

ICS 国际标准分类号
CCS 中国标准文献分类号



团 标 准

T/CES XXX-XXXX

高压直流直挂储能阀装置技术规范

Technical Specification for DC Side High Voltage DC Energy Storage Valve Devices

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

目 次	I
前 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	5
4 系统与参数	6
4.1 储能阀	6
4.2 主要参数	7
5 环境条件	7
5.1 正常工作环境	7
5.2 特殊使用环境条件	8
6 技术要求	8
6.1 电气结构与主要参数	8
6.2 功能要求	9
6.3 性能要求	10
6.4 设备及部件要求	15
6.5 辅助系统	20
7 检验规则	20
7.1 一般规定	20
7.2 储能阀系统检验规则	20
7.2 设备及部件样品检验规则	22
8 标志、包装、运输和贮存	22
8.1 概述	22
8.2 标志	22
8.3 包装	23
8.4 运输	23
8.5 贮存	23

T/CES XXX—XXXX

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提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会×××(**专业**)工作组归口。

本文件起草单位（**包括第一承担单位和参加起草单位，请按对标准的贡献大小排列**）：××××、
××××、……。

本文件主要起草人 (**请按对标准的贡献大小排列**)： ×××、×××、……。

本文件为首次发布。

高压直流直挂储能阀装置技术规范

1 范围

本标准规定了高压直流直挂储能阀装置的术语和定义、环境条件、系统与参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等要求。

本标准适用于锂离子电池、钠离子电池等作为储能载体，直流侧电压等级为±35kV附近，额定功率不小于50MW，额定容量不小于100MWh的高压直流直挂储能阀装置。

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 311.1 高压输变电设备的绝缘配合
- GB 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB 10237 绝缘水平和绝缘试验绝缘空气间隙
- GB 17741 工程场地地震安全性评价
- GB 50150-2016 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
- GB 50260 电力设施抗震设计规范
- 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 试验A：低温
- GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 试验B：高温
- GB/T 4798.2 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷等级分类 第2部分：运输和装卸
- GB/T 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则
- GB/T 11287 电气继电器
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 13540 高压开关设备和控制设备的抗震要求
- GB/T 14537 量度继电器和保护装置的冲击和碰撞试验
- GB/T 14598 量度继电器和保护装置
- GB/T 16927.1 高压试验技术 第1部分：一般试验要求
- GB/T 16927.2 高压试验技术 第2部分：测量系统
- GB/T 17626.1~13 电磁兼容试验和测量技术 系列标准
- GB/T 17799.2 电磁兼容 通用标准 第2部分：工业环境中的抗扰度标准
- GB/T 20138 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级（IK代码）
- GB/T 20626.1 特殊环境条件 高原电工电子产品 第1部分：通用技术要求
- GB/T 26216.1 高压直流输电系统直流电流测量装置 第1部分：电子式直流电流测量装置
- GB/T 30425 高压直流输电IGBT阀水冷设备
- GB/T 33348 高压直流输电用电压源换流器阀电气试验
- GB/T 34139 柔性直流输电换流器技术规范
- GB/T 35745 柔性直流输电控制与保护设备技术要求
- GB/T 36276 电力储能用锂离子电池
- GB/T 36498 柔性直流换流站绝缘配合导则
- GB/T 36545 移动式电化学储能系统技术规范
- GB/T 36558 电力系统电化学储能系统通用技术条件
- GB/T 36956 柔性直流输电用电压源换流器阀基控制设备试验

- GB/T 37010 柔性直流输电换流阀技术规范
 GB/T 44026 预制舱式锂离子电池储能系统技术规范
 GB/T 51048 电化学储能电站设计规范
 GB/T 51200 高压直流换流站设计规范
 GB/T 51381 柔性直流输电换流站设计标准
 GB/T 51397 柔性直流输电成套设计标准
 DL/T 860 电力自动化通信网络和系统
 DL/T 1526 柔性直流输电工程系统试验规程
 DL/T 1568-2016 IGBT阀现场试验导则
 DL/T 1833 柔性直流输电IGBT阀检修规程
 DL/T 2528 电力储能基本术语
 DT/L 5810 电化学储能电站接入电网设计规范
 ISO 12944-2017 色漆和清漆防护漆体系对钢结构的腐蚀防护
 IEC 815 污秽条件下绝缘子使用导则
 IEC 60044-1 互感器 第1部分：电流互感器
 IEC 60044-8 互感器 第8部分：电子式电流互感器
 IEC 60068-2-2 环保试验 第2部分：试验、试验B：干式温升试验（包括修订1及2）
 IEC 60076-9 端子和分接标志
 IEC 60270 高压试验-局部放电测量
 IEC 60633 高压直流输电的名词术语
 IEC 60700-1 高压直流输电用晶闸管储能阀
 IEC 60815 污秽绝缘子选用导则
 IEC 61462 户外及户内用空心绝缘子-定义、试验方法、验收标准及设计准则
 IEC 62271 高压开关及控制开关通用规范标准
 IEC 62501 高电压直流输电 (HVDC) 用电压源换流器 (VSC) 电气试验
 IEC 62543 VSC换流器
 IEC 62751-1 和 2 Power losses in voltage sourced converter(VSC) valves for high-voltage direct current (HVDC) systems-part 1:General requirements and -part 2:Modular multilevel converters
 ANSI/IEEE C37.90.1 保护继电器及继电系统的浪涌耐受能力 (SWC) 试验
 UL94 可燃性试验判据

3 术语和定义

GB/T 13498、GB/T 34118、GB/T 34120、GB/T 35745、GB/T 37010、GB/T 38983.1、GB/T 40595、GB/T 40865、GB/T 42313、GB/T 43462、DL/T 2528、DL/T 2246.7 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

直流直挂储能阀 / 储能阀 DC direct-mounted energy storage valve/energy storage valve ; DCDESV/ESV

由储能单元、电力电子器件及其辅件组成的电池、电气以及机械联合体，挂接至直流输电线路正负极，实现电能存储、转换以及释放的系统。

3.2

子模块 submodule; SM

储能阀基本组件，是储能阀的最小的、不可分割的功能单元。由功率模块、电柜、汇流柜及相关控制系统组成。

3.3

功率模块 power module; PM

通过开关单元实现功率转换，其中每个开关单元由一个IGBT和一个二极管对组成。

3.4

储能阀控制与保护设备/控保系统 control and protection equipment of DC Direct-mounted energy storage valve/control and protection system

实现储能阀控制及保护功能的二次设备，包括控制设备、保护设备、测量设备、故障录波设备以及其它辅助设备。

3.5

储能阀极控制保护 energy polar control and protection system/polar control and protection system; EPCP/PCP

储能阀的极控制保护装置，用于实现储能阀接入的直流输电正负极控制和保护，同时发送控制指令至阀基控制系统并接收阀基控制系统上送的信号。

3.6

储能阀阀基控制系统 energy valve base control/valve base control/valve base control; EVBC/VBC

储能阀的控制和监视装置，实现子模块投退、子模块电池的SOC均衡控制及状态上送等功能，它同换流阀极控制装置直接交换控制信息并将报警、事件信息等直接送至储能阀监控系统。

