



疫苗冷链 设备的发展现状

- 申江
 - 天津商业大学 教授
 - 国际制冷学会冷藏专业委员会副主席
 - 中国制冷学会常务理事
 - 天津市制冷学会常务副理事长
 - 2021-4-8 上海
- 
- 

内容

疫苗冰箱

疫苗冷库

疫苗运输

疫苗冰箱

容积：4~900多升

被动式疫苗冰箱

- 蓄冷冰箱
- 液氮冰箱

动力驱动疫苗冰箱

- 市电冰箱
- 太阳能冰箱

被动式疫苗冰箱-蓄冷冰箱

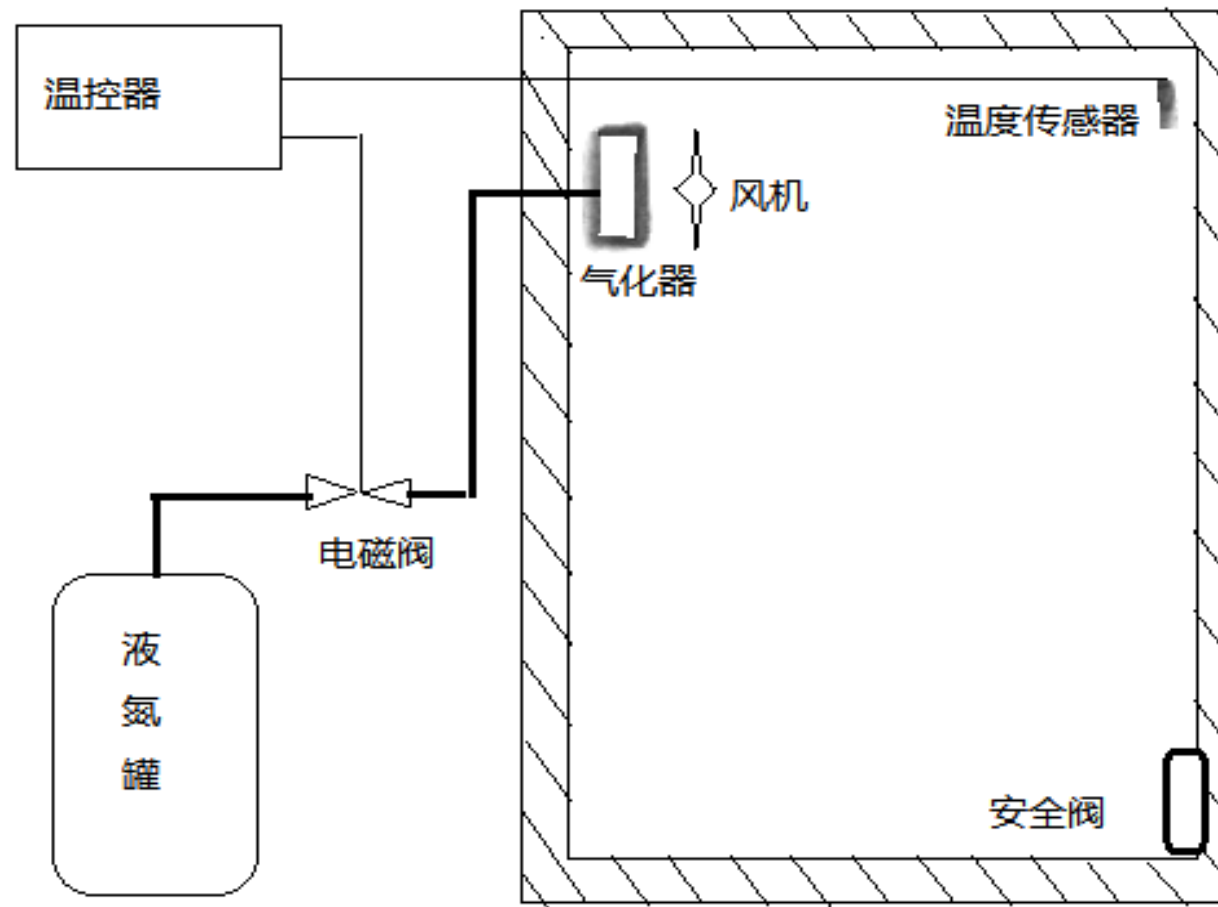
- 容积：25升以下
- 温度：8~-30℃
- 形式：冰袋或冰衬



