量影响最小。本文工作为今后热活性建筑的系统优化和控制策略优化提供参考和依据。

关键词 热活性建筑 敏感性分析 输入参数 蒙特卡洛/拉丁超立方取样

0 引言

近年来,由于热活性建筑系统(Thermally Activated Building System, TABS)的高能效、高舒适性而且运行经济性显著等特点,在欧洲尤其是北欧国家的推广极为迅速。TABS 是将水管埋在混凝土楼板的正中间,大约有 10cm 的深度,这与我国常用的普通地暖系统有很大的不同^[1]。TABS 可以利用楼板的蓄热特性,将能量在夜间蓄存白天缓慢释放,本质上是将高峰负荷转移到夜间,从而降低设备容量^[2];也可以间歇性供冷/热水,如 15 分钟供,45 分钟停,从而节省水泵的输运能耗。TABS 利用高温冷冻水进行供冷低温热水进行采暖,从而为使用低焓(Low-Exergy)冷热源如地下水、冷却塔自然冷却水以及地埋管换热后的冷却水提供了可能性。但是,由于楼板的热容巨大,导致热响应非常缓慢,这就导致 TABS 的控制非常困难^[3]。

由于国内起步较晚,相对而言国外关于 TABS 的研究较多^[4]。Todtli 总结了现有 TABS 的大多数控制方法的特征^[5]:1) 供水温度根据室外温度进行反向调节,即室外环境温度较低时供水温度较高,反之较低,没有考虑室内负荷的影响;2) 每个房间的热工参数没有反馈到控制逻辑中;3) 供冷/供热的转换根据室外温度进行判断,也没有考虑室内的热工状况。为了开发更有效的控制策略,必须先要了解清楚建筑参数、控制参数中对 TABS 热工性能影响较大的参数才能有的放矢^[3]。

本文将所要研究的影响参数分为两类,一类是建筑参数如外窗面积和朝向,外墙保温层厚度等;另一类是控制参数如供水温度、流量等。分析工具采用 TRNSYS,建立 TABS 的分析模型,然后结合 modeFRONTIER 软件,采用联合模拟(Co-Simulation)方式进行各参数的敏感性分析。

1 敏感性分析流程

建筑敏感性分析的主要步骤为:(1) 确定每个影响因素的取值区间;(2) 根据每个影响因素的分布特性,产生取样矩阵;(3) 将取样矩阵写入特定格式的输入文件,即 TRNSYS 软件的标准数据输入文件*.dck;(4) 控制能耗模拟软件批量运行输入文件;(5) 提取结果,进行相关敏感性分析。详细过程如图 1 所示。

1.1 取样矩阵

常用的取样方法有蒙特卡洛(MonteCarlo)取样和拉丁超立方(Latin Hypercube)取样^[6]。蒙特卡洛法是完全利用随机抽样的方法,在每个变量的取值区间上进行抽样;拉丁超立方方法是先将每个变量的取值区间均分为若干不重叠的小区间之后,在每个小区间上随机取样,如图 2 所示。二者对比可以看出,蒙特卡洛法需要大量的取样才能产生有代表性的结果,对于比较耗时的模拟过程来说是不合适的,相对而言,拉丁超立方取样更有优势。

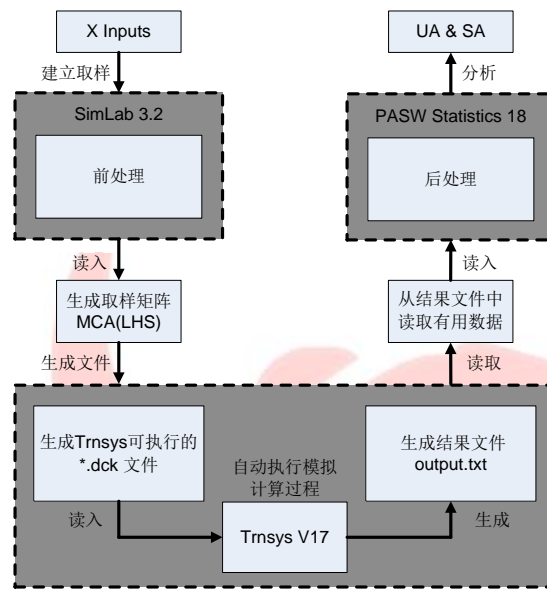


图1 建筑能耗敏感性分析的流程

拉丁超立方取样是构建一个 $n \times E$ 的取样矩阵, n 是影响因素的个数, 每个影响因素的取值空间均分为 E 个互不重叠的子空间, 在每个子空间上取值的概率为 $1/E$, 在每个子空间内的取值是完全随机的。该方法可以较好得在取值空间上取值, 相对于蒙特卡洛方法, 可以减少能耗模拟的数量。

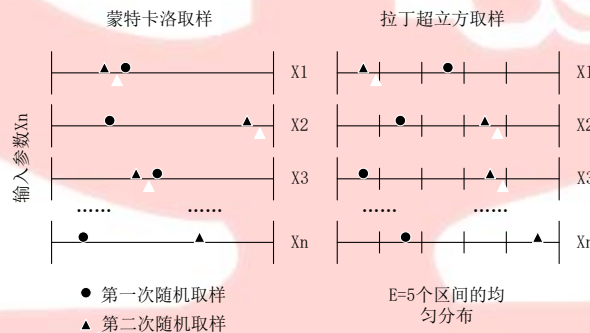


图2 蒙特卡洛与拉丁超立方取样的区别

1.2 联合模拟

采用 modeFRONTIER 与 TRNSYS 联合模拟的方式运行批量输入文件是非常高效的方法。

首先利用 modeFRONTIER 软件快速生成取样矩阵对应的批量*.dck 文件, 该软件是 Airbus 开发出来的多目标优化软件, 其内部提供了包括蒙特卡洛取样和拉丁超立方取样在内的多种取样方式。通过变量节点, 取样矩阵的数据可以写进*.dck 文件, 然后通过能耗模拟软件来执行输入文件即可得到结果。

生成批量*.dck 文件之后, 其执行也可以在 modeFRONTIER 软件中实现, 使用时需要指定能耗模拟软件 TRNExe.exe 文件和输入文件*.dck 的绝对路径, 其余参数无需设置, 因此非常简单方便, 且不易出错。

程序运行结束后, 在 modeFRONTIER 中先设置文件节点读取结果文件, 然后设置结果变量节点读取结果文件中的一个/多个数据、字符串等, 读取方式可采用绝对路径和相对路径两种。

1.3 敏感性分析

$$\text{多元线性经验回归方程的一般形式为}^{[7]}: y = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \dots + \hat{\beta}_p x_p \quad (1)$$

上式中每个偏回归系数 $\hat{\beta}_i$ 表示其他自变量保持不变的情况下, x_i 每增加一个单位时因变量 y 的平均增

加程度。由于各自变量的单位不同,其偏回归系数之间无法直接比较,需要对偏回归系数标准化,以消除量纲的影响,定义:

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_{xj}}, \quad y_i^* = \frac{y_i - \bar{y}}{s_y}, \quad i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, p \quad (2)$$

经过变换,得到标准化的回归方程:

$$y^* = \hat{\beta}_1^* x_1^* + \hat{\beta}_2^* x_2^* + \dots + \hat{\beta}_p^* x_p^* \quad (3)$$

标准化偏回归系数 $\hat{\beta}_i^*$ 与一般偏回归系数 $\hat{\beta}_i$ 之间的关系为:

$$\hat{\beta}_j^* = \frac{\sqrt{L_{jj}}}{\sqrt{L_{yy}}} \hat{\beta}_j \quad (4)$$

由于标准化后的所有变量均数为0,标准差为1。因此标准化偏回归系数表示当其他自变量保持不变时,自变量 x_j 每1%相对变化引起的因变量均值的相对变化百分数。标准化偏回归系数绝对值的大小,可用来衡量自变量对因变量贡献的大小,即各自变量在多元回归方程中的相对重要程度。

标准化偏回归系数可以借助 SPSS 等统计软件来实现,本文采用标准化偏回归系数衡量各影响因素对一周负荷量的影响程度。

2 案例研究

选取北京市典型的办公建筑为例,研究不同参数对建筑周冷/热负荷需求量的影响程度。

2.1 建筑模型

选用 ASHRAE 140 的 Case600 作为建筑模型。ASHRAE 140 标准是为建筑能耗的动态模拟而专门设计的标准算例,用来比较评价各种建筑能耗动态模拟软件的异同^[8]。Case600 是最基本的模型,属于轻型建筑,墙壁较薄。其建筑尺寸为 8.0m×6.0 m×2.7 m,仅南侧外墙有两面外窗,尺寸都是 3.0m×2.0 m,如图3所示。

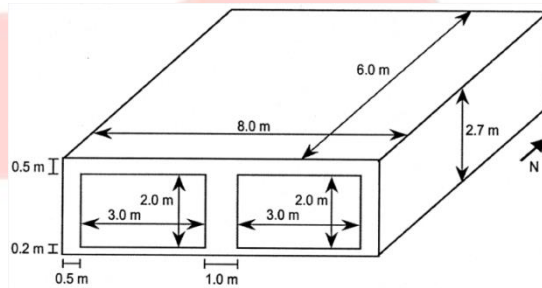


图3 ASHRAE Case600 房间尺寸

模型中基本参数设置如下:外墙传热系数为 0.514W/m²℃,地板传热系数为 0.039W/m²℃,屋顶传热系数为 0.318W/m²℃,不设置内、外遮阳装置,渗风系数为 0.5ACH,全年 8760 小时保持不变。内外墙的吸收率都为 0.6,长波发射系数都为 0.9。

该房间内有 4 个人,根据 CEN-CR1752 标准,每人需要的新风量为 36m³/hr,新风首先经过预热预冷处理,分别在冬季达到 17℃和夏季达到 30℃。室内每个人对应的灯光、设备和电脑的发热量总计 140W。其余所有参数的均按照 ASHRAE Case600 进行设置。

2.2 TABS模型

在 TRNSYS 软件中, TABS 模型采用 TYPE360 模块来建立。该模块可将地板或天花板离散为有限元,

采用有限差分的方法计算水或空气与地板/天花板之间的换热。模型运行的结果,可以得到流体的出流温度、地板/天花板表面的热流密度等参数。

图4可以清晰的看出 TYPE360 与 TYPE56 的数据交换方式,对于 TYPE360 来说,需要输入来流的温度和流量,然后程序将根据 TYPE56 房间的热工参数,计算 TYPE360 与 TYPE56 之间的换热量,包括对流换热与辐射换热。计算结束后,程序更新 TYPE360 的出流参数,同时更新 TYPE56 的热工参数,然后计算下一时间步的数值。

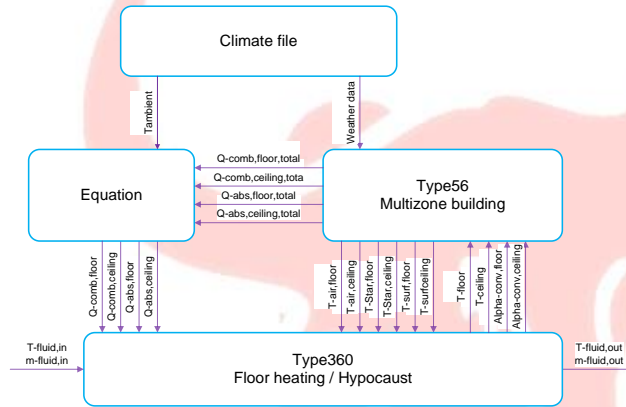


图4 TYPE360 与 TYPE56 之间的数据流交换

需要特别指出的是,TYPE360 与 TYPE56 之间需要加一个 EQUATION 模块进行数据转换,这是因为 TYPE56 输出的热流量对应的是整块地板/天花板,而 TYPE360 中是将整块地板/天花板划分为若干个块,即 TYPE360 只计算一个块单元的参数,因此从 TYPE56 输出的热流量需要除以地板/天花板被划分的块数,然后再送达 TYPE360。

2.3 TRNSYS模型

前已述及,TYPE360 与多温度场分析模块 TYPE56 可以非常方便得进行数据交换,因此选作为建筑模块。气象数据采用 TYPE15-3 读取,气象文件采用 EnergyPlus 网站^[9]提供的北京标准气象年数据 CHN_Beijing.Beijing.545110_CSWD.epw,完整的 TRNSYS 模型如图5所示。

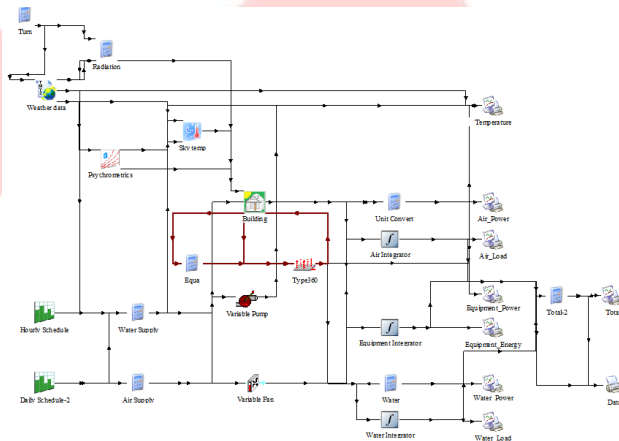


图5 TRNSYS 17 中建立的 TABS 模型

2.4 影响因素

本文确定周总冷/热负荷为目标参数,极热周取 5784 小时至 5952 小时,极冷周取 24 小时至 192 小时。取周总冷/热负荷为目标参数是因为一周的总冷/热负荷可以较好得代表冬/夏季的负荷需求,而且比单独取某一天的总负荷更为稳定。

对所研究目标参数的影响因素是很多的,鉴于是对 TABS 系统的初步研究,选取建筑影响参数 5 个分

别是保温层厚度、外墙混凝土板厚度、外窗面积、外窗朝向和室内人员数量；控制参数 3 个分别是供水流量、冬/夏季供水温度和每小时供水时间。其中室内发热量和新风量是因变量，是室内人数的函数。当人数发生改变时，室内发热量和新风量也随之发生改变。所有影响参数的取值见表 1。

2.5 modeFRONTIER模型

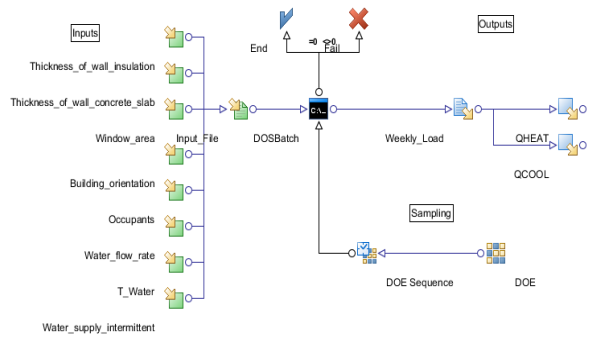


图 6 modeFRONTIER 模型

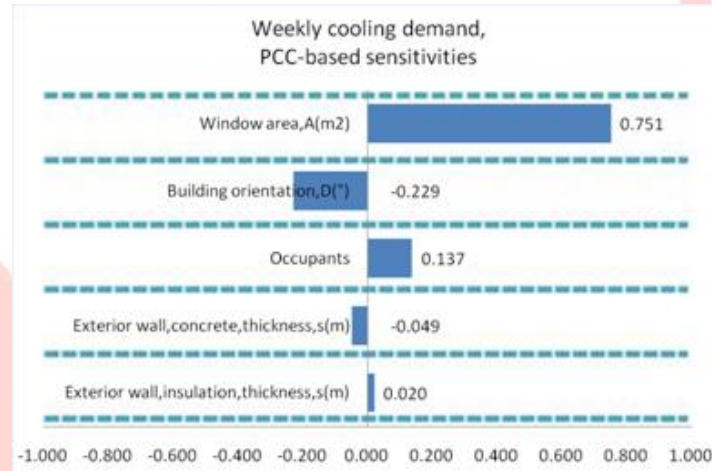
TRNSYS 模型完成之后，产生了完整的输入文件*.dck，运行模型产生结果文件 output.plt。为了简化模型，将所有影响参数都设定在*.dck 文件中，避免在建筑描述文件*.b17 中改动参数，在此基础上建立 modeFRONTIER 模型如图 6 所示。表 1 中的数据由 DOE 模块产生，模型中设定均匀拉丁超立方取样，取样数量为 240 个。DOSBatch 模块控制 TRNSYS 软件运行，产生的结果存放在 Weekly_Load 模块对应的 output.plt 文件中，通过变量节点模块 QHEAT 和 QCOOL 提取周冷/热负荷。

表 1 各个影响因素的基准值及取值范围

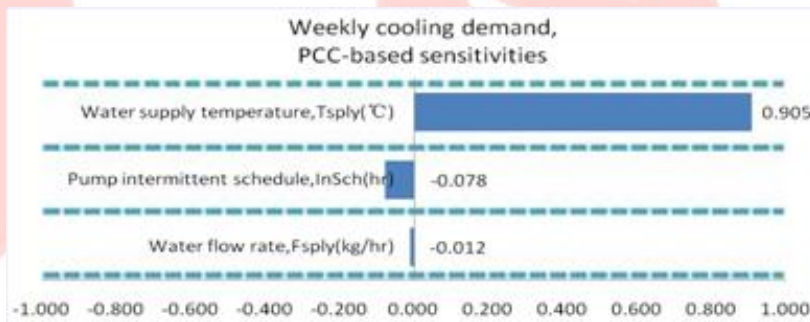
变量	单位	最小值	中间值	最大值	参数个数	数值
建筑参数						
保温层厚度	m	0.01	0.06	0.14	8	0.01/0.02/0.04/0.06/0.08/0.10/0.12/0.14
外墙混凝土板厚度	m	0.04	0.18	0.28	10	0.04/0.06/0.08/0.12/0.14/0.18/0.20/0.24/0.26/0.28
外窗面积	m ²	0.2	12	18	10	0.2/1.2/2/6/8/10/12/14/16/18
建筑朝向	°	-180	0	180	5	-180/-90/0/90/180
人员数量	—	1	4	8	8	1/2/3/4/5/6/7/8
室内发热负荷	W/occup	—	140	—	—	—
新风量	m ³ /h occup	—	36	—	—	—
控制参数						
供水流量	kg/hr	160	205	250	10	160/170/180/190/200/210/220/230/240/250
冬季供水温度	°C	22.4	26.2	30.0	20	22.4/22.8/23.2/23.6/24.0/24.4/24.8/25.2 /25.6/26.0/26.4/26.8/27.2/27.6/28.0/28.4 /28.8/29.2/29.6/30.0
夏季供水温度	°C	17.4	21.2	25.0	20	17.4/17.8/18.2/18.6/19.0/19.4/19.8/20.2 /20.6/21.0/21.4/21.8/22.2/22.6/23.0/23.4 /23.8/24.2/24.6/25.0
每小时供水时间 ^a	hr/hr	0.1	0.55	1.0	10	0.1/0.2/0.3/0.4/0.5/0.6/0.7/0.8/0.9/1.0
备注	^a 0.1 表示每小时中前 0.1 小时供水，后 0.9 小时停止不供，其余以此类推。					

3 敏感性分析

将 modeFRONTIER 模型产生的数据导入 SPSS 软件中进行多元线性回归分析, 得到线性标准偏相关系数如图 7 所示。



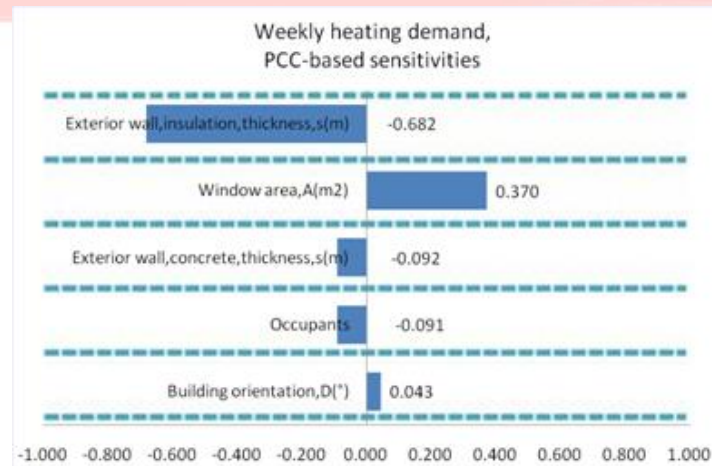
建筑参数



控制参数

图 7.1 周冷负荷的敏感性分析

从结果来看, 对建筑冷负荷的影响程度从大到小依次为: 外窗面积、建筑朝向、内部发热负荷、外墙混凝土板厚度和外墙保温层厚度; 对建筑热负荷的影响程度从大到小依次为: 外墙保温层厚度、外窗面积、外墙混凝土板厚度、内部发热负荷和建筑朝向。对于控制策略, 供水温度对于建筑负荷需求影响最大, 其次是每小时供水时间, 而供水流量对建筑负荷需求量影响最小。



建筑参数

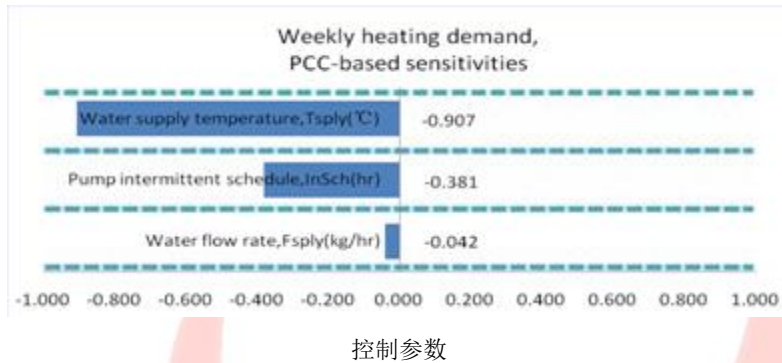


图 7.2 周热负荷的敏感性分析

对于冷负荷的影响,外窗面积的影响最大,而对热负荷的影响,外墙保温层厚度的影响最大。由此看出不同的影响因素对建筑性能的影响力各不相同。夏季由于太阳辐射强度较大,建筑外窗应增设遮阳装置;冬季为了减少建筑的热损失,保温层应尽可能做厚,而保温层在夏季对冷负荷影响非常小,因此增加保温层厚度有利于全年节能。对于控制参数,供水温度对负荷的影响程度远大于流量,因此优化温控策略,弱化流量控制策略更有利于节能。找到对目标参数影响较大的参数,在深化设计中优化其取值从而降低建筑能耗,这也是进行敏感性分析的意义所在。

4 结论与展望

1) 本文以周冷/热负荷为目标参数,对热活性建筑系统进行了敏感性分析,并对各影响因素的影响力进行了排序;

2) 本文是对 TABS 的初步研究,因此选取的影响参数较少,而且不够全面,后续研究需要列举所有影响参数进行敏感性分析并进行排序,其方法与本文完全相同;

3) 本文所做的敏感性分析仅是 TABS 系列研究工作的开始,下一步工作将是系统的优化,以及更节能的控制策略的开发。

[参考文献]

- [1] Gwerder, M, Lehmann, B, Tödli, J, et al. Control of thermally activated building systems TABS. Applied Energy 2008; 85(7): 565-581
- [2] Lehmann B, Dorer V, Koschütz M. Application range of thermally-activated building systems TABS. Energy Build 2007;39(5):593-598.
- [3] Gwerder, M., Totli, J., Lehmann, B., Dorer, V., Güntensperger, W., Renggli, F.: Control of thermally-activated building systems (TABS) in intermittent operation with pulse width modulation. Applied Energy 2009; 86(9): 1606-1616
- [4] Sprecher, P., Tilkamp, F.: Optimization of control parameters for concrete core activation systems. In: Proceedings of the 9th REHVA World Congress Clima, Lausanne, 9th-12th October, 2005.
- [5] Todtli J, Güntensperger W, Gwerder M, Haas A, Lehmann B, Renggli F. Control of concrete-core conditioning systems. In: Proceedings of the 8th REHVA world congress clima 2005, Lausanne (Switzerland).
- [6] Kotek, P., Filip, J., Kabele, K. & Hensen, J.L.M. Technique of uncertainty and sensitivity analysis for sustainable building energy systems performance calculations. Proceedings of the 10th IBPSA Building Simulation Conference, 3-5 September, Tsinghua University, Beijing, 2007: 629-636
- [7] 马素贞. 上海既有办公建筑节能改造效果评估研究 [D]. 上海: 同济大学, 2009
- [8] ASHRAE Standard Project Committee 140, ANSI/ASHRAE Standard 140-2004, Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs.
- [9] http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata/2_asia_wmo_region_2/CHN_Beijing.Beijing.545110_CSWD.zip

(编者注: 本文已刊登于《发电与空调》杂志 2014 年 第 2 期。)

PDMS 在暖通专业设计中的应用

上海河图工程股份有限公司 黄成

摘要 本文先介绍 PDMS 软件的应用、设计主界面组成、各个设计模块和树形层级结构,提出了在石化装置中暖通专业实现建筑信息模型设计的方向。主要从设备模块的供暖空调通风设备设计定位、管道模块的冷热水管道布置、风管模块的通风管道设计三方面来描述 PDMS 软件中暖通专业的设计流程,同时提供了供暖、空调及通风设计的一些菜单命令截图及项目的 PDMS 设计产品图。最后,提出了 PDMS 在建筑信息模型方面的一些特点,并分享统计风管、水管材料的方法。

关键词 PDMS 软件 暖通专业设计 建筑信息模型 设备模块 管道模块 风管模块

1 PDMS 软件简介

PDMS 是 Plant Design Management System 缩写,是英国 AVEVA 推出的工厂设计软件,主要用于石油、石化、化工、能源等行业的设计应用。

PDMS 能完成大型复杂的石化装置设计,它具有很强的建库、校核、管理和数据传送功能。可用它来完成设备布置、钢结构布置和设计、管道布置和设计、电缆桥架、采暖通风管道等方面的三维设计。

目前在石化装置暖通专业的传统设计模式是根据上游专业(主要是管道专业)的委托,在建筑 CAD 图上进行设计,存在与其它专业设计脱节、可能存在碰撞等问题,PDMS 软件具有多专业协同设计、碰撞检测、三维可视性等特点,是暖通专业在石化装置设计中实现建筑信息模型的重要工具。

PDMS 软件的主要界面如下(见图 1),最上面一栏是主菜单区域,其中 Design 命令(见图 2)可进入各个设计模块,主要有设备(Equipment)、管道(Pipework)、电缆桥架(Cable Trays)、风管(HVAC Designer)、建筑结构(Structure)等。暖通专业设计经常使用设备、管道、风管模式。主菜单下面是工具栏,放置一些常用的命令。左侧是设计浏览器(Design Explorer),呈树形结构,显示设计项目的所有要素,按层级显示,分母层(WORLD)、装置建筑物层(SITE)、专业类别层(ZONE)、专业管理层(包含设备 EQUI、管道 PIPE、风管 HVAC、建筑结构 STRU 等)、支管层(BRAN)和基本体层(图形中显示的长方体 BOX、圆柱 CYLINDER 等图形)。界面的大部分区域是三位模型显示区,显示设计要素的三维立体图形,显示区左上角是工具条,用来对显示区内的图形进行移动、翻转、放大、缩小等操作。下面就 PDMS 在暖通设计中的应用分设备建模、供暖管道建模、风管建模进行简单介绍。

2 设备建模

2.1 设置暖通专业层(ZONE)的位置原点,利用 Modify→Attributes 命令,对位置原点值(Position)进行修改确认,与 CAD 建筑平面图上的原点(一般 A、1 轴交点)一致。

2.2 将 PDMS 的设计模式(Design)切换到设备模式(Equipment)。

2.3 如所设计的设备已有模块,则在暖通专业层(ZONE)下将设备直接引入,引入后要对设备模块重新命名,模块的名称应能反映名称、方位、编号等信息。

2.4 对新设计的设备,则要重新建立模块,在暖通专业层(ZONE)下增加(Create)设备模块(Equipment),利用 Create→Primitive 命令搭建设备。当设备需要与供暖管道连接时,接口用 Create→Nozzle 命令建立管嘴。当设备与通风管道连接时,将 PDMS 设计模式(Design)切换至通风设计(HVAC Designer),运行 Create→HVAC 命令,选择 Equipment Nozzle,建立风管接口管嘴。可用 Utilities→DB Listing 命令对设备进行导出,用于以后设计时对该设备的调用。下图为在装置泵房所用排管散热器 D89-4-5A 设备建模图(见图 3)。

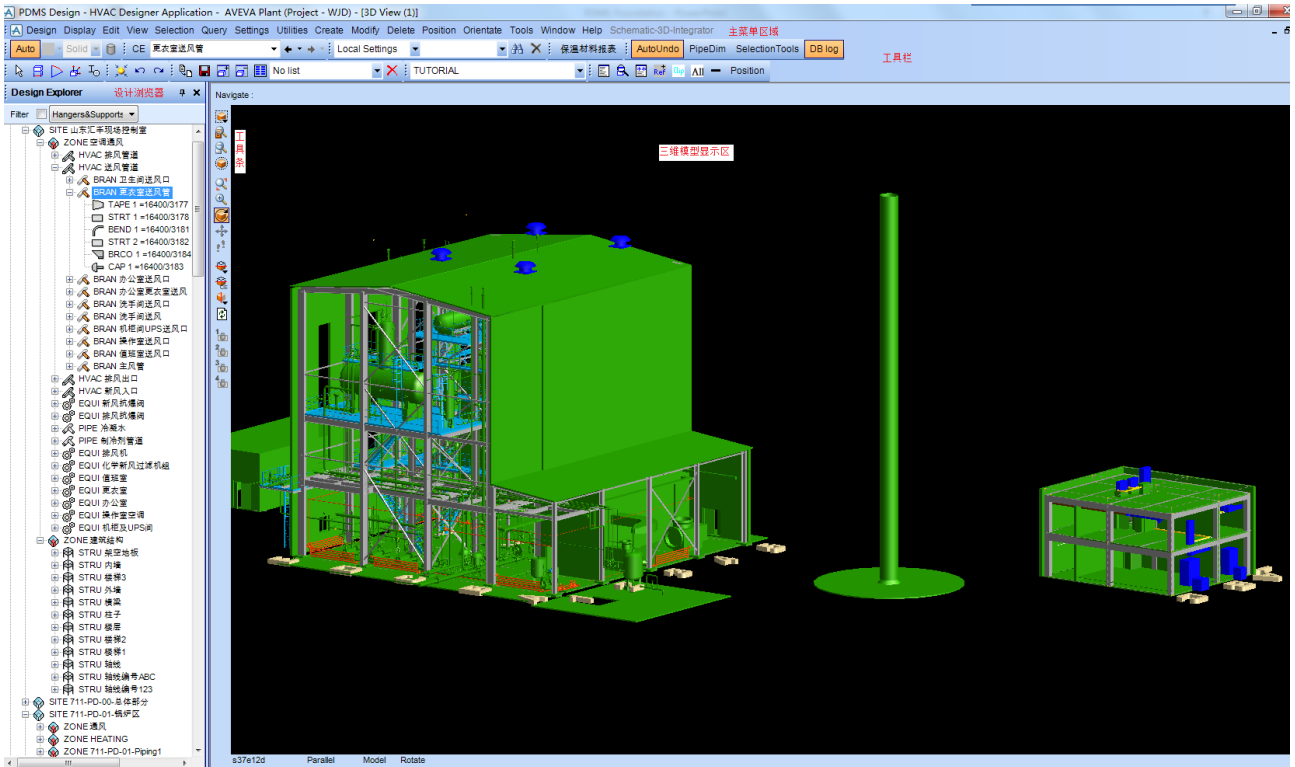


图1 PDMS软件的主要界面

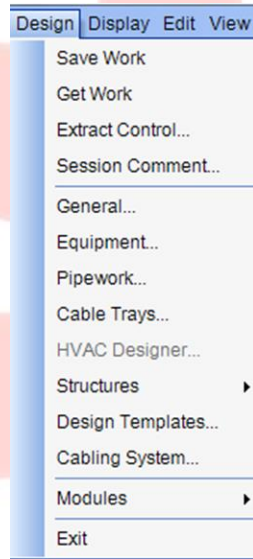


图2 Design命令栏



图3 排管散热器 D89-4-5A 设备建模图

2.5 根据 CAD 设计图上设备的位置、暖通专业层 (ZONE) 的位置原点, 计算出该设备在 PDMS 中的 E(W)、N(S)、U(D)值, 选择该设备后, 用 Modify→Attributes 命令调出设备特性框, 在 Position 栏填入 E(W)、N(S)、U(D)值, 按 Apply 键后就可以对设备进行定位。对相同型号的设备可以通过 Create→Copy→Offset、Rotate、Mirror 命令进行复制。设备定位后, 可将结构框架、建筑墙面等模型拖入三位模型显示区, 对设备定位效果进行检验。

2.6 对通风管道上的风机设备, 还可以通过 HVAC Designer 模式下的“Inline Plant Equipment”和“Extra Inline Equipment”命令调用。

