



**Programa de las
Naciones Unidas
para el Medio Ambiente**



Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/11/Add.1
16 de abril de 2014

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL
PARA LA APLICACIÓN DEL
PROTOCOLO DE MONTREAL
Septuagésima segunda Reunión
Montreal, 12 – 16 de mayo de 2014

Adenda

INFORMES DE SITUACIÓN Y CUMPLIMIENTO

El presente documento se emite para **agregar** una sección sobre los proyectos con requisitos de información específicos.

1. Esta sección se ocupa de los proyectos y actividades para los cuales se solicitaron informes específicos en reuniones anteriores y aquellos que deben ser considerados por el Comité Ejecutivo. Los informes se presentan organizados en las siguientes partes:

- Parte V: Proyectos de demostración de HCFC
- Parte VI: Informe de auditoría financiera de los planes para los sectores de halones, producción de CFC y espumas en China
- Parte VII: Plan nacional de gestión de la eliminación de los CFC en Filipinas (informe financiero)
- Parte VIII: Plan de gestión de la eliminación de los HCFC para Nigeria (etapa I, tercer tramo) (plan de ejecución para la reconversión de empresas fabricantes de espumas en el sector de refrigeración)
- Parte IX: Ejecución del plan nacional de gestión de la eliminación de los CFC: componente de reglamentación y política, República Islámica del Irán

2. Cada parte incluye una breve descripción de los avances y las observaciones y recomendaciones de la Secretaría.

PARTE V: PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN DE HCFC

China: Subproyecto de demostración para la reconversión de HCFC-22 a propano en la empresa Midea Room Air Conditioner Manufacturer Company en China (ONUDI)

Antecedentes

3. En su 61ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó para China el subproyecto de demostración para la reconversión del proceso de fabricación de compresores para unidades de climatización de ambientes de HCFC-22 a propano en la empresa Midea Room Air Conditioner Manufacturer Company en China¹. Mediante la decisión 71/13, el Comité Ejecutivo tomó nota del informe provisional del subproyecto² y solicitó a la ONUDI que presentara el informe final a la 73ª reunión, en la inteligencia de que únicamente contendría datos preliminares sobre los costos adicionales de explotación. La ONUDI presentó la información sobre los costos adicionales de explotación en forma anticipada ante la 72ª reunión. Se presentará a la 73ª reunión un informe donde se refundirá toda la información.

Informe sobre la marcha de las actividades

4. El informe provisional que se presentó ante la 71ª reunión se ocupaba de la reconversión de una línea de producción para fabricar unidades de climatización de ambientes que utilizan el HC-290 (propano) como refrigerante en la empresa Midea Room Air Conditioner Manufacturer Company, que se terminó en julio de 2013. Las actividades habían incluido la reconversión de la línea de producción, la certificación de seguridad, el desarrollo de nuevos productos y del proceso de producción, la certificación mediante una auditoría de seguridad y las actividades dirigidas a obtener la certificación del producto y la línea de producción que deben otorgar las autoridades chinas. El informe profundizaba únicamente en los costos adicionales de capital relacionados con la reconversión.

¹ Documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/61/32

² Documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/6/Add.1

5. La información sobre los costos adicionales de capital se presentaba en un cuadro donde se consignaban las principales diferencias de costos para las distintas etapas del proceso de fabricación e instalación, lo que permitía determinar los costos adicionales de explotación por unidad. En la presentación se incluía además un cuadro con los tiempos que insumen las etapas específicas del proceso de producción, con un aumento del tiempo de producción que es directamente proporcional al aumento de los costos de producción. Los costos adicionales de explotación por unidad de climatización ascienden a 41,95 \$EUA, con una carga de 1,2 kg/unidad (según la propuesta del proyecto), lo que arroja un valor de 34,96 \$EUA/kg de HCFC-22 eliminado.

6. La reconversión ha generado algunas economías en costos adicionales de explotación, en particular el costo del intercambiador de calor y el refrigerante. El 45% de los costos adicionales de explotación derivan de los mayores tiempos necesarios para la instalación de una unidad con HC-290 (aproximadamente 37 minutos más a razón de 34,10 \$EUA por hora/hombre de un técnico; el aumento de los costos totales se ubica por encima de los 20 \$EUA). El segundo costo adicional más alto (unos 15 \$EUA por unidad) se vincula con la necesidad de sellar los componentes electrónicos para evitar el ingreso de gases inflamables en lugares donde pudieran producirse chispas. El compresor es unos 7,5 \$EUA más caro que un modelo similar que utiliza HCFC-22, según datos suministrados por el fabricante Guandong Meizhi Co. Este compresor proviene de una planta de producción que fue reconvertida en otro proyecto de demostración del cual no se dispone aún de información sobre costos adicionales de explotación.

Observaciones de la Secretaría

7. La Secretaría preguntó si el costo adicional de los componentes electrónicos sellados correspondía a una producción en pequeña o gran escala. En opinión de la Secretaría, en el caso de una producción a gran escala de millones de unidades el costo de los materiales suele ser el rubro de costos determinante. La ONUDI señaló que las unidades vienen equipadas con una caja electrónica estanca sellada con pegamento. La ONUDI confirmó que los costos actuales corresponden al lanzamiento de la producción y que se prevé que disminuyan en el futuro. Además, agregó que se está refinando la metodología para aplicar las medidas de seguridad.

8. La Secretaría preguntó también si el compresor ofrece alguna ventaja en términos de eficiencia energética en comparación con el compresor a base de HCFC-22. La ONUDI contestó que el compresor tiene una eficiencia energética un 2% o 3% mayor a la del modelo a base de HCFC-22 utilizado previamente. Se trata de una mejora modesta que no llega a modificar la característica distintiva del compresor, según lo establecido en la decisión 61/44.

Impacto

9. Este proyecto de demostración ha sido decisivo para demostrar la eficacia de la tecnología con HC-290 para los sistemas de climatización pequeños, en particular los sistemas de tipo “monosplit” de uso doméstico. El HC-290 logra eliminar casi por completo el potencial de calentamiento atmosférico del refrigerante en comparación con el HCFC-22 o el HFC-410A como principal alternativa para las aplicaciones del HCFC-22 en climatización. El proyecto de demostración ha llevado directamente a la utilización del HC-290 como una de las principales alternativas del HCFC-22 en el sector de climatización de ambientes en la etapa I del plan de gestión de la eliminación de los HCFC para China. En el correspondiente plan sectorial, se están ejecutando actualmente nueve actividades de reconversión con un consumo total de 3.741 toneladas métricas (tm) para la producción de aproximadamente 3,1 millones de unidades por año que pasarían a utilizar el HC-290. Además, tres fabricantes de compresores están recibiendo asistencia para reconvertir sus procesos a la tecnología con HC-290 como parte del mismo plan sectorial y se prevé a futuro la reconversión a la tecnología con HC-290 de otros nueve fabricantes de equipos. En diversos proyectos de reconversión en el sector de climatización se está considerando el HC-290 como opción posible, pero a menudo su uso depende de la disponibilidad de

subconjuntos que se adquieren de otros fabricantes, en particular cuando los fabricantes locales se limitan a montar los subconjuntos en las unidades de climatización y realizar la carga y las pruebas de calidad. Estos subconjuntos sólo llegarán a ofrecerse en el mercado cuando más fabricantes hayan reconvertido su producción y tengan los suficientes conocimientos en diseño de productos y tecnología de producción.

10. De acuerdo con la información proporcionada por la ONUDI, la eficiencia energética del sistema a base de HC-290 es similar a la de la tecnología con HCFC-22. Con la eliminación de 240 tm de HCFC-22 a través de este proyecto de demostración, en combinación con las actividades de reconversión al HC-290 como parte del plan de gestión de la eliminación de los HCFC (influidas por este proyecto de demostración) se reducirán las emisiones de gases de efecto invernadero en 7,01 millones de toneladas de CO₂ anuales que de otro modo se emitirían si se continúa utilizando el HCFC-22.

Recomendación de la Secretaría

11. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno:

- a) Tomar nota de la información adicional sobre el subproyecto de demostración para la reconversión de HCFC-22 a propano en la empresa Midea Room Air Conditioner Manufacturer Company en China que figura en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/11/Add.1; y
- b) Solicitar a la ONUDI que presente un informe final a la 73ª reunión en consonancia con la decisión 71/13.

China: Proyecto de demostración de la tecnología con HFC-32 en la fabricación de termobombas/enfriadores de aire comerciales de pequeño tamaño en Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co., Ltd. en China (PNUD)

Antecedentes

12. En su 60ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó para China el proyecto de demostración de la tecnología con HFC-32 en la fabricación de termobombas/enfriadores de aire comerciales de pequeño tamaño en Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd., con ejecución a cargo del PNUD³. Mediante la decisión 71/15, el Comité Ejecutivo tomó nota del informe provisional del subproyecto de demostración⁴ y solicitó al PNUD que presentara un informe final a la 72ª reunión, en la inteligencia de que únicamente contendría datos preliminares sobre los costos adicionales de explotación. El PNUD ha presentado un informe final del proyecto de demostración ante la 72ª reunión, el cual se acompaña al presente documento.

Informe sobre la marcha de las actividades

13. La reconversión para pasar de la tecnología con HCFC-22 a HFC-32 en Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. finalizó con éxito. El proyecto incluyó el rediseño y desarrollo de productos, ensayos en laboratorio y evaluación del rendimiento, ensayos en prototipo, modificaciones en los equipos de fabricación y suministro de equipo nuevo, y medidas de seguridad y otras necesarias para controlar la inflamabilidad del HFC-32. El proyecto de demostración tenía por objetivo evaluar la factibilidad técnica y viabilidad económica de la tecnología a base de HFC-32 para su uso en sistemas de climatización comercial unitarios y con múltiples conexiones y en termobombas.

³ Document UNEP/OzL.Pro/ExCom/60/24

⁴ Document UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/6/Add.1

14. Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co., Ltd. fabrica 5.000 unidades anuales de termobombas con toma de aire y enfriadores con capacidades que oscilan entre 13 y 60 kW, en tres modelos de 13, 30 y 60 kW con cargas de HCFC-22 que van de 5,1 kg a 24 kg. Incluidas las líneas de producción reconvertida en este proyecto, la empresa tiene capacidad para fabricar anualmente unas 8.000 unidades de refrigeración de diferentes tipos con capacidad de refrigeración entre 13 kW y 3 megavatios y cargas que alcanzan los 90 kg de HCFC-22.

15. La ejecución de este proyecto se inició con la firma del contrato entre el Gobierno de China y Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co., Ltd. en enero de 2011. Los tres modelos se rediseñaron en 2011, incorporando modificaciones de diseño no sólo en relación con la inflamabilidad de la sustancia sino también por su característica de alcanzar elevadas temperaturas al final de la compresión. La línea de producción se reconvirtió durante 2012, con modificaciones en el tratamiento del intercambiador de calor, reducción de 9,5 a 7 mm en el diámetro de la tubería que a su vez derivó en diversos cambios en la línea de producción; y acondicionamiento de la zona de carga para aislarla, incorporando una ventilación adecuada y sistemas de alarma de incendios para la manipulación de gases inflamables en condiciones de seguridad. Se incorporaron detectores de fugas de helio en el proceso de producción. Se reforzó la inspección de control de la calidad, en particular en materia de seguridad de los sistemas eléctricos, adaptándola para tomar en cuenta la presencia de gases inflamables. La empresa brindó formación a 230 operarios. Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co., Ltd. obtuvo la aceptación nacional en diciembre de 2013, lo que significa que la ejecución insumió en total 36 meses.

16. El presupuesto original de costos adicionales de capital aprobado por el Comité Ejecutivo era de 733.530 \$EUA. El costo se determinó antes de adoptarse la decisión 66/52 relacionada con los intercambiadores de calor, y únicamente contemplaba una financiación parcial para la reconversión de los intercambiadores de calor (los proyectos posteriores obtuvieron plena financiación para la reconversión de los intercambiadores de calor). El costo total admisible para el componente de inversión era de 745.802 \$EUA. Además, el informe daba información sobre costos considerados no admisibles. Todas las partidas presupuestarias tienen costos reales inferiores a los estimados previamente; sin embargo, el presupuesto cubría la totalidad de los costos de reconversión de los intercambiadores de calor, en consonancia con lo que viene decidiendo el Comité Ejecutivo.

17. El informe incluía también la siguiente información sobre costos adicionales de explotación: el modelo de 13 kW tuvo costos adicionales de explotación de 163 \$EUA/unidad (o 32 \$EUA/kg); el modelo de 30 kW tuvo costos adicionales de explotación de 177 \$EUA/unidad (o 14,8 \$EUA/kg) y el modelo de 60 kW tuvo costos adicionales de explotación de 286 \$EUA/unidad (o 11,9 \$EUA/kg). Tomando como base los costos promedio para los tres modelos, el 65% de los costos adicionales de explotación corresponden al costo de los compresores y el 35% restante al sellado de los componentes eléctricos. Se obtuvieron economías adicionales con los intercambiadores de calor y el refrigerante.

Observaciones de la Secretaría

18. La Secretaría preguntó si se espera que los costos del compresor disminuyan a medida que aumente el volumen de producción. El PNUD contestó que, en efecto, el precio puede ir cayendo conforme se vaya generalizando el uso, pero que es probable que su precio siga siendo mayor que el precio de los compresores para HCFC-22. Esto sería así en parte por la presión de trabajo más elevada del HFC-32, que exige una mayor solidez estructural en el compresor. A su vez, las modificaciones relacionadas con la inflamabilidad (para eliminar fuentes de ignición) y la adaptación a la alta temperatura de descarga del HFC-32 también aumentan los costos. En relación con el sellado de los componentes eléctricos, el PNUD agregó que esta partida abarca diferentes elementos de costos que se relacionan con las partes eléctricas del sistema. Además de requerir una caja eléctrica estanca, los ventiladores deben ser de mayor tamaño para aumentar el flujo de aire y deben ser a prueba de explosión.

19. En el informe se mencionaba además que el éxito de la ejecución del proyecto proporciona una alternativa económica y respetuosa del medio ambiente. El PNUD aclaró a continuación que en este caso se comparaba el HFC-32 con otras tecnologías de bajo potencial de calentamiento atmosférico, como el HFO-1234yf. El PNUD indicó también que el prototipo a base de HFC-32 tiene una eficiencia energética que es 3% a 5% superior a la del sistema anterior a base de HCFC-22 en modo de refrigeración y alrededor del 3% superior en modo de calefacción. La empresa supone que, al ir introduciéndose otras mejoras en el diseño del compresor y en su adaptación a las características del HFC-32, sumadas a la progresiva optimización del sistema en su conjunto, irá en aumento la eficiencia energética.

20. La Secretaría preguntó si las normas de seguridad afectaban a la comercialización de los sistemas. El PNUD informó que, actualmente, los nuevos sistemas a base de HFC-32 se fabrican en pequeñas cantidades, no se producen en forma regular y no se venden en el mercado. Si bien estos nuevos productos están generando interés entre los posibles compradores, la empresa no puede venderlos en razón de las restricciones previstas en las normas vigentes. Se ha previsto que los nuevos productos sean instalados y mantenidos exclusivamente por personal de servicio y mantenimiento capacitado en fábrica, por lo menos durante la fase de lanzamiento de los productos al mercado.

