

Niubility of HVAC

33

2022.06



牛侃江湖



暖通鉴

武林大会

牛侃观摩团

暖通江湖风云录

牛侃讲堂



牛侃超市

牛侃江湖带货专业知识



---宣传行业和专业，我们带货专业知识---

牛侃江湖系列之“牛侃超市” 2022年7月1日开张

我们在



等你



牛侃暖通

(月刊)

Niubility of HVAC

2022年6月第33期

创刊年份：2013年

主办单位：牛侃江湖

主 编：林星春

副 主 编：赵 申、刘 璐

顾问指导：董丽萍、宋 凯、刘 静

本期编委：林星春、赵申、刘璐、卢孟龙、

王志国、撒世忠、赵海涛、苏喜庆、赵国强、

赵建博、Alan、郭进、杜韶锋、付宝弟、林和

虎、霍金鹏、李海军、张仕杰、米秀伟、张涛、

刘东、黄中、李强、娜娜、凌飞、郑文茜、王

沂萌、周凯歌、易福玲、马敏、沈东君、张利、

杨云开、顾蓉蓉、邵喆、马辉、辛玉广、张均、

李春萍、宋中华、胡嘉庆、张晓晗、蔡逢逢

发 布：暖通空调在线

赛尔传媒

投稿邮箱：28136076@163.com

订阅信箱：28136076@163.com

在线观看：<http://w.51hvac.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，一切
看主编心情。
- 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。

目 录

图片摄影

- 张涛：牛侃暖通在朱家角 封面
牛侃超市带货专业知识海报
广西净化行业资讯 2022 年刊封面 封底

牛侃暖通

- 林星春：2022年6月12日：牛侃江湖第一
届武林大会在光明总舵举行 1
黄 中：高原电机需要加大真正原因探讨 4
林和虎：通风柜发展史 9

行业茶聊

- 张 涛：ASHRAE 7 个专业证书，你选一个 18

民间论文

- 廖德安，等：医院病房正负压智能转换控制
系统在“平疫结合”院感防控中的创新应用 31

他山之石

- CDC 科学简报：SARS-CoV-2 的传播机理(中
文版) 39

新番推荐

- 林星春：《全国勘察设计注册公用设备工程
师暖通空调专业考试考点精讲》 46
刘汉华：《医院暖通空调节能设计及案例》 47
《民用建筑暖通空调设计统一技术措施 2022》 49

暖通才艺

- 陋室铭：《书谱》《米元章书简帖赞》 51

合作支持



saier 赛尔传媒



微信公众号



逍遥阁书橱

牛侃江湖第一届武林大会在光明总舵举行

来源/“牛侃暖通”微信公众号节选

2022年6月12日，牛侃江湖第一届武林大会在光明总舵举行，本次武林大会由牛侃暖通和暖通空调在线主办，《暖通空调》杂志社、爱优特、泰恩特空调、力聚锅炉、翱途能源、小林助考提供合作支持，共有13位嘉宾亮相并做技术分享，同时大会送出61份奖品。

来自华东建筑设计研究院有限公司和牛侃江湖光明总舵的陆琼文第1个做报告分享《冷却水系统设计温差节能分析》，报告从从冷却水系统及冷水机组的全年运行能耗角度，分析不同冷却水设计温差的节能性。冷却水系统全年能耗和冷水机组、系统负荷情况、湿球温度分布情况、冷却水系统设计温差有关。通过实例分析北京上海广州三个地区在5、6、7、8℃四种设计温差下的冷却水系统全年能耗水平，得出在冷水机组性能允许的条件下，可尽可能加大冷却水设计温差以节能。

来自中建科技集团有限公司和牛侃江湖光明总舵的马素贞第2个做报告分享《零能耗建筑实现路径及实践探索》，报告从国家双碳战略出发，以建筑碳排放数据分析为基础，基于“开源节流”的思路提出了建筑领域碳中和的路径——超低能耗/零能耗建筑、建筑用能电气

化、可再生能源利用、低碳建造和低碳建材，最后以上海零能耗建筑实践为例，阐述了零能耗建筑技术体系在实际项目中的应用情况。

来自**500强企业派和牛侃江湖光明总舵的李全军**第 3 个做报告分享《环境与室内环境的几点思考》。目前，人类已逐步全面的、深入的认知变化的环境因素与人类健康的密切关系，空气质量、气候、疾病、疫情等都引发人类与之相关的外向和内向影响因素的思考。而人居环境是影响人类健康直接因素之一，那么从人的健康要素考虑：人居室内环境与室外环境如何选择、平衡、适宜呢？

来自**泰恩特空调和牛侃冷热源设备厂商联盟的顾丽**第 4 个做报告分享《泰恩特直膨式空调全变频技术介绍》，报告介绍了全变频直膨式空调的技术特点、不同使用场合的设备使用注意点，以及实际使用中的常见问题等。分体式冷凝排风新风空调在方舱医院、负压隔离病房、医院等场所的应用。置换通风降温机组在 UPS 机房、配变电间的应用。

来自**牛侃机房及智能设计委员会及牛侃机电碳中和委员会的李海军**第 5 个做报告分享《一机房十专利实现设计引领》。高效机房、建筑碳中和离不开创新，最怕躺平。被动式建筑穿衣打扮，机电需要主动作为，实现减碳低碳梦。满足规范不是目的，节能高效稳定可靠才是追求。多用数学、物理，根据项目实际情况定制方案，没有条件创造条件，有了条件，用足条件，将绿色低碳进行到底。

来自**牛侃江湖光明总舵和牛侃工艺性空调设计委员会的霍金鹏**第 6 个做报告分享《双碳背景下电子工业洁净厂房节能策略》，报告介绍了“双碳”战略的背景，分析总结了电子工业洁净厂房的能耗特点，电子洁净厂房具有洁净度、温湿度要求高、体量大、能耗高、系统安全可靠要求高的特点，根据能耗特点有针对性的提出了电子工业洁净厂房的节能 8 大措施；最后以中电三公司为例分享了典型的工程公司在“双碳”战略背景下做出的努力和技术管理实践。

来自**牛侃江湖光明总舵和牛侃暖通深圳分舵的路人甲**第 7 个作报告《EPC 模式下的产业园暖通设计探讨》，报告以某产业园 EPC 项目为例，简要阐述了该项目在前期调研、设计、施工配合、消防验收等阶段遇到的一些代表性问题，反思了设计中的欠缺之处。最后进一步讨论了 EPC 项目的风险与痛楚，以便设计人探寻破局的途径。

来自**上海爱碳科技有限公司和牛侃江湖光明总舵的李志**第 8 个做报告分享《空调系统成本分析（含地源热泵系统）》。空调系统成本分析是影响空调方案选择的重要因素之一，成本分析的准确性是每一位设计师重点关注的重点，特别是地源热泵地埋管换热系统成本准确

性直接影响地源热泵系统推广与应用。地源热泵系统是空调冬季节能的重要手段之一。合理设计与运维是地源热泵系统成功与否的重要因素。

来自牛侃 HVAC 汉化联盟和牛侃建筑调适和技术监理委员会的张涛第 9 个做报告分享《美国暖通相关组织和标准简介》，报告主要内容为美国建筑（暖通）标准：协会制定、政府采纳，因地制宜，乱而有章。

来自爱优特空气技术（上海）有限公司的副总经理兼产品总监龙时丹第 10 个做报告分享《微等离子技术在暖通设计领域里的应用》。如何高效去除异味和恶臭成为人们日益关注的话题，爱优特应此隆重推出微等离子技术。报告从何等离子开始论述，详尽地介绍了爱优特微等离子技术的除臭、消毒原理，技术特点、技术对比以及产品应用场景，为用户提供了新的选择。

来自于上海品览数据科技有限公司的和牛侃软件应用委员会的刘剑平第 11 个做报告分享《暖通 AI 设计与制图趋势的思考》。报告主要是介绍 AI 辅助设计现状，品览地暖模块 AI 设计的内容及 AI 辅助设计发展趋势的思考。

来自同济设计院和牛侃暖通上海分舵的邵喆第 12 个做报告分享《有污染物的印刷厂房空调设计》。印刷车间有不同的工艺，不同的印刷机的发热情况是不一样的，所以做设计一定要了解工艺，才能准确计算负荷。面对有污染物的印刷工艺时，介绍了采用水浴过滤+溶液除湿温湿度独立控制系统的应用，以及应用过程中遇到的一些问题的分析。

来自深圳华森和牛侃暖通光明总舵的李百公第 13 个做报告分享《从暖通看传统设计院发展之路》。报告从暖通空调设计概述、传统设计院现状、发展要求、发展之路四方面进行了分享：确保设计质量及服务质量、增加设计市场认可度；增强机电系统方案能力，赢得机电设计的领先和优势地位；加强科研、增强穿心能力、学习新知识新技术、适应新时代高质量发展需要；积极向各方学习，提高自身综合能力、项目支撑能量。

视频回看



PPT 下载



高原电机需要加大的真正原因探讨

黄 中

来源/“医院空调设计”微信公众号节选

关于牛侃医院通风与空调设计委员会 6 月 27 日下午讨论的高原地区功率修正的问题，我又细想一番，目前保留看法。在此也向大家汇报一下，欢迎讨论指正。

1. 关于压头修正的存疑

群友引用了许钟麟老师的“洁净室及其受控环境设计”（下称：文献 1）和崔跃崔总的“高海拔地区暖通空调设计中的若干技术问题”（下称：文献 2）。来阐明、支持“高原地区轴功率加大”的观点。

上述两文献中，我完全赞同其前半部分的意见，但到了“实际选用风机的名义风压”这部分，我有不同看法。这两文献前半部分都已经讲到：高海拔条件下系统压力损失的减少与风机风压的降低是完全等同的。按照标况计算的系统阻力与按照标况选择的风机风压，无论气压高低，都是可以适用的，为何还要修正出个“实际选用风机的名义风压”？——这不是又绕回风机风压修正吗？

为了具体化说明问题，下面举例计算对比。

平原地区风量 5000，阻力 350Pa 的系统，按照风机样本（样本中数据都是标态下测试出来的）选择 350Pa 压头。假设把这个系统原封不动照搬到高原，它的运行参数怎么变？——在 650hPa 高原地区，这个系统阻力变成 $350 \times 650 / 1013.25 = 225\text{Pa}$ ，同时，风机压头也是减少到 225Pa 压头，风量（体积流量）不变。为何是这样的变化，可以从系统阻力计算、风机相似率等公式分析得出，这里从略。

按文献 2 中式 7 计算，式中 $H_s = 225\text{Pa}$ ， $\rho_s = 1.2 \times 650 / 1013.25$ ，则

$$H_x = 1.2 \times H_s / \rho_s = 350\text{Pa}$$

按文中表述， H_x 为“高海拔下”风压，也就是说，在该海拔条件下，风压要达到 350Pa。这个风压远大于系统阻力。

按文献 1 中式 6-8 计算，式中 H_o 为标态风压即 350Pa， $\rho_s = 1.2 \times 650 / 1013.25$ ，则

$$H_o' = 1.2 \times H_o / \rho_s = 545\text{Pa}$$

文献 1 中未明确 H_o' 的含义，但无论 H_o' 是标态下的风压，还是高海拔条件下的风压，这个数值都与系统所需压头不匹配。

综上,我认为这两文献的风压计算值得商榷。不能要求高原地区运行中风机提供的压头还维持标态数值。

三、风机压头的修正

在高海拔的地区,当使用的风机的转数、效率及气温没有变化时,风机送出的体积风量 L 不变,但空气密度大的,产生的压力大,空气密度小的,产生的压力也小。所以,高海拔地区使用风机的实际运行风压 H_s ,将低于其在标准状态下测得的名义风压 H_o ,有

$$H_s = (H_o \times \rho_s) / 1.2 \quad (6-6)$$

或者说,在当地大气压下系统总阻力 H_s 和根据标准状态下的图表计算所得的总阻力 h 的关系是:

$$H_s = (h \times \rho_s) / 1.2 \quad (6-7)$$

为了保证风压要求,实际选用的风机的名义风压 H'_o 就是:

$$H'_o = (1.2 \times H_o) / \rho_s \quad (6-8)$$

因此,系统的风机应按 L_s (m^3/h) 和 H'_o (Pa) 选用。

四、电机轴功率的修正

由于风机风压的降低和系统压力损失的减少是等同的,风机电机的轴功率 N 也会减少:

$$\text{标准状态下} \quad N_o = L_o H_o / \eta_1 \eta_2 \quad (6-9)$$

$$\text{实际状态下} \quad N_s = L_s H_s / \eta_1 \eta_2 \quad (6-10)$$

式中, $L_o = L_s$, $\eta_1 \eta_2$ 不变, $H_s = (H_o \times \rho_s) / 1.2$, 而 $\rho_s < 1.2$, 所以有 $N_s < N_o$ 。

为了保证设计的风压要求,式(6-8)已算出实际选用的风机的名义风压 H'_o ,所以实际电机轴功率将增加,即:

$$\begin{aligned} N_s &= L H'_o / \eta_1 \eta_2 = L_o (1.2 H_o / \rho_s) / \eta_1 \eta_2 \\ &= 1.2 L_o H_o / \rho_s \eta_1 \eta_2 = 1.2 N_o / \rho_s \end{aligned} \quad \text{医院暖通设计}$$

图1 洁净室及其受控环境设计(文献1)截图

3 关于风机性能的海拔修正

3.1 选型计算:根据设计规范,对于高海拔地区的通风系统,当以实际的体积风量 L_s 按标准状态下的图表计算出系统的压力损失 H_o ,并按一般通风机性能表选择通风机时,其风量和风压均不要修正,但电机的轴功率要作验算。这是由于,高海拔条件下系统压力损失的减少与风机风压的降低是完全等同的,同时,风机电机的轴功率 N 也会减小:

$$\text{标准工况下} \quad N_o = \frac{L_o H_o}{\eta_1 \eta_2} \quad (4)$$

$$\text{实际工况下} \quad N_s = \frac{L_s H_s}{\eta_1 \eta_2} \quad (5)$$

这里 $L_o = L_s$, 效率系数 η_1 和 η_2 不变, $H_s = \frac{H_o \times \rho_s}{1.2}$, 而 $\rho_s < 1.2$, 故有 $N_s < N_o$ 。

3.2 校核计算:当风机在转速、效率及气温不变的前提下用于高海拔地区时,输送空气的体积流量 L 不变,实际风压则将低于其在标准工况下测得的名义风压 H_o ,也即

$$H_s = \frac{H_o \cdot \rho_s}{1.2} < H_o \quad (6)$$

反过来,为确保系统既定的风压要求(通常即是该系统原配套风机的名义风压 H_o),高海拔下实际选用风机的名义风压就应是

$$H_x = \frac{1.2 H_o}{\rho_s} \quad (7)$$

其电机轴功率也将相应地有所增加:

$$N_x = \frac{L H_x}{\eta_1 \eta_2} = \frac{L_o \left(\frac{1.2 H_o}{\rho_s} \right)}{\eta_1 \eta_2} = \frac{1.2 N_o}{\rho_s} \quad (8)$$

3.3 风机作选型及校核计算时,电机轴功率随海拔上升呈现出不同变化趋势的原因在于:选型时系统的压力损失即选用风机的风压 H_o 是按标准工况算出的,它必定大于系统在高海拔下实际造成的压力损失 H_s 。相反,校核计算则是在高海拔条件下验证已在标准工况下构成的系统,这里一向都不需要(往往还不大可能)校核该系统实际所需的风压而把它当做是既定不变的,从而只就空气密度的减小作风压与功率的校核。作为实例,空调通风系统设计中很普遍的风机选型计算属于前者,而锅炉房烟风系统设计中鼓、引风机的海拔修正属于后一情形。 医院暖通设计