3 供暖管道建模

3.1 将 PDMS 设计模式 (Design) 切换至管道设计 (Pipework), 在暖通专业层 (ZONE) 下增加 (Create) 管道模块 (Pipe), 设置供水 (蒸汽) 管、回水 (冷凝水) 管两根管道。管道的等级特性可参照与之相接的热媒管管道等级特性。

3.2 绘制供水 (蒸汽) 主管, 在供水 (蒸汽) 管 PIPE 下用 Create→Branch 命令建立供水 (蒸汽) 主管段, 该管段的头 (Head) 设置为管道专业提供的热媒进口, 尾 (Tail) 设置为末端散热器的进口 (或主管末端封口)。在主管段 BRAN 下用 Create→Components 命令从热媒进口至末端连接各类管道附件, 并用三通预留支管、各散热器和监测仪表等的热媒接口。

3.3 绘制供水 (蒸汽) 支管, 在供水 (蒸汽) 管下建立供水 (蒸汽) 管支管段, 头设置为主管段预留的三通接口, 尾设置为支管末端散热器的进口 (或支管末端封口)。从主管接口至支管末端连接各类管道附件, 并用三通预留支管、各散热器和监测仪表等的热媒接口。

3.4 绘制散热器进口支管, 在供水 (蒸汽) 管下建立散热器进口支管段, 头设置为预留的三通接口, 尾设置为散热器的进口管嘴。从三通接口至散热器进口管嘴连接各类管件及进口阀门。

3.5 绘制回水 (冷凝水) 主管, 在回水 (冷凝水) 管 PIPE 下建立回水 (冷凝水) 主管段, 头设置为末端散热器的出口, 尾设置为管道专业提供的热媒出口。从末端散热器出口至热媒出口连接各类管道附件, 并用三通预留支管、各散热器和监测仪表等的热媒接口。

3.6 绘制回水 (冷凝水) 支管, 在回水 (冷凝水) 管下建立回水 (冷凝水) 支管段, 头设置为支管末端散热器的出口, 尾设置为主管段预留的三通接口。从支管末端散热器出口至主管接口连接各类管道附件, 并用三通预留支管、各散热器和监测仪表等的热媒接口。

3.7 绘制散热器出口支管, 在回水 (冷凝水) 管下建立散热器出口支管段, 该管段的头设置为散热器的出口管嘴, 尾设置为预留的三通接口。从散热器出口管嘴至三通接口连接出口阀门及各类管件。

3.8 绘制监测仪表 (压力表、温度计) 等支管, 根据所在的位置, 在供水 (蒸汽) 管或回水 (冷凝水) 管下建立支管段, 头 (尾) 设置为预留的三通接口, 从三通接口往外接监测仪表等, 可从连接的管件 instrument

中选择。监测仪表建立完成后,应对该支管段用 Tail→Last number 或 Head→First number 进行收尾(头)。

3.9 管道绘制过程中可将结构框架、建筑墙面等模型拖入三维模型显示区,对管道的位置进行检验。下面分别是某锅炉房 PDMS 设计图中散热器供暖管道在建筑物中的位置图(见图4)及抽离建筑物后的供暖完整图(见图5)。

3.10 当建筑物装置中有空调冷冻水管时,可参照供暖管道进行 PDMS 设计。

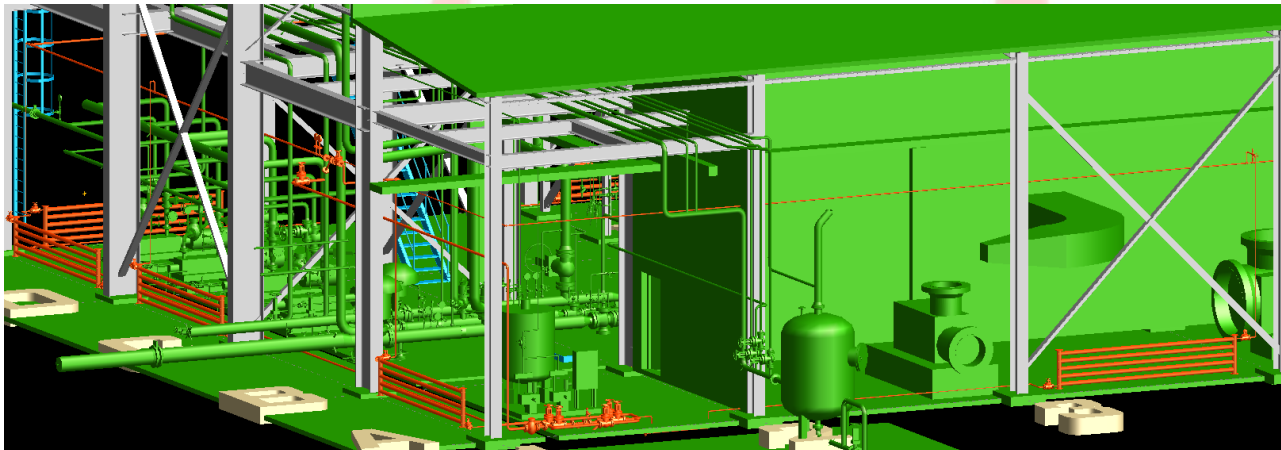


图4 某锅炉房 PDMS 设计图中散热器供暖管道在建筑物中的位置图

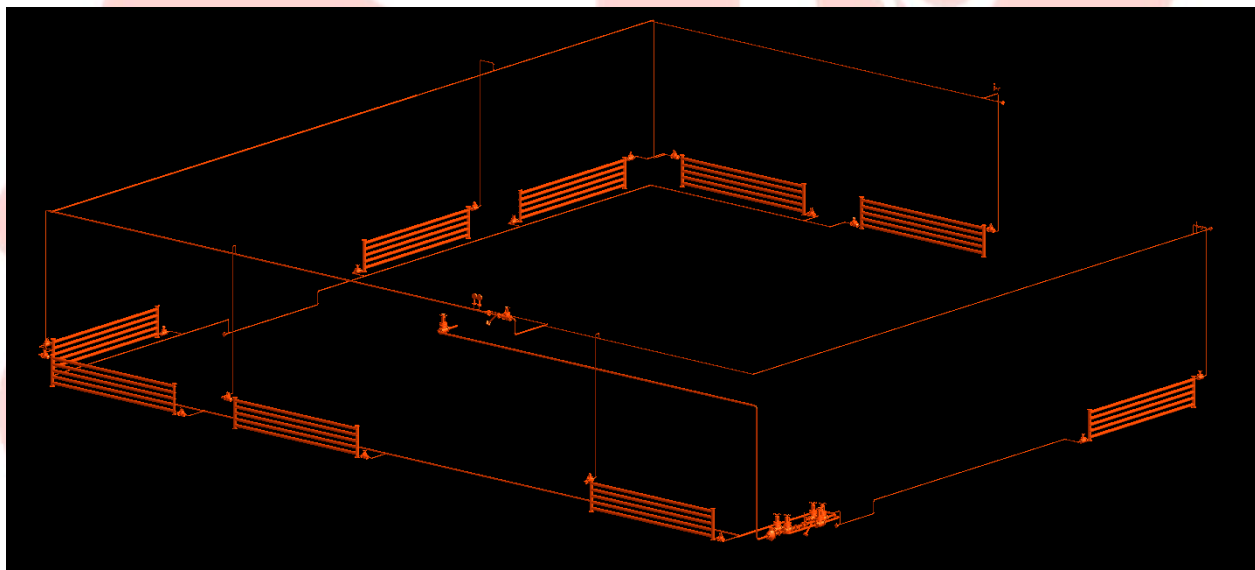


图5 某锅炉房 PDMS 设计抽离建筑物后的供暖完整图

4 通风管道建模

4.1 将 PDMS 设计模式(Design)切换至通风设计(HVAC Designer),运行 Create→HVAC,选择 HVAC/Branch→HVAC system Element(见图6),在暖通空调层(ZONE)下增加风管模块(HVAC),创建各风管层。

4.2 绘制主风管,在风管层下用 HVAC/Branch→Main Brain Element 命令建立主风管段(见图6),该管段的头设置为通风设备的接口(管嘴),用 Create→HVAC 命令从通风设备接口连接各类风管直管及配件(见图7、8),并预留支管接口,当接到最后一个管件时用 Tail→Last number 对主风管进行收尾。

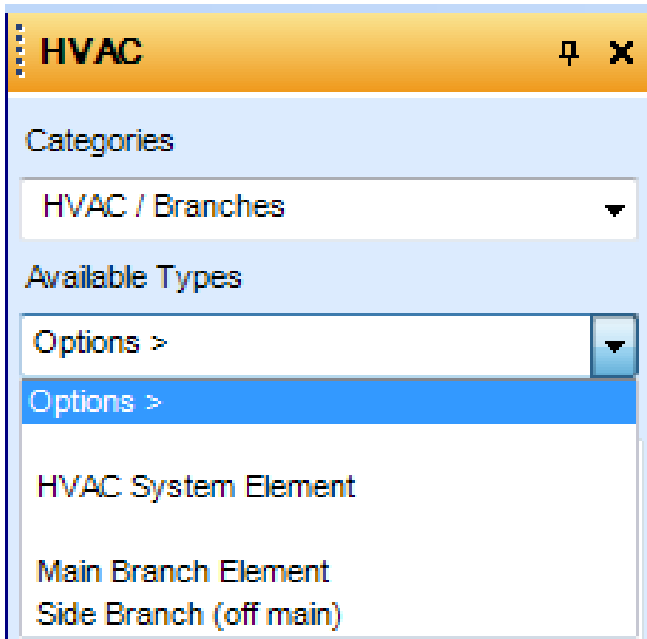


图 6 HVAC 建层及风管段命令栏

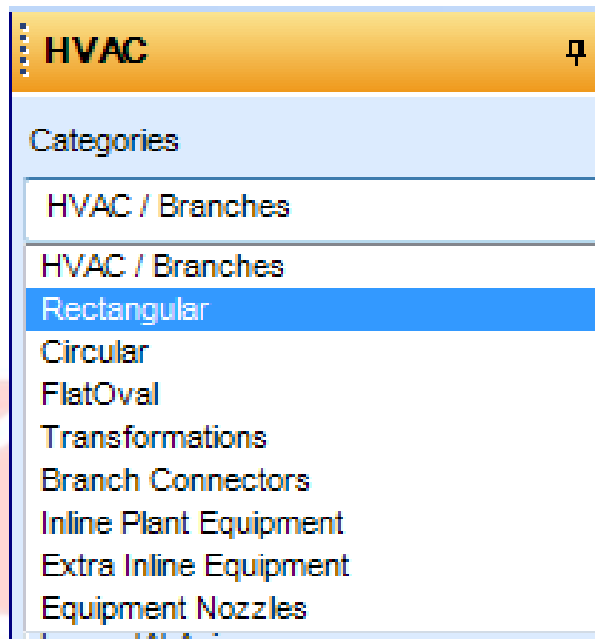


图 7 HVAC 风管建模命令栏

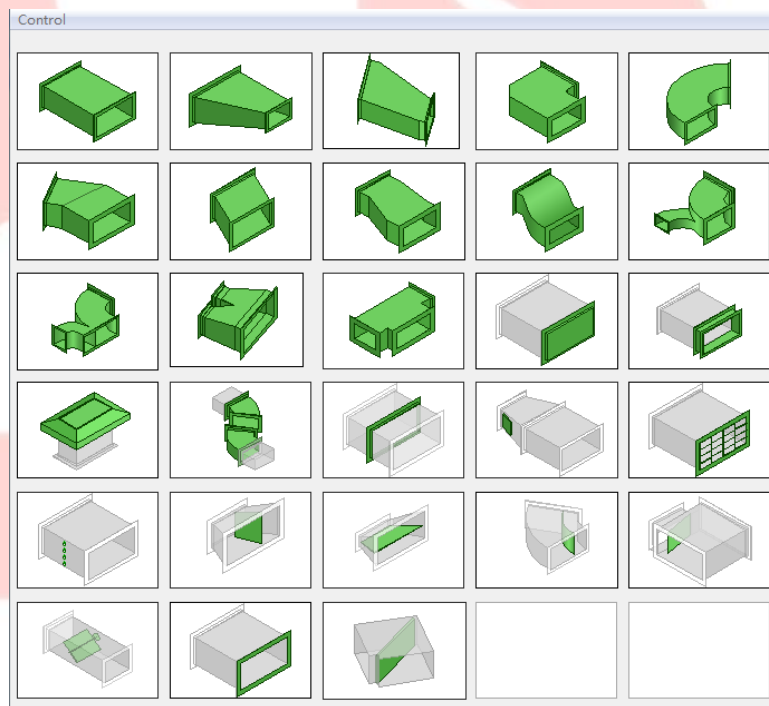


图 8 HVAC 风管直管段建模选择栏

4.3 绘制风管支管，在风管层下用 HVAC/Branch→Side Brain(off main) 命令建立风管支管段（见图 6），头设置为主风管预留的接口，连接各类风管直管及附件（见图 7、8），并预留支管接口，当接到最后一个管件时用 Tail→Last number 对支风管进行收尾。

4.4 风管绘制过程中可将结构框架、建筑墙面等模型拖入三维显示栏，对支风管的位置进行检验。下面是某现场控制室空调通风 PDMS 设计中二楼布置图（见图 9）及抽离建筑物后完整图（见图 10）。

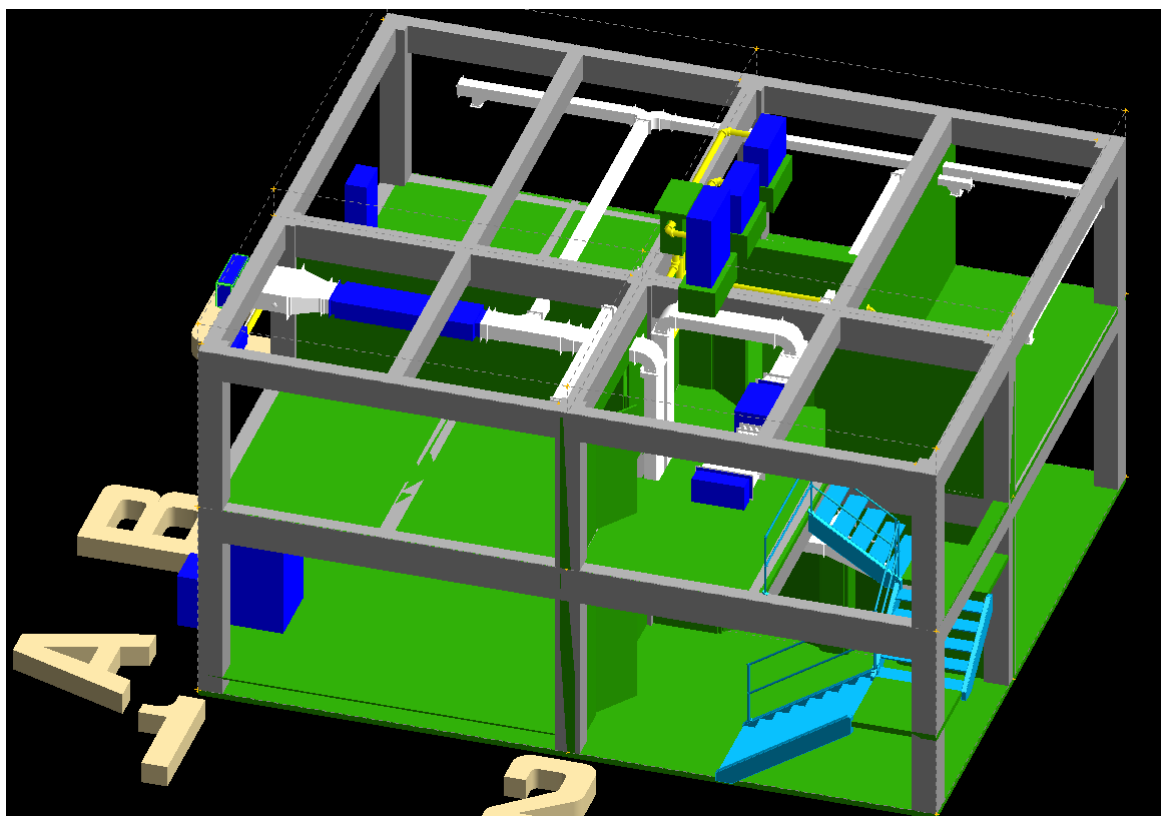


图9 某现场控制室空调通风 PDMS 设计二楼布置图

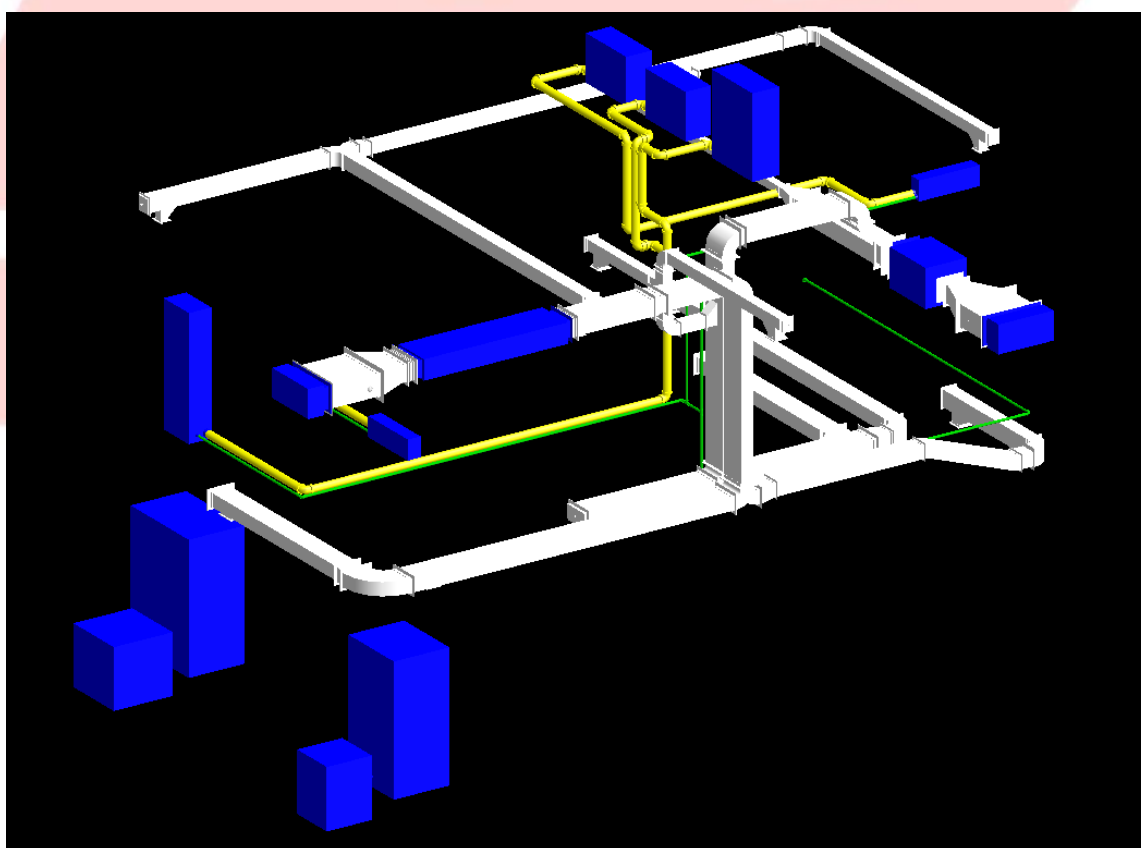


图10 某现场控制室空调通风 PDMS 设计抽离建筑物后完整图

5 PDMS 暖通设计中的其它特点应用

5.1 三维可视性: 即“所见所得”, 对比较复杂的系统, 可以显示得更加直接, 设计图即效果图, 便于与业主等其它部门进行很好的沟通交流。

5.2 多专业协同设计: PDMS 设计的模式是建筑结构建模完成后, 管道、电气、给排水、暖通等专业可以同时进行设计, 各专业的之间碰撞冲突在设计阶段就能发现并予以解决, 各专业之间的委托也变得更加直接。

5.3 风管面积计算: 运用 Utilities→Mass Properties→Surface Area 命令, 选择各风管层, 添加到 Surface 命令栏中, 点击 Calculate Surface (见图 11), 就能算出各风管段及全部风管的面积, 可用于核对根据 CAD 图纸出的风管面积。

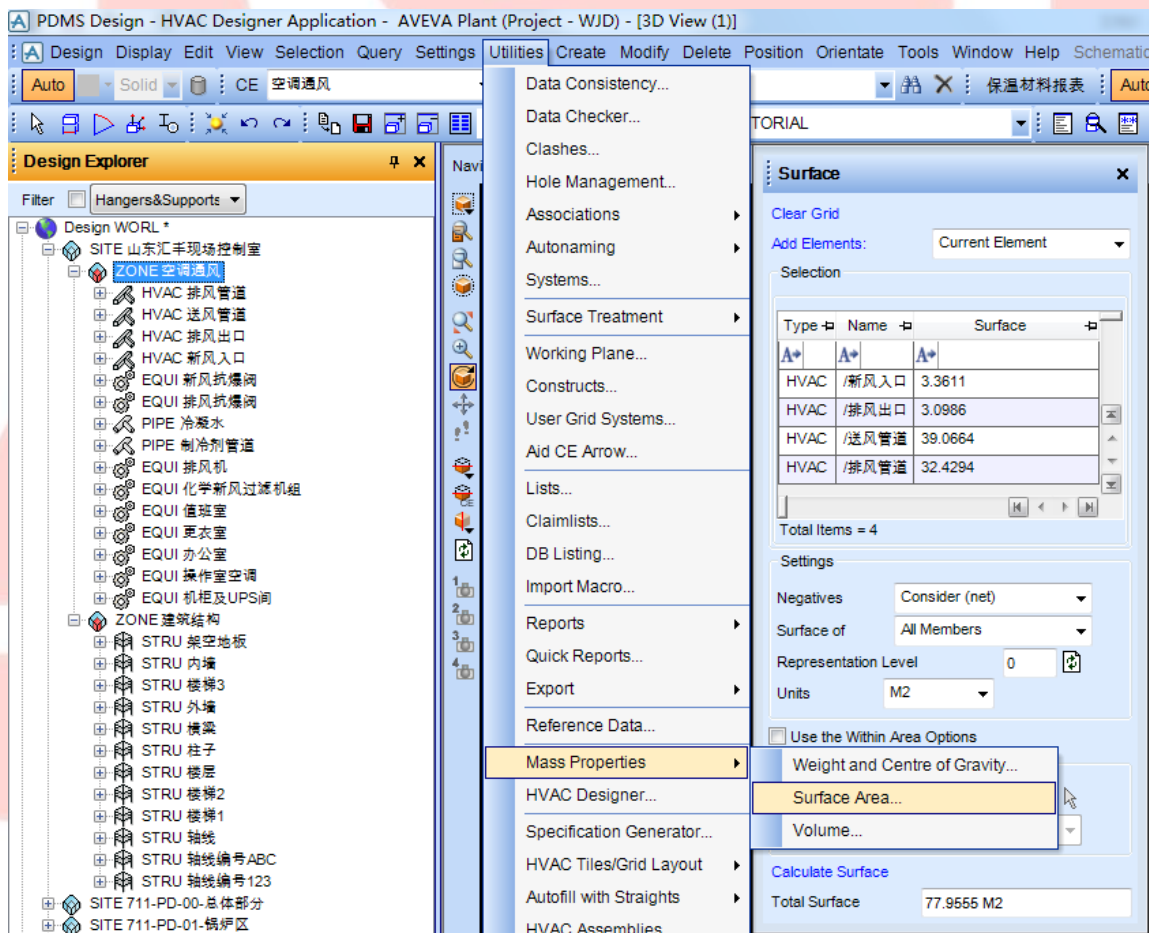


图 11 Surface Area 命令计算风管面积

5.4 管道汇料: 在登录 PDMS 时模式选用 Isodraft (见图 12), 进入 Isodraft 后在 Display 命令栏勾选 Design Explorer, 在 Tools 命令栏点击抽图 ISO, 在 Design Explorer 选择含有管道的层, 在抽图 ISO 中分别点击添加、管道、抽料、料表 (见图 13), 就得到 excel 格式管道料表。管道料表进行简单排序 (见图 14), 可以核对根据 CAD 图纸出的管道材料表。

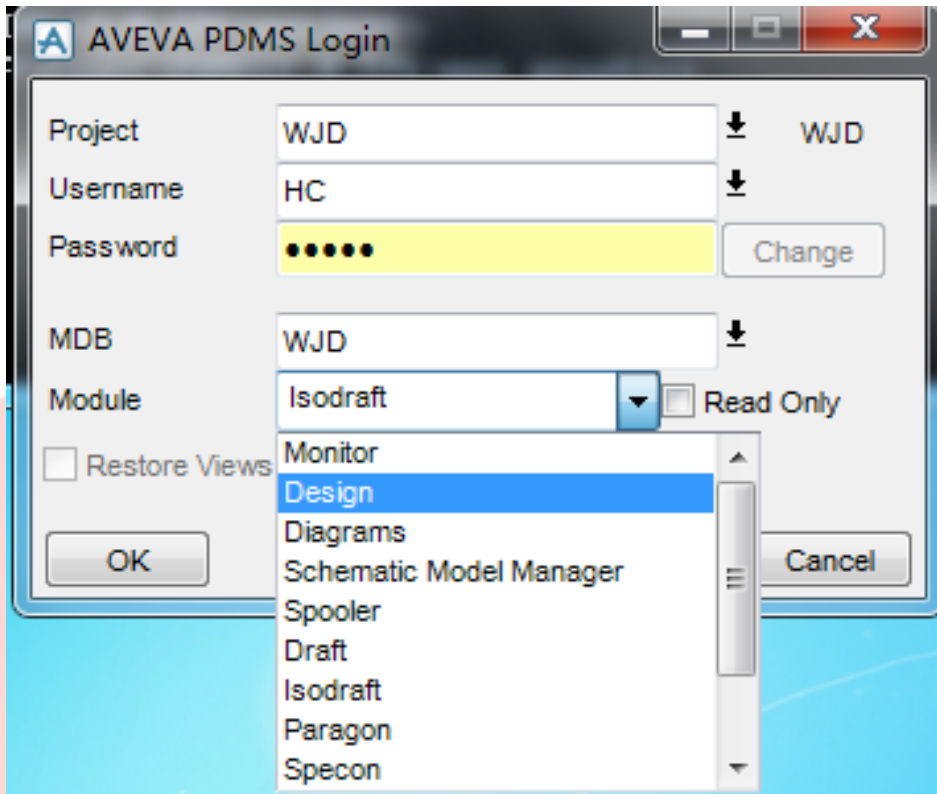


图 12 Isodraft 模式登陆 PDMS

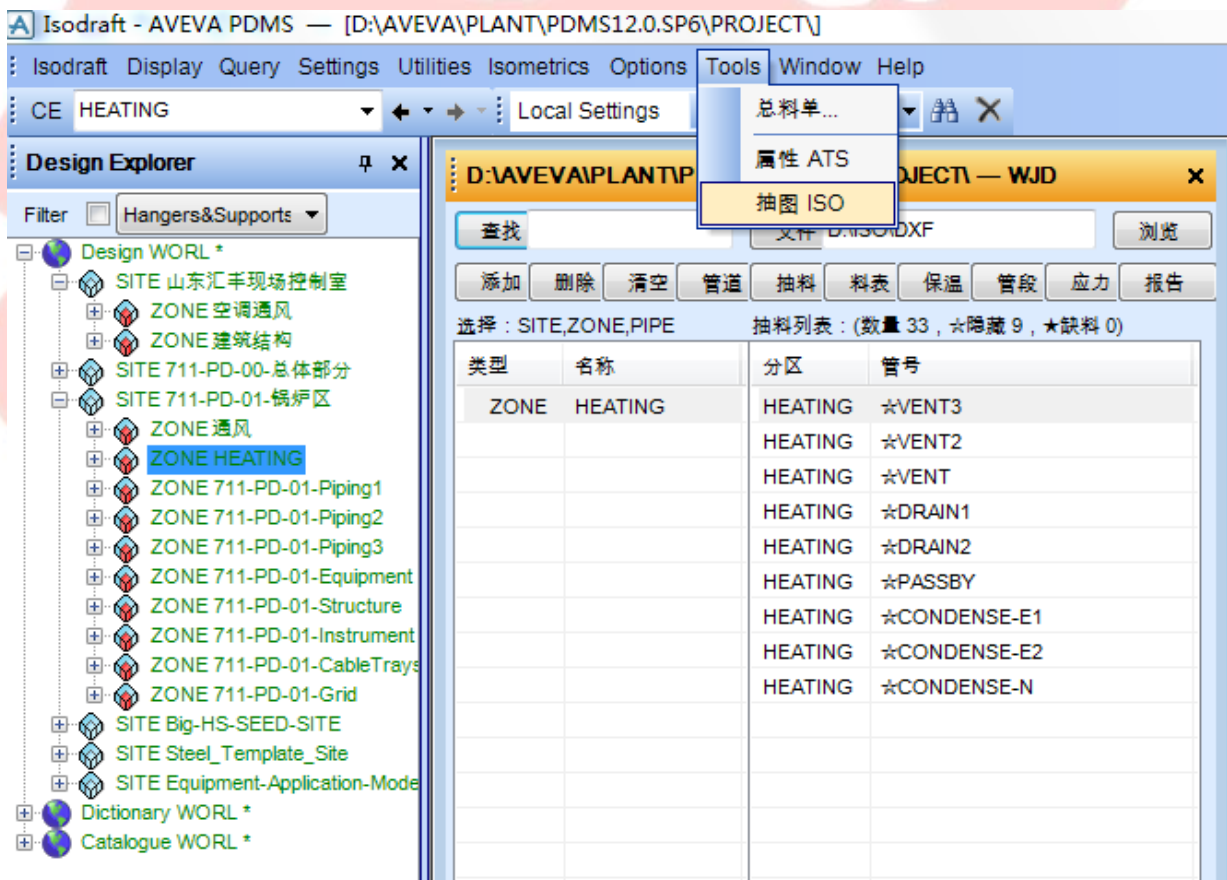


图 13 抽图 ISO 汇料

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
管道分	管道名称	管道等级	编码	保温等级	操作温度	操作压力	详细描述	材料描述	类型	规格	数量	单位	件号	图号			
1	HEATING VENT3	3B2	HZLL0125:20				压力表根部		VALVES	20	1	个		1			
2	HEATING VENT2	3B2	HZLL0125:20				压力表根部		VALVES	20	1	个		1			
3	HEATING VENT	3B2	HZLL0125:20				压力表根部		VALVES	20	1	个		1			
4	HEATING INPUT-S2	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		7			
5	HEATING OUTPUT-S	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		6			
6	HEATING INPUT-E3	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		6			
7	HEATING OUTPUT-E	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		6			
8	HEATING OUTPUT-F	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		6			
9	HEATING OUTPUT-G	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		6			
10	HEATING INPUT-N3	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		6			
11	HEATING OUTPUT-N	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		6			
12	HEATING INPUT-N2	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		6			
13	HEATING OUTPUT-N	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		6			
14	HEATING INPUT-N1	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		6			
15	HEATING OUTPUT-N	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		7			
16	HEATING INPUT-W	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		6			
17	HEATING CONDENSE	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		7			
18	HEATING STREAM-M	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		11			
19	HEATING CONDENSE	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		10			
20	HEATING STREAM-F	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		11			
21	HEATING INPUT-E2	3B2	VLA03163:20				截止阀 J36F		VALVES	20	1	个		6			
22	HEATING INPUT-S2	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	4.13	米		1			
23	HEATING OUTPUT-S	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	0.62	米		1			
24	HEATING INPUT-E3	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	1.02	米		1			
25	HEATING OUTPUT-F	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	0.49	米		1			
26	HEATING OUTPUT-G	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	0.49	米		1			
27	HEATING OUTPUT-F	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	0.49	米		1			
28	HEATING OUTPUT-G	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	0.49	米		1			
29	HEATING INPUT-N3	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	0.84	米		1			
30	HEATING OUTPUT-N	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	0.62	米		1			
31	HEATING INPUT-N2	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	4.54	米		1			
32	HEATING OUTPUT-N	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	0.65	米		1			
33	HEATING INPUT-N1	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	4.1	米		1			
34	HEATING OUTPUT-N	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	0.51	米		1			
35	HEATING INPUT-W	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	4.48	米		1			
36	HEATING STREAM-M	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	26.37	米		1			
37	HEATING CAF1	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	0.1	米		1			
38	HEATING CONDENSE	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	9.91	米		1			
39	HEATING STREAM-S	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	11.4	米		2			
40	HEATING TEMPETA	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	0.1	米		1			
41	HEATING PRESS	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	0.1	米		1			
42	HEATING STREAM-M	3B2	PPPS1067-S6:20				管子(SMLS)	PIPE		20	3.93	米		2			

图 14 汇料材料表

6 结语

根据住房城乡建设部发布的《2011-2015 年建筑业信息化发展纲要》的要求和各地开展建筑信息模型技术推广应用的通知,在项目设计中推广 BIM 是大势所趋。在石化装置设计中,很多公司的管道专业选用 PDMS 进行设计,为了更好地与主专业进行配合、衔接,暖通专业的 BIM 设计也要在 PDMS 中进行,本文简单介绍 PDMS 暖通设计的方法过程,供初学者参考,对其中的一些不足或错误,欢迎读者批评指正。

参考文献:

[1]AVEVA_PDMS_中文培训手册(注:内部资料)

☆ (黄成,男,1972年9月出生,大学本科,学士,工程师,主任工程师,注册暖通空调工程师。邮编:201203,通信地址:上海市科苑路399号8幢)

(编者注:本文已刊登于《化工暖通空调》2015年第二期(6月))

夏季工况双层皮玻璃幕墙综合传热系数计算模型

刘猛¹, 龙惟定²

(1. 同济大学 暖通空调及燃气研究所, 上海 201804; 2. 同济大学 中德工程学院, 上海 200092)

摘要: 选取适用于夏热冬冷地区的箱体式双层皮玻璃幕墙作为研究对象, 建立物理模型。分析该形式幕墙的传热机理, 建立了能量平衡方程, 并给出方程中玻璃和遮阳装置总吸收率以及等效辐射换热系数的计算公式, 采用CFD (computational fluid dynamics, CFD) 方法确定了通风腔中的平均气流速度。结合传热机理, 分析了其热阻的构成, 给出了总热阻的计算方法, 最后求得综合传热系数。

关键词: 双层皮玻璃幕墙; 综合传热系数; 通风腔; 能量平衡方程

Calculation Model of Comprehensive Heat Transfer Coefficient of Glazing Double-skin Façade in Summer Working Condition

LIU Meng¹, LONG Weiding²

(1. Institution of Heating, Ventilation and Air Conditioning, Tongji University, Shanghai 201804, China;

2. Sino-Germany College of Applied Sciences, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Selects and models a trunk glazing double-skin façade which is applicable to be used in summer hot and winter cold district as research object. Then analyzes the mechanism of heat transfer and establishes energy balance equations. At the same time, presents formular for calculating total absorption rate of each façade and equivalent radiative coefficient in each energy balance equation. Air average flow velocity in ventilation cavity is obtained by CFD simulation method. Sequentially, puts forward formular for calculating comprehensive coefficient K of heat transfer after analyzing the total heat resistance of DSF combined the mechanism of heat transfer.

