



澳門發展及質量研究所
Instituto para o Desenvolvimento e Qualidade, Macau
Institute for the Development and Quality, Macau

Plano e Procedimento da Garantia de Qualidade para Projecto de Engenharia

Obras do Sistema de Energia Solar Fotovoltaica

Plano e Procedimento da Garantia de Qualidade em Projectos de Obras

Obras do Sistema de Energia Solar Fotovoltaica

1. Generalidades e Campo de Aplicação

O conteúdo da presente secção aplica-se ao trabalho de controlo de qualidade dos materiais, da instalação e de execução para sistema solar fotovoltaico. A principal função do sistema de energia solar fotovoltaica é converter a capacidade de radiação solar em energia eléctrica, que é enviada para o armazenamento da energia na bateria ou realização de trabalho. O sistema é composto por sistema de solar com painéis solares, sistema inversor, sistema de distribuição e controlo de energia e sistema de bateria recarregável. Todos os requisitos mencionados devem estar de acordo com especificações técnicas/cadernos de encargos e relevantes normas. Caso não seja especificado pelo projectista sobre os requisitos, é recomendado utilizar referências de normas nacionais e internacionais ou regionais.

2. Requisitos dos Documentos de Garantia de Qualidade em Projectos de Obras

Os documentos abaixo referidos devem ser submetidos pelo empreiteiro de acordo com as fases de obras do sistema de energia solar fotovoltaica para fim de aprovação ou de registo:

Fase antes de execução

- ✓ Declaração de responsabilidade dos engenheiros de áreas de especialização relevantes registados na Direcção dos Serviços de Solos e Construção Urbana;
- ✓ Todos os documentos técnicos devem ser assinados por um engenheiro de áreas de especialização relevantes registado na Direcção dos Serviços de Solos e Construção Urbana;
- ✓ Plano, método e fichas de monitorização devem ser submetidos para revisão, incluindo mas não limitado:
 - Lista de quantidade de equipamentos de todos os seus sistemas e subsistemas, plano e fichas de autoinspecção, qualificação da terceira entidade para realização de testes, e relativas fichas inspecção, quantidade e frequência de amostragem (se aplicável).

- ✓ Informações sobre os materiais e certificados de conformidade da qualidade relacionados dos componentes como módulos solares, caixa de distribuição eléctrica, cabos, inversores, controladores de carga e descarga, bateria de armazenamento de energia, unidade de acesso à rede, sistema principal de controlo e sistema de monitorização, protecção contra choque eléctrico e ligação à terra, equipamentos e acessórios utilizados para o sistema de energia solar fotovoltaica, de acordo com os requisitos do projecto e normas relevantes da China.

1. Sistema dos painéis solares

- Peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas (como desenhos pormenorizados) para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora;
- Cálculos justificativos do sistema de energia solar fotovoltaica
- Descrição dos produtos de módulos de células solares e principais matérias-primas (incluindo tipo de módulo, modelo, tamanho, potência de pico, eficiência de conversão, coeficiente de temperatura, características de irradiância de potência, etc);
- Certificados de conformidade da qualidade dos módulos de células solares (certificado de conformidade ou relatório completo de acordo IEC 61215 e IEC 61646 ou IEC 61730 ou equivalente);
- Descrição do produto e certificados de conformidade da qualidade relacionados para instalação e suporte da estrutura dos módulos fotovoltaicos (consulte plano e procedimento da garantia de qualidade para trabalhos de soldadura de estrutura);
- Descrição do produto e certificados de conformidade da qualidade relacionados para sistema de barramento (consulte plano e procedimento da garantia de qualidade para trabalhos de distribuição eléctrica e aparelhos eléctricos);
- Método de instalação;
- Plano, método e fichas de monitorização para módulos fotovoltaicos, incluindo, mas não limitado a verificação de qualidade visual, polaridade, tensão de circuito aberto, corrente, potência de pico, resistência de isolamento, continuidade de ligação à terra, resistência de ligação à terra, eficiência de conversão fotoeléctrica, etc;
- Método e fichas de monitorização para processo de instalação e e suporte da estrutura dos módulos fotovoltaicos incluindo, mas não limitado a verificação



de soldadura, ligação de conectores, galvanização a quente, protecção de superfície, pintura, etc (consulte plano e procedimento da garantia de qualidade para trabalhos de soldura de estrutura);

- Plano, método e fichas do sistema de barramento (incluindo, mas não limitado a inspecção da qualidade visual, teste de resistência de isolamento, teste de continuidade do circuito de protecção, teste funcional e teste de inicialização elétrica, etc; pode consultar o Plano e Procedimento de Garantia da Qualidade em Projectos de Obras - Obras de Distribuição Eléctrica e Aparelhos Eléctricos
- Para caso da estrutura de suporte do módulo fotovoltaico estiver conectada por método de soldagem, deve ser submetido o registo de qualificação do procedimento de soldagem, especificação do procedimento de soldagem e certificado de qualificação do soldador emitido pela entidade de inspecção de soldagem da terceira entidade;
- Laboratórios e de teste da terceira entidade: qualificação do laboratório, qualificações dos trabalhadores, certificados de calibração de equipamentos, documentos de procedimentos de testes, etc.

