

——初探生产性冷库能源的节约——

近些年来,由于能源呈现世界性的紧张状态,各先进国家都已开始研究各工业领域里的能量节约。制冷系统的节能问题已有许多资料,实际设计和操作中也取得成果。本文初步接触这一问题,旨在抛砖引玉,提请大家注意,在能源也不富足的我国,探索冷藏企业中的节能是有长远和现实意义的。

目前生产性冷库从生猪屠宰一直到结冻冷藏,基本上是用电能来作为动力的,所以对冷库能源消耗分析,可以将各车间、工段耗电量的统计数字作为分析基础,附表(一)是金华肉联厂一九七九年度用电统计表。

从表中可以看出,机房和冷库用电(其中包括水泵冷凝水用电),几乎占全厂用电量的90%。因此可以把生产性冷库能源消耗分析重点放在制冷设备及制冷工艺上。

在食品结冻过程中,胴体首先释放显热从初温冷却到冰点,然后其中的水份进行冻结,冻结后的胴体再进一步降温直至冻结过程完成。在中间一个冻结阶段中,冻结物温度下降速度比前后两个阶段慢得多,其耗冷量却很大。这是因为肉类食品组成,以液相占多数,

猪肉含水量为50~70%左右。所以,肉类食品在结冻过程中就有一个相变过程,要放出大量凝固热。这在苏联柳托夫或西德里德尔所作的食品焓值表或焓值图上可以清楚地看到。

由于制冷设备要在食品结冻时取走大量热量、就要消耗很大功能。金华肉联厂在结冻耗电统计分析中,所得结果是全年结冻耗电占全厂用电的80%,冷藏耗电占全厂用电10%。附表(二)为金华肉联厂一九七九年度全厂电机装机容量及冷库结冻能力统计表。附表(三)是湖北洪湖肉联厂于一九七五年五月二十七日实测记录表。据统计,上海大场肉联厂所定结冻耗电指标是105度/吨日。

从以上这些统计数字来看,生产性冷库节约能源的重点是在制冷设备与制冷工艺上,而结冻又是影响设备和工艺方面能源消耗的重点。结冻消耗很大的电量,要减少冷冻厂能量消耗。首先要抓住结冻这一主要环节。为了便于分析结冻耗电量,这里有二个统计表:

表2是金华肉联厂79年9月份4500吨冷库,机房日用电量统计表。

在模拟A型的冻结间内导风板的效果 表2

序号	项 目*	空库风速	腿处平均风速 (米/秒)	腿处小于2米/秒的风速所占百分比
1	无导风板	5.0	1.8	64
2	只有两个顶部导风板	4.8	3.7	30
3	只有两个地面导风板	4.6	4.2	27
4	两个顶部和两个地面导风板	4.5	4.6	11
5	四个顶部导风板和两个地面导风板	4.5	6.2	3

注:顶部导风板是从每一层的房顶向下延伸,直到白条肉吊轨。地面导风板是弯曲的,高度为75毫米。

四、结 论

大量研究表明,目前的白条肉结冻间和纸箱冻结间的设计。都消耗过多的电能,只要对现有冻结间的设计略加修改,就能收到显著的节约效果。这类耗能低的冻结间,在经济方面的优越性是非常重大的,我们期望综合这些特点以建设新型的冻结间。(收稿日期80.5)

吴桥 边增林译

单位重量货物结冻耗电量统计表(金华肉联厂)

表 1

月 份	结 冻 量 (吨)	耗 电 (度)	单位重量耗电 (度/吨)	月 份	结 冻 量 (吨)	耗 电 (度)	单位重量耗电 (度/吨)
1	2432	190651	78.4	7	1257	176068	140
2	1101	104616	95	8	536	90916	170
3	684	88025	128.7	9	336	75037	223
4	2152	178894	83	10	863	112896	130.8
5	2496	249093	99.8	11	1864	174546	94.6
6	1839	217527	118.3	12	3394	271694	80
				合 计	18954	1929963	120.13

