

附件 2

全钒液流电池储能电站安全卫生技术规程

(征求意见稿)

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 站址选择和站区布置	3
5 建（构）筑物	4
6 设备运行安全	5
7 职业安全防护设施	9
8 职业卫生防护设施	13
9 职业安全卫生管理	14
附录 A（规范性附录） 职业病危害因素及职业健康检查表	16
附录 B（规范性附录） 急救箱配置参考清单	17

前 言

根据国家能源局综合司《关于印发 2017 年能源领域行业标准制（修）订计划及英文版翻译出版计划的通知》（国能综通科技[2017]52 号）的要求，标准起草组认真总结了全钒液流电池储能电站的设计及运行实践经验，吸取了相关科研成果，考虑了我国全钒液流电池储能电站技术发展情况，并广泛征求了有关设计、管理和运行单位意见的基础上，完成了本标准的制定工作。

本标准共分 9 章和 2 个附录。主要内容有：范围、规范性引用文件、术语和定义、站址选择和站区布置、建（构）筑物、设备运行安全、职业安全防护设施、职业卫生防护设施、职业安全卫生管理等。

本标准由国家能源局电力安全监管司负责管理，由国家能源局东北监管局提出并负责日常管理，由辽宁省安全科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送国家能源局东北监管局（地址：辽宁省沈阳市和平区和平南大街 48 号，邮政编码：110006）。

本标准主编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：辽宁省安全科学研究院

主要起草人：

主要审查人：

全钒液流电池储能电站安全卫生技术规程

1 范围

1.1 为贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，满足全钒液流电池储能电站经济、可靠运行的同时，降低作业人员在作业过程中受到伤害的风险，制定本标准。

1.2 本标准适用于新建、改建或扩建的容量为 500kWh 及以上的全钒液流电池储能电站，不适用于移动式全钒液流电池储能电站。

1.3 全钒液流电池储能电站安全卫生设施的投资应纳入建设项目概算，且必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

1.4 全钒液流电池储能电站安全卫生设施设计及运行除应符合本标准外，尚应遵循国家有关方针政策和标准的规定。

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，仅所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。

GB50016 建筑设计防火规范

GBZ 1 工业企业卫生设计标准

GB50222 建筑内部装修设计防火规范

GB50325 民用建筑工程室内环境污染控制规范

GB18580~18588 室内装饰装修材料有害物质限量

GB6566 建筑材料放射性核素限量

DL/T5352 高压配电装置设计规范

GB50057 建筑物防雷设计规范

DL/T5222 导体和电器选择设计技术规定

GB14285 继电保护和安全自动装置技术规程

GB/T50062 电力装置的继电保护和自动装置设计规范

GB/T14549 电能质量 公用电网谐波

GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变

GB50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

GB50974 消防给水及消火栓系统技术规范

GB50140 建筑灭火器配置设计规范

GB50116 火灾自动报警系统设计规范

GB50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范

GBZ 158 工作场所职业病危害警示标识

3 术语和定义

3.1 储能电站 energy storage plant

以特定物质作为能量存取载体,通过功率变换系统进行充放电调控,并与电网实现功率交换的电站。

3.2 全钒液流电池 vanadium flow battery

通过正负极电解液中不同价态钒离子的电化学反应来实现电能和化学能互相转化的储能装置。

3.3 电解液 electrolyte

具有离子导电性的含不同价态钒离子的溶液。

3.4 泄漏 leakage

电解液从电堆、系统管路及电解液储罐渗漏或者流出的现象。

3.5 功率变流器 converter

通过以转变电源电压、频率、相数和其它电量或特性的方式来实现功率传输的电气设备,储能电站变流器电路形式主要包括整流电路和逆变电路。

3.6 硫酸电解液 sulphuric acid system

以硫酸水溶液为溶剂,以不同价态的钒离子为活性物质的电解质溶液。

3.7 混合酸电解液 mixed acid system

以硫酸和其它酸水溶液为溶剂,以不同价态的钒离子为活性物质的电解质溶液。

3.8 储能单元 energy storage unit

电池组、电池管理系统及与其相连的功率变换系统组成的最小储能系统。

3.9 储能电池间 battery energy storage room

设置储能单元的单独功能区。

3.10 爆炸下限 low explosive limit

可燃气体与空气组成的混合物遇火源即能发生爆炸的最低体积比浓度。

3.11 应急救援设施 first aid facilities

在工作场所设置的报警装置、现场急救用品、洗眼器、喷淋装置等冲洗设备或强制通风设备,以及应急救援使用的通讯、运输设备等。

3.12 职业健康监护 occupational health surveillance

是指以预防为目的,根据劳动者的职业接触史,通过定期或不定期的医学健康检查和健康相关资料的收集,连续地监测劳动者的健康状况,分析劳动者健康变化与所接触的职业病危害因素的关系,并及时将健康检查和资料分析结果报告给用人单位和劳动者本人,以便适及时采取干预措施,保护劳动者健康。职业健康监护主要包括职业健康检查和职业健康监护档案管理等内容。

