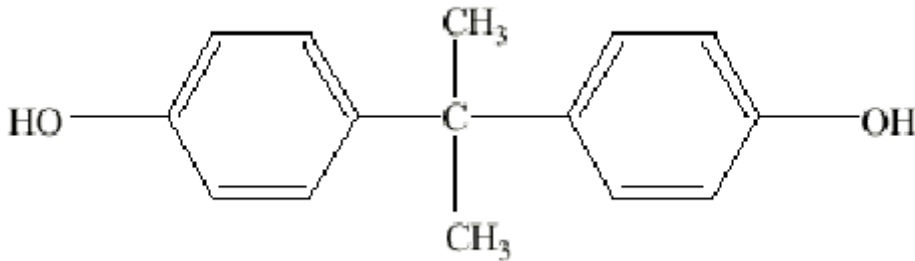


環境荷爾蒙—雙酚A

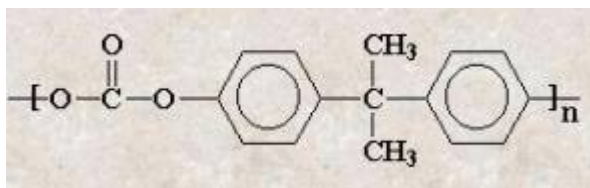
Bisphenol A(雙酚A)又名4,4'-dihydroxydiphenyldimethylmethane, p, p'-dihydroxydiphenyldimethylmethane, 4,4'-bisphenol A, bis (4-hydroxyphenyl) dimethylmethane, 4,4'-isopropylidenediphenol, bisphenol, dian, 又稱為二酚基丙烷。它是由苯酚、丙酮在酸性介質中合成的白色粉末，雙酚A的結構如下：



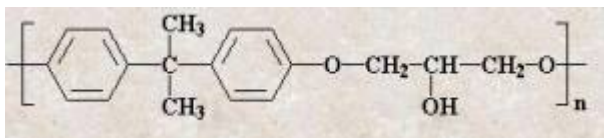
熔點在158至159°C，是環氧樹脂、聚碳酸酯、聚芳酯、酚醛樹脂、不飽和聚酯樹脂、阻燃劑等產品的重要原料，1923年由德國的ALBERT公司開始工業化生產至今。2000年全球雙酚A需求量為320萬噸，歐盟在1997/98年年消費約64萬噸，依化學市場聯合公司(CMAI)推估，2005年雙酚A每年需求量將以7~8 %速度增加。雙酚A以美國、德國、荷蘭和日本出產最多，著名的生產公司包括拜耳(德國、比利時、美國、泰國)、Dow(德國、美國)、GE塑料(德國、美國)、三菱(日本)、三井(新加坡)。根據美國化學市場報導(*Chemical Market Reporter*)，美國年產量約為19億磅(1.9 billion pounds/year)。另依歐盟化學新聞(*European Chemical News*, 18-24 October 1999)：台灣南亞塑膠年產率可達7.2萬噸、長春塑酯工廠2萬噸、Taiwan Prosperity 2.5萬噸，其中63 %作為工業化學中聚碳酸酯塑料樹脂(polycarbonate plastic resin)、27 %環氧樹脂(epoxy resins)和10 %其他產品的材料。

聚碳酸酯為目前國內需求量最大之工程塑膠材料，2000年需求量達18萬噸，其具韌性、產物尺寸大小一致、透明純淨、熱折射溫度高(high heat-deflection temperatures)、優良的電子阻抗等特質，其產品包括有：食物和飲料包裝材料、透明容器、PC/ABS合膠等產品、車前燈、照相機的鏡頭、鋼盔、傳真用的感熱紙、強化塑膠管、鋪地的材料、建材採光罩、人造假牙、家用電器電子零件、光碟、汽車應用、可再用瓶、及其他產品等，其中作為光碟基材達9萬噸(2000年)。

聚碳酸酯結構式如下：



雙酚A (Bisphenol A) 和 環氧氯丙烷 (Epichlorohydrin)為原料製成環氧樹脂,一般構造式如下:



環氧樹脂在反應性、耐藥品性、柔軟性、接著性、耐熱性、強韌性等方面皆佳。可應用在：印刷電路板、塗料(包括工廠用的保護油漆，地面塗料以及管線的防銹塗料等)、模壓製品(包括電子零件的封裝)、結構和一般用途的黏著劑、土木結構補強和修補等。

