

# 区域供冷 应用指南

grundfos.cn

格兰富  
**GRUNDFOS** 

点滴皆可为



前言	3
简介	5
基本术语	6
区域供冷简史	16
生产	20
自然冷却	38
热能储存	42
输配	48
使用	52
使用与费用	64
展望绿色转型	66
面向未来的智慧城市	68

# 前言

自古以来,人们就渴望拥有舒适的住所。为了给子孙后代创造健康良好的生活环境,获取能源至关重要。

但能源的获取可能会对地球和气候造成影响。我们需要既能实现稳健的经济增长,又能减少环境影响的解决方案。

区域能源(包括供冷和供热)正是这样一种能够帮助我们实现可持续发展的解决方案。其基础设施通过利用可再生能源、大型水体中的天然热能以及原本会被浪费的余热来替代化石燃料,从而大幅减少碳足迹。

全球能源消耗中约有一半用于供冷和供热,且主要依赖化石燃料。据国际可再生能源机构称,这导致了全球超过40%的能源相关二氧化碳排放。理想的区域能源系统很简单:即利用原本会浪费掉的多余能源。区域能源系统可以利用工业流程、数据中心或同时生产电能和热能的热电联产(CHP)设施的废热。通过减少对单个化石燃料燃烧和电力冷却系统的依赖,区域能源系统有助于降低温室气体排放和空气污染。

格兰富深耕区域供热和供冷行业已有50多年。回收多余热能以及利用当地可再生能源所带来的环境、经济和社会效益,使得区域供热和供冷成为那些希望促进经济增长的同时,将环境影响降至最低的社区的明智之选。

越来越多的人选择居住在特大城市,这给现有的能源系统带来了更大的压力。城市化使得我们必须建立起能够简单高效地为子孙后代供热和供冷的可靠系统。而区域供热和供冷系统可以为近些年社会面临的一些挑战提供切实可行的解决方案。

通过我们的格兰富区域供冷和区域供热应用指南,我们希望展示区域能源为何以及如何成为绿色转型的最优解决方案。

您可以通过您当地的格兰富销售办事处与我们的区域能源专家取得联系。



# “世界上有许多问题都可以用更好的方式解决”

格兰富创始人  
Poul Due Jensen



## 简介

随着全球能源需求持续增长，能源基础设施在城市规划中的重要性日益凸显。据国际能源署 (IEA) 预测，2020年至2050年期间，全球能源需求将增长80%。世界各地的人们、政府和组织都意识到需要更合理地利用能源。

供冷是城市中能耗增长最快的领域，预计到2050年将空间供冷的需求将增长两倍。这对保障能源供应、改善城市环境以及应对全球气候变化构成了严峻挑战。

中东海湾地区的气候恶劣且炎热，这促使当地居民迁往城市，因为城市能够更好地应对极端气温。据瑞典贸易投资委员会对当地区域供冷的研究显示，该地区超过一半的能源生产都被用于为这些城市区域供冷。\*

东南亚地区则因高温气候，对空间供冷的需求也最大，国际能源署报告称，该地区用于供冷的电力使用量在30年间增长了7.5倍，但空调普及率仍较低。区域供冷系统作为集中式能源解决方案，在提升能源利用效率、降低碳排放方面具有巨大潜力。

在中国，“碳达峰、碳中和”政策明确要求建筑领域减碳，区域供冷作为集中式低碳技术，可直接助力城市减排，且已被深圳、上海等城市纳入低碳城市规划，符合“新城建”中“绿色低碳基础设施”的发展方向。其在以下场景中尤具优势：

- **超大城市与新兴城市群** (如北京、上海、广州、粤港澳大湾区、长三角一体化区域)：建筑密度高，制冷需求集中，区域供冷可实现高效覆盖；
- **新区开发** (如雄安新区、海南自贸港)：相比老城区“插建”，区域供冷部署更经济；
- **高负荷区域** (如机场、高铁站、商业综合体、数据中心集群)：制冷需求稳定集中，区域供冷可降低单栋建筑设备投资与运维压力；
- **自然冷源利用**：沿海城市 (如青岛、厦门、深圳) 可借助海水源冷却技术，内陆城市 (如武汉、重庆) 可利用江河湖泊水体散热，减少冷却塔耗水。

区域供冷系统的部署需因地制宜，考虑气候、城市结构、建筑设计及能源资源获取等因素。虽然每个系统都独一无二，但其核心组件具有高度相似性。

本手册将介绍区域供冷系统的技术特征、设计要点及其在现代城市中的应用价值。格兰富自1945年成立以来，始终致力于创新，与客户和合作伙伴共同应对全球水与能源挑战。我们相信，区域能源是实现绿色转型的关键路径，其高效、可持续且具成本效益的特性，已具备大规模部署的技术成熟度。

正如我们的创始人Poul Due Jensen所言：“这个世界上有许多问题都可以用更好的方式解决。”我们诚邀您加入区域能源的绿色转型之旅，为未来城市建设贡献力量。

\*《“热浪来袭！”，中东区域供冷市场的战略可持续增长及瑞典解决方案的机遇》，瑞典贸易投资委员会，2020 年\*

\*《“热浪来袭！”，中东区域供冷市场的战略可持续增长及瑞典解决方案的机遇》，瑞典贸易投资委员会，2020 年\*



# 基本术语

## 区域能源

要理解区域供冷，我们得先从更广泛的区域能源概念入手。区域能源系统的特点是由一个或多个中央设施生产热水、蒸汽和/或冷冻水，然后通过一个由隔热管道组成的网络进行输送，为附近的建筑物提供热水、空间供热和/或空调服务。

这些联网的建筑物，也被称为联网用户，可以包括：

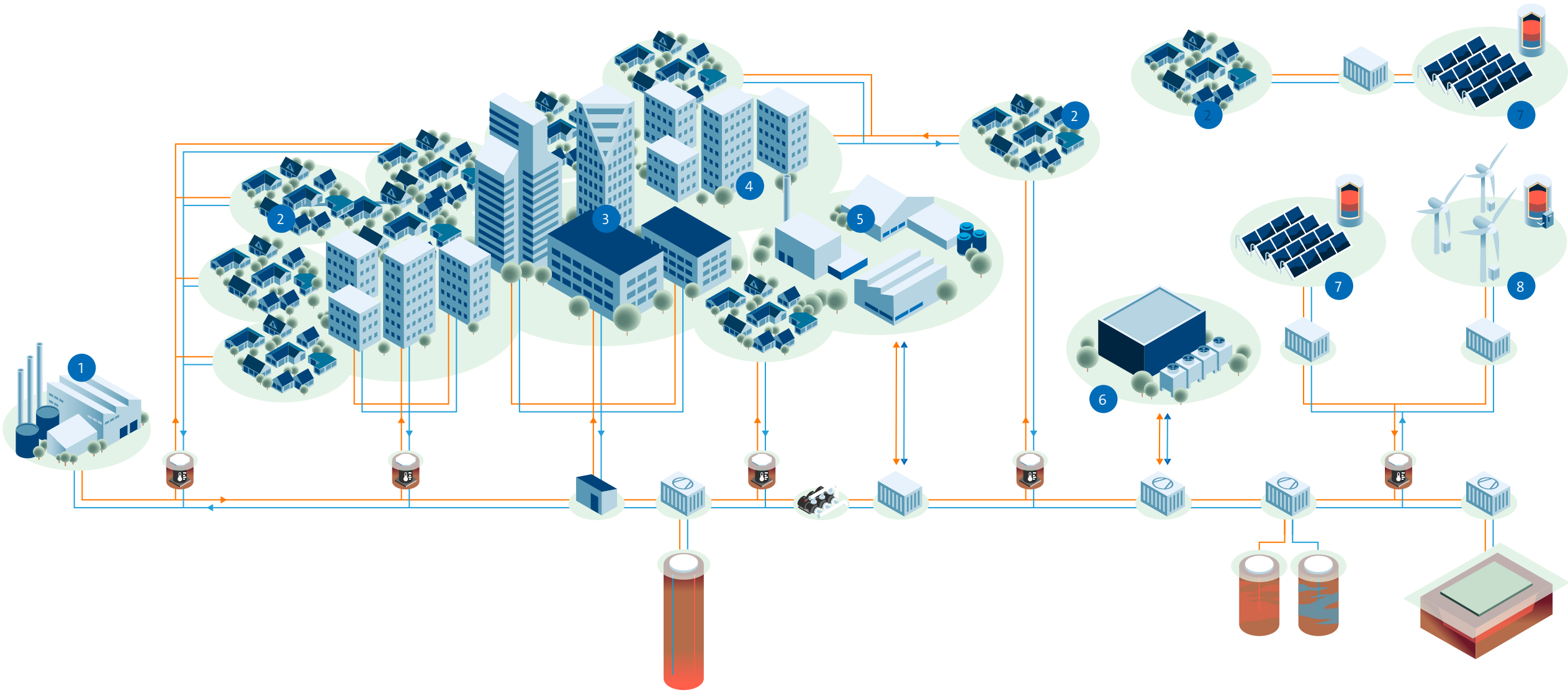
- 住宅建筑：住宅和公寓
- 商业建筑：办公室、商店、酒店、休闲零售和其他商业场所
- 公共建筑：学校、医院、交通和基础设施以及其他公共建筑
- 工业设施：用于舒适性供冷/供热以及流程供冷/供热。

这些区域能源网络/电网由专业公司运营，这些公司被称为区域能源公用事业公司。这些公用事业公司可以有不同的所有权和运营结构：比如政府、半政府、私营、公共、市政、合作社所有以及其他形式。

联网用户通常每月向这些区域能源公用事业公司支付其消耗的供热或供冷能源费用，费用通过能源计量表(BTU表)来计量。这使得区域能源公用事业公司能够通过运营这些网络来实现盈利。但也存在例外情况(比如丹麦)，在那里，公用事业公司不被允许通过运营这些网络来盈利。

### 区域供热网络

- ① 热电联产
- ② 住宅建筑
- ③ 城市中心
- ④ 高层住宅建筑
- ⑤ 工业
- ⑥ 数据中心
- ⑦ 热能太阳能及储能
- ⑧ 电锅炉及储能





区域供冷

区域供冷是一种集中式供冷系统，它通过地下管道网络向多栋建筑提供冷冻水。与传统供冷方式相比，它高效且环保，并且在节能、降低成本和减少环境影响方面能够带来显著收益。区域供冷的流程大致可分为三个主要阶段：生产、输配和使用。

生产

生产阶段包括在中央冷却设施生成冷冻水。该设施配备有大型、高效、工业级的设备，例如电动或吸收式冷水机组。冷水机组利用制冷剂从水中提取热量，从而生成冷冻水，然后将其分配到客户建筑中。

分配

中央设施生产的冷冻水通过地下管道网络分配到客户建筑。管道设计旨在最大限度减少热量吸收，并确保冷冻水的高效输送。分配网络采用闭式循环，供应的冷冻水进入建筑物，而较热的回水则流回至中央设施进行重新冷却。

使用

在客户建筑内，冷冻水进入热交换器，后者用于将热量传递给建筑的冷却系统。然后冷冻水通过闭式循环分配网络的回水管返回中央设施。

热交换器确保冷冻水被高效输送至建筑的冷却系统，同时保持区域供冷网络的完好性——将电网与客户水力系统隔离开来。

项目规模

区域供冷系统可涵盖三种基本类型的项目：

- 单个大型公共建筑，如火车站、机场、大学或医院。
- 含5至10栋建筑的街区单元，或园区供冷。
- 城市单元应考虑居住习惯和不同建筑类型，理想半径不超过2至3公里，以平衡投资和运营成本。

区域供冷设施的最佳容量为40,000至50,000冷吨（140,674至175,843 千瓦）。

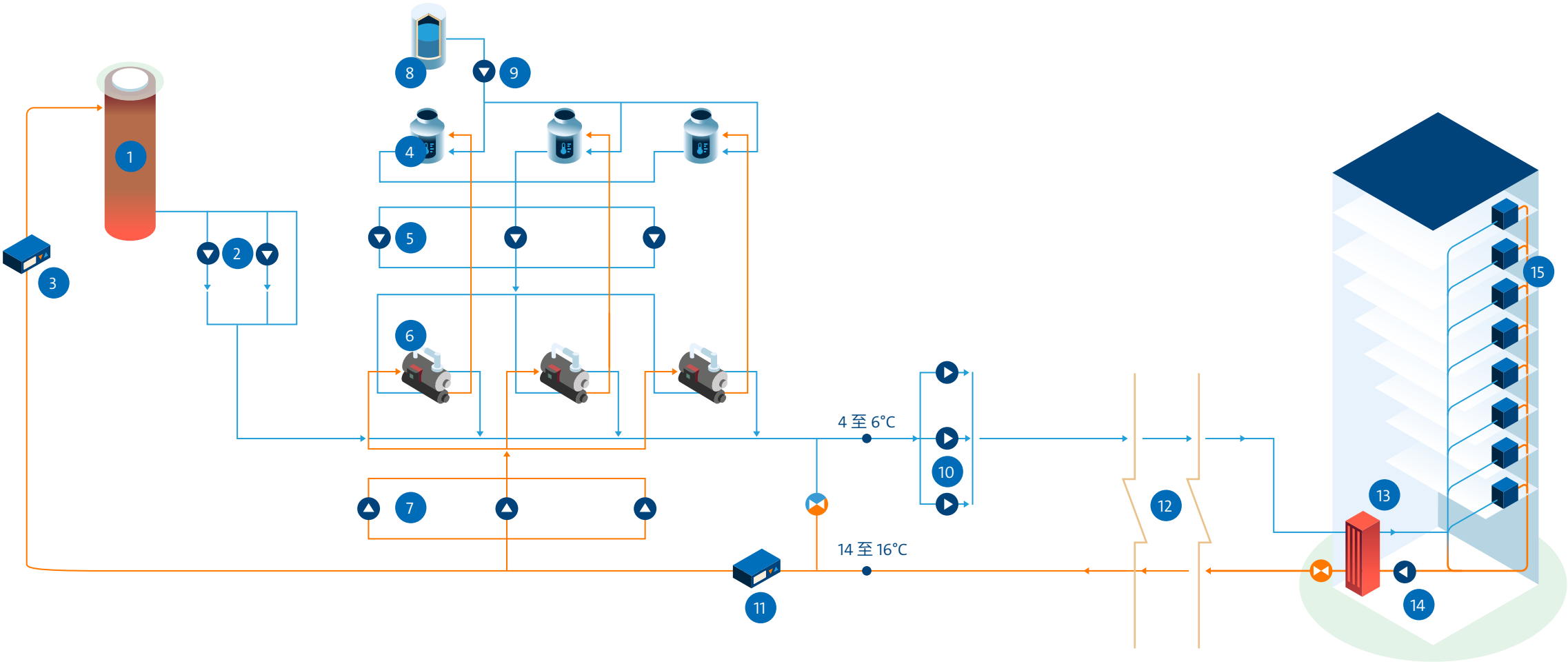
园区供冷

一般来说，区域供冷/供热网络为不同业主的多栋联网建筑提供能源。当能源供应给属于同一业主的联网建筑时，可称为“园区供冷/供热”。

注：区域供冷和园区供冷系统本质上相同——两者的设计和运行原理相互适用。

区域供冷网络

- ① 热能储存 (TES) 罐
- ② TES泵
- ③ 流量计
- ④ 冷却塔
- ⑤ 冷凝泵
- ⑥ 冷水机组
- ⑦ 一次泵
- ⑧ 补水箱
- ⑨ 补水泵
- ⑩ 二次泵
- ⑪ BTU表
- ⑫ 输送管线
- ⑬ 热交换器
- ⑭ 建筑循环泵
- ⑮ 风机盘管和空气处理机组





温差 (ΔT)

温差 (ΔT) 是指使用侧 (建筑) 供回水温度之差: 它是供热/供冷网络效率的关键指标。ΔT反映了建筑的能源利用效率。在区域供热中, 回水温度越低——或者说温差越大——建筑物的能源利用效率就越高, 从而提高了锅炉或热泵的效率。换言之, 根据《CIBSE期刊》的说法, 就是较低的流量也能提供相同的千瓦数。这意味着可以使用尺寸更小的泵和管道——前者可以降低资本成本和功耗, 而后者可以减少表面积, 从而减少热损失。

区域供冷系统也能通过高温差受益——只不过温度参数正好相反, 因为进水是冷冻水, 而回水是热水。与供热一样, 低温差的最大问题在于建筑物的回水温度。通常, 当这种情况发生时, 回水温度无法达到冷水机组的设计温度, 因此冷水机组的效率会下降。

露点

露点是水蒸气变成水滴并凝结在物体表面的温度。湿度越高, 露点就越高, 这意味着水蒸气越多, 越容易凝结。因此, 低露点对于高效供冷至关重要。\*

当我们改变供水温度时, 通过回收利用能源, 可以更好地优化建筑物中的能源消耗。而将供水温度保持在露点以下有助于避免供冷建筑中出现冷凝问题。

控制露点要从冷冻水的供水温度开始, 因为这会直接影响冷却盘管的凝水能力。

- **标准设计:** 供水温度为6.7°C (44°F), 温差为5.5°C (41.9°F), 可确保盘管表面温度低于典型的露点。
- **低供水温度:** 将供水温度降至12°C (53.6°F) 可能会导致水温超过露点 (环境条件: 干球温度25°C (77°F) /湿度比50%)。

能效权衡

在客户端提高冷冻水的供水温度会导致回水温度降低。这最终会使冷水机组的性能系数 (COP) 提高, 但存在除湿不足的风险:

- **COP改善:** 提高蒸发器温度可减轻压缩机的工作负荷。例如, 从4°C (39.2°F) 提高到7°C (44.6°F) 可使COP提高15%至20%。如果合同中规定的恒定供水温度发生变化, 那么供水温度的变化就可以得到优化。
- **缺点:** 冷凝增加可能需要辅助系统 (例如, 干燥剂除湿机), 从而抵消了节能效果。

区域供冷系统中的控制

集中式设施必须平衡不同建筑负荷情况下的供水温度:

- **一次侧变流量:** 调节水流量以在部分负荷下维持目标温度。这能提高整个系统的效率, 并降低生产成本。这对运营商来说是有利的。在建筑内重复利用能源将产生更高的温差, 从而让业主可以避免因温差过低而产生的罚款。而最终用户也将获得更高的舒适度。
- **基于需求的设定点:** 根据实时能源需求和占用数据动态优化回水温度。

\*Source: Euroheat Australia





区域供冷 vs. 区域供热

因素	区域供冷	区域供热										
益处	与在城市中单独为各栋建筑供冷相比，集中为多栋建筑供冷可节省能源、减少二氧化碳排放并降低维护成本。	用于空间供热和热水供应的中央供热系统。减少对单个锅炉或加热器的需求。										
能源来源	电动冷水机组、热泵、吸收式或压缩式供冷。还有从自然水体/河流中提取能量的免费供冷。	锅炉(化石燃料、城市垃圾、生物燃料、沼气) ;热回收(例如来自工业流程) ;电力、地热、太阳能										
供水温度	通常根据合同固定。典型的供水/回水温度为4 - 6/14 - 16°C (39.2 - 42.8°F)	变化较大，典型的供水/回水温度75/35°C (167/95°F)，取决于天气(室外温度)，但可能低55/25°C (131/77°F)										
温差	5-10°C (41-50°F) 据冷水机组制造商称，每降低0.55°C (1°F) 可节省约2%的冷水机组输入能量。	30-40°C (86-104°F) (灵活性更大)										
基础设施	建议不超过 2 - 3公里 (1.24 - 1.86英里)。	半径可以覆盖整个城市——城市规模并不重要。										
管道	<div>从DN50到DN1400。</div> <table><tr><th colspan="2">不同管道系统的推荐控制摩擦力</th></tr><tr><th>管道直径</th><th>推荐的较为经济的摩擦力</th></tr><tr><td>&lt;DN200</td><td>200 Pa/m</td></tr><tr><td>DN200-DN400</td><td>150 Pa/m</td></tr><tr><td>&gt;DN400</td><td>70-100 Pa/m</td></tr></table>	不同管道系统的推荐控制摩擦力		管道直径	推荐的较为经济的摩擦力	<DN200	200 Pa/m	DN200-DN400	150 Pa/m	>DN400	70-100 Pa/m	由于温差较大，管道较小，从DN32到DN350。
不同管道系统的推荐控制摩擦力												
管道直径	推荐的较为经济的摩擦力											
<DN200	200 Pa/m											
DN200-DN400	150 Pa/m											
>DN400	70-100 Pa/m											
联网用户	通常由一个阀门、电表和热交换器组成。与建筑的连接为直接或间接连接。	在区域供热中，ETS是换热站。组件取决于连接是直接的还是间接的。间接连接类似于区域供冷连接——后者是目前最常见的方式。										
合同	一般来说，合同基于建筑物在固定供水温度下的供冷使用情况。如果未达到合同温度，则对能源供应商不利。这种情况通常是长期且属于个例，并且取决于区域供热行业的成熟度。成熟度越高，限制越多。	通常会商定最低供水温度以及客户处的最小压差。一般会采用惩罚性费率来激励提高温差或回水温度。合同通常是通用的，对每个客户都一样。										

能效

- 区域供冷系统通常比传统供冷系统更节能。
- 集中式设施可以利用大型高效的冷水机组，并优化运营以降低能耗。
- 2023年的一项研究表明\*，与传统系统相比，区域供冷系统可以通过多样性因素在城市单元中减少高达50%的能耗。此外，与传统空调系统相比，该技术还提供了高效的流程，可将能源效率提高40%以上，并节省20%的生命周期成本。除了节省资本和维护费用外，区域供冷系统还能降低电网需求。

环境影响

- 区域供冷系统的环境影响小于传统供冷系统，二氧化碳排放量可减少多达50%，并且有害制冷剂的使用量也更少。它们能够轻松整合可再生能源，减少对化石燃料的依赖和温室气体排放。
- 区域供冷系统通常使用更环保的制冷剂，并且通过冷却用水的循环和再利用，它可以更高效地利用水资源。

