

# 浅析冷链给排水设计

黄宏根

宁波市城建设计研究院有限公司 浙江 宁波 315000

**摘要：**随着经济水平的提高，人们对更新鲜、更高质量生鲜食品的需求不断增长，近些年来冷链市场发展迅猛。可以说，生鲜冷链已逐渐成为炙手可热的行业。然而，由于我国冷链基础设施设施相对落后，加之市场监管体系尚不完善，尽管冷链物流企业实现了快速发展，但行业内仍存在许多亟待解决的问题。

**关键词：**冷库；给水；排水；冲霜水；消防

## 引言

冷链的给排水设计作为冷链工程中相对小众的设计领域，具有其独特的专业性和复杂性。冷链基地通常包含多个功能区，如仓储区、加工区、检验检疫区和配套用房区域，每个区域对给排水系统的需求各有不同。

以下将从给水、排水、冲霜水和消防四个系统出发，对冷链给排水设计进行初步探讨。

### 1 给水

冷链区的生活及加工用水设计与常规公共建筑并无显著差异。通常，根据节能要求，低区直接利用市政管网供水，高区则采用加压供水方式，以满足用水点压力需求。

由于冷链区用水量较大，为避免对市政管网压力造成不利影响，通常不采用管网叠压方式进行加压供水，而是优先选择水箱+变频泵的形式。这种方式不仅能够稳定供水压力，还能有效保障供水系统的运行可靠性。

冷链给水设计与常规项目相比，除了需要满足常规的水源补给需求，还需重点考虑冷凝器的补水和制冷压缩机冷却水的补水要求。

蒸发式冷凝器通过冷却水的潜热进行热量交换，具有节水、节能的显著优势，因而在大中型制冷系统中被广泛采用。其以水和空气为冷却介质，利用冷却水部分蒸发时带走气体制冷剂的冷凝热量。在此过程中，冷却水中原有的杂质逐渐积累，导致溶解固体浓度不断升高。如果这些杂质和污物未能得到有效控制，将可能引发腐蚀、结垢以及污泥堆积问题。这不仅可以降低传热效率和设备的节能效果，还可能缩短设备使用寿命，甚至影响系统的正常运行。因此，需采取有效的除垢、防腐和水质稳定措施<sup>[1]</sup>。

由于各地区水质差异较大，应根据具体情况选择合适的水处理方法。在方案选定前，需综合考虑操作管理的便利性，并进行经济性与技术性的对比分析。目前，蒸发式

冷凝器的除垢处理通常采用物理方法，主要原因是物理方法能有效避免化学处理可能引发的设备腐蚀风险。

蒸发式冷凝器循环冷却水的水质标准是其正常运行的重要依据。相关水质标准根据设备具体要求及工程实践结果制定，不同厂家产品对水质的要求可能存在差异。

### 2 排水

冷库地面通常设置架空层，但由于架空层内湿度较高且通风不畅，容易积水。因此，冷库建筑地面架空层应设置有效的排水措施。常规设计中通常在地下夹层内设置集水井，通过液位监测及时启动水泵排出积水，防止长期积水造成建筑损害。

从食品安全与卫生角度考虑，为避免室外管网中的有害气体进入室内，根据《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019）的规定，蒸发式冷却器、空调设备冷凝水、食品或饮料冷藏库房地面排水及冷风机溶霜水盘排水应采用间接排水方式。冷风机和蒸发式冷凝器的排水管不得与污水管道系统直接连接。间接排水是指冷却设备和容器与排水管道之间不直接连通，从而有效防止排水管道中的有毒气体进入设备或容器，保障卫生安全<sup>[2]</sup>。

冷链区的雨水管和溢流设施设计应符合《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019）的要求。低温冷藏间和冷冻间屋顶的雨水管应采用侧墙重力流雨水管，避免因低温导致管道冻裂，影响正常使用。而常温穿堂的大型屋面则建议采用满管压力流设计，利用虹吸原理进行雨水排放，以确保高效排水性能。

