

1 Objectif

- Normaliser les éléments d'essai, les objectifs d'essai, les méthodes d'essai, les critères de jugement et les règles de jugement pour les armoires de stockage d'énergie à refroidissement liquide.
- Définir les conditions et les procédures des essais des armoires de stockage d'énergie à refroidissement liquide à chaque étape d'essai (réception de la tâche d'essai, préparation de l'essai, exécution de l'essai, fin de l'essai).
- Définir les principes fondamentaux des essais des armoires de stockage d'énergie à refroidissement liquide, la classification des problèmes non conformes et les critères de jugement de qualité.
- Inspecter les diverses performances des armoires de stockage d'énergie à refroidissement liquide produites par l'entreprise afin de garantir que la sécurité et la fiabilité des armoires de stockage d'énergie répondent aux exigences des clients.
- Identifier les problèmes de qualité évidents ou potentiels, et fournir un soutien objectif en données afin d'améliorer la qualité, la sécurité et la fiabilité des produits.

2 Champ d'application

Applicable aux fonctions et performances des armoires de stockage d'énergie à refroidissement liquide produites par Hoenergy New Energy Technology Co., Ltd.

3 Normes de référence

N°	Référence de la norme	Description
1	Exigences des indicateurs techniques du produit	« Cahier des charges du produit »
2	IEC 62933-3-1:2018	(Planification et évaluation des performances des systèmes de stockage d'énergie) Procédures d'exploitation et de maintenance des centrales de stockage d'énergie
3	IEC 62933-2-1:2017	(Paramètres d'unité et essais) Conditions techniques générales pour les systèmes électrochimiques de stockage d'énergie des réseaux électriques
4	IEC TS 62933-3-2:2023	(Indicateurs de performance des systèmes de stockage d'énergie) Indicateurs d'exploitation et évaluation des centrales électrochimiques de stockage d'énergie
5	EN 50549-1:2019	(Raccordement des installations de production aux réseaux basse tension) Spécifications techniques de raccordement au réseau des systèmes électrochimiques de stockage d'énergie
6	EN 50549-10:2022	(Évaluation/essais de conformité) Spécifications d'essais pour les systèmes électrochimiques de stockage d'énergie raccordés au réseau
7	IEC 62619:2022	(Cellules/batteries industrielles au lithium) Batteries au lithium-ion destinées au stockage de l'énergie électrique
8	IEC TS 62933-3-2:2023	(Indicateurs de performance des systèmes de stockage d'énergie) Indicateurs d'exploitation et évaluation des centrales électrochimiques de stockage d'énergie
9	IEC 62933-2-1:2017	(Paramètres d'unité et essais) Conditions techniques générales pour les systèmes électrochimiques de stockage d'énergie des réseaux électriques
10	EN 50549-10:2022	(Évaluation/essais de conformité) Spécifications d'essais pour les systèmes électrochimiques de stockage d'énergie raccordés au réseau
11	IEC 62477-1:2022	(Sécurité des convertisseurs électroniques de puissance) Spécifications techniques des convertisseurs de stockage d'énergie des systèmes électrochimiques de stockage d'énergie

4 Définitions des termes

- **EUT** : Équipement sous test (Equipment Under Test)
- **AE** : Équipement auxiliaire (Auxiliary Equipment)

5 Principes fondamentaux et critères de jugement des tests

5.1 Principes fondamentaux des tests

Sur la base des normes (normes internationales, normes nationales, normes sectorielles), des spécifications d'essai et des cahiers des charges, et en combinant les données de test, l'armoire de stockage d'énergie à refroidissement liquide est évaluée du point de vue de l'utilisateur afin de mettre en évidence les défauts fonctionnels et les défaillances potentielles au cours de la phase d'essai.

Les travaux d'essai ne sont pas influencés par des facteurs susceptibles de perturber le processus de test, tels que l'attitude et la réflexion de l'équipe de développement du projet, et sont exécutés de manière indépendante conformément au processus de test.

5.2 Principes et critères de classification des problèmes

Classification par degré de non-conformité avec les caractéristiques qualité du produit :

- **Catégorie A (défaut majeur)** : défaillance des fonctions essentielles ou des fonctions de sécurité
- **Catégorie B (défaut important)** : non-conformité des indicateurs principaux ou des points particulièrement suivis par le client
- **Catégorie C (défaut mineur)** : non-conformité des indicateurs généraux
- **Catégorie D (défaut acceptable)** : défaut acceptable en fonction de la situation actuelle du client ou de l'entreprise

5.3 Critères de jugement de la qualité

Si tous les éléments d'inspection satisfont aux exigences stipulées, le résultat est jugé conforme.

Si un élément d'inspection ne satisfait pas aux exigences stipulées, l'inspection doit être suspendue. L'unité responsable doit analyser l'élément non conforme, en rechercher la cause et appliquer des mesures correctives avant de soumettre à nouveau l'inspection. Si la contre-inspection est conforme, le résultat reste jugé conforme ; si la contre-inspection présente encore des éléments ne satisfaisant pas aux exigences stipulées, le résultat est jugé non conforme.