成本

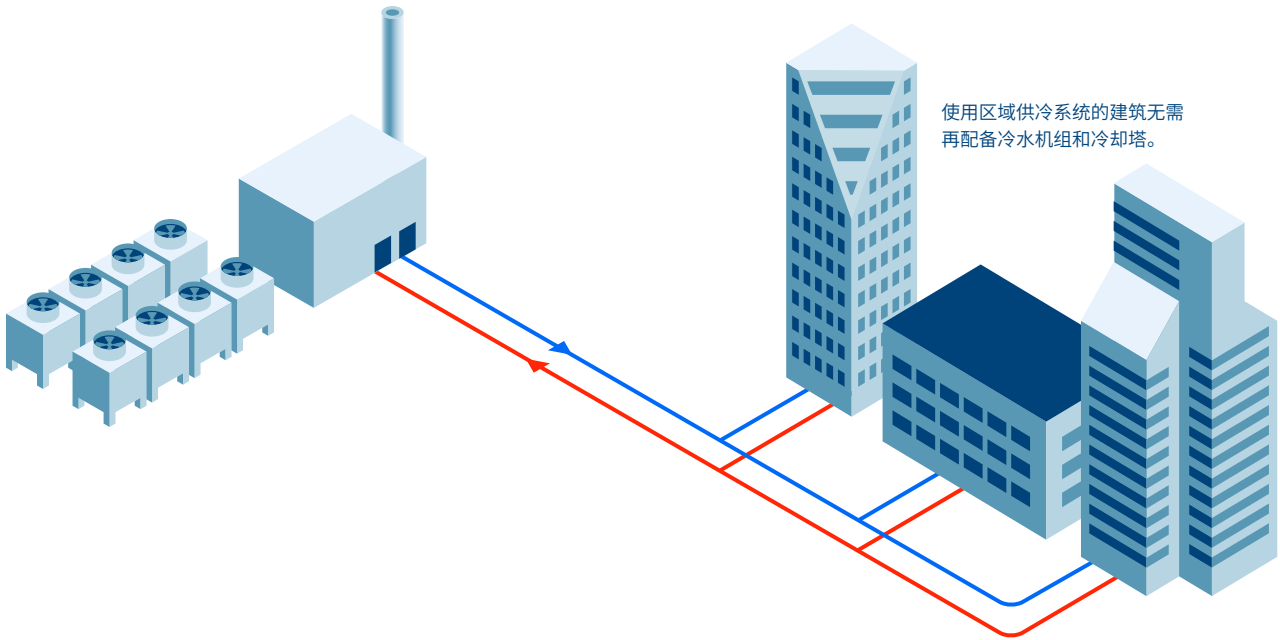
- 虽然区域供冷系统的初始投资可能较高，但长期来看能为建筑业主节省成本。
- 区域供冷供应商能够就能源和水的使用争取到更优惠的价格，而建筑业主则能节省设备和维护成本。
- 此外，集中式方法还能实现规模经济，降低运营和维护费用。

可靠性

- 与单个传统系统相比，区域供冷系统能提供更高的可靠性。
- 集中式设施通常具备冗余和备用选项，即使在设备故障或极端天气事件期间也能确保持续供冷。

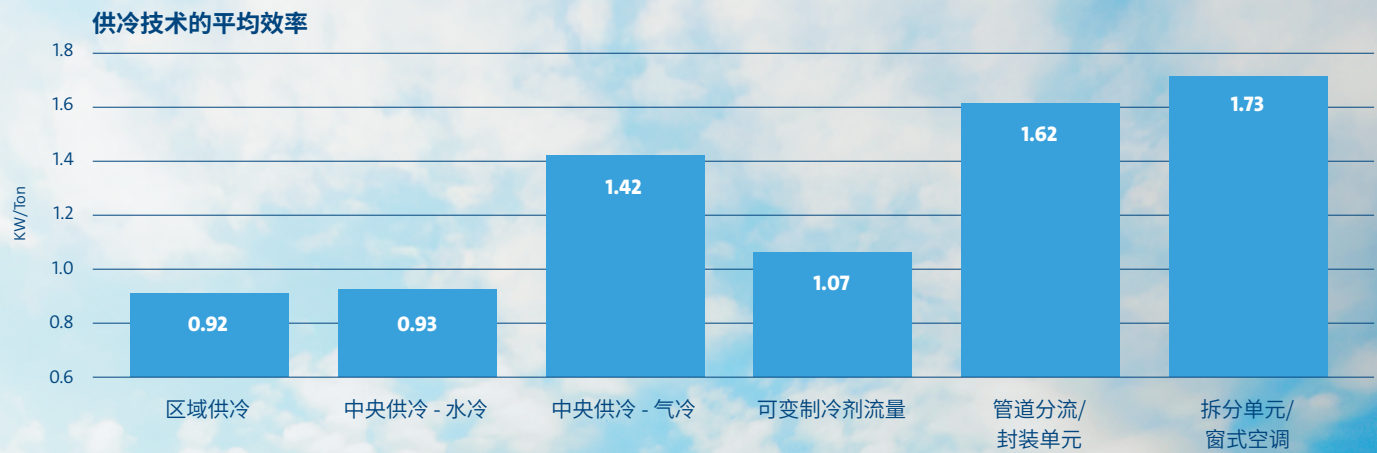
美观与空间利用

- 通过消除每栋建筑内单独的供冷设备需求，区域供冷系统能改善建筑外观，并能更好地利用建筑空间。无需在地下室设置大型机房，也不必在屋顶安装冷却塔。
- 建筑师将拥有更大的设计灵活性，建筑业主则可以将腾出的空间用于其他用途。



\*EMPOWER: 下一代可持续发展的先驱，颠覆供冷世界。2023年6月。





案例:

# 供冷能力网络 建造世界上最大的供冷网络



卡塔尔的新城市

供冷网络能够高效地将冷量分配到多个联网的建筑中, 从而在快速发展的城市地区实现节能并降低环境影响。

### 挑战

卡塔尔的一座迅速发展的城市需要一种先进的供冷解决方案来支持其大规模的发展, 该解决方案需要覆盖住宅区、商业区和娱乐区。

### 解决方案

该城市部署了一套先进的区域供冷系统, 采用多个制冷设施和地下管道网络, 总制冷量达50万吨。这套可扩展的系统将为全市多个区域的1,000多座建筑和能源传输站(ETS)提供服务。

### 技术洞察

采用LS/LSV泵(卧式中开泵)和TP泵(立式管道泵)。

先进的热能储存(TES)系统。

实时监测和调节, 以实现最佳效率。

### 结果

与传统供冷系统相比, 节省35%至45%的能源。

满负荷运行时, 可减少90万至120兆瓦时的电力消耗。

满负荷运行时, 每年可减少多达52万吨二氧化碳排放量。

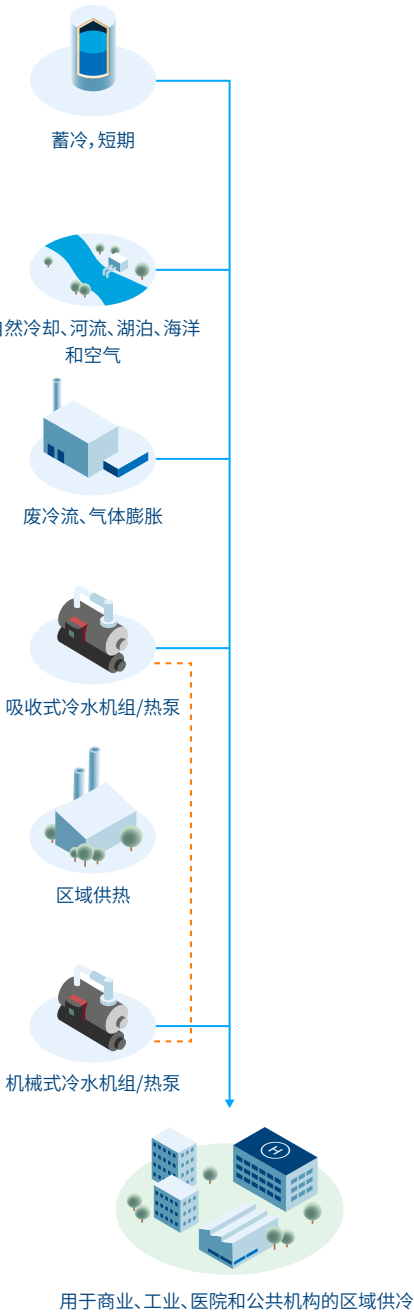
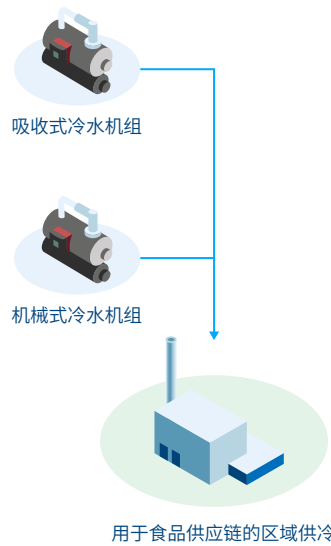


# 区域供冷简史

从早期采用传统制冷剂的冷冻水系统到如今先进的、由可再生能源驱动的供冷网络，区域供冷技术在不断发展，以实现更高的效率和可持续性，同时降低能源消耗和环境影响。

据《能源》杂志报道，区域供冷的发展经历了四个阶段。

- 第一代:19世纪末引入管道制冷系统；
- 第二代:使用大型压缩式冷水机组和冷水作为输送介质；
- 第三代:引入更多样化的冷源，如自然冷却以及蓄冷；
- 第四代:将供冷与其他能源相结合，有时会被纳入基于可再生能源的智能能源系统，包括冷热联供。



区域供冷回水

区域供冷供水

效率

## 第一代1890-1910年

- 小型系统
- 制冷剂或盐水作为冷载体
- 集中式冷水机组
- 集中式和分散式蒸发器

## 第二代1960-1990年

- 大型系统
- 水作为输送介质
- 大型机械式冷水机组

## 第三代1990-2020年

- 多样化的供冷技术和冷源
- 与区域供热相结合
- 蓄冷

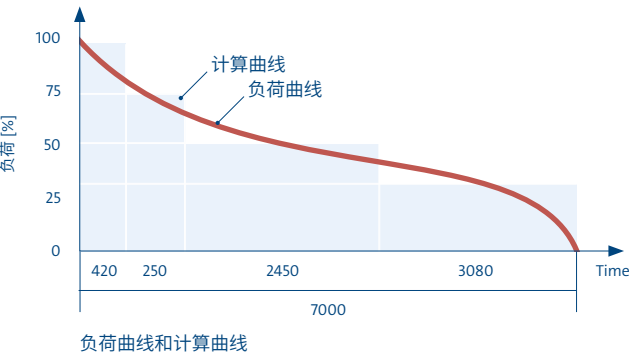
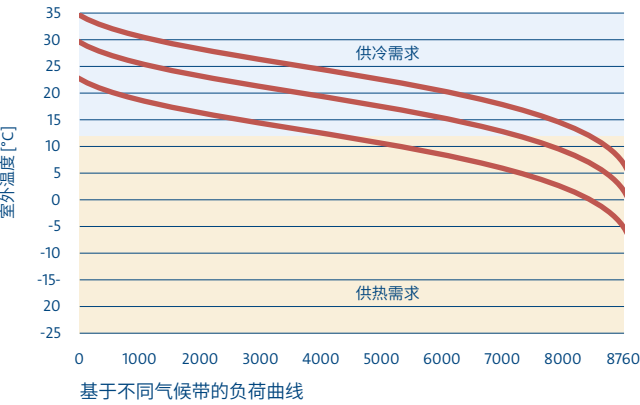
## 第四代2020-2050年

- 与电力、区域供热和燃气系统的智能集成
- 多源供冷
- 高温冷却



全球负荷概况

距离赤道越远(也就是越靠近南北极),气候就越寒冷,从而对供热的需求也就越大。热带和亚热带地区的平均气温最高,因此这些地区对供冷的需求更大。



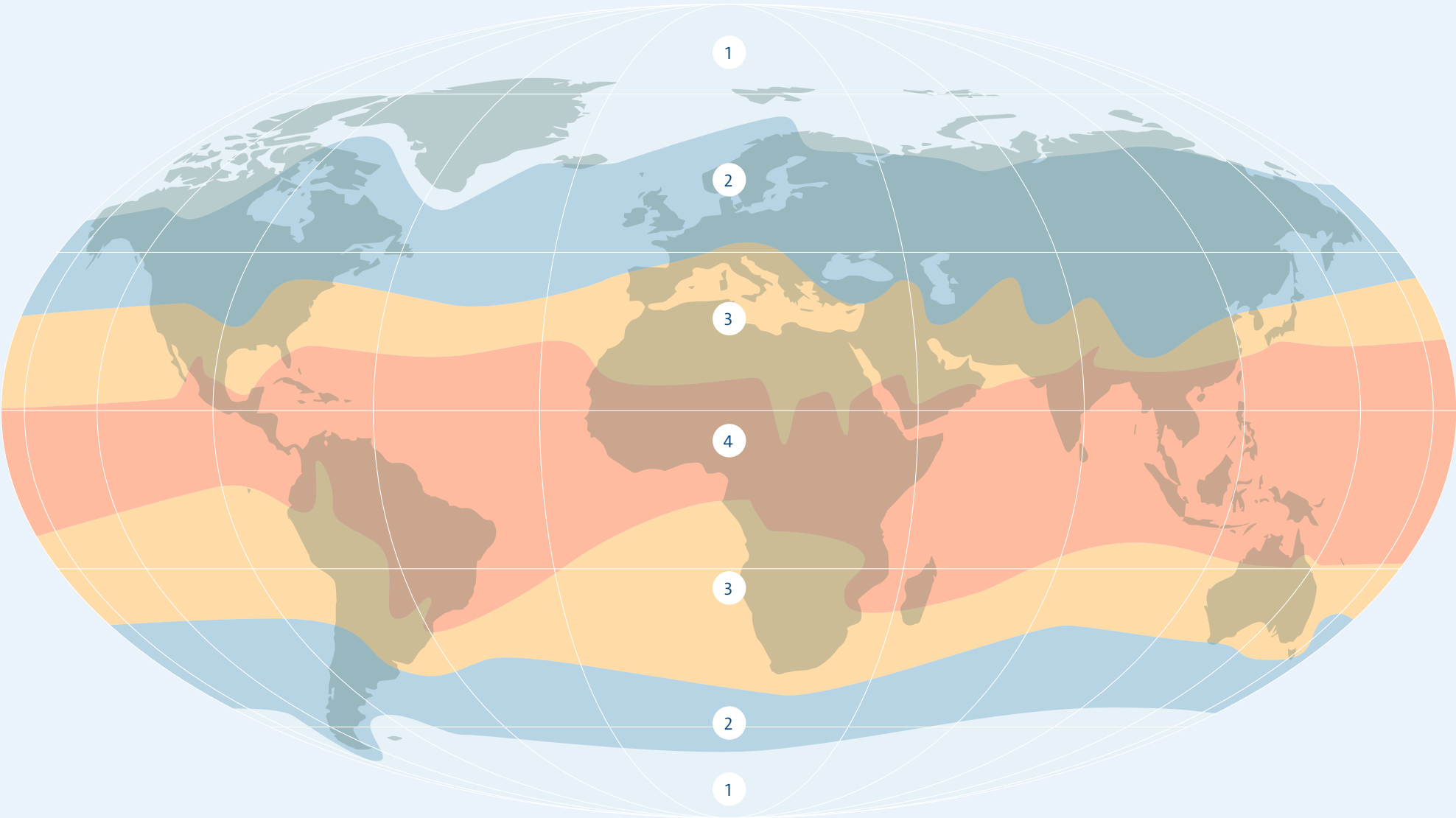
调节供应温度的另一个好处是能够提高系统中的温差( $\Delta t$ )。温差( $\Delta t$ )稍有增加,就能显著降低所需的流量,从而减少泵系统的功耗。

负荷	输配 [m³/h] $\Delta t = 7.5^{\circ}\text{C}$	用户 [m³/h] $\Delta t = 6.5^{\circ}\text{C}$
1	150	187
2	90	113
3	69	75
4	120	150
5	120	225
总计	600	750

温差增加1.5度,流量就可以降低20%

全球气候带

- 1 极地
- 2 温带
- 3 亚热带
- 4 热带地区



# 生产

## 区域供冷设施的组件

生产阶段包括在区域供冷设施(系统的核心)内生成冷冻水。该设施包含几个关键组件：

**冷水机组：**这些是通过从制冷剂中提取热量来产生冷却能量的制冷设备。它们通常使用蒸汽压缩循环将制冷剂冷却至约4-5°C (39.2-41°F)。高效的冷水机组对于最大限度地降低能耗和提高冷却输出至关重要。冷水机组生产冷冻水后，会将其输配到客户建筑中。

**冷却塔：**这些设备通过蒸发冷却流程将冷水机组的废热排放到大气中。此时，冷却塔的趋近温度对冷水机组的效率有很大影响。

**冷冻水泵：**这些泵将冷水机组中的冷冻水循环到输配网络，并将从建筑物中交换回来的水送回冷水机组。它们对于维持整个

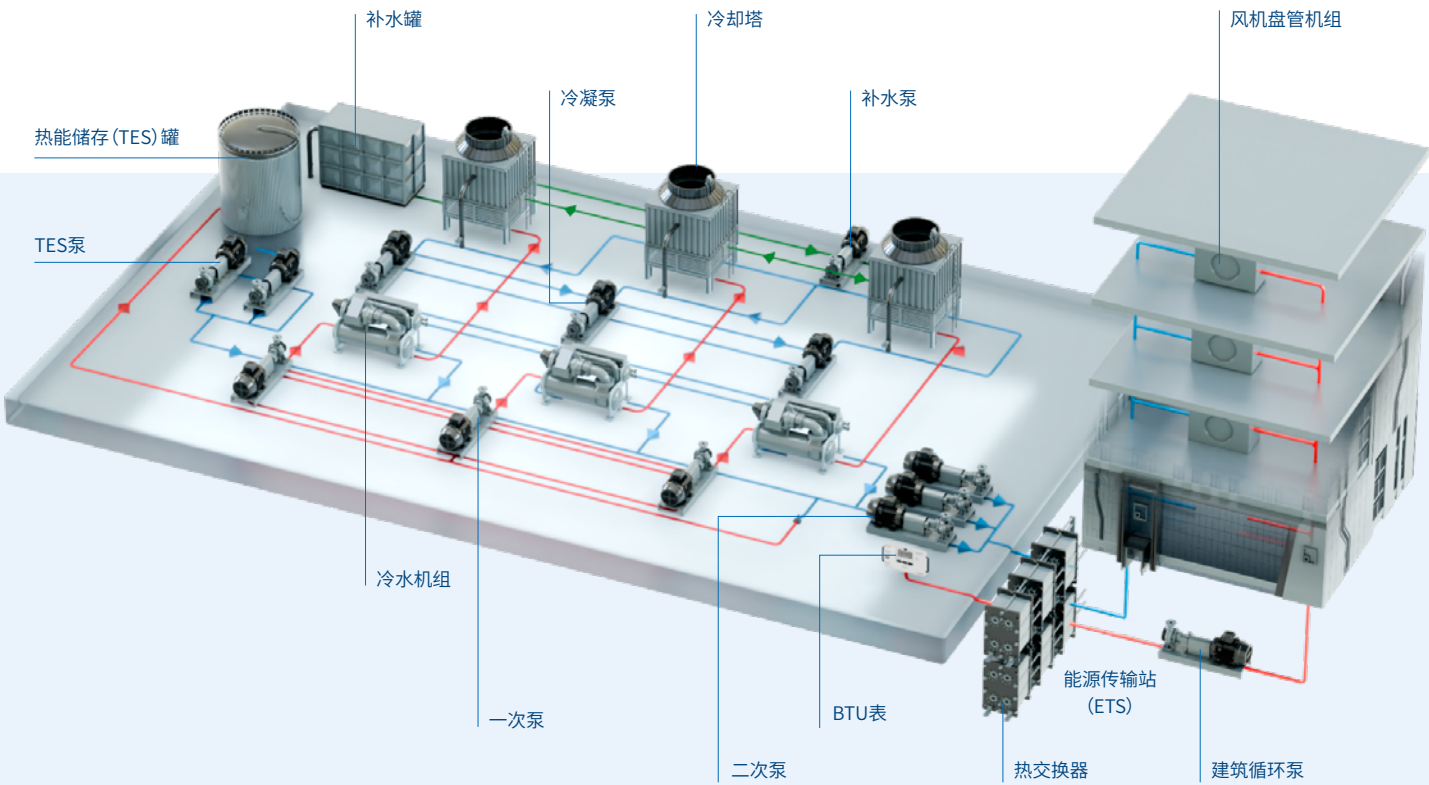
系统中冷冻水的流量和压力至关重要。这些泵即是下图中的一个泵和二次泵。

**冷却水泵：**这些泵通常被称为冷凝泵，用于将较热的制冷剂从冷水机组中抽出并送至冷却塔，从而促进热量的排放过程。

**补水泵：**它们确保冷却塔获得有效运行所需的水。

**电力系统：**该系统为设施的所有设备提供必要的电能，这些设备包括冷水机组、泵和控制系统。

**自动控制系统：**该系统监测并控制整个设施的运行，确保设施的最佳性能和效率。它根据需求和环境条件管理冷水机组、泵和其他设备的运行。



## 冷水机组

一般冷水机组采用连续循环的方式运行：

1. 压缩机对制冷剂加压，使其温度和压力升高。
2. 高温制冷剂进入冷凝器，冷凝器负责将制冷剂蒸汽中的热量排放到周围环境中。通过散热，制冷剂发生相变，从低压蒸汽转变为高压液体。
3. 液态制冷剂通过膨胀阀，压力和温度都降低。
4. 在蒸发器中，冷的制冷剂从需要被冷却的水或流体中吸收热量。
5. 制冷剂返回压缩机，然后重复该循环。

风冷式冷水机组是一种利用环境空气来排出空间或流程中的热量的冷却系统。它们通过在封闭循环系统中循环制冷剂来吸收热量并降低温度。

风冷式冷水机组常用于工业流程以及小型数据中心和商业建筑中的暖通空调系统。与水冷系统相比，它们具有安装更简单、

维护成本更低以及不消耗水等优点。然而，它们的效率和冷却能力通常低于水冷式冷水机组，因此更适合小型到中等规模的应用。

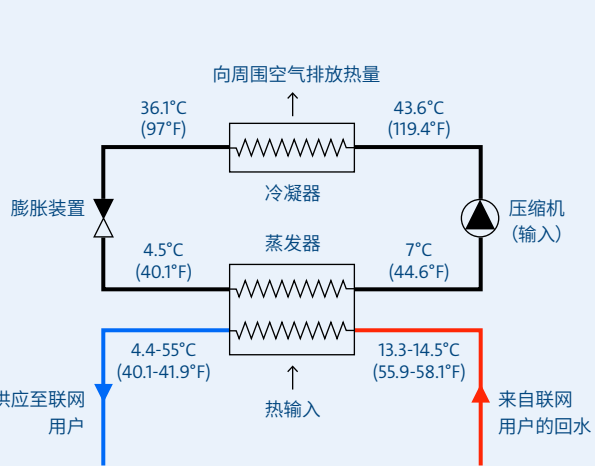
水冷式冷水机组是一种利用水作为介质来排出空间或流程中的热量的冷却系统。它们通过在封闭和开放循环系统中循环制冷剂来吸收热量并降低温度。

水冷式冷水机组通常比风冷系统更高效，因为水比空气更能有效地吸收和传递热量。它们通常用于有较高供冷需求的大型商业和工业应用中，比如区域供冷、办公楼、医院和制造工厂。

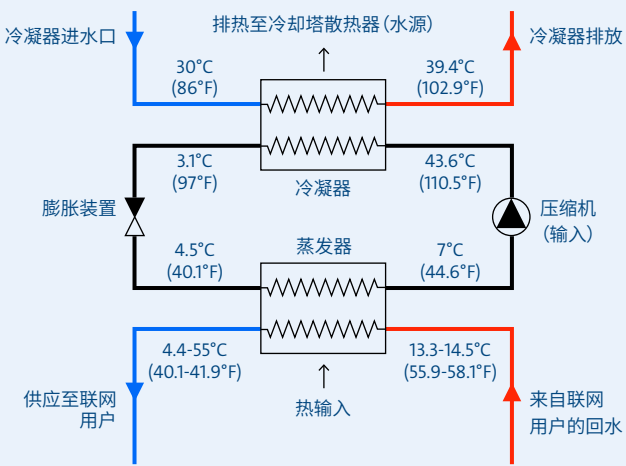
这些冷水机组需要持续的供水，并且常常与冷却塔相连，以散发冷凝器水所吸收的热量。尽管它们具有效率更高、运行更安静等优点，但水冷式冷水机组的安装和维护成本通常高于风冷式系统。

