



# 团 体 标 准

T/CES xxx—2023

## 磷酸铁锂电池储能用液冷机组 技术规范

Technical specification for lithium iron phosphate battery energy storage  
liquid cooling system



## 目 次

目 次	I
前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 规格型号	2
4.1 规格	2
4.2 型号 (kW)	2
5 使用条件	3
5.1 环境	3
5.2 电源	3
6 技术规定	3
6.1 一般技术规定	3
6.2 配置与功能	4
6.3 控制保护系统技术要求	6
6.4 噪音	7
6.5 外观要求	7
6.6 绝缘强度	7
6.7 接地电阻	8
6.8 防护等级	8
6.9 耐盐雾等级	8
6.10 运输振动	8
6.11 随机振动	8
6.12 EMC 要求	9
7 标志、包装、运输和贮存	9
7.1 标志	9
7.2 包装	10
7.3 运输和贮存	10

## 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》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会储能技术专业分会提出。

本文件由中国电工技术学会归口。

本文件由中国电工技术学会团体标准技术办公室提出并解释。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次制定。

# 磷酸铁锂电池储能液冷机组技术规范

## 1 范围

本文件规定了磷酸铁锂电池储能液冷机组（以下简称“机组”）的术语和定义、基本参数、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于磷酸铁锂电池热管理用途的液冷机组。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.56 电工电子产品环境试验第 2 部分:试验方法试验 Fh: 宽带随机振动(数字控制)和导则

JB/T4330 制冷和空调设备噪声测定

GB/T 4208 外壳防护等级

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

ISO 12944-1~8 色漆和清漆防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17799.2 电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验

GB 50050 工业循环冷却水处理设计规范

GBT 25131 蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组 安全要求

GB 50050 工业循环冷却水处理设计规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**内冷却液** inner coolant

内冷却液可为纯水或纯水与一定比例有机防冻剂的有色混合液，作为热转移媒质。

### 3.2

**冷媒介质** cold medium

在制冷循环中通过相变进行热力循环的介质，吸收冷却液传递的热量，将热量转移给空气。

### 3.3

**制冷量** refrigerating capacity

规定的制冷能力试验条件（环境温度 45°C、出液温度 18°C）下，机组从电池或发热部件转移的热量，单位：W。

### 3.4

**制热量** heat capacity

在规定的制热能力试验条件下，机组给电池或部件提供的热量，单位：W。

### 3.5

#### 供液流量 coolant flow rate

在规定的制冷能力试验条件下，单位时间流经机组的液体体积流量，单位：L/min。

### 3.6

#### 机组总消耗功率 total power consumption

机组在额定工况或规定条件下进行制冷（制热）运行时，所输入的总功率，单位：W。

### 3.7

#### 能效比 energy efficiency ration

在规定的制冷（热）能力试验条件下，机组制冷（热）量与机组总消耗功率之比，其值用 W/W 表示。

### 3.8

#### 综合能效比 integrated part load value, IPLV

用一个单一数值表示的储能用冷水机组的部分负荷效率指标。基于规定的 IPLV 工况下机组部分负荷的性能系数值，按机组在特定负荷下运行时间的加权因素，通过下述公式获得。

$$IPLV=2.3\% \times A+41.5\% \times B+46.1\% \times C+10.1\% \times D$$

式中：

A——100%负荷时的性能系数 COP (kW/kW)；

B——75%负荷时的性能系数 COP (kW/kW)；

C——50%负荷时的性能系数 COP (kW/kW)；

D——25%负荷时的性能系数 COP (kW/kW)。

表 1 IPLV 综合工况

名称		部分负荷规定工况	供液温度/°C	冷却液流量 L/min
风冷式 冷凝器	100%负荷干球温度/°C	45	18	不小于机组设计流量
	75%负荷干球温度/°C	35		
	50%负荷干球温度/°C	15		
	25%负荷干球温度/°C	-5		

