



運輸部門溫室氣體排放 估算方法

交通部運輸研究所
楊智凱研究員
2011年6月21日

參考依據

- 主要參考文獻

- 「IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories(簡稱IPCC準則)」

$$\text{排放量} = \Sigma(\text{排放係數}_{abc} * \text{活動強度}_{abc})$$

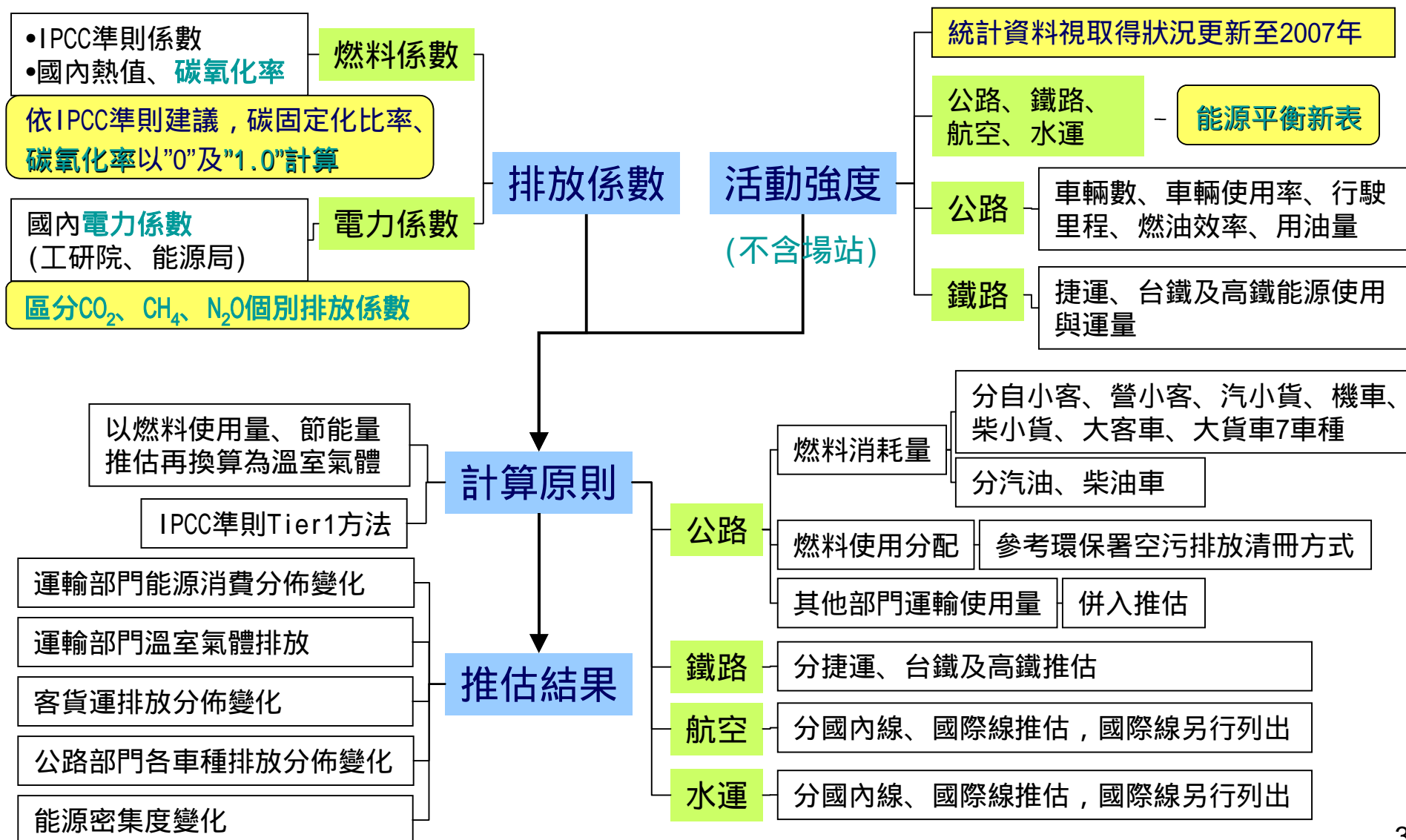
* 活動強度：燃料使用量或行駛里程數等

a：燃料類別(柴油、汽油、LPG、bunker等)