对于常温仓储库房，若设置喷淋系统和消火栓系统，根据《消防给水及消火栓系统技术规范》的要求，仓库应配备消防排水设施，并配置消防专用配电系统，确保消防需求得到有效满足。

加工区如海鲜处理、加工和运输等环节产生的废水中，化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD）、总氮

(TN)、总磷(TP)含量较高。此类废水应集中收集,并在末端采用A<sup>2</sup>O工艺与MBR处理相结合的方式进行处理,使水质达到《污水排入城镇下水道水质标准》的要求后,方可排入市政污水管网。

### 3 冲霜水

由于冷库内温度极低,冷风机表面容易出现结霜,严重时会影响制冷效果。因此,冷风机需要定期进行除霜处理。目前,空气冷却器的除霜方式主要包括水冲霜、热气融霜和电融霜等形式。按照行业规范的定义,采用水冲霜的称为“冲霜水”,其他形式除霜产生的则称为“融霜水”。

#### 3.1 冲霜水的要求

冲霜水必须满足流量和压力的设计要求,且应尽量实现回收利用。冲霜水的流量依据各厂家通过试验得出的数据,由设计院根据设备样本参数进行确定。对于水压要

求,冲霜装置出水的自由水头应符合各厂家冷风机的产品标准,但进水压力不得低于49 kPa。此外,当冷库内布置有多台冷风机时,冲霜给水系统需采用平衡措施,确保各冷风机的流量和压力基本一致,以避免影响除霜效果。

#### 3.2 温度控制与优化

在常规低温冷库中,冷藏间温度通常维持在-25℃左右。根据对相关冷库冲霜给水和回水管道的测定,当水温大于等于10℃且管道长度不超过40 m时,流动水不会结冰。因此,在有条件的情况下,可以适当提高冲霜水温。这不仅可以缩短除霜时间,还能减少冲霜水的使用量。为此,可在冲霜水池的补水管前设置恒温控制阀,保持水温恒定,并根据不同环境和设备要求进行调整。需注意的是,冲霜水温不宜过高,超过25℃时可能会产生过多水雾,从而对日常运营产生不利影响。