6 Instruments, outils et environnement de test

6.1 Équipements de test

N°	Indique l'équipement	Fournisseur	Modèle
1	Testeur de câble réseau	Prokits (Taiwan)	MT-7028
2	Pince ampèremétrique	Fluke	F393
3	Caméra thermique portable de poche	Fluke	PTi120
4	Thermo-hygromètre	Fluke	F971
5	Testeur de résistance d'isolement	Fluke	1535/1537
6	Analyseur de qualité de l'énergie électrique	Zhiyuan Électronique	PA5006H-P0600-242
7	Testeur d'isolement et de tenue en tension	Chroma	CH19053
8	Boîtier CAN	Zhouligong	USBCAN-II+
9	Module USB vers RS485	Ningtai Technologie	UT-8890

6.2 Environnement de test

- L'altitude du site de test ne doit pas dépasser 2000 m
- Pression atmosphérique : 86 à 106 kPa
- Température ambiante pendant le fonctionnement de l'équipement : 20 ± 5 °C
- Humidité relative moyenne quotidienne : 45 % à 75 %, l'équipement ne doit pas présenter de condensation

7 Éléments de test, méthodes de test, critères d'évaluation et résultats de test

7.1 Inspection de l'apparence et des composants de base

Comprend l'inspection de l'apparence, l'inspection de l'équipement, l'inspection du câblage, l'inspection de la serrure de porte et l'inspection des dimensions.

7.1.1 Inspection de l'apparence

Méthode de test : Vérifier la plaque signalétique, les étiquettes, les pictogrammes et l'apparence du boîtier du produit.

Critères de jugement : La plaque signalétique, les étiquettes et les pictogrammes sont affichés correctement et clairement ; le boîtier ne présente aucun dommage ni trace de corrosion.

Résultats du test :

N°	Élément de test	Critères de jugement	Conclusion
1	Face avant du produit	La plaque signalétique, les étiquettes et les pictogrammes sont affichés correctement et clairement ; le boîtier ne présente aucun dommage ni trace de corrosion	Conforme
2	Côté gauche du produit	Identique à ce qui précède	Conforme
3	Côté droit du produit	Identique à ce qui précède	Conforme
4	Face arrière du produit	Identique à ce qui précède	Conforme
5	Plaque signalétique	Identique à ce qui précède	Conforme
6	Pictogrammes	Identique à ce qui précède	Conforme

7.1.2 Inspection des équipements

Méthode de test : En se référant à la nomenclature (BOM) et aux schémas d'installation, vérifier la position d'installation et l'état de fixation des composants tels que l'EMS, le PCS, les coffrets batteries, le groupe de refroidissement liquide, l'armoire de distribution, le dispositif de sécurité incendie, le déshumidificateur, etc.

Critères d'évaluation : La position de fixation de chaque équipement doit être correcte et fiable, sans déformation ni déplacement ; les vis de fixation doivent être serrées.

Résultats du test :

N°	Élément testé	Critère d'évaluation	Conclusion
1	PCS	La position de fixation de chaque équipement est correcte et fiable, sans déformation ni déplacement ; les vis de fixation sont serrées	Conforme
2	EMS	Identique	Conforme
3	Coffret batterie	Identique	Conforme
4	Groupe de refroidissement liquide	Identique	Conforme
5	Armoire de distribution	Identique	Conforme
6	Armoire de sécurité incendie	Identique	Conforme
7	Déshumidificateur	Identique	Conforme
8	Autres composants	Identique	Conforme

7.1.3 Vérification du câblage

Méthode de test : Vérifier point par point conformément aux schémas électriques :

1. Le câblage des lignes de puissance, des lignes de communication et des lignes d'alimentation auxiliaire de chaque cluster de batteries est correct et fiable ;
2. Le câblage des lignes de puissance, des lignes de communication et des lignes d'alimentation de chaque armoire de regroupement est correct et les connexions sont fiables ;
3. Le câblage des lignes de puissance, des lignes de communication, des lignes d'alimentation auxiliaire et des lignes de ventilateur de refroidissement du PCS est correct et fiable ;
4. Le câblage des lignes de communication et des lignes d'alimentation auxiliaire de l'EMS est correct et fiable ;
5. Le câblage des lignes de communication et des lignes de puissance de l'armoire de distribution est correct et fiable ;
6. Le câblage des lignes de communication et des lignes de puissance du système de protection incendie est correct et fiable ;
7. La mise à la terre de chaque équipement est correcte et les connexions sont fiables.

Critère d'évaluation : Le câblage des câbles et des barres de cuivre à chaque endroit est correct et les connexions sont fiables ; les lignes de mise à la terre et les lignes de puissance sont correctement raccordées conformément aux schémas, et les marquages des numéros de fils sont clairs et corrects.

Résultat du test :

N°	Élément de test	Critère d'évaluation	Conclusion
1	Ligne de puissance / barre de cuivre du cluster de batteries	Le câblage des câbles et des barres de cuivre à chaque endroit est correct et les connexions sont fiables ; les lignes de mise à la terre et les lignes de puissance sont correctement raccordées conformément aux schémas, et les marquages des numéros de fils sont clairs et corrects	Conforme
2	Ligne de signal du cluster de batteries	Identique	Conforme
3	Ligne de puissance du coffret haute tension	Identique	Conforme
4	Ligne de signal du coffret haute tension	Identique	Conforme
5	Ligne de puissance / barre de cuivre du PCS	Identique	Conforme
6	Ligne de signal du PCS	Identique	Conforme
7	Ligne d'alimentation de l'EMS	Identique	Conforme
8	Ligne de signal de l'EMS	Identique	Conforme
9	Lignes de puissance et de signal du groupe de refroidissement liquide	Identique	Conforme
10	Lignes de puissance et de signal du déshumidificateur	Identique	Conforme
11	Lignes d'alimentation et de signal du système de protection incendie	Identique	Conforme

7.1.4 Vérification des serrures de porte

Méthode de test : Utilisez la clé pour déverrouiller et verrouiller chaque serrure de porte une par une, puis observez chaque vantail.

