

文章编号: 1671-6612 (2024) 05-732-07

# 某五星级酒店空调通风系统设计与难点分析

汪 宁 左宇航 徐嘉俐 章一帆

(中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司 杭州 311122)

**【摘 要】** 空调通风系统设计对五星酒店中的人员热舒适、环境卫生以及消防安全至关重要, 根据酒店多功能区域使用要求特点, 设计了一套合适的空调通风及水系统。基于 BIM 管综正向设计优化解决建筑构件与设备管线交错复杂的难点, 并针对装饰面与通风功能冲突问题提出解决方法, 同时优化设计客房内空调风管系统, 以实现节能和降噪。

**【关键词】** 空调; 通风; BIM 管综; 设计优化; 阻力计算

中图分类号 TK123 文献标志码 A

## Design and Difficulty Analysis of Air Conditioning and Ventilation System for a Five-star Hotel

Wang Ning Zuo Yuhang Xu Jiali Zhang Yifan

(PowerChina HuaDong Engineering Corporation Limited, Hangzhou, 311122)

**【Abstract】** The design of the air conditioning ventilation system is crucial to the thermal comfort of the personnel, environmental hygiene, and fire safety in the five-star liquor stores. According to the characteristics of the use requirements of the multi-functional areas of the hotel, a set of appropriate air conditioning and ventilation and water systems were designed. Based on the positive design optimization of BIM pipe integration, the difficulties of interlacing complex building components and equipment pipelines were solved, and solutions were proposed for the conflict between decorative surfaces and ventilation functions. At the same time, the air duct system in the guest rooms was optimized to achieve energy saving and noise reduction.

**【Keywords】** Air conditioning; Ventilation; BIM Pipe synthesis; Design optimization; Resistance calculation

## 0 引言

随着经济的快速发展, 人们对五星级酒店居住环境的要求日益提高, 不仅关注室内美观, 对热舒适环境也提出了更高要求, 因此, 空调通风系统的设计成为了重要因素。国内对五星级酒店空调通风设计研究主要集中在对冷热源选型, 空调节能设计和空调风系统和水系统的常规设计上, 其中水系统四管制竖向水平同程系统居多, 风系统设计中大空间采用全空气系统, 小空间采用风机盘管+新风系统<sup>[1-3]</sup>。张鹏<sup>[4]</sup>对深圳某五星级酒店空调系统设计, 冷源采用常用的两大一小冷机, 并采用冷凝热回收以节能。热源采用风冷热泵, 并作为夏季的备用冷源。风系统和水系统采用常规设计, 并采用

BIM 协同平台对地下室排烟排风管进行建模。吴婷<sup>[5]</sup>采用三台螺杆机作为上海一五星酒店的空调冷源, 在过渡季和冬季利用冷却塔免费供冷, 设计了空调加湿系统, 并分析了客房走道、地下室及屋顶管线净高受限区域的风管排布设计思路。陈步超<sup>[6]</sup>基于负荷计算选型两大一小冷机, 热源采用承压锅炉, 采用蒸汽锅炉提供洗衣房用蒸汽。地下后勤区域水系统采用两管制, 地上客房采用四管制水系统, 并在风系统设计中考虑热回收和风平衡。唐娟<sup>[7]</sup>在对山西一超高层酒店空调设计中, 冷机选型时考虑了同时使用系数, 空调冷热水系统采用高低分区, 并在风系统和水系统的设计中采用了一系列节能措施。王于虎<sup>[8]</sup>设计西安一酒店空调系统时,

采取了机组和热泵联合运行的群控策略,并在过渡季节开启新风+冷却塔联合免费供冷,同时在风系统和水系统中采用了相关节能措施。

综上,目前的设计研究鲜有对酒店部分重点区域的探究,因此针对五星级酒店中管综与建筑构件交错复杂处、装修饰面美观与通风空调功能需求冲突处以及设计阻力优化等的设计具有一定的工程意义。本文将针对上述问题,以某一五星级酒店为例,提出优化设计方法。