图2 高海拔地区暖通空调设计中的若干技术问题(文献2)截图

2. 轴功率该怎么算

“轴功率”是指在一定风量和压头下，电机单位时间内给予风机轴的功。这里的“一定风量和压头”就是指当地当时实际运行的参数，而高原地区风机的实际运行风压小于标态下风压，因此，应该采用实际运行风压来计算轴功率。仍以上述例子计算，该风机的轴功率为：

$$\text{高原地区（实际风压 } 225\text{Pa） } N_2 = \frac{G * P}{3600 * 1000 * \eta_1 \eta_2} = \frac{5000 * 225}{3600 * 1000 * 0.7 * 1} = 0.45\text{kW}$$

$$\text{平原地区（实际风压 } 350\text{Pa） } N_2 = \frac{G * P}{3600 * 1000 * \eta_1 \eta_2} = \frac{5000 * 350}{3600 * 1000 * 0.7 * 1} = 0.69\text{kW}$$

医院暖通设计

同一台风机，在高原地区所需的轴功率小于标态下的轴功率，这个理论结论是无可置疑的。

在实际风机选型软件中，也可看出符合这一结论判断的选型结果。

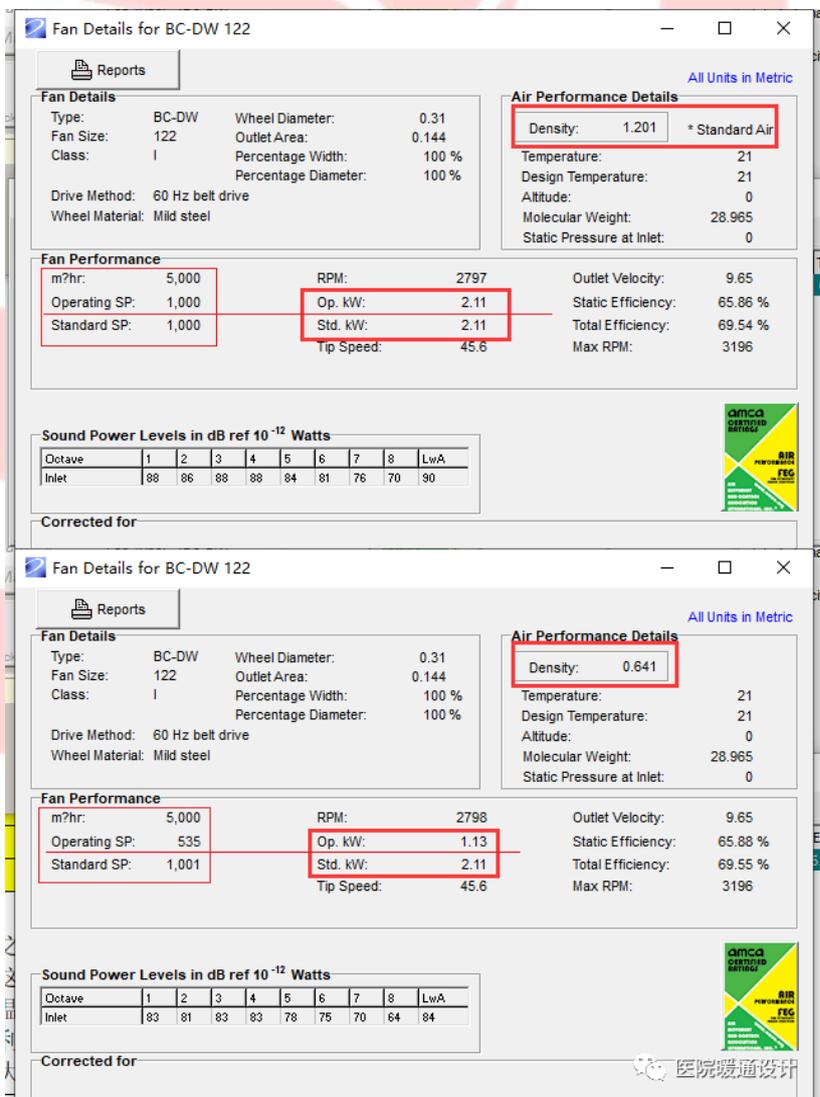
右图中，标态下运行功率（Op）为 2.11kW，而低压地区（空气密度为 0.641）运行功率（Op）为 1.13kW。

3. 电机功率怎么选

根据轴功率、电机效率，可以计算电机功率，根据电机功率，考虑电机负载率、允许过载能力，从而确定电机的额定功率。

其中的电机负载率，考虑的最大原因就是避免电机过热，控制电机温度在电机绕组绝缘材

料的允许温度范围内，长时间的满负载将可能导致电机过热，因此，通常取负载率 0.75~0.9。



以负载率为主，结合允许过载能力、工作制等因素综合考虑，一般风机电机功率可按《手册》P1190 进行计算。

配用风机的功率 N ，可按式计算

$$N=K \cdot N_z \quad (12.2-3)$$

式中 K ——电动机容量安全系数，见表 12.2-9 所示。

电动机容量安全系数 K

表 12.2-9

电动机容量(kW)	0.5	0.5~1.0	1~2	2~5	>5
K	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1

上例中，平原地区轴功率 0.69kW 的风机，电机功率

$$N=0.69 \times 1.4=0.966$$

因此，可选取额定功率为 1.1kW 的电机。

4. 高原电机考虑的问题

在诸多文献中、在群友们的讨论中，大家对这个问题及其原因都有共识：高原地区由于空气密度小使得电机比平原地区散热差。

基于此，便有解决措施 1：加大电机，“大马拉小车”不费劲，散热量小，就不会出现电机过热。

一开始，我对此有不同看法，想当然的认为：散热差就应该解决散热问题，加大电机或许能解决问题，但不是从问题的根本上解决矛盾。电机散热原理是空气换热，从下式

$$Q=\rho cG\Delta t$$

式中 ρ 变小，只要加大风量 G ，就可以保证 Q ，从而维持 Δt 不变，也就是电机不会过热。

于是咨询几家风机厂家技术人员，给出的答复基本上是：

a. 可以考虑加大电机散热风扇风量，有两个途径，一是加大风扇叶片直径，由于电机风扇与电机同轴，这样导致电机壳变大；二是加大风扇叶片宽度，这样导致电机加长。而改变电机结构单独设置风扇的做法又带来产品设计、价格等方面问题。因此实际操作中通常采用加大一档电机的做法。

b. 外转子电机散热没问题，不需要加大电机可以适用于高原地区。

c. 变频风机的电机风扇通常采用工频运行，可能可以适用于高原地区。

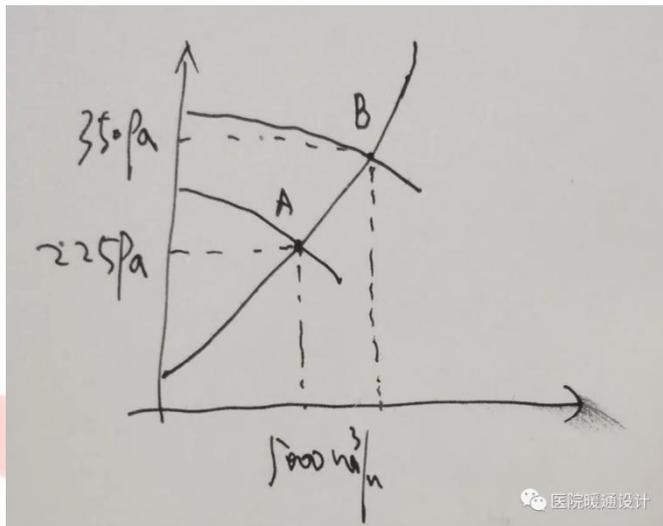
综上所述，高原电机普遍会比平原电机加大一档，但直接原因并不是文献 1、2 中所计算的风压增大导致的轴功率加大，而仅仅是由于电机散热问题。

5. 实际工程电机不够的原因

群友实际项目经验表明，电机就是不够，我分析除了上述散热问题的原因外，还可能有：

a. 正是由于计算风压加大，导致风机运行点不在设计点，相当于由原来状态点A往右上偏移到了B，导致轴功率变大。

b. 系统阻力计算与实际阻力之间误差较大。大家都知道，我们现在风系统阻力计算的基础并不扎实，有些局部阻力系数的来源甚至已经不可考证，这就导致计算阻力与实际阻力之间的误差，在某个或某些项目中由于施工等原因造成系统阻力比计算值大很多，作为经验教训，设计人员偏于保守，便以不合理系统阻力为依据，在此基础上另加附加系数，这种做法推而广之，碰上正规施工的系统，风机风压就会远大于系统阻力，从而导致轴功率变大（轴功率往往随着实际风量加大而增大），反馈回来是电机不够。



中由于施工等原因造成系统阻力比计算值大很多，作为经验教训，设计人员偏于保守，便以不合理系统阻力为依据，在此基础上另加附加系数，这种做法推而广之，碰上正规施工的系统，风机风压就会远大于系统阻力，从而导致轴功率变大（轴功率往往随着实际风量加大而增大），反馈回来是电机不够。

6. 结论

- 6.1 高原地区风系统阻力计算、风机选型都可以按照日常平原地区的设计计算方法进行。
- 6.2 不需要再对风压进行所谓名义风压修正，按 5.1 一次计算、一次选型就完成。
- 6.3 高原风机电机所需轴功率是变小而不是变大。
- 6.4 实际操作中高原电机需要加大的原因是散热需求，不是风机风压或轴功率的增大，往往反而可能是由于把风机风压加大才导致电机的进一步加大。

7. 声明

本文借用群友引用的许钟麟老师、崔跃崔总两位前辈的早年文献（都是十几年前出版的），只是针对局部内容提出探讨，本人才疏学浅，探讨中所提出的观点旨在征求群友指正，不敢存有它念。本人也涉足一些生物洁净领域的学习，许钟麟老师一直是我仰望的存在；崔跃崔总虽未谋面，但在牛侃江湖聆听崔总讲课，受益匪浅，也是我敬仰的前辈。



通风柜发展史

林和虎

来源/“ICT2”微信公众号节选

传统通风柜发展已经进入了成熟期。几十年来，通风柜理论和设计理念并未有太大的变化。本文将通过整理通风柜和实验室通风安全的发展历史，来畅想通风柜未来的发展方向。

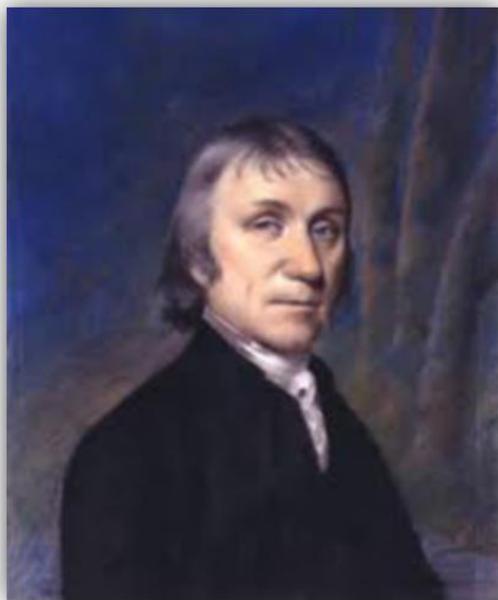
本文撰写过程中，得到行业内很多人的帮助，其中包括 Erlab 提供企业发展历史，Chip Albright 关于通风柜的未来的一些讨论等，在此一并感谢。“通风柜的未来”这个章节，浓缩了很多新颖的观点，篇幅小，但值得细细思索。

引言

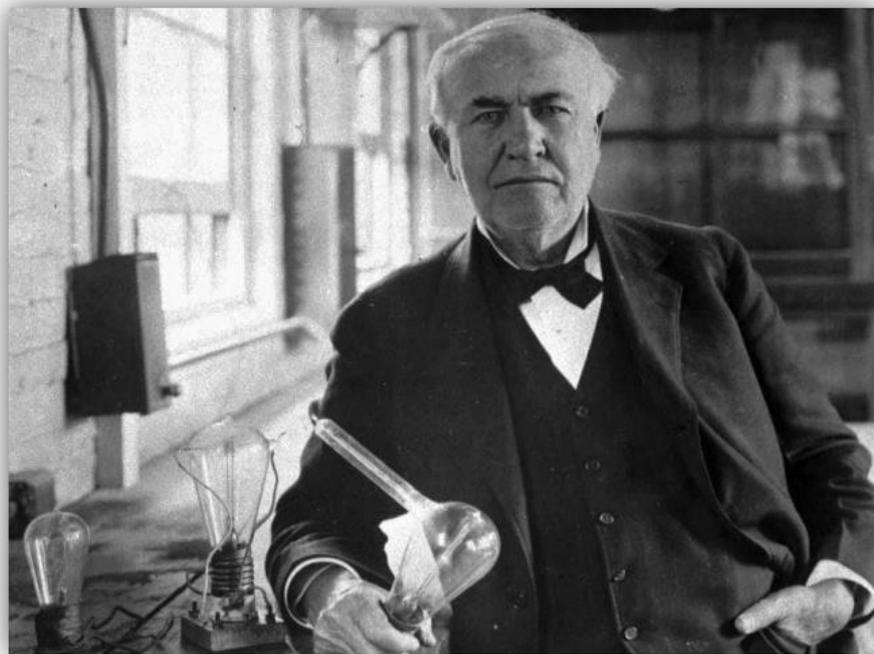
通风柜是几乎所有实验室中必不可少的设备，从教学实验室到研究实验室再到工业实验室。通风柜通过安全地从紧邻的工作环境中清除这些物质，避免人员接触有害或有毒烟雾，蒸气或灰尘的可能性。通风柜还用于保护样品免受外部环境的影响。

通风柜可以是有管道的，也可以是再循环的。两种类型的工作方式都是允许从通风柜的正面（开放）侧吸入空气，然后将其排出建筑物外或通过过滤使其安全并再循环回房间。

自化学研究初期以来，实验室中就需要通风。使用局部烟囱排出有害气体是解决此问题的明显方法。通风柜已经在实验室中使用了几代。实际上，一些历史学家将第一个通风柜归功于托马斯·杰斐逊（Thomas Jefferson）或后来的托马斯·爱迪生（Thomas Edison），据说这两个人都使用了壁炉的自然通风和烟道来排出实验中不需要的蒸气【1】。但是，约瑟夫·普里斯特利（Joseph Priestly）于 1790 年创建了第一个实验室化学排气罩。随着电力和电气工程的引入，第一台鼓风机电动机的发明为今天的通风柜铺平了道路。1923 年，英国利兹大学安装了第一台管道通风柜。



▲托马斯·杰斐逊（Thomas Jefferson）



▲托马斯·爱迪生 (Thomas Edison)

二十世纪初——通风柜的起源

托马斯·爱迪生 (Thomas Edison) 大约在 1900 年工作，是最早关注实验室通风的科学家之一。爱迪生在他的实验室中使用壁炉烟囱将实验中产生的有毒烟雾和气味排放到加热的橡胶混合物中，利用烟囱的自然气流排出气体【2】。



