



注入源源
動力

Energizando 動力
Powering Up

6

能源價格

2021年受燃油價格上升及匯率變化等因素影響，電力平均成本為每度0.766澳門元，同比上升7.8%。

年內從南方電網輸入電力的價格總體維持穩定，但是由於年初和年中港幣對人民幣的匯率變化，以澳門元計算的平均輸入電價全年上升了8.2%。

Preço da Energia

Afectado por factores como o aumento dos preços dos combustíveis e as flutuações das taxas de câmbio, o custo médio da energia aumentou 7,8% em relação ao ano anterior para 0,766 patacas por kWh em 2021.

Em 2021, o preço de importação da China Southern Power Grid permaneceu estável, e o preço médio de importação denominado em MOP aumentou 8,2% para todo o ano devido às alterações das taxas de câmbio entre RMB e HKD no início e meados de 2021.

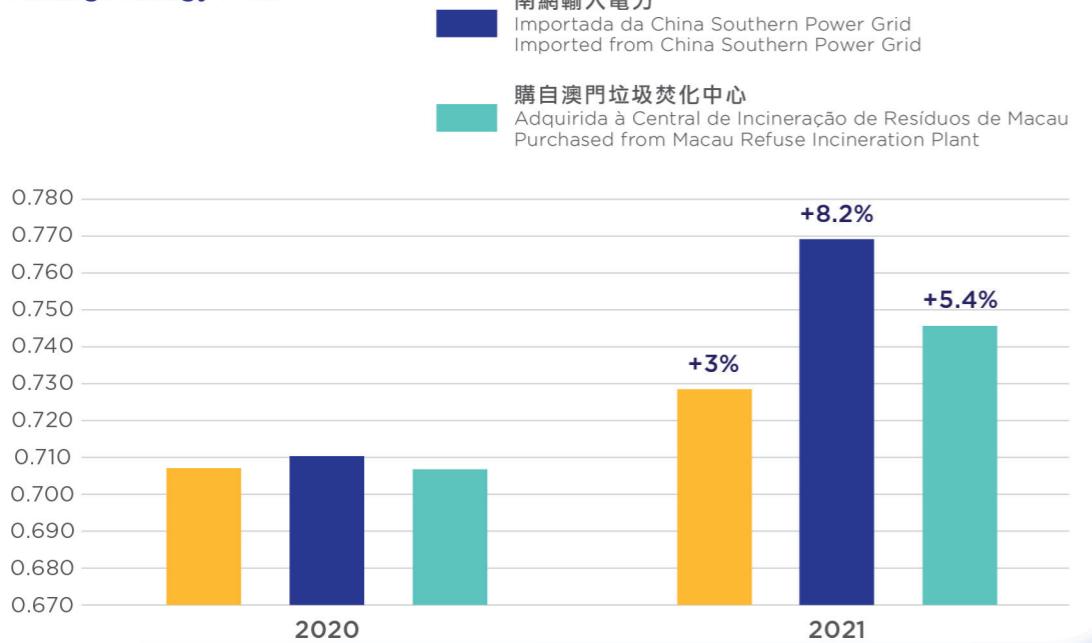
Energy Price

Affected by factors such as rising fuel prices and exchange rate fluctuations, the average energy cost increased by 7.8% year on year to MOP 0.766 per kWh in 2021.

In 2021, the China Southern Power Grid's importation price remained stable, and the average importation price denominated in MOP increased by 8.2% for the whole year due to exchange rate changes between RMB and HKD in early and mid-2021.

電力來源平均價格

Preço Médio da Energia
Average Energy Price



本地發電

隨著新冠疫情對本澳旅遊業及經濟活動的影響有所緩解，本澳總用電量繼2020年錄得自50年內首次下跌後，在2021年本澳總用電量重回上升軌道，同比上升5%，達到5,649吉瓦時。年內本地發電量為286.9吉瓦時，同比下降23.1%，從國內輸入澳門的電量為5,192吉瓦時，同比上升7%，佔澳門總用電量達91.9%，而從澳門垃圾焚化中心購買的電量則為170吉瓦時。

受疫情影響，路環發電廠B廠的1號及2號燃氣輪機機組的大修計劃只能於5月及6月完成，此後，1號聯合循環機組主要在半複式循環模式下運行。路環發電廠A廠柴油發電機組大多處於待機模式；自首季度起，G3及G4機組改為冷備用模式。至於廠內輔助設施的定期計劃性維護，以及柴油發電機組的年度檢修皆按計劃於年內進行。然而，因應疫情實施的入境限制令部分服務供應商無法到現場執行工作，相關專案已全部或部分延至2022年進行。另外，為應對路環發電廠原水供應的制約因素，已啟動新的自來水供應點的供水施工和應用，以保障發電機組安全運行。