b：運輸工具型態(如公路之小客車、小貨車、大客貨等)

c：排放控制狀態

推估流程



溫室氣體排放係數

- 溫室氣體種類：CO₂、N₂O、CH₄
 - 相關排放係數：CO₂

運輸部門相關各種化石能源二氧化碳排放係數

燃料別	碳排放係數	原始單位	kcal/原始單位	熱值單位轉換	碳固定化比率	碳氧化率	g-CO ₂ /原始單位
	(T-C/TJ)		J/cal				
汽油(Gasoline)	18.9	L	7800	4.187	0	0.99	2241
航空燃油 (Jet Kerosene)	19.5	L	8000	4.187	0	0.99	2371
航空汽油	18.9	L	7500	4.187	0	0.99	2154
柴油(Gas/Diesel Oil)	20.2	L	8800	4.187	0	0.99	2701
燃料油(Residual Fuel Oil)	21.1	L	9200	4.187	0	0.99	2950
煤油(Other Kerosene)	19.6	L	8500	4.187	0	0.99	2532
液化石油氣(LPG)	17.2	L	6635	4.187	0	0.99	1735
天然氣(Natural Gas (Dry))	15.3	m ³	9000	4.187	0	1	2103

我國歷年發電之二氧化碳排放因子

年度	淨火力發電量 ^A	最終消費 ^A	CO ₂ (kg / 度) ^B	
	(千度)	(千度) ^註	火力發電	最終消費
1990	39,505,129	74,067,024	0.91	0.49
1991	46,478,662	80,752,765	0.9	0.52
1992	48,678,745	84,226,863	0.92	0.53
1993	57,172,385	90,818,309	0.88	0.55
1994	62,563,068	97,265,601	0.86	0.56
1995	68,321,374	102,976,099	0.86	0.57
1996	71,718,090	108,171,919	0.87	0.58
1997	79,327,704	115,191,282	0.88	0.6
1998	85,424,206	121,490,930	0.91	0.64
1999	90,160,872	128,010,361	0.91	0.64
2000	96,750,580	134,169,147	0.92	0.66
2001	100,877,621	135,495,248	0.91	0.68
2002	106,300,555	142,084,384	0.91	0.68
2003	113,472,857	148,987,100	0.91	0.69

註：最終消費已扣除「發電業」用電量

溫室氣體排放係數

– 相關排放係數：其他溫室氣體(N₂O、CH₄)

- 公路

油品	熱值* kcal/L	CO ₂ (g/L)	N ₂ O (g/L)	CH ₄ (g/L)
汽油	7800	2241	0.078	1.107
柴油	8800	2701	0.153	0.102

