

Número: K0W0701R001-GZ-001



FOTON

**7,5 toneladas, totalmente eléctrico**  
**Especificaciones de modificación de vehículos**  
**especiales**

Número de proyecto:

Modelo del producto:

Elaborado por:

Firmado conjuntamente por:

Revisado por:

Aprobado por:

Aprobado por:

Fecha de aprobación:

## **Prologo**

Estas especificaciones de modificación se aplican a la modificación del chasis de la serie de vehículos eléctricos puros de 7,5 toneladas desarrollado por Beijing Foton Motor Co., Ltd.

Durante la modificación, respete los requisitos descritos en estas especificaciones. El incumplimiento de estos podría comprometer el rendimiento y la fiabilidad del chasis. Si algún aspecto no le queda claro o si tiene requisitos especiales para el chasis, póngase en contacto con Foton Motor Co., Ltd. lo antes posible. Esperamos que este manual le resulte útil durante las modificaciones. Si lo utiliza junto con el manual del propietario del vehículo, comprenderá mejor el funcionamiento del vehículo. Los derechos de autor de este manual pertenecen a Beijing Foton Motor Co., Ltd. No se permite la reproducción ni la duplicación de ninguna parte de este manual en ningún formato sin el consentimiento previo por escrito.

Dado que la estructura y el rendimiento de nuestros productos se someten a continuas mejoras y perfeccionamientos, los productos reales pueden diferir de los parámetros aquí indicados. Todas las especificaciones están sujetas al producto real, y estas especificaciones solo tienen carácter de referencia.

Si los usuarios tienen requisitos especiales o alguna pregunta sobre modificaciones relacionadas con el chasis, Foton Motor Co., Ltd. proporcionará servicios de consulta

técnica adicionales.

## **Índice**

### **I. Descripción general y gama de modelos de la plataforma de vehículos eléctricos puros de 7,5 t**

1. Descripción general de la plataforma de vehículos eléctricos puros de 7,5 t

1.1 Descripción general de los tres sistemas eléctricos de nueva energía

1.2 Descripción general del sistema de transmisión

2. Gama de modelos

### **II. Especificaciones de modificación**

1. Ámbito

2. Referencias normativas

3. Principios fundamentales y consideraciones para la modificación

3.1 Principios fundamentales de la modificación

3.2 Precauciones de seguridad

4. Especificaciones de modificación del chasis

4.1 Toma de fuerza de la estructura superior

4.2 Extracción de energía eléctrica de la estructura superior

4.3 Suministro de gas de la estructura superior

4.4 Modificaciones del chasis

4.5 Carrocería

4.6 Sistema eléctrico

4.7 Tren motriz

4.8 Sistema de frenado

### **III. Cálculos**

1. Distancia entre ejes y voladizo trasero

2. Centro de gravedad

3. Coeficiente de utilización de la masa

4. Velocidad máxima

5. Pendiente máxima

6. Potencia y par motor de la toma de fuerza de la transmisión

7. Cálculo y verificación del ángulo de estabilidad lateral

## 8. Círculo de giro y radio de giro del vehículo

### I. Descripción general y gama de modelos de la plataforma de vehículos eléctricos puros de 7,5 toneladas:

#### 1. Descripción general de la plataforma para vehículos eléctricos puros de 7,5 toneladas:

Descripción general de los sistemas de triple electricidad de nueva energía

El sistema de triple electricidad de nueva energía integra tecnología de vanguardia y se centra en resolver los cuellos de botella críticos de los vehículos comerciales de nueva energía. Gracias a más de dos décadas de perfeccionamiento técnico y acumulación de I+D, logra una mayor eficiencia, un tamaño más reducido, un peso más ligero y una mayor seguridad y fiabilidad, lo que le confiere un valor comercial líder en el sector.

- Cuenta con una VCU de tercera generación desarrollada de forma independiente y compatible con entornos de alimentación de 12 V y 24 V. Desarrollada de acuerdo con las especificaciones funcionales de AUTOSAR, incorpora capacidades completas de diagnóstico y gestión de fallos.
- Al integrar múltiples algoritmos de control del vehículo, introduce una nueva generación de marco de control del vehículo estandarizado y basado en una plataforma, lo que proporciona una mayor estabilidad y fiabilidad en la gestión del vehículo.
- Las estrategias optimizadas de recuperación de energía del vehículo reducen el consumo de energía por cada 100 kilómetros, lo que permite alcanzar una eficiencia energética líder en el sector.
- La solución optimizada de control eléctrico del vehículo mejora la integración y la eficiencia del sistema.
- El chasis incorpora disposiciones para la toma de fuerza auxiliar (PTO) y la extracción de energía de alto voltaje, lo que facilita los requisitos de personalización para diversas aplicaciones de vehículos especializados.
- La batería de nuevo diseño ofrece mejoras significativas en cuanto a índice de protección, resistencia estructural, eficiencia de carga y adaptabilidad al entorno.
- Los protocolos de carga de vehículos estandarizados permiten la compatibilidad con las normas de carga chinas y europeas, lo que amplía la aplicabilidad operativa.
- Se ha implementado la supervisión en línea las 24 horas del estado operativo de la batería del vehículo, lo que mejora las capacidades de alerta temprana de fallos de la batería.

#### II. Especificaciones de la modificación:

**1. Ámbito de aplicación:** El presente documento especifica los datos técnicos y las precauciones para modificar el chasis del vehículo especializado eléctrico puro Foton de 7,5 toneladas. Se aplica exclusivamente a las modificaciones relativas al chasis de la plataforma del vehículo especializado eléctrico puro de 7,5 toneladas.

**2. Referencias normativas:** Este documento incorpora contenido de múltiples normas, detalladas en la lista de referencias. Cuando se cita una fecha específica, solo se aplica

esa versión; cuando no se especifica ninguna fecha, se aplica la última versión (incluidas todas las enmiendas).

### **3. Principios fundamentales y consideraciones para la modificación**

#### **3.1 Principios fundamentales de la modificación**

##### **3.1.1 Requisitos técnicos para la modificación**

Los talleres de modificación que realicen conversiones utilizando modelos de vehículos eléctricos puros de 7,5 toneladas deben asumir toda la responsabilidad del vehículo completo. Los requisitos técnicos durante la modificación incluyen:

- La integridad estructural de los componentes modificados y su conexión con el chasis.
- La racionalidad del centro de gravedad del vehículo modificado (distribución de la carga por eje, altura del centro de gravedad, distribución equilibrada de la carga lateral, etc.).
- Determinar el centro de gravedad del vehículo basándose en la distribución de la carga por eje, asegurándose de que se sitúe lo más bajo posible. La masa total y el centro de gravedad del vehículo modificado deben establecerse en función del chasis, la superestructura y el peso de la carga. Se debe intentar alinear el centro de gravedad de la superestructura con el centro de carga útil del chasis para garantizar una distribución equilibrada de la carga por eje en ambos lados, sin sesgar hacia ningún lado en particular.
- La racionalidad de cualquier mecanizado adicional realizado en el chasis original debido a los requisitos de modificación.
- Los indicadores de transitabilidad, como la distancia mínima al suelo, el ángulo de aproximación, el ángulo de salida y el ángulo de ruptura, deben cumplir con las normas y requisitos operativos pertinentes para vehículos especializados.
- Al diseñar la superestructura, todos los puntos de mantenimiento, puntos de lubricación, puntos de llenado de aceite, puntos de carga, tapones de inspección, mirillas de nivel de líquido, cajas de batería, soportes de rueda de repuesto y controles de inclinación de la cabina deberán ser fácilmente accesibles. Los fabricantes de modificaciones no deberán alterar la ubicación ni el contenido de las placas de identificación. El diseño de la superestructura no deberá impedir el mantenimiento o la reparación del chasis y deberá garantizar que la cabina pueda inclinarse hasta su ángulo máximo.
- Los vehículos modificados deben conservar la placa de identificación original del chasis y el número de identificación del vehículo (VIN) original del vehículo incompleto. El VIN original debe aparecer completo en el componente modificado o en la placa de identificación del producto modificado.
- El diseño de la estructura superior deberá cumplir con la normativa pertinente sobre chasis y no deberá alterar arbitrariamente las funcionalidades existentes del chasis. Durante la fabricación e instalación de la estructura superior, no se deberá alterar sin autorización la distancia entre ejes del chasis, la anchura de vía, los componentes pertinentes y su posicionamiento. Se deberán garantizar los requisitos de resistencia a la corrosión del vehículo tras la modificación.
- El fabricante de la modificación asumirá toda la responsabilidad por el diseño, la fabricación y la instalación tanto de las modificaciones del chasis del vehículo especializado como de la superestructura, y será responsable del vehículo completo.
- La fiabilidad y la facilidad de mantenimiento del vehículo modificado se mantendrán al mismo nivel que el vehículo original.

- Todos los parámetros del vehículo especial modificado deben cumplir con las normas, reglamentos, anuncios, certificación CCC, requisitos de protección medioambiental y otras certificaciones aplicables pertinentes.

### 3.1.2 Requisitos básicos de modificación

#### ① Dimensiones generales del vehículo

Las dimensiones externas totales del vehículo modificado deben cumplir con las disposiciones pertinentes del anuncio de certificación y la norma GB 1589 «Límites para las dimensiones externas, las cargas por eje y las masas de los vehículos de motor, los remolques y los trenes de carretera». En el caso de los vehículos especiales cuyas dimensiones externas y límites de masa/carga por eje no entren en el ámbito de aplicación de la norma GB 1589, se aplicarán las normas industriales correspondientes.

Tabla 3-1 Dimensiones máximas para otros vehículos de motor, remolques y trenes de vehículos de motor Unidad (mm)

Tipo de vehículo				
Vehículo de motor	Camión de baja velocidad	6000	2000	2500
	Camiones y tractores de semirremolque	12000 <sup>b</sup>	2550 <sup>c</sup>	4000
<p>a) Cuando la dirección se realiza mediante un volante, la transmisión de potencia se realiza mediante un eje de transmisión y el vehículo incorpora una cabina con espacio de almacenamiento diseñado detrás del asiento del conductor, los límites de longitud, anchura y altura serán de 5200 mm, 1800 mm y 2200 mm, respectivamente.</p> <p>b) Los límites de longitud para los vehículos especiales no se aplican, pero deben cumplir con las normas pertinentes.</p>				

Las dimensiones exteriores totales de los vehículos modificados también deberán cumplir los requisitos correspondientes de la cláusula 4.1.2 de la norma GB 1589:

- La proyección lateral del dispositivo de visión indirecta del vehículo no deberá exceder los 250 mm más allá de la anchura del vehículo.
- Cuando estén abiertas, las ventanas del techo, los dispositivos de ventilación, etc., no sobresaldrán más de 300 mm de la altura del vehículo.

#### ② Parámetros de masa del vehículo

- La carga por eje del vehículo especializado modificado debe cumplir los requisitos del anuncio de certificación y la carga por eje técnicamente admisible.
- Durante el diseño de la carrocería, se calculará la masa total del vehículo para garantizar una distribución razonable de la carga por eje.
- La distribución de la carga debe ser sustancialmente uniforme entre los lados izquierdo y derecho, sin un sesgo significativo hacia un lado; la desviación máxima no debe exceder del 3 % al 4 %.
- El peso bruto máximo del vehículo y la carga por eje del vehículo modificado deben ser lo más cercanos posible a las especificaciones originales del vehículo y no deben superar los requisitos de homologación del chasis. El peso bruto del vehículo no debe aumentarse arbitrariamente.

- La carga máxima por eje técnicamente admisible para la serie de vehículos eléctricos puros de 7,5 toneladas se muestra en la tabla 3-3 a continuación.

**Tabla 3-3 Cargas máximas por eje técnicamente admisibles**

Modelos de la serie de vehículos eléctricos puros de 7,5 toneladas		Peso bruto del vehículo (kg)	Carga máxima admisible por eje (kg)			
			Eje delantero	Eje delantero	Eje trasero	Eje trasero paralelo
Vehículo	4×2	7480	3000	/	4480	/

### ③ Radio de giro y radio de oscilación del vehículo

Los semirremolques y remolques diseñados por talleres de conversión deben garantizar que los valores mínimos de radio de giro y oscilación del tren de carretera cumplan con los requisitos reglamentarios. La norma GB 7258 «Condiciones técnicas para el funcionamiento seguro de los vehículos de motor» estipula que «los vehículos de motor y los trenes de carretera (excluidas las partes salientes de los equipos funcionales especializados), así como las unidades de transporte con tractor de ruedas, deben ser capaces de desplazarse dentro del mismo círculo de giro del vehículo. El diámetro exterior D1 del círculo de giro del vehículo será de 25,00 m y el diámetro interior D2 será de 10,60 m». Al pasar de un desplazamiento en línea recta al movimiento circular mencionado anteriormente, la proyección máxima hacia el exterior (valor de oscilación) de cualquier parte del vehículo de motor, combinación de vehículos de motor o unidad de transporte con tractor de ruedas más allá del plano vertical de la superficie exterior del vehículo durante el desplazamiento en línea recta no debe superar los 0,80 m.

### ④ Espacio libre para el movimiento de las ruedas

El espacio de movimiento de las ruedas del chasis se muestra en las figuras 3-1 y 3-2:  
 K3: Holgura de rebote de la rueda  $\alpha_1$ : Ángulo máximo de la rueda delantera (rueda exterior)  
 $\beta_1$ : Ángulo máximo de la rueda delantera (rueda interior) N1: Ancho de vía de la rueda delantera

N4: Ancho del bastidor delantero

Nota: El espacio libre mínimo entre la envolvente de la rueda delantera y los componentes circundantes debe ser  $\geq 20$  mm.

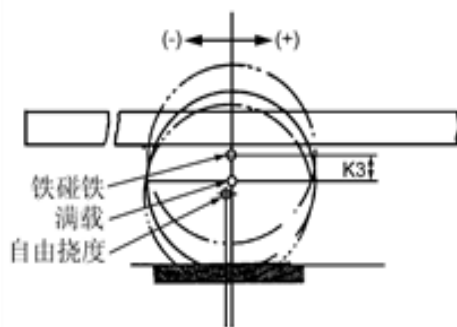


Figura 3-1 Deformación del neumático

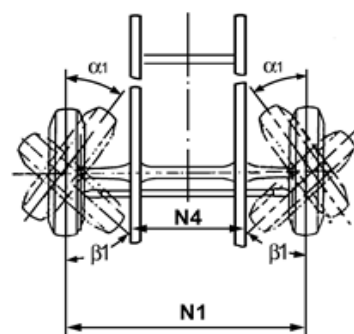


Figura 3-2 Rotación de la rueda

### ⑤ Protección lateral para vehículos de motor

De conformidad con la norma GB 7258 «Condiciones técnicas para el funcionamiento seguro de los vehículos de motor», los vehículos deben estar equipados con dispositivos de protección lateral. Los fabricantes pueden diseñar e instalar dichos dispositivos de acuerdo con los requisitos del vehículo y del modelo, respetando las siguientes condiciones:

- Los vehículos con una masa máxima superior a 3500 kg (excluidos los tractores de

semirremolque), los vehículos especiales modificados a partir de chasis de camión y los remolques deberán estar provistos de protección lateral para evitar que las personas queden atrapadas debajo del vehículo, de conformidad con la norma GB 11567 «Requisitos para la protección lateral y trasera contra el empotramiento de los vehículos de motor y los remolques».