3.13 个人防护用品 personal protective equipment

指劳动者在劳动过程中为防御物理、化学、生物等外界因素伤害而穿戴、配备以及涂抹、使用的各种物品的总称。

3.14 自然疫源地 natural infectious focus

某些传染病的病原体在自然界的野生动物中长期存在并造成动物间流行的地区。

3.15 非电离辐射 non-ionizing radiation

波长 $>100\text{nm}$ 不足以引起生物体电离的电磁辐射。

4 站址选择和站区布置

4.1 站址选择

4.1.1 下列地段和地区不应选为储能电站站址：

- 发震断层和抗震设防烈度为9度及高于9度的地震区。
- 有泥石流、流沙、严重滑坡、溶洞等直接危害的地段。
- 采矿塌落（错动）区地表界限内。
- 爆破危险区界限内。
- 坝或堤决溃后可能淹没的地区。
- 有严重放射性物质污染的影响区。
- 水源保护区、历史文物古迹保护区等需要特别保护的区域。
- 对飞机起落、机场通信、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察，以及军事设施等规定有影响的范围内。
- 很严重的自重湿陷性黄土地段，厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等地质条件恶劣地段。
- 具有开采价值的矿藏区。
- 受海啸或潮涌危害的地区。
- 地下石油天然气管道及地下光缆安全保护范围内。

4.1.2 站址应位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带，并应符合下列规定：

- 当不可避免地位于受洪水、潮水或内涝威胁的地带时，必须采取防洪、排涝的防护措施。
- 容量为30MWh及以上的储能电站站址场地设计标高应高于频率为1%的洪水水位或历史最高内涝水位。
- 容量为30MWh以下的储能电站站址场地设计标高应高于频率为2%的洪水水位或历史最高内涝水位。
- 当站址场地设计标高无法满足要求时，应设置可靠的挡水设施或使主要建筑物室内地坪标高高于上述高水位。

4.1.3 当储能电站站址位于基本地震烈度为7度及以上地区时，储能单元应设有抗震加固措施。

4.1.4 站址应尽可能远离和避开产生尘毒、腐蚀性气体、放射性等危害健康的场所，当无法避开时不应设在污染源盛行风向的下风侧。

4.1.5 站址宜避开自然疫源区，如因项目需要不能避开时，应设计具体的疫情综合预防控制措施。

4.1.6 储能电池间与架空输电线路的最近水平距离不宜小于杆塔高度的1.5倍。

4.1.7 站址选择应考虑与周边企业、民用设施的安全和卫生防护距离，距离应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 和《工业企业卫生设计标准》GBZ 1 的有关规定。

4.2 站区布置

4.2.1 储能电站的布置，在符合生产流程、操作要求和使用功能的前提下，宜采用集中布置，并按照功能分区合理确定通道宽度。

4.2.2 储能电池间的纵轴宜与当地夏季主导风向垂直，当受条件限制时，其夹角不得 $<45^\circ$ 。

4.2.3 屋外敞开式全钒液流电池储能电站宜设置栅栏、围墙等；设置于发电站、变电站内的储能电站，其外墙可作为围护隔离墙。

4.2.4 储能电站内应设置消防车道。消防车道宜布置成环形，如有困难时应具备回车条件。消防车道的的设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定。

5 建（构）筑物

5.1 储能电池间宜布置在单层建筑内，经技术经济论证后也可布置在多层建筑内。

5.2 储能电池间宜采用钢筋混凝土柱承重的框架或排架结构。当采用钢柱承重时，钢柱应设防火保护，其耐火极限不得低于 2.0h。

5.3 储能电池间与其它装置室之间应采用耐火极限不低于 3.0h 的不燃烧体防护墙隔开。

5.4 建筑内各个疏散口及疏散通道上应设置明显的疏散标志，并设置应急照明设施。

5.5 步道高度不足 1.8m 的障碍物上，应标有防止碰头线；步道地面上临时敷设的管线或易造成人身跌绊的其它障碍物上，应标有防止绊跤线。

5.6 经常有人通行的通道或路面上空，在 2m 以下不允许有妨碍通行的凸出建筑构件或设备。

5.7 室内台阶踏步数不应少于 2 级，当高差不足 2 级时，应按坡道设计。

5.8 储能电池间、继电器室、控制室、功率变流器室、配电装置室室内通道应保证畅通，入口处应加设可拆卸挡鼠板，挡鼠板外侧应光滑，高度不低于 400mm。

5.9 储能电池间、主控制室、继电器室、配电装置室的安全疏散应符合下列要求：

——建筑面积超过 250m² 时，其疏散出口不宜少于 2 个。当配电装置室的长度超过 60m 时，应增设 1 个中间疏散出口。

——门应向疏散方向开启，门的最小净宽不宜小于 0.9m。

——门外为公共走道或其它房间时，该门应采用乙级防火门。

——同一建筑内的变压器室、电容器室、储能电池间、配电装置室、继电器室、功率变流器室、电抗器室之间的门应采用由不燃材料制作的双向弹簧门。

5.10 储能电站室内地坪标高，应高于室外场地地面设计标高，且不应小于 0.15m。

5.11 储能电池间地面和酸液流槽应密实、不渗漏，可能与泄漏电解液接触的表面应进行防酸腐蚀处理。

5.12 未设置酸液流槽的储能电池间室内地面应设有不小于 0.5% 的排水坡度，并应有泄水孔。

5.13 储能电池间的上部空间应通风良好，顶棚应尽量平整，无死角。

5.14 储能电池间及其它电气设备间通风窗、通风机、孔洞的一侧可设细孔钢丝网。

5.15 储能电池间应防止阳光直射室内，当设有采光窗时宜采取遮光措施。

5.16 储能电池间、主控制楼的室内装修材料的燃烧性能等级不应低于 A 级。装修材料的选择应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB50222、《民用建筑工程室内环境污染控制规范》