2021年路環發電廠A廠發電機組的重油總消耗量為7,885公噸，低於預測39.5%，而路環發電廠B廠燃氣輪機組的總消耗量則為67,552,570立方米。

Produção Local de Energia

À medida que a indústria local de turismo e a economia se libertaram gradualmente do impacto da pandemia do COVID-19, o consumo total de energia de Macau regressou à sua trajectória ascendente, aumentando 5% relativamente ao ano anterior para 5.649 GWh, após a cidade ter registado um decréscimo pela primeira vez em 50 anos durante 2020. Em 2021, foram produzidos localmente um total de 286,9 GWh, representando uma diminuição de 23,1% em relação ao ano anterior. A electricidade importada da China Continental aumentou 7% comparativamente ao ano anterior para 5.192 GWh, representando 91,9% do consumo total de energia de Macau. A electricidade adquirida à Central de Incineração de Resíduos de Macau foi 170 GWh.

A remodelação das unidades de turbinas a gás Nº 1 e Nº 2 na Central Térmica de Coloane B só pode ser concluída em Maio e Junho, devido ao impacto da pandemia. Depois disso, a unidade de ciclo combinado Nº 1 foi operada essencialmente no modo de meio ciclo combinado. As unidades geradoras a diesel da Central Térmica de Coloane A estiveram sobretudo em modo standby, e as unidades G3 e G4 foram alteradas para modo de preservação a frio a partir do primeiro trimestre de 2021. A manutenção regular agendada das instalações auxiliares na central térmica e a inspecção e reparação anual

dos geradores a diesel foram levadas a cabo segundo o planeado em 2021. No entanto, por alguns fornecedores de serviço estarem impedidos de efectuar trabalhos no local devido a restrições à entrada durante a pandemia, alguns ou todos os projectos foram adiados para 2022. Além disso, para ultrapassar os constrangimentos no fornecimento de água bruta à Central Térmica de Coloane, a construção e aplicação de um novo ponto de abastecimento de água da SAAM foi iniciado em 2021, para assegurar o funcionamento das unidades geradoras em segurança.

Em 2021, o consumo total de óleos pesados nos geradores na Central Térmica de Coloane A foi de 7.885 toneladas, menos 39,5% do que o previsto. O consumo total de gás natural nas unidades de turbinas a gás da Central Térmica de Coloane B foi de 67.552.570 metros cúbicos.

Local Power Generation

As local tourism industry and economy gradually shook off the impact of the COVID-19 pandemic, Macau's total power consumption returned to an upward trajectory, rising by 5% year-on-year to 5,649 GWh, after the city recorded a decline for the first time in 50 years in 2020. In 2021, a total of 286.9 GWh was locally generated, representing a year-on-year decline of 23.1%. Electricity imported from Mainland China rose 7% year-on-year to 5,192 GWh, accounting for 91.9% of Macau's total power consumption. Electricity purchased from Macau Refuse Incineration Plant was 170 GWh.

The overhaul of gas turbine units No.1 and No.2 in Coloane Power Station B could only be completed in May and June due to the impact of the pandemic. After that, the combined cycle unit No.1 was mainly operated on half combined cycle mode. The diesel generator units in Coloane Power Station A were mostly on standby mode, and G3 and G4 units had been changed to cold preservation mode since the first quarter of 2021. The regular scheduled maintenance of auxiliary facilities in the power station and the yearly inspection and repair of diesel generator units were conducted as scheduled in 2021. However, as some service providers were unable to carry out related work on the site due to entry restrictions amidst the pandemic, all or some of the projects were postponed to 2022. Moreover, in order to overcome the constraints on raw water supply of Coloane Power Station, the construction and application of a new SAAM water supply point was initiated in 2021 to ensure the safe operation of the generator units.

In 2021, the total heavy fuel oil consumption of generators in Coloane Power Station A was 7,885 tonnes, 39.5% lower than projection. The total natural gas consumption of gas turbine units in Coloane Power Station B was 67,552,570 cubic meters.

新海水冷卻系統

路環發電廠的新海水冷卻系統的離岸取水和排水涵管工程於2021年持續進展，當中取水口和防波堤的建設，以及3個海底高密度聚乙烯管道的安裝已完成，而新泵房的開放式沉箱目前正在建設中。

Novo Sistema de Arrefecimento com Água do Mar

Continuou a verificar-se progresso no projecto de condutas de captação e descarga de água offshore do novo sistema de arrefecimento com água do mar na Central Térmica de Coloane em 2021. Foi concluída a construção da captação de água e do quebra-mar, bem como a instalação de três tubos HDPE submarinos. Os caixotões abertos da nova estação de bombagem estão agora em construção.

New Seawater Cooling System

Continued progress was made in the offshore water intake and discharge pipe project of the new seawater cooling system in Coloane Power Station in 2021. The construction of water intake and breakwater as well as the installation of three submarine HDPE pipes had been completed. The open caissons of the new pumping station are now under construction.

