



中华人民共和国国家标准

GB/T 15912.1—2009
代替 GB/T 15912—1995

制冷机组及供制冷系统节能测试 第 1 部分：冷库

Monitoring and testing method for energy conservation
of refrigerating systems—
Part 1: Cold storage systems

2009-10-30 发布

2010-05-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

GB/T 15912《制冷机组及供制冷系统节能测试》分为三个部分：

- 第1部分：冷库；
- 第2部分：公用建筑用多联式空调机组；
- 第3部分：商场超市冷藏用制冷机组。

本部分为 GB/T 15912 的第1部分。

本部分代替 GB/T 15912—1995《活塞式单级制冷机组及其供冷系统节能监测方法》。

本部分与 GB/T 15912—1995 相比主要变化如下：

- 名称修改为“制冷机组及供制冷系统节能测试 第1部分：冷库”；
- 第3章增加了冷库、库房、部分性能系数等术语；
- 增加制冷量计算方法(第6章)。

本部分的附录 A 为资料性附录。

本部分由全国能源基础与管理标准化技术委员会提出并归口。

本部分起草单位：北京工业大学、中国标准化研究院、北京制冷学会、北京市东方友谊食品配送公司、中国通用机械工程总公司、艾默生公司、国内贸易工程设计研究院、西克公司、北京金万众空调制冷设备有限责任公司、北京中铁快运物流科技公司。

本部分主要起草人：李红旗、成建宏、孙大琪、唐俊杰、聂美清、白滨、马进、徐庆磊、谢滢、丁卫列、李援朝。

本部分于 1995 年首次发布。

制冷机组及供制冷系统节能测试

第1部分:冷库

1 范围

GB/T 15912 的本部分规定了采用制冷压缩机(机组)、冷凝器、蒸发器及附件、管路等独立零部件在用户现场安装的制冷系统的节能监测内容和节能测试方法。

本部分适用于储存空间大于 500 m³ 的冷冻、冷藏库(以下简称冷库)。

本部分不适用于山洞冷库、石拱覆土冷库、地下、半地下冷库以及冷库的冷却间和冻结间。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 15912 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 18517 制冷术语

3 术语和定义

GB/T 18517 确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

冷库 cold store

在低温条件下保藏货物的建筑群。包括库房、制冷压缩机房、变配电室及其附属建(构)筑物。

3.2

库房 (main cold) storehouse

冷库建筑群中的主体建筑。包括冷加工间、冷藏间、冰库及直接为它服务的建筑(如楼梯间、电梯间、穿堂、附属小房等)。

3.3

制冷装置 refrigerating plant

制冷机和耗冷设备的整体。包括全部管路、附件、控制设备、耗冷设备,它们通常是与制冷剂及载冷剂相接触的。

3.4

制冷系统 refrigerating system

含有制冷剂的部件通过内部互相联接,组成一个封闭的制冷回路,制冷剂通过这个循环回路进行吸热和放热。

3.5

制冷系统的制冷量 cooling capacity of the refrigerating system

制冷系统的制冷能力。

3.6

输入功率 input power

制冷系统所消耗的电功率,包括压缩机、换热器风扇电机、制冷剂循环泵、电气系统、冷却水泵、冷却塔风机、载冷剂泵等制冷系统包含的所有用能设备所消耗的电功率。

3.7

性能系数 coefficient of performance

制冷系统的制冷量与制冷系统所消耗的电功率的比值。

4 监测内容

监测项目应包括：

- a) 库温；
- b) 库外环境空气的干球温度；
- c) 围护结构外表面的表面温度；
- d) 穿过围护结构的热流密度；
- e) 输入功率；
- f) 围护结构的外表面积；
- g) 围护结构的冷量损失；
- h) 制冷系统的性能系数。

5 测试条件与方法

5.1 总则

5.1.1 测试时冷库应处于稳定运行状态，即冷库的冷负荷应维持不变。判断冷库进入稳定运行的条件是最后一次进货后 24 h，在此期间冷库门予以封闭；或者在库门封闭后 4 h 内在无外界干扰因素的条件下载温的变化小于 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