2. Sistema inversor

- Peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora;
- Descrição do produto do inversor (incluindo modelo, capacidade, número de fases, frequência, método de resfriamento, factor de potência, capacidade de sobrecarga, aumento de temperatura, eficiência, tensão de entrada e saída, rastreamento do ponto de potência máxima, funções de protecção e monitorização, interface de comunicação, nível de protecção, etc.)
- Documentos de conformidade da qualidade dos inversores (certificados ou relatórios de testes em conformidade com as normas EN61215 ou EN61730 ou normas equivalentes);
- Método de instalação;
- Plano, método e fichas de monitorização.

3. Sistema de distribuição de electricidade e de controlo

- Peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora;
- Descrição do produto de equipamentos de distribuição eléctrica e documentos relacionados da conformidade de qualidade (consulte do plano e



procedimentos da garantia de qualidade para distribuição eléctrica e aparelhos eléctricos);

- Descrição do produto e respectivos documentos relacionados da conformidade de qualidade do quadro eléctrico, cabos, calhas, dispositivos de protecção contra raios e de ligação à terra (consulte do plano e procedimentos da garantia de qualidade para distribuição eléctrica e aparelhos eléctricos);
- Descrição do produto do dispositivo de controlo de energia solar fotovoltaica (incluindo modelo, funções como regulação de potência, conexão reversa de comunicação e protecção eléctrica, sobrecorrente de curto-circuito, etc.);
- Método de instalação;
- Plano, método e fichas de monitorização.

4. Sistema de bateria recarregável

- Peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas (como desenhos pormenorizados) para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora;
- Descrição do produto do sistema de bateria (incluindo modelo, capacidade, tensão e corrente, etc);
- Documentos de conformidade da qualidade da bateria de recarregável (certificados ou relatórios de testes em conformidade com as normas IEC60896);
- Descrição do produto e documentos de conformidade da qualidade do controlador da bateria recarregável (incluindo modelo, funções como regulação de energia, conexão reversa de comunicação e protecção eléctrica, sobrecorrente de curto-circuito, etc.);
- Método de instalação;
- Plano, método e fichas de monitorização, incluindo:
 - ✧ Capacidade de carga e descarga
 - ✧ Limite da tensão de operação

Nota: Para melhor controlo de qualidade, os requisitos exigidos para o teste que se encontram nos relatórios submetidos devem ser de acordo com a versão actualizada, onde a validade não deve ser superior a 5 anos.

Durante a fase de execução

- ✓ Registos da chegada dos materiais, certificados de produção ou certificados de

qualidade da fábrica submetidos periodicamente para aprovação da entidade fiscalizadora e da entidade de controlo de qualidade;

- ✓ Relatório de teste realizado pela terceira entidade para amostragem e dos materiais fotovoltaicos (teste de qualidade visual do módulo fotovoltaico, desempenho de isolamento, eficiência de conversão, desempenho eléctrico à temperatura nominal (características de tensão de corrente), potência máxima e outros parâmetros);
- ✓ Registos de auto-inspecção do sistema solar fotovoltaico devem ser submetidos regularmente à entidade supervisão e de controlo de qualidade para revisão, incluindo:

1. Sistema dos painéis solares

- ◇ Registos de autoinspecção dos painéis fotovoltaicos (incluindo polaridade, tensão de circuito aberto, corrente, portência de pico, resistência de isolamento, resistência de ligação à terra, etc)
- ◇ Registos de autoinspecção e relatório de amostragem realizado pela terceira entidade (se aplicável) para trabalhos como soldadura, tratamento de protecção de corrosão, tratamento da superfície, espessura do revestimento seco da estrutura de instalação e suporte dos módulos fotovoltaicos;
- ◇ Realização de amostra no local para verificação de qualidade e requisitos de recepção.

2. Sistema inversor

Registo completo de autoinspecção do inversor (incluindo fiação do sistema, resistência de isolamento, resistência de ligação à terra, estado de operação, funções para tratamento de dados e de protecção).