21. El PNUD agregó que la Norma Nacional GB 9237, “Sistemas mecánicos de refrigeración para ventilación y calefacción – requisitos de seguridad,” una de las normas básicas de seguridad para los sistemas de refrigeración en China, restringe la venta y explotación de equipos que utilizan refrigerantes inflamables. La Norma GB 9237 es la versión nacional de la norma ISO 5149-1993 de la Organización Internacional de Normalización. Adicionalmente, el PNUD indicó que la norma ISO 5149 está actualmente en proceso de revisión y se prevé que entre en vigencia después de abril de 2014. La Oficina de Cooperación Económica Extranjera (FECO) del Ministerio de Protección del Medio Ambiente de China trabaja actualmente en la revisión de la norma GB 9237, labor que prevé finalizar durante el año.

Impacto

22. Este proyecto ha sido decisivo para demostrar la eficacia de la tecnología con HFC-32 como alternativa para los sistemas de climatización de mediano tamaño. El HFC-32 es una sustancia inflamable, pero gracias a su menor inflamabilidad en comparación, por ejemplo, con los hidrocarburos, los sistemas que utilizan esta sustancia son más fáciles de diseñar, comercializar y utilizar que los sistemas a base de hidrocarburos. Además, el HFC-32 tiene sólo el 38% del potencial de calentamiento atmosférico del HCFC-22 y únicamente el 35% en comparación con el HFC-410A, la principal alternativa al HCFC-22 en los usos para climatización.

23. El proyecto de demostración ha llevado directamente a la utilización del HFC-32 como una de las principales alternativas del HCFC-22 en el plan para el sector de refrigeración industrial y comercial de la etapa I del plan de gestión de la eliminación de los HCFC para China, donde están en curso actualmente seis actividades de reconversión con un consumo total del orden de las 3.000 tm de HCFC-22 para utilizar HFC-32. Además, un fabricante de compresores está recibiendo asistencia para reconvertir sus procesos a la tecnología con HFC-32. Un segundo fabricante de compresores y otros seis fabricantes de equipos reconvertirán en sus procesos a la tecnología a base de HFC-32 en el futuro. El HFC-32 se ha identificado también como tecnología de alternativa en la etapa I del plan de gestión de la eliminación de los HCFC en Indonesia, donde tres fabricantes de equipos de refrigeración y cinco fabricantes de equipos de climatización con un consumo superior a las 550 tm de HCFC-22 están reconvirtiendo sus instalaciones a la tecnología con HFC-32. Se han aprobado otras actividades de reconversión a la tecnología con HFC-32 para la etapa I del plan de gestión de la eliminación de los HCFC en Argelia (8,3 tm de HCFC-22) y Tailandia (1.036 tm de HCFC-22) (la Secretaría no ha recibido aún los informes de ejecución donde se indique que ya se han iniciado las actividades de reconversión).

24. De acuerdo con la información proporcionada por el PNUD, la eficiencia energética es similar a la de la tecnología con HCFC-22. Con la eliminación de 61,9 tm de HCFC-22 a través de este proyecto de demostración, en combinación con otros en los que el proyecto de demostración ha influido en la selección de tecnología y que están actualmente en proceso de ejecución, se reducirán las emisiones de gases de efecto invernadero en 3,94 millones de toneladas de CO₂ anuales que de otro modo se emitirían si se continúa utilizando el HCFC-22.

Recomendación de la Secretaría

25. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno:

- a) Tomar nota del informe final sobre el proyecto de demostración de la tecnología con HFC-32 en la fabricación de termobombas/enfriadores de aire comerciales de pequeño tamaño en la empresa Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co., Ltd. en China, con ejecución a cargo del PNUD que figura en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/11/Add.1; y
- b) Pedir a los organismos bilaterales y de ejecución que consideren el informe sobre la reconversión del HCFC-22 a la tecnología a base de HCF-32 en la fabricación de termobombas/enfriadores de aire de pequeño tamaño para usos comerciales, a la par de la información sobre otras alternativas, cuando presten asistencia a los países amparados en el Artículo 5 para preparar proyectos de eliminación del HCFC-22 en equipos de climatización de pequeña y mediana capacidad, comprendidas las termobombas/enfriadores de aire de pequeño tamaño para uso comercial.

China: Proyecto de demostración para la reconversión de la tecnología con HCFC-22 a la tecnología con amoníaco/CO₂ en la fabricación de sistemas de refrigeración de dos fases para conservación en frío y congelación en la empresa Yantai Moon Group Co. Ltd. (PNUD)

Antecedentes

26. En su 60ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó para China el proyecto de demostración para la reconversión de la tecnología con HCFC-22 a la tecnología con amoníaco/CO₂ en la fabricación de sistemas de refrigeración de dos fases para conservación en frío y congelación en la empresa Yantai Moon Group Co. Ltd.⁵, cuya ejecución está a cargo del PNUD. Mediante la decisión 71/16, el Comité Ejecutivo tomó nota del informe provisional del proyecto de demostración⁶ y solicitó al PNUD que presentara un informe final a la 72ª reunión, en la inteligencia de que únicamente contendría datos preliminares sobre los costos adicionales de explotación. El PNUD ha presentado un informe final del proyecto de demostración ante la 72ª reunión, el cual se acompaña al presente documento.

Informe sobre la marcha de las actividades

27. La reconversión en las instalaciones de Yantai Moon Group Co. Ltd. se finalizó con éxito. Se ha demostrado que los sistemas de dos fases que utilizan amoníaco del lado de la temperatura más alta y CO₂ del lado de temperatura más baja constituyen una alternativa viable en sustitución de la tecnología a base de HCFC-22 para cámaras de conservación en frío y congelación a gran escala.

28. La línea de producción reconvertida tiene una capacidad de producción de 100 unidades por año. Estos sistemas cargan en promedio un volumen de 2,5 toneladas de HCFC-22. Los sistemas de

⁵ Document UNEP/OzL.Pro/ExCom/60/24

⁶ Document UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/6/Add.1

refrigeración a gran escala tienen como componente central un compresor de tornillo. La reconversión abarcó el diseño de tres compresores para CO₂ como refrigerante en la fase de menor temperatura del sistema de refrigeración y de tres compresores para amoníaco como refrigerante en la fase de alta temperatura. Fue necesario adoptar el sistema de refrigeración para soportar presiones más elevadas en descanso y menores volúmenes de refrigerante en circulación.

29. Se construyeron tres prototipos para cada uno de los tres tamaños, y se los sometió a ensayo llevándolos a una capacidad de refrigeración de hasta 1 megavatio a -55°C. Además de las actividades de reconversión, se llevaron a cabo actividades de formación de técnicos y de divulgación de la tecnología, como la participación en exposiciones. La línea de producción está en operación comercial y los costos adicionales de explotación correrán por cuenta de Yantai Moon Group Co.Ltd. durante los próximos dos años, dependiendo del número de sistemas reconvertidos que se vendan.

30. La ejecución de este proyecto se inició con la firma del contrato entre el Gobierno de China y Yantai Moon Group Co. Ltd. en mayo de 2011 y finalizó con la obtención de la aceptación nacional en julio de 2013, lo que significa que la ejecución insumió en total 26 meses. En este proyecto se aplicó un mecanismo de pago contra ejecución, y la empresa fue la principal ejecutora y responsable de todas las actividades comprendidas en la reconversión. En el informe se señalaba que el Gobierno de China y el PNUD no participaron en las actividades de suministro más allá de pagarle a la empresa en tramos para cubrir los costos de suministro y reconversión en fechas de pago acordadas y contra el cumplimiento de los hitos. El cumplimiento se verificó antes de cada pago.

31. El presupuesto originalmente acordado para el proyecto de demostración ascendía a 3,078 millones \$EUA en costos adicionales de capital, y la empresa aportaba parte de la financiación. El listado final de gastos en concepto de costos adicionales de capital ascendió a 4,1 millones \$EUA, un 36% por encima del presupuesto original (la diferencia fue absorbida por la empresa en forma adicional a su participación originalmente acordada en los costos de 321.000 \$EUA). Los principales rubros de costos fueron la modificación de las líneas de producción para el compresor (28%), la fabricación de prototipos (27%), la modificación de los dispositivos de ensayo de funcionamiento de los productos (22%) y la modificación de las líneas de producción para los tanques de presión (11%). El rediseño de los productos y los procesos insumió el 8% del costo total, en tanto que la formación y la difusión de tecnología dio cuenta del 5%. El principal sobrecosto de la reconversión en comparación con la estimación original correspondió a la fabricación de prototipos, con un costo de aproximadamente 590.000 \$EUA (más del doble del costo original). Por su parte, la modificación de la línea de producción de los compresores entrañó un incremento en los costos de 230.000 \$EUA (un sobrecosto del 21% respecto de la estimación original). Los demás rubros donde se verificaron sobrecostos importantes fueron la modificación de los dispositivos de ensayo de funcionamiento de productos (un incremento del 13%) y las modificaciones de la línea de producción de los tanques de presión (6,7%). El presupuesto aprobado era sólo 8% más bajo que el presupuesto solicitado por el PNUD en su presentación original, lo que significa que no se anticipaban los incrementos en los costos.

32. El proyecto ha sido auditado y las instalaciones de fabricación reconvertidas han obtenido la certificación de cumplimiento de los reglamentos de seguridad. Se han firmado contratos para la entrega de unos 60 sistemas de refrigeración que utilizan la tecnología con amoníaco/CO₂. El informe señala que la eficiencia energética de los sistemas es superior en un 20% a la de los sistemas anteriores a base de HCFC-22. A la vez, con la nueva tecnología se han eliminado las importantes fugas de HCFC-22 que derivaban de la utilización de un compresor de tipo abierto.

Observaciones de la Secretaría

33. La Secretaría pidió información adicional sobre los índices regulares de fugas que presentaban los sistemas a base de HCFC-22 que se fabricaban anteriormente. A partir de la información suministrada, la Secretaría estima un índice global de fugas del 13%, o 320 kg de HCFC-22 por sistema por año.

Impacto

34. En el mundo existen sólo unos pocos fabricantes de sistemas de este tamaño, por lo que la Secretaría prevé un número muy limitado, de haberlos, de proyectos adicionales de este tipo en el futuro. Con todo, la reconversión eliminará por completo el consumo de 250 tm de HCFC-22 anuales utilizadas en la carga de estos sistemas. Dado que la tecnología sustituta tiene un potencial virtualmente nulo de calentamiento atmosférico, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero en 441.000 toneladas anuales de CO₂. A esto se suma que los sistemas al parecer consumen un 20% menos de energía, y este ahorro en los costos de explotación a su vez se traduce en una reducción de las emisiones por generación de energía del orden de las 50.000 toneladas de CO₂ por producción anual (100 unidades) por año, tomando como supuesto que los sistemas se utilicen en China.

35. Además, el proyecto permitió demostrar la tecnología para sistemas de refrigeración en dos fases que utilizan CO₂ en la fase de menor temperatura. Esta tecnología también es adecuada para otros usos, entre los que se incluyen los sistemas de conservación en frío y congelación de menor escala y los supermercados. El proyecto demostró que es posible desarrollar esta tecnología principalmente en las condiciones de los países amparados en el Artículo 5 y adaptarla a las mismas.

Recomendación de la Secretaría

36. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno:
- a) Tomar nota del informe final del proyecto de demostración para la reconversión de la tecnología con HCFC-22 a la tecnología con amoníaco/CO₂ en la fabricación de sistemas de refrigeración de dos fases para conservación en frío y congelación en la empresa Yantai Moon Group Co. Ltd. en China a cargo del PNUD, que figura en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/11/Add.1; y
 - b) Pedir a los organismos bilaterales y de ejecución que consideren el informe sobre la reconversión del HCFC-22 a la tecnología a base de amoníaco/CO₂ en la fabricación de sistemas de refrigeración de dos fases, a la par de la información sobre otras alternativas, cuando presten asistencia a los países amparados en el Artículo 5 para preparar proyectos de eliminación del HCFC-22 en la conservación en frío y congelación con sistemas de refrigeración de dos fases.

PARTE VI: INFORME DE AUDITORÍA FINANCIERA DE LOS PLANES PARA LOS SECTORES DE HALONES, PRODUCCIÓN DE CFC Y ESPUMAS EN CHINA

37. El Banco Mundial, en nombre del Gobierno de China, presentó ante la 72ª reunión un presupuesto para el saldo de los fondos para el sector de producción de CFC, el sector de espumas de poliuretano que utilizan CFC y el sector de halones, de conformidad con la decisión 71/12 b)⁷.

Sector de producción de CFC

38. En el Cuadro 1 se presentan los saldos de fondos por categoría y las fechas de finalización previstas de las actividades en el sector de producción de CFC.

Cuadro 1. Avance del plan de trabajo para las actividades más allá de 2009 y asignación de fondos para el sector de producción de CFC en China (en \$EUA)

Núm.	Categoría	Financiación	Fecha prevista de finalización
1	Contratación de especialistas nacionales e internacionales para brindar apoyo técnico, y organización del taller tecnológico sobre sustitutos de las SAO, etc.	365.505	2014
2	Costo de funcionamiento del Centro de Cumplimiento de China (CCC)	2.996.831	finalizado
3	Actividades de control de las importaciones y exportaciones de SAO	455.900	2014
4	Investigación y desarrollo de sustitutos de las SAO	4.453.200	2016
5	Supervisión y gestión	224.604	2016
Total		8.496.040	

39. Dentro de la Categoría 1 se desarrollaron variadas actividades, tales como servicios de asesoramiento, auditorías y talleres de formación, incluida la evaluación de los logros y la efectividad en materia de protección ambiental del cumplimiento del Protocolo de Montreal por parte de China, una investigación de las aplicaciones del HCFC en alimento para ganado y servicios de asesoramiento para la elaboración del informe de terminación del proyecto.

40. En la Categoría 2 se han desembolsado la totalidad de los fondos para los costos de funcionamiento del Centro de Cumplimiento de China.

41. En la Categoría 3 se ha establecido un sistema de transmisión de datos por cable de fibra óptica de uso exclusivo entre la oficina de control de importaciones y exportaciones de SAO y las dependencias de aduanas, de modo de fortalecer aún más la capacidad de control sobre las exportaciones e importaciones de estas sustancias. Aproximadamente el 90% de estos fondos ya se han desembolsado.

42. Dentro de la Categoría 4 se llevó a cabo el programa de apoyo a la investigación y el desarrollo de tecnologías alternativas con bajo potencial de calentamiento atmosférico. Se seleccionaron nueve propuestas en apoyo de estas actividades de investigación y desarrollo.

