

# 暖通空调给排水系统在严寒及寒冷地区的设计挑战

李 鹏

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘 要：**本文详细探讨了暖通空调给排水系统在严寒及寒冷地区的设计挑战，包括保温防冻、系统优化、设备选型与配置等方面的具体问题。通过分析这些地区特有的气候条件对系统设计的影响，提出了针对性的设计策略，旨在为严寒及寒冷地区的暖通空调给排水系统设计提供全面的理论参考和实践指导。

**关键词：**寒冷地区；暖通空调；给排水系统；设计挑战

## 引言

严寒及寒冷地区的气候条件，如低温、冰冻、大温差等，对暖通空调给排水系统的设计提出了特殊要求。这些环境因素不仅影响系统的正常运行，还增加了设计难度和成本。因此，深入研究这些地区的设计挑战，提出有效的解决方案，对于提高系统性能、降低能耗、保障居民生活质量具有重要意义。

### 1 严寒及寒冷地区气候条件对系统设计的影响

在严寒及寒冷地区，极端的气候条件对各类系统，尤其是暖通空调、给排水等基础设施的设计、运行和维护提出了严峻挑战。这些地区特有的低温、大温差以及冰冻现象，不仅影响系统的正常运行，还可能引发一系列安全问题和经济损失。

#### 1.1 低温对管道和设备的影响

在严寒及寒冷地区，极端低温是系统设计必须面对的首要挑战。当环境温度降至冰点以下时，管道内的水或其他流体介质极易结冰。冰的密度小于水，结冰过程中体积膨胀，对管道产生巨大的压力，可能导致管道冻裂、接头松动或密封失效，进而引发漏水、系统瘫痪等严重后果。特别是对于暴露在室外的管道，如供水、排水和暖通空调系统的室外部分，这种风险尤为突出。此外，低温还会显著降低设备的运行效率<sup>[1]</sup>。例如，制冷设备在低温环境下需要消耗更多的能量来维持正常运行，而加热设备则可能因环境温度过低而频繁启动，导致能耗激增。长期在低温环境下运行，设备的机械部件和电气元件也会因热胀冷缩、润滑不良或老化加速而缩短使用寿命。

#### 1.2 大温差对系统稳定性的挑战

严寒及寒冷地区的另一个显著特点是昼夜温差大。这种剧烈的温度变化对系统的稳定性提出了更高要求。暖通空调系统需要具备良好的温度调节能力，以便快速响应室内外温差的变化，确保室内环境的舒适性和稳定

性。这要求系统在设计时考虑足够的冗余和灵活性，以便在极端温差下仍能维持高效运行。大温差还可能加剧管道的热胀冷缩现象。在白天高温时，管道受热膨胀；而在夜晚低温时，管道则收缩。这种频繁的伸缩不仅可能导致管道接头的松动或损坏，还可能引发管道内部的应力集中，增加系统维护的难度和成本。

#### 1.3 冰冻对排水系统的威胁

在冰冻天气下，排水系统同样面临严峻挑战。排水管道内的水在低温下容易结冰，形成冰塞或冰坝，导致管道堵塞，影响排水效果。对于城市排水系统而言，这可能导致路面积水、交通受阻甚至城市内涝等严重后果。同时，冰冻还可能导致排水设施的物理损坏，如管道冻裂、检查井冻实等，这些损坏不仅增加了维修成本，还可能对公共安全构成威胁。

## 2 严寒及寒冷地区暖通空调给排水系统的设计挑战及对策

### 2.1 保证给排水暖通管道所在环境温度

在严寒及寒冷地区，给排水暖通管道的环境温度控制是系统的核心要素。低温环境可能导致管道内的水结冰，进而造成管道堵塞、破裂，甚至整个系统停机等严重后果。因此，必须采取一系列精细化措施来确保管道所处环境的温度始终保持在安全范围内。

#### 2.1.1 合理设计管道埋深

首先，合理设计管道埋深是防止管道受冻的基础。在严寒地区，土壤温度随深度增加而逐渐升高，将管道埋设在冻土线以下可以有效避免管道直接暴露在低温环境中。然而，在实际设计过程中，由于市政排水井控制点标高的限制，往往无法将所有管道都埋设在冻土线以下。此时，设计师需要依据具体的地形、地质条件以及排水系统的整体布局，进行精细化的管道走向设计。通过优化管道布局，如采用蜿蜒走向、增加埋设深度或利用地形起伏等方式，尽量使管道处于较深的土壤层中，

