

建筑消防防排烟设计常见问题及排烟风管耐火极限的探讨

夏 丽

宁夏朗石规划建筑设计院有限公司 宁夏 石嘴山 753000

摘要：随着城市快速发展，高层建筑和大型综合体的数量迅速增加，消防安全性成为社会关注的焦点。防排烟系统作为建筑消防的重要组成部分，对保障人员安全疏散和消防救援具有重要意义。本文分析了排烟系统设计中的常见问题，并探讨了排烟风管的耐火极限要求、做法及其检验认证问题。最后，提出了提高排烟系统效果的解决方案与优化策略。

关键词：建筑消防；自然排烟；机械排烟；排烟风管；检验认证

引言

随着城市化进程的迅猛发展，高层建筑和大型综合体越来越多。然而，在这些建筑的背后，隐藏着火灾这一无形的威胁。防排烟系统作为建筑消防工程的重要组成部分，犹如一道隐形的护盾，默默守护着人们的生命和财产安全。当火灾发生时，烟雾和有毒气体迅速弥漫，成为致命的杀手。据统计，火灾中因烟雾导致的人员伤亡占比高达80%以上。有效的防排烟系统能够迅速控制烟气的扩散，为人员疏散和消防救援争取宝贵时间。因此，合理的设计、合格的产品、严谨的施工、运转有效的防排烟系统是确保建筑消防安全的关键。

1 防排烟系统设计中的常见问题

1.1 自然排烟设计与建筑布局的矛盾

自然排烟作为一种经济、简单且维护管理方便的排烟方式，应优先使用。然而，许多建筑的自然排烟设计存在不合理，如排烟窗面积不足、位置不当、开窗形式不合理等，这些问题都会导致火灾发生时烟气无法及时排出，增加疏散难度和危险性。排烟窗位置应设置在建筑物顶部或外墙高处，且须设置在储烟仓内。然而，许多排烟窗却设置在墙的下部或中部，远离顶棚，这违背了烟囱效应原理，导致烟气无法有效排出。自然排烟窗应设置在外墙的高处，因此需设置高度为1.3m-1.5m的手动机械开启装置。然而，在实际施工过程中，个别建设方因考虑室内装修美观性，会取消手动开启装置或高窗的开启扇，故常出现排烟窗面积不足或位置不当等问题，影响排烟效果。甚者，在部分工程中建设方会私自将手动开启排烟窗改为电动排烟窗，取消了机械开启装置，这严重违反了消防安全双重保护的安全理念。为了确保火灾发生时，即使在断电、联动和自动功能失效状态仍然能够通过手动装置可靠开启排烟窗以保证排烟效果，所以对设置在高位不便于直接开启的排烟窗，安装

手动机械开启装置是必不可少的。为杜绝以上问题，建议设计、施工、质检时严格遵循国家现行规范，优先选择操作简单、便于管理、并能与装修有效结合的机械开启装置^[1]。

1.2 机械排烟设计与其他构件的矛盾

某些建筑中，防排烟系统设计经常与各专业存在局部碰撞，影响建筑使用功能和视觉效果。这种矛盾需要在设计初期充分考虑并与各专业协商，确保防排烟系统的有效性。例如，高大空间的体育馆，采用球形网架屋面，设置机械排烟系统时，若设备专业待网架施工完成后进场施工的话，势必会增加施工难度且影响顶棚视觉效果。但设备专业若能提前与球形网架厂家做好沟通，将排烟风管等阀门附件提前预制安装于球形网架的间隙内，不仅可以大大减少施工难度和成本，还可以降低对空间视觉效果的影响。防排烟系统设计需与建筑整体布局紧密结合，满足消防安全的前提下，应尽量避免与主要结构冲突，并充分考虑管道的美观性和隐蔽性。

1.3 机械排烟设计与建筑面积的矛盾

机械排烟系统依靠风机和管道强制排除烟气，是一种重要的排烟手段。但在设计和实施过程中，常常面临防烟分区不合理、排烟量不当、设备安装位置受限、施工粗糙等问题，导致系统在火灾时无法达到预期的排烟效果，影响人员的安全疏散与救援。各建筑空间的排烟量应根据建筑功能、面积和层高计算。例如公共建筑、工业建筑中空间净高大于6m的场所排烟量除依据公式计算确定数值外，还不小于《建筑防排烟系统技术标准》GB51251-2017（以下简称烟标）中表4.6.3条的规定值，然而，表中只规定了空间高度大于6m场所的排烟量，却没有给出面积限制。在实际的设计应用中，只要房间功能确定且空间高度在6m以上某一数值时，则无论该建筑面积或大或小，该防烟分区的排烟量都是固

