

# 高海拔大高差集中供热系统输配方案确定

张铜宇

(中国城市建设研究院有限公司, 北京 100000)

**摘要:** 分析大高差集中供热系统中的常见问题及产生的原因。结合工程实例, 通过水力工况计算, 对比分析设置隔压换热站、分布式泵站、回水加压泵站3种供热输配系统的优缺点, 从水压图及可行性进行理论分析, 最终, 提出了在回水干管上增设回水加压泵的技术措施, 以解决大高差造成的供热管网超压的问题。

**关键词:** 高海拔; 大高差; 集中供热系统; 隔压换热站; 分布式泵站; 回水加压泵站

**中图分类号:** U451 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0711 (2023) 03 (上) -0117-03

2020年8月28~29日, 中央第七次西藏工作座谈会上指出加快市政基础设施建设, 支持高寒地区供暖工程。党和政府始终关注西藏地区可持续发展, 为西藏地区稳定发展制定一系列优惠政策, 为西藏工作指明方向、提供助力。西藏某地处高寒海拔高的恶劣气候环境地区, 常规的能源较为紧缺, 但太阳能资源非常丰富, 根据当地资源禀赋, 充分利用太阳能资源是西藏地区最优化的供热热源形式。

本项目采用的热源为太阳能集中供热。鉴于热源位置受限制, 且热源与换热站地势高差较大, 在输送供热介质时, 地势间的高度差易引发换热站端超压现象。为降低超压现象, 应有效的降压措施。本文结合具体工程对此进行探讨。

## 1 工程概况

本项目为西藏某县城集中供暖项目配套热网工程, 地处西藏某县城, 项目建设地平均海拔4027m, 本项目为县城内酒店、办公、住宅、医院、学校等建筑提供冬季采暖负荷, 县城内总供热面积为17.12万m<sup>2</sup>, 总供热

负荷为8.56MW; 能源站与最末端热用户高差139.68m, 供暖室外设计温度为-16.9℃。热源为西藏某县城集中太阳能供热能源站, 县城位于两山谷之间, 中间平原为县城所在地, 县城内建筑密集, 无可满足能源站占地面积的位置, 故能源站设置于县城东侧, 距县城约1.2km的山峰平台上, 能源站处于系统最高点海拔为4000m, 热源出口管径为DN450, 管网总路由长度3529m。管网具有输送距离长, 地形落差大等特点。整个县城分6个供热区域, 每个供热区域设置一座换热站, 各换热站在总图中的位置, 如图1所示。

## 2 供热

本供热管网具有沿着输送通道地面高程高差大的特点, 热源海拔4000m, 系统最低点换热站(2<sup>#</sup>站)海拔3860.32m, 最大落差高达139.68m。地势北高南低, 沿县城南北设有现状管廊, 供热管线敷设于管廊内。由于热源与换热站之间高差大、距离远, 为了保证热源、换热站及热用户不超压、不汽化、不倒空, 水力计算及水力工况分析时出现平原地区不曾遇到的问题。

※ 在处理采购订单表、中央配送中心库存表、销售商品表、所有数据表和计划表时, 采购订单表的处理采用VBA宏+机器人背景计算的模式。调用已编辑的VBA宏可以根据区域的删除和复制数量详细设计和实现数据。使用[read range]、[for each row]、[switch]和其他控件, 可以将数据读入内存, 并且可以在写入原始文件之前更改数据格式。其余表格的操作通过调用VBA宏命令来实现, VBA在处理excel时比机器人模拟劳动具有更多优势。

## 5 结语

随着信息技术的发展, 企业已经步入信息化和数字化改革的行列。企业建立了统一的标准数据共享中心, 改变了企业的工作方式。在数字化办公的趋势下, RPA技术的出现为企业的全面数字化提供了解决方案。RPA不仅解放了人力, 而且为企业降低了成本, 提高了效率, 因此受到了许多企业的青睐。本文首先介绍了国内外对办公自动化的研究和探索, 然后, 从企业的实际需求出发描述了企业中存在的业务痛点。其次, 梳理了自动化