- 航空

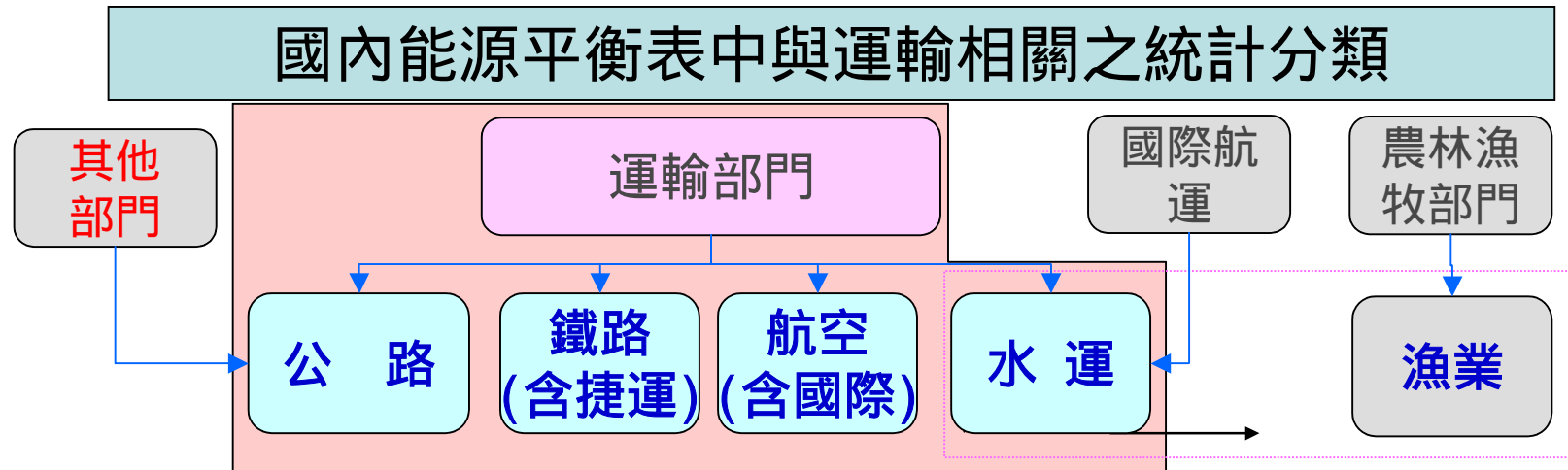
國內線	油品 消耗	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
平均機隊	850	2,680	0.1	0.3
kg / LTO				
航行		3,150	0.1	0
kg / ton fuel				

- 水運

項目	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Ships (g / kg fuel)	3,212	0.08	—
Boats (g / kg fuel)	3,188	0.08	0.23

- N₂O與CH₄係數乘上其溫暖化潛勢比例後相較於CO₂之排放係數約為CO₂之 1~2% 左右 → 本研究推估量均以CO₂為主 (CO₂ : CH₄ : N₂O溫暖化潛勢為1 : 24.5 : 320)

