



2025台灣下水道協會工程實務研討會暨第九屆第一次會員大會

污水下道用戶接管與國家競爭力



簡報者：臺中市政府水利局副局長韓乃斌

2025年10月30日



目錄

- 1 污水下水道系統的誕生
- 2 國家進步指標與污水處理率
- 3 台灣高科技業發展與水資源
- 4 強制用戶接管增加再生水水源
- 5 總結與未來展望



壹、污水下水道系統的誕生

-由倫敦的大惡臭事件談起

一
元
創

這棟建築物是做什麼用的？



112年9月參訪crossness pumping station

[Cathedral of Sewage]



倫敦泰晤士河的自然排水系統



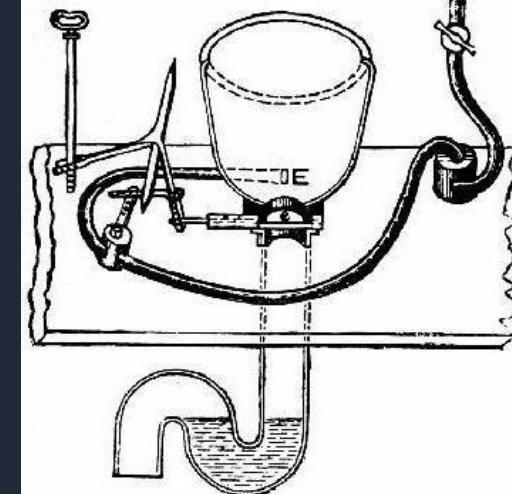
第一個專利沖水馬桶

亞歷山大 · 卡明斯

✿ 鐘錶匠，1775年獲得首個沖水馬桶專利

💡 設計了S型彎管，防止氣味回流

⚙️ 利用鐘錶匠精密技術改進水閥機制

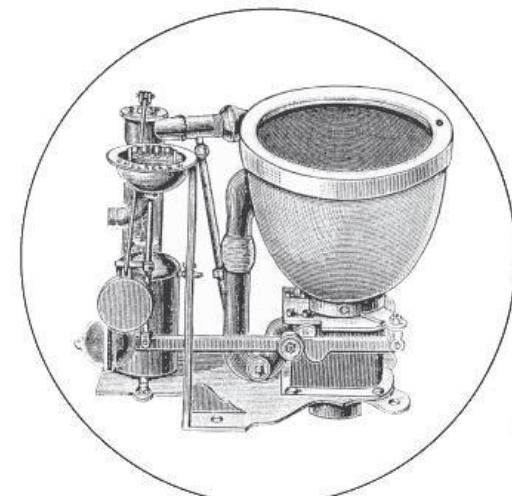


約瑟夫 · 布拉馬

✿ 鎖匠與工程師，1778年獲得改進型馬桶專利

🔒 應用鎖匠技術創造可靠密封閥門

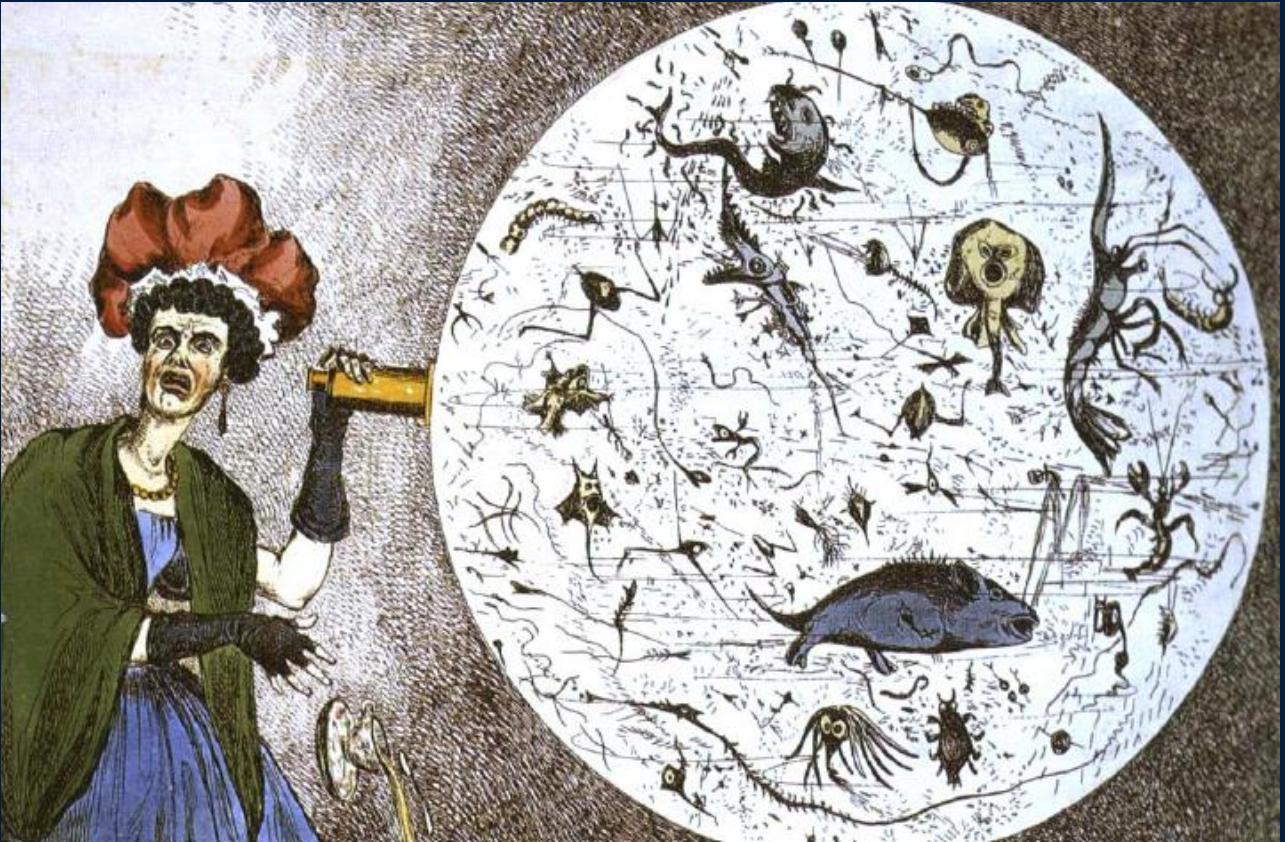
factory 創立公司實現馬桶商業化生產



泰晤士河污染

工業革命時期的衛生危機

- ⼯業革命帶來人口激增，城市基礎設施嚴重不足
- ⚠️ 1810年倫敦有高達20萬個糞坑
- 🚽 新型沖水馬桶普及反而加劇了污染問題，排放直接流入泰晤士河



泰晤士河現在變成了巨大的化糞池，取代了家戶化糞池

糞坑數量
200,000個
1810年統計

工業廢水
大量增加
工廠數量激增

沖水馬桶普及
意外後果
加劇河流污染

霍亂 – 倫敦死亡數據

倫敦霍亂死亡統計

- 1831/32年 – 6,536人死亡
- 1848/49年 – 14,137人死亡
- 1853/54年 – 10,738人死亡
- 最後爆發於1866年



總死亡人數 (三次主要疫情)

31,411人

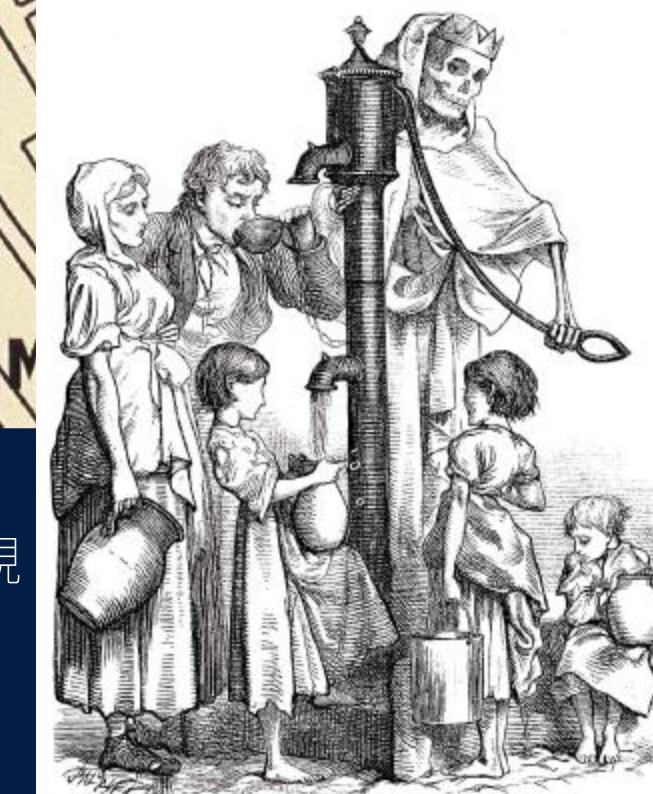
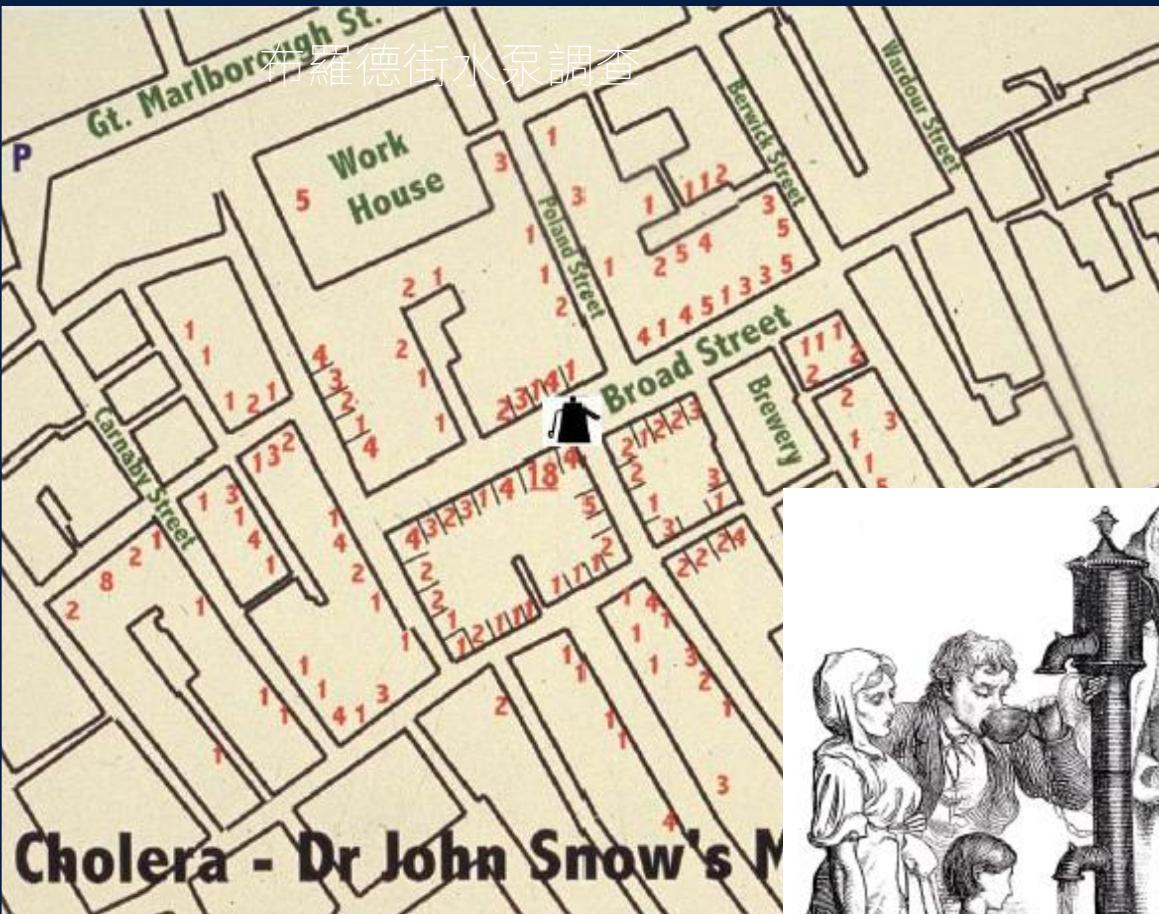
促使政府重視公共衛生與下水道改革

布羅德街水泵

約翰 · 斯諾的著名調查案例

- Q 1854年，斯諾醫生在倫敦蘇活區霍亂爆發期間進行調查研究
- M 他繪製了病例分佈地圖，發現霍亂病例集中在布羅德街水泵周圍
- H 當地政府移除水泵把手後，霍亂感染案例顯著下降
- A+ 這一研究成為現代流行病學的重要里程碑，推翻了瘴氣理論