3.7

储能阀子模块控制器 energy sub-module controller/sub-module controller; ESMC/SMC

储能阀子模块基本控制单元，实现功率器件的开通、关断以及闭锁等功能。

3.8

储能阀电池模块管理控制系统 energy battery module management and control system/ battery module management and control system; EBMC/BMC

储能阀电池模块管理和控制单元，实现电池模块电流/电压/温度等测量、荷电状态SOC计算以及电量均衡等功能。

3.9

电压源换流阀/换流阀 voltage source converter valve/converter valve; VSC

用于将交流电能转换为直流电能或将直流电能转换为交流电能的装置，连接于三个交流端子和两个直流端子之间；具有电压源特性。

3.10

柔性直流输电控制与保护设备/VSC控保系统 control and protection equipment of voltage source converter based high-voltage direct current(VSC-HVDC) transmission system

实现柔性直流输电控制及保护功能的二次设备，包括换流阀控制层（不含）以上的控制设备、保护设备、测量设备、故障录波设备以及其它辅助设备。

4 系统与参数

4.1 储能阀

4.1.1 储能阀包括储能阀一次集成主体、储能阀子模块SM、储能阀子模块控制器SMC、储能阀电池模块管理系统BMC、储能阀控制保护系统，以及消防系统、阀冷系统等辅助系统；储能阀通过子模块级联/串联升压后，接入正极和负极直流并网点。如图1所示。

4.1.2 储能阀一次集成主体包括一次电气回路、多个串联的子模块及结构件，同时紧密耦合阀冷、消防等辅助设备。

4.1.3 子模块包括功率模块、汇流柜以及电池模块等，电池模块由电芯、电箱、电柜逐级集成而成，实现充电、存储以及放电等功能。

4.1.4 控保系统包括监控系统、极控制系统、极保护系统以及阀基控制设备等。实现储能阀监视、控制以及保护等功能。

4.1.5 高压直流直挂储能阀适用于已有直流母线的直流输电、直流微电网场景，以及需建立直流母线的网侧独立储能电站等场景。

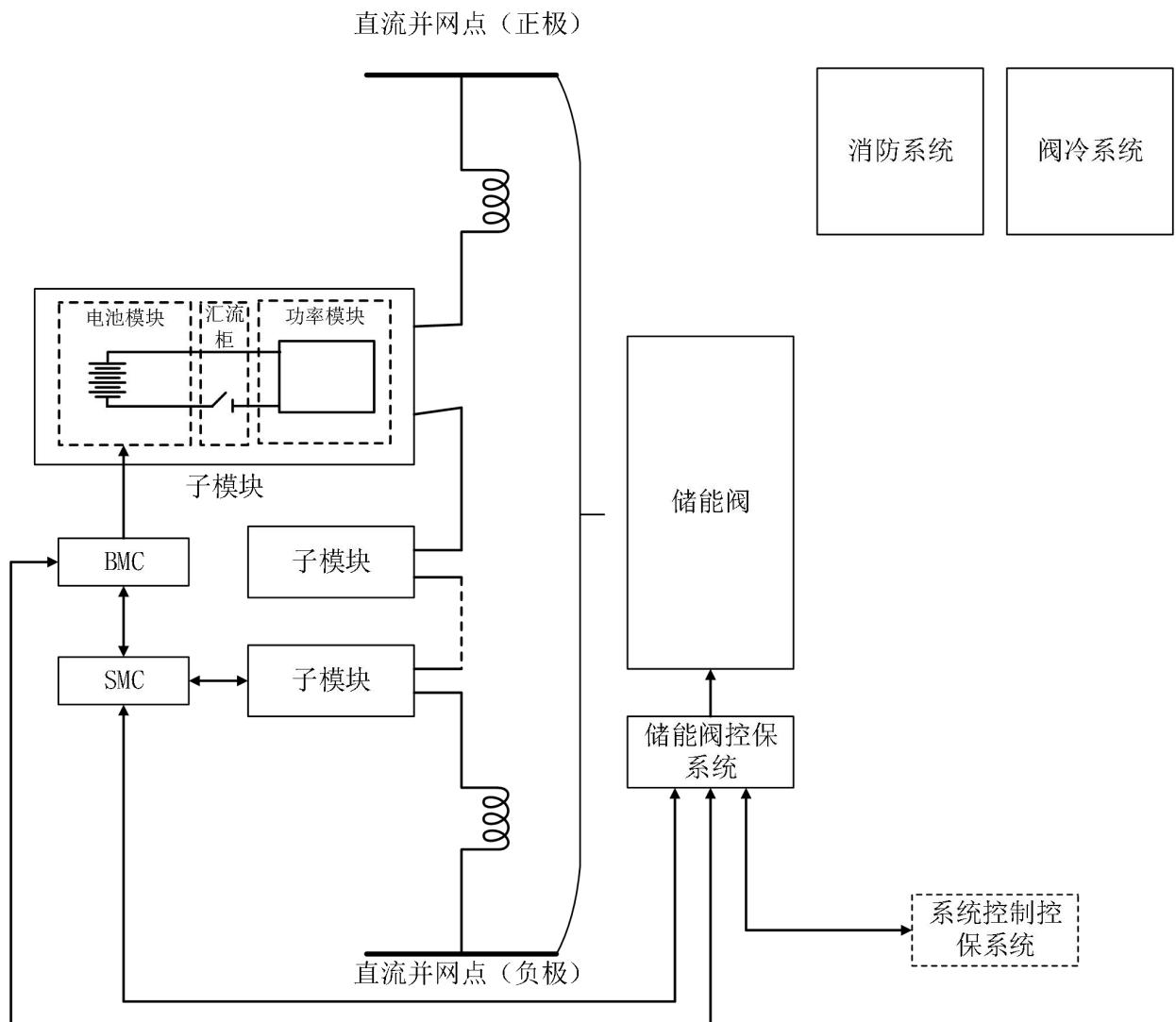


图1 储能阀组成结构示意图

4.2 主要参数

4.2.1 电压等级

储能阀直流侧电压优先采用 $\pm 35\text{kV}$ 。推荐由制造商和用户协商确定。

4.2.2 电流等级

储能阀直流侧电流等级由直流输电网而定，优先采用以下序列：1000A、2000A、2500A、3000A等。

4.2.3 功率等级

储能阀单机额定功率等级优先采用以下序列：50MW、100MW。

4.2.4 额定容量等级

储能阀单机额定容量等级优先采用以下序列：50MWh、100MWh、200MWh。

5 环境条件

5.1 正常工作环境

5.1.1 抗震要求

储能阀设计和使用应考虑储能站址的地震条件，并符合GB/T 13540、GB 50260、GB/T 17741等要求。

5.1.2 环境条件

5.1.2.1 外部环境条件

储能阀在下列环境应正常工作：

- a) 温度：-20 °C～50 °C。
- b) 相对湿度：5%～95%。
- c) 海拔高度：不大于1000 m。
- d) 空气洁净度：空气中不含过量尘埃、酸、碱、盐雾、腐蚀及爆炸性微粒和气体。
- e) 污秽等级：III级或IV级。

