

T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/CIEP XXXX—2024

液冷储能系统技术规范

Technical specification for liquid cooled energy storage system

草案版次选择

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

中国工业环保促进会 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 系统组成	1
5 技术要求	1
5.1 环境要求	2
5.2 外观与结构	2
5.3 配电系统	2
5.4 电池系统	2
5.5 液冷系统	4
5.6 消防系统	4
5.7 安全要求	4
6 试验方法	4
6.1 试验环境条件	4
6.2 外观与结构	5
6.3 配电系统	5
6.4 电池系统	5
6.5 液冷系统	7
6.6 消防系统	7
6.7 安全要求	7
6.8 环境试验	7
7 检验规则	7
7.1 检验分类	7
7.2 出厂检验	7
7.3 型式检验	8
7.4 检验项目	8
8 标志、包装、运输、贮存	9
8.1 标志	9
8.2 包装	9
8.3 运输	9
8.4 贮存	9

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。

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专利的责任。

本文件由中国工业环保促进会提出。

本文件由中国工业环保促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

液冷储能系统技术规范

1 范围

本文件规定了液冷储能系统(以下简称“储能系统”)的系统组成、相关术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则和标识、包装、运输、贮存等要求。

本文件适用于液冷储能系统的设计、施工、验收和运行维护等方面的技术要求,确保系统安全、可靠、高效。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温

GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温

GB/T 2423.3-2016 环境试验 第2部分:试验方法 试验Cab:恒定湿热试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液冷 liquid cooling

一种采用液体带走发热器件热量的产品,适用于需提高计算能力、能源效率、部署密度等应用场景。

注:液冷分为接触式及非接触式液冷两种,接触式液冷是指将冷却液体与发热器件直接接触的一种液冷实现方式,包括浸没式和喷淋式液冷等具体方案。非接触时液冷是指冷却液体与发热器件不直接接触的一种液冷实现方式。

3.2

电池簇 battery cluster

由电池单体采用串联、并联或串并联连接方式,且与储能变流器及附属设施连接后实现独立运行的电池组合体,还宜包括电池管理系统、监测和保护电路、电气和通讯接口等部件。

4 系统组成

4.1 液冷储能系统主要由供配电系统、电池系统、液冷机组、消防系统等组成。其中电池系统的成组方式为:1个电池系统由10个电池簇组成,1个电池簇由8个电池 pack 组成,1个电池 pack 由48支电芯组成。电池基本参数如下表所示。

表1 电池基本参数

项目	单体电池	电池 pack	电池簇	电池系统
额定电压	3.2V	153.6V	1228.8V	1228.8V
电芯额定容量	280Ah	-	-	-
额定能量	-	43kWh	344kWh	3.44MWh
充放电倍率	0.5P	0.5P	0.5P	0.5P
月自放电率	≤3%	≤3%	≤3%	≤3%

4.2 液冷系统通常由液冷机组、液冷管路、液冷板、冷却液及控制系统等组成,如图1所示。

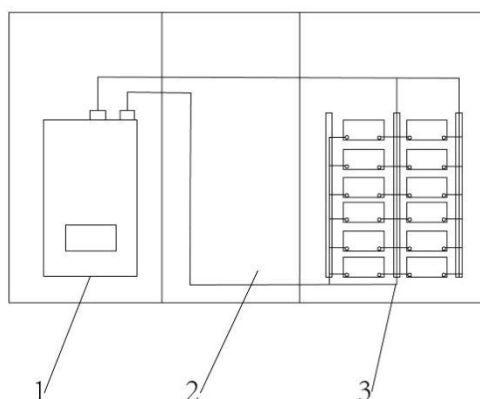


图 1 液冷系统组成示意图

5 技术要求

5.1 环境要求

5.1.1 温度和湿度

液冷储能系统对温度和湿度的一般要求如下。

- a) 系统使用温度范围： $-30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 电池充电工作温度： $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 电池放电工作温度： $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.2 贮存运输环境

液冷储能系统对贮存运行环境的一般要求如下。

- a) 环境温度： $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，短期(1个月内)； $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，长期(1年内)；
- b) 相对湿度： $<95\%$ ，无凝露

