

我国冷链物流技术现状和发展对策

周远

行业背景：易腐食品浪费巨大

易腐食品

常温下容易腐败变质的食品，包括水果、蔬菜、肉类、水产品、奶制品、饮料等。

产量巨大、腐损率高

2009-2014年我国主要易腐食品总产量（万吨）（国家统计局）

年份	水果	蔬菜	肉类	水产品	蛋类	乳制品
2009	20395.51	61823.81	7649.75	5116.4	2742.47	3677.7
2010	21401.41	65099.41	7925.83	5373	2762.74	3747.96
2011	22768.18	67929.67	7965.1	5603.21	2811.42	3810.69
2012	24056.84	70883.06	8387.24	5907.68	2861.17	3875.4
2013	25093.04	73511.99	8535.02	6172	2876.06	3649.52
2014	26142.24	76005.48	8706.74	6461.5	2893.89	3724.64

- 2014年各类易腐食品的产量总和达12.39 亿吨；折合人民币6800多亿。
- 果蔬、肉类和水产品的流通腐损率分别达到20-30%、12%、15%，仅果蔬每年损失达1000亿元以上（国家发改委，农产品冷链物流发展规划（2010））。

行业背景：政策环境利好

- 2009年国务院印发《物流业调整和振兴规划》；
- 2010年中央1号文件中第11条明确要求“完善鲜活农产品冷链物流体系，完善鲜活农产品绿色通道政策”；
- 2010年，国家发改委编制了《农产品冷链物流发展规划》；
- 2012年2月，中央一号文件提出“加快发展鲜活农产品连锁配送物流中心，支持建立一体化冷链物流体系”的要求；
- 2012年7月，农业部要求“加强主产区田头预冷、冷藏保鲜等设施建设，提高冷链物流水平，加快转化冷链配套装置和具有良好应用市场前景的农业科技成果”；
- 2014年，中央一号文件进一步提出“加快发展主产区大宗农产品现代化仓储物流设施，完善鲜活农产品冷链物流体系”的要求；
- 2014年10月国务院印发《物流业发展中长期规划（2014—2020年）》；
- 2014年12月，国家发展改革委、财政部、商务部等10部门联合发布《关于进一步促进冷链运输物流企业健康发展的指导意见》；
- 2015年8月19日，国务院总理李克强主持召开国务院常务会议，通过了《关于促进大数据发展的行动纲要》，发展现代流通业建设。

项目背景

- 冷链物流是保障食品安全和降低流通腐损率的急需技术手段；
- 我国冷链物流产业发展的政策环境良好；
- 研究冷链物流**技术现状**，分析我国冷链物流**技术存在问题**，提出冷链物流中**关键技术和****发展对策**具有重要意义。

项目内容

1. 我国冷链物流**技术现状**调研
2. 我国冷链物流技术的**存在问题**
3. 国内外冷链**关键技术**调研及分析
 - 冷加工（预冷、速冻）
 - 冷冻冷藏
 - 冷藏运输
 - 冷链信息化
4. 我国冷链物流技术的**发展建议**

技术现状与分析



➤ 冷加工（预冷、速冻）

➤ 冷冻冷藏（冷库）

➤ 冷藏运输

➤ 冷链信息化

➤ 冷链标准与人才培养

预冷技术：定义与分类

定义

预冷是农产品快速冷却，是运输、贮藏或加工以前必不可少的环节，预冷操作必须在产地园艺产品采收后立即实施，目的是迅速除去田间热，降低呼吸强度，减少微生物的侵袭，防止园艺产品的腐烂，最大限度地保持园艺产品的新鲜品质。

分类

- 压差预冷
- 真空预冷
- 冰预冷
- 冷水预冷

发展现状

- 1988年从日本引进了压差预冷通风装置和真空预冷装置；
- 1999年北京市农林院建造了国内首座40吨/日预冷能力的果蔬压差预冷库；
- 天津商业大学对果蔬也进行了大量压差预冷技术研究；
- 真正采用预冷加工的果蔬估计只占5%左右，而产地预冷在日本占90%以上。