5.1.2.2 阀厅的环境条件

储能阀若采用阀厅布置，使用需控制湿度和空气温度以防止发生凝露，正常使用环境条件应包括以下方面：

- a) 海拔高度：不大于1000 m。
- b) 阀厅内温度：为15°C～30°C。
- c) 阀厅内相对湿度：最大值为43%，任何情况下无凝露。
- d) 阀厅内温湿度不均匀性≤5%。
- e) 爬电比距：≥14mm/kV。
- f) 阀厅气压：保持微正压。

5.1.2.3 集装箱的环境条件

储能阀若采用集装箱布置，集装箱的环境条件应包括以下方面：

- a) 舱体防腐蚀要求：中性盐雾试验最少336小时后无金属基体腐蚀现象。
- b) 舱体内部环境控制目标温度：15°C～35°C。
- c) 舱内相对湿度：不大于75%，任何情况下无凝露。

5.2 特殊使用环境条件

在不符合5.1的规定时，应由制造商和用户协商确定。

6 技术要求

6.1 电气结构与主要参数

6.1.1 概述及主要参数

6.1.1.1 直流直挂储能阀采用模块化多电平拓扑结构，为单桥臂结构，直挂至直流输电线路正负极之间。桥臂由子模块、桥臂电抗器、启动电阻、启动开关等组成。如图2所示。

6.1.1.2 储能阀由若干个子模块组成。每个子模块由功率模块、电池模块、支撑电容等组成。功率器件采用全控型功率器件，可采用半桥式或全桥式。

6.1.1.3 按耐受规定试验电压、正负极电压差、系统容量需求确定串联的子模块数。

6.1.1.4 应考虑串联子模块均压，子模块串联不均压系数范围应为-5%～+5%。

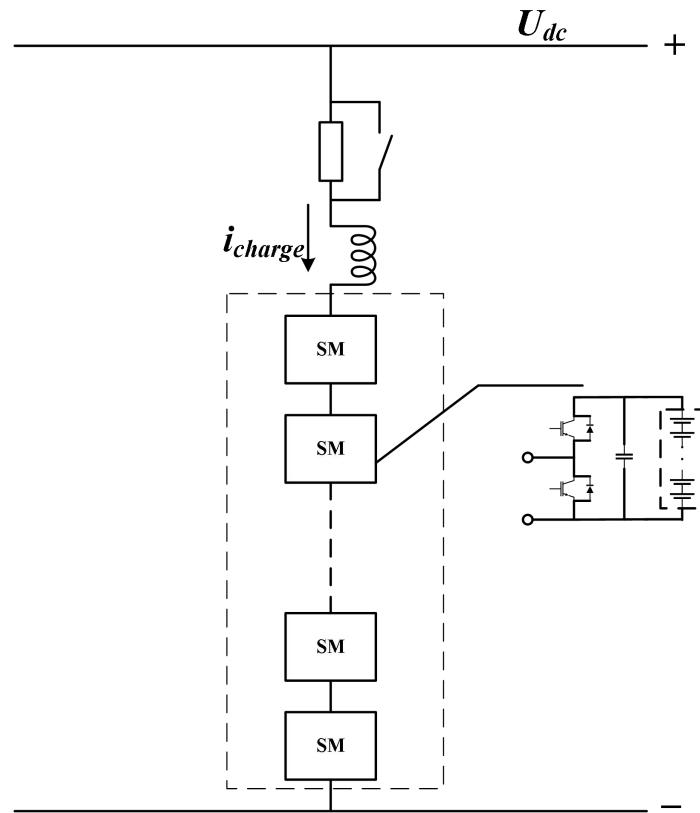


图2 储能阀拓扑结构示意图

6.1.2 主要参数

6.1.2.1 储能阀的主要参数至少应包括:

- a) 电流额定值;
- b) 电压额定值;
- c) 暂态电流能力;
- d) 绝缘水平;
- e) 型号规格。

6.1.2.2 子模块主要参数至少应包括:

- a) 标称电压;
- b) 额定电压;
- c) 额定电流;
- d) 单子模块容量;
- e) 开关频率;
- f) 过载能力;
- g) 绝缘水平;
- h) 效率/子模块充放电效率;
- i) 电芯规格型号;
- j) 成组方式;
- k) 重量/尺寸;
- l) 子模块内部振荡波纹幅度。
- m) 子模块上/下限电压。

6.2 功能要求

6.2.1 启停机

储能阀可在线投切，能根据控制开关或指令实现储能系统的启动和停用。

6.2.2 充放电功能

储能阀应具备充电和放电功能，实现能量的存储和释放。该功能应本地和远方可控。

6.2.3 直流电压控制功能

6.2.3.1 通过控制储能阀支路电流流入/流出储能阀，实现储能阀直流并网点的直流母线电压控制。

6.2.3.2 直流电压控制精度应不低于4%。

6.2.4 直流电流控制功能

6.2.4.1 通过增加/减少储能阀子模块投入数目，从而增加/降低储能阀支路电压，实现储能阀直流并网点电流控制。

6.3 性能要求

6.3.1 机械性能

6.3.1.1 一般要求

储能阀应采用户内阀塔结构或户外集装箱结构安装。

6.3.1.2 外观与结构

6.3.1.2.1 元器件安装布局应经济合理、安全可靠、维修方便，需手动操作的器件应操作灵活，无卡住或操作力过大现象。

6.3.1.2.2 铭牌参数标志清晰，数据正确。

6.3.1.2.3 结构强度满足短路电动力等要求。

6.3.1.2.4 连接线的连接应牢固，不应自由晃动，布线应整齐、美观。

6.3.1.3 安装

6.3.1.3.1 储能阀采取支撑式阀塔安装方式时，要求集中、紧凑、轻量化设计，且应为户内安装，布置于储能阀阀厅内。

6.3.1.3.2 储能阀采取支撑式阀塔安装方式时，阀塔骨架应整体焊接，保证足够的强度与刚度；阀塔结构在起吊、运输和安装时不应产生永久变形、开裂或覆盖件脱落。

6.3.1.3.3 储能阀采取户外集装箱安装时，安装时防护等级不应低于GB/T 4208中IP54的规定。

6.3.1.3.4 储能阀采取户外集装箱安装时，舱体的重要性系数应根据结构的安全等级设计。

6.3.1.3.5 储能阀采取户外集装箱安装时，舱体宜采用钢结构预制舱。

6.3.1.4 防腐层

6.3.1.4.1 装置的金属件外露表面应有可靠的防腐蚀层，防腐蚀等级应不低于C4。

6.3.2 电气性能

6.3.2.1 一般要求

储能阀的电气设计应结合工程实际情况，考虑适宜的设计裕度确定设计参数。

6.3.2.2 能量转换效率

从图1直流并网点口计算，储能阀级联充放电效率应不低于92%（包含辅助设备损耗）。

6.3.2.3 损耗

储能阀的待机损耗不应超过额定功率的0.5%，空载损耗应不超过额定功率的0.8%。

6.3.2.4 过载能力

6.3.2.4.1 直流直挂储能阀过载能力应满足GB/T 34120-2023要求。

6.3.2.5 电能质量

6.3.2.5.1 储能阀工作在恒功率充放电模式下，直流母线偏差不超过额定电压的±5%，直流端口直流电压纹波有效值应不超±1%最大直流电压，耐受外界频率和功率扰动。

