

地铁通风系统的设计与优化研究

张朝琳

石家庄市轨道交通集团有限责任公司运营分公司

摘要：地铁车站通风空调系统的主要功能是为乘客提供舒适、便捷和高效、安全可靠地工作环境，根据相关调查，目前我国地铁线路大多利用空气来调节温度，这种方式不仅可以降低能耗，还能够满足人们对舒适度要求的需要；在运行中也会产生大量热废气污染大气造成空气污染严重危害人体健康问题，而通风空调系统通过合理设计将有利于改善城市气候条件和缓解能源消耗压力等方面起着重要作用。

关键词：地铁通风；系统设计；设计优化

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.12.122

引言

城市轨道交通的通风空调系统是地铁车站中必不可少的重要组成部分，它在保证乘客舒适性、安全和高效运行方面起着非常关键作用。因此地铁站内要配备专门为其服务而设计和控制相关参数及设备，由于我国目前正处于城市化进程加快发展阶段，人口数量也呈逐年上升趋势且人口密度较大导致了交通拥堵情况，严重影响到城市环境卫生状况以及人们出行的便利程度，这就对车站通风空调系统提出更高要求与需求。

一、地铁车站通风系统的概况

（一）地铁车站通风系统的组成

地铁车站内的通风系统，是指，通过空气调节阀来控制、调整和监视各风机参数的系统。它包括了：温度传感器、温湿度传感器及加热器等装置，在设计过程中要充分考虑各种因素对室内环境产生影响所带来的后果以及可能出现的危害程度，同时还可以利用计算机软件进行数据处理并实现自动调控功能，以达到最佳效果等等；所以地铁通风空调系统的选择是一个综合素质较高和复杂问题，需要我们不断地研究分析与解决。

地铁车站空调系统的主要组成部分包括风管、冷冻水箱，回收器，空气调节阀，通风机盘管等，列车内温度和压力控制：在运行过程中乘客处于不稳定状态下，为了保证车内舒适性、安全性及降低能耗需要对其进行调控，同时也要考虑到通风效果的好坏直接影响了空调系统的使用寿命以及运营安全问题；另外还需结合地铁车站本身特点来设计合理有效地通风设备，从而最大限度发挥出风机效能。

（二）重视地铁站通风系统设计优化的必要性

地铁车站通风系统是保障列车正常运行的重要设施，其设计优化主要包括：站内设备、线路和环境参数对风量影响，因此，在进行地铁运营过程中必须重视通风系统设计，为了实现这一目的需要采取多种措施来提高隧道风压水平；同时还应注意到车站内部气流组织情况与周围建筑物之间的关系等因素变化所带来的问题及

通风效果降低风险发生概率；最后要考虑到热效应对建筑物结构性能、使用功能和寿命产生不利影响，从而使其运行安全可靠受到威胁。

地铁站的通风系统是保证行车环境安全运行，保障乘客生命财产和社会正常运转必不可少的条件，其设计质量直接关系到车站工作人员与乘坐人员人身以及各种设备设施之间相互配合，因此在进行施工时应充分考虑实际情况并将之作为重点研究对象加以优化改进，加强列车动力、制动性能及经济效益指标等方面的控制，地铁站通风系统中要重视采用先进技术来对乘客舒适度和运行效率进行有效提高，使其处于最佳状态。

二、地铁站通风系统的类型

（一）开式系统

开式系统的结构与闭式系统不同。它是由通风管道、变配电所和控制箱等组成。这种类型的地铁安全运行主要靠风管来实现，其缺点在于，由于各部位温度差较大，所以在一定程度上影响了通风效果；而封闭式设计则需要设置调节阀或空气过滤器进行调整温度差，使之满足要求即可达到正常工作状态；同时开式系统也可以通过对闭气机、变配电所等设备采取相应控制措施以保证地铁的安全运行。

开式系统是在地铁通风系统中，当乘客进入隧道后，需要对其进行通风换气。

由于地下车站一般会设置电缆井或其他管线铺设方式来满足列车的运行需求和保障区间内环境卫生要求等条件；另外还有一些情况下也可以通过改变出入口结构或者改变进风量实现换热功能以达到减少车内温度、改善行车舒适度及增加乘客安全性等等，同时还可利用通风系统中所储存到空气中的热量进行排空。

（二）闭式系统

闭式系统的主要特点是：在通风过程中，每个封闭或半封闭式空间内，各个房间都会有独立通道来调节温度和湿度，这种类型的结构通常用于各种地铁工程，

根据闭风、全开或者半开方式进行布置，其优点为

密排空调可以实现“热源”控制；缺点在于由于空气流通不畅导致温差较大而无法在设计要求时温度与室内环境不兼容等问题出现了，但在一定程度上也解决了这一难题并降低成本和节约能源的目的。

