



中华人民共和国国家标准

GB/T 18362—××××

代替GB/T 18362—2008

直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组

Direct-fired lithium bromide absorption water chillers (heaters)

（征求意见稿）

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言.....II

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 型式和基本参数.....3

5 技术要求.....4

6 试验方法.....6

7 检验规则.....8

8 标志、包装和贮存.....9

附录 A（规范性）制冷及制热试验.....11

附录 B（规范性）溴化锂溶液技术要求.....15

附录 C（规范性）冷却水和补充水水质要求.....16

附录 D（规范性）本体热损失率计算.....17

附录 E（规范性）水侧压力损失试验.....18

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 18362—2008《直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组》，与GB/T 18362—2008相比，除编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了适用范围（见第1章，2008年版的第1章）；
- b) 增加了一体化直燃机和户用及类似用途直燃机及相应技术要求（见3.10、3.11、5.1）；
- c) 更改了直燃机的型式和基本参数（见4.1，2008年版的4.1）；
- d) 更改了名义工况制冷性能系数和制热性能系数限定值（见4.2.1，2008年版的4.2.1）；
- e) 更改了直燃机成套设备组成（见5.2，2008年版的5.2）；
- f) 更改了直燃机整机漏率（见5.3.7，2008年版的5.3.7）；
- g) 增加了溴化锂溶液技术要求以及冷却水和补充水水质要求的规范性附录（见附录B、附录C）；
- h) 删除了关于运转、使用和维护的资料性附录（见2008年版的附录D）。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国冷冻空调设备标准化技术委员会（SAC/TC 238）归口。

本文件起草单位：远大空调有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、冰山松洋制冷（大连）有限公司、双良节能系统股份有限公司、中国制冷空调工业协会、合肥通用机械研究院有限公司、国机通用机械科技股份有限公司、西藏国机高原机电装备科学研究有限公司。

本文件主要起草人：匡胜严、周军华、李子夜、李娉婷、曹仲清、刘晓红、姚亮、王海地、汪俊。

本文件于2001年首次发布，2008年第一次修订，本次为第二次修订。

直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组

1 范围

本文件规定了直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组（以下简称“直燃机”）的型式和基本参数、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。
本文件适用于直燃机、一体化直燃机以及户用及类似用途直燃机的制造。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 3634.1 氢气 第1部分：工业氢
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 7190.1 机械通风冷却塔 第1部分：中小型开式冷却塔
- GB/T 9068 制冷与空调设备噪声声功率级的测定 声压法
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 10180 工业锅炉热工性能试验规程
- GB 11174 液化石油气
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13612 人工煤气
- GB 16663 醇基液体燃料
- GB 17820 天然气
- GB 18361 溴化锂吸收式冷（温）水机组安全要求
- GB/T 18430.1—2024 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 第1部分：工业或商业用和类似用途的冷水（热泵）机组
- GB 19147 车用柴油
- GB 25199 B5 柴油
- GB/T 41328 生物天然气
- JB/T 7249 制冷与空调设备 术语
- JB/T 14075 水冷式冷（温）水机组用一体化输配系统

3 术语和定义

JB/T 7249 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组 direct-fired lithium bromide absorption water chillers (heaters)
以气体燃料、液体燃料直接燃烧为热源，以水为制冷剂，以溴化锂水溶液为吸收液，交替或同时制取冷水、温水以及生活热水的机组。

3.2

一体化直燃机 packaged direct-fired lithium bromide absorption water chillers (heaters)
由直燃机、一体化输配系统和/或冷却塔组成的整体式机组。

3.3

户用及类似用途直燃机 household and similar absorption water chillers (heaters)
名义制冷量不大于 120 kW 的户用及类似用途的一体化直燃机。

3.4

制冷量 refrigerating capacity
直燃机在规定的试验条件下运行时，由循环冷水带出的热量。
注：单位为千瓦（kW）。

3.5

制热量 heating capacity
直燃机在规定的试验条件下运行时，通过循环温水、生活热水带出的热量。
注：单位为千瓦（kW）。

3.6

散热量 heat rejection
直燃机在制冷试验运行时，通过循环冷却水所带出的热量。
注：单位为千瓦（kW）。

3.7

烟气热损失 exhaust heat loss
通过直燃机燃烧产生的烟气向机外排放带出的热量。
注：单位为千瓦（kW）。

3.8

本体热损失 chiller radiation loss
由于直燃机的本体表面与环境之间的温差而交换的热量。
注：单位为千瓦（kW）。

3.9

名义流量 nominal flow rate
在直燃机进行制冷量和制热量试验时，水、燃料等的流量。
注：单位为立方米每小时（m³/h）、升每小时（L/h）或千克每小时（kg/h）。

