

菸品物質毒性摘要：菸草 (Tobacco)

CAS No.: -

- IARC 致癌分類：Group 1，人類確定致癌因子，且人類流行病學證據充分。
- 慢毒性或長期毒性：
 1. 菸草燃燒後所產生的菸煙，被國際癌症研究局(IARC)列為人類確定致癌物 (Group I)。
 2. 暴露於菸草燃燒後所產生的菸煙，對肺臟、尿道、口腔(包括唇和舌頭)、鼻腔和鼻竇、鼻咽、食道、喉部、胃、肝臟等部位之組織，會增加細胞癌化之風險、同時亦與子宮頸、血癌、大腸癌、胰腺癌、膀胱癌、攝護腺、子宮內膜等病變有關。

目前世界菸草的種類約為 21 種，其中僅維吉尼亞菸草(Virginia)與伯萊菸草(Burley)即佔了世界產量的 50%。一般紙捲菸品採用菸絲(Tobacco Blends)、重組菸草 (Reconstituted Tobacco) 或冷凍乾燥膨脹菸草 (Puffed, Expanded and Freeze-dried Tobaccos)製成。

吸菸的菸煙由許多不同成分的氣體、蒸氣與液態微粒所組成，其成分透過標準化的 Cambridge filter pad 分析結果可分為「微粒」與「氣體」兩種。其中「微粒」為分子量大於 200 g/mol 的物質，如焦油與尼古丁(見表 1)；「氣體」則為分子量小於 60 g/mol 的物質，約占菸煙總組成的 60%，可參考見表 2 所列。然而在菸煙中常見的致癌成分並非來自原始菸葉，而菸品在燃燒時熱裂解產生之各種化學物質；菸品在燃燒過程中，菸體中心溫度約在 884°C(有空氣)~835°C(無空氣)之間。

1986 年 IARC 發布之專討文獻中，即已指出吸菸會導致肺癌、口腔癌、咽頭與喉頭癌、食道(鱗狀細胞)癌、胰腺癌、膀胱癌以及腎盂癌。現在有更多充分證據指出也會引發鼻腔及鼻竇癌、食道腺癌、胃癌、肝癌、腎細胞癌、子宮頸癌以及血癌(骨髓性白血病)等。根據研究結果顯示，每年約有 120 萬人死於肺癌，因使用紙(捲)菸品導致肺癌的比例高達九成，其中菸齡的長短是關鍵因素，隨著菸齡越長罹患肺癌的風險越高。同時，也是造成泌尿道系統包括膀胱、輸尿管與腎盂的移行上皮細胞癌(transitional-cell carcinomas)的主因之一。而研究亦指出腎細胞癌與口腔癌的發生，與男性或女性吸菸者的菸齡長短及菸癮大小有密切相關。而使用雪茄與菸斗的吸菸者則主要易導致口腔、口咽、咽下、喉頭與食道癌。

吸菸導致的已知健康效應包含影響生殖結果、造成基因突變或染色體異常，

也會對人體組織的許多酵素產生抑制或誘發效應，如異質物代謝酵素，而影響毒品或致癌物的代謝結果。其他包括：慢性阻塞性肺病(Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD)及心血管疾病。在一系列呼吸道、泌尿系統與子宮頸等組織的分析研究中，已發現許多與吸菸有關的DNA加合物(或稱DNA共價鍵結物, DNA adducts)，DNA加合物的形成是癌化的初始徵狀之一，而吸菸者體內組織中含有這些與致癌相關的DNA加合物的程度則較非吸菸者高，另有部分研究也在心血管組織中觀察到這些加合物出現。

以動物實驗(齧齒目動物、兔子及狗)進行吸菸致癌性之探討，儘管吸菸暴露的動物模型無法完全模擬人體的吸菸暴露機制，但仍對於吸菸潛在致癌性提供參考價值。其中，最明顯的證據為，將倉鼠暴露在全菸煙或微粒環境中，研究結果發現，菸煙暴露與咽喉癌之發生有關；在大鼠或狗之動物實驗中則指出，菸煙暴露與誘發良性或惡性肺部腫瘤之產生有關；小鼠試驗中則觀察到，肺腺腫瘤發生之情況增加。