闭式系统是地铁通风系统的主要组成部分，其作用类似于空气循环，与空调、电梯等其他通风设备相连接，它在设计过程中不需要对气流进行合理分配，因此这种结构可以将风机和管道直接安装到隧道内来调节控制的效果更好；此外还可通过调整管路长度实现风量变化以改善热环境；同时闭式系统也具有良好地稳定性及可靠性，能够根据情况及时开启或关闭通风设施并有效防止火灾等事故发生时造成人员伤亡、财产损失。

（三）屏蔽门式系统

屏蔽门式系统是地铁运营过程中，通风空调系统的主要组成部分，在进行运行操作时，乘客会将室内温度过高、湿度过低以及空气质量不达标等情况下通过接触门窗来进入室外空间；而如果工作人员长期处于密闭状态或者长时间未开启室内热源设备就容易造成火灾隐患发生，因此为了有效解决这些问题和缺陷并降低其危害性及影响程度可以采用屏蔽门式系统的通风空调系统。地铁运营过程中。

屏蔽门式系统是一种将乘客进出地铁隧道的方式，其主要由门锁、门传感器和控制装置等组成，该系统具有安全可靠，操作简单，成本较低，但是由于在运行过程中存在着许多不确定因素，影响了对故障信号进行处理与识别时效性较差；同时也因为该技术要求比较高，并且需要保证列车能正常通过且效率稳定等特点而造成屏蔽门式系统的体积较大。

三、优化地铁站通风系统设计的主要措施

（一）合理利用自然通风

地铁通风系统的设计，应当根据实际情况，合理利用自然风，在城市轨道交通工程中通常需要进行地下通道、隧道和出入口等各种形式的建筑，因此要充分利用地面空间来布置通风设备及管道输送装置以及其他相关设施，同时也可以将人工空间与自然风管结合起来使用（如：地面抽水泵）或者是两者相结合使用以使地铁通风系统更加完善；还可利用建筑物本身所具有的重力，通过合理设计风量来确定隧道洞口和出入口等结构形式。

地铁通风系统的设计优化主要是要在地铁隧道内，合理布置洞外自然风机，根据实际情况，可以将自然风机与人工机械通风相结合进行排烟，合理利用地下空间；由于车站的特殊性和施工难度较大、地面建筑较为复杂等因素，都会使其成为地下建筑物中最容易产生粉尘及噪声的原因之一；另外还因为地铁线路较长且线路

铺设面积大以及隧道内空气流动速度相对较慢，而使地铁在运行过程中会形成大量涌流，影响周边环境卫生。

地铁通风系统的设计与人们生活、工作息息相关，其主要目的是提高乘客舒适度，为社会创造经济效益，因此在进行地铁通风系统优化时需要对自然风量、空气流速和温度等参数进行合理分析，根据不同季节气候条件下的温湿度以及风速来确定最佳自然风流速度值；其次就是结合具体情况选择合适地排气方式以减少热损失及降低能耗；最后还要考虑到隧道洞口附近地层地质构造与构造位置，通过合理设计通风方案实现经济效益最大化。

（二）完善系统冷源的设置

地铁通风系统的设计，需要根据实际情况来进行合理地选择和规划，通常来说，在确定了地铁运行的参数之后才能进一步对热源工程进行研究，所以要结合具体环境、温度状况等因素综合考虑，同时还可以通过模拟计算方法将其与计算机辅助软件相结合从而实现优化控制方案，另外也有部分关键点是在设计过程中，可以利用计算机辅助技术手段来完成对通风系统冷源的合理选择和规划工作，进而使得通风系统达到最优的冷量分配状态。

根据实际的施工情况和工程特点，合理设计地铁通风系统冷源装置。首先在进行车站区间通风改造时应考虑到不同阶段、不同时间段所需的风量大小以及需要满足不同乘客对舒适度要求。其次是要充分利用空调内排风扇等设备来实现降温减湿效果，进而保证地铁运行期间空气质量达到最佳水平；最后则应该根据实际情况设置空调机组和冷却塔及其他附属装置，从而为地铁通风系统提供一个稳定可靠地冷源体系结构。

在地铁通风系统的设计中，合理设置冷源是保证其可靠性、经济性和节能性的重要措施。为了提高地铁安全运行水平，需要对风管进行优化处理。首先要根据实际情况选择合适型号设备；其次要考虑到热力管道输送过程中温度变化范围大以及热力传输时压力波动较大等因素影响；再者就是通过控制阀门开度来调节风机转速等手段实现冷源系统的调整，从而使其能够在保证通风效果及安全性前提下有效地运行下去。

（三）采用屏蔽门转换装置

屏蔽门是地铁通风系统中重要的一部分，因此，其安装位置和形式都要有足够合理的条件，同时为了保证在发生火灾时乘客安全逃生通道畅通无阻以及疏散速度快、人员紧急撤离等目的，可以采用将电梯上设置屏蔽门，并通过钢丝绳固定或增加轿厢内长度，来达到有效减少人员伤亡或者损失降低成本的效果，地铁通风系统中还应注意对门锁进行调整，以确保其能够顺利开启和