冰衬疫苗保存箱（图片来自www.aucma.com.cn/product-detail-1177.html）

被动式疫苗冰箱-液氮冰箱

- 温度：-20~-80℃
- 避免操作时人员缺氧



液氮保存箱原理图

动力驱动疫苗冰箱-电冰箱

- 温度：2~8℃冰箱，-20~-30℃冰箱和-60~-80℃
- 制冷剂：R600a、R290、R134a、R290/R170、三元碳氢工质

温度：2~8℃

有效容积：281升

制冷剂：R600a

保温层：35mm

耗电量：0.5kWh/0.6kWh

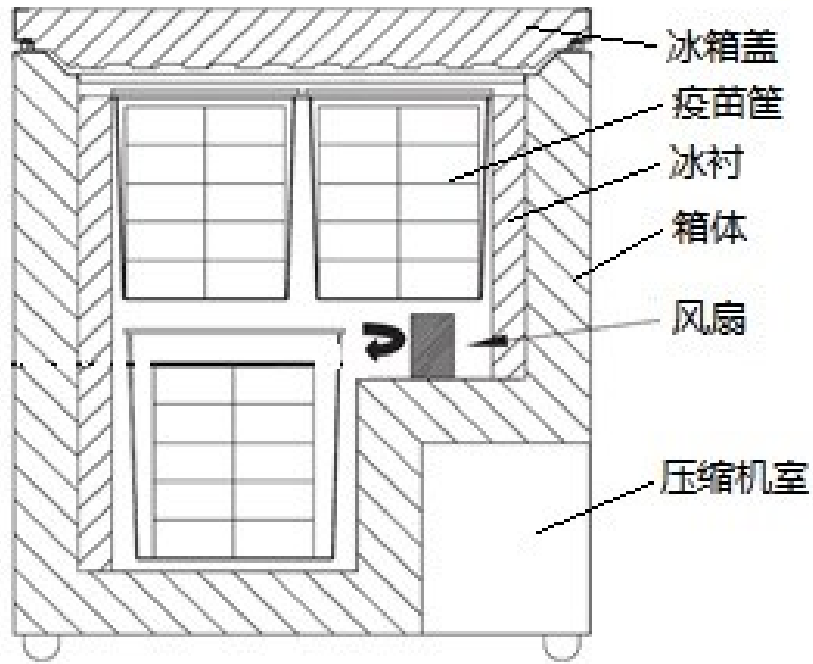
控制功能：自动融霜、高低温报警、开门警示、传感器故障报警、电源故障报警、USB接口等