办公系统的工作流程。然后在系统的详细设计部分, 介绍了各个模块的具体设计, 并给出了一些关键的解决方案。以自动化取代手工, 进一步向数字化、智能化方向发展, 是办公领域改革和发展的必然趋势。它也是企业降低成本、提高效率的法宝。目前, 国内外企业已逐步实施RPA项目, RPA在解放劳动力、促进金融转型、降低成本、提高效率等方面取得了明显成效的优点。因此, 随着RPA在办公领域的进一步实施, 其必将迎来新的发展机遇。

## 参考文献:

- [1] Adrian J. AI+RPA 助力企业开启数字化劳动力时代[J]. 软件和集成电路, 2019(09): 36-37.
- [2] 傅元略. 智慧会计: 财务机器人与会计变革[J]. 辽宁大学学报(哲学社会科学版), 2019, 47(01): 68-78.
- [3] 陈虎, 孙彦丛, 郭奕, 赵旖旎. 财务机器人——RPA的财务应用[J]. 财务与会计, 2019(16): 57-62.
- [4] 王成名, 彭小娟. RPA对中小城商行的机遇与挑战[J]. 中国金融电脑, 2021(03): 34-37.

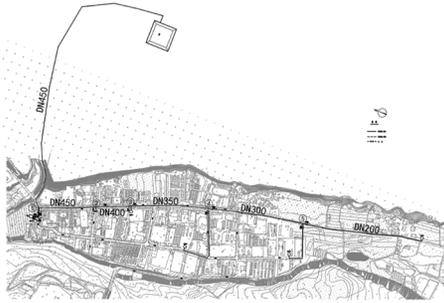


图1 供热总图

2.1 供热管网形式确定

(1) 常规系统。水力计算要在热量平衡、水力平衡、设计负荷、温度调节、管网结构调整、负荷分配、热网工况的建立上进行较为详细的理论计算，并在制定方案时总结已有的工程经验，合理计算水力平衡和绘制水压图。项目最高最低点落差 139.68m，鉴于如此高的地势落差，供热管网若按照常规设计，则靠近热源约 2.3km 的供水管网压力已超 1.6MPa，供热系统需采用 2MPa；图 2 水系统压力图为常规供热系统水压图，虚线表示静水压线，定压点压力 5mH<sub>2</sub>O。

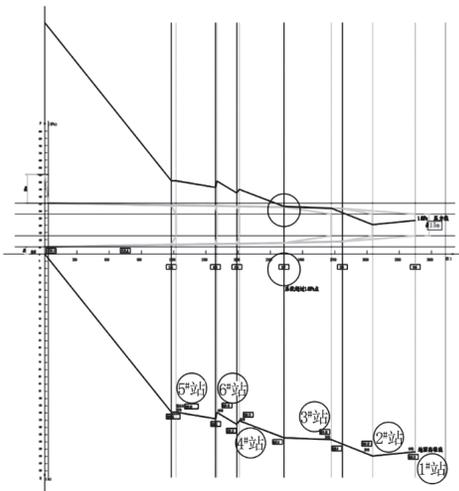


图2 常规供热系统水压图

(2) 方案比较：隔压站、分布式泵站、回水加压泵站系统。

供热系统介绍：借有目前工程设计及运行经验，目前可解决这种大高差供热系统超压问题共有三种方法。第一种：在热源与供热区域合理位置设置隔压站，以减小因供热管网高差及敷设长度，引起的供热系统压力超高；第二种：设置分布式泵站，即在供水管上设置分布式泵、作为压力分区的一种方式；第三种：在回水设置回水加压泵站。