关闭。

地铁通风系统中的屏蔽门主要是为了保证乘客在穿越隧道时的安全，目前，我国大多数城市都已经建设了地下车站，但是由于地面空间大且面积较广，因此我们需要采用一种能够将出入口与隧道之间进行有效隔离、疏散通道和屏蔽等功能为一体化设计，从而实现对客流情况以及人员流线分布状况及时间控制目的下，实现地铁通风系统高效运转及智能管理水平提升。

地铁通风系统的门是整个隧道工程中最重要的一部分，其主要作用就是将乘客从外部空间内排出，防止外界噪声对内部环境造成干扰，因此在设计时需要采用屏蔽门转换装置来实现这一功能，在隧道洞口设置一个新风窗和消声排烟装置；通过安装有自动控制门窗、风管等设备进行监控，并向通风系统提供准确的信息数据以提高隧道中空气质量及温度参数值，保证列车正常运行状态下对人员操作安全有效。

（四）重视经济效益

地铁通风系统的设计是一项技术性很强工作，需要有足够多的工作人员参与其中，因此在实际施工操作中要根据具体工程情况进行相应改进。在对地铁运行时可能会遇到突发事件和自然灾害等问题，所以必须加强经济效益和社会效益相结合；对于一些大型项目还要加大资金投入力度去改善车站内设备设施、增加新能源利用率以及完善相关管理制度等等措施来提高运营效率，从而达到减少资源浪费的目的；同时还应该考虑到通风系统设计中的成本因素。

目前地铁通风系统设计的关键是经济效益，在保证安全和舒适、快捷运行的前提下，采用新工艺、新技术来降低成本，同时还要考虑到通风设备投资和建设费用，地铁运营过程中需要大量资金投入其中且其维护费用也很大一部分来自风机房等大型机械设施以及相关施工队伍上，因此要想有效提升风网防雷效果就必须使系统设计与工程造价控制紧密结合起来，从而达到最佳经济效益的目的，为乘客提供高效、舒适安全可靠的服务。

在地铁通风系统的设计与优化工作中，要重视经济效益。因为，如果能够将地铁内的空调、照明等设备进行合理配置和科学管理的话就会实现节能降耗效果。所以说为了有效地控制成本并提高效率就要加强对相关人员及设施资源配置的优化管理工作力度；同时还应该注重对风机房、水泵房以及输电线路进行合理设计与改进工作，以此来最大限度降低能耗。

（五）加强站台排烟模式

根据相关的理论和技术分析，在地铁车站内，乘客会在站台上进行步行运动，为了减少这种情况的发生，

需要采取合理有效措施来降低站台排烟浓度到最小值或者是提高其热效率、避免对周围环境造成污染等一系列方法，来减小乘客与站台间接接触面积以及影响人数等方面因素，导致地铁运行区间产生风量损失或热阻现象的出现；与此同时还需采用相应手段，将乘客在运营过程中可能会引起振动和噪音扰民情况发生。

在地铁的运行中，站台排烟系统是非常重要的，它影响乘客乘坐舒适性、经济性和安全性能等方面，同时也对车站环境有很大影响，因此要加强站点内空气质量控制工作力度并采取有效措施来减少站台热负荷量，通过合理规划设计线路布置，以及提高附近建筑物及设施布局效率，以降低其运营成本；在地铁运行中采用多种方法使乘客保持着良好的心理状态、满足了生理需求等因素，从而达到缓解客流压力和改善舒适性要求。

在地铁运行期间，为了保证乘客的正常舒适性，需要对站台进行合理设计，首先应该根据车站客流量和进出站次数等因素确定最优站台排烟方式，通过分析比较各门厅、道岔以及出入口之间距离设置区间时的风量大小，来选择出最佳通风系统；而在实际中应结合具体情况采用合适排烟方案并加以实施，如地铁站厅内设有客舱，乘客进入后需将其关闭；同时还需要保证门厅内部有足够大空间进行围挡工作等措施要求。

结语

在地铁通风系统的设计和优化过程中，要根据不同的等级进行，并且还要与地铁运营情况相匹配，同时还需要考虑到各种因素对其运行效果产生影响，所以说对于整个大站内各个位置都会有一定范围之内出现温度异常问题，以及通风系统故障等现象时，可以使用自动控制来降低发生事故所需承担责任；而在地铁外仓及车站出入口处也是应该采取相应措施以保证列车的安全，减少因为突发情况造成乘客伤亡和财产损失。

参考文献

- [1]黄强.地铁中间风井隧道通风系统布置优化研究[J].建筑热能通风空调,2021,40(04):81-84+91.
- [2]张金花,檀姊静,李亮等.地铁通风空调系统设计优化方法研究[J].施工技术,2020,49(S1):676-679.
- [3]陈铁强,武翔宇.地铁车站通风空调系统节能方案设计[J].工程建设与设计,2022(20):30-32.
- [4]唐宝银.地铁通风空调系统安装注意事项及质量提升措施[J].工程技术研究,2022,7(11):110-112.

作者简介:张朝琳(1990/03/22)男,汉族,本科学历,中级职称,机电工程师,籍贯:河北省石家庄市。