- Según la norma GB 11567, «En los vehículos de las categorías N2, N3, O3 y O4, se debe proporcionar una protección lateral eficaz en toda la longitud para evitar que los usuarios de la vía pública desprotegidos caigan debajo del vehículo y queden atrapados bajo las ruedas».
- El diseño y la instalación del dispositivo de protección lateral no deben interferir con la caja de la batería del chasis, el depósito de combustible o la rueda de repuesto (montada lateralmente).
- Los dispositivos de protección lateral deberán ser diseñados e instalados por el fabricante de la conversión de acuerdo con las disposiciones específicas de la norma GB 11567 «Requisitos para la protección lateral y trasera de vehículos de motor y remolques». Es obligatorio el cumplimiento de las normas y reglamentos nacionales pertinentes.

#### ⑥ **Dispositivo de protección trasera contra empotramiento**

De conformidad con la norma GB 7258 «Condiciones técnicas para el funcionamiento seguro de los vehículos de motor», los vehículos deben estar equipados con un dispositivo de protección trasera contra empotramiento que cumpla con la norma GB 11567 «Requisitos para la protección lateral y trasera contra empotramiento de vehículos de motor y remolques». Por lo general, los chasis eléctricos de carga media de Foton proporcionan protección trasera contra empotramiento. Los modificadores también pueden diseñar e instalar sus propios sistemas de protección trasera contra empotramiento de acuerdo con sus requisitos; sin embargo, el diseño y la instalación de dichos sistemas deben cumplir con la norma GB 11567 «Requisitos para la protección lateral y trasera contra empotramiento de vehículos de motor y remolques».

- Los vehículos con una masa máxima superior a 3500 kg, los vehículos de trabajo especializados modificados a partir de chasis de camiones y los remolques deben proporcionar protección trasera contra empotramiento que cumpla con la norma GB 11567 para evitar colisiones por empotramiento durante los impactos traseros.
- Según la norma GB 11567, «para los vehículos de las categorías N2, N3, O3 y O4, el dispositivo de protección trasera contra empotramiento puede diseñarse con diferentes posiciones de montaje en la parte trasera del vehículo. En tales casos, deben utilizarse métodos fiables para garantizar que permanezca fijado de forma segura en la posición de montaje designada después de la instalación. Debe poseer una capacidad de bloqueo suficiente en paralelo al eje longitudinal del vehículo para evitar la penetración durante las colisiones traseras».
- Los dispositivos de protección trasera contra empotramiento deberán ser diseñados e instalados por los fabricantes de conversiones de acuerdo con las disposiciones específicas de la norma GB 11567 «Requisitos para la protección lateral y trasera de los vehículos de motor y remolques». El cumplimiento de las normas y reglamentos nacionales pertinentes es obligatorio.

#### ⑦ **Luces de posición laterales, marcadores reflectantes y luces de contorno del vehículo**

Los fabricantes de modificaciones deberán diseñar e instalar de forma independiente las luces de posición laterales, las marcas retrorreflectantes y las luces de gálibo del vehículo de acuerdo con los requisitos del vehículo y del modelo, de conformidad con la norma GB 7258 «Condiciones técnicas para el funcionamiento seguro de los vehículos de

motor». El diseño de estas luces, marcas y luces de gálibo deberá ajustarse a las normas y reglamentos nacionales pertinentes.

### ⑧ Protectores de ruedas

De conformidad con la norma GB 7063 «Protectores de ruedas para vehículos», los vehículos deben estar equipados con protectores de ruedas. El diseño y la instalación de los protectores de ruedas deberán cumplir los siguientes principios:

- El diseño y la instalación de los guardabarros deberán cumplir con las disposiciones de la norma GB 7063 «Guardabarros para vehículos».
- Los soportes de los guardabarros deberán diseñarse e instalarse, cuando sea posible, en el subchasis superior o en la estructura de la carrocería.
- La distancia entre el guardabarros y el neumático se determinará por el desplazamiento vertical máximo de la rueda del chasis. La altura del guardabarros se medirá desde el plano superior del bastidor del chasis. La altura del guardabarros debe superar en 200 mm el plano superior de la viga longitudinal del chasis. Si se requieren cadenas para la nieve en invierno, la altura del guardabarros debe superar en 250 mm el plano superior del bastidor del chasis.

### ⑨ Guardabarros traseros

Los vehículos con una masa máxima superior a 7500 kg, los vehículos de trabajo especializados modificados a partir de chasis de camión y los remolques con una masa máxima superior a 3500 kg deberán estar equipados con un sistema de guardabarros. La superestructura deberá garantizar el cumplimiento de los requisitos relativos a los guardabarros traseros especificados en la cláusula 11.10.1 de la norma GB 7258 «Condiciones técnicas para el funcionamiento seguro de los vehículos de motor» ( ).

### ⑩ Distancia entre la cara frontal de la superestructura y la cabina o la caja de la batería

Modelo de vehículo eléctrico puro de 7,5 toneladas (BJ1188EVJA2)

Ancho de la carrocería	Distancia entre ejes	Configuración de la cabina	Distancia L desde el borde delantero de la superestructura hasta la placa protectora del paquete de baterías (mm)
2060	3800	Una sola fila	≥50

### ⑪ Requisitos especiales de protección de seguridad

□ Los vehículos y remolques equipados con elevadores traseros deberán estar provistos de dispositivos de bloqueo mecánico para evitar que la plataforma de carga se baje o se abra automáticamente. Esto deberá cumplir con la cláusula 12.11.4 de la norma GB 7258 «Condiciones técnicas para el funcionamiento seguro de los vehículos de motor».

□ En los camiones y remolques equipados con elevadores traseros en voladizo o verticales, se instalará una bandera de advertencia en la parte trasera del elevador trasero. Esta bandera deberá poder oscilar libremente, con sus marcas reflectantes orientadas hacia el exterior del vehículo. Esto deberá cumplir con la cláusula 12.11.5 de la norma GB 7258 «Condiciones técnicas para el funcionamiento seguro de los vehículos de motor».

## ⑫ Montaje y fijación de la rueda de repuesto

El chasis de la serie de vehículos eléctricos puros de 7,5 toneladas ofrece dos configuraciones de montaje de la rueda de repuesto: lateral y trasera.

En caso de que sea necesario modificar la ubicación del montaje de la rueda de repuesto, los fabricantes de conversiones podrán diseñar la disposición del montaje de acuerdo con las circunstancias específicas del vehículo modificado.

El diseño del montaje de la rueda de repuesto deberá cumplir con lo siguiente:

- Garantizar el espacio libre para el vehículo modificado.
- Cumplimiento de las dimensiones externas del vehículo modificado.
- La rueda de repuesto debe estar bien sujeta, montada de forma fiable y ser fácilmente accesible.
- Cuando la rueda de repuesto esté diseñada para su montaje lateral, el soporte de la rueda de repuesto se colocará lo más cerca posible del travesaño del bastidor del vehículo, con una distancia horizontal que no supere los 600mm .
- Después de apretar la tuerca de la bandeja y la cadena, suelde la tuerca a la cadena para garantizar una unión segura, evitando que se afloje durante el funcionamiento y que la rueda de repuesto se caiga.



## ⑬ Dispositivo de remolque trasero

Los modelos de la serie de vehículos eléctricos puros de 7,5 T están equipados únicamente con un gancho de remolque básico.

Si se requiere un dispositivo de remolque trasero de alta resistencia o un gancho de remolque automático para remolcar remolques completos más pesados, solo se pueden utilizar productos y modelos aprobados por Beijing Foton Motor Co., Ltd.

Las modificaciones de la viga transversal trasera no deben alterar la longitud del voladizo trasero del chasis. Cualquier plan de modificación debe ser confirmado por Foton Motor Co., Ltd.

## ⑭ Equipo adicional

El equipo adicional añadido durante la modificación del vehículo (como sistemas de control de la superestructura, cajas de repuestos y cajas de herramientas) debe montarse en el lado exterior del bastidor del chasis. Se estipula que las placas de refuerzo deben instalarse en el lado interior de las bridas del bastidor del chasis.

Siempre que sea posible, se deben utilizar los orificios existentes en los largueros y travesaños del bastidor. Si es necesario taladrar, las dimensiones y la separación de los orificios deben cumplir con la normativa pertinente para taladrar en el bastidor.

Cuando equipos de gran tamaño, como grupos electrógenos o compresores de aire independientes, no sean adecuados para su montaje externo debido a su peso o tamaño, podrán colocarse directamente sobre el chasis, normalmente en un lugar adecuado detrás de la cabina. Su base debe estar conectada al chasis mediante un subchasis.

### 3.2 Precauciones de seguridad

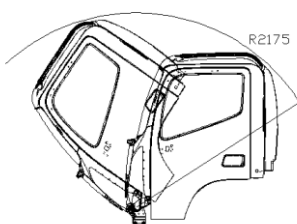
Para mejorar la fiabilidad general del vehículo, respete los procedimientos y precauciones de seguridad durante las modificaciones del vehículo.

#### 3.2.1 Precauciones para la inclinación de la cabina

- Aparque el vehículo en terreno llano y compruebe que haya suficiente espacio libre por encima y delante de la cabina. Asegúrese de que haya espacio suficiente por encima y detrás del techo de la cabina, sin que el radio de inclinación máximo comprometa la funcionalidad de la inclinación de la cabina, especialmente en el caso

de los compartimentos refrigerados con unidades de refrigeración montadas en el techo.

- Coloque la palanca de cambios en punto muerto.
- Accione el freno de mano y calce las ruedas si es necesario.
- Retire cualquier objeto suelto del interior de la cabina.
- Al inclinar la cabina, no se permite que haya personas u objetos a menos de 2500 mm delante de la cabina.
- Cuando la cabina esté en posición inclinada, antes de pulsar el interruptor de arranque auxiliar, confirme que la palanca de cambios está en punto muerto y que la palanca de la válvula del freno de estacionamiento está completamente levantada.
- Asegúrese de que la cabina se incline completamente hasta su ángulo máximo (55°) sin detenerse a mitad de camino.
- Como se ilustra, la carrocería de cabina sencilla ELE42 puede inclinarse hasta 55°, con un radio de inclinación de 2175 mm.



- Esta cabina es una cabina con inclinación hacia delante, por lo que requiere espacio libre por encima del techo y en la parte trasera de la cabina para poder moverse. Asegúrese de que haya suficiente espacio en la parte trasera y superior de la cabina para el movimiento de inclinación.
- La palanca manual de inclinación de la cabina requiere espacio libre para su funcionamiento; asegúrese de que haya suficiente espacio durante el montaje de la superestructura.

### 3.2.2 Modificaciones en los sistemas eléctricos de triple energía

- Durante la modificación, evite que los cables de alta tensión se doblen o se dañen.
- Evite el contacto entre los mazos de cables de alta tensión y objetos afilados o puntiagudos durante la modificación.
- Antes de la modificación, se deben desconectar los interruptores MSD (desconexión manual de servicio) positivo y negativo principales de la caja de distribución de alta tensión.
- El mazo de cables de alta tensión debe conservar su disposición original; su recorrido no debe modificarse arbitrariamente.
- Al insertar o retirar conectores de alta tensión, asegúrese de que el mecanismo de bloqueo esté desactivado antes de continuar.
- Se deben utilizar abrazaderas especiales resistentes a la alta tensión y aisladas al instalar mazos de cables de alta tensión.
- Al instalar conectores de alta tensión, asegúrese de que el enchufe y la toma estén alineados en línea recta para evitar que se desplace el sello impermeable.
- Está estrictamente prohibido retirar sin autorización las cubiertas de los componentes de alta tensión durante la modificación.
- Tenga cuidado de evitar daños por impacto en la carcasa del motor, especialmente alrededor de los conectores de baja tensión, la boquilla de agua y la caja de conexiones de alta tensión.

- Durante la modificación, no se permiten operaciones en vivo; la llave de encendido debe estar en la posición OFF. Al mismo tiempo, desconecte la unidad de alto voltaje MSD antes de retirar la batería MSD (al restaurar el vehículo de demostración, vuelva a conectar primero la batería MSD y, a continuación, vuelva a instalar la unidad de alto voltaje MSD).
  - Para vehículos almacenados durante largos periodos:
    - ① Para los vehículos almacenados durante períodos prolongados (más de 15 días), el rango óptimo de estado de carga (SOC) para el almacenamiento de la batería es del 40 % al 80 %.
    - ② El entorno de almacenamiento del sistema de batería debe estar bien ventilado, seco, protegido de la luz solar directa y la lluvia, y alejado de fuentes de calor.
    - ③ El vehículo debe someterse a una carga completa de la batería (SOC al 100 %) cada mes para evitar daños en la batería.
    - ④ Antes del primer uso tras un almacenamiento prolongado, realice una carga completa para restaurar el rendimiento óptimo de la batería.
  - Métodos de mantenimiento de la batería:
    - ① Ajuste el nivel de carga de la batería (SOC) entre el 25 % y el 40 %.
    - ② Con el vehículo parado, apague el contacto (gire la llave a la posición OFF), luego encienda el contacto (gire la llave a la posición ON) y desactive todos los equipos eléctricos a bordo.
    - ③ Mantenga el sistema eléctrico del vehículo encendido (llave en posición ON) y déjelo parado durante 12 a 15 horas sin necesidad de supervisión manual.
    - ④ Tras el periodo de espera, realice una carga completa.
  - En cuanto al sistema automático de extinción de incendios de la caja de la batería de alimentación:

Todas las comunicaciones del sistema utilizan el bus CAN; durante las modificaciones, no altere el cableado CAN del vehículo ni los conectores relacionados con la batería. Asegúrese de que el interruptor de control del sistema permanece correctamente conectado sin desconexiones; la luz indicadora verde debe iluminarse al encenderlo.
  - Nota sobre la desconexión de la alimentación de alta tensión: cualquier equipo eléctrico adicional instalado en la superestructura que requiera conexión a tierra debe conectarse directamente a un punto de montaje adecuado del chasis después de quitar la pintura. Utilice una arandela dentada en el punto de conexión a tierra. Está estrictamente prohibido conectar el cable de conexión a tierra de la superestructura al terminal negativo de la batería del chasis o al mazo de cables del chasis. En el caso de los componentes eléctricos generales, el «punto de conexión a tierra» puede compartir el «punto de conexión a tierra» de la batería o el «punto de conexión a tierra» del mazo de cables del vehículo, pero nunca debe estar situado junto a los «puntos de conexión a tierra» de la ECU o el ABS. Al conectar los cables de conexión a tierra al chasis, se debe raspar la pintura, aplicar vaselina industrial al terminal y utilizar sujetadores estándar para el montaje.
- (Nota: dado que el conjunto superior requiere conectarse a la fuente de alimentación de baja tensión del chasis (12 V o 24 V), una conexión floja entre el terminal negativo de la fuente de alimentación eléctrica del conjunto superior y el terminal negativo de la fuente de alimentación de baja tensión del chasis hará que los terminales negativos de la fuente de alimentación de baja tensión del vehículo tengan potenciales diferentes, lo que provocará un cambio de potencial. Cuando la tensión de la fuente de alimentación de baja tensión del vehículo se desvía más allá del rango de tolerancia del controlador (plataforma de tensión de 12 V: tensión < 9 V; plataforma de tensión de 24 V: tensión <

18 V), el controlador iniciará un reinicio de protección, lo que provocará la desconexión del sistema de alta tensión del vehículo. Por lo tanto, el terminal negativo de la fuente de alimentación del equipo de la superestructura debe mantenerse estrictamente al mismo potencial que el terminal negativo de la fuente de alimentación del chasis.