3.10

最高使用压力 maximum application pressure
直燃机结构强度能保证安全使用的燃料、水等的最高压力。
注：单位为兆帕（MPa）。

3.11

名义压力损失 nominal pressure drop
名义流量的冷水、温水、生活热水、冷却水等通过直燃机时所产生的压力损失值。
注：单位为兆帕（MPa）。

3.12

配套设施 supporting facilities
直燃机本体以外附带的燃料系统、一体化输配系统、冷却塔、烟道、水配管等设施。

4 型式与基本参数

4.1 型式

4.1.1 直燃机按使用性能分为：

- a) 单冷型：专供冷水的直燃机；
- b) 冷暖型：交替或同时兼供冷水、温水的直燃机；
- c) 三用型：交替或同时兼供冷水、温水、生活热水的直燃机。

4.1.2 直燃机按燃料种类分为：

- a) 燃气型：采用人工煤气、液化石油气、天然气、生物天然气、氢气等气体燃料的直燃机；
- b) 燃油型：采用车用柴油、醇基液体燃料、B5柴油等液体燃料的直燃机；

4.2 基本参数

4.2.1 直燃机名义工况和性能参数按表 1 的规定。

表 1 名义工况和性能参数

项目	冷（温）水 ^a		冷却水 ^b		性能系数
	进口温度	出口温度	进口温度	出口温度	COP
制冷	12℃（14℃）	7℃	30℃（32℃）	35℃（37.5℃）	≥1.30
制热	—	60℃（温水）	—	—	≥0.92
	—	80℃（生活热水）	—	—	
电源	三相交流：380 V，50 Hz（单相交流：220 V，50 Hz）；或用户所在国供电电源。				
污垢系数	冷水侧：0.018 m ² ·℃/kW，冷却水侧：0.044 m ² ·℃/kW。 新直燃机冷水和冷却水侧应被认为是清洁的，测试时污垢系数应考虑为0 m ² ·℃/kW，性能测试时应按附录A模拟污垢系数。				
^a 表中括号内数值为可供选择的大温差送冷水的参考值。 ^b 表中括号内数值为可供选择的应用名义工况参考值。					

4.2.2 直燃机燃料按表 2 的规定。

表 2 直燃机燃料标准

燃料类型	具体燃料	燃料标准	备注
气体燃料	人工煤气	GB/T 13612	燃料种类、热值及压力（燃气）以用户和制造商的协议为准。
	天然气	GB 17820	
	液化石油气	GB 11174	
	工业氢	GB/T 3634.1	
	生物天然气	GB/T 41328	
液体燃料	车用柴油	GB 19147	
	醇基液体燃料	GB 16663	
	B5 柴油	GB 25199	

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 直燃机应符合本文件的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件（或按用户和制造商的协议）制造。
- 5.1.2 直燃机燃烧装置、电气装置、安全器件等安全要求应符合 GB 18361 的规定。
- 5.1.3 直燃机溴化锂溶液的技术要求按附录 B 的规定。
- 5.1.4 直燃机冷却水和补充水水质要求按附录 C 的规定。
- 5.1.5 一体化直燃机的输配系统应符合 JB/T 14075 的规定。
- 5.1.6 一体化直燃机的冷却塔飘水率应符合 GB/T 7190.1 的规定。
- 5.1.7 户用机正常使用状态下，公众可触及的运动部件应设置足够强度的防护装置，且只有借助工具才能拆卸，其外壳至少应达到 GB/T 4208 中的 IP24 防护等级。
- 5.1.8 户用机应保证正常运输、安装和使用过程的稳定性。
- 5.1.9 户用机在环境温度低于 0℃的地区使用时，应有防冻、防结晶措施。
- 5.1.10 户用机工作时，温度高于 60℃的外露部位应有保温隔热，如不宜隔热的，则应有防护网罩，避免公众触及。
- 5.1.11 户用机与高温部分连接的塑料、橡胶等零部件，应具有难燃自熄性能。
- 5.1.12 户用机的燃料箱和燃料管道、排烟口等，应符合消防部门规定。
- 5.1.13 户用机的外罩应通风良好，避免高温气体或可燃气体滞留在罩箱内。