GB50325、《室内装饰装修材料有害物质限量》GB18580~18588 和《建筑材料放射性核素限量》GB6566 的有关规定。

6 设备运行安全

6.1 设备布置

- 6.1.1 储能电站设备布置应遵循安全、可靠、适用的原则，便于安装、操作、搬运、检修和调试，并应考虑扩建条件。
- 6.1.2 储能电池设备布置不应跨越建筑变形缝。
- 6.1.3 电堆宜采用框架式结构。电堆框架一侧应设置维护通道，其宽度不应小于 1200mm。
- 6.1.4 电解液输送管道不宜从仪表控制室、配电室和劳动者经常停留或经过的辅助用室的空中和地下通过；若需通过时，应严格密闭并具备抗压、耐腐蚀等性能。
- 6.1.5 严禁电解液输送管道、照明线路、通信和信号线路跨越或穿过屋外配电装置裸露的带电部分上面和下面；严禁电解液输送管道、电力线路跨越屋内配电装置裸露的带电部分上面。
- 6.1.6 电解液储罐应布置在酸液流槽内。当设有电解液事故储存池时，酸液流槽容积宜按最大一组电池组正负极两罐电解液容量 20%设计；当未设有电解液事故储存池时，酸液流槽容积宜按最大一组电池组正负极两罐电解液容量 100%设计。电解液事故储存池容积宜按最大一组电池组正负极两罐电解液容量 100%设计。
- 6.1.7 配电装置的安全净距，以及当海拔高度超过 1000m 时对安全净距的修正应符合现行行业标准《高压配电装置设计规范》DL/T5352 的有关规定。
- 6.1.8 配电装置室内通道的最小宽度要求应符合现行行业标准《高压配电装置设计规范》DL/T5352 的有关规定。
- 6.1.9 成排布置的配电屏，其长度超过 6m 时，屏后应设两个出口，并宜布置在通道的两端，当两出口之间的距离超过 15m 时，其间尚应增加出口。

6.2 电气主接线

- 6.2.1 储能电站的接线形式应根据其在电网中的地位、设备特点等条件确定，并应满足供电可靠、运行灵活、操作检修方便等要求。
- 6.2.2 储能电站宜采用一级变压方式，接线方式应当简化，宜采用单母线接线方式。
- 6.2.3 储能电站涉网高压断路器遮断容量应满足短路容量要求。
- 6.2.4 储能设备最大充放电电流值不应大于其接入点的短路电流值的 10%。

6.3 电池系统

- 6.3.1 屋外布置的储能系统应具备防污、防风沙、防湿热、防严寒等性能，屋内布置的储能系统应设置防止凝露引起事故的安全措施。
- 6.3.2 储能电池间内的电解液储罐、电解液管道、电解液输送泵采用的材料应具有抗酸腐蚀性。
- 6.3.3 电解液储罐的充装系数不应大于 0.95，并应考虑设置防止液体溢出的措施。
- 6.3.4 储能电池系统下方应设置液体泄漏报警装置，报警信息应能及时传送至就地及远程监控系统，并与电池停机运行连锁。
- 6.3.5 电堆、管道阀门、管道接口等处的下方宜设置接液托盘或接液盒。
- 6.3.6 储能电池间应设有漏液收集装置，降低因电解液泄漏带来的危害。漏液收集装置应至少实现收集、循环利用或安全处理等功能中的一项。漏液收集装置应由耐酸腐蚀材料制成。

- 6.3.7 全钒液流储能电池应实时监测充/放电量，并制定防止充电过量的措施。
- 6.3.8 电解液温度宜保持在 0℃-40℃ 范围内，否则应设置温度控制装置。
- 6.3.9 储能电池系统应设置接地装置。
- 6.3.10 储能电池系统应具有可实现手动和自动控制的紧急停机装置。

6.4 变压器

- 6.4.1 储能电站变压器宜采用分裂变压器，以限制短路电流。
- 6.4.2 储能电站干式变压器室应设置通风散热装置，室内温度不宜超过 40℃。
- 6.4.3 油浸式变压器应设置油面监测系统，当油面过高和过低时能够发出报警信号。
- 6.4.4 变压器应装设测温装置，并应满足下列规定：
 - 应有测量顶层油温的温度计。
 - 1000kVA 及以上的油浸式变压器、800kVA 及以上的油浸式和 630kVA 及以上的干式厂用变压器，应将信号温度计接远方信号。
 - 8000kVA 及以上的变压器应装有远方测温装置。
- 6.4.5 变压器铁芯和外壳应可靠接地，接地线应直接连接地网，接地线的截面积应满足单相最大短路电流的热稳定要求。变压器外壳应设置两点以上接地，铁芯必须直接一点接地。