調查區域內死亡人數
超過500人
十天內集中爆發



約翰 · 斯諾醫生的霍亂分佈圖被視為流行病學歷史上最重要的地圖

大都會下水道委員會

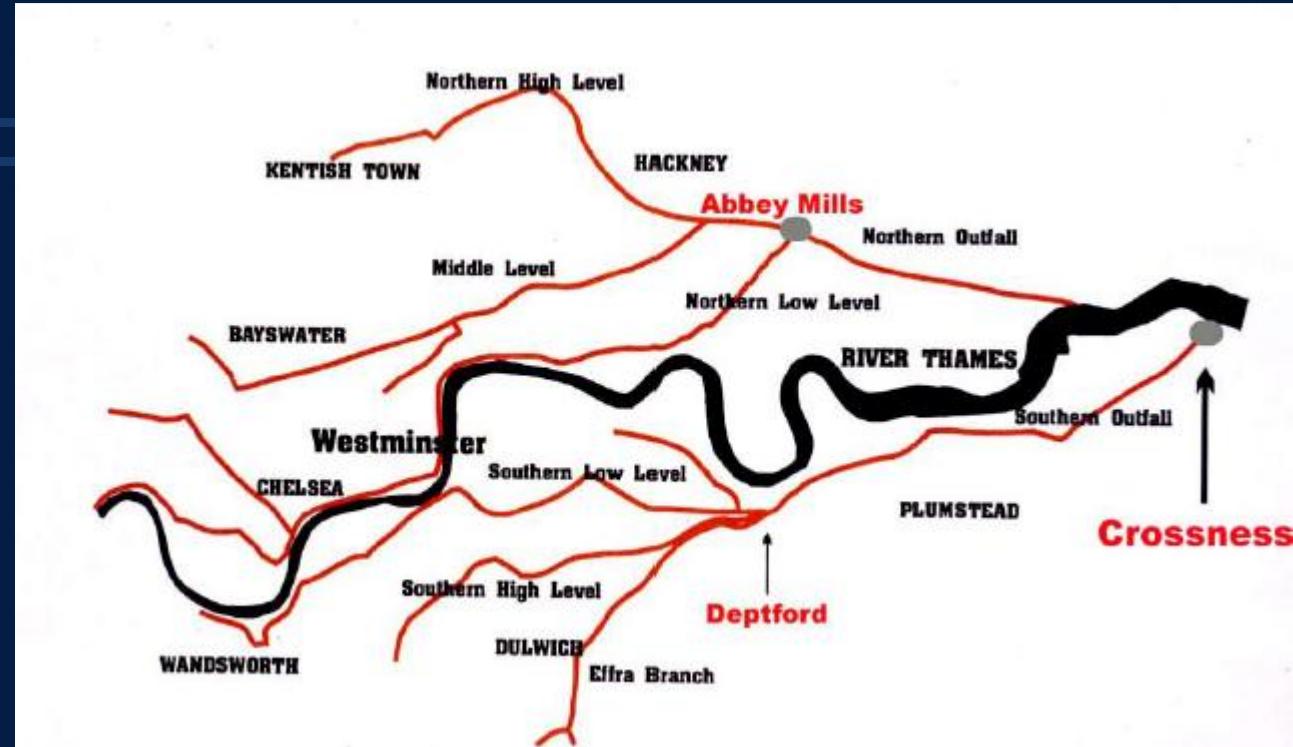
大都會下水道委員會時期

建立時間：1848年至1855年間運作

設立目的：解決倫敦日益嚴重的公共衛生與污水排放問題

主要任務：制定倫敦第一套系統化的下水道規劃方案

面臨挑戰：資金不足、技術限制及官僚體系效率低下



運作時長

7年

1848年至1855年

委員會成員

多領域專家

工程師、醫生與政治家

後續發展

大都會工程委員會

1856年接替其職責

1858年大臭味事件

議會緊急應對

- 議會僅用18天匆促立法，前所未有的緊急處理
- 批准巴扎爾吉特的下水道改革方案
- 授權大都會工程委員會募集300萬英鎊經費（按現值逾3億英鎊）



立法速度

18天

議會緊急通過法案

工程經費

300萬英鎊

（現值約3億英鎊以上）

工程目標

徹底革新

倫敦衛生與排水系統

Princess Alice災難 - 1878年

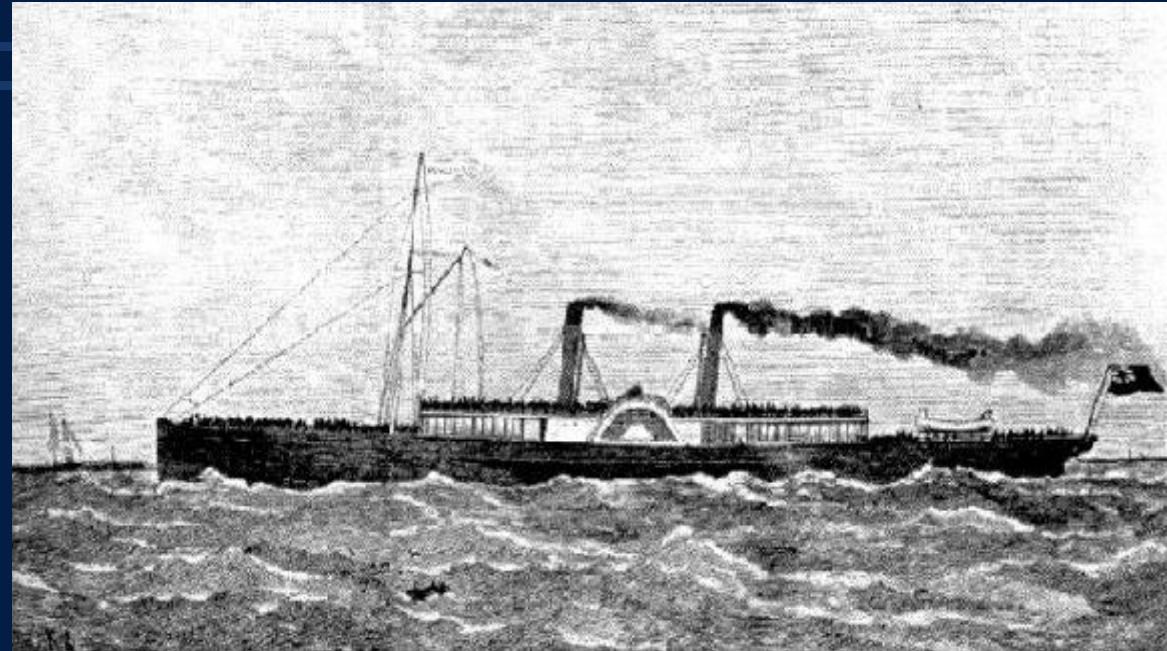
泰晤士河史上最嚴重船難

Ship Princess Alice號與蒸汽運煤船Bywell Castle號相撞

Skeleton 超過600人在這場災難中喪生

Waves 驗屍法庭對泰晤士河嚴重污染的水質提出嚴厲批評

Down 1865年Crossness污水廠成立，1891年設置沉澱槽分離污泥，改善水質



遇難人數

600+ 人

19世紀最致命船難之一

災難地點

Gallions Reach

泰晤士河下游地區

Crossness改進時間

1891年

沉澱槽與污泥船投入使用

約瑟夫・巴扎爾吉特爵士

1819 – 1891

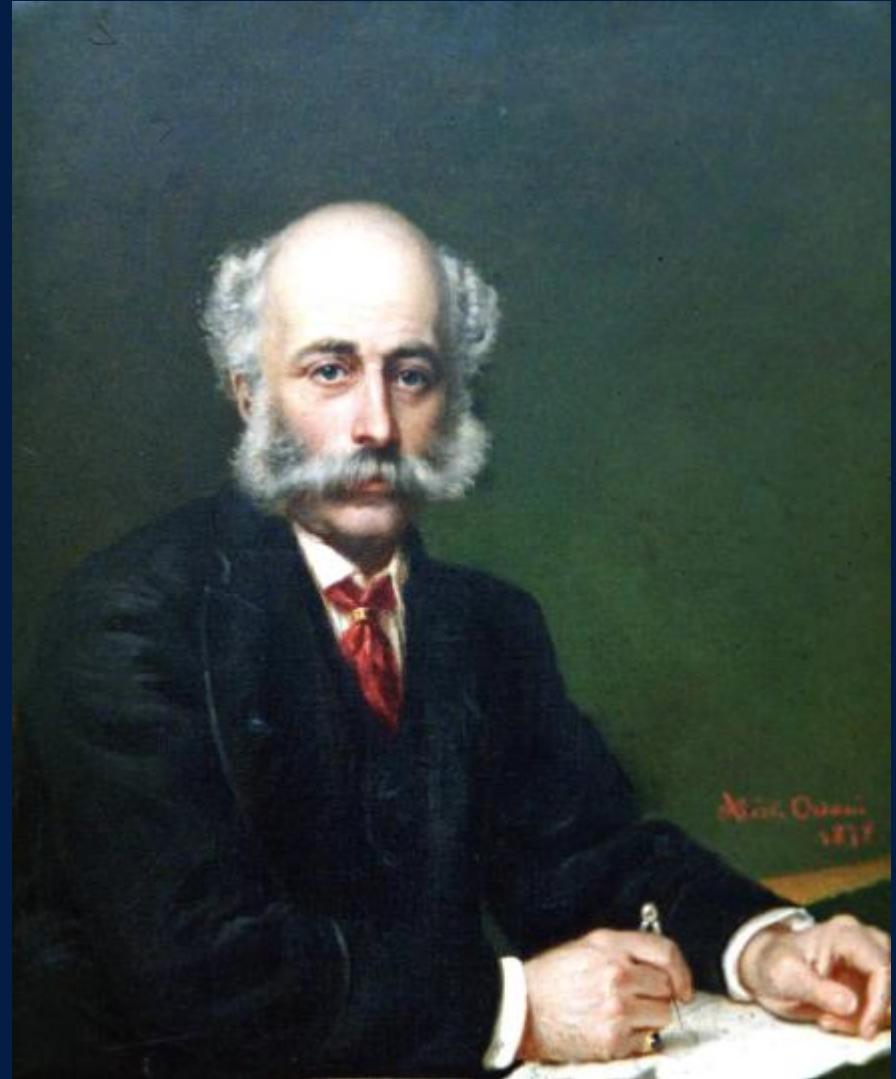
 1856年被任命為大都會工程委員會總工程師

 倫敦現代下水道系統的設計者與建造者

 主持解決維多利亞時代倫敦最嚴重的衛生危機

歷史影響

巴扎爾吉特的下水道系統使倫敦免於更嚴重的霍亂流行病，
挽救了無數生命，成為現代城市衛生基礎設施的典範



Tideway Tunnel現代工程

倫敦河床下的現代工程奇蹟

25公里長隧道建於倫敦河床下，將有效阻止數千萬噸污水流入泰晤士河，總經費40億英磅

 預計於2025年完工，將徹底改善泰晤士河水質問題

 工程橫跨倫敦24個建設地點，是倫敦下水道系統的重大擴建工程

 完工後將每年防止1600萬噸未經處理的污水排入泰晤士河



隧道長度

25 公里

穿越泰晤士河河床

總經費

40億英磅

完工時間

2025 年

徹底解決污染問題

倫敦下水道發展歷程的重要意義

歷史變革

從1660年衛生危機到現代化系統

1858年「大臭味事件」促成改革

工程創新與建設的典範

公共衛生意識的覺醒

系統影響

城市規劃的重要典範

現代水資源管理基礎

公共衛生系統改革

都市發展關鍵轉折點

現代啟示

危機促進基礎設施創新

科學調查與工程的結合

延續歷史工程遺產

危機管理與建設規劃

「倫敦下水道系統不僅改變了一座城市的面貌，更塑造了現代城市發展的未來。」



貳、國家進步指標與污水處理率

一、
二、
三、

IMD 世界競爭力評比簡介

全球最具權威的國家競爭力指標

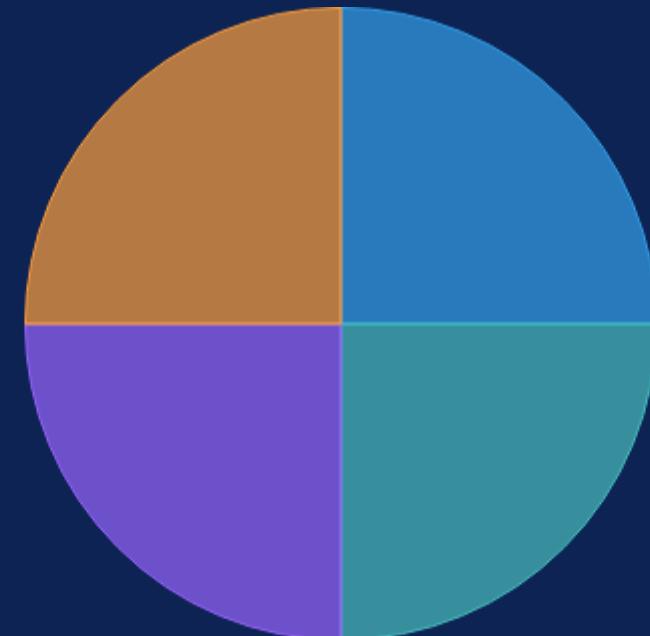
由瑞士洛桑國際管理發展學院(IMD)世界競爭力中心發布，始於1989年，已有35年歷史

2025年評比涵蓋全球69個國家/經濟體，橫跨歐美亞非大洋洲主要經濟體

評比採用341項指標，包含硬數據(占2/3權重)及全球高階主管意見問卷調查(占1/3權重)

探討國家如何創造及維持一個支持其企業競爭力的環境

IMD 評比四大構面架構



評比歷史

35年
始於1989年

評比國家

69個
全球經濟體

評比指標

341項
全面衡量競爭力

台灣排名

第6名
2025年最新排名

2025年全球前35名國家排名

台灣表現分析

排名國家/地區

- 01 瑞士
- 02 新加坡
- 03 香港特區
- 04 丹麥
- 05 阿聯酋
- 06 台灣**
- 07 愛爾蘭
- 08 瑞典
- 09 卡達
- 10 荷蘭
- 11 加拿大
- 12 挪威

排名國家/地區

- 13 美國
- 14 芬蘭
- 15 冰島
- 16 中國
- 17 沙烏地
- 18 澳洲
- 19 德國
- 20 盧森堡
- 21 立陶宛
- 22 巴林
- 23 馬來西亞
- 24 比利時

排名國家/地區

- 25 捷克
- 26 奧地利
- 27 韓國
- 28 阿曼
- 29 英國
- 30 泰國
- 31 紐西蘭
- 32 法國
- 33 愛沙尼亞
- 34 哈薩克
- 35 日本

經濟表現

第10名
↑16名

企業效能
第4名
↑6名

政府效能

第8名
維持

基礎建設
第10名
維持

重點亮點

🏆 連續5年在人口超過2,000萬人的經濟體中排名第1

↑ 經濟表現提升10位

⭐ 24項指標名列世界前3名

經濟表現亮點

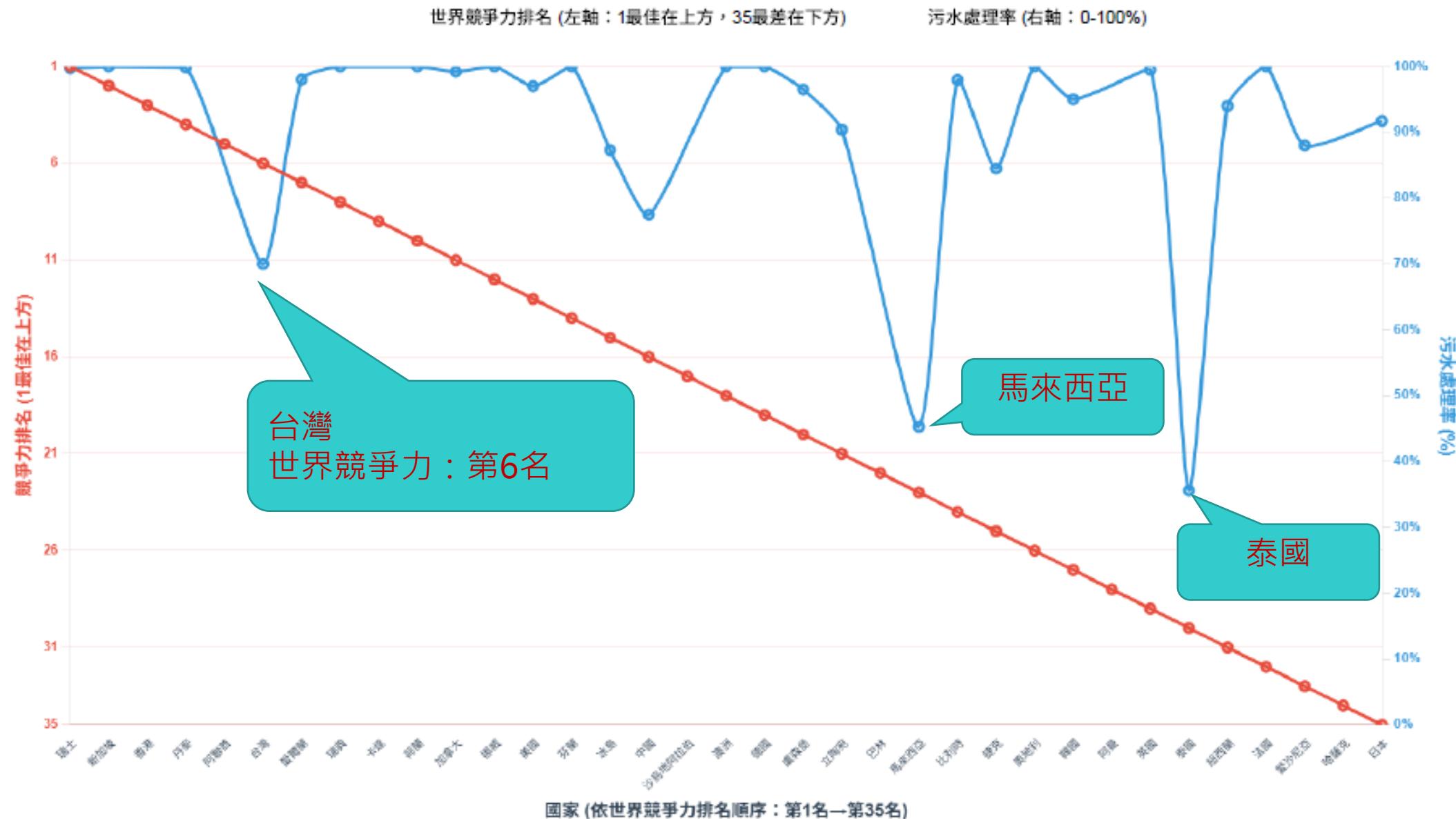
⤵ 經濟複雜性指數全球第2名

\$ 人均GDP成長率全球第4名

🛡 經濟韌性全球第4名

世界競爭力排名前35國與污水處理率對比分析

國家競爭力vs基礎設施建設雙軸對比 (2025年數據)



還有那些常用的國家發展評比指標？



人類發展指數(HDI)

- 由聯合國開發計劃署自1990年起發佈
- 衡量預期壽命、教育及收入
- 0至1間，數值越高越發達



人均GDP (Per Capita GDP)

- 國家總產值除以總人口
- 反映經濟繁榮與生活水平
- 常用PPP作國際比較



薪資中位數(Median Wage)

- 所有薪資排序的中間值
- 比平均薪資更反映實況
- 評估收入分配與公平性



世界快樂指數
(World Happiness)