⁷ El Comité Ejecutivo decidió invitar al Gobierno de China a i) proporcionar un informe a la 72ª reunión a través del Banco Mundial para explicar por qué en el informe de auditoría correspondiente a 2012 se informaban saldos superiores a los presupuestos aprobados en la 56ª y 57ª reuniones para los sectores de halones y espumas de poliuretano, y brindar la información solicitada en la decisión 65/10 i) ii) sobre la resolución del problema legal señalado en el informe de verificación a la 65ª reunión en relación con el transporte a los bancos de halones de los halones recuperados para ser reciclados; ii) a través del organismo de ejecución correspondiente, incorporar en los informes de auditoría financiera previstos en la decisión 56/13 los datos sobre todos los fondos provenientes del Fondo Multilateral que se encuentren en poder del Gobierno de China para su desembolso a los beneficiarios finales, con indicación de los intereses devengados sobre esos saldos, comprendidos los datos correspondientes al plan sectorial para el agente de procesos II, el plan sectorial para disolventes y el plan para servicio y mantenimiento de refrigeración; y iii) brindar información integral sobre los avances en los planes de trabajo para los planes sectoriales, proponiendo además la forma en que a su juicio deberían utilizarse los posibles saldos para la consideración del Comité Ejecutivo en su 72ª reunión.

43. En la Categoría 5 se proporciona financiación para las actividades de supervisión y gestión, que comprenden asesoramiento, capacitación, evaluación y verificación.

Sector de espumas de poliuretano que utilizan CFC en China

44. En el Cuadro 2 se presentan los saldos de fondos por categoría y las fechas de finalización previstas de las actividades en el sector de espumas de poliuretano donde se utilizan CFC.

Cuadro 2. Avance del plan de trabajo para las actividades más allá de 2009 y asignación de fondos para el sector de espumas de poliuretano que utilizan CFC en China (en \$EUA)

Núm.	Categoría	Financiación	Fecha prevista de finalización
1	Preselección y evaluación de sustitutos sin CFC y desarrollo de nuevos sustitutos	2.660.000	2016
2	Actividades provinciales adicionales para el sector de espumas (desarrollo de capacidades propias para las autoridades locales)	3.100.000	2016
3	Apoyo técnico a las empresas de producción de espumas para una mejor aplicación de las nuevas alternativas	1.400.000	2015
4	Supervisión continua de la eliminación del CFC en el sector de espumas	1.050.000	2016
5	Otras actividades de asistencia técnica	713.000	2016
Total		8.923.000	

45. Se había informado un saldo de 6,8 millones \$EUA del plan anual correspondiente a 2009. El Banco Mundial explicó que se trata de una cifra estimada y que el aumento a 8,923 millones \$EUA se debió a que algunas de las empresas cerraron antes de la reconversión y que se están ejecutando actualmente algunas de las actividades de asistencia técnica que se habían visto demoradas.

46. Las actividades comprendidas en la Categoría 1 incluyen 10 proyectos dirigidos a dos tipos de investigación: 1) para desarrollar un agente espumante de bajo costo con un potencial PAO nulo y un bajo potencial de calentamiento atmosférico que permita producir espumas con las propiedades de aislamiento necesarias; y 2) formulación de poliols premezclados que contengan un agente espumante alternativo para optimizar la estabilidad y el desempeño del polioliol y aumentar la conductividad térmica de la espuma.

47. En la Categoría 2 se recogerán los logros y la experiencia adquirida con la eliminación del consumo de CFC en el sector de espumas de poliuretano para su posterior difusión entre los interesados para el desarrollo de capacidades propias en las autoridades locales. Las actividades incluirán talleres, formación, actividades de sensibilización de la población, recopilación de datos y supervisión.

48. Dentro de la Categoría 3 se financiarán contratos para que algunos proveedores de sistemas brinden servicios técnicos que abarquen las mejores prácticas para la aplicación de las nuevas alternativas utilizadas por las empresas fabricantes de espumas.

49. En la Categoría 4, la Oficina de Cooperación Económica Extranjera brinda apoyo a cuatro provincias clave donde están ubicadas la mayoría de las empresas fabricantes de espumas y proveedoras de sistemas (a saber, las provincias de Hebei, Henán, Shandong y Tianjín), para que visiten a comerciantes de sustancias químicas, proveedores de sistemas y empresas fabricantes de espumas a fin de recoger muestras de agentes espumantes, poliols premezclados y productos finales hechos con espumas y para que efectúen inspecciones de las materias primas que utilizan las empresas en sus respectivas provincias.

50. La Categoría 5 comprende la financiación para la supervisión de las actividades de ejecución de proyectos, reuniones de formación, actividades publicitarias, de verificación y evaluación de proyectos, y para la puesta en marcha de proyectos.

Plan para el sector de halones

51. En el Cuadro 3 se presentan los saldos de fondos por categoría y las fechas de finalización previstas de las actividades en el sector de halones en China.

Cuadro 3. Avance del plan de trabajo para las actividades más allá de 2007 y asignación de fondos para el sector de halones en China (en \$EUA)

Núm.	Actividad		Presupuesto
1	Actividades de almacenamiento de halones en bancos	Mantenimiento de las existencias de halón 1211 y prevención de fugas	1.500.000
		Establecimiento y funcionamiento de un centro de gestión de los bancos de halones	1.000.000
		Establecimiento de un centro de reciclado de halón-1301 y desarrollo de capacidades propias	1.000.000
		Modernización y mejoras del centro de demostración de reciclaje del halón-1211	300.000
		Desarrollo de un sistema de información de gestión para el almacenamiento de halones en bancos	300.000
		Investigación e inscripción de usuarios de halones en todo el país	2.000.000
		Costos de funcionamiento para las actividades de recolección, transporte, reciclado y rehabilitación	2.000.000
		Costos del disposición de halones contaminados y residuos	1.456.397
		Total parcial	9.256.397
2	Asistencia técnica para el almacenamiento de halones en bancos y su eliminación sostenible		1.403.888
3	Desarrollo de capacidades propias para el cumplimiento de China	Establecimiento de un sistema de información de gestión global de las SAO	500.000
		Supervisión y gestión para las actividades de desarrollo de capacidades propias, tales como formación, talleres, etc.	700.000
Total			11.860.285

52. El Gobierno de China no dio otras explicaciones sobre las categorías presupuestarias para el plan del sector de halones ni las fechas de finalización de las distintas actividades, indicando únicamente que debido a "la complejidad de la tarea, es posible que deba continuarse más allá de 2015".

Observaciones de la Secretaría**Datos sobre el sector de agente de procesos II, disolventes y servicio y mantenimiento de sistemas de refrigeración con CFC**

53. En la Reunión de coordinación entre organismos mantenida en Montreal en febrero de 2014, la Secretaría trató la decisión 71/12 y proporcionó a los organismos un formato para utilizar en las respuestas. La Secretaría también envió solicitudes de información y recordatorios a todos los organismos de ejecución en relación con el agente de procesos II (Banco Mundial), el sector de disolventes (PNUD) y el sector de servicio y mantenimiento de equipos con CFC (ONUDI, PNUMA y Japón). Los organismos indicaron que China presentaría una respuesta a la 73ª reunión.

Informe de auditoría financiera de los sectores de producción de CFC, espumas de poliuretano con CFC y halones presentado a la 70ª y 71ª reuniones

54. La Secretaría pidió información sobre cuatro aspectos principales del informe de auditoría financiera que se presentó a la 70ª reunión. No se recibieron respuestas en esa oportunidad ni en la presentación ante la 71ª reunión.

55. La Secretaría realizó 27 preguntas solicitando aclaraciones el 18 de marzo de 2014 sobre la presentación realizada por el Gobierno de China a través del Banco Mundial en relación con los sectores de producción de CFC, espumas de poliuretano y halones. Al 14 de abril de 2014 no se ha recibido respuesta.

Intereses

56. La Secretaría observó que en la documentación no figuraban los intereses.

Producción de CFC

57. La información sobre el sector de producción de CFC indicaba que se habían desembolsado parte de los fondos pero omitía indicar los desembolsos efectuados para todas las partidas presupuestarias. Se pidió información sobre la financiación de 4,4 millones \$EUA para actividades de investigación y desarrollo contratadas. Esta partida de financiación debería justificarse con información más detallada sobre los contratos adjudicados, explicando de qué manera se relacionan con alternativas para el sector de producción o el sector de consumo de CFC. La Secretaría preguntó además en qué forma se relacionan estas actividades de investigación y desarrollo con los HCFC abarcados por otros acuerdos.

58. Se solicitó información sobre las asignaciones separadas para financiar el componente de supervisión y gestión y también sobre las respectivas fechas de finalización a fin de permitir su supervisión.

Sector de espumas

59. Al no surgir claramente qué proporción del presupuesto indicado en el Cuadro 2 se había desembolsado de la asignación de fondos, la Secretaría le pidió a China que presentara los saldos al cierre de 2013.

60. China había indicado que el saldo de 6,8 millones \$EUA informado en 2009 en realidad ascendía a 8,923 millones \$EUA, dado que algunas empresas "beneficiales" habían cerrado antes de la reconversión de sus instalaciones. La Secretaría quiso saber si existía algún motivo para que estos fondos, que ascienden a 2,123 millones \$EUA, no se reintegraran al Fondo. La Secretaría indagó además sobre los valores contractuales y el objeto de los distintos contratos por un monto de 2,66 millones \$EUA.

61. Respecto al desarrollo de agentes espumantes alternativos, la Secretaría preguntó en qué se diferencian estos proyectos de los ya aprobados por el Comité Ejecutivo para investigar, entre otras cosas, la estabilidad y el rendimiento de formulaciones que sustituyan al agente espumante HCFC-141b (incluidos los polioles premezclados que contienen hidrocarburos). La Secretaría preguntó además de qué forma se difundirían entre las demás Partes los resultados de los trabajos de investigación y desarrollo financiados por el Fondo Multilateral, y pidió información sobre la relación entre estas actividades previstas y los planes para la eliminación de los HCFC en los sectores de espumas de poliuretano y/o poliestireno extruido (XPS).

62. Se pidió que se justificara la necesidad de desarrollo de capacidades propias para las autoridades locales, siendo que la financiación se solicitaba cuatro años después de la eliminación del consumo. Además, la Secretaría destacó que no quedaba claro el motivo por el cual las inspecciones del uso de agentes espumantes sin contenido de CFC se consideraba un costo adicional con posterioridad a la eliminación del consumo.

63. En lo relativo a la intención de destinar fondos para las empresas proveedoras de sistemas, la Secretaría quiso saber qué influencia tendría en el consumo de HCFC.

64. La Secretaría preguntó también sobre los costos históricos de supervisión a fin de poder evaluar la asignación anual de 1,05 millones \$EUA en este concepto. En igual sentido, se pidió información sobre los anteriores costos de supervisión para justificar la asignación de 713.000 \$EUA para formación, publicidad, verificación, evaluación del proyecto y puesta en marcha del proyecto.

Sector de halones

65. En relación con el sector de halones, el Comité ha pedido información en tres reuniones consecutivas sobre los reglamentos que rigen el transporte de halones contaminados y no rehabilitados. Si no está permitido transportar los halones usados, es evidente que queda cerrada la posibilidad de su rehabilitación. El documento indicaba que el marco para el almacenamiento de halones en bancos se elaboró en 2007 pero no surge con claridad qué actividades se desarrollaron desde entonces. La Secretaría preguntó también qué otras actividades se habían emprendido desde la 71ª reunión.

66. En relación con las actividades planificadas, la Secretaría pidió que se informaran las fechas de finalización para cada una, tal como se hizo para las diferentes categorías de actividades en las presentaciones para los sectores de producción de CFC y espumas de poliuretano que utilizan CFC.

67. Se pidieron más aclaraciones sobre los siguientes rubros de costos: mantenimiento de las existencias y prevención de fugas (1,5 millones \$EUA), recolección y transporte de halones (2 millones \$EUA), establecimiento de un centro de almacenamiento (banco) de halones (1 millón \$EUA), desarrollo de capacidades propias (700.000 \$EUA) y modernización del centro de demostración (300.000 \$EUA). En relación con los costos para la realización de un inventario de usuarios de halones (2 millones \$EUA), la Secretaría indicó que ya se habían efectuado encuestas en el marco de la preparación del proyecto para el plan sectorial por lo que, a menos que se explicara lo contrario, esto constituiría una duplicación.

68. Se solicitó más información sobre el costo de disposición de halones (1,5 millones \$EUA). También se pidió que se aclarara por qué se consignaban dos líneas de costos para el sistema de información de gestión (300.000 \$EUA y 700.000 \$EUA) y por qué se requerían estos fondos siendo que China ya cuenta con sistemas de información de gestión para las demás SAO.

Conclusión

69. El Gobierno de China, actuando a través del Banco Mundial, no proporcionó la información solicitada por la Secretaría para permitirle evaluar de qué forma han de utilizarse los saldos de los fondos para la eliminación del consumo de CFC, halones y CTC en China. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno determinar si corresponde que se cierren estas cuentas a la finalización de 2014 y se presente un informe de terminación del proyecto a la primera reunión de 2015, en vista de que no se ha recibido ninguna de las aclaraciones solicitadas. Además, podrá considerar oportuno solicitar las auditorías financieras de los sectores del agente de procesos II, disolventes y refrigeración con CFC correspondientes a 2010, 2011, 2012 y 2013 para que se proceda al reintegro de los saldos no utilizados a la finalización de 2014 y la presentación de un informe de terminación del proyecto a la primera reunión de 2015.

Recomendación de la Secretaría

70. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno:
- a) Tomar nota de los informes de auditoría financiera de los planes para los sectores de halones, producción de CFC y espumas presentados por el Gobierno de China a través del Banco Mundial de conformidad con la decisión 71/12 que figuran en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/11/Add.1;
 - b) Decidir sobre la conveniencia de:
 - i) Cerrar los planes de los sectores de producción de CFC, espumas de poliuretano que utilizan CFC y halones, y solicitar el reintegro del saldo de los fondos para estos planes sectoriales que pudieran existir a la finalización de 2014 y la presentación de informes de terminación del proyecto a la primera reunión de 2015; y
 - ii) Solicitar que se presenten a la 73ª reunión las auditorías financieras de los sectores del agente de procesos II, disolventes y refrigeración con CFC correspondientes a 2010, 2011, 2012 y 2013, y el reintegro del saldo de los fondos para estos planes sectoriales que pudieran existir a la finalización de 2014 y la presentación de los informes de terminación de proyecto a la primera reunión de 2015.

PARTE VII: PLAN NACIONAL DE GESTIÓN DE LA ELIMINACIÓN DE LOS CFC EN FILIPINAS (INFORME FINANCIERO)

Antecedentes

71. El Comité Ejecutivo examinó en la 71ª reunión el informe sobre la ejecución de las actividades restantes del plan nacional de gestión de la eliminación de los CFC, tomando en cuenta las decisiones anteriores que se habían adoptado en relación con este proyecto. Decidió además pedirle al PNUMA que presentara a la 72ª reunión un informe financiero del plan al 31 de diciembre de 2013 y que reintegrara al Fondo Multilateral el saldo de los fondos (decisión 71/18 b)). El presente informe es en respuesta a dicha decisión. El informe financiero fue presentado por el PNUMA en nombre del Gobierno de Filipinas.

Observaciones de la Secretaría

72. En el informe financiero se consignaba un saldo de 275.987,53 \$EUA a diciembre de 2013. Se han comprometido fondos por un total de 260.575,90 \$EUA cuyo desembolso se prevé terminar para mayo de 2014, lo que arroja un saldo estimado de 15.411,63 \$EUA que se reintegrará al Fondo.