## 1 项目概况及冷热源选型

本项目位于夏热冬冷地区,总建筑面积约 99000m<sup>2</sup>,包括一栋四星级酒店,一栋五星级酒店

和一栋宴会厅。四星和五星酒店均为地上 7 层+地下 2 层,宴会厅为地上 2 层+地下 1 层。本地块三栋建筑共用一套冷热源,冷热源机房位于地下一层。

基于负荷计算软件,根据室内设计参数、建筑围护结构参数等对各栋建筑进行冷热负荷计算<sup>[9,10]</sup>,计算结果如表 1 所示。根据负荷计算结果,本项目冷源配置为 2 台 850RT 离心式变频冷水机组和 1 台 600RT 磁悬浮变频离心冷水机组,热源采用 3 台 2800kW 热水锅炉。安防/消防控制室、电视机房、通讯及 IT 机房、电梯机房、设备机房值班室,均设计独立的分体空调系统或变频多联机系统。

表 1 冷热负荷计算表

Table 1 Calculation of cold and hot load

建筑单体	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	冷负荷指标 (W/m <sup>2</sup> )	冷负荷 (kW)	热负荷指标 (W/m <sup>2</sup> )	热负荷 (kW)
五星酒店	31249	128	4000	75	2343
四星酒店	29977	120	3597	70	2098
设备用房	32387	55	1781	25	941
宴会会议厅	5396	140	755	70	378

## 2 水系统及风系统设计

### 2.1 水系统设计

设计冷冻水供回水温度为 6/12℃,采用一次泵变流量系统。冷冻水泵与制冷机组数对应匹配,供回水总管间设置旁通管限制最小流量,并基于最不利环路的压差波动调节一次泵的转速。冷却水供回水温度为 37/32℃,供回水主管设置温度旁通阀。冷却塔采用开放式低噪音型,设于四星酒店屋顶,各冷却塔底盘之间设置平衡管,并根据声学报告设置相应的消声隔振措施。热水采用板式换热器从锅炉房的一次热水置换二次热水,其中一次侧供回水温度为 80/60℃,空调二次侧供回水温度为 60/50℃,地暖二次侧供回水温度为 45/35℃。

考虑到项目投资,结合调研情况,本项目采用两管制水系统。客房区的水系统与公共区/后勤区分别采用独立的环路。由于客房层数少于 6 层,客房区空调水系统采用竖向异程系统,采用平衡阀调节水系统平衡,部分客房层空调水系统如图 1 所示。公共区水系统根据房间布局布置,尽量采用同

程式系统。大堂和泳池池岸等区域设置地板辐射采暖系统。根据最不利环路阻力计算确定水泵压头,并对各环路阻力进行平衡计算,保证各环路阻力差异值<15%。

### 2.2 风系统设计

空调通风系统按照使用功能和时间以及设计参数的不同划分系统。酒店客房采用空调盘管+新风的空调系统,机械排风系统。新风和排风采用竖向系统,新风机统一设置在 2 层夹层的设备层,排风机统一设置在屋顶设备层,部分新排风系统图如图 2、图 3 所示。为保持客房内部较好的气流组织,客房新风量按人均 50m<sup>3</sup>/h,排风量按 90m<sup>3</sup>/h,新风管上设定风量阀调节风量,排风管通过客房内管式消音风机箱排风,屋顶采用总排风机接力方式保证排风系统的正常运行。公共区的大空间如大堂、宴会厅、会议室等场所采用全空气系统,气流组织多采用上送下回,人员密度大的场所根据 CO<sub>2</sub> 浓度探测仪检测的浓度调节新风量以实现节能,同时设置排风以满足风平衡要求。