## 4 规格型号

### 4.1 规格

机组的制冷容量可在下列数值中选取，或由供需双方协商：

分布式储能柜(232kWh/372kWh，充放电倍率 0.5C/1C)：3kW，5kW，8 kW

集中式储能柜(20 尺/40 尺，充放电倍率 0.5C/1C)：15 kW，25 kW，40kW

机组的制热容量可在下列数值中选取，或由供需双方协商，加热时长由供需双方确认。

2kW，6kW，9 kW，12kW，16kW。

### 4.2 型号

冷却设备型号：

LPF-TMS	040/009 (kW)
磷酸铁锂电池储能预制舱液冷机组	制冷量/制热量

例，LPF-TMS 015/008，表示制冷量 15kW，制热量 8kW

## 5 使用条件

### 5.1 环境

- a) 污秽等级：III级或者IV级，空气中应不含有过量的尘埃、酸、碱、腐蚀性、爆炸性微粒和气体
- b) 地震烈度：符合当地地震烈度要求，最低 8 级；
- c) 正常工作环境温度-30℃~+45℃；极限工作温度范围-30℃~+50℃（制热：-30℃~+20℃，制冷、冷却：-35~50℃），当环境温度超过正常使用环境条件规定的最高值时，液冷系统仍可运行，但需降频使用。
- d) 海拔不超过 1000m，当冷却设备在高于 1000m 海拔的地区使用时，应考虑海拔的影响；每升高 100m，按照 0.5%降额。
- e) 环境相对湿度不大于 95%；

### 5.2 电源

电源宜采用交流电源供电，电压波动不超过额定电压的±15%，频率波动不超过额定频率（50Hz）的±2%，电压等级宜选择 AC220V/AC380V。

## 6 技术规定

### 6.1 一般技术规定

#### 6.1.1 冷却液流量

冷却液流量应在磷酸铁锂电池预制舱设计提出的最小流量和最大流量之间选取，单位：L/min。

#### 6.1.2 冷却液压力

冷却液压力应在规定流量下大于水路系统的流阻之和，并留出一定的裕量；

#### 6.1.3 冷却液温度

冷却液供液温度应根据磷酸铁锂电池预制舱温度要求确定。

#### 6.1.4 制冷量

制冷量应根据磷酸铁锂电池预制舱要求确定，不允许有负偏差，单位：W。

#### 6.1.5 制热量

制热量应根据磷酸铁锂电池预制舱要求确定，有效转化系数不小于 95%。单位：W。

#### 6.1.6 额定能效比

额定工况（额定供液温度，环境温度为 45℃，额定冷却液流量）下，冷却设备能效比应不低于 1.6。其值用 W/W 表示。

#### 6.1.7 综合能效比(LPLV)

综合能效比应不小于 3.0。

## 6.2 配置与功能

### 6.2.1 总则

6.2.1.1 机组应采用密闭、循环的液体冷却系统，能保证储能用磷酸铁锂预制舱在最大设计条件和极端使用下的正常运行，且充分考虑冷却容量的裕度。

6.2.1.2 机组由供液系统，制冷系统、控制保护系统以及管道系统组成。

### 6.2.2 泵

冷却设备应设置循环泵，提供闭式水力系统内流体循环所需动力。

包括：

- a)水泵的转动件应满足动平衡量标准大于等于 G6.3；
- b)水泵的结构设计应采用屏蔽式结构，使转子与轴承浸没在介质中，满足无泄漏的要求；
- c)水泵宜具备可调速、自控制与信号反馈等功能，从而为系统不同工况提供不同的动力；
- d)水泵的防护等级要求不低于 IP67；
- e)水泵应满足可以在介质与环境温度高于 40°C 且低于 65°C 的环境条件下正常工作；
- f) 水泵需满足客户提出的其他特定要求。

### 6.2.3 主循环过滤器

机组出水口应设置网孔径不大于 200 $\mu$ m 的主循环过滤器。

### 6.2.4 电加热器

机组应设置电加热器，进行温度补偿。电加热器功率应不小于设计制热功率。

### 6.2.5 缓冲设备

机组应配置缓冲设备，用以缓冲液冷系统内冷却介质体积变化，保证循环水路的稳定。可采用高位水箱，或者采用膨胀水箱、膨胀罐等。水箱应设置水位指示。

### 6.2.6 压缩机

机组应配置压缩机将低温低压的制冷剂蒸汽压缩至高温高压的状态，宜采用带有固定曲轴，中压浮动的直流变频压缩机。

为保证压缩机可靠性，压缩机内部供油润滑需采用容积式油泵结构设计，压缩机应能满足 IP67 防护等级要求。

单压缩机排量系列优选 10、14、22、36、42、55、65、80、98、110cm<sup>3</sup>/rev，转速调节范围 900~7200rpm，单台或并联组合满足机组制冷（热）规格系列要求。