Critères de jugement : Les serrures de porte fonctionnent normalement, sans déformation ni dommage.

Résultats du test :

N°	Élément de test	Critères de jugement	Conclusion
1	Aspect et fonctionnalité des serrures de porte	Les serrures de porte fonctionnent normalement, sans déformation ni dommage	Conforme

7.1.5 Contrôle dimensionnel

Méthode d'essai : Utiliser un mètre ruban pour mesurer les dimensions de l'armoire dans toutes les directions et les comparer aux plans de conception.

Critère d'évaluation : Se référer à la norme ISO 2768-1:1989 « Tolérances générales — Partie 1 : Tolérances sur les dimensions linéaires et angulaires » :

Tableau 1 Écarts limites des dimensions linéaires (mm)

Classe de tolérance	0,5–3	>3–6	>6–30	>30–120	>120–400	>400–1000	>1000–2000	>2000–4000
Précise (f)	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	—
Moyenne (m)	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
Grossière (c)	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
Très grossière (v)	—	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

Erreur sur la longueur $\leq \pm 1,2$ mm ; erreur sur la largeur $\leq \pm 1,2$ mm ; erreur sur la hauteur $\leq \pm 2$ mm.

Résultats d'essai :

N°	Élément d'essai	Critère d'évaluation	Conclusion
1	Longueur	Erreur dimensionnelle de l'équipement ≤ 10 mm	Conforme
2	Largeur	Erreur dimensionnelle de l'équipement ≤ 10 mm	Conforme
3	Hauteur	Erreur dimensionnelle de l'équipement ≤ 10 mm	Conforme

7.2 Tests fonctionnels

7.2.1 Contrôle de la mise sous tension du cluster de batteries

Méthode de test :

1. Mesurer la tension B+/B- entre chaque PACK de batterie et le coffret haute tension ;
2. Fermer le disjoncteur du coffret haute tension ;
3. Connecter le boîtier CAN à l'ordinateur et au coffret haute tension, ouvrir le contrôleur principal et lire les informations relatives au package du cluster de batteries.

Critères d'évaluation : La tension du PACK, la tension du cluster de batteries et l'écart de tension maximal sont conformes aux normes (tension du PACK 134,4 à 172,8 V, écart de tension $< 0,5$ V ; tension du cluster de batteries 672 à 864 V, écart de tension < 2 V). L'alimentation du coffret haute tension est normale, sans alarme. Les tensions de chaque cluster de batteries, de chaque PACK et de chaque cellule sont normales, et les données de chaque capteur de température sont normales.

Résultats du test :

Élément	Valeur standard	Échantillon	N° de PACK	Valeur minimale	Valeur maximale	Écart de tension	Conclusion
Contrôle du cluster de batteries	134,4–172,8 V	1	#1	Vout (V)	Vout (V)	—	Conforme
Contrôle du cluster de batteries	672–864 V	1	—	Vout (V)	Vout (V)	—	Conforme
Contrôle de l'écart de tension maximal du PACK	Écart de tension 0–0,5 V	1	—	Vout (V)	Vout (V)	0–0,5	Conforme

7.2.2 Contrôle de la procédure de mise sous tension

Méthode de test :

1. Fermer le disjoncteur côté CA ;
2. Fermer les disjoncteurs de l'unité de refroidissement liquide, du système de protection incendie, du ventilateur, de l'alimentation 24 V, de la prise, de l'éclairage, de l'armoire haute tension, etc. ;
3. Fermer le cluster de batteries.

Critères d'évaluation : Le système fonctionne normalement, le processus de démarrage ne présente aucune alarme ni déclenchement de protection.

Résultats du test :

N°	Élément de test	Critères d'évaluation	Conclusion
1	Procédure de mise sous tension	Le système fonctionne normalement, le processus de démarrage ne présente aucune alarme ni déclenchement de protection	Conforme

7.2.3 Vérification des données EMS

Méthode de test : Après la mise sous tension du système, connectez-vous respectivement à la plateforme locale EMS et à la plateforme cloud pour consulter les données.

Critère d'évaluation : Les données de la plateforme locale EMS et de la plateforme cloud doivent toujours être normales.

Résultat du test :

N°	Élément de test	Critère d'évaluation	Conclusion
1	Vérification des données EMS	Les données de la plateforme locale EMS et de la plateforme cloud doivent toujours être normales	Conforme

7.2.4 Vérification des informations du cluster de batteries

Méthode de test :

1. Se connecter à la plateforme locale EMS et à la plateforme cloud ;
2. Consulter les informations telles que la tension du cluster, le courant du cluster, le SOC du cluster, la capacité chargeable, la capacité déchargeable, la capacité de charge unitaire, la capacité de décharge unitaire, la capacité de charge cumulée, la capacité de décharge cumulée, la tension de cellule la plus élevée, la tension de cellule la plus basse, la température moyenne, la température de cellule la plus élevée, la température de cellule la plus basse, le SOH de cellule, l'isolation R+, l'isolation R- et le SOC moyen.