- 牛津、聯合國與蓋洛普發布
- 評估GDP、健康、自由等
- 芬蘭連年蟬聯第一名

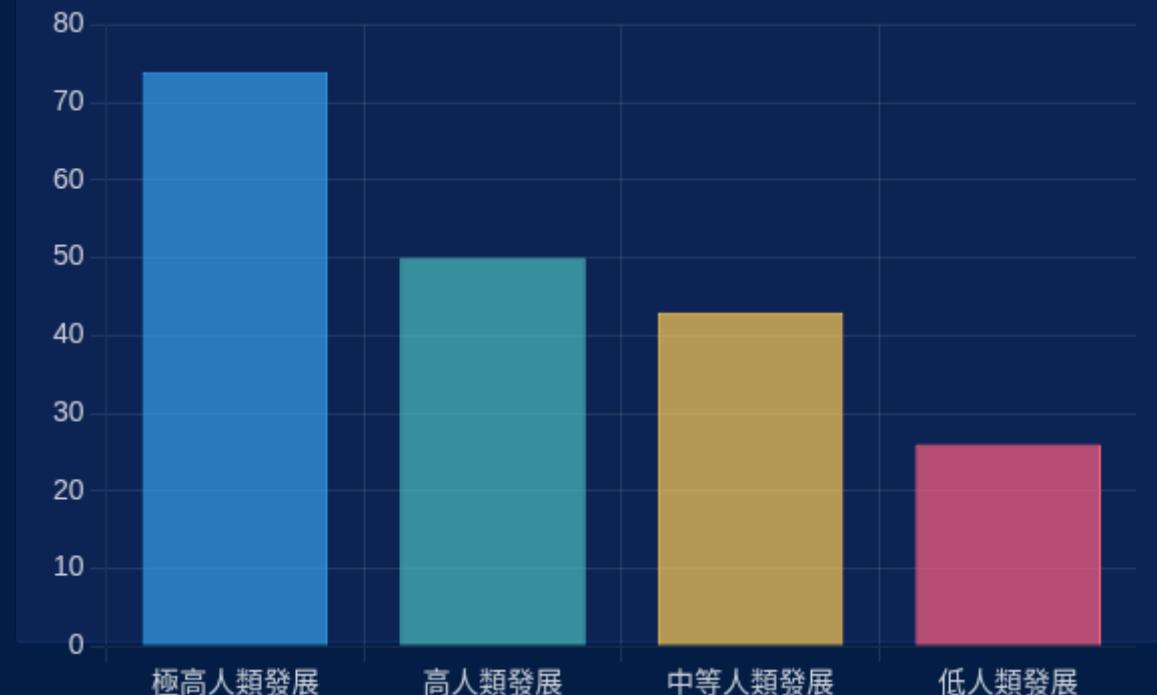


人類發展指數 (HDI) 簡介

聯合國衡量人類福祉的主要指標

- 由聯合國開發計劃署(UNDP)從1990年開始發布，由經濟學家馬哈布・哈克與阿馬蒂亞・森共同創立
- 2025年評比涵蓋全球193個國家/地區，提供對全球發展狀況的全面視角
- 綜合評估健康長壽、知識水平與體面生活水準三個基本面向，超越單純的GDP衡量
- 被視為國際社會衡量一國發展成就的重要標準，影響政策制定方向與國際發展援助

2025年人類發展水平全球分布



發布歷史

35年
始於1990年

評估國家

193個
全球國家/地區

全球平均值

0.739
2025年數據

台灣HDI值

0.92
全球約第25名

台灣HDI表現概述

台灣HDI表現卓越，排名全球前25

台灣2025年HDI值達0.920

自評排名位居全球第25位

相較2019年前進4名，顯示近年發展成果顯著

台灣在健康長壽、教育普及、所得水平
三大指標均有亮眼表現

在亞洲區域中，僅次於新加坡、香港，與南
韓、日本相當

健康長壽

81.0年

出生時平均餘命

教育普及

16.5年

預期受教育年數

所得水平

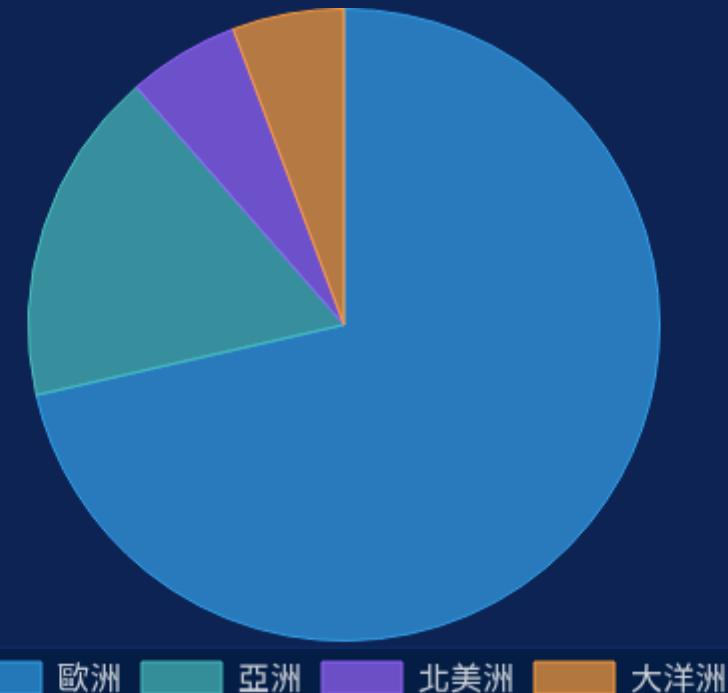
\$54,827

人均國民總所得(PPP)

HDI全球前35名國家

1	瑞士 (0.972)
2	挪威 (0.970)
2	冰島 (0.970)
4	丹麥 (0.962)
5	德國 (0.959)
5	瑞典 (0.959)
7	澳洲 (0.958)
8	香港 (0.955)
8	荷蘭 (0.955)
10	比利時 (0.951)
11	愛爾蘭 (0.949)
12	芬蘭 (0.948)
13	新加坡 (0.946)
13	英國 (0.946)
15	阿聯酋 (0.940)
16	加拿大 (0.939)
17	列支敦斯登 (0.938)
17	紐西蘭 (0.938)
17	美國 (0.938)
20	南韓 (0.937)
21	斯洛維尼亞 (0.931)
22	奧地利 (0.930)
23	日本 (0.925)
24	馬爾他 (0.924)
25	盧森堡 (0.922)
25	台灣* (0.920) ★
26	法國 (0.920)
27	以色列 (0.919)
28	西班牙 (0.918)
29	捷克 (0.915)
29	義大利 (0.915)
29	聖馬利諾 (0.915)
32	安道爾 (0.913)
32	賽普勒斯 (0.913)
34	希臘 (0.908)
35	波蘭 (0.906)

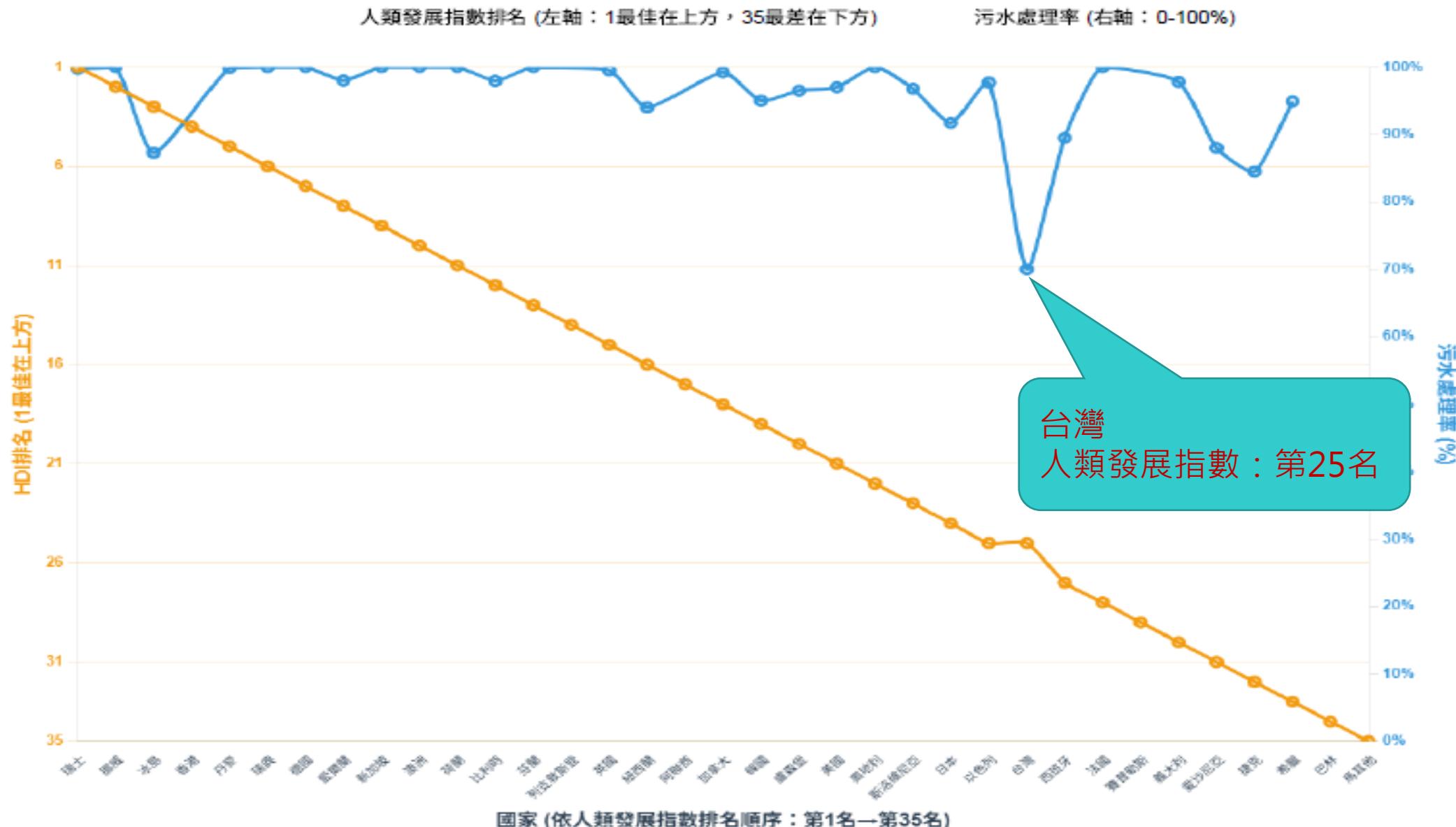
HDI前35名國家地區分布



*台灣因政治因素未被列入官方排名，但依HDI計算值約為0.920，約居全球第25名

人類發展指數排名前35國與污水處理率對比分析

人類發展水準vs基礎設施建設雙軸對比 (2024年數據)



GDP在國家競爭力中的角色

GDP是衡量國家經濟實力的核心指標

勾 GDP總量反映國家經濟規模與市場潛力，是投資決策及國際經貿地位的重要依據

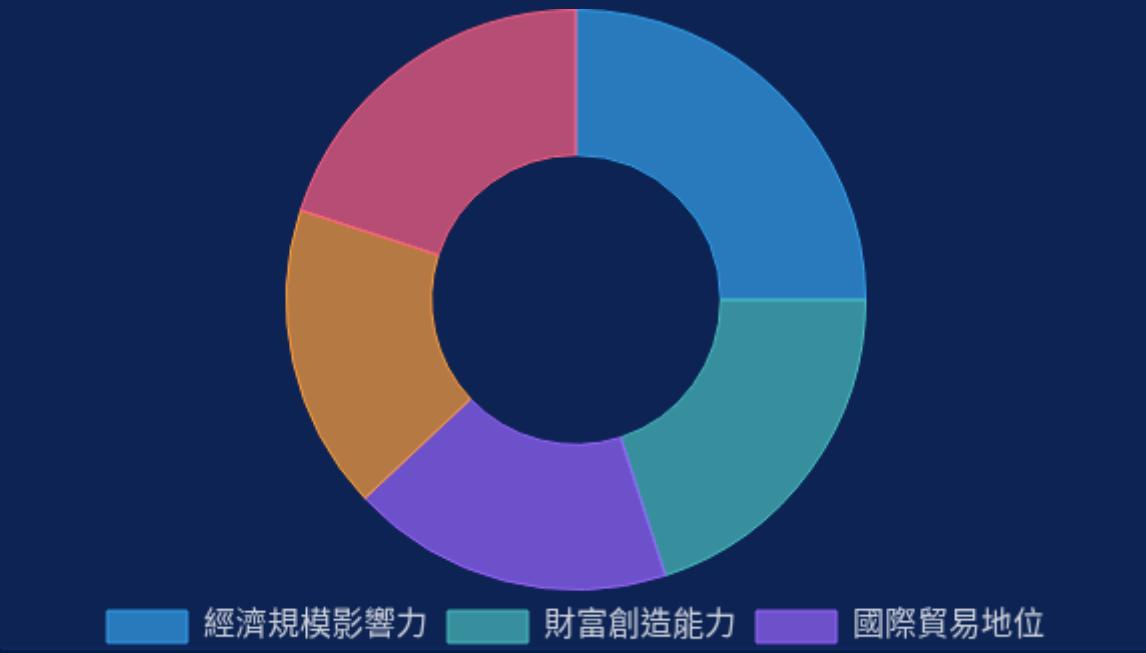
扩音器 GDP成長率衡量經濟成長動能，顯示產業競爭力與國家創新能量

人群图标 人均GDP (GDP per capita) 代表國民平均勞動生產力與生活水準指標

天平图标 IMD評比高度重視GDP表現，將其列為「經濟表現」構面的核心評估因素

地球图标 GDP結構多元性與複雜性對國家長期競爭力有決定性影響

GDP在IMD競爭力評比中的重要性



GDP在經濟表現

40%

指標權重

全球經濟影響

關鍵

跨國比較基礎

人均GDP重要性

第一

經濟發展指標

台灣GDP名次

第30名

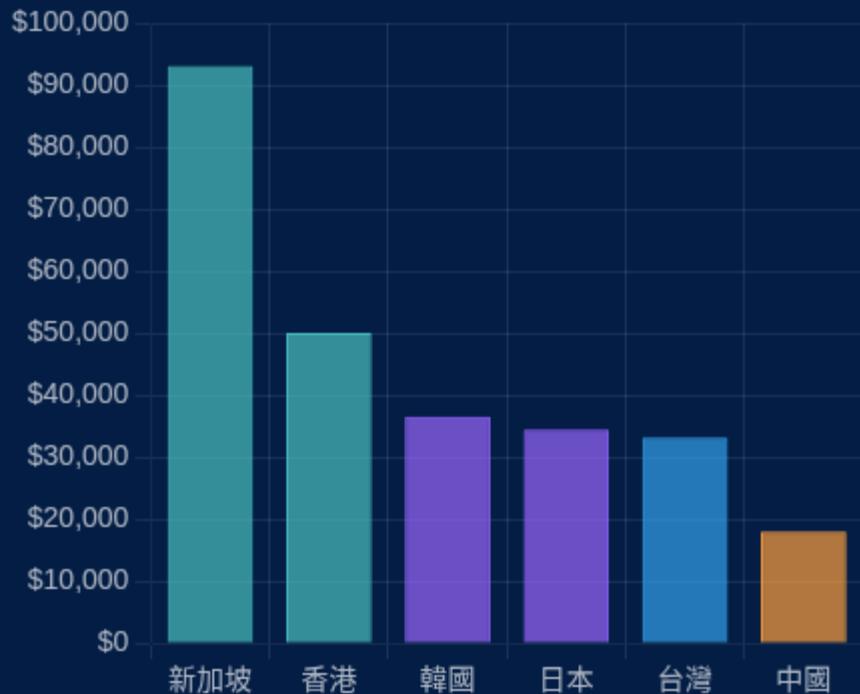
2024全球排名

全球GDP per capita (人均GDP) 前45名國家

1. 蘆森堡	\$135,321	16.德國	\$55,200	31. 賽普勒斯	\$32,700
2. 愛爾蘭	\$103,300	17.澳洲	\$54,900	32. 捷克	\$32,200
3. 瑞士	\$101,500	18.阿聯酋	\$54,100	33. 馬爾他	\$31,900
4. 新加坡	\$93,200	19.法國	\$52,800	34. 巴林	\$31,500
5. 挪威	\$90,434	20.英國	\$52,423	35. 愛沙尼亞	\$30,800
6. 卡達	\$83,900	21.加拿大	\$51,600	36. 葡萄牙	\$30,500
7. 冰島	\$79,700	22.香港	\$50,100	37. 沙烏地阿拉伯	\$30,100
8. 美國	\$79,100	23.義大利	\$44,200	38. 立陶宛	\$29,400
9. 丹麥	\$70,200	24.紐西蘭	\$44,100	39. 拉脫維亞	\$28,600
10.澳門	\$69,800	25.以色列	\$44,000	40. 克羅埃西亞	\$28,200
11.荷蘭	\$67,984	26.韓國	\$36,624	41. 斯洛伐克	\$26,290
12.瑞典	\$59,300	27.日本	\$34,500	42. 匈牙利	\$26,100
13.奧地利	\$57,800	28.西班牙	\$34,300	43. 波蘭	\$25,800
14.比利時	\$57,200	29.斯洛維尼亞	\$33,800	44. 羅馬尼亞	\$25,400
15.芬蘭	\$55,800	30.台灣	\$33,234	45. 烏拉圭	\$23,700