5.2 直燃机成套设备组成

直燃机成套设备的组成按表 3 的规定。

表 3 直燃机成套设备组成一览表

部件	燃气型	燃油型	说 明
吸收器	○	○	—
蒸发器	○	○	—
高压发生器	○	○	—
低压发生器	○	○	—
冷凝器	○	○	—
高温热交换器	○	○	—
低温热交换器	○	○	—
温水热交换器	△	△	高发侧制热直燃机配备
生活热水热交换器	△	△	高发侧制热直燃机配备
发生泵	○	○	—
吸收泵	△	△	—
冷剂泵	△	△	—
抽气装置	○	○	—
燃烧设备	○	○	—

部件	燃气型	燃油型	说 明
安全器件	○	○	按 GB 18361 配备
操作盘（屏）	○	○	—
控制装置	○	○	—
铭牌	○	○	—
溴化锂溶液	○	○	可与机组分别供货
防护罩壳	△	△	户用机配备
烟气热回收器	△	△	—
一体化输配系统	△	△	一体化直燃机配备
冷却塔	△	△	一体化直燃机配备
注：○ 表示应有项目；△ 表示根据情况配备。			

5.3 性能要求

5.3.1 制冷量

直燃机实测制冷量不应小于其明示值的 95%。

5.3.2 制热量

直燃机实测制热量不应小于其明示值的 95%。

5.3.3 热源消耗量

直燃机实测热源消耗量，以单位制冷（制热）量或单位时间量表示，不应大于名义热源消耗量的 105%。

5.3.4 电力消耗量

直燃机的电力消耗量不应大于名义电力消耗量的 105%。

5.3.5 性能系数

直燃机实测性能系数不应小于名义性能系数的 95%。

5.3.6 水侧压力损失

直燃机冷（温）水、冷却水的压力损失不应大于名义压力损失的 110%。

5.3.7 本体气密性

直燃机整机漏率不应大于 $2.03\times10^{-8}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。

5.3.8 水侧耐压性

直燃机水侧管路应无异常变形或漏水。

5.3.9 噪声

直燃机的噪声应符合环境保护法规和设计的要求。

5.3.10 安全性能

直燃机涉及安全的性能：燃料配管系统的耐压性及密闭性、绝缘电阻、耐电压强度、电磁兼容性、燃烧设备性能、安全保护器件的动作等应符合 GB 18361 的规定。

5.3.11 部分负荷特性

直燃机制冷（制热）量控制装置应灵敏、可靠。直燃机部分负荷特性符合表 4 规定。

表 4 直燃机部分负荷特性

工况类型	冷（温）水	冷却水
制冷工况	出口温度 7℃。流量同名义流量。	进口温度：100%负荷时 30℃，0%负荷时 22℃。 中间温度按比例计算。流量同名义流量。
制热工况	温水出口温度 60℃。生活热水出口温度 80℃。流量同名义流量。	—
注：部分负荷性能数据（制冷量、制热量、热源消耗量）分别以名义工况时负荷性能数据的百分数表示。		

6 试验方法

6.1 试验条件

- 6.1.1 电源：额定频率±1 Hz，额定电压±10%。
- 6.1.2 冷水：出口温度 7℃±0.3℃，流量为名义值±5%。
- 6.1.3 冷却水：入口温度 30℃±0.3℃，流量为名义值±5%。
- 6.1.4 温水：出口温度 60℃±0.3℃，流量为名义值±5%。
- 6.1.5 生活热水：出口温度 80℃±0.3℃，流量为名义值±5%。
- 6.1.6 燃料的热值、压力等实际供应条件，误差范围±1%。
- 6.1.7 部分负荷特性的试验条件如下：
 - a) 制冷时：冷水出口温度 7℃±0.3℃，流量为名义值±5%。冷却水进口温度：100%负荷时 30℃±0.3℃，零负荷时 22℃±0.3℃，中间按负荷比例计算。
 - b) 制热时：温水出口温度 60℃±0.3℃，流量为名义值±5%。生活热水出口温度 80℃±0.3℃，流量为名义值±5%。
 - c) 用替代热源进行试验时，应与名义热源在热平衡上等同。

6.2 测量仪表

试验用计量仪器应检定合格，并在有效期内。计量仪器的类型和准确度按表 5 的规定。

表 5 计量仪器的类型和准确度

用途	类型	准确度
温度测量	玻璃棒温度计、热电偶温度计、热电阻温度计	冷水、温水、生活热水、冷却水 ±0.1℃
		制冷剂、溴化锂溶液 ±0.5℃（<100℃时）
		溴化锂溶液（≥100℃时）、环境 ±1.0℃
		烟气 ±2.0℃
流量测量	差压式流量计、电磁式流量计、容量式流量	±1.0%