Critère de jugement : Les informations du cluster de batteries sont correctes.

Résultat du test :

N°	Élément de test	Critère de jugement	Conclusion
1	Vérification des informations du cluster de batteries	Les informations du cluster de batteries sont correctes	Qualifié

7.2.5 Détection de la précision de mesure de la tension aux bornes du cluster de batteries

Méthode de test :

1. Utiliser le calibre tension d'un multimètre pour mesurer la tension aux bornes du PACK de batteries V1 ;
2. Lire la tension aux bornes du PACK de batteries V2 sur l'EMS local/la plateforme cloud ;
3. Calculer l'erreur de mesure de la tension aux bornes $(V2-V1)/V1$;
4. Prendre la valeur maximale de l'erreur calculée au cours du processus de test.

Critère d'évaluation : Erreur de mesure $\leq \pm 5\%$.

Résultats du test :

Élément	Valeur standard	Échantillon	N° de PACK	Valeur mesurée Vout (V)	Données EMS Vout (V)	Hôte BMS Vout (V)	Différence de tension	Conclusion
Détection de la précision de la tension du PACK	-0,50 %~+0,50 %	1	#1	-0,50 %	-0,50 %	—	—	Conforme
Identique ci-dessus	Identique ci-dessus	2	—	—	—	—	—	Conforme
Identique ci-dessus	Identique ci-dessus	3	—	—	—	—	—	Conforme
Identique ci-dessus	Identique ci-dessus	4	—	—	—	—	—	Conforme
Identique ci-dessus	Identique ci-dessus	5	—	—	—	—	—	Conforme
Détection de la précision de la tension du cluster de batteries	-0,50 %~+0,50 %	1	—	-0,50 %	-0,50 %	—	—	Conforme

7.2.6 Détection de la précision de la tension aux bornes du PCS

Méthode de test :

1. Utilisez la fonction voltmètre d'un multimètre pour mesurer la tension côté continu V1 du PCS ainsi que les tensions triphasées côté alternatif VA1, VB1 et VC1 ;
2. Lisez la tension côté continu V2 du PCS ainsi que les tensions triphasées côté alternatif VA2, VB2 et VC2 depuis l'EMS local ou la plateforme cloud ;
3. Calculez les erreurs de mesure de la tension aux bornes $(V2-V1)/V1$, $(VA1-VA2)/VA1$, $(VB1-VB2)/VB1$, $(VC1-VC2)/VC1$;
4. Relevez la valeur maximale des erreurs calculées au cours du test.

Critère de jugement : Erreur de mesure $\leq \pm 5\%$, en se référant à la fiche technique du PCS.

Résultats du test :

Élément	Valeur standard	Échantillon	Catégorie	Valeur mesurée	Données plateforme	Écart de tension	Conclusion
Détection de la précision de la tension aux bornes du PCS	-0,50 % ~ +0,50 %	1	Tension phase A	-0,50 %	0,50 %	—	Conforme
Identique	Identique	1	Tension phase B	—	—	—	Conforme
Identique	Identique	1	Tension phase C	—	—	—	Conforme
Identique	Identique	1	Tension continue	—	—	—	Conforme

7.2.7 Contrôle de l'éclairage

Méthode de test : Ouvrir et fermer la porte du compartiment batterie, puis observer l'état de l'éclairage.

Critère de jugement : L'éclairage fonctionne normalement.

7.2.8 Contrôle du ventilateur de dissipation thermique du PCS

Méthode de test :

1. Démarrer le fonctionnement du PCS ;
2. Si la température du dissipateur thermique du PCS dépasse la valeur définie, observer le comportement du ventilateur du PACK ;
3. Arrêter le fonctionnement du PCS ;
4. Observer à nouveau le comportement du ventilateur.

Critères de jugement :

Lorsque la puissance active/réactive de charge et de décharge du PCS est inférieure à la valeur définie (par exemple 1 % de la puissance nominale), le ventilateur démarre si la température du dissipateur thermique du PCS dépasse la température définie (80 °C), et ce jusqu'à ce que la température du dissipateur redescende à la température définie (60 °C) ; lorsque la puissance active/réactive de charge et de décharge du PCS est supérieure à la valeur définie (par exemple 1 % de la puissance nominale), le ventilateur démarre si la température du dissipateur thermique du PCS dépasse la température définie (60 °C), et ce jusqu'à ce qu'elle redescende à la température définie (50 °C).

Résultats du test :

N°	Élément de test	Conclusion
1	Sens du flux d'air du ventilateur	Conforme
2	Logique de commande du ventilateur	Conforme

7.2.9 Contrôle des données de l'unité de refroidissement liquide

Méthode de test :

1. Observer la valeur de température de démarrage du refroidissement / la valeur de température de démarrage du chauffage de l'unité de refroidissement liquide ;
2. Comparer les données de refroidissement liquide entre l'EMS local et le cloud ;
3. Régler manuellement la valeur de température de démarrage du refroidissement / la valeur de température de démarrage du chauffage de l'unité de refroidissement liquide, et observer l'état de fonctionnement.