下图展示了冲霜水系统的原理图。

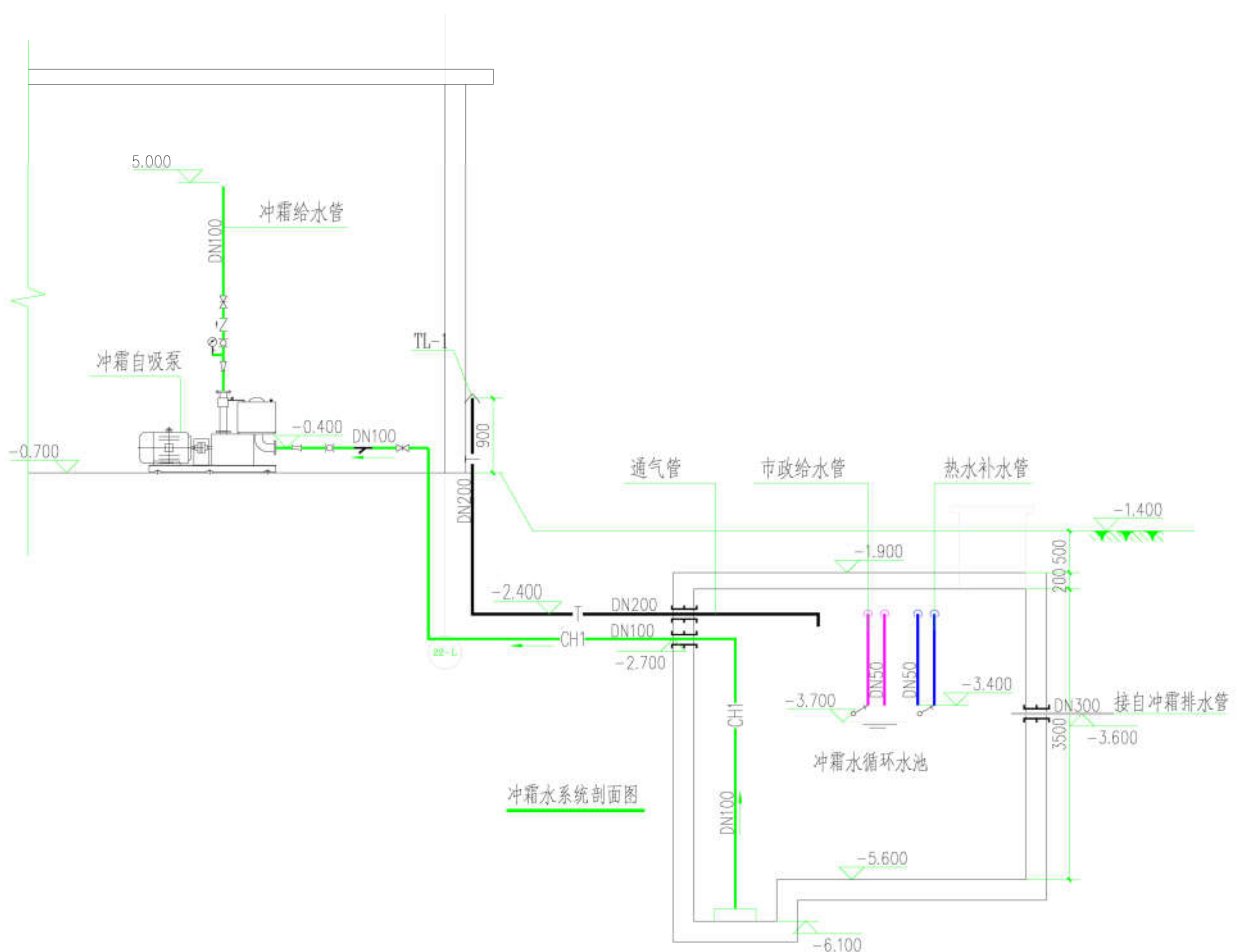


图1 冲霜水系统原理图

对于某些特殊食品(如金枪鱼)的储藏,由于其保鲜和储藏温度通常要求在-55℃至-60℃之间,常规的水

作为冲霜介质已不适用。这种情况下,冲霜系统通常采用丙二醇作为液体介质。丙二醇具有较低的冰点,通常

低于  $-30^{\circ}\text{C}$ ，能够在极低温环境中正常使用。

为满足这一特殊需求，此类冲霜系统一般独立设置，包括专用的丙二醇水箱、管道、附件和循环泵等，且与其他冷库区域的系统分开运行，互不干扰，从而确保系统的高效性和安全性。

为防止特殊情况下冲霜水或融霜水在管道内结冰，冲霜和融霜给水管道的设计应考虑坡度，并确保管道坡向冷风机或泄水装置。同时，当环境温度低于  $0^{\circ}\text{C}$  时，应采取可靠的防冻措施。例如，对于需要保温的融霜排水管道，可采用电伴热保温，其具体做法可参照图集《16S401》。

在设计包含不同楼层或不同温度冷间的系统时，冲（融）霜排水管不得直接连通，应在排水系统中设置水封装置。水封的存水弯深度不得小于  $50\text{ mm}$ ，以防止不同冷间之间发生气体串通、冷气外泄或异味传播。此外，在温差较大的冷间中，管道还可能因温差而冻裂，因此合理设计尤为重要。

冲（融）霜排水管道及冷间地面排水管道的出水口需设置水封，或者在室外设置水封井。水封的主要作用是防止冷间内冷气泄漏和外界排水管道中有毒气体通过管道进入冷间，确保冷间内部卫生环境的安全。

#### 4 消防

冷库制冷机房应设置室外消火栓，其布置需遵循以下原则：消火栓与制冷机房门口的距离不宜小于  $5\text{ m}$ ，且不应大于  $15\text{ m}$ 。一方面，消火栓可用于灭火降温；另一方面，在机房制冷剂泄漏时，室外消火栓可通过形成水幕，为制冷机房内人员疏散和抢修人员进入机房关闭相关阀门提供保护。