大氣排放

自2010年起，澳電已連續12年獲得由ISO認證機構認可頒授的ISO14064-1溫室氣體管理系統證書。我們將持續優化能源結構及控制因燃燒化石燃料所產生的排放，以配合國家2030年前碳達峰、2060年前碳中和的目標。

根據第24/2019號行政法規《發電廠的空氣污染物排放標準》要求，我們一直定期為路環發電廠A廠及B廠進行煙氣檢測，由獲取《中國合格評定國家認可委員會》實驗室認可證書的機構提供檢測服務，所有結果均符合排放標準。

澳電與地球物理暨氣象局自1992年起開始空氣質量監測方面的合作，雙方結合彼此的技術、設備和資源，不斷完善澳門的空氣質量監測網絡。隨着合作協議於年底到期，雙方已簽署1份更新的合作協議書，並擴大合作範圍，除空氣質量監測系統外，亦新增水位監測網絡及溫室氣體資料共享等，以提升澳門環境保護方面的表現。

Emissões Atmosféricas

A CEM recebe há 12 anos consecutivos desde 2010 o certificado ISO14064-1 Sistema de Gestão de Gases com Efeito de Estufa, atribuído por um órgão ISO internacional de certificação. Vamos continuar a optimizar a estrutura energética e o controlo de emissões derivadas da queima de combustível fóssil, para alinhar com os objectivos da China de atingir o pico das emissões de carbono antes de 2030 e atingir a neutralidade carbónica antes de 2060.

De acordo com os requisitos do Regulamento Administrativo N° 24/2019 "Limites de Emissão de Poluentes Atmosféricos das Centrais Eléctricas", a CEM tem realizado regularmente testes de gás flue nas Centrais Térmicas de Coloane A e B. Os serviços de testagem são fornecidos pelo laboratório acreditado da China National Accreditation Service for Conformity Assessment (CNAS). Todos os resultados estavam conforme os padrões de emissões.

A CEM tem colaborado com a Direcção dos Serviços Meteorológicos e Geofísicos de Macau (SMG) em termos de monitorização da qualidade do ar desde 1992, e fazendo uso das nossas vantagens em termos tecnológicos, de equipamentos e recursos, temos vindo a melhorar a rede de monitorização da qualidade do ar em Macau. Após o acordo de cooperação ter expirado no final de 2021, a CEM e a SMG assinaram um novo acordo para expandir o âmbito da cooperação. Para além do sistema de monitorização da qualidade do ar, partilha da rede de monitorização do nível da água e os dados sobre gases com efeito de estufa foram acrescentados ao âmbito para melhorar o desempenho de Macau em termos de protecção ambiental.

Atmospheric Emissions

CEM has been accredited with the ISO14064-1 Greenhouse Gases Management System certification by ISO certification body for 12 consecutive years since 2010. We will continue to optimize energy structure and control emissions arising from fossil fuel burning to align with China's goals of peaking carbon emissions before 2030 and achieving carbon neutrality before 2060.

According to the requirements of the Administrative Regulation No.24/2019 "Air Pollutant Emission Standards of Power Plants", CEM has been regularly conducting flue gas tests in Coloane Power Station A and B. The testing services were provided China National Accreditation Service for Conformity Assessment (CNAS) accredited laboratory. All results complied with the emission standards.

CEM has collaborated with the Macao Meteorological and Geophysical Bureau (SMG) in terms of air quality monitoring since 1992, and by leveraging on our advantages in technology, equipment and resources, we have been improving the air quality monitoring network in Macau. After the cooperation agreement came due in late 2021, CEM and SMG signed an updated cooperation agreement to expand the scope of cooperation. In addition to the air quality monitoring system, sharing of water level monitoring network and greenhouse gas data has also been added to the scope to enhance Macau's performance in environmental protection.

環境保護

天然氣發電是本澳最清潔及安全的電力來源，澳電將配合及支持實現碳達峰、碳中和的目標，逐步提高天然氣發電比例，建設新的天然氣發電機組將有效地減低電源中的碳排放，並計劃在技術成熟時轉化為氫能發電。為此，我們制定《澳電低碳發展策略》作為未來指引，以確保市民能獲得低碳及可靠的電力供應。

另外，鑑於液氯的安全性及環保問題，我們決定於路環發電廠以更安全環保的產品完全替代液氯。

Protecção Ambiental

O gás natural é a fonte de energia mais limpa e segura para produção de energia em Macau. A CEM vai gradualmente aumentar a proporção de produção de energia através de gás natural, a fim de alinhar e apoiar o objectivo da China de atingir o pico de emissões de carbono e a neutralidade carbónica. A construção de novas unidades geradoras a gás natural vai reduzir efectivamente as emissões de carbono no fornecimento de energia, e está prevista a conversão para a produção de energia a hidrogénio quando a tecnologia maturar. Com esta finalidade, a CEM preparou a "Estratégia de Desenvolvimento da CEM com Baixo Nível de Carbono" como guia para assegurar o acesso da população a um fornecimento de energia fiável e com baixo carbono no futuro.