▲托马斯·爱迪生（Thomas Edison）实验室通风柜

1904 年 Newbuilt 化工学院在格但斯克工业大学配备在观众席由木头和玻璃的通风柜，几个教室，学生实验室和房间的科学家。上下玻璃面板可滑动，可防止烟雾和爆炸。每个通风柜都被照亮，并配有用于加热的燃气装置和带排水口的自来水。反应的有害和腐蚀性气态副产物可通过壁炉烟囱的自然通风主动除去。超过 110 年的时间，这个早期的设计仍然可以使用【3】。

1923 年，利兹大学使用了最早的现代意义上的通风柜之一。这个装置由一个站立在工作高度的大橱柜组成，并装有垂直的拉门，类似于平行的窗户【4】。

1936 年，Labconco 作为通风柜的先驱制造商之一，开发出了第一款用于商业销售的通风柜。该装置采用了现在熟悉的拉门式设计，允许单个操作员将手放在“柜子”中安全地工作。

第二次世界大战促进通风柜的发展

由于担心暴露于剧毒化学物质和放射性物质，因此在第二次世界大战期间，通风柜技术取得了相当大的进步。在这种灾难性的背景下，安全，通风和通风柜的设计取得了重大进展。

同样在战争年代，该机构开发了高效微粒空气（HEPA）过滤器，后来该机构成为了原子能委员会。HEPA 过滤器的开发对通风柜和生物安全柜的有效性产生了巨大影响，大大提高了对用户的保护。

1943 年，小约翰·韦伯（John Weber, Jr.）在爱荷华州艾姆斯的艾姆斯实验室工作，提出了恒定面速，可变排气流量通风柜控制的概念。此设计应用于由专用通风柜排气扇提供服务的垂直上升式拉门通风柜。该概念最终成为当时原子实验室中许多通风柜所采用的标准功能，尤其是在通风柜内的通风控制上起到至关重要的作用。

大约在同一时间，韦伯还认识到，当开发出作为其系统一部分的紧急快速关闭功能时，通风柜中的最佳密闭性是通过最小的拉门开启来实现的。用作 Weber 系统一部分的排气扇保持开启。

通风柜应用和理论持续发展

1951 年，H. W. Johnson Service Co.（现为 Johnson Controls, Inc.）首席现场工程师 Alyea 意识到，尽可能保持通风柜的门关闭，并且在不使用通风柜的情况下，可以节省大量的空气。供应按比例减少了冷却需求，提高了过滤器寿命，并节省了大量能源。

1961 年，Labconco 推出了首个一体成型的玻璃纤维通风柜，即 Fiberglass47。由于其耐用性，清洁性，高光反射率，耐火性和耐化学性，因此被选择用作通风柜的内衬。从那时起，一体式玻璃纤维内衬就成为 Labconco 通用化学通风柜的标志性特征。



▲Labconco 的 Fiberglass 28 通风柜于 1965 年推出

1968 年，弗朗索瓦·皮埃尔·豪维尔 (Francois-Pierre Hauville) 创立了 Erlab 公司，并于同年开始销售第一台 Captair 无管通风柜。如今，Erlab 继续开发和销售 Captair 系列通风柜。



▲Erlab Captair 系列通风柜

1970 年代开始尝试开发了补风型的通风柜，该补风型通风柜通过将外部空气引入通风柜开口前来节省能源，从而减少了实验室处理空气的排出。这种类型的通风柜需要使用两个风道和风机系统。但因为补入的空气对通风柜的正常运行产生了干扰，带来了安全隐患，这种类型的通风柜逐渐被淘汰。

一个有名的项目是 1995 年，劳伦斯·伯克利国家实验室（Lawrence-Berkeley National Laboratory）申请并进行的，称为伯克利通风柜（The Berkeley Hood）。它将流体力学和空气动力学（push-pull）创新性地应用于通风柜的开发，跟传统型排风柜对比，将排风量降低约 70%，依然保持着稳健的污染物控制性能。这个项目改变了以往只靠补风或 VAV 变风量系统来节约能耗的方式，提出了新的通风柜开发思路【5】。新加坡的 ESCO 独家购买了此项目的专利，并开发了高效性的通风柜。【6】

1970 年代，Labconco 开发了玻璃纤维步入式通风柜，为研究人员提供了更大的操作空间，并允许在安全的环境中使用更大的设备进行工作。步入式通风柜是当今许多实验室的常见形式。

通风柜发展进入新阶段

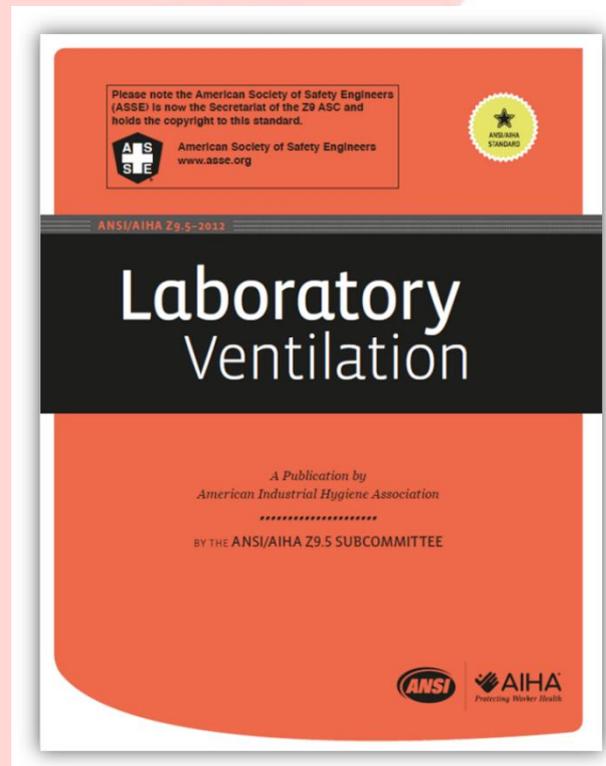
1985 年，美国 ASHRAE 推出世界第一个通风柜性能测试标准 ASHRAE 110-1985。通风柜发展逐渐进入规范化的发展时期。

1990 年，英国发布了通风柜英国标准 BS 7258。它逐步演变为 EN 14175，并被大部分欧洲和世界其他地区接受。

1990 年代期间取得的一个重要里程碑是拉门限制装置的开发，该装置旨在限制拉门可以打开的尺寸而不会妨碍进出，并减少通风柜的能耗。

1991 年，OSHA（职业安全与健康管理局）对实验室具有管辖权。

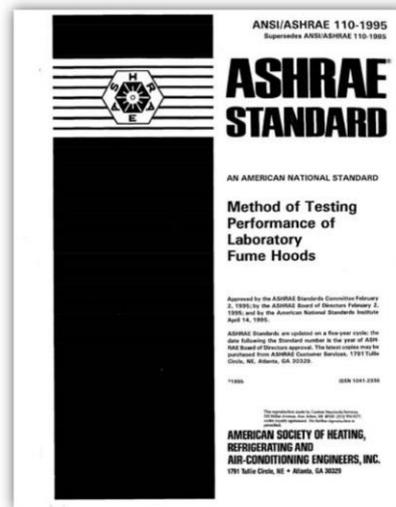
1992 年，美国引入了 ANSI / AIHA Z9.5 作为实验室通风的国家标准。



▲ANSI / AIHA Z9.5 最新版本为 2012 版

1995 年推出了大大改进的 ASHRAE 110-1995。

以 1995 年为分界线，美国完成了现代工业通风(包括实验室通风)安全管理体系的建立。



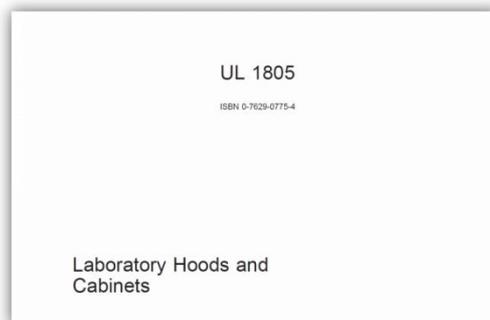
▲ASHRAE 110-1995

1996 年，引入了 AFNOR AF X 15 211: 1995 标准，从而可以根据严格的标准评估无管通风柜的性能。该标准今天用作所有通风柜的参考标准。

1997 年，Lab Crafters 推出了其专利的高性能 Air Sentry 通风柜，这是第一款投放市场的高性能通风柜。例如，该通风柜提供了一种高效且安静的操作，旨在“现实世界”条件下进行交叉通风以及温度和压力波动的情况下运行。目前，全国各地安装了 1200 多个 Air Sentry 通风柜。

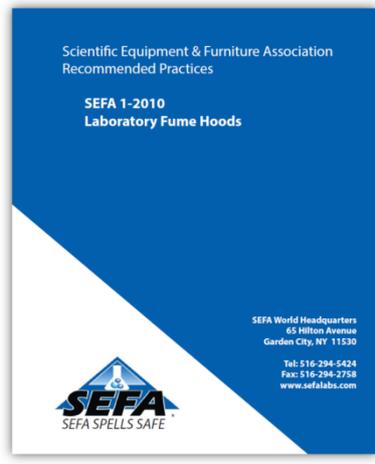
1998 年，Erlab 扩展了 Captair 产品范围，以满足现代实验室的需求。新的仪器包括 CaptairStore（一个通风的过滤储物柜），CaptairBio（一个 PCR 工作站）和 CaptairFlow（包含 HEPA 过滤的机柜）。

1999 年美国推出 UL 1805 通风柜标准，它除了通风柜流体性能外，还涉及到实验室通风柜火灾，电气等其他危险。要在美国销售通风柜，通风柜必须经过 UL1805 认证。



▲UL 1805

2000 年，SEFA 彻底改写并扩大了 SEFA 1-化学通风柜。



▲SEFA 1-2010 通风柜

在 2000 年代发生的一个重要里程碑是开发了以 50-60 fpm 运行的低流量通风柜。这些仪器可节省大量成本和能源，同时仍可提供早期型号的性能。典型的代表是 Labconco 的 X-Stream 系列产品。

2006 年，台湾科技大学申请了气帘式排气柜专利，一款完全不同于传统型的化学通风柜。2012 年，又申请了斜气帘式通风柜。

2008 年，Erlab 在 Pittcon 首次展示了他们的耐多碳技术绿飞蝶通风柜技术。耐多碳技术绿飞蝶通风柜技术标志着新一代通风柜的设计，其主要目的是安全，节能，经济高效且环保。

同样在 2009 年，AirClean Systems 开始销售独立式无管通风柜。该设备集成了 Silconazne 过滤系统，该系统在气相过滤，过滤监测，气流控制和监测以及用户友好的操作员交互方面提供了先进的技术。



▲Air Clean Systems 独立式无管通风橱

2010 年，Air Science 公司推出了一系列新的增强型过滤技术（EFT）碳过滤器，用于该公司的无管通风橱系列。增强过滤技术是一种通用过滤系统，开发用于多种核心化学品，包括有机酸，醇，脂族烃，芳族烃，酯，醛，酮，醚，卤素和无机酸。

同年，Air Science 还推出了 Purair ECO 节能型无管通风橱系列，其设计基于 EFT 过滤器，可在广泛的实验室和工业应用中进行化学和颗粒保护，旨在保护化学和颗粒。Purair ECO 的开发是为了响应全球对安全，具有成本效益和高能效的无管式通风橱不断增长的需求，该安全柜可最大程度地降低设施 HVAC 系统的压力，同时又不损害对人员和环境的保护。



▲Purair ECO 节能无管通风橱

ASHRAE 110 更新到 2016 版，在数据收集和测试流程上做了更新。此版本最大的更新是减少了 SF6 的使用总量。

2016 年，倚世科技（E3）在中国推出了补风型通风橱和妙流变风量阀门【7】，在节能背景下，再次引起关于补风型通风橱是否合理的讨论。

2019 年，EN 14175-3 推出了 2019 版。在数据收集和计算方式上做了修改，评价标准更科学合理。



▲EN 14175-3:2019 版

通风柜的未来

实验室通风柜和实验室通风技术的未来将朝许多方向发展。未来发展的重点将放在解决传统通风柜和 VAV 系统目前存在的许多问题上。一个至关重要的点是，在提高安全性的同时，通过更具可持续性的概念来寻求更绿色节能的解决方案。

重点将从通风柜转向污染物控制设备（Exposure Control Devices）。根据不同风险等级的不同要求，实验室通风将变得更加危险。实验室空气稀释概念将再次成为焦点，同步供应（synchronized supply）等系统将变得更加普遍。更好的通风柜设计将有助于减少污染物溢出，从而减少（每小时换气次数）ACH。下一代智能通风柜可能被统称为化学污染物控制设备（Chemical Containment Device）。

物联网，智能化更加成熟，加上更加创新的污染物控制技术，这些设备将变得更加智能，不再受到房间通风系统的影响，作为实验室通风系统的奴隶。实验室将变得更加智能，通风柜将与实验室中的所有通风设备进行通讯。通过减少实验室空气中的化学污染物数量，可以减少换气次数，从而节省能源。节能不在于通风柜使用多少空气，而是实验室要保持可接受的空气质量需要多少 ACH。为了提高安全性和减少能耗，将对实验室通风进行更全面的了解。

参考文献

- 【1】 "fume hood" https://en.wikipedia.org/wiki/Fume_hood
- 【2】 Gillian Mohney (2015-10-18). "Thomas Jefferson's Hidden Chemistry Lab Discovered"
<http://abcnews.go.com/Health/thomas-jeffersons-hidden-chemistry-lab-found-univ-virginia/story?id=34521301>
- 【3】 Marzena Klimowicz-Sikorska (2010-09-30). "Wehikuł czasu na Politechnice Gdańskiej / Time machine at the Gdańsk University of Technology" (in Polish). Trojmiasto.pl.
<https://www.trojmiasto.pl/wiadomosci/Wehikul-czasu-na-Politechnice-Gdanskiej-n42148.html>
- 【4】 John Buie (2011-12-09). "Evolution of fume hoods". Lab Manager.
<https://ateam.lbl.gov/hightech/fumehood/About.html>
- 【5】 Applicatons Team Berkeley Hood Project
<https://buildings.lbl.gov/publications/berkeley-hood-development-and>
- 【6】 Esco Announces Complete NEW Range of Energy Efficient Laboratory Fume Hoods
<https://escolifesciences.ru/news/323/>
- 【7】 倚世科技伯努利排风柜引领“极致安全+极致节能”技术路线
(<https://www.prnasia.com/story/206455-1.shtml>)

ASHRAE 7 个专业证书，你选一个

张涛

来源/“可昆零碳建筑”微信公众号

▶ 关于作者



Tao Zhang HVAC Engineer
Wilson Engineering Ltd.