存在问题

- 预冷环节缺失（**冷链最薄弱环节**），产地专用预冷设备严重缺乏
- 预冷工艺不完善
- 能耗大、成本高

关键技术

- 预冷工艺研究
- 真空预冷
- **压差预冷**
- **流态冰预冷**

流态冰预冷

流态冰

热容大、可流动、预冷快

蓄能

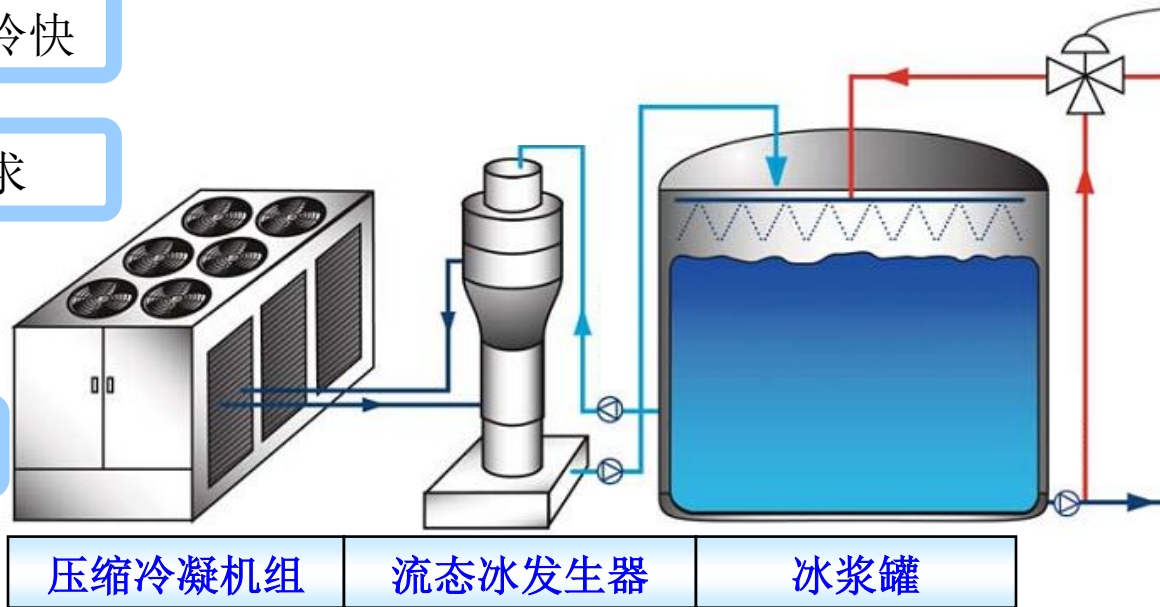
减少田间地头动力需求

直接预冷

不破坏物体表面

间接预冷

易与差压、气调结合



速冻技术：分类与比较

速冻设备形式可分为强烈鼓风机式、流化床式、隧道式、螺旋式、接触式及直接冻结式六大类型。

各类型速冻设备优缺点

分类	优点	缺点
强烈鼓风机式	冻结速度较快	冻结不均匀，能耗大，生产成本低
流化床式	冻结均匀、速度较快	只适用于颗粒状物料的速冻
隧道式	冻结速度较快	装备占地面积大，结构复杂，能耗大
螺旋式	结构紧凑，生产能力大	能耗大，生产成本较高
接触式	能耗低	不能进行连续性生产
直接冻结式	冻结速度快	对冷媒的要求较高

发展现状

- 近年来我国速冻食品行业发展快速，从2007年的192亿余元上升到2013年的649.81亿元，年复合增长率达到30.42%，同时涌现出一大批知名品牌；
- 国内速冻机生产厂家为适应中国市场的需要已研制出多种形式的速冻机，并占据了90%以上的市场份额。