6.3.2.5.2 在空载和额定条件下，极对地偏差不超过额定电压的±5%。

6.3.3 安全性能

6.3.3.1 电气安全

6.3.3.1.1 冲击耐受电压

6.3.3.1.1.1 直流端口和交流端口对地应能承受与系统工作电压对应的工频交流电压或直流电压，包括湿态耐压能力，不发生击穿或闪络现象。

6.3.3.1.1.2 直流端口和交流端口端间应能承受与系统工作电压对应的工频交流电压或直流电压，不发生击穿或闪络现象。

6.3.3.1.2 暂态过电压

6.3.3.1.2.1 交流端口/直流端口对地应能承受与系统工作电压对应的雷电冲击电压和陡波冲击电压，不发生击穿或闪络现象。

6.3.3.1.3 电气间隙和爬电距离

6.3.3.1.3.1 储能阀各带电电路之间以及带电部件、导电部件、接地部件之间的电气间隔和爬电距离应符合GB/T 7251.1的规定。

6.3.3.1.3.2 装置内的元器件应符合各自标准规定，正常使用条件下，应保持其电气间隙和爬电距离。

6.3.3.1.3.3 用于海拔超过1000m的装置，其电气间隙和爬电距离按照GB 311.1的规定修正。

6.3.3.1.3.4 对于重污秽区域，根据污秽等级按照GB/T 26218.1和GB/T 26218.2的规定进行修正。

6.3.3.1.4 绝缘电阻

6.3.3.1.4.1 带电体之间、带电体与裸露导电部件之间、带电体对地的绝缘电阻不小于工频耐受电压值 $\times 1000(\Omega)$ 。

6.3.3.1.4.2 在正常试验大气条件下，储能阀中单电柜电池模块正极与外部裸露可导电部分之间、电池模块负极与外部裸露可导电部分之间绝缘电阻应不小于 $20M\Omega$ 。

6.3.3.1.4.3 在正常试验大气条件下，储能阀的电池舱、高压箱及滤波元件外壳与地之间的绝缘电阻不小于 $10M\Omega$ 。

6.3.3.1.4.4 储能阀应具备直流端口绝缘电阻监测或绝缘漏电流检测功能，电池系统应具备开启与停用绝缘电阻监测或绝缘漏电流检测的功能。

6.3.3.1.4.5 带电体之间、带电体与裸露导电部件之间、带电体对地的绝缘电阻不小于工频耐受电压值 $\times 1000(\Omega)$ 。

6.3.3.1.5 局放

电箱/子模块绝缘设计应考虑耐受交流电压、直流电压，并满足规定范围内电晕及局放要求。局部放电的起始电压和熄灭电压高于电箱/子模块上出现的最高运行电压。直流端口对地应能承受与系统工作电压对应的工频交流局部放电和直流局部放电要求。

6.3.3.1.6 过电流

6.3.3.1.6.1 对于运行中的任何故障造成的大短路电流，储能阀应具备承受一个完全偏置的浪涌电流的能力。

6.3.3.1.6.2 储能阀承受额定电流、过负荷电流（如有）及各种暂态冲击电流的能力。

6.3.3.1.6.3 阀的电流耐受能力设计应考虑阀的部件（功率器件、电容器等）承受正常运行电流和暂态过电流的水平。

6.3.3.1.6.4 储能阀应具有耐受最大持续运行电流以及各类故障情况下的暂态冲击电流的能力。

6.3.3.1.6.5 运行中的任何故障所造成的大短路电流，不应造成储能阀的损坏。

6.3.3.1.7 等电位连接与保护接地

6.3.3.1.7.1 储能阀采用浮地设计，子模块应进行等电位设计，不同电压等级采用不一样的等电位点。

6.3.3.1.7.2 宜采用子模块正负极母线之间串联均压电阻，取电阻中点为电池模块等电位点，负极电阻宜并联Y电容避免浪涌工况下电位悬浮问题。

6.3.3.1.8 残余能量危险防护

应具备电容残余能量危险防护措施。

6.3.3.1.9 电气检修

主电路应提供可靠断口等，保证检修人员安全。

6.3.3.2 热安全

6.3.3.2.1 温升

内部器件温度在满功率最高温度下热稳定不损坏。在额定运行条件下，待各元件热稳定后，储能阀电气设备元件各部位的极限温升如表1所示。

表1 储能阀温升极限表

部件和部位	极限温升/°C
主电路半导体器件	外壳温升由产品技术条件或分类标准规定
主电路半导体器件与导体的连接处	裸铜：45
	有锡镀层：55
	有银镀层：70
铜牌表面	90

6.3.3.2.2 热失控扩散

触发电池簇内任一电池温度升高后，不应起火、不应爆炸、不应触发其他电池模块发生热失控。

6.3.3.3 消防安全

6.3.3.3.1 热失控后不起火燃烧爆炸，不残留气体在电池模块内。

6.3.3.3.2 定点有效扑灭火灾。

6.3.3.3.3 相邻电箱不扩散（单个电箱热失控不影响其它电箱）。

6.3.3.4 机械安全

6.3.3.4.1 直接接触防护

6.3.3.4.1.1 内部带电部件和运动部件只有通过工具打开后才能被接触。

6.3.3.4.1.2 外壳和防护挡板的防护等级不低于GB/T 4208规定的IP2X。

6.3.3.4.2 防紫外线照射

6.3.3.4.2.1 塑料材料和聚合物材料应能耐受紫外线照射，在正常使用情况下，不应出现裂纹或破裂等迹象，其防护性能不应降低。

6.3.3.4.3 外壳和支架强度

6.3.3.4.3.1 外壳和结构强度应在正常使用及运输条件下不应发生变形。

6.3.3.4.4 结构稳定性

6.3.3.4.4.1 应具备稳定结构，任何情况下不应发生倾倒。

6.3.3.4.5 抛射零部件

6.3.3.4.5.1 在故障条件下不应抛射对人产生伤害的零部件。

6.3.3.4.6 搬运要求

6.3.3.4.6.1 搬运过程中，设备不能在搬运中发生松脱、跌落或者出现永久性变形、破裂或其他失效现象，搬运过程中应安全可靠。

6.3.3.4.7 防护等级选择

6.3.3.4.1.1 装置的防护等级根据现场运行条件设计选择，应符合GB/T 4208的要求，且不低于IP55。

6.3.3.4.2.2 子模块防护等级 IP55，气密性按 45Pa 压力下漏气率不高于 $1.33\text{m}^3/\text{h}$ 。

6.3.3.5 环境适应性

6.3.3.5.1 低温适应性

6.3.3.5.1.1 在试验温度为工作温度下限且稳定时，储能阀应能正常启动运行，且持续额定功率运行时间不低于 72h。

6.3.3.5.1.1 环境温度-20°C时，储能阀在额定功率下的放电能量应不小于额定放电能量，额定功率下的充电能量应不小于额定充电能量。

6.3.3.5.2 高温适应性

环境温度 50°C时，储能阀在额定功率下的放电能量应不小于额定放电能量，额定功率下的充电能量应不小于额定充电能量。

6.3.3.5.3 耐湿热性能

6.3.3.5.3.1 按 GB/T 2423.4 进行交变湿热试验后，测量绝缘电阻，不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ；介质强度不应低于 GB 2423.4 规定的介质强度试验电压值的 75%。