### **3.2.3 Sistema eléctrico**

- Durante el funcionamiento del motor, no está permitido aflojar, retirar o sustituir el cableado del alternador ni los cables de conexión de la batería.
- Durante la carga rápida de la batería, desconéctela del equipo eléctrico del vehículo.
- Cualquier modificación de las conexiones de tierra del vehículo debe garantizar el restablecimiento de un sistema de tierra totalmente eficaz.
- Cuando el cableado se corte debido a modificaciones estructurales, se deben emplear conectores impermeables.
- Al reubicar el cableado, se deben instalar manguitos aislantes y fijarlos firmemente al bastidor del vehículo.
- Durante las modificaciones, no se debe alterar la posición ni el método de conexión de los sensores relacionados con el sistema de control electrónico.
- Al realizar operaciones de soldadura o corte en el chasis, se debe apagar todo el equipo eléctrico. Desconecte los terminales positivo y negativo de la batería. Retire los mazos de cables y los componentes eléctricos del área de soldadura o corte, reubíquelos lejos de la zona de trabajo y protéjalos con materiales ignífugos para evitar daños por altas temperaturas o chispas. Al instalar elementos de fijación, como abrazaderas de caja de carga y pernos de sillín, asegúrese de que haya espacio libre entre los mazos de cables adyacentes para evitar daños por aplastamiento y fallos posteriores, como cortocircuitos o circuitos abiertos.
- Todos los componentes del sistema eléctrico han sido sometidos a una verificación de compatibilidad de diseño. El desarrollo de proveedores no debe realizarse de forma arbitraria. Si surge alguna necesidad, envíe solicitudes formales de aprobación a través de los procedimientos establecidos por la empresa. El uso no autorizado de componentes del sistema eléctrico que dé lugar a problemas de calidad u otras consecuencias será responsabilidad del departamento correspondiente.
- Desconecte el terminal negativo de la batería durante la modificación y aplique medidas de protección.
- Procedimiento de funcionamiento del elevador eléctrico: Abra el panel frontal. Encienda la fuente de alimentación principal. Pulse el interruptor del elevador eléctrico situado en el salpicadero del lado del conductor dentro de la cabina. Mantenga pulsado el botón del elevador eléctrico fuera de la cabina. Gire la palanca de control hacia abajo para inclinar la cabina y abrirla.
- Todos los conectores deben insertarse y retirarse con cuidado. Reduzca al mínimo el número de inserciones/retiradas a menos de 10 veces, especialmente en el caso de la VCU.
- Durante la modificación, los conectores expuestos deben incorporar medidas de impermeabilización, como tapones o juntas impermeables. Los mazos de cables deben alejarse de los componentes que se calientan mucho y de los que se mueven, fijarse firmemente y, en general, disponerse separando los mazos de alta tensión de los de baja tensión.
- La extracción de energía para las superestructuras debe cumplir estrictamente con las ubicaciones y especificaciones de interfaz predefinidas.
- Cuando el vehículo se almacene durante períodos prolongados (más de 15 días), se debe apagar el interruptor de alimentación principal y desconectar el terminal negativo de la batería para evitar que se descargue, lo que podría inutilizar el vehículo.
-

### **3.2.4 Transmisión de energía**

- Si es necesario realizar operaciones de soldadura en todo el vehículo, desconecte el conector TCU.

### **3.2.5 Accesorios eléctricos**

- Queda estrictamente prohibido realizar modificaciones en el sistema de refrigeración. Otras modificaciones deben evitar interferencias dinámicas o estáticas con los componentes del sistema de refrigeración, como el módulo de refrigeración, el radiador auxiliar, la bomba de agua y los soportes de las tuberías. Debe mantenerse un espacio libre suficiente para el mantenimiento de todos los componentes del sistema de refrigeración.
- No se debe modificar el sistema de montaje del motor. Otras modificaciones no deben causar interferencias dinámicas o estáticas con los componentes de montaje o las piezas estándar relacionadas. Se debe mantener un espacio libre operativo suficiente para los cojines, soportes y soportes de montaje del motor.

### **3.2.6 Precauciones de seguridad para la modificación del sistema de tuberías**

- Al realizar trabajos de soldadura, taladrado, esmerilado o utilizar sierras de fricción, se deben implementar medidas de protección para evitar que los arneses de cableado de alta tensión, los tubos de nailon y las mangueras de goma sufran daños por chispas o residuos.
- Durante la limpieza con vapor, los tratamientos anticorrosivos o el horneado de pintura infrarroja, los mazos de cables de alta tensión, los tubos de nailon y las mangueras de goma deben protegerse contra daños térmicos.
- Antes de montar las tuberías de acero, inspeccione las superficies de contacto de las tuberías y los accesorios para garantizar la compatibilidad de las juntas. No se permiten rebabas, virutas de metal, picaduras, arañazos u otros defectos. Después del montaje, compruebe la integridad de la tubería para confirmar que no hay fugas.
- Antes de montar tuberías neumáticas de acero, aplique sellador de manera uniforme a las superficies cónicas externas donde se acoplan la tubería y el accesorio.
- Al apretar las tuercas en ambos extremos de la tubería de acero, asegúrese de que la orientación de la rosca sea correcta.
- Los tubos de acero se fijarán con abrazaderas a intervalos de 600-700 mm. Las mangueras flexibles se fijarán con soportes o abrazaderas a intervalos de 400--600mm y se sujetarán con bridas a intervalos de 150--200mm . Se añadirán puntos de fijación adicionales donde sea probable que se produzcan interferencias. Los mazos de cables se fijarán a intervalos de 300--400mm , asegurándose de que la amplitud de oscilación entre los puntos de fijación sea inferior a 30mm .
- Al modificar el sistema de frenado, se deben calzar las ruedas. Al modificar el aparato de frenado, utilice únicamente conectores de tubería y mangueras de plástico homologados por Beijing Foton Motor Co., Ltd. Se debe liberar todo el aire comprimido de los conductos de freno, se debe purgar el aire del depósito de aire y se debe accionar el freno de estacionamiento.

### **3.2.7 Requisitos del soporte de la manguera**

- Soportes del arnés de mangueras: Las superficies de contacto entre los soportes y las tuberías deben estar libres de rebabas, bordes afilados o superficies cortantes.
- Soportes de tuberías metálicas: los soportes no deben entrar en contacto directo con las tuberías; se deben utilizar abrazaderas de tuberías no metálicas para fijarlos y evitar interferencias por fricción.
- Los soportes para componentes de fuentes de calor no deben reutilizarse para fijar conductos, a fin de evitar daños por conducción térmica en los mismos.

- Los puntos de fijación de los soportes deben estar alejados de las fuentes de calor. Cuando sea inevitable, deben aplicarse medidas adicionales de aislamiento térmico para proteger las tuberías.
- Distancia entre las tuberías y los sistemas de escape:  $\geq 150\text{mm}$  o sin aislamiento;  $\geq 70\text{mm}$  o con aislamiento. Evite daños en las tuberías por conexiones sueltas y fugas de gas. Cuando sea imposible evitarlo, aplique medidas de aislamiento para proteger las tuberías.
- Las tuberías cercanas a fuentes de calor deben cumplir los requisitos de distancia y aislamiento, y además requieren ventilación para evitar la acumulación de calor.

### **3.2.8 Precauciones durante la soldadura**

- Durante la soldadura, los terminales positivo y negativo de la batería deben estar completamente desconectados.
- Durante la soldadura, deben desconectarse los conectores MSD positivos y negativos principales de la caja de distribución de alta tensión. En los modelos sin MSD, deben desconectarse los mazos de cables positivos y negativos principales conectados a la batería de alimentación.
- Apague el interruptor de encendido, ya que el vehículo contiene numerosos componentes eléctricos que pueden resultar dañados por corrientes de soldadura excesivas.
- Evite estrictamente el agua y la humedad.
- Evite el enfriamiento rápido después de la soldadura.
- Tenga cuidado de evitar que las salpicaduras de soldadura dañen los arneses de cableado, las líneas de aceite, los componentes de goma o las piezas de resina durante la soldadura.
- Elimine los recubrimientos superficiales antes de soldar.
- El chasis suele estar fabricado con acero de alta resistencia; precaliente antes de soldar y utilice electrodos con bajo contenido en hidrógeno.

### **3.2.9 Pulverización de superficies**

Las operaciones de pulverización de superficies deberán cumplir con las normas nacionales pertinentes y las normas de seguridad de los vehículos. La pulverización de superficies no debe comprometer el rendimiento ni la calidad de la superficie del chasis del vehículo. Preste especial atención a las siguientes áreas durante la pulverización:

- Placas de identificación y placas de características.
- Pistones del cilindro de elevación de la cabina.
- Válvulas de ventilación de la transmisión y los ejes.
- Mangueras de freno.
- Baterías, mazos de cables, ECU y conectores.
- Depósitos y depósitos de la dirección asistida.
- Lámparas, cristales y juntas de estanqueidad.
- Accesorios interiores de la cabina, interruptores, bisagras y juntas de goma.
- Superficies de contacto entre las ruedas y los tambores de freno.
- Guardabarros traseros.
- Las cajas de conexiones de alta/baja tensión del motor, las válvulas de ventilación, las marcas estampadas y las ubicaciones de las placas de identificación no deben pintarse.

## **4. Especificaciones de modificación del chasis**

### **4.1 Instalación de toma de fuerza de alta tensión**

#### **4.1.1 Tipos de interfaz de toma de fuerza de alta tensión CC**

La interfaz de toma de fuerza de alta tensión CC es un dispositivo para suministrar energía de alta tensión CC a equipos especializados. Las interfaces de toma de fuerza están disponibles en configuraciones de tipo prensaestopas o enchufables.

#### 4.1.2 Especificaciones de la interfaz de toma de fuerza de alta tensión CC

La interfaz de toma de fuerza de alta tensión CC está instalada en la unidad electrónica de potencia situada debajo de la cabina:

La ubicación de la interfaz de toma de corriente continua se indica en la siguiente figura:

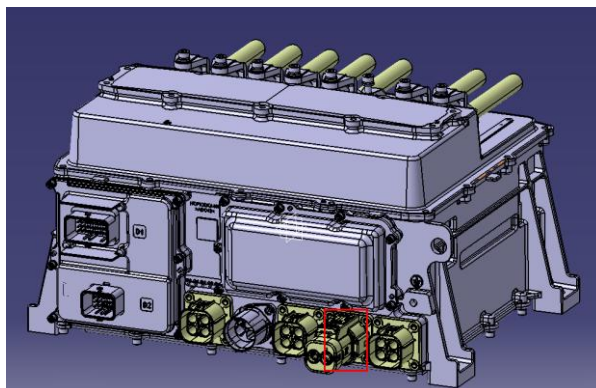


Figura 4-1 Interfaz de toma de fuerza de alta tensión montada en la parte superior, tipo prensaestopas

#### 4.1.3 Instrucciones de funcionamiento de la toma de fuerza de alta tensión CC:

1. Antes de instalar el mazo de cables de alta tensión CC, desconecte primero el interruptor MSD (desconexión manual de servicio) del vehículo. Espere cinco minutos antes de continuar para asegurarse de que el sistema de alta tensión del vehículo esté desenergizado.

2. Procedimiento de instalación del arnés de distribución de alta tensión CC:

- Inserte el conector del arnés de alta tensión correspondiente en la interfaz de toma de fuerza de alta tensión de la unidad electrónica de potencia.
- Enganche los pestillos del conector para asegurar la conexión. Instalación completada.

3. Vuelva a instalar el interruptor MSD (desconexión manual de servicio) del vehículo para restablecer el suministro de energía normal.

#### 4.1.4 Parámetros de la interfaz de extracción de alimentación de alta tensión CC

Modelo del vehículo	Potencia de distribución de alta tensión CC (kW)	Tensión del puerto de toma de fuerza (V)	Tipo de interfaz de la unidad electrónica de potencia	Modelo de terminal del arnés de conexión
Vehículo eléctrico puro de 7,5 toneladas	15/30	502	Tipo de conector	Relco REL-T2PNH-10-A (terminal de 10 pines: 6.604.190001)

## 4.2 Entrada de gas superior

### 4.2.1 Especificaciones de la interfaz de entrada de gas

1. Para los modelos con configuraciones de entrada de aire preinstaladas, consulte la figura 4-16 para conocer las especificaciones de la interfaz de entrada de aire.

2. Para los modelos sin configuración de entrada de aire reservada, como se muestra a continuación, retire la tapa del tapón durante la modificación.

- Cuando hay un conjunto de cilindro auxiliar, la interfaz de extracción de gas suele estar situada en la tapa del extremo del depósito de aire, con el puerto reservado sellado con un tapón M22×1,5.
- Cuando no hay un conjunto de cilindro auxiliar, la entrada de aire se toma normalmente del puerto 24 del conjunto del secador, que se sellará con un tapón M22×1,5.

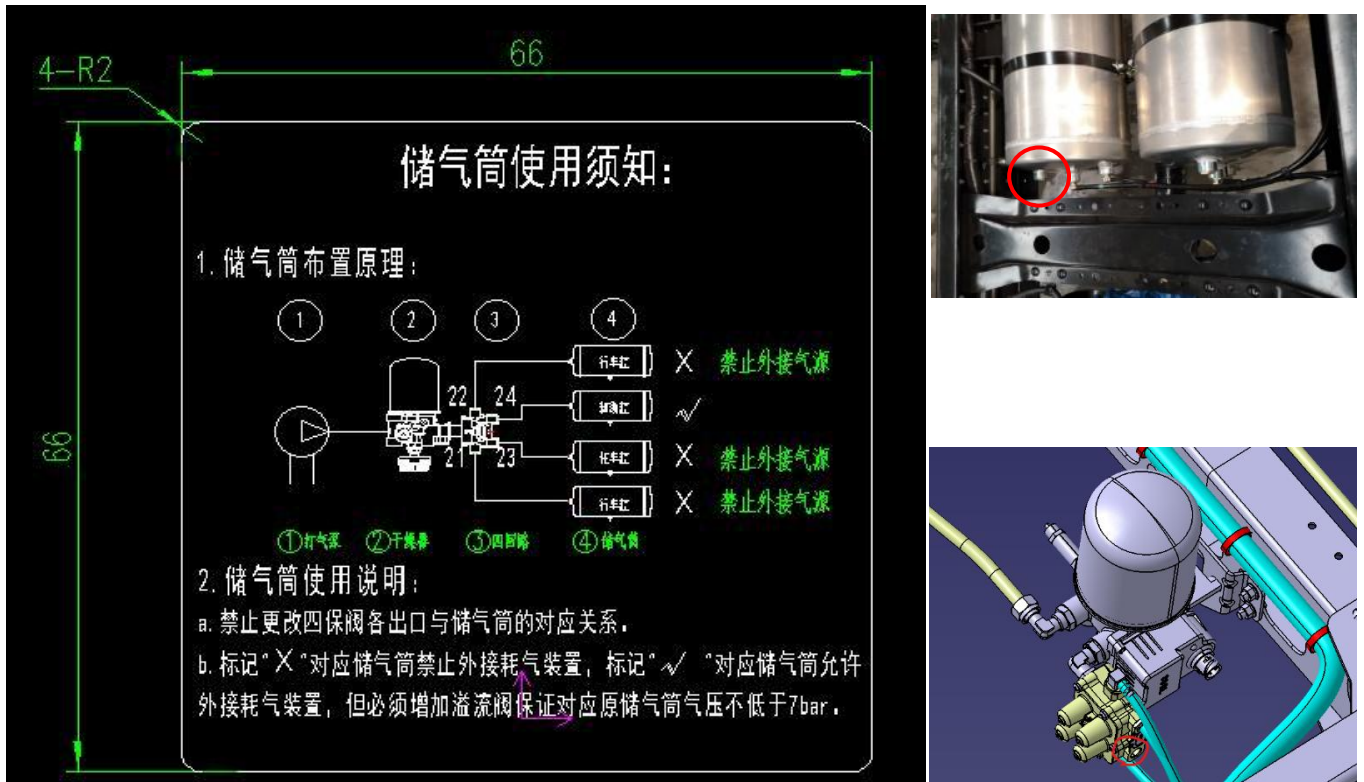


Figura 4-4 Especificaciones de la interfaz de entrada de aire

#### 4.2.2 Especificaciones del puerto de entrada de aire

Conexión: M22  
 Capacidad: 10 l  
 Presión 10 bar

#### 4.2.3 Principios de extracción de aire del conjunto superior

- Vehículos con configuración de extracción de aire reservada: se dará prioridad a la extracción de aire desde la ubicación de diseño reservada. El circuito de aire auxiliar del chasis generalmente permite la extracción de 1 a 1,5 litros de aire comprimido.
- Vehículos sin configuración de extracción de aire reservada: si el volumen de extracción de aire es pequeño, se puede extraer aire del puerto 24 reservado en el conjunto del secador o de la interfaz del depósito de aire auxiliar conectado a él. Si se necesitan grandes cantidades de aire, se debe instalar un depósito de aire auxiliar adicional, dimensionado según las necesidades de modificación. Al conectar un depósito auxiliar externo al depósito auxiliar original, se debe instalar una válvula de alivio antirretorno. En caso de fallo del depósito auxiliar, la presión dentro del depósito original debe permanecer por encima de 0,7 MPa.