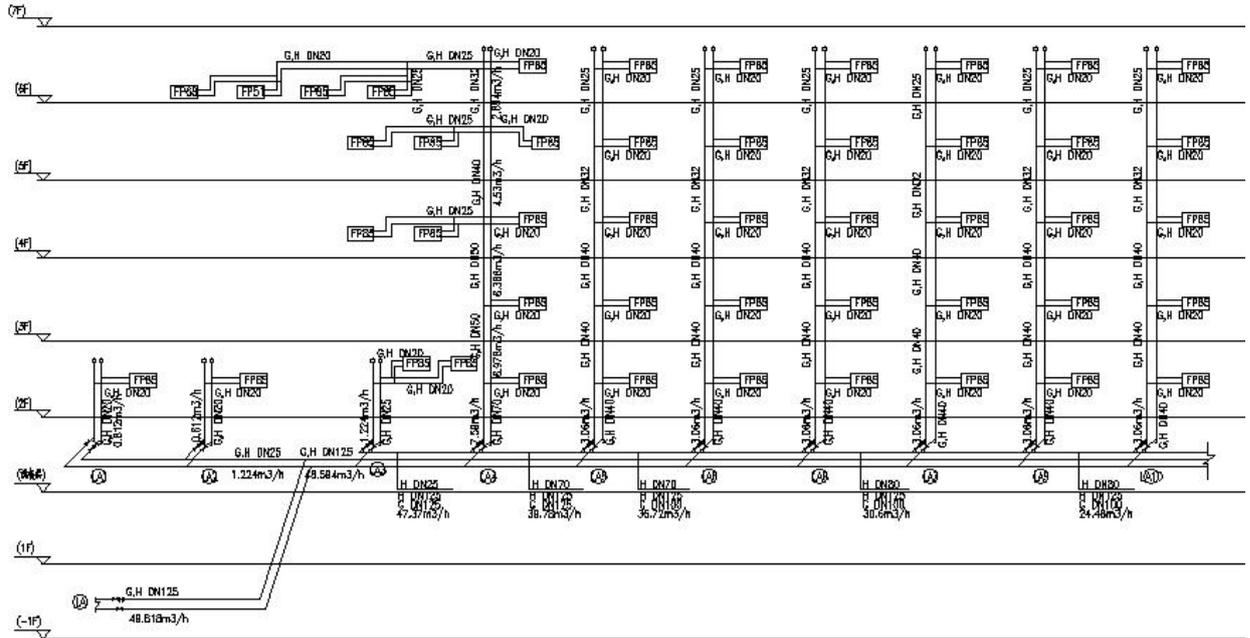


图 1 客房层空调水管系统原理图

Fig.1 Schematic diagram of air conditioning water pipe system on guest room floor