压缩机运行范围符合储能液冷机组全年不间断工作的需要，为了满足低负荷的制冷要求，压缩机需满足在低压力比（ $\epsilon=1.1$ ）工况下可靠运行。

### 6.2.7 冷凝器

机组配置冷凝器为制冷系统的主要部件，其作用是利用制冷剂和流经芯体的空气进行热交换，使高温高压的气态制冷剂散热冷却、凝结成高压常温液体。

### 6.2.8 节流装置

机组配置膨胀阀或者毛细管等节流装置，其作用是节流减压和调节制冷系统内制冷剂流量。

### 6.2.9 板式换热器

机组配置板式换热器为制冷系统的主要部件，其作用是利用冷媒吸收冷却液的热量，对电池包进行

降温的部件，使液态制冷剂吸收热量后蒸发形成低温低压的气体。

#### 6.2.10 低温散热器

机组宜配置自然盘管或者冷却水箱，在环境温度较低的情况下利用冷却液直接通过自然盘管或者低温水箱与空气自然冷源换热，从而达到经济节能的效果，低温散热器规格根据环境温度选配。

#### 6.2.11 风机

机组配置风机以提高冷凝器中的制冷剂与环境空气的换热效果，风机设计风量按照冷凝器需求风量选取，宜选择变频风机。

#### 6.2.12 水侧压力传感器

冷却水回路中至少应设置供液压力、回液压力等监测压力参数的压力传感器，测量精度应不高于1%，量程范围应满足设计压力的1.5倍。

#### 6.2.13 水侧温度传感器

冷却水回路中至少应设置供液温度、回液温度等监测温度参数的温度传感器。测量精度应不高于0.1℃，量程范围应大于-50℃~+80℃。

#### 6.2.14 变频器

机组的压缩机宜采用变频压缩机，需要配套变频器以使压缩机适用不同工况下的制冷需求。

#### 6.2.15 管道部分

6.2.15.1 机组及其管道宜选择具有高防腐性、高防锈性和高洁净度的材料。接触冷却水的材料宜选择不锈钢（1Cr18Ni9Ti）或铝材质。

6.2.15.2 管道内、外表面应无明显划痕、凹陷及砂眼等机械损伤。

6.2.15.3 对于多簇并联的管道，宜选择同程管道以提高均流系数。

#### 6.2.16 循环水质要求

冷却液水质满足 GB17323-1998、GB17324-2003 纯净水标准要求，在低温情况下添加的防冻液应满足 NB/SH/T 0521-2010 乙二醇型和丙二醇型发动机冷却液标准要求。

(1) 感官指标应符合下表的规定。

表 2 感官指标要求

项目	指标
色度	≤0.04
浊度	≤0.7
臭和味 无异味，异臭	≤0.008
肉眼可见物	不得检出

(2) 理化指标

pH 值、电导率、高锰酸钾消耗量、氯化物等指标应符合 GB 17323 规定。理化指标符合下表的规定。

表 3 理化指标要求

项目	指标
铅(以 Pb 计), mg/L	≤0.01
砷(以 As 计), mg/L	≤ 0.01
铜(以 Cu 计), mg/L	≤ 1
氰化物(以 CN <sup>-</sup> 计), mg/L	≤ 0.002
挥发酚(以苯酚计)1), mg/L	≤ 0.002
游离氯, mg/L	≤ 0.005
三氯甲烷, mg/L	≤ 0.02
四氯化碳, mg/L	≤ 0.001
亚硝酸盐, (以 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 计)	≤ 0.002

### (3) 微生物指标

表 4 微生物指标要求

项目	指标
菌落总数, cfu/mL	≤ 20
大肠菌群, MPN/100 mL	≤ 3
致病菌(系指肠道致病菌和致病性球菌)	不得检出
霉菌、酵母菌, cfu/mL	不得检出

## 6.3 控制保护系统技术要求

### 6.3.1 概述

机组控制系统应设计为一个独立的子站, 能对冷却设备的运行状态进行监控, 并与 EMS 进行可靠通信。

### 6.3.2 采集信号

必备的采集信号如下:

- a) 电池供液回路进水、出水温度;
- b) 电池供液回路出水压力;
- c) 制冷回路冷凝压力、蒸发压力;
- d) 压缩机转速。

### 6.3.3 报警信号

机组运行过程中出现下列情况, 冷却设备控制系统应发出报警信号:

- a) 电池供液压力高;
- b) 电池供液压力低;
- c) 冷凝压力高;
- d) 蒸发压力低。
- e) 电池供液回路温度高;
- f) 电池供液回液温度低;
- g) 通讯中断。

### 6.3.4 跳闸信号

机组运行过程中出现下列情况，冷却设备控制系统应发出跳闸信号：

- a) 循环泵故障；
- b) 压缩机故障；
- c) 风机故障；
- d) 传感器故障；
- e) 加热器故障；
- f) 冷凝压力超高；
- g) 蒸发压力超低；
- h) 冷却液供、回液温度超高；

### 6.3.5 模式

工作模式分为就地控制模式以及远程控制模式。其中各个工作模式中至少包括待机模式、自动模式、手动模式三种模式，自循环、制冷、制热等模式根据实际情况增加。

待机模式：所有设备处于停止状态。水泵、加热器等禁止运行。

自循环模式：水泵保持运行，制冷系统、制热系统不工作。

制冷模式：水泵、压缩机、风机等根据控制逻辑运行，机组进行制冷；

制热模式：水泵、加热器等根据控制逻辑运行，机组进行制热；

自动模式：需要包括制冷模式、制热模式及自循环模式，机组在此模式可根据控制逻辑自动运行制冷模式、制热模式及自循环模式控制机组达到设定参数；

手动模式：可分别手动启动、停止各个设备，可实现手动制冷、手动制热功能，用于测试阶段设备的调试。

### 6.3.6 自检功能

机组控制系统应具备冷却设备故障和运行指标超过设定限值等基本故障的自检功能，进行自动调整或提示运行人员采取相应措施。监测分为报警和跳闸两种等级。控制系统对出现的故障信息应采用总线通信或硬接点等可靠方式输出。

### 6.3.7 泄漏检测

冷却设备控制系统应当对冷却水系统的压力等状态进行检测，若出现冷却水系统泄露，需要发出警告信号。

## 6.4 噪音

冷却设备的噪声应满足磷酸铁锂电池预制舱/站房式磷酸铁锂电池装置整体要求。噪声不大于80dB。

## 6.5 外观要求

设备外观要求如下：

- a) 各部件安装端正、整齐，无明显偏差、松动现象；
- b) 容器和管道不得有明显凹陷。焊缝无焊渣、疤痕等；
- c) 表面喷涂均匀，不得有脱落、流挂、划痕、裂缝等缺陷；
- d) 柜体应符合 GB/T 4025 的要求。

## 6.6 绝缘强度

冷却设备带电部位和可能接地的非带电部位之间的绝缘电阻值，额定电压单相交流 220V、三相交流 380V 时应不小于 1MΩ；

## 6.7 接地电阻

冷却设备应有符合 JB 8654 规定的接地装置。接地电阻值应小于 0.1Ω。

## 6.8 防护等级

储能机组中带强电的电器件（如水泵/变频器/压缩机）的防护等级应不低于 IP67，整机机组的防护等级不低于 IP54。

## 6.9 耐盐雾等级

在海洋环境下应满足 C4 或者更高等级的要求，其余满足 C3 的要求。

## 6.10 运输振动

测试内容：不允许出现结构上的损坏、松动等异常，绝缘耐压及绝缘电阻测试正常，机组功能正常

1) 测试方法：依据标准 GB/T 3873，大于 100kg 的包装件应进行公路运输试验，将完整满装的包装件载于汽车上做运行试验考核。试验时，机组满载载冷剂，将包装件置于运输汽车中后部，一般不固定，并使其总负荷重为运输汽车载重量的三分之一，汽车在三级公路的中级路面上（碎、砾石路面，不整齐石块路面，其他粒料路面等），以每小时 25~40km 的速度行驶不少于 200km。

## 6.11 随机振动

测试内容：按标准：GB/T 4857.23-2012

测试方法：按标准：GB/T 4857.23-2012

验证条件：测试后，机组功能正常运行，受试装置结构无损伤，紧固件无松动且气密性、电气性能正常。

振动参数：进行 X、Y、Z 三个方向振动试验，X，Y 方向 30min，Z 方向 60min。

表 5 振动测试要求

频率/Hz	功率谱密度/(g <sup>2</sup> /Hz)		
	水平I	水平II	水平III
1	0.000036	0.000018	0.000009
3	0.06	0.03	0.015
4	0.06	0.03	0.015
8	0.007	0.0035	0.00175
12	0.016	0.008	0.004
30	0.006	0.003	0.0015
40	0.015	0.0075	0.00375
60	0.0014	0.0007	0.00035
100	0.001	0.0005	0.00025
200	0.00005	0.000025	0.0000125
加速度均方根值(g rms)	0.82	0.58	0.41