第一种方式：设置隔压站。设置隔压换热站，即采用三级供热系统。三级供热管网系统中，一级管网为热源至隔压站；二级管网为隔压站至换热站；三级管网为

换热站至末端热用户（本论文仅计算分析一二级管网，三级管网不做说明），以隔压换热站阻隔因地形高差形成的静压对供热系统压力的影响。热源供出介质经隔压站换热后，以稍低温度热水送至换热站供给末端。隔压站的选址一般设置在热源与换热站中间位置，需根据具体项目系统参数进行水力计算综合分析后，本项目将隔压站设置于县城最北侧，其地面高程为 3890.65m，距热源 1178m，位于热源与换热站之间，这样可以保证二级管网供热系统压力低于 1.6MPa。热源经隔压站及换热站的两级压力隔绝后，将因高度引起的静压分配到各级供热管网，降低单个供热管网的运行压力，满足大高差、远距离输送的要求，这种供热系统比中继泵站安全性能更高。但其弊端在于供末端用户温度相对偏低，故隔压换热站需选用换热效率较高、温差尽量小的换热器。隔压站供热系统水压图，如图 3 所示。

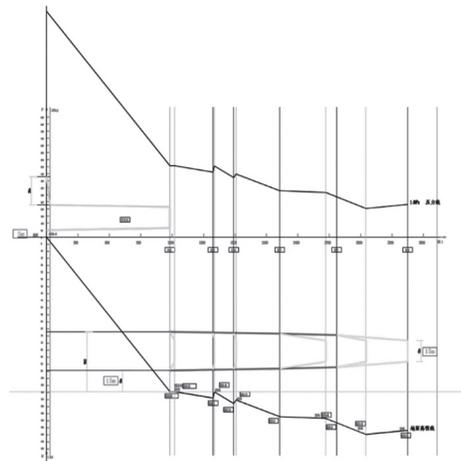


图3 隔压站供热系统水压图

设置隔压换热站的主要有以下作用：阻隔地形高差引起的静压对供热系统的影响，降低管网压力；本项目采用设置隔压站的方式可以较为有效地解决大落差及地形问题导致的系统超压问题。

第二种方式：设置分布式泵站。相对于集中式供热输配系统，具有大幅降低热网循环泵电耗的优势。分布式输配系统，是指为各换热站一次网加装循环水泵，代替热源主循环水泵作为供热系统主循环动力的一种输配方式。采用分布式供热输配系统的优势在于：一是各热网子站根据实际运行需求调节分布式水泵运行参数，可以有效改善一次网水力工况，解决老旧管网局部运行阻力大、水力失调严重等问题；设置分布泵系统有以下作用：可以降低热源主循环水泵扬程，减小水泵装机容量，既可显著降低管网整体运行压力，又可带来显著的节电效果。因此，近年来，分布式供热输配系统成为供热输配环节效能提升的重要方向。

水压图中，热源主循环水泵提供的输配动能消耗完后，主干线的供水压线和回水压线相交，交点即“零差

压点”。分布式水泵根据其承担的循环流量和扬程来选型。流量根据水泵承担的供热负荷确定；扬程以零压差点为计算起点，根据水泵需克服的主干线及支线的循环阻力确定，分布泵供热系统图详见图4。

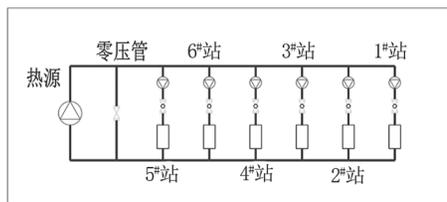


图4 分布泵供热系统图

采用分布式供热输配系统改造后，热源主循环水泵的扬程大幅降低，水泵装机功率和运行功率降低，同时，整个热网运行压力降低，对提高地势低点的管网运行安全尤为重要。本项目采用分布泵供热系统水压图详见图5所示。