Critères de jugement :

1. Lorsque le PCS fonctionne : lorsque la température maximale ≥ 35 °C, activer le refroidissement ; lorsque la température ≤ 20 °C, passer en maintien de température par circulation d'eau ; lorsque la température ≤ 5 °C, activer le chauffage ; lorsque la température remonte à 15 °C, passer en maintien de température par circulation d'eau.
2. Lorsque le PCS ne fonctionne pas : lorsque la température maximale ≥ 40 °C, activer le refroidissement ; lorsque la température ≤ 35 °C, le TMS s'arrête ; lorsque la température ≤ 5 °C, activer le chauffage ; lorsque la température remonte à 15 °C, le TMS s'arrête.

Résultats du test :

N°	Élément de test	Critère de jugement	Conclusion
1	Contrôle des données de l'unité de refroidissement liquide	Logique de contrôle correcte	Qualifié

7.2.10 Contrôle de protection incendie

Méthode de test : Observer l'état du système de protection incendie et les informations de retour sur la plateforme locale/cloud EMS.

Critère de jugement : Le système de protection incendie fonctionne normalement et les retours sont corrects.

Résultat du test :

N°	Élément de test	Conclusion
1	État de fonctionnement	Conforme
2	Retour de défaut	Conforme

7.2.11 Contrôle du bouton d'arrêt d'urgence

Méthode de test :

1. Envoyer via l'EMS en local/dans le cloud la consigne de charge/décharge à la puissance nominale du système ;
2. Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence ;
3. Observer l'état de fonctionnement du système et l'état du voyant.

Critère de jugement : Après avoir appuyé sur le bouton d'arrêt d'urgence, le système cesse de charger et de décharger et le voyant d'arrêt d'urgence s'allume ; après avoir relâché le bouton d'arrêt d'urgence, le système reprend la charge et la décharge et le voyant d'arrêt d'urgence s'éteint.

Résultat du test :

N°	Élément de test	Conclusion
1	Retour d'état correct	Conforme
2	Logique correcte	Conforme

7.2.12 Test d'alarme BMS simulée

Méthode de test :

1. Observer le courant de charge/décharge actuel du BMS, la tension de cellule unique et la valeur de température de cellule unique ;
2. Régler la valeur d'alarme configurée par l'hôte sur une valeur inférieure à la valeur actuelle ;
3. Observer l'état de fonctionnement de l'ensemble du système ;
4. Régler la valeur d'alarme configurée par l'hôte sur une valeur supérieure à la valeur actuelle ;
5. Observer l'état de fonctionnement de l'ensemble du système.

Critère d'évaluation : Conforme aux normes techniques.

Résultat du test :

N°	Type d'alarme	Critère d'évaluation	Conclusion
1	Sur tension de cellule unique	Conforme aux normes techniques	Qualifié
2	Sur tension de l'ensemble du cluster	Conforme aux normes techniques	Qualifié
3	Sur décharge de cellule unique	Conforme aux normes techniques	Qualifié
4	Sur décharge de l'ensemble du cluster	Conforme aux normes techniques	Qualifié
5	Sur intensité de décharge	Conforme aux normes techniques	Qualifié
6	Sur intensité de charge	Conforme aux normes techniques	Qualifié
7	Sur chauffe de charge	Conforme aux normes techniques	Qualifié
8	Sur chauffe de décharge	Conforme aux normes techniques	Qualifié
9	Alarme SOC	Conforme aux normes techniques	Qualifié

7.2.13 Test d'alarme simulée du PCS

Méthode de test :

1. Simuler une alarme de sous-tension du PCS ;
2. Simuler une alarme d'inversion de phase du PCS ;
3. Observer l'état du PCS et l'état de charge/décharge.

Critère d'évaluation : Lors du déclenchement de l'alarme, le système arrête la charge et la décharge ; une fois l'alarme levée, la charge et la décharge reprennent normalement.

Résultats du test :

N°	Type d'alarme	Critère d'évaluation	Conclusion
1	Sous-tension	Conforme aux normes techniques	Qualifié
2	Inversion de phase	Conforme aux normes techniques	Qualifié

7.2.14 Test d'alarme de communication entre BMS et EMS simulés

Méthode de test :

1. Débrancher la ligne de communication entre le BMS et l'EMS ;
2. Observer l'état local ou cloud de l'EMS ;
3. Rétablir la ligne de communication entre le BMS et l'EMS ;
4. Observer l'état local ou cloud de l'EMS.

Critère de jugement : Lors du débranchement de la ligne de communication, le système arrête la charge et la décharge et génère une alarme système ; après le rétablissement de la ligne de communication, le système reprend normalement la charge et la décharge.

Résultat du test :

N°	Élément de test	Critère de jugement	Conclusion
1	Alarme de communication entre BMS et EMS simulés	Arrêt et alarme lors du débranchement, reprise lors du rebranchement	Conforme

7.2.15 Test d'alarme de communication simulée entre PCS et EMS

Méthode de test :

1. Débrancher le câble de communication entre le PCS et l'EMS ;
2. Observer l'état local ou cloud de l'EMS ;
3. Rétablir le câble de communication entre le PCS et l'EMS ;
4. Observer l'état local ou cloud de l'EMS.