	计、涡街式流量计	
压力测量 (含真空)	液柱压力计、电子压力计、弹簧管压力表、膜片压力计	±1.0%
烟气分析	红外线式、氧化锆式、磁气式、电池式气体分析仪，烟浓度计，化学、电化学方法	>1%时，相对误差±2% 0.04%~1%时，相对误差±5% <0.04%时，绝对误差±0.002%
燃料检测	燃气量热器 燃弹式量热器 气相色谱仪	±0.5%
电气计测	电流表、电压表	±0.5%
	绝缘电阻计	±1%
	电能表	±1%
噪声检测	声级计	I 型或 I 型以上
真空检漏	氦质谱检漏仪	灵敏度高于 $2.03\times10^{-8}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$
时间测量	秒表	±0.2%
质量测量	天平、台秤、磅秤	±0.5%

6.3 试验方法

6.3.1 制冷量试验

按附录 A 规定的方法进行试验。

6.3.2 制热量试验

按附录 A 规定的方法进行试验。

6.3.3 热源消耗量试验

在6.3.1试验中制冷量数值稳定时以及在6.3.2试验中制热量数值稳定时，按A.9.1规定的方法及公式计算出直燃机消耗的燃气、燃油等热源的量（以低位热值计）。若直燃机未采取隔热保温措施，应按A.9.2及附录D的规定求出本体热损失，再对热源消耗量进行修正。

6.3.4 电力消耗量试验

在6.3.1试验中制冷量数值稳定时以及在6.3.2试验中制热量数值稳定时，测定名义工况运行时电力消耗的值。

6.3.5 性能系数试验

按附录 A 规定的方法进行试验和计算。

6.3.6 水侧压力损失试验

在 6.3.1 试验中制冷量数值稳定时以及在 6.3.2 试验中制热量数值稳定时，按附录 E 规定的方法进行试验和计算得出冷水侧、冷却水侧、温水侧和生活热水的压力损失。

6.3.7 本体气密性试验

采用干燥、洁净的空气或氮气对直燃机进行发泡检漏和保压试验，合格后再进行氦质谱仪检漏：

- a) 将直燃机连接氦质谱仪及辅助真空泵，抽真空至氦质谱仪要求真空度后，直接对直燃机可能泄漏处（焊缝、密封件等）喷氦气，用氦质谱仪对直燃机局部检漏；
- b) 将直燃机置于气罩中，连接氦质谱仪及辅助真空泵，抽真空至氦质谱仪要求真空度后，关闭辅助真空泵，在气罩中充氦气，用氦质谱仪检测直燃机整体漏率。

6.3.8 水侧耐压性试验

采用清洁的、不低于 5℃的水，将水侧排净空气，进行耐压性试验。试验压力为 1.25 倍的设计压力，加压 10 min 以上后进行检查，应满足 5.3.8 的要求。试验完毕应将水排净并吹干。

6.3.9 噪声试验

在 6.3.1 试验中制冷量数值稳定时，按 GB/T 9068 规定的方法进行测定和计算直燃机噪声。

6.3.10 安全性能试验

燃料配管系统的耐压性、密闭性、绝缘电阻、耐电压强度、电磁兼容性、燃烧设备性能、安全保护器件动作等按 GB 18361 规定的方法进行试验。

6.3.11 部分负荷特性试验

部分负荷特性试验按以下规定进行。

- a) 比例控制时：
 - 通过2点以上的测定，求最小能力的点（含1点）；
 - 按附录A的试验方法及计算公式算出制冷量，制热量、热量消耗量。
- b) 阶段控制时：
 - 在各阶段的控制位置上测定；
 - 按附录 A 的试验方法及计算公式算出制冷量，制热量、热量消耗量。

7 检验规则

7.1 出厂检验

每台直燃机均应做出厂检验。检验项目按表 6 的规定。

7.2 抽样检验

批量生产的直燃机应做抽样检验。检验项目按表 6 的规定。抽样方法、批量、方案由制造商自行确定，或与购货方协商确定。

7.3 型式检验

新产品或定型产品在设计、工艺、材料作重大改进对性能有影响时，应做型式检验。检验项目按表 6 的规定。

表 6 检验项目

序号	项目	出厂检验	抽样检验	型式试验	技术要求	试验方法
1	设备成套设备组成	√	√	√	5.2	视检
2	标志与安全标示				8.1、8.3	视检

3	本体气密性				5.3.7	6.3.7
4	水耐压性				5.3.8	6.3.8
5	绝缘电阻				5.3.10	6.3.10
6	耐电压强度					
7	燃料管路耐压及密闭性					
8	燃烧设备性能					
9	安全保护器件动作					
10	制冷量	—			5.3.1	6.3.1
11	制热量				5.3.2	6.3.2
12	热源消耗量				5.3.3	6.3.3
13	电力消耗量				5.3.4	6.3.4
14	性能系数				5.3.5	6.3.5
15	水侧压力损失				5.3.6	6.3.6
16	噪声				5.3.9	6.3.9
17	部分负荷特性				5.3.11	6.3.11
18	电磁兼容性				5.3.10	6.3.10
注：“√”表示应进行项目；“—”表示不需要进行项目。						