5.1.3 海拔

海拔高度应不超过3000 m，超过3000 m时应按规定降额使用。

5.2 外观与结构

- 5.2.1 储能系统镀层应牢固，漆面匀称，无剥落、锈蚀及裂痕等现象。
- 5.2.2 储能系统所有标牌、标记、文字符号应清晰、易见、正确、整齐。

5.3 配电系统

储能系统应具有不间断电源及配电装置，为系统相关设备供电。

5.4 电池系统

5.4.1 单体电池技术要求

5.4.1.1 单体电池电压范围

单体电池电压范围为 $2.5\text{ V}\sim 3.65\text{ V}$ ，额定电压为 3.2 V 。

5.4.1.2 安全保护功能

5.4.1.2.1 电芯过压保护

当电芯电压超过保护设定值时，应发出告警并保护。

5.4.1.2.2 电芯欠压保护

当电芯电压低于保护设定值时，应发出告警并保护。

5.4.1.2.3 电芯不平衡保护

当同一电池模块中的电芯单体电压差超过设定值时，应发出告警并保护。

5.4.2 电池 pack 技术要求

5.4.2.1 使用电压范围

使用电压范围为134.4 V~172.8 V，额定电压为153.6 V。

5.4.2.2 初始能量效率

环境温度在(25±2)℃条件下，电池pack初始能量效率应不小于93 %。

5.4.2.3 电芯温度差

同一电池pack中的电芯温度差不应超过3℃

5.4.2.4 安全保护功能

5.4.2.4.1 充电过流保护

当电池pack充电电流超过保护设定值时，应发出告警并保护。

5.4.2.4.2 放电过流保护

当电池pack充电电流超过保护设定值时，应发出告警并保护。

5.4.3 电池簇技术要求

5.4.3.1 使用电压范围

使用电压范围为1075.2 V~1382.4 V，额定电压为1228.8 V。

5.4.3.2 初始能量效率

环境温度在(25±2)℃条件下，电池簇初始能量效率应不小于92 %。

5.4.3.3 安全保护功能

5.4.3.3.1 电池簇过压保护

当电池簇电压超过设定值时，应发出告警并保护。

5.4.3.3.2 电池簇欠压保护

当电池簇电压低于设定值时，应发出告警并保护。

5.4.4 DC/DC 模块技术要求

5.4.4.1 充放电转换时间

DC/DC模块从90 %充电到90 %放电的时间和90 %放电到90 %充电的时间的平均值应不大于60 ms。

5.4.4.2 放电性能

5.4.4.2.1 稳压精度

不同电池放电电压与负载进行组合，各种情况下的直流端口电压稳压精度不应超过2 %。

5.4.4.2.2 过冲幅度

由于开关机引起母线端输出电压变化的最大峰值应不超过母线端放电电压整定值的5 %。

5.4.4.2.3 纹波电压

恒压状态下，母线端电压纹波系数不应超过 $\pm 2\%$ 。

5.4.4.2.4 纹波电流

恒流状态下，母线端电流纹波系数不应超过 $\pm 2\%$ 。

5.4.4.3 充电性能

5.4.4.3.1 过冲幅度

由于开关机引起电池端电压变化的最大峰值应不超过电池端充电电压整定值的 5% 。

5.4.4.3.2 纹波电压

恒压状态下，电池端电压纹波系数不应超过 $\pm 2\%$ 。

5.4.4.3.3 纹波电流

恒流状态下，电池端电流纹波系数不应超过 $\pm 2\%$ 。

5.4.5 储能系统技术要求

5.4.5.1 系统初始能量效率

环境温度在 $(25\pm 2)^\circ\text{C}$ 条件下，系统初始能量效率应不小于 90% 。

5.4.5.2 显示功能

检查储能系统应能显示确保系统安全可靠运行所必需的信息。

5.4.5.3 通讯功能

储能系统应具备干接点、RS485、以太网等标准通信接口(至少具备其一)。宜有备用接口作为冗余。

5.4.5.4 储能系统统计功能

储能系统应具有电池充、放电的累计充放电电量的统计功能，并具有掉电保持功能。

5.4.5.5 IP 防护等级

储能系统的IP防护等级应不小于IP54。

5.5 液冷系统

储能系统应具备热管理功能，配置液冷设备。

5.6 消防系统

储能系统应配有消防系统，当消防系统侦测到火灾隐患时应提供系统告警并触发灭火器动作，集装箱外部应配备消防紧急触发按钮，实现消防系统紧急手动触发。

5.7 安全要求

5.7.1 绝缘电阻

试验电压为直流 2500V 时，电池簇及系统正负接线端对外壳，绝缘电阻应大于 $2\text{M}\Omega$ 。