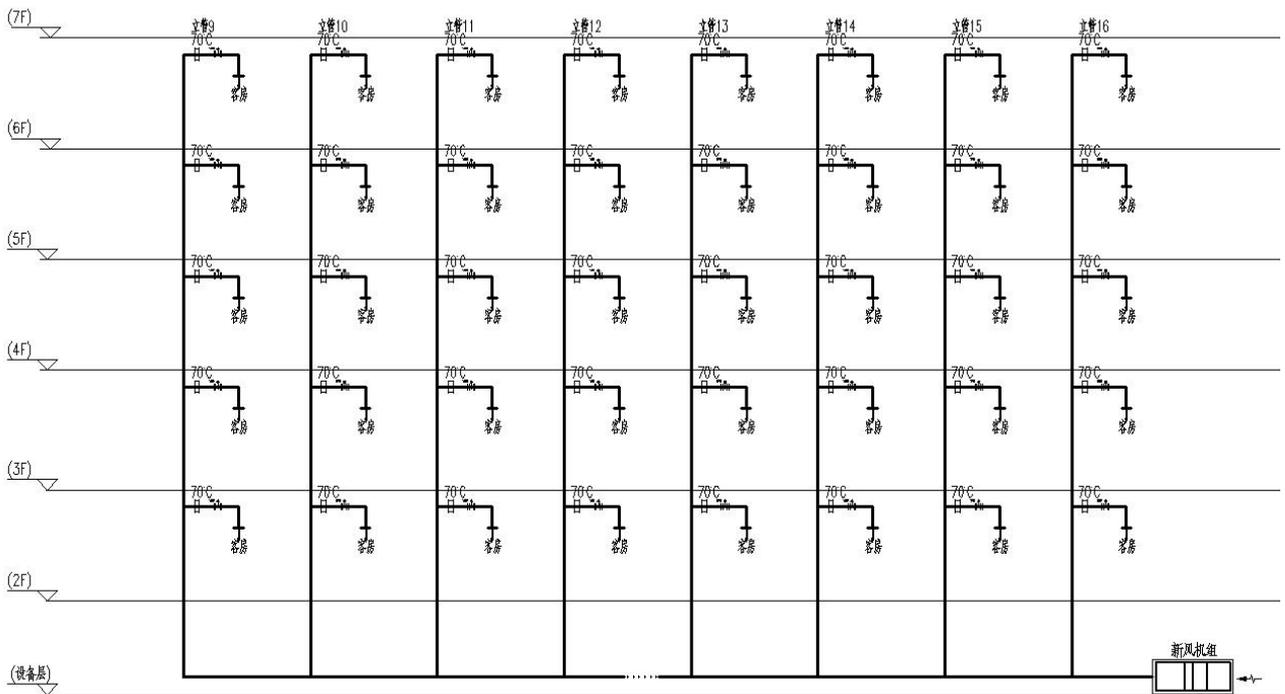


图 2 客房层新风系统原理图

Fig.2 Schematic diagram of the fresh air system on the guest room floor

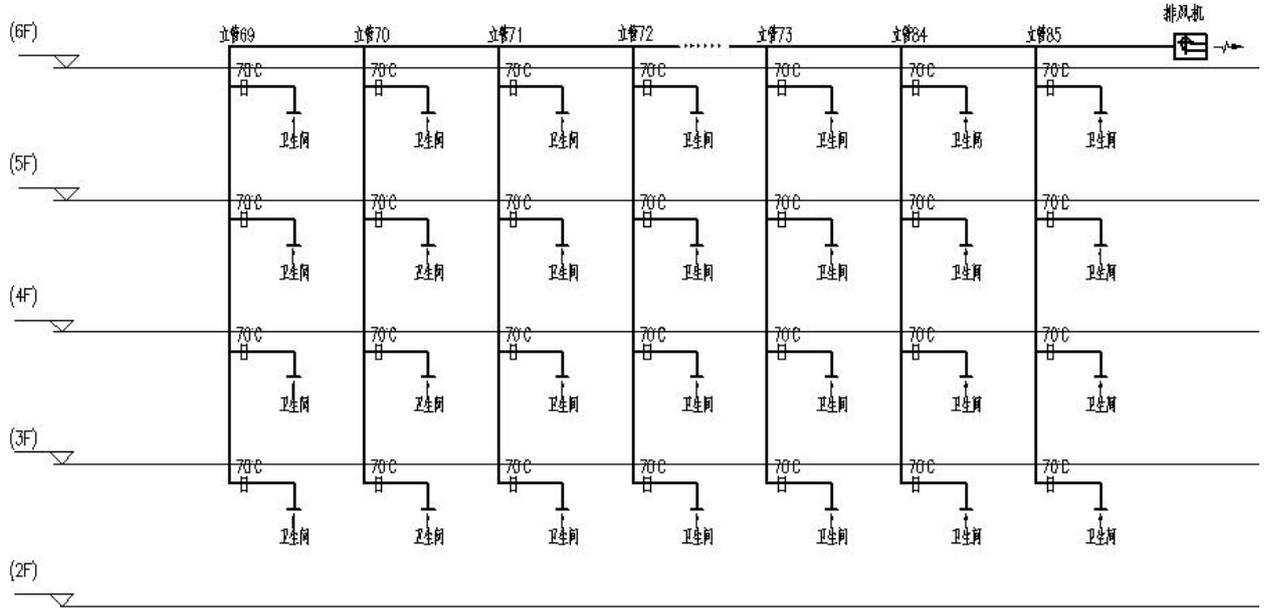


图 3 客房层排风系统原理图

Fig.3 Schematic diagram of the exhaust system on the guest room floor

由于项目所在地的室外空气含湿量小于 4.9g/kg 的小时数为 190h, 均不超过标准要求的客房区、公共区一级后勤区等区域要求的时间, 故本项目的新风系统无需设置加湿功能。新风机组和空调机组在不同服务区域的过滤要求均按照标准严格执行, 且均做好相应的消声降噪和隔振措施。

### 3 重点区域设计优化

#### 3.1 管线交错复杂处 BIM 优化设计

钢结构屋面下的吊顶内空间较为复杂, 管线排布难度较高, 以一会议室空间为例, 说明空调系统设计与装修面结合的优化做法。本文所述的大会议室面积为 1600m<sup>2</sup>, 吊顶下空间净高 8.5m, 通过可推拉隔板最多可分隔成 6 个小会议室。会议室的内部结构剖面如图 4 所示, 从上至下依次有桁架, 隔音棉, 吊顶吊杆, 吊顶及室内空间, 整体吊顶内空间建筑构件较多, 风管设备布置需避开构件, 且需结合室内装修风格。室内设计效果图如图 5 所示, 为提高吊顶内空间的使用率和吊顶面的美观, 设计吊顶的镂空率 >25%, 将吊顶空间计入储烟仓厚度, 利用吊顶内部空间排烟和风平衡的排风。同时利用吊顶内的消音幕布对会议室进行隔音降噪, 减小各分隔开的会议室间的串音。