专业资质证书

- High-performance Building Design Professional (HBDP), ASHRAE
- Health-care Facilities Design Professional (HFDP), ASHRAE
- Project Management Professional (PMP), PMI

专业委员会

- ASHRAE Technical Committee 9.10
- ASHRAE Technical Committee 9.2

ASHRAE 对于绿建、LEED、WELL 从业人员来说，是一个非常熟悉的词汇，仅 LEED v4 BD+C 体系就引用 ASHRAE 381 次。

在过去的 100 多年中，ASHRAE 作为 HVAC&R 设计的领导者一直在努力赢得并保持全球声誉。为了巩固这一声誉，满足当今的行业需求、为成千上万的建筑环境专业人士、雇主和建筑物所有者提供价值，ASHRAE 推出专业人士认证计划。

“由于ASHRAE展示了高水平的专业知识，专业素养和道德，因此在ASHRAE既定要求下获得认证意味着掌握了该领域最高水平的能力和知识。”

——Jeffrey G Ross-Bain, BEMP,
Ross-Bain Green Building, LLC

ASHRAE 专业人士认证计划由了解高级建筑设计和系统运行所需的知识和经验的行业从业者开发。截止目前，ASHRAE 共推出了 7 个专业人士认证计划：

- Certified HVAC Designer (CHD),
认证的暖通设计师
- High-Performance Building Design Professional (HBDP),

高性能建筑设计专业人士

- Building Energy Modeling Professional (BEMP),
建筑能耗模拟专业人士
- Building Commissioning Professional (BCxP),
建筑调适专业人士
- Healthcare Facility Design Professional (HFDP),
医疗设施设计专业人士
- Building Energy Assessment Professional (BEAP),
建筑能耗评估专业人士
- Operations & Performance Management Professional (OPMP),
建筑运行及性能管理专业人士。



详细介绍如下：

1、Certified HVAC Designer (CHD)

认证的暖通设计师(CHD)

CHD - Certified HVAC Designer

The CHD certification validates competency to do the following: Design HVAC systems to meet building/project requirements, including equipment, equipment sizing, load calculations, mechanical equipment room design, duct and piping design and layout, and develop HVAC plans for permit and construction.

LEARN MORE



认识到行业对合格的 HVAC 设计师的需求，ASHRAE 制定了“认证的暖通设计师”（CHD）认证。

CHD 认证验证了持证者的能力，“认证的暖通设计师”（CHD）作为工程师，可以设计 HVAC 系统以满足建筑/项目要求，包括负荷计算，设备选择和选型，机械设备房设计，管道和管道设计与布置、制定用于许可和施工的 HVAC 计划。

在“行业需求”调查中，接受调查的 ASHRAE 成员同意：

- “ HVAC 设计师之间的能力水平差异很大”（95%）
- “ 取得 CHD 证书是一项有价值的专业发展目标”（82%）
- “取得此证书能够帮助提升就业前景”（74%）



CHD 认证考试的考察内容如下：

- 1 System Design 系统设计和设备选型
2. DESIGN CALCULATIONS 设计和计算
3. PROCEDURAL 设计、采购及建造过程中的流程和程序
4. COORDINATION 设计、采购及建造过程中沟通协调工作

2、 High-Performance Building Design Professional (HBDP)

高性能建筑设计专业人士（HBDP）



HBDP – High-Performance Building Design Professional Certification

Validates competency to design and integrate sustainable HVAC&R systems into high performing buildings.

LEARN MORE & APPLY

HBDP 认证证明了持证人将可持续性 HVAC&R 系统设计和集成到高性能建筑物中的能力。当今的建筑设计市场要求在新的和现有的结构中使用突破性的技术来满足建筑物所有者的需求。



HBDP 认证考试的考察内容如下：

I. Background information 背景资料

- A. Sustainability concepts 可持续发展概念
- B. HVAC processes HVAC 设计的流程和程序
- C. Sustainable processes 可持续发展设计的流程和程序
- D. Environmental improvement programs and rating systems 环境改善计划和评级系统

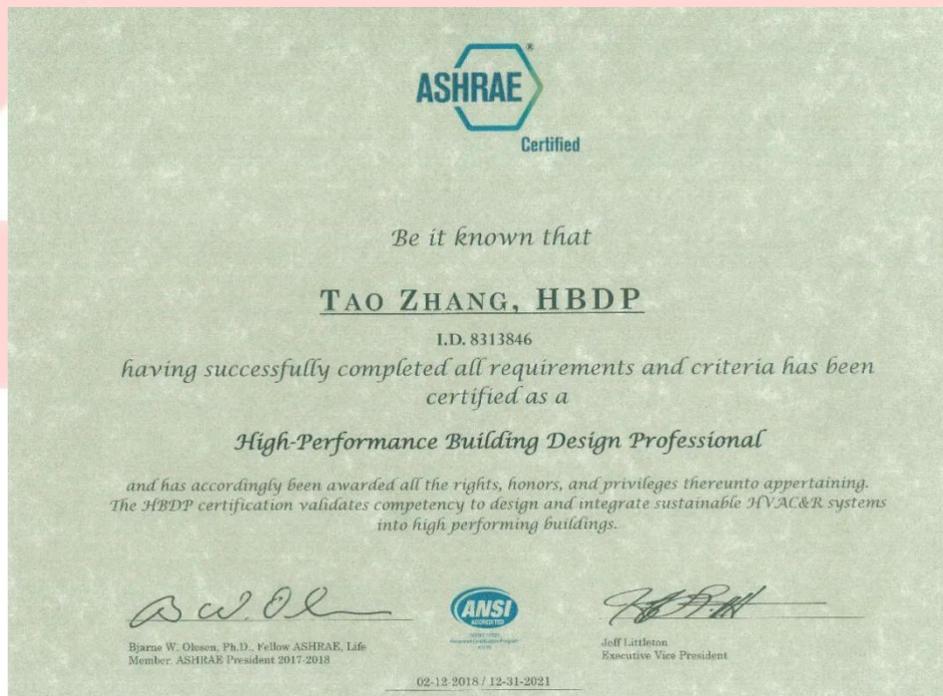
Ii. Energy analysis 能耗分析

- A. Envelope / massing / orientation optimization 围护/体积/方向优化
- B. Initial assessment 初步评估
- C. Ventilation 通风
- D. Energy compliance modeling 能源合规性建模

Iii. Indoor and site environment 室内和场地环境

- A. Thermal comfort 热舒适性
- B. Air quality 空气质量
- C. Lighting 照明

- Iv. Controls and monitoring 控制系统
 - A. Control hardware 控制系统的硬件
 - B. Control strategies 控制策略
- V. Benchmarking with performance metrics 以绩效指标衡量基准
 - A. Project performance measurement 项目绩效评估
 - B. Energy performance verification 能源绩效验证
 - C. Environmental performance measurement 环境绩效评估
- Vi. Water conservation 节约用水
 - A. Storm water management 雨水管理
 - B. Domestic water management 生活用水管理
 - C. Process / wastewater management 工艺/废水管理
- Vii. Commissioning in sustainable construction 可持续建筑调适
 - A. Documentation 调适文件
 - B. Commissioning process 调适流程
- Viii. Energy and materials use and management 能源和材料的使用与管理



3、Building Energy Modeling Professional (BEMP)

建筑能耗模拟专业人士（BEMP）



BEMP – Building Energy Modeling Professional Certification

Validates competency to model new and existing building and systems with the full range of physics; and evaluate, select, use, calibrate and interpret the results of energy modeling software where applied to building and systems energy performance and economics.

LEARN MORE & APPLY

BEMP 认证证明了持证人在对旧建筑物和系统进行能耗建模时，可以评估，选择，实施，校准和解释能源建模软件的结果。

（在此向大家引入 ASHRAE 建筑能耗的评级认证“Building Energy Quotient (BeQ)”， BeQ 认证包括”As Designed(设计认证)”和” Operation Building EQ (运行认证)”；稍后将对 BeQ 进行专题介绍。） BEMP 证书的持证人可以向 ASHRAE 提交“As Designed Workbooks”，以开展 BeQ As Designed 认证。BEMP 持证者拥有使用“Building EQ 认证提供者”的徽标及其服务说明。



BEMP 认证考试的考察内容如下：

1. Establishing the modeling scope 确定能耗建模的范围
 - A. Modeling Objectives 能耗模拟的目的
 - B. Analysis Methodologies 分析方法
 - C. Software and Tool Selection 软件和工具的选择
 - D. Project Scheduling and Budget Considerations 项目进度及预算
2. Components of building and energy systems 建筑和能耗系统的组成
 - A. Location and Climate Definition 项目所在地及气象参数的确定
 - B. Building Envelope and Partitions 建筑的围护结构及隔断
 - C. Building HVAC Systems 建筑暖通系统
 - D. Lighting Systems 照明系统

E. Other Internal and Process Loads 其他的内部得热

F. District Energy Systems 区域能源系统

G. Renewable Energy Systems 可持续性能源系统

H. Controls 控制系统

3. Applications of energy models for buildings 建立建筑能耗模型

A. Simulation Comparisons 模拟对比

B. Modeling Energy Performance 能耗模拟性能

C. Evolution of Simulation Techniques to Meet Project Methods and Objectives 根据项目情况评估分析方法是否适用

D. Baseline Building Models 建筑模拟的基准

4. Interpretations of energy model results 能源模型结果的解释

A. Verification and Troubleshooting of Simulation Results 模拟结果的验证和故障排除

B. Analyzing and Comparing Modeling Results 分析和比较建模结果

C. Economic Analyses 经济分析

D. Sensitivity Analyses 敏感性分析

E. Project Deliverable 项目可交付成果

4、Building Commissioning Professional (BCxP)

建筑调适专业人士 (BCxP)



BCxP – Building Commissioning Professional Certification

Validates competency to lead, plan, coordinate and manage a commissioning team to implement commissioning processes in new and existing buildings.

LEARN MORE & APPLY

BCxP 认证已被美国能源部（DOE）认可为符合《Better Buildings Workforce Guidelines》（BBWG），从而证明了持证人领导，规划，协调和管理调试团队以在新旧建筑物中实施调适过程的能力。

许多建筑物的所有者寻求降低能源费用，减少施工期间的变更，避免过早的设备更换成本以及创建更安全，更健康的建筑物的方法。建筑物调试措施和优化现有建筑物的性能，并确保新建筑物以最佳生产率开始其生命周期。



BCxP 认证考试的考察内容如下：

1. Managing Commissioning Projects 调适项目的管理
2. Preparing Commissioning Documentation 准备调适文件
3. Conducting Commissioning Activities 实施调适活动
4. Managing Training Activities 管理培训活动
5. Completing Warranty Phase Activities 完成质保期的活动
6. Conducting Existing Building Commissioning 既有项目的调适
7. Conducting On-Going Commissioning 持续性的调适

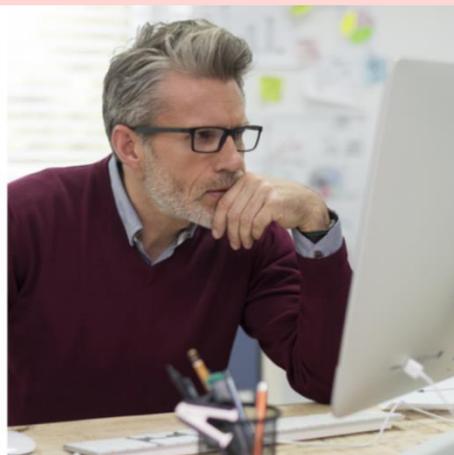
5、Healthcare Facility Design Professional (HFDP)

医疗设施专业设计人士(HFDP)

HFDP – Healthcare Facility Design Professional Certification

Validates competency to incorporate standards and guidelines as well as unique healthcare facility requirements and design principles in HVAC system design.

[LEARN MORE & APPLY](#)



HFDP 认证证明了持证者能够将标准，准则以及独特的医疗保健设施要求和设计原则纳入 HVAC 系统设计的能力。

日益老化的医疗设施，技术的进步，环境要求的变化以及人口的日益老龄化，对扩大和翻新医疗设施提出了迫切的需求。



HFDP 认证考试的考察内容如下：

I. MEDICAL BACKGROUND INFORMATION 医学背景资料

- A. Terminology 术语
- B. Equipment 设备
- C. Departments and Medical Procedures 部门和医疗程序
- D. Airborne vs. Contact Infection and Contamination 空气源 vs 接触感染和污染
- E. Common Disease Organisms 常见疾病生物
- F. Contamination of Domestic Water Supply 生活用水污染

II. STANDARDS AND GUIDELINES FOR HVAC SYSTEM DESIGN FOR HEALTHCARE FACILITIES 卫生保健设施的 HVAC 系统设计标准和准则

- A. Standards and Guidelines 标准和准则
- B. Regulatory Codes 法规

III. HVAC SYSTEM DESIGN FOR HEALTHCARE FACILITIES 医疗设施的暖通空调系统设计

- A. Static Pressure Control 静压控制
- B. Energy Efficiency 能源效率
- C. Room Air Distribution 室内气流组织
- D. Equipment and Application 设备和应用

IV. UNIQUE REQUIREMENTS FOR HEALTHCARE FACILITIES 医疗设施的特殊要求

- A. Central Plants - Describe need for redundancy to current standards. 集中式设备——当前标准对设备冗余的要求
- B. Medical Equipment 医疗设备
- C. Fire and Life Safety (including smoke control) 消防和生命安全（包括烟雾控制）

- D. Operations and Maintenance 运营与维护
- E. Infection Control 感染控制
- F. Disaster Mitigation, Management, and Recovery 减灾，管理和恢复
- G. Controls and Instrumentation 控制和仪表
- H. Testing, Balancing, and Commissioning 测试，平衡和调适

6、Building Energy Assessment Professional (BEAP)

建筑能耗评估专业人士(BEAP)

BEAP - Building Energy Assessment Professional Certification

Validates competency to assess building systems and site conditions; analyze and evaluate equipment and energy usage; and recommend strategies to optimize building resource utilization.

[LEARN MORE & APPLY](#)



BEAP 认证已获得美国能源部（DOE）《Better Buildings Workforce Guidelines》（BBWG）的认可，可验证评估商业建筑系统和场地条件，分析和评估设备与能源使用情况的能力，并提出优化建筑的策略 资源利用率。

BEAP 证书的持证人可以向 ASHRAE 提交“In Operation Workbooks”，以开展 BeQ In Operation 认证。BEAP 持证者拥有使用“Building EQ 认证提供者”的徽标及其服务说明。



BEAP 认证考试的考察内容如下：

1. Communicating With Stakeholders 与利益相关者沟通

- A. Identify the owner's project team. 确定业主的项目团队。
 - B. Review the scope and process with the client. 与客户一起审查范围和过程。
2. Developing The Action Plan 制定行动计划
- A. Conduct pre-audit activities. 进行预审核活动。
 - B. Generate preliminary list of systems and assemblies to be audited. 生成要审核的系统 and 程序集的初步清单。
 - C. Determine audit tools and forms. 确定审核工具和表格。
 - D. Determine project schedule. 确定项目进度表。
 - E. Identify safety and access requirements of the facility. 确定设施的安全性和出入要求。
3. Conducting Pre-Site Visit Data Collection Activities 进行现场访问数据收集活动
- A. Obtain utility information. 获取公用系统的信息。
 - B. Obtain facility data from point of contact. 获取设施数据
 - C. Gather historical weather data. 收集历史天气数据。
4. Collecting Data On-Site 现场收集数据
- A. Obtain information from facility staff. 从物业人员获取信息。
 - B. Obtain information from facility occupants. 从设施居住者那里获取信息。
 - C. Assess the building envelope 评估建筑围护结构
 - D. Assess building systems and components. 评估建筑系统和组件。
5. Analyzing Building Performance Data 分析建筑性能数据
- A. Establish energy and cost baseline. 建立能源和成本基准。
 - B. Establish benchmarks. 建立基准。
 - C. Disaggregate the energy end use breakdown. 分解能源最终用途细分。
6. Identifying Opportunities For Improving Building Performance 找出改善建筑性能的机会
- A. Identify deviations from best practices. 找出与最佳做法的偏差。
 - B. Determine energy impact of each measure. 确定每种措施的能源影响。
 - C. Estimate implementation cost. 估算实施成本。
 - D. Conduct an economic analysis. 进行经济分析。
7. Producing The Deliverable 生产可交付成果
- A. Write a summary audit report. 编写审计报告

7、Operations & Performance Management Professional (OPMP)

运营与性能管理专业人士(OPMP)



OPMP – Operations & Performance Management Professional Certification

Validates competency to manage facility operations and maintenance to achieve building performance goals, including those related to indoor environmental quality, health and safety.