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

- 8.1.1 每台直燃机应在显著位置固定标牌。标牌应符合 GB/T 13306 的规定并标示以下内容：
- a) 制造商名称；
 - b) 产品型号、名称；
 - c) 主要技术参数（制冷量、制热量、燃料种类及参数、燃料消耗量、电源及配电量、水侧最高允许压力、运输质量、冷水出口温度、冷水流量、温水出口温度、温水流量、生活热水出口温度、生活热水流量、冷却水进口温度、冷却水流量）；
 - d) 产品出厂编号；
 - e) 制造日期。
- 8.1.2 直燃机相关部位应标明运行状态的标志（如转向，流向等）。对易造成人体伤害的地方（如高温等），应贴显著的安全标示。
- 8.1.3 灌有溴化锂溶液出厂的直燃机，应有明显的标示。

8.2 包装

- 8.2.1 直燃机应采取防锈措施。随机出厂的配件应采取防锈措施并固定在包装箱内。
- 8.2.2 直燃机整体出厂的，应在包装前充注 0.01 MPa~0.03 MPa 的氮气或者保持真空。
- 8.2.3 每台直燃机出厂包装中应随带产品合格证、安装使用说明书和装箱单，其中安装使用说明书应符合 GB/T 9969 的规定，且内容包含：
- a) 标牌内容及其它技术参数（水侧压力损失、几何尺寸、溶液灌装量、运行质量等）；
 - b) 产品运输、贮存、安装的说明、要求和注意事项；

- c) 使用、维护保养说明注意事项。

8.3 运输和贮存

- 8.3.1 直燃机运输和贮存中应采取防锈措施，存放在有遮盖的场所。
- 8.3.2 直燃机与大气连通的阀门应采取封闭措施，防止非专业人员擅自开启。
- 8.3.3 直燃机外露的螺纹接头用螺栓塞堵、法兰孔用盲板封盖，以免杂物进入。

附录 A
(规范性)
制冷及制热试验

A. 1 试验原理

直燃机制冷量和制热量，通过测定流过表 A.1 所示的直燃机各部件的流量和进出口温度，进行计算。

表 A. 1 检测部件

试验项目	检测部件
制冷量	蒸发器
制热量	蒸发器、吸收器、冷凝器、温水热交换器、生活热水热交换器

A. 2 试验装置

- A. 2. 1 直燃机试验装置如图 A.1 所示，试验装置能连续获得稳定的流量和水温。
A. 2. 2 在试验装置上配备必要的测试仪器。仪器的类型及精度应符合 6.2 的规定。

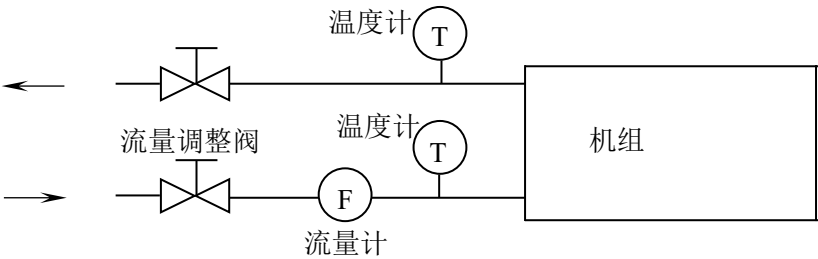


图 A. 1 直燃机试验装置图

A. 3 试验准备过程

- A. 3. 1 待测直燃机已安装运转必需的附属装置，并排尽试验装置水管内的空气，并确认已灌满水。
A. 3. 2 待测直燃机中装进规定量的溴化锂溶液、添加剂，并抽气达到运行真空度要求。

A. 4 试验条件

试验条件按 6.1 的规定。

A. 5 试验方法

- A. 5. 1 达到并稳定在试验条件的状态后，进行试验。
A. 5. 2 同次各数据试验同时进行，以减少试验条件波动的影响。

- A. 5.3 每 15 min 试验一次，取连续记录 3 次以上符合试验条件的数据的平均值为计算依据。
- A. 5.4 每次试验的数据应用热平衡法校核，其偏差应在 $\pm 5\%$ 以内。