73. Al examinar el informe de gastos y los compromisos arriba indicados, la Secretaría pidió las siguientes aclaraciones:

- a) Que se precise si el informe financiero constituye el informe financiero oficial final del plan nacional de gestión de la eliminación de los CFC aprobado por el Gobierno de Filipinas o se trata más bien de un informe en cumplimiento de los requisitos de información financiera del PNUMA;
- b) Que se justifique la necesidad de prolongar hasta mayo de 2014 los costos de personal;
- c) Que se explique la reasignación indicada de saldos entre líneas del presupuesto;

- d) Que se expliquen los motivos de que existan obligaciones por importantes montos que recién deban pagarse en 2014; y
- e) Que se confirme si las actividades comprendidas en el plan nacional de gestión de la eliminación de los CFC ya estaban finalizadas para diciembre de 2013 y que las obligaciones que restan corresponden a pagos pendientes en concepto de las actividades finalizadas.

74. En su respuesta, el PNUMA explicó que el informe financiero fue elaborado por la Dependencia de Gestión de Proyectos siguiendo los requisitos de información financiera del PNUMA y que el mismo es de carácter indicativo dado que se basa en gastos estimados. La auditoría oficial de las cuentas del plan nacional de gestión de la eliminación de los CFC se encuentra actualmente en curso y su finalización está prevista para mayo de 2014. Sólo entonces se conocería el saldo real del proyecto y podría ponerse en marcha el proceso para su reintegro al Fondo Multilateral.

75. El PNUMA agregó que el Gobierno había solicitado la prórroga del personal de la Dependencia de Gestión de Proyectos, en particular del personal afectado a las tareas financieras, a fin de facilitar el cierre de las cuentas y los libros.

76. En relación con la reasignación de fondos a otras líneas del presupuesto, el PNUMA aclaró que el Gobierno de Filipinas, consciente de la decisión del Comité Ejecutivo de que el proyecto se terminara para fines de diciembre de 2013, decidió destinar fondos a la adquisición de equipos de servicio y mantenimiento para su entrega a los talleres ubicados en la región que se vio afectada por el tifón Yolanda (Haiyan). La orden de compra para estos equipos se colocó antes de fines de diciembre para distribuir los equipos entre beneficiarios que fueron seleccionados con ayuda de la oficina regional del Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

77. Respecto a los elevados valores de los fondos obligados/comprometidos, el PNUMA explicó que dichas obligaciones se incurrieron antes de fines de diciembre de 2013. Las demoras en los pagos se debieron principalmente a la recepción tardía de las facturas por bienes y servicios recibidos en 2013 (por ejemplo, costos de talleres/formación). El PNUMA confirmó que se examinaron los documentos de respaldo de estas obligaciones y que los mismos están en regla y de acuerdo con los reglamentos financieros, y que se ajustan a la normativa y los reglamentos contables del Gobierno.

78. La Secretaría le encareció al PNUMA que procure finalizar la auditoría financiera del proyecto en los plazos previstos y le pidió que le haga llegar una copia del informe una vez terminado.

Recomendación de la Secretaría

79. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno:
- a) Tomar nota del informe financiero de los gastos del plan de ejecución del plan nacional de eliminación de los CFC para Filipinas hasta diciembre de 2013 presentado por el PNUMA y que figura en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/11/Add.1;
 - b) Aprobar la solicitud de prórroga del personal de la dependencia de gestión de proyectos con los costos de funcionamiento correspondientes desde enero de 2014 hasta mayo del mismo año, no pudiendo incurrirse gastos en este concepto que superen los 31.000 \$EUA;

- c) Pedir:
- i) Al Gobierno de Filipinas que a través del PNUMA presente en junio de 2014 a más tardar el informe financiero auditado oficial debidamente firmado por un auditor independiente o público acreditado;
 - ii) Al PNUMA que proceda a reintegrar al Fondo Multilateral para la 73ª reunión a más tardar el saldo inutilizado de los fondos según surja del informe del auditor; y
 - iii) Al Gobierno de Filipinas y al PNUMA que presenten el informe de finalización del proyecto a la primera reunión del Comité Ejecutivo en 2015.

PARTE VIII: PLAN DE GESTIÓN DE LA ELIMINACIÓN DE LOS HCFC PARA NIGERIA (ETAPA I, TERCER TRAMO) (PLAN DE EJECUCIÓN PARA LA RECONVERSIÓN DE EMPRESAS FABRICANTES DE ESPUMAS EN EL SECTOR DE REFRIGERACIÓN)

Antecedentes

80. En la 62ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó la etapa I del plan de gestión de la eliminación de los HCFC para Nigeria. Conforme a lo previsto en el acuerdo firmado entre el Comité Ejecutivo y el Gobierno de Nigeria y en el plan global de ejecución, mediante la reconversión de 109 empresas fabricantes de espumas para refrigeración a cargo de la ONUDI se preveía eliminar el consumo de 310,2 tm (34,12 toneladas PAO) de HCFC-141b al adaptar sus procesos de fabricación para utilizar sistemas preformulados con formiato de metilo, a un costo adicional de 1.759.080 \$EUA. Con la ejecución de los dos primeros tramos del plan de gestión de la eliminación de los HCFC en 2012-2013, la ONUDI brindó asistencia mediante el suministro de máquinas de espumación de baja presión a 30 beneficiarios, eliminándose un consumo total de 86,35 tm (9,50 toneladas PAO) de HCFC-141b. Sin embargo, en el informe sobre la marcha de las actividades del segundo tramo y el plan de ejecución para el tercer tramo la ONUDI señaló que los fondos aprobados para el sector eran insuficientes para eliminar en su totalidad el consumo de 310,2 tm de HCFC-141b como se había previsto originalmente, y sugería brindar asistencia sólo a algunas empresas.

81. La Secretaría le aconsejó a la ONUDI que ajustara la estrategia y seleccionara modalidades más económicas y tecnologías más aptas para brindar asistencia a todas las empresas admisibles. Tras consultar al Gobierno de Nigeria, la ONUDI propuso entregar máquinas de espumación de baja presión a 46 empresas con un consumo por encima de las 2,2 tm y proporcionar asistencia técnica y capacitación en el uso de las formulaciones a base de formiato de metilo, equipos de protección personal y costos adicionales de explotación a empresas de menor tamaño. De esta forma, este componente del proyecto alcanzará a todas las empresas beneficiarias y logrará la meta de eliminación de consumo originalmente prevista. Sobre esta base, el Comité Ejecutivo en su 71ª reunión aprobó el tercer tramo del plan de gestión de la eliminación de los HCFC para Nigeria y le pidió a la ONUDI que para el 15 de febrero de 2014 a más tardar presentara un plan de ejecución para la reconversión de los procesos de fabricación de espumas en las empresas del sector de refrigeración, que dan cuenta de un consumo de 310,2 tm de HCFC-141b, incluyendo información de las empresas alcanzadas, la asignación de fondos, las actividades previstas y los calendarios de ejecución (decisión 71/30).

Informe de situación

82. La ONUDI presentó el plan de ejecución en el que confirmaba que se han identificado 45 empresas con un consumo total de 130,15 tm (14,32 toneladas PAO) de HCFC-141b para recibir asistencia en el tercer tramo a un costo de 645.172 \$EUA, lo que arroja una eficacia de costos de 4,96 \$EUA por kilo. La ejecución del plan revisado se inició en enero de 2014. Ya se puso en marcha el proceso de adquisición de los equipos y se están evaluando las ofertas. Se prevé que los equipos se entreguen en julio de 2014 y que la instalación, pruebas de funcionamiento, capacitación y puesta en marcha se lleven a cabo en agosto de 2014.

83. En el plan se indicaba también que la asistencia técnica a las pequeñas empresas para cubrir el consumo restante de 93,7 tm de HCFC-141b está prevista para el cuarto tramo, utilizando la financiación de 193.908 \$EUA. Se proporcionará capacitación y equipos de protección personal.

Recomendación de la Secretaría

84. La Secretaría del Fondo recomienda al Comité Ejecutivo tomar nota del plan de ejecución presentado por la ONUDI para la reconversión de las empresas fabricantes de espumas en el sector de refrigeración en Nigeria que figura en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/11/Add.1.

PARTE IX: EJECUCIÓN DEL PLAN NACIONAL DE GESTIÓN DE LA ELIMINACIÓN DE LOS CFC: COMPONENTE DE REGLAMENTACIÓN Y POLÍTICA, REPÚBLICA ISLÁMICA DEL IRÁN

85. En septiembre de 2004, el PNUMA firmó un Memorando de Entendimiento con el Gobierno de la República islámica del Irán que preveía financiación por un monto de 100.000 \$EUA para llevar a cabo el proyecto de “Ejecución del plan nacional de gestión de la eliminación de los CFC: componente de reglamentación y política” (IRA/PHA/41/TAS/161). El PNUMA efectuó una transferencia de 90.000 \$EUA a favor de la República Islámica del Irán y hasta la fecha el Gobierno de dicho país sólo ha rendido cuentas por 30.000 \$EUA. Desde septiembre de 2008, el PNUMA efectúa un seguimiento sostenido y regular con el Gobierno solicitando la rendición de los 60.000 \$EUA restantes mediante el envío de cartas oficiales y tratativas con funcionarios del Gobierno durante las misiones al país y en encuentros paralelos en ocasión de reuniones regionales o mundiales.

Observaciones de la Secretaría

86. En respuesta a la solicitud de información sobre el estado actual de este tema y las medidas que debería establecer para evitar que se produzcan situaciones similares en el futuro, el PNUMA informó que, durante una reunión relativa al plan de gestión para la eliminación de los HCFC para la República Islámica del Irán celebrada en Teherán el 2 de marzo de 2014, el PNUMA y la Dependencia Nacional del Ozono (DNO) habían informado de esta situación al PNUD, la ONUDI y el Gobierno de Alemania (cooperación bilateral). La DNO mantiene consultas con otras dependencias del Gobierno en busca de una solución. Para evitar que vuelva a producirse una situación semejante en un plan de gestión de la eliminación de los HCFC, el PNUMA ha solicitado que se establezca una cuenta bancaria a nombre del Gobierno que esté reservada exclusivamente a las transferencias de fondos para la ejecución de las actividades futuras. Más allá del caso puntual de la República Islámica del Irán, el PNUMA ha tomado otras medidas de carácter general para reducir los riesgos de que se repita este tipo de situación:

- a) Desde 2008, el PNUMA aplica requisitos de información financiera adicionales contra el pago de cada tramo;

- b) Con vigencia a partir de 2014, se han elaborado nuevos acuerdos legales para la ejecución de las actividades con los gobiernos y demás socios que prevén la liberación de los pagos en forma de anticipos en efectivo suficientes para cubrir seis meses de actividades. Los pagos posteriores se efectivizarán únicamente contra la recepción de un estado de cuentas aceptable y de informes de avance en los que se verifique el grado de ejecución que corresponda; y
- c) No se firmarán nuevos acuerdos con un gobierno hasta tanto se hayan cumplido en su totalidad las condiciones previstas en los acuerdos vigentes y se hayan finalizado a satisfacción las actividades.

Recomendación de la Secretaría

87. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno solicitar que el PNUMA presente a la 73ª reunión un informe de situación de sus tratativas con el Gobierno de la República Islámica del Irán en relación con la rendición de cuentas pendiente por el pago de 60.000 \$EUA para la ejecución del plan nacional de gestión de la eliminación de los CFC: componente de reglamentación y política.

**DEMONSTRATION PROJECT FOR HFC-32 TECHNOLOGY IN THE
MANUFACTURE OF SMALL-SIZED COMMERCIAL AIR-SOURCE
CHILLERS/HEAT PUMPS AT TSINGHUA TONG FANG ARTIFICIAL
ENVIRONMENT CO., LTD.**

FINAL REPORT

March, 2014

Executive Summary

Demonstration project for HFC-32 technology in the manufacture of small-sized commercial air-source chillers/heat pumps at Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co., Ltd. was approved by the 60th Executive Committee meeting at a funding level of US\$1,229,336.

This demonstration project was successfully implemented, and established the suitability of HFC-32 technology as a viable replacement for HCFC-22 as a refrigerant in the manufacture of commercial air-source chillers/heat pumps at Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd.

The project activities includes product redesign and development, manufacturing equipment modifications and additional equipment, safety and other measures to handle the flammability and high discharge temperatures of HFC-32, laboratory testing and performance evaluation, product trials, prototype testing, production line conversion, technical assistance and training.

The successful completion of the demonstration project contributes towards promotion of this technology for unitary and multi-connected commercial air conditioning and heat pump equipment and enables cost-effective conversions at other similar manufacturers in this sub-sector.

1. Introduction

In 2007, the 19th Meeting of Parties of the Montreal Protocol agreed on accelerated phase-out of HCFCs. To achieve the compliance goal, China is implementing HCFCs phase-out sector plans in Industrial & Commercial Refrigeration and Air-conditioning (ICR) sector from 2012. The Tong fang project was established as a demonstration earlier in 2010 for preparation and support of the sector plan implementation.

The Executive Committee approved the Tong fang demonstration project in the 60th meeting in 2010 at a funding level of US \$ 1,229,336. The project's implementing agency is UNDP. The national agency implementing this project is Foreign Economic Cooperation Office (FECO), Ministry Of Environmental Protection, China.

The objective of this demonstration project is to establish the suitability of HFC-32 technology as a viable replacement for HCFC-22 as a refrigerant in the manufacture of small-sized commercial air-source water chillers/heat pumps at Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd.

As a result of the conversion project, about 61.9 tons of HCFC consumption will be phased out, reducing greenhouse gas emission by 170,000 tons CO₂ eq.

1.1 Background

The Industrial and Commercial Refrigeration and Air Conditioning (ICR) Sector in China has experienced remarkable growth in the past two decades, averaging at about 12% annually, due to the steep growth in the demand for consumer, commercial and industrial products, resulting from rapid overall economic development. This sector includes several sub-sectors, namely: compressors, condensing units, small-sized air-source chillers/heat pumps, commercial and industrial chillers/heat pumps, heat pump water heaters, unitary commercial air conditioners, multi-connected commercial air conditioners, commercial and industrial refrigeration and freezing equipment, mobile refrigeration and air conditioning equipment and refrigeration and air conditioning components and parts. The 2008 estimated HCFC consumption in the sector based on field surveys was about 42,000 metric tonnes.

Small-sized commercial air-source chillers/heat pumps are typically used in commercial establishments such as hotels, restaurants, shops and offices, both for cooling and heating, with low energy consumption and no water use. The self-contained design requires no separate plant or machine room. With the current emphasis on energy

conservation and environment protection, the market for these products experiences rapid growth. Based on data from field surveys, the production of such small-sized air-source chillers/heat pumps in 2008 in China was about 110,000 units, with a total HCFC-22 consumption of about 1,200 metric tonnes in about 12-15 enterprises.

Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. was established in 1989 and is located in Zhongguancun Science and Technology Zone, Beijing. The enterprise is a state-owned company, specializing in research and development, manufacturing and sale of the environmental products and systems. In the air conditioning field, the company actively carries out research and development of environmental control products, green construction, energy efficiency in buildings and renewable energy technologies. The enterprise employs 554 persons, which includes 84 managerial staff and 81 technical and research staff. The enterprise has five national product inspection centers, laying the foundation for sound research and development in this field.

Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. is the national leader in heat pump technology. The enterprise comprises a unique amalgam of industry, academia and research, and is abreast of the latest scientific progress on technology and environment.

Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. currently manufactures a range of heating and cooling products, with production capacity valued at about US\$ 3 billion and manufactured on six production lines for various products as tabulated below:

Production Line	Products	Refrigeration Capacity	Installed Capacity	Actual production	Average refrigerant charge (kg)	HCFC-22 consumption (2009-tonnes)	Application
Water/ground source heat pumps/chillers	Water-source heat pumps	150 - 3000 kW	700 units	227	90	26.9	Heating/cooling in large buildings such as offices, malls, hotels
	Ground-source heat pumps	120 - 3000 kW		29	75		
	Chillers	400 - 2000 kW		54	80		
Large air-source heat pump/chillers	Screw	260 - 500 kW	700 units	34	75	2.55	
Medium air-source heat pump/chillers	Scroll	60 - 200 kW	1500 units	399	40	15.96	Heating/cooling in medium-sized buildings
Small air-source heat pump/chillers	Scroll	10 - 60 kW	5000 units	4073	15.2	61.9	Heating/cooling in small commercial spaces up to 1000 sqm
Air handling units	Central station air handling units	2000 to 20000 cum/hr	5000 units	NA	NA	NA	Large and medium sized buildings
Fan coil units	Various sizes	340 - 2380 cum/hr	5000 units	NA	NA	NA	Small buildings and individual spaces
Total						107.31	

Of these, one production line with a capacity of 5,000 units annually (as highlighted above) is for manufacturing small-sized commercial air-source chillers/heat pumps in the range of 10 to 60 kW. This production line was installed in 1999. The total production in 2009 was 4,073 units, with HCFC-22 consumption of 61.9 metric tonnes at an average HCFC-22 charge of 15.2 kg per unit. These units are manufactured in three models/configurations as below:

	60kW	30kW	13 kW
Unit Configuration			
HCFC-22 charge (kg)	24	12	5.1

This product range (small-sized air-source heat pump/chillers) has been selected for this project considering the relative small amount of refrigerant charge volumes, allowing flexibility for selection of alternative technologies.

1.2 Technical Choice

Some of the zero-ODP alternatives to HCFC-22 currently available for this application are listed below:

Substance	GWP	Application	Remark
Ammonia	0	Industrial refrigeration and process chillers	Flammability and toxicity issues. Material compatibility issues. Regulatory issues.
CO ₂	1	Supermarket refrigeration in a secondary loop and in stationary and mobile air conditioning systems	Major redesign of system components needed. Investment costs are prohibitive
Hydrocarbons	<15	Small-capacity domestic and commercial refrigeration equipment	Flammability issues. Not widely used in large capacity systems
R-32	675	Small and medium-capacity commercial refrigeration and air conditioning applications	Single component refrigerant. Mildly flammable. Higher working pressures than HCFC-22. Higher refrigeration capacity per unit charge. Main component of R-410A
R-134a	1,300	Domestic, commercial refrigeration medium-temperature applications	Not efficient in low-temperature systems and industrial refrigeration applications. Needs synthetic lubricants
R-407C	1,520	Most air conditioning applications	Properties closely match R22. Temperature glide, synthetic lubricants needed, slightly less efficient than R22. Non-azeotropic mixture creates issues.
R-410A	1,710	Most air conditioning applications	Near azeotropic blend of R-32 and R-125. Higher pressures, better cooling capacity, low temperature glide, high GWP, synthetic lubricants needed
R-404A	3,260	Low temperature applications	High GWP, less efficient at medium temperatures, synthetic lubricants needed
R-507	3,900	Low temperature applications	Azeotropic non-flammable blend of HFC-125 and HFC-143a. Refrigerating capacity comparable to R-502. Good heat transfer characteristics at low temperatures

Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. carefully considered and applied the multiple factors and concluded that R-32 technology is most suited for application to its heat pump products, due to its expected technical performance and significant potential benefit with respect to global warming impact as compared to HCFC-22 (i.e., direct impact through adoption of low-GWP substance compared to HCFC-22 and indirect impact due to potential energy efficiency gains through system improvements). In addition, the enterprise had also carefully studied the international regulatory and market scenario, and noted that R-32 may potentially have wide acceptability in this particular market segment.

2. Project Implementation

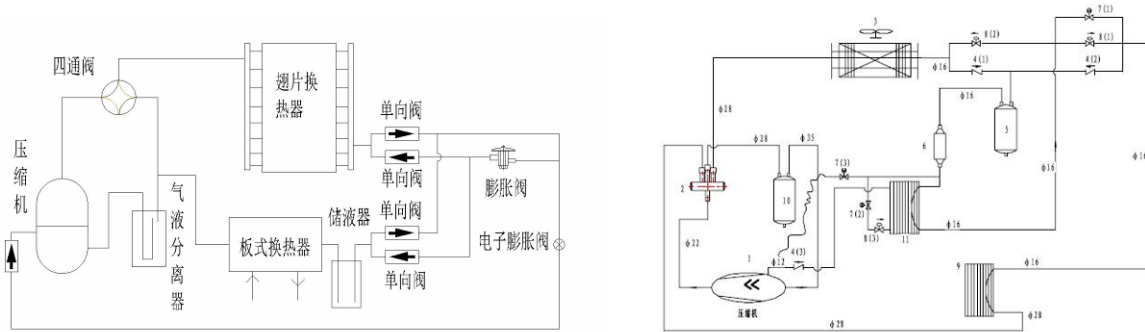
The project was approved by 60th Executive Committee meeting in 2010 at a funding of US \$ 1,229,336. The project implementation started at 2011, the conversion project was completed by the end of 2012, and all the progress milestones required were reached and verified by the end of 2012. The project successfully passed national acceptance in December, 2013.

According to the project implementation plan, the following activities were carried out: Product and process redesign, Conversion of production lines, Prototype production trails and testing, and Processing and safety training, etc.

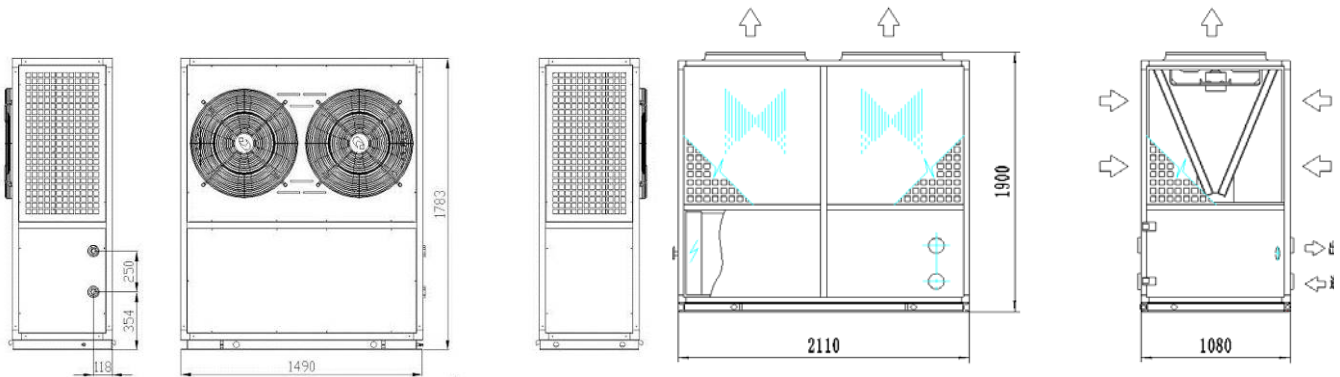
2.1 System, Components and Process Redesign

Three models (60kW, 30kW and 13 kW) of R32 systems redesign was completed in 2011, The redesign work included design and calculations, simulation and control software, remodeling of the compressors, expansion valves, finned tube heat exchanger, water-side heat exchanger, unit structure, electrical systems, prototype

manufacturing, test runs, compilation of production process, blueprint and complete bill of materials. Two kinds of design proposal was designed, one is liquid injecting cooling, and the other is air-supplying enthalpy-adding. The redesign program passed evaluation of sector experts' team in October 21.



Liquid injecting cooling program and air-supplying enthalpy-adding program



Structure design

2.2 Conversion of the Production Line

The production line conversion is composed of Heat Exchanger Processing, Sheet Metal Processing, Product Assembly, and Quality inspection, testing and finishing, etc. the whole conversion was completed by the end of 2012.

2.2.1 Heat Exchanger Processing

Due to the lower charge and higher pressure with HFC-32, the finned tube diameter was reduced from 9.52 mm to 7 mm. Accordingly the finned tube punch dies and tube expander changed either. The tube straightening/bending machine (fin threading) was modified. A new brazing line for the heat exchanger suited for HFC-32 was introduced. Since HFC-32 is flammable, the grease left on the heat exchanger was removed for fire safety. For this, degreasing and dehydrating equipment was introduced.



$\Phi 7$ vertical tube expanding machine



$\Phi 7$ tube bending machine

2.2.2 Sheet Metal Processing

The sheet metal processing dies changed, including dies for end-plate hole punching and dies for end-plate rim bending and dies for rim bending.



Die for end-plate hole-punching



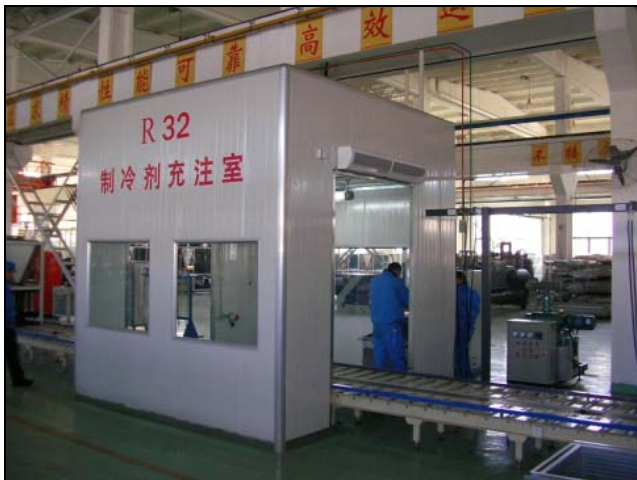
Die for end-plate rim-bending



Die for rim-bending

2.2.3 Product Assembly

Due to the flammability of HFC-32, the charging area was isolated, with adequate ventilation, fire safety and alarm systems and explosion-proof fittings. The existing Halogen leak detectors cannot be used with HFC-32, because it contains no Halogen. Therefore Helium leak detectors were introduced.



R32 charging room



R32 units assembly line



Helium leak detector



Helium refrigerant recovery machine



Roots vacuum pump



R32 charging machines

2.2.4 Quality inspection, testing and finishing

The safety inspection of electrical systems was enhanced by introducing appropriately sensitive devices with protective features. The inspection area was isolated with adequate ventilation, fire-safety and alarm systems and explosion-proof fittings. The existing test rig for HCFC-22 based products can be used with R32, and it modified such as test room ventilation and fire-safety, high-pressure sensor and sensor for monitoring HFC-32 concentration levels.

Assembly line inspection modification:



R32 products operating testing room

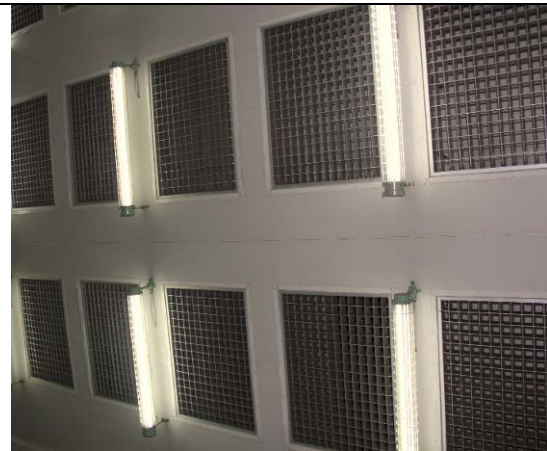


Testing equipment for electronic safety performance

Testing room modification:



Electric explosion-proof cabinet



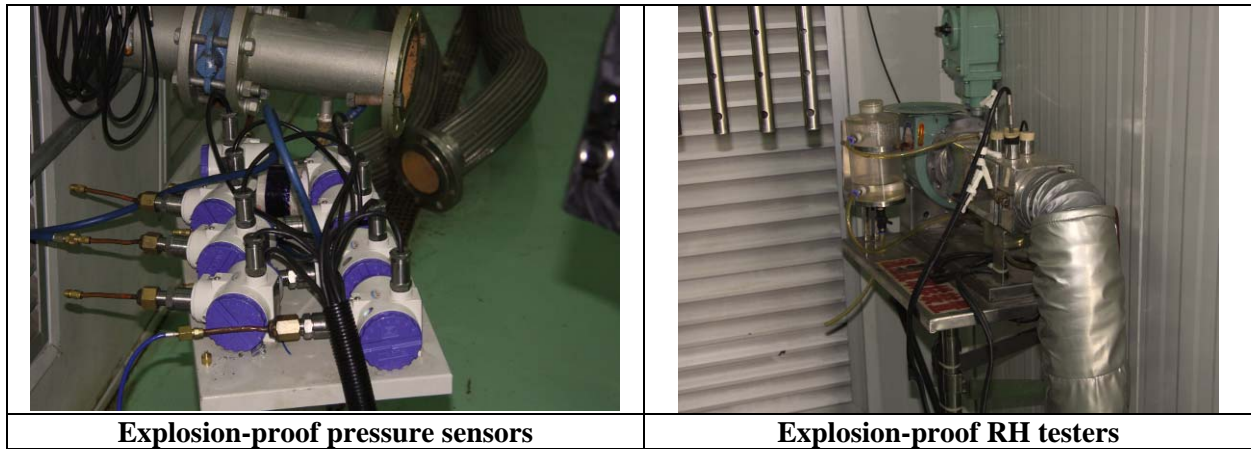
Explosion-proof lamps



Explosion-proof exhaust fans



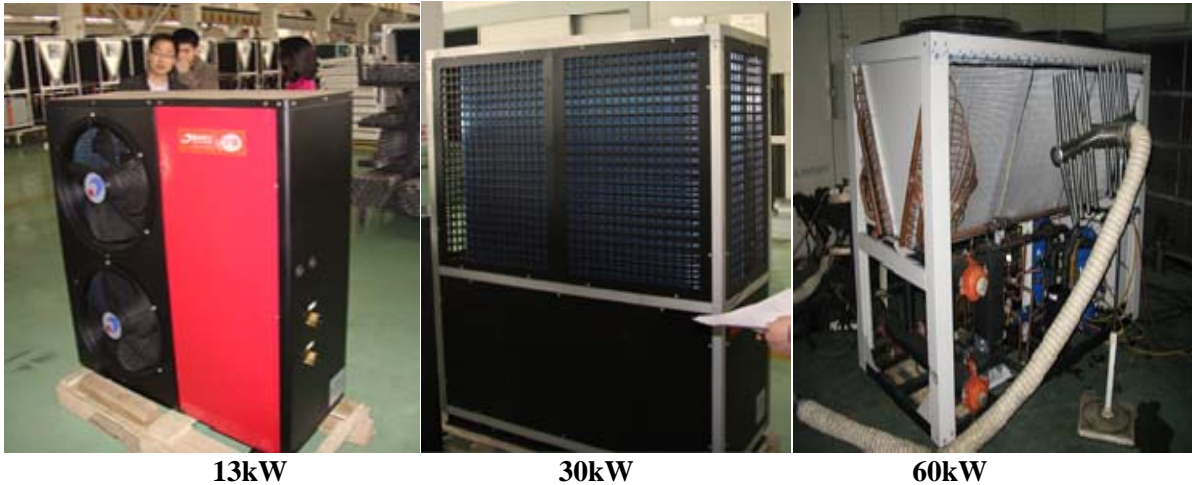
Explosion-proof motor



2.3 Prototype production trials and testing

A pilot-level quantity of the selected models was subjected to prototype production, trials and testing to establish the process and fine-tune as needed and establish product performance through testing.