Keyword: glazing double-skin façade; comprehensive coefficient K of heat transfer; ventilation cavity; energy balance equation

0 引言

双层皮幕墙 (double skin façade, DSF) 1998 年引入我国, 目前已建成 50 多座, 成功的案例不多^[1]。其原因在于没有抓住双层皮幕墙“气候适应性”外围护结构的本质, 没有结合中国气候特点进行深入的研究, 照搬国外寒带国家的设计、应用现象严重。德国的 E.Oesterle 等学者做过比较详细的关于 DSF 的导热、空气动力学分析, 以及关于其构造、和暖通结合使用方面的研究, 而且对其经济性也做了比较细致的讨论; 还有一些学者建立了物理模型并进行过仿真研究^[2-5]。

以往的研究成果, 大都侧重于理论分析, 虽然有严谨的推导, 但没有实践的验证。至于这种建筑形式在我国特定的气候条件、经济环境下的适用性, 可应用于工程设计的空调负荷计算方法, 以及在特定气候条件下的控制方法等重要问题, 都还需要做进一步深入的研究, 而 DSF 的热工性能是研究这些问题的基础。因此本文将从 DSF 的热工性能入手,

重点研究我国夏热冬冷地区双层皮玻璃幕墙综合传热系数的计算方法, 力求为 DSF 建筑空调系统的设计提供参考和依据。

1 双层皮玻璃幕墙的类型

双层皮玻璃幕墙根据功能与结构形式的不同, 有多种划分原则^[6]。常用的双层皮玻璃幕墙是根据空气的活动方式与特点, 分为封闭式内循环和敞开式外循环两种。封闭式内循环幕墙其外层一般由中空玻璃构成, 且原则上是完全封闭的; 内层一般为单层玻璃幕墙或可开启的单层玻璃窗, 下部设有进风口, 室内空气由此进入通风腔。内循环式双层皮玻璃幕墙对取暖地区更为有利, 多用于冬季较为寒冷的地区。这种形式的幕墙在世界范围内使用较少。

敞开式外循环双层皮玻璃幕墙在结构上和封闭式内循环双层皮玻璃幕墙正好相反, 一般外层为单层玻璃, 内层为镀膜中空玻璃。外层玻璃幕墙上下两端设有排风口和进风口, 与通风腔相连, 通风腔内设有可自动调控的百叶或窗帘。根据通风路径的

不同, 敞开式外循环双层皮玻璃幕墙又可分为整体式、廊道式、通道式和箱体式 4 种基本形式^[7]。其中箱体式的典型做法是在水平方向以两块玻璃为一个单元, 然后分别在两边作竖向隔断, 形成一层楼高、两块玻璃宽的独立箱体(图 1)。

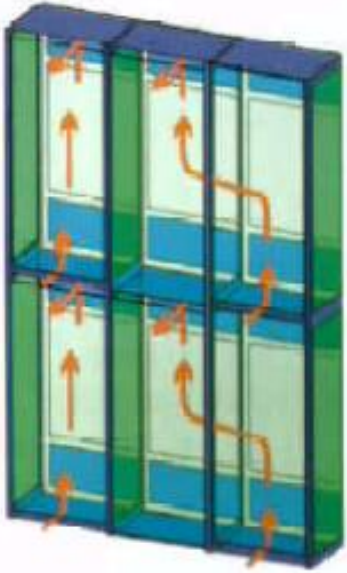


图 1 箱体式双层皮幕墙示意图

箱体式双层皮玻璃幕墙适用于夏季较为炎热的地区, 其工作原理为: 由于阳光照射, 通风腔内空气温度升高, 这时打开通风腔上下两端的进、排风口, 在外界风压和通风腔内烟囱效应形成的热压作用下产生气流, 气流流动带走通风腔内的热量, 降低了内侧幕墙的表面温度, 从而降低空调负荷, 减少能耗。

在冬季, 该形式幕墙外层立面的进、排风窗关闭, 遮阳装置收起, 此时双层皮幕墙整体上类似“双层窗”结构, 其传热机理相对简单, 可依照“双层窗”的原理进行分析研究。本文重点研究夏季工况该形式 DSF 的综合传热系数。

2 物理模型

从前面的介绍可以看出, 箱体式双层皮玻璃幕墙整体性能的发挥, 实际上是依靠每个独立的箱体单元完成的, 每个箱体单元是一个功能齐备的“呼吸”体: 夏季打开通风腔上下两端的进、排风口, 使气流将通风腔内的热量带出; 冬季关闭通风腔进、排风口, 通风腔内空气温度升高, 形成一个温室, 热阻增大, 从而减少建筑物室内热量向外散失。图 2 是一个“呼吸”单元的示意图:

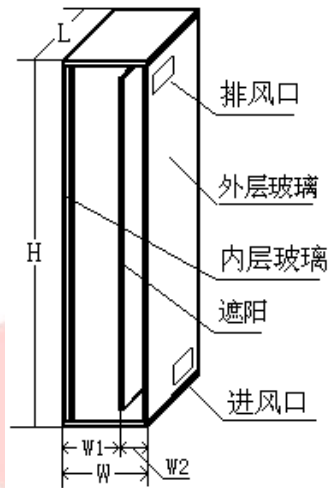


图 2 通风腔结构

该箱体式双层皮玻璃幕墙单元的形体尺寸如下: 通风腔高度 $H=4.00\text{m}$, 长度 $L=1.50\text{m}$, 宽度 $W=0.50\text{m}$; 遮阳装置高度 $h=3.80\text{m}$, 长度 $l=1.30\text{m}$, 厚度 $\delta=2.00\text{mm}$, 遮阳装置到外层玻璃的宽度 $W_1=0.18\text{m}$, 到内层玻璃的宽度 $W_2=0.32\text{m}$ ($W=W_1+W_2$), 其中心在通风腔中心的铅垂线上(见图 3); 进排风口的尺寸相同, 高度 $h'=0.30\text{m}$, 长度 $l'=0.50\text{m}$, 外侧的两条边与幕墙单元边沿的距离都是 0.10m 。

3 能量平衡方程

箱体式双层皮玻璃幕墙的夏季热工网络如图 3 所示, 图中箭头方向代表热流的方向。外层的单玻吸收太阳辐射温度升高, 其外表面主要是与室外空气的对流换热以及与天空背景之间的长波辐射换热, 对流换热系数为 h_{co} , 辐射换热系数为 h_{ro} , 其内表面主要是与通风腔空气的对流换热以及与遮阳装置之间的辐射换热, 对流换热系数为 h_{c1} , 辐射换热系数为 h_{res} ; 遮阳装置两个表面的换热形式是完全一样的, 即与通风腔内气流的对流换热以及与内、外玻璃幕墙的辐射换热, 其外表面的对流换热系数为 h_{c2} , 辐射换热系数为 h_{res} , 内表面的对流换热系数为 h_{c3} , 辐射换热系数为 h_{rsi} ; 内层中空玻璃的传热形式与外层单玻基本相同, 其外表面主要是与通风腔内气流的对流换热以及与遮阳装置内表面之间的辐射换热, 对流换热系数为 h_{c4} , 辐射换热系数为 h_{rsi} , 其内表面主要是与室内空气的对流换热以及与室内环境之间的辐射换热, 对流换热系数为 h_{cr} , 辐射换热系数为 h_{rr} 。

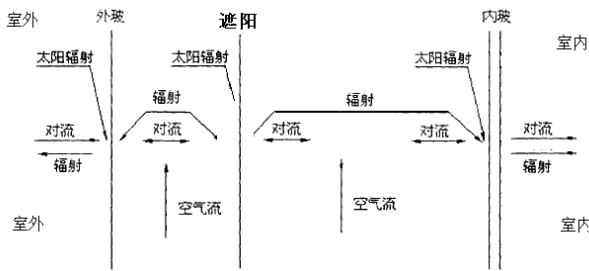


图3 DSF的热工网络示意图

3.1 传热系数的确定

本文所用到的辐射系数是采用的等效辐射换热系数,计算方法如下^[8]:

$$h_{ro} = \sigma \varepsilon_e (T_e^2 + T_{sky}^2)(T_e + T_{sky})(T_e - T_{sky}) / (T_e - T_{am})$$

$$h_{rr} = \sigma \varepsilon_i (T_i^2 + T_r^2)(T_i + T_r)$$

$$h_{res} = \sigma (T_e^2 + T_s^2)(T_e + T_s) / (1/\varepsilon_e + 1/\varepsilon_s - 1)$$

$$h_{rsi} = \sigma (T_s^2 + T_i^2)(T_s + T_i) / (1/\varepsilon_s + 1/\varepsilon_i - 1)$$

式中 σ 为斯忒藩-玻耳兹曼常数; $\varepsilon_e, \varepsilon_s, \varepsilon_i$ 分别为外层单玻、遮阳装置和内层中空玻璃的黑体发射率; T_e, T_s, T_i 分别为外层单玻、遮阳装置和内层中空玻璃的表面温度; T_{am} 为室外环境温度; T_r 为室内空气的温度。

天空温度 T_{sky} 的计算方法可以根据 Berdahl-Martin 公式来确定,其中 T_{dp} 为露点温度,t为一天中的某一时刻。

$$T_{sky} = T_{am} [0.711 + 0.0056(T_{dp} - 273.15) + 0.000073(T_{dp} - 273.15)^2 + 0.013 \cos(15t)]^{0.25}$$

至于对流换热系数,由于室内房间气流速度较小,因此对传热系数影响可以忽略,取为常数 $h_{cr} = 3.2 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$;对于建筑外立面对流换热系数的计算,自20世纪30年代以来,有很多研究成果,本文采用一种比较简单的方法^[9]: $h_c = D + Ev_o + Fv_o^2$,此公式适用于 $0 \leq v_o \leq 12 \text{ ms}^{-1}$ 的情形, v_o 为室外风速。外立面为玻璃很光滑时,取 $D=8.23, E=3.33, F=0.036$,在工程计算要求精度不太高的情况下,可以取当地平均风速来计算立面的对流换热系数。以上海地区为例,夏季室外平均风速 $v_o = 3 \text{ ms}^{-1}$ 左右,通过公式计算得到: $h_{co} = 18.2 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$ 。

通风腔内玻璃壁面与遮阳装置表面的对流换热系数都与通风腔内气流速度 u_f 的大小有关,可根据如下公式计算:

$$\begin{aligned} h_c &= 6.12u_f^{0.78} & u_f &> 5 \text{ ms}^{-1} \\ h_c &= 4.8 + 3.4u_f & u_f &\leq 5 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

3.2 玻璃及遮阳装置总吸收率的计算

假设外层玻璃对辐射的反射率、吸收、率透率为: ρ_e, α_e, τ_e ; 遮阳装置对辐射的三率分别为: ρ_s, α_s, τ_s ; 内层中空玻璃对辐射的三率分别为: ρ_i, α_i, τ_i 。

外层幕墙和遮阳装置的总透率为

$$\tau_{es} = \frac{\tau_e \tau_s}{1 - \rho_e \rho_s}$$

外层幕墙和遮阳装置对内层幕墙的总反射率为

$$\rho_{es-i} = \rho_s + \frac{\rho_e \tau_s^2}{1 - \rho_e \rho_s}$$

内层幕墙和遮阳装置对外层幕墙的总反射率为

$$\rho_{si-e} = \rho_s + \frac{\tau_s^2 \rho_i}{1 - \rho_s \rho_i}$$

双层皮玻璃幕墙的总透率为

$$\tau_{to} = \frac{\tau_{es} \tau_i}{1 - \rho_{es-i} \rho_i}$$

双层皮玻璃幕墙的总反射率为

$$\rho_{to} = \rho_s + \frac{\tau_{es} \rho_i}{1 - \rho_{es-i} \rho_i}$$

外层幕墙的总吸收率为

$$\alpha_{e,to} = \alpha_e \left(1 + \frac{\tau_e \rho_{si-e}}{1 - \rho_e \rho_{si-e}} \right)$$

内层幕墙的总吸收率为

$$\alpha_{i,to} = \frac{\tau_{es} \alpha_i}{1 - \rho_{es-i} \rho_i}$$

遮阳装置的总吸收率为

$$\alpha_{s,to} = 1 - \tau_{to} - \rho_{to} - (\alpha_{e,to} + \alpha_{i,to})$$

双层皮玻璃幕墙的吸收率为

$$\alpha_{to} = \alpha_{i,to} + \alpha_{s,to} + \alpha_{e,to}$$

$$\text{或是 } \alpha_{to} = 1 - \rho_{to} - \tau_{to}$$

3.3 建立能量平衡方程

根据对双层皮玻璃幕墙传热机理的分析,分别对外侧玻璃幕墙、遮阳装置和内侧玻璃幕墙列出能量平衡方程如下:

外侧玻璃:

$$\alpha_{e,to} I = h_{ro}(T_e - T_{am}) + h_{co}(T_e - T_{am}) + h_{res}(T_e - T_s) + h_{c1}(T_e - T_f) \quad (1)$$

遮阳装置:

$$\alpha_{s,to} I = h_{res}(T_s - T_e) + h_{c2}(T_s - T_f) + h_{rsi}(T_s - T_i) + h_{c3}(T_s - T_f) \quad (2)$$

内侧玻璃:

$$\alpha_{i,to} I = h_{rsi}(T_i - T_s) + h_{c4}(T_i - T_f) + h_{rr}(T_i - T_r) + h_{cr}(T_i - T_r) \quad (3)$$

通风腔内空气的得热量:

$\dot{q} = h_{c1}(T_e - T_f) + h_{c2}(T_s - T_f) + h_{c3}(T_s - T_f) + h_{c4}(T_i - T_f)$ (4)
 式中: T_f 为通风腔中气流的平均温度; I 为太阳的辐射强度; \dot{q} 为通风腔内空气的得热量。

本文研究的重点是通风腔的传热过程而不是通风腔中气流温度场的分布,而且, T_f 计算公式的推导过程非常繁琐,因此采用以下的计算公式:

$$T_f = \gamma T_{fo} + (1 - \gamma) T_{fi} \quad (5)$$

式中 γ 是通风腔中平均温度的加权数; T_{fo} 是排风口的温度; T_{fi} 是进风口的温度, $T_{fi} = T_{am}$ 。Hirunlabh 的实验研究表明,通风腔高度在 4.0~10.0m、通风腔宽度在 0.3~1.2m、遮阳装置位于通风腔宽度的 1/3~2/3、太阳总辐射强度不大于 $800Wm^{-2}$ 时,一般可取 $\gamma = 0.75$ [10]。

按进、排风口空气状态参数列能量平衡方程为

$$\dot{q} LH = \dot{m} c_p (T_{fo} - T_{fi}) = WL \rho_f u_f c_p (T_{fo} - T_{fi}) \quad (6)$$

将式 (5) 带入上式 (6), 得到

$$\dot{q} = \frac{W \rho_f u_f c_p (T_f - T_{am})}{H \gamma}$$

去 \dot{q} , 得到如下方程:

$$\frac{W \rho_f u_f c_p (T_f - T_{am})}{H \gamma} = h_{c1}(T_e - T_f) + h_{c2}(T_s - T_f) + h_{c3}(T_s - T_f) + h_{c4}(T_i - T_f) \quad (7)$$

式中: u_f 为通风腔中的平均气流速度; c_p 为通风腔中空气流的定压比热容。

方程 (1) (2) (3) (7) 构成的程组, 含有 T_e 、 T_s 、 T_i 和 T_f 4 个未知数, 理论上可以求解。但由于对流换热系数 h_c 和辐射换热系数 h_r 的表达式中含有未知数 T_e 、 T_s 、 T_i 和 T_f 的高次方, 使得求解过程较为困难, 需要编制求解程序经计算机迭代求解至收敛后得到。

4 DSF 的综合传热系数

根据图 3 所示的热工网络, 双层皮玻璃幕墙的

表 1 玻璃及遮阳装置的性能参数

Tab 1 Performance parameter of glasses and sun-shading device

材料	厚度 δ /mm	反射率 ρ	吸收率 α	透过率 τ	发射率 ε	热阻/ $Wm^{-2}K^{-1}$
外层单璃	6.0	0.156	0.073	0.771	0.9	0.008
遮阳装置	2.0	0.400	0.300	0.300	0.9	0.106
中空玻璃	6.0+12.0A+6.0 (Low-E)	0.320	0.300	0.380	0.3	0.488

注: A 表示中空玻璃夹层充注的是空气 (air, A)

总热阻由 3 部分构成。

R_1 为外层单玻与室外空气传热过程中的总热阻, 由于外层单玻与室外空气的对流换热和辐射换热过程是同时进行的, 形成的热阻 $1/h_{co}$ 和 $1/h_{ro}$ 是并联关系, 再加上外层单玻本身的热阻 R_e , 则有 $R_1 = 1/(h_{co} + h_{ro}) + R_e$ 。

R_2 为通风腔内换热过程中的总热阻, 外层单玻和遮阳装置之间存在辐射热阻 $1/h_{res}$, 单玻和遮阳装置表面的对流换热热阻分别是 $1/h_{c1}$ 和 $1/h_{c2}$, 从图 4 的换热过程看出它们之间的关系是: 两个对流热阻先是串联, 然后与辐射热阻 $1/h_{res}$ 并联。同理, 遮阳装置与内层中空玻璃之间热阻的构成, 与此完全一致, 再加上遮阳装置本身的热阻 R_s , 则有 $R_2 = 2/(h_{c1} + 2h_{res}) + R_s + 2/(h_{c1} + 2h_{rsi})$ 。

R_3 为内层中空玻璃与室内空气换热过程中的总热阻, 其构成与 R_1 相似, 于是有 $R_3 = 1/(h_{cr} + h_{rr}) + R_i$, 式中 R_i 是内层中空玻璃本身的热阻。

双层皮玻璃幕墙结构的总热阻为:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

双层皮玻璃幕墙结构的综合传热系数为:

$$K = 1/R$$

5 算例

5.1 双层皮幕墙材料的选取

双层皮玻璃幕墙所使用的材料千差万别, 而且在其中一层立面上也常常使用多层结构, 本算例所选用材料的特性都是指综合效应, 虽然是一种简化, 但在一般情况下是足够准确的, 能够满足工程应用的要求。玻璃和遮阳装置是双层皮幕墙的主要材料, 其性能直接影响幕墙的各项性能, 本算例中玻璃和遮阳装置都选取较有代表性的普通材料。为便于计算, 将遮阳装置简化为一块平板, 并取原有的光学参数。选材的性能参数如表 1 所示 [11]

根据表中所列举的材料物性和总透过率公式可求得双层皮玻璃幕墙总的透射率为： $\tau_{to}=0.108$ 。另外，根据总吸收率公式可以计算得到外层单玻、遮阳装置和内层中空玻璃对太阳辐射的总吸收率分别为： $\alpha_{e,to}=0.099$ ， $\alpha_{s,to}=0.217$ ， $\alpha_{i,to}=0.085$ 。将以上参数带入方程(1)，(2)，(3)，(7)构成的方程组，如能得到通风腔中的平均气流速度 u_f ，即可对方程组进行迭代求解。

5.2 CFD方法确定通风腔中的平均气流速度

将图2建立的双层皮玻璃幕墙单元模型进行网格划分，为使计算过程稳定并加快收敛速度，本文采用分块结构化网格，如图5所示，并在进、排风口处对网格进行加密处理，为清晰起见，图中仅显示了网格节点的分布，并没有显示完整的网格划分。图中包含了169113个节点，152996个规则的六面体网格。

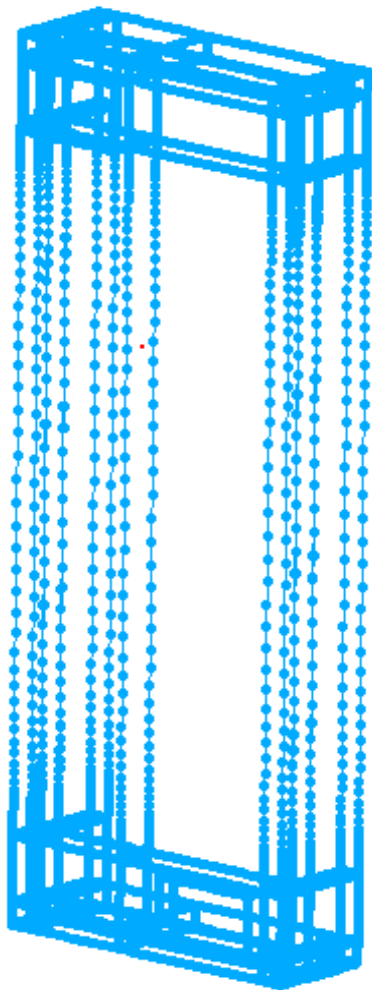


图4 网格划分

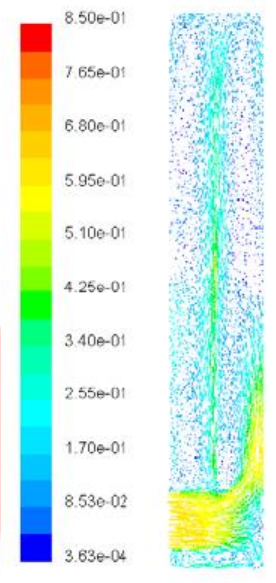


图5 速度矢量分布

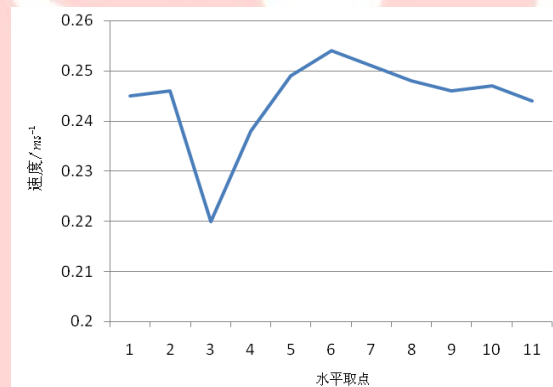


图6 H=2m处的速度分布

由于通风腔中的气体流动属于热浮力驱动下的自然对流，流速较低，流态既有层流也有紊流，因此关于流动采用 RNG $k-\epsilon$ 紊流模型。对于太阳辐射，采用离散坐标 (discrete ordinates, DO) 辐射模型，关于太阳辐射负荷的处理采用太阳射线跟踪法。进风口采用“inlet-vent”边界，排风口为“outflow”边界条件。由于通风腔内气流流速很低，因此控制方程中的压力项采用线性化处理，动量方程用一阶迎风格式进行离散，控制通风腔中气流的速度残差绝对值小于 10^{-6} 时停止迭代运算，运行时间大约持续7h后得到收敛的结果。

图5是某截面上的速度矢量分布图。在收敛的流场中沿高度方向，在通风腔的中部(H=2m)处水平地取11个点，在这些点处的速度分布如图6所示，可以看出，由于气流在遮阳装置附近形成贴附流，速度稍有下降，其余各点处速度分布较为均匀，取平均值得到通风腔的平均气流速度

$$u_f = 0.246ms^{-1}。$$

5.3 计算结果

将 $\alpha_{e,to} = 0.099$, $\alpha_{s,to} = 0.217$, $\alpha_{i,to} = 0.085$,
 $u_f = 0.246ms^{-1}$, $I = 600Wm^{-2}$, $h_{cr} = 3.2Wm^{-2}K^{-1}$,
 $h_{co} = 18.2Wm^{-2}K^{-1}$, $T_{am} = 308K$, $T_r = 299K$ 代
 入方程组进行求解, 得到双层皮玻璃幕墙各部分的
 温度为:

$$T_e = 312.0K, T_s = 324.6K, T_i = 310.9K, T_f = 317.3K$$

将求出的温度值带入辐射系数计算公式, 得到:

$$h_{ro} = 2.821Wm^{-2}K^{-1} \quad h_{rr} = 5.189Wm^{-2}K^{-1}$$

$$h_{res} = 5.970Wm^{-2}K^{-1} \quad h_{rsi} = 2.109Wm^{-2}K^{-1}$$

于是 $R = R_1 + R_2 + R_3 = 1.017m^2KW^{-1}$

该双层皮玻璃幕墙的综合传热系数
 $K = 1/R = 0.983Wm^{-2}K^{-1}$

6 结语

与普通墙体相比, 双层皮玻璃幕墙夹层之间的通风腔内有气流流动, 这使得传热过程中对流换热和辐射换热耦合在一起, 整个过程比较复杂, 其综合传热系数很难用热箱法这样的实验方法加以确定。本文主要从热阻分析入手, 着重进行了理论的推导, 并结合 CFD 方法确定了中间参数, 使得方程组封闭并进行了求解, 得到了双层皮玻璃幕墙的综合传热系数 K。从计算过程及结果看出:

(1) 双层皮玻璃幕墙夏季工况的综合传热系数 K 值约为 $1.0Wm^{-2}K^{-1}$, 而单层玻璃幕墙的综合传热系数一般在 $4.0 \sim 6.0Wm^{-2}K^{-1}$, 在获得同样良好视野效果的情况下, DSF 远小于单层玻璃幕墙的传热系数, 因此在我国夏热冬冷地区使用该形式的玻璃幕墙, 夏季可以减少空调出力。

(2) 双层皮玻璃幕墙的综合传热系数 K 值的影响因素很多, 如玻璃、遮阳装置的性能, 进、排风口的开口位置, 通风腔的间距, 遮阳装置在通风腔中的位置, 外界环境的风速等。因此, 在不同的使用场合应进行具体的分析计算。

在实际工程应用或空调设计过程中, 采用本文的计算方法虽较为精确, 但也显得过于复杂, 因此需要具体分析或根据实际经验进行必要的简化, 此外对于玻璃的三率(反射率、吸收率和透过率)、辐射换热系数的计算方法等, 也需要作进一步的探讨。

参考文献

- [1] 龙文志. 结合国情创新发展双层幕墙[J]. 新型墙
 料, 2007(12):78
 LONG Wenzhi. Innovating and developing double-skin
 façade technology combined with national condition[J].

Construction Science and Technology, 2007(12):78

- [2] Maio F, Paassen A H C. Simulation of air conditioning systems assisted by double facades[C].// Proceedings of 7th World Congress Clima 2000.Brussels: REHVA,2000:1-15.
 [3] Stec W J, Paassen A H C. Defining the performance of the double skin facade with the use of the simulation model[C]. Proceedings of 8th International IBPSA Conference on Building Simulation, Aug.11-14,2003,Eindhoven, Netherlands.
 [4] Transsolar. Decentralized ventilation through a breathing envelop-Energy and comfort concept. 2008-01-06,http://www.arkitektur.no/files/BJORVIKA_DeutschePost_engelsk.pdf
 [5] Saelens D. Energy Performance assessment of multiple-skin facades[D]. Catholic University of Leuven, Department of Civil Engineering, 2002.
 [6] 李保峰. “双层皮”幕墙类型分析以及应用展望[J]. 建筑学报, 2001(11):28.
 LI Baofeng. Analysis of types of "double layer" curtain wall and prospects of their application[J]. Architectural Journal, 2001(11):28.
 [7] 洪悦. 双层换气幕墙的典型类别与节能效益分析[J]. 建筑学报, 2002(2):33.
 HONG Yue. Analysis of the respiratory double curtain walls type and energy saving results[J]. Architectural Journal, 2002(2):33.
 [8] M.A.dos S.Bernardes, A.VoB, G.Weinrebe. Thermal and technical analyses of solar chimneys[J]. Solar Energy, 2003,75:511.
 [9] Cetiner Ikbal. An approach for the evaluation of energy and cost efficiency of glass facades[J].Energy and Buildings,2005,37(6):673.
 [10] Clito Afonso, Armando Oliveira. Solar chimneys: simulation and experiment[J]. Energy and Buildings, 2000, 32(1):71.
 [11] 蒋骞,龙惟定.双层皮玻璃幕墙建筑的能耗分析和优化设计[J].暖通空调,2006,36(11):58.

JIANG Qian, LONG Weiding. Energy efficiency and design optimization of double-skin facade buildings[J]. [Heating Ventilating & Air Conditioning](#), 2006,36(11):58.

(编者注: 本文已刊登于《同济大学学报(自然科学版)》2009年10期.)