2024年全球GDP per capita排名 (美元計價，名義值)

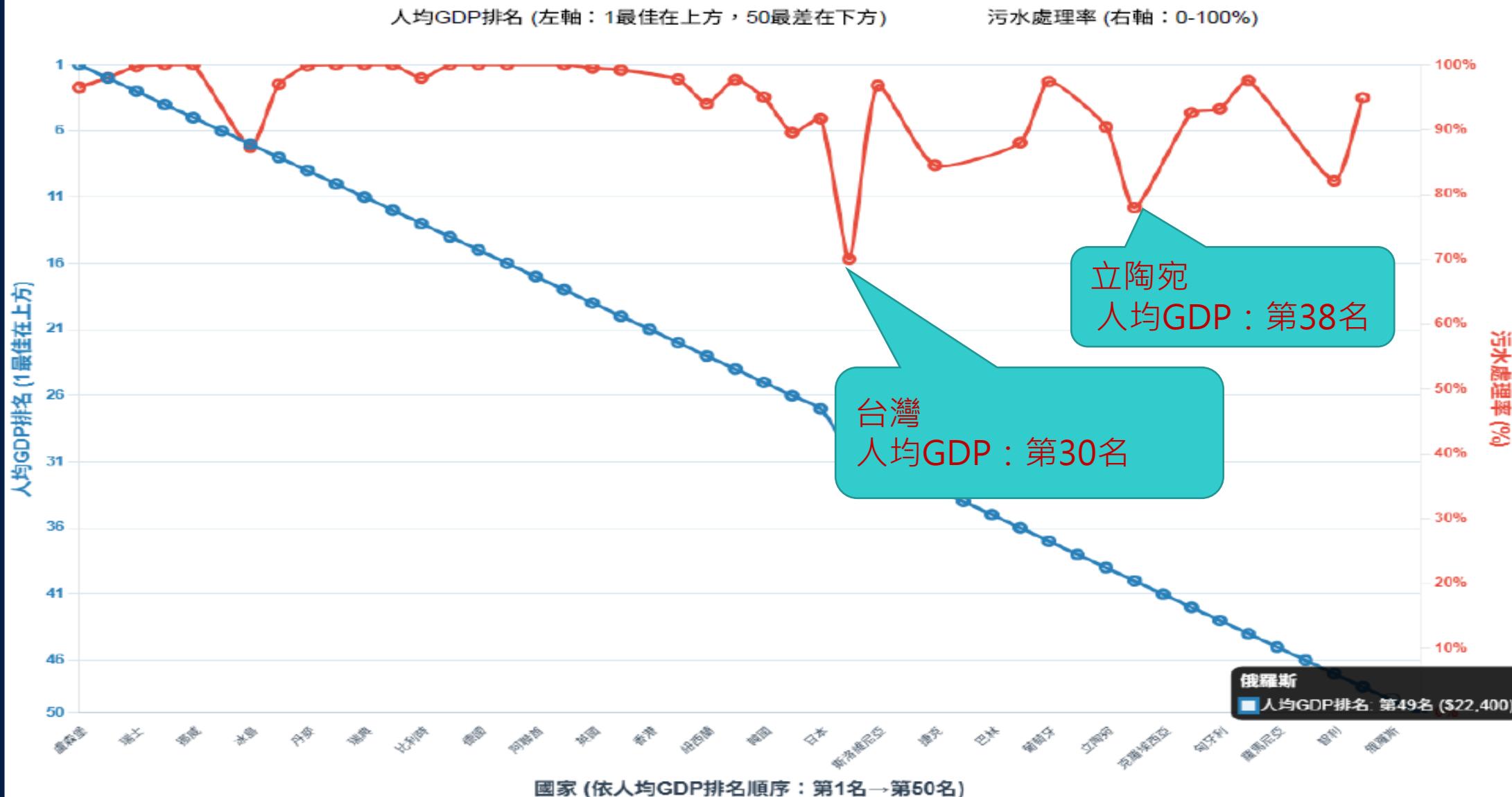
亞洲主要國家人均GDP比較



台灣人均GDP低於韓國與日本
但遠高於中國，為其1.8倍

人均GDP排名前50國與污水處理率對比分析

經濟產出vs基礎設施建設雙軸對比 (2024年數據)



平均薪資在國家發展實力的意義

高薪資對國家競爭力的多面向影響

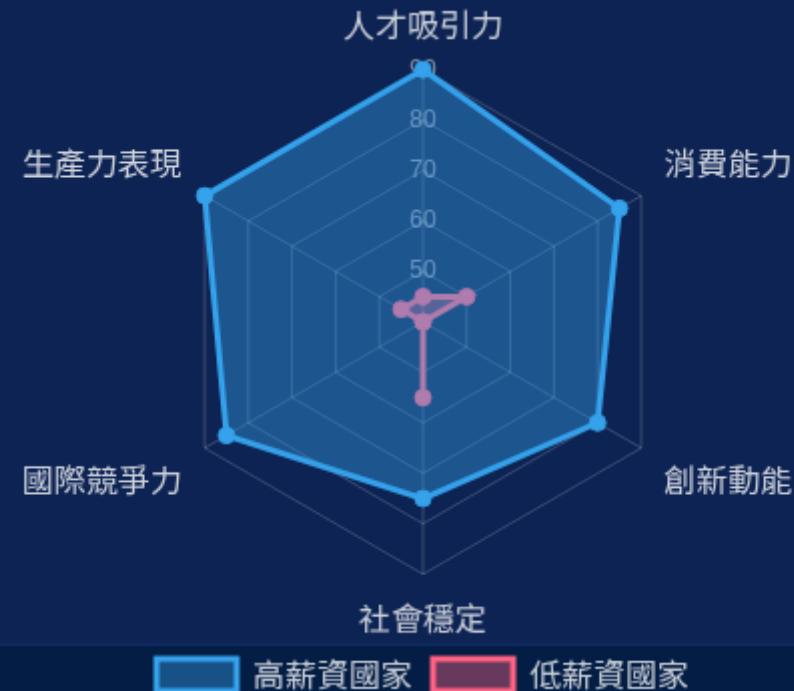
💲 平均薪資是勞動者生活品質與所得水平最直接的反映，影響民眾消費能力與生活滿意度

⚖ 薪資水準代表國民經濟成果分配成效，平衡的薪資成長能促進社會公平與經濟永續發展

🧠 高薪環境有助於吸引及留住國際人才，避免人才外流，強化國家創新與技術發展能量

⤵ 薪資增長與內需市場密切相關，提高消費力可形成良性循環，帶動產業升級與就業機會

平均薪資與國家競爭力關係圖



人才吸引力

關鍵因素

高薪留才

消費能力

內需動能

經濟循環

社會穩定

收入分配

階級流動

生產力提升

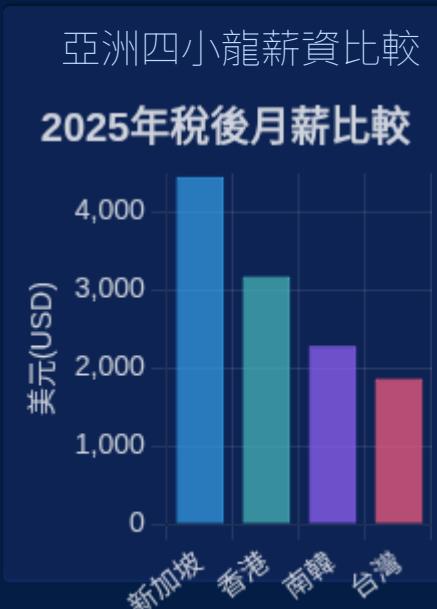
效率成長

價值創造

全球薪資排名前45國家比較

2025年全球平均月薪排名 (稅後月薪/美元)

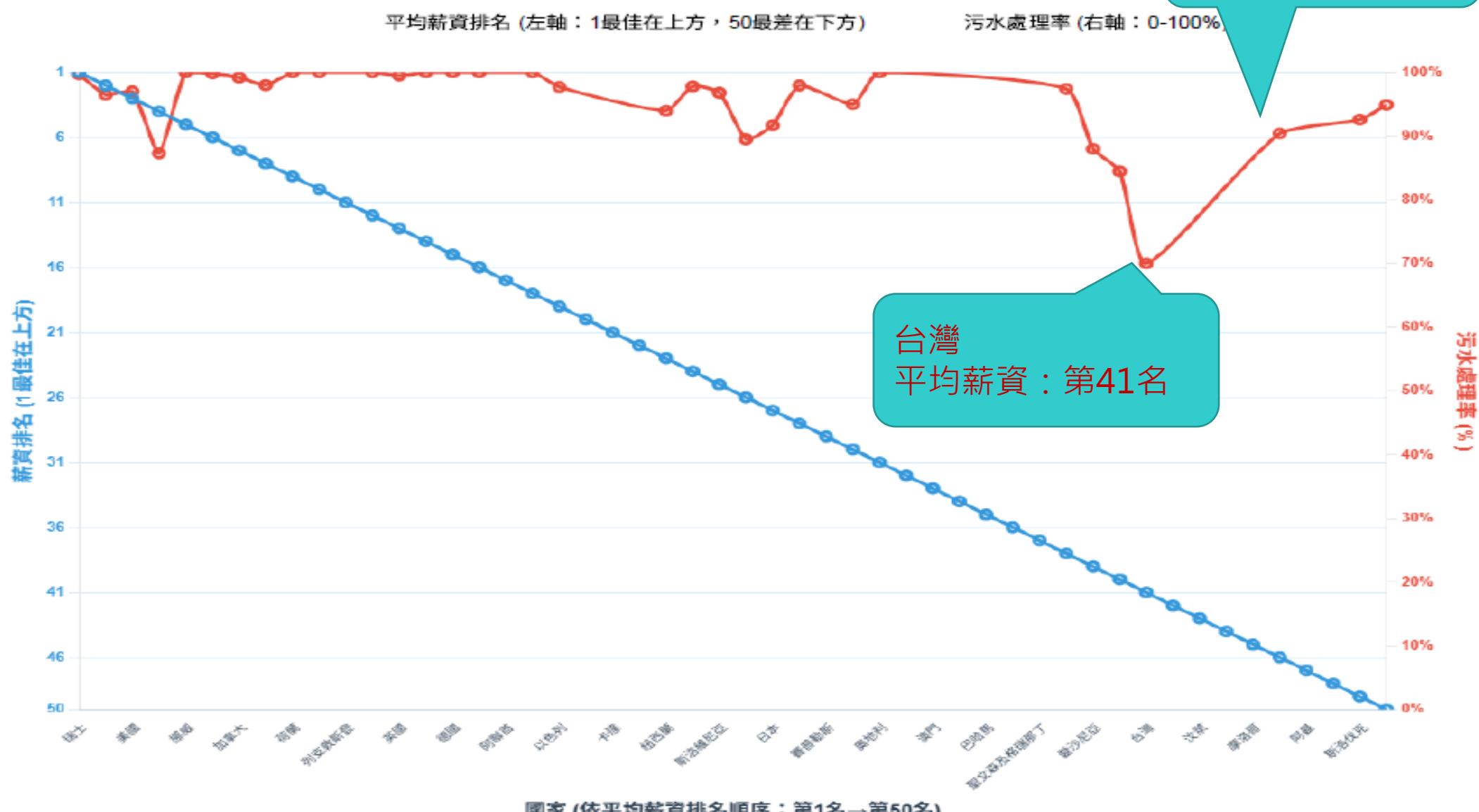
排名	國家	月薪	排名	國家	月薪	排名	國家	月薪
1	瑞士	8,218	16	瑞典	4,084	31	奧地利	2,282
2	盧森堡	6,740	17	阿聯酋	3,770	32	俄羅斯	2,266
3	美國	6,562	18	法國	3,762	33	澳門	2,221
4	冰島	6,548	19	以色列	3,715	34	沙烏地	1,995
5	挪威	5,772	20	聖馬利諾	3,344	35	巴哈馬	1,971
6	丹麥	5,749	21	卡達	3,275	36	科威特	1,961
7	加拿大	5,188	22	香港	3,177	37	聖文森	1,954
8	愛爾蘭	4,729	23	紐西蘭	2,967	38	葡萄牙	1,888
9	荷蘭	4,688	24	義大利	2,870	39	愛沙尼亞	1,879
10	新加坡	4,457	25	斯洛維尼亞	2,718	40	捷克	1,877
11	列支敦斯登	4,428						
			26	西班牙	2,658	41	台灣	1,870
12	澳洲	4,325	27	日本	2,583	42	巴林	1,835
13	英國	4,286	28	比利時	2,461	43	汶萊	1,815
14	芬蘭	4,197	29	賽普勒斯	2,421	44	聖露西亞	1,811
15	德國	4,091	30	南韓	2,287	45	摩洛哥	1,764



平均薪資排名前50國與污水處理率對比分析

薪資排名vs污水處理率雙軸對比 (2024-2025年數據)

立陶宛
平均薪資：第46名



世界快樂報告介紹

六項關鍵評量指標詳解

人均GDP

- ✓ 衡量國家經濟發展水平
- ✓ 以購買力平價計算，單位為美元
- ✓ 數據來源：世界銀行

社會支持

- ✓ 在困境中是否有親友可依靠
- ✓ 衡量社會關係緊密度
- ✓ 數據來源：蓋洛普世界民調

健康壽命

- ✓ 預期健康生活的平均年數
- ✓ 反映國家醫療健康系統質量
- ✓ 數據來源：世界衛生組織

選擇自由度

- ✓ 對生活選擇自由的主觀評價
- ✓ 反映社會對個人自主性的尊重
- ✓ 數據來源：蓋洛普世界民調

慷慨度

- ✓ 捐贈行為的普遍程度
- ✓ 衡量社會互助與關懷精神
- ✓ 數據來源：蓋洛普世界民調

腐敗感知

- ✓ 對政府與企業腐敗的認知
- ✓ 反映社會公平與信任度
- ✓ 數據來源：蓋洛普世界民調

幸福分數 = 基準值 + 六項指標加權總和 + 誤差項

2025年世界最快樂國家前35名排名

聯合國世界快樂報告 2025年全球評比結果

排名 1-9	排名 10-18	排名 19-27	排名 28-35
1.芬蘭 7.74	10. 墨西哥 6.95	19. 英國 6.70	28. 烏拉圭 6.66
2.丹麥 7.58	11. 澳洲 6.92	20. 愛沙尼亞 6.67	29. 科索沃 6.66
3.冰島 7.52	12. 紐西蘭 6.89	21. 斯洛維尼亞 6.65	30. 科威特 6.63
4.瑞典 7.34	13. 瑞士 6.86	22. 拉脫維亞 6.64	31. 塞爾維亞 6.60
5.以色列 7.34	14. 比利時 6.85	23. 斯洛伐克 6.61	32. 哈薩克 6.58
6.荷蘭 7.32	15. 愛爾蘭 6.81	24. 美國 6.59	33. 法國 6.52
7.挪威 7.30	16. 立陶宛 6.80	25. 貝里斯 6.71	34. 西班牙 6.48
8.哥斯大黎加 7.27	17. 奧地利 6.77	26. 波蘭 6.67	35. 義大利 6.45
9.盧森堡 7.12	18. 加拿大 6.71	27. 台灣 6.67	