6.5 过电压与接地

- 6.5.1 全钒液流电池储能电站建筑物宜按第二类防雷建筑物设计防雷措施。
- 6.5.2 储能电站屋顶避雷带、钢屋顶的选择和设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057 的有关规定，避雷带或钢屋顶的接地引下线应与主接地网连接。
- 6.5.3 屋外配电装置应配置避雷针，独立避雷针不应设在经常通行之处，避雷针及其接地装置与道路或出入口的距离不宜小于 3m，否则应采取均压措施，或对地面进行铺设鹅卵石、沥青等特殊处理。
- 6.5.4 独立避雷针上严禁悬挂电话线、广播线、电视接收天线及低压架空线等。
- 6.5.5 储能电站配电变压器，其高低压侧均应装设避雷器保护，宜采用金属氧化物避雷器。
- 6.5.6 高压配电装置应设计防止谐振过电压的措施。
- 6.5.7 通信设备与调度自动化设备接口处应设置浪涌保护器。
- 6.5.8 配电装置的就地端子箱内应设置截面不小于 100mm² 的裸铜排，并使用截面不小于 100mm² 的铜缆与电缆沟道内的等电位接地网连接。
- 6.5.9 防雷接地与交流工作接地、直流工作接地、安全保护接地共用一组接地装置时，接地装置的接地电阻值应按接入设备中要求的最小值确定。

6.6 配电装置

- 6.6.1 配电装置的固定遮拦、防护围栏及防护隔板的设置应符合现行行业标准《高压配电装置设计规范》DL/T5352 的有关规定。
- 6.6.2 配电装置爬电比距的选择，应符合现行行业标准《导体和电器选择设计技术规定》DL/T5222 的有关规定。
- 6.6.3 隔离开关、接地开关与相应断路器之间应装设闭锁装置以防止误操作，闭锁装置可由机械的、电磁的或电气回路的闭锁构成，成套开关柜可采用机械闭锁装置，并设定相应的模拟操作演练设施。
- 6.6.4 配电装置室内交、直流配电柜屏前 0.8m 处，应标有黄色安全警戒线。

6.7 继电保护及安全自动装置

- 6.7.1 继电保护及安全自动装置配置应满足可靠性、选择性、灵敏性、速动性的要求，应优先选用技术成熟的微机保护装置。
- 6.7.2 储能电站的变压器、变流器和储能元件应配置可靠的保护装置。储能系统应能检测电网侧短路故障和缺相故障，保护装置应能迅速将其从电网侧断开。
- 6.7.3 储能电站的继电保护及安全自动装置的设计及运行，应符合现行国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB14285 和《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062 的有关规定。
- 6.7.4 电解液输送泵应配置低电压保护，保护带时限动作于电池停机。
- 6.7.5 储能电站应设置故障录波器，应记录故障前 10s 到故障后 60s 的情况，故障录波信息能够传送到相应调度端。
- 6.7.6 储能电站应按安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证的基本原则配置电力监控系统安全防护设备。

6.8 直流系统

- 6.8.1 功率变流器直流侧和蓄电池组两带电导体之间、带电导体与裸露的不带电导体之间的电气间隙和爬电距离均应符合表 1 的规定。小母线、汇流排或不同极的裸露的带电导体之间，以及裸露的带电导体与未经绝缘的不带电导体之间的电气间隙不小于 12mm，爬电距离不小于 20mm。

表 1 直流系统电气间隙和爬电距离表

额定绝缘电压 U_i (V)	电气间隙 (mm)	爬电距离 (mm)
$U_i \leq 63$	3.0	3.0
$63 < U_i \leq 300$	5.0	6.0
$300 < U_i \leq 500$	8.0	10.0

注1：当主电路与控制电路或辅助电路的额定绝缘电压不一致时，其电气间隙和爬电距离可分别按其额定值选取。

注2：具有不同额定值主电路或控制电路导电部分之间的电气间隙与配电距离，按最高额定绝缘电压选取。

- 6.8.2 直流柜宜采用加强型结构，屋内布置时防护等级不宜低于 IP20，屋外布置时防护等级不宜低于 IP54。布置在交流配电装置室内的直流柜防护等级应与交流配电柜一致。
- 6.8.3 直流柜体应设有保护接地，接地处应有防锈措施和明显标志。直流柜底部应设置接地铜排，截面面积不应小于 100mm^2 。
- 6.8.4 直流系统应设置绝缘监察装置。当直流系统发生接地故障或绝缘水平下降到设定值时，绝缘监察装置应正确发出信号并传入远方。当检测多条支路，或多段母线时，宜配置独立的装置。
- 6.8.5 直流系统应设置保护报警装置，对下列故障应发出报警信号：
- 直流母线过压、欠压。
 - 直流母线绝缘故障。
 - 电池组过压、欠压。
 - 电池组出口熔断器熔断或断路器脱扣。
 - 绝缘监察装置故障。
 - 监控装置故障。
 - 监控通信异常。

6.9 功率变流器

- 6.9.1 功率变流器工作环境温度应控制在其允许范围内。功率变流器室应有通风设施，确保其产生的热量能排离设备，进风口、出风口应有防尘、防雨设施。
- 6.9.2 严禁功率变流器上下桥臂的开关器件同时导通，应设置必要的死区时间。
- 6.9.3 功率变流器保护宜符合表 2 的规定。

表 2 功率变流器保护配置

分类	保护配置
本体保护	功率模块过流、功率模块过温、功率模块驱动故障
直流侧保护	直流过压/欠压保护、直流过流保护、直流输入反接保护
交流侧保护	交流过压/欠压保护、交流过流保护、频率异常保护、交流进线相序错误保护、电网电压不平衡度保护、输出直流量超标保护、输出电流谐波超标保护、防孤岛保护
其它保护	冷却系统故障保护、通讯故障保护