LEARN MORE & APPLY

OPMP 认证证明了持证人管理设施运营和维护以实现建筑性能目标（包括与室内环境质量，健康和安全的有关的目标）的能力。当建筑物运营商没有意识到他们管理的系统的全部潜力时，今天的复杂建筑物可能会从绿色变成灰色。紧跟最新的设施运营策略和技术可以将建筑物的能耗降低 10%到 40%。



OPMP 认证考试的考察内容如下：

I. FACILITY LIFE CYCLE 设施生命周期

- A. Process 过程
- B. Costing for Building Components 建筑物运维费用的组成

II. MANAGEMENT ASPECTS 管理方面

- A. Creation and Implementation of an Operations and Maintenance Program 运营和维护计划的创建和实施
- B. Supervision of Operations and Maintenance 运营和维护监督
- C. Manage Building Performance 管理建筑绩效

- D. Building Automation Systems 楼宇自动化系统
 - E. Documentation Preparation 文件准备
 - F. Procurement Management 采购管理
 - G. Training 培训
 - H. Quality Management 质量管理
 - I. Resource Management 资源管理
- III. COMMUNICATIONS 沟通
- A. Management 管理者
 - B. Occupants 居住者
 - C. Staff 物业员工
- IV. ENVIRONMENTAL, HEALTH, AND SAFETY 环境，健康与安全
- A. Legal Requirements 法律要求
 - B. Voluntary Steps 自愿行为
 - C. Safety and Security 安全和保障

如需了解各个认证的考试资格，备考资料，模拟题库，培训预约，以及 ASHRAE 各个标准的技术解读，请见后续张老师直播讲解和专业文章推送。

参考文献

www.ashrae.org/

ASHRAE-Certification-Brochure

ASHRAE Building Commissioning Professional (BCxP) Certification Candidate Guidebook

ASHRAE Building Energy Assessment Professional (BEAP) Certification Candidate Guidebook

ASHRAE Building Energy Modeling Professional (BEMP) Certification Candidate Guidebook

ASHRAE Certified ed HVAC Designer (CHD) Certification Candidate Guidebook

ASHRAE High-Performance Building Design Professional (HBDP) Certification Candidate Guidebook

ASHRAE Healthcare Facility Design Professional (HFDP) Certification Candidate Guidebook

ASHRAE Operations & Performance Management Professional (OPMP) Certification Candidate Guidebook

医院病房正负压智能转换控制系统在“平疫结合”院感防控中的创新应用

廖德安¹，刘凯²，周前³，邢忠健⁴

(1 合肥杜威智能科技股份有限公司，中国声谷，合肥，安徽)

(2 杜威微压智能测控工程协同研究开发中心，合肥学院，合肥，安徽)

(3、4 杜威-安农大联合实验室，安徽农业大学，合肥，安徽)

摘要 负压病房是防疫抗疫救治新冠病人必备的重要条件之一。本文以医院“平疫结合”可转换病区为例，通过基于智能微差压变送专利的精准微差压测量感知及微压控制技术，解决了负压病房梯度压差、气流组织控制、换气次数监测及实时动态效果验证痛点，数字化、模块化、网络化、可视可控可追溯，对防疫抗疫有重大意义。

关键词 院感防控 精准微压智能测控 梯度压差、气流组织控制、换气次数及高效压阻监测 平疫一键转换

1 概述

新冠病毒与人类长期共存、防疫常态化已经成为共识。为抗击疫情，中央财政于 2020 年 5 月开始发行了 1 万亿抗疫特别国债，各地纷纷新建、改造发热门诊、留院观察室、隔离病房、核酸采样、检测及生物安全实验室、方舱医院等并立即投入使用。可以说防疫层面，人防、物防已经做到极致，但还是发生了诸多院感防控事件。2020 年 10 月青岛市胸科医院混用 CT 设备院感事件，导致 9106 名采样人员 5 天完成全市超千万全员核酸检测。自有确诊病例以来，2500 万常驻人口、面临境外输入风险最大的上海，几轮疫情中却从未做全市或全区核酸检测。上海把防疫比作“陶瓷店里抓老鼠”，在疫情处于零星散发层级的最早时间，以相对最小的成本、解决最大的关键问题。上海经验得益于平时的精准控制、协同作战。只有把日常的功课做扎实了，才能在防疫面前忙而不乱。如果该做的工作经不住推敲，疫情一来就只能原形毕露。

2021 年 8 月 4 日，国务院副总理孙春兰在国务院联防联控机制电视电话会议上强调“院感防控”的重要性，指示：全国开展院感防控大排查，对不符合院感防控要求的限时整改，整改不到位的坚决关停。次日，国务院联防联控机制新闻发布会重点提到：8 月郑州六院院感事件暴露出相关机构疫情防控形势认识不到位、监管不到位、规章制度落实不到位的问题导致聚集性疫情，要求在全国范围内开展院感防控专项排查，全面深入排查在院感工作中存在的风险和短板漏洞，要求全面落实院感防控措施，坚决防止因院感造成的疫情传播。

2 现状

综合医院“平疫结合”区兼顾平时与疫情时的医疗服务内容，充分利用发热门诊、感染疾病科病房，也承担重大疫情急救救治任务。大疫情背景下，院感防控工作内容很多很复杂，人防防不住、物防有限度、

只能通过技防来完善。

日常运维中，医护人员依据《医院负压隔离病房环境控制要求 GB/T 35428-2017》，在“有压差的区域，应在外侧人员目视区域设置微差压计，并标志明显的安全压差范围指示。对设置的微差压计应定期检查校正并记录”。条件好的医院定期请专业公司进行检测，采用手持微压差计、手持风速仪或风量罩检测相关指标，并使用发烟法目测气流是否按照指定方向流动。院感防控做完这些工作就安全了吗？答案是否定的。负压病房建成初期设施设备的数据收集、验证了吗？如何判断负压设施是否正常运行？对关键设备或关键部件有没有做日常巡检？日常巡检有没有检查管道进行泄漏、裂纹等表面缺陷？巡检过程中对负压设施的螺丝、阀门位移有没有进行验证？验证完后多长时间进行应急演练？系统出现故障后如何进行紧急修复？因此，如何有效管理负压设施的运维，是目前许多医院院感防控盲区，也是医院迫切需要解决的现实问题。

3 需求

目前负压病房多采用指针式机械差压计，精度低、量程宽，比如采用精度 2%FS、量程 120Pa 的差压计自身允许误差达 $\pm 2.4\text{Pa}$ ，对负压病房至少 5Pa 的压差造成很大影响；同时，负压病房通风系统长期运行后，风机磨损、缝隙加大、高效过滤器压阻变大等变量会时刻影响压差以及压差梯度的建立。验证负压病房的气流组织控制是否达标的位标准是以不出现反向流作为判断是否有效的依据。因此，定期手工巡检得到的是片面、静止、孤立的数据，无论是“平疫结合”病房还是负压病房，都无法完全确保杜绝反向流现象，新冠病人产生的气溶胶就有可能倒灌到缓冲间甚至医护走廊，医护人员被感染的概率就大大增加。

影响负压病房通风系统参数主要包括室内静压差、室内气流组织方向、气流速度或换气次数、气密性、微生物浓度、温湿度等各项指标。负压病房改造过程中存在两个共性问题，首先，气密性不够导致功能区压差难建立，无法形成梯度压差；其次，病人走动、开关门等原因形成扰流导致压差产生波动，建立的梯度压差难以得到长效保持；可见梯度压差和换气次数就成为负压病房最核心、最关键的两个风险点。因此，风险控制的层级和安全效果出发，负压病房院感风险管控的本质，就是通过工程控制方法取代个体防护和行政管控，从技术层面解决梯度压差和换气次数的监测和控制问题。前者由排风解决，后者由送风解决。限于篇幅，本文主要针对气流组织来解决梯度压差和换气次数两个主要矛盾。

4 技术实现

4.1 系统架构

“医院病房正负压智能转换控制系统”是最新智慧医院院感防控产品，采用智能微差压变送专利、精准微压测控技术以及嵌入式软件算法，以目标导向、结果导向为原则，通过 PDCA 全流程闭环过程管控的颠覆性创新方法，从根本上实现了传染病隔离空间梯度压差和换气次数的控制，负压病房可独立控制，可任意设定正负压模式，互不干扰，医护人员只需简单设置、一键切换，便可引导新冠病毒气溶胶按指定方向流动，阻断病毒传播途径，保护医护人员不被感染。该系统已经成功应用于武汉大学中南医院，并入围 2021 年工信部 5G+医疗健康应用试点项目，获得省级新产品认证 1 项，发明专利 3 项等若干知识产权。该技术的推广和普及，将是后疫情时代医院建设、装备及管理上划时代的进步，具有里程碑的意义。