从而降低受冻风险。

### 2.1.2 采用高效保温材料

其次,采用高效保温材料进行管道保温是提升管道抗冻能力的关键。对于无法埋设在冻土线以下的管道,或者即使埋设在冻土线以下但仍需额外保温的管道,应选择具有优异保温性能的材料进行保温处理。岩棉、聚氨酯等高效保温材料因其导热系数低、保温效果好、使用寿命长且环保等优点而被广泛应用<sup>[2]</sup>。在设计过程中,设计师需要根据管道的具体规格、使用条件以及保温要求,精确计算保温层的厚度,并选择合适的保温材料进行施工。同时,还需要考虑保温材料的防火性能、耐腐蚀性以及施工便捷性等因素,确保保温层既能够有效防止管道受冻,又不会对系统的正常运行造成干扰。

### 2.1.3 设置防冻阀

此外,设置防冻阀是防止新风管道冻结的有效措施之一。在新风进风口处装设能严密关闭且具备良好保温性能的防冻阀,可以在极端低温天气下切断新风端与外界的联通,从而避免冷风直接吹入管道导致管道冻结。在选择防冻阀时,设计师需要考虑阀门的密封性能、保温效果以及使用寿命等因素,确保阀门能够长期稳定运行。同时,还需要根据系统的具体布局和运行要求,合理确定防冻阀的安装位置,确保其既能够发挥保温作用,又不会影响系统的正常通风功能。

## 2.2 设置电伴热系统

在严寒及寒冷地区,由于极端的气候条件,传统的保温措施有时难以满足暖通空调给排水系统的温度需求。为了确保管道在极端低温环境下能够稳定运行,设置电伴热系统成为一种行之有效的解决方案。电伴热系统通过电伴热带发热,补偿管道的热散失,从而维持管道所需的温度。以下将详细阐述电伴热系统的选择与安装以及温度控制的具体策略。

### 2.2.1 电伴热带的选择与安装

电伴热带作为电伴热系统的核心组件,其选择与安装直接关系到系统的保温效果和使用寿命。在严寒地区,由于环境温度极低,对电伴热带的要求也更为严格。因此,在选择电伴热带时,应充分考虑其耐低温性能、发热效率、使用寿命以及安全性等因素。低温普通电伴热带是一种常用的选择,它能够在极低的温度下稳定工作,为管道提供持续的热量。在选择时,应根据管道的具体规格、使用条件以及保温要求,确定电伴热带的功率和长度。功率过大或过小都会导致保温效果不佳或能源浪费,因此必须进行精确的计算和选择。安装电伴热带时,应将其缠绕或直铺在管线外壁,确保与管道

紧密接触,以便将热量有效地传递给管道。同时,为了形成完整的伴热系统,还需要配合相应的配件进行安装,如固定夹、接线盒、电源线等。这些配件的选择和安装也需要严格按照规范进行,确保系统的安全性和可靠性。在安装过程中,还需要注意以下几点:首先,电伴热带应尽量避免与管道上的尖锐物体接触,以免划破或损坏;其次,电伴热带的安装应保持平整,避免出现褶皱或扭曲等现象,以免影响其发热效果;最后,安装完成后应进行全面的检查,确保所有连接处都牢固可靠,没有松动或漏电的现象。

### 2.2.2 温度控制

温度控制是电伴热系统中的关键环节,它直接关系到系统的保温效果和能源利用效率。为了实现精确的温度控制,通常需要采用温控器来监测管道的温度,并根据实际情况调节电伴热带的输出。温控器是一种能够感知温度并控制电伴热带发热的设备。它通常安装在管道附近,通过温度传感器实时监测管道的温度变化。当管道温度低于设定的温度范围时,温控器会自动启动电伴热带,为其供电并使其发热;当管道温度达到或超过设定的温度范围时,温控器则会关闭电伴热带,停止供电,从而避免过热和能源浪费。为了实现更为精确的温度控制,温控器通常还具备一些高级功能,如温度设定、温度显示、报警等。通过这些功能,用户可以方便地设置和调整管道的目标温度,并实时了解管道的实际温度情况。同时,当管道温度出现异常或系统故障时,温控器还能够及时发出报警信号,提醒用户进行处理。在实施温度控制时,还需要注意以下几点:首先,温控器的选择和安装位置应合理,确保能够准确感知管道的温度变化;其次,温控器的设定温度应根据管道的具体情况和使用情况和保温要求进行确定,避免过高或过低导致能源浪费或保温效果不佳;最后,应定期对温控器进行检查和维护,确保其正常运行和准确性。