在带有用于热水生产的热回收功能的水冷式冷水机组中，热回收发生在冷凝器中，其中部分热量被转移到一个单独的水回路中用于热水生产。

风冷式冷水机组



水冷式冷水机组





热回收配置

有几种热回收配置可供选择：

- **单管热回收冷水机组：**可为非饮用水应用提供高达 49°C (120°F) 的水温。
- **双管热回收冷水机组：**可提供高达57°C (135°F) 的水温，并实现完全制冷剂冷凝。
- **部分热回收：**仅回收冷凝器部分热量。
- **完全热回收：**在需要时回收全部冷凝器热量。

设计考虑因素

在水冷式冷水机组中实施热回收时：

- **并发需求：**系统需要同时存在供冷和供热需求才能达到最佳效率。
- **温度限制：**为提高效率，供热热水温度通常应限制在 57°C (135°F) 或更低。
- **冷冻水温度：**保持冷冻水温度尽可能高可提高热回收效率。
- **管道布置：**采用旁流冷冻水管道布置可最大限度地提高热回收潜力。

热回收冷水机组通过将废热用于有用目的来实现显著的节能效果，它可以减少对单独加热系统的需要，并提高整体建筑能效。



吸收式冷水机组

吸收式冷水机组是利用热能而非机械能来生产冷冻水的供冷系统。它们的工作原理基于包含制冷剂 (通常为水, H2O) 和吸收剂 (通常为溴化锂, LiBr 或氨, NH3) 的热力学循环。

吸收式冷水机组具有以下优点：

- 它们能够利用废热或可再生能源，从而提高整体系统效率。
- 它们使用环保型制冷剂，不会破坏臭氧层。

这些系统通常用于工业流程、大型商业建筑以及有废热可用或希望降低电力消耗的区域供冷应用中。它们也经常被用于热电联产和区域能源设施，利用发电设施产生的废热来生产冷却能量。

市面上有多种类型的吸收式冷水机组，主要根据其“效应”或热回收阶段的数量来区分

单效吸收式冷水机组：

- 使用一个发生器/浓缩器
- 通常使用低压蒸汽或热水 (约132°C/270°F)
- 性能系数 (COP) 较低，约为0.7
- 通常更简单且成本更低

双效吸收式冷水机组：

- 使用两个发生器/浓缩器 (高温和低温)
- 使用更高温度的热源，如蒸汽或直接燃烧天然气
- 效率更高，性能系数 (COP) 约为 1.2
- 与单效型相比更复杂、成本更高，但更节能。

三效型吸收式冷水机组：

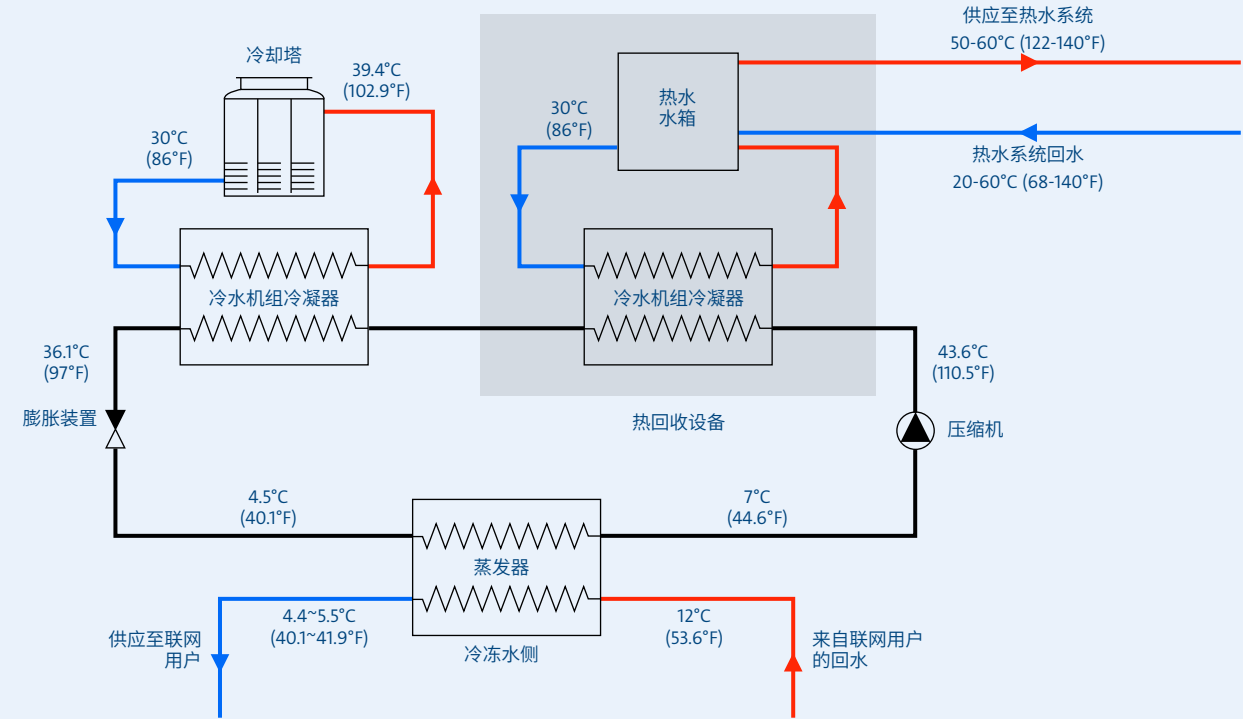
- 使用三个发生器/浓缩器
- 需要温度更高的热源
- 能效最高，性能系数约为1.7
- 最复杂、成本最高，但能源性能最佳

此外，吸收式冷水机组也可根据热源进行分类：

- 间接燃烧式：使用来自外部的蒸汽或热水
- 直接燃烧式：直接利用化石燃料 (如天然气) 的燃烧来提供热量。

这些类型的选择取决于可用热源、所需效率、初始成本考量以及具体应用的供冷需求等因素。

用于热水生产的水冷式热回收冷水机组



**吸收式冷水机组**是一种利用热能通过吸收和解吸过程来生产冷冻水的供冷系统。它们使用固体吸收剂 (通常是硅胶) 和制冷剂 (通常是水) 运行。

- **蒸发器:**使制冷剂在低压下蒸发, 吸收热量并产生冷却效果。
- **两个吸收室:**交替吸收和解吸制冷剂蒸汽, 维持循环和压力差。
- **冷凝器:**冷却并使解吸的制冷剂蒸汽重新凝结成液态。

**吸收式冷水机组具有以下优点:**

- 可以使用低品位热源运行。
- 使用环保型制冷剂 (水) 和吸收剂 (硅胶)。
- 移动部件极少, 运行安静, 维护要求低。
- 每年可连续运行超过8,000小时。

这些冷水机组特别适用于有废热或可再生能源可用的应用场合, 例如工业流程、太阳能冷却系统和热电联产 (CHP) 设施。虽然它们的性能系数通常低于传统冷水机组, 但其利用低品位热源的能力在许多情况下使其成为节能的选择。

**目前主要有两种类型的吸收式冷水机组, 两者的区别在于所使用的吸收剂材料:**

**1. 硅胶吸收式冷水机组:**

- 使用硅胶作为吸收材料
- 可以利用低品位热源运行
- 通常能生产约5-10°C/41-50°F的冷冻水
- 更常见且易于获取。

**2. 沸石吸收式冷水机组:**

- 使用沸石作为吸收剂材料
- 需要较高温度的热源 (通常在120°C/248°F以上)
- 能够生产更低温度的冷冻水, 温度可低于0°C/32°F
- 较少见, 但在某些应用中有可能实现更高的效率。

两种类型均使用水作为制冷剂, 并基于相似原理运行。选择硅胶还是沸石取决于以下因素:

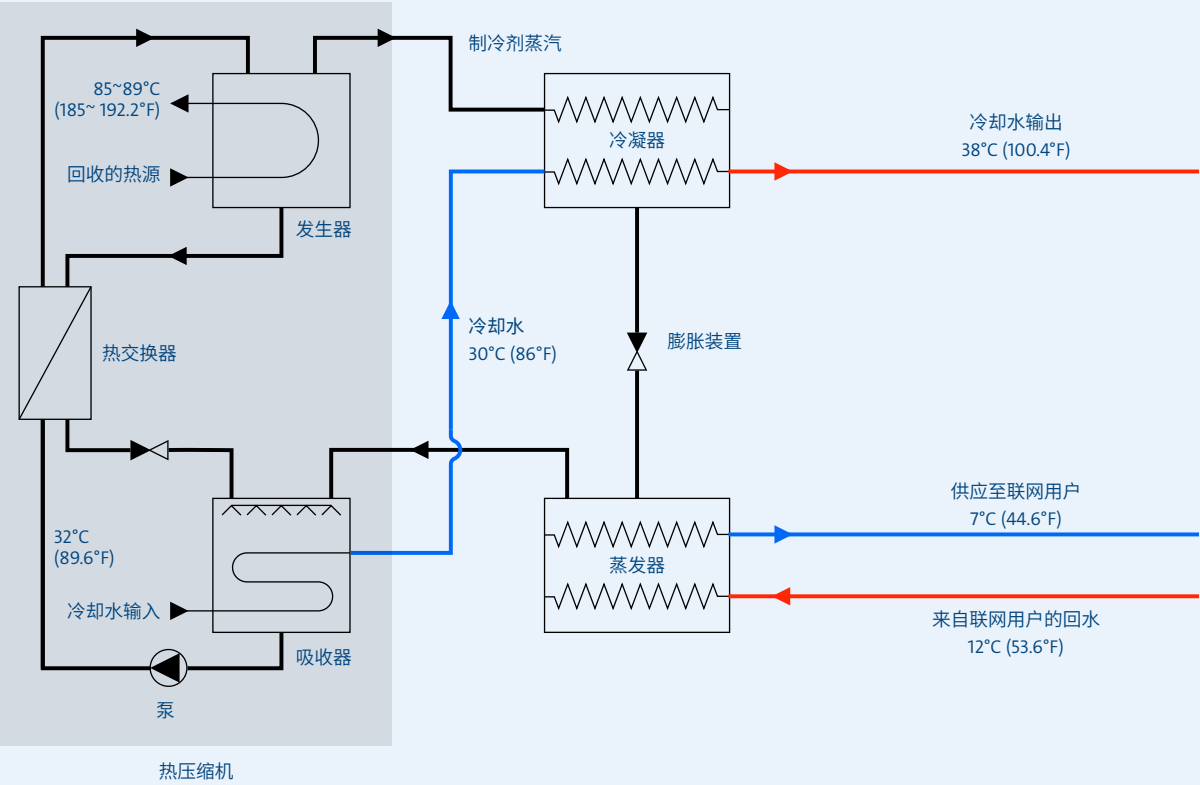
- 可用热源温度
- 所需冷冻水温度
- 具体的供冷能力需求
- 整体系统效率要求。

**吸收式冷水机组有时也根据所使用的吸收床数量进行分类:**

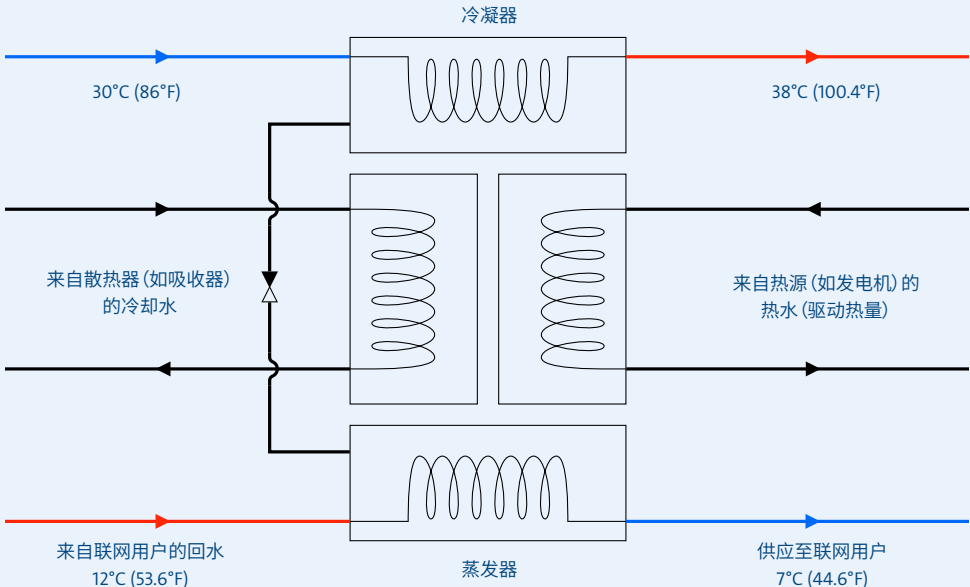
- **双床系统:**更常见, 可实现连续运行
- **四床系统:**有可能实现更高的效率, 但更复杂

值得注意的是, 吸收式冷水机组技术仍在不断发展, 研究人员正在探索新的吸收剂材料和系统配置, 以提高性能和效率。

吸收式冷水机组



吸收式冷水机组的四床系统





冷水机组的布置

并联冷水机组

在并联冷水机组布置中,所有冷水机组均采用并联布置,可以为每个冷水机组单独配备泵,也可以采用集管或歧管布置。

与串联冷水机组布置相比,并联冷水机组布置有以下优势:

- 在专用泵送系统中,一台泵出现故障对设施总产能的影响相比于串联布置系统更小。
- 冷水机组的管道和配件更小,在施工期间更易于处理。

在采用一次/二次泵送的情况下,通过解耦器循环的水相比于串联布置系统要少,因此可能实现更高的设施效率。

集管泵和独立管道泵是冷水机组系统中使用的两种配置,每种都有其独特的优点和考量因素。

集管泵

在集管泵布置中,多个泵在向冷水机组供应冷冻水之前被连接到一个共用歧管。这种设置让操作更具灵活性,因为任何一台泵都可以为任何一台冷水机组服务。如果一台泵需要维护,系统可以使用其余的泵继续运行,从而提高了可靠性。

此外,集管泵可以通过让多台泵同时为一台冷水机组运行来更有效地管理变化的负荷条件,这可以提高流量和系统效率。然而,这种配置可能会因为需要额外的管道和控制系统而增加复杂性和初始成本。

独立管道泵

独立管道泵是为每台冷水机组单独配备的,也就是说每台泵都直接连接到其对应的冷水机组。这种简单的布置使得管理和维护都更方便,因为每台泵都独立运行。然而,在部分负荷情况下,这种布置可能会导致效率低下,因为即使供冷需求较低时,也可能需要运行所有的泵。此外,如果一台泵出现故障,除非有备用系统,否则对应的冷水机组可能会无法运行。

串联冷水机组布置

为了提高冷水机组的性能,可以将冷水机组串联布置,即两台冷水机组组成一个模块。冷却水回水将进入模块中的上游冷水机组进行冷却,然后再进入下游冷水机组。

与并联布置相比,串联布置的优势在于整体冷水机组模块效率更高,尤其是在使用较大的冷冻水温差(大于8.9°C/16°F)时,因为压缩机升程由两个机组分担。因此,相比于并联冷水机组,串联冷水机组能更高效地处理较大的冷冻水温差。

通常,温差和容量并非50/50平均分配,而是以每台冷水机组的压缩机升程相似为前提进行选择。

串联冷冻水流量的缺点在于,其他设施组件(如一次泵和冷凝泵)的能耗可能会较高,因为必须要考虑串联冷水机组组合流量下的总体冷水机组压力要求。

因此,必须对设施的总能耗进行评估以确定是否有任何的效率提升,评估时需要根据负荷曲线考虑冷水机组的负荷百分比以及由于泵送能量而产生的能量浪费。由于串联冷水机组

布置的泵扬程较高,冷水机组应采用单通类型以减轻泵扬程较高的影响。

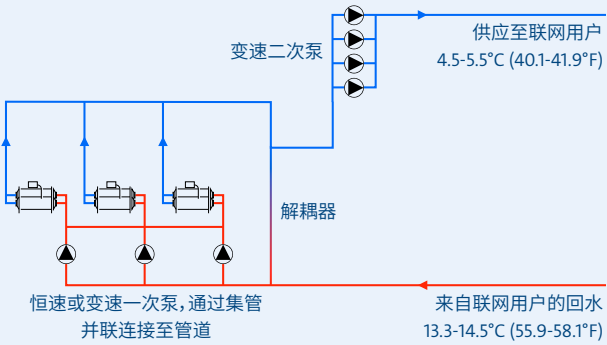
串联冷水机组更适合变流量一次泵送的场合,因为除了在低流量条件下,没有流量通过解耦器,而且没有多余的一次流量稀释进入冷水机组的温度。因此建议,对于容量超过15,000 吨(52750千瓦)的设施,应采用串联冷水机组,以减少一次和二次流量不匹配时通过解耦器的高循环水流量的影响,并减少专用泵出现故障时对设施总容量的影响。

串联逆流式冷水机组

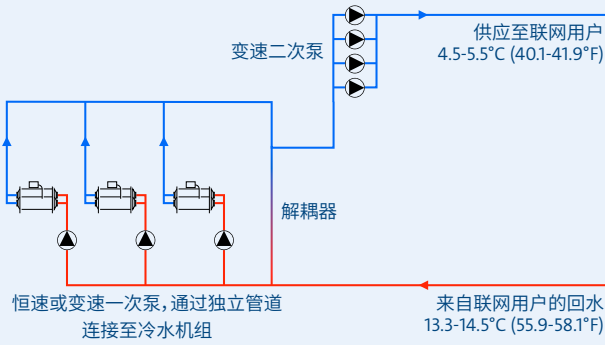
在串联逆流式冷水机组布置中,第一台冷水机组的冷冻水直接流入第二台冷水机组的冷凝器。这种设置通过将冷却升程分摊到两台冷水机组上,从而优化了效率。

之所以称为“逆流”,是因为水以串联的方式流过蒸发器和冷凝器,且在蒸发器中的流动方向与冷凝器中的流动方向相反。这种逆流设计提高了热交换效率,因为第一台冷水机组会先对水进行冷却,然后再让其流入第二台冷水机组。

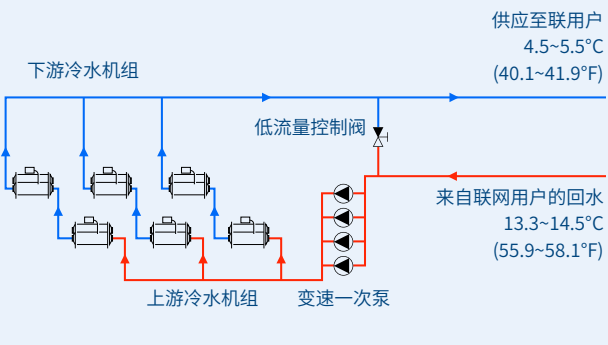
变速二次泵



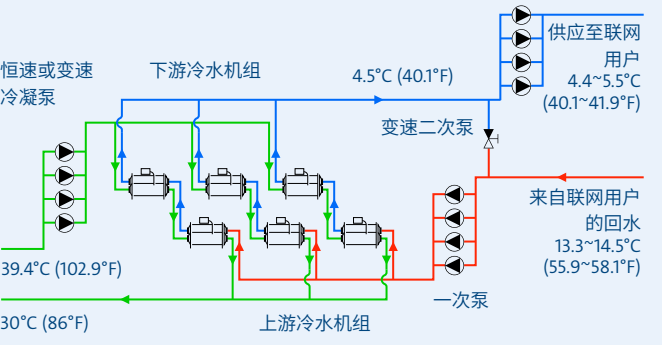
独立管道泵, 并联冷水机组布置



串联冷水机组的布置



串联逆流式冷水机组的布置



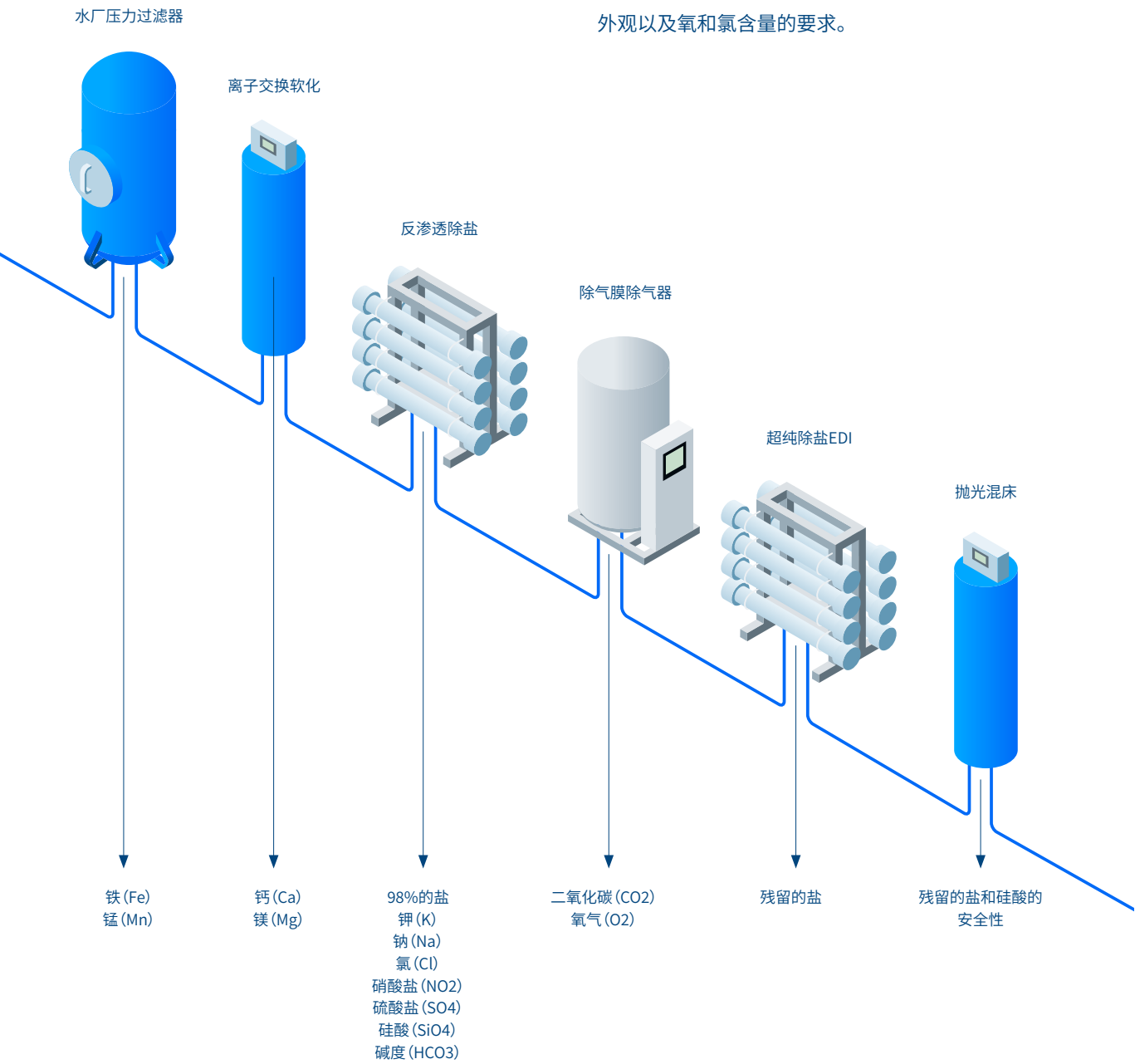
水处理

良好的水质对于区域能源资产的管理至关重要。区域能源系统必须在多年内保持严密且状态良好。腐蚀是一大问题, 但该问题可以通过保持良好的水质来避免。

优化水处理可将区域供冷系统管道的使用寿命从50年延长至70年。水处理通常包括:

- 通过离子交换软化水以去除钙和镁
- 通过反渗透去除盐和矿物质, 从而降低水的电导率
- 通过膜除气器或真空除气器去除氧气
- 通过投加药剂将pH值调节至理想的9.8 (±0.2)

这是一个综合性的问题。在本应用指南中, 我们仅限于提及根据经验所必须严格遵守的有关循环水电导率、pH值、剩余硬度、外观以及氧和氯含量的要求。



自收购Eurowater (创立于1936年) 以来, 格兰富一直专注于提供对环境影响最小的水处理解决方案。如需了解有关区域能源水处理的更多信息, 请访问Eurowater的网站。

Eurowater网站



格兰富用于生产及储存冷冻供水的技术

格兰富为冷冻供水的处理提供强大、高效的泵, 具体类别及智能产品如下:

主要流程泵及控制

- 一次泵
- 二次泵
- 冷凝泵

冷却塔泵及控制

- 补水泵

热能储存 (TES) 泵

系统补水泵及控制 (增压)

水质管理

- 泵和系统
- 消毒泵
- 化学计量泵

废水及排水系统



格兰富LS泵



格兰富LSV泵



管道TPE泵



长耦合NK泵



冷却塔

冷却塔通过蒸发冷却原理从冷水机组中去除热量。以下是其工作原理的简要说明：

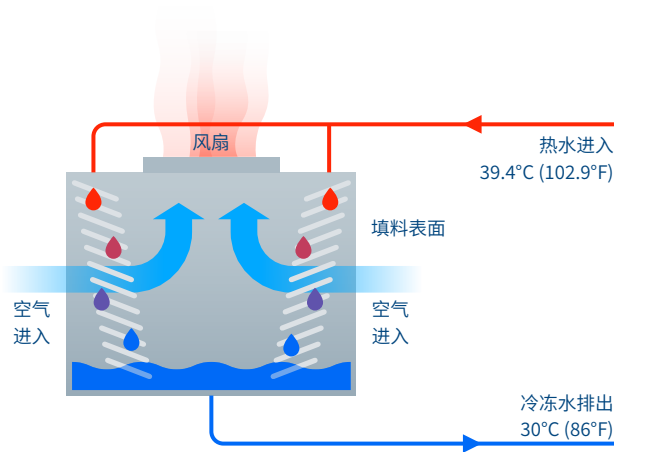
- 1. 热水从冷却塔顶部进入，并被分散到一个被称为填料的较大表面上。
- 2. 当水向下流经填料时，会遇到向上移动的空气。
- 3. 一小部分水蒸发到空气中。这一蒸发过程会从剩余的水中吸收热量，使水温降低。
- 4. 冷却后的水在塔底汇集，然后被泵送回冷水机组。
- 5. 温暖潮湿的空气上升并从塔顶排出。

冷却塔背后的热力学原理是水的汽化潜热。当水蒸发时，它会从周围环境中吸收大量的热能。在这种情况下，热量从剩余的水中被吸收，导致其温度下降。

冷却塔的效率取决于以下因素：

- 填料的设计
- 空气与水的比例
- 环境空气条件（温度和湿度）
- 水分配系统的效率。

横流式冷却塔



**横流式冷却塔**是一种蒸发冷却系统，用于从暖通空调和工业流程中的水中去除热量。在横流式冷却塔中，热水从顶部进入，并被分散到一个被称为填料的较大表面上。当水向下流经填料时，会遇到横穿过冷却塔的空气。横流式冷却塔的名字正是源于这种空气和水的垂直流动。

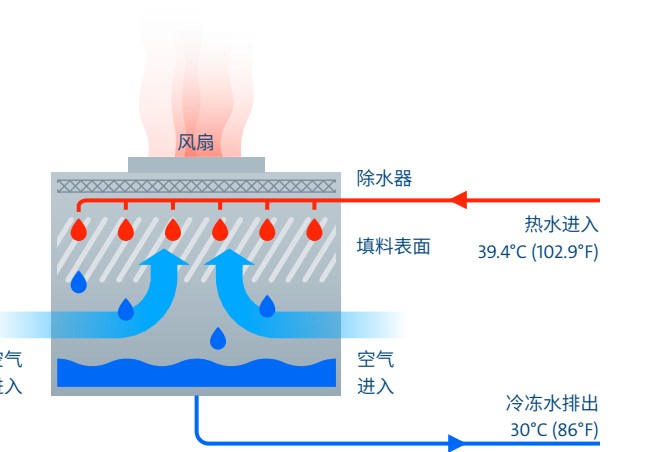
同时，风扇吸入环境空气，使其横穿散热格栅并经过填料。温暖潮湿的空气上升并从塔顶排出，带走吸收的热量。

**横流式冷却塔具有以下优点：**

- 泵送扬程要求较低
- 更便于维护
- 能够在较低的水流量下运行
- 即使在寒冷气候下也能保持良好的性能。

然而，它们通常比逆流式冷却塔占用更多空间，且热效率可能略低。横流式冷却塔广泛应用于各种行业，包括发电厂、化学加工和暖通空调系统，为工业流程中的热量排放提供了一种高效的方法。

逆流式冷却塔



**逆流式冷却塔**是一种蒸发冷却系统，用于从暖通空调和工业流程中的水中移除热量。

在逆流式冷却塔中，热水从顶部进入，并通过加压喷淋系统分散在填料上。水向下流经填料时，空气从塔底被吸上来，与水形成逆流。

塔顶的风扇将空气吸上来并流经填料，促进蒸发和热传递。填料上方的除水器则可以捕获水滴，以最大限度减少水的损失。

**逆流式冷却塔具有以下优点：**

- 由于空气和水形成平行逆流，因此热效率更高
- 与横流式冷却塔相比占地面积更小

- 填料上的水分布更均匀
- 性能优于横流式冷却塔

然而，它们通常需要更高的泵扬程来分配水，并且可能比同等容量的横流式冷却塔略高。逆流式冷却塔在气候较温暖的地区或地区更为常见，这些地方湿球温度较高，且部署了大容量的供冷系统。

逆流式冷却塔广泛应用于各种行业，包括发电厂、化学加工和暖通空调系统，为工业流程中的热量排放提供了一种高效的方法。

冷却塔场景: 逆流式 vs. 横流式

	横流式	逆流式
设计	空气水平流动，而水垂直向下流动	空气向上流动，而水向下流动，形成对流
性能	热效率略低于逆流式冷却塔	由于采用逆流设计，热效率通常更高
占地	占地面积更大但高度更低	占地面积更小，适合空间受限的区域
水输配	采用重力自流系统，泵的能耗要求更低	使用加压喷嘴，可能导致泵能耗要求更高
维护	维护和检查更方便	结构紧凑，使得内部维护空间有限
低负荷运行	在较低流量下（低至设计流量的30%）仍能高效运行	在低流量时性能可能会下降
风扇功率	由于空气阻力较小，所需风扇功率通常较低	由于空气阻力较大，所需风扇功率通常较高
水质	对水质问题的容忍度较高	对水质问题更敏感

补给水

- 补给水是添加至冷却系统的水，用于弥补因蒸发、漂水、排污和泄漏造成的损失。
- 它对于保持冷却塔内适当的水位和水质至关重要，以确保其高效运行。
- 补给水有多种来源，如市政供水、井水或回收水 (如处理过的污水)，通常需要经过处理以防止系统出现结垢、腐蚀和污垢等问题。

补给水处理

冷却塔补给水的处理方式因水源和水质的不同而有所差异。以下是不同类型补给水所需的处理措施：

地表水 (河流、湖泊)：

- 悬浮物去除:通过过滤去除杂物和颗粒。
- 灭微生物剂:投加以控制微生物生长并防止污垢形成。
- 软化:采用离子交换或化学处理以降低硬度并防止结垢。

地下水：

- 除铁:曝气后过滤，以去除溶解铁。
- 软化:若硬度高则需进行，以防止结垢。
- 调节pH值:确保冷却塔在最佳的水化学条件下运行。

市政供水：

- 除氯:可能需要除氯以防止冷却系统腐蚀。
- 软化:若硬度超出可接受水平，可采用离子交换。
- 过滤:去除水中存在的任何颗粒或杂质。

再生废水 (灰水/处理过的污水)：

- 高级过滤:去除有机物和悬浮物。
- 反渗透 (RO) :用于去除盐和溶解固体。
- 灭微生物处理:控制因有机物含量导致的微生物生长。

海水：

- 脱盐:采用反渗透或其他脱盐方法去除盐和杂质。
- 缓蚀剂:投加以保护设备免受海水腐蚀。
- 过滤:在进入冷却系统前去除较大颗粒和杂物。

每种处理方法的选择依据是补给水中存在的特定杂质以及冷却塔系统的运行要求。恰当的处理可确保高效运行，最大限度减少结垢和腐蚀，并延长冷却塔设备的使用寿命。

因蒸发造成的冷却塔水损失

蒸发损失

冷却塔中水的蒸发是由于以下原因造成的:蒸发冷却设备的设计热传递方式为潜热传递。由于水与空气之间产生强烈的湍流接触，一小部分水蒸发，直至空气达到饱和 (湿球温度)。通过水的蒸发 (潜热传递) 将热量传递给空气。

冷却塔中的蒸发损失可通过以下公式计算得出：

蒸发损失 (立方米/小时) = 0.00085 x Wc x (T1-T2)

0.00085 = 蒸发常数

Wc = 循环水流量 (立方米/小时)

T1 = 进水温度 (°C)

T2 = 出水温度 (°C)

例如，如果循环水流量为10,000立方米/小时，进水温度为42°C (107°F)，出水温度为37°C (98.6°F)，则计算如下：

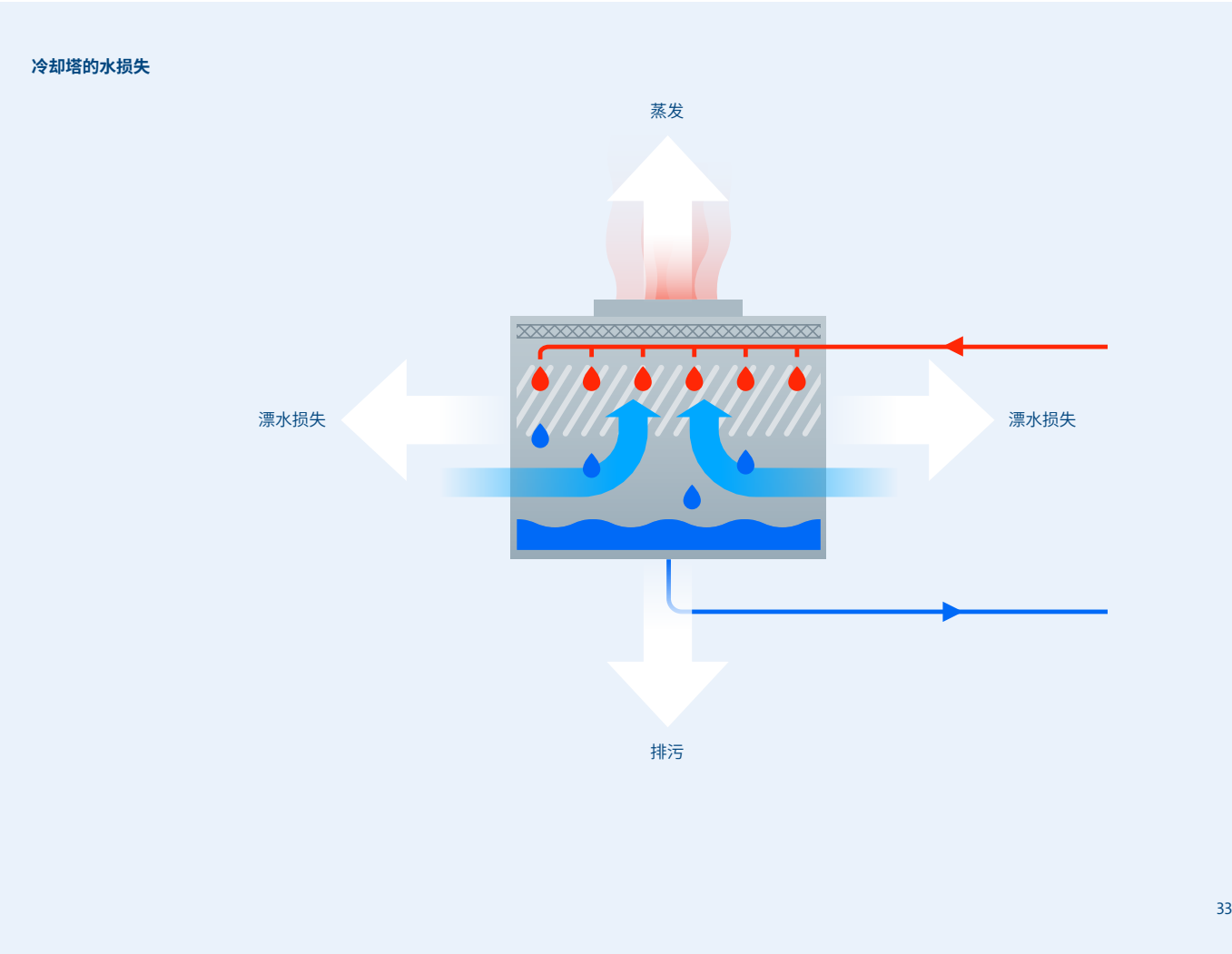
蒸发损失 (立方米/小时) = 0.00085 x 10,000 x (42-37) = 42.5立方米/小时 (187.1加仑/分钟)

漂水损失

漂水损失，也称为风吹损失，指的是随冷却塔排风带出的水滴。通常，通过使用一种称为除水器的挡板状装置来降低漂水率，空气在离开冷却塔的填料区和喷淋区后必须通过这些装置。提高冷却塔的进水温度也可以减少漂水。

对于大型工业冷却塔，在没有制造商数据的情况下，漂水损失可假定为：

- 自然通风冷却塔且无风吹损失除水器时，为循环水流量的0.3%至1.0%
- 抽气通风冷却塔且无风吹损失除水器时，为循环水流量的0.1%至0.3%
- 如果冷却塔配有风吹损失除水器 (区域供冷系统最为常见的设置)，则约为循环水流量的0.005%或更低
- 如果冷却塔配有风吹损失除水器并且使用海水作为补给水，则约为循环水流量的0.0005%或更少。





排污

冷却塔中的排污水是指从系统中排出的循环水，其目的是控制溶解固体和杂质的浓度。

这一过程对于保持水质、防止结垢、腐蚀和污垢至关重要。

在冷却过程中，随着水的蒸发，剩余的水中的矿物质和其他污染物的浓度会变得越来越​​高。

通常，应定期进行排污，以将总溶解固体 (TDS) 的浓度保持在可接受的范围内，并防止结垢、腐蚀和污垢。

排污率通常设定为保持一定的浓缩倍数 (COC)。

一般指南：

**手动排污：**操作人员可根据定期的水质评估来执行排污操作，根据需要调节排污的频率和量。

**自动排污：**许多系统利用传感器持续监测总溶解固体 (TDS) 水平，当浓度超过预设阈值时自动触发排污。这有助于在无需人工干预的情况下保持最佳水质——也是最常见的区域供冷系统设置。

**典型排污率：**冷却塔每降温5.5°C (10°F)，排污率通常约为循环水流量的1%。

浓缩倍数 (COC)

有效管理冷却塔中的浓缩倍数对于提高效率、节约用水、降低运营成本以及确保冷却系统的使用寿命至关重要。

冷却塔中的**浓缩倍数**是指冷却塔水中总溶解固体 (TDS) 的浓度与补给水TDS浓度的比值。

在冷却过程中，随着水分蒸发，溶解的固体会留在系统中，导致其浓度随时间增加。浓缩倍数会影响水质、运营成本和系统性能，因此也会对冷却塔的效率产生显著影响。

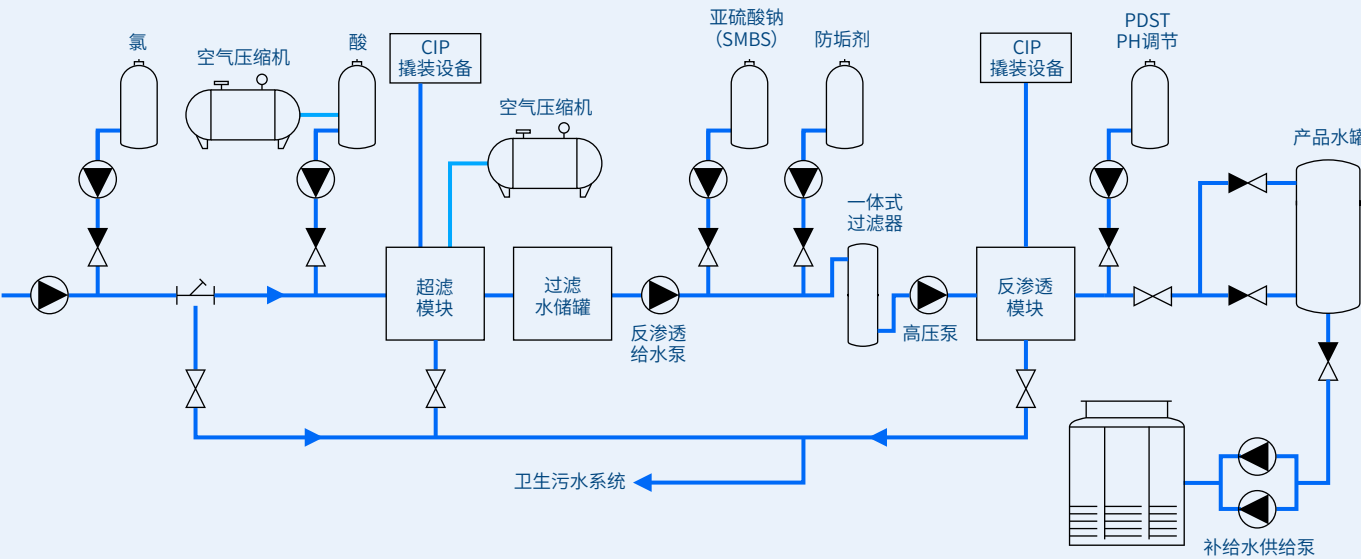
**水质管理：**较高的浓缩倍率意味着水在作为排污水排放之前被重复使用了更多次。这会增加冷却水中的总溶解固体 (TDS) 浓度。随着TDS 水平的上升，结垢和污垢的可能性也会增加，这会降低热传递效率并导致运行问题。保持最佳的浓缩倍数有助于管理水质，并将系统中结垢和腐蚀的风险降至最低。

**节水和节能：**以较高的浓缩倍数运行可以显著节约用水。这种减少不仅保护了水资源，还降低了排污水量，从而降低水处理和处置的相关成本。

**成本效益：**通过优化浓缩倍数，可以降低设施的水处理化学品成本。溶解固体的浓度越高，可能就需要更频繁的化学处理，以防止结垢和腐蚀。因此，在浓缩倍数方面找到合适的平衡点不但可以减少化学品的使用和降低总体运营成本，还能确保冷却塔的高效运行。

**系统寿命：**对浓缩倍数的妥善管理有助于延长冷却塔系统的使用寿命。通过防止过度结垢和腐蚀，可以减少设施的维护需求并延长设备的使用寿命。定期监测并调节浓缩倍数有助于保持最佳性能和可靠性。

以地下水作为补给水时的处理



反渗透装置

优化补给水

1. 减少蒸发损失

蒸发损失是冷却塔中水损失的一个重要组成部分。为了优化这一点：

- a. 降低进水温度：降低冷却塔进水的水温可以减缓蒸发速率。这可以通过预冷却技术或提高上游流程中的热交换效率来实现。
- b. 提高水流量：较高的水流量可以提升冷却效率，从而减小温差和蒸发损失。

2. 减少漂水损失

漂水损失指的是随排气逸出的少量水。要最大限度减少漂水损失：

- a. 安装高效除水器：升级为性能更优的除水器可显著减少因漂水而损失的水量，通常可将损失量控制在循环水的0.0005%或更低。
- b. 定期维护：确保除水器清洁且可正常运行，以防止漂水损失过多。

3. 提高浓缩倍数 (COC)

优化浓缩倍数对于管理排污至关重要：

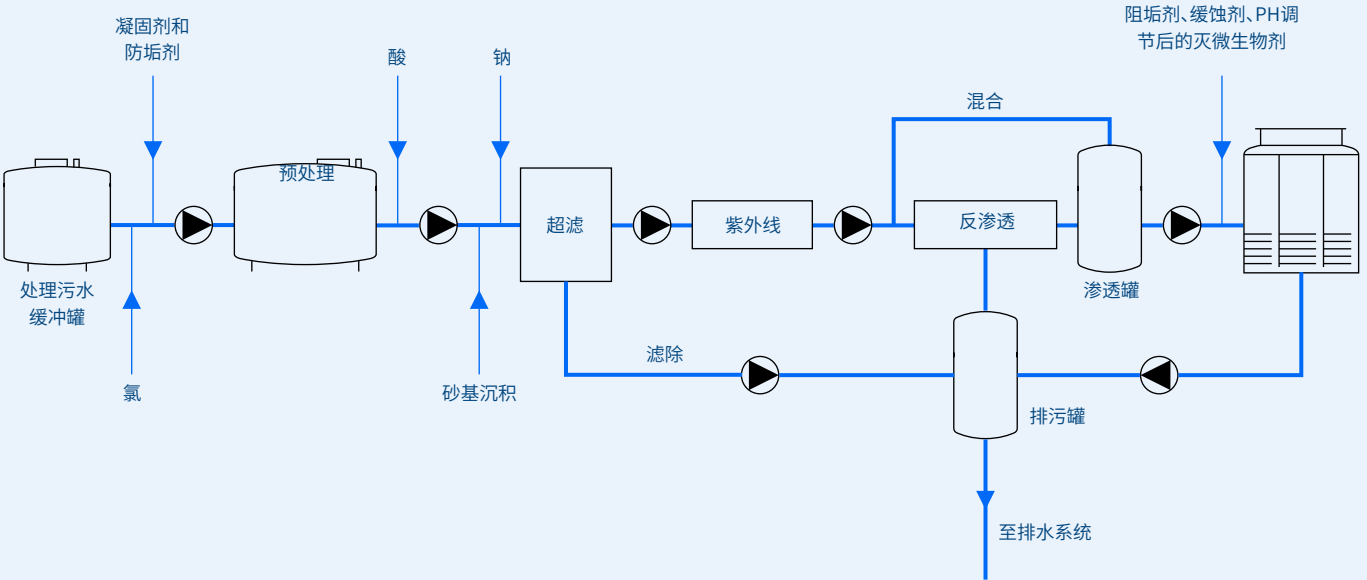
- a. 监测水质：定期或自动检测冷却水中的溶解固体浓度，这样有助于更好地管理浓缩倍数。通过保持较高的浓缩倍数，可以降低设施的排污率，但必须注意避免过度结垢。
- b. 水处理：实施有效的水处理策略以控制结垢和腐蚀，这样可以在不损害系统完好性的情况下提高浓缩倍数。这包括使用能稳定水质并防止有害物质积聚的化学物质。