雙酚在工業界已使用四、五十年，其產品已遍佈在我們生活環境中，由於其低揮發性，不認為它是特別危險的材料，對其使用的安全性已研究多年，有報告指出，將老鼠經鼻腔暴露在含有150 mg/m³

雙酚A的環境下，每天 6小時、為期二星期，老鼠有輕微受到壓迫的反應如體重減輕、鼻子與眼睛會分泌像Porphyrin般的物質等症狀出現，還有在呼吸道上部造成為皮膜增生等病症，沒有可觀察的影響(No Observed Effect Level NOEL)濃度在此次試驗為10 mg/m³，此試驗空氣微粒範圍在1.5至5.2μm，假設雙酚A完全被吸收，依呼吸量每公斤每分鐘0.8公升(0.8 L/kg/min)，依風險管理來推估，若每天每公斤體重可攝入3毫克以下而不會觀察出對健康有影響(NOEL 3mg/kg/day)；歐盟共同體食物科學委員會(European Commission Scientific Committee on Food)亦規定，以聚合物(polymer)接觸食物，從聚合物釋放出的化學物質如雙酚A，不得超過3 mg/kg。但是部分學者認為這推估方式並不適當的，該推估方式不應以呼吸的暴露途徑來評估攝食的風險。有學者以剛出生90天的小狗，每天添加濃度9000 ppm 雙酚A至食物，試驗組的小狗中發現組織病變的現象，劑量越高，肝臟的相對重量越高。這個試驗結果“沒有可觀察影響的攝食劑量NOEL”為每天每公斤75mg (75 mg/kg/day)。國際毒化學計畫(National Toxicology Program)的研究，以口服1000 ppm 雙酚A會導致老鼠體重下降，但500 ppm試驗組的老鼠，除了尿液中發現大量雙酚A，體重無明顯變化，具有多核的巨肝細胞(multinucleated giant hepatocytes)、盲腸肥大但尚未有病變的現象等症狀。這些研究針對雙酚A毒理學作一完整研究，認為使用雙酚A，毒性低，且沒有直接證據顯示其為致癌物質。

早在1938年Dodds and Lawson發現雙酚A使切除卵巢的老鼠產生雌性激素，1993年史丹福醫學院發現實驗室塑膠燒杯經高壓滅菌過程(121°C 25分鐘)產生動情激素，是由聚碳酸酯(polycarbonate)溶解出的雙酚A所造成，將雙酚A歸為環境荷爾蒙的一種，引起學者重新評估其對生物的影響；包括對雌性素接受器的接合試驗、乳癌細胞的增生、雌鼠子宮增生試驗及經餵飼、注射等方式觀察老鼠生殖上的變化，推論雙酚A具有雌性激素的效力，其效力約為雌性激素的萬分之一，而這些試驗為在短時間觀察到顯著效果，常以高劑量進行試驗，對於低濃度的試驗，特別是長期所造成的影響，一些學者提出可能會有U型的劑量反應曲線，即低劑量狀況下比高劑量危害更大，不過此低劑量學說(low dose theory)目前還在討論中尚無一定論。

我們不禁要問，這麼多以雙酚A為材料所作成的產品，環繞在我們四周，我們到底暴露在雙酚A的機率多大呢？雙酚A暴露到環境中的路徑包括有：製造雙酚A工廠、塑膠或其他產品的工廠、傳真紙回收站及垃圾掩埋場等，而雙酚A在空氣中會快速降解，暴露機會較小，水和泥土受到污染情形值得警惕。加拿大調查其國內31座污水處理場15座紙漿廠，發現進流水雙酚A濃度約在0.08至4.98μg/L，排放水0.01至1.08μg/L，能夠有效去除雙酚A達68%，累積在污泥中約0.033至36.7μg/g (dry weight)，化學及化學產品商業特區廢水中濃度為0.23至149.2μg/L，至於紙漿廠的雙酚A濃度不高，為低於偵測極限0.005至0.406μg/L，德國調查其國內12座污水處理廠，放流水0.03至2.52μg/L。中央大學丁望賢教授曾調查台灣河川水中雙酚A含量為0.05-3.0μg/L。美國為2.0至8.0μg/L、德國為0.004至0.065μg/L、日本為0.01-0.27μg/L。曾有學者將蝌蚪(*Xenopus laevis*)暴露在23μg/L 雙酚A中，出現較高比率的雌青蛙。Oehlmann et al.觀察在低於1μg/L 雙酚A環境中，淡水雌ramshorn snail (*Marisa cornuarietis*)的性腺腫脹阻礙其排卵。不過產業界對此試驗仍在重覆驗證中。

