

理论计算与实例分析<sup>1)</sup>

钱妙芬

何元灵

(成都气象学院, 610041) (中国民航飞行学院)

## 提 要

利用蔬菜安全外运用冰量模式,对成都冬春季节3种主要外运蔬菜、三北地区39个发运站、6种常用车型、常规保鲜措施、铁路沿线主要站点气象条件,安全外运的冰量进行计算。并对一个实例进行剖析和论证,为生产部门决策用冰量提供科学依据。

关键词: 蔬菜 用冰量 适运温度 运输气候

## 引 言

每年11月至3月为成都至三北(东北、华北、西北)地区蔬菜外运季节,由于冷藏车的严重不足,每年蔬菜调运量70%—80%靠“土保温”完成,即用普通棚车、敞车代替冷藏车,在车内制作保温层、加冰等措施,而加冰量的多少根据经验决定,因此,在天气异常、运输途中天气突变情况和管理不善等原因就会造成不同程度损耗,甚至全车损失,经济损失严重。

本文针对主要的外运蔬菜(芹菜、菠菜和蒜苔)、6种常用车型、39个发运站,从11月中旬至4月中旬铁路沿线主要站点气象条件安全外运的用冰量进行理论计算。并在多年调查基础上,与多个实例的经验用冰量进行比较分析,加以论证,为科研成果进一步应用于生产佐证。

## 1 蔬菜安全外运用冰量计算模型

根据蔬菜外运的承运气象条件、使用车

型、运距、铁路沿线气象条件、保鲜措施等得到蔬菜安全外运用冰量计算模型<sup>[1]</sup>

$$M = \frac{A}{\lambda} (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6)$$

式中, $\lambda$ 为冰的融化潜热。为使到站卸车后仍能在一定时间内保持承运温度,实际用冰量比理论用冰量增加10%—20%; $A=1.1-1.2$ 。各冷消耗物理量分述如下:

1.1 传热冷消耗 $Q_1$ 

$Q_1 = S_{\text{车}} K_{\text{车}} (t_{\text{外}} - t_{\text{内}}) Z$ , 式中 $S_{\text{车}}$ 、 $K_{\text{车}}$ 分别为棚车或敞车车体的外表面积( $\text{m}^2$ )和传热系数, $Z$ 为传热时间,即运输时间(h); $t_{\text{外}}$ 、 $t_{\text{内}}$ 分别为 $Z$ 时间内车厢外表阴面的平均温度和车内平均温度( $^{\circ}\text{C}$ )。传热时间按铁道部门规定的易腐货物的发到期限取值,即发送当天为1天,到达当天为1天,中间运输时间按每300km运价为1天,每个编组站算1天。

1.2 漏热冷消耗 $Q_2$ 

1) 成都市科学委员会基础研究基金资助。

因车门关闭不严等原因引起的车厢内外热传递。据经验,棚车  $Q_2=0.1Q_1$ 、敞车  $Q_2=0.5Q_1$ 。

### 1.3 太阳辐射冷消耗 $Q_3$

车厢被太阳照射的那部分车体温度升高而进行的冷消耗。 $Q_3=NS_{\text{车}}K_{\text{车}}(t_{\text{阳}}-t_{\text{外}})Z_{\text{阳}}$ , 式中,  $N$  为车厢被太阳照射的面积占总面积的百分数, 近似取作 50%;  $Z_{\text{阳}}$  为计算期间太阳照射车厢的时间(h);  $t_{\text{阳}}$  为车厢被太阳照射面的温度( $^{\circ}\text{C}$ )。

### 1.4 货物降温冷消耗 $Q_4$

$Q_4=m_{\text{菜}}C_{\text{菜}}\Delta t_{\text{菜}}+(m_{\text{筐}}C_{\text{筐}}+m_{\text{温}}C_{\text{温}})\Delta t$ , 式中  $m_{\text{菜}}$ 、 $m_{\text{筐}}$ 、 $m_{\text{温}}$  分别为蔬菜、竹筐、保温材料的质量(kg)。每筐蔬菜 35kg、棚车 600 筐、敞车 720 筐。新鲜竹筐每个重 2kg、每个草袋 3—4kg、每条棉被 5—8kg(数量视季节、运输距离而定);  $C_{\text{菜}}$ 、 $C_{\text{筐}}$ 、 $C_{\text{温}}$  分别为蔬菜、竹筐、保温材料的比热, 具体列于表 1。 $\Delta t$ 、 $\Delta t_{\text{菜}}$  分别为竹筐、保温材料和蔬菜在计算期间的降温度数。 $\Delta t$  取环境温度降至承运温度的差值,  $\Delta t_{\text{菜}}$  计算时间长些, 考虑蔬菜装车前的田间热、呼吸热及装车后环境温度降至承运温度的差值。

表 1 比 热

物 品	芹菜	菠菜	蒜苔	竹筐	草袋	棉絮
比热/ $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$	3.97	3.93	3.51	1.38	1.67	1.10