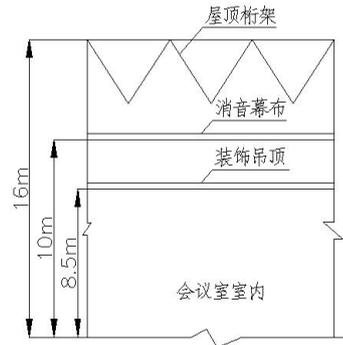


图 4 大会议室剖面图示意图

Fig.4 Schematic diagram of the cross-section of the conference room



图 5 大会议室室内效果图

Fig.5 Interior rendering of the conference room

会议室的排烟主管布置于桁架和消声幕布间, 支管穿幕布接到吊顶内的排烟口, 排烟补风口设置于会议室两侧的竖井侧墙百叶上, 各隔间均设有排

烟口和补风口，排烟口通过电动常闭排烟阀控制，本区火灾时消防联动开启风机，补风口通过 70℃ 电动常闭风阀控制，与本防烟分区内排烟阀连锁开启。空调系统采用全空气系统，送风末端采用温控旋流风口，每个隔间都设有回风口，回风口设于大会议室内墙的各竖井的墙上。空调季新风量取保持风平衡新风量和人员所需新风量的最大值，过渡季

新风量取最大新风量运行，充分利用免费冷源。为实现大会议室内部的风平衡，对每一个隔开的小会议室设置排风，排风设置在吊顶内消声幕布下。整体的风管平面布置图如图 6 所示，大会议室内管线和构件错综复杂，从平面图上很难确定每根风管的标高和走向的合理性，各专业间配合成本加大，同时加大了审图和施工的难度。