 人均GDP 32,478美元 全球第24名

 健康壽命 72.8年 全球第38名

 社會支持 8.5/10 全球第18名

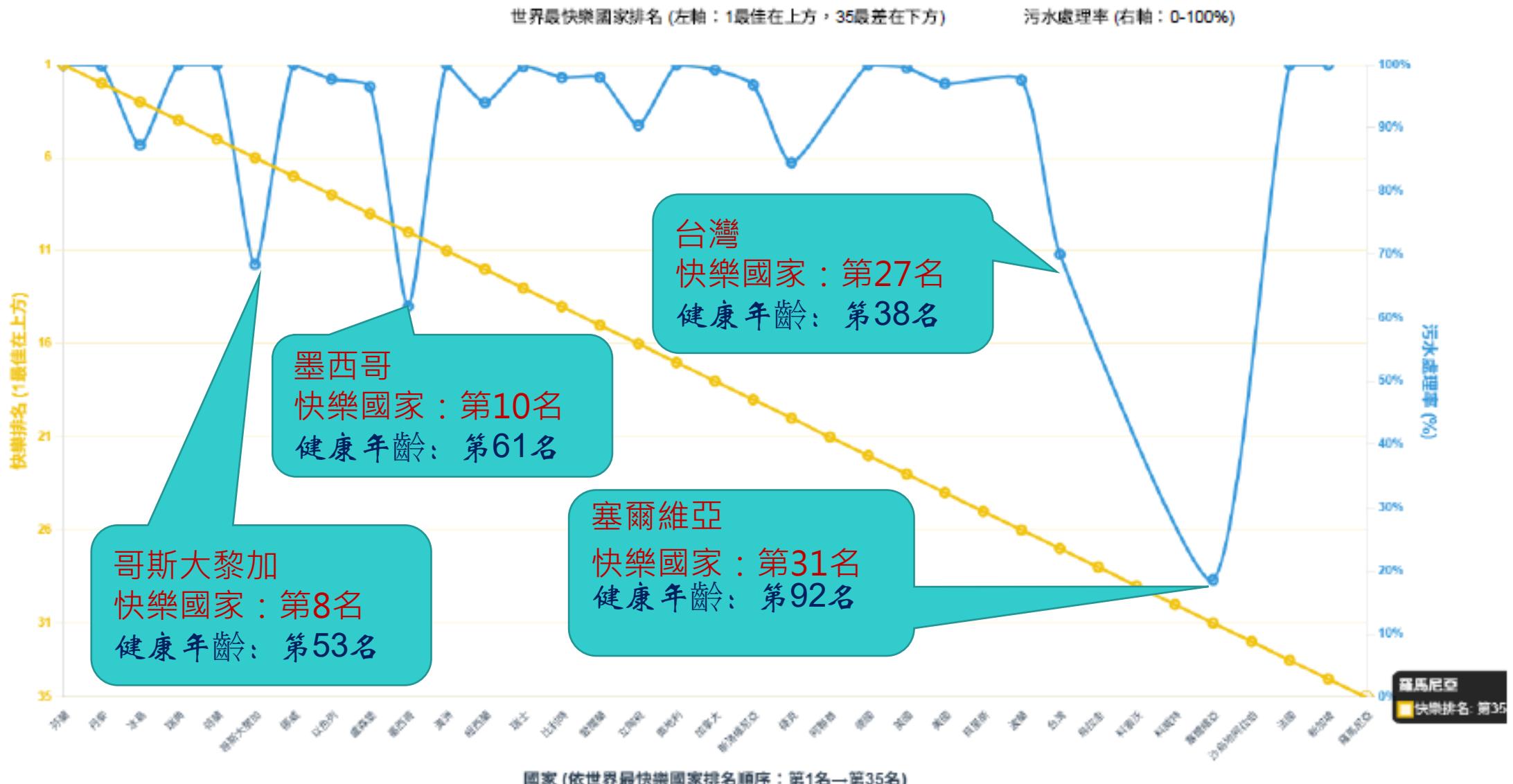
 自由選擇 8.1/10 全球第22名

 慷慨度 7.2/10 全球第32名

 腐敗感知 6.8/10 全球第28名

世界最快樂國家排名前35國與污水處理率對比分析

國民幸福感vs基礎設施建設雙軸對比 (2024年數據)



為何重視污水處理率？——環境、社會與健康三大關鍵

歐盟高標準環境治理理念

歐盟核心價值：人格尊嚴、民主、自由、平等、法治與人權、多元包容與社會正義

保護自然水體生態：減少有害污染物、營養鹽和微污染物進入河川或海洋

防止疾病傳播與公共衛生危機：確保城市與農村地區居民均享有安全衛生的生活環境

推動資源循環再利用：城市廢水回收再生，減輕水資源短缺壓力，促進永續水管理

促進區域均衡發展：要求成員國逐步改善污水設施，提升公平和福利，強化競爭力

環境保護

生態系統

公共衛生

疾病預防

永續發展

水資源循環

歐盟污水處理政策與環境保護

**THE PROPOSAL OF THE
EUROPEAN COMMISSION
FOR A REVISED URBAN
WASTEWATER TREATMENT
DIRECTIVE**

WAREG GUIDELINES

WAREG
European Water Regulators



立陶宛污水處理現況與歐盟標準合規狀態

立陶宛污水處理合規進展

大型都市區（2,000人口以上聚落）污水收集與處理已達90%以上合規率

生物處理與營養鹽去除技術已廣泛應用，符合歐盟二級處理要求

人口小於2,000人的聚落，中央化污水處理設施仍待提升，是歐盟重點關注區域

2023年前曾有歐盟「侵權程序」納管，官方已優先投入資源於未合規區域

OECD報告指出立陶宛改善幅度明顯，整體基礎設施品質穩步提升

立陶宛污水處理合規進展對比



大型都市合規率

90%+

小型聚落合規率

60-70%

整體污水處理進度

良好

新加入國家彈性措施

兼顧實施效率與會員國負擔

期限延長政策：

2030 ————— ● 2035

- 2004年加入國：可再延長8年（至2043年）
- 2006年後加入國：可再延長12年（至2047年）

綜合管理計畫時間表：

- 大型聚落 (>100,000 p.e.) : 2035年前
- 中小型聚落 (10,000-100,000 p.e.) : 2040年前

實施理由說明：

- 新加入國家已為現有指令進行大量投資，需要時間適應新標準
- 確保政策實施兼顧經濟可行性與環保目標

全球污水監控COVID-19：重要國家實例與防疫成效

荷蘭：全球最早實施全國污水監測網絡(RIVM)，監測超過300處採樣點，數據與疫情趨勢高度吻合，可提前2週預警疫情

美國：國家污水監測系統(NWSS)覆蓋1.2億人口，1200處採樣點，已成功用於Delta、Omicron等變異株監測與預警

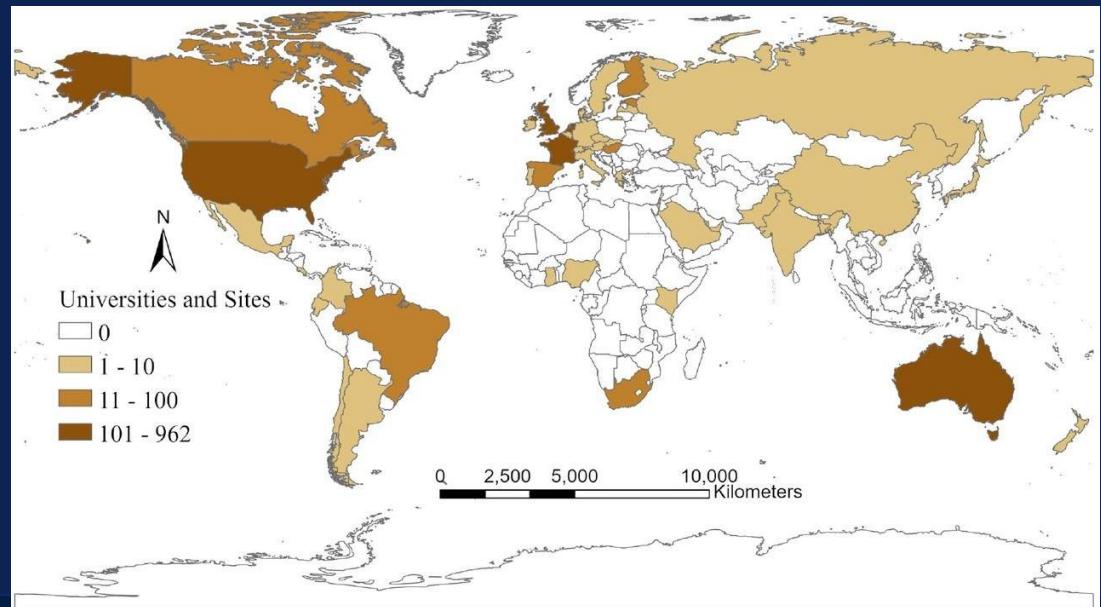
英國：UKHSA機場與社區整合監測，能有效預測治安區疫情，支援社區疫調，提供早期預警跡象

日本：東京等地污水監測可提早4-13天預測確診高峰，成本效益分析顯示節省醫療與社會成本效果顯著

香港：實施精細化社區小區級監控，成功用於追蹤隱形傳播鏈，指導精準防疫措施，防疫解封後仍保留監測系統

澳洲：國家污水監測計畫覆蓋各州，曾成功在臨床檢測前識別新變異株進入社區，成為疫情常態管理工具

全球污水監控COVID-19分布



公衛成效與未來趨勢

各國研究證實污水監測可有效預警疫情、偵測社區隱藏傳播、節省醫療資源，已從緊急應對工具發展為常態化公共衛生監測系統

空氣：化糞池對空氣及人體的影響

有毒氣體的危害

- ⚠ 甲烷氣體 — 無色無味但高度可燃，易導致氧氣置換造成窒息，具爆炸風險
- ☠ 硫化氫 — 有腐爛雞蛋氣味，低濃度會刺激眼睛、咳嗽、喉嚨痛、呼吸困難，高濃度可致命
- 肺部圖示 長期低濃度接觸可能導致疲勞、肺炎、食慾不振、頭痛、記憶力喪失和頭暈

微生物危害

- ⚙ 空氣中細菌 — 失效的化糞池會使細菌透過空氣傳播，引發鼻竇感染及呼吸系統疾病
- ✋ 黴菌孢子 — 可進入室內環境，對氣喘和過敏患者造成嚴重危害
- 🏡 若不處理，孢子可在易潮濕的區域（如地下室和浴室）形成危險黴菌，清除費用高昂

「失效的化糞池不僅會造成住家環境
髒亂，更會嚴重危害家人健康」



甲烷分子



室內空氣污染



定期檢修

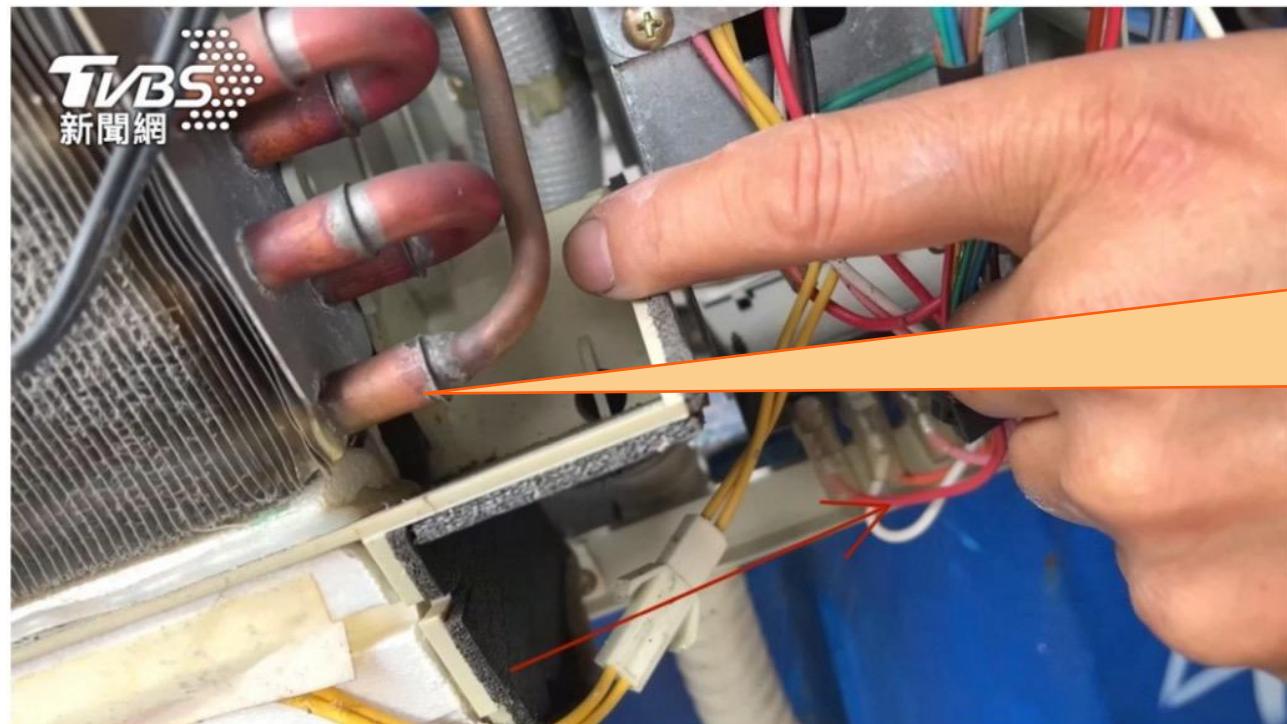


健康警示

銅管鏽蝕漏冷媒 沼氣回流排水管「冷氣不涼」

tw.news.yahoo.com/銅管鏽蝕漏冷媒-沼氣回流排水管-冷氣不涼-115939878.html

曹俊人 許猛捷



LINE f e
2023年6月8日

一位網友開冷氣發現不涼，維修人員發現裏頭「銅管」被沼氣鏽蝕，所以冷媒外漏，讓她很驚訝為何會有沼氣？專家解釋，排水口裏頭有其他廢水生成的沼氣，若冷氣排水管直接接上，沼氣就會沿著管線飄往機台內銅管造成鏽蝕。若想要避免冷媒外漏，除了注意排水管接點，也可以加裝U型管，或選銅管有「防鏽塗層」的冷氣，使用壽命比較長。

排水口有其它廢水產生的沼氣，沼氣就會沿著管線飄往機台內銅管造成鏽蝕



MIAOLI NEWS 大苗栗新聞

台中 TAICHUNG



水：化糞池對水及人體的影響

地下水污染與疾病傳播

- 化糞池失效是地下水污染最常見原因，污水可迅速滲入土壤與飲用水源
- 受污染水源可直接傳播痢疾、A型與B型肝炎、傷寒、急性腸胃炎等疾病
- 硝酸鹽污染對嬰兒特別危險，會干擾血液攜氧能力，導致血紅蛋白症（藍嬰症）

預防化糞池污染的關鍵措施

● 定期維護
定期抽水檢查

● 節約用水
減輕系統負擔

● 設置緩衝帶
防止污染擴散

● 遠離水源
新系統遠離海岸線

化糞池污染傳播途徑

- 高危區域（污水直接接觸）
- 中危區域（地下水滲透）
- 低危區域（間接接觸）



台灣霍亂史：1946年至今

國民政府時期霍亂大流行

1946年

台南灣裡村開始，全島幾乎淪陷

患者人數

3,809人

死亡人數

2,210人

光復後首次流行

致死率

58.02%

1962年

嘉南地區首發，醫療進步死亡率大幅下降

患者人數

383人

死亡人數

24人

致死率

6%

最後一次大流行

現代案例分布 (1970年後)