5.7.2 接地电阻

系统接地应具有接地标志，设备外壳以及所有可触及的金属零部件与接地螺母之间的电阻不大于 0.1Ω 。

6 试验方法

6.1 试验环境条件

在本标准中，除气候环境试验外，其他试验均在表1的正常大气条件下进行。

表 2 测试环境条件

温度(℃)	湿度(%)	大气压力(kPa)
15~35	45~75	86~106

6.2 外观与结构

目测设备的外观与结构，应符合5.2的要求

6.3 配电系统。

6.3.1 检查系统是否具有不间断电源及配电装置。

6.3.2 启动系统，检查相关设备能否正常工作。

6.4 电池系统

6.4.1 单体电池

6.4.1.1 单体电池电压范围

电芯充放电过程中，电芯单体电压应在5.4.1.1节的规定范围内。

6.4.1.2 安全保护功能

6.4.1.2.1 电芯过压保护

电芯进行充电过程中，当电芯电压超过保护设定值时，应发出告警并保护。

6.4.1.2.2 电芯欠压保护

电芯进行放电过程中，当电芯电压低于保护设定值时，应发出告警并保护。

6.4.1.3 电芯不平衡保护

电芯充放电过程中，使单体电芯电压差大于保护设定值，应发出告警并保护。

6.4.2 电池 pack

6.4.2.1 使用电压范围

电池pack充放电过程中，电压应在5.4.2.1节的规定范围内。

6.4.2.2 初始能量效率

按GB/T 36276规定的方法进行。

6.4.2.3 电芯温度差

测量同一电池pack中各单体电池的温度，最高温度和最低温度之差应符合5.4.2.3的要求。

6.4.2.4 安全保护功能

6.4.2.4.1 充电过流保护

电池pack进行充电过程中，当充电电流超过保护设定值时，应发出告警并保护。

6.4.2.4.2 放电过流保护

电池pack进行放电过程中，当放电电流超过保护设定值时，应发出告警并保护。

6.4.3 电池簇

6.4.3.1 使用电压范围

电池簇充放电过程中，电压应在5.4.3.1节的规定范围内。

6.4.3.2 初始能量效率

按GB/T 36276规定的方法进行。

6.4.3.3 安全保护功能

6.4.3.3.1 电池簇过压保护

电池簇进行充放电过程中，当电池簇电压超过保护设定值时，应发出告警并保护。

6.4.3.3.2 电池簇欠压保护

电池簇进行充放电过程中，当电池簇电压低于保护设定值时，应发出告警并保护。

6.4.4 DC/DC 模块

6.4.4.1 充换电转换时间

试验应按以下步骤进行：

- 模块在额定充电功率状态下，测量并记录模块从90%额定充电功率状态切换到90%模块额定放电功率状态下的最小时间间隔 t_1 。
- 模块在额定放电功率状态下，测量并记录模块从90%额定放电功率状态切换到90%额定充电功率状态下的最小时间间隔 t_2 。
- 按下式计算平均充放电切换最小时间 t 。

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2} \dots\dots\dots (1)$$

6.4.4.2 放电性能

6.4.4.2.1 稳压精度

调节输入电压分别为上限值、额定值和下限值，直流输出分别带满载、半载和空载；对上述组合后9种状态下的直流输出电压分别进行测量、记录；测试的输出电压范围应符合5.4.4.2.1的要求。

6.4.4.2.2 过冲幅度

启动被测模块，调节电池输入电压为额定值、直流输出电压为出厂整定值、负载电流为额定值，以此作为整定值；用数字存储示波器适当量程观察直流输出电压的时间变化波形，从中计算出直流输出电压的过冲幅度。

6.4.4.2.3 纹波电压

启动被测模块，调节电池输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载分别带空载、半载和满载，读取并记录示波器显示的最大峰峰值。

6.4.4.2.4 纹波电流

启动被测模块，调节电池输入电压为额定值，直流输出电压为出厂整定值，负载分别带空载、半载和满载，读取并记录示波器显示的最大峰峰值。

6.4.4.3 充电性能

6.4.4.3.1 过冲幅度

启动被测模块，调节母线输入电压为额定值、电池电压为出厂整定值、负载电流为额定值，以此作为整定值；用数字存储示波器适当量程观察电池端电压的时间变化波形，从中计算出电池端电压的过冲幅度。