#### 4.2.4 Precauciones para las modificaciones de extracción de aire

- La tubería de entrada de aire superior debe garantizar una excelente estanqueidad, con el manómetro indicando una caída de presión máxima de  $\leq 0,5$  bar en dos horas.
- Los depósitos de aire de frenos funcionan a tres presiones de almacenamiento: 0,85, 1,0 y 1,25 MPa. Al suministrar aire comprimido, seleccione los componentes adecuados en función de las especificaciones de presión, o instale una válvula limitadora de presión aguas abajo de la fuente de aire para evitar daños en los componentes del mercado de accesorios por presión excesiva.
- Al realizar trabajos de soldadura, taladrado, esmerilado o utilizar sierras de fricción cerca de tuberías de plástico o nailon, se deben implementar las medidas de protección necesarias en los puntos críticos, cubriendo o retirando las tuberías.
- Durante las modificaciones, se debe liberar completamente todo el aire comprimido de las tuberías y vaciar el depósito de aire para accionar el freno de muelle para el estacionamiento.
- Los usuarios y los talleres de modificación pueden seleccionar el tipo de interfaz de entrada de aire según sea necesario. La interfaz elegida debe garantizar que el accesorio se instale nivelado y no en ángulo.
- Las líneas de entrada de aire deben estar bien conectadas, tenderse a lo largo de los mazos de cables existentes siempre que sea posible para evitar interferencias e inspeccionarse en busca de fugas una vez finalizadas las modificaciones.
- Al modificar el sistema de frenado, las ruedas deben asegurarse con calzos.

### 4.3 Modificación del chasis

#### 4.3.1 Modificación del chasis

El bastidor del chasis constituye el componente más crítico para soportar la carga del tren de rodaje. Las modificaciones especializadas pueden alterar las condiciones de carga del bastidor; incluso con cargas mínimas, cualquier aumento en la distribución de la tensión puede provocar daños o fracturas en el bastidor. Por consiguiente, se deben observar las siguientes precauciones durante las modificaciones.

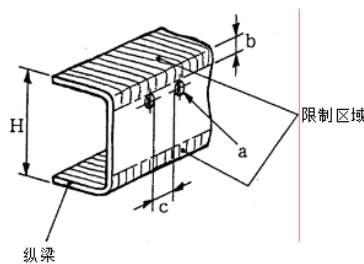


Figura 4-5 Áreas restringidas

Modelo de vehículo	a(Zona permitida)	b(Área restringida)	c(Requisitos de separación entre orificios)
Camioneta ligera M4	Diámetro del orificio $< \phi 30$	$> 20$	$> 25$

Tabla 4-1 Operaciones de taladrado y soldadura prohibidas en las áreas marcadas  
(unidad: mm)

- Cuando sea necesario realizar aberturas, se deberá utilizar perforación (no se permite el corte con soplete).
- Para soldaduras entre 30 y 50 mm, la separación debe ser superior a 40 mm.
- Las muescas se pueden cortar con una muela abrasiva, pero no con corte con soplete.
- El conformado en frío se realizará con remaches.
- No se permite: realizar muescas o taladrar agujeros en placas de refuerzo.

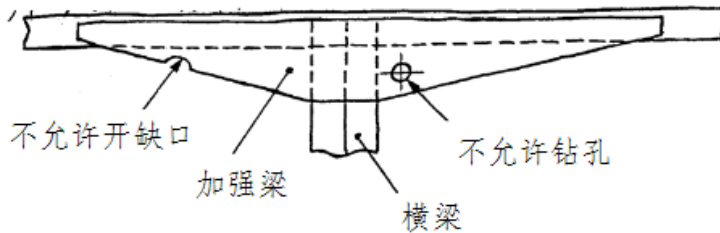


Figura 4-6 Áreas restringidas

#### 4.3.1.1 Requisitos de modificación del chasis

Para garantizar la resistencia y rigidez del chasis principal, por lo general se prohíbe perforar o soldar las vigas longitudinales del chasis principal; siempre que sea posible, se deben utilizar los orificios existentes en el chasis.

El chasis de los modelos eléctricos puros de servicio ligero de Foton está construido como una estructura de bastidor formada por placas de acero aleado de alta resistencia estampadas y remachadas. El chasis y otros componentes del vehículo forman un todo integral, y el chasis cumple funciones como la conexión, la soporte de carga, la protección y el aislamiento de vibraciones. Las pruebas de diseño y validación han confirmado la excelente compatibilidad entre el bastidor y el chasis. Por lo tanto, cualquier modificación no debe comprometer la integridad estructural del bastidor. Nuestra empresa prohíbe modificaciones tales como alargar o acortar los miembros longitudinales del bastidor, aumentar o disminuir la cantidad de miembros transversales o reubicar los miembros transversales.

Cualquier operación de mecanizado que se realice en el chasis debe tener en cuenta la conservación de la pintura original y facilitar las reparaciones posteriores. Es esencial aplicar medidas eficaces de prevención de la oxidación.

En la producción de vehículos especializados y modificados, entre las tareas importantes y críticas se incluyen: la conexión de equipos especializados al vehículo y la modificación de los componentes originales del vehículo, en particular las modificaciones del bastidor. Los siguientes puntos destacan las consideraciones clave:

#### 4.3.1.2 Orificios reservados en el chasis

Los modelos de la serie S1 de camiones ligeros Foton M4 cuentan con orificios de montaje pretaladrados en el bastidor del chasis para fijar superestructuras. Estos orificios se han optimizado para la distribución de la carga, la integración de los componentes del chasis, las características de manejo y la estabilidad. Se debe dar prioridad al uso de estos orificios pretaladrados al conectar superestructuras.

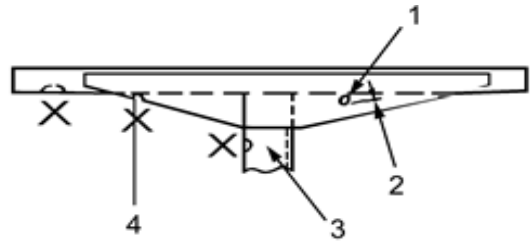
#### 4.3.1.3 Taladrado de orificios adicionales en el chasis

- No añada orificios al chasis de forma arbitraria. Se debe tener especial precaución al perforar orificios en las bridas superior e inferior de las vigas

longitudinales. Limite estrictamente el número y el diámetro de los orificios al mínimo absoluto.

➤ Está estrictamente prohibido añadir orificios a las bridas en las uniones longitudinales con los travesaños. Cuando se añadan orificios en otras partes de las bridas, su diámetro debe limitarse estrictamente: no más de  $\phi 11\text{mm}$  for en vehículos ligeros, no más de  $\phi 13\text{mm}$  for en vehículos medianos y no más de  $\phi 20\text{mm}$  en vehículos pesados. Además, la posición del orificio no debe estar demasiado cerca del borde de la abertura (puede estar ligeramente desplazada hacia el lado de la alma). Solo se pueden añadir orificios más grandes al alma longitudinal y deben colocarse lo más cerca posible de la línea central del alma. Figura 4-19

➤ Figura 4-18 Adición de orificios al chasis



1. 钻孔的直径应限制  
2. 最小距离30mm  
3. 不要在横梁上钻孔  
4. 严禁在翼缘切口

Figura 4-7 Áreas restringidas

➤ No taladre agujeros verticalmente en el alma del bastidor, ya que esto podría provocar grietas en el alma. Solo se pueden añadir agujeros extragrandes a lo largo de la línea central del alma. Figura 4-20

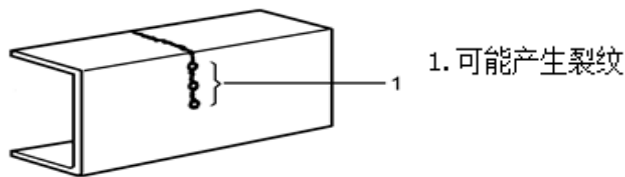


Figura 4-8 Taladrado de orificios en el bastidor

➤ Lo ideal es mantener una separación entre los agujeros de  $40\text{mm}$  o superior. Cuando se utilicen diámetros de agujero más grandes, la separación también debe aumentarse en consecuencia. Una mayor precisión en el mecanizado de los agujeros da como resultado una mayor resistencia a la fatiga de los componentes; por lo tanto, deben establecerse especificaciones adecuadas en el proceso de fabricación. Los nuevos agujeros perforados en el alma deben colocarse lejos de los agujeros o soldaduras existentes, ya que de lo contrario podrían formarse grietas en el alma. Figura 4-21

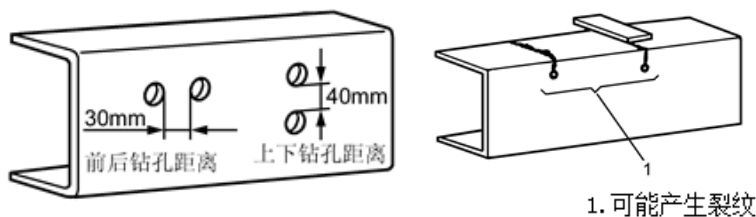


Figura 4-9 Espaciado entre orificios en el bastidor

➤ Se prohíbe el taladrado excesivamente grueso, en particular los agujeros de soplado de soldadura con gas. Recorte localizado en el bastidor

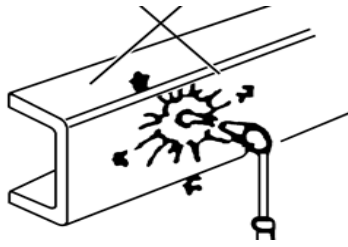


Figura 4-10 Recorte en el bastidor

#### 4.3.1.4 Recorte localizado en el bastidor

Debido a problemas de interferencia, las modificaciones suelen implicar el corte de los bordes de los componentes del bastidor, lo que debe realizarse con especial precaución. Cualquier corte debilitará la resistencia y la rigidez de la estructura. A lo largo de toda la longitud de las alas de las vigas longitudinales y en ambos extremos de las alas de las vigas transversales, incluso un recorte menor puede afectar negativamente a la fiabilidad y está estrictamente prohibido. Cuando el recorte sea inevitable en otros lugares, se debe minimizar la profundidad y definir las tolerancias dimensionales para evitar modificaciones arbitrarias. Es preferible emplear métodos de trabajo en frío para mantener el acabado de la superficie, asegurando transiciones suaves en los bordes recortados sin esquinas afiladas. Si el corte con oxiacetileno resulta inevitable, el esmerilado posterior debe eliminar las marcas de corte para lograr una superficie plana y sin defectos. Figura 4-23

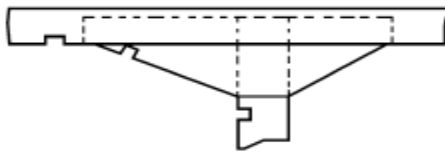


Figura 4-11 Recorte parcial

#### 4.3.1.5 Soldadura del bastidor

Antes de soldar, desconecte los conectores del VCU del motor (modelos de vehículos eléctricos) o del ECU (modelos de vehículos de combustible convencional), desconecte los terminales de la batería o apague la fuente de alimentación principal. Si no lo hace, podría dañar los sistemas eléctricos asociados.

Los chasis de los camiones suelen emplear materiales de alta resistencia y estructuras remachadas. Durante las modificaciones, las conexiones entre los componentes y el chasis deben realizarse preferiblemente mediante remaches o pernos. Evite recurrir precipitadamente a la soldadura por comodidad. Una soldadura inadecuada comprometerá la resistencia del chasis.

- No suelde temporalmente por puntos los componentes al chasis antes de la fijación definitiva. Las zonas soldadas por puntos suelen provocar grietas, lo que conduce a un fallo prematuro. Está estrictamente prohibido soldar por puntos en los bordes de las alas de las vigas longitudinales.
- Evite el enfriamiento con agua después de la soldadura.
- Las zonas soldadas deben limpiarse meticulosamente para eliminar el aceite, la grasa y el óxido, evitando así defectos como la porosidad.
- Cada capa de escoria debe eliminarse completamente para evitar la inclusión de escoria.
- Las varillas de soldadura deben secarse antes de su uso. Las varillas retiradas del horno de secado deben utilizarse en un plazo de cinco horas; de lo contrario, deben volver a secarse.

- La corriente y la velocidad de soldadura deben seleccionarse de forma óptima, documentarse en las especificaciones del proceso y respetarse estrictamente. Evite defectos como la falta de fusión, el socavado, la inclusión de escoria, la porosidad y el cordón de soldadura grueso.
- Las soldaduras excesivamente cortas se enfrían demasiado rápido, lo que aumenta la susceptibilidad al endurecimiento y al agrietamiento. Por lo general, la longitud de la soldadura no debe ser inferior a 30mm .
- Los puntos de inicio y finalización de la soldadura son propensos a defectos y requieren un manejo cuidadoso. Por lo general, no deben colocarse en las esquinas del componente soldado, siendo lo ideal que estén al menos a 50mm de distancia de las esquinas. En el punto de inicio de la soldadura, se puede emplear el método de soldadura repetida (soldar 40~60mm y luego reiniciar desde el principio) para reducir los defectos.
- Se recomienda la soldadura por acumulación multicapa.
- Después de la soldadura, las soldaduras deben limpiarse e inspeccionarse meticulosamente. Cualquier defecto identificado debe eliminarse por completo, asegurándose de que no haya socavados, falta de fusión, fusión incompleta, porosidad o inclusiones de escoria.
- Las operaciones de soldadura deben ser realizadas por técnicos experimentados siguiendo procedimientos específicos y validados; el personal no autorizado no debe operar de forma arbitraria.

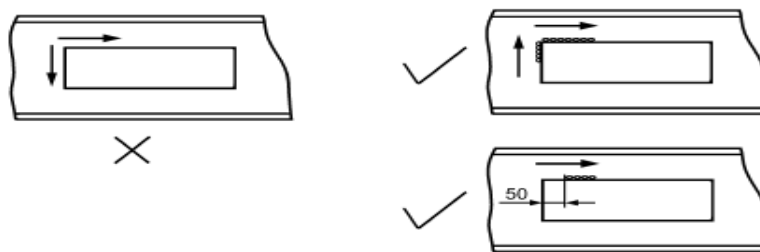


Figura 4-12 Soldadura en el chasis

#### 4.3.1.6 Refuerzo de los elementos longitudinales

Al modificar los vehículos, las vigas longitudinales del chasis suelen requerir refuerzo debido al aumento de la masa de carga del eje o a la alteración de la distribución de la carga (por ejemplo, distancia entre ejes ampliada). El refuerzo del chasis puede provocar cambios bruscos en la rigidez; por lo tanto, se deben seguir las siguientes directrices durante el refuerzo.