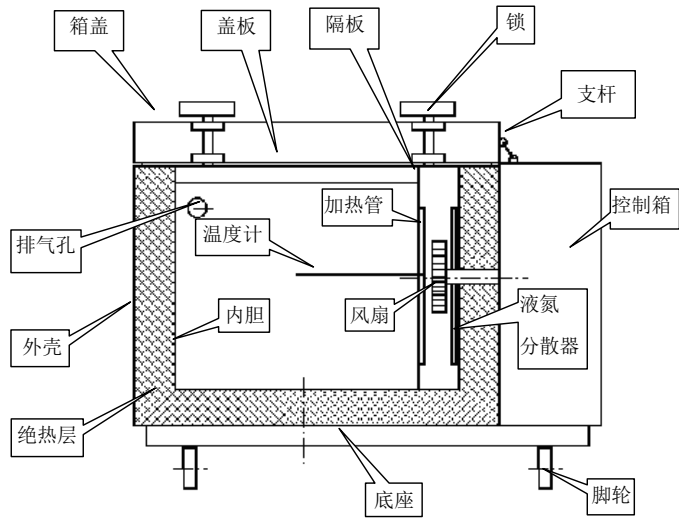
存在问题

- 速冻设备的适应性差
- 自动化水平低，故障率高
- 能耗大，速冻设备的耗电量约占冷冻食品加工厂总耗电量的30-50%

关键技术

- 超低温速冻技术

超低温速冻技术



超低温速冻装置原理图



超低温速冻装置



普通速冻效果



深冷速冻效果

冷库：发展现状和存在问题

发展现状

- 2010年我国冷库总容量为880万吨(国家发改委《农产品冷链物流发展规划》)；
- 2014年，全国冷库保有量达到3320万吨。相比于2013年2411万吨，增长了36.9% (《中国冷链物流发展报告》)；
- 新建冷库以大型和超大型冷库群为主，集中在果蔬、畜牧业农产品产地以及物流园区或物流中心；
- 变频技术、 NH_3/CO_2 系统开始应用。

存在问题

- 冷库分布不均衡，空库率较高；
- 传统冷库服务能力亟待提升；
- 涉氨冷库安全问题；
- 冷库单位容量能耗大；
- 我国特种功能型冷库欠缺。

冷库：涉氨冷库安全问题

长春市宝源丰，2013. 6. 3

- 121人遇难，77人受伤
- 电气短路 — 火灾 — 氨管道爆裂泄露



上海翁牌冷藏，2013. 8. 31

- 15人遇难，7人受伤
- 管帽焊缝缺陷+热氨融霜违规操作造成泄露



某食品公司，2013. 11. 28

- 7人遇难，6人受伤
- 氨泄露

- 近6年，我国较大冷库事故报道不少于110起；
- 2014年底，涉氨制冷企业近2.3万家，专项治理期间，限期整改企业占52%，停产停业整改企业占10%，取缔关闭企业7%，排查存在重大安全隐患4000余处。

冷库：能耗问题

冷库耗电量对比

- 目前冷库容量取3000万吨
- 冷库耗电平均每吨每天用电0.6度
- 每年我国冷库耗电65 亿 kWh

中国	平均水平	年均54 kWh/m ³
日本	行业先进水平	年均32 kWh/m ³
英国	行业先进水平	年均16 kWh/m ³

日本英国数据引自李夔宁等. 冷库节能途径探讨, 制冷技术, 2008

单位产品冷库能耗高

关键技术

- 冷库节能技术（精准控温与自动控制）
- 涉氨冷库安全技术，包括氨低充注、氨泄漏监测预警/应急处置技术
- 超低温冷库技术

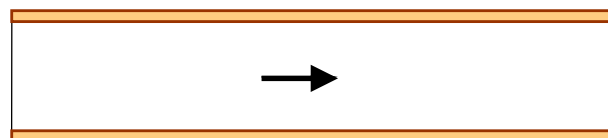
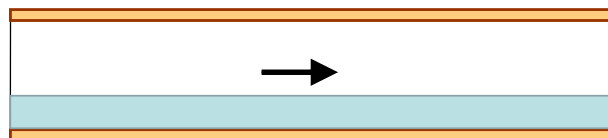
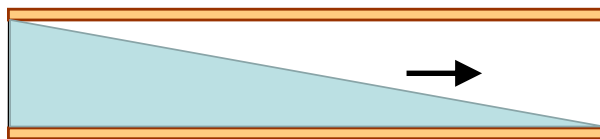
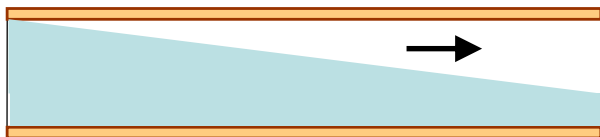
涉氨冷库安全技术