目前已知菸草及其煙霧中約有7,000餘種化學物質，美國FDA未來將要求菸商必須提報菸品中93種可能引發嚴重肺部疾病、細胞癌化、以及成癮性之化學物質成分；由於部份化學物質具有多重毒性，其中包含79種IARC分類致癌物質(Group 1, 2A, 2B, 3)、25種呼吸系統毒性物質、14種生長發育毒性物質、12種心血管毒性物質、以及4種成癮性毒物。有鑑於現有儀器分析方法及相關條件之限制，美國FDA優先挑選20種毒性物質，並規範菸草公司須向FDA報告菸品中的有害成分，和每個成分的具體含量，菸品中的有害成分未來將向民眾公開揭露。20種優先申報毒性物質以菸品排放物為主，包含下列18種化學物質：Benzene(苯)、Benzo[a]pyrene(苯并芘)、Carbon monoxide(一氧化碳)、Formaldehyde(甲醛)、Nicotine (total)(總尼古丁)、NNK(4-甲基亞硝胺-1-3-吡啶基-1-丁酮、4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone)、NNN(N-亞硝基降菸鹼、N-nitrosornicotine)、Acetaldehyde(乙醛)、Acrolein(丙烯醛)、Acrylonitrile(丙烯腈)、4-Aminobiphenyl(4-氨基聯苯)、1-Aminonaphthalene(α -萘胺)、2-Aminonaphthalene(2-氨基萘)、Ammonia(氨)、1,3-Butadiene(1,3-丁二烯)、Crotonaldehyde(巴豆醛、2-丁烯醛)、Isoprene(異戊二烯)、Toluene(甲苯)，其中有9種化學物質為IARC所認定之人類確定致癌物(Group 1)；此外，另兩項重金屬物質：Arsenic(砷)、Cadmium(鎘)為菸草中的成分物質，亦為IARC所認定之人類確定致癌物(Group 1)。

表1、無過濾紙捲菸品主流菸的主要微粒組成

化合物	µg/菸	化合物	µg/菸
Nicotine	100-3000	Scopoletin	15-30
Nornicotine	5-150	Other Polyphenols	
Anatabine	5-15	Cyclotenes	40-70
Anabasine	5-12	Quinones	0.5
Other tobacco alkaloids		Solanesol	600-1000
Bipyridils	10-30	Neophytadienes	200-350
n-Hentriacontane	100	Limonene	30-60
Total non-volatile HC	300-400	Other Terpenes	
Naphthalene	2-4	Palmitic Acid	100-150
Naphthalenes	3-6	Stearic Acid	50-75
Phenanthrene	0.2-0.4	Oleic Acid	40-110
Anthracenes	0.05-0.1	Linoleic Acid	150-250
Fluorenes	0.6-1.0	Linolenic Acid	150-250
Pyrenes	0.3-0.5	Lactic Acid	60-80
Fluoranthenes	0.3-0.45	Indole	10-15
Carcinogen PAH	0.1-0.25	Skatole	12-16
Phenol	80-160	Other Indoles	
Other Phenols	60-180	Quinolines	2-4
Catechol	200-400	Other aza-arenes	
Other Catechols	100-200	Benzofuranes	200-300
Other Dihydroxybenzenes	200-400		

表2、無過濾紙捲菸品主流菸的主要氣體組成

化合物	濃度/菸(總流量%)	化合物	濃度/菸 (總流量%)
Nitrogen	280-120 mg (56-64 %)	Methyl- formate	20-30 µg
Oxygen	50-70 mg (11-14 %)	Other volatile Acids	5-10 µg
Carbon Dioxide	45-65 mg (9-13 %)	Formaldehyde	20-100 µg
Carbon Monoxide	14-23 mg (2-5 %)	Acetaldehyde	400-1400 µg
Water	7-12 mg (1.5-2.5 %)	Acrolein	60-140 µg
Argon	5 mg (1 %)	Other Volatile Aldehydes	80-140 µg
Hydrogen	0.5-1.0 mg	Acetone	100-650 µg