Three types of HFC-32 air-source chiller/heat pumps including 13kW, 30kW and 60kW were built in 2011.



The prototypes were tested by Tong Fang in 2011 and tested by third party test institution (Hefei General Machinery & Electrical Products Inspection Institute) in Feb 2012. The results of the test were qualified.

2.4 Process and safety training

Process and safety training were provided to the manufacturing, installation and maintenance personnel. It was verified that the internal technical acceptance were completed and technical commissioning and relevant personnel training were finished.

Tong fang Co. has organized 37 times of technical commission and personnel trainings under this project. Totally 23,202.5 class hours training were taken and 1454 persons/times were trained.



2.5 Management

The project was under the overall management and coordination of the Foreign Economic Cooperation Office, Ministry of Environment Protection of China. UNDP was the implementing agency for the project, which provided international coordination and technical assistance.

The project employs the Performance-based Payment (PBP) mechanism in its implementation. Under the PBP mechanism, the enterprise tasked to carry out the conversion would play the role as a key executor, which is responsible for all the activities related to the conversion. The procurement was organized fully in line with the marketing principle ensuring cost-effective and timely installation of equipment for R-32 based manufacturing operations.

FECO and UNDP were not involved in the procurement activities of the enterprise by any means other than make payment to the enterprise in tranches for the costs of procurement and conversion, at agreed payment dates given in the payment schedule, and when milestones prerequisite for the tranche have all been achieved on time.

Before each payment, FECO invited independent experts to verify whether the performance for each milestone that the payment depends on have been satisfying. The verification reports were submitted and accepted by UNDP as the main supporting documents for requesting the installment of payment.

During the projects implementation, FECO and UNDP organized 4 verification missions combined with monitoring and evaluation at Tong Fang factory - once in 2011 and thrice in 2012. The experts group included technology experts and finance experts, FECO staff and UNDP staff as well. The experts team traced the project implementation situations, evaluated the project technical issues and progress, and verified whether the performance for each milestone that the payment depends on have been satisfying. Each verification activity was carried out in a process of planning, preparation, data confirmation, technical material checking, on-the-spot investigation, result confirmation and conclusion.

3. Outcomes

The project has been completed and has successfully passed national acceptance in December 2013. The production line is commercial running, and the IOC will be disbursed to enterprise in the next 2 years according to new products sales quantity. The suitability of HFC-32 technology as a viable replacement for HCFC-22 as a refrigerant in the manufacture of small-sized commercial air-source water chillers/heat pumps at Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. was established

The following are the salient outcomes of the project.

- The enterprise completed the redesign of system, components and production process in 2011.
- The performance test rig was modified to meet the requirements of testing products with flammable refrigerants in 2011.
- The prototypes were manufactured, tested and adjusted in 2011.
- Training, technology communication, and advertisement were finished in 2012.
- Equipment for modification of heat exchanger and sheet metal processing was procured in 2012.
- Product assembly line and testing facilities converted and verified in 2012.
- Technical commissioning was completed successfully and relevant personnel were trained in 2012.
- The project successfully passed national acceptance in December 2013

4. Technical performance

- R-32 has ODP of 0.
- R-32 has GWP of 675, about a third of that of R-410A.
- R-32 is a mature refrigerant with a large knowledge base on its properties.
- R-32 is produced domestically and has assured commercial availability as reasonable prices.
- R-32 is a single substance with good heat transfer capacity, volumetric refrigerating capacity and theoretical energy efficiency.
- For the same refrigeration capacity, the charge quantity for R-32 is 60-80% of that of R-22 depending on the application.
- The actual efficiency of R32 system in this project is 3%-5% higher than former R22 system, and the performance efficiency will grow along with optimizing in deeper application and promotion of compressors and other accessories.
- The cost of system is over 20% than R22 system, but the cost will reduce along with large-scale applications of R32.
- The R32 compressors of this project were supplied by several compressor companies in China. The compressors were redesigned and modified based on R410A, and the performance has potential to be

promoted.

5. Project management and monitoring

5.1 Project progress

The project was implemented smoothly according to the program schedule, and was completed by the end of 2012. It successfully passed national acceptance in December 2013. The capacity of the production line has been converted to use substitute refrigerants and is capable of manufacture the converted products.

Each of milestones was achieved and verified, the details are as follows:

Milestones		Status
1 st	Signing of the contract	FECO and the enterprise signed contract in January 2011
2 nd	Completion of designs of products and pass the evaluation of experts	Finished in October 2012
3 rd	Completion of the test facilities	Finished and verified in April 2012
4 th	Prototypes are built and tested	
5 th	Completion of conversion heat exchanger and metal plate process	Finished and verified in December 2012
6 th	Assembly line and delivery inspection process are completed	
7 th	Technical commissioning completed successfully and relevant personnel trained	Finished and verified in December 2012

5.2 Conversion cost

Total Project Costs

The total contract amount with the enterprise is US\$ 1,122,870, including ICC US\$ 733,530, and IOC US\$ 389,340.

Incremental Capital Costs

The actual incremental capital costs for conversion was US\$ 830,344.71, among which US\$ 733,530 was funded by the MLF, and the US\$ 96,814.71 was co-financed by the enterprise.

The details of ICC are as follows:

No	Cost Head		Actual cost (US\$)
1	System, component and process redesign		
	Redesign	Product redesign	21,313.82
	Software	Outsourced simulation and control software	13,071.90
		sub-total	34,385.72
2	Prototype testing		
	Prototype materials	Cost of materials/process for 3 prototypes	34,596.34
	Testing	Third party laboratory testing	17,017.72
		sub-total	51,614.06
3	Production line conversion-		
	Heat exchanger processing	Dies for 7 mm diameter tubes	80,065.36
		Modification of tube bending machine	5,538.24
		New vertical tube expanding machine	208,428.10
Degreasing furnace		-	

	Sheet Metal Processing	Die for end-plate hole-punching	1,895.42
		Die for end-plate rim-bending	561.27
		Die for rim-bending	2,941.18
	Product Assembly	Suction gun Helium leak detector	74,017.65
		Charging room isolation/fire protection	84,542.11
		Two R-32 concentration sensors	56,045.75
		R-32 automatic charging machine	70,261.44
	Quality inspection, finishing and testing	Refrigerant recovery machine for R-32	8,006.54
		Testing equipment for safety performance	10,294.12
Two R-32 concentration sensors			
		sub-total	602,597.17
Prototype production trials and testing			
4	Testing	Modification of performance test rig	45,751.63
		Isolation of test rig room/fire protection	57,189.54
	Trial production	Cost of trial production for 3 units	20,958.54
		sub-total	123,899.72
Process and safety training			
5	Manufacturing	Training for 233 manufacturing personnel for 86 training hours	17,848.04
	Installation and maintenance	Training for 86 installation and maintenance personnel for 30 training hours	
		sub-total	17,848.04
6	Contingency	for enterprise	0
ICC for enterprise		TOTAL	830,344.71
		Total fund by MLF	733,530
		Co-financing by enterprise	96,814.71

Incremental Operating Costs

The agreed total incremental operating costs calculated for one-year duration amount to US\$ 389,340. The production line is commercial running, and the IOC will be disbursed to enterprise in the next 2 years according to new products sales quantity. The data of IOC is preliminary value.

The cost for the baseline HCFC-22 based two-stage systems are summarized as below:

1. HCFC-22 price is US\$ 2.20/kg
2. HFC-32 price is US\$ 2.94/kg
3. HFC-32 charge quantity for the three models is 16 kg (for 60 kW), 8.4 kg (for 30 kW) and 3.5 kg (for 13 kW)

Incremental Operating Cost Source	Incremental Costs/Savings (US\$/unit)		
	60 kW unit	30 kW unit	13 kW unit
Compressors	236.00	118.00	96.00
Finned tube heat exchangers	(19.00)	(9.50)	(4.50)
Tube-in-tube/plate heat exchangers	(13.50)	(6.80)	(3.10)
Refrigerant	(5.90)	(2.90)	(1.00)
Electrical components (ex-proofing)	88.40	78.20	75.60
Net costs (savings)	286.00	177.00	163.00
Agreed	73.93	45.75	42.13

Incremental Operating Costs	Amount (US\$)
60 kw unit: US\$ 151.19/unit X 1,858 units/year	280,917
30 kw unit: US\$ 75.56/unit X 858 units/year	64,827
13 kw unit: US\$ 32.13/unit X 1,357 units/year	43,596
Total	389,340

6. Impact

The project was completed and 61.9 metric tonnes of HCFC-22 usage was phased out. Over a 15-year life-span of the refrigeration systems manufactured by the enterprise and covered by this project, direct and indirect emission reductions amounting to about 170,000 CO₂-eq tonnes will be achieved, thus contributing to protection of both the ozone layer and the climate system.

The successful implementation of this demonstration project provides an environmentally safe and cost-effective alternative for enabling replication of this technology in similar applications in this sub-sector in China.

**DEMONSTRATION PROJECT FOR CONVERSION FROM HCFC-22
TECHNOLOGY TO AMMONIA/CO2 TECHNOLOGY IN THE
MANUFACTURE OF TWO-STAGE REFRIGERATION SYSTEMS FOR COLD
STORAGE AND FREEZING APPLICATIONS AT YANTAI MOON GROUP CO.
LTD.**

FINAL REPORT

March, 2014

Executive Summary

Demonstration project for conversion from HCFC-22 technology to Ammonia/CO₂ technology in the manufacture of two-stage refrigeration systems for cold storage and freezing applications at Yantai moon group co. Ltd. was approved by the 60th Executive Committee meeting at a funding level of US \$ 3,964,458.

This demonstration project was successful completed, and established the suitability of Ammonia/CO₂ technology as a viable replacement for HCFC-22 technology in the manufacture of integrated two-stage refrigeration systems for cold storage and freezing applications at Yantai Moon Group Co. Ltd.

The project covers product redesign and development, production line conversion, process tooling modifications, testing and performance evaluation, product trials, prototype testing, production line conversion, technical assistance and training, to convert one production line of capacity 100 units annually.

The successful completion of the demonstration project contributes towards promotion of this technology for replacing two-stage HCFC-22 based refrigeration systems in cold storage and freezing applications and enable cost-effective conversions at other similar manufacturers in this sub-sector.

1. Introduction

In 2007, the 19th Meeting of Parties of the Montreal Protocol agreed on accelerated phase-out of HCFCs. To achieve the compliance goal, China is implementing HCFCs phase-out sector plan in the Industrial & Commercial Refrigeration and Air-conditioning (ICR) sector from 2012. The Yantai project was established as a demonstration earlier in 2010 for preparation and support of the sector plan implementation.

The Executive Committee approved the Yantai demonstration project at the 60th meeting in 2010 with a funding level of US \$ 3,964,458. The project's implementing international agency is UNDP, and implementing national agency is Foreign Economic Cooperation Office (FECO), Ministry Of Environmental Protection, China.

The objective of this demonstration project is to establish the suitability of Ammonia/CO₂ technology as a viable replacement for HCFC-22 technology in the manufacture of two-stage refrigeration systems for cold storage and freezing applications at Yantai Moon Group Co. Ltd.

As a result of the conversion project, about 250 tons of HCFC consumption will be phased out, reducing greenhouse gas emission by 1.66 million tons CO₂ eq.

1.1 Background

The Industrial and Commercial Refrigeration and Air Conditioning (ICR) Sector in China has experienced remarkable growth in the past two decades, averaging at about 12% annually, due to the steep growth in the demand for consumer, commercial and industrial products, resulting from rapid overall economic development. This sector is categorized into several sub-sectors, namely: compressors, condensing units, small-sized air-source chillers/heat pumps, commercial and industrial chillers/heat pumps, heat pump water heaters, unitary commercial air conditioners, multi-connected commercial air conditioners, commercial and industrial refrigeration and freezing equipment, mobile refrigeration and air conditioning equipment and refrigeration and air conditioning components and parts. The 2008 HCFC consumption in the sector was about 42,000 metric tonnes.

The industrial and commercial freezing and refrigerating equipment sub-sector (including compressor condensing unit) covers applications widely used in food refrigeration, industrial refrigeration systems, fruit and vegetable preservation, food processing and infrastructure construction projects. With improving living standards, the demand for food processing and cold storages infrastructure is increasing at an annual rate of over 10%. Due to sustained economic development, oil and chemical industry, energy, construction and other infrastructure-related

investments are rising rapidly, enhancing the demand in emerging market. The demand for industrial refrigeration equipment in pharmaceuticals, mine freezing, water dams and coal-bed gas liquefaction is also expanding. The current and potential demand for large-scale low-temperature freezing and cold storage equipment in all these fields is significantly high. In recent years, the average annual growth rate of large-scale industrial freezing and cold storage equipment has been over 15%. The total HCFC consumption in this sub-sector during 2008 was about 4,000 metric tonnes, making it one of the largest sub-sectors in the ICR sector.

Yantai Moon Group Co. Ltd. was established in 1956, specializing in manufacturing of air conditioning and refrigeration products and engineering design, installation, commissioning and technical advisory services in the areas of frozen foods, food processing, industrial refrigeration, central air conditioning and fruit and vegetable preservation technologies. In 1998, Yantai Moon Group Co. Ltd. was listed on Shenzhen Stock market. The enterprise has independent intellectual property rights for some models of its refrigeration compressor manufacturing technology. Yantai Moon Group Co. Ltd. is located in the Shandong province and employs 2,989 persons, of which 640 are technical staff. Yantai Moon Group Co. Ltd. focuses on self-reliance in technology development, but at the same time also has many partnerships with international companies, to bring the latest technologies into the Chinese market. Yantai Moon Group Co. Ltd. offers integrated systems for Freezing and cold storage equipment, Industrial refrigeration systems and Central air-conditioning equipment etc.

In 2009 Yantai Moon Group Co. Ltd. manufactured the following HCFC-22 based integrated refrigeration systems:

No	Product Line	Evaporating temperature (°C)	Quantity (Nos.)	HCFC consumption (metric tonnes)
1	Water Chillers	+2	190	N/A
2	Brine Chillers	-15	320	N/A
3	Low-temperature secondary inlet	-25 to -40	120	N/A
4	Low-temperature two-stage	-35 to -55	100	250

Of the above, the last, namely, two-stage low-temperature refrigeration systems (highlighted above), each with an average HCFC-22 charge quantity of about 2,500 kg, is the target for conversion in the current project.