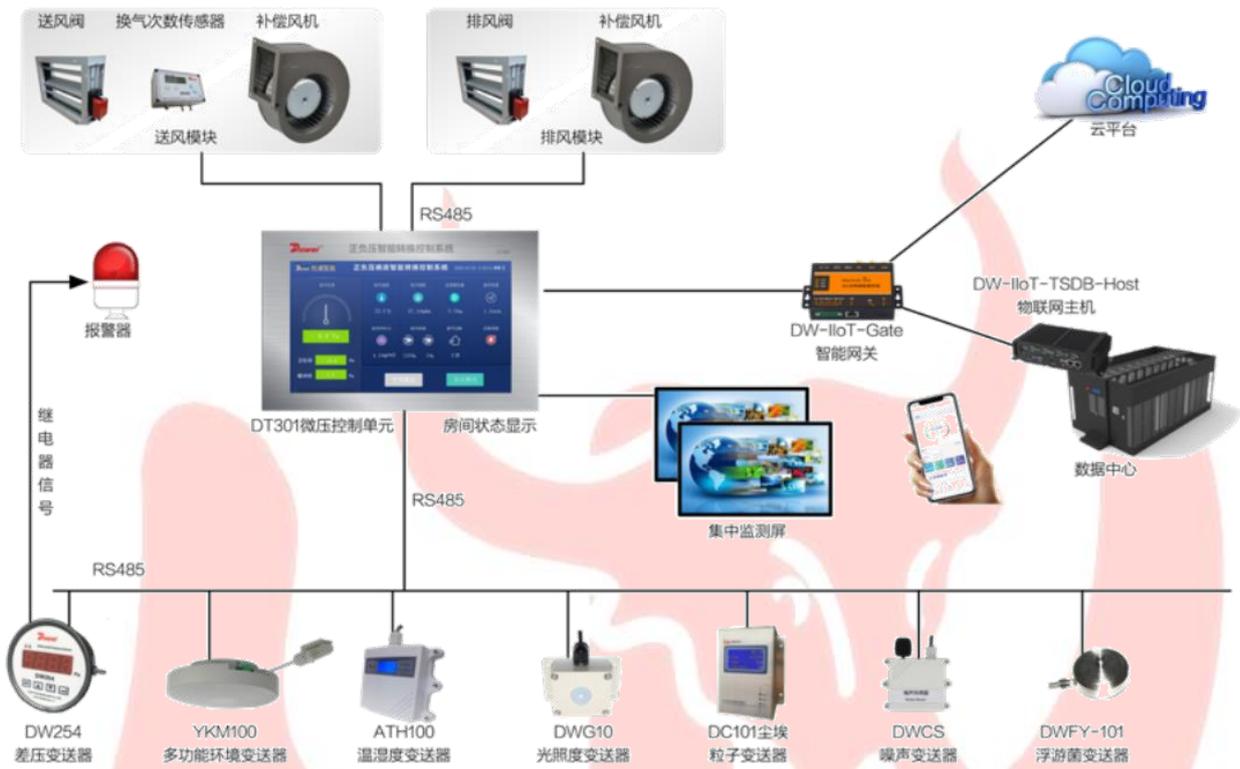


图 1 系统架构

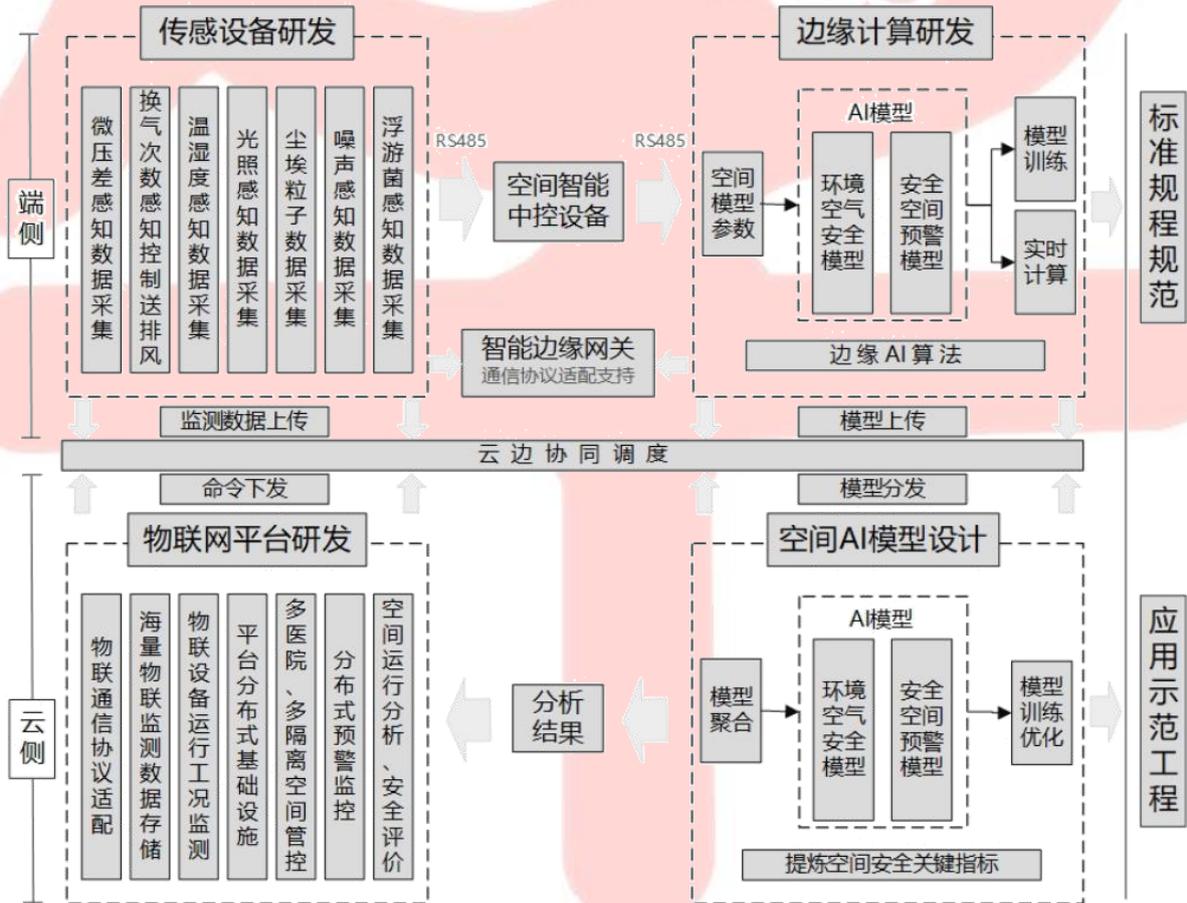


图 2 技术路线

4.2 技术实现

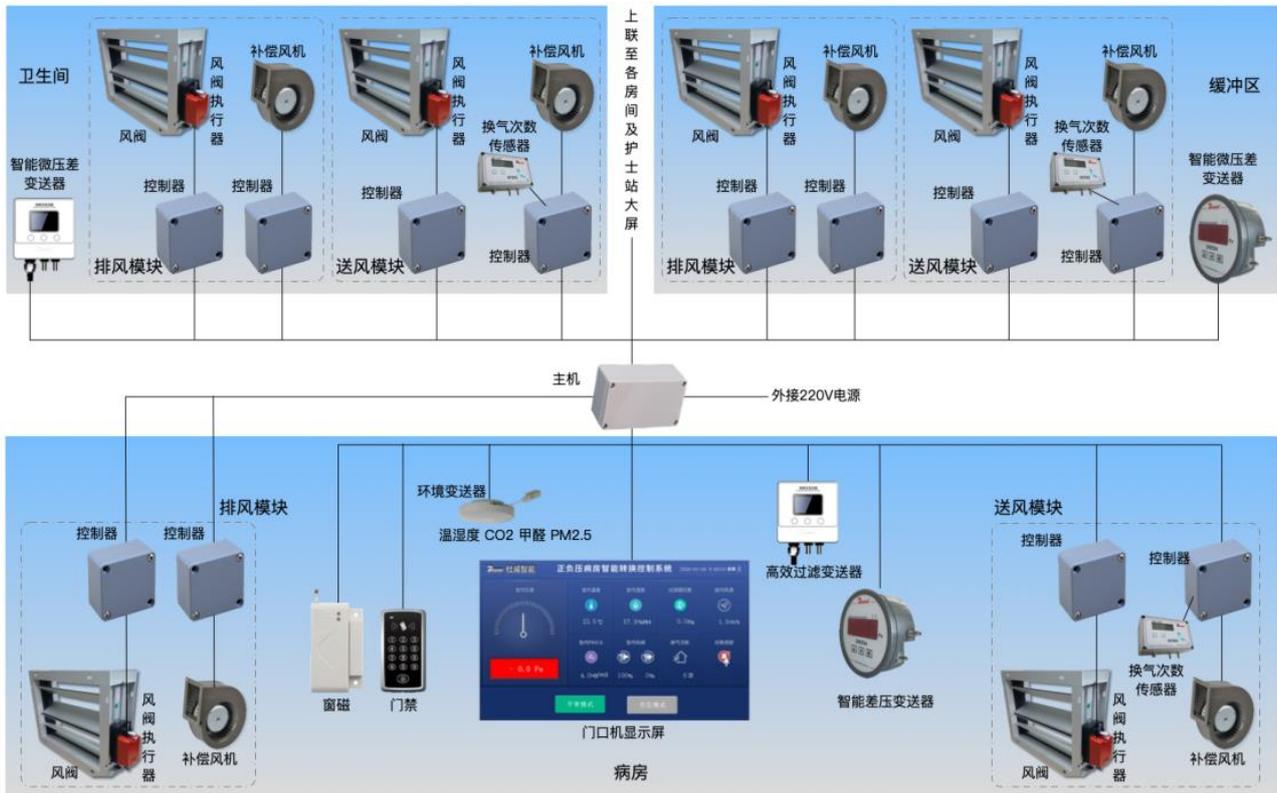


图 3 产品部署

4.2.1 压差梯度监测及控制

系统核心由高精度智能微差压变送器、MCU 主控单元、风阀控制单元组成。采用 PDCA 全流程闭环管控的底层逻辑来实现压力控制和环境控制。实现原理如下图：

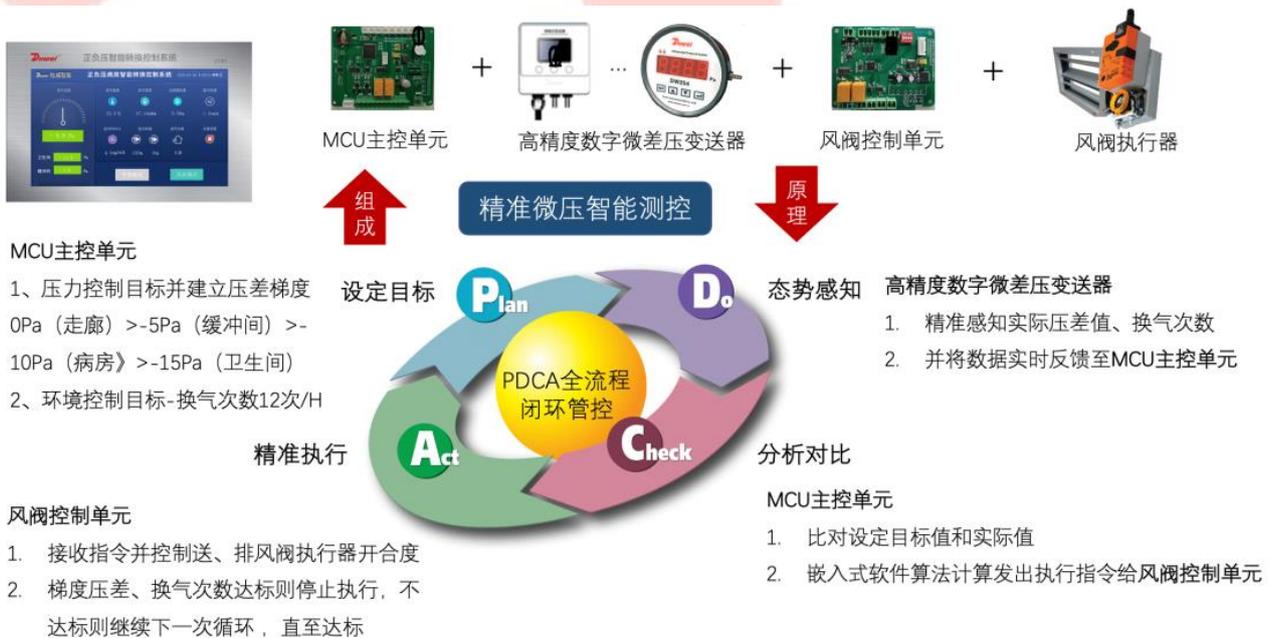


图 4 技术原理

(1) 设定目标 (Plan)。MCU 主控单元设定压力控制目标和环境控制目标 (换气次数)，如以医

护走廊为基准，缓冲间与医护走廊之间-5Pa 压差，病房与缓冲间之间-5Pa 压差，卫生间与病房之间-5Pa 的压差，如下图所示。

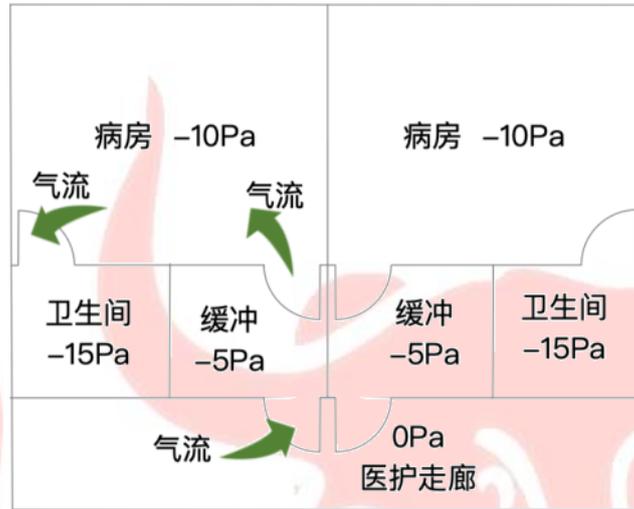


图 5 梯度压差气流组织控制

(2) 态势感知 (Do)。在医护走廊、缓冲间、病房功能区各部署一台精度 $\pm 1\%$ 、量程 $\pm 30\text{Pa}$ 的数字微差压变送器，精准感知各功能区之间的实际压差值、换气次数并实时反馈至 MCU 主控单元。

(3) 分析对比 (Check)。MCU 主控单元比对设定目标值和实际值，嵌入式软件算法计算发出执行指令给风阀控制单元。

(4) 精准执行 (Act)。风阀控制单元接收指令控制送、排风阀执行器的开合度，达标停止执行，不达标则继续下一次循环。如下图所示



图 6 正负压病房智能转换控制系统设置

4.2.2 环境集中监测及报警

每病房医护走廊的缓冲间门口嵌入式部署一台智能控制显示屏，实时显示病房送风阀、排风阀开度以及门磁、窗磁状态以及相关环境指标，如温湿度、CO₂ 浓度、PM_{2.5}、VOC 等，超标则声光报警，绿色

表示安全，红色表示不安全或状态调整中。



图 7 智能控制显示屏

4.2.3 换气次数监测及控制

换气次数是控制污染以及保持室内压力有效途径。和风口法、风管法等需现场测定并计算的传统测试方法不同，在各功能间送风口各部署一台高精度数字风量变送器，精准感知送风速度并自动计算换气次数并在智能控制显示屏显示。疫情时期一键切换至负压模式，换气次数不足则自动报警。为保证换气次数，也可在病房主风管或各功能区送、排风管增设补风机，一旦送风量不达标，MCU 主控单元自动向风阀控制单元发送指令，启动补风机保证换气次数。

4.2.4 过滤器压阻监测及报警

在病房排风高效过滤器处部署一台精度 $\pm 1\%$ 、量程 500Pa 的高精度数字微差压变送器，实时监测高效过滤器状态并反馈至智能控制显示屏显示，高效过滤器终阻值超过压阻上限设定值（400~500Pa 之间）则报警提示更换。

4.2.5 气密反馈及校验

施工联调阶段，启用测试模式，侦测三项关键指标：（1）送、排风全开，侦测最大换气次数；（2）送风全开、排风全关，侦测压差上限；（3）送风全关、排风全开，侦测压差下限。三项管关键指标反向验证施工是否符合暖通设计标准，系统默认只能在关键指标范围内进行设置和调整，可根据实际调试和运行经验选择最优控制方式。

4.2.6 平疫一键切换

系统包括平常模式和疫情模式，两种模式独立运行，疫情模式下，接上级指令，输入密码即可直接切换至疫情模式，满足疫情时快速转换、开展疫情救治的需要。

4.2.7 系统日志及报警查询

智能控制显示屏以及护士站大屏，可实现六类异常报警，包括压差不足报警、换气次数不足报警、各

级初中高效过滤器压差报警、环境指标异常报警、门磁状态异常报警、设备故障报警。如下图所示：

序号	时间	报警内容
1	2020/02/12 21:12:21	房间PM2.5超过120 ug/m3
2	2020/02/12 21:12:21	房间PM2.5超过120 ug/m3
3	2020/02/12 21:12:21	房间PM2.5超过120 ug/m3
4	2020/02/12 21:12:21	房间PM2.5超过120 ug/m3
5		
6		
7		
8		
9		

图 8 系统日志及报警查询

5 讨论

后疫情时代，医院“平疫结合”负压病房的建设任重道远，还有很多难题需要克服，如成本问题导致医院建不起、用不起、修不起；又比如标准缺乏问题，缺乏验收规范，风险评估空白，尤其是缺少平疫结合病房运行维护评价规范，现阶段只能借鉴；还有认知问题，想要提高安全管理水平，必须提高领导以及预感防控人员认知水平、优化思维模式，否则事倍功半、甚至事与愿违，这是我们将要面临的最大课题。

5.1 拟解决的关键技术：负压空间气流分布环境安全模型

由于传染病负压病房、诊疗室的结构和病患位置以及地理位置、气候各不相同，因此，研究不同的空气流动分布模型，设计合理的送排风口布局也是后续要解决的难题。

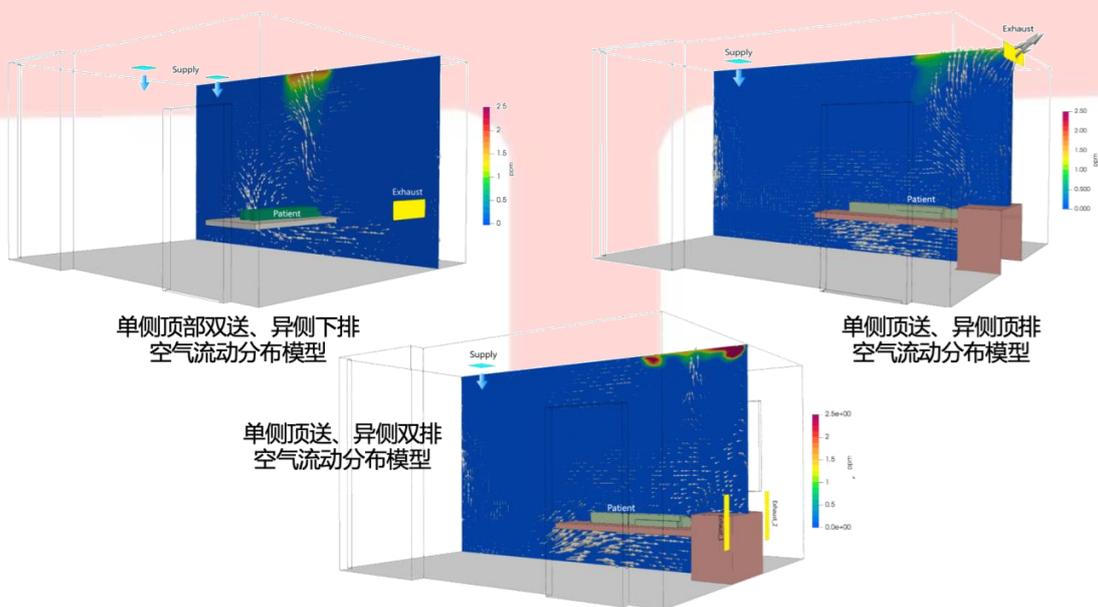


图 9 负压空间气流分布环境安全模型

5.2 基于大数据、数字孪生的疫情防控平台

随着人工智能、物联网技术、IPV6、5G 技术的应用和推广，利用数字孪生在信息空间中对医院实体环境等进行描述建模，实现物理空间与信息空间的实时交互和动态链接，建立对应的医院数字孪生体已经成为可能。在这个基础上，疾控专家、院感防控人员以标准规范为基础，横向协同、纵向联动、多点出发、分级预警，建设智慧化、多点触发的疫情监测、预警、响应机制的疫情防控平台，实现各级疾控中心疾病监测、各级医院的病媒监测、最终实现全网动态监测预警。



图 10 基于大数据、数字孪生的疫情防控平台

参考文献

- [1]国家发展改革委.卫健委.中医药管理局〔2020〕735号.公共卫生防控救治能力建设方案.
- [2]国家卫健委.发改委国卫办规划函(2020)663号.综合医院平疫结合可转换病区建筑技术导则(试行)》.
- [3]中华人民共和国国家标准.GB 50849-2014.传染病医院建筑设计规范.
- [4]中华人民共和国国家标准.GB 50686-2011.传染病医院建筑施工及验收规范.
- [5]中华人民共和国卫生行业标准.WS/T 311-2009.医院隔离技术规范
- [6]中华人民共和国卫生行业标准.WS/T 511-2016.经空气传播疾病医院感染预防与控制规范.
- [7]中华人民共和国国家标准.GB/T 35428-2017.《医院负压隔离病房环境控制要求》.
- [8]许钟麟,张彦国,曹国庆.负压隔离病房建设简明技术指南.中国建筑工业出版社.2020.06

CDC 科学简报：SARS-CoV-2 的传播机理（中文版）

翻译：林和虎、于洪智

校审：黄中、李海军、张涛、林星春

Updated May 7, 2021

2021 年 5 月 7 日更新

CDC continues to learn more about the SARS-CoV-2 virus and the COVID-19 pandemic. Information in past Science Briefs might not reflect CDC's current understanding and recommendations. CDC's Science Briefs summarize the scientific evidence behind specific guidance and recommendations. Each Science Brief captures the scientific evidence and our understanding of it at the time the brief was published.