### 1.5 车体降温冷消耗 $Q_5$

棚车、敞车使用前都未降温、车厢温度与外界温度一致, 而蔬菜装入后, 要求降至承运温度。 $Q_5=m_{\text{车}}C_{\text{车}}(t_{\text{初}}-\frac{t'_{\text{外}}+t'_{\text{内}}}{2})$ , 式中  $m_{\text{车}}$  为车厢的自重(kg),  $C_{\text{车}}$  为车体需冷却部分的平均比热,  $C_{\text{车}}=1.5\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $t'_{\text{外}}$ 、 $t'_{\text{内}}$  分别为计算期间车外、车内气温, 即运输期间铁路全程距离加权平均温度与蔬菜承运温度( $^{\circ}\text{C}$ )。

表 2 6 种常用车型各项指标

指 标	车 型			车 型		
	P <sub>50</sub>	P <sub>60</sub>	P <sub>61</sub>	C <sub>50</sub>	C <sub>60</sub>	C <sub>61</sub>
外表面积/ $\text{m}^2$	160.88	188.21	187.04	131.32	131.20	124.80
载重量/kg	21000	21000	21000	25200	25200	25200
自重/kg	21000	22200	24000	20700	17200	23000
载筐重/kg	1200	1200	1200	1440	1440	1440

### 1.6 蔬菜呼吸作用冷消耗 $Q_6$

$Q_6=m_{\text{菜}}q_{\text{菜}}Z_{\text{菜}}$ , 式中  $m_{\text{菜}}$  为不同车型所装菜的重量,  $q_{\text{菜}}$  为蔬菜的呼吸强度, 由经验认为: 蔬菜装上车经过一天才降至承运温度,  $Z_{\text{菜}}$  为蔬菜在车内放出呼吸热的时间, 即运输时间(h)。

## 2 用冰量理论计算

当发运的蔬菜品种、运输距离、季节、到达站、保温材料与车型确定后, 用冰量的多少便是蔬菜运输能否成功的关键。

### 2.1 蔬菜承运气象条件

按照《铁路鲜活货物运输规则》对新鲜蔬菜的要求规定: 装车前货物色泽新鲜、无雨湿、水渍腐烂现象。本文在计算时已先假定外运蔬菜为合格产品。

温度、湿度是蔬菜能否安全外运的主要气象条件。承运温度是指蔬菜在运输中能到达蔬菜保鲜的温度。这里选取运输量最大的芹菜、菠菜和蒜苔, 其承运气象条件如表 3<sup>[2-5]</sup> 所列: 一般而言, 蔬菜保鲜的环境相对湿度在 90%—100%, 用“土保温”运输蔬菜, 由于车内有冰水滴淋或升华水汽, 相对湿度可以稳定在上述指标。

表 3 新鲜蔬菜承运气象条件

蔬菜	温度/ $^{\circ}\text{C}$	呼吸强度	相对湿度
		/ $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$	/%
芹菜	0	$(53.5-74.9)\times 10^{-3}$	90—100
菠菜	0	$(203-235.4)\times 10^{-3}$	95—100
蒜苔	$0\pm 0.5$	$(42.8-149.8)\times 10^{-3}$	95—98

### 2.2 传热系数 $K$ 值

车内温度变化不但与外界环境条件有

关,而且还决定于车体的传热系数。因车体各方位的结构材料与保温层材料不同,其传热系数亦不同,需分别计算棚车、敞车各方位的传热系数,各型车体整体传热系数以各面外表面积为权重加权平均得到(见表4)。

表4 车型整体K值/ $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$

季节	$P_{50}$	$P_{60}$	$P_{61}$	$C_{50}$	$C_{60}$	$C_{61}$
11月下旬 —2月中旬	3.615	3.365	3.345	1.545	1.973	1.858
2月下旬 —4月中旬	3.636	3.645	3.622	3.569	3.860	3.811

### 2.3 运输季节与发运站

我国南菜北运的主要季节是1、4季度。本文将运输季节从11月中旬到次年2月下旬,按旬依次分为16个运输阶段,并定义11月中旬到次年2月下旬为“冷季运输”,3月上旬至4月中旬为“暖季运输”。

根据“彭州市蔬菜外销辐射图”选取39个发运站,各站点间的距离依据铁路部门分布的实际距离得出。

运输时间,按生产部门经验:始发站为1天,终点站为1天,运输期间编组站各为1天,其余按每300km运价为1天。

### 2.4 加权旬平均温度、旬平均日照时数计算

根据195×—1980年铁路沿线主要站点逐旬多年平均气温、逐旬多年平均日照时数<sup>[3]</sup>,以距离为权重,分别求出每旬成都至39个站的全程加权旬平均温度及加权旬平均日照时数。

### 2.5 气候用冰量计算

在正常的管理条件下,利用上述计算模式、微机计算在常规气象条件下,成都到39个发运站、6种车型、16个旬、3种蔬菜安全外运用冰量(结果省略)。可作为生产部门在正常情况下决策用冰量的查询工具。