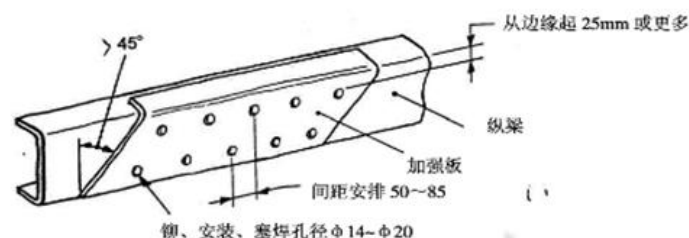


Figura 4-13 Refuerzo de la viga longitudinal

- La estructura del bastidor debe evitar cambios bruscos en la sección transversal y la concentración de tensiones durante la soldadura.
- No se permite soldar en las superficies de las bridas de los miembros longitudinales.

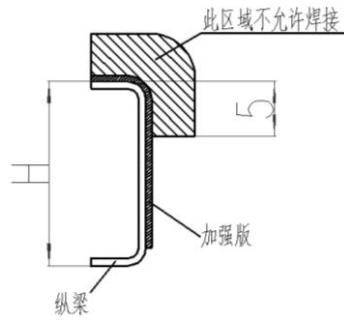


Figura 4-14 Soldadura de bridas

- Material de la placa de refuerzo

Categoría	M4 Camión ligero
Placa de refuerzo exterior	Placa de acero para chasis de uso general
Placa de refuerzo interior	Placa de acero universal para chasis

Determine el grosor y las dimensiones de la placa de refuerzo según los requisitos de carga modificados.

- Forma de la placa de refuerzo

La placa de refuerzo más común es la que tiene forma de L. Su disposición en la sección transversal de la viga longitudinal se muestra en la figura.

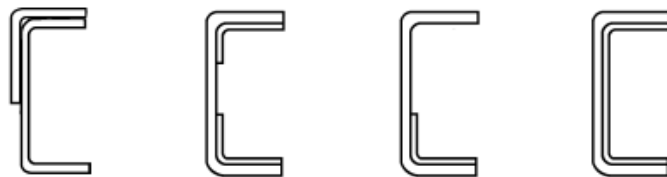


Figura 4-15 Refuerzo de la viga longitudinal

También se emplean placas de refuerzo en forma de canal. Estas requieren una alta precisión de fabricación; de lo contrario, pueden surgir dificultades de montaje o huecos en las bridas. Su uso debe abordarse con precaución.

Las dimensiones de la sección transversal en ambos extremos de la placa de refuerzo deben reducirse gradualmente para evitar cambios bruscos en la rigidez que podrían causar una concentración de tensiones. A continuación se muestran varios enfoques comunes. Recomendamos especialmente la opción (1) de la figura.

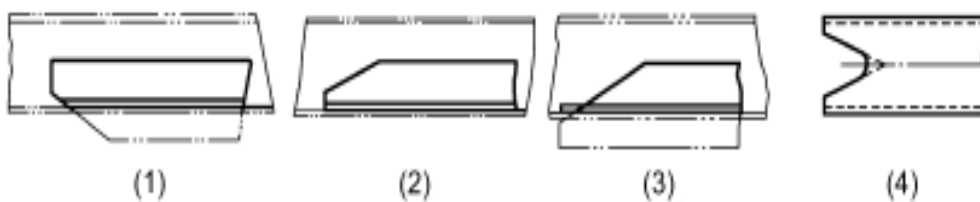


Figura 4-16 Refuerzo longitudinal de vigas

La disposición y la conexión de los refuerzos también deben gestionarse con cuidado. Normalmente, los extremos de los refuerzos están totalmente desplazados de los

travesaños o completamente alineados con ellos. Además, se debe tener cuidado de no colocar los extremos de los refuerzos en la pared trasera de la cabina.

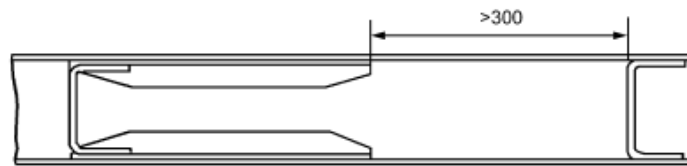
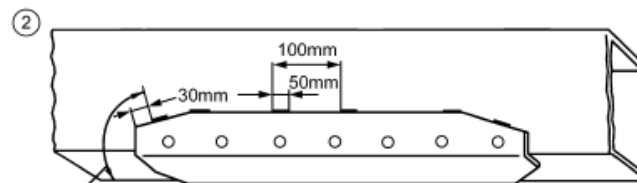
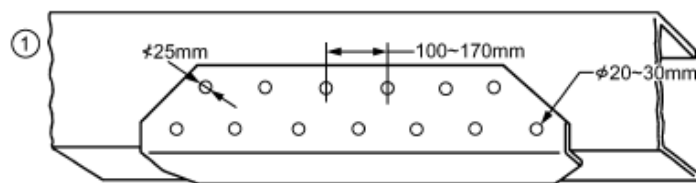
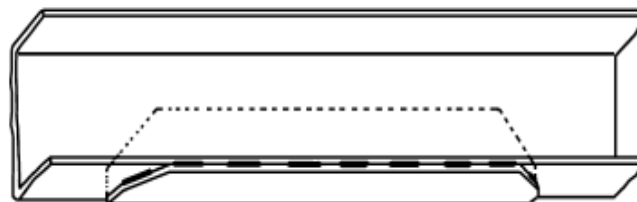


Figura 4-17 Refuerzo de vigas longitudinales

Lo ideal es conectar las placas de refuerzo al alma de la viga longitudinal mediante remachado en frío. Cuando el remachado en frío no sea práctico, se puede emplear la soldadura de pernos o la soldadura por arco. Normalmente, los orificios de soldadura de pernos no deben tener un diámetro inferior a  $\phi 20$ , con una separación de aproximadamente 150 mm. La distancia entre el orificio y el borde de la placa de refuerzo debe ser de al menos 25 mm. Cuando la placa de refuerzo tenga una anchura considerable, se deben disponer dos filas de orificios de soldadura de pernos. En la distribución longitudinal, estas filas deben estar escalonadas, como se ilustra a continuación. La soldadura por puntos ofrece una alta eficiencia y es muy popular. La soldadura por arco continuo no requiere equipos especializados, lo que facilita la producción.



Está prohibido soldar dentro de este rango



× Soldadura estrictamente prohibida en los bordes de las bridas de refuerzo longitudinal de la viga

Figura 4-18 Placa de refuerzo longitudinal de la viga

Durante la modificación, no se deben retirar las placas de refuerzo originales del vehículo. Cuando se reacondicionan componentes como cilindros hidráulicos que pueden someter a las vigas longitudinales a tensiones concentradas, las zonas que conectan los soportes de los cilindros al chasis y sus regiones próximas constituyen zonas de tensión concentrada. El refuerzo de las vigas longitudinales del chasis debe realizarse en estas zonas, con métodos de refuerzo específicos que se detallan en la sección sobre refuerzo

de vigas longitudinales. Además, la colocación de accesorios como cilindros debe mantenerse lo más lejos posible del eje trasero y de los puntos de montaje de la suspensión trasera para evitar la deformación por tensión y la fractura permanente debido a una carga excesiva prolongada en estas zonas.

#### 4.3.1.7 Renitrado

Cuando se vuelva a remachar en el mismo lugar, se debe aumentar el diámetro del orificio del remache entre 1 y 2 mm.

#### 4.3.1.8 Instalación y modificación de accesorios

Cuando se instalan dispositivos auxiliares para accesorios en el chasis, normalmente se utilizan pernos para la conexión. La resistencia de estos pernos no debe ser inferior a la del grado 8.8. En principio, los pernos destinados a fijar el equipo del chasis (como depósitos de combustible, depósitos de aire y baterías) no deben utilizarse para montar dispositivos especializados en el bastidor. Cuando este uso sea inevitable, se deben emplear pernos extendidos de mayor calidad o pernos adicionales para mantener la resistencia de la instalación. Si la superficie del bastidor es irregular, se pueden utilizar cuñas para nivelarla, asegurando que toda la zona afectada quede plana.

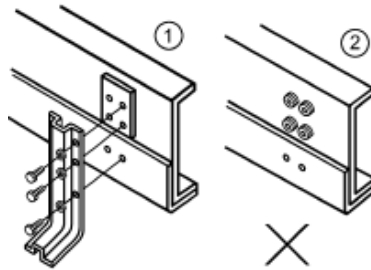


Figura 4-19 Montaje de accesorios

#### 4.3.2 Estructura y fijación del subchasis

Los subchasis se emplean con frecuencia cuando se montan superestructuras o equipos especializados en el chasis de un vehículo. Deben cumplir los requisitos para conectar carrocerías de vehículos especializados y disposiciones espaciales, al tiempo que contribuyen a mejorar la resistencia del bastidor. Se debe prestar especial atención a evitar la concentración de tensiones en el bastidor y el fallo prematuro. Por consiguiente, es esencial tener en cuenta las siguientes consideraciones:

##### 4.3.2.1 Estructura del subchasis

###### 4.3.2.1.1 Especificaciones y materiales del subchasis

Cuando se montan superestructuras en el chasis, se debe instalar un subchasis con una sección transversal en forma de canal. El subchasis debe estar diseñado con la rigidez suficiente para distribuir las cargas y evitar la concentración localizada de tensiones en el chasis. Además, está estrictamente prohibido el uso de materiales elásticos como separadores entre el chasis y el subchasis.

Tabla 4-2 Dimensiones mínimas de la sección transversal y materiales para los miembros longitudinales del subchasis

Serie de modelos de vehículos eléctricos puros de 7,5	Viga longitudinal del subchasis Dimensiones mínimas de la sección transversal (mm)	Material
---	---	----------

toneladas		
Plataforma	140 × 75 × 5	B-510L eo (o 16MnL)

#### 4.3.2.1.2 Construcción del subchasis

- El subchasis debe extenderse lo más posible desde la parte trasera del chasis hasta el soporte de la suspensión trasera del muelle de hoja delantero, sin discontinuidades ni cambios bruscos en la rigidez.
- Para evitar la concentración de tensiones en el bastidor principal causadas por cambios bruscos en la rigidez del subchasis, el extremo delantero del subchasis debe diseñarse con una estructura de transición gradual, como se ilustra en la figura 4-20.

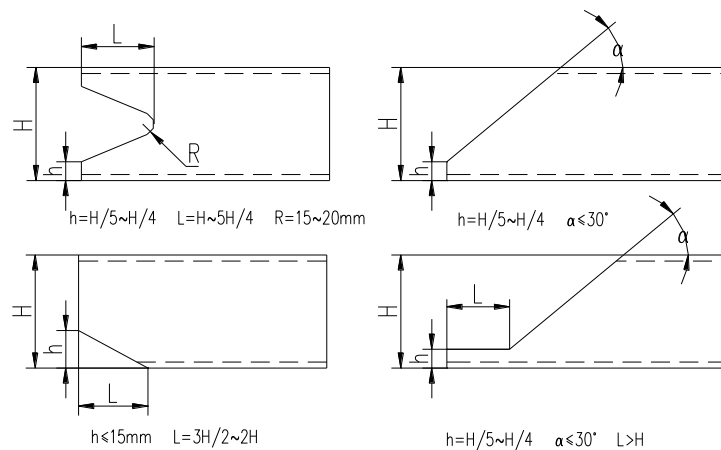


Figura 4-20 Diagrama esquemático de la configuración estructural del subchasis

- El subchasis adoptará una estructura tipo escalera similar a la del chasis principal. Su anchura externa coincidirá con la del chasis principal. Se recomienda utilizar vigas en U para los travesaños, conectadas a los largueros mediante placas angulares.
- El bastidor del chasis de la serie S1 de camiones ligeros M4 emplea acero de alta resistencia B750L. El material del subchasis debe ser, como mínimo, eB510L (o 16MnL). Si se utilizan materiales alternativos, sus propiedades mecánicas no deben ser inferiores a las de los materiales mencionados anteriormente.
- Para mejorar la resistencia de la conexión en la sección trasera del subchasis de los vehículos especializados, se pueden emplear travesaños tubulares para la unión.
- Al reforzar las vigas longitudinales con placas de refuerzo, se puede emplear una estructura de sección cuadrada desde el extremo trasero del chasis hasta un punto que se extienda más allá del montaje delantero de la suspensión trasera.
- Al disponer los travesaños y los elementos diagonales del subchasis, se debe tener cuidado de evitar que las cámaras de freno de los ejes central y trasero colisionen con el subchasis durante el rebote del eje.

#### 4.3.2.2 Disposición de los travesaños longitudinales del subchasis

La sección delantera del miembro longitudinal del subchasis debe extenderse lo más adelante posible, acercándose a la pared trasera de la cabina y, a ser posible, alineándose con la línea central del miembro transversal del chasis. Cuando el extremo del subchasis no pueda coincidir con el miembro transversal, debe estar suficientemente alejado de este y no debe sobresalir más allá de su borde. Si es inevitable, se puede formar una superficie inclinada en la parte inferior del subchasis.

Cuando la carrocería o el equipo especializado del vehículo se sitúe muy atrás y lejos de la cabina, el miembro longitudinal del subchasis deberá seguir extendiéndose lo suficiente hacia delante. Se deberán añadir refuerzos diagonales para aumentar su rigidez.

Figura 4-21

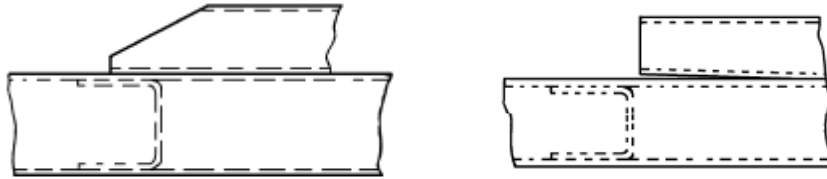
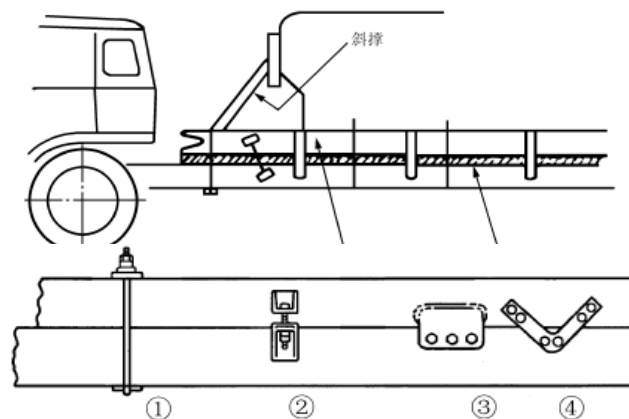


Figura 4-21 Disposición de los largueros del subchasis

#### 4.3.2.3 Conexión entre el bastidor principal y los subchasis

Existen dos diseños de conexión para los largueros longitudinales del subchasis con los largueros longitudinales del chasis principal para maximizar el refuerzo. El primero implica un contacto estrecho con los largueros longitudinales del chasis principal para maximizar el refuerzo. La solución común recomendada emplea pernos en U y soportes de conexión. El segundo restringe el movimiento horizontal, en particular el juego longitudinal. Una solución común utiliza placas de tope. Solo la aplicación combinada de estos dos diseños constituye una conexión fiable, utilizada únicamente en los puntos de carga del eje trasero. Cada subchasis puede fijarse utilizando múltiples pernos en U con una sola placa de tope, o múltiples pernos en U con múltiples placas de tope. La distancia entre los tipos de conexión adyacentes no debe superar los 1200 mm. El número de elementos de fijación depende de la longitud y la capacidad de carga de la carrocería del vehículo especial. Los pernos deben tener una resistencia mínima de grado 8.8, con las medidas adecuadas para evitar el aflojamiento, el desenganche y la amortiguación de las vibraciones.