4. 改善补给水质量

补给水的质量直接影响到排污的需要：

- a. 改善补给水质量：对补给水进行处理以降低总溶解固体 (TDS)、硬度和有机物含量，这样有助于保持冷却塔内较低的TDS浓度，从而减少所需的排污频率和排污量。
- b. 使用再生水：使用再生水有助于控制TDS水平，但需要谨慎管理以防止引入可能增加结垢或污垢的污染物。注意：再生水通常来自处理过的废水，它是淡水的可持续替代品，可减少总体用水量并最大限度降低取水对环境的影响。

补给水的循环TSE处理



用于冷却塔的格兰富产品

冷凝泵  
端吸泵：NK/ NKE



冷却塔补给泵  
格兰富Hydro MPC-E





# 自然冷却

## 自然冷却

利用海水或湖水进行排热的区域供冷系统是一种创新且可持续的供冷方法。这些系统利用大型水体的热学特性来高效地散发由冷水机组产生的热量，相比传统供冷方法具有显著优势。

## 工作原理

- 在采用海水或湖水冷却的区域供冷系统中，冷冻水由中央设施生产并循环至各栋建筑。
- 冷却过程中产生的热量通过利用海水或湖水作为热沉的冷凝器排出。
- 冷的海水或湖水吸收制冷剂中的热量，有效地对其进行冷却，然后制冷剂再循环回系统中。

## 关键优势

**能源效率:**海水和湖水通常比周围空气温度低，从而提高了冷却过程的效率。这可以显著节省能源，因为系统维持最佳冷却温度所需的能量更少。研究表明，与传统的空气冷却系统相比，这些系统可节省高达50%的能源。

**环境可持续性:**利用自然水体进行热量排放可最大限度减少冷却系统对环境的影响。该过程不消耗淡水，因为海水或湖水被抽取并送回，且没有显著损失。这种可持续的方法与全球减少用水量和温室气体排放的目标相一致。

**空间优化:**通过将热量排放到海水或湖水中，这些系统无需冷却塔或空气冷却式冷凝器，从而释放出宝贵的屋顶空间用于其

他用途，例如建立休闲娱乐区或安装太阳能电池板。这在空间紧张的城市环境中尤其有益。

**减少维护:**没有了冷却塔之后，与机械系统相关的维护需求就减少了，例如用来防止军团菌等细菌滋生的定期清洁和化学处理工作。

**美观融合:**区域供冷设施可以设计得不那么显眼，通常位于地下或建筑物内，从而提升城市开发项目的美观度。

## 挑战

尽管有这些优势，但采用海水和湖水冷却的区域供冷系统仍面临一些挑战，包括：

**腐蚀:**盐水环境可能导致系统组件腐蚀。因此，通常需要使用钛等材料或特殊涂层来确保系统的耐久性和使用寿命。

**环境法规:**将温度较高的水排回自然水体可能受到环境法规的限制，以防止热污染和保护当地生态系统。

**生物污损:**海水或湖水的取用可能会将海洋生物带入系统，因此需要有效的筛滤和处理方法来防止污垢形成并保持系统效率。



自然冷却的连接

间接连接 (使用热交换器)

在间接连接系统中, 海水直接被泵入冷水机组的冷凝器, 通过热交换器实现即时热传递。这种方法有其自身的一系列优点和挑战:

**防止污染:** 热交换器确保海水不会直接接触区域供冷网络, 降低了污染风险, 保护了制冷剂的完好性。

**更易于维护和监测:** 由于有独立的回路, 任何泄漏或问题都能更轻松地被发现和处理, 从而最大限度减少损害并简化维护工作。系统性能的责任划分更清晰, 有助于更好地遵守监管规定。

**降低污垢风险:** 通过使用热交换器, 可以减轻生物污损和海水中的杂质带来的影响, 因为二次冷却剂比海水更容易处理。

**运行灵活性:** 该系统具有更大的运行灵活性, 因为海水温度或质量的波动可以得到妥善管理, 不会直接影响冷却性能。

注意! 热交换器、泵、管道、阀门和水过滤系统均采用耐腐蚀材料制成。冷水机组介质与冷却介质不可混用。

直接连接 (无热交换器)

在直接连接系统中, 海水直接泵入冷水机组的冷凝器, 无需热交换器即可实现即时热交换。这种方法有其自身的优势和挑战:

**效率更高:** 由于没有热交换器引入额外的热阻, 直接连接系统可实现更高的热效率, 从而降低能耗和运营成本。

**设计更简单:** 没有热交换器可以简化系统设计并降低初始资本成本, 因为所需的组件更少。

**潜在污染风险:** 直接连接的一个重大风险是海水可能污染冷却系统。这可能导致腐蚀、结垢和其他运行问题, 可能需要大量的维护和处理。

**生物污损问题:** 直接接触海水会增加生物污损的风险, 这可能会堵塞系统并降低效率。必须制定定期维护和清洁规程来管理这一风险。

注意: 冷水机组的冷凝器、泵、管道、阀门和水过滤系统均采用耐腐蚀材料制造。

主要挑战

采用海水区域供冷系统存在若干挑战, 因此必须仔细考量以确保成功部署和运行。以下是与这些系统相关的主要挑战:

1. 环境许可

建立海水冷却系统需要重要的环境许可。监管框架通常要求进行详尽的环境影响评估, 以评估对海洋生态系统、水质和当地生物多样性可能产生的影响。驾驭这些规定往往耗时且复杂, 可能会延误项目进度。

2. 基础设施复杂性

海水区域供冷系统的基础设施可能较为复杂。这包括建造用于将海水输送到供冷设施的海上管道, 以及安装热交换器和输配网络。确保这些系统的完好性和可靠性至关重要, 因为任何故障都可能令供冷服务中断。

3. 单点故障

海水冷却系统通常依靠一条单一的海上管道来取水。这造成了一个弱点: 由于水下山体滑坡、地震或其他自然事件对管道造

成的任何损害都可能导致严重的运行问题。可能需要备用系统或替代水源来降低这种风险。

4. 腐蚀与生物污损

盐水环境可能会对冷却系统中所用的材料造成腐蚀。通常需要使用钛或耐腐蚀涂层等特殊材料来确保系统的使用寿命。此外, 海洋生物的污损会堵塞系统并降低效率, 因此需要有效的处理方法来防止其生长。

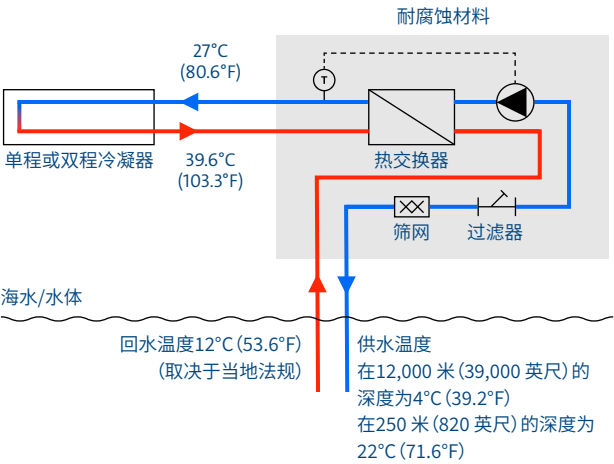
5. 高昂的资本成本

海水区域供冷系统的初始资本投资可能相当大。与基础设施建设、专用材料以及环境合规相关的成本可能很高。必须仔细评估经济可行性, 尤其是在供冷需求可能无法证明投资合理性的地区。

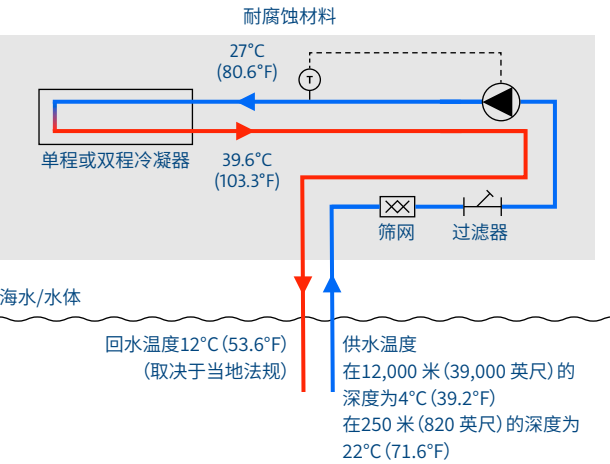
6. 海岸线施工与环境挑战

进行海岸线上的施工和维护可能会带来物流方面的挑战, 尤其是在人口密集或环境敏感地区。此外, 还必须考虑对当地生态系统和水体的潜在影响, 这需要精心规划和管理。

间接连接



直接连接



# 用于自然冷却的格兰富产品

在采用直接连接时, 泵和叶轮在内部涂有涂层。

- 中开泵: LS/LSV
- 端吸泵: NK/ NKG



格兰富NK



格兰富LSV



# 热能储存



## 在区域供冷系统中使用热能储存技术的主要益处

1. **节能成本节省:**热能储存技术通过将供冷负荷从高峰时段转移至非高峰时段,降低高峰时段的电力需求和公用事业费用,同时利用更便宜的非高峰时段电力,从而减少运营成本。

2. **降低冷水机组容量:**相比于传统系统需要匹配瞬时峰值负荷,热能储存技术能够以相当于24小时平均负荷的容量满足峰值负荷,因此可使用尺寸更小的冷水机组。这能够避免或减少在新建或升级项目中对冷水机组进行成本高昂的扩容的需求。
3. **资本成本更低:**与传统系统相比,部署热能储存系统通常只需极小的增量资本成本,且投资回收期短。在许多大型数据中心应用中,热能储存系统能够立即带来资本节省,据记载节省幅度可达数百万美元。

4. **公用事业激励措施:**当地公用事业公司可能会根据峰值需求的降低情况为安装热能储存系统提供激励,从而进一步降低资本成本。这些激励措施的额度可高达每降低1千瓦的需求量补贴数百美元。

## 在区域供冷系统中使用热能储存技术的次要益处

1. **平衡的负荷曲线:**热能储存技术有助于平抑热负荷和电负荷,这有利于经济地部署热电联产 (CHP) 系统,从而提高能源效率并减少排放。

2. **提高能源效率:**虽然热能储存系统可能会带来一些效率损失,但它也能降低夜间冷水机组的负荷,并减少部分负荷运行时的问题,从而有可能降低整体能耗,并增加对季节性自然冷却的使用。

3. **减少燃料使用和排放:**将能耗从高峰时段转移到非高峰时段,可使发电厂的燃料使用和排放量减少20%至30%,从而改善整体环境表现,尤其是在可再生能源并入电网的情况下。

4. **运行灵活性:**热能储存技术将冷却生产与需求脱钩,使得在高峰时段更易于开展对冷水机组设施的维护,并为运行提供了灵活性。
5. **应急供冷:**在紧急情况下,热能储存系统可作为关键供冷需求的备用储备,确保在关键时刻提供可靠的服务。

6. **应急补水:**在干旱地区,热能储存系统可作为冷却塔补水的应急储备,从而节约有限的淡水资源。

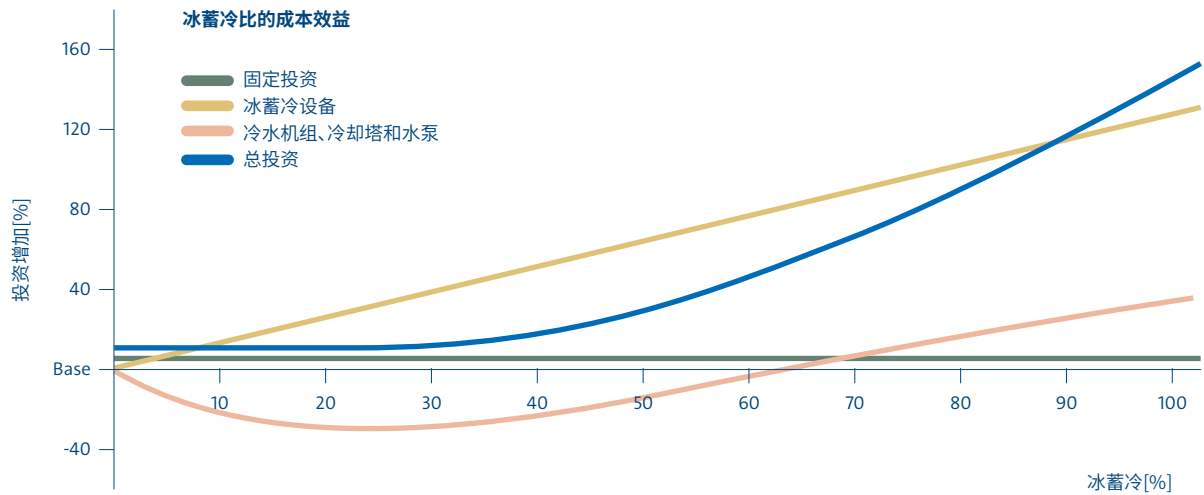
7. **消防储水:**冷冻水热能储存系统可兼作消防水池,这样有可能降低保险费用,同时还能满足NFPA 22标准要求。

8. **天际线广告:**高大的热能储罐可用于企业品牌宣传或商业标牌,提升企业的知名度。

9. **远程热能储存点:**热能储存系统可以远程设置,以类似于卫星冷水机组的方式运行,帮助缓解区域供冷网络中的峰值负荷瓶颈。

10. **低温分配:**采用低温供水能够增加供冷网络中的温差,从而减小管道和设备的尺寸及成本,同时降低能耗。

11. **稳定的水处理:**某些低温流体能够提供长期的防腐蚀和微生物防护,无需持续的化学处理,从而提高系统的可靠性。



带专用热能储存泵的热能储存连接

在这种将热能储存 (TES) 与区域供冷系统相结合的方法中, 热能储罐通过一个独立的充能回路与冷水机组设施相连, 该回路配有专用的充能泵。由于存在压力差, 这种方法需要使用泵在储罐和冷水机组集管之间泵送水。

冰的生产和储存方式类似。对于冰充能, 由专门的制冰冷水机组生产低温乙二醇, 以冻结冰储罐内的水。由冰储罐、热交换器和泵组成的乙二醇回路为主冷冻水回路隔离。冰充能模式在公用事业公司的非高峰时段运行, 大约持续8至10小时, 直至冰完全冻结。随着冷却系统的负荷增加以及冷冻水供回水温差增大, 冰开始融化。

连接详情

**储罐配置:**热能储罐的下部区域与CHWS (冷冻水供水) 集管相连, 而上部区域与CHWR (冷冻水回水) 集管相连。这种设置使得在充能和放能阶段都能有效管理冷冻水的流动。

**泵送要求:**必须将水从热能储罐内相对较低的大气压侧泵送到冷冻水集管的较高压力侧。这种泵送对于以下两种情况都是必要的:

**放能:**将冷水从储罐的下部泵送到冷冻水供水集管中以满足冷却需求。

**再充能:**将热水从储罐的上部泵送到冷冻水回水集管中以补充储罐。

**泵的配置:**通常, 热能储罐的再充能和放能使用的是同一组泵。这通过交叉连接的管道和六个二位阀得以实现, 这些阀门可根据需要在不同操作模式之间切换, 具体取决于一天中的时间和供冷需求。

这种方法的优点

**远程位置:**这种方法的一个显著优点是可以将热能储罐设置在远离冷水机组的位置。这种灵活性允许进行战略性的布置, 从而优化管道网络, 并有可能降低建设成本或减少土地使用冲突。

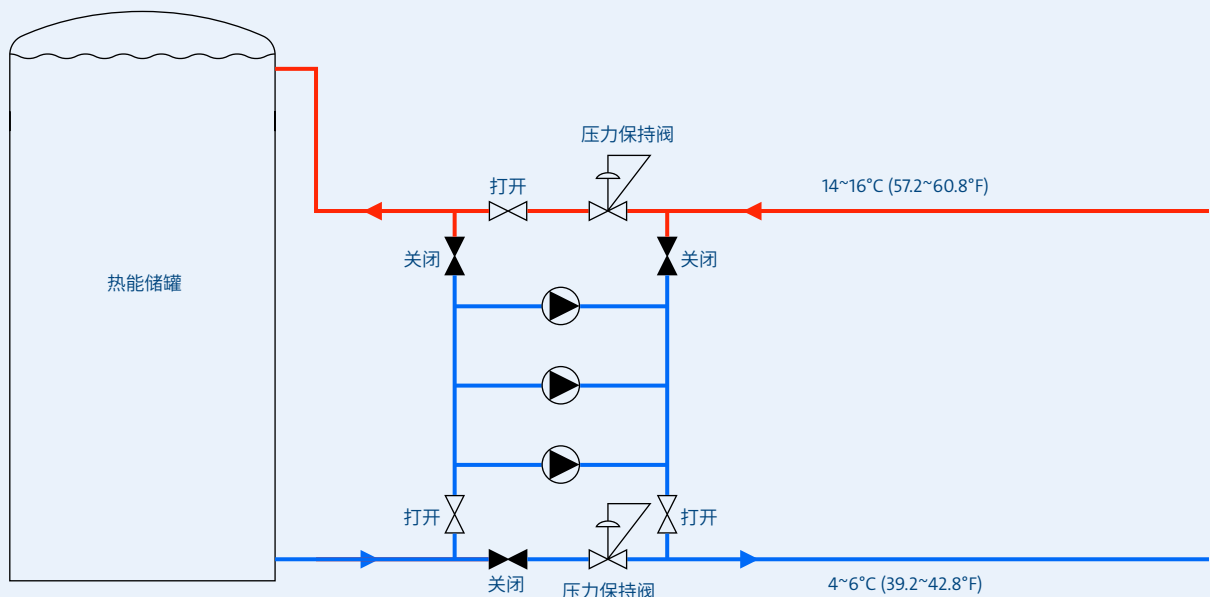
**卫星冷水机组功能:**在放能时, 热能储罐能够以类似于卫星冷水机组设施的方式运行, 为区域供冷网络提供额外的冷却能力。在冷却负荷较高的高峰需求时段, 这种能力尤其有用。

**更广泛的充能选项:**这种方法允许热能储罐直接通过园区冷冻水供水总管充能, 这意味着它可以通过网络中任何可用的冷水机组进行补水, 不论冷水机组与热能储罐的距离远近。这增强了系统的灵活性和效率。

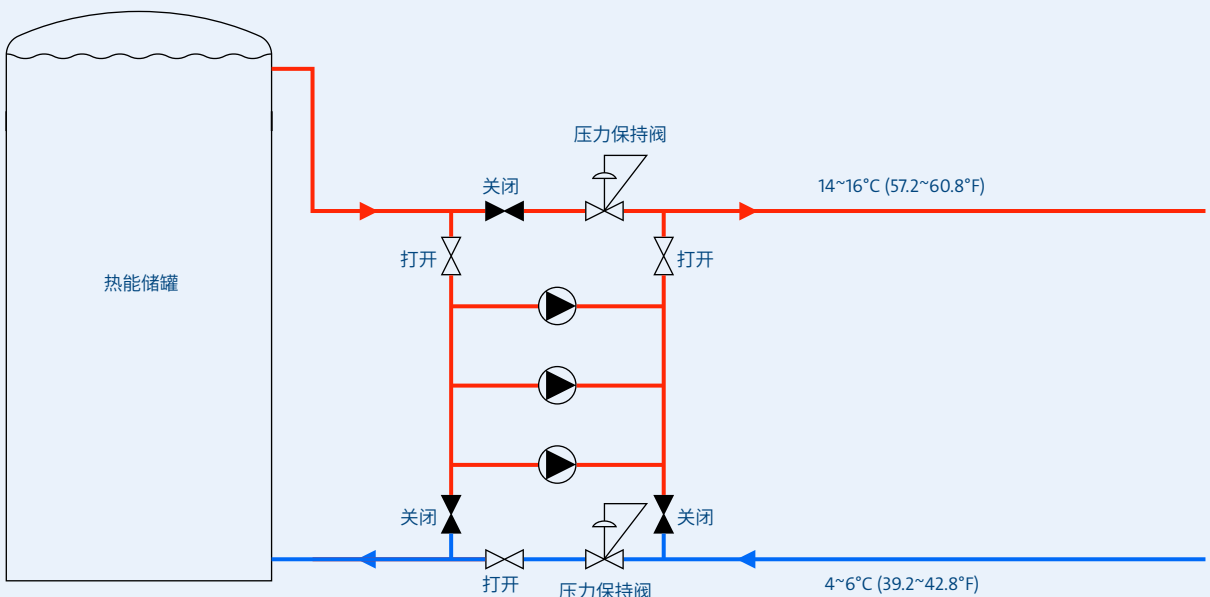
复杂性和成本

尽管这种方法比第一种方法更复杂且成本可能更高, 但由于其运行方面的优势, 它依然被广泛采用。这种方法允许将热能储罐设置在远程位置, 并通过多个冷水机组设施进行充能, 因此在系统灵活性、效率和土地使用方面具备显著的益处。总体而言, 这种方法有效地将热能储存集成到区域供冷系统中, 从而提高了系统的性能和可靠性。

高峰时段热能储存系统放能



非高峰时段热能储存系统放能





无专用热能储存泵的热能储存连接

在这种将热能储存与区域供冷系统集成到一起的方法中，热能储罐被直接连接到冷水机组的冷冻水回水 (CHWR) 和冷冻水供水 (CHWS) 集管。这种直接连接有助于实现高效的能源管理，并优化冷却流程。

连接详情

**热回水：**热能储罐的上部用于热回水，其密度通常较低。此热水管与冷冻水回水集管相连，使其能够流回至冷水机组设施进行冷却。

**冷供水：**热能储罐用于冷水，其密度更大，冷却效果更佳。此冷水与冷冻水供水集管相连，位于冷水机组下游，二次冷冻水泵上游。这种战略布局能够确保冷冻水得到高效输配，以满足系统的冷却需求。

运行动态

非高峰时段：

在供冷需求较低 (非高峰时段) 时，来自冷水机组设施的一次冷冻水流量通常超过供应给冷却网络的二次流量。

在这种情况下，热能储罐会自动充能。充能速率等于一次流量和二次流量之间的差值。这意味着在非高峰时段产生的多余冷冻水会被储存在热能储罐中以备后用，从而有效利用非高峰时段较低的电费。

高峰时段：

相反，在供冷需求峰值期间 (高峰时段)，二次流量通常会超过一次流量。在这种情况下，热能储罐会排出其储存的冷冻水以补充冷水机组的输出。

排出速率同样等于二次流量和一次流量之间的差值。这一过程使系统能够满足增加的供冷需求，而不会使冷水机组过载，从而确保高效运行。

优点和局限性

这种方法因其简单性和成本效益而受到认可。它不需要复杂的系统或额外的泵，使其更易于部署和维护。然而，其主要局限性在于热能储罐必须靠近冷水机组设施。这一点对于确保高效的流速和最大限度减少系统中的压力损失是必要的。此外，这种设置使得系统只能依靠邻近的冷水机组来充能，在较大或较分散的区域供冷网络中，这一点可能会限制冷却系统的整体灵活性。

