

第八章 改善規劃



第八章 改善規劃

後京都德班協議後，規範附件一國家需提交「國家清冊報告」(National Inventory Report)、「二年期報告」(Biennial Report)、「國家通訊」(National Communication)，非附件一國家需提交「二年期更新報告」(Biennial Update Report)及「國家通訊」，這些國家報告中，均涉及國家溫室氣體清冊之內容。臺灣已積極建置符合國情、部門分工、資料庫分層管理、確實可行之溫室氣體排放統計，並隨著聯合國氣候變化政府間專家委員會出版的國家溫室氣體排放清冊指南及各部門統計資料的更新，每年皆重新統計國家歷年溫室氣體排放資料，其目的為建立溫室氣體統計資料，提送政府相關部門參考，以進一步瞭解溫室氣體排放與吸收的現況，作為臺灣減量措施討論、評估減量措施的效果，及排放趨勢預估的基本資料。目前已按照溫室氣體排放清冊部門分項工作計畫，由各部會完成 1990 年至 2018 年能源、工業製程及產品使用部門、農業部門、土地利用及林業、廢棄物等各部門排放清冊統計。

臺灣依循聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 對國家溫室氣體清冊的要求，依據政府間專家委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 指

南及各部門官方統計資料，建立我國溫室氣體排放統計，以建立符合公約要求的「國家溫室氣體統計」。臺灣除擬定國家溫室氣體清冊審議規範外，已成立審議委員會，並審議溫室氣體排放清冊，健全管理體系以符合可量測、可報告與可查證機制 (Measurement, Reporting, and Verification, MRV) 程序。2014 年更首度由各部會依據修訂版國家溫室氣體排放清冊指南 (Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 1996 IPCC 指南) 共同編撰 2014 年國家溫室氣體清冊報告。2015 年，亦配合聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 2015 年起使用 2006 IPCC 國家溫室氣體清冊指南 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 2006 IPCC 指南) 統計國家溫室氣體排放清冊。於 2013 年即以 2006 IPCC 指南為基礎，建置國家溫室氣體排放清冊電子化之登錄平台，同時由相關部會登錄該平台，線上提交國家溫室氣體排放統計資料，後續，將陸續配合 UNFCCC 規範及相關指南，滾動式修正及擴充該平台之功能。表 8.1.1 為各部門之改善計畫。

表 8.1.1 各部門排放源之改善計畫規劃

部門	次部門	改善計畫
能源部門	1.A 燃料燃燒活動	配合 2019 年能源熱值檢討結果，本 (2020) 年度擬釐清能源別熱值追溯時點，並視評估熱值調整影響幅度，規劃熱值表呈現方式，預計 2021 年發布新版能源產品單位熱值表。
	1.B 燃料逸散活動	油與天然氣：針對統計範疇、排放係數與引用條件等調整，經業者初步回覆無相關統計資料，惟規劃本 (2020) 年度進一步與業者釐清及確認油氣實務作業及方法選用條件。
	1.C 碳捕存與利用	考量我國尚無運轉實績，本 (2020) 年度規劃與具執行 CCS 經驗之業者進行交流訪談，瞭解相關資料蒐集可行性。
工業製程及產品使用部門	2..C.4 鎂生產	原由環保署計畫提供調查數據，但考量產業外移，且國內已減少使用保護氣體，洽詢臺灣輕金屬協會後，改由工業局向其提供名單之會員廠發放問卷調查採購量並統計，並追溯至調查廠商可提供資料最早之 2010 年。
	2.G.2 其他產品使用六氟化硫及全氟碳化物	原由環保署計畫調查台電六氟化硫管理系統，但經「含氟氣體統計協商會」確認變更資料來源為台電永續報告書及環保署溫室氣體盤查登錄平台民營電廠盤查清冊，並分別由工業局及環保署統計後匯算。
農業部門	3.A 畜禽腸胃發酵	有關豬腸胃發酵甲烷排放之研究，以往雖因故研究中斷致一直引用 2006 IPCC 指南預設係數，惟養豬為臺灣主要畜牧經濟活動之一，而農委會畜試所李春芳研究員等人進行之國內豬隻活體溫室氣體排放量調查，其成果摘要已發表於 2015 年 12 月份中國畜牧學會會誌增刊，顯示國內豬隻腸胃發酵甲烷排放係數為 3.04 公克 / 頭 / 日 (即 1.11 公斤 / 頭 / 年)，惟該研究報告資料未臻完備，俟有完整資料發表後再予採用 ¹ 。