CDC 持续研究有关 SARS-CoV-2 病毒和 COVID-19 大流行病的更多信息。先前版本的科学简报中的信息可能无法反映当前 CDC 的理解和建议。CDC 的科学简报总结了具体指导和建议背后的科学证据。每份发布的科学简报都包含当时关于 SARS-CoV-2 病毒和 COVID-19 大流行病的科学证据和 CDC 的理解。

Summary of recent changes

近期调整的内容

Updates as of May 7, 2021

This science brief has been updated to reflect current knowledge about SARS-CoV-2 transmission and reformatted to be more concise.

本科学简报已更新，以反映当前对 SARS-CoV-2 传播机理的认知，并重新整理使其更言简意赅。

Modes of SARS-CoV-2 transmission are now categorized as inhalation of virus, deposition of virus on exposed mucous membranes, and touching mucous membranes with soiled hands contaminated with virus.

SARS-CoV-2 的传播方式现在分为吸入病毒、病毒沉积在暴露的黏膜上以及用被病毒污染的手接触黏膜。

Although how we understand transmission occurs has shifted, the ways to prevent infection with this virus have not. All prevention measures that CDC recommends remain effective for these forms of transmission.

对于病毒的传播，虽然 CDC 的理解发生了变化，但防止病毒传播的方法并没有改变。CDC 建议的所有预防措施对这些传播形式仍然有效。

SARS-CoV-2 is transmitted by exposure to infectious respiratory fluids

通过暴露传染性呼吸道液体传播 SARS-CoV-2 病毒

The principal mode by which people are infected with SARS-CoV-2 (the virus that causes COVID-19) is through exposure to respiratory fluids carrying infectious virus. Exposure occurs in three principal ways:

人体感染 SARS-CoV-2 病毒（此病毒导致 2019 新型冠状病毒肺炎）的主要方式是接触携带传染性病毒的呼吸道液体。暴露主要有以下三种方式：

(1) inhalation of very fine respiratory droplets and aerosol particles,

(1) 吸入非常细的呼吸道飞沫和气溶胶颗粒，

(2) deposition of respiratory droplets and particles on exposed mucous membranes in the mouth, nose, or eye by direct splashes and sprays, and

(2) 通过直接喷溅，呼吸道飞沫和颗粒沉积在暴露的口腔、鼻子或眼睛的黏膜上，以及

(3) touching mucous membranes with hands that have been soiled either directly by virus-containing respiratory fluids or indirectly by touching surfaces with virus on them.

(3) 用被污染的手接触黏膜，而手是因接触含有病毒的呼吸道液体被直接污染或因接触病毒污染的物体表面被间接污染。

People release respiratory fluids during exhalation (e.g., quiet breathing, speaking, singing, exercise, coughing, sneezing) in the form of droplets across a spectrum of sizes.¹⁻⁹ These droplets carry virus and transmit infection.

人在呼气（例如，安静的呼吸、说话、唱歌、运动、咳嗽、打喷嚏）时会以各种大小的飞沫形式释放呼吸道液体¹⁻⁹。这些飞沫携带病毒并传播感染。

The largest droplets settle out of the air rapidly, within seconds to minutes.

最大的液滴在几秒到几分钟内迅速从空气中沉降下来。

The smallest very fine droplets, and aerosol particles formed when these fine droplets rapidly dry, are small enough that they can remain suspended in the air for minutes to hours.

最细小的液滴以及当这些细小液滴快速干燥时形成的气溶胶颗粒足够小，可以在空气中悬浮数分钟至数小时。

Infectious exposures to respiratory fluids carrying SARS-CoV-2 occur in three principal ways (not mutually exclusive):

携带 SARS-CoV-2 的呼吸道液体的感染性暴露以三种主要方式发生（不相互排斥）：

1. Inhalation of air carrying very small fine droplets and aerosol particles that contain infectious virus. Risk of transmission is greatest within three to six feet of an infectious source where the concentration of these very fine droplets and particles is greatest.

吸入的空气中含有传染性病毒的飞沫及气溶胶颗粒。在距离污染源 3~6 英尺（0.9~1.8 米）的范围内，由于飞沫及气溶胶颗粒浓度最高，因而传播风险是最大的。

2. Deposition of virus carried in exhaled droplets and particles onto exposed mucous membranes (i.e., “splashes and sprays”, such as being coughed on). Risk of transmission is likewise greatest close to an infectious source where the concentration of these exhaled droplets and particles is greatest.

呼出的飞沫和颗粒中携带的病毒沉积在暴露的黏膜上（即“喷溅”，例如咳嗽）。类似的，由于离污染源最近的地方飞沫及颗粒物浓度最高，因而传播风险最大。

3. Touching mucous membranes with hands soiled by exhaled respiratory fluids containing virus or from touching inanimate surfaces contaminated with virus.

用被呼出的含有病毒的呼吸道液体或因接触被病毒污染的物体表面而污染的手去接触黏膜。

The risk of SARS-CoV-2 infection varies according to the amount of virus to which a person is exposed

感染 SARS-CoV-2 病毒的风险因暴露的病毒量不同而异

Once infectious droplets and particles are exhaled, they move outward from the source. The risk for infection decreases with increasing distance from the source and increasing time after exhalation. Two principal processes determine the amount of virus to which a person is exposed in the air or by touching a surface contaminated by virus:

一旦感染性飞沫和颗粒被呼出，它们就会从源头向外扩散。感染的风险随着与感染源距离的增加和呼气后时间的增加而降低。两个主要过程决定一个人在空气中或通过接触被病毒污染的表面所接触的病毒量：

1. Decreasing concentration of virus in the air as larger and heavier respiratory droplets containing virus fall to the ground or other surfaces under the force of gravity and the very fine droplets and aerosol particles that remain in the airstream progressively mix with, and become diluted within, the growing volume and streams of air they encounter. This mixing is not necessarily uniform and can be influenced by thermal layering and initial jetting of exhalations.

随着含有病毒的较大和较重的呼吸道飞沫在重力作用下落到地面或其他表面，空气中的病毒浓度逐渐降低，残留在气流中的非常细的飞沫和气溶胶颗粒逐渐混合并由于接触的气流量逐渐增加而被稀释。这种混合不一定均匀，可能会受到热分层和呼气初始喷射的影响。

2. Progressive loss of viral viability and infectiousness over time influenced by environmental factors such as temperature, humidity, and ultraviolet radiation (e.g., sunlight).

受温度、湿度和紫外线辐射（例如阳光）等环境因素的影响，病毒活力和传染性随着时间的推移而逐渐丧失。

Transmission of SARS-CoV-2 from inhalation of virus in the air farther than six feet from an infectious source can occur

SARS-CoV-2 可能因吸入距离传染源 6 英尺（1.8 米）以外的空气中的病毒而传播

With increasing distance from the source, the role of inhalation likewise increases. Although infections through inhalation at distances greater than six feet from an infectious source are less likely than at closer distances, the phenomenon has been repeatedly documented under certain preventable circumstances.¹⁰⁻²¹ These transmission events have involved the presence of an infectious person exhaling virus indoors for an extended time (more than 15 minutes and in some cases hours) leading to virus concentrations in the air space sufficient to transmit infections to people more than 6 feet away, and in some cases to people who have passed through that space soon after the infectious person left. Per published reports, factors that increase the risk of SARS-CoV-2 infection under these circumstances include:

尽管在距离传染源 6 英尺以外的地方通过吸入感染的可能性远低于在更近的距离，但在某些可预防的情况下，这种随着与传染源的距离越远，吸入的作用同样增加的现象已被反复证明¹⁰⁻²¹。这些传播事件涉及到有感染者在室内停留一段时间（超过 15 分钟，在某些情况下为数小时）导致空气中的病毒浓度足以传染 6 英尺以外的人；在某些情况下，感染者离开后不久经过该空间的人也会被传染（译者注：类似时空伴随）。根据已发表的报告，在这些情况下会增加感染 SARS-CoV-2 风险的因素包括：

Enclosed spaces with inadequate ventilation or air handling within which the concentration of exhaled respiratory fluids, especially very fine droplets and aerosol particles, can build-up in the air space.

通风或空气处理不足的封闭空间，在这些空间内，呼出的呼吸道液体，尤其是非常细的液滴和气溶胶

颗粒会在空气空间中积聚。

Increased exhalation of respiratory fluids if the infectious person is engaged in physical exertion or raises their voice (e.g., exercising, shouting, singing).

如果感染者进行体力消耗活动或提高声音（例如，锻炼、喊叫、唱歌），则呼吸道液体呼出会增加。

Prolonged exposure to these conditions, typically more than 15 minutes.

长时间暴露在这些环境中，通常超过 15 分钟。

Prevention of COVID-19 transmission

预防 COVID-19 传播

The infectious dose of SARS-CoV-2 needed to transmit infection has not been established. Current evidence strongly suggests transmission from contaminated surfaces does not contribute substantially to new infections. Although animal studies²²⁻²⁴ and epidemiologic investigations²⁵ (in addition to those described above) indicate that inhalation of virus can cause infection, the relative contributions of inhalation of virus and deposition of virus on mucous membranes remain unquantified and will be difficult to establish. Despite these knowledge gaps, the available evidence continues to demonstrate that existing recommendations to prevent SARS-CoV-2 transmission remain effective. These include physical distancing, community use of well-fitting masks (e.g., barrier face coverings, procedure/surgical masks), adequate ventilation, and avoidance of crowded indoor spaces. These methods will reduce transmission both from inhalation of virus and deposition of virus on exposed mucous membranes. Transmission through soiled hands and surfaces can be prevented by practicing good hand hygiene and by environmental cleaning.

尚未确定传播感染所需的 SARS-CoV-2 感染剂量。目前的证据有力地表明，受病毒污染的物体表面传播不易造成新的感染。尽管动物实验²²⁻²⁴和流行病学调查²⁵（除了上述那些）表明吸入病毒可引起感染，但吸入病毒和病毒在黏膜上沉积的相对贡献仍未量化且难以确定。尽管存在这些知识空白，但现有证据持续表明，现有的预防 SARS-CoV-2 病毒传播的建议仍然有效。这些建议包括保持社交距离、社区使用密合性好的口罩（例如，防护面罩、手术/外科口罩）、充足的通风以及避免拥挤的室内空间。这些方法将减少由于病毒吸入和病毒在暴露的黏膜上沉积而造成的传播。通过保持良好的手部卫生和清洁环境可以防止通过污染的手和表面所造成的传播。

References

参考文献

1. Stadnytskyi V, Bax CE, Bax A, Anfinrud P. The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission. *Proc Natl Acad Sci U S A*. Jun 2 2020;117(22):11875-11877. doi:10.1073/pnas.2006874117
2. Alsved M, Matamis A, Bohlin R, et al. Exhaled respiratory particles during singing and talking. *Aerosol Science and Technology*. 2020;54(11):1245-1248. doi:10.1080/02786826.2020.1812502
3. Echternach M, Gantner S, Peters G, et al. Impulse Dispersion of Aerosols during Singing and Speaking: A Potential COVID-19 Transmission Pathway. *Am J Respir Crit Care Med*. Dec 1 2020;202(11):1584-1587. doi:10.1164/rccm.202009-3438LE
4. Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. *Sci Rep*. Feb 20 2019;9(1):2348. doi:10.1038/s41598-019-38808-z
5. Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Effect of voicing and articulation manner on aerosol particle emission during human speech. *PLoS One*. 2020;15(1):e0227699. doi:10.1371/journal.pone.0227699
6. Morawska L., Johnson GR, Ristovski ZD, et al. Size distribution and sites of origin of droplets expelled from the human respiratory tract during expiratory activities. *Aerosol Sci*. 2009;40(3):256-269.
7. Buonanno G, Stabile L, Morawska L. Estimation of airborne viral emission: Quanta emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment. *Environment international*. May 11 2020;141:105794. doi:https://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2020.105794external icon
8. Papineni RS, Rosenthal FS. The size distribution of droplets in the exhaled breath of healthy human subjects. *J Aerosol Med*. Summer 1997;10(2):105-16. doi:10.1089/jam.1997.10.105
9. Edwards DA, Ausiello D, Salzman J, et al. Exhaled aerosol increases with COVID-19 infection, age, and obesity. *Proc Natl Acad Sci U S A*. Feb 23 2021;118(8)doi:10.1073/pnas.2021830118
10. Bae S, Kim H, Jung TY, et al. Epidemiological Characteristics of COVID-19 Outbreak at Fitness Centers in Cheonan, Korea. *J Korean Med Sci*. Aug 10 2020;35(31):e288. doi:10.3346/jkms.2020.35.e288
11. Brlek A, Vidovic S, Vuzem S, Turk K, Simonovic Z. Possible indirect transmission of COVID-19 at a squash court, Slovenia, March 2020: case report. *Epidemiol Infect*. Jun 19 2020;148:e120. doi:10.1017/S0950268820001326
12. Cai J, Sun W, Huang J, Gamber M, Wu J, He G. Indirect Virus Transmission in Cluster of COVID-19 Cases, Wenzhou, China, 2020. *Emerging infectious diseases*. Mar 12 2020;26(6):12. doi:https://dx.doi.org/10.3201/eid2606.200412external icon

13. Shen Y, Li C, Dong H, et al. Community Outbreak Investigation of SARS-CoV-2 Transmission Among Bus Riders in Eastern China. *JAMA Intern Med.* Dec 1 2020;180(12):1665-1671. doi:10.1001/jamainternmed.2020.5225
14. Groves LM, Usagawa L, Elm J, et al. Community Transmission of SARS-CoV-2 at Three Fitness Facilities — Hawaii, June–July 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* Feb 24 2021;70(Early Release)
15. Hamner L, Dubbel P, Capron I, et al. High SARS-CoV-2 Attack Rate Following Exposure at a Choir Practice – Skagit County, Washington, March 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* May 15 2020;69(19):606-610. doi:10.15585/mmwr.mm6919e6
16. Jang S, Han SH, Rhee JY. Cluster of Coronavirus Disease Associated with Fitness Dance Classes, South Korea. *Emerg Infect Dis.* Aug 2020;26(8):1917-1920. doi:10.3201/eid2608.200633
17. Lendacki FR, Teran RA, Gretsich S, Fricchione MJ, Kerins JL. COVID-19 Outbreak Among Attendees of an Exercise Facility — Chicago, Illinois, August–September 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* Feb 24 2021;70(Early Release)
18. Li Y, Qian H, Hang J, et al. Probable airborne transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant. *Build Environ.* Jun 2021;196:107788. doi:10.1016/j.buildenv.2021.107788
19. Lu J, Gu J, Li K, et al. COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020. *Emerging infectious diseases.* Apr 2 2020;26(7)doi:10.3201/eid2607.200764
20. Katelaris AL, Wells J, Clark P, et al. Epidemiologic Evidence for Airborne Transmission of SARS-CoV-2 during Church Singing, Australia, 2020. *Emerg Infect Dis.* Apr 5 2021;27(6)doi:10.3201/eid2706.210465
21. Charlotte N. High Rate of SARS-CoV-2 Transmission Due to Choir Practice in France at the Beginning of the COVID-19 Pandemic. *J Voice.* Dec 23 2020;doi:10.1016/j.jvoice.2020.11.029
22. Shi J, Wen Z, Zhong G, et al. Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS–coronavirus 2. *Science.* 2020:eabb7015. doi:10.1126/science.abb7015
23. Kim YI, Kim SG, Kim SM, et al. Infection and Rapid Transmission of SARS-CoV-2 in Ferrets. *Cell host & microbe.* Apr 5 2020;doi:10.1016/j.chom.2020.03.023
24. Kutter JS, de Meulder D, Bestebroer TM, et al. SARS-CoV and SARS-CoV-2 are transmitted through the air between ferrets over more than one meter distance. *Nat Commun.* Mar 12 2021;12(1):1653. doi:10.1038/s41467-021-21918-6
25. Klompas M, Baker MA, Rhee C, et al. A SARS-CoV-2 Cluster in an Acute Care Hospital. *Ann Intern Med.* Feb 9 2021;doi:10.7326/M20-75