Critères de jugement : Lors du débranchement du câble de communication, le système cesse de se charger et de se décharger et génère une alarme système ; après le rétablissement du câble de communication, le système reprend normalement la charge et la décharge.

Résultats du test :

N°	Élément de test	Critères de jugement	Conclusion
1	Simulation d'alarme de communication entre PCS et EMS	Alarme d'arrêt lors du débranchement, rétablissement lors du rebranchement	Conforme

7.2.16 Test d'alarme de communication simulée entre BMS et PCS

Méthode de test :

1. Débrancher la ligne de communication entre le PCS et le BMS ;
2. Observer l'état de l'EMS en local ou sur le cloud ;
3. Rétablir la ligne de communication entre le PCS et le BMS ;
4. Observer l'état de l'EMS en local ou sur le cloud.

Critère de jugement : Lors du débranchement de la ligne de communication, le système arrête la charge et la décharge et génère une alarme système ; après le rétablissement de la ligne de communication, le système reprend normalement la charge et la décharge.

Résultat du test :

N°	Élément de test	Critère de jugement	Conclusion
1	Alarme de communication simulée entre BMS et PCS	Arrêt et alarme lors du débranchement, reprise lors du rebranchement	Conforme

7.2.17 Test d'alarme de communication entre BMS simulé et groupe de refroidissement liquide

Méthode de test :

1. Débrancher le câble de communication entre le climatiseur et le BMS ;
2. Observer l'état local ou cloud de l'EMS ;
3. Rétablir le câble de communication entre le climatiseur et le BMS ;
4. Observer l'état local ou cloud de l'EMS.

Critère d'évaluation : Lors du retrait du câble, le système arrête la charge et la décharge et génère une alarme système ; après le rétablissement du câble de communication, le système reprend normalement la charge et la décharge.

Résultat du test :

N°	Élément de test	Critère d'évaluation	Conclusion
1	Alarme de communication entre BMS simulé et groupe de refroidissement liquide	Arrêt et alarme lors du retrait du câble, reprise lors du rétablissement	Conforme

7.2.18 Test d'isolement

Méthode de test : Mesurer la résistance d'isolement entre les bornes d'entrée/sortie de l'armoire intégrée et le châssis, ainsi que la résistance d'isolement entre B+/B- du coffret haute tension et le châssis, à 3110 VDC pendant 10 s.

Critères d'évaluation : La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 1 MΩ.

Résultats du test :

Élément	Valeur standard	Échantillon	Catégorie	Valeur mesurée (Ω)	Conclusion
Test d'isolement	≥ 1 MΩ	1	B+ par rapport au châssis	—	Conforme
Test d'isolement	≥ 1 MΩ	1	B- par rapport au châssis	—	Conforme

7.2.19 Test de tenue en tension

Méthode de test : Tester le courant de fuite entre les bornes d'entrée/sortie de l'armoire intégrée et le châssis, ainsi que le courant de fuite entre B+/B- du coffret haute tension et le châssis, à 3110 VDC@60s.

Critères de jugement : Courant de fuite < 1 mA.

Résultats du test :

Élément	Valeur standard	Échantillon	Catégorie	Courant de fuite (mA)	Conclusion
Test de tenue en tension	< 1 mA	1	B+ vers châssis	—	Conforme
Test de tenue en tension	< 1 mA	1	B- vers châssis	—	Conforme

7.2.20 Test de calibration du SOC

Méthode de test :

1. Le système de contrôle local/cloud EMS charge à 1/2 de la puissance nominale ;
2. Observer les données SOC du BMS jusqu'à ce que la protection contre la décharge excessive du BMS se déclenche.

Critère d'évaluation : La valeur de calibration du SOC en pleine charge est de 100 %.

Résultats du test :

N°	Élément de test	Critère d'évaluation	Conclusion
1	Test de calibration du SOC	SOC calibré à 100 %	Conforme

7.2.21 Test à pleine puissance

Méthode de test :

1. Le système de contrôle EMS local/cloud décharge à pleine puissance jusqu'à la coupure, puis charge à pleine puissance jusqu'à la coupure ;
2. Observer l'état de fonctionnement de l'ensemble du système.

Critère d'évaluation : Pendant le processus de charge et de décharge à pleine puissance, aucune alarme ni action de protection ne doit se produire, et le processus de charge et de décharge ne doit pas être interrompu.

Résultat du test :

N°	Élément de test	Critère d'évaluation	Conclusion
1	Test à pleine puissance	Aucune alarme ni protection pendant le processus de charge et de décharge, processus non interrompu	Conforme

7.2.22 Test d'efficacité de charge/décharge

Méthode de test :

1. Le système de contrôle EMS local/cloud décharge à pleine puissance jusqu'à la coupure, puis charge à pleine puissance jusqu'à la coupure, puis décharge à nouveau à pleine puissance jusqu'à la coupure ;
2. Utilisez un analyseur de qualité de l'énergie pour relever la quantité de charge à pleine capacité W1 et la quantité de décharge à pleine capacité W2 ;
3. Calculez l'efficacité moyenne $\eta = W2/W1 \times 100 \%$.

Critère de jugement : L'efficacité moyenne doit être supérieure aux exigences de conception du système.