1 李春芳、王嘉惠、吳啟瑞、范耕榛、洪鈴柱、程梅萍、蕭宗法，國內豬活體溫室氣體排放量調查，中國畜牧學會會誌，44(suppl.):259，2015。



表 8.1.1 各部門排放源之改善計畫規劃 (續)

部門	次部門	改善計畫
農業部門	3.B 畜禽糞尿處理	<ul style="list-style-type: none"> 目前在家畜糞尿處理部分，僅計算糞尿於三段式廢水處理過程排放之溫室氣體量，尚未將第一階段(即固液分離)所產出之畜糞渣另行堆肥化之溫室氣體排放量計入，未來將朝建立此部分本土係數及資料之方向努力。另農委會持續於年度施政計畫中，研究探討畜牧場溫室氣體排放、減量，並輔導養豬場廢水處理沼氣再利用，運用沼氣中所含之甲烷進行發電或仔豬保溫等再利用措施。 有關豬隻糞尿處理甲烷之排放係數，以往均引用蘇忠楨教授 2003 年研究報告，數值為 0.768 公斤 / 頭 / 年。然而，隨著環保法規變更，糞尿處理方式相較於以往已有部分轉變，蘇忠楨教授於 2018 年研究報告中其排放係數已變為 14.38 公斤 / 頭 / 年；另 IPCC(2006) 有關豬隻糞尿處理甲烷之排放係數，針對年飼養溫度平均大於 25°C 的亞洲區域，其建議值為 5 公斤 / 頭 / 年。鑒於蘇忠楨教授 2003 年研究報告之係數 0.768 公斤 / 頭 / 年，與 IPCC 建議值 (5 公斤 / 頭 / 年) 差距甚大，為使排放量推算更貼近實際情形，故規劃將先改以 IPCC 建議值進行排放係數之推估，再逐年仔細討論後逐步調整為 2018 年之本土係數研究數據。 目前豬、牛僅計算畜禽物種於處理階段所排放之溫室氣體量，尚未將後段堆肥化之溫室氣體排放量計入，未來將朝建立此部分本土係數及資料之方向努力。 有關豬隻糞尿處理排放氧化亞氮之排放係數，以往均引用蘇忠楨教授 2003 年研究報告之係數 (0.002 公斤 / 頭 / 年)。然而，豬隻飼養係國內主要畜牧經濟活動之一，隨著環保法規修正，糞尿處理方式已有部分轉變，爰未來實有必要針對現行豬隻糞尿處理方式，再逐年詳細討論後逐步調整為 2018 年之本土係數研究數據。
	3.C.1 水稻種植	<ul style="list-style-type: none"> 目前計算引用之水稻田甲烷排放係數為 11 年前以密閉罩法 (Closed Chamber Method) 進行調查資料 (Yang et al., 2009)33，雖此方法在量測過程可能破壞自然狀態，造成量測誤差，但由於調查廣泛且資料多，仍具有一定之代表性，而為本清冊計算引用。目前，農委會農業試驗所 (簡稱農試所) 已利用開放式甲烷分析儀量測台中霧峰與嘉義溪口 2 處試驗田水稻種植期中產生之甲烷 (陳等, 2019)32，已針對「台中、彰化、南投」與「雲林、嘉義、台南」兩地區之甲烷排放係數作修正，後續將持續調查其它地區水稻甲烷排放係數。
	3.D 農業土壤	<ul style="list-style-type: none"> 過去國內有相關研究文獻調查，但建立之排放係數主要為不同作物單位面積排放量 (公斤 / 公頃) 與 IPCC 估算方法之氮肥使用排放係數 (公斤 / 公斤) 有較大差異；單位面積排放量雖可反應不同作物之氧化亞氮排放量，但無法反應田間管理變化產生之氧化亞氮排放量，如施肥量等，故未直接引用；初步整理比較如表 5.5.12，本土係數均高於預設係數，但因調查基礎與估算方式不同，僅彙整做為參考。目前農委會農試所正進行以密閉罩法 (Closed Chamber Method) 方式量測水田的氧化亞氮排放，預計於 2020 年底提出本土水田排放係數，未來再依田間量測數據提出旱作氧化亞氮排放係數，以提高農地氧化亞氮排放估算之準確性與精確性。 目前農委會農試所已進行地下水硝酸態氮之調查、農業長期生態系、不同土壤之氮淋洗等研究，未來可用於評估農田施用氮素後經淋洗等產生之間接氧化亞氮排放係數之本土資料。但因各區域土壤特性、氣候條件與地質條件不同，變異甚大，需再累積更多的數據，故此改善計畫提擬列為長期目標。