3. Sistema de distribuição e controlo de energia

Registos de autoinspecção do sistema de distribuição e controlo de energia (incluindo inspecção das funções de monitorização e desempenho eléctrico dos equipamentos como quadro eléctrico, cabos, barramento)

4. Sistema de bateria recarregável

Registos de autoinspecção do sistema de distribuição e controlo de energia (incluindo capacidade de carga e descarga, tensão de operação, etc)



5. Teste de funções durante a operação do sistema

- Registos de autoinspecção do desempenho eléctrico e funcionamento dos equipamentos principais (painéis solares, controladores, inversores, baterias, etc);
- Registos de autoinspecção de qualidade de energia.

Durante a fase da recepção

- ✓ Telas finais;
- ✓ Registos da recepção das obras ocultas;
- ✓ Manual de manutenção e reparação;
- ✓ Registos de inspecção e relatório realizado pela terceira entidade (se aplicável) do sistema de energia solar fotovoltaica devem ser submetidos periodicamente para aprovação da entidade fiscalizadora e unidade de controlo de qualidade, incluindo:

1. Sistema dos painéis solares

- ✧ Registo completo de autoinspecção e relatório de amostragem realizado pela terceira entidade dos painéis solares fotovoltaicos;
- ✧ Registo completo de autoinspecção e relatório de amostragem realizado pela terceira entidade dos módulo fotovoltaicos;
- ✧ Registos de inspecção contra fuga de electricidade dos painéis fotovoltaicos (se aplicável).

2. Sistema inversor

Registo completo de autoinspecção do sistema inversor

3. Sistema de distribuição e controlo de energia

Registo completo de autoinspecção do sistema de distribuição e controlo de energia

4. Sistema de bateria recarregável

Regito completo do sistema de bateria recarregável

5. Teste de função durante a operação do sistema

- Registos de autoinspecção do desempenho eléctrico e funcionamento dos equipamentos principais;
- Registos de operação do sistema;



澳門發展及質量研究所
Instituto para o Desenvolvimento e Qualidade, Macau
Institute for the Development and Quality, Macau

- Registos de autoinspecção da qualidade de energia e relatório de amostragem realizado pela terceira entidade (se aplicável).

Nota:

1. Se a entidade fiscalizadora e a unidade de controlo de qualidade revisarem as informações relevantes e se houver dúvidas ou incerteza sobre a qualidade de produção, a unidade de controlo de qualidade salvaguarda o direito de exigir ao empreiteiro para coordenação da realização dos testes de amostragem realizado pela terceira entidade;
2. Todas as peças desenhadas devem ter apropriada escala e descrição detalhada.

3. Inspeção, Ensaio e Recepção

Durante as obras do sistema de energia solar fotovoltaica, deve utilizar equipamentos com certificado de calibração válida, realizadas pelos profissionais qualificados fornecidos pelo empreiteiro. Caso seja necessário enviar os testes e o registo de inspeção para conseguir a aprovação, o respectivo registo de inspeção deve ser devidamente confirmado e assinado pelo relativo engenheiro dos campos relevantes (excepto para terceira entidade de inspeção aprovada pelo departamento governamental de Macau). Os itens para ensaio e recepção representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Inspeção de Obras do Sistema de Energia Solar Fotovoltaica						
Objectivos		Controlo de Material	Controlo de Execução	Frequência Recomendada da Inspeção	Norma a Cumprir	Nota
Itens para Inspeção						
Itens Gerais	Todos os Materiais e Equipamentos São Correspondentes aos Requisitos dos Materiais Aprovados	✓	✓	100%	a, b, c, d	Deve submeter os registos de inspeção
	Localização e Método de Instalação do Equipamento de Acordo com Peças Desenhadas	---	✓			
	Aparência Completa e Instalação Sólida, Organizada e Agradável	✓	✓			
	Funcionamento dos Equipamentos do Sistema Sob Activação Normal	---	✓			
	Cada Componente do Sistema com Uma Identificação Impressa Única, Clara, Permanente e Não Seja Fácil de Cair	---	✓			
	Cabos com Própria Etiqueta Impressa Única, Clara e Permanente e Não Fácil de Cair	---	✓			
	Todos os Sinais de Aviso, Etiquetas de Equipamentos e Diagramas de Circuitos, Sinais de Fonte de Alimentação Dupla, etc. s Devem Ser Afixados em Locais Apropriados	---	✓			