能源平衡表與運輸

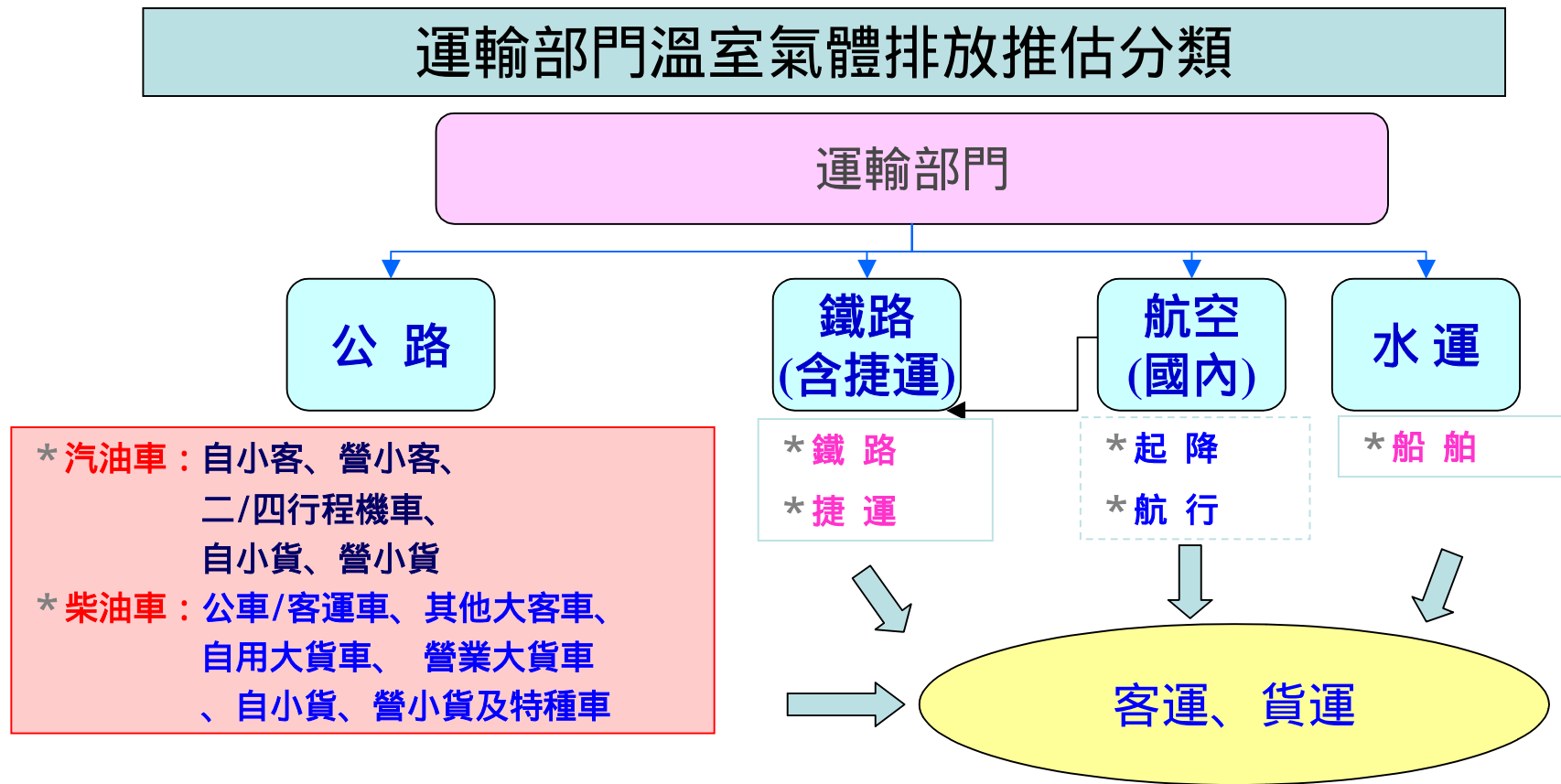


92年能源消耗統計量：

能源消耗量	車用汽油	柴油	液化石油氣	航空燃油	航空汽油	燃料油	電力	煤油	油當量合計
公路-運輸部門	65%	28%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	93%
公路-其他部門	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%
航空-國內	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	2.0%
鐵路	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	1.6%
水運-國內	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	0.0%	0.0%	2.5%
小計	65%	29%	0.1%	1.5%	0.0%	1.7%	1.9%	0.0%	100%

運具分類

- 本研究檢討之推估分類



公路各運具能源使用量推估

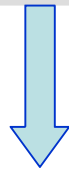
公路各運具能源使用量推估(參考環保署一般空氣污染物排放量推估法)

各車種平均年用油量計算



$$\text{平均年用油量}_{ji} = \text{年平均行駛里程}_{ji} / \text{平均燃油效率}_{ji}$$

各車種用油比例計算



$$\frac{(\text{平均年用油量}_{ji} * \text{登記車輛數}_{ji} * \text{使用率})}{(\text{平均年用油量}_{ji} * \text{登記車輛數}_{ji} * \text{使用率})}$$