6.10 电缆线路

6.10.1 电解液管道与电缆呈平行走向时，动力电缆与电解液管道之间的允许距离应为 150mm，控制电缆与电解液管道之间的允许距离应为 100mm。

6.10.2 储能电池间室内的电缆、电池出线端子应采取防酸腐蚀措施。

6.10.3 桥架中的电缆布置应符合以下规定：

——应按电压等级由高至低的电力电缆、强电至弱电的控制和信号电缆、通信电缆“由上而下”的顺序排列。

——同一重要回路的工作与备用电缆实行耐火分隔时，应配置在不同的支架上。

6.10.4 电池系统的下方不宜敷设电缆，电池系统的电缆进、出线宜由上端引出，宜采用电缆桥架敷设。

6.11 站用电和照明

6.11.1 储能电站站用电系统电压宜采用 380V。

6.11.2 容量为 1MWh 以下的储能电站站用电直流系统宜采用 1 组蓄电池，接线可采用单母线或单母线分段方式；其余容量的储能电站宜采用 2 组蓄电池，接线宜采用二段单母线接线，二段直流母线之间宜设联络电器，蓄电池组应分别接于不同母线段。

6.11.3 站用交流事故停电时间应按不小于 2.0h 计算。

6.12 接入电力系统

6.12.1 接入 380V 电网的储能系统，当接入点频率低于 49.5Hz 时，应停止充电；当接入点频率高于 50.2Hz 时，应停止向电网送电。

6.12.2 接入 10kV 以上电网的储能系统应具备一定的频率适应性，其要求见表 3。

表 3 储能系统频率适应性要求表

电网频率 f (Hz)	要求
$f < 48.0$	储能系统不应处于充电状态。 储能系统应根据变流器允许运行的最低频率或电网调度部门的要求确定是否与电网脱离。
$48.0 \leq f < 49.5$	处在充电状态的储能系统应在 0.2s 内转为放电状态，对于不具备放电条件或其它特殊情况，

	应在 0.2s 内与电网脱离。 处于放电状态的储能系统应能连续运行。
$49.5 \leq f \leq 50.2$	正常充电或放电运行。
$50.2 < f \leq 50.5$	处于放电状态的储能系统应在 0.2s 内转为充电状态,对于不具备充电条件或其它特殊情况,应在 0.2s 内与电网脱离。 处于充电状态的储能系统应能连续运行。
$f > 50.5$	储能系统不应处于放电状态。 储能系统根据变流器允许运行的最高频率确定是否与电网脱离。

6.12.3 储能系统应具备一定的电压适应性,其要求见表 4。

表 4 储能系统电压适应性要求表

接入电网电压	要求
$U < 50\%U_N$	最大分闸时间不超过 0.2s
$50\%U_N \leq U < 85\%U_N$	最大分闸时间不超过 2.0s
$85\%U_N \leq U < 110\%U_N$	正常充电或放电运行
$110\%U_N \leq U < 120\%U_N$	最大分闸时间不超过 2.0s
$U \geq 120\%U_N$	最大分闸时间不超过 0.2s

注1: U_N 为储能系统接入点的电网额定电压。

注2: 最大分闸时间是指异常状态发生到储能系统与电网切断连接的时间。

注3: 对电压支撑有特殊要求的储能系统,其电压异常的响应时间另行规定。

6.12.4 具有低电压穿越能力要求的储能电站,当并网点在额定电压的 85%以下时,电站的低电压穿越能力应满足并网调度协议的要求。

6.12.5 储能电站输出电压偏差应满足下列规定:

- 储能电站接入 35kV 等级电网时,供电电压正、负偏差绝对值之和不超过标称电压的 10%。
- 20kV 及以下三相供电电压偏差为标称电压的 $\pm 7\%$ 。
- 220V 单相供电电压偏差为标称电压的 $+7\%$, -10% 。

6.12.6 储能系统引起的负序电压不平衡度不应超过 1.3%,短时不应超过 2.6%。

6.12.7 储能系统经变压器接入电网的,向电网馈送的直流电流分量不应超过其交流额定值的 0.5%。

6.12.8 储能系统不经变压器接入电网的,向电网馈送的直流分量应小于其交流额定值的 1%。

6.12.9 储能系统接入电网后,公共连接点处的谐波电压应符合现行国家标准《电能质量 公用电网谐波》GB/T14549 的有关规定。

6.12.10 储能系统启停和并网,公共连接点处的电压波动和闪变应符合现行国家标准《电能质量 电压波动和闪变》GB/T 12326 的有关规定。

7 职业安全防护设施

7.1 防火、防爆

7.1.1 储能单元应设置在单独功能区内,其防火分区的设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定。

7.1.2 全钒液流电池储能电站各建(构)筑物的火灾危险类别及其耐火等级不应低于表 5 的规定。

表5 全钒液流储能电站建（构）筑物火灾危险类别及耐火等级表

序号	建（构）筑物名称	火灾危险性分类	耐火等级
1	储能电池间	戊	二级
2	主控制楼	戊	二级
3	继电器室	戊	二级
4	每台配电装置充油量>60kg的配电室	丙	二级
5	每台配电装置充油量≤60kg的配电室	丁	二级
6	油浸变压器室	丙	一级
7	干式变压器室	丁	二级
8	干式电容器室	丁	二级
9	油浸式电抗器室	丙	二级
10	功率变流器室	戊	二级
11	生活、消防水泵房	戊	二级
12	污水、雨水泵房	戊	二级
13	总事故贮油池	丙	一级