1.2 Technical Choice

Some of the zero-ODP alternatives to HCFC-22 currently available for this application are listed below:

Substance	GWP	Application	Remark
Ammonia	0	Industrial refrigeration and process chillers	Flammability and toxicity issues. Material compatibility issues. Regulatory issues.
CO ₂	1	Refrigeration in a secondary loop and in stationary and mobile air conditioning systems	Major redesign of system components needed. Investment costs are prohibitive
R-404A	3,260	Low temperature applications	High GWP, less efficient at medium temperatures, synthetic lubricants needed
R-507	3,900	Low temperature applications	High GWP. Azeotropic non-flammable blends of HFC-125 and HFC-143a. Refrigerating capacity comparable to R-502. Good heat transfer characteristics at low temperatures. Synthetic lubricants needed.

Comprehensive considering technical factors, commercial factors, health and safety factors, and environmental factors, Yantai Moon Group Co. Ltd. selected a combination of Ammonia/ CO₂ in a cascade design as the technology of choice for its low-temperature two-stage integrated refrigeration systems, considering the favorable environmental and thermodynamic properties of these two alternatives.

1.3 Technical Solution

The NH₃/CO₂ cascade refrigeration system is constituted by two separate refrigeration circuits; the high temperature circuit and the low-temperature circuit. The low temperature circuit with CO₂ as refrigerant is used for the actual cooling. The high temperature circuit with NH₃ as the refrigerant is used to condense the CO₂ of the low temperature circuit. The two circuits are thermally connected to each other through a cascade condenser, which acts as an evaporator for the high temperature circuit and a condenser for the low temperature circuit. After absorbing heat from the brine in the CO₂ evaporator, the refrigerant CO₂ in the low temperature circuit is compressed in the CO₂ compressor, which increases the enthalpy of CO₂. The discharged CO₂ refrigerant from the compressor rejects the heat to NH₃ of the high temperature circuit in the cascade condenser. Then the cooled CO₂ refrigerant is throttled by the expansion valve, and enters the CO₂ evaporator. The heated NH₃ in the cascade condenser is compressed in the NH₃ compressor, which increases the enthalpy of NH₃. The discharged NH₃ refrigerant from the high temperature NH₃ compressor unit flows into the NH₃ condenser, in which NH₃ rejects the heat to the cooling water system or air cooled condenser. The relevant schematic is as below:

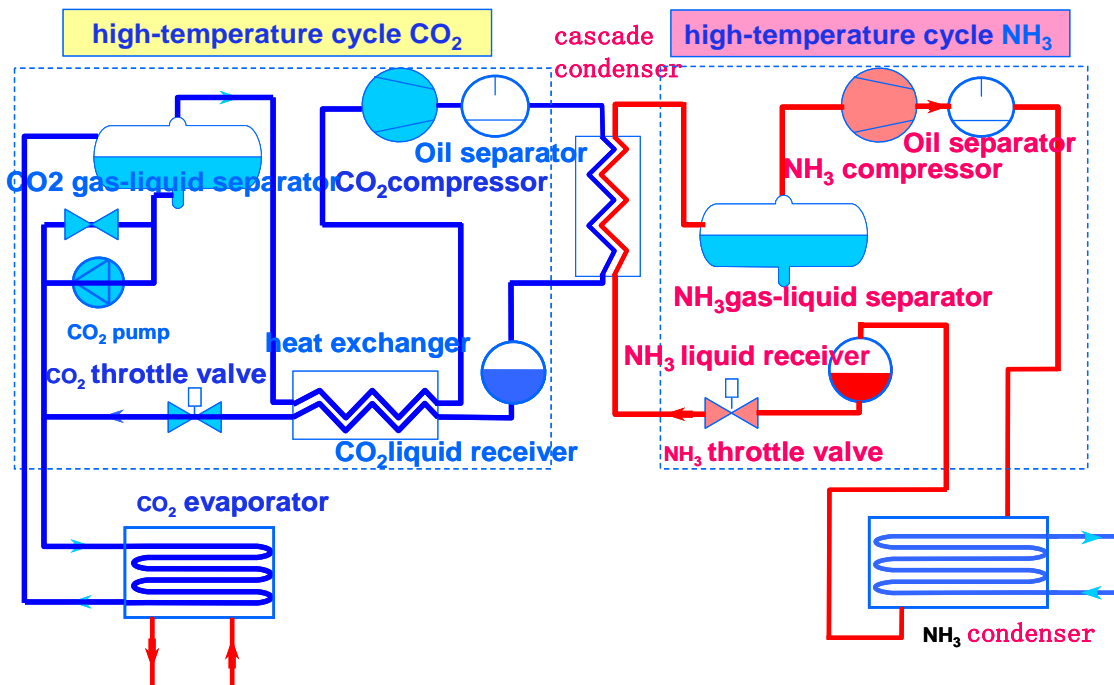


Fig 1. System schematic

As the characteristics of CO₂ are different from conventional low-temperature refrigerants, the key points of this technical solution are as follows:

- Develop intermediate-pressure compressor with CO₂ as the refrigerant;
- Design and manufacture mid-pressure vessel for higher pressure;
- Develop CO₂ heat exchangers which match large unit volume refrigeration capacity and high latent heat of CO₂;
- Design and develop heat exchangers of the low-temperature side which can withstand high pressures and low temperature;
- Develop fully automatic, safe, efficient and reliable control system for the refrigeration system.

2. Project Implementation

After the project was approved in 2010, FECO and UNDP signed the Project document in January 2011, and the Contract between Yantai Moon Group and FECO was signed in May 2011. After one year and a half period of implementation, the conversion project was completed by the end of 2012, and all the progress milestones required were reached and verified by the end of 2012. The project successfully passed national acceptance in July, 2013, and the production line is commercial running now.

According to the project implementation plan, the following activities were carried out: Product and process redesign, Modification of production lines, Modification of test devices for product performance, Manufacturing of prototypes, Personnel training, and technology dissemination, etc.

2.1 Product and process redesign

The project completed redesign of NH₃/CO₂ cascade refrigeration systems with twin-screw compressors by November 2011, including design of CO₂ compressors (see the table below), design of system components in the CO₂ refrigeration system, and modification of the existing product lines of compressor and pressure vessels, design of test devices for CO₂ refrigeration system, design of user demonstrations for the early users of NH₃/CO₂ cascade refrigeration systems.

The three specifications of CO₂ screw compressors for the project are as below:

Model	Theoretical displacement (m ³ /hr)	Status
LG12R	152	Design completed
LG16R	300	Design completed
LG20R	600	Design completed

The details of redesigns are as follows:

The refrigeration system design parts:

- Design of screw compressor rotor profiles and structural design of compressor
- Design of high pressure vessel matching with CO₂ screw compressor units
- Design of pressure vessels for high pressure, high-pressure low-temperature and other components matching with NH₃/CO₂ cascade refrigeration system with twin screw compressors
- Design of electric control and application software control
- Design of performance tests
- Design of demonstration for the first user of NH₃/CO₂ cascade refrigeration system

The process design parts:

- Design of casting and forging manufacturing process for CO₂ screw components;
- Design of CO₂ screw compressor shell strength test device;
- Design of strength test device for CO₂ pressure vessel of high-pressure low-temperature;
- Design of machining process includes design of CO₂ compressor housing, rotors, oil pump parts and tube sheet of heat exchanger;
- Design of the welding technology of CO₂ pressure vessel of high-pressure low-temperature, shell and tube heat exchanger;
- Design of CO₂ finned tube air cooler for high pressure and low temperature process including design of outer shell sheet metal process and expanding tube process;
- Design of product assembly process, including assembly, pipe connections, air tightness testing

- Blank manufacturing of CO2 compressor components, including design of casting model, casting box, forging dies
- Design of CO2 finned tube of high-pressure low-temperature fin dies, dies baffle for punching, and half of the stamping dies for baffle;
- Design of special high-strength alloy machining tools for the high-strength components such as CO2 compressor housing, special measuring tools and special inspection equipment tools, including design of special cutter for compressor rotor machining, a variety of special boring tool and milling cutter for compressor shell processing, special boring tool for tube plate holes, fin-hole punch, as well as the design of special measuring tools and detection tools for machining process
- Special process equipments for CO2 compressor and high-pressure low-temperature CO2 pressure vessel, including fixtures for all kinds of mechanical processing, positioning fixtures of welding and expansion joint, working sleeves matching with the products and station apparatus for turnover and store of parts;
- Design for modifying product line of the existing conventional refrigeration system, including processing arrangements, products site planning and special equipment layout for the added CO2 compressors and high-pressure low-temperature CO2 pressure vessels

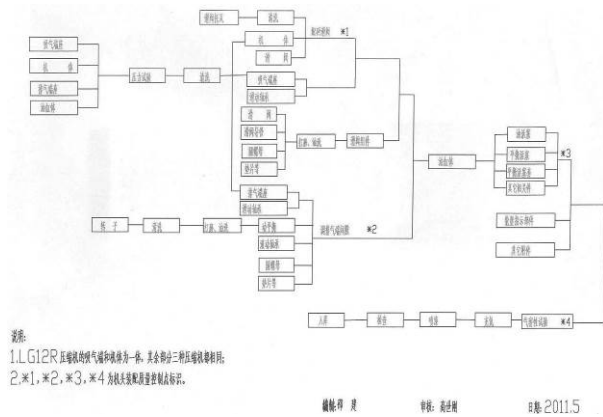


Fig 2. Technical process diagram

存档申请单

申请部门: 机械部 2011年5月17日 编号: YB/Y(2)10.006-0
机头 R12-2011
4708-2011

产品名称	二氧化碳压缩机				产品代号	
总张数	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	
存档时间	()年	等级()	一般(<input checked="" type="checkbox"/>)	机密()	绝密()	
备注	设计 样品 设计 材料 方案 对比 设计 规范					入库确认 <u>王惠</u>
申请人	<u>孙敏</u>	接收人	<u>李春明</u>	批准人	<u>王惠</u>	

Fig 3. Drawings documents recording

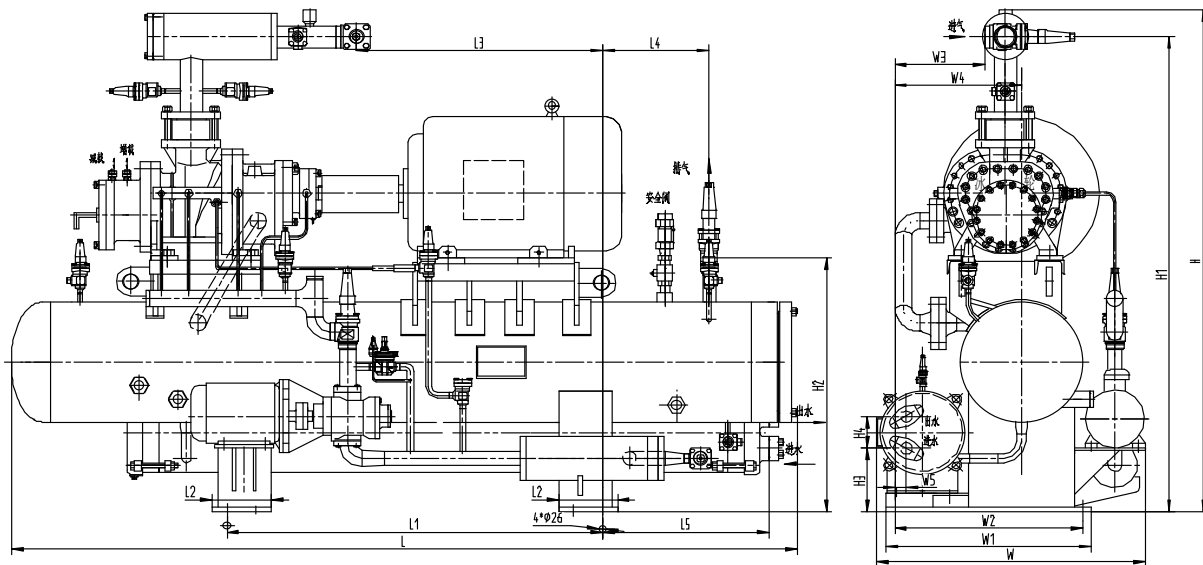


Fig 4. System structure

The technical programs were partly supported by university research institutions, and all the technical programs were passed internal assessment.

2.2 Modification of production lines

The production lines modification is composed of two key parts, compressors producing lines modification and pressure vessel producing line modification.

2.2.1 Compressors producing lines modification

The former compressor producing lines are at designed working pressure is 20 bar and the CO₂ compressor designed pressure is 50 bar. So the producing line were modified according to the high pressure requirements, and some dedicated devices were manufactured or procured and installed in the producing line, including high-strength processing tools, cutters, compressor cast models and cast boxes, etc.



Fig 5. Compressor housing cast model and rotor cast box



Fig 6. Compressor tooling and cutters

Totally 44 cast models (16 for shell, 6 for rotors and 22 for other) and 44 cast boxes (16 for shell, 6 for rotors and 22 for other) are manufactured based on the new technical renovation. The processing tools and the cutters have been purchased and positioned in the compressor product line, including 49 sets of tools and 13 kinds of cutters that, more than 16000 sets of cutters, cover all processes of compressor manufacturing.

2.2.2 Pressure vessel producing line modification

As the former manufacturing lines of the pressure vessels was below the pressure of 20 bar, the relevant parts of vessel producing lines were modified, including production process link of the added high-pressure low-temperature CO₂ pressure vessel, such as CO₂ oil separator, CO₂ liquid receiver, oil filters, suction filters, tube processing and welding for shell and tube heat exchanger, oil cooler, cascade

heat exchanger, CO2 regenerator, heat exchanger for defrost, tube expander, welding and assembly for CO2 shell and tube evaporator.

As materials of tube sheet and cylinder for the CO2 pressure vessels of high-pressure low-temperature are different from the conventional components materials, the corresponding process equipment and control were added during production and test process, such as welding, expanding joint and inspection. The strength test and air tightness test were built for the high-pressure low-temperature pressure vessel. And the test environment of cold shock in the low temperature was also built up. Welding equipment of stainless steel container and high-pressure low-temperature vessel were added, as well as welding test plate and assessment method of high-pressure low-temperature vessel.



Fig 7. Welding machine



Fig 8. Tooling



Fig 9. High pressure test equipment for CO2 vessel

2.3 Modification of test devices for product performance

As a new refrigeration system, the high temperature refrigeration system can be tested in the existing performance test laboratory after product commercialization, while the product test device of the CO2 refrigeration system requires new facility construction.

The modification of test equipment was completed in 2012. The test devices of CO2 compressor housing strength and air load were added.



Fig 10. Testing equipment

2.4 Manufacturing of prototypes

Prototype assembling of two types of compressors and manufacturing of sample products were finished in 2012. Two types of prototype compressors have been assembled and sample products were also manufactured.