5.1.2 测试过程中严禁使用导致冷负荷变化的一些附加功能，如气调、通风换气、除霜、加湿或除湿、照明、人员出入、库门开启、改变货物储量等。

5.1.3 库温的测量应根据其温度不均匀性采用多点测量、算术平均的方式进行。

5.1.4 对于变温或多温冷库应针对不同的库温或温度分区按照规定方法分别进行测量和计算。

5.1.5 不应在恶劣天气如刮风、雨雪、低温等气候条件下进行测量，测量时室外空气的风速应小于 3 m/s ，并且应避免辐射对温度测量结果的影响。

5.2 测试仪器

5.2.1 功率测试仪表精度不低于 1.5 级。仪表应保持完好，并在检定周期之内。

5.2.2 热流计精度不低于 1.5 级。仪表应保持完好，并在检定周期之内。

5.2.3 温度测量的误差不应大于 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 。

5.3 输入功率的测量

5.3.1 输入功率应在用能设备的电源输入端测量，当无法在电源输入端测量而需要在配电柜处测量时应将线路损耗和无关设备的输入功率从测量结果中扣除。

5.3.2 输入功率应在用能设备正常运行时测量，在其一个运行周期按等时间间隔连续测量 4 次，取 4 次读数的算术平均值作为实测值。

5.3.3 各用能设备的实测输入功率之和视为制冷系统的实际输入功率。

5.3.4 对于变温或多温冷库如果耗能设备也是相互独立的，应针对不同的库温或温度分区分别进行输入功率的测量。

5.4 围护结构冷损失的测量与计算

5.4.1 采用热流计在围护结构的外表面测量其冷损失。对于变温和多温冷库应按照库温将各温区视作独立的冷库进行测量和计算，此时应对各温区间隔墙的冷损失进行测量。

5.4.2 围护结构的冷损失应按照围护结构的换热条件分区测量，测量分区至少应考虑冷库内温度、围护结构绝热能力、日照、风速等因素。

5.4.3 测量的围护结构应包括冷库的4个立面及顶面,且被测外表面积应大于围护结构总外表面积的80%。

5.4.4 库门应作为一个独立的测量分区进行测量,每扇门的测点应不少于5个。

5.4.5 在每一测量分区按照矩形或正方形网格进行多点测量,取各次读数的算术平均值作为该分区的实测值。测点的密度应不小于每平方米0.05个点,当测量分区的面积小于100 m²时(库门除外)测点的密度应不小于每平方米0.1个点。

5.4.6 在每一点测量热流密度的同时,测量库温、相应点维护结构的外表面温度以及维护结构外的空气干球温度。取各次读数的算术平均值作为每一区的实测值。

5.4.7 每一测量分区的实测值应按式(1)折算到30℃时的数值:

$$q_{i30} = q_i \frac{303.13 - T_{ki}}{T_{gi} - T_{ki}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

q_{i30} ——30℃时第*i*测量分区的热流密度,单位为瓦每平方米(W/m²);

q_i ——第*i*测量分区热流密度的实测值,单位为瓦每平方米(W/m²);

T_{gi} ——第*i*测量分区维护结构外空气干球温度的实测值,单位为开(K);

T_{ki} ——第*i*测量分区冷库内温度的实测值,单位为开(K)。

5.4.8 在具备测试可能时,架空库的地面冷损失应采用同样的方法进行测量并计入制冷量。但除非这部分冷损失从制冷量中扣除,否则其性能系数与非架空库不具可比性。

5.4.9 围护结构的冷损失按式(2)计算:

$$Q_{01} = \sum_{i=1}^n A_i q_{i30} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

Q_{01} ——围护结构的冷损失,单位为瓦(W);

A_i ——第*i*测量分区围护结构的外表面积,单位为平方米(m²);

n ——围护结构测量分区的总数目。

6 制冷量的计算

6.1 采用近似的方法确定制冷系统的制冷量,为实际制冷量的主要部分,包括用于平衡围护结构主要冷损失的制冷量和平衡货物呼吸热的制冷量。

6.2 货物的冷却热和冻结热不应计入制冷量中,但当货物为具有呼吸热的水果、蔬菜时,应按货物的储存量和附录A提供的不同水果、蔬菜呼吸热的平均值计算货物的呼吸热量,并将其计入制冷量中。

6.3 冷库各温区制冷系统的制冷量按式(3)计算:

$$Q_0 = \frac{Q_{01}}{1\,000} + \sum_{j=1}^m \frac{m_j q_j}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

Q_0 ——制冷系统的制冷量,单位为千瓦(kW);

m_j ——第*j*种货物的质量,单位为千克(kg);

q_j ——第*j*种货物的单位质量呼吸热,由附录A给出,单位为千焦每千克时[kJ/(kg·h)];

m ——冷库中所储存的水果、蔬菜类货物的总数目。

7 制冷系统性能系数的计算

7.1 采用性能系数作为评价冷库能效的指标。

7.2 性能系数按式(4)计算:

$$\text{COP} = \frac{Q_0}{\sum_{k=1}^c P_k} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

