



>> 專題報導

□淺談電動車輛低速警示音

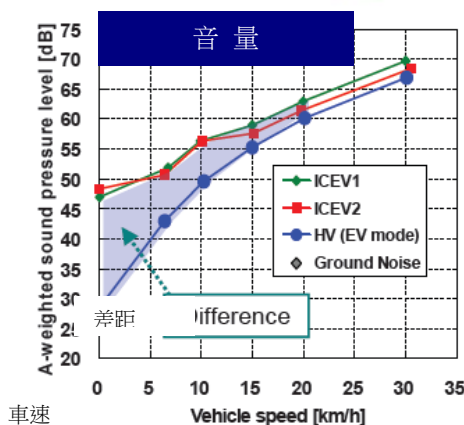
車安中心 許志成處長

一、緣由

在國內的街道上，常可見行人與機動車輛近距離交會，視覺與聽覺是一般情況當中隔離危險或採取必要防護行動的重要預警方式，行人藉由其避免可能外來的危害，而聽覺更能提供廣泛性與高主動性的警示觸發，讓人理解身在何種環境以及身在何處境。

近幾年電動車輛蔚為風潮，其特色除了綠能以外，還兼具靜音效能，潛伏著對行人聽覺主動防護能力的威脅。在車速 20 公里/小時以下的時候，電動車輛對外界發出的聲音比一般內燃機車輛低(參圖一)，其間差距可達 20dB(A)，此顯示出行人的主動安全避險機能已受到不容小覷的影響，不由得讓人開始思考能否在靜音與基本安全保障之間取得平衡，便是電動車輛低速警示音(Acoustic Vehicle Alerting System 或 Approaching Vehicle Audible Systems, 簡稱 AVAS)所被賦予的期望。

最早可追溯到 2008 年，美國視障者協會在聯合國 GRB 專家會議中提出此訴求，美國交通部隨即展開研究工作，促使聯合國 WP29 決定著手相關規範的討論與建立。日本因應此情勢於 2010 年提出 AVAS 基本特性設計指引，交由日本電動車輛製造廠考量參用，日本 NISSAN 首先發表「美妙噪音」(Beautiful Noise)。另外，聯合國工作小組於 2010 年 5 月開展 AVAS 全球技術規範的討論，自此，AVAS 規範有了較明確的發展起源。



註：

ICEV 代表內燃機車輛

HV 代表混合動力車輛

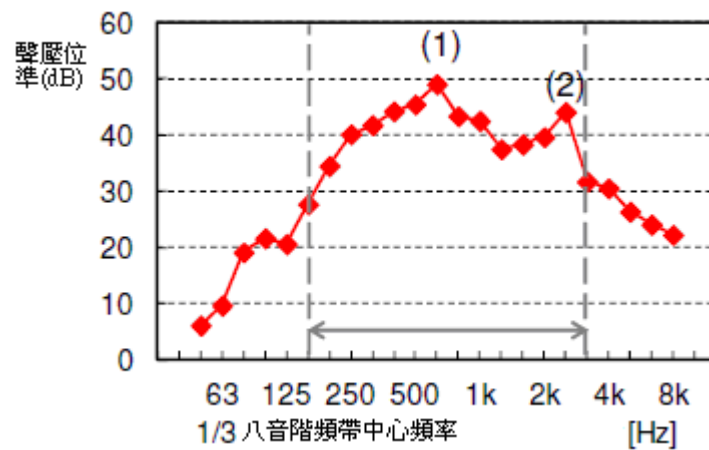
(依照 SAE J2889-1 :2011 量測)

圖一 電動車輛與內燃機車輛發出音量的比較 (資料來源: 日本 JASIC, 2011)