控制器备用电源：48h

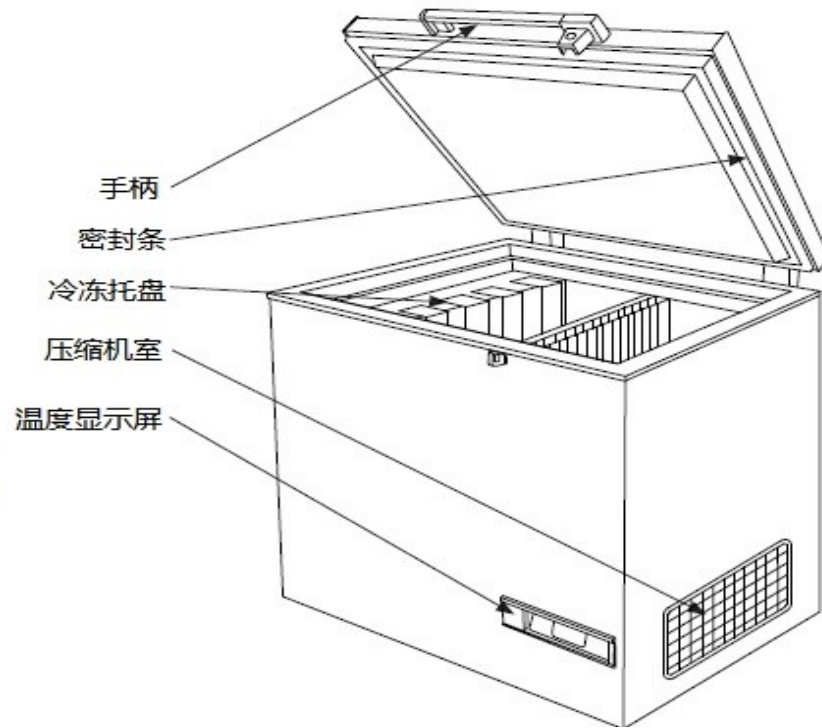


丹麦VESTFROST立式冰箱

动力驱动疫苗冰箱-冰衬/冰袋电冰箱



冰衬疫苗冰箱示意图



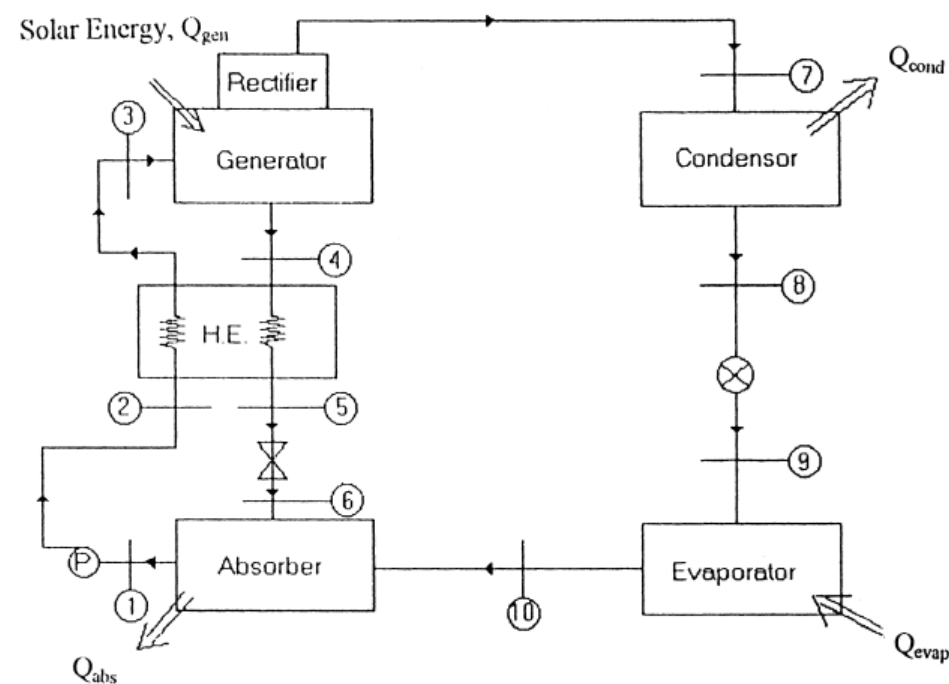
VESTFROST MF-314冰袋疫苗冰箱

- 温度：-18~-28℃
- 制冷剂：R600a
- 容积：281升
- 冰袋：256个

动力驱动疫苗冰箱-太阳能冰箱



太阳能疫苗冰箱（图片来自VESTFROST冰箱说明书）

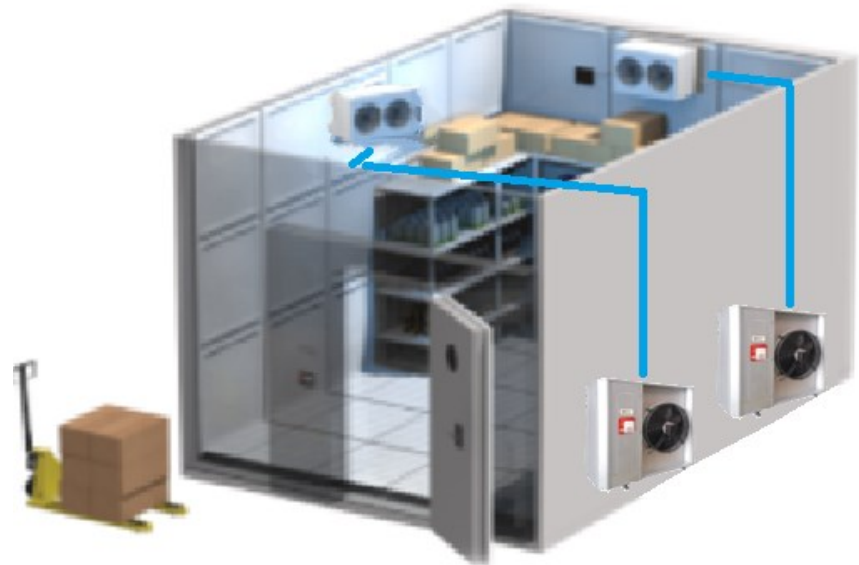


疫苗冷库

- 库温：2~8℃，-20℃（-15~-30℃），-70℃
- -20℃以上冷库，温度波动 $<\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，温度不均匀性 $<6^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度在35%~75%。
- -70℃冷库，温度波动 $<\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，温度不均匀性 $<6^{\circ}\text{C}$ 。
- 根据规定，疫苗储存企业至少要有两个独立的疫苗冷库，可以有多个独立的疫苗冷库，每个疫苗冷库的制冷系统应该是独立的。