注1：除本表规定的建（构）筑物外，其它建（构）筑物的火灾危险性耐火等级应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB50229的有关规定。

注2：当主控制楼、继电器室不采取防止电缆着火后延燃的措施时，火灾危险性为丙类。

注3：当不同性质的部分布置在一幢建筑物或联合建筑物内时，则其建筑物的火灾危险性分类及其耐火等级除另有防火分隔措施外，应按火灾危险性类别高者选用。

7.1.3 全钒液流电池储能电站内建（构）筑物的最小间距不应小于表6的规定。

表6 全钒液流电池储能电站建（构）筑物的最小间距（m）

建（构）筑物名称			丙、丁、戊类 生产建筑		生活建筑		事故油池
			耐火等级		耐火等级		
			一、二级	三级	一、二级	三级	
丙、丁、戊 类生产建筑	耐火 等级	一、二级	10	12	10	12	5
		三级	12	14	12	14	5
生活 建筑	耐火 等级	一、二级	10	12	6	7	10
		三级	12	14	7	8	12
主变压器或 屋外厂用变 压器	油量 (t/台)	<10	12	15	15	20	5
		10-50	15	20	20	25	
		>50	20	25	25	30	

注1：建（构）筑物防火间距应按相邻两建（构）筑物外墙的最短距离计算，如外墙有凸出的燃烧构件时，则应从其凸出部分外缘算起。

注2：两座建筑相邻两面的外墙为非燃烧体且无门窗洞口、无外露的燃烧屋檐，其防火间距可按本表减少25%。

7.1.4 储能电池间应设置泄爆设施，泄爆系数应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定。

7.1.5 储能电池间室内应设置氢气检测报警装置，并应与相应的事故排风机联锁。当空气中氢气体积浓度达到1%时，发出声光报警，并启动事故排风机。

7.1.6 储能电池间室内不应装设开关熔断器和插座等可能产生火花的电器，如因生产运行需要必须装设的，则应选择防爆型开关和插座。防爆电器的级别应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058的有关规定。

7.1.7 储能电池间内的照明灯具应为防腐型和防爆型，且应布置在通道的上方。

7.1.8 电池系统应配备相应的气体排放或处理装置，以便控制危险气体的浓度在安全范围内。排气管道末端应置于室外安全地区并标识，远离点火源和进风口。

7.1.9 电解液储罐排气管宜符合下列要求：

- 设有防止空气回流的措施。
- 经阻火器后排至室外，排气管管口应远离点火源和下风口。
- 金属排气管道应设置静电接地，并在避雷保护范围之内。
- 排气管应有防止雨雪侵入、水汽凝集、冻结和外来异物阻塞的措施。

7.1.10 变压器防爆筒的出口端应向下，并防止产生阻力，防爆膜宜采用脆性材料。

7.1.11 室内的油浸式变压器，宜设置事故排烟设施，火灾时，通风系统应停用。

7.1.12 电池回路电缆宜采用C类或C类以上阻燃电缆。

7.1.13 电缆线路中不应设有接头；如采用接头时，必须具有防爆性能。

7.1.14 电缆桥架、管、沟穿过不同区域之间墙、板孔洞处，必须采用非燃性材料严密封堵，其面层应有防酸腐蚀措施。

7.1.15 电缆引入功率变流器、配电柜、控制柜等的开孔部位，必须采用非燃性材料严密封堵。

7.1.16 火灾应急照明和疏散标志应符合下列规定：

- 储能电站主控室、配电装置室、消防水泵房和建筑疏散通道应设置应急照明。
- 人员疏散用的应急照明的照度不应低于0.5Lx，继续工作应急照明不应低于正常照明照度值的10%。

——疏散照明灯具应设置在出口的顶部、墙面的上部或顶棚上，备用照明灯具应设置在墙面的上部或顶棚上。

7.1.17 储能电站建筑物消火栓、消防水给水系统的设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016和《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974的有关规定。

7.1.18 储能电站火灾种类及危险等级应符合表7的要求。

表7 储能电站火灾种类及危险等级

建筑物名称	火灾种类	危险等级
储能电池间	C	中
主控制通信楼（室）	E（A）	严重
屋内配电装置楼（室）	E（A）	中
继电器室	E（A）	中
变压器（室）	混合	中

电抗器（室）	混合	中
电容器（室）	混合	中
电缆夹层	E	中
生活、消防水泵房	A	轻

7.1.19 储能电站的灭火器选择和布置应符合表 7 和现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB50140 的有关规定。

7.1.20 火灾探测及报警系统的设计和消防控制设备及其功能，应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的有关规定。

