



“冷链物流中心统筹规划及工程建设”系列连载之三

冷链物流中心主要工程项目内容与项目进度计划

□ 北京启达乔泰咨询有限公司 霍青梅 李彦杰

本章涉及内容较多，仅对与“冷链”及“物流”相关的重点及笔者认为较关键的部分进行细致描述。同时，本文涉及的一些技术应用方面的内容是在国外及中国台湾地区使用较为普遍的做法，其中一部分可能在国内无此类相关技术规范，或与国内的做法有较大差异，供业界参考。在实际应用时，应以个案及当地规范为准。

冷链物流中心的土建与钢结构工程

第一讲中提到冷库建造结构的选择，并且比较了传统的土建结构（钢筋混凝土结构）冷库、钢结构冷库及库架合一结构冷库的优缺点。从工程项目的角度来看，三者土建工程所占的比重依次减小，在钢结构冷库和库架合一冷库中，土建部分重点在基础地梁、码头区的各型机坑预留的结构处理、地层及地面处理方面。

通常，码头的设计高度是经过数据分析后依据进出货车辆的配置情况而进行设计的。进出货以小车为主时，一般将码头设计

为1米高，再通过调节板来调整小车高差，局部地面下挖35厘米以配置大车停靠，基础地梁与码头1米的设计高度相匹配规划；进出货以大车为主时，一般将码头高度设计为1.35米，通过调节板调整大车高差，局部地面垫起35厘米来配置小车停靠，基础地梁与码头1.35米的设计高度相匹配规划。

1. 地层处理方式

地层处理方式的规划在冷链

物流中心的施工细节规划中占有十分重要的作用，直接影响着冷链物中心的保温性能、防冻突能力、卫生清洁水平、地面的平整程度等方面。对于温层在 -18°C 以下的大型冷链物流中心的库区，一般都要做地下防冻突的地层处理。下面介绍三种地层处理方式。

(1) 做基础沉台（也称架空层）

这是目前国内大型冷冻库常用的做法，是在库内完成面以下做2米左右的架空层，内部每隔



基础地梁处理



地梁与码头机坑搭配设计



以大车码头为主的大小车码头搭配设计
(小车停靠区域垫起35厘米)



以小车码头为主的大小车码头搭配设计
(大车停靠区域下挖35厘米)



使用沉台方式地层处理后的冷库室外侧



使用预埋水泥管方式地层处理后的冷库室外侧



使用PVC管处理及依规则地层处理后的冷库室外侧

50 厘米砌砖墙或直接做架空，并在基础外侧做百页装饰。此种方式的优点是能做到防冻突，缺点是架空层内经常藏污纳垢，内部无法清理，会影响到地面上层冷库内存储食品的卫生。同时，采用此种地层处理方式时，若在码头区再做升降平台机坑、尾板机坑及调节板机坑时，在结构处理上较为复杂，一些冷库在设计时许多机坑由于无法设计进去，造成物流运作不便利。

(2) 预埋水泥管通风

这是目前国内在地下水位较高地区的大型冷冻库设计时较为常用的方法，即在冷冻库地下埋水泥管并夯实，用于通风及部分地下水的排水。此种方式的优点是地下不会藏污纳垢，能保证地面上层食品的卫生安全，同时，在结构上便于设计码头区各类机坑。缺点是不能完全做到防冻突，当地下水上来较快时，依然会使库内产生冻突，存在安全隐患。

(3) 预埋 PVC 管

此方式在国外及我国台湾地

区使用较为普遍。与水泥管不同的是，PVC 管可以设计回弯及开孔。在 PVC 管预埋时，两侧每隔 20 厘米会开直径 2 厘米的孔，依据物流中心的跨度做回弯或其他形状，并使用碎石级配做回填，同时规划泄水坡度。此方式即能保证卫生安全及配合码头结构处理，同时又能保证完全防冻突，消除安全隐患。