Além disso, devido às questões de segurança e ambientais da utilização de cloro líquido, a CEM decidiu substituir completamente o cloro líquido na Central Térmica de Coloane com produtos mais seguros e mais amigos do ambiente.

2021年路環發電廠A廠空氣排放數據

Dados de emissões atmosféricas da Central Térmica de Coloane A em 2021
Air emissions data of Coloane Power Station A in 2021

空氣污染物 (毫克每標準立方米) Poluentes atmosféricos (mg/Nm ³) Air Pollutants (mg/Nm ³)	結果 Resultado Result	新限制值 Novo limite New limit	達標 Certificado Qualified
氮氧化物 (毫克每標準立方米) NO _x (mg/Nm ³)	360	500	✓
二氧化硫 (毫克每標準立方米) SO ₂ (mg/Nm ³)	207	290	✓
顆粒物 (毫克每標準立方米) Partículas / Particulate matters (mg/Nm ³)	42	100	✓

2021年路環發電廠B廠空氣排放數據

Dados de emissões atmosféricas da Central Térmica de Coloane B em 2021
Air emissions data of Coloane Power Station B in 2021

空氣污染物 (毫克每標準立方米) Poluentes atmosféricos (mg/Nm ³) Air Pollutants (mg/Nm ³)	結果 Resultado Result	新限制值 Novo limite New limit	達標 Certificado Qualified
氮氧化物 (毫克每標準立方米) NO _x (mg/Nm ³)	37	50	✓
二氧化硫 (毫克每標準立方米) SO ₂ (mg/Nm ³)	1	35	✓
顆粒物 (毫克每標準立方米) Partículas / Particulate matters (mg/Nm ³)	1	5	✓

Environmental Protection

Natural gas is the cleanest and safest energy source for power generation in Macau. CEM will gradually increase the proportion of natural gas power generation in order to line up with and support China's goals of carbon emission peak and carbon neutrality. The construction of new natural gas generation units will effectively reduce carbon emissions in the power supply, and it is planned to convert to hydrogen power generation when the technology matures. To this end, CEM has prepared the "CEM Low-carbon Development Strategy" as a guide to ensure public access to low-carbon and reliable electricity supply in the future.

In addition, in view of the safety and environmental issues of liquid chlorine, CEM has decided to completely replace liquid chlorine with safer and more eco-friendly products in Coloane Power Station.

儲能設施

在儲能應用方面，澳電已加入由南方電網牽頭的「先進儲能技術聯合實驗室合作建設協議」，啟動移動應急保電儲能裝置落地項目，並諮詢聯合實驗室專家及業內廠家以取得技術支援。澳電確立以移動電池儲能車的應用作為先導計劃，正調研澳門區內應急及重要慶典供電的可用性，並初擬相關技術規格。

Instalações de Armazenamento de Energia

No que diz respeito a aplicações do armazenamento de energia, a CEM aderiu ao "Acordo de Cooperação para Construção de Laboratório Conjunto de Tecnologia Avançada de Armazenamento de Energia" liderado pela China Southern Power Grid. A CEM lançou também o projecto de dispositivo móvel de armazenamento de energia de emergência, e consultou com os peritos do laboratório conjunto e com os fabricantes do sector para apoio técnico. A CEM decidiu impulsionar a aplicação de veículos móveis de armazenamento de energia como plano piloto, com os estudos de viabilidade da utilização da tecnologia para o fornecimento de energia a emergências e celebrações importantes em Macau, enquanto as especificações técnicas preliminares estão em desenvolvimento.

Energy Storage Facility

In terms of energy storage applications, CEM has joined the "Advanced Energy Storage Technology Joint Laboratory Cooperation Construction

Agreement" led by China Southern Power Grid. CEM has also launched the mobile emergency energy storage device project and consulted with the joint laboratory's experts and the industry's manufacturers for technical support. CEM has decided to push forward the application of mobile battery energy storage vehicles as a pilot plan, with the feasibility studies of using the technology to provide power supply for emergencies and important celebrations in Macau under way, while the preliminary technical specifications are under development.