A. 6 试验记录

A. 6.1 制冷时，记录蒸发器的以下数据：

- a) 冷水进口温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 冷水出口温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 冷水流量， m^3/h 。

A. 6.2 制热时，记录蒸发器、吸收器、冷凝器、温水交换器、生活热水换热器的以下数据：

- a) 温水进口温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 温水出口温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 温水流量， m^3/h 。

A. 6.3 制冷时，记录吸收器、冷凝器的以下数据：

- a) 冷却水进口温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 冷却水出口温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 冷却水流量， m^3/h 。

A. 6.4 记录高压发生器或发生器的以下数据：

- a) 燃气：
 - 燃气流量， m^3/h ；
 - 燃气温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
 - 燃气压力， kPa ；
 - 燃气低位热值， kJ/m^3 ；
 - 排烟温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
 - 燃气成分及烟气成分。
- b) 燃油：
 - 燃油流量， L/h 或 kg/h ；
 - 燃油温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
 - 燃油低位热值， kJ/kg ；
 - 燃油密度， kg/L ；
 - 排烟温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
 - 燃油成分及烟气成分。

A. 7 制冷量及制热量计算方法

A. 7.1 制冷量

直燃机的制冷量按公式 (A.1) 计算：

$$Q_c = W_c C_c \gamma_c (t_{c1} - t_{c2}) / 3.6 \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中：

- Q_c ——制冷量，单位为千瓦 (kW)；
- W_c ——冷水流量，单位为立方米每小时 (m^3/h)；
- C_c ——冷水比热，单位为千焦每千克摄氏度 ($\text{kJ}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$)；

γ_c ——冷水密度，单位为千克每升（kg/L）；
 t_{c1} ——冷水进口温度，单位为摄氏度（℃）；
 t_{c2} ——冷水出口温度，单位为摄氏度（℃）。

A.7.2 制热量

直燃机的制热量按公式（A.2）计算：

$$Q_h = W_h C_h \gamma_h (t_{h2} - t_{h1}) / 3.6 \quad \text{..... (A.2)}$$

式中：

Q_h ——制热量，单位为千瓦（kW）；
 W_h ——温水/生活热水流量，单位为立方米每小时（m³/h）；
 C_h ——温水/生活热水比热，单位为千焦每千克摄氏度（kJ/kg·℃）；
 γ_h ——温水/生活热水密度，单位为千克每升（kg/L）；
 t_{h1} ——温水/生活热水进口温度，单位为摄氏度（℃）；
 t_{h2} ——温水/生活热水出口温度，单位为摄氏度（℃）。

A.7.3 散热量

制冷时，直燃机的散热量按公式（A.3）计算：

$$Q_w = W_w C_w \gamma_w (t_{w2} - t_{w1}) / 3.6 \quad \text{..... (A.3)}$$

式中：

Q_w ——散热量，单位为千瓦（kW）；
 W_w ——冷却水流量，单位为立方米每小时（m³/h）；
 C_w ——冷却水比热，单位为千焦每千克摄氏度（kJ/kg·℃）；
 γ_w ——冷却水密度，单位为千克每升（kg/L）；
 t_{w1} ——冷却水进口温度，单位为摄氏度（℃）；
 t_{w2} ——冷却水出口温度，单位为摄氏度（℃）。

A.8 热源消耗量计算方法

A.8.1 在有绝热层的情况下，燃气和燃油的热源消耗量分别按公式（A.4）和公式（A.5）计算：

$$Q_i = W_g q_g / 3600 \quad \text{..... (A.4)}$$

$$Q_i = W_o q_o / 3600 \quad \text{..... (A.5)}$$

式中：

Q_i ——热源消耗量，单位为千瓦（kW）；
 W_g ——燃气流量，单位为立方米每小时（m³/h）；
 q_g ——燃气热值，单位为千焦每立方米（kJ/m³）；
 W_o ——燃油流量，单位为千克每小时（kg/h）；
 q_o ——燃油热值，单位为千焦每千克（kJ/kg）。