各車種總用油量分配計算

能源平衡表中公路之
汽柴油用量+其他部門
中車用汽油用量

全年總用油量_j * 平均年用油量比例_{ji}

公路各運具相關參數

● 公路各運具相關參數：年平均行駛里程

單位：公里

年份	小客車		汽油小貨車		柴油小貨車		大客車			特種車	大貨車		機器腳踏車
	自用	營業	自用	營業	自用	營業	自用	遊覽車	公車與客運車		自用	營業	
1990	13,444	54,899	18,367	37,071	18,367	37,071	28,597	73,821	73,898	36,911	35,199	66,387	5,479
1991	13,678	55,422	17,615	35,553	17,615	35,553	28,272	72,226	76,357	36,113	33,758	63,669	5,479
1992	13,911	57,462	19,598	39,556	19,598	39,556	27,948	65,037	78,880	32,519	37,558	70,837	5,479
1993	14,144	57,462	16,098	32,492	16,098	32,492	27,624	60,644	75,683	30,322	30,852	58,187	5,479
1994	13,158	57,462	16,373	33,047	16,373	33,047	28,232	58,900	74,743	29,450	31,378	59,180	5,067
1995	12,172	57,863	16,725	33,758	16,725	33,758	28,841	57,902	73,732	28,951	32,053	60,453	4,655
1996	10,952	58,276	17,584	35,492	17,584	35,492	29,449	56,875	76,398	28,438	33,700	63,559	4,242
1997	11,112	58,677	18,147	36,628	18,147	36,628	30,057	55,877	76,206	27,939	34,778	65,593	3,830
1998	11,270	59,276	20,342	41,058	20,342	41,058	30,666	54,147	73,483	27,074	38,985	73,528	4,060
1999	12,088	59,876	20,502	41,381	20,502	41,381	31,274	52,416	74,563	26,208	39,291	74,105	4,288
2000	12,905	56,721	19,840	40,045	19,840	40,045	31,882	56,663	81,076	28,332	38,023	71,713	4,265
2001	14,393	53,562	20,756	41,893	20,756	41,893	32,490	60,910	85,439	30,455	39,778	75,022	4,241
2002	15,880	53,546	20,842	42,066	20,842	42,066	33,099	58,241	88,713	29,121	39,942	75,333	4,612
2003	16,895	53,527	19,840	40,045	19,840	40,045	33,706	55,572	87,541	27,786	38,023	71,713	4,611
2004	17,344	53,809	20,994	40,975	20,994	40,975	33,860	56,954	89,439	28,477	40,330	74,451	4,446
2005	17,548	52,578	21,335	38,807	21,335	38,807	30,957	57,710	90,284	28,855	39,028	74,875	4,446
2006	17,894	52,634	22,976	38,946	22,976	38,946	31,638	58,335	89,527	29,168	41,559	75,866	4,276
2007	15,964	50,072	19,934	38,522	19,934	38,522	28,097	55,635	85,719	27,818	38,018	74,760	4,490
2008	15,964	50,072	19,934	38,522	19,934	38,522	28,097	55,635	80,056	27,818	38,018	74,760	4,490