寒冷地区北向内循环 DSF 冬季工况的排风策略

刘猛¹, 龙惟定², 寿炜炜³, 何焰³, 何婧³, 蒋骞³

(1. 同济大学 机械工程学院 暖通空调及燃气研究所, 上海 201804; 2. 同济大学 中德工程学院, 上海 200092; 3. 上海建筑设计研究院有限公司, 上海 200041)

【摘要】本文针对寒冷地区常用的内循环箱体式北向双层皮玻璃幕墙(DSF),介绍了冬季工况采用通风腔排风的原理及优点,分析了其传热过程并建立了能量平衡方程,进而与传统的排风热回收方式进行了比较。结果表明,排风比小于40%时采用通风腔排风较传统的排风热回收方式有更高的热回收效率,同时可提高DSF内侧玻璃的温度,增强室内房间的热舒适性。

[关键词] 双层皮玻璃幕墙; 排风策略; 能量平衡方程; 冬季工况; 通风腔

1 引言

双层皮玻璃幕墙(DSF)按内、外侧玻璃之间空气的活动方式与特点,可分为封闭内循环式和敞开外循环式2种类型[1]。夏热冬冷地区适合采用敞开外循环式,寒冷地区则适合采用封闭内循环式[2]。内循环式DSF冬季工况使用时,一般南向的DSF将内侧立面上下端的进、排风口关闭,在直射太阳辐射作用下其通风腔形成密闭的“温室”,温度较高,减少室内热量向外界环境的流失;而北向的DSF不能得到直射太阳辐射的作用,为了有效增大热阻并减少室内热量的散失,一般采取的方法是将室内排风从内立面底部的送风口送入通风腔,从上部的排风口处排出至外界环境(如图1所示),接近室内温度的排风气流将“冰冷”的通风腔进行“加热”,一定程度上减少了通过DSF向外界的热量散失,减小了室内的空调负荷,从而降低了通过DSF形成的空调能耗。

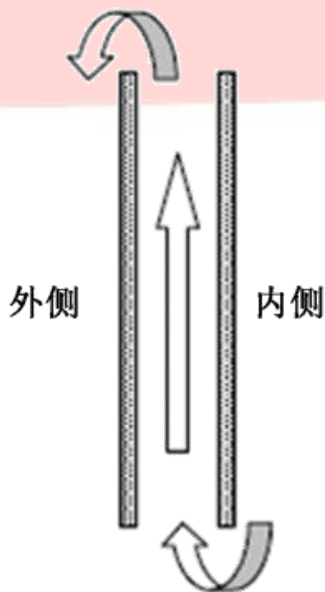


图1 通风腔排风示意图

对于室内排风,传统的处理方法是将其与室外新风进行热交换将新风预热,即先对排风进行热回收然后再排放至外界环境;而经过DSF通风腔的排风方式,相当于排风气流首先经过通风腔进行“热回收”,然后再排放至外界。那么这2种排风方式相比孰优孰劣?本文拟将对对比分析这2种排风方式的效果,并给出不同使用条件下的选择策略。

2 物理模型

箱体式双层皮玻璃幕墙整体性能的发挥,实际上是依靠每个独立的箱体单元完成的,每个箱体单元是一个功能完备的“呼吸”体。冬季工况使用通风腔排风时,打开内立面上下两端的进、排风口,使气流进入通风腔内,由于其温度较高,可以“加热”温度较低的内、外侧的玻璃,提高玻璃的表面温度,减少室内热量的散失。图2所示是1个完整的DSF单元以及与其相连的室内房间。该箱体式双层皮玻璃幕墙单元的形体尺寸为:通风腔高度 $H=4\text{ m}$,长度 $L=4\text{ m}$,宽度 $W=0.5\text{ m}$;与之相连的房间进深 $S=5\text{ m}$ 。

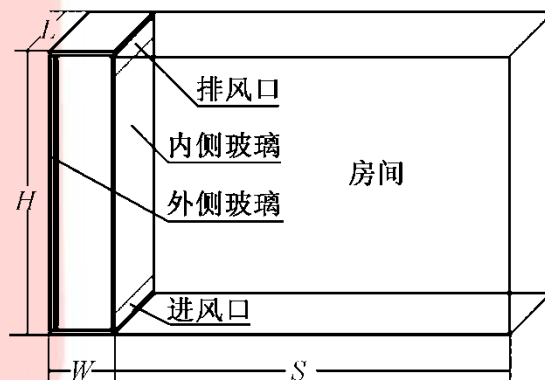


图2 通风腔与相连房间示意图

3 通风腔内的热平衡

该 DSF 单元冬季工况采用通风腔排风的热工网络如图 3 所示, 图中箭头方向代表热流的方向。外侧中空玻璃外表面主要是与室外空气的对流换热以及与天空背景之间的长波辐射换热^[3], 对流换热系数为 h_{co} , 辐射换热系数为 h_{ro} ; 其内表面主要是与通风腔内空气流的对流换热以及与内侧玻璃之间的辐射换热, 对流换热系数为 h_{ci} , 辐射换热系数为 h_{rei} 。内侧单层玻璃的传热形式与外侧中空玻璃基本相同, 其外表面主要是与通风腔内气流的对流换热以及与外侧中空玻璃内表面之间的辐射换热, 对流换热系数为 h_{c2} , 辐射换热系数也为 h_{rei} ; 其内表面主要是与室内空气的对流换热以及与室内环境之间的辐射换热, 对流换热系数为 h_{cr} , 辐射换热系数为 h_{rr} 。

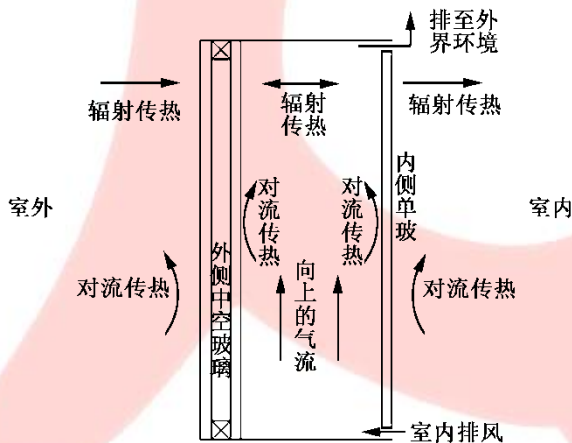


图 3 冬季北向 DSF 通风腔排风的热工网络示意图

本文所用到的辐射换热系数, 均采用的是等效辐射换热系数, 计算方法如下^[4]:

$$h_{ro} = \sigma \varepsilon_e (T_e^2 + T_{sky}^2)(T_e + T_{sky})(T_e - T_{sky}) / (T_e - T_{am})$$

$$h_{rr} = \sigma \varepsilon_i (T_i^2 + T_r^2)(T_i + T_r)$$

$$h_{rei} = \sigma (T_e^2 + T_i^2)(T_e + T_i) / (1/\varepsilon_e + 1/\varepsilon_i - 1)$$

式中, ε_e 为外层单玻的黑体发射率; ε_i 为内层中空玻璃的黑体发射率; σ 为斯蒂芬-玻尔兹曼常数, 取为 $5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$; T_e 为外侧中空玻璃的温度, K; T_i 为内层单玻的温度, K; T_{am} 为室外环境的温度, K; T_r 为室内空气的温度, K; T_{sky} 为天空温度, K。

通风腔内玻璃壁面的对流换热系数都与通风腔内气流平均速度 u_f 的大小有关, 对流换热系数可根据如下公式计算:

$$h_c = 6.12u_f^{0.78}, \quad u_f > 5 \text{ m/s}$$

$$h_c = 4.8 + 3.4u_f, \quad u_f \leq 5 \text{ m/s}$$

根据对 DSF 采用通风腔排风的传热机理的分析, 分别对外侧中空玻璃、内侧单玻和通风腔中的空气列出能量平衡式如下^[5]:

外层玻璃:

$$\alpha_{e,io} I = h_{ro}(T_e - T_{am}) + h_{co}(T_e - T_{am}) + h_{rei}(T_e - T_i) + h_{ci}(T_e - T_f) \quad (1)$$

内层玻璃:

$$\alpha_{i,io} I = h_{rei}(T_i - T_e) + h_{c2}(T_i - T_f) + h_{rr}(T_i - T_r) + h_{cr}(T_i - T_r) \quad (2)$$

通风腔内的空气:

$$\dot{q} = h_{c1}(T_e - T_f) + h_{c2}(T_i - T_f) \quad (3)$$

式中, \dot{q} 为通风腔内气流与玻璃的对流换热量, W/m^2 ; T_f 为通风腔中气流的平均温度, K; I 为太阳直射辐射强度, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; $\alpha_{e,io}$ 为外侧中空玻璃的总吸收率; $\alpha_{i,io}$ 为内侧单玻的总吸收率; 其余参数含义同前。

由于建筑北向冬季不能获得太阳直射辐射, 取 $I=0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。此外通风腔中的气流温度也是分布不均的, 为了计算方便, 假定其平均值为 T_f , 气流从通风腔流出至外界过程中没有受其它冷、热源的作用, 因此 T_f 即为通风腔气流出口处的温度值。根据进、排风口的空气状态参数列能量平衡式:

$$\dot{q} LH = \dot{m} c_f (T_r - T_f) = WL \rho_f u_f c_f (T_r - T_f) \quad (4)$$

将式 (4) 整理后得到:

$$\dot{q} = \frac{W \rho_f u_f c_f (T_r - T_f)}{H}$$

与式 (3) 联立消去 \dot{q} , 得到如下方程:

$$\frac{W \rho_f u_f c_f (T_r - T_f)}{H} = h_{c1}(T_e - T_f) + h_{c2}(T_i - T_f) \quad (5)$$

式中, ρ_f 为通风腔内气流的密度, kg/m^3 ; c_f 为通风腔内气流的比热, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, 其余参数含义同前。

式 (1)、(2) 和 (5) 构成的方程组含有 T_e 、 T_i 和 T_f 共 3 个未知数, 理论上可以求解。但由于对流换热系数 h_c 和辐射换热系数 h_r 中含有未知数 T_e 和 T_i 的高次方, 本文编制了程序进行叠代计算求解。

4 DSF排风和传统排风热回收的比较

与DSF相连的房间冬季工况空调设计的干球温度 $T_N=20\text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度 $\phi=40\%$,室外环境的干球温度 $T_w=-10\text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度 $\phi=45\%$ 。该房间用作办公室,每小时的换气次数 $N=9\text{ 次/h}$,新风比 $m=20\%$ 。假设该房间没有渗风和漏风,因此不考虑室内保持正压

的要求,排风量按照与新风供应量相等计算。

4.1 DSF 排风方式

内、外侧玻璃幕墙所选用的玻璃均取自EnergyPlus V2.2的材料库^[6],其性能参数如表1所示。

表1 DSF 玻璃的性能参数

	厚度 δ /mm	反射率 ρ	吸收率 α	透过率 τ	发射率 ϵ	热阻 R/ (W/ (m ² ·K))
外层单璃	6.0	0.156	0.073	0.771	0.9	0.008
中空玻璃	6.0+12.0A+6.0(Low-E)	0.32	0.30	0.38	0.3	0.488

前已述及,排风量按照与新风量相等计算,即排风量所占送风量的百分比也是 m ,通风腔内排风气流的平均速度为:

$$u_f = \frac{\text{房间体积} \times \text{换气次数} \times \text{排风百分比}}{\text{通风腔横截面积}} = \frac{SLH \cdot N \cdot m}{3600 \cdot WL} = \frac{SH \cdot N \cdot m}{3600 \cdot W}$$

将式(6)和以上所有玻璃参数带入式(1)、(2)和(5)

构成的方程组并求解,得到外侧玻璃平均温度 T_e 、

内侧玻璃平均温度 T_i 和排风出口处的平均温度 T_f

如表2所示。

表2 DSF 各部分的平均温度

排风(新风)百分比 $m/\%$	通风腔截面的平均风速 u_f / (m/s)	外侧玻璃平均温度 T_e / $^\circ\text{C}$	内侧玻璃平均温度 T_i / $^\circ\text{C}$	排风出口处平均温度 T_f / $^\circ\text{C}$
10	0.01	-6.412	12.437	4.528
20	0.02	-6.243	12.908	5.742
40	0.04	-6.033	13.189	6.816
60	0.06	-5.902	13.798	7.219
80	0.08	-5.589	14.341	7.673
100	0.10	-5.452	14.552	8.576

4.2 传统排风热回收方式

由于冬季空气含湿量很小,采用全热交换与显热交换的差别不明显。为了便于比较,本文假定选用显热交换转轮进行热回收,其工作原理如图4所示。对于转轮热回收很多文献都作了详细研究^[7-8],

本文不作过多的讨论。在图2所建立的模型中,房间的送风量为 $720\text{ m}^3/\text{h}$,假定每层楼20个房间的排风集中用一个转轮进行热回收,通过转轮的风量为 $720\text{ m}^3/\text{h} \times 20 \times 20\% = 2880\text{ m}^3/\text{h}$ 。若选用加拿大轮通(Arotor) HEW-900型转轮^[9],其热回收效率与进风速度的关系如图5所示,风量为 $2880\text{ m}^3/\text{h}$ 时,其显热交换效率约为82%,经过转轮后的排风温度为 $6.412\text{ }^\circ\text{C}$ 。表3列出了不同排风量时的排风平均

温度值。

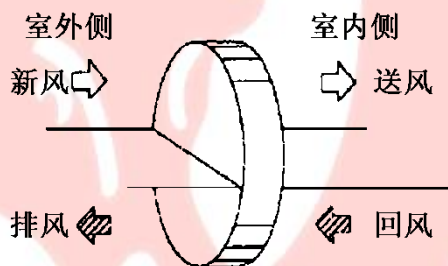


图4 转轮热回收示意图

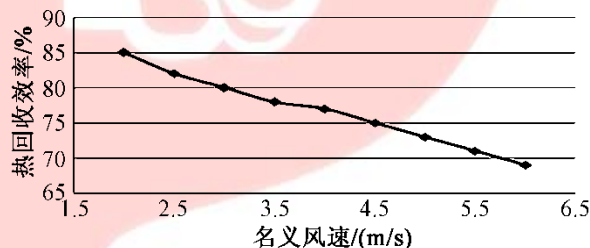


图5 进风速度与热回收效率

表3 不同排风量时的排风温度平均值

排风(新风)百分比 $m/\%$	排风的平均温度 T_f / $^\circ\text{C}$
10	6.107
20	6.412
40	6.704
60	7.003
80	7.288
100	7.583

4.3 2种方式的对比

采用DSF通风腔排风,能够使接近室温的排风首先将DSF内立面玻璃加热,温度降低后排出至外界环境,这里DSF起到了热回收装置的作用,首先对排风进行了“热回收”然后排放,其本质与传统的热回收过程是一致的。因此,这2种排风“热回收”的效果以排风温度更低者为优,图6是2种方式在不同排风量时的最终排风温度。可以看出,对于DSF通风腔排风,排风量较小时排风气流在出口处

的温度较低,排风比为10%时的排风温度为4.5℃,这是因为排风量较小时,气流在DSF通风腔内与玻璃壁面进行了充分的热交换,随着排风气流量的增大其出口处的温度值也逐渐增加,排风比为80%时,其排风温度已接近7.5℃,而且随着排风量的继续增加,其排风温度增大的趋势加快。如果采用传统的排风热回收方式,由于随着风量的增加导致热回收效率的下降,在新风量与排风量相等的情况下,经过热回收装置后的排风温度随着处理风量的增加也逐渐上升,但其增大的幅度不及DSF排风方式,排风比为10%时的排出温度约为6℃,排风比为60%时的排风温度约为7℃,其温度增加的速度非常缓慢。

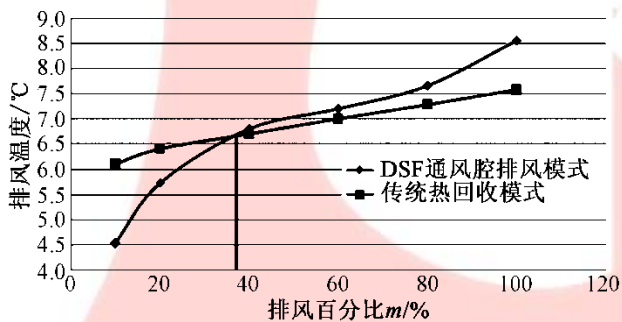


图6 2种方式的排风温度比较

图6中2种方式的温度曲线相交于排风比约为40%处,在交点的左侧,DSF的排风温度低于排风热回收方式,说明此时DSF的“热回收”进行得更彻底,其效果优于传统排风热回收;在交点的右侧,DSF的排风温度高于排风热回收方式,说明此时排风热回收的效果优于DSF通风腔排风。一般来说,房间的排风比为15%~20%,在此区间内采用DSF通风腔排风的效果优于传统的排风热回收;对于排风量较大的房间,如病房等,如果排风比大于40%,则传统的排风热回收方式效果更好,因此,应区别选择使用。

5 结论

1) DSF通风腔排风和传统的排风热回收的效果取决于排风量。排风比小于40%时采用DSF通风腔排风的效果较好,排风比大于40%时排风热回收的效果较好。

2) 对于排风量较大的场合应使用传统的排风

热回收方式,而且尽量使用效率较高的热回收装置。

3) 一般办公室房间的排风比为15%~20%,宜采用DSF通风腔排风方式,且排风气流能够加热DSF内、外立面的玻璃,有助于提高室内的热舒适性。

[参考文献]

- [1] 李保峰.“双层皮”幕墙类型分析及应用展望[J].建筑学报,2001, 11: 28~31.
- [2] 洪悦.双层换气幕墙的典型类别与节能效益分析[J].建筑学报,2002, 2: 33~36.
- [3] Grabe JV.A prediction tool for the temperature field of double facades[J]. Energy and buildings,2002,34 (9): 891~899.
- [4] Bernardes MA dos, VoB A, Weinrebe G.Thermal and technical analyses of solar chimneys[J]. Solar Energy,2003,75 (6): 511~524.
- [5].Stec WJ, Van Paassen AHC, Maziarz A. Modelling the double skin façade with plants[J]. Energy and Buildings,2005,37 (5): 419~427.
- [6] EnergyPlus[EB/OL].<http://www.energyplus.gov/>.
- [7] Zhang, LZ, Niu JL. Energy requirements for conditioning fresh air and the long-term savings with a membrane-based energy recovery ventilator in Hong Kong [J]. Energy, 2001, 26 (2): 119~135.
- [8] 张荣荣,周亚素.空调系统中全热回收设备的节能分析[J].建筑热能通风空调,2000, 19 (4): 22~24.
- [9] Arotor 轮通空调 [EB/OL].
<http://www.arotor.com.cn/admin/ewebeditor/UploadFile/200852910235715.pdf>



(编者注: 本文已刊登于《建筑科学》2009年第12期)

通风空调工程施工图设计常见问题分析

乐立琴

摘要：通过对通风空调工程施工图设计中常出现的问题进行分析，提出个人的看法，供同行交流、探讨。

关键词：通风空调 施工图设计

(笔者注：笔者从事通风空调工程施工图设计、审查工作多年，对于目前海南地区通风空调工程施工图设计中经常出现的问题，现将遇到的问题整理出来供大家参考。不妥之处请批评指正。)

1、防排烟系统：

1.1 问题：高层建筑中内走道长度超过 60m，一侧设有可开启外窗满足自然排烟条件；另一侧不满足自然排烟条件时，仅设置局部机械排烟系统，中间设置挡烟垂壁分隔，是否合理？

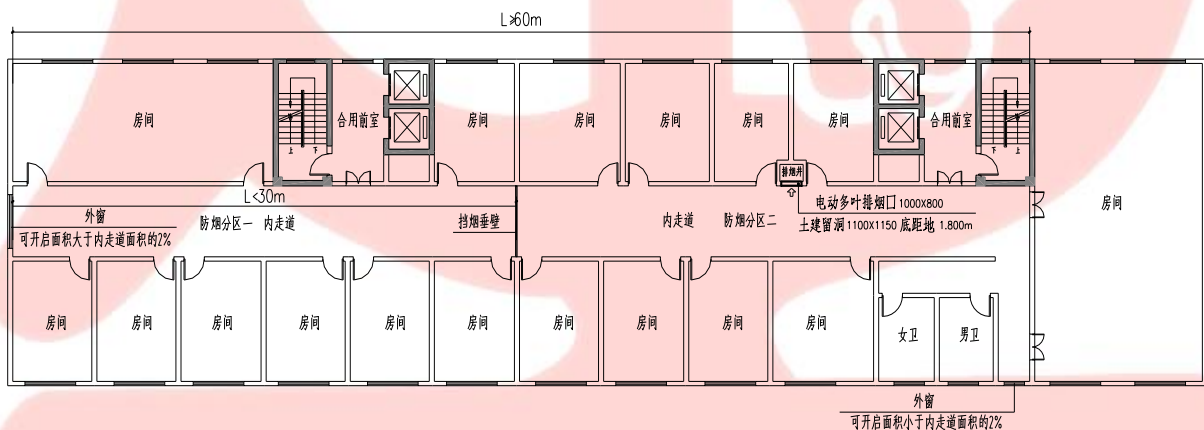


图 1-1 内走道排烟平面图

根据《建规》GB50016-2014 之 8.5.3.5 条，民用建筑内长度大于 20m 的疏散走道应设置排烟设施；《高规》GB50045-95（2005 年版）之 8.4.1.1 条，一类高层建筑和建筑高度超过 32m 的二类高层建筑的下列部位，应设置机械排烟设施：无直接自然通风，且长度超过 20m 的内走道或虽有直接自然通风，但长度超过 60m 的内走道。

分析：按规范要求，此内走道应设置机械排烟系统。如图 1-1 所示，防烟分区一满足自然排烟条件，防烟分区二设置机械排烟系统。当防烟分区二发生火灾时，电动排烟口电动（或手动）开启，内走道会形成负压，防烟分区一依靠外窗的自然排烟无法实现，只能作为补风通道。

结论：同一防火分区内，相连通的内走道设排烟系统时，应按内走道全长设机械排烟系统，不得设置局部机械排烟系统。但如有防火门分隔为不同的防火分区，则可以部分按自然排烟考虑，部分设机械排烟系统。自然排烟部分可开启外窗面积及距最远点距离均应满足规范要求。

1.2 问题：建筑高度超过 50m 的一类高层建筑商住楼，住宅部分总建筑高度不超过 100m，住宅部分的防烟楼梯间及其前室、合用前室满足自然排烟条件，是否需要设置加压送风系统？

根据《建规》GB50016-2014 之 5.4.10.3 条，除商业服务网点外，住宅建筑与其他使用功能的建筑合建时，应符合下列规定：住宅部分和非住宅部分的安全疏散、防火分区和室内消防设施配置，可根据各自的建筑高度分别按照本规范有关住宅建筑和公共建筑的规定执行；该建筑的其他防火设计应根据建筑的总高度和建筑规模按本规范有关公共建筑的规定执行。

分析：按旧版《高规》GB50045-95（2005 年版）之 8.2.1 条，建筑高度超过 50m 的一类高层建筑商住楼，住宅部分的防烟楼梯间及其前室、合用前室即使满足自然排烟条件，也应设置加压送风系统。但新《建规》将住宅部分与非住宅部分采用防火措施完全分隔，住宅部分与非住宅部分的安全出口和疏散楼梯分别独立设置，从防火安全的角度把住宅与非住宅分开来考虑，防排烟系统也可以各算各的。就暖通专业而言，住宅部分的建筑总高度不超过 100m 时，其防烟楼梯间及其前室、合用前室可采用自然排烟；非住宅部分的防排烟系统根据非住宅部分的建筑高度执行。

结论：建筑高度超过 50m 的一类高层建筑商住楼，住宅部分总建筑高度不超过 100m，住宅部分的防烟楼梯间及其前室、合用前室满足自然排烟条件，可不设置加压送风系统。

1.3 问题：剪刀楼梯间、合用前室无自然排烟条件设置加压送风系统，但剪刀楼梯间的单独前室无自然排烟条件且不设置加压送风系统时，如何计算剪刀楼梯间的加压送风量？

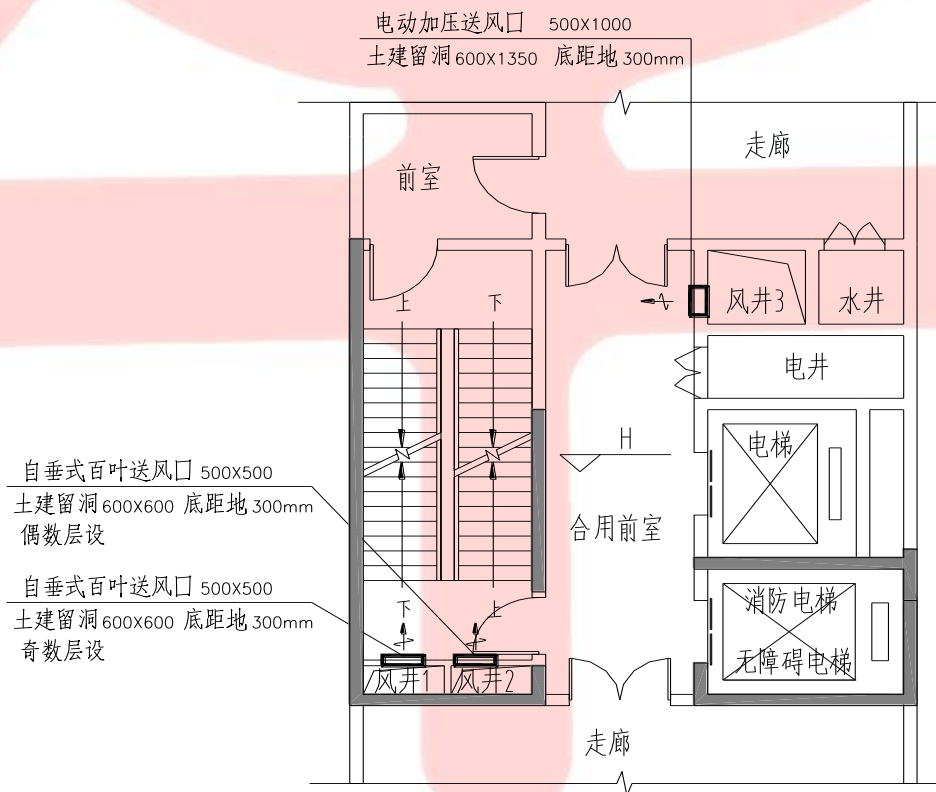


图 1-2 核心筒加压送风平面图

根据《高规》GB50045-95之8.3.2条：高层建筑防烟楼梯间及其前室、合用前室和消防电梯间前室的机械加压送风量应由计算确定，或按表8.3.2-1至表8.3.2-4的规定确定。当计算值和本表不一致时，应按两者中较大值确定。

分析：常见的错误作法是一个剪刀楼梯（风井1）的加压送风量按（前室不送风）计算；另一个剪刀楼梯（风井2）的加压送风量按防烟楼梯间及合用前室分别加压送风计算。实际上每个剪刀楼梯间隔层对着合用前室，隔层对着独立的前室，因此两个剪刀楼梯间的加压送风量应该是一致的。

结论：如按规范中表格取值，每个剪刀楼梯间的最小加压送风量应为（前室不送风的防烟楼梯间加压送风量+防烟楼梯间及合用前室分别加压送风时防烟楼梯间的加压送风量）/2。

1.4 问题：内走道排烟口设置位置不合理，与附近安全出口沿走道方向相邻边缘之间的最小水平距离小于1.50m。

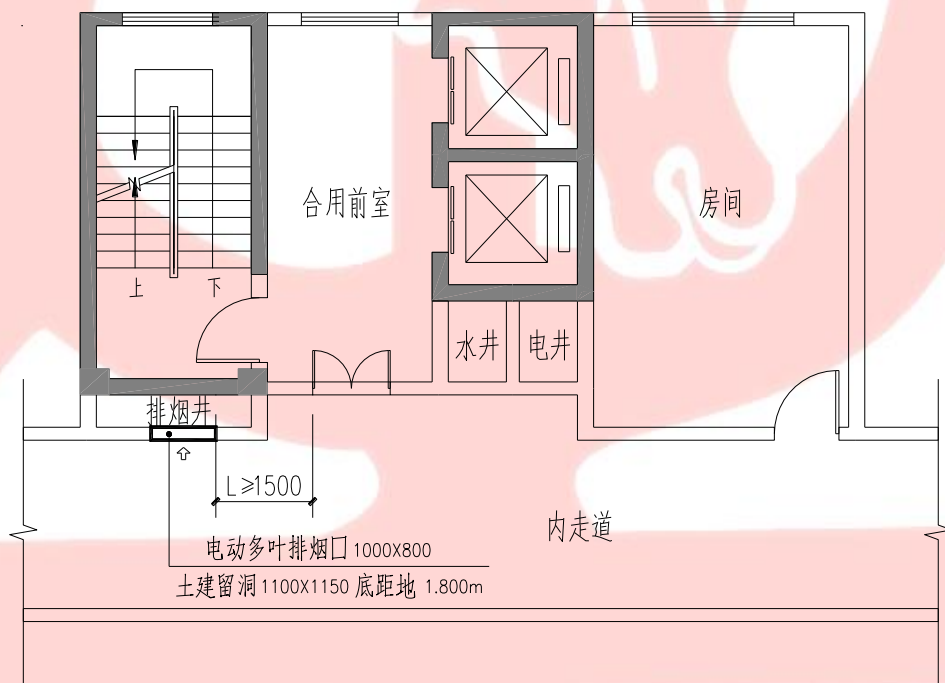


图 1-3 内走道排烟口布置平面图

根据《高规》GB50045-95之8.4.4条、《建规》GB50016-2006之9.4.6.3条：排烟口应设在顶棚上或靠近顶棚的墙面上，且与附近安全出口沿走道方向相邻边缘之间的最小水平距离不应小1.50m。

分析：建筑专业考虑到在房间里布置排烟井影响房间使用功能，通常将排烟井布置在靠近楼梯间的部位。而经验不足的暖通专业设计人员往往忽视了内走道排烟口设置要求，未考虑到排烟气流方向应与人员疏散方向相反，才能更有利于人员安全疏散。这里有必要强调的是沿走道疏散方向的水平距离，而不是垂直距离或斜线距离。

结论：内走道排烟口设置位置距离楼梯间安全出口越远越好。

1.5 问题：防排烟系统的室外进风口、排烟口布置应注意哪些问题？

根据《建规》GB50016-2006之9.4.7条,机械加压送风防烟系统和排烟补风系统的室外进风口宜布置在室外排烟口的下方,且高差不宜小于3.0m;当水平布置时,水平距离不宜小于10m。《民暖通规》GB50736-2012之6.3.8.2条,地下汽车库室外排风口应设于建筑下风向,且远离人员活动区并宜作消声处理。

分析:建筑专业认为防排烟的室外进风口、排烟口出地坪的位置及高度影响到建筑立面美观,故常常将风井集中布置,或靠近楼梯间布置。而不同使用功能的风井间距较近,导致排烟口出地坪时与加压送风口或消防补风口水平间距不满足规范要求,排出的烟气又被送回到建筑内部。部分排烟井靠近楼梯间布置时,排烟口出地坪位置与人员疏散口较近,影响安全疏散。屋顶上的加压送风口与排烟口同样存在类似问题,当加压送风井与排烟井间距较近时,应注意在垂直方向上错开布置,或设水平风管使其两者之间满足水平间距的要求。

结论:室外排烟口应尽可能远离安全出口、加压送风口或消防补风口,间距宜满足规范要求。

1.6 问题:建筑内的排烟风机、消防补风机和加压送风机是否可以合用风机房?

根据《建规》GB50016-2014之8.1.9条,设置在建筑内的防排烟风机应设置在不同的专用机房内,有关防火分隔措施应符合本规范第6.2.7条的规定。

分析:新版的《建规》明确规定建筑内的排烟风机和加压送风机应各自独立设置专用机房,专用机房应采用耐火极限不低于2.0h的隔墙和1.5h的楼板和甲级防火门与其它部位隔开。可见规范对于设置专用机房的要求比旧版更加严格了,考虑到不同防排烟系统的功能不同,特别强调排烟机房内不得设有用于机械加压送风的风机及风管。

结论:消防排烟风机不得与消防补风机、加压送风机合用机房,消防补风机可与加压送风机合用机房。消防排烟风机与通风风机合用机房时,除应符合规范要求的耐火要求外,还应符合下列条件:(1)机房内应设自动喷水灭火系统;(2)排烟风机与排烟管道上不宜设软接。当排烟风机及系统中设置有软接头时,该软接头应能在280℃的环境条件下连续工作不少于30min。

1.7 问题:新版《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB50067-2014中关于汽车库排烟量的计算标准与旧版有何不同?

根据《汽车库防火规》GB50067-2014之8.2.4条,每个防烟分区排烟风机的排烟量不应小于30000m³/h,且不应小于表8.2.4中的数值。

表 8.2.4 车库的排烟量

车库的净高 (m)	车库的排烟量 (m ³ /h)	车库的净高 (m)	车库的排烟量 (m ³ /h)
3及以下	30000	3.1~4.0	31500
4.1~5.0	33000	5.1~6.0	34500
6.1~7.0	36000	7.1~8.0	37500
8.1~9.0	39000	9.1及以上	40500

注:建筑空间净高位于表中两个高度之间的,按线性插值法取值。

《汽车库防火规》GB50067-97之8.2.4条,排烟风机的排烟量应按换气次数不小于6次/h计算确定。

分析:新版规范对于计算排烟量与旧版有较大区别,旧版中排烟量根据换气次数6次/h计算,考虑到按换气次数计算时,汽车库体积难以准确核算,在新版规范中给出排烟量计算标准,按车库净高限值最小排烟量的表格,只要明确车库的净高,最小排烟量一目了然。但考虑到汽车库通常情况下,平时排风与火灾时排烟合用系统,而平时通风系统的风量按规范《民暖通规》GB50736-2012的要求宜采用稀释浓度法计算,对于单层停放的汽车库可采用换气次数法计算,并应取两者较大值。故部分情况下,有可能计算出车库的平时排风量大于《汽车库防火规》表格中的排烟量,当合用风机时,应取两者较大值。

结论:按新版《汽车库防火规》GB50067-2014,车库各防烟分区的排烟量仅与车库净高有关,而与车库体积无关。对于防烟分区面积较小的车库而言,应注意最小排烟量也不应小于 $30000\text{m}^3/\text{h}$ 。

1.8 问题:地下室(半地下室)防烟楼梯间及地上防烟楼梯间均需要设计加压送风系统时,如何设置加压送风系统?

根据《建规》GB50016-2014之6.4.4.3条,建筑的地下或半地下部分与地上部分不应共用楼梯间。

分析:地下室防烟楼梯间与地上防烟楼梯间是两个独立的楼梯间,应分别独立设置加压送风系统。受建筑条件限制时,可与地上部分的楼梯间共用加压送风系统,但应分别计算地上、地下的加压送风量,共用加压送风的系统设计应采取有效措施满足地下、地下的送风量要求。

结论:地上、地下防烟楼梯间共用加压送风系统是不得已才采用的方法,实际上很难有效控制地上、地下的加压送风量。在工程中,还是应该尽量分别独立设置加压送风系统。地下室防烟楼梯间加压送风系统的送风量宜采用风速法计算,当套用规范表格送风量时,宜设置余压阀。

2、通风空调系统:

2.1 问题:高层建筑集中空调冷冻水系统水平、垂直均采用异程式系统布置,各楼层支管加平衡阀,能否满足系统水力平衡的要求?