总体而言，这种方法通过利用热能存储的优势，有效地平衡了冷却负载，并提高了区域供冷系统的效率。

用于热能储存的格兰富产品

热能储存充能/放能泵

- 立式中开泵: LSV
- 卧式端吸泵: NK/NKE
- 格兰富Delta撬装系统



格兰富LSV泵



格兰富NK/NKE泵



格兰富Delta撬装系统

# 输配

## 输配:管网的定义

- 管网是将冷冻水从区域供冷设施输送到终端用户建筑的关键组件。
- 该网络可以安装在地面以上或以下,出于美观和实用的原因,地下安装更为常见。
- 管道采取隔热措施,以最大限度减少输送过程中的热量吸收,确保冷冻水在到达目的地的过程中保持低温。
- 从资本投资的角度来看,管网是新建区域供冷网络中支出占比最大的一部分。
- 大多数管道由焊接碳钢/层压玻璃纤维增强塑料制成,并采取隔热措施(现场隔热/预隔热)。
- 选择管道网络的绝缘材料、厚度以及安装深度的目的是将输送过程中的温度升高限制在0.5 - 0.8°C (0.9 -1.4°F) 之间。(参考:国际能源署,《可持续区域供冷指南》,2020 年)

## 输配/管道网络中的泵送系统

## 增压站

在区域供冷网络中,增压站的作用是增强冷冻水在供冷系统特定区域或分区内的压力和输配。这些增压站在确保所有联网建筑都能获得充足的供冷方面发挥着关键作用,尤其是在规模较大或较为复杂的网络中。

## 主要特点

- 增压:增压站的主要功能是提升冷冻水在输配网络中流动时的压力。这在长距离管道系统中尤为重要,因为长距离管道系统中可能会出现压力损失,而增压站可以确保冷冻水能够被有效地送达网络的各个部分。
- 创建分区:增压站可用于在区域供冷网络中创建不同的供冷分区。通过管理压力和流量,这些增压站能够提供定制的供冷解决方案,以满足不同区域的不同需求,从而优化能源使用并提升住户的舒适度。
- 与热交换器集成:增压站通常会配备热交换器,以促进冷却能量的转移,同时保持区域供冷系统与建筑物内部系统之间的隔离。这种设计有助于防止污染,并实现高效的热传递。

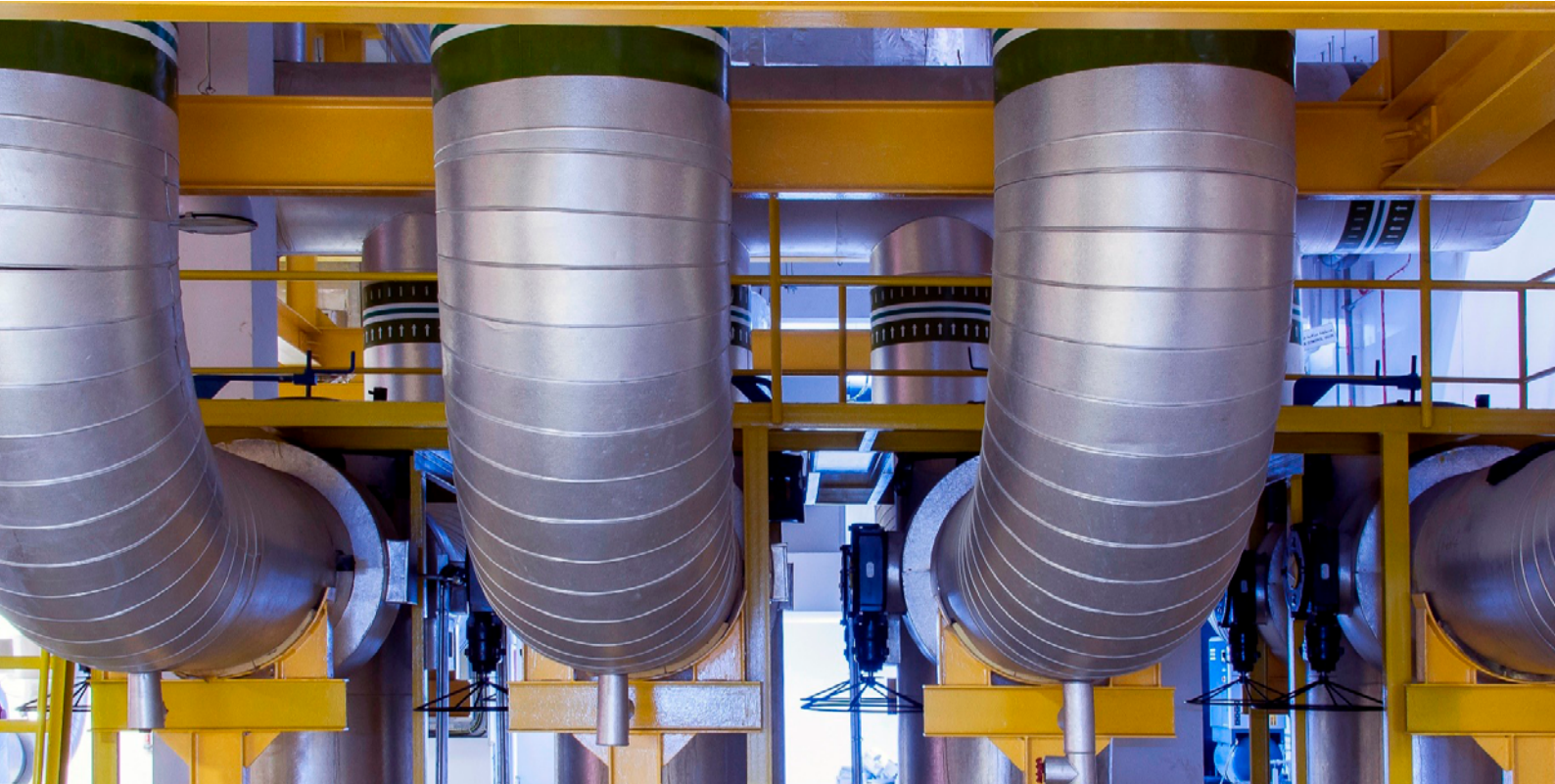
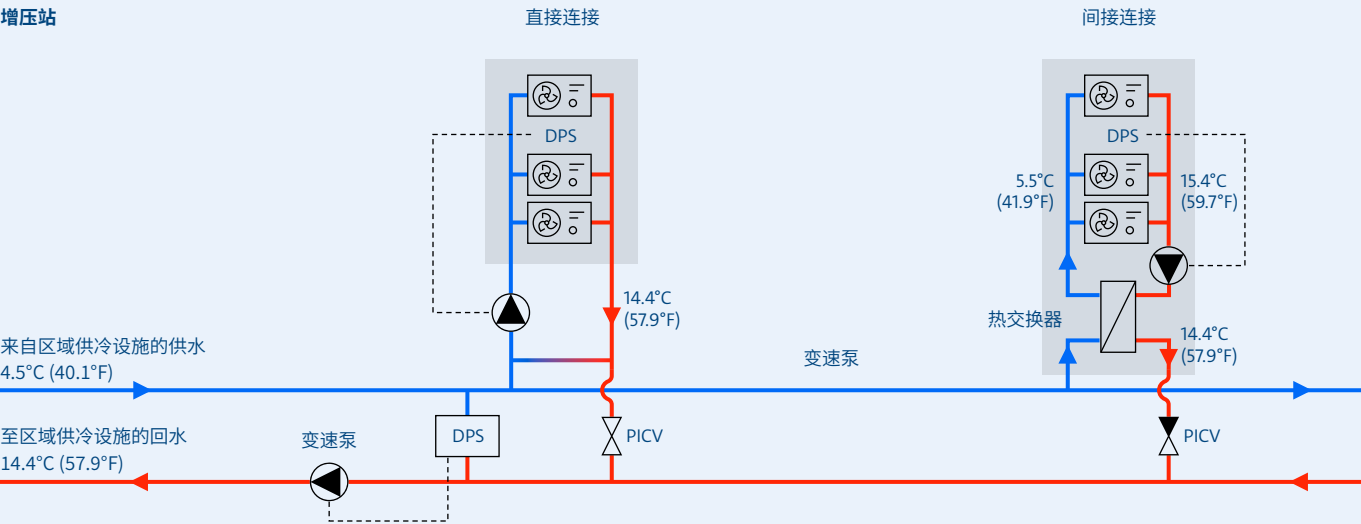
## 优势

- 效率提升:**通过在整个网络中保持足够的压力,增压站提高了区域供冷系统的整体效率。这可以减少能源消耗并降低运营成本。
- 灵活性:**创建分区的能力使得供冷负荷的管理更具灵活性。具有不同供冷需求的建筑物可以得到更有效的服务,确保整个网络的最佳性能。
- 可靠性增强:**有了增压站,由于压力下降而导致供冷不足的风险得到最大限度的降低。这提高了供冷的可靠性,也为住户提供了持续的舒适环境。
- 模块化设计:**许多增压站被设计成紧凑的模块化单元,可以轻松集成到现有基础设施中。这不仅让安装变得简便,也能够随着需求的增长轻松扩展整个系统。

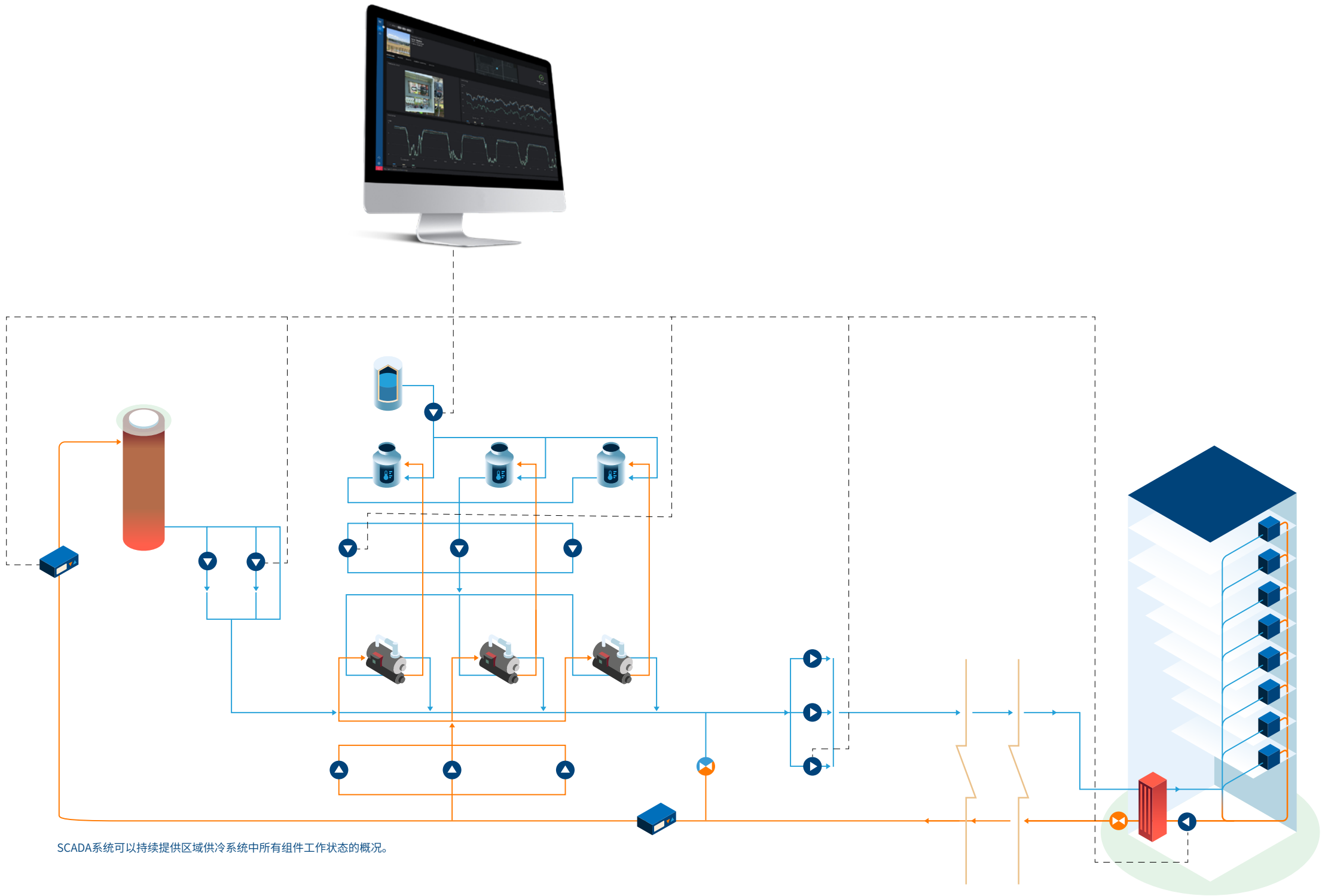
## 挑战

- 初始成本:**安装增压站可能需要投入大量的前期成本,包括购买泵、热交换器及建设相关的基础设施。
- 维护要求:**为确保增压站高效运行,定期维护必不可少。这包括监测泵的性能、检查是否有泄漏以及确保热交换器正常工作。
- 复杂性:**增压站的集成给区域供冷网络增加了复杂性,需要精心设计和管理以确保最佳性能。

增压站







SCADA系统可以持续提供区域供冷系统中所有组件工作状态的概况。

**监控与数据采集 (SCADA)**

为了使区域能源系统达到最佳性能，设施管理人员就必须能监控和调节系统中的不同参数。而操作人员可以通过使用全面的SCADA系统来满足这一要求。

例如，设施经理可以查看提供给用户的压差和实际供应温度。为了实现设施的最佳效率，用户回水温度是需要监控的重要参数之一。如果未达到约定的供应温度，设施运营商可能需要向用户支付罚款。

如需全面了解有关控制方面的内容，请访问我们格兰富产品中心的“控制与监测”板块，了解格兰富的智能控制产品。



格兰富控制与监测



**用于输配系统的格兰富产品**

格兰富为区域能源电网中的供水输送和压力处理提供强大、高效的泵，具体类别及智能产品如下：

**分配**

- 增压泵

**增压站**

- 压力保持系统
- 分配

**格兰富智能控制系统**



增压泵

增压站

智能控制系统

冷冻水系统中温差较低时会发生什么？



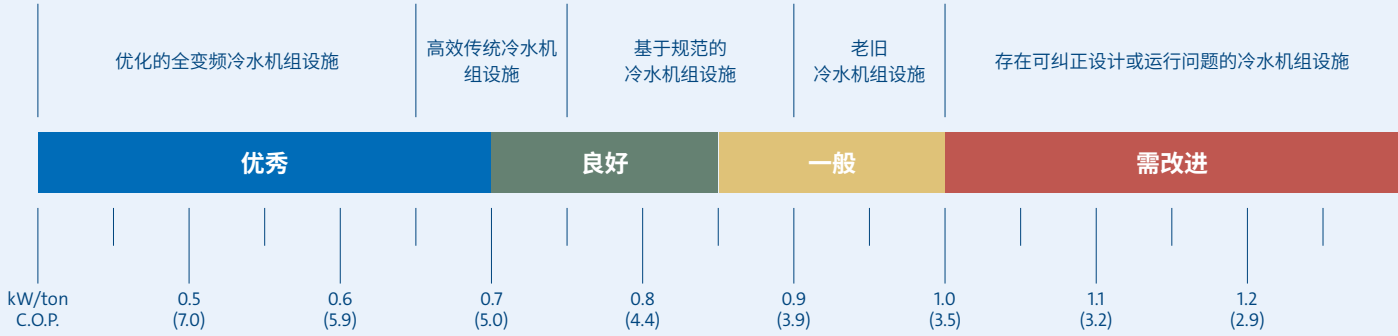
联网用户 - 能源交换站

- 中央设施生产的冷冻水能源通过输配网络进行传输，最终传递给连接的建筑物或用户。
- 与建筑物的区域供冷互联有许多不同的术语名称，例如ETS、终端用户接口或客户/用户接口；然而，其目的是相同的——即将能源和冷冻水的保管权从供应商转移到客户。
- 用户与系统的互联是区域供冷的一个关键环节，其影响范围远不止用户建筑。

小温差 (ΔT)

- 区域供冷系统的成功通常以中央设施冷冻水供水和回水的温差 (ΔT) 来衡量。(见第10页描述)
- 通常，保持供水和回水管线之间的高温差最具成本效益，因为这可以减少输配系统，并可能降低泵送能耗，提高冷水机组的效率。
- 很大程度上，用户端的互联以及用户所在位置的建筑内部设备决定了该连接处冷冻水供水和回水的温差 (ΔT)。
- 小温差是区域供冷系统中的一个长期问题，并且还因此诞生了“低温差综合征”的专业术语。
- 小温差可能是决定区域供冷系统是否设计良好且能够正常运行的关键因素。
- 在设计阶段，应重点关注用户建筑内的暖通空调设备及其与区域供冷系统的连接。
- 区域供冷系统的成功运行通常需要在大多数情况下对用户的温差进行监测、控制和优化。

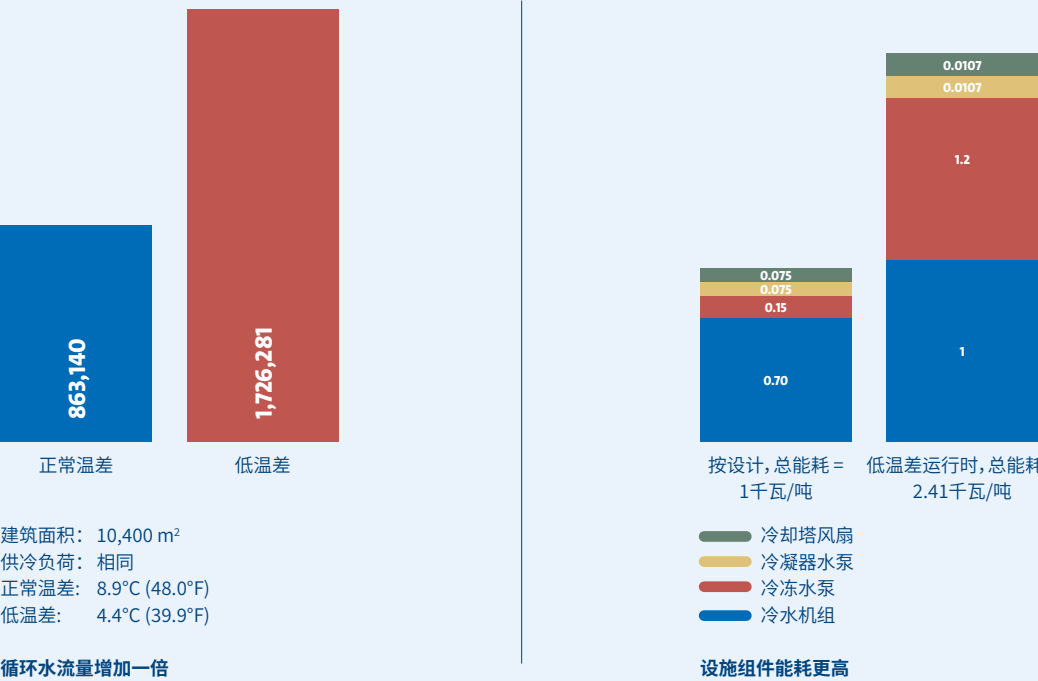
|||||



平均年度冷水机组设施效率 (单位: 千瓦/吨, 制冷性能系数)  
(输入能源包括冷水机组、冷凝泵、冷却塔风扇和冷冻水泵送)。基于舒适度调节应用中的电动离心式冷水机组, 名义冷冻水供水温度为5.6°C (44.1°F), 开放式冷却塔尺寸对应29.4°C (85°F) 的最高冷凝器进水温度。北美气候的本地调整范围为±0.05 千瓦/吨。

冷冻水系统中温差较小时会发生什么？

输送到建筑物的水 (每日加仑数) \*



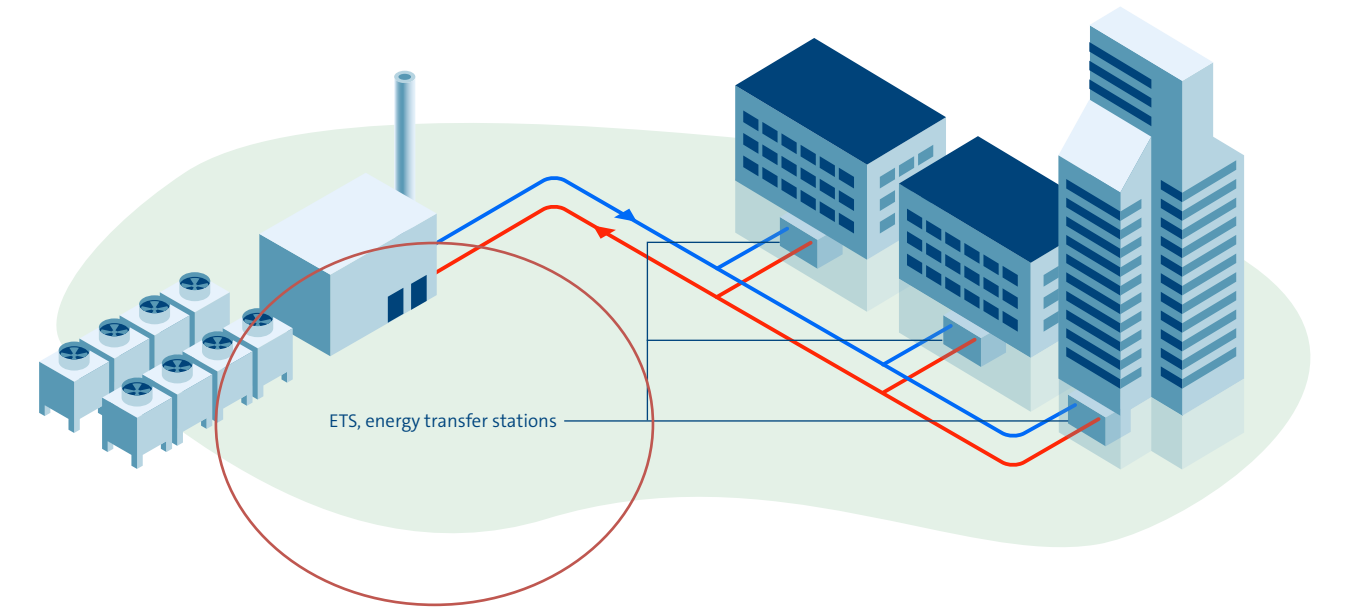
\*资料来源: 案例研究取自 ASHRAE 《配备区域供冷服务的建筑的业主指南》



ETS连接

区域供冷系统连接建筑物的方式主要有两种:直接连接和间接连接。每种方式都有其独有的特点、优势和挑战:

问题	直接连接	间接连接
水质	区域供冷系统中的水会接触到处理和过滤水平可能较低的建筑系统。现有建筑系统内的组件可能会有结垢和腐蚀。	区域供冷系统的水质与建筑系统隔离,可以得到控制。
用水量	建筑物内的区域供冷系统的漏水和用水可能难以控制和纠正。	漏水在区域供热公用事业公司的控制范围内。
合同方面	用户建筑系统的划分可能不明确。	用户与区域供冷公用事业设备之间有明确的界限。
成本	由于没有热交换器,且可能省去建筑泵和控制设备,总体成本通常较低。	由于有热交换器和额外的控制设备,成本较高。
可靠性	建筑内的故障可能会给区域系统带来问题,甚至可能导致区域系统运行中断。	除了建筑连接点发生的问题,区域供冷系统基本不受任何建筑内部所发生的问题的影响。
压力隔离	建筑系统可能需要受到保护以免受区域供冷系统较高压力的影响,或者对于高层建筑,区域供冷系统可能受到建筑系统较高压力的影响。	热交换器可将建筑系统压力与区域供冷系统压力隔离开来,两者可各自在优选压力下运行,互不影响。
温差	由于没有热交换器,可能实现更大的温差。	热交换器中的趋近温度对温差不利。
建筑内空间需求	空间需求低。	需要额外空间用于热交换器和控制设备。