说明: 1.一、四、五、十一、十二月份是生产旺季,一天冻二库,结冻终了温度为 -2°C 左右,完成结冻过程一部分在冷藏库,故把冷藏耗电也计算在结冻耗电之内。

2.全年结冻货物中出口装箱分割肉为130吨,付产品为33吨,其它均为白条肉。

3.结冻工艺设计时为二次结冻。

机房、冷库电度用量日统计表

表 2

日/月	机 房 (度)	冷却结冻 风机(度)	氨 泵 (度)	库房照 明(度)	电 梯 (度)	日/月	机 房 (度)	冷却结冻 风机(度)	氨 泵 (度)	库房照 明(度)	电 梯 (度)
1/9	2148	912	108	72	48	16/9	1890	864	567	60	36
2/9	1734	600	117	48	12	17/9	3030	1752	360	72	24
3/9	1128	504	81	72	12	18/9	1836	696	234	42	12
4/9	3106	480	108	66	12	19/9	1782	576	108	54	12
5/9	2772	648	117	66	24	20/9	2202	600	72	42	12
6/9	3061	432	126	66	12	21/9	1560	504	72	54	
7/9	1602	360	144	72		22/9	1184	144	81	48	48
8/9	1914	744	90	48	12	23/9	1800	312	99	42	12
9/9	1296	432	90	48	12	24/9	4242	1056	153	36	
10/9	1458	408	126	54	12	25/9	1908	1032	90	48	12
11/9	846		63	48	42	26/9	3252	960	135	54	12
12/9	1152	336	72	48	42	27/9	3696	960	162	48	12
13/9	1290	288	99	46	12	28/9	3630	1080	90	54	12
14/9	1728	672	144	50		29/9	2976	1416	135	60	12
15/9	2550	1080	99	48	12	30/9	1032	504	108	66	
						共 计	63805	20352	4050	1632	480

这两张表明显地说明,无论在全年中还是在一个月中,结冻量的不平衡导致单位重量货物耗电量不同。我国生猪货源主要来自农村个体农户。因此冷库生产无法避免季节影响。淡季生产还是占全年中很大部分。所以,应当注意为了保证食品质量和旺季生产顺利进行,在增加新的结冻设备时采用大的蒸发面积和加大风量是必要的,但同时还得考虑到它在常年运行中的经济性,不然就会造成能量的浪费。

上面统计表中,全年结冻量最少的是九月份,单位重量耗电量最大,根据食品焓差值来

计算,结冻336吨货物所需热量为2500万大卡,而风机耗电发热就有1700万大卡。货物再少一点,那么风机耗电所产生的热量就可能超过货物冻结所放出的热量,这两部分热都要由制冷机负担,这样结冻每吨食品耗电量就明显增加。

这在新西兰肉类工业研究所发表的一篇文章中也有所报道,他们在分析中提到,由于农业生产的季节性强,每年的绝大部分时间内,结冻间都不是满载生产。而冷冻装置都没有随着产品结冻量的降低而降低风机消耗的设备,因此年度的风机热负荷往往超过产品的热负

载。在新西兰,设计一些强力通风的结冻设备时,选用了变速风机或简单地在一一般风机上安装上活页,便于在生产淡季或结冻终了时,减低些风量,或关掉一部分风机,在实践过程中,证明也是可行的。如果在生产淡季还是采用强力通风,快速结冻,在电能消耗上必然大的,在经济上显然是不合理的。

另外一方面是制冷机械和设备方面充分利用电能,以达到节约的目的,制冷机的效率对整个制冷系统效率是起着主导作用的。从上面统计表上看,它占了全厂耗电量的绝大多数。目前国产系列制冷压缩机,从规格、型号、种类上已能满足国内各用户需要。但是尚不能完全适应食品加工企业中各制冷系统的要求。特别是在结冻 -33°C 系统中,还没有专按低级压缩负荷而设计的制冷机。虽则现在已有系列单机双级压缩机,但由于目前氨压缩机自动化程度不高,再加上结冻初期热负荷很高,因此在结冻量大的情况下,就不大采用此类压缩机。

当前很多冷冻厂,特别是些老厂,大多是以标准工况的压缩机作为低级机。因此,很多制冷压缩机的电机全年在额定功率的50%以下长期运行。这样“大马拉轻车”的现象,必然会消耗大量能量,并且电机功率因数明显下降,以致电网运行情况严重恶化。针对这种情况,行之有效的办法是提高电机功率因数,及时做好淡旺季的调荷节电工作。金华肉联厂在实际试行中,效果明显而投资不大。一九七九年曾利用大功率硅二级管整流,对绕线电机转子激磁,使异步电机,同步运行;对系列压缩机的双鼠笼异步电机并联电力电容。经过这二项改革措施后,全厂功率因数平均从0.7左右提高到0.99。并在生产淡旺季对变压器容量进行合理调节。由于采取这些措施,节约的电能,足能使日宰五百头的肉联厂同期进行生产。

能源的消耗在肉类加工企业中占有的生产成本是较大的,因此定期对企业消耗能量进行审查,分析其原因。往往能找到症结所在,从而采取相应技术措施或加强这方面管理,这样往

往就能取得节约能量效果。这种形式的能量节约不但容易办到,而且不要投资或投资很小。同时能逐年积累详细统计资料,为今后生产及设计提供依据。

由于各肉联厂的规模、生产品种等不同,所得到的统计数也是各不相同的。但是可以肯定,对生产性冷库来讲,在冷加工方面所消耗的电能肯定是很大的,因此,如何合理操作和检修制冷设备也是很重要的。