6.3.3.5.3.2 按 GB/T 2423.4 进行恒定湿热试验后，测量绝缘电阻，不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ；介质强度不应低于 GB 2423.4 规定的介质强度试验电压值的 75%。

6.3.3.5.4 耐盐雾适应性

应用在海洋性气候的储能阀相关设备，在规定的盐雾试验环境条件下保持外壳表面不应出现脱落、锈蚀等。

6.3.3.6 噪声

在距离设备水平位置1m处，用声级计计量满载时的噪音，噪音应不大于80dB。

6.3.3.7 报警和保护

6.3.3.7.1 储能阀保护基本要求、直流保护功能和性能、以及联结变压器保护功能和性能等应满 GB/T 35745 的相关要求。

6.3.3.7.2 具备漏水检测功能。

6.3.3.7.3 子模块全层级故障探测及保护设计，其中电池模块配置异常充电保护。

6.3.4 可靠性

6.3.4.1 储能阀平均维护周期不小于12个月。

6.3.4.2 子模块平均无故障工作时间应不小于20000h。

6.3.4.3 子模块内部部件具备部件级冗余设计，提升部件级可靠性；电源采用冗余双母线供电，优先电池自供电，故障时切换外部冗余供电。

6.3.4.4 子模块采用冗余设计，当模块单元出现故障，迅速切除故障换流单元，投入冗余模块单元；储能阀的冗余子模块（或子单元）数不小于两次计划检修之间的运行周期内可能损坏子模块（或子单元）数量的期望值的2.5，且不少于子模块总数的3%，建议配置8%。

6.3.4.5 控制与保护系统寿命不低于10年。

6.3.5 电磁兼容性

6.3.5.1 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，及空气放电 8kV 和接触放电 6kV，试验结果应符合 GB/T 17626.2-2006 的第 9 章 6 类要求。

6.3.5.2 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 试验等级 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。

6.3.5.3 射频电磁场辐射

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。

6.3.5.4 工频磁场抗扰度

工频磁场抗扰度应符合 GB/T 17626.8-2000 试验等级 5 级的要求。稳定磁场 100A/m，持续时间 30s，短时磁场 1000Am，持续时间 3s。

6.3.5.5 脉冲磁场抗扰度

脉冲磁场抗扰度应符合 GB/T 17626.9-2011 试验等级 5 级的要求。6.4/16us，强度 1000A/M。

6.3.5.6 阻尼振荡磁场抗扰度

阻尼振荡磁场抗扰度应符合 GB/T 17626.10-2017 试验等级 5 级的要求。强度 100A/M。

6.3.5.7 振荡波抗扰度

振荡波抗扰度应符合 GB/T 17626.12-2013 试验等级 4 级的要求。共模 $\pm 4\text{kV}$ ，差模 $\pm 2\text{kV}$ 。

6.3.5.8 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度

电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度应符合 GB/T 17626.11-2008 的要求。降到 0%，40%，70%，电压波动 80%-120%。

6.3.5.9 浪涌（冲击）抗扰度

对电源端口实际 1.2/50us 浪涌信号，试验等级对线 $\pm 2\text{kV}$ ，试验结果应符合 GB/T 17626.5-2008 中的第 9 章 b 类要求。

6.3.5.10 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 17626.6-2008 中的 a 类要求。