1970-1995年

1972年「急性腸炎」增多，疑似霍亂案例

1982年台灣南部沿海地區出現散發病例

1995年首例O139型霍亂弧菌檢出

此期間案例多由海鮮食品引起

零星案例

2003-2023年

每年零星本土病例0-10例不等

2011-2013年分別有2、5、7例本土確診

2019-2022年本土病例數分別為0、1、0、2例

2023年首例確診為20多歲男性患者

散發病例

台灣化糞池污染案例：2007年痢疾群聚感染

事件概述

⚠ 2007年11月，台中市北屯國小爆發痢疾群聚感染

💧 原因：地下水遭化糞池滲漏污染

🔍 疾管局以紅色染料證實地下水源污染

📋 教育處要求全市29所學校停用地下水

⌚ 類似案例：1993年育仁小學也曾因地下水污染爆發痢疾群聚感染

疫情影響

11

確診病例

100+

人出現症狀

20+

國小使用地下水

緊急處理措施

病患居家隔離，衛生所護理人員到府協助

學校採分組上課，避免疫情擴散

全面停用地下水系統，改用自來水

資料來源：2007年11月23日 自由時報

霍亂弧菌在水體中自發繁殖的主要環境條件

細菌繁殖的關鍵環境因素

適度鹽度 (2-3%)：霍亂弧菌最適合生長在鹹淡水交界區域，如河口與沿岸水域

溫暖水溫 (15°C以上)：夏季與氣候溫暖季節更有利於菌株快速增殖

營養物質豐富：有機物、浮游生物碎片和有機顆粒為細菌提供繁殖資源

生物共生關係：附著於水中浮游植物、動物及貝類表面，形成保護性生物膜

適中水流速度：促進氧氣與養分供應，過快會沖散菌群，過慢易導致缺氧

最適鹽度濃度

2-3%

鹹淡水交界處

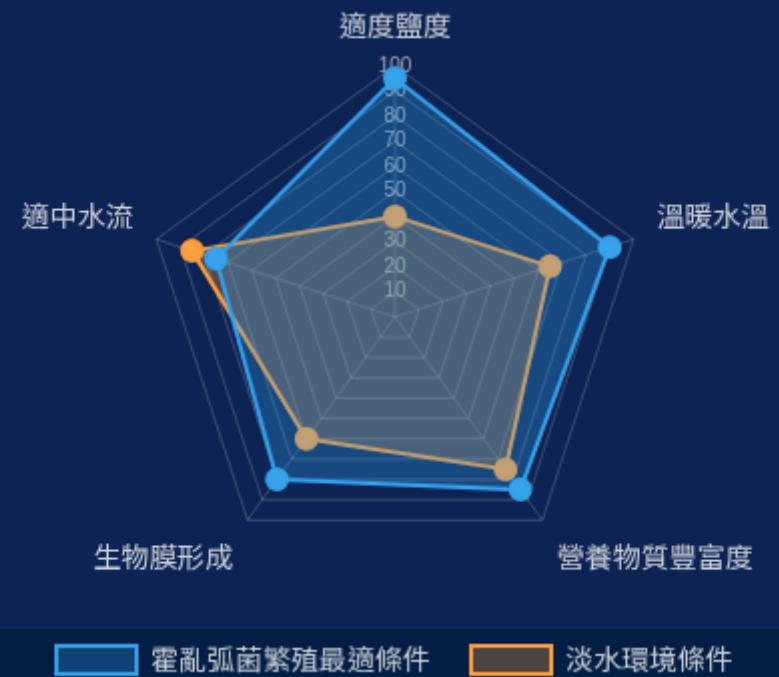
最低繁殖水溫

15°C以上
夏季風險最高

高風險區域

河口區域
污染嚴重水域

霍亂弧菌繁殖的最適環境條件指數



台灣易滋生霍亂菌的高風險河段

高風險河段特徵與分布

河口鹹淡水交界處（2-3%鹽度）：河流入海口區域，如淡水河、高屏溪、大甲溪等河口

水溫較高區段：夏季水溫超過15°C的河段，特別是南部河川更易滋生

有機物質與污染物豐富處：受工業廢水與生活污水影響的河段，如淡水河沿岸工業區附近

浮游生物豐富區：有大量浮游動植物和貝類的區域，為霍亂菌提供附著表面與養分



淡水河流域
高風險
人口密集區

高屏溪流域
工業污染
南部最大河

濁水溪流域
農業排放
中台灣主要河

大甲溪流域
中度風險
工業生活污水



我们的岛



化糞池故障對健康的危害

疾病的風險

可能導致痢疾、肝炎、傷寒和急性腸胃疾病

未妥善處理的污水是地下水污染主因

化糞池氣體可能攜帶細菌，導致呼吸道感染

黴菌孢子可能引起過敏及哮喘問題

有毒氣體威脅

甲烷：無色無味但可引起窒息，極易燃

硝酸鹽：干擾血液攜氧能力，導致「藍嬰綜合症」

硫化氫：臭雞蛋氣味，刺激眼睛和呼吸道

長期暴露可引起疲勞、肺炎、頭痛和記憶力喪失

預防措施

定期抽水維護化糞池系統

重新引導地表水流，遠離滲漏田

節約家庭或企業用水

在滲漏田與海岸線之間設置緩衝帶

化糞池密集區域與腸胃疾病的關聯性

關鍵研究發現

Marshfield流行病學研究 (2003)：化糞池密度與兒童感染性腹瀉發病率呈正相關

不列顛哥倫比亞研究 (2010)：腸道感染疾病發病率為每10萬人年1,353次門診

統計數據分析

集中式污水處理可將腹瀉發病率降低約30%（風險比0.70）

截至2003年，至少20%的化糞池系統存在不同程度的故障
約2,170萬戶美國家庭依賴化糞池系統
每年估計400-2,000萬例與飲用水相關的疾病

研究結論

化糞池密集區域與腸胃疾病發生率存在統計學顯著的正相關關係

兒童 (1-19歲) 是高風險群體

化糞池系統是地下水污染和水源性疾病的主要因素之一

台灣在世界競爭力評比中基礎設施弱勢項目分析

人口成長率
-0.09%
第59名

能源基礎設施
6.11分
第45名

安全網路伺服器
21,146
第36名

寬頻網路普及
357人
第42名

數位科技人才
6.56分
第45名

安全處理廢水
68.7%
第44名

再生能源比例
2.4%
第59名

環境績效指數
50.1
第42名

公共教育支出
3.4%
第53名

語言人才素質
6.42分
第37名

由倫敦大惡臭事件，無法安全處理廢水引發空氣與水的污染

歐盟都市污水處理：目標與UWWTD主要規範

歐盟都市污水處理指令核心要求

都市污水處理指令 (UWWTD, Directive 91/271/EEC)
：所有2,000人口當量以上聚落需有污水收集系統，
95%以上適當處理

10,000人口以上聚落必須二級（生物）處理，高敏感
區需三級處理（脫氮/脫磷）

整體目標：90%以上都市污水經生物處理，最終目標
為接近100%收集與處理

各國每兩年需回報合規狀況，未達標者會被督促、資
助或啟動侵權程序

相較全球，此法規為最嚴格的污水管理框架之一

歐盟對污水處理的觀念
- 像全面實施的國民義務教育

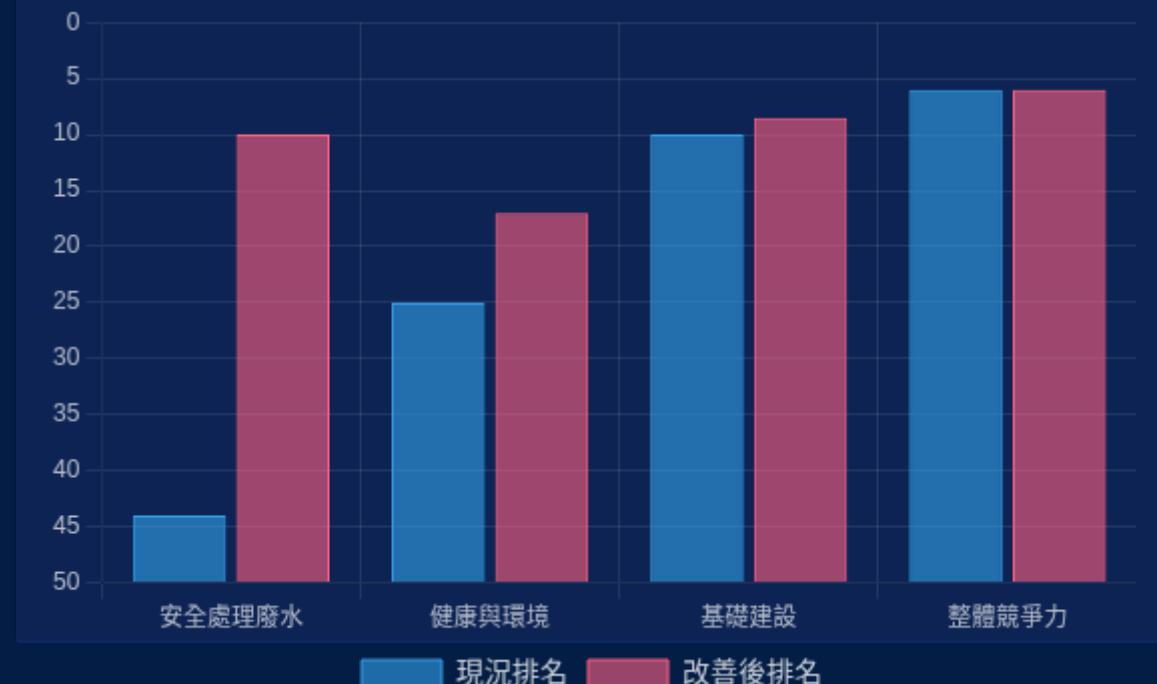
	用戶接管	國民義務教育
權利	依據污水下水道建設計畫，在接管率達70%以前屬獎勵接管階段，公共管線以外之用戶接管可委託政府施工。	依「國民教育法」第三條規定六歲至十五歲之國民，應受國民教育，以由政府辦理為原則。
義務	依「下水道法及其施行細則」用戶於公告開始使用6個月內將下水排洩於下水道，逾期將依「下水道法」第32條處罰。 用戶若因房屋結構及其他因素，有意願自行辦理用戶接管者，應向機關申請後同意辦理。	六歲至十五歲(適齡國民)應入學而未入學，依「強迫入學條例及其施行細則」辦理。 若因家庭清寒或家庭變故而不能入學、已入學而中途輟學或長期缺課者，報請當地直轄市、縣(市)政府，依社會福利法規或以特別救助方式協助解決其困難。

安全處理廢水改善效益分析

若從第44名提升至第10名的競爭力影響分析

- 🌊 安全處理廢水目前表現：68.7%（第44名），屬基礎設施弱勢項目
- ❤️ 健康與環境子項目：從第25名進步至第15-20名區間
- 🏢 基礎建設大項整體：從第10名小幅提升至第8-9名
- 🌐 國家整體競爭力：維持第6名，但競爭基礎更加穩固
- ☒ 協同效應：可同步改善環境績效、永續發展指標，與各項指標排名在前者並駕齊驅

安全處理廢水改善效益各層級影響



參、台灣高科 技業發展與水資源

探討台灣各類高科技業在全球供應鏈的關鍵地位



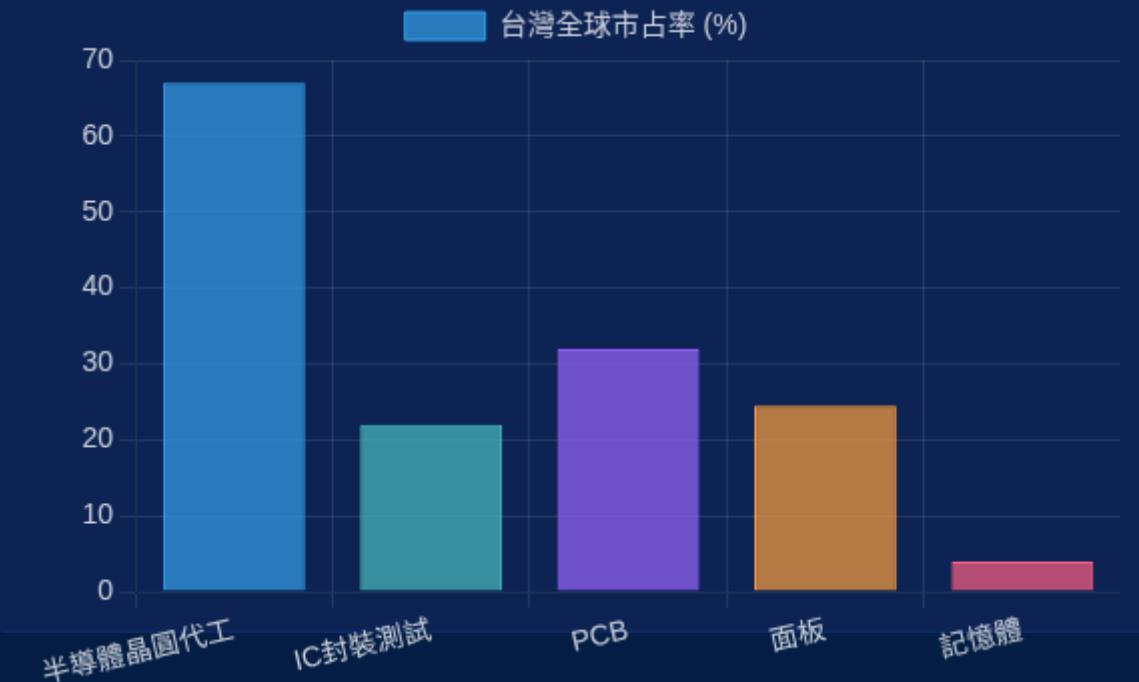
台灣高科

技業總覽

全球科技供應鏈的重要樞紐

- 台灣高科產業包括半導體、電子代工、PCB、ICT、面板、記憶體、光電等多元領域，形成完整供應鏈體系
- 多項產業全球市占第一，包括晶圓代工、IC封測、PCB等，形成全球不可取代地位
- 2024年台灣高科產業出口超過2,700億美元，對GDP貢獻超過20%

台灣在全球高科供應鏈的市占率



半導體產業

全球第一

晶圓代工67%

PCB產業

全球第一

市占率32%

IC封裝測試

全球第一

市占率22%

ICT產業

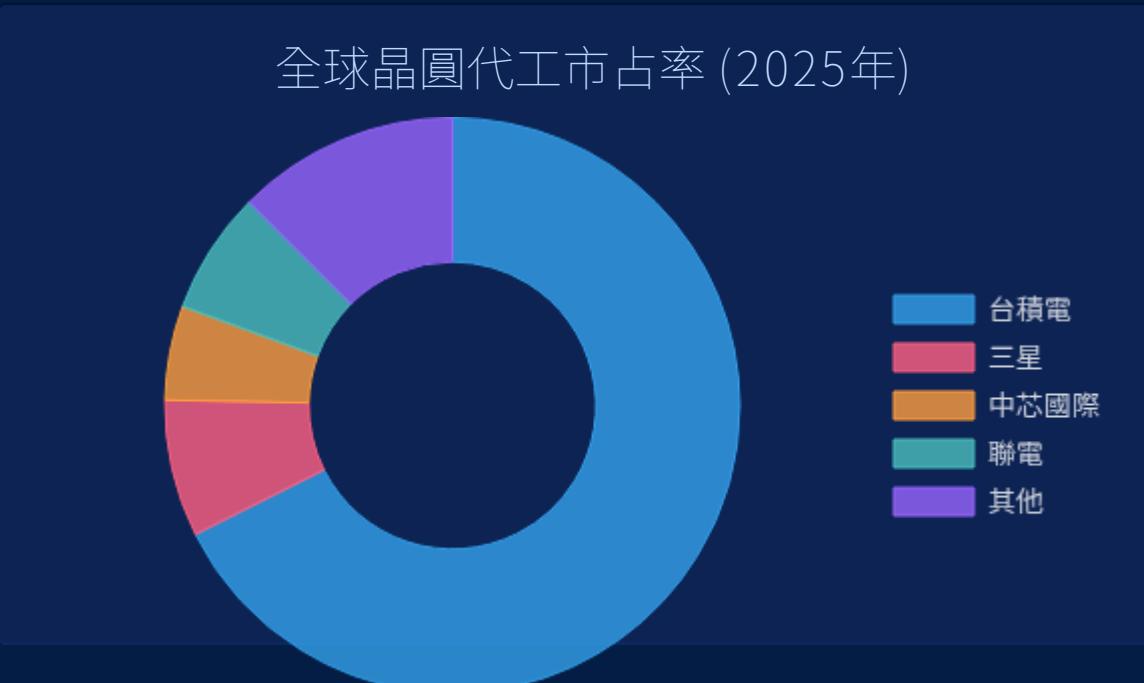
1,325億美元

年增59%

半導體產業：台積電全球領導地位

全球晶圓代工霸主

- 👑 2025年台積電全球晶圓代工市占率達67.6%，創歷史新高
- 팹 控制全球先進製程(5奈米以下)超過90%市場份額
- 廠 領先競爭對手三星近60個百分點，市場主導力持續擴大
- 惲 2024年第二季季收入超過302億美元，年增率達18.5%