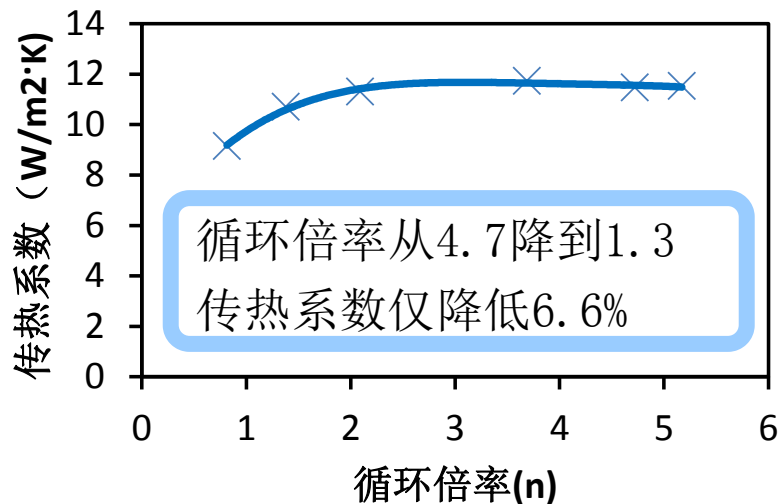
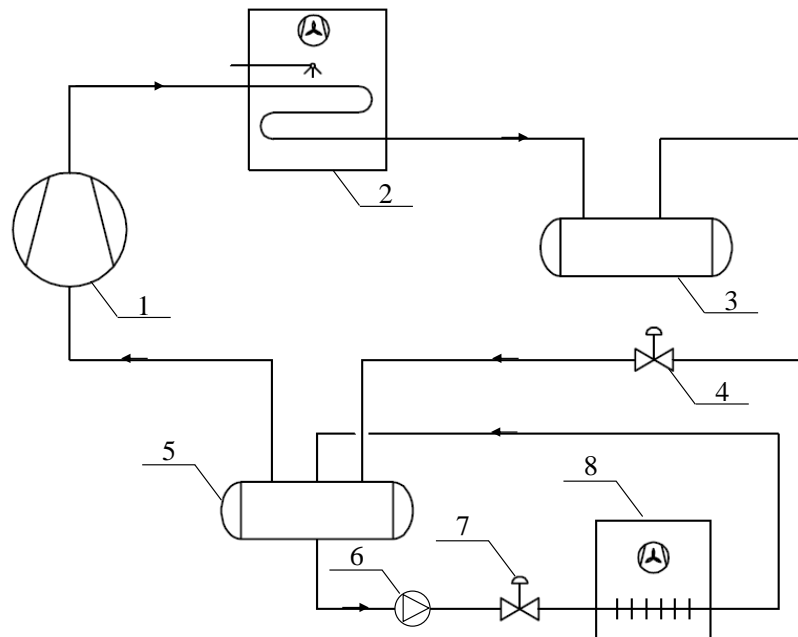
减少用氨量 (循环倍率)