土地利用、土地利用變化及林業部門	4.A.1 林地維持林地	<ul style="list-style-type: none"> 有關各林型或土地利用型圖之活動數據，為土地利用變遷的依據，亦為林業部門碳移除量的估算基礎，2017 年起引用「森林資源調查暨國有林事業區檢訂土地覆蓋型及航照樣點圖資更新作業」計畫成果，因該計畫係分 5 年完成全國圖資更新，未來將配合林務局森林資源調查及土地覆蓋型圖資更新成果，搭配衛星影像監測或國土利用調查成果更新維護資料，研議適當之林業溫室氣體清冊年度森林面積活動數據產製方式。 目前不同林型年生長量資料仍沿用過去兩次資源調查的前後差異來推算，究其調查時間已經過於老舊，目前林業單位已建立長期複測系統樣區，每隔 5 年進行複測，以其兩次間隔年數，求算其年平均生長量，應可做為未來年生長量更新使用，惟其應用時考量相同林型內的樣區生長差異大，加上樣區數目配置問題，仍應注意不確定性的評估。 為完善品質保證 (QA) 和品質控制 (QC) 程序，應建立從樣區調查、林型判釋、年度森林面積產製過程建立活動數據收集的 QA/QC 程序，促進發展國家溫室氣體清冊的透明度、一致性、可比較性、完整性和準確性。
	4.A.2 其他土地轉為森林	<ul style="list-style-type: none"> 現階段用於推估各年度碳移除量之不同林型年生長量資料，仍沿用第三次及第四次全國森林資源調查之成果，目前林務局已建立長期之樣區複查機制，以 5 年為一輪進行全臺樣區調查。未來規劃利用兩輪間調查成果，求算並更新各林型之年平均生長量，惟考量相同林型內、各樣區之生長差異以及各林型樣區數目配置問題，將加強討論不確定性之評估。
廢棄物部門	5.A.1 妥善管理之廢棄物掩埋場	<ul style="list-style-type: none"> 由於妥善管理之廢棄物掩埋場掩埋處理量之統計年報活動數據與組成僅有全國之彙整數據，我國未來可考量區分各處理掩埋單位之活動數據與組成，將能更完整反應實際數據與組成，進而計算各處理掩埋單位之溫室氣體排放。
	5.A.2 無管理之廢棄物掩埋場	<ul style="list-style-type: none"> 由於未妥善管理之廢棄物掩埋場掩埋處理量之統計年報活動數據與組成僅有全國之彙整數據，未來可進一步考量區分各處理掩埋單位之活動數據與組成，將能更完整反應實際數據與組成，進而計算各處理掩埋單位之溫室氣體排放。
	5.B 固體廢棄物之生物處理	<ul style="list-style-type: none"> 因堆肥處理的溫室氣體產生會受到處理方式及操作環境的影響，後續如有進一步國家相關堆肥處理之方式及本土排放係數研究，可納入參考，以精進排放之估算。現行仍採用 IPCC 預設排放係數為主。
	5.C 廢棄物焚化	<ul style="list-style-type: none"> 自 2011 年以後的活動數據，改為採用處理量較為穩定的無能源回收中小型焚化爐廢棄物焚化量，其垃圾中小型焚化廠焚化物來源主要為有害、生物醫療與一般事業廢棄物，然而計算排放量時，仍採用環境保護統計年報中的全國垃圾組成。我國未來可調查中小型焚化爐焚化物的組成及碳含量。
	5.D.1 生活污水處理與放流	<ul style="list-style-type: none"> 隨著全國用戶接管普及率及整體污水處理率的逐年提升，公共污水處理廠處理量隨之漸增，故源自污水廠的甲烷排放量呈現逐年漸增趨勢。 污水廠進行甲烷回收處理及再利用，將有助於甲烷排放減量，我國未來可進行全國污水廠既有沼氣回收利用設施的設置歷程、使用現況及歷年收集處理量等的調查研究，結果可做為廢水排放量計算時可再扣除回收量之參考。
	5.D.2 事業廢水處理與放流	<ul style="list-style-type: none"> 行政院環境保護署自 2016 年開始針對國內事業廢水中 COD 及含氮污染物顯著事業之事業廢水處理廠 (如造紙業)，直接量測溫室氣體甲烷及氧化亞氮之排放量，預計分年分業建立本土排放係數，以精進估算國內事業廢水溫室氣體排放量。 另外，2006 年至 2018 年事業廢水處理甲烷排放量呈現增排趨勢，廢水處理廠進行甲烷回收處理及再利用，可有助於甲烷排放減量。我國未來可研擬建立事業廢水處理沼氣回收申報制度，以增加甲烷回收申報量，做為排放清冊扣除統計依據。