輸配電網

於 2021 年度，澳電輸配電網絡的資本開支總額為 3.9 億澳門元。多個新變電站項目如火如荼地進行，包括新焚化爐變電站及東方明珠變電站等的土建施工，上葡京變電站、銀河變電站及鴨涌河變電站的 110 千伏饋線擴建工程，而媽閣變電站、電廠變電站及填海 A 區變電站正在進行土地特許權審批。隨著上葡京變電站擴建工程的完成，該站已恢復全接線運行方式。另外，連結南方電網第 3 通道的 220 千伏北安變電站已通過連接 220 千伏鴨涌河變電站及蓮花變電站的骨幹線路完成通電測試，在該站建成後，將可進一步加強澳門的電力可靠度。

澳電亦持續優化配電網路，在 2020 年完成 5 個位於澳門和路環舊區的新客戶變電房，當中快艇頭里客戶變電房已於 2021 年 2 月投入使用，隨著 2022 年第 1 季度位於吉利雅施利華街的客戶變電房的落成，優化舊區供電已基本完成。

另一方面，於年內完成的澳門特區政府的供電項目包括九澳水庫擴容、海濱圓形地污水泵房、友誼大馬路污水泵房、內港北雨水泵房、新口岸公共辦公大樓、立法會前地停車場、望廈社屋、E1 區船舶交通管理中心及海上運作基地的相關工程。

在維護工作方面，我們從傳統的周期性維護，逐步轉向狀態監測、預測性維護，以平衡設備停運頻率及設備可靠性，並提高電網可靠度。澳電採用 7x24 線上監測，如氣體絕緣金屬封閉開關設備的局部放電監測及高壓變壓器的溶解氣體分析，以便在事故發生前發現潛在風險。目前，我們已對高壓變壓器進行遠端線上監測；對高壓變壓器、氣體絕緣金屬封閉開關設備、電容器組、電纜終端進行離線熱掃描檢測；對中壓開關設備進行暫態對地電壓 (TEV) 和超聲波檢測；並對變壓器進行油測試。此外，澳電將傳統的機電式保護繼電器逐步遷移到數字式保護繼電器，將 5 套互聯饋線升級為新的數字差動保護繼電器。另一方面，為支

持實現數位資產管理及數據驅動決策，澳電正在開發電網工作管理流動應用程式，以提供高效的電網持續改進策略。

鑑於葡京變電站配電變壓器發生老化情況，澳電進行了風險評估及制訂預案，採取了負荷轉移措施。此外，我們定期進行高壓及中壓開關遙控測試，找出潛在設備問題加以糾正，以確保遙控功能的可用性和供電可靠性。

為應對惡劣天氣及突發事故對電網帶來的威脅，澳電已制定颱風、水浸、重大停電及突發環境事件的內部應急計劃以滿足民防法規新要求，同時，組織多次培訓及演習以提升人員技能，藉此加強事故運營中心應對颱風及水淹事故的計劃和反應能力。我們亦全力配合澳門特區政府部門的民防工作包括安排演習，並支援聯合行動如新冠病毒公共衛生事件及颱風等，協調

民防指揮應用平台強化有關停電資訊。於 10 月 9 日至 13 日颱風「獅子山」、「圓規」吹襲期間先後懸掛 8 號風球，我們按照已制定的應變機制，有序地進行抗颱風、保供電的工作。

針對低窪地區的水浸問題，澳電進一步優化區內的公共電力設施以減低受浸風險及對市民的影響，在年內完成升高 5 條街道上的低壓分線箱及 30 個低壓線頭箱，有助在黃色風暴潮實施暫停供電期間減少 2,200 多個受影響客戶。

在保供電方面，我們針對重大活動包括全民核酸檢測、青茂口岸啟用、立法會選舉、國慶節、國家統一法律職業資格考試、格蘭披治大賽車及回歸日，制定了相關的保供電措施及應急方案。澳電亦於內部及對廣東電網進行多項電網事故演習，確保在極端情況下保持電網穩定及供電可靠。



Rede de Transporte e Distribuição

Em 2021, a CEM investiu um total de 390 milhões de patacas em capital próprio para a rede de transporte e distribuição de energia. Estavam já em execução alguns projectos de novas subestações, como a construção do edifício das subestações CIRS e Pérola Oriental, os projectos de extensão dos cabos de 110kV das subestações Lisboa Palace, Galaxy Cotai e Canal dos Patos. As subestações da Barra, da Central Térmica e da Zona A do Aterro estão a aguardar a aprovação da concessão de terreno. Com a conclusão do projecto de expansão, a subestação Lisboa Palace retomou a operação de ligação completa. Além disso, a ligação da subestação de 220kV do Pac On à terceira interligação com a China Southern Power Grid completou os testes de energização através dos circuitos de suporte que ligam a Subestação do Canal dos Patos de 220kV e a Subestação Lótus. Quando se concluir essa subestação, a fiabilidade do fornecimento de energia pode ser ainda mais reforçada.

A CEM tem estado a optimizar a sua rede de distribuição. O posto de transformação no Beco dos Faitões, um dos cinco novos postos de transformação nos bairros antigos de Macau e Coloane, foi concluído em 2020 e posto em funcionamento em Fevereiro de 2021. Com a conclusão do posto de transformação na Rua Correia da Silva no primeiro trimestre de 2022, a optimização do fornecimento de energia nos bairros antigos ficará basicamente concluída.