Résultat du test :

Élément	Valeur standard	Échantillon	Catégorie	Quantité de charge	Quantité de décharge	Efficacité	Conclusion
Test d'efficacité de charge/décharge	Conforme aux exigences de conception	1	Pleine puissance	—	—	—	Qualifié

7.2.23 Test d'écart de température

Méthode de test :

1. Le système de contrôle EMS local/cloud décharge à pleine puissance jusqu'à la coupure, puis charge à pleine puissance jusqu'à la coupure, puis décharge à nouveau à pleine puissance jusqu'à la coupure ;
2. Enregistrer les valeurs de température de chaque capteur de température ;
3. Calculer l'écart de température.

Critère de jugement : L'écart de température maximal ne doit pas dépasser 10 °C.

Résultats du test :

Élément	Valeur standard	Puissance (kW)	Numéro de cluster de batterie	Température maximale (°C)	Température minimale (°C)	Écart de température (°C)	Conclusion
Test d'écart de température	<10 °C	Pleine puissance	#1	—	—	—	Conforme

7.2.24 Test de différence de tension

Méthode de test :

1. Le système de contrôle local/Cloud EMS la commande effectue une décharge à pleine puissance jusqu'à la coupure, puis une charge à pleine puissance jusqu'à la coupure, puis à nouveau une décharge à pleine puissance jusqu'à la coupure ;
2. Enregistrer la tension de chaque cellule et calculer la différence de tension maximale.

Critère d'évaluation : La différence de tension maximale ne doit pas dépasser 200 mV.

Résultat du test :

Élément	Valeur standard	Puissance (kW)	Numéro de cluster de batterie	Tension maximale d'une cellule (mV)	Tension minimale d'une cellule (mV)	Différence de tension (mV)	Conclusion
Test de différence de tension	<200 mV	Pleine puissance	#1	—	—	—	Conforme

7.2.25 Test de précision du SOC

Méthode de test :

1. Le système de contrôle local/Cloud de l'EMS effectue une décharge à pleine puissance jusqu'à la coupure, puis une charge à pleine puissance jusqu'à la coupure, puis à nouveau une décharge à pleine puissance jusqu'à la coupure ;
2. Utiliser un analyseur de qualité de l'énergie pour calculer le SOC de charge et le SOC de décharge, puis les comparer aux données du BMS.

Critère d'évaluation : L'erreur du SOC ne doit pas dépasser 5 %.

Résultat du test :

Élément	Valeur standard	Puissance	Valeur mesurée	Valeur calculée	Écart	Conclusion
Test de précision du SOC	<5 %	Puissance nominale	—	—	—	Conforme

7.2.26 Test de capacité

Méthode de test :

1. Le système de contrôle local/cloud EMS procède à une décharge à pleine puissance jusqu'à la coupure, puis à une charge à pleine puissance jusqu'à la coupure, puis à nouveau à une décharge à pleine puissance jusqu'à la coupure ;
2. Utiliser un analyseur de qualité de l'énergie pour calculer la capacité de charge et la capacité de décharge ;
3. Calculer la différence de capacité.

Critère de jugement : La capacité ne doit pas être inférieure à 95 % de la capacité nominale.

Résultats du test :

Élément	Valeur standard	Puissance	Valeur mesurée	Conclusion
Test de capacité	>95 %	Puissance nominale	—	Conforme

7.2.27 Vérification de la version logicielle

Méthode de test :

1. Vérifier la version du logiciel du contrôleur principal ;
2. Vérifier la version du logiciel du contrôleur esclave.

Critères d'évaluation : Le numéro de version est correct.

Résultats du test :

N°	Catégorie	Numéro de version	Conclusion
1	Contrôleur principal BMS	—	Conforme
2	Contrôleur esclave BMS	—	Conforme

7.2.28 Test de mise à niveau OTA du BMS

Méthode de test :

1. Mettre à niveau le programme du contrôleur principal et le programme des contrôleurs secondaires du BMS via la plateforme cloud EMS, observer le processus de mise à niveau et le comportement après mise à niveau, et répéter l'opération 10 fois ;
2. Mettre à niveau le programme du contrôleur principal et le programme des contrôleurs secondaires du BMS via le logiciel supérieur (上位机) du contrôleur principal du BMS, observer le processus de mise à niveau et le comportement après mise à niveau, et répéter l'opération 10 fois.

Critères de jugement : La mise à niveau du programme s'effectue normalement, et le fonctionnement est normal après la mise à niveau.

Résultats du test :

N°	Élément de test	Conclusion
1	Mise à niveau via la plateforme cloud : normale	Conforme
2	Mise à niveau via le logiciel supérieur du BMS : normale	Conforme

7.2.29 Test du bruit

Méthode de test : À des distances de 1 m et 1,2 m en position horizontale par rapport à l'équipement, mesurer le bruit lors du fonctionnement à pleine charge à l'aide d'un sonomètre et enregistrer la valeur maximale.

Critère de jugement : Se référer à la norme IEC 62933-2-1:2017 (paramètres et essais des unités) : le bruit ne doit pas dépasser 80 dB.

Résultats du test :

Élément	Valeur standard	Valeur mesurée	Conclusion
Test du bruit	≤80 dB	—	Conforme

7.2.30 Test d'étanchéité

Méthode de test : IPX4 : utiliser une tête d'aspersion comportant 121 orifices de pulvérisation d'un diamètre de 0,5 mm, régler le débit d'eau à 10 L/min, maintenir une distance entre l'échantillon et la buse de 300 à 500 mm, et une durée d'essai de 10 min.