定的。基于以上规定，对于小中型建筑排烟风量就会过大，从而导致机械设备容量、设备机房面积、排烟风管尺寸、施工难度都会相应增大。为解决这一问题，建议设计前期方案阶段就要提前与设备专业沟通并合理地进行房间布局及层高的确定，使建筑性能更优化，从而节约经济成本。

1.4 机械排烟设计与标准规范的矛盾

规范作为指导实践的依据，本应具有统一性和权威性，但在实际应用中，不同规范之间时有矛盾出现，这不仅给从业者带来了困扰，也对公共安全产生了影响。例如，根据《烟标》中第4.6.2条规定：“当采用自然排烟方式时，储烟仓的厚度不应小于空间净高的20%，且不应小于500mm；当采用机械排烟方式时，不应小于空间净高的10%，且不应小于500mm”。可知，无论是机械排烟还是自然排烟，要求的储烟仓厚度都不得小于0.5m，也就是说挡烟垂壁的高度不得低于0.5m。但《建筑防火通用规范》GB55037-2022中第7.1.5条又规定：“在疏散走道处，不应有任何影响人员疏散的物体，且疏散走道的净高不应小于2.1m”。可知，疏散通道上2.1m净高范围内不应有任何障碍物。例如，既有建筑消防改造中，常会有疏散走道需要设置排烟设施的情况。当疏散走道长度超过60m，层高3m，梁高0.7m时，该工程应划分防烟分区，防烟分区之间需要设置挡烟垂壁。如果疏散走道采用实吊顶，此时挡烟垂壁需要安装于吊顶下方，依据规范要求，挡烟垂壁高度不小于0.5m，同时底部距地不小于2.1m，即要求吊顶下净高至少是 $0.5+2.1=2.6$ m。但当既有建筑层高较低时，走道吊顶下净高很难做到2.6m，此时就出现了矛盾。这种情况，在不改变装修方案的前提下，很难同时满足两本规范的相关要求。在实际设计中，规范之间的矛盾，规范与实际应用的矛盾时有发生，这就需要设计师在遵循规范的基础上灵活应对各种实际问题。同时，建议规范编制者应不断完善规范内容，为设计师提供更加科学合理的指导。只有这样，才能实现设计与规范的和谐统一，创造出既安全实用又富有创意的建筑作品^[2]。

2 排烟风管的耐火极限设计

2.1 国家规范对耐火极限的规定

为确保排烟系统的可靠性和安全性，国家制定了一系列规范对排烟风管的耐火极限提出了明确要求。《烟标》对排烟风管的耐火极限提出了具体要求。规范中要求确保火灾时，排烟风管在一定时间内保持耐火完整性和隔热性，有效排除烟气，保障人员安全疏散。

2.2 耐火风管的作法分析

耐火风管施工是排烟系统实施的关键环节。《烟标》中不仅提出了排烟风管的耐火极限要求还有隔热的要求，排烟风管的隔热层应采用厚度不小于40mm的不燃绝热材料，但如何满足耐火极限的要求未明确具体做法。耐火风管常用镀锌钢板制作，风管本身的材质无法达到耐火极限的要求，需借用外部材料来满足风管的耐火极限要求。目前常见的做法有：风管+岩棉+防火板、风管+绝热玻璃棉、风管+防火玻璃棉卷材、风管外刷防火涂料、风管+工业一体化复合板防火包裹。第一种可以满足耐火极限要求，但是可能无法拿到耐火极限检测报告；第二种与第三种仅满足耐火隔热性，不能保证耐火完整性；第四种不推荐采用，刷防火涂料可用于钢结构仓库，但不宜用于民用建筑，主要原因是防火涂料高温下挥发有毒有害气体，而且高温下膨胀变形，可能妨碍风阀等执行机构的正常动作；第五种是图集20K607中的推荐的做法，工业一体化硅酸钙复合板有专业生产厂家，可提供耐火极限检测报告，满足技术要求^[3]。

2.3 耐火风管施工难点

排烟风管除了要进行防火包裹外，其施工难点还在于细部节点，例如，风管连接处应使用耐火密封材料，确保火灾时连接处不失效；风管穿越防火墙时，设防护套管且钢板厚度不应小于1.6mm，防护套管与风管间隙需防火封堵，防止火势和烟气蔓延；风管布局应避免与其他管道或电缆冲突，并考虑维护和检修便利性。为了防止排烟管道本身的高温引燃吊顶中的可燃物，安装在吊顶内的排烟风管还应采取隔热措施，如在排烟风管外包裹具有一定耐火极限的材料，并与可燃物保持不小于150mm的距离。