化合物	濃度/菸(總流量%)	化合物	濃度/菸(總流量%)
Ammonia	10-130 µg	Other volatile Ketones	50-100 µg
Nitrogen Oxides (NOx)	100-680 µg	Methanol	80-100 µg
Hydrogen Cyanide	400-500 µg	Other Volatile Alcohols	10-30 µg
Hydrogen Sulfide	20-90 µg	Acetonitrile	100-150 µg
Methane	1.0-2.0 mg	Other Volatile Nitriles	50-80 µg
Other volatile Alkanes	1.0-1.6 mg	Furan	20-40 µg
Volatile Alkenes	0.4-0.5 mg	Other Volatile Furanes	45-125 µg
Isoprene	0.2-0.4 mg	Pyridine	20-200 µg
Butadiene	25-40 µg	Picolines	15-80 µg
Acetylene	20-35 µg	3-Vinylpyridine	7-30 µg
Benzene	6-70 µg	Other volatile Pyridines	20-60 µg
Toluene	5-90 µg	Pyrrole	0.1-10 µg
Styrene	10 µg	Pyrrolidine	10-18 µg
Other aromatic hydrocarbons	15-35 µg	N-Methylpyrrolidine	2.0-3.0 µg
Formic Acid	200-600 µg	Volatile Pyrazines	3.0-8.0 µg
Acetic Acid	300-1700 µg	Methylamine	4-10 µg
Propionic Acid	100-300 µg	Other aliphatic Amines	3-10 µg

美國 FDA 表示，吸菸者吸入菸煙時，約可暴露 7000 多種有害健康之化學物質。菸煙中的有害化學物質幾乎會損害身體的每一個器官。不吸菸者若吸入二手菸，亦將暴露於這些相同的化學物質中。要求菸草公司主動揭露菸品中有害健康物質之成分與含量，已成為國際間的菸品管理共識。2012 年，美國 FDA 依據聯邦食品、藥品和化妝品法 (Federal Food, Drug, and Cosmetic Act, the FD&C Act) 之授權，制定並公開一份菸品與菸煙中“有害及潛在有害成分”(Harmful and Potentially Harmful Constituents, HPHCs) 清單，共有 93 種物質。經由多次利害關係人溝通與實務上的討論，美國菸品管理之現行制度，現已由 93 種 HPHCs 清單中，優先指定部份物質列為應申報項目，其中有多種 IARC 分類為 Group 1 之人類確定致癌物。

本篇毒性摘要物質，現已列於 HPHCs 清單。美國 FDA 要求菸草公司主動揭露並申報之菸品中有害健康物質，成分名單彙整如下表所示。

US FDA 紙(捲)菸 (Cigarette) 成分申報軟體，指定應檢測與申報成分名單 #

成分物質	CAS No	成分	添加物	排放物	IARC 致癌分類
Nicotine (total) (總尼古丁)	54-11-5	V*		V*	
Carbon monoxide (一氧化碳)	630-08-0			V*	
Benzo[α]pyrene (苯并芘)	50-32-8			V*	1
Ammonia (氨)	1336-21-6	V		V	
Cadmium (Cd, 鎘)	7440-43-9 (Elemental)	V*			1
Arsenic (As, 砷)	7440-38-2 (Elemental)	V*			1
N-nitrosornicotine (NNN)	16543-55-8	V*		V	1
4-(N-nitrosomethylamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone (NNK)	64091-91-4	V*		V	1
Formaldehyde (甲醛)	50-00-0			V*	1
Benzene (苯)	71-43-2			V*	1
Acrylonitrile (丙烯腈)	107-13-1			V	2B
1,3-Butadiene (1,3-丁二烯)	106-99-0			V	1
Isoprene (異戊二烯)	78-79-5			V	2B
Toluene (甲苯)	108-88-3			V	3
1-Aminonaphthalene (α-萘胺)	134-32-7			V	3
2-Aminonaphthalene (2-氨基萘)	91-59-8			V	1
3-aminobiphenyl (3-氨基萘)	2243-47-2				
4-aminobiphenyl (4-氨基萘)	92-67-1			V	1
Acetaldehyde (乙醛)	75-07-0			V	2B
Acrolein (丙烯醛)	107-02-8			V	2A
Crotonaldehyde (2-丁烯醛)	4170-30-3			V	2B
具有調味性質或增強味道的添加物	-		X		
水果、植物萃取物 (活性碳與澱粉除外) (Fruits, vegetables or any product obtained from the processing of a fruit or vegetable, excluding activated charcoal and starch)	-		X		
香料、香草和草本香料 (Spices, seasonings and herbs)	-		X		