先進製程地位

全球第一

5奈米以下市占>90%

HPC技術

AI晶片主導者

高效能運算92%市占

客戶群

全球科技巨頭

蘋果、英偉達、AMD等

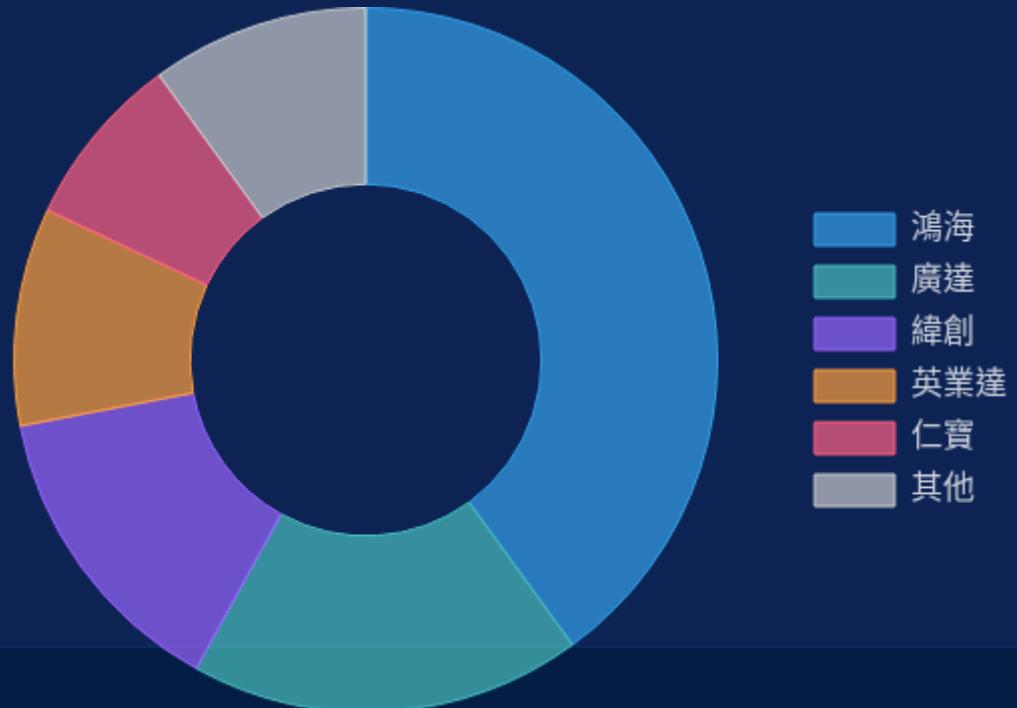


電子代工業：電子五哥全球地位

全球ODM/OEM領導者

- 鴻海(Foxconn)：全球最大電子代工廠，2024年AI伺服器市占超過40%，主要客戶包括Apple、Tesla等
- 廣達、英業達、緯創、仁寶：全球筆電代工四大巨頭，合計市占超過90%，AI伺服器業務快速增長
- ▣ 2024年全球前十大電子代工廠中，台灣企業佔5家，營收合計超過3,500億美元

2024 Q2 全球AI伺服器市占率



鴻海
全球最大

廣達

AI伺服器第二

緯創

筆電全球前三

英業達

筆電市占前五

仁寶

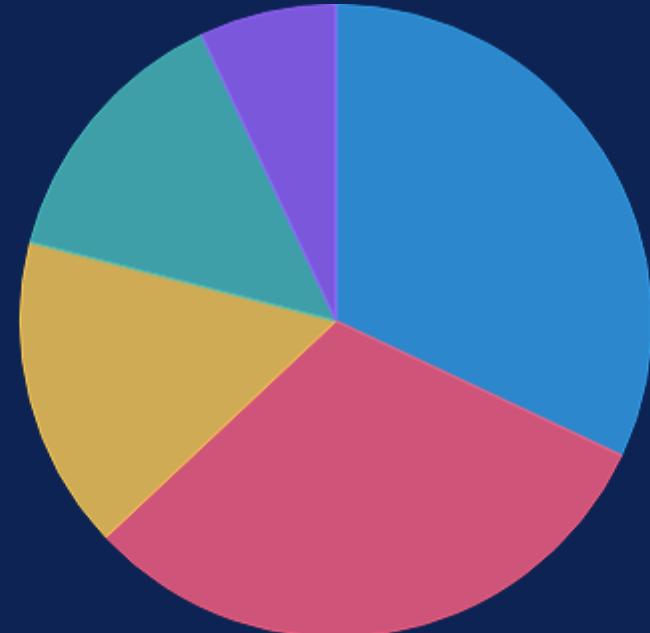
全球出貨Top 5

PCB產業：全球第一大出口國

全球PCB供應鏈的關鍵地位

- 🏆 台灣連續11年穩坐全球PCB龍頭寶座，2024年市占率達32%，是全球最大印刷電路板生產及出口國
- 🏭 台灣PCB產業已發展超過40年，是僅次於半導體及顯示器的第三大產業，擁有全球最完整的上、中、下游供應鏈
- ⌚ 台廠專注高階PCB領域，包括ABF載板、高階HDI和軟板，應用於先進通訊、AI運算、車用電子等高成長領域

全球PCB產業市占率分布 (2024年)



台灣 中國 日本 韓國 其他國家

全球排名

第1名
連續11年

產值規模

830億美元
全球產業規模

台廠全球前十

5家
欣興、臻鼎、南電等

封裝測試產業：日月光與矽品

全球封測產業的台灣領導地位

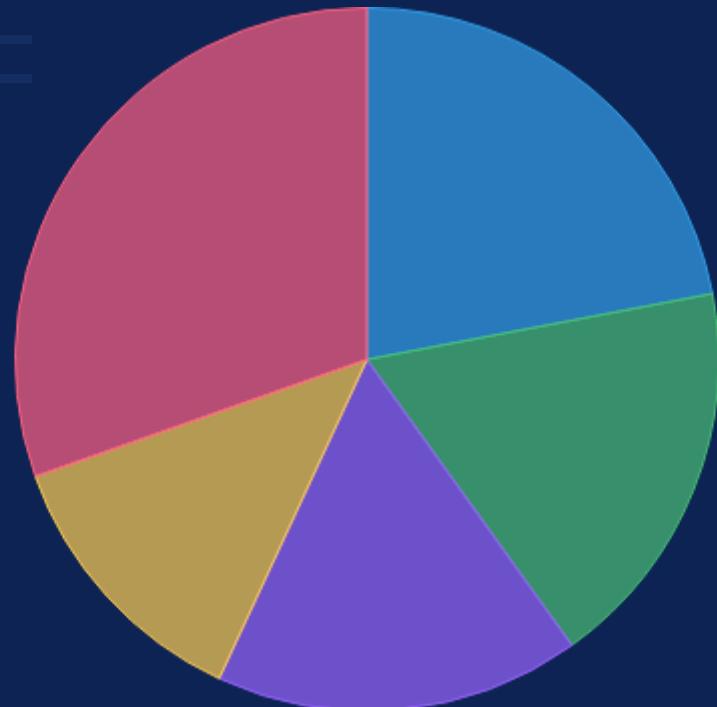
🏆 日月光為全球最大IC封裝測試公司，2024年全球市占率達22%

🤝 日月光與矽品合併後，擴大全球市場優勢，鞏固台灣在封測產業的領導地位

팹 台廠封測技術優勢包括先進封裝、3D IC封裝、系統級封裝(SiP)等

饼圖 封測產業是半導體供應鏈中不可或缺的關鍵環節，台廠全球產能約34.7%

全球IC封裝測試廠商市占率 (2024)



● 日月光 ● 安靠 ● 長電科技 ● 力成 ● 其他

日月光市占率

22%

全球第一

台灣封測總產能

34.7%

全球占比

日月光+矽品

合併效益

供應鏈整合

先進封裝技術

全球領先

技術優勢

台灣高科技業在全球的重要性

供應鏈全球戰略地位

- ⌚ 台灣高科技供應鏈貫穿半導體、電子、ICT等產業，形成完整的垂直整合體系
- 🏭 台廠與國際大廠關係緊密，蘋果、英特爾、輝達等超過80%的關鍵零組件來自台灣
- 🛡 全球86%高階晶片與超過65%關鍵電子零組件依賴台灣供應鏈，具不可替代性
- ⌚ 台灣供應鏈快速反應能力與彈性，疫情後平均交期較競爭對手縮短35%

台灣在全球科技供應鏈中的角色



供應鏈韌性指數

全球第一

恢復速度高於競爭對手42%

全球代工訂單

市佔率76%

國際大廠前十大供應商

關鍵零組件供應

86%

高階晶片全球市場份額

經濟貢獻：出口與GDP占比

台灣經濟引擎

2024年高科技業出口占台灣總出口近70%，年增長率達 15% 以上

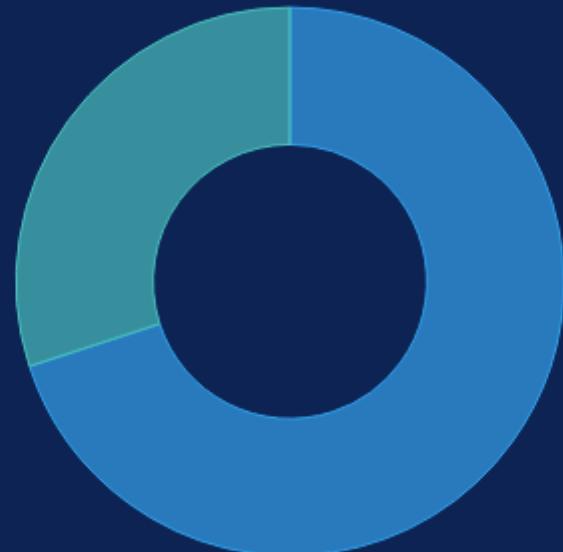
高科技產業對台灣GDP貢獻近20%，是經濟成長的主要驅動力

創造100萬+就業機會，平均薪資較整體產業高30%以上

稅收貢獻超過5,000億新台幣，支持國家基礎建設與社會福利

高科技業在台灣經濟中的佔比

2024年台灣出口產業佔比



高科技產業(70%) 其他產業(30%)

總出口額

4,950億美元
年增長率17.5%

高科技出口

3,465億美元
占總出口70%

GDP貢獻

近20%
經濟主要引擎

研發投資

5,600億台幣
全國總研發的78%

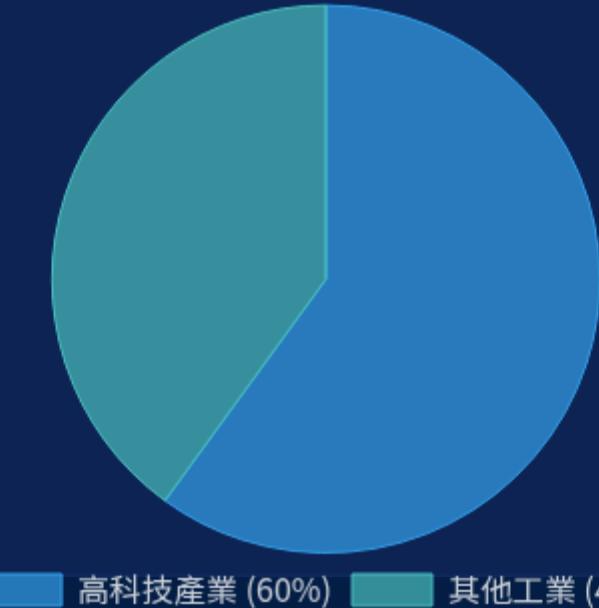
用水需求總覽

高科技業用水需求持續攀升

- 台灣高科技業每日總用水量約274萬噸，相當於110座標準游泳池
- 高科技產業用水量占全國工業用水比例達60%，且呈現逐年攀升趨勢
- 半導體製造是最耗水產業，製造1枚12吋晶圓約需6.8-13.7噸純水