名詞、縮寫與單位索引

英文縮寫	英文名詞	中文名詞
AD	Activity data	活動數據
BAU	Business as usual	一往如常(基線排放量)
CO ₂	Carbon dioxide	二氧化碳
CO _{2e}	Carbon dioxide equivalent	二氧化碳當量
CH ₄	Methane	甲烷
CRF	Common reporting format	共同報告格式
EF	Emission factor	排放係數
Gg	Gigagram;(1 gigagram = 10 ⁹ g = 1 kilotonne (kt))	十億克；千公噸
GHG	Greenhouse gas	溫室氣體
GWP	Global Warming Potential	溫暖化潛勢
HFC	Hydrofluorocarbon	氫氟碳化物
IE	included elsewhere	列於其他處
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	政府間氣候變化專門委員會
KP	Kyoto Protocol	京都議定書
LUCF	Land use change and forestry	土地利用變化及林業
LULUCF	Land use, land-use change and forestry	土地利用、土地利用變化及林業
Mt	Megatonne; 10 ⁶ tonne	百萬公噸
NA	Not applicable	不適用
NCV	Net calorific value	淨熱值
NE	Not estimated	未估計
NIR	National Inventory Report	國家清冊報告
NO	Not occurring	未發生
N ₂ O	Nitrous oxide	氧化亞氮
PFC	Perfluorocarbon	全氟碳化物
QA	Quality assurance	品質保證
QC	Quality control	品質控制
RA	Reference approach	參考方法
SA	Sectoral approach	部門方法
SF ₆	Sulfur hexafluoride	六氟化硫
t	Tonne	公噸
TJ	Terajoule; 10 ¹² joule	兆焦耳；萬億焦耳
TOE	Tonne of oil equivalent	公噸油當量
	Uncertainty	不確定性
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	聯合國氣候變化綱要公約