Critères d'évaluation : Aucune infiltration d'eau ni dommage à l'intérieur de l'équipement ; en règle générale, même en cas d'infiltration, celle-ci ne doit pas être suffisante pour perturber le fonctionnement normal de l'équipement ou compromettre la sécurité. Se référer à la norme IEC 60529:2013.

Conditions de test :

- Température ambiante : 15 à 35 °C ; humidité ambiante : 25 à 75 % HR ; pression atmosphérique : 86 à 106 kPa
- Équipement d'essai : machine d'essai d'indice de protection contre l'eau ZC1207 IPX3-X6
- Après l'essai, inspecter l'infiltration d'eau dans le boîtier

Norme de référence : IEC 60529:2013

Résultats du test : Après l'essai IPX4, le côté persiennes de l'équipement a été exposé à la pluie, et des traces d'eau明显 sont visibles à l'intérieur de l'équipement.

7.2.31 Test anti-îlotage / anti-renversement de flux

Méthode de test :

1. Régler le point de consigne de puissance anti-renversement Pnl et le temps d'action Td (conformément aux exigences de l'essai) ;
2. Le système doit fonctionner selon deux modes, à savoir l'écrêtement des pointes et le remplissage des creux, ainsi que la répartition en temps réel, chaque mode devant fonctionner respectivement en état de charge et de décharge ;
3. Dans les quatre conditions de fonctionnement ci-dessus, ajuster la puissance de la charge électronique afin que celle-ci fonctionne entre 0 et 50 kW ;
4. La durée du renversement de flux ne doit pas être inférieure à 5 s ;
5. Utiliser un analyseur de qualité de l'énergie pour enregistrer les paramètres tels que la puissance active au point de raccordement du système de stockage et au point PCC.

Critère d'évaluation : Le temps d'action de la protection anti-renversement de flux ne doit pas excéder 2 s.

Résultats du test :

Mode	Temps d'action moyen (s)	Conclusion
Écrêtement des pointes / remplissage des creux (charge)	1,581	Conforme
Écrêtement des pointes / remplissage des creux (décharge)	1,931	Conforme
Répartition en temps réel (charge)	1,897	Conforme
Répartition en temps réel (décharge)	1,663	Conforme

7.2.32 Test de protection contre la surcharge

Méthode de test :

1. Régler le point de puissance de protection contre la surcharge Pgz et le temps d'action Td (pour répondre aux exigences de l'essai) ;
2. Le système implémente trois modes : écrêtage de pointe et comblement de creux, extension dynamique de capacité et dispatching en temps réel. Chaque mode doit fonctionner respectivement en état de charge et de décharge ;
3. Dans les six conditions de fonctionnement ci-dessus, ajuster la puissance de la charge électronique afin que celle-ci fonctionne entre 0 et 50 kW ;
4. La durée de surcharge ne doit pas être inférieure à 5 s ;
5. Utiliser un analyseur pour enregistrer les paramètres tels que la puissance active au point de raccordement du stockage d'énergie et au point PCC.

Critère d'évaluation : Le temps d'action de la protection contre la surcharge ne doit pas être supérieur à 2 s.

Résultats du test :

Mode	Temps d'action moyen (s)	Conclusion
Écrêtage de pointe et comblement de creux (charge)	1,663	Conforme
Écrêtage de pointe et comblement de creux (décharge)	1,651	Conforme
Extension dynamique de capacité (charge)	1,710	Conforme
Extension dynamique de capacité (décharge)	—	Conforme
Dispatching en temps réel (charge)	—	Conforme
Dispatching en temps réel (décharge)	—	Conforme

7.2.33 Test de stabilité

Méthode de test :

1. Configurer les paramètres de prix de l'électricité de la centrale via la plateforme cloud et générer la puissance planifiée, puis les transmettre à l'EMS local ;
2. Les paramètres de fonctionnement comprennent les paramètres anti-flux inverse, les paramètres anti-surcharge, la capacité de la centrale, les limites supérieure et inférieure du SOC, la configuration du compteur électrique, la configuration de communication, etc. ;
3. Démarrer la centrale, le stockage d'énergie participe au fonctionnement local de l'écrêtage des pics et du remplissage des creux, et les paramètres tels que la puissance active du stockage d'énergie et du point de connexion au réseau sont enregistrées par l'analyseur de qualité de l'énergie de la centrale ;
4. Ajuster manuellement et conditionnellement les paramètres de surcharge et de flux inverse afin qu'ils remplissent les conditions de déclenchement de la fonction de protection.

Critères d'évaluation :

1. La plateforme cloud et le système local fonctionnent normalement, notamment vérifier si la charge et la décharge du système de stockage d'énergie satisfont au fonctionnement planifié d'écrêtage des pics et de remplissage des creux ;
2. Vérifier si les fonctions de protection à tous les niveaux fonctionnent normalement, notamment la protection SOC, la protection contre les surcharges et la protection contre le flux inverse ;
3. Vérifier si la surveillance des données de la centrale est normale, notamment les paramètres électriques en temps réel, les informations d'interface de la plateforme cloud et les données de puissance ;
4. Les équipements électriques et les équipements de surveillance ne présentent aucun blocage ni aucun ralentissement, et l'accès est normal.