6.4.4.3.2 纹波电压

启动被测模块，调节母线输入电压为额定值，电池电压为出厂整定值，负载分别带空载、半载和满载，读取并记录示波器显示的最大峰峰值。

6.4.4.3.3 纹波电流

启动被测模块,调节母线输入电压为额定值,电池电压为出厂整定值,负载分别带空载、半载和满载,读取并记录示波器显示的最大峰峰值。

6.4.5 储能系统

6.4.5.1 系统初始能量效率

按GB/T 36276规定的方法进行。

6.4.5.2 显示功能

模拟系统正常运行状态、故障或告警状态,检查系统显示信息是否符合5.4.5.2的要求。

6.4.5.3 通讯功能

检查系统有无5.4.5.3规定的接口或各种告警信号输出端子。

6.4.5.4 系统统计功能

6.4.5.4.1 检查系统能否对电池充放电的累计充放电电量进行统计。

6.4.5.4.2 模拟系统掉电故障,检查系统记录是否存在丢失情况。

6.4.5.5 IP 防护等级

IP防护等级按GB/T 4208规定的方法进行。

6.5 液冷系统

6.5.1 检查系统是否具有液冷设备。

6.5.2 模拟系统电池温度高于或低于设定值,检查液冷系统制冷或加热功能能否正常运行。

6.6 消防系统

检查系统是否具有消防相关设备和器件。模拟消防故障,观察消防系统是否正常工作。

6.7 安全要求

6.7.1 绝缘电阻

用绝缘电阻测试仪直流2500V的测试电压,测量电池簇正负接线端的绝缘电阻值。

6.8 环境试验

6.8.1 低温环境试验

应按GB/T 2423.1-2008中规定的方法进行检测。

6.8.2 高温环境试验

应按GB/T 2423.2-2008中规定的方法进行检测。

6.8.3 恒定湿热试验

应按GB/T 2423.3-2016中规定的方法进行检测。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

产品检验的出厂检验具体如下。

- a) 出厂检验必须逐台进行。
- b) 出厂检验的项目及判定按表 3 进行。
- c) 检验中出现任一故障,应停止检验,待查出故障原因并排除后,做出标记并重新进行出厂检验。如仍出现故障,则判该产品为不合格。

7.3 型式检验

当有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 产品停产一个周期以上又恢复生产;
- b) 正式生产后,结构、材料、工艺有较大改变;
- c) 转厂生产再试制定型;
- d) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.4 检验项目

产品出厂检验及型式检验的试验项目见下表。

表 3 试验项目

序号	检验项目		型式检验	出厂检验	要求	试验方法	
1	外观与结构		√	√	5.2	6.2	
2	配电系统		√	√	5.3	6.3	
3	单体电池 技术要求	单体电池电压范围	√	√	5.4.1.1	6.4.1.1	
4		安全保护功能	电芯过压保护	√	√	5.4.1.2.1	6.4.1.2.1
5			电芯欠压保护	√	√	5.4.1.2.2	6.4.1.2.2
6			电芯不平衡保护	√	√	5.4.1.2.3	6.4.1.2.3
7	电池pack 技术要求	使用电压范围	√	√	5.4.2.1	6.4.2.1	
8		初始能量效率	√	√	5.4.2.2	6.4.2.2	
9		电芯温度差	√	√	5.4.2.3	6.4.2.3	
10		安全保护功能	充电过流保护	√	√	5.4.2.4.1	6.4.2.4.1
11			放电过流保护	√	√	5.4.2.4.2	6.4.2.4.2
12	电池簇 技术要求	使用电压范围	√	√	5.4.3.1	6.4.3.1	
13		初始能量效率	√	√	5.4.3.2	6.4.3.2	
14		安全保护功能	电池簇过压保护	√	√	5.4.3.3.1	6.4.3.3.1
15			电池簇欠压保护	√	√	5.4.3.3.2	6.4.3.3.2
16	DC/DC 模块	充放电转换时间	√	√	5.4.4.1	6.4.4.1	
17	技术要求	放电性能	稳压精度	√	√	5.4.4.2.1	6.4.4.2.1
18			过冲幅度	√	√	5.4.4.2.2	6.4.4.2.2
19			纹波电压	√	√	5.4.4.2.3	6.4.4.2.3
20			纹波电流	√	√	5.4.4.2.4	6.4.4.2.4
21		充电性能	过冲幅度	√	√	5.4.4.3.1	6.4.4.3.1
22			纹波电压	√	√	5.4.4.3.2	6.4.4.3.2
23			纹波电流	√	√	5.4.4.3.3	6.4.4.3.3
24	储能系统 技术要求	系统初始能量效率	√	√	5.4.5.1	6.4.5.1	
25		显示功能	√	√	5.4.5.2	6.4.5.2	
26		通讯功能	√	√	5.4.5.3	6.4.5.3	
27		系统统计功能	√	√	5.4.5.4	6.4.5.4	
28		IP防护等级	√	√	5.4.5.5	6.4.5.5	
29	液冷系统		√	√	5.5	6.5	
30	消防系统		√	√	5.6	6.6	
31	安全要求	绝缘电阻	√	√	5.7.1	6.7.1	
32		接地电阻	√	√	5.7.2	6.7.2	
33	环境试验	低温环境试验	√	√	5.1S	6.8.1	
34		高温环境试验	√	√		6.8.2	
35		恒定湿热试验	√	√		6.8.3	