公路各運具相關參數

公路各運具相關參數：車輛燃油效率

單位：公里/公升

年份	汽油小客車		汽油小貨車		柴油小貨車		大客車			特種車	大貨車		機器腳踏車	小客車 (LPG) 營業
	自用	營業	自用	營業	自用	營業	自用	遊覽車	公車與 客運車		自用	營業		
1990	9.44	9.60	9.75	9.42	9.89	8.40	2.46	2.61	2.67	2.61	3.86	3.68	26.99	8.17
1991	9.30	9.60	9.65	9.32	9.50	8.07	2.46	2.61	2.60	2.61	3.71	3.53	27.12	8.17
1992	9.15	9.30	9.34	9.03	9.75	8.28	3.01	3.20	2.58	3.20	3.81	3.62	27.24	7.91
1993	9.00	9.20	9.24	8.93	9.41	8.27	2.90	3.08	2.55	3.08	3.80	3.62	27.37	7.83
1994	9.12	9.10	9.14	8.84	9.38	7.97	3.09	3.28	2.49	3.28	3.66	3.48	27.50	7.74
1995	9.23	8.90	8.94	8.64	7.87	6.68	3.10	3.30	2.57	3.30	3.07	2.92	27.63	7.57
1996	9.50	8.60	8.64	8.35	7.14	6.07	3.11	3.31	2.54	3.31	2.79	2.65	27.14	7.32
1997	9.55	8.40	8.44	8.16	7.10	6.03	3.13	3.33	2.48	3.33	2.77	2.64	26.92	7.15
1998	9.60	8.30	8.34	8.06	7.04	5.98	3.02	3.21	2.49	3.21	2.75	2.62	27.65	7.06
1999	9.90	8.20	8.24	7.96	7.71	6.55	2.90	3.08	2.48	3.08	3.01	2.87	27.20	6.98
2000	10.20	8.70	8.74	8.45	7.85	6.66	2.82	3.00	2.51	3.00	3.06	2.92	27.21	7.40
2001	10.07	9.10	9.14	8.84	7.28	6.19	2.75	2.92	2.63	2.92	2.85	2.71	27.25	7.74
2002	9.94	8.90	8.94	8.64	8.96	5.91	2.71	2.88	2.66	2.88	2.72	2.59	27.11	7.57
2003	9.82	8.69	8.73	8.44	7.37	6.26	2.66	2.83	2.69	2.83	2.69	2.55	27.32	7.39
2004	9.70	8.69	8.73	8.44	7.37	6.26	2.75	2.92	2.75	2.92	2.71	2.57	27.51	7.39
2005	9.00	8.69	8.73	8.44	7.37	6.26	2.83	2.98	2.79	3.01	2.64	2.51	27.76	7.39
2006	9.84	8.69	8.73	8.44	7.37	6.26	2.83	3.01	2.82	3.01	2.58	2.45	27.90	7.39
2007	9.84	9.15	8.73	8.44	7.37	6.26	2.83	3.02	2.81	3.01	2.59	2.47	27.68	7.78
2008	9.84	9.15	8.73	8.44	7.37	6.26	2.83	3.02	2.81	3.02	2.59	2.47	27.68	7.78

公路各運具用油量推估結果

公路各運具用油量推估結果比較

公路汽柴油全國統計用量(能源平衡表總量)

各運具推估加總用油量 (平均年用油量_j * 登記車輛數_j * 使用率)

年份	汽油車輛	柴油車輛
1990	1.38	0.83
1991	1.34	0.83
1992	1.30	0.95
1993	1.26	0.96
1994	1.22	0.88
1995	1.16	0.84
1996	1.10	0.74
1997	1.02	0.74
1998	1.04	0.73
1999	1.05	0.87
2000	1.01	0.89
2001	0.95	0.82
2002	0.87	0.89
2003	0.84	0.83
2004	0.82	0.87

運具能源密集度推估結果

公路各運具能源密集度

年份	單位：公升油當量/延人公里					
	小客車		機車	大客車		
	自用	營業		自用	遊覽車	公車與客運車
1990	0.038	0.045	0.023	0.011	0.009	0.013
1991	0.039	0.045	0.023	0.011	0.009	0.014
1992	0.040	0.039	0.023	0.010	0.008	0.014
1993	0.041	0.039	0.023	0.010	0.008	0.017
1994	0.041	0.040	0.023	0.010	0.007	0.019
1995	0.040	0.041	0.023	0.011	0.007	0.020
1996	0.040	0.043	0.023	0.011	0.008	0.021
1997	0.040	0.045	0.024	0.011	0.008	0.022
1998	0.040	0.044	0.023	0.012	0.008	0.023
1999	0.039	0.044	0.024	0.012	0.009	0.024
2000	0.039	0.047	0.023	0.013	0.009	0.023
2001	0.039	0.053	0.023	0.014	0.009	0.022
2002	0.040	0.055	0.024	0.014	0.010	0.023
2003	0.040	0.057	0.024	0.015	0.010	0.025
2004	0.041	0.057	0.023	0.015	0.010	0.024
2005	0.044	0.057	0.023	0.014	0.011	0.024
2006	0.040	0.057	0.023	0.014	0.011	0.024
2007	0.040	0.054	0.024	0.014	0.009	0.024
2008	0.040	0.054	0.024	0.014	0.009	0.024