《全国勘察设计注册公用设备工程师 暖通空调专业考试考点精讲》

林星春



2003年3月，人事部、建设部颁发了《关于印发〈注册公用设备工程师执业资格制度暂行规定〉、〈注册公用设备工程师执业资格考试实施办法〉和〈注册公用设备工程师执业资格考核认定办法〉的通知》，考试工作由人事部、住建部共同负责，日常工作由全国勘察设计注册工程师管理委员会和全国勘察设计工程师公用设备专业管理委员会承担，具体考务工作委托人事部人事考试中心及给省市考试中心组织实施。2005年，正式进行注册公用设备工程师暖通空调专业考试，除2015年外，每年举行。2010年1月，颁布《关于开展注册公用设备工程师、注册电气工程师、注册化工工程师注册工作的通知》，于2010年4月1日起开展注册公用设备工程师、注册电气工程师、注册化工工程师等专业的注册工作。

每年考试安排在十月份左右的周末，按开卷考试，大概8月份左右安排考务报名工作，每年12月底左右发布成绩，按照第一天120分第二天60分的合格线为通过考试，注册暖通专业考试估算每年通过率在3%~30%之间波动。注册考试难度之大是有目共睹，且随着考试制度的多年实行，考题出题也更向综合型和应用型发展，简单地看书做题已经难以通过，更多的需要考生在掌握一定的复习技巧、多做总结的基础上更有效地复习。本书基于此，从数据分析、重点汇总、知识点总结、技巧攻略等战略层次出发，回答了诸如：教材哪些小节重要？哪些公式考的多？哪些规范是重点？如何安排复习计划？多选题如何提高正确率？如何做到又快又好等问题，本书特点概括如下：

注重复习备考实战经验和数据分析指导考生高效智慧的复习；历年考点分布权重统计数据，高频考点一目了然；整合教材和规范相关公式，并统计各公式考察频率，突显重要公式；所有规范重要条文列举并统计考题权重，从茫茫规范中突击重点；汇总相关资料的原创扩展总结，按章节排版，触类旁通高屋建瓴；各种复习备考攻略及考试技巧考前预测面面俱到，全方位护航。

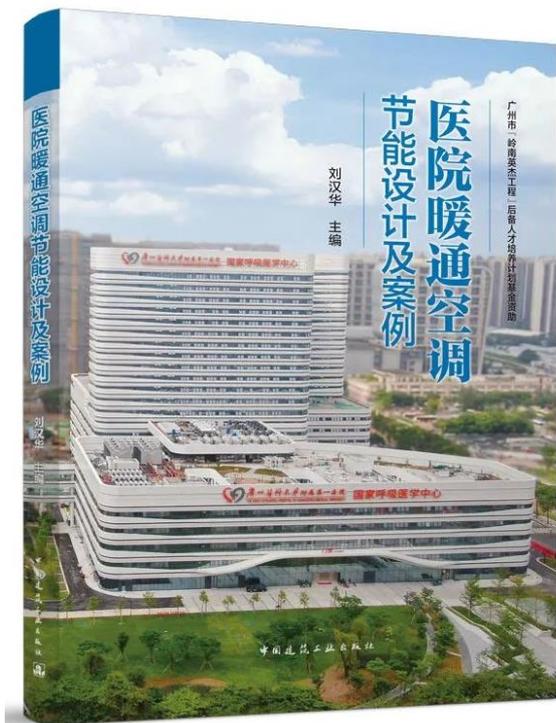
在此，本书编委会祝所有考生旗开得胜、通过凯旋。

更多详情和购买方式：



《医院暖通空调节能设计及案例》

刘汉华



改革开放四十多年来，随着我国社会和医学科学的发展，医疗技术的进步，医疗装备的现代化以及医疗环境要求的提高，人们对健康水平的追求和对医院设施、环境的需求也发生了深刻的变化，医院的功能不再是单纯追求治疗疾病的唯一手段，都是集医疗、科研、教学、保健为一体的现代大型综合医院，因此我们现在比以往更加关注医院的就医、治疗与住院环境，医院的建设主要目标就是为患者及医疗工作者提供最合适的医疗和卫生环境。

医院的建筑能耗远高于其他公共建筑，空调系统耗电已经占到医院整体电能消耗的40%左右，因此，在确保空调系统稳定运行的基础上，探索暖通空调系统能源管控节能模式和优化运行方案就显

得尤为重要。

节能设计必须满足建筑安全和环境的要求，不能以降低使用标准和恶化环境为代价。通过对多年工程实践经验进行总结，围绕暖通空调系统节能关键技术，以广州市城市规划勘测设计研究院刘汉华总工为主编，编写了本书。

作者简介

刘汉华，1986年毕业于重庆建筑工程学院。2005年晋升教授级高级工程师，首批国家注册公用设备工程师（暖通空调）；江西省新世纪百千万人才工程人选；当代中国杰出工程师奖；广东省二十佳中青年土建工程师奖；



全国勘察行业卓越工程师和广州市“岭南英杰工程”后备人才等。多次获国家优秀设计银奖、省市优秀一等奖、省级科技进步奖等。

负责设计和设计管理的主要项目有：

上海广播大厦；南昌昌北民用机场；
江西省博物馆新馆；西藏拉萨贡嘎机场航站楼改扩建工程；
重庆江北国际机场新航站楼；南昌皇冠国际；
南沙岭南花园度假酒店；广州海珠广场恒基中心；
中山大学附属第六医院医疗综合大楼一期工程；
广州市第八人民医院二期；
中山大学附属第三医院岭南医院（萝岗中心医院）；
广州市呼吸中心；珠海慢性病医院；
广州市妇女儿童医疗中心增城院区项目；
珠海横琴综合智慧能源项目二期工程 2#、5#、6#能源站等。

图书简介

本书主要介绍了医院空调系统新技术、制冷机房精细化设计、空调净化及手术室节能、空调自控系统、区域能源供冷技术等，并结合近年来新冠肺炎疫情对既有医院暖通空调及通风系统改造的要求，对平疫结合要求下应急医院的改建措施提出了建议，此外，还精选了20家有代表性医院、区域能源站设计案例及制冷机房精细化（高效机房）设计案例。本书在国内首次系统性提出高效系统及制冷机房精细化设计的理论，填补了国内相关领域的空白。

全书内容翔实、丰富，取自工程实际项目，针对性和实用性强，具有一定的学术价值和实践参考意义；同时充分反映暖通空调设计近年来的成就与发展，能对医院设计、建设、营销、施工安装、运维管理及相关专业人员起到很好的指导和借鉴作用，同时也能为建筑环境与能源利用专业的本科生、研究生提供很好的参考作用。

《医院暖通空调节能设计及案例》更多详情和购买方式：



《民用建筑暖通空调设计统一技术措施 2022》

中国建筑设计研究院有限公司

• 本书的前世 •

中央设计院→北京工业建筑设计院→建设部建筑设计院→中国建筑设计研究院

1965年

《采暖通风设计技术措施》

由建筑工程部北京工业建筑设计院组织编写，这也是我国第一部本专业的“设计技术措施”。

主编：许照。

1983年

《民用建筑采暖通风设计技术措施》

由中国建筑科学研究院、建筑设计研究所、建筑标准设计研究所联合编制。参编人：李娥飞、西亚庚、朱文倩、顾兴莹、许佐达、贺绮华、黄文厚、熊育铭、洪泰杓。

1996年

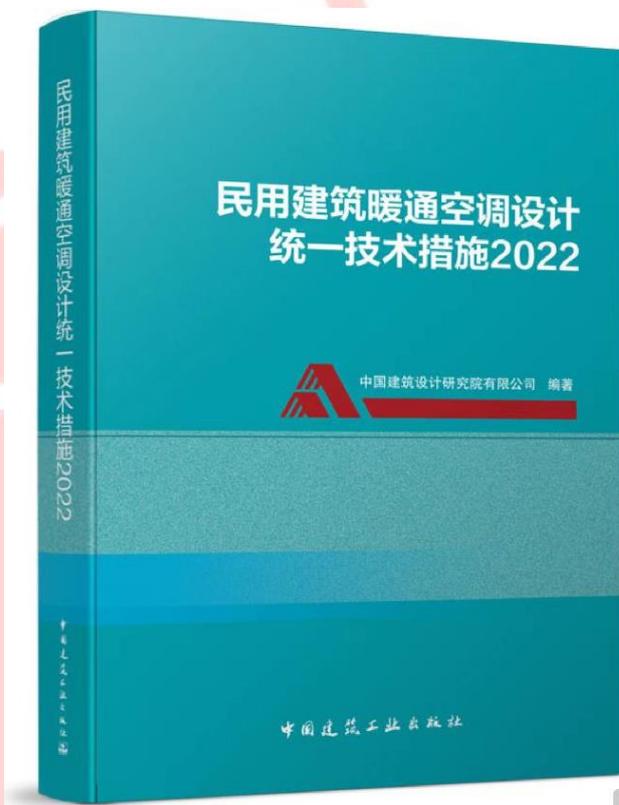
《民用建筑暖通空调设计技术措施（第二版）》

由建设部建筑设计院编制、出版。主编：顾兴莹；特邀主审：西亚庚；参编人：李娥飞、贺绮华、洪泰杓、蔡敬琅、黄文厚、朱文倩、王金森、潘云钢、许佐达、熊育铭、丁高、齐克顶、张义士。

2003年

《全国民用建筑工程设计技术措施 暖通空调·动力 2003》

由建设部工程质量安全监督与行业发展司和中国建筑标准设计研究所组织，由中国建筑设计研究院、中国建筑科学研究院空气调节研究所、清华大学建筑设计院、北京市煤气热力工程设计院联合编制。编制组负责人：蔡敬琅、王为；编制组成员（以姓氏笔画为序）：丁高、王诗萃、丰涛、关文吉、孙淑萍、沙玉兰、宋孝春、李娥飞、金跃、赵志安、洪泰杓、徐稳龙、黄文厚、曹永根、熊育铭、蔡敬琅、潘云钢。



• 本书的今生 •

本书由具有70年历史的**中国建筑设计研究院有限公司**编著。参加编写的人员包括“中国院”老、中、青三代建筑暖通专业技术骨干，作者队伍近50人。李娥飞大师给予了悉心指导；行业专家戎向阳、伍小亭、马伟骏、张杰、丁高、郝军、张小慧对本书进行了仔细的审查，并提出了许多宝贵意见和建议。

• 本书特色 •

这是一本介于设计手册与标准规范之间的技术性书籍，以本专业基本理论和工程思维为指导、以现行国家标准规范为准绳、以设计技术合理应用为目标，适当引导对本专业现有前沿研究成果的应用和创新（包括集成创新），重点强调在工程设计中技术应用的落地和适宜性。与前几版有所不同，本书尽可能考虑到设计师的需求，采用“条文+说明”的形式，对每项技术措施的应用方法、法理以及实施过程中需要补充的内容给予了较为详细的介绍和说明；考虑到目前计算机广泛应用的情况下，适当取消了一些图表并采用相应的计算公式替代，方便设计应用并为未来本专业的技术提升和深入分析打下一定的基础。

主编 潘云钢

各章节编制负责人（以章节为序）

潘云钢 李雯筠 胡建丽 徐征
宋孝春 孙淑萍 刘玉春 龚京蓓
徐稳龙 李京沙

参编人（以姓氏笔画为序）

王加 王芳 王佳 王伟良
韦航 朱慧宾 尹奎超 全巍
刘伟 刘燕军 劳逸民 李莹
李峰 李娟 李强 李嘉 李远斌
何海亮 忻瑛 宋玫 张昕 张斌
张广宇 张亚立 陈扬 金健
金跃 郑坤 孟桃 侯昱晟
姜红 祝秀娟 郭然 郭晓静
曹荣光 符竹舟 董俐言 蔡玲

《民用建筑暖通空调设计统一技术措施 2022》

更多详情和购买方式：



《书谱》

——陋室铭

九
日

平 陳 頌

書譜為初唐時期傑出書法理論家孫過庭的書論這篇三千七百字的煌煌大論，內容廣博宏富，涉及中國書學各個重要方面，且見解精辟獨到，揭示了書法藝術的本質及許多重要規律，從而成為我國古代書法理論史上一部具有里程碑性質的著述標誌著中國書學發展進入了一個嶄新輝煌的階段。

南宋 岳珂 《米元章书简帖赞》

——陋室铭

維唐設科，身判書言。作成自初，歐褚爭先。
 薛靚張顛，顏真迎便。中世而後，雖經生楷。
 隸，猶得以揚鑣而鳴鞭。五季日卑，吾宗興焉。
 士以德進，舍藝之偏。既室其進取之涂，故世之
 以書名家者，皆不雜以人而純乎天。更八葉之
 豫豐，乃設學而詳延。有芾者出，集其大全。

三百木卯富翁二二年六月二十八日

促进学术交流 推介优质服务
PROMOTING ACADEMIC EXCHANGE AND QUALITY SERVICES

广西净化行业资讯

GUANGXI PURIFICATION INFORMATION

主办 广西制冷学会净化专业委员会



扫一扫获得更多资讯

会员会刊 免费赠阅

2022年刊



广西珂深威医疗科技有限公司 Guangxi Keshenwei Medical Technology Co., LTD

广西珂深威医疗科技有限公司是一家集研发、生产、销售、售后为一体的医疗科技国家高新技术企业，通过了ISO9001、ISO13485质量管理体系认证。主要从事医用中心制氧系统、医用中心制氧远程监控系统、医用中心供氧系统、医用中心吸引系统、医用压缩空气供应系统、医用气体报警系统、医用信息化护理系统、医用洁净手术室、ICU、医用医学实验室、医用洁净消毒供应室、负压隔离病房等产品的研发、设计、生产、安装及售后。

企业是广西区防疫物资生产重点企业。我们自主研发、设计生产的系列产品被医疗单位广泛使用，为阻止疫情发展做出了贡献，得到了广大用户的一致好评。

公司秉承“以服务求生存，以技术求发展”的经营理念，坚持以市场为导向，以满足客户需求为前提，不断提高技术水平和服务能力，追求卓越，开拓创新。

制氧更专业 供氧更可靠

—— 因为科技 促进医疗 ——



主营业务

医用中心制氧系统



医用气体系统



医用洁净系统



以服务求生存 以技术求发展

广西珂深威医疗科技有限公司

联系电话:0773-5857358

邮箱:kswylkj@126.com

售后服务:400-809-1778

地址:广西桂林市高铁经济产业园长丰路36号



企业官网



微信公众号