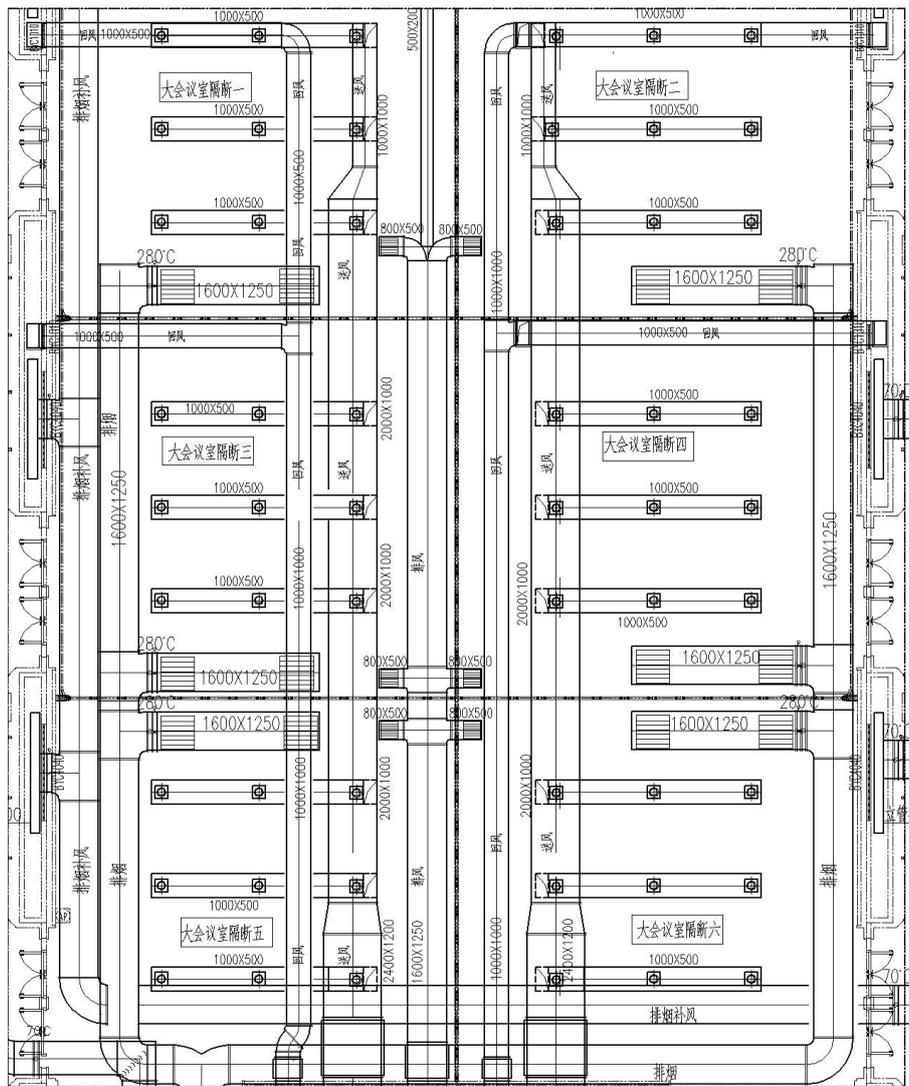


图 6 大会议室通风空调排烟风管平面图

Fig.6 Plan view of ventilation, air conditioning, smoke exhaust ducts in the conference room

针对这一问题，基于 BIM 管综设计对该复杂区域风管进行排布并优化，根据装修风口位置和主管支管间关系布置风管，取大会议室局部管综如图 7 和图 8 所示。建模过程中对于各专业间的碰撞问题不断调整解决，优化后整体风管排布走向清晰明

朗，并明确了各风管的垂直高度，较好的指导解决了设计过程中遇到的碰撞问题，同时提高了审图和施工，避免了后续可能出现的各种碰撞问题，减小了返工的可能性。

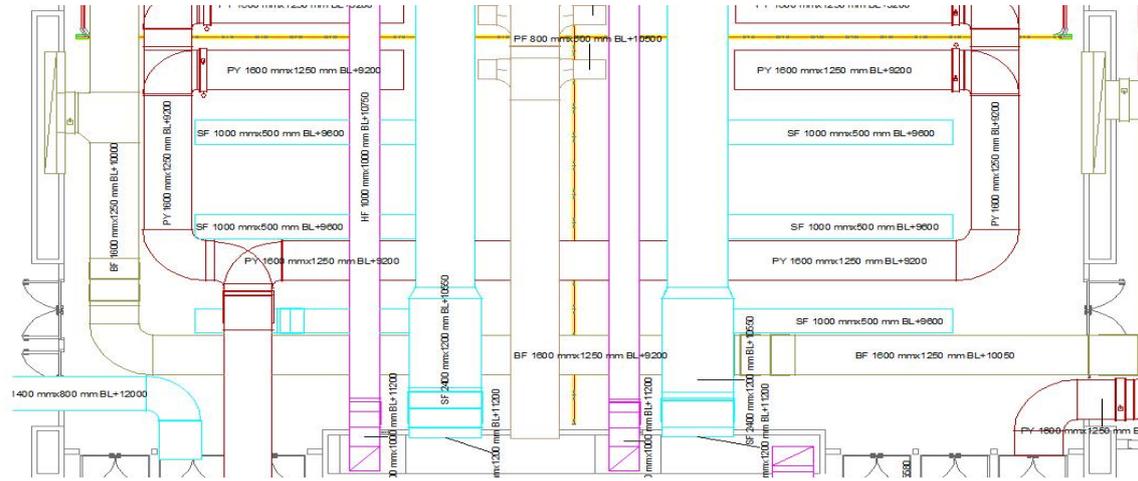


图 7 大会议室局部通风空调排烟风管 BIM 管综平面图

Fig.7 Comprehensive plan of BIM pipe for local ventilation, air conditioning, smoke exhaust and ventilation in the conference room

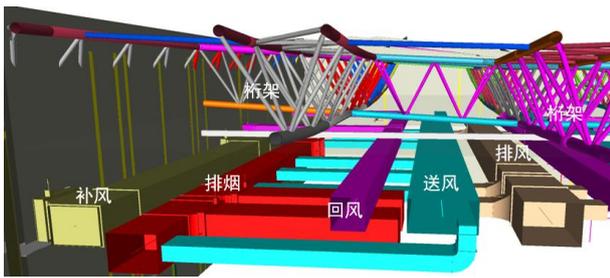


图 8 大会议室局部通风空调排烟风管 BIM 管综三维图

Fig.8 Comprehensive 3D view of BIM pipes for local ventilation, air conditioning, smoke exhaust, and air ducts in the conference room