Quadro dos Itens para Inspeção de Obras do Sistema de Energia Solar Fotovoltaica						
Objectivos		Controlo de Material	Controlo de Execução	Frequência Recomendada da Inspeção	Norma a Cumprir	Nota
Itens para Inspeção						
	Cabos Bem Dispostos, Direcção Recta, Raio de Curvatura de Acordo com Requisitos Relevantes, Sem Emaranhamento, Bem Amarrados e Fixados, Cabos Expostos Protegidos por Tubos Encamisados	---	✓			
	A Conexão entre a Extremidade e os Condutores Deve Ser Sólida e Confiável	---	✓			
	Resistência de Ligação À Terra dos Equipamentos Deve Cumprir os Requisitos de Peças Escritas do Projecto	---	✓			
Sistema de Solar com Painéis Solares	Tipo de Material e Desempenho	✓	✓	100%	a, b, c, d	Deve submeter os registos de inspeção
	Tamanho	✓	✓			
	Verificação da Instalação de Módulos Fotovoltaicos e Inspeção da Qualidade de Soldadura da Estrutura de Suporte (Se Aplicável)	✓	✓			
	Verificação da Espessura do Revestimento de Galvanização da Estrutura de Instalação e Suporte dos Módulos Fotovoltaicos (Se Aplicável)	✓	✓			
	Tensão de Torque para Parafusos da Estrutura de Instalação e Suporte dos Módulos Fotovoltaicos (Se Aplicável)	✓	✓			
	Tratamento da Superfície e Revestimento Anti-Corrosivo da Estrutura de Instalação e Suporte dos Módulos Fotovoltaicos (Se Aplicável)	✓	✓			



Quadro dos Itens para Inspeção de Obras do Sistema de Energia Solar Fotovoltaica							
Objetivos		Controlo de Material	Controlo de Execução	Frequência Recomendada da Inspeção	Norma a Cumprir	Nota	
Itens para Inspeção							
	Teste de Prova de Água e Estanqueidade (Se Aplicável)	✓	✓				
	Conexão de Ligação e Resistência de Ligação à Terra	✓	✓				
Sistema Inversor	Tipo de Material e Desempenho	✓	✓	100%	a, b, c, d	Deve submeter os registos de inspeção	
	Fiação e Isolamento de Cabos	✓	✓				
	Conexão de Ligação e Resistência de Ligação à Terra	---	✓				
	Teste Funcional e Teste de Inicialização Eléctrica	---	✓				
	Protecção de Isolamento da Corrente Alternada do Inversor	✓	✓				
	Comutador	✓	✓				
	Função de Protecção	✓	✓				
Sistema de Bateria Recarregável (Se Aplicável)	Tipo de Material e Desempenho	✓	✓	100%	a, b, c, d	Deve submeter os registos de inspeção	
	Fiação de Cabos	✓	✓				
	Capacidade de Carga e Descarga e Tensão de Operação	✓	✓				
	Função de Gestão da Bateria (Se Aplicável)	✓	✓				
	Ligação à Terra	✓	✓				
Teste de Operação do Sistema	Registos de Operação do Ensaio do Sistema (Operação Contínua de 120 Horas Sem Avaria)	---	✓	100%	a, b, c, d	Deve submeter os registos de inspeção	
	Teste de Desempenho Eléctrico e Teste Funcional dos Equipamentos Principais	---	✓				
	Teste da Qualidade de Energia	Desvio da Tensão	---				✓
		Frequência	---				✓
		Conteúdo Harmónico e Distorção	---				✓
		Inconsistência da Tensão	---				✓
		Variação da Tensão e Cintilação	---				✓



Quadro dos Itens para Inspeção de Obras do Sistema de Energia Solar Fotovoltaica							
Objectivos			Controlo de Material	Controlo de Execução	Frequência Recomendada da Inspeção	Norma a Cumprir	Nota
Itens para Inspeção							
		Corrente Directo	---	✓			
		Factor de Potência	---	✓			