Por outro lado, os projectos de fornecimento de energia do Governo da RAE de Macau foram concluídos no decorrer do ano. Os referidos projectos incluem a extensão do Reservatório de Ka-Ho, a Instalação das Bombas de Esgotos da Rotunda Marginal, a Instalação das Bombas de Esgotos da Avenida da Amizade, a Instalação das Bombas de Águas Pluviais da Ponte Cais de Sampanas Norte, o Edifício de Serviços Públicos do NAPE, o Parque de Estacionamento da Praça da Assembleia Legislativa, a Zona de Habitação Social de Mong Ha, bem como o centro de gestão de tráfego marítimo da área E1 e a base de operações marítimas.

Em termos de trabalhos de manutenção, a CEM tem gradualmente revertido da manutenção por tempo, para uma manutenção por estado, de modo a encontrar um equilíbrio entre a frequência de suspensão do equipamento e a sua fiabilidade, bem como para melhorar a fiabilidade da rede. A CEM tem adoptado monitorização *online* contínua (24x7), tal como a monitorização de descargas parciais nas GISs e a análise de gás dissolvido nos transformadores de alta tensão (HV, na sigla inglesa) para detectar potenciais riscos, antes que ocorra algum incidente. Actualmente, os transformadores HV são monitorizados *online* remotamente. A CEM tem também utilizado a

deteção de rastreamento térmico *off-line* para o transformador HV, GIS, banco de condensadores, terminação de cabos e ligação à terra, TEV e teste ultra-sónico em painel de média tensão (MV, na sigla inglesa), e teste de óleo para transformador. Além disso, a CEM efectuou a migração gradual de protecção tradicional electromecânica para uma protecção digital, e 5 conjuntos de cabos de interconectores foram actualizados com novos relés digitais de protecção de diferencial. Entretanto, a CEM está a desenvolver o Aplicativo Móvel de Gestão do Trabalho de Engenharia da Rede para apoiar a implementação de gestão de activos digitais e tomada de decisões orientada por dados, e fornecer estratégias eficientes e contínuas de melhoria da rede eléctrica.

Em vista do estado de envelhecimento dos transformadores de distribuição na Subestação Lisboa, a CEM iniciou avaliações de risco, formulou planos de contingência e adoptou medidas de transferência de carga. Além disso, a CEM realizou testes de comutação remota de alta e média tensão numa base regular para descobrir os potenciais problemas de equipamento e rectificá-los, assegurando a utilidade da função de controlo remoto e fiabilidade do fornecimento de energia.

Para fazer face às ameaças nas redes eléctricas trazidas pelo tempo inclemente e acidentes inesperados, a CEM desenvolveu um plano de contingência interno de resposta a tufões, inundações, falhas de energia por toda a cidade e acidentes ambientais, para atender às novas exigências dos regulamentos de protecção civil. Entretanto, a CEM organizou diversas sessões de formação e simulacros para melhorar as competências dos empregados, para que o Centro de Operações de Incidentes esteja melhor equipado em termos de planeamento e capacidade de resposta em caso de tufões ou inundações. Temos também cooperado plenamente com o Governo da RAE de Macau no que se trata de trabalhos de defesa civil, incluindo coordenação de simulacros e prestação de apoio a operações conjuntas, como incidentes de saúde pública relacionados com o coronavírus ou tufões, e também uma plataforma de aplicação de comando melhorada para a defesa civil no que diz respeito à informação sobre cortes de energia. O sinal 8 de tufão foi içado quando os tufões "Lionrock" e "Kompasu" atingiram a cidade entre 9 e 13 de Outubro. A CEM tomou medidas de forma ordeira para se defender contra os tufões e assegurar o fornecimento de energia de acordo com as medidas de contingência estabelecidas.

A CEM optimizou ainda as instalações públicas de energia em zonas baixas, para mitigar os riscos de inundaçao e respectivos impactos nos cidadãos. Elevámos as caixas de distribuição e 30 portinholas de baixa tensão em cinco ruas durante o ano, o que pode ajudar a reduzir em mais de 2.200 o número de clientes afectados durante a

implementação da suspensão do fornecimento de energia em face do Aviso Amarelo de *Storm Surge*.

No que diz respeito ao fornecimento de energia, a CEM desenvolveu medidas relevantes e planos de contingência para assegurar o fornecimento estável de energia para eventos de larga escala, incluindo os testes em massa de ácido nucleico, a entrada em funcionamento do Porto de Qingmao, a eleição da Assembleia Legislativa, as celebrações do Dia Nacional, o Exame Nacional Uniforme de Qualificação Profissional Legal, o Grande Prémio e o Dia do Estabelecimento da RAE de Macau. A CEM realizou também vários simulacros de incidentes na rede eléctrica tanto internamente como em conjunto com a Guangdong Power Grid Corporation (GPG) para assegurar a estabilidade da rede eléctrica e a fiabilidade do fornecimento de energia em condições extremas.

