

何謂生質柴油的十六烷值？

Fuel Property of Biodiesel—Cetane Number

by Gerhard Knothe, et. al, The Biodiesel Handbook

AOCS Press, USA 2005

通常十六烷值(Cetane Number, CN)，係表示柴油燃料(Diesel Fuel, DF)的點火品質特性(Ignition Quality)，而屬無單位的特性數據。它係石化柴油(柴油燃料)的關鍵指標(Indicator)。

一般石化柴油(Petro-diesel)係石油裂解生成物。石化柴油係裂解生成物中段沸點部份(Middle distillate)的碳氫化合物成份，在美國依照 ASTM，D975 規範，可分為#1 及#2 柴油。#1 石化柴油(DF 1)係屬 170°C~270°C 沸點範圍的成份(如煤油與噴射燃料，Kerosene & Jet fuel)，而可供為高速引擎之用。#2 石化柴油(DF 2)係屬 180~340°C 沸點範圍成份，它可供為比較高負荷而均勻速度的引擎之用。它不必擁有高度揮發性以及 DF 1 的有關規範特性。其成份包括許多種單元或多元芳香族化合物。

在概念上 CN 指標，猶如汽油的辛烷值(Octane Number)指標，係表示石化柴油或其成份的點火品質特性。通常擁有高辛烷值的化合物，其 CN 較低，相反亦然。短碳鏈(Short carbon chain)而分枝(即側鏈，branched chain)的烷類(Alkanes)，2,2,4-三甲基戊烷(2,2,4-Trimethyl pentane，或稱 Iso octane)擁有最高汽油品質規範，其辛烷值訂為 100，而最低品質規範的正-庚烷(n-heptane)的辛烷值訂為 0，以供比較品質。

在 CN 指標，長直鏈碳氫化合物(Long straight chain hydrocarbon)的十六烷(Hexadecane, $C_{16}H_{34}$ ，或稱Cetane)，其十六烷值任意訂為 100 做為標準。然而高度分枝的碳氫化合物，2,2,4,4,6,8,8-七甲基壬烷(2,2,4,4,6,8,8- hepta methyl nonane $C_{16}H_{34}$ ，簡稱HMN)的CN訂為 15，做為比較。如此，結構分枝及碳鏈長度會影響其 CN 值。碳鏈長度愈短而分枝愈多者，其CN較小。芳香族化合物的CN較低，但隨其烷基側鏈(n-alkyl side chain)愈長者，其CN逐漸增大。柴油的CN係由點火延緩時間(Ignition delay time)予以決定。亦即燃料噴射與點火之間的時間。點火延緩時間

愈短，則其CN愈大，相反亦然。CN值太大或太小，均會引起引擎作業問題。若CN太大，則燃料與空氣未經適宜混合就予以燃燒而導致燃燒不完全產生黑煙(smoke)。若CN太小則引擎不平滑(Roughness)，不點火(Misfiring)，產生空氣溫度過高，不易啟動以及產生不完全燃燒。大多美國的引擎廠商，通常採用CN為40~50。

CN 值測試係採用美國 ASTM D613 及 ISO(International Organization for Standardization) 5165 為準。在 ASTM 規範係採用 Hexadecane 與 HMN 做為對照化合物。通常對於石化柴油，ASTM 標準 D975 要求最低 CN 為 40，然而對於生質柴油則採用最低 47(ASTM, D6751)而歐洲標準(EN 14214)訂為 51。

石化柴油的CN值較高，係與其NO_x排放量較低有所關連，因此，對生質柴油要求採用添加劑(稱為Cetane improver)以利提升CN。不管生質柴油的固有特性，其CN值較大，但做為柴油引擎燃料時，其NO_x排放量卻較為偏高。通常NO_x排放係隨著生質柴油的不飽和度增大及碳鏈縮短而提升，係與這些化合物的CN有關連。另一方面，微粒子(PM)排放，係由於上述結構因素而稍微受影響。CN值與引擎排廢氣，係與許多因素有所關連，包括引擎的技術水準在內。較舊型而且噴射壓力較低的引擎，通常對CN甚為敏感。隨著提升其CN值則大幅減少其NO_x排放，係由於點火延緩時間較短而造成平均燃燒溫度較低所致。現代的引擎裝有噴射系統以控制噴射比率，而對CN的因素不甚影響。

總之，當不飽和度增加時，CN 值則較低而當碳鏈增長時，CN 值則較高。芳香族碳氫化合物，通常 CN 值均偏低。

CN值的測試係採用 Ignition Quality Tester™(IQT™) 並配合 CVCA(Constant Volume Combustion Apparatus)，以利快測試，其再現性佳，所需燃料量較少，因此 ASTM D613 方法較為低成本。

CN 與 ID(Ignition Delay)的關係如下：

$$CN_{IQT} = 83.99 \times (ID - 1.512)^{-0.658} + 3.547$$