3 排烟风管耐火极限的检验与认证

3.1 耐火极限检验的标准与方法

耐火极限检验标准和方法主要依据《通风管道耐火试验方法》（GB/T17428-2009）。该标准规定了通风管道耐火试验的方法和评定准则，通过模拟火灾环境，测试风管在高温下的耐火完整性和耐火隔热性。测试过程中，风管需在高温条件下保持一定时间，验证其结构完整性和功能稳定性。

3.2 市场上耐火风管产品的认证问题

尽管有明确国家和行业标准，市场上仍存在耐火风管产品不符合规范要求的情况，这些产品可能在材料选择、生产工艺或质量控制上存在缺陷。为解决这些问题，需要加强对耐火风管和包裹材料产品认证和监管。例如，建立更严格的产品认证体系，确保每批产品都经过严格的耐火极限检验；加强对生产企业的监督，确保

其按规范要求生产和质量管理；加强对施工质量的管理，杜绝不合格产品流入工程中。

4 解决方案与优化策略

4.1 应用BIM技术优化设计

利用BIM（建筑信息模型）技术可以有效优化防烟排烟系统的设计。通过BIM技术，设计者可以在虚拟的三维模型中模拟不同的设计方案，评估其效果和可行性，提前发现潜在的问题并进行优化。例如，在设计防烟分区时，可以通过BIM模型模拟烟气在建筑内的流动路径，分析不同分区方案的优劣，选择最佳的方案。此外，BIM技术还可以实现各专业之间的协同设计，减少设计冲突，提高设计效率。

4.2 提升施工人员的专业素质

提升施工人员的专业素质是确保防排烟系统施工质量的重要措施。施工企业应加强对施工人员的培训，使其熟练掌握相关的消防规范、设计要求和施工技术。通过培训，提高施工人员的专业知识和技能水平，使其能够准确理解设计意图，严格按照设计图纸和施工规范进行操作，减少施工错误和质量问题^[4]。

4.3 加强施工过程中的质量控制

加强施工质量控制是确保防排烟系统正常运行的关键。施工企业应建立完善的质量控制体系，对施工全过程进行严格监控和管理。在施工过程中，应采用科学的施工方法和先进的施工设备，确保每道工序都符合设计要求和规范。例如，在安装管道时，应确保管道的密封性和防火性能符合要求；在安装风机时，应确保风机的安装位置和方向正确，并进行调试，确保其运行正常。此外，施工企业还应加强与监管机构的沟通和合作，接受监管机构的监督和指导。通过加强质量控制，可以有效提高防烟排烟系统的施工质量和运行效果，保障人们的生命和财产安全。

4.4 完善系统的维护和管理

防排烟系统的维护和管理是确保其长期有效运行的重要环节。管理者应制定科学的维护计划，定期对系统进行检查和维护，确保各项功能正常。例如，应定期对风机、阀门、管道等设备进行检查和保养，确保其运行正常；应定期对系统进行功能测试，确保其在火灾发生时能够正常工作。此外，还应建立完善的管理制度，明确各部门和人员的职责，确保防排烟系统的维护和管理工作有序进行。通过完善系统的维护和管理，可以有效保障防烟排烟系统的长期有效运行^[5]。

结语

防排烟系统设计的关键点主要包括合理设计、合适设备选择、严格施工质量控制及有效维护管理。针对目前防排烟系统中存在的问题，建议未来在相关规范中增加对系统设计的详细指导，加强对消防产品的认证要求，提高市场监管力度，确保所有建筑防排烟系统的质量和安全性达到预期标准。随着科技的发展，未来防排烟系统设计可能采用更多创新技术和材料，提高系统效率和可靠性。例如，智能化控制系统和新型耐火材料的应用，可能使防烟排烟系统更高效和安全。

参考文献

- [1]中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑设计防火规范(GB50016-2014)[S].北京:中国计划出版社,2014.
- [2]中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑防烟排烟系统技术标准(GB51251-2017)[S].北京:中国计划出版社,2017.
- [3]李明.高层建筑防烟排烟系统设计探讨[J].消防科学与技术,2018,37(1):65-68.
- [4]王强.建筑防烟排烟系统设计与施工质量控制[J].建筑技术,2017,48(10):1074-1077.
- [5]李论.建筑防排烟设计中的常见问题及对策[J].今日消防,2020,5(11):33-34.