A.8.2 在无绝热层的情况下，燃气和燃油的热源消耗量分别按公式（A.6）和公式（A.7）计算：

$$Q_i = W_g q_g (1-L) / 3600 \quad \text{..... (A.6)}$$

$$Q_i = W_o q_o (1-L) / 3600 \quad \text{..... (A.7)}$$

式中：
L——按附录 D 求得的本体热损失率。

A. 9 性能系数（COP）计算方法

A. 9.1 制冷时的性能系数按公式（A.8）计算：

$$COP_c=Q_c/(Q_i+A) \dots\dots\dots (A.8)$$

式中：
A——消耗电力（不包括输配系统和冷却塔消耗电力），单位为千瓦（kW）。

A. 9.2 制热时的性能系数按公式（A.9）计算：

$$COP_h=Q_h/(Q_i+A) \dots\dots\dots (A.9)$$

A. 10 烟气热损失

烟气热损失 Q_f 按 GB/T 10180 的规定进行计算。

A. 10.1 热平衡校核

制冷、制热时的热平衡偏差分别按公式（A.10）和公式（A.11）计算：

$$\Delta = \mid Q_w-Q_c-(Q_i+A-Q_f) \mid /Q_w\times 100\% \dots\dots\dots (A.10)$$

$$\Delta = \mid Q_h-(Q_i+A-Q_f) \mid /Q_h\times 100\% \dots\dots\dots (A.11)$$

式中：
 Δ ——热平衡偏差。

A. 10.2 污垢系数修正

污垢系数对直燃机制冷量、制热量试验的温差的修正，按 GB/T 18430.1—2024 中附录 B 的规定进行。

A. 10.3 其它记录事项

直燃机标牌记录的项目以及试验环境温度、气压，试验地点，试验日期和试验人员。

附录 B
(规范性)
溴化锂溶液技术要求

溴化锂溶液技术要求见表 B.1。

表 B.1 溴化锂溶液技术要求

成分	钼酸锂缓蚀剂系列
溴化锂 (LiBr) [或氯化锂 (LiCl)]	50%~55% ^a
钼酸锂 (Li ₂ MoO ₄)	0.05%~0.20% ^a
pH 或碱度	LiOH 0.05mol/L ~0.20mol/L
硫酸根 (SO ₄ ²⁻)	<0.02%
氯离子 (Cl ⁻)	<0.05% (氯化锂或混合溶液无限制)
钾离子、钠离子合计 (K ⁺ +Na ⁺)	<0.02%
氨 (NH ₃)	<0.001%
钙离子 (Ca ²⁺)	<0.001%
镁离子 (Mg ²⁺)	<0.001%
钡离子 (Ba ²⁺)	<0.001%
铜离子 (Cu ²⁺)	<0.000 1%
总铁 (Fe)	<0.000 1%
硫化物 (S ²⁻) 试验	无反应
溴酸盐 (BrO ₃ ⁻) 试验	无反应
有机物试验	无反应 (添加剂辛醇等除外)
^a 可根据需要调整。	

附录 C
(规范性)
冷却水和补充水水质要求

C.1 冷却水

冷却水水质要求按表 C.1 的规定。

表 C.1 冷却水水质要求

项目		单位	基准值	倾向	
				腐蚀	结垢
基准项目	酸碱度 (pH) (25℃)	—	6.5~8.0	○ (过低)	○ (过高)
	导电率 (25℃)	μS/cm	≤800	○	—
	氯离子 (Cl ⁻)	mg(Cl ⁻)/L	≤200	○	—
	硫酸根离子 (SO ₄ ²⁻)	mg(SO ₄ ²⁻)/L	≤200	○	—
	酸消耗量 (pH=4.8)	mg(CaCO ₃)/L	≤100	—	○
	全硬度	mg(CaCO ₃)/L	≤200	—	○
参考项目	铁 (Fe)	mg(Fe)/L	≤1.0	○	○
	硫离子 (S ²⁻)	mg(S ²⁻)/L	不应检出	○	—
	铵离子 (NH ₄ ⁺)	mg(NH ₄ ⁺)/L	≤1.0	○	—
	氧化硅 (SiO ₂)	mg(SiO ₂)/L	≤50	—	○
注：“○”表示腐蚀或结垢倾向的有关因素。					

C.2 补充水

补充水水质要求按表 C.1 的规定。

表 C.2 补充水水质要求

项目		单位	基准值
基准项目	酸碱度 pH (25℃)	—	6.5~8.0
	导电率 (25℃)	μS/cm	≤200
	氯离子 (Cl ⁻)	mg(Cl ⁻)/L	≤50
	硫酸根离子 (SO ₄ ²⁻)	mg(SO ₄ ²⁻)/L	≤50
	酸消耗量 (pH=4.8)	mg(CaCO ₃)/L	≤50
	全硬度	mg(CaCO ₃)/L	≤50