3. Inspeção, Ensaio e Recepção (Continuação)

Durante as obras do sistema de energia solar fotovoltaica, deve utilizar equipamentos com certificado de calibração válida, realizadas pelos profissionais qualificados fornecidos pelo empreiteiro. Caso seja necessário enviar os testes e o registo de inspeção para conseguir a aprovação, o respectivo registo de inspeção deve ser devidamente confirmado e assinado pelo relativo engenheiro dos campos relevantes (excepto para terceira entidade de inspeção aprovada pelo departamento governamental de Macau). Os itens para ensaio e recepção representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Inspeção e Recepção de Obras do Sistema de Energia Solar Fotovoltaica						
Itens	Objectivos	Qualidade da Instalação	Desempenho do Sistema	Frequência do Ensaio	Norma a Cumprir	Nota
Sistema de Painel Solar	Resistência de Isolamento	---	✓	100% e 5% ①	a, b, c, d	Deve submeter registos realizado pela terceira entidade
	Resistência de Ligação à Terra	---	✓			
Estrutura para Instalação e Suporte	Qualidade de Soldadura (Se Aplicável)	---	✓			
	Espessura do Revestimento Seco da Pintura (Se Aplicável)	---	✓			
	Teste de Prova de Água e Estanqueidade (Se Aplicável)	---	✓			
Teste da Qualidade de Energia (Se Aplicável)	Desvio da Tensão	---	✓			
	Frequência	---	✓			
	Conteúdo Harmónico e Distorção	---	✓			
	Inconsistência da Tensão	---	✓			
	Variação da Tensão e Cintilação	---	✓			
	Corrente Directo	---	✓			
	Factor de Potência	---	✓			

Nota:

Norma a Cumprir

a - Especificações Técnicas / Cadernos de Encargos

- b - Guia técnica dos fornecedores/fabricantes/fabricantes de montagens
- c - Requisitos do projecto
- d - Regulamento Administrativo n.º 20/2014, 《Regulamento de Segurança e Instalação das Interligações de Energia Solar Fotovoltaica》
- e - GB 50339-2013, Requisitos da Recepção de Qualidade das Obras de Construção Inteligente,

Método de teste:

Na ausência de exigência dos requisitos no projeto e especificações técnicas, as seguintes normas podem ser referidas:

- (1) GB/T50796 Especificação de aceitação para projectos de geração de energia fotovoltaica;
- (2) GB50303 Normas de aceitação da qualidade de execução das obras

Frequência recomendada da inspeção:

- ① Quando as especificações técnicas/os cadernos de encargos indicam que o resultado do teste/parâmetros têm um impacto importante na construção ou qualidade do projecto, devem ser considerados para inspeção de amostragem. A entidade de controlo de qualidade recomenda que a frequência geral de inspeção de amostragem realizada pela terceira entidade seja de 5%, mas podem ajustar-se de acordo com a situação real. Quando os resultados dos testes de amostragem não satisfizerem os requisitos, devem ajustar ou substituir as peças ou sistemas de ensaio e, em seguida, realizam-se de novo os testes semelhantes. A entidade de controlo de qualidade pode aumentar a frequência de inspeção de amostragem de acordo com a situação real para garantir que a qualidade atenda aos requisitos.

4. Regulamentos citados/Documentos técnicos de referência

- [1] 20/2014, 澳門特別行政區行政法規, 太陽能光伏並網安全和安裝規章
- [2] GB/T 50796, 中華人民共和國國家標準, 光伏發電工程驗收規範
- [3] IEC 61215, 地面用晶體矽光伏組件-設計及定型
- [4] IEC 61730, 組件安全鑒定
- [5] IEC 62446-1, 並網光伏系統測試、文件和維護要求-第 1 部分: 並網光伏系統文件、試運行測試和檢查
- [6] GB 50303, 中華人民共和國國家標準, 建築工程施工質量驗收標準
- [7] GB 50207, 中華人民共和國國家標準, 屋面工程質量驗收規範
- [8] GB 50205, 中華人民共和國國家標準, 鋼結構工程施工質量驗收規範
- [9] GB 50254, 中華人民共和國國家標準, 電氣裝置安裝工程 低壓電器施工及驗收規範
- [10] GB/T 16895.23, 中華人民共和國國家標準, 低壓電氣裝置第 6 部分: 檢驗
- [11] CECS 85:96, 太陽能光伏電源系統安裝工程施工及驗收技術規範
- [12] GB 50411, 中華人民共和國國家標準, 建築節能工程施工質量驗收標準
- [13] GB 50212-2002, 中華人民共和國國家標準, 建築防腐蝕工程施工及驗收規範
- [14] GB 50224-2010, 中華人民共和國國家標準, 建築防腐蝕工程施工質量驗收規範
- [15] GB/T 12326-2008, 中華人民共和國國家標準, 電能質量電壓波動和閃變;
- [16] GB/T 19939-2005, 中華人民共和國國家標準, 光伏系統並網技術要求



- [17] GB/T 16895.32-2008，中華人民共和國國家標準，建築物電氣裝置第 7-712 部分有關特殊裝置或場所的要求 太陽能光伏（PV）電源供電系統
- [18] GB 50057-2010，中華人民共和國國家標準，建築物防雷設計規範