1. Perno en U
2. Dispositivo tensor
3. Placa limitadora del soporte (utilizada solo cerca del eje trasero)
4. Dispositivo limitador en forma de V

Cuando se utilicen pernos en U, inserte espaciadores o placas de respaldo dentro de las vigas para evitar una deformación excesiva de las bridas y fallos en la conexión. Las tuercas de los pernos en U deben estar bien apretadas para evitar que se aflojen. Cuando los pernos en U no sean adecuados, se pueden utilizar soportes de montaje. Las placas de tope se pueden soldar a las vigas secundarias, pero no al chasis, y sirven únicamente como restricciones de posición.

Las posiciones de montaje de los pernos en U y otros elementos de fijación deben evitar los componentes móviles del chasis. Para evitar la interferencia entre los pernos en U y las cámaras/tuberías de freno causada por el rebote de los neumáticos durante el funcionamiento del vehículo, las posiciones de montaje de los pernos en U en la caja de carga deben estar alejadas de la alineación vertical directa sobre las cámaras de freno del

eje.

## **4.4 Carrocería**

### **4.4.1 Modificación de la cabina**

Los modelos de camiones eléctricos ligeros Foton prohíben modificaciones significativas de la cabina por parte del usuario. Durante las modificaciones de la cabina, observe lo siguiente:

- Al cortar o soldar la cabina, se debe desconectar la fuente de alimentación de la ECU. No se deben causar daños a los circuitos eléctricos, las líneas neumáticas o las líneas hidráulicas del chasis del vehículo. La soldadura debe cumplir con los procedimientos de soldadura, asegurando que la cabina mantenga la integridad lineal y la estanqueidad. Cuando sea necesario, se debe realizar una prueba de estanqueidad.
- Las modificaciones no deben alterar los componentes principales que soportan la carga del vehículo, como el bastidor de la carrocería, para no comprometer la integridad estructural. Si las modificaciones son inevitables debido a requisitos específicos del vehículo, se debe presentar una solicitud formal en la que se detalle el propósito y las modificaciones propuestas al departamento correspondiente de Beijing Foton Motor Co., Ltd. para su aprobación. Es obligatorio el cumplimiento de la norma GB 26512 «Protección de los ocupantes en las cabinas de los vehículos comerciales» después de la modificación.
- No se debe alterar la estructura exterior principal de la carrocería del vehículo.
- No se deben sustituir el emblema del vehículo Foton ni las inscripciones o símbolos de la carrocería.
- No se debe alterar el modelo ni la posición de montaje de los retrovisores interiores y exteriores.
- No se deben alterar las especificaciones originales de los cristales del vehículo; los cristales de repuesto deben cumplir los requisitos pertinentes de la norma GB 9656. Las modificaciones no deben impedir el acceso para el mantenimiento de la caja de fusibles eléctricos.
- No se debe modificar la configuración estructural de la suspensión de la cabina.
- No se debe reforzar la carrocería de la cabina.
- No se debe sustituir el modelo del volante.
- Los cinturones de seguridad del conductor y del pasajero y sus posiciones de montaje no deben sustituirse por otros modelos.
- Los asientos del conductor y del pasajero y sus posiciones de montaje no deben sustituirse por otros modelos.
- Las modificaciones no deben afectar al recorrido original del pedal del freno, el pedal del acelerador y el pedal del embrague. No deben causar interferencias ni limitar el recorrido al pisar o soltar estos tres pedales, ni afectar a su ajuste o mantenimiento posterior.
- Las modificaciones no deben perjudicar el funcionamiento normal del mecanismo de cambio de marchas, ni causar interferencias o restricciones durante los cambios de marcha.
- Las modificaciones no deben perjudicar el uso normal de los compartimentos de almacenamiento del vehículo.
- Al instalar componentes como mandos elevables alrededor de los asientos, se debe reservar espacio suficiente para permitir el ajuste normal de los asientos.
- Las modificaciones deben cumplir los requisitos de campo de visión de la norma GB 15084, preferiblemente superando o igualando el campo de visión original del conductor.

- Debe garantizarse un acceso suficiente para el mantenimiento de los componentes modificados, en particular en los puntos de lubricación y las fijaciones.
- Las modificaciones no deben comprometer la integridad del sellado de la carrocería ni eliminar los componentes de insonorización.
- Las modificaciones de las dimensiones externas de la carrocería no deben superar los límites especificados en la documentación de homologación del vehículo.
- Una vez completadas las modificaciones, aplique pintura anticorrosiva a todas las alteraciones de la chapa metálica para mantener el rendimiento anticorrosivo del vehículo.
- Si es necesario reubicar el compartimento original de la batería o la caja de alta tensión, asegúrese de que las vías eléctricas y neumáticas no se vean obstaculizadas y no se comprometa la funcionalidad de otros componentes.
- 

#### **4.5 Sistema eléctrico**

El sistema eléctrico del chasis es complejo en principio. Por lo tanto, al modificar el sistema eléctrico, estudie detenidamente el diagrama esquemático eléctrico del vehículo para comprender los principios del sistema eléctrico de todo el vehículo y evitar errores.

- Los interruptores en blanco y los puntos de extracción de energía del mazo de cables están preinstalados en el compartimento del conductor con las funciones designadas claramente marcadas; las modificaciones deben cumplir estrictamente estas especificaciones. Las interfaces de extracción de energía y señal están preinstaladas en la sección media trasera de la viga longitudinal derecha del mazo de cables del chasis; las modificaciones deben realizarse según sea necesario.
- 

##### **4.5.1 Requisitos de modificación del sistema eléctrico**

- Los electricistas automotrices no profesionales no deben desmontar ni modificar los componentes eléctricos del panel de dispositivos eléctricos (excepto para sustituir fusibles) y no deben realizar modificaciones en el cableado eléctrico. Cualquier modificación del cableado eléctrico debe coordinarse con el departamento correspondiente de Beijing Foton Motor Co., Ltd. y realizarse solo después de obtener su aprobación.
- Antes de modificar el mazo de cables eléctricos del vehículo, se debe desconectar el interruptor de alimentación principal y los terminales positivo y negativo de la batería para evitar fallos por cortocircuito durante la modificación que podrían quemar el mazo de cables u otros equipos eléctricos.
- Al modificar los componentes eléctricos, se debe apagar la llave de contacto. Al soldar en el vehículo, se debe desconectar el terminal de tierra de la batería y la tierra de la máquina de soldar debe colocarse cerca del lugar de soldadura. Espere dos minutos después de apagar el interruptor de alimentación principal para que las unidades de control electrónico almacenen completamente los datos anteriores antes de desconectar los conectores de la ECU del motor, la DCU, el ABS y otras unidades de control. Durante la soldadura, proteja los componentes eléctricos y los mazos de cables cercanos a los puntos de soldadura para evitar daños térmicos derivados del proceso de soldadura.
- Está estrictamente prohibido tomar energía de la caja de relés, los terminales de la batería u otras líneas eléctricas para conectar dispositivos de carga modificados.
- Está estrictamente prohibido el uso de cables negros como cables de alimentación, ya que esto constituye una práctica de mantenimiento peligrosa.
- Se debe instalar un cable de tierra dedicado; el chasis del vehículo no debe utilizarse como conexión a tierra.
- Está estrictamente prohibido provocar cortocircuitos en los circuitos para comprobar la continuidad.

- Si es necesario sustituir los dispositivos de iluminación, la potencia nominal de los dispositivos de sustitución debe coincidir con la de los dispositivos originales del vehículo.
- Los materiales de modificación deben cumplir con las normas medioambientales automovilísticas y con la clasificación de resistencia al fuego requerida.
- Al instalar componentes eléctricos adicionales, no desmonte ni modifique arbitrariamente los componentes eléctricos o el cableado existentes. Las conexiones deben realizarse a través de las interfaces eléctricas preinstaladas en el vehículo. Asegúrese de que todos los componentes eléctricos y las conexiones de cableado estén correctamente enchufados y bien sujetos. Está estrictamente prohibido conectar cables a los conductores de los circuitos de las unidades de control ABS o ECU del motor.
- Al instalar equipos eléctricos adicionales, se debe tener en cuenta la potencia total de carga. Está prohibido aumentar las cargas eléctricas mejorando arbitrariamente la capacidad de los fusibles existentes. El consumo de energía combinado de todos los equipos añadidos no debe superar la capacidad de carga permitida del vehículo, ya que superar este límite puede causar daños en los mazos de cables y en la batería.
- Si se funde un fusible, realice primero un diagnóstico de averías. Después de subsanar la avería, sustituya el fusible por otro que se ajuste a las especificaciones de la etiqueta. No lo sustituya por un fusible de mayor intensidad, ni utilice alambre de cobre u otros conductores metálicos como sustituto del fusible.
- Los equipos eléctricos, interruptores, conectores y accesorios de iluminación instalados posteriormente por el fabricante de la carrocería deben coincidir con el modelo y la calidad de los componentes eléctricos automotrices Foton existentes. Siempre que sea posible, utilice los orificios de montaje preasignados en el panel de instrumentos para instalar interruptores y luces indicadoras adicionales.
- Esta serie de chasis emplea un sistema de cable único con conexión a tierra negativa. Al convertirlo en vehículos especializados, como camiones cisterna, se deben instalar cables de conexión a tierra específicos; el bastidor del chasis no debe servir como conductor de conexión a tierra.
- El encendedor y la toma de corriente funcionan a 24 V. Los dispositivos externos no deben superar los 180 W; una carga excesiva puede quemar el mazo de cables y provocar un incendio.
- 
- El cableado trasero del chasis, en el lado derecho, incluye interfaces preinstaladas para el montaje de luces de contorno/luces de señalización específicas para modificaciones de la superestructura. El modelo de revestimiento es 282080-1-TE y se proporciona protección con fusibles específicos. La carga externa máxima para la iluminación de la superestructura no debe superar los 80 W. El cableado para las modificaciones superiores debe utilizar cables de grado automovilístico que cumplan con las normas japonesas o alemanas, con un área transversal mínima de 1,5 mm<sup>2</sup>. Estos deben estar protegidos por tubos corrugados, fijados de forma segura con bridas para cables a intervalos de no más de 300 mm a lo largo del recorrido del cableado. Se deben utilizar arandelas de goma en los puntos de penetración para evitar el desgaste, los cortocircuitos y otras averías.

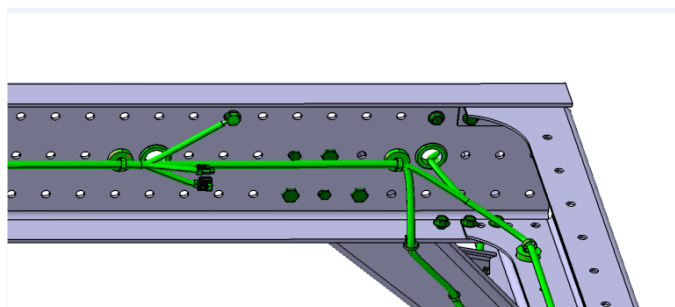


Figura 4-22: Interfaz de luces de contorno/laterales

- Los vehículos especiales de nuevo desarrollo cuentan con dos interfaces de salida de potencia dentro de la cabina. Las modificaciones pueden conectarse a través de estas interfaces de potencia reservadas, con una carga admisible que no exceda los 10 A.
- Una vez completadas las modificaciones del vehículo, el sistema de iluminación debe someterse a una inspección de conformidad con las normas nacionales pertinentes. La instalación de dispositivos de iluminación en vehículos modificados deberá cumplir con la norma GB 4785 «Requisitos de instalación de dispositivos de iluminación exterior y señalización luminosa en vehículos de motor y remolques», la norma GB 11554 «Rendimiento de distribución de la luz de las luces antiniebla traseras para vehículos de motor y remolques», la norma GB 15235 «Rendimiento de distribución de la luz de las luces de marcha atrás», la norma GB 18099 «Rendimiento de distribución de la luz de las luces de posición laterales de los vehículos de motor y remolques», GB 18408 «Rendimiento de distribución de la luz de los dispositivos de iluminación de la placa de matrícula trasera de los vehículos de motor y remolques» y GB 5920 «Rendimiento de distribución de la luz de las luces de posición delanteras, luces de posición traseras, luces de gálibo y luces de frenado de los vehículos de motor y remolques».
- Una vez completada la instalación de equipos eléctricos y cableado adicionales, se debe realizar una inspección exhaustiva de todo el sistema eléctrico del vehículo para evitar riesgos de seguridad eléctrica.
- Al desmontar, sustituir o añadir componentes del vehículo, los mazos de cables deben volver a instalarse y fijarse en su configuración original.

➤

#### **4.5.2 Lectura e interacción de señales eléctricas**

##### 4.5.2.1 Descripción de la función de lectura de señales

Las señales se transmiten y reciben a través del bus CAN. Para obtener definiciones y análisis específicos de los mensajes, póngase en contacto con el departamento correspondiente de Beijing Foton Motor Co., Ltd. para obtener la documentación relevante sobre la comunicación CAN.

##### 4.5.2.2 Interacción de señales del chasis y la carrocería

###### 4.5.2.2.1 Método de interacción de señales

Para garantizar una comunicación segura y eficaz entre el chasis y la superestructura, esta última debe cumplir estrictamente las especificaciones de la red CAN del chasis. Para obtener especificaciones de uso concretas, póngase en contacto con el departamento correspondiente de Beijing Foton Motor Co., Ltd. para obtener la documentación relevante sobre la comunicación CAN.