Fig 11. L20R compressor and system



Fig 12. L20R800 compressor and system



Fig 13. Prototype

The performance parameters of prototypes are as follows:

LG12R (152.4 m3/h)

Tc Te	Refrigerating capacity(kW)					Power(kW)				
	-5	-10	-15	-20	-25	-5	-10	-15	-20	-25
-55	90.6	110.7	123.8	139.1	182.3	77.1	59.4	45.4	39.4	34.3
-50	118.8	140.0	160.3	181.6	227.8	80.3	62.3	48.2	41.4	34.9
-45	156.1	182.4	207.6	226.3	273.0	69.1	56.1	46.8	40.4	32.7
-40	199.6	234.7	262.7	288.9		69.7	57.2	48.4	38.9	
-35	255.8	291.7	318.6	346.3		66.0	54.1	41.9	33.4	
-30	312.6	351.6	379.5	412.4		57.7	47.1	35.3	25.3	
-25	372.1	425.9	454.3	488.2		55.6	39.3	26.9	14.3	

LG16R (603.8 m3/h)

Tc Te	Refrigerating capacity(kW)					Power(kW)				
	-5	-10	-15	-20	-25	-5	-10	-15	-20	-25
-55	358.8	438.4	490.4	551.3	722.5	305.6	235.4	180.0	156.2	135.8
-50	470.8	554.5	635.0	719.4	902.8	318.1	247.0	191.1	164.0	138.4
-45	618.6	722.6	822.5	896.6	1081.6	273.7	222.1	185.3	160.1	129.7
-40	790.9	929.8	1041.0	1144.5		276.3	226.6	191.8	154.0	
-35	1013.7	1155.9	1262.4	1372.2		261.7	214.4	165.8	132.2	
-30	1238.5	1393.1	1503.5	1634.2		228.8	186.7	139.7	100.4	
-25	1474.4	1687.6	1799.9	1934.5		220.4	155.8	106.6	56.8	

LG20R(803.1 m3/h)

Tc Te	Refrigerating capacity(kW)					Power(kW)				
	-5	-10	-15	-20	-25	-5	-10	-15	-20	-25
-55	477.2	583.1	652.2	742.3	972.5	406.5	313.0	239.4	210.4	182.7
-50	626.1	737.5	844.6	956.8	1200.7	423.0	328.5	254.2	218.2	184.1
-45	822.7	961.1	1093.9	1192.4	1438.5	364.0	295.4	246.5	213.0	172.5
-40	1051.9	1236.7	1384.5	1522.2		367.5	301.4	255.1	204.8	
-35	1348.2	1537.4	1679.0	1825.0		348.1	285.1	220.6	175.9	
-30	1647.2	1852.7	1999.7	2173.4		304.2	248.3	185.8	133.5	
-25	1961.0	2244.4	2393.9	2572.9		293.2	207.2	141.8	75.6	

2.5 Personnel Training

The personnel trainings were carried out during project implementing, and the trainings are including design, production, marketing and debugging. The following personnel were included in the training:

- Related designers, technicians.
- Production management persons, manufacturing workers.
- Product application engineer.
- Technician for installation and debugging, equipments maintenance personnel.
- Related user operators, equipment administrative personnel.

Yantai Moon carried out a total of R&D personnel training 4 times, manufacturing personnel training 4 times, the marketing personnel training 1 times, product application engineer training 3 times, the user training for equipment administrative personnel and equipment maintenance personnel 2 times. 734 persons were trained.



Designers and technicians training



Manufacturing workers training



Application engineer training



Equipment maintenance personnel training

Fig 14. Training

2.6 Technology Dissemination

Yantai Moon carried out several activities in technology dissemination to promote market. The details activities are as follows:

- Technical communication with engineering design companies, introduction of product, and promotion and recommendation plan.
- Technical communication with construction companies, product promotion and recommendation, and application technology.
- Application promotion in relevant industry associations.
- Organize product release conference, and display product and application technology.
- Communicate with government environmental protection departments to enhance publicity campaign.
- Advertisement and promotional brochures.

- Participate in exhibitions, such as International Refrigeration Exhibition in China, Chinese Fisheries Exposition, and Chinese Food Processing Exposition; display the product and application technology.
- Provide free technology, debug and maintenance to users of the demonstration project.

Totally, 13 times of technology exchange and products exhibition were organized and participated, such as Fujian Food Processing Exposition and Chengdu cold storage construction conference etc.



Fig 14. Technology Dissemination

2.7 Marketing

The producing line is commercial running. The NH₃/CO₂ cascade refrigeration systems have come into the markets, and about 60 units of refrigeration systems sales contracts were signed.



Fig 15. Running NH₃/CO₂ system in customer

3. Outcomes

The project has been completed; it has successfully passed national acceptance in July 2013. The production line is commercial running, and the IOC will be disbursed to enterprise in the next 2 years according to new products sales quality. The suitability of Ammonia/CO₂ technology as a viable replacement for HCFC-22 technology in the manufacture of two-stage refrigeration systems for cold storage and freezing applications at Yantai Moon Group Co. Ltd. is established.

- The product and testing lab designs were completed in 2011. The tools and process equipment for the pressure vessel production line were installed.
- The design of key components and the production line were completed in 2012. The conversion of the production line was also completed in this year.
- The high pressure test equipment for CO₂ vessel was completed in 2012. The prototype building and testing equipment were completed. Training and technology dissemination are finished.
- Training, technology communication, and product promotion including advertisements were completed in 2012.
- The project was audited by the National Audit Office in the first quarter of 2013.
- The financial and performance verifications, including the milestone verifications and the final verification, were completed.
- The producing line is under commercial production. The NH₃/CO₂ cascade refrigeration systems have come into the markets, and about 60 units of refrigeration systems sales contracts were signed.

4. Technical performance

- The normal range for large-scale low-temperature industrial refrigeration applications is between -35°C to -55°C, and this is exactly the best operating evaporation temperature bracket for NH₃/CO₂ cascade refrigeration system, in which the NH₃/CO₂ system will have great efficiency.
- NH₃/CO₂ cascade refrigeration system technology can effectively address the toxicity exposure issue of ammonia. Comparing with the pure NH₃ refrigeration system, the new systems use NH₃ and CO₂ cascade system and the toxicity is reduced greatly. The new system only uses one tenth of quantity of the old system's NH₃. Besides, NH₃ is only cycle operating inside the refrigerating unit at the machine room which is separated from persons in the operator access area. And CO₂ (non-toxic) is cycle operating inside the tubes from machine room and operator access area.
- Compared with normal refrigerating systems (R22, NH₃), the system with CO₂ as refrigerants can exert great efficiency in low temperature conditions. But in normal temperature condition, CO₂ has some problems such as low efficiency, high pressure, large volume of system, and high cost.
- NH₃/CO₂ cascade refrigeration system technology can overcome the disadvantages of pure CO₂ system and toxicity of NH₃. Furthermore, the energy efficiency is promoted more than 20% compared with the old system.
- The system can be used at any normal climate conditions and produce low-temperature from 0°C to -55°C.
- Most of the large-scale low-temperature refrigeration systems use open-type compressors and open system design, with a significant amount of leakage and low recovery rate of refrigerant during maintenance, thus annual consumption of HCFCs in servicing for such systems is very high. Thus, replacing HCFCs in such applications gains high priority from an environmental standpoint.

5. Project management and monitoring

The project was under the overall management and coordination of the Foreign Economic Cooperation Office, Ministry of Environment Protection of China. UNDP was the implementing agency for the project, which provided international coordination and technical assistance.

The project employs the Performance-based Payment (PBP) mechanism in its implementation. Under the PBP mechanism, the enterprise tasked to carry out the conversion would play the role as a key executor, which is responsible for all the activities related to the conversion. The procurement was organized fully in line with the marketing principle ensuring cost-effective and timely installation of equipment for NH₃/CO₂ systems based manufacturing operations.

FECO and UNDP were not involved in the procurement activities of the enterprise by any means other than make payment to the enterprise in tranches for the costs of procurement and conversion, at agreed payment dates given in the payment schedule, and when milestones prerequisite for the tranche have all been achieved on time.

Before each payment, FECO invited independent experts to verify whether the performance for each milestone that the payment depends on have been satisfying. The verification reports were submitted and accepted by UNDP as the main supporting documents for requesting the installment of payment.

During the projects implementation, FECO and UNDP organized 4 verification missions combined with monitoring and evaluation at Yantai Moon factory (i.e., 25 November 2011, 19 February 2012, 18 June 2012 and 6 December 2012). The experts group included technology experts and finance experts, FECO staff and UNDP staff as well. The experts team traced the project implementation situations, evaluated the project technical issues and progress, and verified whether the performance for each milestone that the payment depends on have been satisfying. Each verification activity was carried out in a process of planning, preparation, data confirmation, technical material checking, on-the-spot investigation, result conformation and conclusion.

The project also passed national audit in March, 2013.

5.1 Project progress

The project was implementing smoothly according to the program schedule, and was completed by the end of 2012. It successfully passed national acceptance in July 2013 and national audit on site in March, 2013.

The capacity of the production line has been converted to use substitute refrigerants and is capable of manufacture the converted products. The converted products came into markets and have been put into use by users in Yantai, Weihai, and Dalian, etc. The market has expressed interest.

Each of milestones was achieved and verified, the details are as follows:

Milestones		Status
1 st	Signing of the contract	FECO signed contract with the enterprise in May 2011
2 nd	Designs of products and performance test lab; Installation of process equipment and tools of pressure vessel product line;	Finished and verified in November 2011.
3 rd	Cast models and cast boxes; Completion of high pressure test equipment for CO2 vessel; Manufacturing of components of CO2 high-pressure low-temperature vessel for performance test equipment;	Finished and verified in February 2012.
4 th	Positioning of special tools and special cutters for compressor product line; Installation and debugging of performance test equipment; Prototype assembling of two types of compressors; Manufacturing of sample products;	Finished and verified in June 2012.
5 th	Reconstruction of rest device, and purchasing and manufacturing of test tolls of compressor product line; Reconstruction of pressure vessel product line; Training, technology communication, advertisement and project verification.	Finished and verified in July 2013.

5.2 Conversion cost

Total Project Costs

The total contract amount with the enterprise is US\$ 3,698,236, including ICC US\$ 2,490,936, and IOC US\$ 1,207,300.

Incremental Capital Costs

The actual incremental capital costs for conversion was US\$ 4,188,630, among which US\$ 2,490,936 was funded by the MLF, and the US\$ 1,697,694 was co-financed by the enterprise.

The details of ICC are as follows:

No.	Cost Head		Actual cost (US\$)
1	Product and process redesign		
	System	System redesign	32,130.95
	Process	Process redesign	
	Miscellaneous	Documentation and research	
	Compressor	Compressor redesign	166,666.67
	Software	Heat exchange analysis software	93,133.14
	Certification	Testing and certification	49,019.61
		Sub-total	340,950.37
2	Modification of production lines		
	Compressor	Compressor parts casting model	148,962.42
		Compressor parts casting box	39,491.17
		Tooling for CO2 compressor	192,900.29
		Measuring and inspection tools	19,117.65
		CO2 compressor machining tool	500,578.38
		CO2 compressor casing test device	78,675.59
		Co2 compressor air load test device	180,392.16
	Pressure vessels	Equipment for stainless steel parts	110,351.31
		Tooling for stainless steel containers	16,425.16
		High-pressure testing of CO2 vessels	57,026.14
		Testing for CO2 U-tub	134,836.60
		Tooling for CO2 U-tube	
		Development cost for CO2 U-tube	
		CO2 high pressure air drying system	13,316.99
		Magnetic flaw detector for CO2 vessels	6,045.75
		Universal shock testing for CO2 vessels	5,555.56
		Impact testing for CO2 vessels	3,594.77
		Low-temperature test room	79,084.97
		Welding test plate for CO2 vessels	39,183.01
		Sub-total	1,625,537.91
3	Modification of test devices for product performance		
	Test devices	Materials and installation of test devices	910,926.47
	Pressure vessel parts	Components of pressure vessels ten types	
	Instruments	74 different test device instruments	
	Software	Test software and debugging	
	Consumables	Refrigerant and lubricants	
	Commissioning	Test device commissioning	
	Sub-total	910,926.47	
4	Manufacturing of prototypes		

	CO2 compressor	Four sets/specification x 2 specifications	344,207.24
	Pressure vessels	Matching pressure vessels and parts	365,867.65
	Pressure vessels	System pressure vessels	377,366.38
	Ammonia system	High temperature ammonia system	-
	Controls	Electrical and other controls	32,065.48
		Sub-total	1,119,506.75
5	Personnel training		
	Training	Training for about 300 persons	62,847.88
		Sub-total	62,847.88
6	Technology dissemination		
	Workshop	Technology dissemination workshop	128,860.46
	Communication	Technology communication	
	Events	Participation in exhibitions	
		Sub-total	128,860.46
7	Contingencies		
		For enterprise	0
		Sub-total	0
ICC for enterprise		TOTAL	4,188,630
		Total fund by MLF	2,490,936
		Co-financing by enterprise	1,697,694

Incremental Operating Costs

The agreed total incremental operating costs calculated for one-year duration amount to US\$ 1,207,300.

The production line is commercial running, and the IOC will be disbursed to enterprise in the next 2 years according to new products sales quantity. The data of IOC is preliminary value.

The cost for the baseline HCFC-22 based two-stage systems are summarized as below:

No.	Item	Cost (US\$)
1	Low pressure screw compressor units	21,250
2	High pressure screw compressor units	14,779
3	Condenser	8,853
4	Siphon tank	1,338
5	High-pressure liquid receiver	2,470
6	Intercooler	1,853
7	Low-pressure cycle barrel	3,706
8	Canned motor pump	1,176
9	Piping and auxiliary materials	9,750
10	Valve	4,368
11	System control cabinet	3,176
Total		72,720

The cost for the NH₃/CO₂ cascade systems to replace the above would be as below:

No.	Item	Cost (US\$)
1	NH ₃ screw compressor units	15,000
2	Condenser	8,852
3	NH ₃ liquid receiver	1,030
4	NH ₃ oil receiver	250
5	CO ₂ screw compressor units	15,808

6	CO ₂ condenser evaporator	5,206
7	CO ₂ gas-liquid separator	3,294
8	CO ₂ Low-temperature cryogenic pumps	2,030
9	CO ₂ liquid receiver	2,470
10	CO ₂ heat exchanger	3,118
11	CO ₂ auxiliary heat exchanger	2,059
12	Heat exchanger for defrosting	1,765
13	Heat source pump for defrosting	1,471
14	Auxiliary cooling units	4,426
15	Piping and auxiliary materials	6,338
16	Valve	7,794
17	System control cabinet	3,882
Total		84,793

6. Impact

The project was completed and 250 metric tonnes of HCFC-22 usage was phased out. Over a 15-year life-span of the refrigeration systems manufactured by the enterprise and covered by this project, direct and indirect emission reductions amounting to about 1.66 million CO₂-eq tonnes will be achieved, thus contributing to protection of both the ozone layer and the climate system.

The technology route is innovative, the resulting product has significant advantages in terms of environment friendliness and energy efficiency, and the safety performance is greatly improved. Thus, the market prospect and competency of the products are sound. The project has been a good demonstration and promotion of advanced HCFC alternative technologies in the industrial and commercial refrigeration sector.