根据《民暖通规》GB50736-2012之8.5.14条,空调水系统布置和选择管径时,应减少并联环路之间压力损失的相对差额。当设计工况时并联环路之间压力损失的相对差额超过15%时,应采取水力平衡措施。

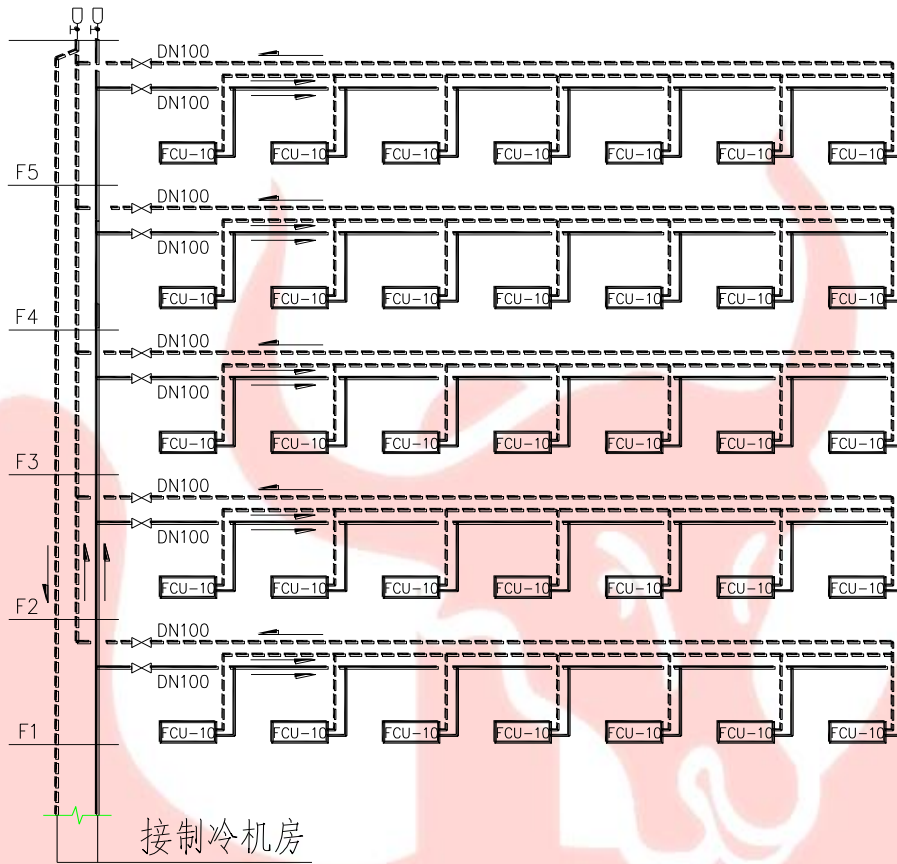


图 2-1 空调同程式水系统图

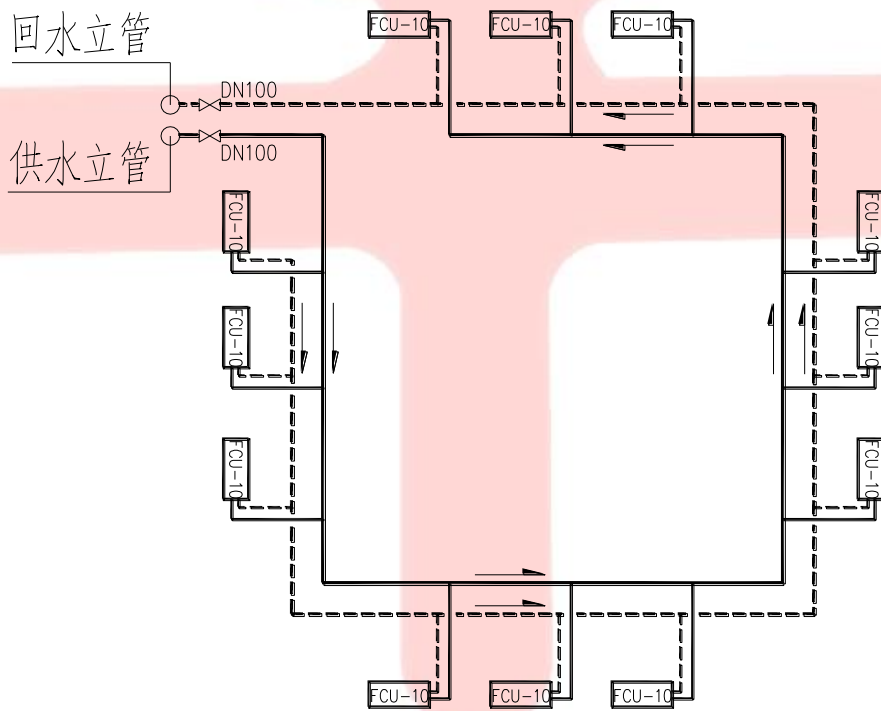


图 2-2 空调同程式水管平面布置图

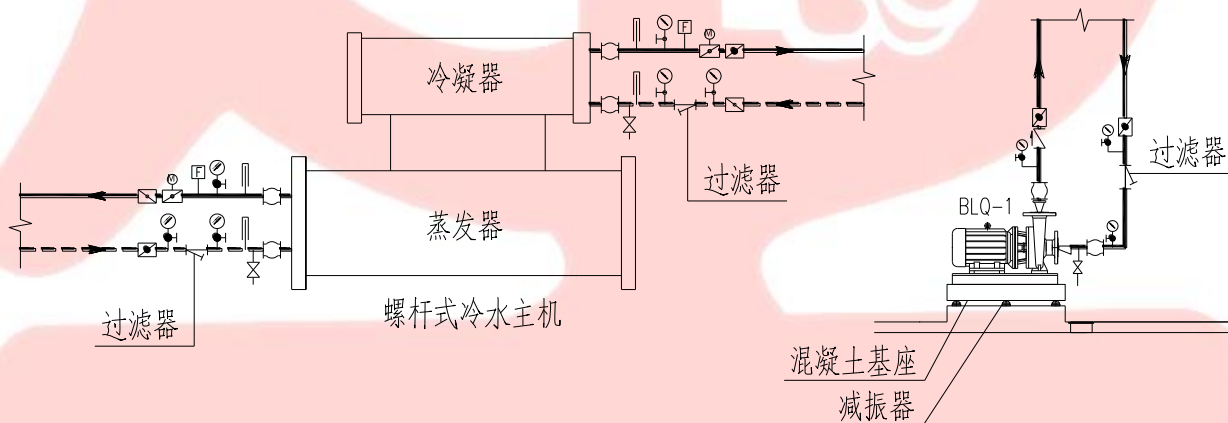
分析：同程式空调水系统是指供、回水干管中的水流方向相同，每一并联环路的管路长相等。异程式空调水系统是指供、回水干管中的水流方向相反，每一并联环路的管路长不相等。各环路间存在阻力不平衡现象，导致水流量分配不均匀。以前的设计人员都会注意水力平衡问题，而采用同程式系统，而年轻的设计人员常常采用异程式系统加平衡阀来取代同程式系统，不论多少层，每层管路多长，认为只要加了平衡阀就没问题了。实际上，传统的同程式系统即可靠又简单，应优先考虑同程式布置。只有当末端风机盘管台数较少时（不超过8台）可采用异程式布置。

结论：空调水系统应优先采用同程式布置，同程式布置简单可靠。常用的水平、垂直同程式布置如图 2-1 所示；平面“回”字型同程布置如图 2-2 所示。

2.2 问题：空调水系统中应在哪些部位需设置过滤器？

根据《民暖通规》GB50736-2012 之 8.5.22 条，冷水机组或换热器、循环水泵、补水泵等设备的入口管道上，应根据需要设置过滤器或除污器。

分析：过滤器的设置在整个空调系统的设计中是一个较小的问题，往往会被设计人员忽视。而在实际工程中，由于漏设过滤器，引起冷水机组蒸发器、冷凝器堵塞，造成空调水系统运行不良的情况时有发生。有时候，虽设置有过滤器，但未在过滤器两端设压力表，以致于过滤器中杂质未能及时清除，也会影响空调水系统的运行。



结论：冷水机组的蒸发器、冷凝器、冷冻水泵及冷却水泵的入口处均需设置过滤器，过滤器的两端宜设置压力表。

以上问题只是窥豹一斑，未能将通风空调设计中所有问题一一列举。也希望能借此文抛砖引玉，来与大家共同学习与交流。

参考文献

- 1 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 2 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008
- 2 《建筑设计防火规范》GB50016-2014
- 3 《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB50067-2014
- 4 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012
- 5 《高层民用建筑防火设计规范》GB50045-95(2009 年版)

稳扎稳打，步步为营

文/小鱼儿飞飞

2014注册考试已经过去了半个多月了，平复了考试前紧张的心情，在这里回顾下逝去这一年的辛苦努力。应该有很多人已经开始准备来年的考试了，在读我的注考总结的各位同仁中，应该有对过答案后宣誓再战了，有年份到了跃跃欲试准备考试的，也有一些是报着看一看的心态打开此页的。不论如何，我在这里小述一下这一年来的备考经历。（于2014年末，专业考试出分啦，133/74，看来是通过喽）

总体来说，注册考试的关键还是自己的努力，其他人都无法替代。这一年的准备是从一个人奋战的开始，到一群人的共同努力，直至自身一人痛快琳琳的奋战考场。

STATE ONE 学习与准备（2013.9~2013.12）

2014年是我第一次参加专业注册考试，所以开始的时间比较早，2013年9月就开始对教材进行了复习。整体来讲，复习初期的提升比较大，到了2014年4月之后，提升的进度就开始缓慢了。

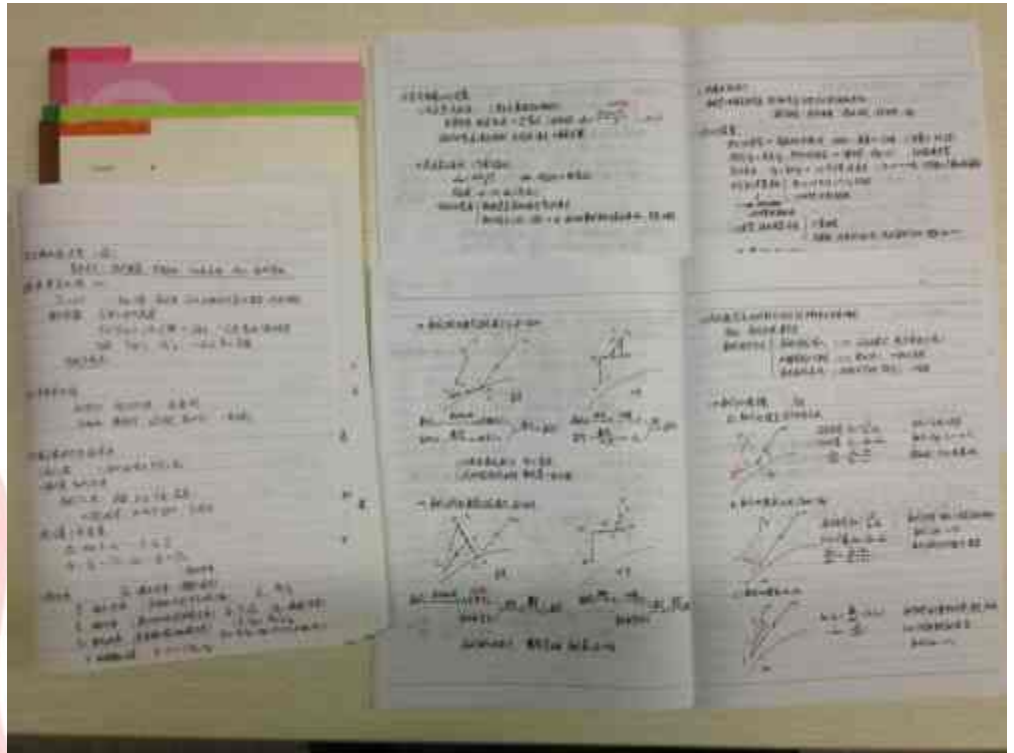


2013年9月-12月是我教材复习阶段。这段时间，我采用的是三版教材+大学课本+读书笔记的方式进行复习的。并且，复习时，采暖、通风、空调、制冷每完成一个部分，就安排自己做一部分13版仿真题。看书的过程是枯燥的，有很多看起来熟悉的内容，也有很多新的知识点。对于教材的感觉就是大学期间学的内容都还给老师了。不过，对于读书笔记的方式，个人觉得比较实用。这个东西一方面帮助自己理清教材的思路，看到一些明面上的知识点，（比如空调的章节，因为大小标题比较混乱，但是通过读书笔记，很多就清晰了）。其次，采用读书笔记还能防止看书疲劳。很多人反映看书容易困，但是，我做读书笔记还真没怎么困过。

对于教材的第一遍学习，只是对教材了解了大概，实际水平与参加考试距离甚远。因为我采用了看一部分书，做一部分题，所以深有感悟。我没有选择做模拟题，而采用直接用真题进行复习。当时只有13版仿真题，里面收录了06~12的真题。对于这个资料，08年之前的真题，我是用来熟悉习题和真题的。从06-07年看题懵圈，到08年开始有感觉，我觉得做题才是真正提升自我的阶段。因为仿真题是题目和答案在一起的，所以我做题都用一张A4纸挡在在答案上面，不从教材和规范上找到答案，誓不罢休。虽然一开始做题很慢，毕竟教材和规范都不是很熟悉，有些规范甚至都不知道是啥，但是，当做到09年真

题的时候，很多问题能够明确答案的大概方向。当做到11年真题的时候，因为有了前4年真题的基础，原文题的问题基本不大了，主要问题就集中在理解性问题上。

13年12月，当我完成了空调复习的时候，忽然发现很多考题都是重复的，忽然激发起自己总结真题的冲动。当时能耐住了自己总结的心，继续学习制冷。当制冷案例做完后，总结了第一个制冷的案例题分类，并且附上了一些理解。总结后，很多问题都清晰了，甚至有些



还没有考到的考点也很清晰。印象最深的是蓄冷的案例题，真都是一个模子印出来的。有了制冷的启发，我用了14年1月一个月的时间，把13仿真题所有的案例题都如法炮制的分类了一遍。分类的过程是按照案例题一道一道自己做，做完一年的真题，把这年的真题手打到word上，并按考察知识点分成类。分类后，对案例题基本有了把握。

制冷技术案例析题

(制冷技术与空调工程)

1.1 案例背景 (20分)

1.2 案例背景 (20分)

设备名称	型号	制冷量 (kW)	功率 (kW)	效率 (%)
压缩机	100	100	100	100
蒸发器	100	100	100	100
冷凝器	100	100	100	100
节流阀	100	100	100	100

4.1 某空调系统采用... (20分)

4.2 某空调系统采用... (20分)

4.3 某空调系统采用... (20分)

4.4 某空调系统采用... (20分)

制冷技术案例析题

4.1 某空调系统采用... (20分)

设备名称	制冷量 (kW)	功率 (kW)	效率 (%)
压缩机	100	100	100
蒸发器	100	100	100
冷凝器	100	100	100
节流阀	100	100	100

4.2 某空调系统采用... (20分)

4.3 某空调系统采用... (20分)

4.4 某空调系统采用... (20分)

对于案例题归类后,我又集中的看了第二遍教材,这一边大概用了两周时间。效果不错,很多第一遍看着很晕的内容都排除了,因为那些实际不怎么考。这时,我又开始安排自己第二遍做真题。这一遍,我不仅仅做题,还做了一个错题记录。在 excel 里面计算正确率,在 word 里面把所有的错题知识点总结出来。错题很重要,因为这些是自己没有掌握的内容,推荐做题的人用这种方法,绝对有提升。可以说,我的错题记录就是现在知识点题汇集的雏形。

STATE TWO 寻找组织(2013.12~2014.4)

在1月份,我报了暖通空调在线的培训班。有人问我为什么报这个班。原因么,当时只知道《暖通空调》然后又发现这么个培训班,再加上做了小林13仿真题,就报了,其他啥都没想过(好稚嫩)。第一次考么,报全套吧,据说除了打折、可以看前一年的考试培训视频,还有箱子送。当时新课还没有开始,但是群内讨论已经有条不紊的进行了。总体来说,我们培训班考试群的氛围很不错,经常有人提问题。这些问题激发了我进一步思考,所以2-3月,每当有人提问题,我都努力的到教材中去翻阅答案,到规范中去探求解答。这自发的过程我觉得让我在做题后又有了新的提升。至今,很多人在群里询问某某题出自哪里,实际上这种问题就是帮助我们大家去认识教材和规范的,我推荐大家遇到这种问题都自发的翻翻教材。

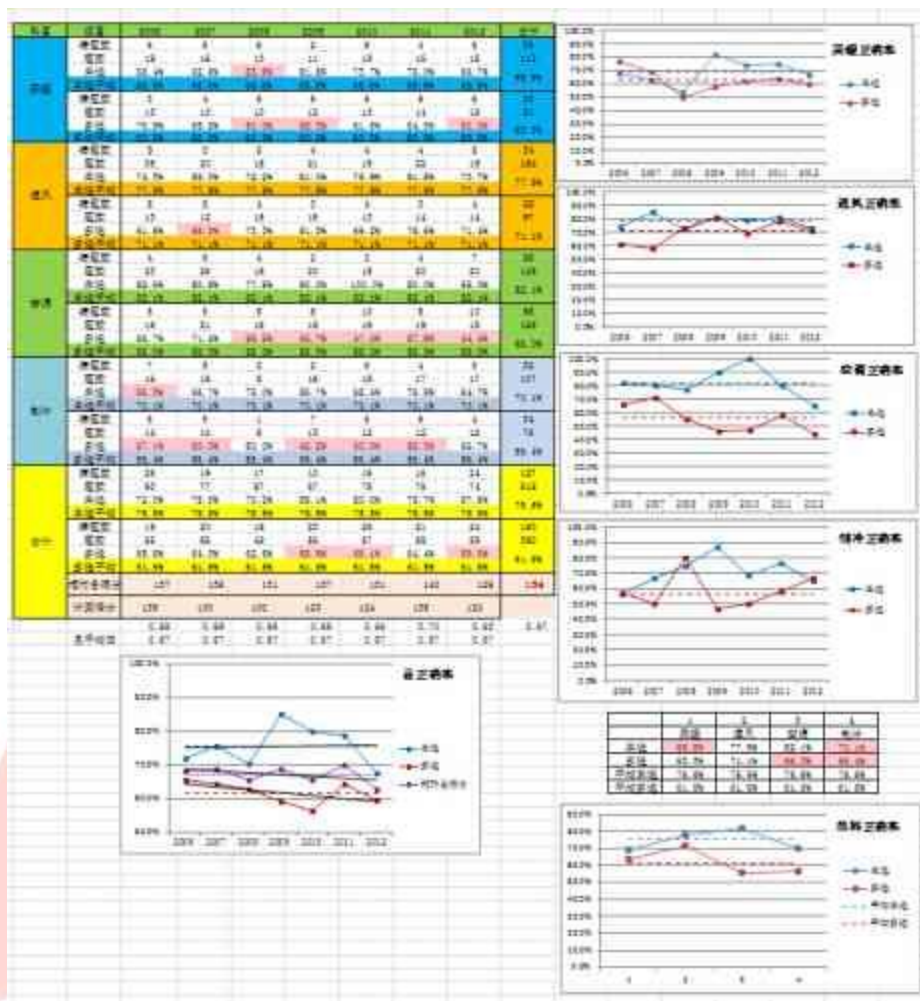
复习过程中,我在培训班的论坛和群共享里分享了很多各类的总结资料,如历年题、仿真题题型分类、各种小知识点总结(风机盘管、防火规范等)、群内讨论小汇等。现在想来,做这些总结都是当时发现需要做这么一个东西,让自己深刻认识某个知识点而做的,一点点积累后就形成了各种资料。比如仿真题题型分类,这个资料虽然有盗版小林仿真题的嫌疑,但是起因就是发现自己做题只是对某些知识点不懂,所以忽然觉得应该把凌乱的真题分成各个有相互联系的群体,把问题集中解决。再比如某些小知识点总结,也是对于这些不懂的问题进行了进一步知识性总结。虽然做总结的过程比较辛苦,要翻阅各种规范,但是做完后的收货是难以计量的。

这个阶段的末尾,大概4月份吧,我也自己安排了看规范的任务。因为,当我完成第一遍错题总结后,发现自己的错误大部分来自规范和教材,而常错的规范就那么几个,这时我想起了小林的规范分类复习法和袍哥的“教材、暖规、09技措三本对照”,觉得自己应该着手去看规范了。于是,我安排自己把所有的A类规范都仔细学习了一遍。看的很慢,条文和解释对着看,很容易犯困,特别是有些条文也不知所以,不过只能硬着头皮上了。在这首次看规范的过程中,我用的是单行本,所以看到后来,再加上做题,暖规和民规基本都烂了。无奈,忽然想起了还有个《规范汇编》,那个纸质量好像不错,不容易坏,所以从那时开始,我开始养成用汇编去翻阅各个规范,汇编没有的用单行本补齐。很多人提出汇编收录的规范不全,怕影响考试发挥。这个问题主要是个人习惯,如果对规范足够熟悉,我觉得汇编已经足够了,特别的,最好还是知道汇编少了哪些内容。所以,我在看规范的时候,都是手中拿着汇编,对着电脑,屏幕上规范的电子版。这样以汇编为主,少的部分看看屏幕上的单行本,那些觉得有用的,在这个阶段会做一些标记,但没有大段的抄录过。因为,4月的时候,我还不是很确定汇编没收录的是否有用,但是当我在后来第二遍看规范的时候,倒是抄录了一些内容。

在2013年9月~2014年4月这8个月的复习中,我更进一步认识到专业考试涵盖范围之广以及考察内容之深。4个月初识教材加练习,2个月深化理解加总结,2个月扩展教材和规范。其实进入了3月后,我的节奏因为工作情况放慢了,到了4月份甚至停止了1个月,还好时间充裕,可以随意挥霍。整整8个月的训练,个人觉得整体上有下面几个方面收货:

- 1) 借助培训班让自己对考点以及教材有了很深的理解。群里经常有讨论问题的,在一开始看书时因为是一个人看,经查卡住,思维定式。但是有了培训班群这个集体,让我思路打开,放开了眼界。
- 2) 熟悉了教材和规范。通过通读教材2遍,所有规范1遍,A类规范深入研究2遍。目前能够看到问题就对规范和教材直接定位,并且不用标签。这个是死功夫,无人替代。
- 3) 小知识点标记到教材上,提升效率。空气处理设备、过滤除尘等内容,个人把分散在教材各个部分的内容汇集到教材的某页上,这种方法对于做题很受用,看到这个知识点就直接查取答案。

4) 总结历年题, 进一步把握考试范围。之前看过很多人总结的资料, 按照袍哥三对照看过书, 也看过别人的分类。但是只有自己做了一遍分类才发现, 原来题目是那个样子的。益处, 不可言表。



于此同时, 我对自己又进一步规划了后续 5 个月的复习计划 (当时做的计划):

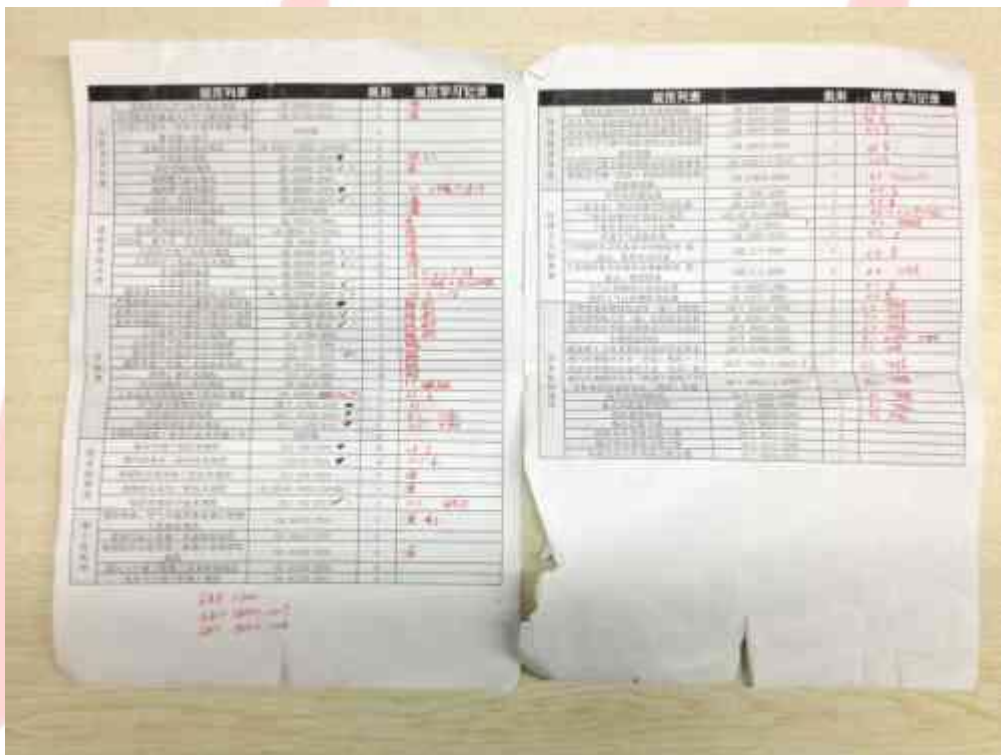
- 1) 利用 14 仿真题, 再做一遍真题, 做 14 版仿真题分类。据说 14 版加了很多勘误, 准备再做一遍真题, 并进一步深入分析各个题目。
- 2) 知识群小结。我喜欢把知识点整合为知识群, 因为暖通是一个系统, 很多知识点是连带的。比如自然通风的考察, 这个知识群涵盖了很多知识点, 但是应该一起集中理解。所以, 在今后的复习中, 我将按照自己之前做好的题型分类, 再对自己比较弱的类型题对应的知识群进行总结。
- 3) 进一步理解规范。在之前的 8 个月, 我曾集中 2 周时间通读全部 71 本规范。目前考试规范列表已经出来了, 没有什么增加的内容。因此今后, 我将对 A 类规范再深入学习, 特别是民规, 感觉还有很多内容不是很熟悉。
- 4) 做好报考准备。6 月份就要报名考试了, 报考还要资格审核, 这些应该是要排上日程的。

[【小鱼儿飞飞】真题“知识点题”与“案例题”自制分类重排版](#)

STATE THREE 在未知中探索方法, 在已知中记录总结 (2014.5~2014.6)

培训班在这个阶段安排的进度是第一遍看书加跟着看精讲班, 同时进度快的也都安排开始做题。由于我早已开始复习, 对习题和教材已经有了一定了解, 13 仿真题也已经做了 2 遍了, 这个时候忽然觉得不知道看什么了。另外, 这个时候生产任务也比较多, 所以 4 月和 5 月, 我除了平时看看培训群, 讨论讨论问题外, 没有太多的时间看书。好在 5 月末大部分生产任务进入尾声, 官方的 14 年考试规范列表也出来了, 这激

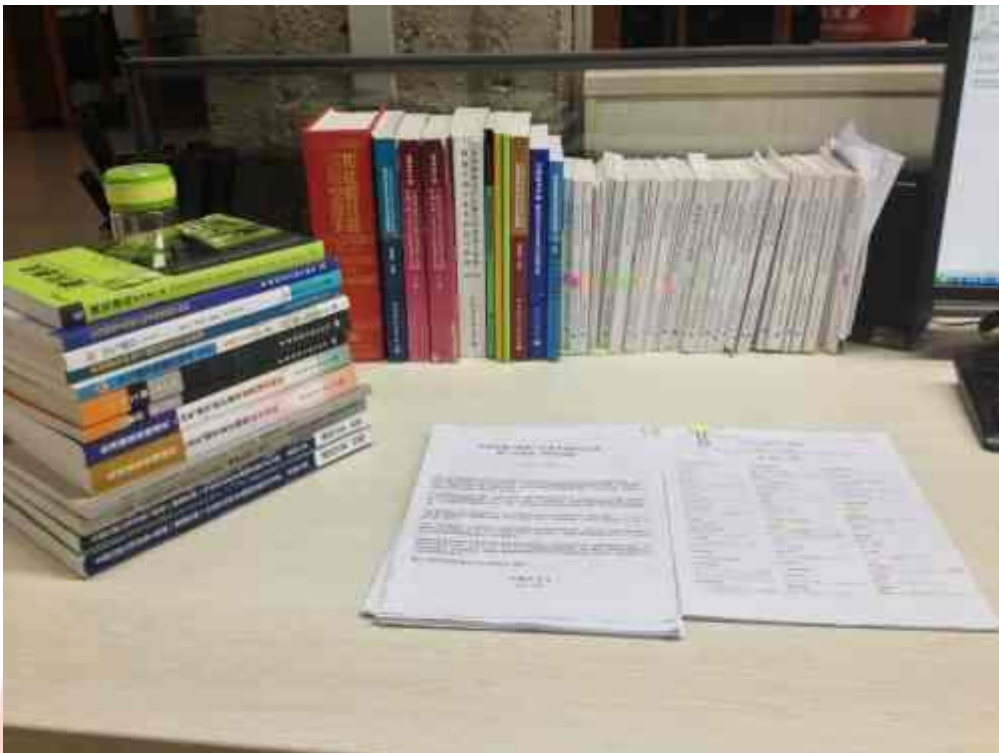
起了我再读看规范的欲望。小林在第一时间发布了调整后的规范分类，我拿到后，又开始手打修缮，给自己做了一个规范复习列表。整整71本规范，看着好吓人，一本本看吧。我安排的顺序基本上也是供暖、通风、空调、制冷，这么去看的。因为已经了解了一些题目了，哪些规范常考也有一定了解，所以这一遍看规范不像之前那样的漫无目的。当看到条文的时候，经常有种“这就是考点”的冲动，于是我会有选择的在规范上做简单的标记。我不崇尚大段的横线，毕竟全是重点就没有重点了。更多的，我会把条文解释中的要点，配套的抄到规范条文旁边。在看规范的同时，我也会记录自己的看书情况，并且对规范汇编的收录情况做一些记录。我觉得，这个阶段我选择看规范是十分正确的，补足了我在规范熟悉上的空缺，为后续进一步巩固提高也打下的基础。



小林老师在实战班中提到目前这一阶段的注考箴言是“坚持”，复习至这一阶段发现这两个字尤为重要。就这个阶段来看，教材和规范已经看了几遍了，已经很难再静下心来去看教材，而做题中偶尔发现一些生僻或生疏的考点，偶尔会有种无从下手的感觉。但是，时间是宝贵的，遇到这种情况时，我大都逼迫自己去看看民规，或者看看民规相关的材料（比如《宣贯》，比如《技术指南》）。如此，一次次的缓解自己的疲惫感。这里推荐《技术指南》里面的几个材料，一个是潘云钢写的关于ECHR的介绍和实施要点，我曾把这篇文章中的例题作为练习题在论坛中和大家讨论过（14年考试考了）；一个是也是潘云钢写的，是空调水选择与设计，对比教材、红宝书和其他课本，这篇文章具体解析了各种水系统的优缺点及能耗情况，是非常好的考试学习资料（这个也考了）；一个是特灵公司贾晶写的有关冷水机组全年能耗评价指标的探讨，对于COP和IPLV的问题，这篇文章具体讨论了，这个问题应该也是民规中比较重要的考点（这个内容应该对应第二天的案例题）。

在一开始做题的时候，采用大量的题海战术一般来说还是行之有效的。但是个人经验，在做完13仿真题之后，题海战术就没有太多的实力增长了。6月中旬14模拟题到手后，试着做了一些。总体来讲，题目质量是有上升，但是考察的知识点还是比较单调和冷僻。所以，个人觉得如果是手中没有可练习的题目了，或者自觉得规范教材看得很熟练了，可以做做模拟题。做过这些题目后，再联想到之前做过的一些真题分类，觉得进一步做总结是十分有必要的。实战班的历年真题总结篇感觉十分给力，总大方向上指导了

如何去总结,个人也利用这几讲实战班的内容进一步总结一些考点。自行总结在中后期绝对是王道。



这个阶段中群内讨论的问题主要集中的两类,一类是找不到题目出处的问题,一类是对于有争议问题的讨论。前者的原因应该是做题不够多,导致对规范和教材的熟练程度不够造成的;但是后者主要是题目答案与修订后的规范或者实际经验发生冲突造成的。从讨论小汇的总结来看,大家讨论的问题已经越来越深入了,更多的是对课程中老师所讲产生疑惑,很多情况下讨论是没有结果的。个人对待这些讨论主要是吸取大家的经验,再结合自身对理论的理解加以深化,更多的是经验和理论的提升。另外,随着讨论的深入,个人觉得规范是十分重要的资料,之前已经把71本规范都通读过一遍,A类的研究过几遍,但是对于防火类规范掌握还不是很到位,一些机组规程还不能很好的掌握。我对这些问题都在下面的阶段进行了专门的理解训练。