- 冷库门不易过大且要设置风幕，-20℃以下的冷库的库门要设置电加热装置。
- 疫苗冷库通常设置缓冲区，温度控制在2-25℃。
- 冷库故障报警功能包括断电、温度、压力、冷凝器脏堵等。

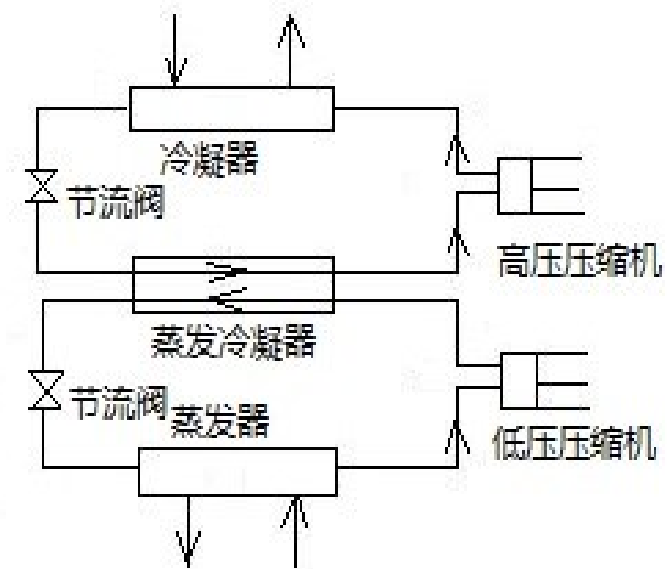
蒸汽压缩式制冷系统冷库

- 疫苗冷库制冷系统需一用一备
- 要有备用发电机组或者是双回路供电电源。
- 每个冷库应配置两台制冷机组，具有自动轮值功能。
- 对于 $2\sim 8^{\circ}\text{C}$ 冷库通常使用强制通风空气冷却器（冷风机），带加热系统，预防库内温度过低。



疫苗冷库示意图（图片来自丹佛斯）

-80℃低温冷库



复叠制冷系统示意图

序号	使用单位	容积m³	库温℃	制冷系统	功率kW
1	绵阳市中心血站	1.5	-80	复叠式制冷系统	12
2	宜宾市中心血站	1.3	-70	复叠式制冷系统	16
3	南昌市中心血站	5.1	-80	复叠式制冷系统	18
4	天津大学	7.8	-80	复叠式制冷系统	24



液氮冷库

疫苗的冷藏运输

保温箱或被动式疫苗冰箱运输

冷藏车运输

冷藏车

- 备用制冷机组可在无外接电源，无发动机驱动下，保证机组正常运行3-5个小时。



总结

- 新冠疫情对疫苗冷链设备起到了极大促进作用，也对疫苗冷链设备提出更高的要求。
- 无论保温箱、冰箱、冷库和冷藏车，对其温度控制的可靠性要求高，并要求温度能够实时监测。