循环倍率
从4降为1

蒸发排管
减少60%

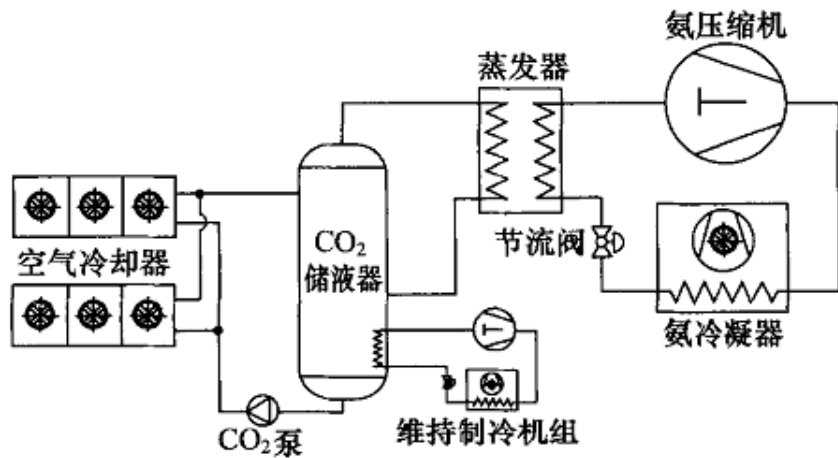


回气管
减少90%

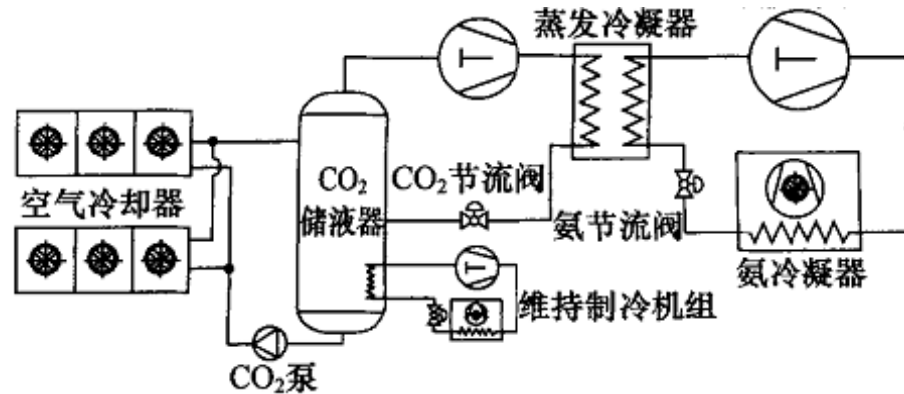


涉氨冷库安全技术

减少用氨量



载冷剂系统



NH₃/CO₂复叠式制冷系统

CO₂/NH₃复叠式制冷系统与传统两级压缩氨系统的安全水平比较

	压缩机设备机房		冻结-包装库房	
	NH ₃ /NH ₃	CO ₂ /NH ₃	NH ₃ /NH ₃	CO ₂ /NH ₃
最大充氨量	8660	40	260	无
假设全部泄露时, 产生氨蒸汽浓度 (g/m ³)	1487 (达到爆炸浓度)	16未达到爆炸浓度	185	无
假设爆炸时, 产生的破坏半径 (m)	33	不会爆炸	6	无
假设泄露时, 产生的污染半径 (m)	2500	50	460	无

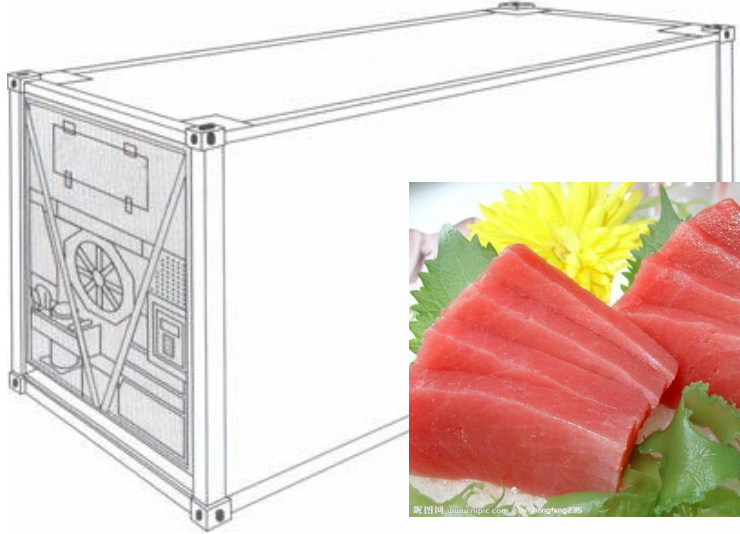
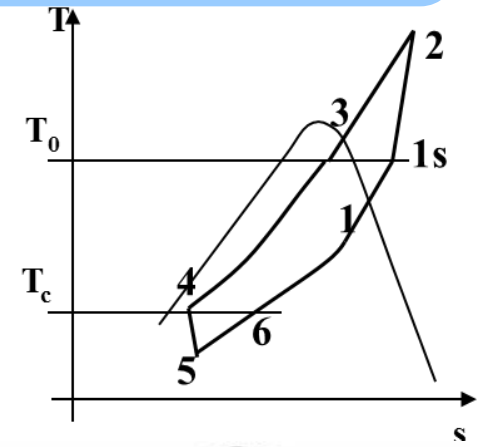
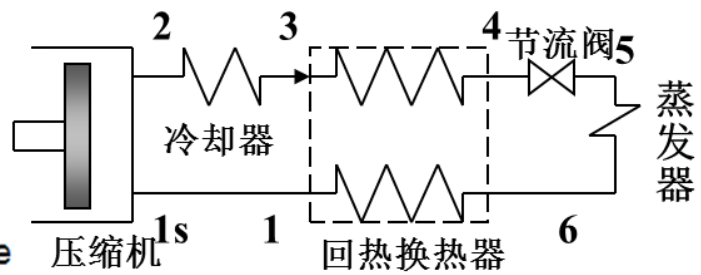
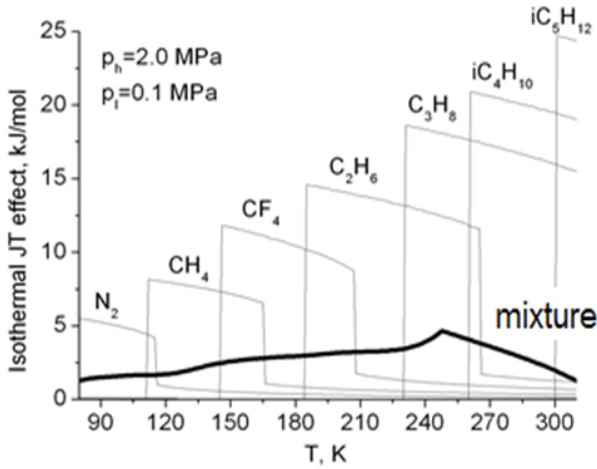
超低温冷库技术