雙酚A經由攝食進入人體的主要途徑包括嬰兒的奶瓶、罐頭的內附膜、牙齒的填充劑等。最讓學者擔心的是嬰兒正值發育期，也就是最敏感且影響深遠的時期，而許多塑膠奶瓶其成分含有雙酚A，1998年日本長崎大學Koji Arizono等人以老舊(使用超過四年)的聚碳酸酯奶瓶在95°C下30分鐘產生出6.5μg/kg，而新奶瓶3.5μg/kg，菲律賓製的30μg/kg，韓國製的15μg/kg；英國試驗也證實使用聚碳酸酯的舊奶瓶泡牛奶可發現牛奶含有10至20μg/L的雙酚A，裝果汁則可能含有達到50μg/L，而以新奶瓶試驗則低於分析偵測極限(10μg/L)。當然工業界對此分析的結果有些意見，因為這些試驗常常以誇張的使用方式，如將奶瓶剪碎、加溫、以酒精萃取來進行。日本還發現以聚碳酸酯做成的兒童碗筷新的可以浸出1至1.9μg/kg，舊的1.8至7.9μg/kg，日本建議學校使用超過四年的聚碳酸酯碗筷應摒棄不用，廠商應於產品上標誌清楚其材質。

1995 Brotons等人將含有環氧樹脂附膜的罐頭食品如豌豆、朝鮮薊、綠豆、玉米及蘑菇等，發現從等此食物中攝入的雙酚A最多80μg/kg，日本則在罐裝咖啡中查出最高的雙酚A浸出量40μg/can。然而這些數據都遠低於歐盟共同體食物科學委員會(European Commission Scientific Committee on Food)所規定，以聚合物(polymer)接觸食物，從聚合物釋放出的化學物質如雙酚A不得超過3 mg/kg，每天可接受的攝入量(Tolerable Daily Intakes)為每公斤體中每天50μg (50μg/kg/day)。

在牙醫學界雙酚A聚合物稱為Bis-GMA及Bis-DMA (bisphenol A diglycidylether methacrylate)，自1960年代就開始應用在牙齒的密封膠，一項由波士牙齒醫學大學在七種牙齒密封膠試驗中並沒有發現釋出雙酚A，日本則收集剛做完牙齒1、3小時及1、3、5日的唾液，發現剛作完牙齒1、3小時的唾液中

含有5.8至105.6 ppb的雙酚A，不過血液中並未檢測出，1日以上唾液就不在檢出含有雙酚A，所以建議剛做完牙齒應多漱口。

我們攝入的雙酚A會殘留在體內嗎？以¹⁴C作標記的雙酚A 800 毫克餵飼老鼠，其28%在尿液中發現，56%在糞便中(20%未變化體、20%碳水化合物、16%未知物)，呼吸所產生的二氧化碳未檢測出，投飼後的第二天，尿液及糞便所含¹⁴C即占原投飼量的80%，第8天個體已檢測不出¹⁴C，因此推算雙酚A在體內半衰期為1日，意即不易蓄積在人體內。

雙酚A在高劑量時確會有雌性荷爾蒙的效力，在低劑量下的效應尚未有定論；我們生活週遭充滿以雙酚A為材料所製成的產品，雙酚A容易分解、不易在體內累積，經由產品所釋放的量低於歐盟共同體食品科學委員會所規定的量，仍建議確保消費者選擇的權益，應於產品上標示清楚材質，過舊的塑膠製品應摒棄不用，剛做完牙時應多漱口，可降低雙酚A對人體的影響。

◆ 環境檢驗所 助理研究員 黃王瑰

本網頁於097/06/03編輯發行，最新檢視日期：102/03/01。
【資料內容為已確認之文件，非屬應即時更新之統計資訊】