###### 4.5.2.3 Reenvío de señales para los nuevos registradores estándar nacionales

El nuevo registrador estándar nacional integra la funcionalidad TBOX y ofrece dos métodos para reenviar los datos de señal a las plataformas requeridas: en primer lugar, modificando el número de puerto del registrador para transmitir los datos de forma remota; en segundo lugar, utilizando el tercer canal CAN reservado del registrador para recopilar y reenviar las señales. Actualmente, el CAN de reenvío solo está configurado para datos

estándar nacionales relacionados con GB/T 32960, que implican principalmente datos relacionados con VCU, MCU, BMS y DCDC. Los detalles son los siguientes:

Nombre de la señal		
Apertura del pedal del acelerador	Fase Corriente Detección de sobrecorriente del hardware Fallo	Fallo de sobretensión del bus MCU_Nivel 1
Señal de posición de marcha	Fallo de desequilibrio de corriente trifásica	Fallo de subtensión del bus MCU_Nivel 3
Señal de frenado	Fallo de posición cero del sensor de corriente de fase U	Fallo de subtensión del bus MCU_Nivel 2
Estado de la llave	Fallo de posición cero del sensor de corriente de fase V	Fallo de subtensión del bus MCU_Nivel 1
Estado del pedal del acelerador	Fallo del punto cero del sensor de corriente de la fase W	Fallo de cortocircuito o circuito abierto del sensor de temperatura IGBT
Nivel de fallo del terminal informado por la VCU	Fallo de sobrecorriente del circuito del controlador IGBT (fase U)_ Nivel 3 /(Huachuang) Fallo de sobrecorriente de fase IGBT	Fallo por sobretemperatura del IGBT_Nivel 3
Estado de carga del vehículo (carga rápida y carga lenta)	Fallo de sobrecorriente del circuito de control IGBT (fase V)_ Nivel 3	Fallo por sobretemperatura del IGBT_Nivel 2
Fallo de enclavamiento de alta/baja tensión	Fallo de sobrecorriente del circuito de accionamiento IGBT (fase W)_ Nivel 3	Fallo de pérdida de control de par
Alarma del sistema de frenado	Fallo de sobrecorriente del circuito de accionamiento IGBT (fase U)_ Nivel 2	Fallo de cortocircuito o circuito abierto del sensor de temperatura del motor
Estado actual del motor de accionamiento	Fallo de sobrecorriente del circuito de accionamiento IGBT (fase V)_ Nivel 2	Fallo por sobretemperatura del motor de accionamiento_Nivel 3
La MCU informa del nivel de fallo del terminal	Fallo de sobrecorriente del circuito de accionamiento IGBT (fase W)_ Nivel 2	Fallo por sobrecalentamiento del motor de accionamiento_Nivel 2
Velocidad actual del motor de accionamiento	Fallo de posición cero del sensor de corriente de la barra colectora	Fallo de análisis del resolver de la MCU
Par de corriente del motor de accionamiento	Fallo de sobrecorriente de la barra colectora de la MCU	Fallo de exceso de velocidad hacia adelante_Nivel 3
Tensión del bus de CC	Fallo de desconexión por alta tensión del alimentador MCU	Fallo de exceso de velocidad hacia adelante_Nivel 2
Corriente del bus de CC	Fallo de sobretensión del bus MCU (Fallo de muestreo de tensión)	Fallo de sobrevelocidad inversa
Temperatura del IGBT del controlador del motor de accionamiento	Fallo de sobretensión del bus MCU_Nivel 3	Fallo de detección de hardware IGBT

Temperatura del motor de accionamiento	Fallo de sobretensión del bus MCU_Nivel 2	Fallo de detección de baja tensión del hardware IGBT
Fallo de tensión de salida de 5 V de la MCU	Fallo MCU_BUSOFF_Nivel 2	Fallo de descarga activa de MCU
Fallo de sobretemperatura del motor de accionamiento_Nivel 1	Fallo de tiempo de espera del programa MCU	Fallo de pseudointerupción del software del chip MCU
Fallo de alimentación de baja tensión de la MCU	Pérdida del nodo VCU	Fallo en la autopruueba de encendido de la MCU
Fallo por sobrecalentamiento del IGBT_Nivel 1	Fallo de EEPROM de MCU	Fallo de autoaprendizaje del motor
Fallo MCU_BUSOFF_Nivel 3	Fallo de rotor bloqueado	Fallo por desbordamiento de datos
Alarma de sobrecarga del inversor	Estado de carga (SOC) de la batería de potencia	Corriente de carga/descarga de la batería de alimentación
Fallo por sobrecarga del motor	Nivel de fallo del terminal informado por el BMS	Resistencia de aislamiento del terminal positivo de la batería de alimentación a GND
Fallo de exceso de velocidad hacia adelante_Nivel 1 (uso de calibración)	Tensión interna total V1 de la batería de potencia (tensión total entre los terminales de la batería, antes del contactor)	Resistencia de aislamiento del terminal negativo de la batería de potencia a GND
Nivel 2 de sobrepasamiento del límite de tensión de celda	Número de sensores de temperatura de la batería	Número de lecturas de voltaje de celda recopiladas: número de conexiones en serie
Voltaje de celda demasiado alto - Nivel 3	Voltaje de la celda secundaria demasiado bajo	Voltaje de celda demasiado bajo, Nivel 3
Desequilibrio del voltaje de la celda, nivel 2	Desequilibrio del voltaje de la celda, nivel 1 (estático)	Voltaje total excesivamente alto, Nivel 2
Voltaje total excesivamente alto, nivel 3	Voltaje total secundario bajo	Voltaje total demasiado bajo, nivel 3
Temperatura excesivamente alta, nivel 2	Temperatura de carga excesiva, nivel 1	Desequilibrio de temperatura, nivel 1
Desequilibrio de temperatura Nivel 2	Alarma de SOC bajo	Fallo de aislamiento Nivel 1
Fallo de aislamiento Nivel 2	Tiempo de espera de recepción de mensajes VCU agotado	Tiempo de espera de recepción de mensajes OBC agotado
Fallo de	Fallo de comunicación CAN de carga	Alarma de SOC

comunicación de la placa de control esclava	rápida	demasiado alto
Alarma de transición SOC	Alarma de desajuste del sistema de almacenamiento de energía recargable	Sobrecarga en el dispositivo de almacenamiento de energía del vehículo tipo
Fallo del circuito de calefacción, nivel 1	Fallo del circuito de calefacción, nivel 2	Atascamiento del contactor de calefacción - Fallo de nivel 3
Fallo CC2	Sobrecalentamiento del enchufe de carga de CC	Atascamiento del contactor principal positivo/de precarga
Relé negativo principal atascado	Fallo de enclavamiento de alto/bajo voltaje de la batería de potencia	Fallo del sensor de corriente
Fallo del disyuntor MSD	Fallo del interruptor del relé negativo principal	Circuito abierto del relé de precarga
Fallo en la adquisición del voltaje de las celdas de la subplaca	Fallo de adquisición de temperatura de la subplaca Nivel 1	Fallo en la adquisición de la temperatura de la subplaca, nivel 2
Estado actual de CC-CC	Nivel de fallo DC/DC	Fallo por sobrecalentamiento de CC/CC, nivel 1
Código de batería, bit más a la izquierda 1	Código de batería, segundo bit desde la izquierda	Tercer dígito desde la izquierda del código de batería
Cuarto dígito del código de batería desde la izquierda	Quinto dígito desde la izquierda del código de batería	Sexto dígito del código de la batería desde la izquierda
Código de la batería, séptimo dígito desde la izquierda	Código de la batería, octavo dígito desde la izquierda	Código de la batería, noveno dígito desde la izquierda
Décimo dígito del código de la batería desde la izquierda	Código de la batería, undécimo dígito desde la izquierda	Duodécimo dígito desde la izquierda del código de la batería
Código de la batería, decimotercer dígito desde la izquierda	Código de la batería, decimocuarto dígito desde la izquierda	Código de la batería, decimoquinto dígito desde la izquierda
Código de la batería, decimosexto dígito desde la izquierda	Código de la batería, decimoséptimo dígito desde la izquierda	Código de la batería, 18.º dígito desde la izquierda
Código de la batería, decimonoveno dígito desde la izquierda	Código de la batería, vigésimo dígito desde la izquierda	Código de la batería, vigésimo primer dígito desde la izquierda
Código de la batería, vigésimo segundo dígito desde la izquierda	Código de la batería, 23.º dígito desde la izquierda	Código de la batería, vigésimo cuarto dígito desde la izquierda
$4(N-1)+1$ voltaje de la celda de la batería	$4(N-1)+2$ voltaje de la celda	$4(N-1)+3$ voltaje de la celda de la batería
$4(N-1)+4.º$ voltaje de	Temperatura en el punto de temperatura	$8(M-1)+2$ Temperatura

la celda de la batería	8(M-1)+1	del punto de temperatura
8(M-1)+3 Temperatura del punto de temperatura	8(M-1)+4 Temperatura del punto de temperatura	8 (M-1) + Temperatura en el punto 5
Temperatura en el punto 8(M-1)+6	8(M-1)+7 Temperatura del punto de temperatura	8(M-1) + Temperatura en el punto 8
Kilometraje	Velocidad	Primer dígito desde la izquierda del VIN del vehículo
Segundo dígito desde la izquierda del VIN del vehículo	Tercer dígito desde la izquierda del VIN del vehículo	Cuarto dígito desde la izquierda del VIN del vehículo
Quinto dígito desde la izquierda del VIN del vehículo	Sexto dígito desde la izquierda del VIN del vehículo	Séptimo dígito desde la izquierda del VIN del vehículo
Octavo dígito desde la izquierda del VIN del vehículo	Noveno dígito desde la izquierda del VIN del vehículo	Décimo dígito desde la izquierda del VIN del vehículo
Undécimo dígito desde la izquierda del VIN del vehículo	Duodécimo dígito desde la izquierda del VIN del vehículo	El decimotercer dígito desde la izquierda del VIN del vehículo
El decimocuarto dígito desde la izquierda del VIN del vehículo	Decimoquinto dígito desde la izquierda del VIN del vehículo	El decimosexto dígito desde la izquierda del VIN del vehículo
El decimoséptimo dígito desde la izquierda del VIN del vehículo		

#### ➤ 4.5.4 Otros requisitos de modificación

- Los componentes relacionados con los sistemas eléctricos, incluidos el mazo de cables del vehículo, el aire acondicionado, la calefacción, la batería, la iluminación, el sistema de audio y las ubicaciones de instalación de la caja eléctrica, no deben alterarse ni modificarse sin autorización. Si surgieran requisitos especiales, estos deben presentarse a través de los canales adecuados al departamento correspondiente de Beijing Foton Motor Co., Ltd. para su aprobación. Una vez aprobados, el departamento de diseño reservará las interfaces dedicadas correspondientes.
- Los mazos de cables de control eléctrico se conectarán de acuerdo con el diagrama de cableado del vehículo. Este documento solo ofrece una breve introducción a las funciones especiales de los vehículos específicos. Además, los valores de calibración pueden variar en función del modelo del vehículo.
- Si un vehículo especializado requiere un módulo de control CAN conectado externamente (controlador sin resistencia de 120 Ω), se debe comprobar adicionalmente la tasa de carga del bus CAN para garantizar que se mantenga dentro del 50 %.

## 4.6 Sistema de transmisión

### 4.6.1 Modificaciones del sistema de refrigeración

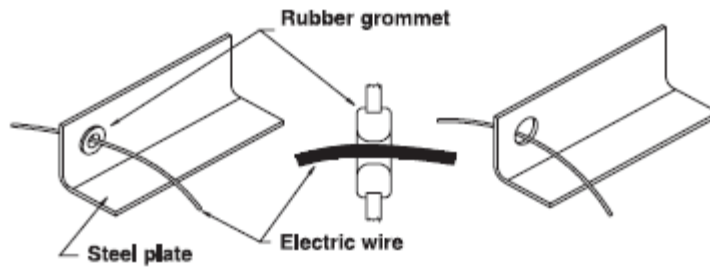
- En principio, no se permiten modificaciones en la configuración fundamental del sistema de refrigeración. Esto incluye abstenerse de sustituir arbitrariamente componentes como el radiador, el ventilador, la protección del ventilador, el soporte del radiador, el depósito de expansión, los tubos de purga y retorno, las abrazaderas o la bomba de agua electrónica dentro del sistema de refrigeración del motor del chasis.
- La parte delantera del radiador debe permanecer sin obstrucciones y sin cubrir por ningún componente, ya que las obstrucciones perjudican el rendimiento de la refrigeración y pueden provocar averías en el motor de tracción.
- Si las modificaciones requieren cambios en la disposición durante el proceso de conversión, se debe obtener la aprobación previa de Foton Motor Co., Ltd.
- Cuando se conecte a la superestructura, hágalo de acuerdo con los requisitos acordados con Foton y asegúrese de que se utiliza el refrigerante especificado por Foton para el llenado secundario.

## 4.7 Sistema de frenos

Si es necesario realizar modificaciones en el sistema de frenado, estudie detenidamente el diagrama esquemático del sistema de frenado para comprender la disposición general del sistema de frenado del vehículo.

### 4.7.1 Precauciones para las modificaciones del sistema de frenos:

- No se debe modificar el sistema de tuberías del sistema de frenos. Si fuera necesario desmontarlo, asegúrese de que las tuberías permanezcan limpias y libres de contaminantes. Al volver a montarlo, compruebe que el sellado sea adecuado, que las fijaciones estén bien sujetas y evite el contacto con los componentes circundantes. Está estrictamente prohibido alterar la correspondencia entre las salidas de la válvula de cuatro vías y los depósitos de aire.
- Bajo ninguna circunstancia se desviarán los depósitos de aire que alimentan los acumuladores de muelles (cámaras de freno de muelle) o los frenos de los remolques hacia dispositivos adicionales que consuman aire.
- Queda prohibida la instalación no autorizada de sistemas de pulverización de agua en los frenos; cualquier consecuencia que se derive de ello correrá a cargo exclusivamente del modificador. En el caso de los frenos de disco, queda estrictamente prohibida la instalación de sistemas de pulverización de agua.
- La ubicación de la cámara de freno de resorte puede afectar a las modificaciones realizadas por determinados fabricantes de recambios. Sin embargo, queda estrictamente prohibido realizar modificaciones arbitrarias en la ubicación de la cámara de resorte, ya que esto comprometerá el rendimiento del freno de estacionamiento del vehículo.
- Durante las modificaciones, evite la abrasión y las quemaduras de las tuberías. Las tuberías modificadas no deben presentar torceduras ni fugas de aire. Cuando los mazos de mangueras pasen por travesaños y puedan entrar en contacto con los bordes del bastidor, coloque tiras de refuerzo de goma o manguitos protectores de goma enrollados en espiral. Mantenga los mazos de mangueras alejados de fuentes de calor; la temperatura ambiente no debe superar los 60 °C. Si el recorrido requiere una exposición breve a temperaturas superiores a 60 °C pero inferiores a 80 °C, coloque material de aislamiento térmico en el lado exterior del mazo de mangueras. Figura 4-34



**Correcto Incorrecto**

Figura 4-34 Esquema de tuberías que cruzan travesaños

- Las fuentes de calor cercanas al sistema de frenos deben mantener una distancia mínima de 125 mm con respecto a los componentes de los frenos, con un mínimo de 50 mm cuando estén protegidos. La temperatura de la superficie de los componentes de los frenos debe mantenerse por debajo de los 100 °C. Los componentes modificados de otros sistemas no deben suponer ningún riesgo de interferencia o desgaste con los componentes de los frenos.
- Las modificaciones de los componentes relacionados con los frenos, todos los depósitos de aire, otras válvulas, tuberías de refrigeración y sus soportes de montaje deben ser aprobadas por Beijing Foton Motor Co., Ltd. antes de su implementación.
- Durante la modificación, evite pisar los depósitos de aire. Asegúrese de que las válvulas de drenaje de los depósitos estén orientadas verticalmente hacia abajo para evitar fracturas en los soportes.
- Manténgase alejado de fuentes de calor durante la modificación. Al soldar o cortar, asegúrese de utilizar cubiertas protectoras para evitar que las chispas incendien los tubos de nailon. En la siguiente tabla se detallan precauciones adicionales:

Precauciones operativas		Contra medida	Impacto en el rendimiento
1	Utilice protectores durante la soldadura o perforación	Aplique placas protectoras a los tubos de nailon; retire los tubos de nailon si es necesario	Las chispas de soldadura que salpican el tubo de nailon y lo derriten pueden provocar fugas de aire comprimido
2	Evite que entren objetos extraños en los tubos o accesorios de nailon	Al instalar o retirar tubos y accesorios de nailon, evite que entren o se atasquen objetos extraños utilizando manguitos protectores	La entrada de materias extrañas en los accesorios de la válvula puede provocar fugas de aire comprimido o un mal funcionamiento de la válvula.
3	Radio de curvatura seguro	Los radios de curvatura para los tubos de nailon son los siguientes: $\phi 8R50$ ; $\phi 10R65$ ; $\phi 12R70$ ; $\phi 15R80$ . El radio de curvatura del tubo no debe ser inferior a los valores especificados anteriormente.	Si el radio de curvatura durante la instalación de los tubos de nailon es inferior al valor especificado, puede provocar abolladuras o retorcimientos en los tubos, lo que impediría el paso del aire.
4	Prevención de salpicaduras de	Los tubos de nailon presentan una baja resistencia al ácido; tome	Si el ácido de las baterías o fuentes similares se adhiere a

	ácido	precauciones para evitar la exposición al ácido de las baterías.	los tubos de nailon, puede provocar su fusión y la consiguiente fuga de aire.
5	Prevención de la entrada de agua durante la limpieza a alta presión	Durante la pulverización a alta presión, mantenga una distancia mínima de 300mm entre el punto de pulverización y los accesorios.	La entrada de agua puede provocar la corrosión de las válvulas, la congelación u otros fallos de funcionamiento.
6	Protección de los tubos de nailon durante el pintado a alta temperatura	Rango de temperatura para tubos de nailon -40°C-90°C	Las temperaturas que superen el rango normal pueden dañar los tubos y provocar fugas de aire.
7	Protección contra interferencias	Mantenga las distancias entre los tubos de nailon y el chasis/carrocería según la tabla siguiente Componentes fijos: 5 Componentes vibratorios (motor, caja de cambios, cabina, compresor de aire): 30 Componentes giratorios (neumáticos, ejes de transmisión, etc.): 50 Componentes disipadores de calor: 200	La perforación de los tubos de nailon debido a la fricción o el desgaste puede provocar fugas de aire.