核心技术

- 混合工质
- 单级压缩

特色优势

- 全温区：-40℃~-186℃
- 系统效率高：20%以上
- 结构简单，造价低：20%以上



冷藏运输：现状与需求

发展现状

- 公路冷藏运输车以卡车、拖车为主，制冷方式多样，包括冰、干冰、蓄冷板、低温制冷剂系统、机械制冷等；
- 近几年，我国冷链运输发展迅速，公路冷藏运输占货物运输总量的份额不断上升，2014年我国的冷藏车和保温车保有量为7.6万辆。

存在问题

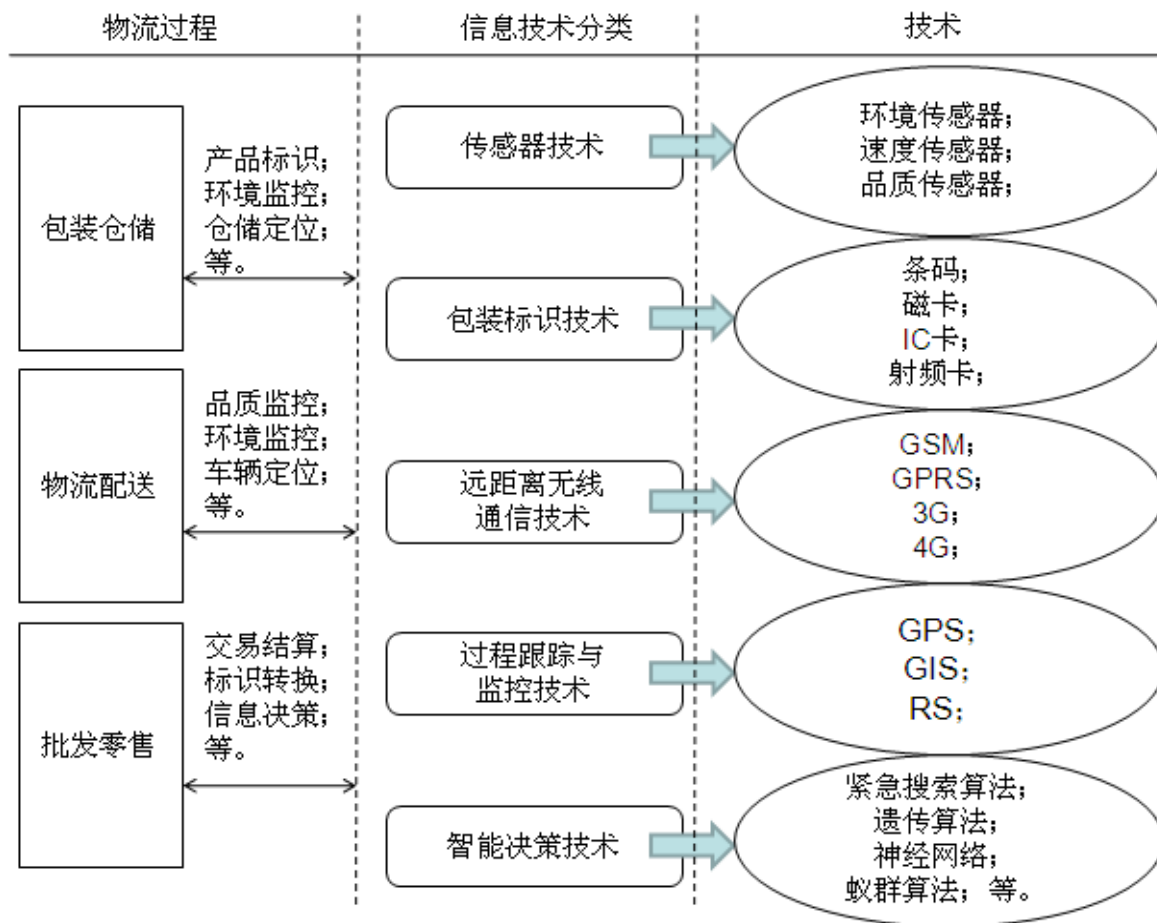
- 投资和运营成本高
- 不同种类易腐食品同车运送问题
- 运输过程温度和食品品质监测缺失
- “最后一公里”配送是非常薄弱环节