直接连接

在直接连接系统中,区域供冷网络的冷冻水直接供应到建筑物内部的管道系统,中间没有其他组件。

间接连接

在间接连接系统中,热交换器将区域供冷系统与建筑物内部的冷却系统隔离开来。来自区域系统的冷冻水通过热交换器,将冷却能量传递给建筑物内部的循环系统。

	描述	供应方	安装方	运维方
ETS室	照明及便捷插座	客户	客户	客户
	控制面板电源	客户	客户	客户
	ETS房间通风及空调	客户	客户	客户
	火灾探测与防护	客户	客户	客户
	管道设施 - 地漏、饮用水供应	客户	客户	客户
	为ETS设备提供安全且充足的空间	客户	客户	客户
	为维护和设备出口提供足够的空间	客户	客户	客户
	热交换器	客户	客户*	客户*
ETS设备	建筑冷冻水泵	客户*	客户	客户
	膨胀水箱和空气分离器	客户	客户	客户
	补给水	客户	客户	客户
	化学处理	客户	客户	客户
	一次侧隔离阀	客户	客户*	客户*
	二次侧隔离阀	客户*	客户	客户
	一次侧管道、阀门、管件、排气、排水和隔热设施	客户	客户*	客户*
	二次侧管道、阀门、管件、排气、排水和隔热设施	客户*	客户	客户
	一次侧和二次侧泄压阀	客户	客户	客户
	二次侧管道和管件	客户	客户	客户
	温度和压力表	客户	客户	客户
	二次侧过滤器	客户	客户	客户
	二次侧循环泵、阀门	客户	客户	客户

\*可由区域供冷供应商提供,但费用始终由客户承担。

ETS组件及范围

通常,区域供冷连接指南还包括ETS的完整设备范围,包括每个设备由谁提供。一般来说,所需的范围和设备如下:

	描述	供应方	安装方	运维方
控制系统与仪表	一次侧温度变送器	DCP	客户*	DCP
	流量计	DCP	客户*	DCP
	一次侧压力变送器	DCP	客户*	DCP
	温差控制阀	DCP	客户*	DCP
	ETS控制系统 (PLC、UPS、网络通信等)	DCP	客户*	DCP
	二次侧分项计量	客户	客户*	客户
	二次侧控制系统	客户	客户	客户
	一次侧和二次侧的水压测试、清洁和冲洗	客户	客户	客户
活动	审查客户的ETS设计	DCP	客户	N/A
	最大限度提高冷冻水回水温度	客户	客户	客户
	ETS设备的调试	DCP	DCP	DCP

无建筑内泵送系统的直接连接

在没有建筑内泵或温差控制的直接连接中，区域供冷系统的冷冻水直接连接到建筑物的冷却系统，没有任何中间组件或控制机制。

这种方法简化了互连过程，但也带来了一些挑战和限制。

主要特点

- 直接连接：区域供冷系统的冷冻水直接供应到建筑物的内部管道系统，无需热交换器或其他中间组件。
- 无建筑内泵：建筑物依靠区域供冷系统提供的压力和流量，无需在建筑物内安装额外的泵。
- 缺乏温差控制：没有机制来控制或优化建筑物内冷冻水供水和回水之间的温差 ( $\Delta T$ )。

优点

简单性：直接连接无需额外组件或控制系统，简化了互连过程，并降低了初始安装成本。空间需求更低：无需在建筑物内安装泵和温差控制设备，从而释放了建筑物内的宝贵空间。

挑战

对区域系统的依赖：建筑物的冷却性能直接取决于区域供冷系统提供的压力、流量和温度。区域系统中的任何波动或问题都会直接影响建筑物的供冷效果。

控制受限：由于没有建筑物内的泵或温差控制系统，建筑物无法根据占用率、负荷或其他因素优化其供冷性能。

效率较低：缺乏温差控制系统可能导致效率降低，因为建筑物可能无法充分利用区域系统提供的冷却能力。

可能出现失衡：如果多栋连接到区域系统的建筑物在没有温差控制的情况下运行，可能会导致整个系统失衡，影响整个区域供冷网络的性能和效率。

带建筑内泵送系统的间接连接

在间接连接系统中，来自区域供冷网络的冷冻水通过热交换器输送到建筑物，这将区域系统与建筑物内部的冷却系统隔离开来。该设置要求建筑内安装循环泵，以克服建筑内的压降（包括热交换器的二次侧），并提高供冷流程的效率和效果。

主要特点

- 热交换器：热交换器是区域系统与建筑内部冷却系统之间的接口。它使来自区域网络的冷冻水无需直接接触即可冷却建筑物内的水，从而确保隔离并防止污染。
- 建筑内循环泵：这些泵安装在建筑内，旨在促进冷冻水在整个冷却系统中的循环。它们有助于保持充足的流量和压力，确保建筑的所有区域都能获得足够的供冷。

优点

防止污染：使用热交换器将区域供冷水和建筑内的水隔离开来，最大限度减少了交叉污染的风险，并确保了更高的水质。

提高效率：安装在建筑内的循环泵优化了冷冻水的流动，能够更好地控制供水和回水管道之间的温差 ( $\Delta T$ )。这提高了整个系

统的效率并降低了能耗。

运行灵活性：系统之间被隔离使得区域供冷网络以及建筑冷却系统中的温度和压力能够得到独立控制。这种灵活性使建筑能够更有效地适应不同的供冷需求。

更易于维护和监测：由于回路是分开的，任何泄漏或问题都能更容易地被检测和处理，从而减少潜在的损害和维护成本。区域供应商和业主之间的责任得到明确的划分，从而简化了监测和管制。

减少噪音和压力问题：热交换器有助于降低系统中的静压，减少阀门和泵产生的噪音，从而营造更安静的室内环境。

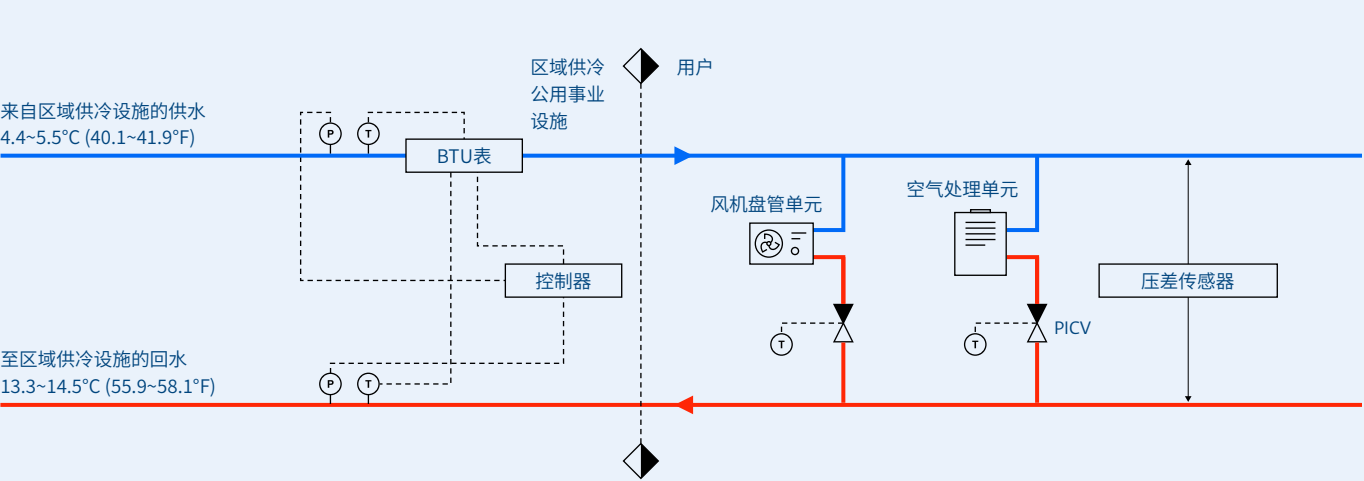
挑战

初始成本：与直接连接系统相比，安装热交换器和循环泵会增加前期资本成本。

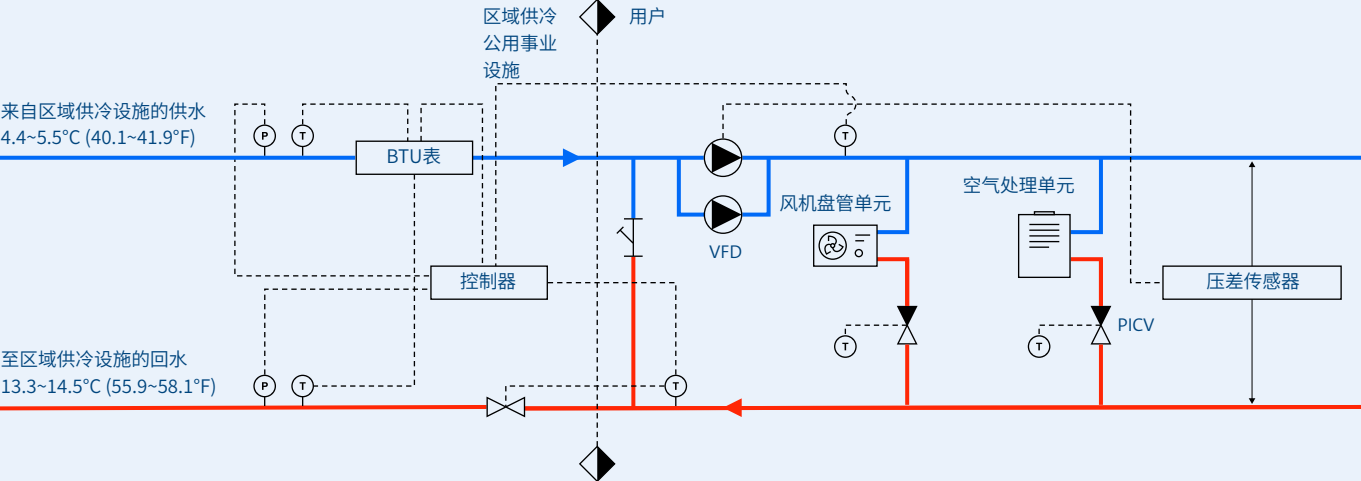
空间需求：由于需要额外的设备（例如热交换器和泵），可能会占用建筑内更多的空间，在空间有限的环境中这可能是一个需要考虑的因素。

维护需求：虽然系统之间被隔离后简化了某些维护工作，但建筑内的泵和热交换器仍需定期维护以确保最佳性能。

无建筑内泵送系统的直接连接



带建筑内泵送系统的间接连接





带建筑内泵送系统的间接连接

在间接连接系统中，来自区域供冷网络的冷冻水通过热交换器输送到建筑物，这将区域系统与建筑物内部的冷却系统隔离开来。该设置要求建筑内安装循环泵，以克服建筑内的压降（包括热交换器的二次侧），并提高供冷流程的效率和效果。

主要特点

- 热交换器：热交换器是区域系统与建筑内部冷却系统之间的接口。它使来自区域网络的冷冻水无需直接接触即可冷却建筑物内的水，从而确保隔离并防止污染。
- 建筑内循环泵：这些泵安装在建筑内，旨在促进冷冻水在整个冷却系统中的循环。它们有助于保持充足的流量和压力，确保建筑的所有区域都能获得足够的供冷。

优点

防止污染：使用热交换器将区域供冷水和建筑内的水隔离开来，最大限度减少了交叉污染的风险，并确保了更高的水质。

提高效率：安装在建筑内的循环泵优化了冷冻水的流动，能够更好地控制供水和回水管道之间的温差 ( $\Delta T$ )。这提高了整个系统的效率并降低了能耗。

运行灵活性：系统之间被隔离使得区域供冷网络以及建筑冷却系统中的温度和压力能够得到独立控制。这种灵活性使建筑能够更有效地适应不同的供冷需求。

更易于维护和监测：由于回路是分开的，任何泄漏或问题都能更容易地被检测和处理，从而减少潜在的损害和维护成本。区域供应商和业主之间的责任得到明确的划分，从而简化了监测和管制。

减少噪音和压力问题：热交换器有助于降低系统中的静压，减少阀门和泵产生的噪音，从而营造更安静的室内环境。

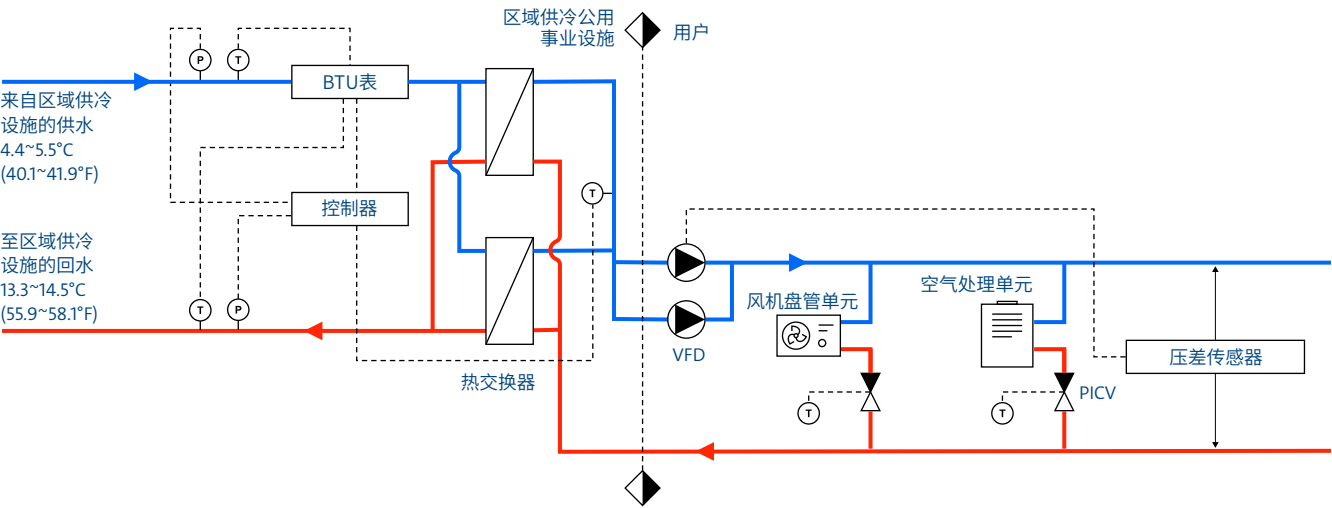
挑战

初始成本：与直接连接系统相比，安装热交换器和循环泵会增加前期资本成本。

空间需求：由于需要额外的设备（例如热交换器和泵），可能会占用建筑内更多的空间，在空间有限的环境中这可能是一个需要考虑的因素。

维护需求：虽然系统之间被隔离后简化了某些维护工作，但建筑内的泵和热交换器仍需定期维护以确保最佳性能。

带建筑内泵送系统的间接连接



带分布式泵送系统的间接连接

在采用分布式二次泵送的间接连接系统中，来自区域供冷网络的冷冻水通过热交换器供应至建筑，建筑内的循环则由多台分布式泵促进。

这种配置提高了供冷流程的效率和灵活性，同时保持了区域供冷系统与建筑内部系统之间的隔离。

主要特点

- 热交换器：该系统利用热交换器将区域供冷网络的冷却能量传递给建筑内部的水系统。这种隔离可防止污染，并允许对两个系统进行独立控制。
- 分布式二次泵送：不再依赖单个中央泵，而是在整个建筑内安装多台分布式二次泵。这些泵负责管理各个区域的冷冻水循环，并根据实时供冷需求优化流量和压力。

优点

提高效率：通过使用分布式二次泵，系统能够更有效地适应变化的负荷条件。这提高了能源效率，因为泵可以根据需求以最佳速度运行，从而降低整体能耗。

控制改善：分布式泵送系统的特性能够改善对建筑内温度和压力的控制。这种灵活性有助于实现精确的调节，以满足建筑内不同分区或区域的具体供冷需求。

减少压力损失：分布式泵可最大限度减少长距离管道中可能出现的压力损失，确保冷冻水被有效送达建筑的各个区域。这让供冷性能变得更加稳定。

简化维护：由于采用多台小型泵的设置，因此可对单个设备进行维护，而不会中断整个系统的运行。这种模块化方法让故障排查和维修变得更加简单。

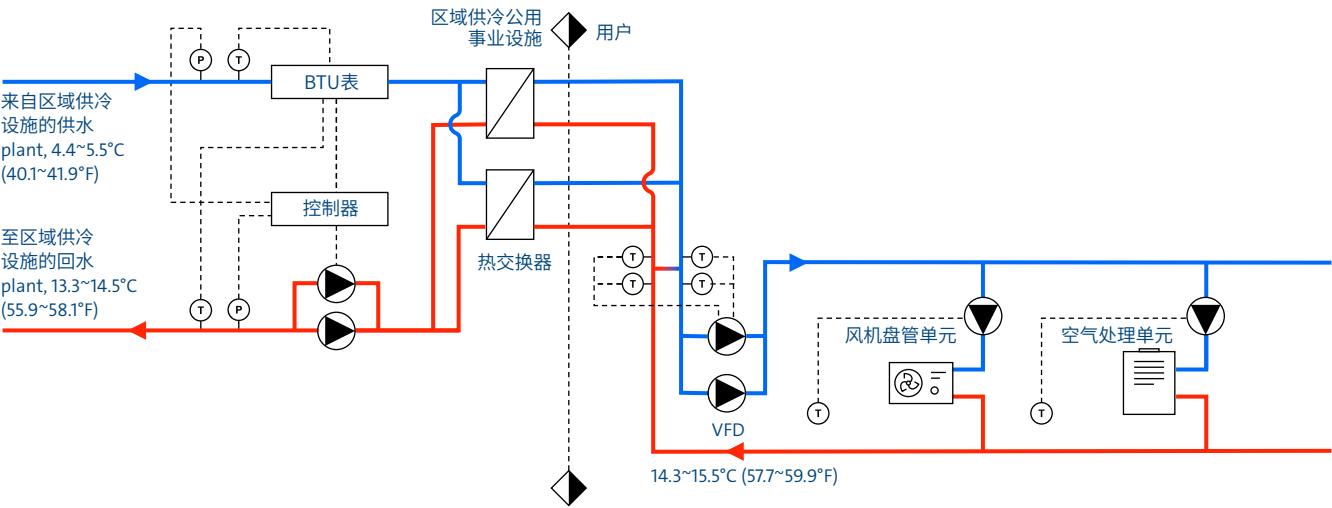
可扩展性：该系统可轻松扩展以适应建筑规模或供冷需求的变化。可根据需要添加更多的泵，为未来扩建提供灵活性。

挑战

初始成本：与较为简单的系统相比，安装多台分布式泵和热交换器可能会增加初始资本成本。

空间需求：分布式泵及相关设备可能需要在建筑内占用更多空间，这在空间有限的环境中可能是一个需要考虑的因素。

带分布式泵送系统的间接连接



## 建筑内的混合回路

混合回路有助于实现精确的温度控制和冷冻水的高效输配,这对于优化供冷性能的同时确保住户舒适度而言至关重要。此外,混合回路有时还可用于改善回水温度,有助于缓解低温差相关的问题。

### 混合回路的主要特点

- **温度管理:**混合回路的主要功能是调节供应至建筑内部冷却系统的冷冻水的温度。这是通过将经过热交换器的区域供冷网络供水与建筑冷却系统的回水混合来实现的。
- **泵配置:**混合回路的设置可能涉及在供水侧或回水侧配置泵:
- **供水侧泵:**这些泵将区域供冷系统的冷冻水循环到混合回路中,确保在水进入建筑冷却系统之前达到所需的温度。
- **回水侧泵:**这些泵促进回水循环至混合回路,以便在水送回至区域供冷网络之前得到有效的温度调节。
- **混合控制机制:**混合可以通过多种方法实现:
- **温度控制三通阀:**这些阀门根据建筑的温度要求自动调节冷冻水的流量。通过调节供水和回水的比例,它们确保混合后的水达到所需的温度设定值。
- **专用的温度控制混合回路泵:**为了实现更精确的控制,可以部署专用的混合回路泵。这些泵能够主动管理供水和回水的流量,从而实现精细调节,以维持建筑内的最佳温度条件。