[【小鱼儿飞飞】做题阶段建议+求仿真题同步做题战友](#)

[【小鱼儿飞飞】暖通专业考试三版教材15次印刷勘误表-讨论稿](#)

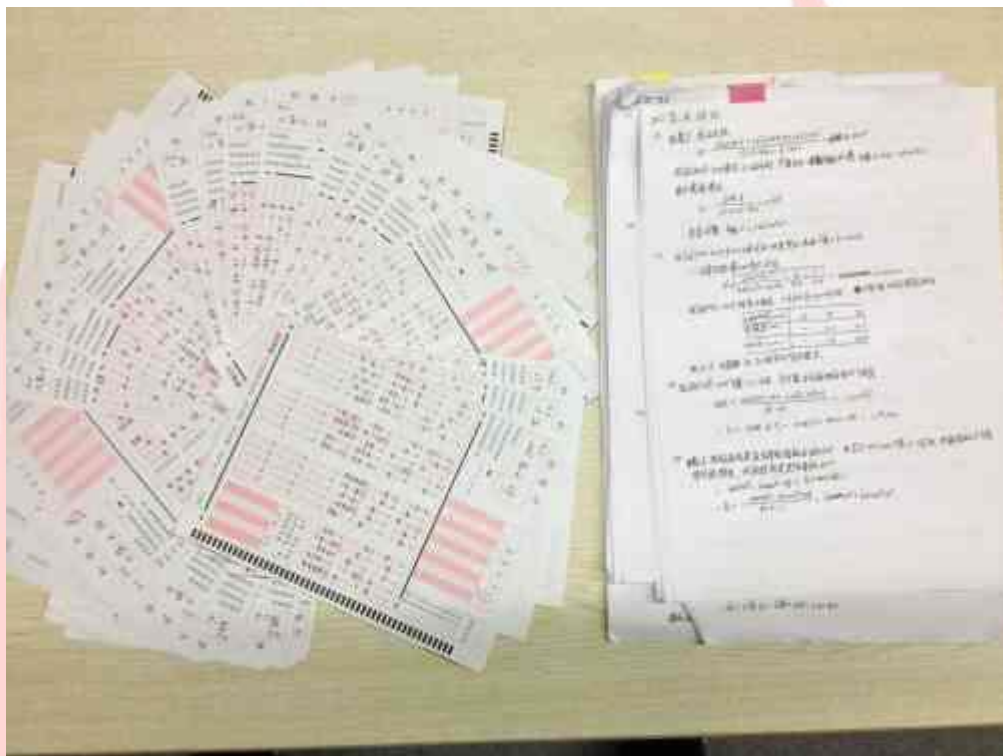
STATE FOUR 煎熬中加倍努力,总结!总结!再总结!(2014.7~2014.8)

随着离考试的日期越来越近了,倒计时也将从双位数进入个位数。这一阶段的复习节奏很重要,不然会如很盲目的看书。我自7月1日开始后50天的整体的节奏是这样的:

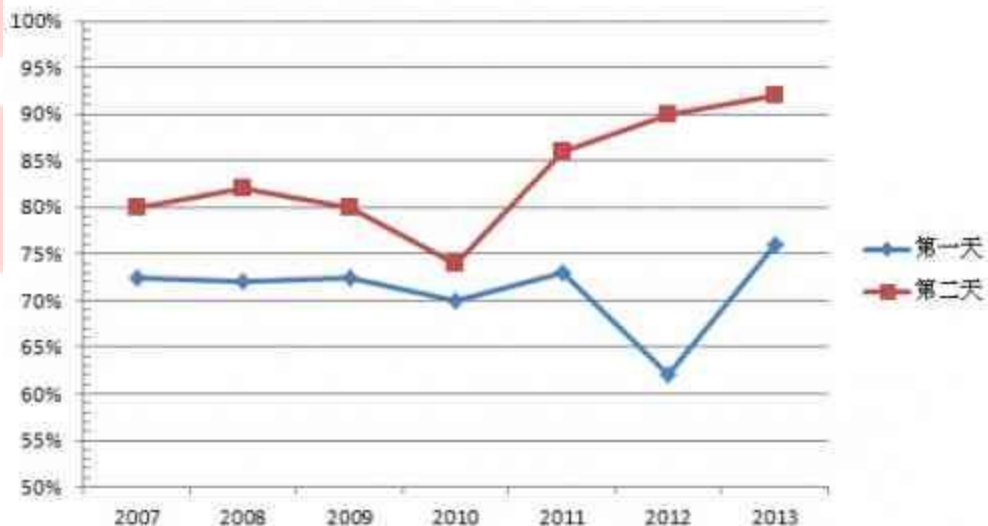
做真题套卷(7套卷,21天)→总结真题(13天)→汇集做错的题(1天)→根据做错的题重新看教材和规范(7天)→做各类总结(4天)→做14仿真模拟卷(2天)→看规范和教材(剩余时间)

在7月之前的复习中,我基本保证了教材复习2遍,规范看一遍,A类和B类的看两遍的复习量。进入7月后主要是通过做题寻找自身的不足。这段时间的做题,我主要是以真题训练位主,自己从清风那里购买了一套真题,从2007年真题开始依次做到2013年,很给力。每套题我都按照考试的要求去做,而且对每年真题的得分情况都做统计。这个训练个人认为是极为重要的,因此在后来的真题训练阶段,我也建议大家进行一定量的真题模拟。首先,就做题速度而言,我没有特意的去训练过,更多的是去关注对教材对规范的理解和熟悉。这一点在我做真题时感触很深,基本上对于一套新题我能保证2-2.5小时内完成第一天知识题的一套题,2小时左右能完成第二天案例的一套题。其次,做题过程中,我也注意总结,也就是网上分享的真题分类总结,我利用这个总结表,对照自己错题的情况,明显的看出自己在供暖热网

和锅炉、通风排风罩、空调风机盘管和水系统以及制冷的能耗问题、蓄冷问题上错的比较多。所以，随后我安排了自己就这些问题进一步去看书和规范。应该说这是我第二次进行做错题总结了。第一次是在5月份第一轮做完13仿真题后进行的总结。相比而言这次总结更为全面，发现的问题也更深刻。可以说，看书看到一定程度时必须经过做题的洗礼，才能提升。



历年题正确率统计



因为做过真题总结后，我发现考试所考察的主要也就那么几大部分，所以总结了真题考点分类。群中的考友基本都看过我的总结了，真题分类总结、案例题剖析、群内常讨论问题总结以及各种专题总结。这些总结制作的过程的确很辛苦，但是做完后我第一个感觉是“思路清晰”。很多人很奇怪，我是怎么做总结的。在这个阶段，我的总结基本是从真题反馈回规范和教材。我利用自己做的真题分类总结，将自己真题中的做错的题都圈了出来，这样我明显看到了哪些题是我经常错的。这些题目就是我的出发点，我如

此一个个专题进行资料翻阅和学习,还有针对性的买书。比如,我为了搞明白防火,看了《高层建筑和地下建筑通风与防排烟》,为了搞人防,看了《人民防空工程通风空调设计》,为了搞清楚温湿度独立控制,看了《温湿度独立控制空调系统》。之后,我就根据自己的理解一一做了总结。另外,因为在群众经常与考友们讨论问题,再加上每周都要负责完成周群内讨论小汇,让我很清楚哪些问题是大家共性问题,哪些是难点,这也促进了我坚持做总结。后期我也因此总结了“群内常讨论问题汇集”。



除了总结之外,这个阶段我深有感触的是跳出题海,回归教材和规范。这个地方要说说规范了。对于规范的学习,每本规范都要看。小林的ABC分类方式是不错,适合于起步时对规范的理解。但是到了复习后期应该形成自己的ABC类,也就是觉得很重要,一般重要,查取性规范,这么三类。就说GB 18430.1-2007这个规范,考了多少回了,但是基本还是C类。GBZ 1,GBZ 2.1,GBZ 2.2这几个也是,总考,但是,也归类到C。不过我个人,比较看重这几个。今年2.2可又考了。熟悉真题后,再看规范的时候基本能知道哪些考过,哪些没有。这对自己预测考点也有指导性。比如看辐射供暖的3.3.7条文说明,看空调经济运行中的一堆公式。这在规范学习中,如果有感觉的话,应该很快反映出“这里肯定可以出题”。但是,关键是对规范的翻阅感觉,而不是记忆。就说今年考试,考了一些没考过的,但是能通过翻阅规范的经验,很快的定位可能的位置。

在第二轮复习总结时,我曾经提过要形成知识群的概念,实际是一个知识体系的概念。其实这个问题就是要跳出题的限制,一道题只是在对某一个问题进行考察,考过了可能也就不会考了。但是知识体系是真正的理解一个问题。举个例子,大家之前一直在问风机盘管加新风负荷分担的问题,而问的比较多的也只是某年的多选题,新风处理到等焓线,新风系统不承担室内任何负荷,这么个题。但是实际上,从知识体系上讲,这个就是对焓湿图的理解。我在做过风机盘管负荷分析的总结后,发现在以往的考题以及现在的考题对于这个负荷分担的问题不仅仅是在知识点上考察,案例题上也会侧面的考察。如果大家理解好了焓湿图的法,真正知道了什么是全热负荷、湿负荷、潜热负荷,那么这个问题是很好解决的。另一方面,关于对问题的理解上,我个人的习惯是先看规范教材,然后去搜多一些其他的参考资料。因此,我推荐过大家看《民规技术指南》,关于人防提及过《人防设计丛书》,特别的最近看了下江亿的《温湿度独立控制》,这些资料对理解问题和总结都有很大帮助。讲了这么多,我想对于总结两个字,我的认识是从做题中发现问题,从教材和规范中探求说明,到相关专著中深化认识,在WORD中自己总结书写。另外,因为每周的群讨论小汇我都会最后经手进行编辑,所以我也很难得的可以在大家的讨论中进一步提升自我,大家看到的问题也逐渐变成了我的问题,但是我会用我自己的方式去解决这些疑惑。另外,通过总结,我发

现我对一些问题有了更深的认识，也经常在群里敢于对一些问题给出确切的个人见解，这在应对考试现场新问题是很有利的。

目录

常用规范	1	2 供热设备计算	36
第一次考试 (知识题) 题解	2	2.1 散热器计算	36
第一部分 供暖	2	2.2 散热器计算	37
1 热工设计	2	2.3 辐射散热	37
2 热水采暖设计	3	2.4 热风计算	38
3 蒸汽采暖设计	3	3 水力计算	40
4 散热器采暖	4	3.1 蒸汽采暖系统	40
5 热风采暖	4	3.2 热水采暖系统	41
6 公用热力站	5	3.3 水力计算	41
7 锅炉房	5	4 热网计算	41
8 小区热网	7	4.1 热网供热范围热负荷计算	41
9 采暖与通风	8	4.2 热网热媒流量热损失	41
第二部分 通风	8	4.3 热网热媒与压力计算	42
1 空调通风	8	4.3.1 锅炉计算	42
2 通风	8	4.3.2 热网计算	43
3 除尘	8	4.3.3 热网计算	43
4 除尘	8	4.3.4 热网计算	43
5 除尘	8	4.3.5 热网计算	43
6 除尘	8	4.3.6 热网计算	43
7 除尘	8	4.3.7 热网计算	43
8 除尘	8	4.3.8 热网计算	43
9 除尘	8	4.3.9 热网计算	43
10 除尘	8	4.3.10 热网计算	43
11 除尘	8	4.3.11 热网计算	43
12 除尘	8	4.3.12 热网计算	43
13 除尘	8	4.3.13 热网计算	43
14 除尘	8	4.3.14 热网计算	43
15 除尘	8	4.3.15 热网计算	43
16 除尘	8	4.3.16 热网计算	43
17 除尘	8	4.3.17 热网计算	43
18 除尘	8	4.3.18 热网计算	43
19 除尘	8	4.3.19 热网计算	43
20 除尘	8	4.3.20 热网计算	43
21 除尘	8	4.3.21 热网计算	43
22 除尘	8	4.3.22 热网计算	43
23 除尘	8	4.3.23 热网计算	43
24 除尘	8	4.3.24 热网计算	43



- 1T2011_快速识读暖通空调施工图(任业凤,2006)
- GB50176-2016 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- 暖通学(原第二版) p4f
- 电力工业学校教材 泵与风机 p4f
- 暖通学从零基础 p4f
- 高层建筑与地下建筑通风与防排烟 余克光 p4f
- 工程热力学(高教出版社第四版)答案 p4f
- 工程热力学 p4f
- 工业通风 第四版 p4f
- 工业通风(第三版) p4f
- 供热工程 第四版 p4f
- 供热工程课程设计 p4f
- 公共建筑节能设计标准宣贯辅导教材,1149171...
- 锅炉及锅炉辅助设备(第四版) p4f
- 建筑给排水设计手册(第二版) 蔡明编著
- 建筑给排水设计手册(第二版) 蔡明编著
- 建筑工程设计施工系列图书 通风 空调 暖通
- 建筑节能技术教程 p4f
- 节能建筑设计与建筑节能技术 p4f
- 洁净厂房的设计与施工—陈新新等著 p4f, p4f
- 洁净室及其环境设计—许钟麟编著 p4f
- 空气调节(第四版) p4f
- 空气调节制冷技术(第二版)+第四版 p4f
- 空气调节制冷技术(第二版) p4f
- 空气净化技术原理—许钟麟(第三版) p4f
- 空气源热泵和地面辐射供暖技术手册 doc
- 流体力学泵与风机 蔡增基 课后习题答案 p4f
- 流体力学泵与风机(第四版) p4f
- 流体力学基础(上册) p4f
- 流体力学基础(下) p4f
- 流体力学配管图 p4f

- 2014年全国注册公用设备工程师(暖通空调)...
- 采暖五知识点小结 doc
- 暖通热质传递地研究 doc
- 对于承担负荷问题讨论 doc
- 对于风盘加新风系统承担负荷问题讨论-小鱼...
- 防排烟设置-小鱼儿飞燕集 doc
- 风机盘管相关规范 doc
- 个人出题 doc
- 户用燃气炉-小鱼儿飞燕集 doc
- 水泵扬程(1) doc
- 水泵扬程 doc
- 通风五个考点总结 doc
- 小问题 doc
- 需要小结的问题 txt
- 循环水泵耗电输热比-例题 p4f
- 循环水泵耗电输热比 doc
- 一些群里经常讨论问题的汇集 doc

在这一复习阶段,每天时间的利用很重要。比较幸运的是单位对我们考试不怎么管,只要完成生产任务就可以。所以,在第三轮复习期间,我可以利用白天的时间集中做题,一天最多做过三套卷(第一天上下午+第二天上午),但是做完后感觉有效小虚。每天基本是9点开始看书,12点吃饭,下午2点开始看书,5点半吃饭,接着7点看书,9点回家。每周也会安排一定量的体育运动,一般周四晚上和同事打打羽毛球,放松下自己。另外,因为平时我已经在集中看书了,所以实际上7到8月的八个周末中,我有4个周末在看书,4个周末处理家里的事情。整体上应该说过得有紧有松。而且,在7月和8月初,我比较多的关注群里面讨论的内容,可是进入8月中下旬时,因为做题的要求,平时的关注少了一些,更多的是放到小汇里面了。我觉得,对我来讲,这段时间主要是差缺补漏,保持状态。如果说到听课,可能我不是个好学生,我只按时听完了实战,听了80%的规范班,真题班没怎么看。但是,我觉得对我来讲,用处较大的是实战班以及制冷峰哥的规范班,这两个个人觉得比较有内容,实战偏向于总结,峰哥对规范的剖析还是比较深入的,其他的可能目前没有看到太多的新东西。剩下的时间,我基本上是坚持听完实战班课程,并且把水燃气的真题班看看,其他的因为没有时间,就没看。

复习到现在这个阶段,我觉得取舍这两个字非常重要。纠结的问题,争议的问题,不懂的问题,能舍就舍。我准备在最后的复习阶段中作为保持状态保证一周一套题的做题量,其他时间以看规范和教材为主并且看自己做过的总结,有可能的话也会进一步做一些总结。就个人对自身认识上,觉得核心难点还是在第一天的考试上。因为并不确定哪些是真正考试的考点,所以我也不会去特意背一些知识点,能做到的就是在考场上尽自己所能在最短的时间内翻到答案。我相信,50%的题我应该看到题就能反映出规范和对应的条目,其他50%的题就要靠现场的理解和认识了。真题训练让我对做题有了很好的取舍感。作为整卷的训练,实际上只有13年真题以及14仿真模拟卷是我第一遍做就做套卷的。首先对于第一天知识题,我会尽可能的做好单选,这是基础分,除非一道题我看了5分钟也想不明白,不然我不会放弃单选,而多选,我可能会放弃一些空调水系统和控制的题,以及制冷蓄冷问题的题目,这些都是我的弱项。其次,对于第二天案例题考试,我个人的做题习惯是从前往后依次做,只要有思路的,都会认真的写过程,不会放到后面,但是若有一道题在3分钟内没有思路或者做了一遍后演算不出结果的,我会略过做下一题。第二天的这种做题方式,我现在基本能保证1小时50分钟能做完一套卷,所以剩下的1个小时,我会重新审视做过的题是否有错误,并且把没有做出来的题认真研究下(这也是我实际考试的状态)。

[【小鱼儿飞飞】注册考试暖通专业7-8月阶段复习建议](#)

[【小鱼儿飞飞】大家一起来总结~暖通专业注考](#)

[【小鱼儿飞飞】对于风机盘管加新风系统负荷承担问题的讨论](#)

STATE FIVE 最后的拼搏与坚持(2014.8.31~2014.9.5)

这是考前最后的一周,实际上在倒数第二周的时候,我就基本上没有什么心思去分析和理解新的问题的,基本都是在反复的看教材,反复的看自己的总结。

其实这个阶段对我帮助比较大的是群里的一个考友找我约几个人一起做总结宣讲。一开始觉得对着教材目录一个个过,一天怎么也就OK了。可是第一次下来发现,单单是采暖大家就讨论了2个多小时。最终,我们用了4个晚上才完成了对教材的重新梳理。现在想来,这个最后的讨论宣讲很重要,但是不适合大范围的讨论。整体上大家对教材和规范都很熟悉了,只是互相提醒一下哪里有哪些隐藏的知识点。讨论时,我们都觉得地面辐射、厨房通风应该会有新题目,而焓湿图的老题估计考的可能性不大了,而这些居然在考试中都应验了。现在想来,考试还是回归教材的。

最后这个阶段,让我深有感触的是“跳出做题的圆圈,返回教材和规范”。这句话说来容易,但是实际也是因为对真题的熟悉和理解才更有效。到了这个时候,我真题基本上做过了4~5遍,规范和教材已经系统看过3遍,翻阅次数不计。所以,单单从做题上和复习规范的角度已经没什么提升的可能了。所以,我只拿来一些重要的规范,民规、防火类规范、辐射规、洁净规、人防规、通风施工规以及绿标进

行梳理和翻阅。因为对历年题的熟悉，在重新看这些规范的时候基本上一眼就能区分开哪条曾经考过，哪条还没怎么涉及。但是，另一方面，从那些还未考过的条文中，也能预感出哪些可能出题，哪些可能性不大。如果问我为什么，我只能说，注册考试它涉及的规范很多，作为冷门或者偏门的条文这些并不是考察的重点，只是去卡人的，但是涉及到原理性和与设计很相关内容，它很容易出题。比如，我在看辐射规范的时候，一看到3.3.7的条文说明，就预感到这条必出。首先，这是新提出条文，其次，内涵热负荷计算、户间传热，外又决定着管内热流量。当重新看规范的时候，这些反馈更让我重视了这些可能的考点。另外，要说明的是，重新看这些规范，不是为了去记忆内容，只是为了去记忆位置。规范很多，71本规范和措施，计算背下来也不一定考。但是位置是死的，通过熟悉规范，很容易发现它的编写顺序都很类似。上来都是整体论述，随后名词解释，接着是基本原理，再其次一般是风系统或水系统设置，然后就是一些施工方式和验收了。有了这种感觉，单独去记忆某个内容的位置，考试上很快就能翻阅到。这个功夫，只可意会哦~

[【小鱼儿飞飞】考前一周了，给大伙推荐下现在可以看点啥](#)

[【小鱼儿飞飞】暖通专业考试注考资料合集](#)



FINAL STATE 让暴风雨来得更猛烈些吧(2014.9.6~2014.9.7)

首先说说考前准备吧。我所在的地区是8月29号公布的考点。我一打印准考证就奔到了考场附近预订酒店。跑了几家，前2家的房间都没有窗户，不租；到了第三家，虽然离考点大概1000米，不过环境好，有外窗、独立卫生间、窗户还朝向小区内部。果断定下。很NICE的，店主还不知道下周要考试，可以用团购价60元/天把房间租下，还给朋友定了房间。刚订好房间，那边的团购就截止了，我租的房子涨到了120元/天。看来打提前量很重要。

再有就是装箱了，因为是第一次考试，我带的东西很多。大到笔记本电脑，小到铅笔橡皮，能准备的都装进箱里，反正有旅店，上考场只带证件、所需规范和书籍即可了。因为带的东西很多，我就不具体说带了什么了，基本上我这种的不是很推荐，太多的书是浪费体力的。但是，个人比较赞的是考前一天，我就把车开到考点门前，装书的箱子就放到里面，很方便啊。等到考试的时候，车基本开不进去。



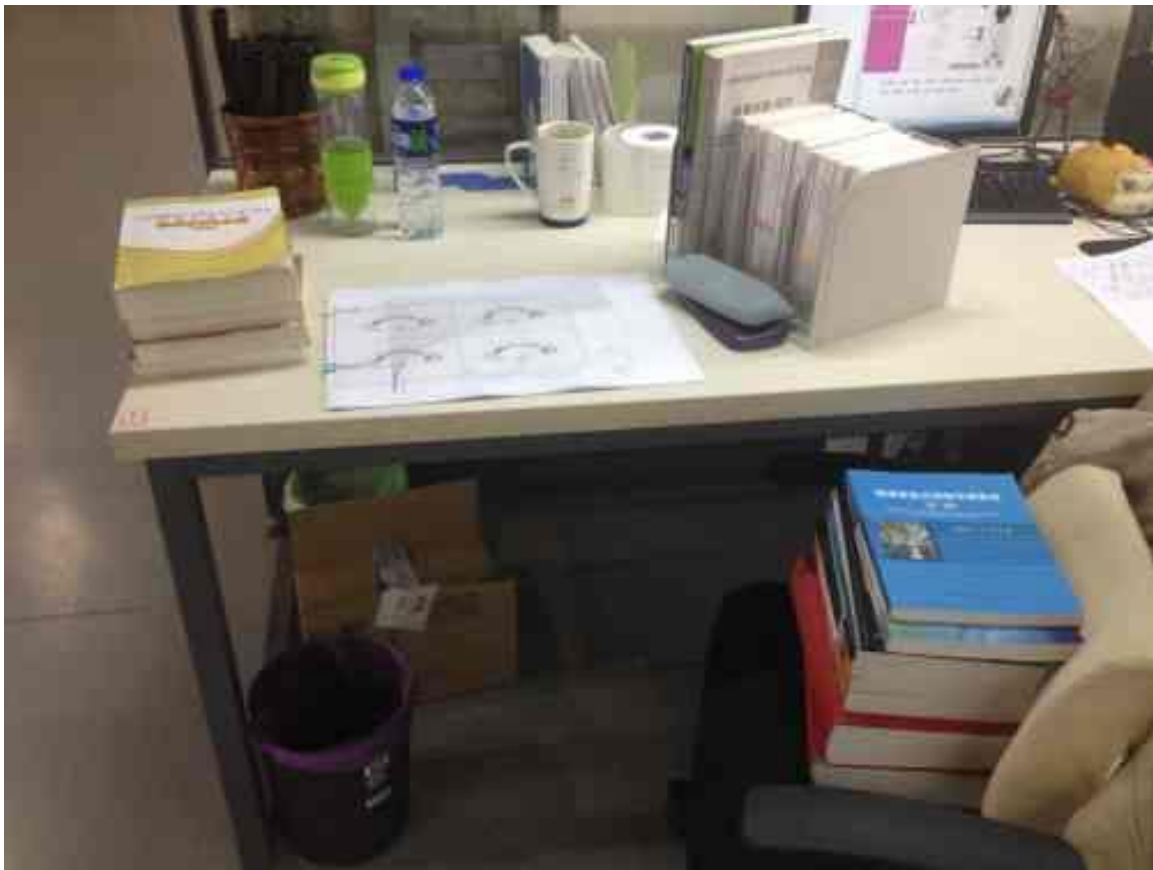
终于到了考试的两天，天气还好，不是艳阳高照也不是阴雨绵绵，少云。我提前30分钟到了考场，等到大门一开便提着箱子上3楼。先给监考老师看准考证和身份证，签字，然后立刻就走到座位上进行摆放。比较幸运的是，桌子是4人长条桌，进深600mm。规范放到带的一体式书架上拜访在座位左上角，空出答题空间。做面上我放了预先准备好的A3焓湿图以及一打A4准考证。准考证我打了20张，一来备用，所有的包里都有准考证；二来可以当草纸。考试教材和规范汇编我放到了伸手能及的位置，其他参考书就堆到旁边的空坐上，用来压惊的。

7:55要考试了，监考老师开始发答题卡 and 考卷。先认真的涂卡，校对准考证号，貌似每张卷纸准考证号不同，这个很重要，就算涂错了一两个答案，但是准考证号要是错了就功亏一篑了。随后，就开始答题了。这里要说一说我考试的状态。首先关于教材的使用，我是采用无标签的方法（不做标记）。因为对教材足够熟悉，我只需要看每页右上角的章节页眉即可知道其中的大概内容，

所以标签对于我有点鸡肋。而且平时我就这么看书的，也是一种习惯。当然好处就是今年考试的新问题，我都能通过自己对教材的熟悉去定位。而标签法的缺点就是，没有标记的地方，根本想不到是什么东东。其次，关于规范的使用，我采用的是规范汇编+部分单行本。其实早先我也是全单行本，但是因为翻阅的多了，发现单行本不结实，总散架。再次，关于答题流程。因为本身做题比较快，可能我的速度不适用于大多人的情况。但是，核心观念是，读题后1分钟没有思路的题，过；做了一遍没有答案的，过。这么下来，应该是能保证50%的题都一次性迅速搞定。

文至这里，说说今年的考卷吧。整体上，今年的出题质量不错，类比同为2010和2012的小年，今年少有争议题和错题。但是，历年题的出题点已经挖掘的很深入了，就看2012年的题，只能用争议题和偏题来控制通过率。不过，今年的题，值得研究啊。

今年的知识题，难在一个不熟悉。同样的问题，但是考察的内容是新的。比如，辐射规范，考察了很多施工和验收的内容；通风施工规范被反复出题。答的时候，比较辛苦。第一天的知识题，我用了2个小时完成了第一遍作答，剩下1个小时涂卡和检查。基本上，55%的题目都时能在规范和教材上找到原文的。后续的1个小时，我主要定位其他在第一遍作答比较含糊的题目。另外，在交卷前的15分钟，我主要检查是否有涂错的，准考证号是否正确这些问题。相信，准备充分的人应该和我感觉一样，第一天的题查找答案虽然费力，但是应该不会影响到通过。另外，从答题来看，上下午考卷的考察点即为相近。比如今年考的变风量以及施工规范，上下午都有重复的类似内容。考试当天中午，我也针对这些看了看教材，虽然没有可以理解的，但是明显发现下午答题比上午轻松。



再说说让人跳楼的第二天。有了第一天的经验，晚上和一起考试的同学针对我自己做的案例总结，过了一遍公式。本以为，按照12年的经验，第一天难的话，第二天会稍微简单一些。结果一上午下来，甚是疲惫。第一遍作答虽然也是用了2个小时，但是空着5个题还没写，另有3道不确定答案。果断翻书找公式。今年的案例也是难在一个“新”字。新题多。另外，考场上的感觉也和平时不同，主观影响很大。而到了下午的考试，更是让人扒了一层皮。害死人的猪肉，反复考的热湿比计算，没来由的变风量冷负荷，还有不知所的COP计算。考的一个比一个细，一个比一个理论。看来2014的难，是难在了案例上了。

不管怎么说，2014的注册考试算是结束了。现在网上估分答案已经出来了，一片“来年再战”的呼声。对我而言，反正第一年考，没过就再来一年，如今休息和事业已经变成了新的主旋律。考试已经结束，过不过已经由不得我啦。一年辛苦，没有旅游，没有假期，没有TV，没有娱乐；只是埋头苦读，伏案总结，冥思苦想，反复训练。不论今年是否通过，能够通过准备考试熟悉规范和重新理解专业内容，这是我最大的收货。

感谢与寄语

行文至末，不论今年是否成功，这一年过得十分饱满。我要首先感谢与我一同奋战的战友们，特别是群中共同讨论的人（长生鱼、河南百年、风飘、伟哥、YOU VS I、背包十年、路人乙、顺利通过、北京-小白兔、辽宁-笨笨、翱天雄鹰、辽宁-丸子、一个巴掌、山西-小草、寒雪、ELvin 等等各位），让我能够放开思想，看到更多的未知。要感谢小林，你的实战班，引导的方向还是很赞的。还要感谢清风，清风的真题很给力，答案也比较认同，伴随我度过最后冲刺的两个月。另外，家人的支持也是很重要滴。

整整一年的准备，从未知到了解，从熟悉到深入。作为一个注考新人，希望这些经验能让后来人更清楚准备的始终。“自律 坚持 真题 规范，熟悉 思考 拓展 总结”，最后把这十六个字送给自己，以及其他奋战在注考道路上的同仁们。

(编者注：【我的注考】征文活动一等奖获得者，原帖：<http://bbs.ehvacr.com/thread-68241-1-1.html>)

我的应试技巧终极分享!

文/ Joyking1986

【前言】

现在写这个帖子有点班门弄斧的感觉,专业考试相关的精华帖子数不胜数。当初的基础考试帖子甚少,鄙人有幸得个精华也是运气所在。这里我就说点自己的学习方法和技巧,强力推荐一下别人的好帖。帖子不在多,一定得是精华!在“我的注考”相关帖子里面,有谈感想的、感叹的、感谢的,也有谈学习方法的。这次我分开写的,避免在写学习技巧的时候感情用事,呵呵。

林总大家都很熟悉了,这里重点介绍一下 2014 注考培训班的班长(小鱼儿飞飞)。班长总结的资料神一般存在,让我一直以为是一个团队的成果,他居然是一个人!一个人在战斗总结!!太厉害了。。由衷佩服。重点是资料总结得很全面很给力,呵呵。这里感谢 2014 考试有班长的陪伴,2015 的考生也有福了,班长会更由精力给你们指导复习了。

【个人情况简介】

毕业时间: 2008 年

考试次数: 2 次(考于 2013、2014 年)

备考期间: 2012 年 10 月至 2014 年 9 月(坚持就是胜利)

成绩情况: 二本,中上等(学霸是不能理解我这种小马拉大车的赶脚)

【心理战】

专业考试心理压力没有基础那么大,毕竟是开卷考试,随着设计工作经验的累积,考试也相对较为容易,但不是绝对,毕竟考试跟设计还是有区别的。

1、对于第一次考试

刚刚考完基础,不管成绩过没过都可以着手准备专业考试了,尤其是搞设计的。很多专业一次性考过的考生,都是这样准备的。毕竟专业的知识面比基础大很多,准备资料也是很花时间、花精力的。如果有个近期考过的朋友,千万不要放过 ta,从 ta 那里取经(获取资料)是最好不过的了。

2、对于第 N 次考试的老同志

我也算吧,尽管我计划是 2 年!我是计划的 2 年,不是计划 2 年内考过,不一样的哦。我也悔啊,要是计划 1 年,2013 年说不定就过了。不过 2 年考过比较稳妥,学的知识也相对比较扎实。所以呢,不管这次是第几次参加考试,都要调整到第 2 次考试的心态——鼓足动力,全力应付!拿出实力,不求运气!

【如何备战】

1、关于复习计划:定个靠谱的计划,包括:看书的时间、地点,复习计划单位按“周”比较好,毕竟有个周末可以缓冲一下。可参照林总、小鱼儿飞飞的复习计划。跟着团队走比较有保障!