7.2 防中毒

7.2.1 电解液的储存、输送、装卸及运输应采用机械化和自动化设备，电解液装卸宜采用负压抽吸、泵输送或自流输送方式，避免人工直接操作。

7.2.2 电堆设备、电解液储罐、输送管道及接头处应采取有效的密闭措施，避免发生电解液渗漏或喷溅。

7.2.3 电解液污水应集中排放至污水处理池，污水处理池中的溶液应经无毒化处理，并达到环保要求后排放。

7.2.4 以盐酸和硫酸作为混合酸电解液时，应采取以下防护措施：

——设备、阀门和管道处的连接垫片应选用耐氯垫片。

——吹扫系统的放空管线应连接氯气吸收装置后方可排入大气。

——电解液采用混合酸溶液时，应在室内下部设置相应的有毒气体报警仪和有害气体吸收装置，报警信号与事故排风机联锁，其设置位置及高度应符合现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB50493 的有关规定。

7.2.5 储能电池间应有良好的通风设施，尽量采用自然通风，当自然通风无法满足通风次数，应辅以机械通风。排风出口应设置在易于扩散的通风处，远离门、窗及进风口和人员经常停留或经常通行的地点。

7.2.6 户外布置的六氟化硫断路器宜设置气体压力传感器；户内布置的六氟化硫断路器应在低位设置固定式或移动式室内空气中含氧量报警器及六氟化硫气体浓度检测仪。

7.2.7 六氟化硫气体绝缘电气设备的配电装置室、检修室及六氟化硫气体储存室，室内空气中六氟化硫气体含量不应超过 $6000\text{mg}/\text{m}^3$ 。

7.2.8 六氟化硫气体绝缘电气设备的配电装置室、检修室及六氟化硫气体储存室应采取以下措施：

——应设置机械排风装置，室内空气不应再循环，且不应排至其它房间内。

——排风系统的吸风口距地面高度应小于 0.3m。对排风的死角处，应采取导流措施。

——排风出口应设置在易于扩散的通风处，远离门、窗及进风口和人员经常停留或经常通行的地点。

——通风机的控制开关应分别设置在室内、室外便于操作的位置。

——通风设备、风管及其附件应考虑防酸腐蚀措施。

7.2.9 站区的显著位置应设置风向袋或风向标。

7.2.10 电解液装卸处及储能电池间内应设置不断水的喷淋洗眼装置，并采取防冻措施。

7.2.11 在可能产生硫酸、盐酸的工作地点应就近设置个人防护用品、急救药品、应急救援通讯设备等。

7.3 防触电

7.3.1 储能电池间的通道侧电池接线端子应安装防护设施，高度在 1.8m 以下的出线电缆应加装套管。

7.3.2 检修电源宜采用三相五线制的供电方式，检修电源箱应装设漏电保护器。

7.4 防高处坠落

7.4.1 电解液储罐上方平台、事故水池等有坠落危险处，应设置防护栏杆或盖板。

7.5 防机械伤害

7.5.1 电解液输送泵的转动、传动部件应设置防护罩，防护罩应标明白色箭头表明转动方向；若电解液输送泵为落地安装，在其周围 0.8m 处应标有安全警戒线。

7.6 安全标志与标识

7.6.1 控制柜、配电柜、变流器柜等应设有设备标志牌，装设于柜门口门楣处或门楣上方。对于前后开门的控制柜，其前后应装设相同的设备标志牌。

7.6.2 储能电池间入口应装设建筑物标志牌、“注意通风”指令标志牌、“禁止烟火”禁止标志牌，室内醒目位置应装设“当心腐蚀”警告标志牌。

7.6.3 继电器室、功率变流器室内入口，应装设“禁止使用无线通信”禁止标志牌。

7.6.4 电解液正负极储罐及输送管道宜采用鲜明的差异颜色予以识别，管道还应标明色标、流向及介质名称。

8 职业卫生防护设施

8.1 防噪声和振动

8.1.1 全钒液流电池储能电站设计中的设备选择，宜选用噪声较低的设备。若无法避免噪声较大的设备时，宜将噪声较大的集中布置。

8.1.2 机泵宜安装减振措施。

8.2 防非电离辐射

8.2.1 变压器室、配电室、电抗器室、电容器室、功率变流器室等能够产生工频电场的地点，应采取合理、有效的屏蔽、接地、吸收等防护措施或实现自动化、半自动化远距离操作，有效降低工人的接触水平。

8.2.2 设计劳动定员时应考虑电磁辐射环境对装有心脏起搏器病人等特殊人群的健康影响。

8.3 采光照明

8.3.1 储能电站采光应以自然采光为主，人工照明为辅的照明方式。照明值应符合表 8 的要求。

表 8 全钒液流电池储能电站建（构）筑物照明标准值表

建（构）筑物名称	照明值 (Lx)
储能电池间	100
主控制室	500

继电器室	300
配电室	200
变压器室	100
电容器室	100
电抗器室	100
功率变流器室	100
水泵房	100

8.3.2 应避免控制屏表面和操作台显示器屏幕面产生眩光及视线方向上形成的眩光。

8.4 采暖通风与空气调节

8.4.1 储能电池间严禁采用明火采暖，当采用电采暖时，应采用防爆型。采用散热器采暖时，宜采用焊接的光管散热器。室内采暖设备不应有法兰、丝扣接头和阀门等。防爆级别应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058的有关规定。