### 3.2 装饰面与风口形式冲突处优化设计

五星酒店重要区域的装饰至关重要，设计中常遇到装饰造型与暖通风口功能需求冲突的难题，为兼顾两者，需结合不同饰面造型对暖通设计优化调整。以酒店内一大会议室为例，为实现美观，内墙下部设置装饰面遮挡各井道和风管百叶。但暖通的补风百叶和回风百叶是排烟系统和空调系统的必不可少的功能需求设备，如若全部封住，将导致系统失效，因此需结合饰面调整暖通系统构件满足基本功能需求。

本项目与装修专业配合，将装饰面做成穿孔铝板形式，穿孔率为 $>50\%$ ，且沿着墙壁联通，其剖面图如图 9 所示。以补风管为例，补风通过竖井内的风管送至镂空铝板内侧风腔，通过穿孔铝板送至室内。为满足规范对补风口风速要求（人员密集场所补风口风速 $<5\text{m/s}$ ），按补风量和风速计算的补

风百叶面积大小需考虑 50%和 18.5%的镂空率。以上做法满足室内功能性规范要求的同时，将室内侧墙不可避免的风口均隐藏至装饰内部，较好的兼顾了室内视觉效果，为同类工程可提供参考性。

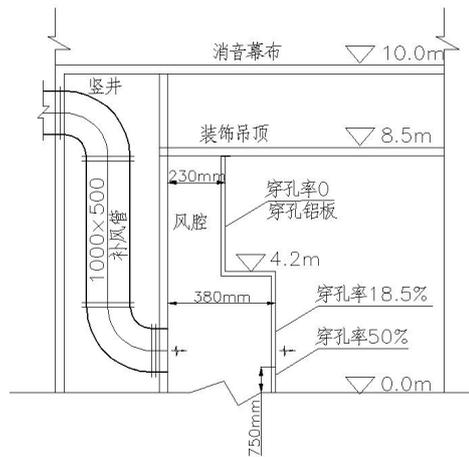


图 9 补风百叶与饰面结合做法平面图

Fig.9 Plan view of the combination method of supplementary air louvers and decorative surfaces

### 3.3 客房空调系统阻力优化设计

在满足室内热舒适环境的基础上，客房空调系统的优化设计，可以达到节能和降低室内噪音的效果。洲际酒店客房内噪音要求不超过 35dB (A)，若空调系统中管段的计算阻力大，风机盘管的风机压头需加大，能耗增大，同时加大室内噪音。以酒店一间客房为例分析，其空调通风平面图设计如图 10 所示，空调送风量为 425m<sup>3</sup>/h，新风量为 100m<sup>3</sup>/h，卫生间排风为 90m<sup>3</sup>/h。为减小噪音，空

调送风管、新风管空调, 选用双面镀锌铁皮, 内衬 25mm 厚橡塑吸音棉板。同时, 结合吊顶装饰风格与结构特点, 风机盘管出口采用静压箱接至 2 个条形送风口, 减小阻力的同时方便接管。

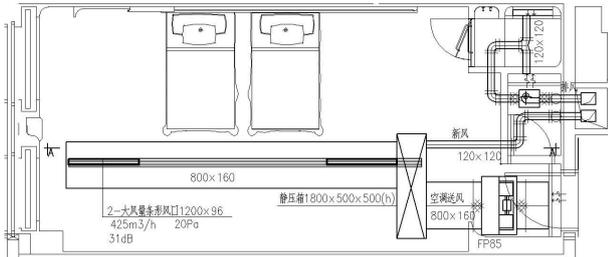


图 10 客房空调通风平面图

Fig.10 Air conditioning and ventilation plan for guest rooms

回风管连接风机盘管和回风口装饰面, 受造型结构影响, 装饰面回风口和风机盘管不在同一水平线上, 因此其连接方式不同会导致不同大小的阻力, 分析方便可靠的风管连接方式主要有以下三种, 分别为采用静压箱连接、采用 2 个曲率半径为 0.7 的弯头连接、采用 2 个曲率半径为 1.0 的弯头连接, 其三种连接方式如图 11 所示。