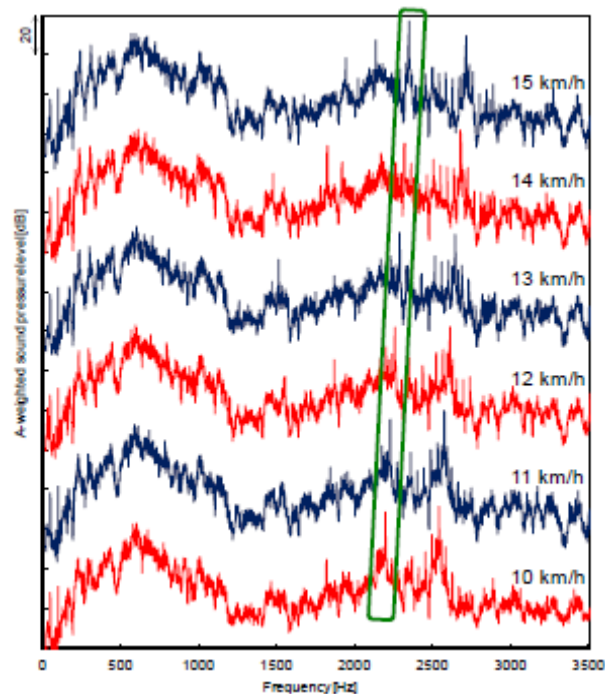
二、AVAS 特性

不僅是聽得見，聽覺所帶給人的資訊，至少包括三元特徵：物體方向、物體遠近以及物體屬性(如大小、類別、移動等)，而 AVAS 功能的設計還將包括何時發出聲音，以兼顧實用性。聲音三元特徵的展現，需要倚靠聲音基本物理性質(如音量、頻率及音色)的變化組合，以下簡要說明聲音基本物理性質如何讓三元特徵產生區別。

1. 方向 藉由聲音頻率高低提供訊息(一般人耳可聽的的範圍約略是 20~20kHz，而根據美國 NHTSA 研究報告，對市區行人能產生提醒的約略是 300~5kHz；又研究顯示高頻的方向認知度比低頻明確，而年長者對於相對低頻較有感知)。
2. 遠近 藉由聲音內含高低頻率的分布提供訊息(參圖二，分別落於 1KHz 以下，及 3KHz 以上)。
3. 屬性 藉由聲音頻率變化及音量提供訊息(加速/減速/巡航狀態，參圖三各車速頻率分佈之變化)。



圖二 聲音內含高低頻率的分布示意 (資料來源: 日本 JASIC, 2011)



圖三 各車速頻率分佈之變化示意 (資料來源: ISO, 2012)