#：美國聯邦食品、藥品及化粧品法-資訊揭露要求 (Section 915 of the Federal Food, Drug, and Cosmetic Act - Regulation Requirement).

https://www.fda.gov/tobacco-products/rules-regulations-and-guidance/section-915-federal-food-drug-and-cosmetic-act-regulation-requirement#Testing_Reporting_and_Disclosure

V*：台灣現行法規亦已要求紙(捲)菸類別之菸品，需檢測且需申報該物質。

V：美國 FDA 要求美國境內紙(捲)菸類別之菸品，需檢測且需申報該物質。

X：禁用風味添加物。包括：草莓，葡萄，橙，丁香，肉桂，菠蘿，香草，椰子，甘草，可可，巧克力，櫻桃或咖啡，但菸草味或薄荷除外。

資料來源：

1. 國際癌症研究署(IARC)專討文獻，Tobacco Smoke and Involuntary Smoking_IARC Monographs_Volume 83 (2004)：

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol83/volume83.pdf>

2. 歐盟聯合研究中心(JRC)消費者健康保護機構(Institute for Health and Consumer Protection, IHCP) 菸草專題研究報告(Tobacco, Cigarettes and Cigarette Smoke -An Overview)
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/8885/1/7472%20-%20EUR22783EN_Geiss_Kotzias.pdf
3. FDA 官網說明:
<http://www.fda.gov/TobaccoProducts/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/ucm297752.htm>
4. US FDA. Cigarettes.
<https://www.fda.gov/tobacco-products/products-ingredients-components/cigarettes>
5. US FDA. Harmful and Potentially Harmful Constituents in Tobacco Products and Tobacco Smoke: Established List.
<https://www.fda.gov/tobacco-products/rules-regulations-and-guidance/harmful-and-potentially-harmful-constituents-tobacco-products-and-tobacco-smoke-established-list>

專有名詞說明：

- IARC 致癌分類：世界衛生組織(WHO)附屬之國際癌症研究署(International Agency for Research on Cancer, IARC) 針對許多物質，依據其流行病學，動物毒理實驗證據，區分其致癌等級為 1 級至 4 級(Group 1, Group 2A, Group 2B, Group 3, Group 4)。Group 1：人類確定致癌因子，且人類流行病學證據充分。Group 2A：人類可能致癌因子，人類流行病學證據有限或不足，但動物實驗證據充分。Group 2B：人類疑似致癌因子，人類流行病學證據有限，且動物實驗證據有限或不足。Group 3：無法歸類為致癌因子，人類流行病學證據不足，且動物實驗證據亦不足或無法歸入其他類別。Group 4：極有可能為非致癌因子，人類及動物均欠缺致癌性或流行病學證據不足，且動物致癌性欠缺。

本文件使用限制與聲明：

中文毒性摘要文件(以下稱：本文件)，由財團法人安全衛生技術中心製作(以下稱：本中心)，僅供參考使用，且不得做為商業用途。本中心盡可能維護與更新文件內容之準確性及完整性，本中心不擔保或承認任何隱含的及/或明示之保證，並且不會就此作出任何陳述。對於因使用或依賴本文件資料或本文件任何之部份內容，包括但不限於任何錯誤、誤差、遺漏或任何其他可導致冒犯或在其他方面引致發生任何追索或訴訟之資料或遺漏，而導致之任何損失或損害，本中心概不承擔任何有關責任。使用者參考及使用本文件內容，即代表使用者已確認及接納本中心於前述之聲明，並同義自承風險。對於任何因使用、摘錄或任何其它行為而產生的直接、間接、附帶、相應而生、特別、懲戒性或懲罰性之損害、損失、賠償、罰款等，本中心概不承擔任何責任。