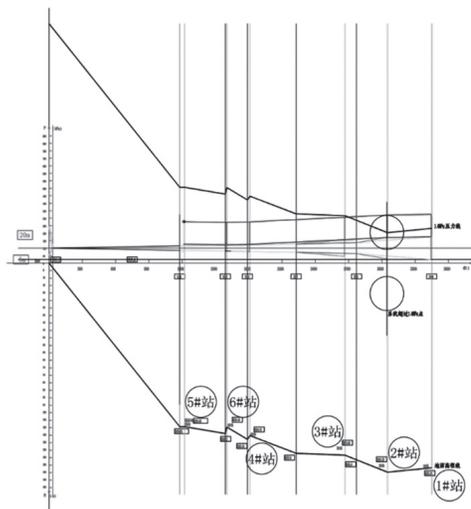


图5 分布泵供热系统水压图

设置分布泵供热系统，在2<sup>#</sup>换热站供水管网压力已超1.6MPa，供热系统仍需采用2MPa；设置分布泵供热系统不能解决大落差地形引起的供热系统超压问题，不建议采用这种供热模式。

第三种方式：设置回水加压泵站。这种方式即在回水主干上设回水加压泵站，加压泵站和热源之间回水压力有一段高于供水压力。这是因为加压泵装在回水主干上并且扬程需满足回至热源供水点压力。泵站位于输送主干线上，回水加压泵站和热源之间没有热用户，因此，不影响系统正常运行。中继泵站位置设在热源厂处。在回水管道上配置回水加压泵2台（一用一备），并在加压泵处设旁通管。水泵参数为：G=400m<sup>3</sup>/h，扬程55m。回水加泵供热系统水压图，详见图6所示。

加压循环泵安装在供水或回水管上均可，通常为提

高系统安全性，降低工作压力，改善水泵工作条件，优先设置在回水管上。设置中继泵站可降低热网循环水泵扬程，减少运行费用。本工程由于其热源与末端用户高差较大的限制，当加压泵突然停止，即会出现水锤的现象，导致系统压力超过安全限值，需要对自动化系统有要求。

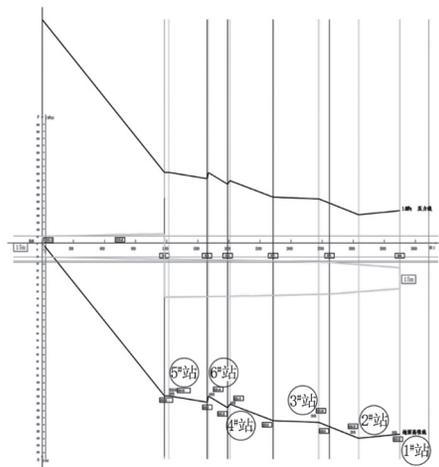


图6 回水加泵供热系统水压图

### 3 结语

对于类似本工程的大高差运行的供热系统，根据具体的供热系统情况采用以下3种解决方式。

第一种方式：在供水侧设置隔压站，这种方式虽然可有效降低系统压力，但设置隔压站会导致供热系统供水温度经三级换热后更低，不利于系统节能；且在供水侧集中设置隔压站，初投资过高，不建议采用。

第二种方式：设置分布式泵站，这种方式供热系统仍需采用2MPa；不能有效降低系统压力，不建议采用这种供热模式。

第三种方式：设置回水加压泵站，这种供热方式可有效降低系统压力，减小热源循环泵扬程，不降低一次供水温度，故建议采用这种供热模式。

综上所述，本西藏某县城集中供暖项目配套热网工程，在设计过程中采用在回水上设置加压泵站的方式，可有效地解决大高差造成的供热管网超压的问题。

### 参考文献：

- [1] 康红梅,何崇智,董强.大高差供热系统输配方案对比研究[J].区域供热,2018.5.
- [2] 薛琦.隔压热力站在大高差供热系统的有效利用[J].建筑工程技术与设计,2017.12.
- [3] 张国栋,张宝宙,陈正鹏,张帅.一次网分布式供热输配系统应用[J].暖通空调,2021(51).5.
- [4] 那海涛,方修睦.分布式水泵系统和传统方式在某区域热网应用对比分析研讨[J].应用能源技术,2015.9.
- [5] 马培根,陈凯宁,徐云,蒋建志,廖荣平.大高差多热源供热管网回水压力低的解决方案[J].煤气与热力,2011.8.