Transmission and Distribution Network

In 2021, CEM invested a total of MOP390 million in capital expenditure for the power transmission and distribution network. A number of new substation projects were ongoing in full swing, including the civil construction of the CIRS Substation and Oriental Pearl Substation, the 110kV feeder extension projects of Lisboa Palace Substation, Galaxy Cotai Substation and Canal dos Patos Substation. The Barra Substation, Power Station Substation and Reclaimed Area A Substation are awaiting land concession approval. With completion of the expansion project, Lisboa Palace Substation has resumed full connection operation. In addition, 220kV Pac On Substation connecting to the third interconnection with China Southern Power Grid has completed the energization test through the backbone circuits connecting 220kV Canal dos Patos Substation and Lotus Substation. Upon completion of the substation, the reliability of power supply in Macau can be further enhanced.

CEM has been optimizing its distribution network. The customer substation at Beco dos Faitões, one of the five new customer substations in Macau and Coloane old districts completed in 2020, was put into operation in February 2021. With the completion of the customer substation at Rua Correia da Silva in the first quarter of 2022, the optimization of power supply in old districts will be basically completed.

On the other hand, the power supply projects of Macau SAR Government were completed within the year. Related projects include the Ka-Ho Reservoir extension, Rotunda Marginal Sewage Pump House, Avenida da Amizade Sewage Pump House, Ponte Cais de Sampanas Norte Rainwater

Pump House, NAPE Public Office Building, Praça da Assembleia Legislativa Car Park, Mong Ha Social Housing, as well as the E1 area vessel traffic management centre and maritime operational base.

In terms of maintenance work, CEM has gradually shifted from traditional time-based maintenance to the condition-based maintenance so as to strike a balance between equipment suspension frequency and equipment reliability, as well as enhance network reliability. CEM has adopted continuous (7x24) online monitoring, such as partial discharge monitoring at GISs and dissolved gas analysis in high-voltage (HV) transformers to detect potential risks before incidents happen. Currently, HV transformers are monitored online remotely. CEM has also applied off-line thermal scan detection for HV transformer, GIS, capacitor bank, cable termination and earthing, TEV and ultrasonic testing in medium-voltage (MV) panel, and oil test for transformer. In addition, CEM has migrated the traditional electromechanical protection to digital protection gradually, and 5 sets of interconnector feeders were upgraded with new digital differential protection relays. Meanwhile, CEM is developing the Network Engineering Work Management Mobile Application to support the implementation of digital asset management and data-driven decision making, and provide efficient and continuous power grid improvement strategies.

In view of aging condition of distribution transformers in Lisboa Substation, CEM has launched risk assessments, formulated contingency plans and adopted load transfer measures. In addition, CEM conducted high-voltage and medium-voltage remote switching tests on a regular basis to find out the potential equipment problems and rectify them, ensuring the usability of the remote-control function and reliability of power supply.

In order to cope with threats on power grids brought by inclement weather and unexpected accidents, CEM has come up with an internal contingency plan responding to typhoons, floods, city-wide power outages and environmental incidents to meet the new requirements of civil defense regulations. Meanwhile, CEM organized multiple training sessions and drills to enhance staff skills, so that the Incident Operation Centre would be better equipped in terms of planning and responsiveness towards typhoon and flooding incidents. We also fully cooperated with the Macau SAR Government on civil defense works including coordination of drills and provided support on joint operations such as public health incidents of coronavirus and typhoons, as well as enhanced command application platform for civil defense concerning power outage information. Typhoon Signal No.8 was hoisted when the

typhoons "Lionrock" and "Kompasu" struck the city between 9 and 13 October. CEM took steps in an orderly manner to defend against the typhoons and ensure power supply in accordance with the established contingency measures.

CEM has further optimized the public power facilities in low-lying areas, so as to mitigate flooding risks and the related impacts on citizens. We have elevated the low-voltage distribution boxes and 30 low-voltage potheads in five streets within the year, which can help reduce the number of affected customers by over 2,200 during the implementation of power suspension amid Yellow Storm Surge Warning.

In terms of ensuring power supply, CEM has worked out relevant measures and contingency plans to ensure stable power supply for large-scale events, including the mass nucleic acid testing, the commissioning of Qingmao Port, Legislative Assembly election, National Day celebrations, National Uniform Legal Professional Qualification Examination, Grand Prix and Macau

SAR Establishment Day. CEM has also conducted various power grid incident drills both internally and in conjunction with Guangdong Power Grid Corporation (GPG) to ensure the stability of the power grid and the reliability of power supply under extreme conditions.