## 混合回路的优势

**增强舒适度:**通过提供精确的温度控制,混合回路提高了住户的舒适度和满意度,确保建筑的不同区域都能获得适当的供暖。

**能源效率:**有效的温度管理可降低能耗。通过优化冷冻水的流量和温度,混合回路最大限度减少了供热所需的总体能源。

**设计灵活性:**混合回路允许在建筑内进行分区,以便根据占用率、一天中的具体时间或特定建筑功能来调节供冷负荷。

与楼宇管理系统(BMS)的集成:混合回路可以与BMS无缝集成,实现供冷性能的实时监测和控制。这种集成允许根据不断变化的条件进行主动调节。

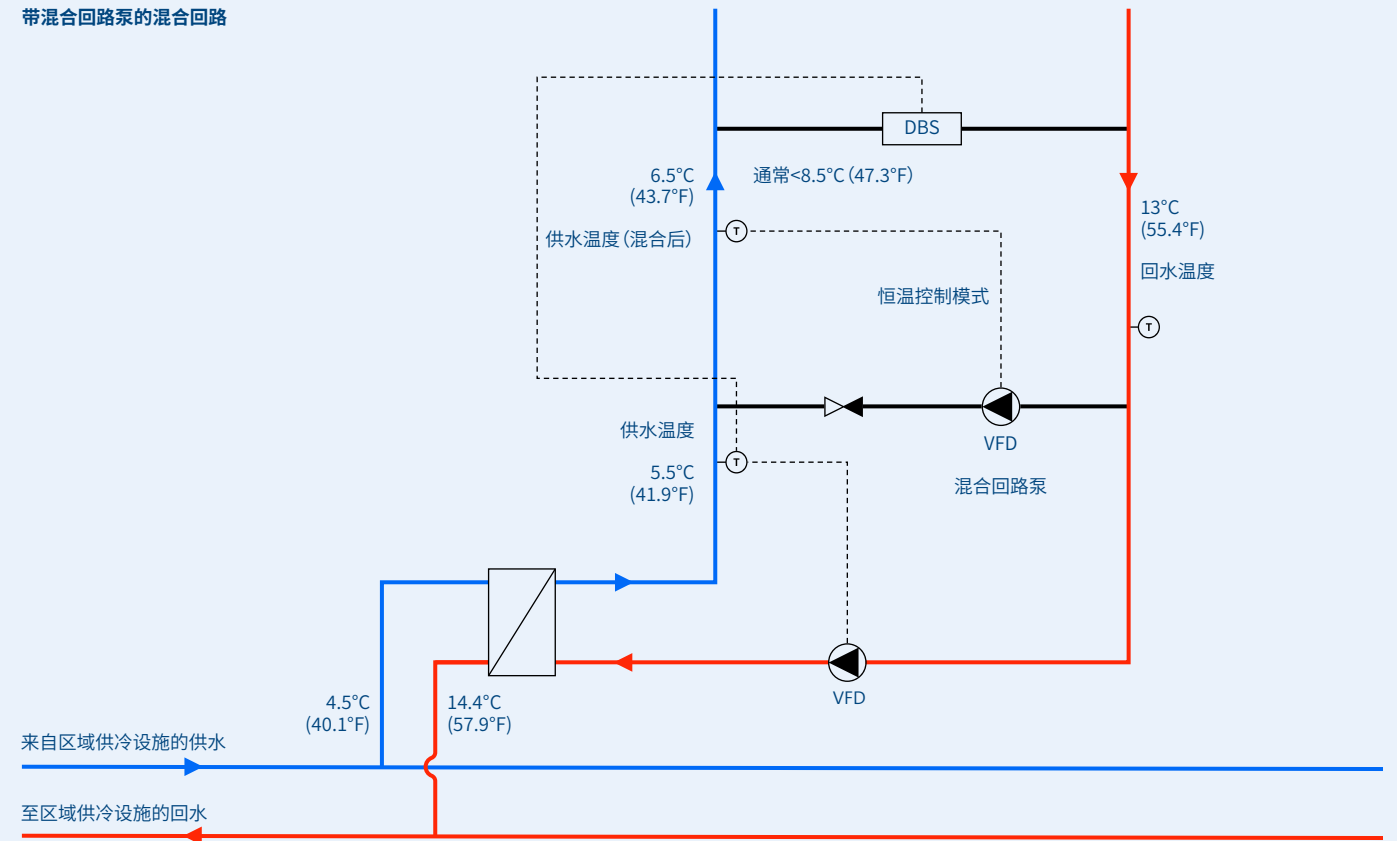
## 挑战

**复杂性:**混合回路的设计和实施可能会给建筑冷却系统带来额外的复杂性,需要精心的工程设计和规划。

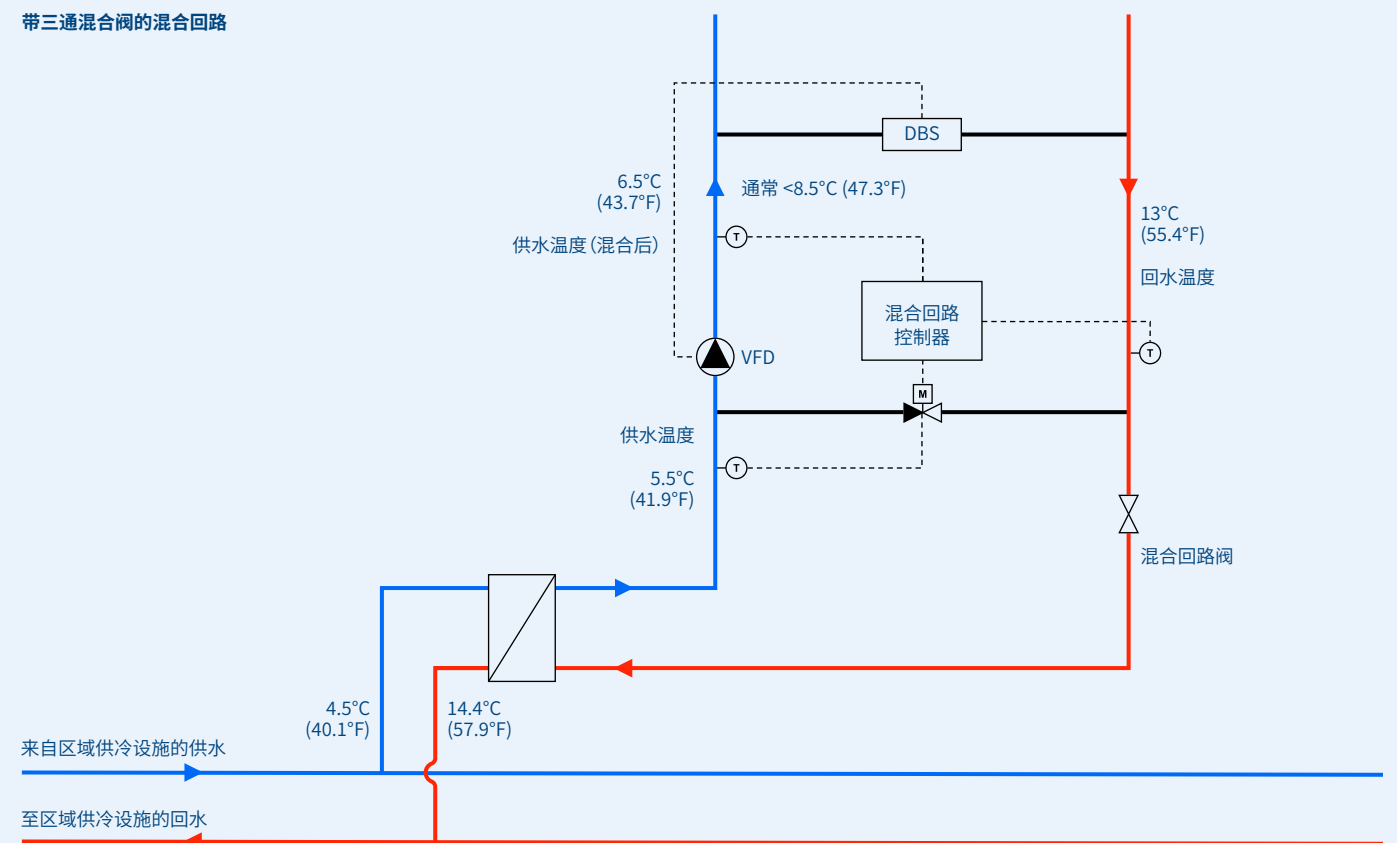
**维护要求:**定期维护对于确保泵、阀门和其他组件高效运行至关重要。这会增加物业的运营责任。



### 帶混合回路泵的混合回路



### 带三通混合阀的混合回路





主区域供冷网络的混合回路

混合回路旨在优化分配给各建筑的冷冻水的温度和流量。该系统能够精确控制冷冻水的温度，确保其满足网络内不同区域/多栋联网建筑的特定供冷需求。此外，混合回路有时还可用于改善网络的回水温度，有助于缓解低温差相关的问题。

主要特点

- 温度控制：混合回路的主要功能是调节冷冻水水流的温度。它通过将区域供冷网络的供水与建筑冷却系统的回水混合来实现这一目标，从而保持所需的温度。
- 分区能力：混合回路能够将大型建筑划分为具有各自温度要求的不同分区。这种分区能力对于根据诸如占用率和阳光照射等因素来调节供冷负荷至关重要。

- 提高回水温度：通过策略性地将回水与供水混合，混合回路有助于提高进入区域供冷网络的冷冻水回水温度。这对于缓解供水和回水间温差不足而导致的低温差综合征至关重要。保持较高的回水温度可以提高区域供冷系统的整体效率，并减少供冷所需的能源。

优点

增强舒适度：混合回路可以在不同分区实现精确的温度控制，从而提高建筑内住户的舒适度和满意度。

能源效率：根据实时条件调节水流温度，从而显著节省能源。通过优化温度和流量，混合回路可降低供冷系统的整体能耗。

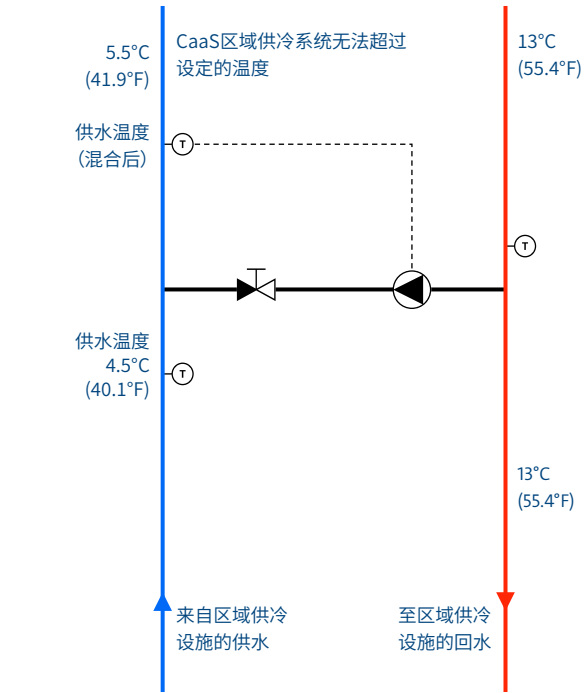
减少热损失：在混合回路中采用室外温度补偿策略有助于减少系统中的热损失，进一步提高能源效率。

与楼宇管理系统 (BMS) /ETS控制系统的集成：混合回路可轻松与BMS集成，实现远程监测和控制。这种集成使建筑运营商能够优化性能，并对条件变化作出迅速响应。

挑战

复杂性：混合回路的设计和实施会增加区域供冷系统的复杂性，需要精心的工程设计和规划以确保最佳性能。这一点至关重要，因为区域供冷供应商通常在合同中被要求满足特定的供水温度范围，所以混合回路并非在所有情况下都适用，或者只能在有限的容量下应用。

维护要求：为确保所有组件（包括泵和阀门）高效运行，定期维护是必要的。这会增加物业的运营责任。



用于联网用户的格兰富产品

最终用户一次泵 (建筑侧)

- 中开泵：LS/LSV
- 端吸泵：NK/NKE
- 管道泵：TP/TPE
- 格兰富Delta撬装系统



格兰富LSV泵



格兰富NK/NKE泵



格兰富NK/NKE泵



格兰富Delta撬装系统



# 使用与费用

与电力或供水等其他公用事业一样，我们必须制定供热或供冷的计量和计费规则，并将其纳入与客户签订的合同中。费用通常分为固定费用和可变费用，用户在接入系统时可能还需支付联网费用。目前，各国正着手对计费方法实施监管，但目前仅限于区域供热领域。

固定费用反映了供热或供冷系统及生产设施的年度固定成本，主要包括运营和维护的资本及人力成本。

- 可变费用反映了能源的采购成本，可能是燃料、泵运行所需的电力或从工业或其他来源购买的剩余能源。
- 接入费反映了特定用户在系统容量中所占的份额，通常根据要供应的建筑的大小来计算。

通常，还有其他情况或规则来规范客户与区域能源供应商之间的经济关系。例如，可以鼓励客户尽可能提高回水的温度，这意味着他们能够对供水进行充分的利用。这种做法有助于最大限度地提高输配系统的容量和降低生产成本。要实现这一点，可以对每个用户的回水温度设定激励措施，甚至对回水温度过低的情况设定惩罚措施。

客户与区域能源公司之间的费用和规定如何制定和管理，取决于能源公司以及当地或国家的法律甚至传统。

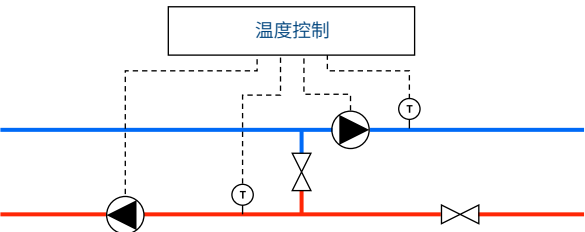
在一些国家，区域能源服务由竞争激烈的私营企业提供，而在其他一些国家，这些服务通常由政府监管。

## 智能电表

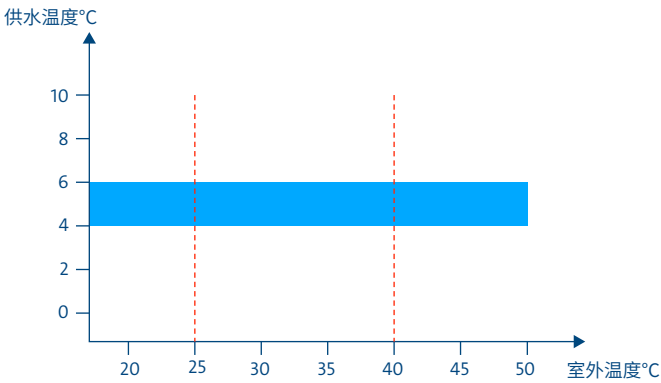
安装在每个客户处的现代电表可以测量流量以及供水和回水温度，并据此计算出消耗的能源量。这些计量表会以规定的时间间隔记录和计算数据，然后通过有线或无线连接将这些数据传输给区域能源公司，以便进一步处理和计费。

有了任何建筑连接边缘处的温度和流量数据，再加上中央SCADA系统中的类似数据，随时都能全面了解整个系统中的能源生产、分配和消耗情况。

## 温度控制

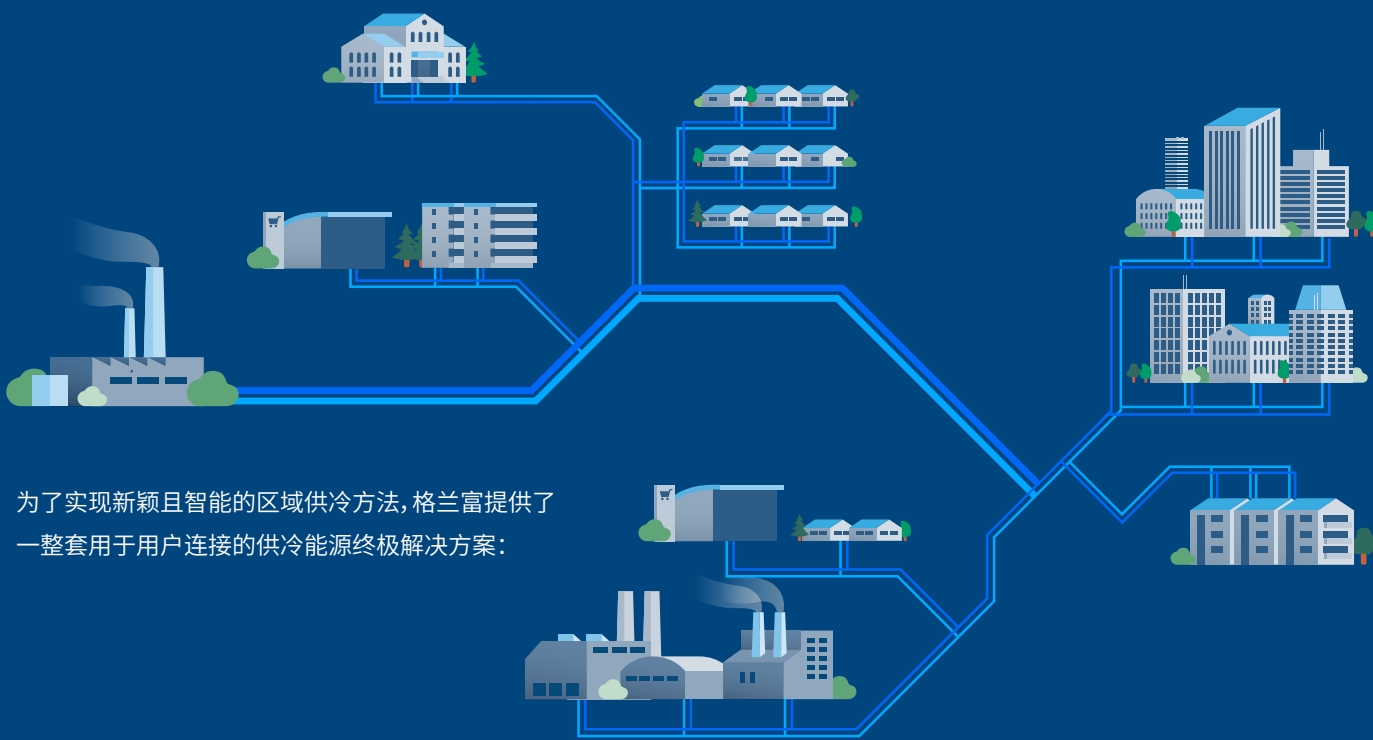


在区域供冷应用中，无论外部温度如何，必须向用户（建筑）提供恒定的温度。



例： 室外温度 = 25°C      供水温度 = 4-6°C  
室外温度 = 40°C      供水温度 = 4-6°C

# 用于区域供冷的格兰富产品



为了实现新颖且智能的区域供冷方法，格兰富提供了一整套用于用户连接的供冷能源终极解决方案：

## 用户连接

- 直接连接
- 间接连接

## TSE抛光设施(处理过的污水/灰水被再利用于冷却塔应用)

- TSE进水泵
- TSE过滤流程泵
- 污水和渗透水处理泵
- 化学品投加

## 灰水/TSE网络

- TSE分配泵，将TSE从源头（废水处理厂）输送到区供冷设施
- 主泵和泵站分配泵

## 主要区域供冷设施

- 主流程泵
- 一次泵
- 二次泵
- 冷凝泵
- 冷却塔补水泵
- TES充/放能泵
- 补水系统/增压
- 水质管理/消毒
- 化学品投加
- 废水和排水系统

## 泵送分站

- 三级分配泵
- 基于温度/压力的三级分配泵送控制

## 与区域供冷连接的建筑

- 建筑内的分配泵、相关控制装置、变频驱动器和传感器(完整的泵送系统)
- 化学品投加与消毒
- 混合回路系统(泵和控制装置)
- 地冷/地暖泵系统
- DiPu (分布式泵送系统)



展望绿色转型

<div>1</div> <div>深度脱碳目标</div>	<div>零排放目标</div> <p>随着全球对减缓气候变化的关注, 区域供热行业将愈发致力于实现零排放运营。这就要求我们迅速从煤炭和天然气等化石燃料转向可再生能源。</p>	<div>可再生能源电气化</div> <p>预计太阳能、风能和地热能等可再生能源的整合将大幅增加。政府和市政当局将激励并强制采用这些清洁能源技术。</p>
<div>2</div> <div>提高能源效率</div>	<div>热能储存 (TES)</div> <p>TES技术使得区域供冷系统能够按照平均负荷而非峰值负荷进行设计, 从而减小设施规模, 降低安装成本。由于避免了高峰时段的用电, 运营成本也得以降低。</p>	<div>环境影响小</div> <p>由于能源得到了更高效的储存和利用, 二氧化碳排放量减少。TES技术能够让区域供冷系统变得更小、更经济、更环保。</p>
<div>3</div> <div>数字化与智能电网融合</div>	<div>人工智能与预测分析</div> <p>预计人工智能 (AI) 和机器学习算法将在区域供冷系统中得到广泛应用。这些技术将基于实时数据优化能源生产、分配和使用。</p>	<div>能源区块链</div> <p>交易: 区块链技术可能会被用于促进区域供冷网络内的点对点能源交易。运营商将能够高效且安全地买卖和交换多余的冷冻水或电力。</p>
<div>4</div> <div>混合与多能源系统</div>	<div>混合区域供冷系统</div> <p>区域供冷网络将越来越多地与电力和供热网络等其他能源系统相融合, 从而形成多能源系统, 提供更大的灵活性和韧性。</p>	<div>电能转冷能解决方案</div> <p>通过电能转冷能技术, 多余的可再生能源电力将被转化为冷能。这种方法有助于平衡电网、储存能量, 并在高峰时段满足供冷需求。</p>
<div>5</div> <div>高效用水</div>	<div>可持续的水资源管理</div> <p>由于散热需要大量用水, 因此必须优化冷却塔的用水量。这些改进措施能够减少用水量和运营成本, 从而实现区域供冷系统的可持续性。</p>	<div>自然冷却</div> <p>利用湖泊、河流或海水的系统为传统的冷却塔提供了一种可持续的替代方案。它们优化了用水, 降低了运营成本, 并通过节水节能减少了对环境的影响。</p>



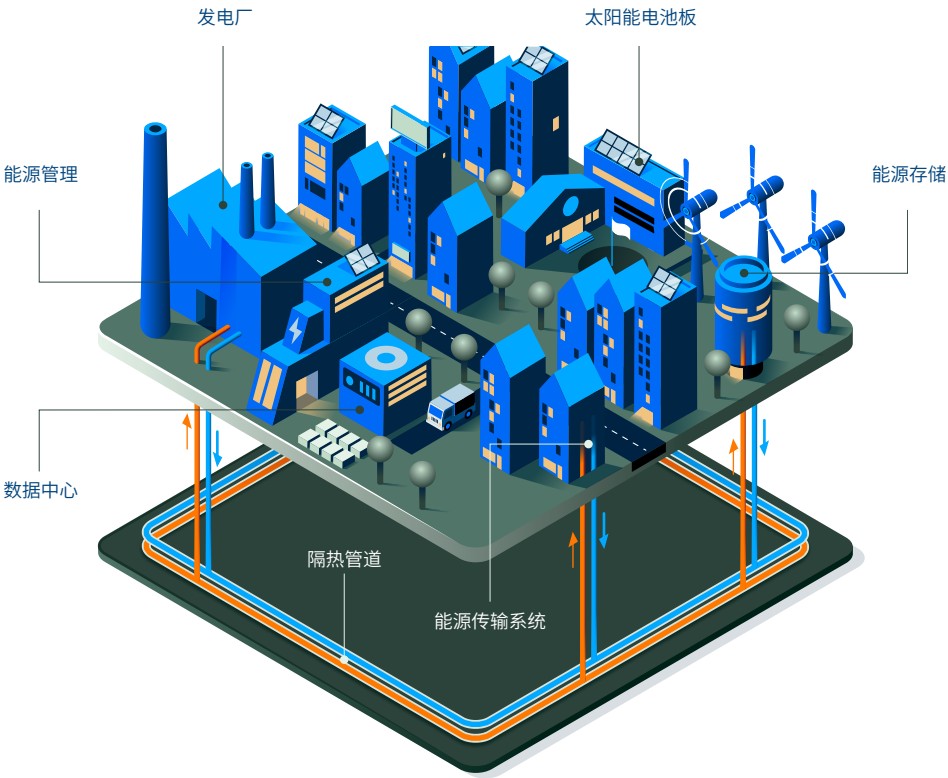
# 面向未来的智慧城市

“智慧城市”是一个概念，它涉及到产业协同，也就是对诸如电力供应、区域供热和供冷、水和废水处理以及垃圾处理等众多系统和服务进行智能化运作和数字化整合。本地公共交通和个人交通也可以包含在内，总体目标是提高整体能源效率。这是我们对未来的愿景，届时我们的城市将拥有比当今更加智能、综合化的基础设施。

基于我们目前所掌握的知识，节省更多的能源并改善环境显然是可负担且可行的，而通过这种方式，我们可以减少对气候的影响。

区域供冷系统在世界各地的许多城市中得到应用，该系统通过中央设施生产冷冻水并将其通过电网进行分配，从而实现节能。区域供冷系统侧重于通过整合数字技术、可再生能源以及先进的热能储存 (TES) 技术来优化系统性能和提高能源效率。这包括利用智能控制系统进行实时优化，利用太阳能和地热能等可再生能源，以及使用相变材料 (PCM) 等热能储存技术储存冷能并在需求高峰时段释放。

在智能区域供冷应用中，冷热电联产 (CCHP) 系统通过整合供冷、供热和发电，为能源的生产和分配提供了一种高效的方法。当与生物质能或太阳能等可再生能源技术相结合时，这种方法相较于传统的独立系统可显著降低能耗和碳排放。





格兰富深耕区域供热和供冷行业50余年。

我们不断创新,为新电网提供节能解决方案,  
同时也为现有电网提供优化解决方案。

作为值得信赖的合作伙伴,我们立足本地,凭  
借自身的相关知识和经验,为客户提供售前  
和售后支持。

访问[grundfos.cn](http://grundfos.cn)







格兰富商业建筑解决方案官微

格兰富水泵(上海)有限公司

中国上海市闵行区苏虹路33号虹桥天地3号楼10层

邮编: 201106

销售及售后咨询电话: 400 920 6655

[www.grundfos.cn](http://www.grundfos.cn)

格兰富  
**GRUNDFOS** 