運具能源密集度推估結果

公路客運

年份	單位：公升油當量/延人公里					
	小客車		機車	大客車		
	自用	營業		自用	遊覽車	公車與客運車
1990	0.038	0.045	0.023	0.011	0.009	0.013
1991	0.039	0.045	0.023	0.011	0.009	0.014
1992	0.040	0.039	0.023	0.010	0.008	0.014
1993	0.041	0.039	0.023	0.010	0.008	0.017
1994	0.041	0.040	0.023	0.010	0.007	0.019
1995	0.040	0.041	0.023	0.011	0.007	0.020
1996	0.040	0.043	0.023	0.011	0.008	0.021
1997	0.040	0.045	0.024	0.011	0.008	0.022
1998	0.040	0.044	0.023	0.012	0.008	0.023
1999	0.039	0.044	0.024	0.012	0.009	0.024
2000	0.039	0.047	0.023	0.013	0.009	0.023
2001	0.039	0.053	0.023	0.014	0.009	0.022
2002	0.040	0.055	0.024	0.014	0.010	0.023
2003	0.040	0.057	0.024	0.015	0.010	0.025
2004	0.041	0.057	0.023	0.015	0.010	0.024
2005	0.044	0.057	0.023	0.014	0.011	0.024
2006	0.040	0.057	0.023	0.014	0.011	0.024
2007	0.040	0.054	0.024	0.014	0.009	0.024
2008	0.040	0.054	0.024	0.014	0.009	0.024

公路貨運

年份	單位：公升油當量/延噸公里		
	小貨車		大貨車
	汽油	柴油	
1990	0.086	0.0957	0.026
1991	0.089	0.1026	0.027
1992	0.096	0.1042	0.026
1993	0.101	0.1115	0.027
1994	0.106	0.1168	0.029
1995	0.112	0.1443	0.035
1996	0.122	0.1668	0.039
1997	0.130	0.1742	0.040
1998	0.138	0.1851	0.042
1999	0.146	0.1681	0.037
2000	0.143	0.1723	0.037
2001	0.141	0.1914	0.041
2002	0.151	0.1633	0.043
2003	0.160	0.2044	0.045
2004	0.160	0.2045	0.044
2005	0.160	0.2045	0.045
2006	0.160	0.2046	0.047
2007	0.160	0.2046	0.046
2008	0.160	0.2046	0.046

運具能源密集度推估結果

▣ 軌道客貨運

年份	單位:公升油當量/(延人公里或延噸公里)				
	軌道客運				軌道貨運
	台鐵	北捷	高鐵	高捷	台鐵
1990	0.006				0.019
1991	0.006				0.019
1992	0.005				0.019
1993	0.005				0.020
1994	0.005				0.019
1995	0.006				0.018
1996	0.007	0.004			0.020
1997	0.007	0.036			0.021
1998	0.008	0.020			0.021
1999	0.008	0.015			0.023
2000	0.008	0.012			0.024
2001	0.009	0.011			0.025
2002	0.009	0.012			0.026
2003	0.010	0.009			0.025
2004	0.010	0.011			0.024
2005	0.009	0.011			0.024
2006	0.010	0.011			0.025
2007	0.010	0.011	0.016		0.025
2008	0.011	0.011	0.015	0.027	0.025

▣ 航空客運

年度	能源密集度
	公升油當量/延人公里
1990	-
1991	-
1992	-
1993	-
1994	-
1995	-
1996	-
1997	-
1998	-
1999	0.077
2000	0.084
2001	0.083
2002	0.084
2003	0.075
2004	0.072
2005	0.072
2006	0.069
2007	0.073
2008	0.065

敬請 指教