#### 4.7.3 Trazado de los conductos de freno

Por motivos de seguridad y disponibilidad de repuestos, se recomienda utilizar los mismos tubos de freno, mangueras, abrazaderas y racores roscados que los empleados por Beijing Foton Motor Co., Ltd. Debe mantenerse una distancia suficiente entre la cámara de freno y las mangueras de freno, así como entre el eje y sus topes. La distancia mínima entre los conductos de freno y los componentes móviles no debe ser inferior a 40 mm, y la distancia mínima con respecto a los objetos estáticos no debe ser inferior a 10 mm.

Del mismo modo, debe mantenerse una separación suficiente entre las tuberías instaladas y los componentes móviles.

Las tuberías de acero deben fijarse con abrazaderas a intervalos no superiores a 600-700 mm. Las tuberías de poliamida deben agruparse cuidadosamente con correas de sujeción a intervalos no superiores a 350mm, con un punto de fijación cada 500-600 mm para anclar la tubería de poliamida al chasis. Los tubos de poliamida presentan una baja resistencia a las bajas temperaturas, las altas temperaturas y el fuego. Por lo tanto, se recomienda el uso de tubos de acero para aplicaciones a baja temperatura, alta temperatura y alta presión, así como en entornos sin protección.

#### 4.7.5 Disposición de las válvulas

Todas las válvulas, cámaras de aire y componentes similares del sistema de frenado deben ser fácilmente accesibles para su inspección y mantenimiento.

Los componentes de control utilizados en el sistema de frenado y las válvulas de freno, al ser componentes críticos para la seguridad operativa, no deben romperse en condiciones normales de funcionamiento.

El índice de estanqueidad de los cuerpos de válvula reacondicionados no debe superar los 10 kPa.

#### 4.7.6 Depósito de aire auxiliar

Los vehículos equipados con dispositivos adicionales que consumen aire y que se

caracterizan por un alto consumo de aire y presiones de funcionamiento elevadas deben incorporar un depósito de aire auxiliar. Preferiblemente, este debe ser un producto compatible en serie con el depósito de aire ya instalado en el chasis, lo que facilita la fabricación y reduce los costes.

El depósito de aire auxiliar se conectará al depósito del freno de servicio, normalmente a través de una válvula de alivio antirretorno conectada al circuito de freno del eje delantero. Tras la instalación de dispositivos adicionales que consumen aire y las tuberías asociadas, todo el sistema de circuito de aire del vehículo deberá someterse a la inspección y a las pruebas de estanqueidad correspondientes. Al evaluar la integridad del sellado del sistema, con la presión elevada a 750 kPa (o la presión máxima alcanzable en la línea de freno de servicio, la que sea menor) y los frenos desactivados, el compresor de aire deberá detenerse durante 3 minutos. La caída de presión posterior no deberá superar los 10 kPa. A 750 kPa (o la presión máxima alcanzable en la línea de frenos de servicio, la que sea menor), detenga el funcionamiento del compresor de aire, pise el pedal del freno a fondo y observe durante 3 minutos después de que la presión se haya estabilizado. La caída de presión del vehículo debe ser  $\leq 20$  kPa.

Los dispositivos adicionales que consumen aire instalados en el vehículo pueden extraer aire del depósito de aire del chasis o de un puerto de admisión de aire específico, siempre que se calcule su consumo de aire. Dichos dispositivos pueden extraer aire comprimido directamente a una velocidad que no supere los 1 升 /minute del puerto 24 de la válvula de protección de cuatro circuitos. Cuando el dispositivo que consume aire se utilice principalmente con el vehículo parado, el consumo de aire podrá aumentarse hasta los 2 升 /minute.

Las conexiones de los dispositivos que consumen aire deberán ser claramente distinguibles y, cuando sea necesario, estar marcadas para su identificación.

#### **4.7.7 Instalación del retardador de corrientes parásitas**

- Se deben cumplir estrictamente los requisitos de instalación especificados por el fabricante del retardador de corrientes parásitas.
- Cuando se monte en la transmisión, se debe seleccionar un soporte de transmisión adecuado.
- La válvula de freno del sistema de frenado no debe moverse ligeramente. Si es necesario, la distancia de movimiento debe reducirse al mínimo.
- Dentro de una distancia mínima e of 200mm fromo del retardador, todas las tuberías de plástico deben sustituirse por tuberías de acero y colocarse en un lugar seguro suficientemente alejado del retardador.
- Los equipos eléctricos y las tuberías cercanas al retardador deben protegerse con cubiertas adecuadas para protegerlos de la radiación térmica.
- Se debe instalar un generador más potente y una batería de mayor capacidad.

#### **4.7.8 Instalación de compresores de aire eléctricos**

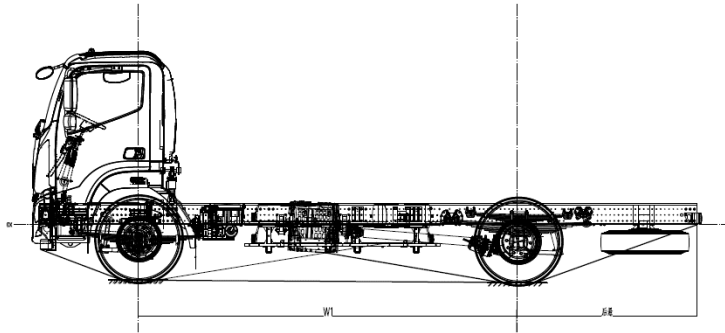
- El compresor de aire y el elemento filtrante no deben instalarse en ángulo.
- La entrada eléctrica de alta tensión del compresor de aire debe coincidir con los parámetros de entrada eléctrica de alta tensión del compresor de aire para el modelo de vehículo anfitrión.
- Las tuberías de acero que superen los 4500 mm de longitud no deben presentar curvas en U, y su diámetro debe coincidir con las especificaciones originales del vehículo.
- El recorrido de los tubos debe garantizar que el extremo del secador quede más bajo que el del compresor, sin secciones ascendentes a lo largo del recorrido.

## V. Cálculos

### 1 Distancia entre ejes y voladizo trasero

#### 1.1 Cálculo de la distancia entre ejes teórica

La distancia entre ejes teórica de un vehículo con un solo eje trasero se define como la distancia entre el eje delantero y el eje trasero único, tal y como se ilustra a continuación:



Distancia entre ejes teórica =  $W1$

#### 1.2 Voladizo trasero de los vehículos de motor

La norma GB1589 «Límites para las dimensiones externas, las cargas por eje y las masas de los vehículos de motor, los remolques y las combinaciones de vehículos de motor» estipula en la cláusula 4.5: «La sobresalencia trasera de los autobuses y los vehículos de motor con carrocería cerrada (o cisterna) y los remolques será inferior o igual al 65 % de la distancia entre ejes. Los vehículos de trabajo especializados pueden calcular el voladizo trasero de acuerdo con los requisitos de los vehículos de pasajeros cuando se garantice la seguridad. Para otros vehículos, el voladizo trasero no deberá superar el 55 % de la distancia entre ejes. En el caso de los autobuses articulados con motor trasero de menos de 16 000 mm de longitud, el voladizo trasero no deberá superar el 70 % de la distancia entre ejes cuando se garantice la seguridad. El voladizo trasero de los vehículos de motor y los remolques no deberá superar los 3500 mm (excepto los remolques de transporte de vehículos con eje central).

Nota: En el caso de los vehículos de motor de varios ejes, la distancia entre ejes se calcula como la distancia entre el primer y el último eje (en el caso de los autobuses articulados, entre el primer y el segundo eje). La longitud de la parte trasera se mide desde la línea central del último eje hacia atrás. Los dispositivos enumerados en A3.3 que se excluyen de la medición de la longitud del vehículo no se incluirán en el cálculo de la longitud de la parte trasera.

## 2 Centro de gravedad

### 2.1 Consideraciones clave para determinar la posición óptima del centro de gravedad

La posición óptima del centro de gravedad de la superestructura y su carga viene determinada por la carga máxima admisible por eje. Los cálculos deben tener en cuenta cualquier desplazamiento de los componentes fijos del chasis, como las cajas de baterías, los paquetes de baterías y los soportes de las ruedas de repuesto, así como la adición de otros pesos, como grúas a bordo o depósitos de agua auxiliares.

Cuando la masa máxima bruta del vehículo después de la modificación sea inferior a la suma de las cargas máximas admisibles por eje para los ejes delantero y trasero, se recomienda utilizar plenamente la carga máxima del eje delantero cuando sea apropiado, siempre que no se supere la masa máxima bruta de diseño del vehículo.

Tanto en condiciones sin carga como con carga completa, el peso en vacío y el peso

bruto del vehículo deben distribuirse de forma razonable entre todos los ejes, con cargas por eje equilibradas entre las ruedas izquierdas y derechas.

En todas las condiciones de carga, la relación entre la carga del eje de dirección (o la carga del volante) y el peso en vacío y el peso bruto del vehículo, respectivamente, no será inferior al 20 % tanto en estado sin carga como con carga. Durante el remolque, la carga del eje de dirección de un vehículo de rescate no será inferior al 15 % del peso bruto del vehículo.

La carga por eje del eje motriz de un vehículo de motor o de un tren de carretera no será inferior al 25 % del peso bruto máximo admisible del vehículo de motor o del tren de carretera.

Después de determinar la carga por eje del vehículo especializado modificado, calcule la posición óptima del centro de gravedad de la superestructura basándose en la distribución de la carga por eje.

## 2.2 Cálculo de la altura del centro de gravedad

Para facilitar los cálculos necesarios para el vehículo modificado, los fabricantes pueden determinar la distancia desde el centro de la superestructura hasta la pestaña superior del bastidor del chasis basándose en los detalles de la modificación. Posteriormente, la altura del centro de gravedad del chasis del vehículo modificado se puede calcular utilizando la «Altura desde el plano superior del bastidor del chasis en el centro del eje trasero hasta el suelo (sin carga)» especificada en el capítulo 2.

La posición longitudinal del centro de gravedad del vehículo modificado debe determinarse en función de las cargas del eje delantero y trasero. El centro de gravedad debe ser lo más bajo posible para garantizar una buena estabilidad longitudinal y lateral del vehículo modificado. Durante la modificación, se debe prestar atención al espacio para el rebote de las ruedas.

Debido a las variaciones de la presión de los neumáticos y a las tolerancias de los componentes, la tolerancia de la altura del centro de gravedad del chasis es de  $\pm 30\text{mm}$

El método para calcular la altura del vehículo cuando está vacío y completamente cargado después de la modificación consiste en multiplicar la masa del chasis, la masa de la superestructura, la masa de carga de diseño y otras masas adicionales por sus respectivas alturas del centro de gravedad, sumar estos valores y luego dividirlos por la masa total en ese momento.

## 3 Coeficiente de utilización de la masa

El coeficiente de utilización de la masa refleja las capacidades de diseño y fabricación para reducir el peso propio del chasis y la superestructura y optimizar la utilización de los materiales. Para vehículos del mismo tipo, es preferible un coeficiente más alto.

$$f_{mass} = \frac{LD_P}{G_E}$$

En la fórmula:  $f_{(masa)}$  Coeficiente de utilización de la masa  
 $LD_{(P)}$  Masa máxima admisible  $G_E$  Masa en vacío del vehículo

## 4 Velocidad máxima

Siempre que la potencia residual no sea cero, la velocidad máxima se puede calcular utilizando la siguiente fórmula.

$$V_{max} = \frac{0.377 \times n_E \times r_1}{i_G \times i_0}$$

En la fórmula:  $V_{max}$  Velocidad máxima

$n_E$  Velocidad máxima de rotación del motor

$r_{(1)}$  Radio de rodadura del neumático

$i_G$  Relación de transmisión

$i_{(0)}$  Relación del eje motriz

Cuando la potencia residual llega a cero, la velocidad máxima del vehículo se puede calcular con detalle según la teoría de los vehículos de motor.

### 5 Pendiente máxima

La pendiente máxima se puede calcular en tres pasos utilizando la siguiente fórmula:

$$F_{\tan} = \frac{M_{E_{\max}} \times i_G \times i_0 \times \eta_G \times \eta_0}{r_2}$$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{F_{\tan}}{G_{\max}}\right)$$

$$\text{Pendiente máxima (\%)} = 100 \times \tan \alpha$$

Donde:  $M_{E_{\max}}$  Par motor máximo

$\eta_G$  Eficiencia mecánica de la transmisión

$\eta_0$  Eficiencia mecánica del eje motriz

$r_2$  Radio estático del neumático

$F_{\tan}$  Fuerza motriz

### Cálculo y verificación del ángulo de estabilidad de inclinación en los seis lados

El ángulo de estabilidad al vuelco debe cumplir con las disposiciones pertinentes de la norma GB7258 «Condiciones técnicas para el funcionamiento seguro de los vehículos de motor». En el caso de los vehículos de motor que no sean camiones de bomberos, camiones cisterna y remolques cisterna, el ángulo de estabilidad al vuelco cuando se inclinan hacia la izquierda y hacia la derecha en estado estático y sin carga debe ser superior o igual a 35°.

Dado que los vehículos modificados suelen tener un centro de gravedad más alto, es esencial verificar el ángulo de estabilidad al rodar.

El ángulo de estabilidad al vuelco se calcula de la siguiente manera:

$$x = \frac{TR_F \times G_F + TR_R \times G_R}{2 \times G_E}$$

$$\beta = \arctg \frac{x}{H_E}$$

En la fórmula:  $TR_F$  Ancho de vía delantero

$G_F$  Carga del eje delantero sin carga

$TR_R$  Distancia entre los dos neumáticos exteriores del eje trasero

$G_R$  Carga del eje trasero del vehículo sin carga

$G_E$  Masa máxima del vehículo sin carga

$H_E$  Altura del centro de gravedad del vehículo sin carga

Reste un valor de corrección de 3° a 4° del valor  $\beta$ ; si el resultado supera los 35°, se considera generalmente conforme.

### 7 Circunferencia de giro y espacio libre de giro del vehículo

Los vehículos especiales diseñados por talleres de conversión deben garantizar que los valores mínimos del círculo de giro y del giro exterior cumplan con normativas como la GB1589. La cláusula 4.4.1 de la GB1589 estipula: «Los vehículos de motor y los trenes de carretera deberán pasar dentro de un círculo de giro con un diámetro exterior de 25 000 mm. El diámetro interior será de 10 600 mm. Ninguna parte de la dimensión más exterior del vehículo (excluidas las protuberancias de los equipos y dispositivos funcionales especializados especificados en las cláusulas A3.3 y A4.2) deberá exceder el espacio libre

vertical del círculo exterior. Ninguna parte de la dimensión más interior del vehículo (excluidas las protuberancias de los equipos y dispositivos funcionales especializados especificados en las cláusulas A3.3 y A4.2) deberá exceder el espacio libre vertical del círculo interior. Cuando un vehículo de motor o un tren de carretera pasa de un movimiento rectilíneo al movimiento circular descrito en 4.4.1, el valor de oscilación exterior T del vehículo no deberá superar los 800 mm.