## 3 实例分析

用冰量模式有较好的理论依据,但因用

冰量涉及因素甚多,不能完全理想化。为更好的应用于流通领域,需在生产实践中加以完善验证。为此,在彭州市近几年蔬菜外运的实例中选取数个成功、失败的例子进行剖析。

### 3.1 蔬菜外运成功例子分析

本文选取正常管理、正常气象条件(即实际旬平均气温=多年旬平均值 $\pm 4\text{C}$ )下,选取13个成功的例子,比较理论计算用冰量与实际用冰量结果列于表5,可见实际用冰量大多高于理论用冰量,“冷季”高出0.5—2.0吨,“暖季”高出6吨左右。在一定程度上造成浪费。主要是“冰多比冰少好”的思想原则,怕到站后不能及时卸车,往往采用保守的用冰量,一般到站后,车内有多余的冰。最理想的情况是蔬菜到站及是卸货,冰刚好化完。

表5 成功运输个例用冰量

到站	发车时间 年.月.日	实际用冰量 /吨	计算用冰量 /吨
玉门	1991.11.30	16	15.3
乌鲁木齐	1991.12.1	21	19.0
吉林	1991.12.18	18	16.1
哈尔滨	1991.12.29	15	13.4
酒泉	1991.12.27	10	10.5
吉林	1992.1.8	15	13.0
西宁	1992.1.18	13	11.4
哈尔滨	1992.1.21	16	15.2
兰州	1992.1.26	8	8.8
乌鲁木齐	1992.2.12	17	15.9
哈密	1992.2.24	22	19.5
乌鲁木齐	1992.3.19	26	20.2
沈阳	1992.3.27	28	22.5

### 3.2 蔬菜外运失败例子分析

经验决策用冰量,在管理、气象条件正常情况下,有不少成功的例子。但遇到天气异常、骤变,特别是强寒潮时往往造成较大损失。就1992年11月至1993年5月,从彭州市保险公司受理的14起蔬菜运输损耗的赔偿业务中可以看出,有的是用冰量不当造成的,只凭经验而不考虑天气条件容易造成失误,用冰量偏少会造成严重烂菜,而偏多又会

使蔬菜冻损。但有的情况是由于天气异常造成的,例如:

1993年2月16至23日,从成都发往呼和浩特一车皮芹菜720件,到站后发现不同程度冻损。天气实况表明:2月19至20日,有冷空气入侵,降水带出现在华北、长江流域一带,20日08时,呼和浩特降大雪,21日08时降温 $10^{\circ}\text{C}$ ,在8天的运输中,铁路沿线五个主要站点,最大降温幅度达 $15^{\circ}\text{C}$ ,最小也有 $5^{\circ}\text{C}$ 。常年用冰量为12.6吨,按天气实况计算用冰量8.8吨,而经验决策的实际用冰量为15.5吨。造成整车菜不同程度冻损。

#### 4 结论与建议

4.1 蔬菜安全外运用冰量计算模式是根据外运蔬菜品种、质量、运输季节、运输距离、车型、保鲜措施、铁路沿线气象条件等影响因子

计算其用冰量,理论依据充分,适用于“土保温”蔬菜运输,经正反多个例子剖析,证明该模式是可信的。

4.2 “土保温”运输蔬菜、实际用冰量应根据铁路沿线长、中、短气象条件预报进行动态计算。科学计算用冰量代替经验性决策用冰量。

#### 参考文献

- 1 孙桂初,陈善道,刘东岭. 铁路冷藏运输. 北京:中国铁道出版社,1982,93-95.
- 2 冯双庆等. 果蔬花卉苗木商业贮藏手册. 北京:北京农业出版社,1989,19-21,101-103,117-149.
- 3 蒙盛华. 水果蔬菜贮藏保鲜. 北京:中国展望出版社,1990,15-16.
- 4 周丽等. 不同 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 浓度对蒜苔贮藏效果的影响. 园艺学报,1992,(1).
- 5 陆美英. 蔬菜贮藏保鲜. 北京:金盾出版社,1990,41-43.
- 6 中国气象局. 中国地面气候资料(1961-1980). 北京:气象出版社,1985.

## The Theoretical Evaluation and Sample Analysis on Quantity of Expendable Ice for Safely Transporting Vegetables

Qian Miaofen

(Chengdu Meteorological Institute, 610041)

He Yuanling

(China Civil Aviation Flight Institute)

#### Abstract

By use of a model, the quantity of expendable ice for Safely transporting three vegetables in winter and spring were evaluated according to the data of 39 delivered stations in North China, North East China and North West China, 6 common carriages, traditional keeping fresh measures and the meteorological conditions of the stations along the railway. Also a sample is analysed and demonstrated. It provides the scientific basis for the production and transportation departments to determine the quantity of expendable ice.

**Key Words:** vegetable quantity of expendable ice proper transport temperature transport climate