

車用安全帶之功能及具預負載裝置之安全帶介紹

一、前言

自汽車工業發展以來，車用安全帶為車輛被動安全體系中至關重要的第一道防線與束縛裝置；當車輛遭受急煞、車禍碰撞或翻覆等突發狀況時，車用安全帶透過高強度織帶與精密機構(如緊急鎖定捲收器與預負載裝置)之聯動，於毫秒之間有效限制乘員身體因物理慣性產生的前衝與位移，此舉不僅能顯著降低乘員與方向盤、儀表板或車門等車室結構發生二次碰撞的傷害風險，更能防止乘員被拋出車外的高危險情事發生。

伴隨現代汽車工程推陳出新，車用安全帶已從早期單純的物理束縛，演進為結合人體工學、衝擊力學與空氣囊協同運作之複合防護系統，並可依車型配置具預負載裝置(Pre-loading device)及拉力限制器(Load limiter)，可使車用安全帶在極短時間內精準達成「位移控制」與「衝擊減緩」之平衡，亦為全車乘員被動防護安全之基礎核心，關於車用安全帶種類及功能，將於以下所列項目進行說明。

二、車用安全帶種類及功能

(一)車用安全帶主要分類與結構特性，依據其束縛區域與幾何結構設計，主要劃分為以下四大類型：

1.腰部安全帶 (Lap Belt／二點式)

結構定義：橫越乘車人員骨盆區域前方之安全帶，透過兩個固定點束縛下半身位移。

應用場景：主要用於大客車乘客座、貨車中間座位或特定後排位置。

2.對角式安全帶(Diagonal Belt／肩部)

結構定義：以對角方式自臀部至對向肩部橫越胸前之單條

式織帶結構。

應用場景：特定輔助束縛架構，現多與腰部織帶結合使用。

3.三點式安全帶(Three-Point Belt)

結構定義：連接腰部織帶與對角式織帶(胸前肩帶)，使乘員之骨盆與上半身軀幹同時獲得連續性束縛。

應用場景：現今客車及貨車前排與外側座位之標準強制配置。

4.全背帶式安全帶(Harness Belt/S 型)

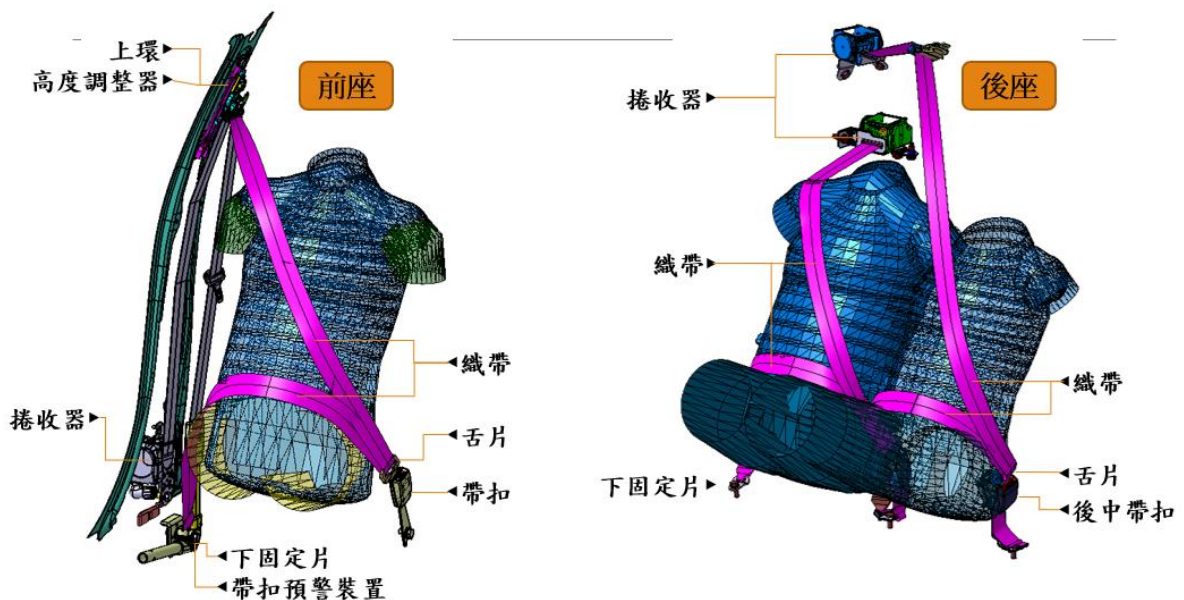
結構定義：包括腰部安全帶及雙肩織帶之 S 型安全帶，可額外配備叉帶總成(Crotch strap assembly)。

