

菸品物質毒性摘要：菸草 (Tobacco)

- 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，被國際癌症研究中心(IARC)列為人類確定致癌物 (Group 1)。
 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，而是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[1]，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[2]，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 [3]，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-啟基-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-Aminobipheny（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 [1]

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

化合物	µg/菸	化合物	µg/菸
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 [1]

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
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

化合物	濃度/菸(總流量%)	化合物	濃度/菸(總流量%)
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 [4]，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

成分物質	CAS No	成分	添加物	排放物	IARC 致癌分類
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-胺基萘)	91-59-8			V	1
3-aminobiphenyl (3-胺基萘)	2243-47-2				
4-aminobiphenyl (4-胺基萘)	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/11111111/8885/1/7472%20-%20EUR22783EN_Geiss_Kotzias.pdf
3. US FDA. Cigarettes.
<https://www.fda.gov/tobacco-products/products-ingredients-components/cigarettes>
4. 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>