8.4.2 储能电池间夏季设计温度应由工艺要求决定，如无特殊要求，夏季室内设计温度不宜高于40℃，冬季室内设计温度不宜低于5℃。

8.4.3 配电装置室、电容器室、功率变流器室等处的夏季室内温度不宜高于40℃，通风系统进排风设计温差不应超过15℃。

8.4.4 电气设备房间内不应布置有压热水管、蒸汽管或空调水管。

8.4.5 储能电池间应保持良好的通风，尽量采用自然通风。当自然通风无法满足通风频次时，应设置机械通风系统，通风量换气次数不应少于3次/h，同时设置独立的预防性事故通风系统，并与氢气检测报警联锁，通风量应按空气中最大含氢量不超过0.7%计算，且不应少于3次/h。

8.4.6 储能电池间室内排风机应设置在室内上部。采用混合酸电解液时，还应结合混合酸电解液可能产生的有害气体，在室内的相应部位设置排风机。

8.4.7 储能电池间室内排风机应为防爆型，排风机及其管道宜采取防酸腐蚀措施。

8.4.8 变压器若为油浸式，各变压器室的通风系统不应合并。

8.4.9 配电装置室、电容器室等其它电气设备间如设置气体灭火系统时，应设置灭火后通风系统，且用于排出室内设备散热的通风系统兼作灭火后通风换气用。通风机和降温设备应与火灾探测系统联锁，火灾时应切断风机电源。

8.5 辅助卫生设施

8.5.1 应根据实际需要和使用方便的原则设置辅助用室，包括车间卫生用室（更衣/存衣间、盥洗室等）、生活室（休息室、就餐场所、厕所）、妇女用室，并应符合相应的卫生标准要求。

8.5.2 辅助用室应避免职业病危害因素的影响。建筑物内部构造应易于清扫，卫生设备便于使用。

8.5.3 车间卫生用室应按卫生特征四级设置。

9 职业安全卫生管理

9.1 储能电站应建立健全职业卫生管理制度和操作规程。

9.2 储能电站应设置安全、职业卫生管理机构或组织，配备专职或兼职的安全及职业卫生管理人员。

9.3 安全、职业卫生管理机构 and 人员负责电站的安全生产、职业病防治、教育培训、事故调查等工作。

- 9.4 应建立职业健康监护档案。职业健康监护档案应包括作业人员职业史、既往史和职业危害接触史；作业场所职业病危害因素监测结果；职业健康检查结果及处理结果；职业病诊疗等健康资料。
- 9.5 应建立职业病危害因素监测检测制度并定期实施，全钒液流电池储能电站的主要职业病危害因素见附录 A。
- 9.6 定期开展职业卫生健康检查工作，组织电工作业、接触酸雾、氯气作业人员进行上岗前、在岗期间、离岗时和应急健康检查，检查项目见附录 A，检查结果应如实告知作业人员。
- 9.7 不得安排有职业禁忌的作业人员从事相应的作业，发现有职业禁忌或与从事职业相关的健康损害的作业人员应及时调离原工作岗位，并妥善安置。
- 9.8 职业病危害警示标识、告知卡的设置应符合现行国家标准《工作场所职业病危害警示标识》GBZ 158 的有关规定辅助卫生设施。
- 9.9 作业场所应至少配备防酸面罩、防酸手套、防酸服和防酸鞋。
- 9.10 急救箱配备内容应根据职业病危害的性质、接触人员的数量等，参照附录 B 确定。
- 9.11 储能电站应加强应急能力评估建设和应急预案体系建设，编制氢气爆炸、电解液泄漏、酸灼伤、酸雾中毒等专项处置方案。

附录 A
(规范性附录)
职业病危害因素及职业健康检查表

序号	工作场所	电解液种类	可能产生的职业病危害因素	职业健康检查
1	电解液储罐区	硫酸	硫酸	酸雾或酸酐
		混合酸	硫酸和(或)盐酸、氯气	酸雾或酸酐、氯气
2	电堆单元	硫酸	硫酸、工频电磁场	酸雾或酸酐、电工作业
		混合酸	硫酸和(或)盐酸、氯气、工频电磁场	酸雾或酸酐、氯气、电工作业
3	电力控制系统	-	工频电磁场、噪声	电工作业
注：根据工作场所中硫酸和(或)盐酸、氯气的浓度以及个体累积暴露的时间长度和工种，来界定职业健康监护人员，可参照 GBZ/T 229 等标准。				

附录 B
(规范性附录)
急救箱配置参考清单

药品名称	储存数量	用途	保质（使用）期限
医用酒精	1瓶	消毒伤口	
新洁尔灭消毒液	1瓶	消毒伤口	
0.9%生理盐水	1瓶	清洗伤口	
2%碳酸氢钠	1瓶	处置酸灼伤	
绷带	2卷	包扎伤口	
剪刀	1个	急救	
医用手套、口罩	按实际需要	防止施救者被感染	
烫伤软膏	2支	消肿/烫伤	
保鲜纸	2包	包裹烧伤、烫伤部位	
创可贴	8个	止血护创	
三角巾	2包	受伤的上肢、固定敷料或骨折处等	
眼药膏	2支	处理眼睛	有效期内
洗眼液	2支	处理眼睛	有效期内
防暑降温药品	5盒	夏季防暑降温	有效期内
体温计	2支	测体温	
雾化吸入器	1个	应急处置	
急救毯	1个	急救	
手电筒	2个	急救	
其它急救器材或药品	若干		根据实际需要配置
急救使用说明	1个		