## 2.3 其他措施

### 2.3.1 管道布局优化

在管道布局的设计上,首先要做的是进行详尽的现场勘查,了解地形地貌、建筑布局以及气候特点,确保管道敷设路径的科学性。直线敷设是基本原则,但在实际操作中,还需要考虑如何避免或减少弯头、三通等局部阻力件的使用。例如,通过采用大半径弯管代替小半径弯头,可以减少流体在转弯处的能量损失;通过合理布置管道支架,使管道保持自然弯曲,也能有效降低阻力。对于必须穿越低温区域或易受冰冻影响的管道段,不仅要增加保温层的厚度,还要选择高性能的保温

材料,如具有优异隔热性能和防水性的高密度聚氨酯泡沫。同时,电伴热系统的设置也需精心规划,要确保电热元件均匀分布,且能与管道紧密贴合,以达到最佳的加热效果<sup>[3]</sup>。此外,还可以在管道外部安装温度传感器,实时监测管道温度,一旦温度降至临界值,立即启动电伴热系统,确保管道不冻结。在布局设计中,还应充分考虑管道的维修和更换需求。例如,在管道转弯处或连接处设置检修井,便于日后对管道进行检修或更换;在管道穿越墙体或楼板时,预留足够的空间,以便进行管道的维护和更换。

### 2.3.2 部件选型优化

在部件选型上,要根据严寒及寒冷地区的气候特点,选择那些能够适应低温环境、具有高效节能特性的部件。以阀门为例,应选择那些具有优异密封性能、耐低温、耐腐蚀的阀门,如不锈钢或合金材质的球阀、闸阀等。这些阀门不仅能够在低温环境下保持稳定的性能,还能有效防止因温度过低而导致的阀门冻裂或泄漏。对于水泵的选型,除了要考虑其效率和稳定性外,还要关注其启动特性和运行范围。在严寒及寒冷地区,水泵可能会因低温而导致启动困难或运行不稳定。因此,应选择那些具有宽范围运行、启动迅速且能在低温环境下稳定运行的水泵,如带有预热装置的水泵或具有变频调速功能的水泵。这样,不仅可以确保水泵在低温环境下的稳定运行,还能通过调整水泵的转速来适应不同的负荷需求,实现节能降耗。此外,对于换热器、管道等关键部件的选型,也应充分考虑其耐低温、耐腐蚀、高效换热等特性。例如,选择具有高效换热性能的板式换热器或螺旋板式换热器,可以大大提高系统的换热效率;选择具有优异耐低温性能的管道材质,如PE-RT管或PB管等,可以确保管道在低温环境下的稳定性和安全性。

### 2.3.3 系统自动化控制

自动化控制系统的引入是提升严寒及寒冷地区暖通空调给排水系统运行效率的关键。通过安装各种传感器和执行器,可以实现对系统运行状态的实时监测和精确

控制。例如,通过安装温度传感器、湿度传感器和流量传感器等,可以实时监测室内外的温度、湿度和流量等参数;通过安装电动阀门、变频水泵等执行器,可以根据实时监测到的参数变化自动调节系统的运行状态。在自动化控制系统的设计中,还应充分考虑系统的灵活性和可扩展性。例如,通过采用模块化设计,可以根据系统的实际需求灵活配置不同的控制模块;通过预留接口和扩展槽位,可以方便地在未来增加新的传感器或执行器,以满足系统升级或扩展的需求<sup>[4]</sup>。此外,自动化控制系统还应具备远程监控和故障诊断功能。通过远程监控界面,可以实时查看系统的运行状态和各项参数指标;通过故障诊断系统,可以迅速定位故障点并发出警报信息。这样,不仅可以及时发现并处理潜在的问题,还能缩短维修时间和降低维修成本。

### 结语

严寒及寒冷地区的暖通空调给排水系统设计面临诸多挑战,但通过合理的保温防冻设计、系统优化、设备选型与配置等措施,可以有效应对这些挑战。未来,随着技术的不断进步和材料的不断创新,严寒及寒冷地区的暖通空调给排水系统设计将更加完善,为居民提供更加舒适、节能的生活环境。同时,设计人员应持续关注行业动态和技术发展趋势,积极引进新技术、新材料和新工艺,推动严寒及寒冷地区暖通空调给排水系统的持续进步和发展。

### 参考文献

- [1]刘旭峰.某寒冷地区综合楼暖通空调设计研究[J].中国设备工程,2021,(24):197-198.
- [2]辛亚娟,柯尊友,尹亮亮.寒冷地区中小学校建筑暖通空调设计要点分析[J].建筑热能通风空调,2019,38(03):52-56.
- [3]方鹏波.寒冷地区超低能耗居住建筑暖通空调系统设计[J].新疆有色金属,2024,47(04):103-104.
- [4]潘玉亮.寒冷地区超低能耗居住建筑暖通空调设计要点浅析[J].建设科技,2022,(Z1):47-50.