应根据产品的价值，预期能承受危害的程度，货运单元的数量，运输环境的相关信息或其他准则确定试验强度严酷水平，严酷水平I为强度最大，严酷水平III为强度最小，严酷水平II为一般水平，通常推荐严酷水平II。

## 6.12 EMC 要求

### 6.12.1 静电放电抗扰度

静电放电抗扰度应符合 GB/T 17626.2-2006 抗扰度等级 3 的要求，即空气放电 8kV 和接触放电 6kV，试验结果应符合 GB/T 17626.2-2006 第 9 章中 b 类要求。

### 6.12.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度

电快速瞬变脉冲群抗扰度应符合 GB/T 17626.4-2008 实验等级 3 的要求，电源端 $\pm 2\text{kV}$ ，信号端 $\pm 1\text{kV}$ ，试验结果应符合 GB/T 17626.4-2008 中 b 类要求。

### 6.12.3 射频电磁场辐射抗扰度

射频电磁场辐射抗扰度应符合 GB/T 17626.3-2006 试验等级 3 的要求，试验场强 10V/m，试验结果应符合 GB/T 17626.3-2006 中 a 类要求。

### 6.12.4 浪涌（冲击）抗扰度

对电源端口施加 1.2/50 $\mu\text{s}$  的浪涌信号，试验等级为线对线 $\pm 1\text{kV}$ ，线对地 $\pm 2\text{kV}$ ，试验结果应符合 GB/T 17626.5-2008 中第 9 章 b 类要求。

### 6.12.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度

传导抗扰度应符合 GB/T 17626.6-2008 中试验等级 3 的要求，试验结果应符合 GB/T 17626.6-2006 中 a 类要求。

### 6.12.6 发射要求

正常工作的液冷机组的电磁发射应不超过 GB17799.4 规定的发射限值。

## 7 标志、包装、运输和贮存

### 7.1 标志

7.1.1 每台机组应在外壳等明显部位设置永久性铭牌，铭牌应符合 GB/T 13306 的规定。铭牌上应标示下列内容：

- a) 制造厂的名称；
- b) 产品型号和名称
- c) 主要技术性能参数（制冷剂代号及其他如：制冷量、制热量、制冷总耗电功率、制热总耗电功率、制冷剂充注量、机组外形尺寸、系统耗电电压、重量、噪声）；
- d) 产品出厂编号；
- e) 制造年月。

7.1.2 机组应标有运行状态的标志，如风机/水泵旋转方向的箭头、指示仪表和接地标志等。

7.1.3 每台机组上应附出厂技术文件，出厂技术文件应防潮密封，并放在合适的位置

7.1.3.1 产品合格证，其内容包括：

- a)产品型号和名称；
- b)产品出厂编号；
- c)检验结论；
- d) 检验员签字和印章；
- e) 检验日期。

7.1.3.2 产品使用说明书，其内容包括：

- a)产品型号和名称；
- b)适用范围；
- c)执行标准；
- d)主要技术参数；
- e)附件目录；
- f)安装说明和要求；
- g)使用说明、维修和保养注意事项。

7.1.3.3 装箱单

## 7.2 包装

7.2.1 机组在包装前应进行清洁处理，各部件应清洁、干燥，易锈部件应涂防锈剂。机组应充注额定量的制冷剂。

7.2.2 机组应外套塑料袋或防潮纸并固定在箱内，以免运输中受潮和发生机械损伤。

7.2.3 机组包装箱上应有下列标志：

- a) 制造单位名称；
- b) 产品型号和名称；
- c) 净重、毛重；
- d) 外形尺寸；
- e) “小心轻放”、“向上”、“怕湿”和堆放层数等。有关包装、储运标志应符合 GB/T 6388 和 GB/T 191 的有关规定。

## 7.3 运输和贮存

7.3.1 机组在运输和贮存过程中不应碰撞、倾斜、雨雪淋袭。

7.3.2 产品应贮存在干燥的通风良好的仓库中，贮存温度应在-40℃~60℃。