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

国内自主品牌的标志包括产品名称、产品型号、制造商名称、制造商地址、商标、产品认证标志。海外产品标志应根据产品应用区域原则进行确定。标志应简明、清晰、端正和牢固。

8.2 包装

8.2.1 设备制造完成并通过试验后及时包装，否则应得到切实的保护，确保其不受污损。所有部件经妥善包装后，在运输过程中应采取其他防护措施，以免散失、损坏或被盗。各种包装能确保各零部件在运输过程中不致遭到损坏、丢失、变形、受潮和腐蚀；

8.2.2 在包装箱外标明详细项目名称；

8.2.3 整体产品或分别运输的部件都要适合运输和装载的要求；

8.2.4 包装箱应附有产品质量合格证书、安装使用说明书、装箱单、备件和附件清单。

8.3 运输

8.3.1 运输前拔出所有电池 pack 的 MSD，到现场安装调试时再装回去。建议电池运输时保持 40%~50% 的 SOC。

8.3.2 设备在运输时应符合铁路、公路及海运部门的有关规定。

8.3.3 设备的运输应保证其外壳不受任何损伤，内部元件不能发生位移且应保证内部元件性能完好。

8.3.4 设备在运输中不允许有任何破坏性碰撞、震动、倾斜和磨损，底部需加缓冲垫防震，同时，还应采取适当措施以鉴别设备在运输途中是否发生过严重的震动和倾斜。如果供货方在设备运输途中没有采取适当的鉴别措施界定责任，则设备到达现场后出现的所有机械损坏均视为在运输途中发生。

8.3.5 随产品提供的技术资料应完整无缺。

8.3.6 在运输过程中的温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 95%。产品在运输过程中，不应有剧烈振动、撞击、倾斜或倒置。产品带包装运输时，包装箱外面应有“小心轻放”、“不准倒置”等标志和符号。应贮存在清洁、通风良好，且能够防雨、雪、腐蚀气体侵袭的地方，不允许在阳光下长期暴晒，应保证包装物的完好无损。

8.4 贮存

8.4.1 锂电池对环境温度和湿度比较敏感，锂电池应储存在通风良好、干燥和凉爽处，避免存放或陈列在阳光直射处，高温和高湿可能损害电池性能或腐蚀电池表面甚至导致锂电池自燃。

8.4.2 产品存储分为长期存储和短期存储，长期存储(1年内)温度要求为 $0^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，存储(1个月内)温度要求为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。相对湿度要求为 $\leq 95\%$ 。应无强烈的机械振动、冲击和强磁场作用。

8.4.3 严禁将锂电池与金属物体混放，以免金属物体触碰到电池正负极，造成电池短路甚至造成危险。锂电池长期存储(超过3个月)建议保持 40%~50% 的 SOC，并存放在干燥阴凉的环境中，每隔3个月补电一次(按照规范的补电流程及补电设备)，以免存放时间过长，电池因自放电导致电量过低，造成不可逆的容量损失。

8.4.4 电池纸箱不应堆放超过规定高度，过多电池纸箱堆放在一起底层纸箱的电池可能变形，甚至出现漏液现象。

8.4.5 电池原有包装去掉后，电池应放置在规定的存放处并分隔开，电池正负极必须做好绝缘防护，禁止乱堆放，易引起电池短路或者火灾事故。

8.4.6 对互相接触容易引起燃烧、爆炸的物品及灭火防火不同的物品，应隔离存放。