應用場景：賽車、特殊防護車輛或幼童安全座椅防護系統。

註：S 型安全帶(S-type Belt)為非屬標準三點式或二點式之特殊安全帶總成均劃分為 S 型。

(二)車用安全帶總成配置

車用安全帶種類分為二點式及三點式，其配置包含織帶、帶扣、捲收器及固定器與導帶環等組件(如圖一)。



圖一、車用安全帶總成配置

三、車用安全帶各部組件

(一)車用安全帶固定點(如圖二)

- 1.二點式：係指橫越安全帶繫用者骨盆區域前方之安全帶，僅束縛髖部位置；其安全帶固定點數量為二點。
- 2.三點式：連接腰部織帶及對角式織帶使安全帶繫用者之腰部及上半身一起予以連條束縛，束縛位置為肩部及髖部兩側，亦為現行車輛上最常見之安全帶樣式，能有效將乘客固定於座椅上；其安全帶固定點數量為三點。



圖二、車用安全帶固定點示意圖

(二)捲收器(Retractor)

係用以捲收織帶之裝置，該裝置功能說明如下：

1.緊急鎖定捲收器(Emergency Locking Retractor - ELR)：

平時允許乘員自由拉出與捲收織帶，確保乘坐舒適性；當發生車輛碰撞、翻覆或速度劇烈變化時，鎖定機構會在毫秒級時間內作動，其感應機制分為三種(如圖三)：

(1)車體感應：感應車體減速度。當減速度達到 0.45g(或更高)時，必須於行程 50 mm 以內完成鎖定；在傾斜角度超過 27°時亦需自動鎖定。

(2)織帶感應：感應織帶拉出加速度，當織帶拉出加速度超

過 3.0g 時，必須於行程 50 mm 以內完全鎖定。

(3)多重感應：同時具備車體感應與織帶感應兩種或以上之複合感應機制。



圖三、緊急鎖定捲收器

2.自動鎖定捲收器(Automatic Locking Retractor - ALR)：

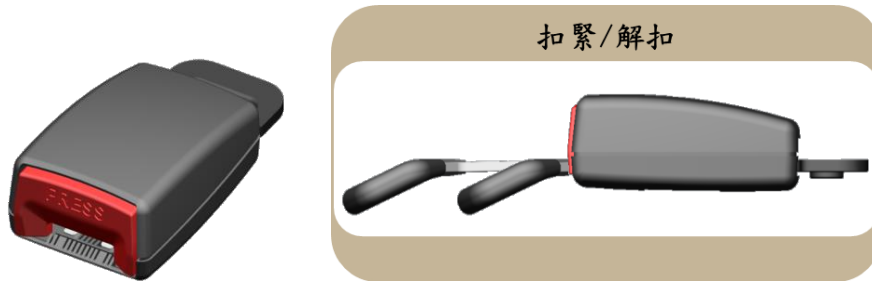
當織帶拉出至任意位置並停止拉出動作後，繫上安全帶時鎖定機構自動作用，僅能捲回不可再拉出，每次鎖定位位置移動不得超過 30 mm，常用於兒童安全座椅安裝或特殊座椅位置(如圖四)。



圖四、自動鎖定捲收器

(三)帶扣(Buckle)