关键技术

- 低温工质气化冷藏车
- 冷藏运输节能技术
- 蓄冷冷藏车技术
- 多温区、多空间冷藏车技术
- “最后一公里”便携式冷藏设备

冷链信息化：技术体系构成

冷链信息化主要是利用现代传感器技术、通信技术、网络技术以及数据库技术，将冷链中的各个要素信息汇总至数据库，用以深入开发并合理利用冷链资源。



冷链物流信息技术体系结构图

发展现状

- 我国整个物流行业的信息化进程起步较晚，总体水平不高，具体到冷链物流尤其如此；
- 在技术方面我国与国外差别不大，但是在产品和应用方面差别较大。

存在问题

- 冷链物流信息感知能力弱
- 信息“断链”
- 设备与预测或决策模型耦合度低

技术需求

- 信息感知技术
- 食品安全溯源技术
- 冷链大数据技术

发展建议

(一) 推进冷链物流关键技术的专项研究

- 1、高效、精准冷链装备研究和开发
- 2、氨制冷系统安全技术研究
- 3、冷链物流信息化技术研究与开发
- 4、易腐食品流通品质控制方法体系研究

(二) 建立冷链物流装备产业的产学研用管技术平台

(三) 梳理和完善冷链物流标准体系，制定冷链物流装备和设施的能效评价标准

(四) 开展认证评定工作，加快高能效、高安全性冷链物流装备的示范应用

基础研究

- 易腐食品与不同冷却介质的传热传质；
- 低温环境不同食品布置情况气流组织优化。

关键技术

- 混合工质内复叠
- 无级变容量制冷
- 高精度控温
- 多种适应性调温

装备开发

- 高效低温换热器
- 高效果蔬预冷设备
- 多温区储运设备
- 气调储藏设备
- 超低温冷冻和速冻设备
- 便携式冷藏箱

一、总体要求

1、指导思想

着力构建符合我国国情的全链条，网络化、严标准、可追溯的新模式，高效率的现代化冷链物流体系，满足居民消费升级需要，促进农民增收，保障食品消费安全。

2、基本原则

市场为主、政府引导，强化企业市场主导地位，激发市场活力和企业创新动力。

3、发展目标

到2020年基本建立“全程温控、标准健全、绿色环保、应用广泛”的冷链物流服务体系，冷链物流企业信息化、标准化水平大幅度提升，食品质量安全得到保障。

二、健全冷链物流标准和服务规范体系

三、完善冷链物流基础设施网络，加强对冷链物流基础建设的统筹规划，逐步构建覆盖全国主要产地和消耗地冷链物流基础设施网络。

四、鼓励冷链物流企业经营创新，大力推广先进的冷链物流理念和技术，加快培育一批技术先进、运行规范、核心竞争力的专业化、规模化冷链物流企业

五、提升冷链物流信息化水平
大力发展“互联网+冷链物流”，构建“产品+冷链设施+服务”信息平台”。

六、加强冷链物流技术装备创新和应用

七、加大行业监管力度

有关部门要依据相关法律、法规在销售终端监管冷藏、冷冻设施和贮存温度控制等。

八、创新管理体制机制

国务院各有关部门要系统梳理冷链物流领域相关规定和政策法规。

九、完善政策支持体系

要加强调查研究和政策协调，加大冷链物流理念和重要性的宣传。加强冷链物流人才培养，支持高等学校设置冷链物流相关专业和课程。

十、加强组织领导，各地区、各有关部门要充分认识冷链物流对保障食品质量安全，促进农民增收，推动相关产品发展，促进居民消费升级的重要作用。

把推动冷链物流行业发展作为稳增长，促消费，惠民生的重要工作抓好。