6.3.5.11 发射要求

应符合 GB/T 4208 的规定。防护等级不低于 IP20。

6.4 设备及部件要求

6.4.1 子模块

6.4.1.1 一般要求

子模块内部，功率模块与电池簇/电箱紧耦合设计。

功率模块和大量电池模块直连匹配中，应采取合适避免子模块欠阻尼振荡风险，保证子模块效率 $\geq 94.5\%$ 。

电池簇/电箱主要实现储能阀的能量存储与释放，其成组形式与储能阀系统、子模块系统的容量、电流等需求相匹配，宜采用电池簇串联的形式，不宜采用电池单体并联的成组方式。

采用锂离子电池时，应符合 GB/T 36276 的规定。

6.4.1.2 电池簇/电箱

6.4.1.2.1 一般要求

电柜应密封设计和防爆设计。

电池簇初始峰值电流偏移 ≤ 1.05 。

如电池柜采用并联连接方式，则应对电池柜簇间电流进行抑制，簇间不均衡度 $\leq 5\%$ 。

单电柜故障后无须停电。故障电柜应能计划性更换。

电池簇内电箱单点/双点绝缘失效或漏液，不应热失控，不应出现电池过充，且储能阀无需下电。

6.4.1.2.2 初始充放电能量

单体电池初始充放电能量应符合下列要求：

- a) 初始充放电能量效率不应小于97%；
- b) 电池单体电压极差不应大于20mV。

6.4.2 电池管理系统

6.4.2.1 一般要求

6.4.2.1.1 BMS 应具备控制电池继电器合闸和分闸的功能，以及控制子模块隔离开关合闸和分闸/旁路开关合闸功能。

6.4.2.1.2 BMS 宜采用双层架构：CSC 采样-BMC 集成簇级和系统级控制算法。

6.4.2.2 测量要求

6.4.2.2.1 BMS 应能实时测量电池的电和热的相关数据，至少包括电芯电压、电芯温度、电箱电压、电柜电流、绝缘电阻等参数。

6.4.2.2.2 电流采样频率 $\geq 8\text{kHz}$ ，采样精度 $\leq 2\%$ 。

6.4.2.3 计算要求

6.4.2.3.1 BMS 应能够估算电池的荷电状态（SOC）、健康状态（SOH）、充/放电量（Wh）、最大充电电流、最大放电电流等状态参数，宜估算电池内阻，且具有掉电保持功能。

6.4.2.4 故障诊断与保护功能

6.4.2.4.1 BMS 故障通过 SMC 和电池系统监控单元传递。

6.4.2.4.2 BMS 应具备电池的过压保护、欠压保护、过流保护、短路保护、绝缘保护等电量保护功能，具备过温保护、气体保护等非电量保护功能，并能发出分级告警信号或跳闸指令，实现就地故障隔离。

6.4.2.4.3 BMS 具备实时电池绝缘检测功能。

6.4.2.4.4 BMS 失效后，不应出现过充情况。

6.4.2.5 通信

6.4.2.5.1 集成光纤通讯功能，支持双路冗余光纤通讯，同时BMS与后台监控冗余通讯。

6.4.3 功率模块

6.4.3.1 一般要求

6.4.3.1.1 功率模块应具备防爆功能，电气布线应满足绝缘耐压和载流量的要求。

6.4.3.1.2 功率模块应具备故障状态下可靠旁路功能。

6.4.3.1.6 功率模块应采用冷却措施，一次部件温度低于90℃，效率高于99.8%。

6.4.3.1.7 子模块投退时，不应引起子模块内部电压振荡。

6.4.3.1.8 应具备子模块过流关断能力，关断能力考虑IGBT器件过流峰值等因素，安全系数不小于1.05。

6.4.3.1.9 应具备功率模块短路运行能力，短路系数不小于11，短路时间不小于100ms。

6.4.3.2 功率模块控制单元

6.4.3.2.1 一般要求

6.4.3.2.1.1 子模块故障时，能够将模块的故障信号及旁路信号发送给阀控装置，并实现对模块的可靠旁路。

6.4.3.2.1.2 旁路开关驱动电路须采用隔离触发，具备强触发能力，并有效防止误触发；旁路开关储能电容应与控制板独立设计，减小旁路开关动作过程中，储能电容电流变化对板卡弱电部分的电磁干扰。

6.4.3.2.1.3 应降低电容能量冲击，出现爆炸后，应降低爆炸的强度，同时不影响其他设备元件的正常运行。

6.4.3.2.1.4 功率模块单点故障不停运，任一部件/器件故障时，不应出现电池过充等风险。

6.4.3.2.1.5 电源下电时，不应出现功率模块失控及电池过充等情况。

6.4.3.2.2 子模块接口通讯要求

6.4.3.2.2.1 应采用有效措施保证子模块接口通讯可靠，避免频繁出现子模块的通讯故障、驱动故障、取能电源故障等问题。

6.4.3.2.2.2 与阀控和电池管理系统的通讯接口须采用冗余光纤通讯，具备抗强电磁干扰的能力，实现换流阀设备与二次设备的隔离。

6.4.3.2.2.3 与阀控和电池管理系统的通讯接口须按照冗余通信的方式设计，保证单一通信通道故障不会引起子模块旁路。

6.4.4 阀控保系统

6.4.4.1 基本要求

6.4.4.1.1 控保系统用于触发和监测阀，保证阀系统的安全稳定运行，对阀的控制、监视和保护应功能正确、完备，可靠性高，并满足系统可用率的要求。

6.4.4.1.2 控保系统、阀控制、阀保护冗余设计，任意一套冗余设备因故障或其它原因退出运行及检修时，不会影响整个系统的正常运行。

6.4.4.2 监控层功能

6.4.4.2.1 应设立全控型功率器件监视系统，以便确认每一全控型功率器件及子模块(SM)级的状态，并正确指示任何全控型功率器件或其它相关元件的异常或损坏。

6.4.4.2.2 该监视系统应有工业化的监控界面，具备异常工况时报警功能。

6.4.4.2.3 储能阀阀控系统检测到导致储能阀停运的故障类型时，阀控应向监视系统及其它保护系统发出信息使换流器闭锁。

6.4.4.3 极控制功能

6.4.4.3.1 极控制层用于计算储能阀投入的子模块数参考值，极控制设备的基本功能应包括：

- a) 启停顺序控制;
- b) 定直流电压/电流控制;
- c) 储能阀充放电控制;
- d) 空载加压控制;
- e) 主备切换控制;
- f) 辅助系统控制;
- g) 直流侧可控充电。
- h) 储能阀黑启动（零起升压）。
- f) 控制模式切换。
- g) 在线投入/在线退出。
- h) 低频电流抑制。

6.4.4.4 阀控制功能

- 6.4.4.4.1 阀控实现 SOC 估算以及子模块投退排序，子模块投切频率 $\leq 20\text{Hz}$ ，SOC 差异控制在 1%。
- 6.4.4.4.2 阀控制层实现脉冲生成与分配。储能阀输出的子模块电压和与调制电压参考值的差值应控制在 1/2 个子模块电压平均值附近。
- 6.4.4.4.3 阀控应具备动态子模块电压调整的能力，实现子模块动态均压。
- 6.4.4.4.4 阀控应实现子模块冗余控制。
- 6.4.4.4.5 阀控应具备储能阀解锁条件自检功能。
- 6.4.4.4.6 阀控对全部子模块的直流电容器电压、旁路状态和故障状态等信息进行监测，满足储能阀及阀控设备故障分析及异常情况指示等要求。
- 6.4.4.4.7 阀控对模拟量、接口信号和故障信号进行录波和输出功能，并提供与换流阀统一故障录波装置接口。
- 6.4.4.4.8 阀控应具备储能阀电池归一化参数（SOC）均衡能力，SOC 不均衡度 $\leq \pm 5\%$ 。0%SOC 时，平均 SOC $\leq 1.2\%$ ；100%SOC 时，平均 SOC $\geq 98.5\%$ 。

6.4.4.5 阀保护功能

- 6.4.4.5.1 储能阀应设计合理的阀控过流保护策略和定值，保证各类故障下储能阀的安全；故障时不应出现电池过充等风险。
- 6.4.4.5.2 储能阀控制保护系统为保障储能阀在储能阀极间短路故障、限流电抗器换流阀阀侧接地故障、限流电抗器储能阀侧接地故障、换流阀交流侧故障时，进行储能阀可靠的保护，采用阀保护装置三套独立配置，三取二保护装置两套独立配置。
- 6.4.4.5.3 储能阀的基本保护如下：
 - a) 储能阀支路过流保护；
 - b) 正极对地过压保护；
 - c) 负极对比过压保护；
 - d) 储能阀中性点电阻过负荷保护；
 - e) 储能支路上升率过负荷保护；
 - f) 储能支路电流差动保护；
 - g) 储能阀整体过压保护；
 - h) 消防联动保护；
 - i) 阀冷/暖通跳闸保护；
 - j) 子模块保护。
 - k) 对地短路保护。
 - l) 双点绝缘失效快速保护。
- 6.4.4.5.6 储能阀本体保护如下：
 - a) 过流保护；
 - b) 电流变化率保护；

c) 差动保护。

6.4.4.5.7 阀基控保系统应具备子模块级漏水检测能力，漏水信号通过阀基控制设备传输给控制保护。

6.4.4.6 故障录波功能

6.4.4.6.1 阀控系统需要具备故障录波功能并配置工作站，可以手动或自动记录和极控系统通讯的所有电气信号以及子模块的重要电气状态信息、阀控内部的关键中间信号。

6.4.4.7 通信与接口设计

6.4.4.7.1 一般要求

6.4.4.7.1.1 阀的控制保护系统应具备（但不限于）与上级控制保护系统、时钟同步系统、故障录波系统和测量系统的通信接口。

6.4.4.7.1.2 阀控与储能阀冷却系统、阀厅氮气保护系统、阀厅暖通系统之间的通信协议应采用 IEC60044-8 协议。

6.4.4.7.1.3 阀控与直流控制保护主机之间的通信协议应采用千兆以太网或 IEC60044-8 协议，阀控与直流控制保护后台之间的通信协议应采用 IEC61850 协议。