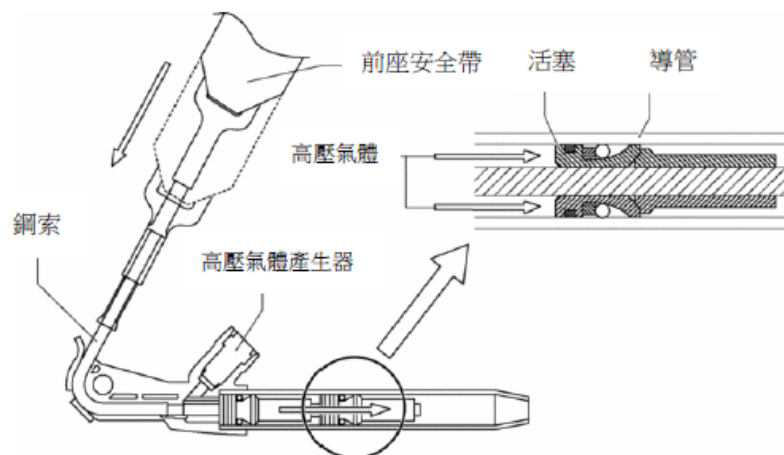
提供乘員易於束縛安全帶且能快速釋放安全帶之裝置(如圖五)。



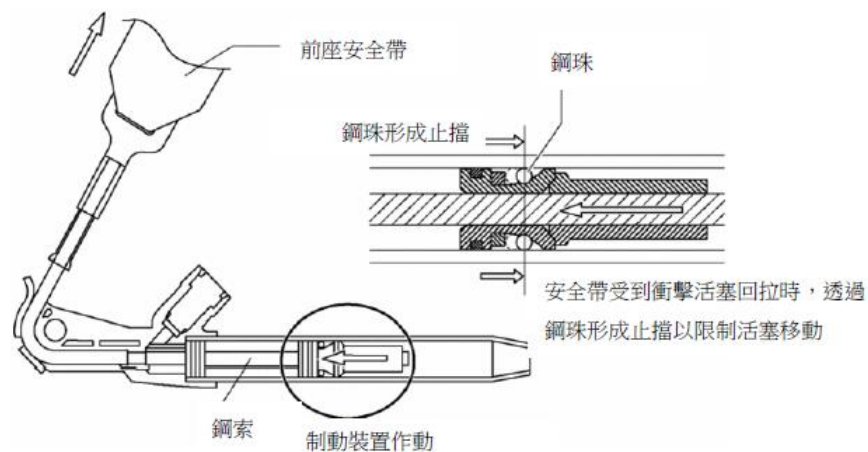
圖五、帶扣

(四)帶扣預緊裝置(Buckle pretensioner)

當車輛碰撞時預緊裝置接收到點火訊號，點燃預緊裝置導管內火藥，產生高壓氣體推動導管內活塞，同時拉動與帶扣相連的鋼索，以達到拉緊安全帶的效果(如圖六)，然而為了防止預緊裝置作動後乘員衝擊力量過大使安全帶拉出，透過導管內制動裝置以鎖住活塞限制其移動(如圖七)。



圖六、帶扣預緊裝置作動



圖七、帶扣預緊裝置作動(制動裝置)

(五)高度調整裝置

調整安全帶上半部之導帶環高度，以對應不同身高乘員肩部高度之裝置，以確保織帶正確貼合肩部(如圖八)。



圖八、高度調整裝置

四、具預負載裝置之車用安全帶

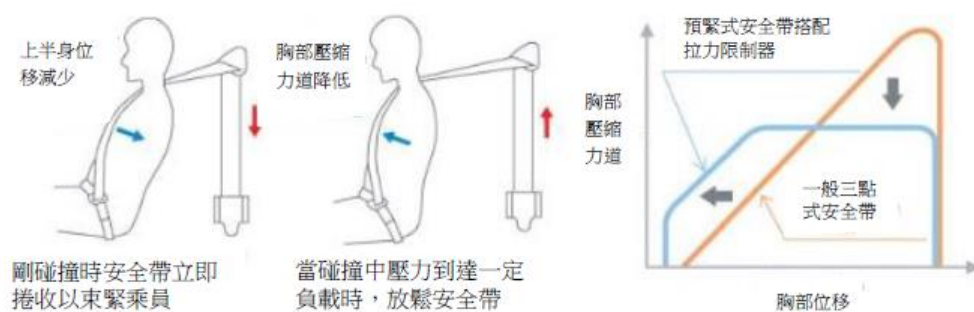
具預負載裝置之車用安全帶與一般車用安全帶皆屬三點式安全帶，其差異為捲收器除具備自動鎖定型或緊急鎖定型功能外，另增加一預負載裝置，透過該裝置作動以達到束緊安全帶之效果，

因而通稱為預緊式安全帶或預縮式安全帶(Pretensioner safety belt)。

其功能及作動方式係當車輛發生正面碰撞瞬間，乘員尚未向前移動時先拉緊安全帶，將乘員固定在座椅上，然後鎖定安全帶防止乘員身體前傾，有效保護乘員的安全；另外為減少車輛撞擊時乘員因車用安全帶束緊之衝擊力過大，而造成胸部及腹部之傷害，故搭配拉力限制器進而適度放鬆安全帶，以減少衝擊力道(如圖九及圖十)。



圖九、具預負載裝置之車用安全帶與拉力限制器搭配效果



圖十、具預負載裝置之車用安全帶與拉力限制器搭配效果

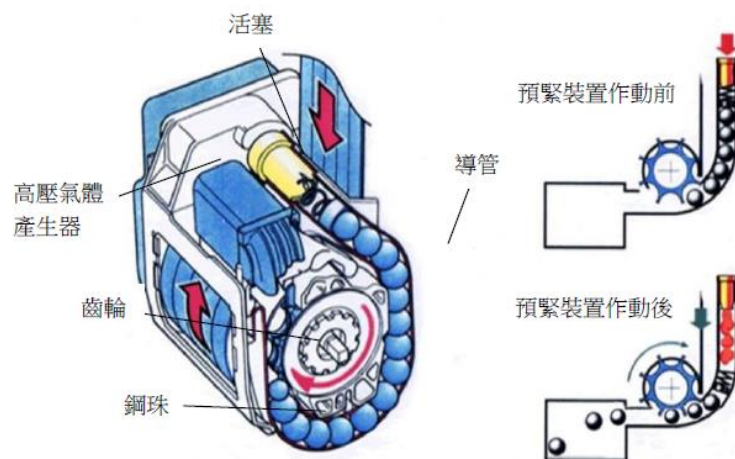
(一)預負載裝置(Pre-loading device)