(对于有生宝宝打算的考友,无论男女,尽量计划考试完了再生育:我是男的,我计划在 10~11 月份生的娃,错开考试期间。关键是:我做到了,哈哈,看你们运气了~~~有宝宝太影响复习了,连写个帖子的时间都难抽时间,你说呢。)

2、关于电子书:专业考试涉及的内容、书本、规范都比较多,所以按我基础的方法随身复习是不行的。所以要借助电子书,将所有复习的电子书存入手机,便于随时讨论学习。当然,纸质资料为主,电子

资料为辅。

3、关于培训班：建议报网络培训班，时间、地点都不受限制，可以重复播放。看视频复习还是轻松些，更有针对性。不过还是那句话——培训班是建立在一定复习基础上，千万别连书都没看就直接培训。不然会有种听天书的感觉（因人而异）

视频培训切记要做笔记！看视频最轻松最惬意的学习方式，如果视频剪辑得好的话，比在现场上课都有用得多。（因为实际上课不能暂停，自己理解不了的话还不能重听）。因为视频的不易查找性，在自己看视频的时候做好记录时间点的笔记（暖通空调在线的视频培训软件倒是有标题，但不够具体，建议自己做笔记）。比如：空调章节的焓湿计算，在第x课xx章节的xx:xx:xx（时:分:秒）时候开始讲。对于后期查找很有帮助。要相信一般人看一边视频似乎都明白了，但真正遇到该知识点的时候，却迷糊了。

4、关于复习资料：基本都是定死了的，复习教材只有一种，规范按考试大纲购买，设计手册不建议购买。设计手册平时用电子版都够了。

（考试大纲会在5、6月份在官方网站公布：建设部执业资格注册中心——<http://www.pqrc.org.cn/show.aspx?id=1526&cid=3>）

5、关于教材：教材无重点，其实教材就是从规范、设计手册里面勾出来的重点。

6、关于2个技术措施（含节能措施）：技术措施是设计资料的总结归纳，由于更新较慢，目前技术措施暂未更新，内容较新规范陈旧，考试概率越来越小，不看也罢。

7、关于健康：身体是革命的本钱，在繁忙的工作、学习以及生活中，身体每日愈下。强烈建议挤出时间用于运动，至少每周1次，要出汗那种。健身可以提高不少效率，不信你试试！

8、关于真题集：先自己做后看答案还是先看答案再自己做？呵呵。其实这个跟自己的学习情况有关。小鱼儿飞飞的建议是先自己做再看答案，对于成绩恼火的我，做到真题案例得花3~4个小时，算下来根本完不成啊。。所以我的建议是：第一遍做真题时，根据自己知识水平的实际情况，案例题花了10分钟都没有思路的，知识题花了3分钟没有思路的，直接看答案，背答案，然后再模仿答案重新做一遍，把该题做上“不会”的标记；第二遍做真题时，先不看答案做，不会就立即看答案，分析为什么还不会的原因，把没有思路的题再次加上一个“不会”的标记；第三次做真题时，只针对“不会”的，按照之前的方法捋一遍。如此三遍，考到类似的考点，虐它吧~~哈哈

【如何冲刺】

（熟悉吧，在基础篇内容上修改的）

身经百战的我们，这个话题讨论视乎意义不大。

1、身体条件。首先，要有良好的身体条件，如果考试前感冒了，那不是挺悲催？有条件的同学，可以在考试前一两周饮用“三勒浆”。平时眼睛干涩或易疲劳的话，买点“润洁”（蓝色



装), 明显感觉身体很疲劳的话, 喝罐“红牛”, 不要在睡觉前 2 小时喝, 不然你就等着失眠吧, 哈哈。(因为润洁和红牛都含有牛磺酸, 所以不喜药物的同学可以多吃富含牛磺酸的鱼类食物, 没事就出去吃点麻麻鱼, 嘿嘿)

2、生理周期。关于生理周期的问题, 男女同学都有, 要知道不是任何时候都是最佳状态。我建议我在考试前 2 周, 根据考试时间安排调节每天的复习时间。个人建议: 每天 7 点起床, 中午午休时间改为 12:30 至 13:30, 晚上 23 点或者 24 点前睡觉。因为考试时间上午是 8:00~11:00, 下午是 14:00~17:00。

3、复习内容。“以真题、教材为双主线, 交叉复习”, 拉通复习各个知识点, 用过的都说好! “用真题巩固知识点, 用教材拓宽知识点”, 交叉复习 2~3 遍, 效果甚好。老话曰: 注考无重点, 处处是重点。此话早已被前辈们印证了。尽管 2014 的考题不同往年, 但里面很大部分真题依然是往年的老题型。所以在看真题的时候多想想他还会怎么提问, 看教材的时候更要想想会不会在这个知识点上出题。

4、时间安排。对于工作很忙的同志, 最好能在考试前请 2~7 天的假, 最好带上战友。不请假也没事, 平时学扎实些, 毕竟专业跟基础比, 靠冲刺是不行的。

【关于战场】

一定要提前去踩点, 每个成功犯罪分子的必备技巧。对于外地考生, 更是要提前 2 天去找好住宿。

踩点内容:

- 1、住宿条件: 干净否? 吵闹否? 有热水供应否? 中午可以午休不?
- 2、饮食条件: 有哪些快餐店? 中餐店? 早餐有哪些? 几点营业?
- 3、购物条件: 文具店? 超市? 几点营业?
- 4、考试考场: 距离住宿走多长时间? 卫生间在哪儿?

解释一下: 我个人是本城市的考生, 我在出准考证的第二天就订好了宾馆 (还是之前的考场, 倒是宾馆老板聪明了, 涨了 4 倍的价格)。考场离住宿越近越好, 节省时间及体力! 因为我必须午休, 不然下午无法集中考试。跟老板商量好, 第三天中午 14:00 点退房, 中午勿吵。吃饭也要试吃几家餐厅, 不然第二天找餐厅就是件麻烦事。(我有个同事的老婆陪考, 帮我们提前点好了餐, 这里得好好感谢一下他老婆, 怀着身孕还陪考, 佩服啊~)。不建议空腹或者吃零食。专业较基础考试, 中午多了 1 个小时休息时间, 时间还是比较宽裕, 好好的吃一份中餐, 舒服得多。就不要吃什么酸辣粉、汉堡包了。文具建议用自己平时常用的文具, 手感什么的都习惯了, 当然得保障有墨。需要提醒的是: 考试是 8 点开始, 文具店是不会开门的!!!



【作战装备】

一、考场装备:

- 1、2B 铅笔，机读卡考试专用那种；
- 2、黑色签字笔，一定要黑色；
- 3、手表，个人建议装备；
- 4、橡皮，不差这点钱；
- 5、科学计算器，满足考试计算要求；
- 6、准考证，必备；
- 7、身份证，必备；
- 8、考试专用透明口带（A5 大小），丢三落四的同学必备！
- 9、零食带 2 块士力架，纯属备用，专业考试时间异常紧张，考场上是没空吃的，除非意外情况。

二、考前装备

- 1、背包，装书装洗漱用品装文具不装逼；
- 2、红牛，2 罐，每场考试前半个小时喝半罐（喝完后我表示中午午休睡不着，呵呵），喝完放在宾馆藏好，小心被清洁大妈没收。
- 3、零食：考前也需要大量的能量，同时以备不合胃口的饮食环境。
- 4、复习资料一定要带齐，复印资料可以带，没收不没收是运气的问题，带了不会错。

【考场作战方针】

考试方法因人而异，介绍几种大家总结的技巧：

1、按顺序答题：

按顺序快速做题，不会的或者模棱两可的，先过；做完一遍后再做。

2、按擅长的科目答题：

根据自己强项的科目先答题，不会的或者模棱两可的，依然先过；做完一遍后再做。

3、其它技巧：

3.1、在试卷上作答，做完一类题型（单选题做完、多选题做完），然后填涂答题卡，这样可以利用涂答题卡的时间休息一会儿；

3.2、考前尽量把屎尿解决了，考场没时间去干这些事，同时也可缓解考场紧张的情绪（我每场考试前都去蹲一下，很顺利的完成了考前 4 泡屎的任务👉）；

3.3、尽量提前进入考场，摆放好资料，恢复体力，免得慌张；

3.4、尽量不要提前交卷，除非经过多次检查和谨慎思考，提前交卷同时还会影响你的战友；

3.5、在检查修改的时候，一定要谨慎，对于模棱两可的还是采用第一印象的答案吧；

3.6、一定要检查，保证准确率后再保量。

【后记】

以上是我对本次考试的总结，当然文字是无法完全记录我的复习历程的。希望通过我的一点点努力，帮助大家通过考试。专业考试无捷径，踏踏实实复习才是王道，不受漏题保过骗子的电信骚扰，稳定军心！最后祝后来者顺利通过考试！！

（编者注：【我的注考】征文活动二等奖获得者，原帖：<http://bbs.ehvacr.com/thread-69908-1-1.html>）

我的注考路，稳扎稳打，科学合理

文/lovexj918

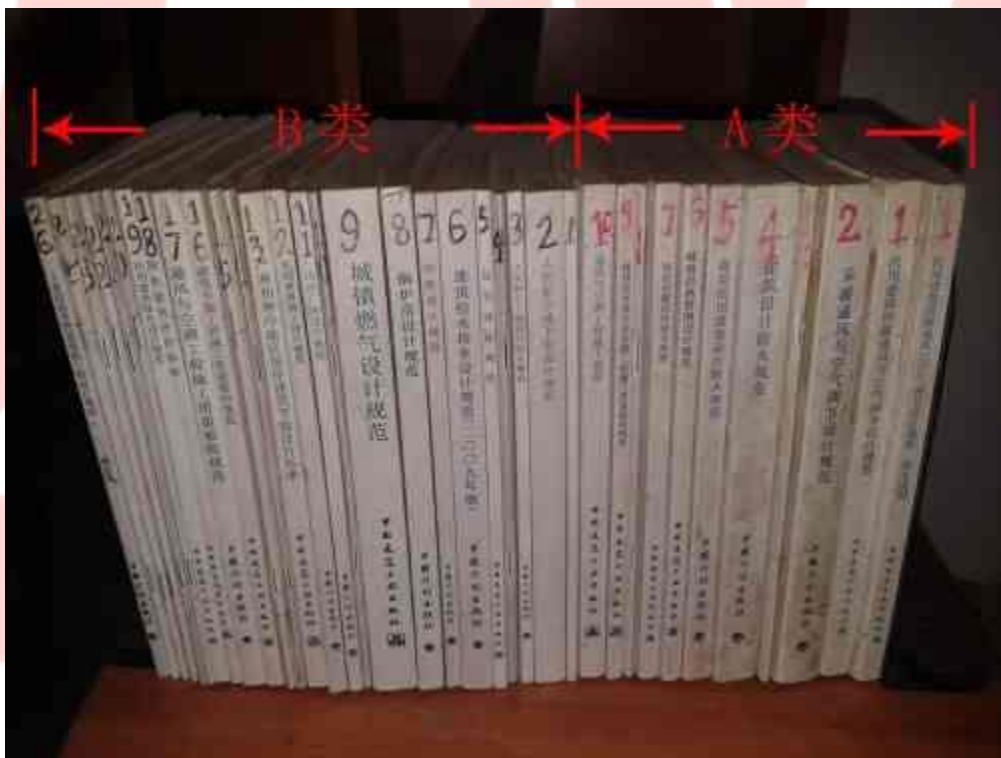
14年最后一天，成绩出来了，(126/74)，回想过去的复习备战经历，和大家一起分享。

04年大学毕业至今，10年过去了，大学学的是土木工程专业，13年考的暖通基础考试，顺利通过了，平时工作忙，家里事情也多，

14年过完年，听了小林实战班第零讲，然后去购买教材和规范，开始了我的复习计划。已经3月份了，小林的第零讲听过后，我还是零基础，专业考试对我来说太陌生了，于是我报了培训班，小林的实战班对我帮助最大，我是按照小林的方法和计划严格的一步一步的走下来的。

平时要上班，每天晚上有3-4小时的学习时间(周末只有星期六一天，星期天加班)，对于外专业的我，要想通过考试，必须有个科学合理的计划和自己坚持不懈的努力复习，以下是自己的复习历程：

2月底至3月初，一次性把规范和教材买齐了(不包括小林仿真题14版和暖通杂志社题集14版,当时未出版,后期采购)，对规范进行了分类和编号：



C类规范使用了汇编。3、4、5三个月把教材看了三遍，是按照小林的建议看的，使用了四支笔法，教材章节对应规范也列了一个表，看的教材同时熟悉规范内容，根据规范A、B、C分类，有所侧重。我没有做标签的习惯，只是分了大章节。复习期间，感谢班长小鱼儿飞的帮助，提供了他的复习计划表，我把挂历的日期剪下来，根据小鱼儿飞的计划针对自己做了调整，把每日的复习内容填到日历上，贴到墙上，然后写上小林总结的每月箴言。(可惜无法提供照片，老婆误将挂历卖给收废品的了)

三个月，每天上班之后，回到家就按照预先定好的计划看书学习，按部就班，感觉还是挺充实的，期间抽出时间听了精讲班的课程，帮助还是相当大的，由于要听课还要完成复习计划，睡觉还是挺晚的，有时候1点睡，最早12点睡，中间出差了一天，其余时间一天

不落。

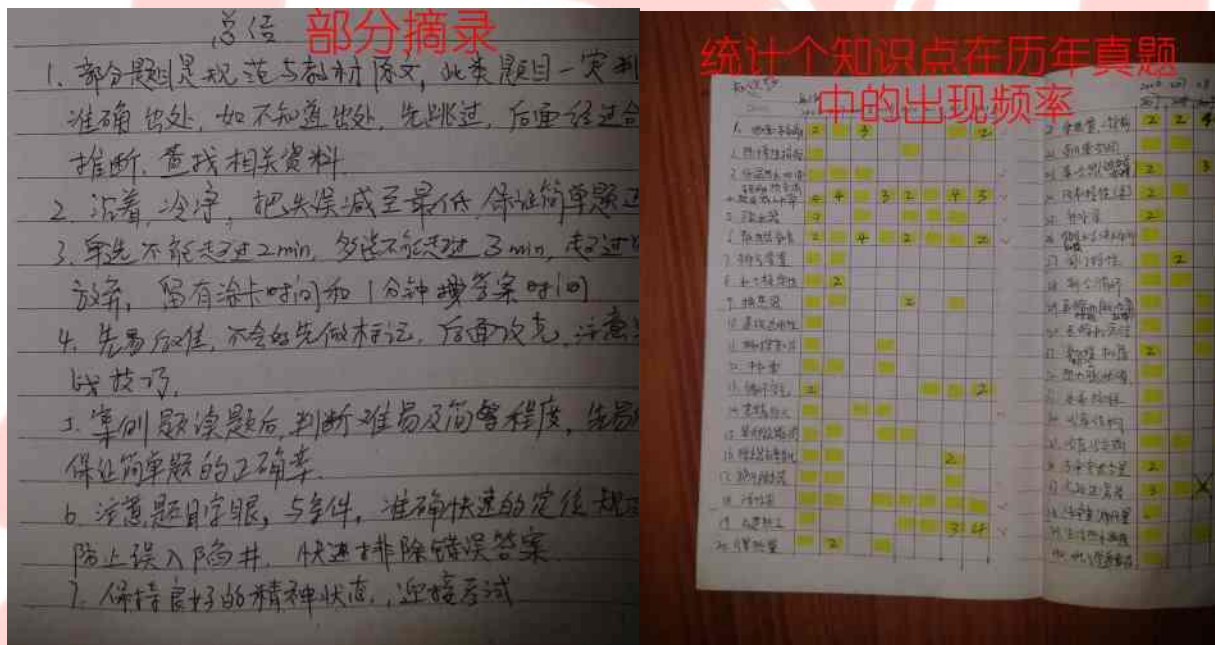
按照实战班的计划进度，到6月份已经完成了教材的复习，开始进入了模拟题阶段（6月至7月中旬）。杂志社题集几乎没看，实在是没有时间看，小林仿真题13版认认真真的看了一遍，自己先遮住答案，按考试要求做出，再看参考答案，然后14版到货，继续看了14版的，

期间按照班长小鱼儿飞的计划，复习了相关规范。期间直播世界杯，我是意大利球迷，小组赛没出线，我安心复习了，连决赛都没看。在此感谢意大利队。

一个多月的时间，看完了真题集的内容，对不会的地方做了标记，仍然是四支笔法。这段复习期间，也是利用晚上，只有一天出去应酬，喝多了，没看书，其余时间一天不落。

7月下旬至8月中旬，进行是真题模拟，下载了历年真题空白卷，每天晚上3小时，严格按照考试时间规定，一天天的真题模拟，周六可以模拟3次，因为周天上班，只能累点了。

历年真题做完后，已经8月中旬了，进入了最后总结阶段，共总结了2本子内容，包括如何调整心态，如何应战，知识点总结，历年知识点出现概率统计等等。



其中知识点出现次数格式参考的是小林知识点押题格式。8月下旬，小林群组织模拟考试，我很认真的对待了这次机会，总结自己的不足，早上把书和考试用品装好皮箱，包括自己打印的焓湿图10份，卡表进入房间，摆放书籍，老婆监考，答题卡也是打印的仿真的，严格按照考试时间，虽然题目都见过了，但是还是总结出了不足之处，给真正的考试时很有帮助的，包括中间避免上厕所等细节问题，在真正考试中都得到了注意。复习期间，我还刻意的提高了自己的计算器盲打速度，翻书速度和迅速锁定章节的训练，涂卡时间估计和考试各种注意事项的总结落实。

时间很快到了9月6日，除了考场在5楼，需要自己提皮箱上去之外，其他条件还是可以的，上午考试感觉有点仓促，中午及时调整的心态，第一天126通过，第二天案例感觉比第一天情况好点，和自己复习时间短有关。

感谢老婆的大力支持，使我有良好的学习环境和稳定的学习时间。感谢培训班的各位老师，给予了我很大的帮助。感谢班长小鱼儿飞和小林群的帮助，感谢峰哥。

(编者注：二等奖获得者，原帖：<http://bbs.ehvacr.com/thread-69605-1-1.html>)

学渣的逆袭、大学毕业三个月如何通过注册考试基础课

文/liuhuan520

首先我要说明一下六月份我才刚刚踏出校园,当然在学校也有听老师说过注册考试很难很难,当然世上只有有人能够办成的事,你凭什么都做不到呢?

有人会说大学只要是大学校园的学霸,基础考试一定是松松考过,我在这里要说的是本人肯定学渣一枚,因为在所有的考试科目中,列举一下专业基础课六门中泵与泵站,水力学,水分析化学,测量学四门学科楼主都在大学挂了,而且水分析化学是清考过的,公共基础课中挂的太多就不一一举例了。也有人说可能是比较牛逼的大学毕业的人肯定牛逼,其实楼主仅仅只是新疆某211高校毕业的,说句实话整体学校水平和内地好点的二本平齐。

六月底拿到毕业证书就去某建筑设计院工作,说实话,工作挺忙,大学功底太差,很多不懂,需要请教师傅还有院里的前辈,每天晚上加班到十点半左右,回到单位宿舍又要复习注考基础,大概每天晚上复习两个小时左右,每天中午一个小时时间巩固一遍晚上的复习知识。

楼主刚开始注考复习也没有头绪,只是整理了一下要复习的科目,当然大学课堂都是上过的,但是对于楼主这样大学不是泡妞就是泡网吧的人来说,其实等于从头来过。高数仔细复习了两周时间感觉不对劲儿,因为九月份考试我只有两个多月时间,于是楼主果断放弃了这种慢慢的复习之路,开始把大学课本看一遍,说实话就是基本上两天看一门科目的速度把书过了一遍,当然其中放弃了电工学,材料力学,高数后面的微积分之类楼主感觉自己智商根本看不懂的部分。书过一遍之后就是做真题,拿出近三年的真题认认真真的做,每一道都想清楚它考的知识点及延伸的知识点。

专业基础课,说实话大学都学过,所以课本我就没有选择多看了,也是直接做真题的方式,在八月中旬左右感觉还是看书比较扎实,又把课本扎扎实实看了一遍,因为前面做过真题,也就知道注册侧重考的考点了,然后有侧重的复习了水分析化学以及水力学这两门比较难的。整个专业基础复习时间差不多一个月左右。

在八月中旬开始就不熬夜看书,而且有意识的按照考试时间作息要求自己,希望在考试的时间段大脑保持兴奋状态(主要是因为新疆和内地有时差)。每天看以前总结的真题卷子两个小时左右。

就这样九月份去乌鲁木齐参加了考试,由于住的宾馆晚上太吵而且环境一般还有自己心里作用等因素,考试当天早上很瞌睡,强忍着给自己灌了两瓶红牛去的考场,确实上午公共基础考的不好,自己估分大概50到60左右,大概提前一个小时交卷回去吃饭然后补觉半个小时左右,当然为了让自己兴奋一点还是喝了一罐红牛,下午大概四十分钟做完试题,每一道都在复查好多遍之后确定,最后总结下来大概12道题不确定对错,然后算上确定的里面也有错误的可能,考完感觉能有90分往上。回来单位网上网友答案出炉,公共基础太多,记下的不多,但是专业基础按照网上的答案是在84分的样子,当然是因为掉到题里面的陷阱了。但是楼主没有灰心,感觉这次不过,下次必过,终于在12月的最后一天,查到了成绩,公共基础54专业基础80,超过分数线132分通过考试。

其实你认真去做一件事,未必会比学霸差,还是前面那句话,世界只要别人能够做到的事,你凭什么不可以做到呢?

(编者注:【我的注考】征文活动三等奖获得者,原帖:<http://bbs.ehvacr.com/thread-69533-1-1.html>)

漫漫备考路，何处是归处？

文/ Hotcomet

去年的时候，抱着试试的态度参加了基础考试，居然的遇到了两个大学同学，还在一个教室考试，大家都很意外，上午考试后，中午一起在外面吃饭，又继续参加了下午的考试，年底的时候发短信问了问，他们俩好像都过了，呵呵，大家都过了，似乎这个基础并不是很难。

今年的专业考试，一月份的时候，买了教材，第二版的，早点准备总是好的，当时第三版还没有出来，想着两个版本之间应该没有太多的差别，万变不离其宗嘛，后来上了考场才知道这个是战略失误啊，当然这是后话。没有找到历年的真题，买了一本相应的习题集。

慢慢的看着，专业考试和基础有很大的不同，要难得多，专业有很多的自己原来一点都没有涉及到的，看到炼焦，制气，净化之类的，抓不到一点边，一点感觉都没有，只有硬着头皮看下去，上网看了不少炼焦的视频科普才稍稍有了一点印象。当时正在看《失乐园》和《天龙八部》，教材实在是看不下去了，或者是看着打瞌睡了，就把 kindle 拿过来看看《失乐园》，看小说容易失控，我是严格的控制自己的半个小时之内，又继续看教材。就这样差不多也是把教材当做小说一样走马观花的看了一遍，的确是没有多少印象，要我说看了些什么，的确是不知。

书读百遍，其义自现，只有继续再看。期间在周边游玩了几次，老爸住院的回去了几天，复习的过程也是断断续续，直到六月份的时候看完了第一遍，书差不多还是新的，因为并不知道哪些是重点，后来对照着习题集慢慢的翻书做题，做题很苦恼，一个上午的时间就是计算一个计算题，一个烟气焓的计算，就要涉及空气量，烟气量，还要查表，而且极有可能计算出来的答案是错的，十分沮丧，好不容易做出答案，四个选项中却没有一个与之相同或者接近，很伤心的，只好打倒重来了，一天的时间差不多就只能计算两三个题，这个进度是非常非常的慢。

前面几章过了之后，后面的进度要快一些了，有的要涉及到规范，就要不断的翻书翻规范，这个也不是一个简单的活，刚开始对《规范汇编》不熟悉，一页页，一条条的找，找不到，上网搜索，有的度娘能够告诉你出处，有的她也不知道，又返回到《规范汇编》去查看，就是不断的在电脑，教材，习题集，以及规范之间来回的奔波，很多条文并不在明显处，有的就在一个角落里，有的在某一个表格下面的注解里面，这个找起来十分的辛苦，不过只要找到了一般都能选出正确答案，就是考察对《规范》的熟悉度。

八月底的时候,时间不多了,习题集差不多做完了,心里挺有成就感的,80%以上都能做了,几本书特别是教材都被我翻毛了,书边都卷了起来,想想应该可以面对考试了,和远在浙江的一个同学T交流考试准备情况,他搞到了几年的真题,同样的方法,我在淘宝20块钱也买了一份的电子版的,说句题外话,这个卖家为了试题的独一性花费了不少的心思,序列号啊,专用阅读器啊,在这个盗版横行的世界里,煞费苦心啊,我也是花了半天时间才打开这个神奇的文件。这个我觉得作用很大,做了几套题下来,感觉做原来的习题集就是浪费时间,其中有一个小林推荐的2012年的真题解答,很详细,连书页都标出来,做了这一套差不多有重新复习了一遍,感觉收获很大。马不停蹄的又做了06、07、08年的真题,还有几年的真题,实在是没有时间了,就没有做了,真的很后悔竟然没有早点发现这个好东西。感觉前期的复习差不多就是做了无用功,做完的那本习题集早就过时了。

考试的前一天,T告诉我,第二版和第三版教材有很大的差别,光是书页就增加了100页,这下我可慌了神,连忙上网看了看,实在是不少,第二天就要考试了,想去买书也来不及了,悲催了,干错就不管了,晚上看了《爸爸去哪儿》,心情倒是好了很多。

第二天,背着第二版就上了考场,进入考场后,后面的姑娘问我为何还用第二版的,看着她明亮的大眼睛,我苦笑一笑,其实我也不想啊。后来的考试证明,第三版不是白出的,对新增加的内容有所考察,还不少,不管单选还是多选都有,很无语的看着第二版,却翻不到相应的内容,这个我就只有求天保佑了,战略的失误啊,书一定不能买错了,不能存在侥幸心理。

考试的时间总是过得很快,两天在不经意之间都过去了,难度是逐渐加大的,第二天的案例难过第一天,下午的试题要比上午难做。第二天的案例有点难,先挑着简单的做了,还有好几个题都留着大片的空白,不会做啊,真题没有做完,很多类型的题不会做,即使有时间也不会做了,到了后面,感觉通过的几率越来越渺茫了,下了考场也不想跟考友们讨论了,随它去吧。两天考下来,感觉很累,这个考试比高考的时间还要长,确实是件体力活啊。

给个提醒吧,考试的时候最好多带一个计算器,我前面的哥们计算器突然显示不对了,用不了了,如锅上蚂蚁般着急,还好我这个雷锋及时出手帮了他一把。机读卡要记得及时填涂,旁边的一哥们交卷的时候还在涂机读卡,跟收卷的老师争抢了半天,这个实在是没有必要。

这里突然间就空闲下来了,看到这个征文活动,我也就写写,大家就当看着玩吧,呵呵,祝大家都能考出好成绩!

(编者注:【我的注考】征文活动三等奖获得者,原帖:<http://bbs.ehvacr.com/thread-68069-1-1.html>)

一句玩笑带来的注考之路，在彷徨中终成功

文/ nana8774

2013年基础考试报名时，众人开始讨论注册考试，有人开玩笑说：我去年裸考蒙了122分，我顺口道，要是我肯定蒙过了；众人呼之：报名。报名后到8月份，眼看就要考试了，大家都复习得很起劲，我却连书都没有；有一同事弃考，准备转让书，就刺激我怎么能蒙过，然后她就顺利把书推销给了我，还有下载的一些课件，有书开始，我晚上听课，到考前一周，才把课件听完，感觉压力很大，好像有些不甘心，毅然请假一周，做历年真题，到考前一天，还是差那么几分，心想尽力了，就这么上了考场。

考试完，感觉过应该不成问题，心想以前听人说考了四年基础都没过，第一次对这个的难易程度产生了怀疑。所以，11月我就开始准备考试资料，刚开始看好多都看不懂，感觉大学几乎白上了，对我打击很大。开始寻求论坛的帮助，经过我自己的分析，报了暖通空调在线的培训班，买14年送13年的视频。听视频之初，还是有很大排斥，边看视频边看教材，有了老师的讲解，学习不再感觉那么痛苦，对听课和考试还比较感兴趣。我不喜欢与别人争项目，所以我的工资一直是最少，有空余的时间还是很重要；春节前，我看完了教材。对考试也有了些自信。正月十五过后上班了，我就开始看规范。对于规范我对自己的要求是不求记住，只求通读，并尽量理解，怎么看完的，上班是允许看规范的，嘿嘿。教材规范看完后，这时已是快六月了；培训班有登陆次数排名，和群里的激烈讨论，我还没有开始听14年的课，我开始怀疑我的智商。开始听课了，一看学时，吓傻了，这么多，我怎么也听不完，幸亏领导比较忙碌，像我这种不争气的，干着不好的项目，时间也长，戴上耳机，一边画图一边听课，七月中旬，终于把课稀里糊涂的听完了，心里还是有很多忐忑，感到抱歉的是小林布置的作业一个没有上交，班长给的复习计划，我也跟不上，但是别人做的好的作业我还是下载来看了一遍的，特别感谢咸菜的微笑把她几乎完美的作业分享给了我；我买了两本真题，杂志社的模拟题，一开始就碰到07年的变态题，我第二次怀

疑我的智商，有些想放弃的感觉，但后面想想这买书买视频都花了六千了，放弃也太不明智，而且还用了这么多时间，且工作也没什么出色的，何不再拼一下。好像战火又被我点燃了，领导也不关心我，貌似我平时看不起他，也不给我像样项目做，唯有做题来打发上班的时间了，我不知道我是太慢还是其它原因，题老是做不动，直到考试前也没做完，而且有极个别题，三本参考书上我都有不赞同的。

也许是因为个人复习习惯吧，我是比较注重教材的熟悉。所以七月份之前我是没有做题的（精讲课老师讲的例题除外）。由于时间比较紧张，模拟题我只做了第一部分，真题也只做了一遍。但是每一道题我都尽量找到出处。对于争议题，我没有过分纠结。一般都选择相信自己。这样做的目的是不愿在这些题上花费太多地时间。

参加这个考试，好多人都会面临，资料是否作标签的问题，我是开始没有作标签，做真题前才做的标签，感觉这样也挺好，感谢石佛营长给我提供的标签例子。这样在做模拟题的过程中有利于熟悉教材，同过做真题也熟悉了标签，在考试时可以迅速定位。个人觉得比较实用，在这里传个图片，希望对需要的朋友有所帮助。

也吐下槽，15年的兄弟们，幸好把博士给换了，对于他的课，我没打分过。虽贵为博士但是讲这个课，淘宝中评吧！其他老师，我可全10分支持。

总的来说，这个考试想靠运气过是不现实的，但也没有有些人想的那么遥不可及，只要坚持，按照计划一步步的复习，通过也是不难的。

注考成绩出来那一天，我前面听说是1月8号出，没有登录QQ，元旦也没有啥安排，到10点了，同事沸腾了，我查询了一下，顺利通过，随即预订4号去泰国，给领导请假去，这个哪个的不行，我最后说了一句，你想怎么办都行，11号我再来，任性的甩门而去。

(编者注：【我的注考】征文活动三等奖获得者，
原帖：<http://bbs.ehvacr.com/thread-69740-1-1.html>)

致亲爱的母亲

暖儿/聆风(15岁) 暖妈/潘毅群

我想感谢你带给我生命,带给我学习的机会,带给我丰富的物质条件。

我要感谢你带给我一双可以洞察这个世界美妙的双眼,一双可以为我带来一切创造物的手,一双可以带我行走于这个美妙天地间的脚,一双可以听取世界美好妙音的耳朵。

在我十五岁的人生中,接受你的赞美是我的荣耀,听取你的指示是我的荣幸,逆反你的责骂是我的错误,陪你见证人世间的快乐是我的快乐。你所做的一切,在未来我终将用百万倍来奉还。

感谢你为我所做出的担忧,感谢你陪伴我的美好岁月,感谢你对我人生未来的思考,感谢你给予我能在青空下自由奔跑的生命,感谢你给予我美好的梦。

愿在以后的人生中,能一直感谢你对我的奉献,见证精彩的世界。

我妈妈

暖女/林依依(3岁)

暖妈/马素贞

暖爸/林星春

编者注:

【暖儿暖女】为新开辟的栏目,可以为暖通儿女的照片、作品、合影、记录、故事和点滴等等,欢迎暖爸暖妈暖儿暖女一起来哦,投稿请发至:
nkntzz@163.com





美丽的房子

暖儿/黄宇睿(9岁)

暖爸/黄成

姐姐

暖女/陈芷姗(9岁)

暖儿/陈慕骁(1岁)

暖爸/陈洪华



编者注:

【暖儿暖女】为新开辟的栏目,可以为暖通儿女的照片、作品、合影、记录、故事和点滴等等,欢迎暖爸暖妈暖儿暖女一起来哦,投稿请发至:
nkntzz@163.com

田志超：建筑能耗模拟理论、EnergyPlus 及应用

不断学习，更加专业，解决人类面临的不断挑战是每个工程师毕生的追求；

为了设计更节能、更舒适、更绿色的建筑，我们需要更强有力的工具；

EnergyPlus——全球卓越的能耗模拟软件帮助我们迎接挑战；

现在，每周你只要两碗兰州拉面的钱，就可以和大家一起学习 EnergyPlus；

你对自己的每一点投资将来都会得到加倍的回报。

——田志超



【讲师介绍】:

田志超：毕业于东南大学。专业于建筑节能、绿色建筑咨询和建筑能耗模拟及研究，精通 EnergyPlus，致力于推广能耗模拟的应用和发展。

【课程纲要】:

课次	课程主题
第一讲	建筑能耗模拟和 EnergyPlus 简介
第二讲	Legacy OpenStudio 建立几何模型
第三讲	EnergyPlus Class 介绍
第四讲	供暖空调负荷计算——初步运行
第五讲	供暖空调负荷计算——详细分析
第六讲	EnergyPlus 空调系统简介 1
第七讲	供暖空调 ASHRAE 系统 6——AirLoop 构建
第八讲	EnergyPlus 空调系统介绍 2
第九讲	供暖空调 ASHRAE 系统 8——Plant Loops 构建
第十讲	EnergyPlus 自然通风分析

【观看地址】:

<http://bbs.ehvacr.com/thread-69107-1-1.html>

李元昊：工业动力站房设计要点

【讲师介绍】:

李元昊：注册暖通工程师，14 年暖通空调在线注册培训班空调规范主讲人。国有大型综合甲级设计院工作 9 年，从事民用暖通、给排水设计、电子洁净空调设计、工业气体动力设计，担任专业负责人及项目总设计师 5 年以上。获得过省建设厅优秀设计一等奖、工信部年度优秀设计一等奖，主持设计过多项国家、省部级重点大型工业项目的集中冷热源站、空压站、气体站等。



【课程纲要】:

- 一、工业动力站房包含的主要内容：冷热源系统、空气动力源系统、大宗气体及特气系统。
- 二、电子、机械、化工、生物制药等工业建筑及民用建筑对冷热源系统的不同要求
- 三、工业冷热源系统的常用节能措施及设计要点
- 四、空气动力源系统（压缩空气、真空）的设计要点
- 五、大宗气体及特气系统的设计要点
- 六、动力站房的防火设计要求

【观看地址】:

<http://train.ehvacr.com/show-89818.html>

马素贞：配套《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014 的评价工具



【讲师介绍】:

马素贞: 高级工程师, 博士, 中国绿色建筑与节能专业委员会委员。2009年毕业于同济大学供热、供燃气、通风及空调工程, 获博士学位, 现任中国建筑科学研究院上海分院副总工。

长期从事绿色建筑、绿色生态城相关的研究工作。近年来参编《国家机关办公建筑和大型公共建筑能源审计导则》、国家标准《绿色商店建筑评价标准》、《既有建筑改造绿色评价标准》、《绿色生态城区评价标准》, 上海市地方标准《绿色养老建筑评价技术细则》、《住宅建筑绿色设计标准》、《公共建筑绿色设计标准》等几项国家和地方标准。参与十二五支撑计划项目, “既有建筑绿色化综合诊断和评价研究”子课题主要技术骨干, 参与“绿色建筑评价指标体系与综合方法研究及评价工具开发”及“《绿色建筑评价标准》和《绿色商场建筑评价标准》的研究与试评”等子课题, 负责的院自筹基金课题“低碳生态城区指标体系研究”获院科技进步二等奖。负责张江集电港办公中心、绿地总部、杭州绿色建筑科技馆、苏州港华办公楼等三十多个绿色建筑项目; 负责长沙梅溪湖绿色新城、宁波东钱湖新城、无锡太湖新城、新余袁河生态新城、仙居新区、临桂新区等二十多个生态城项目的规划咨询工作。

【课程纲要】:

本次讲课内容主要是介绍配套《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014 的评价工具。

内容包括绿色建筑评估 Excel 表格、绿色建筑自评估报告模板等内容, 可以方便从事绿色建筑相关的设计、咨询人员开展绿色建筑的评估工作。

【观看地址】:

<http://train.ehvacr.com/show-89857.html>

潘来：设计院“三标一体”质量管理体系及暖通专业工作流程



【讲师介绍】:

潘来：毕业于南京航空航天大学，暖通专业，现就职于大型国有甲级资质设计院（通过“三标一体”质量管理体系认证），参与过十五万方以上的综合体暖通设计。

【课程纲要】:

- 1.设计院总览
 - 1.1 设计院简介及在工程行业中所处的位置
 - 1.2 运转流程：方案、招投标、签合同、设计、后期服务、总承包……
 - 1.3 资质等级
 - 1.4 人才需求（学历、能力及软件使用）
- 2.“三标一体”质量管理体系介绍
 - 2.1 质量管理体系及其结构
 - 2.2 各个公司质量体系认证状况
 - 2.3 作用及意义
 - 2.4 对于设计工作的影响
- 3.暖通设计岗位职责说明
 - 3.1 暖通设计师工作概述
 - 3.2 对设计师的要求
 - 3.3 常用制图软件介绍
 - 3.4 任职前可以做哪些准备工作
- 4.暖通岗位设计流程
 - 4.1 前期方案沟通
 - 4.2 收资工作：需要收集哪些资料
 - 4.3 形成设计输入
 - 4.4 设计工作：制图内容、提资与反提资、与各专业及项师的沟通
 - 4.5 设计验证（校核、审核、审定等等）
 - 4.6 设计签署的顺序
 - 4.7 资料归档
 - 4.8 竣工验收、消防验收等等
 - 4.9 施工现场服务、后期服务
 - 4.10 图纸修改
- 5.进入设计院从事暖通设计前的准备工作
 - 5.1 基础知识
 - 5.2 制图技能
 - 5.3 人脉关系

【观看地址】:

<http://train.ehvacr.com/show-89814.html>

邬守春：空调负荷计算新解



【讲师介绍】:

邬守春: 高工，1962年毕业于清华大学，在中国轻工业武汉设计院工作多年，有着50年的暖通行业从业经验，他尤其擅长专业设计的指导、审查、审定及设计技术质量管理工作。

【课程纲要】:

1. 空调冷（热）负荷计算的原则

- 1.1 施工图设计阶段不得滥用冷热负荷指标
- 1.2 夏季得热量与冬季冷负荷是既相关联又不相同的两个概念
- 1.3 夏季冷负荷和冬季热负荷采用不同的计算方法

2. 计算夏季空调冷负荷的理论与方法

- 2.1 两种计算类型
- 2.2 第一类冷负荷计算
- 2.3 第二类冷负荷计算

3. 空调冷负荷的构成

- 3.1 空调区的夏季计算得热量的确定
- 3.2 注意区分空调区、空调系统及空调冷源计算冷（热）负荷各自的不同构成

4. 计算夏季空调冷负荷室外参数不是采用夏季空调室外计算干球温度

- 4.1 计算夏季空调冷负荷参数不是采用夏季空调室外计算干球温度，到底采用什么参数
- 4.2 夏季空调室外计算干球温度作什么用

【观看地址】:

<http://train.ehvacr.com/show-89829.html>

房天宇：从零开始复习注册设备工程师暖通空调专业考试



【讲师介绍】:

房天宇，网名小鱼儿飞飞。2014 年通过注册设备师暖通专业考试，曾为 2014 暖通空调在线注考暖通视频培训班班长。现为 2015 年暖通空调在线注考暖通视频培训班助考团团长和实战班讲师，《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试历年真题解析 2015 版》编委。

【课程概况】:

“中华人民共和国注册公用设备工程师执业资格证书（暖通空调）”作为暖通工程师唯一的执业资格证，一直受到暖通人的关注。“注考很难，我该如何准备”，相信很多人都问过自己这个问题。小鱼儿飞飞作为 2014 年注考新人，其独特且强大的总结风格以及详细的复习建议受到 2014 考友们的一致认可。他的帖子“【我的注考】稳扎稳打，步步为营”“考前一周了，给大伙推荐下现在可以看点啥”等帮助了很多共同奋战注考的人。本课程中，小鱼儿飞飞将主要从备考心态、复习资料、复习计划和方法等方面与你分享他的注考经验。

【课程纲要】:

- 1、执业资格与复习心态
- 2、复习资料与复习计划
- 3、看书、做题与总结
- 4、注册考试与设计实践

【观看地址】:

<http://train.ehvacr.com/show-89815.html>

寿炜炜：新国标《建筑防排烟系统技术规范》草案探讨



【讲师介绍】:

寿炜炜: 上海建筑设计研究院有限公司资深总工程师，教授级高工。先后主持了上海梅陇镇广场、上海公共卫生中心、上海光源工程、世博会中国馆等 20 余项具有社会影响的大、中型工程项目的暖通设计。参加编制了国家《公共建筑节能设计标准》《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》《建筑防排烟系统技术规范》和上海市《公共建筑节能设计标准》《绿色建筑评价标准》等 20 余项标准。

【课程纲要】:

一、新规范简介

- 1.任务由来;
- 2.编制原则;
- 3.章节安排及主要内容;
- 4.强制性条文。

二、性能化设计基本内容

- 1.性能化防火设计
- 2.基本概念
- 3.计算应用

三、新老规范的差异与理解

- 1.防烟系统
- 2.排烟系统
- 3.补风系统
- 4.防、排烟系统设计计算
- 5.系统的可靠性保证
- 6.系统控制
- 7.施工验收

【观看地址】:

<http://train.ehvacr.com/show-89858.html>

林星春：绿色建筑评价标准（介绍篇）



【讲师介绍】:

林星春：华东建筑设计研究院有限公司 现代都市建筑设计院 高级工程师。暖通空调在线论坛荣誉管理员；“小林陪你过注册”考试群及“小林助考”创始人；《牛侃暖通》主编；全国勘察设计注册公用设备工程师；LEED AP BD+C（美国绿色建筑认证专家）；PMP（美国项目管理师）。

【课程纲要】:

本课程围绕绿色建筑概念及体系、美国绿色建筑评价体系、中国绿色建筑评价标准、LEED 认证考试介绍，进行绿色建筑评价标准的介绍。后期将会开展绿建定制培训课程，包含宣贯篇、技术篇、软件篇、案例篇、操作篇、参观篇等等一系列的内容介绍，详情请学习小林对绿色建筑评价标准介绍篇的讲授。

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. 何为绿色建筑？ | 11. 绿色建筑评价依据 |
| 2. 绿色建筑认证的价值 | 12. 中国《绿色建筑评价标准》 |
| 3. 世界绿色建筑评估体系 | 13. 中国绿标与美国 LEED 比较 |
| 4. 绿色建筑评价体系市场认知 | 14. 绿色建筑评价对象（2014 版） |
| 5. 绿色民用建筑和绿色工业建筑 | 15. 绿色建筑增量成本 |
| 6. 什么是 LEED 和 USGBC？ | 16. 绿色建筑设计咨询流程 |
| 7. LEED 的发展 | 17. 绿色建筑评审流程 |
| 8. LEED 认证评估体系(V4 版) | 18. 地方绿色建筑评价及设计标准 |
| 9. 我国绿色建筑发展历程 | 19. LEED 认证考试介绍 |
| 10. 我国绿色建筑认证情况 | 20. 注册设备师考试内容 |

【观看地址】:

<http://train.ehvacr.com/show-89863.html>

黄赞：IDC 机房空调制冷系统规划设计



【讲师介绍】:

黄赞: 同济大学暖通空调专业研究生学历 从事数据中心基础建设设计咨询工作 Yuteng 数据中心工作室高级合伙人 《上海节能》杂志特约撰稿人和翻译主编 发表数据中心基建设计相关论文数十篇 参与多个通信运营商数据中心设计建设运营。

【课程纲要】:

一 传统数据中心制冷系统状态及发展趋势

当代数据中心空调制冷系统负载的特点
传统空调制冷系统设计理念面临的挑战
当代数据中心制冷系统设计理念的变化

二 数据中心空调制冷系统规划

数据中心规划设计对空调制冷系统的要求
系统设备发热量的组成
数据中心总热负荷的估算
制冷系统的节能规划
IT 设备散热特点和对制冷的要求
数据中心机架气流状况与存在的问题
机架布局和设备分布问题
CRAC 冷却性能的设置
空气送风口与回风口设计

三 制冷方案的类型及功能

制冷系统设计方案的一般类型及功能

活动地板环境中冷却系统的类型

四 提高制冷效果的一般性措施

防止和消除机架中冷热气流循环
减少和消除机房内冷热气流混合改善冷却效果

五 高密度机架和机架群的制冷措施

功率密度的定义
高密度机架和机架群的制冷措施

六 空调制冷设备

数据中心制冷系统设计对空调设备的要求
机房专用精密空调与普通舒适空调的区别
机房专用精密空调系统冷源的分类
机房空调系统
机房除尘

七 案例分析与经验交流

【观看地址】:

<http://train.ehvacr.com/show-89862.html>

邬守春：冬季热负荷计算新解



【讲师介绍】:

邬守春: 高工，1962年毕业于清华大学，在中国轻工业武汉设计院工作多年，有着50年的暖通行业从业经验，他尤其擅长专业设计的指导、审查、审定及设计技术质量管理工作。

【课程纲要】:

- ☆ 1 供暖热负荷计算的理论及要求
 - ※ 1.1 确定民用建筑冬季热负荷的因素
 - ※ 1.2 围护结构基本耗热量和附加耗热量计算方法的规定
 - ※ 1.3 基本公式计算的是耗热量，而不是热负荷
- ☆ 2 应该摒弃用换气次数计算冷风渗透耗热量的方法
 - ※ 2.1 现实的案例
 - ※ 2.2 GB50736-2012 关于门窗缝隙冷风渗透耗热量计算方法的规定
 - ※ 2.3 关于建筑外门窗空气渗透性能分级标准的商榷
- ☆ 3 供暖热负荷指标和建筑物耗热量指标
 - ※ 3.1 现实的案例
 - ※ 3.2 供暖热负荷指标和建筑物耗热量指标的区别
 - ※ 3.3 供暖热负荷指标多大比较合理
- ☆ 4 关于通风耗热量和通风热负荷
 - ※ 4.1 通风耗热量的计算
 - ※ 4.2 供暖散热器不能承担通风热负荷
- ☆ 5 耗热量计算软件
 - ※ 5.1 计算书中发现的问题
 - ※ 5.2 关于计算软件的选用

【观看地址】:

<http://train.ehvacr.com/show-89856.html>

莲花素手：《路过世界的角落》



旅行

只是漫长岁月中的一个个 **停顿**
而看尽人世繁华，**我只是路过**



《路过世界的角落》

莲花素手/著

清华大学出版社

2015/1

《路过世界的角落》通过文字和摄影作品，记录了作者在旅途上遇见的一个又一个慢且美好的角落，邂逅一个又一个普通而有趣的人，这些角落可能是伊斯坦布尔烤肉坊，或者某个看得见海峡风景的房间，又或者是赫尔辛基的早市，桑托斯街角的小咖啡店，又或者于香榭丽舍大道路口，纽伦堡老城广场……沿途一个又一个暂短停歇的角落，都有让她凝神的风景；旅途邂逅的人们，或者从此成为一生的朋友，或者擦肩而过，她都从每个人的故事中发现天荒地老的人生；旅行过程漫长，有趣无处不在，不断在路上，路过风景和人的交集。路过的快乐，经她淡定安宁的文字，将旅行世界角落的魅力弥散开来……



《注册设备师暖通动力专业考试考场年度报告(2014)》

全国勘察设计注册设备工程师暖通空调专业考试近年来炙手可热，吸引了包括设计、施工、甲方、销售、咨询、研发、教师、学生等本专业、相近专业甚至是其他工科专业的考生前来报考。作为全国统一的注册设备师考试，考委会除了不公布真题及答案以外，连每年的参考人数、通过率也作为机密，这也使得该执业资格考试蒙上了神秘的面纱。每年的报名期、备考期、考试期、出成绩期、领证期都会深深牵动广大考生的心，各考试相关论坛相关群在线人数和发言数便能说明，而考试期间部分偏远考点附近的旅馆甚至要提前一周才能订到。《注册设备师暖通动力专业考试考场年度报告(2014)》以小林注考群为切入点，统计了考试群内四年来暖通专业考友的真实成绩并对每年的通过率进行了分析，也管窥一豹的侧面反映了全国的通过率及每年考题的难易情况。同时，报告中也加入了动力专业的部分分数统计分析情况、全国部分省市及相关辅导班的通过率分析、国家正式公布数据情况等等，并征集了网友实拍的考试现场相关照片，为每年9月的几千拉杆箱大军揭开了神秘面纱的一角。

全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调&动力专业考试

考场年度报告

2014

主编：小林



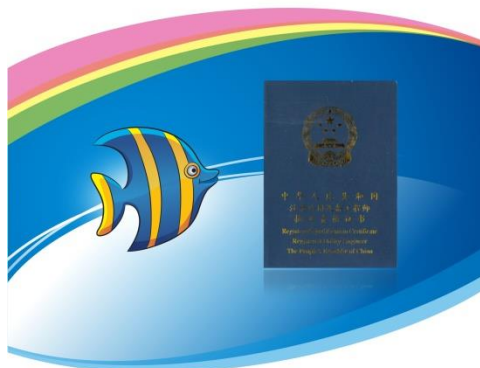
暖通空调在线
www.ehvacr.com

《小林陪你过注册暖通专业——2014 群聊精华汇编》

小林陪你过注册暖通专业 ——2014群聊精华汇编

全国勘察设计注册公用设备工程师
暖通空调专业考试

主编：小鱼儿飞



暖通空调在线
www.ehvacr.com

《小林陪你过注册暖通专业-2014 群聊精华汇编》

是2014暖通空调在线注考暖通视频培训班班长小鱼儿飞飞主持整理的一本考试周边复习资料，汇集了2015年培训班群3月至8月备考阶段的讨论精华和老师答疑整理，方便不便于长时间参加群内讨论的学员回顾讨论中的精彩部分。因为讨论的多的问题就是普遍考生复习中会碰到的问题，讨论的多的知识点也是考试最容易出题的部分，对于时间不充足的考生，也可以直接利用关键词搜索群聊精华直接查找自己需要的部分。（本资料仅作为培训班的内部资料仅供学员使用）

《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业 考试模拟题集》(2015年版)

为配合全国勘察设计注册公用设备工程师专业考试,帮助广大考生复习备考,《暖通空调》杂志社特邀国内知名专家、教授,根据《全国勘察设计注册公用设备工程师(暖通空调专业)考试复习教材》(第3版)、复习大纲和相关规范,编写了2015年版《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试模拟题集》(简称《模拟题》)。《模拟题》由中国建材工业出版社出版发行,定价230元。

全书共分为两大部分,第一部分为模拟题,第二部分为参考题(参考题为历年考试真题精选,由专家解答)。

《暖通空调》杂志社已连续9年出版了《模拟题》,考生反响较好,对于考试有很好的针对性和启发性,是全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试考生复习备考的首选资料。



《全国注册公用设备工程师(暖通空调)执业资格考试空白试卷集》

全国注册公用设备工程师(暖通空调)执业资格考试空白试卷集由暖通空调在线资深讲师小林联合《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试历年真题解析》编委会整理,涵盖从2008年至2014年全国注册公用设备工程师(暖通空调)执业资格考试全部真题。

特点:

1.7年试题全覆盖,直击知识盲点

空白试卷集涵盖2008-2014年试卷全部内容,快速使你找到知识薄弱点,快速提高成绩(因过老年份的真题早已过时,且会引起混淆);

2.百分百原试卷,提前熟悉考试

与正式考试试卷排版和格式相同(共28套),为广大考生提供提前熟悉考试做好充分准备,为顺利通过考试增加原动力;并配有相应答题卡和参考答案,便于批分。

3.配合小林编著的历年真题解析,节省复习时间

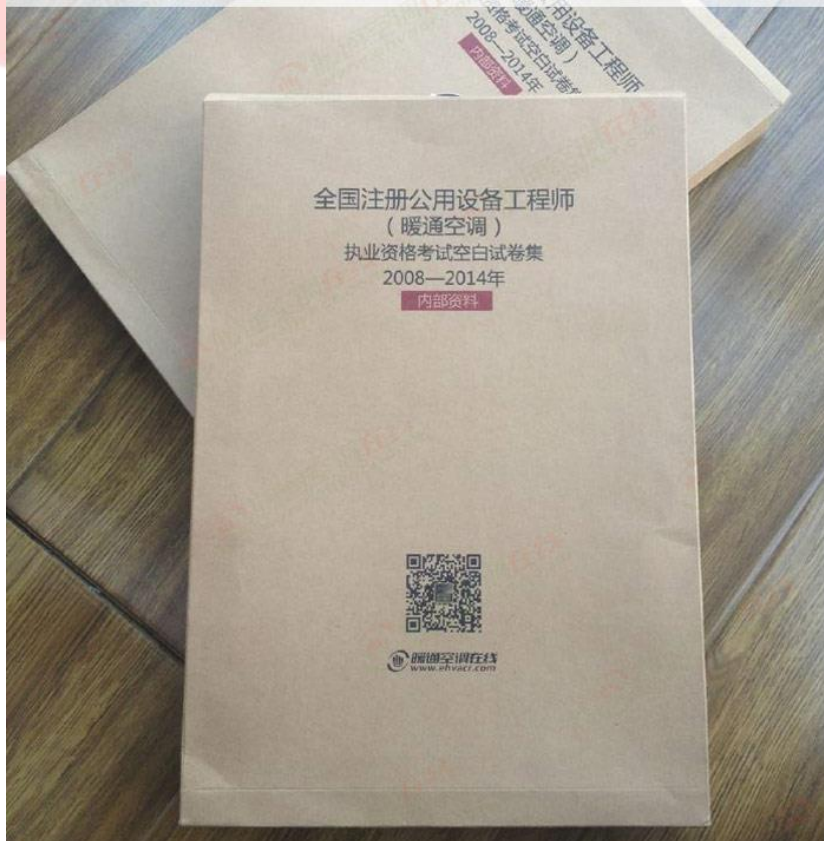
配合《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试历年真题解析》2015版-使用,所以题目与书中一一对应,省时省力效果佳。



【空白试卷集】

全国注册公用设备工程师(暖通空调)执业资格考试

7年试题全覆盖,直击知识盲点,涵盖2008-2014年试卷全部内容
百分百原试卷,提前熟悉考试,与正式考试试卷排版和格式相同(共28套)
配合小林编著的历年真题解析,节省复习时间



《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试 历年真题解析 2015版》

主编：林星春

出版社：中国建筑工业出版社

页数：600页

定价：108元

编委会：林星春、房天宇、米秀伟、
李书明、王 汉、闫全英、李亚宁、
赵 嘉、豆鹏亮、黄 成、莫俊卿、
杨英明

出版时间：2015年4月

前言：自从2005年国家实行勘察设计注册公用设备工程师执业资格考试制度以来，每年有越来越多的考生参加暖通空调专业考试，除了暖通空调本专业考生外，还有诸多符合报考规定的相近专业相关专业甚至是其他工科专业的考生。而其中就有这么一部分考生在考试通过后，仍热心帮助广大后来的考生备考，并将自己复习和考试过程中的资料进行总结分享。

本书依托“暖通空调在线”论坛注册考试版块和“小林陪你过注册”考试群，响应广大考生的强烈需求，在2012年第一版出版后，受到了广大考生的热烈欢迎，几乎成为考生人手一本带入考场的必备书。2015版在前几版的基础上进行了全面升级：全收录全解析、篇章归类清晰、提纲挈领新排版、侧重扩展总结，同时完全按考卷格式编写了一套模拟卷供考生考前进行实战模拟。在此，本书编委会及“小林助考”微信公众号祝所有考生2015年旗开得胜、通过凯旋。

书中所有的真题解析全部由曾经参与过考试的考生和注考辅导讲师自行编写整理，完全来自于民间（其中包括参加上海培训班的学员从课堂获得的某些信息资料以及暖通空调在线视频培训班老师给予的答疑），不代表任何考试委员会的意见，仅供广大考生参考解题思路。在此也向所有直接、间接参与本书编写的考生及专家、老师致以真诚的谢意，同时也感谢清华大学建筑设计研究院唐海为本书出版工作所做的贡献。对本书如有任何建议、意见和勘误，请与本书编委会 nkntzz@163.com 联系。

林星春·主编

全国勘察设计注册公用设备工程师 暖通空调专业考试 历年真题解析

(2015版)

中国建筑工业出版社

2015版十大特点

- 1、**全新改版**：全新书名、全新封面、全新排版、新增编委
- 2、**最强编委**：高分考生、一线设计师、大学教授、权威讲师
- 3、**最优结构**：专业知识、专业案例、模拟卷、附录总结
- 4、**最全解析**：完整收录7年真题全方位按最新资料解析
- 5、**提纲挈领**：所有真题按知识点归类排版，触类旁通高屋建瓴
- 6、**数据指导**：每章配有历年考题分布权重统计数据，一目了然
- 7、**独家总结**：来自高分考生的原创扩展总结、实战技巧和焓湿表
- 8、**教材同步**：配合教材小节编排，便于定位，同步强化复习
- 9、**配套模拟**：内附模拟卷及暖通空调在线同步发布配套空白试卷
- 10、**与时俱进**：依据每年考试特点和考生需求，持续升级与完善



主编介绍

林星春，1983年1月生，2007年东华大学研究生毕业，同年入职上海现代建筑设计（集团）有限公司。高级工程师、注册公用设备工程师、美国绿色建筑认证专家（LEED AP），美国项目管理师（PMP），暖通空调在线论坛荣誉管理员、“小林陪你过注册”考试群创始人、微杂志《牛侃暖通》主编。

2010年通过注册公用设备工程师暖通空调专业考试，2011年起曾在北京暖通空调杂志社、上海筑林教育学院和暖通空调在线担任注考培训讲师。曾编写电子书《注册设备师考试攻略100问》、《小林陪你过注册暖通专业》、《注册设备师暖通专业考试考场年度报告》等在网上广为流传。2012年主编出版《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试历年仿真题解析》并每年改版至今，同年参编《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试模拟题集》。

2013年起在暖通空调在线注考暖通视频培训班开创实战班，同时担任精讲班、真题班、规范班讲师。其领衔的实战班以“全程陪同”、“从战略的角度指导大家智慧地复习”以及实战经验、真题总结、答疑互动等主旨受到广大考生好评。



暖通空调在线考试版块和小林陪你过注册考试群

联合倾情奉献



网友代言之民间

智慧

史无前例之必备

宝典

暖通空调杂志社：7月13~18日·北京·注册考试培训班

主办单位：《暖通空调》杂志社

培训时间：2015年7月13—18日。

培训地点：北京（具体地点待定）

培训任课教师：张锡虎（北京市建筑设计研究院 教授级高工）；石文星（清华大学 教授）；李兆坚（总装备部工程设计研究总院 研究员）；闫全英（北京建筑大学 教授）；许淑惠（北京建筑大学 教授）；刘传聚（同济大学 教授） 林波荣（清华大学 教授）。

培训教材及内容：

采用的培训教材为《全国勘察设计注册公用设备工程师（暖通空调专业）考试复习教材》（第3版）、考试用复习大纲和相关规范（包括新增加的标准规范）、《暖通空调》杂志社组织编写、中国建材工业出版社出版的《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试模拟试题集》（2015版，以下简称《模拟题》）。培训内容按照《注册公用设备工程师（暖通空调）执业资格考试专业考试大纲》进行，讲解知识点、难点、考点，并结合《模拟题》中的典型题进行重点分析。

培训费用：3300元/人（不含《模拟题》，食宿费用自理），老学员优惠300元。

联系人：

张 婧 电话：(010) 57368830 手机：13911590647

E-mail: 815211924@qq.com

刘学民 电话：(010) 68316357 手机：18810050236

E-mail: lxm@cadg.cn;

培训班名额有限（按缴款时间顺序确定上课名额），欲报名者从速，报名截止时间：2015年7月10日。报名方式：

1) 关注杂志社微信，直接回复报名信息；或者通过新浪微博私信杂志社，填写报名信息。

2) 请将报名回执发至以上邮箱，或传真到（010）88373572。



暖通空调

微信号 hvac1971

功能介绍 《暖通空调》杂志社创办的信息发布平台

马素贞：《既有建筑绿色改造诊断技术》

既有建筑绿色改造是一个系统工程，本书首先梳理了既有建筑运行过程中存在的问题，其次给出了绿色改造诊断的流程和方法，然后分别从建筑物理环境、围护结构热工性能、暖通空调系统、给排水系统、电气与自控系统、运营管理等方面给出了具体的诊断内容、诊断方法，最后从整体的角度阐述了综合诊断的思路和方法，可以使从事既有建筑改造的相关技术人员掌握相关的方法，以利于顺利开展工作。

目录：

第一章 绪论

第二章 既有建筑运行常见问题分析

第三章 既有建筑绿色改造诊断流程和方法

第四章 室内外物理环境诊断

第五章 围护结构热工性能诊断

第六章 暖通空调系统诊断

第七章 给水排水系统诊断

第八章 电气与自控系统诊断

第九章 运营管理诊断

第十章 既有建筑运行综合诊断





小林助考：2015 暖通专业注册考试实战班公开课

公开课内容介绍：

- 1、本讲(1月第零讲)为注考培训班公开交流课，欢迎大家相互推广。
- 2、本视频建议适用想了解以下内容的网友：
 - (1)、注册设备师暖通专业考试形势及相关政策
 - (2)、注册设备师暖通专业考试难易程度及历年通过率
 - (3)、注册设备师暖通专业考试基础常识
 - (4)、注册设备师暖通专业考试经验攻略
 - (5)、想进一步了解 2014 培训班总结情况和 2015 培训班特色
- 3、本讲特别推荐内容：
 - (1)、通过率数据详细分析
 - (2)、考生类别情况调查分析表
 - (3)、2014 年试卷出题分析
 - (4)、2015 年复习计划安排和资料推荐
- 4、2015 年实战班课程安排



课程	上线时间	主打内容
实战班 1 月第零讲	1 月	注考形势、通过率分析、基础常识、2014 试卷分析、推荐资料等
实战班 2 月第一讲	2 月	复习计划、教材复习指导专篇、历年真题初识篇等
实战班 3 月第二讲	3 月	规范复习指导专篇、真题分类应对策略、案例题技巧等
实战班 4 月第三讲	4 月	多选题技巧、教材规范原文题篇等
实战班 5 月第四讲	5 月	“想当然”题专篇、历年常考题（供暖篇）等
实战班 5 月第五讲	5 月	报名指导专篇、变相送分题、历年常考题（通风篇）等
实战班 5 月第六讲	5 月	在线助考复习第 I 阶段总结
实战班 6 月第七讲	6 月	放到后面做的题篇、历年常考题（空调洁净篇）等
实战班 6 月第八讲	6 月	焓湿图应用专篇、直接放弃题篇、历年常考题（制冷篇）等
实战班 7 月第九讲	7 月	在线助考复习第 II 阶段总结
实战班 7 月第十讲	7 月	在线助考三版教材总结串讲（上）
实战班 8 月第十一讲	8 月	在线助考三版教材总结串讲（下）
实战班 8 月第十二讲	8 月	历年争议题篇、2015 出题趋势及知识点押题等
实战班 9 月第十三讲	9 月	考场注意点、考场实拍、实战班总结篇

5、观看地址：<http://train.ehvacr.com/show-89822.html>

微杂志《牛侃暖通》微信公众号发布



（“牛侃暖通”或“niukannuantong”）

立足于为广大暖哥暖姐提供交流的网络平台，基于暖通空调在线民间创民间办的微杂志。无刊号无稿费无版面费，有追求有看法有表达，可论文可杂谈可诗歌可艺术。

期待如午后的一杯咖啡，在繁芜的日常工作中，带给暖男暖女们片刻的安宁，干净、纯粹但不失专业的追求；任性、开怀但承载不息的奋斗情怀。

创刊：微杂志《牛侃暖通》创刊于 2013 年 1 月。主编林星春（小林），每期特邀不同编委和顾问。

栏目：【封面人物】、【牛侃暖通】、【行业茶聊】、【民间论文】、【暖儿暖女】、【暖通告白】、【新番推荐】等

刊期：一至两个月出一期，每期 20 页左右，并适时出一些特辑和合辑。

平台：暖通空调在线、中国绿色建筑排行榜、牛侃暖通微信公众号、小林助考微信公众号及暖通相关 QQ 群微信群

地位：2015 年开始将作为“暖通空调俱乐部会刊”成为业界草根们的交流阵地，畅所欲言，并不断地无差别地推出亮闪闪的“暖儿暖女”，不论出身，不论大牛小牛，一视同仁。《牛侃暖通》中亦隐藏着不少行业大咖，他们愿为你甘当绿叶，也许你就是下一期的封面人物。

期待：我们欢迎和期待对《牛侃暖通》成长有利的任何形式的支持。《牛侃暖通》没有专业的杂志人员，但我们有一颗钻石般恒久远的心，主编在，牛侃在，暖通在，牛侃在。在此约定：《牛侃暖通》创刊十年、二十年、三十年、四十年、五十年都会与你相约，我们期待在《牛侃暖通》上找到你的身影。

《牛侃暖通》订阅投稿建议支持邮箱为：nkntzz@163.com