根据规范要求，冷库氨压缩机房的进出口处应配备室内消火栓，并配置开花直流水枪，用于一定程度上的隔绝作用。此外，在氨制冷机房的贮氨器上方，应安装局部水喷淋系统。根据《自动喷水灭火系统设计规范》（GB50084-2017），氨压缩机房的火灾危险等级为严重危险级，火灾水平蔓延速度较快。由于闭式洒水喷头难以及时有效覆盖着火区域，建议选用雨淋系统，并采用开式喷头<sup>[1]</sup>。

雨淋系统的喷水强度和作用面积应符合《自动喷水灭火系统设计规范》（GB50084-2017）表5.0.1的规定值。开式喷头的保护面积应根据贮氨器的占地面积确定，且每个雨淋报警阀控制的保护面积不宜超过表5.0.1中的规定值。根据计算得出的雨淋系统流量，在满足需求的前提下，雨淋系统的水源可直接由消防给水系统提供。该系统对贮氨器起到了有效的冷却和防护作用。

冷库穿堂及楼梯间应设置消火栓和灭火器，以确保

在发生火灾时消防队员能够快速取用消火栓，普通人员也能迅速使用灭火器遏制火势蔓延，从而保护人员撤离。由于冷库环境常年处于低温高湿状态，火灾发生概率较低，加之低温和可燃物少的特点，初期火灾一般蔓延较慢且可控。因此，冷藏间内通常无需设置消火栓。但在冷库穿堂及楼梯间内设置的室内消火栓必须符合相关规范要求，确保场所每个点均有两股充实水柱同时保护。

当冷库穿堂及楼梯间的环境温度介于  $0^{\circ}\text{C}$  至  $4^{\circ}\text{C}$  之间时，可采用干式室内消火栓系统。干式系统应保证充水时间不超过  $5$  分钟，并在系统最高处设置自动排气阀，以确保系统正常运行。

冷库自动灭火系统设计要求

##### 4.1 适用场景

第一 设计温度高于  $0^{\circ}\text{C}$  的高架冷库；

第二 设计温度高于  $0^{\circ}\text{C}$  且任一防火分区建筑面积大于  $1500$  平方米的非高架冷库；

上述情况下，应设置自动灭火系统。

##### 4.2 系统形式

自动灭火系统宜采用自动喷水灭火系统。对于冷藏间内设计温度不低于  $4^{\circ}\text{C}$  的情况，应采用湿式自动喷水灭火系统。湿式系统可通过快速响应的喷水装置在初期火灾时有效控火。

当冷藏间设计温度低于  $4^{\circ}\text{C}$  时，应采用干式自动喷水灭火或预作用自动喷水灭火系统。

#### 结束语

冷库设计需要结合食品冷藏相关知识，并充分考虑当地气象条件和人文环境，通过系统化的工程设计确保冷库的功能完善。在设计过程中，应对冷库的设计、安装、操作以及运营管理技术进行全面深入的分析，力求在满足运行要求的前提下，实现节能环保的目标。

随着技术的现代化发展和人民生活水平的不断提高，冷库设计应秉持以下原则：安全可靠、节约能源、环境友好、经济合理、先进适用。通过优化技术方案和管理措施，确保冷库在运行中的能效最大化，并与现代化需求和可持续发展理念相适应。

#### 参考文献

- [1] 邱军, 李咏梅, 李军, 叶蓉. 食品超低温冷库的冲霜. 给水排水, 2004, (3): 38 ~ 39
- [2] 何政斌, 金海城, 周炳强, 等. 变频调速变压变流量供水设备的研制及运行效果分析. 给水排水, 1998, 24(10): 59 ~ 63
- [3] 李刚. 无负压管网增压设备应用探讨. 给水排水, 2004, 30(4): 88 ~ 91