6.4.4.7.1.4 控保系统应具备与换流阀阀控、储能阀阀控、阀冷系统、测量系统、安稳等站内系统、交直流一次系统、远方监控系统等进行信息交互的能力。

6.4.5 关键部件选型设计

6.4.5.1 功率器件 IGBT/IEGT

6.4.5.1.1 功率器件选型应考虑额定电流、最大持续运行电流、暂态冲击电流、集电极-发射极直流电压、集电极连续电流、集电极重复峰值电流、开关频率、最高结温、结温裕度以及封装形式等。

6.4.5.1.2 功率器件集电极-发射极直流电压 ≥ 1.2 倍额定运行电压，最大持续运行电流 ≥ 1.25 倍额定运行电流。

6.4.5.1.3 可关断半导体器件应具有独立耐受额定电流、过负荷电流（如有）及各种暂态冲击电流的能力。

6.4.5.2 二极管

6.4.5.2.1 二极管的选型应考虑反向重复峰值电压、正向平均电流、正向重复峰值电流、 I^2t 值（热积累）等参数。

6.4.5.2.2 二极管应具有耐受额定电流、过负荷电流（如有）及各种暂态冲击电流的能力。

6.4.5.3 电容器

6.4.5.3.1 电容器的选型主要是确定以下参数：

- a) 电容值，应满足储能子模块电压波动的要求；
- b) 额定工作电压，通常应大于1.1倍的储能子模块的额定工作电压；
- c) 额定电流，可根据工程设计需求，并考虑一定裕度选取。

6.4.5.3.2 直流电容器宜采用电力电子电容器，其技术性能应满足GB/T 17702的要求。

6.4.5.3.3 如峰值纹波电压在整个使用寿命内出现的时间超过10%，则其直流电容器的额定直流电压应按照这一峰值电压确定。

6.4.5.3.4 直流电容器的工作电流应满足其安全运行要求，同时应考虑其使用寿命中可能出现的谐波电流水平。

6.4.5.3.5 储能阀内部的直流电容器宜采用无油化设计。

6.4.5.4 旁路开关

6.4.5.4.1 主要考虑旁路开关的动作时间（一般小于5ms）、操作功率以及于储能子模块参数的配合（如耐受电流、额定电流等）。

6.4.5.4.2 旁路开关应具有防误动措施，应保证即使旁路开关误动导致出现电容器与电池经旁路开关直接短路后不影响或损坏其他子模块或设备。

6.4.5.4.3 在子模块发生故障时，旁路开关能够快速合闸，将该子模块从储能阀主电路中安全旁路，保护子模块中元器件设备安全，并确保系统持续正常运行。

6.4.5.5 均压电阻

6.4.4.5.1 均压电阻器型式的选择应综合考虑阻值、电阻器精度、散热要求、体积大小等要求。

6.4.5.5.2 均压电阻器的电阻值应满足储能阀启动充电阶段的子模块静态均压要求和故障闭锁后的子模块放电时间要求。

6.4.5.5.3 放电时间一般取4~5倍放电时间常数。在设计均压电阻的额定功率时，考虑子模块电容上存在的电压波动，可选取1.1倍子模块额定直流电压。

6.4.5.6 取能电源

6.4.5.6.1 主要考虑取能电源正常工作的输入电压范围应满足最大直流功率、额定输出电流、输出电压范围、电压精度、最低启动电压、最高耐受电压要求，考虑其局部放电、温升、绝缘、抗电磁干扰能力等。

6.4.5.6.2 取能单元正常工作电压范围应按照系统和储能阀设计要求确定（一般为0.4p.u.~1.6p.u.）。

6.4.5.7 电容电压测量传感器

电容电压测量传感器应符合以下几点：

- a) 测量范围。
- b) 测量输出不易受外界因素干扰。
- c) 测量接口匹配板卡设计要求。
- d) 绝缘强度满足工程要求。

6.4.5.8 电阻器

电阻器额定电压需综合考虑子模块的最高允许电压及回路中IGBT的额定电压进行参数设定。

6.4.5.9 电容器

电容器选型要求参考6.4.5.3要求，并且额定电压需考虑Y电容1.6倍的绝缘裕度系数。

6.4.5.10 绝缘检测模块

绝缘检测模块满足以下要求：

- a) 测量范围、准确度及精度满足储能子模块测量要求。
- b) 测量输出不易受外界因素干扰。
- c) 测量接口匹配板卡设计要求。
- d) 绝缘强度满足工程要求。

6.4.5.11 汇流隔离开关

6.4.5.11.1 当子模块下电后，可通过隔离开关的分闸为在调试、安装和检修时能实现电池模块与功率模块之间的完全电气隔离。

6.4.5.11.2 隔离开关应具备一定的防止带电误分合的能力，优先选用分闸储能型。

6.4.5.11.3 隔离开关选型需满足以下要求：

- a) 额定电压：额定电压应与子模块额定电压相匹配；
- b) 额定电流：根据子模块的实际需求进行选取，并考虑一定裕度。

6.4.5.11.4 汇流隔离开关SMC和BMC交叉冗余控制。

6.4.5.12 隔离开关取能电源

隔离开关取能电源选型要求参考6.4.5.6要求。

6.4.5.13 启动电阻

启动电阻主要技术参数：额定电阻值；热态额定值；电阻器材料；绝缘水平；充电电流等。

6.4.5.14 电抗器

串联在储能阀桥臂上的桥臂电抗器，主要起到抑制短路时上升过快的桥臂故障电流的作用。主要考虑额定电感、最大连续直流偏置电流、额定工频电流、谐波电流、最大端间运行电压、最大端对地运行电压等。

6.5 辅助系统

6.5.1 阀冷却系统

6.5.1.1.2 应针对电箱/电柜/阀塔冷却水路进行流量均匀性设计，电柜流量不均匀性 $\leq 5\%$ ，进水温度偏差 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，电芯温度不均匀性 $\leq XX$ ，冷板均温性 $\leq 5^\circ\text{C}$ ，不同器件均温性 $\leq 5^\circ\text{C}$ 。

6.5.1.1.2 阀冷却系统能耗占比 $\leq 3\%$ 系统功耗。

6.5.2 消防系统

6.5.2.1.1 消防系统设计应遵循“预防为主、防消结合”的方针，针对储能电站火灾特点，从全局出发，统筹兼顾，做到合规有效、技术先进、经济合理。

6.5.2.1.2 火灾自动报警和消防用水等其他消防系统设计应符合 GB 51048 的规定。

6.5.2.1.3 基于遵守“纵深防御”的消防设计原则，储能消防应至少包含如下系统。

- a) 电池舱（柜）防爆排气系统：热失控后不起火燃烧爆炸，不残留气体在电池模块内；
- b) 电池舱（柜）自动灭火系统：定点有效扑灭火灾；
- c) 站房（如有）灭火系统：阻止火灾的进一步蔓延至其他相邻建（构）筑物；采用喷水灭火系统时，应符合 GB 50084 的规定；采用细水雾灭火系统时，应符合 GB 50898 的规定。
- d) 消防给水和消火栓系统；
- e) 火灾自动报警及其联动控制系统。