電力調度

澳電與廣東電網並網同步遠程檢測系統項目將現有基於導引電纜通訊的系統升級為基於 SDH 通訊的系統，年內已完成安裝並投入運行。該系統覆蓋 3 個 220 千伏粵澳聯絡站點及路環發電廠 A 廠和 B 廠，通過 SDH 通訊網絡把兩方電網並網點的相關運行參數實時傳輸到發電廠控制室，讓操作員根據參數調節發電機，實現兩方電網快速同步並網的目的。此外，停電管理系統現代化項目於年內正式啟動招標程序，目前已完成相關評標工作。

為了消除電網運行的隱患及減低故障發生，2021 年澳電繼續定期開展對高壓及中壓開關的開合操作測試，經專項小組的積極排查與優化，提升了高壓及中壓開關的操作成功率，有助加強日常電網運行的可靠性。

澳電於 2021 年繼續推進新調度中心大樓項目及新一代 SCADA/EMS/DMS 系統項目，項目組現正按最新需求修訂相關的技術規範書。

為符合 2019 年 12 月生效的《澳門網絡安全法》，澳電於年內繼續在電力數據網實施相應措施，包括電力數據網的資產管理、電力數據網基建升級、完善 SCADA 網絡安全合規文件及措施，以及提升全員網絡安全意識的項目等。

Despacho de Energia

A instalação do projecto "Sistema de Tele-contagem para sincronização da operação da rede GPG-CEM" foi concluída e o sistema foi posto em funcionamento. O projecto migrou o sistema existente de comunicação por cabo-piloto, para um sistema baseado em comunicação SDH. O sistema cobre três pontos de interligação de 200kV de Guangdong e Macau e as Centrais Térmicas de Coloane A e B. Este transmite os parâmetros de funcionamento relevantes nos pontos de sincronização das duas partes para a sala de controlo da central térmica da CEM em tempo real através da rede de comunicação SDH, de forma a que os operadores podem ajustar os geradores de acordo com os parâmetros, atingindo o objectivo de sincronização rápida de duas redes eléctricas. Além disso, o Projecto de Modernização do Sistema de Gestão de Falhas (OMS, na sigla inglesa) lançou oficialmente o processo de concurso em 2021, e a avaliação das propostas relevantes já foi concluída.



Para eliminar riscos ocultos na operação da rede eléctrica e reduzir a ocorrência de falhas, a CEM continuou a realizar testes de operacionalidade regulares abertos e fechados em quadros de alta e média tensão durante 2021. Após investigação activa e optimização por parte da equipa de especialistas, a taxa de sucesso da operação de quadros de alta e média tensão foi melhorada, ajudando a reforçar a fiabilidade da operação quotidiana da rede.

A CEM continuou a avançar com o projecto do novo Edifício do Centro de Despacho e o novo projecto do sistema de produção SCADA/SEM/DMS em 2021. A equipa do projecto está agora a rever as especificações técnicas relevantes de acordo com as últimas exigências.

Para estar em conformidade com a Lei de Cibersegurança de Macau que entrou em vigor em Dezembro de 2019, a CEM continuou a implementar medidas correspondentes à rede de dados de energia durante o ano, incluindo a gestão dos activos e a melhoria da infraestrutura da rede de dados de energia, o reforço dos documentos e medidas para conformidade da segurança da rede SCADA, bem como do projecto de sensibilizar mais os empregados para a segurança da rede.

Power Dispatch

The installation of the project "CEM tele-metering system for GPG-CEM network synchronization operation" was completed and the system was put into operation. The project has migrated existing pilot-wire communication-based system to a SDH communication-based system. The system covers three 220kV Guangdong and Macau interconnection points and Coloane Power Station A and B. It transmits the relevant operating parameters at synchronization points of the two parties to CEM's power station control room in real time through SDH communication network, so operators can adjust the generators according to the parameters, achieving the goal of fast synchronization of the two power grids. In addition, the Outage Management System (OMS) Modernization Project officially launched the tendering process in 2021, and the relevant bid evaluation has been completed.

To eliminate hidden dangers in power grid operation and reduce the occurrence of faults, CEM continued to conduct regular open and close operation tests on high-voltage and medium-voltage switches in 2021. After active investigation and optimization by the special team, the operation success rate of high-voltage and medium-voltage switches has been improved, helping to enhance the reliability of daily grid operation.

CEM continued to move forward with the new Dispatch Centre Building project and the new generation SCADA/EMS/DMS system project in 2021. The project team is now revising the relevant technical specifications according to the latest requirements.

To comply with the Macau Cybersecurity Law which took effect in December 2019, CEM continued to implement corresponding measures in the power data network during the year, including the asset management and infrastructure upgrade of the power data network, the improvement of SCADA network security compliance documents and measures, as well as the project to enhance staff's awareness of network security.