2. 物流中心楼地板的处理

国外大型冷链物流中心的楼面一般采用双层双向双层钢筋混凝土地面中间夹保温板（XPS）的方式进行处理。冷冻库 XPS 板厚度一般为 15 厘米，冷藏库为 10 厘米。因目前常用的 PU 库板的耐撞击性较差，而冷链物流中心内部常使用叉车作业，因此在上层楼地板设计时，应考虑上层钢筋在隔墙处预留女儿墙的配筋。女儿墙配置应与库内的整体布局相配套，统一与其他防撞设施一起规划。与防撞类设施配套的土建部分在许多节点处都预埋件，此部分需要提前与地层钢筋做焊接处理，以使冷链物流中心内部各功能的防



库内起防撞保护库板功能的女儿墙



XPS板上层扎筋时防撞杆及防撞角铁的预埋

撞设施真正达到最佳效果。

与常温物流中心相比，冷链物流中心在钢结构设计施工时，建议注意以下问题：

1. 冷桥处理。主要在库板与钢结构连接点、库板吊挂节点、风机吊挂节点等。
2. 码头防撞钢梁处理方式。
3. 钢结构剪刀撑的处理方式。如改为门型撑，以便物流动线更加顺畅，或者货架布局最合理。
4. 库板包钢结构柱的处理方式。

除此之外还有一些其他问题，在此不做赘述。

制冷系统与库板工程

在冷库施工中，制冷系统与库板工程这两部分经常由同一施工单位承建，这样一旦在降温过程中遇到问题，不会产生责任界定不清的情况。但实际上，这两部分属于完全不同的专业领域。

制冷系统主要硬件及控制软件由以下几部分组成：制冷主机、制冷风机、制冷管路及阀门、制冷控制系统。

表1 制冷系统的各种除霜方式

除霜方式	电加热除霜	水除霜	热气除霜（热氨或热氟除霜）
简单说明	在蒸发器鳍片加装电加丝进行除霜	蒸发器上端安装水管，在冲霜时，电磁阀打开启动水泵，水自上而下淋下，并在下部安装较大的排水管	利用冷凝过程产生的热气冲至蒸发器进行除霜
初始投资	初期投资较少	初期投资介于两者之间（投资中需考虑循环水的投资部分）	初期投资阀门及控制点较多，投资相对较大
后期运营成本	后期运营成本较高	若除霜水能做到循环使用，则后期运营成本较低	属于热回收类，后期运营成本较低
除霜故障时的风险	风机会发生严重积霜情况	大量水通过水管溢出，并在库内迅速结冰，待人员发现时，可能会产生较严重后果	风机会发生严重积霜情况
故障处理的难易程度	更换电热丝较容易	在冷冻库内处理大面积结冰及更换冲霜水管路较为困难	更换阀门较容易
现实使用情况	大多数中小型氟系统冷库使用电热除霜方式，部分大型氨系统冷库也使用此方式	较多大型氨系统冷库使用水冲霜方式	因投资因素、客户未做硬性要求因素、以及技术因素，只有部分大型氟及氨系统冷库使用热气除霜方式。同时，一些采用此除霜方式的冷库由于技术不到位，除霜效果不理想

制冷系统冷媒的选择在第一章中已进行分析，本章重点介绍制冷系统的各种除霜方式，详见表1。

在此以一个面积为2500平方米的冷库为例，在不涉及制冷主机、风扇、水泵等的耗电情况下，进一步比较电热除霜与另外两种除霜方式在营运成本方面的差别。假设冷库设计温度为 -20°C ，设计层高为8.6米，设计风机为10台。此规模的冷库电热除霜的总功率