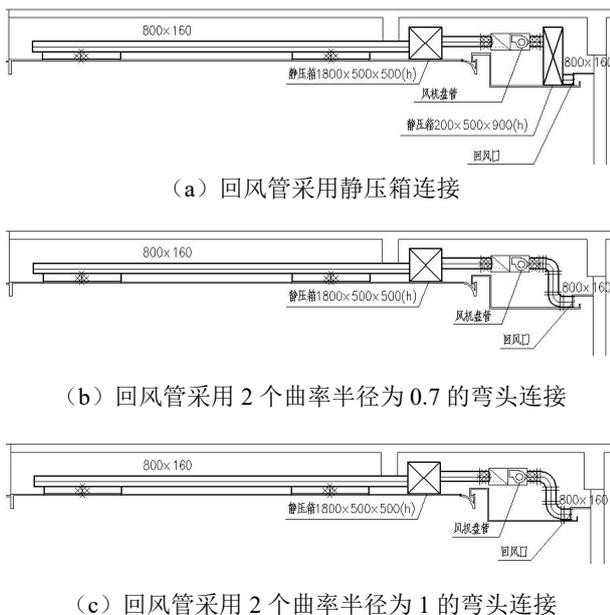


图 11 回风管采用不同连接方式的客房空调通风平面图

Fig.11 Ventilation plan of guest room air conditioning with different connection methods for return air lines

分别计算三种不同回风管接法的风管总阻力, 结果如表 2 所示, 发现回风管采用静压箱连接方式时系统阻力最小, 采用曲率半径为 0.7 的弯头连接

时系统阻力最大。因此, 根据计算结果, 确定相对阻力最小的连接方式, 风机盘管的压头选择最小, 可同时实现空调系统节能和低噪音。

表 2 回风管不同连接方式表

Table 2 Different connection methods of return air pipes

连接方式	沿程阻力 /Pa	局部阻力 /Pa	总阻力 /Pa
静压箱连接	0.723	27.025	27.748
曲率半径为 0.7 的弯头连接	0.763	29.088	29.851
曲率半径为 1 的弯头连接	0.763	27.311	28.074

#### 4 结论

本文基于负荷计算对某五星酒店进行冷热源选型, 并设计相应的风系统和水系统。基于 BIM 优化钢结构下暖通管线复杂交错处, 并针对饰面美观与暖通设备功能需求冲突问题提出一种解决方案, 同时, 优化减小客房内空调风管系统的阻力, 为后续工程提供参考。

#### 参考文献:

- [1] 沈鑫. 无锡某五星级酒店空调系统设计[J]. 建筑热能通风空调, 2018, 37(5): 90-93.
- [2] 梁斌, 孙秀浩, 任万辉, 等. 日照海韵广场超高层综合体空调系统设计[J]. 暖通空调, 2022, 52(1): 13-19.
- [3] 周志刚, 苏继程, 杨阳. 兰州某超高层酒店空调系统设计[J]. 暖通空调, 2020, 50(10): 50-53, 35.
- [4] 张鹏. 深圳某五星级酒店空调系统设计[J]. 建筑热能通风空调, 2018, 37(7): 93-95.
- [5] 吴婷. 上海某五星级酒店空调系统设计[J]. 建筑热能通风空调, 2021, 40(12): 98-101, 104.
- [6] 陈步超. 太原某五星级酒店空调系统设计[J]. 中外建筑, 2018, (6): 157-159.
- [7] 唐娟. 山西潇河新城超高层四星级酒店空调设计[J]. 洁净与空调技术, 2023, (3): 57-60.
- [8] 王于虎, 何帅, 万彩云, 等. 西安某五星级酒店暖通空调系统设计[J]. 暖通空调, 2022, 52(S1): 70-74.
- [9] 周昱雯, 王胜男, 张涂静娃, 等. 西昌西站暖通空调系统节能设计[J]. 制冷与空调, 2023, 37(3): 422-427.
- [10] 刘冰, 何青. 天津河东万达商业广场暖通空调系统设计[J]. 制冷与空调, 2013, 27(3): 253-255.