係指一種附加或整合裝置，用於收緊安全帶織帶，以減少碰撞過程中安全帶的織帶鬆弛，該裝置安裝在安全帶捲收器中，因而通稱為預緊式捲收器或預縮式捲收器 (Pretensioner Retractor)。

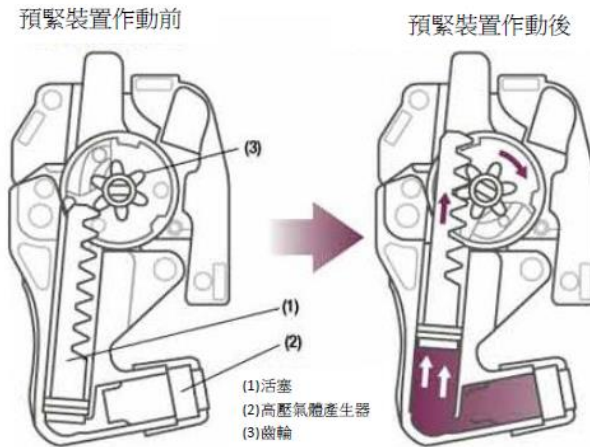
*UNECE R16 Definitions

Pre-loading device : An additional or integrated device which tightens the seat-belt webbing in order to reduce the slack of the belt during a crash sequence.

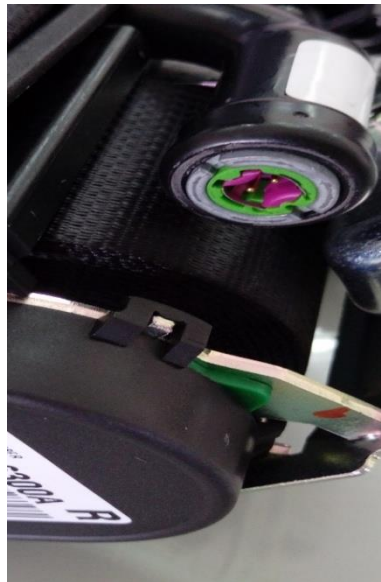
而具預負載裝置之捲收器，依其設計可分為鋼珠式(如圖十一)或齒條式(如圖十二)，當車輛碰撞時，具預負載裝置之捲收器接收到點火訊號，點燃具預負載裝置之捲收器導管內火藥(如圖十三)，產生高壓氣體，使導管內活塞推動鋼珠或齒條，再推動捲收器齒輪捲收織帶以拉緊乘員。



圖十一、具預負載裝置之捲收器(鋼珠式)構造



圖十二、具預負載裝置之捲收器(齒條式)構造



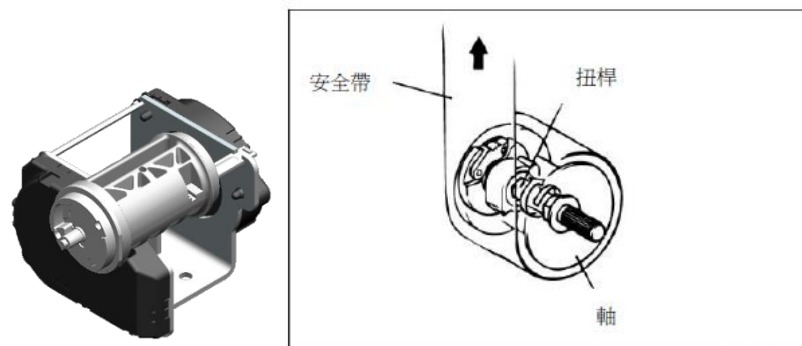
圖十三、火工接頭

(Pyrotechnic Connector 或 Pyrotechnic Initiator/Header，係指與裝有火藥、炸藥或電點火裝置的元器件之連接)

(二)拉力限制器(Load limiter)

當車用安全帶拉緊且乘員向前傾時，為減少車用安全帶拉力過大導致乘員胸部、腹部造成傷害，透過拉力限制器適度來放鬆車用安全帶，其原理(如圖十四)為當車用安全帶拉伸力量到達預定值時，其拉力限制器內部之扭桿產生變形，讓安

全帶捲軸適度扭轉並釋放少量織帶，使其安全帶鬆動，藉以減少安全帶與乘員間之束縛力量過大所致之傷害。



圖十四、拉力限制器構造

五、具預負載裝置之車用安全帶(預緊式安全帶/預縮式安全帶)標示
車用安全帶皆具有資訊標示，並標示各種認證字樣與代號，於標示中所顯示之 Aer4mp，則其中”p”係指具預負載裝置之功能(如圖十五)。



圖十五、具預負載裝置之車用安全帶之標示