约为240kW，假设每天需除霜四次，每次0.5小时，假设综合电费为1.13元/度，则每年因使用电加热方式进行风机除霜，需要支付约19.79万元的电费。

经过三种除霜方式的比较后，笔者建议使用热气除霜方式。

目前，大多数冷链物流中心的建设业主均已了解到，冷库板材质的好坏对冷库的保温性能及使用寿命会产生较大影响，在材料采购时往往比较重视；同时，业



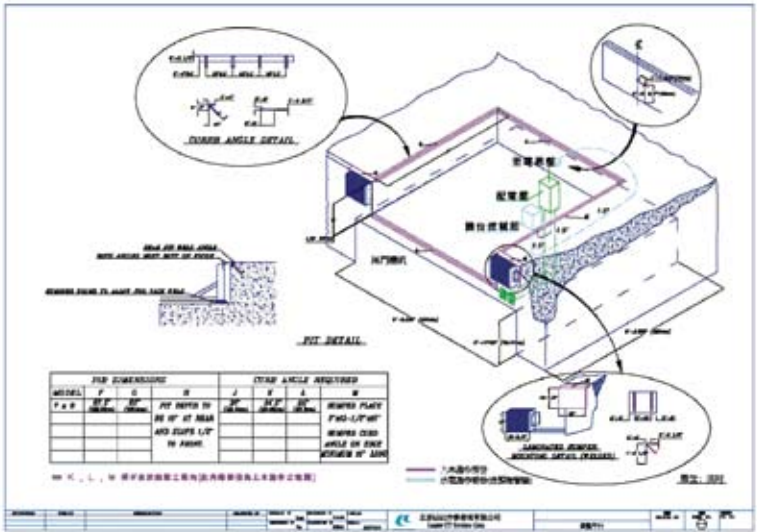
主对施工细节及施工品质无法直接掌控,因此这方面往往无法受到重视。现实中,大多数冷库的结冰、霜、雾、冷凝水等情况发生的原因均是由于施工细节不到位或施工品质不到位造成的,也经常可以看到,用相同的材料及设备建成的冷库,其品质有所不同。

一般来说,冷库施工品质不到位的原因主要有两方面:(1) 业主无细部规范要求,各施工单位依自有标准进行施工。施工品质取决于施工单位。(2) 业主有细部规范要求,但现场实际监督、施工不到位,施工单位未依规范执行。

码头设备工程与货架工程

冷链物流中心的码头设施主要包括:码头滑升门、码头门罩(或门封)、码头防撞垫、码头防撞杆、码头调节板、码头升降平台、码头区车辆尾板机坑等。码头设备在安装前需做预埋件、预做钢梁、预留机坑等,一般情况下需与码头区的土建工程及钢结构工程交叉施工。此部分在工程建设中属于隐蔽工程,如果隐蔽工程的施工细节做不到位,冷链物流中心码头区后期的维护成本将会较高。

以码头调节板机坑及车辆尾板机坑的预处理施工大样图为例,机坑的实际尺寸应根据业主采购的调节板的型号尺寸进行调整。即现场土建在施工到预留机坑时,业主应事先确认码头调节板的厂



码头调节板机坑及车辆尾板机坑的预处理施工大样图

商及型号尺寸,以避免后期因施工调整而产生多余的成本。

货架是冷链物流中心内部重要的存储设备,在冷链物流中心规划设计时,应先确认货架的类型、存取货方式、货架布局、通道布局等。货架的选型一般是经过数据分析,同时在权衡各型货架的投资成本后最终确认选型,并体现在规划设计方案中。冷链物流中心内部存储区的结构柱网、风机布局位置、除霜排水管位置、照明位置均应依货架布局而确定,其基本原则是尽量不影响货架区的存储规模,保证存量最大化。

以下是冷链物流中心常用的几种货架类型的优缺点分析:

1. 驶入式货架

货架投资成本较低,存量较大,但进出货作业效率较差,比较适合于大批量、少品项、进出货频率较低的存储型为主的冷库。当品项较多且每一品项存量不是很大

时,并不适合使用驶入式货架。

2. 横梁式货架

货架投资成本较低,通道较多,存量相对较小,适合用于物流作业比较频繁的冷库,物流作业效率较高。

3. 后推式货架

货架投资成本较高,存量较大,既适用于以存储型为主的冷库,又适合物流作业比较频繁的冷库,物流作业效率较高。

4. 带穿梭台车的货架

此类货架类似于驶入式货架,可与自动台车搭配使用。货架本身的投资成本较低,存量较大,但需购买穿梭台车,每台车需多投入 20 万元左右,因此在采购时需核算总成本。此类货架的物流作业效率较驶入式货架高,但比横梁式货架低。

(未完待续) [物流技术与应用](#)

(下期预告:冷链物流中心工程项目执行与工程项目管理)