制冷压缩机只有按照产品使用条件和各部件装配要求检修,制冷效率才能达到设计要求,但是一些非系列的机器,由于长期运行及其它种种因素。往往检修后达不到规定要求,象气缸的椭圆度等。所以检修要求只能以能运行为准,至于制冷效率是不大考虑的。对于系列制冷压缩机效率往往也没有可靠手段进行测定。这里可设想,能否在目前制冷系统上安装流量计,定期对检修后的制冷压缩机效率进行测定。流量计安装部位是需要选择的,因为流量测量不比压力,温度测量,问题较为复杂,初步分析,可能安装在冷凝器出液总管及中间冷却器供液管上比较好,因为这二个部位流体都是单相液体,并且流量、温度较为稳定,则对制冷压缩机或机组的效率就可进行测定。如平时不使用,可装旁通阀,这样便于对流量计的维修。象流量为600公斤/时~1800公斤/时氨用流量计能自动显示记录的二次仪表,有关仪器制造厂估价为3800元,这也是一般使用单位能接受的。

在制冷压缩机和其它制冷设备效率已定的情况下,对装置的操作和管理好坏,是会直接影响到单位冷量耗电量的。要提高压缩机的操作和系统调节的管理水平,首先要对在职压缩机操作技工有计划地进行专业教育,使能较深刻地理解影响整个制冷系统效率的因素,还要加强制冷操作上的直观性,如液位、流量、电度、功率等应该有直接显示,便于合理操作和减轻操作人员的劳动强度,又能保证制冷设备的安全性和高效运行。

1979年金华肉联厂全厂电机装机容量
及冷库结冻能力统计

一、全厂电机总装机容量为2438.6千瓦。全厂年度总耗电量为2340463度。结冻间总生产能力为54吨/日。(为二次结冻。)

装 机 容 量	结 冻 间 实际耗电量	占全厂比例%	
		装机容量	实际耗电
压缩机电机1225千瓦	1219702 度	50.2%	52%
风机电机117.4千瓦	533619 度	4.8%	22.8%
水泵及其他电机237.9千瓦	186105 度	9.8%	8%
总 计	1939426 度	65%	83%

二、每间结冻间设计能力为18吨/日，冷却间通风方式为纵向，风机容量为7.5千瓦，结冻间通风方向为横向，风机容量为19千瓦。

三、说明：

1. 冻结实际耗电数为机房冷库用电量数减去冷藏耗电量平均数（冷藏耗电日平均耗电在七月份所测，库温为-18±1℃）。

2. 结冻生产量特别在旺季，往往超过设计能力。
3. 全厂总耗电数包括专用线等线路损耗。
4. 风机电度包括照明等，因电表系同一只，但照明等占比例很小。

洪湖肉联厂结冻耗电测定记录

时间：1975年5月27日

条件：气温20℃，

水温22℃，

结冻量31吨/日，

肉温+33~-10℃。

名 称	实际耗电	占全厂比例%	
		装机容量	实际耗电
压缩机电机	2400	32.6%	65.7%
风 机 电 机	750	4.7%	21.4%
水泵等电机	170	1.7%	4.9%
共 计	3220	38.9%	92%

一九七九年度全厂用电统计表

顺 序	户 名	月 份												合 计
		一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	
		电 度												
1	机 房	130917	66271	62544	124095	182979	198471	168099	94752	74907	82530	104247	181890	1471702
2	冷 库	40919	41308	31326	44298	56394	58434	47760	22782	23826	39012	53382	68178	533619
2	白 冰	90				2406	3396		5058	830	264	786	438	13268
4	肉 脂	4000	1648	1448	3292	4708	4316	3656	1540	1032	1876	4012	6136	37664
5	分割肉	258	108	186	78	6			234	240	444	1020	648	3222
6	制 药	3786	418	1848	1260	2579	705	1788	1871	2021	2239	3776	1785	24076
7	化验室	621	209	220	130	183	164	177	144	181	178	314	515	3036
8	畜 库	1019	685	631	925	1182	1075	677	283	260	579	1304	1863	10483
9	急 宰	346	258	286	287	374	349	240	190	182	196	383	378	3469
10	锅 炉	3551	1736	1682	2140	2596	2683	2727	1702	1388	1697	5157	5726	32785
11	炼 油	234	60	48	138	414	563	740	486	480	615	1140	1098	6016
12	机 修	171	320	560	760	840	748	716	680	880	1108	1308	800	8891
13	仓 库		333	131	104	110	98	114	115	87	92	144	153	1481
14	肝 素	3924	768	540	738	1170	858	680	338	184	654	1518	2384	13756
15	路 灯	680	722	718	755	649	490	503	463	388	513	478	624	6983
16	宿 舍	2072	2147	1972	1446	1127	816	691	1125	846	1239	1537	2018	17036
17	食 堂	472	348	499	389	489	334	458	287	277	295	464	591	4903
18	水 泵	25630	34075	28310	21002	51941	37405	32938	26525	14588	22709	33834	43253	372210
	总 计	224690	151414	132949	201837	310147	310905	261964	158575	122597	156240	214804	318478	3564600

(收稿日期80.3)

商业部冷冻工艺研究组 金华肉类联合加工厂