COP——部分冷量性能系数,单位为千瓦每千瓦(kW/kW);

P_k ——第 k 个用能设备输入功率的实测值,单位为千瓦(kW);

c ——用能设备的总数目。

8 复测与比对

8.1 当需要进行复测时,测试仪器、测试方法、测点的数量与位置、计算方法等影响测试结果的因素应与前一次测试时相同。

8.2 不同冷库间测试结果的比对基础是冷库内储存的货物种类相同或按照储存要求其储存温度接近的类似货物,但不以库温作为比对的基础。

9 监测报告

9.1 被测冷库的基本情况,至少应包括:

- a) 冷库概况,如类别、库容、围护结构、运行状况、年度耗电量等;
- b) 冷库制冷系统的流程图及技术特征;
- c) 主要设备清单及技术参数。

9.2 对于冷库的每一温区,监测报告至少应包括以下内容:

- a) 库温及储存货物的名称和质量,对于多温库应当分别加以说明;
- b) 围护结构各测量分区的冷损失;
- c) 各用能设备的输入功率;
- d) 制冷系统的部分冷量性能系数;
- e) 测点的布置图及仪器仪表的型号与技术参数;
- f) 计算过程与计算结果。

9.3 原始数据应以附件的形式作为报告的有效组成部分。

9.4 监测报告应对测试误差进行分析。

9.5 监测报告应对测试、计算方案进行详细说明,保证在出现复测需要时可以根据监测报告中的说明进行复测。

9.6 当测试过程存在本部分未加规定的、且影响测试、计算和最终结果的因素时,应在监测报告中详细加以说明。

附 录 A

(资料性附录)

常见蔬菜、水果的呼吸热

表 A.1 常见蔬菜、水果的呼吸热

名 称	温度 ℃	呼吸热 kJ/(kg·h)	名 称	温度 ℃	呼吸热 kJ/(kg·h)
苹果	0	0.067 4	卷心菜	0	0.046 9
	4.4	0.124 8		4.44	0.164 1
	15.6	0.479 8		15.6	0.401 1
	29.4	0.957 9	芹菜	0	0.159 1
梨	0	0.067 4		4.44	0.238 6
	15.6	0.961 7		15.6	0.383 5
桃	1.7	0.152 4	玉米	0	0.640 6
	15.6	0.769 5		4.44	0.924 4
	26.7	1.628 7		15.6	3.784 9
桔子	1.7	0.038 5	黄瓜	0	0.166 6
	15.6	0.153 2		4.44	0.251 2
	26.7	0.288 1		15.6	1.398 4
土豆	0	0.067 4	番薯(熟)	0	0.100 5
	10	0.115 1		4.44	0.123 9
	21.1	0.249 5		15.6	0.555 2
洋葱	0	0.077 0	白薯	0	0.175 4
	10	0.164 5		4.44	0.282 2
	21.1	0.316 5		15.6	4.011 0
香蕉(青)	10.2	0.309 8	茺青	0	0.190 9
香蕉(熟)	20	0.700 9		4.44	0.211 9
已熟香蕉	20	0.806 4		15.6	0.519 2
豆类(青)	0	0.590 3	草莓	0	0.308 1
	4.44	1.011 9		4.44	0.552 7
	15.6	3.764 4		15.6	1.130 4
甜菜	0	0.262 1	柚	0	0.045 2
	4.44	0.366 8		4.44	0.105 5
	15.6	0.715 1		15.6	0.273 0
花菜	0	0.732 7	柠檬	0	0.056 9
	4.44	1.144 7		4.44	0.079 5
	15.6	3.335 2		15.6	0.293 1

表 A.1 (续)

名 称	温度 ℃	呼吸热 kJ/(kg·h)	名 称	温度 ℃	呼吸热 kJ/(kg·h)
莴 苣	0	1.113 7	菠 菜	0	0.448 4
	4.44	1.574 2		4.44	0.939 9
	15.6	4.538 5		15.6	3.688 6
西 瓜	0	0.129 8	蘑 菇	0	0.607 1
	4.44	0.193 4		4.44	2.168 8
	15.6	0.837 4		15.6	5.635 4
胡 萝 卜	0	0.122 3	豌豆(青)	0	0.803 9
	4.44	0.122 3		4.44	1.297 9
	15.6	0.122 3		15.6	3.877 0
青 椒	0	0.268 0	樱 桃	0	0.151 6
	4.44	0.463 9		15.6	1.092 8
	15.6	0.834 0		—	—