附录 D
(规范性)
本体热损失率计算

D.1 本体热损失量

绝热施工前后的热损失量分别按公式 (D.1) 和公式 (D.2) 计算:

$$Q_o=(\theta_o-\theta_r)\cdot\alpha\cdot A\cdots\cdots\cdots(D.1)$$

$$Q_i=\frac{(\theta_o-\theta_r)\cdot A}{\frac{I}{a}+\frac{x}{\lambda}}\cdots\cdots\cdots(D.2)$$

式中:
Q_o ——绝热施工前热损失量, 单位为瓦 (W);
Q_i ——绝热施工后热损失量, 单位为瓦 (W);
θ_o ——本体表面温度, 单位为摄氏度 (℃);
θ_r ——环境温度, 单位为摄氏度 (℃);
α ——表面传热系数, 单位为瓦每平方米开尔文 (W/m²·K), θ_r=20℃时, α≈11.63 W/m²·K;
A ——表面积, 单位为平方米 (m²);
x ——保温材料厚度, 单位为米 (m);
λ ——保温材料导热率, 单位为瓦每米开尔文 (W/m·K);

D.2 本体热损失率

本体热损失率按公式 (D.3) 计算:

$$L=\frac{Q_o-Q_i}{Q_t}\cdots\cdots\cdots(D.3)$$

式中:
L ——热损失率, 以百分数表示;
Q_t ——热源消耗量, 单位为瓦 (W)。

D.3 本体热损失率参考值

直燃机本体热损失率与直燃机的结构、制冷 (制热) 量、隔热材料的厚度以及导热系数有关。
表 D.1 列出按公式 (D.3) 计算的名义工况时本体热损失率的平均值作为参考。

表 D.1 本体热损失率参考值

本体热损失率	制冷 (制热) 量 kW		
	350	1050	1750
本体热损失率参考值	0.07%	0.05%	0.04%

附录 E
(规范性)
水侧压力损失试验

E. 1 测压管

- a) 在水的进出接口上安装直管，直管长度为接管内径的4倍以上。测压孔设在接管的外圆上，距直燃机机体的距离及距弯管的距离均为接管内径2倍以上。测压孔的轴线垂直于直燃机内部管系和外接管系的弯曲段构成的平面。如图E.1所示。
- b) 测压孔垂直接管内壁（见图E.2），测压孔直径取2 mm~6 mm，但不应大于接管直径的1/10及测压孔深度的1/2。测压孔所处位置的接管内表面应光滑，且开孔的内缘平整无异物。

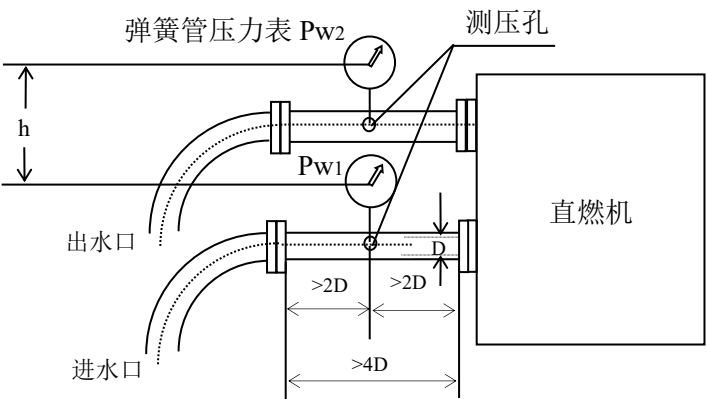


图 E. 1 测压管

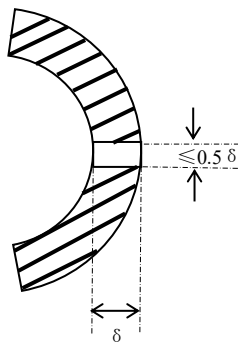


图 E. 2 测压孔

E. 2 水侧压力损失测定方法

将符合 6.2 规定的弹簧管压力表连接在直燃机水管接口处的测压管上。彻底排除管路中的空气，并充满清水。在名义流量下，分别测量冷水、冷却水、温水的进口和出口的压力。

E. 3 水侧压力损失计算方法

水侧压力损失按公式（E.1）计算：

$$h_w = P_{w1} - P_{w2} - 0.01h \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

- 式中：
- h_w ——水侧压力损失，单位为兆帕（MPa）；
 - P_{w1} ——装置进口处压力，单位为兆帕（MPa）；
 - P_{w2} ——装置出口处压力，单位为兆帕（MPa）；
 - h ——两压力表中心之间的垂直高度差，单位为米（m），出口高取正值，进口高取负值。
-