根據德國 Federal Highway Research Institute (BAST)研究顯示, 目前 RE3



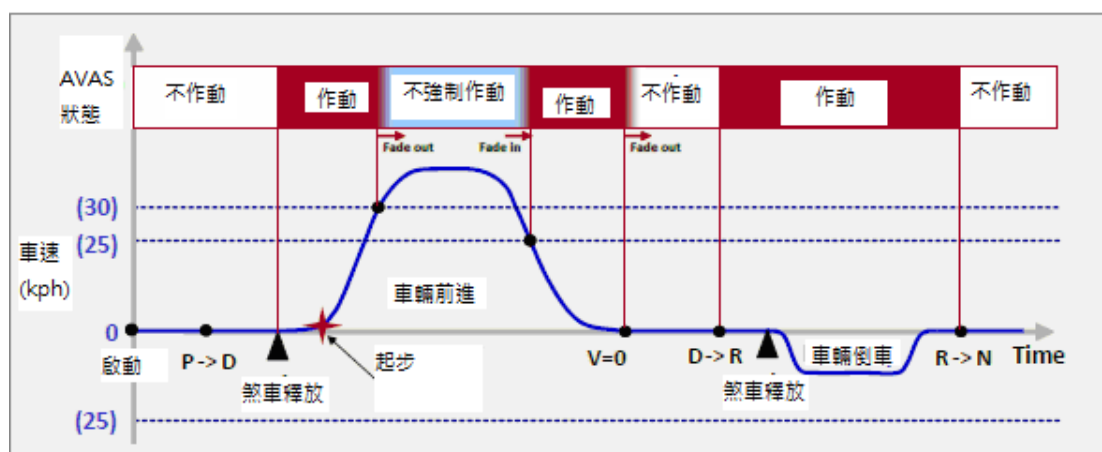
是當下值得採用的規範。

三、AVAS 作動時機

從行人與機動車輛之間的互動情況來觀察，至少有路口、停車場及狹窄街道等主要地點，潛伏著急迫危機：

1. 路口：依照一般行車規定，此時車輛狀態通常是停等行人、紅綠燈後起步離開路口，或緩速前進。
2. 停車場：進入停車場尋找車位、倒車進入車位以及起步離開車位等。
3. 狹窄街道：人車共用部分路面，車輛走走停停或緩速前進。

依照車輛在這些人車互動機率與風險較高場合的可能行為，以及考量避免形成噪音，低速警示音所需要發出時機大致為車輛停等／起步、倒車及低速行進等狀態。圖四為警示音隨著車輛行駛狀態作動之示意。



圖四 警示音隨著車輛行駛狀態作動(且聲音特性變化)之示意

(資料來源：日本 MLIT, 2012)



四、AVAS 規範實現與未來

法規是產品性能的基本保障，各國以人為出發點而對於法規搭配科技發展的關注，是顯而易見。2010 年，美國提出” Pedestrian Safety Enhancement Act of 2010”，責成政府進行AVAS法規建立，同年日本推行”Guideline -- Approaching Vehicle Audible Systems”，又於 2011 年，全球車輛法規調和論壇也認同AVAS的需要，建立與日本極為近似的指引(RE3 附件”Guidelines covering alert sounds for electric and hybrid-electric vehicles”)，並組織以美國為首的QRTV(Quiet Road Transport Vehicle)工作小組，開啟AVAS全球技術法規(Global technical regulation, GTR)的探究及熱烈討論。我國也在車輛產業共同努力合作之下，歷經四次工作討論會議，確立以聯合國RE3 指引為當下參考的方向提出法規草案，並由交通部於 2013 年 11 月 1 日公佈，M類(客車)及N類(貨車)電動車輛新型式自 2015 年 1 月 1 日起，既有型式自 2017 年 1 月 1 日起；L類(機車)電動車輛新型式自 2016 年 1 月 1 日起，既有型式自 2018 年 1 月 1 日起，應符合AVAS規範。從表一可以概括理解，當下的AVAS規範僅是入門款，未來即將納入的將會是有更細膩聲音特性的進階版，包括音頻、音辨、頻移和最小聲級等。

AVAS 性能	美國	UN RE3	GTR 可能方向
適用車輛	所有電動車輛	所有 L/M/N 類電動車輛	所有 L/M/N 類電動車輛
作動時機	倒車 靜車(起步前 500ms) 車速 30kph 以下	倒車 車速 20kph 以下	倒車 起步後(一段時間 內) 車速 20kph 以下
音頻 (Frequency content)	- 160 ~ 500 Hz - 2000 ~ 5000Hz	1.需近似同級內燃機引擎車輛且與車速同步變化聲音特徵 2.避免對環境附加之噪音	- <800 Hz - >1.25 kHz
音調(Tone)	160 ~ 400 Hz 有一個單音		各至少一個單音
音辨	1/3 八音階頻帶 (八個頻帶分佈)		1/3 八音階頻帶 (兩個頻帶分佈)
頻移 (Pitch shifting)	1% / 1km/h		8% 或 10 % / 10 km/h
整體聲級(Overall sound Level)	無規範		有規範



各 1/3 八音階頻帶之 最小聲壓等級	有規範		有規範
禁用特定用途、音樂 或昆蟲等聲音	無規範	有規範 例如警笛、喇叭、鐘 聲、鈴聲及救護車輛 之警示音	有規範

表一 現行及未來 AVAS 規範對照