6.5.2.1.4 可采用非防火墙隔离分区设计。

7 检验规则

7.1 一般规定

储能阀检验类型分为型式检验和出厂检验。

型式检验与出厂检验定义参考 GB/T 34120-2023。

7.2 储能阀系统检验规则

储能阀样品检验规则应满足表2要求。

表 2 储能阀样品检验规则

序号	检验项目		技术要求(章条号)	出厂检验	型式检验
1	功能	启停机	6.2.1		✓
2		充放电功能测试	6.2.2		✓
3		直流电压控制功能	6.2.3		✓
4		直流电流控制功能	6.2.4		✓
8	机械性能	外观与结构	6.3.1.2	✓	✓
9		安装	6.3.1.3	✓	✓
11		防腐蚀	6.3.1.4	✓	✓

14	电气性能	能量转换效率	6.3.2.2		✓
15		损耗	6.3.2.3		✓
16		过载能力	6.3.2.4		✓
17		电能质量	6.3.2.5		✓
22	电气安全	冲击耐受电压	6.3.3.1.1	✓	✓
		暂态过电压	6.3.3.1.2	✓	✓
23		电气间隙和爬电距离	6.3.3.1.3	✓	✓
24		绝缘电阻	6.3.3.1.4	✓	✓
26		局放	6.3.3.1.5	✓	✓
		过电流	6.3.3.1.6	✓	✓
27		等电位连接与保护接地	6.3.3.1.7	✓	✓
29		残余能量危险防护	6.3.3.1.8	✓	✓
		电气检修	6.3.3.1.9	✓	✓
30		温升	6.3.3.2.1	✓	✓
31	热安全	热失控扩散	6.3.3.2.2	✓	✓
		消防安全	6.3.3.3	✓	✓
34	机械安全	直接接触防护	6.3.3.4.1	✓	✓
35		防紫外线照射	6.3.3.4.2	✓	✓
		外壳和支架强度	6.3.3.4.3	✓	✓
		结构稳定性	6.3.3.4.4	✓	✓
		抛射零部件	6.3.3.4.5	✓	✓
		搬运要求	6.3.3.4.6	✓	✓
		防护等级选择	6.3.3.4.7	✓	✓
36	环境适应性	低温适应性	6.3.3.5.1		✓
37		高温适应性	6.3.3.5.2		✓
38		耐湿热性能	6.3.3.5.3		✓
39		耐盐雾适应性	6.3.3.5.4		✓
40	可靠性	噪音	6.3.3.6		✓
42		报警和保护	6.3.3.7		✓
43		无故障工作时间	6.3.4.1	✓	
44	可靠性	冗余设计	6.3.4.2	✓	
45			6.3.4.3		
45	电磁兼容性	静电放电抗扰度	6.3.5.1		✓
46		电快速瞬变脉冲群抗扰度	6.3.5.2		✓
47		射频电磁场辐射	6.3.5.3		✓
48		工频磁场抗扰度	6.3.5.4		✓
49		脉冲磁场抗扰度	6.3.5.5		✓
50		阻尼振荡磁场抗扰度	6.3.5.6		✓
51		振荡波抗扰度	6.3.5.7		✓

52		电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度	6.3.5.8		√
53		浪涌（冲击）抗扰度	6.3.5.9		√
54		射频场感应的传导骚扰抗扰度	6.3.5.10		√
55		发射要求	6.3.5.11		√

7.2 设备及部件样品检验规则

设备及部件样品检验规则应满足表3要求。

表 3 设备及部件样品检验规则

序号	检验项目		技术要求 (章条号)	出厂检验	型式检验
1	设备及部件 要求	子模块	6.4.1	√	√
2		电池管理系统	6.4.2	√	√
3		功率模块	6.4.3	√	√
4		阀控保系统	6.4.4	√	√
6	辅助系统	阀冷却系统	6.5.1	√	√
7		消防系统	6.5.2	√	√

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 概述

储能阀包装与运输应满足GB/T 9174和GB/T 13384的要求，还应满足储能阀设备包装与运输的特殊性要求。

8.2 标志

8.2.1 产品标志

直流直挂储能阀应有明显的标志，应保证铭牌字迹在整个使用期间不易磨灭，铭牌应放置在显著位置，应包括下列信息：

- a) 产品名称、型号、商标或产品代号；
- b) 产品主要技术参数：
 - 1) 额定功率，单位为兆瓦（MW）；
 - 2) 直流侧单子模块及级联子模块电压工作范围，范围为伏（V）；
 - 3) 交流侧额定电压，单位为千伏（kV）；
 - 4) 过载能力；
 - 5) 防护等级；
 - 6) 制造依据（标准号）。
- c) 出厂编号；
- d) 制造日期（批号）；
- e) 制造厂名、厂址；
- f) 产品应有防触电、接地、高压标识；
- g) 使用年限。

8.2.2 包装标志

直流直挂储能阀的外包装上应有收发货标志、包装储运标志和警示标志，按 GB/T 191 的相关规定执行。

8.3 包装

8.3.1 储能阀包装与运输应满足GB/T 9174和GB/T 13384的要求，还应满足储能阀设备包装与运输的特殊性要求。

8.3.2 储能阀包装应具有保障储能阀运输安全、便于装卸储运等基本功能；包装应符合科学、牢固、经济、美观的要求；

8.3.3 储能阀包装箱应为框架木箱并符合GB/T 7284的规定，包装箱呈六面体，具有一定刚性，箱体有明显的吊点或起重底盘；

8.3.4 储能阀应与箱体固定牢固，且内部布置缓冲泡沫，防止运输滑落或无规则移动，使得储能阀出现损坏、碰撞等现象；

8.3.5 储能阀包装应具有防震、防雨、防潮、防锈、防霉、防尘和防静电等措施，防止储能阀出现非使用性损坏。

8.4 运输

8.4.1 储能阀包装与运输应满足GB/T 9174和GB/T 13384的要求，还应满足储能阀设备包装与运输的特殊性要求。

8.4.2 包装好的产品在运输过程中的温度为-25°C~+55°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。某些部件对运输有特殊要求时应注明，以便运输时采取措施。

8.4.3 储能阀运输前应包装完好且为符合包装要求的子模块，其运输应满足相关大型电力设备运输标准要求。运输中应保证储能阀固定可靠，不发生各方向的滑动移位。

8.4.4 在极端运输环境条件下（例如雨天、雪天、恶劣路况等），运输都应保证储能阀的包装不受损坏、储能阀安全、无损伤。

8.5 贮存

8.5.1 包装好的产品应贮存在温度为-40°C~+85°C，相对湿度不大于95%。场地周围空气中不含有腐蚀性气体、尘埃颗粒比较大和金属粒。

8.5.2 贮存环境应避雨、防晒，避免出现凝露和霜冻，避免强烈机械振动、冲击，避免接触腐蚀性介质及强电磁场。

8.5.3 如有水消防系统，应排除试验时残留的液体。产品到达施工现场应按照技术条件进行维护。