台灣各產業用水需求分析

工業用水分配比例



高科技日用水

274萬噸

全國用水10.8%

工業用水佔比

60%

為高科技產業

台積電日用水

20.8萬噸

國內第二大用戶

用水年增長率

8.5%

遠高於其他產業

中部科學園區臺中園區用水量



⚠ 隨著高科技產業持續擴建，用水佔比將持續攀升，自2015年至2025年成長76.7%，目前佔臺中地區用水量約8%

資料來源：國家科學及技術委員會統計資料
說明：圖表顯示台中園區歷年5月份每日用水量變化趨勢

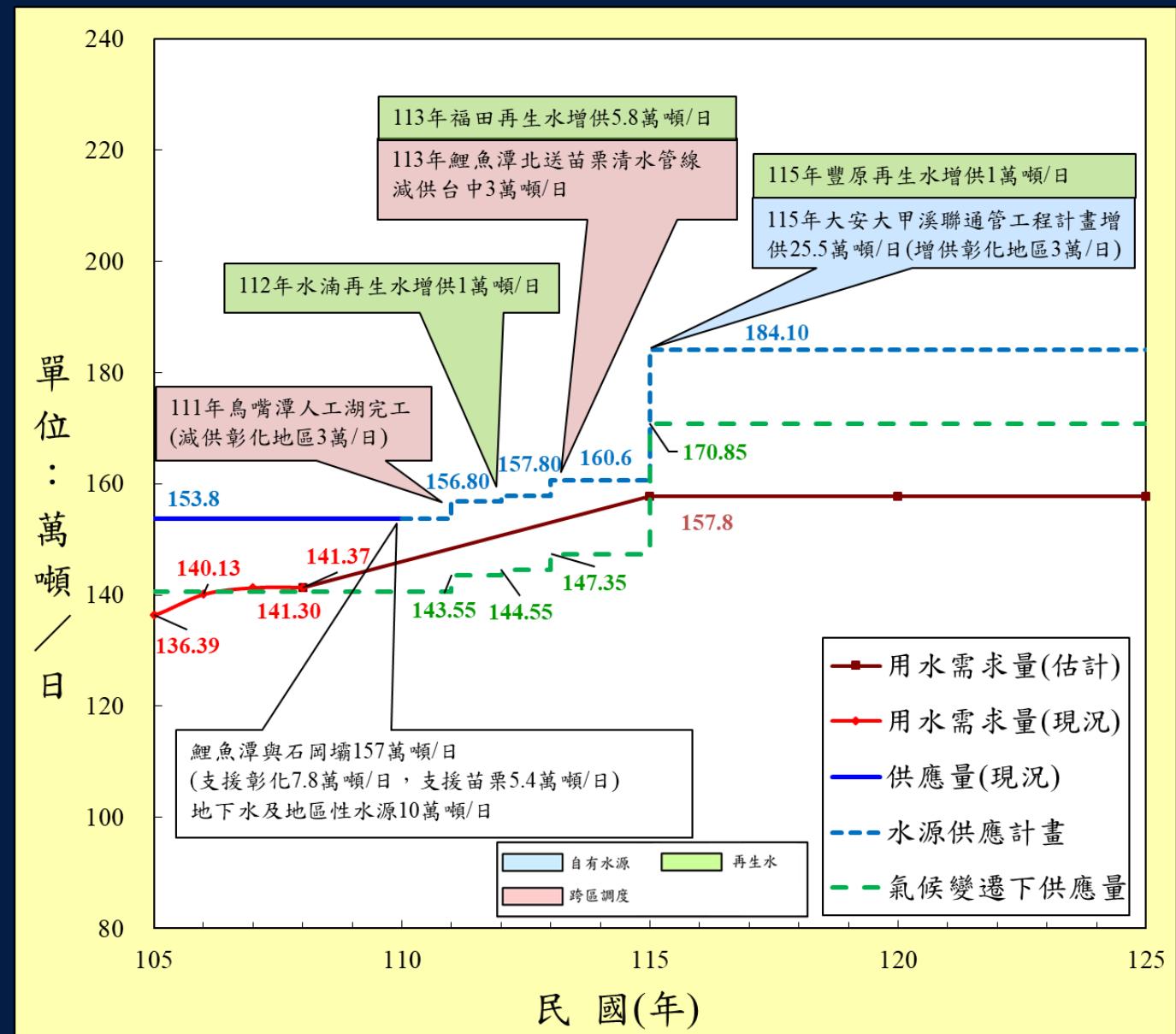
臺中地區公共給水供需情形

現況供水能力：每日153.8萬噸

108年用水需求：每日141.37萬噸

目標年125年用水需求：每日157.8萬噸

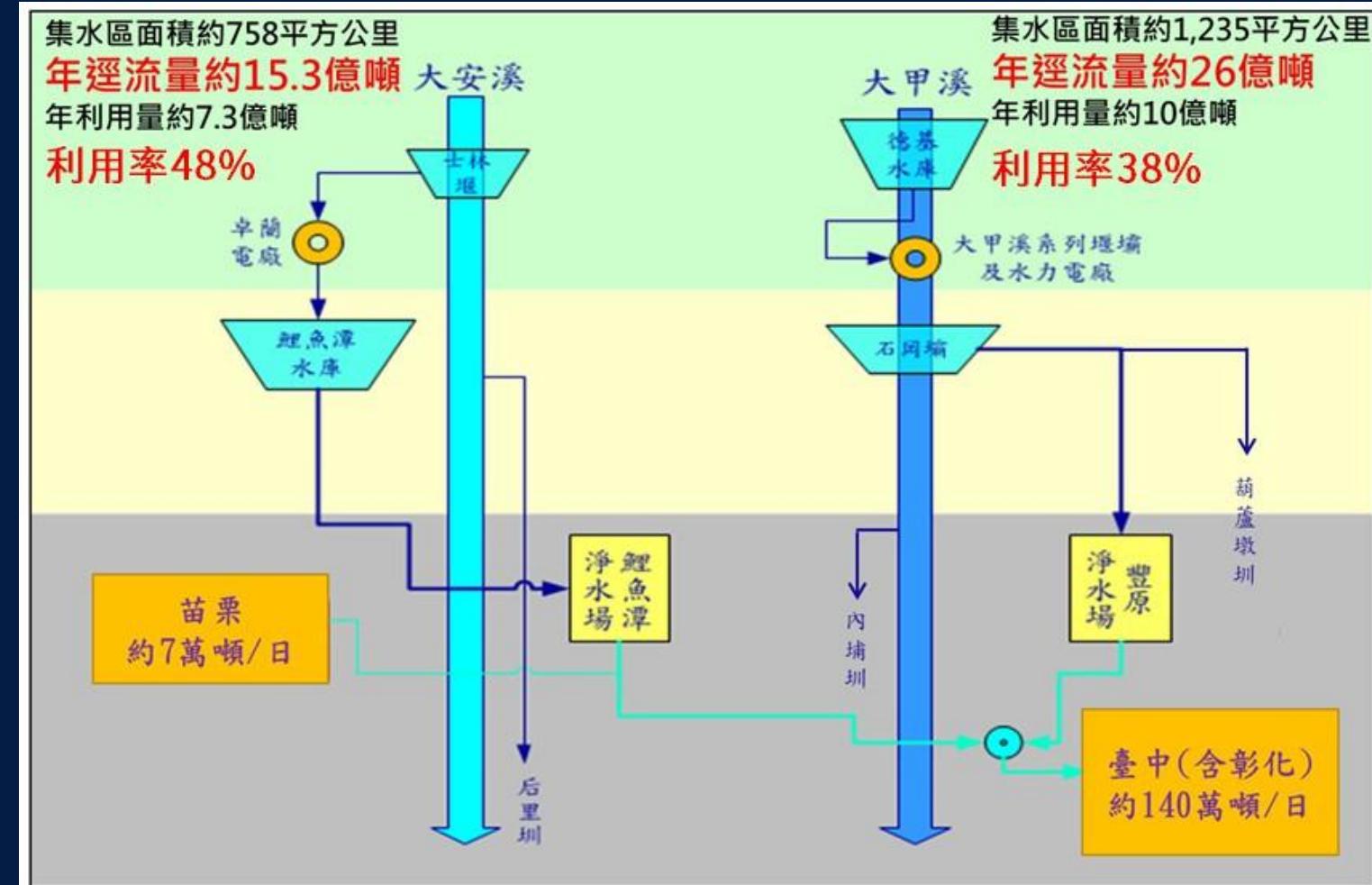
目標年125年供需缺口：每日4萬噸(不足)



臺中地區公共給水供需圖

大安大甲聯通管工程計畫

為因應台中地區公共用水需求急遽成長、提昇鯉魚潭水庫及石岡壩水源之調度彈性，即於不興建大型水庫原則下，透過輸水管線串接鯉魚潭水庫、石岡壩、鯉魚潭淨水場、后里第一淨水場(設計中)及豐原淨水場等設施，可具兩流域水源及淨水設施之聯合運用功能，有增供水量(**25.5萬噸/日**)、提升備援能力(濁度備援、設施備援)及水源調度等優勢，可達到大臺中地區穩定供水目標。



2021年百年大旱危機

56年來最嚴重乾旱

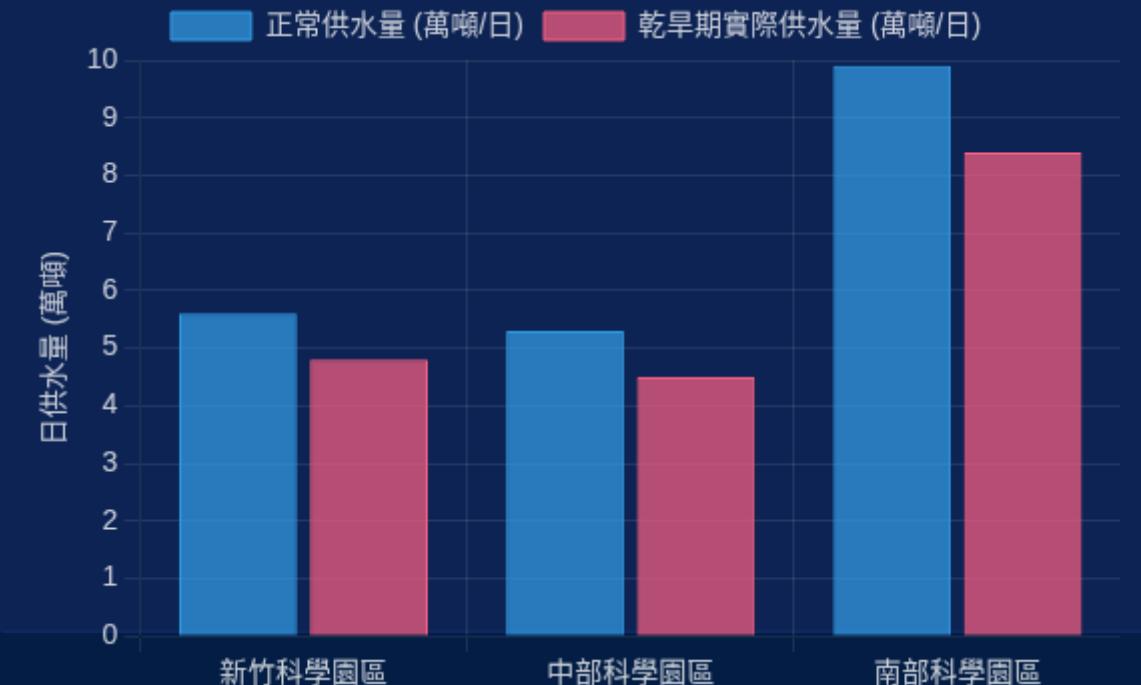
⚠️ 2020-2021年台灣降雨量創1910年有紀錄以來最少，多地水庫蓄水率跌破20%

⼯ 为優先保障高科技業用水，農業全面停灌，多地實施「供5停2」限水措施

⚙️ 高科技廠商自主節水10%以上，台積電啟動逾200部水車備援，供應鏈交期壓力大增

🌊 2021年乾旱情境分析(CLAUDE分析)
如發生類似2021年連續5個月無雨的極端乾旱：
大甲溪、大安溪流量同步銳減
兩個水庫蓄水量同時下降
既有用水權和生態基流量已無剩餘
聯通管實際上無水可調

2021年乾旱期重點科學園區水情



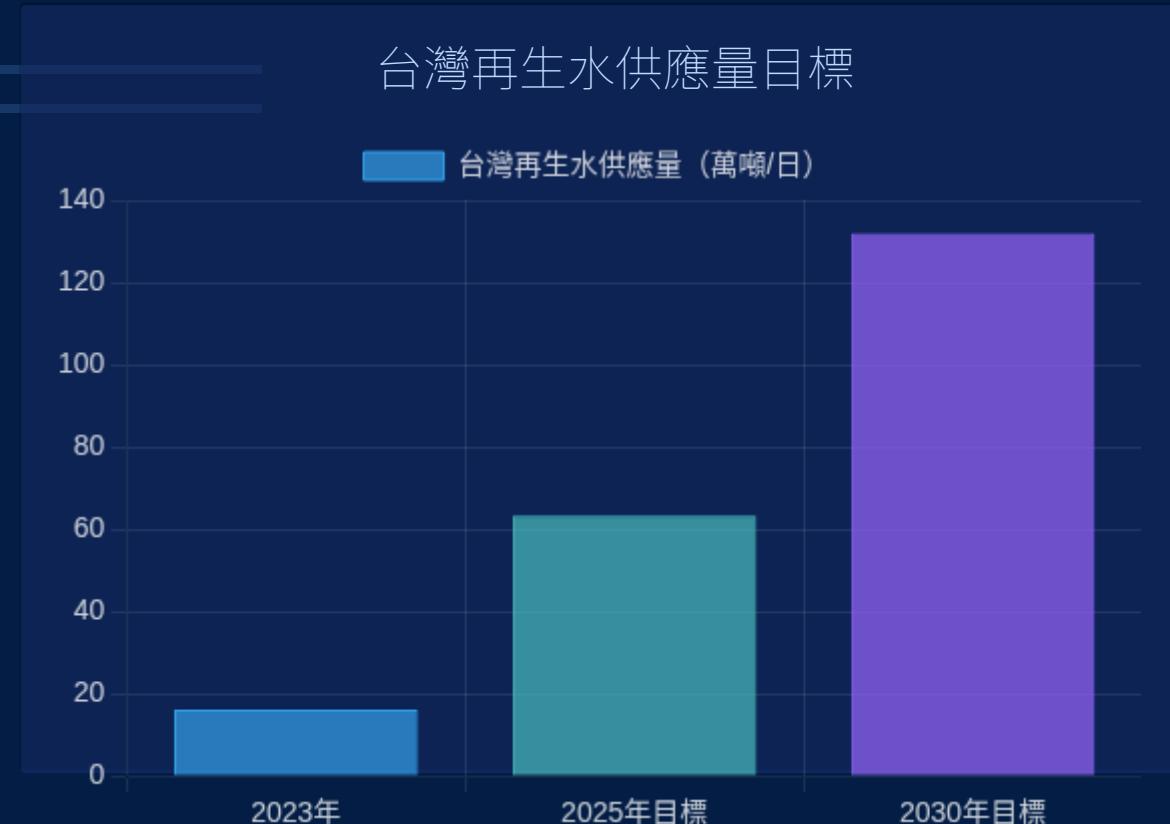
水車備援供水
每日4-5萬噸
保障關鍵製程

地下水井開發
每日10萬噸
緊急備用水源

再生水政策目標

國家級再生水發展目標

- 政府推動2025年再生水供應量達每日63.4萬噸，確保高科技產業穩定供水
- 台積電承諾2030年生產製程再生水占比提高至60%，已對外表明「不跟任何人搶水」
- 《再生水資源發展條例》規定用水大戶（每日用水超過2萬噸）擴廠須使用至少50%再生水
- 目標2030年前科學園區新建廠區100%使用再生水，形成產業用水獨立體系



2023年
16.2萬噸/日
再生水供應

2025年目標
63.4萬噸/日
再生水供應

台積電
60%
2030年再生水佔比

總開發目標
16座
再生水廠

再生水建設計畫

全台再生水建設藍圖

全台已核定16座再生水廠，總供水量每日將達62.7萬噸，主要供應工業區與科學園區

臺中地區：水湳再生水廠2024年已開始供水1萬噸，福田再生水廠2026年每日供水5.8萬噸，另有中科二期再生水計畫預計2035年供水10萬噸。豐原再生水廠供水1萬噸計畫中。

加速污水下水道建設，提高用戶接管以充裕再生水水源，擴建再生水廠佈設再生水管線，是在極端旱象下解決用水問題的有效途徑。

總體計畫

16座
再生水廠

日供水量

62.7萬噸
125年目標

桃園供水

10.7萬噸/日
供水工業區

新竹供水

6.7萬噸/日
供水竹科

台中供水

17.8萬噸/日
供水中科

嘉義供水

0.45萬噸/日
供水南科

台南供水

8.8萬噸/日
供水南科

高雄供水

18.3萬噸/日
供水南科及工業區

資料來源：內政部公共污水
處理廠 再生水 推動計畫

臺中市至115年

11.5萬噸
工業區及科學園區

臺中市管網容量

22萬噸
工業區及科學園區



執行中

福田再生水計畫

- 供應台中港工業區
- 可提供水量最大10.5萬CMD
- 已簽訂用水契約5.8萬CMD



規劃中

豐原再生水計畫

- 規劃供應中科后里園區
- 預估供水量1萬CMD
- 評估規劃中尚未核定

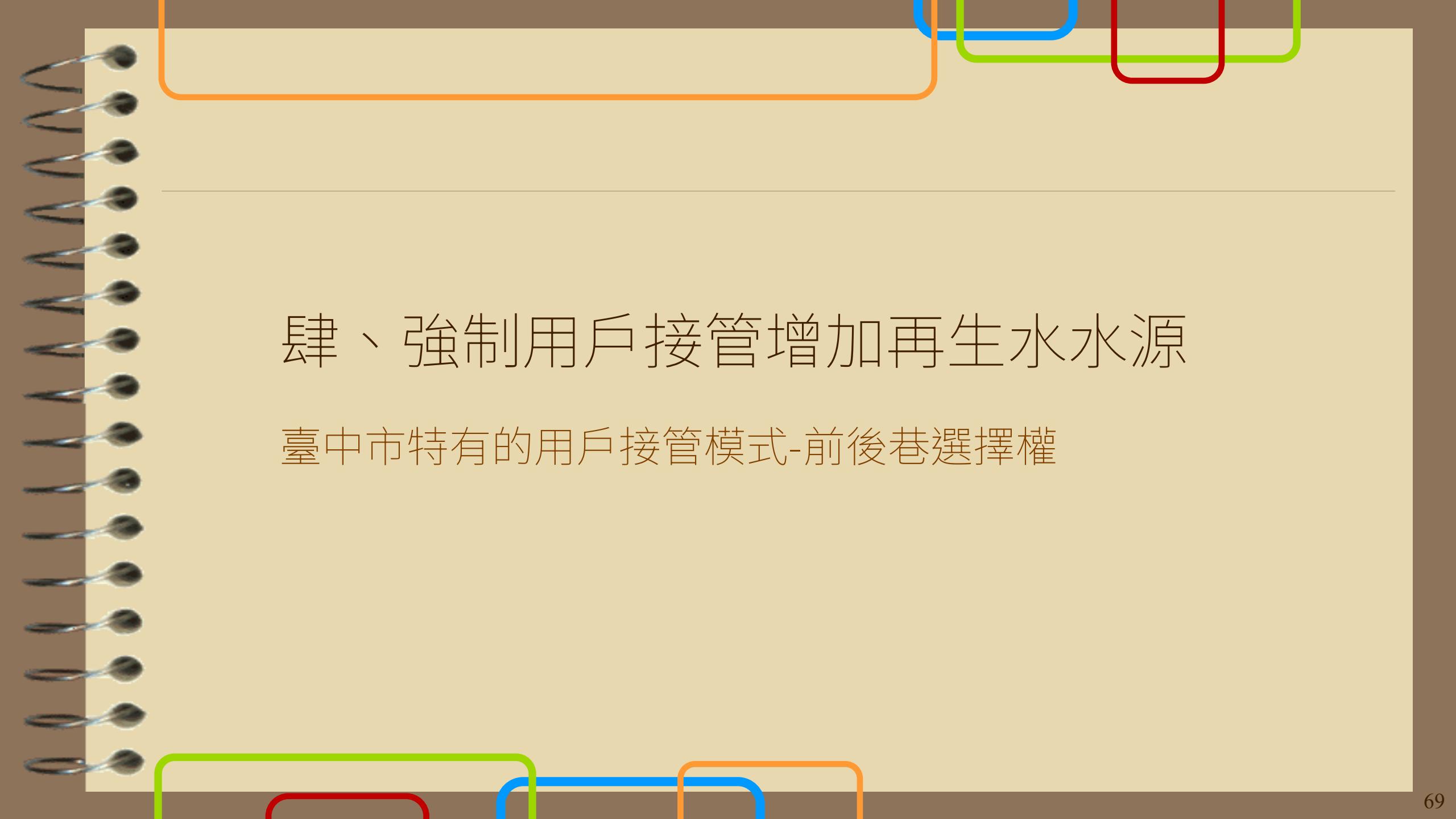
水湳再生水計畫

- 供應中科台中園區
- 可提供水量最大1.5萬CMD
- 已簽訂用水契約1萬CMD
- 已於113年10月供水**

聯合供應中科計畫

- 規劃供應中科台中園區
- 分階段供水7.2萬CMD，最大10萬CMD
- 促參先期計畫尚未核定





肆、強制用戶接管增加再生水水源

臺中市特有的用戶接管模式-前後巷選擇權

用戶接管流程



- 相較以「拆除後巷」為強制措施的施工方式，增加了**分區公告**與**前後巷判接**二程序



臺中市政府水利局
TAICHUNG CITY GOVERNMENT WATER RESOURCES BUREAU

接管意願說明

多數決判定

若原排水方向位置有**增設建築物造成接管障礙**，將依**用戶接管意見採多數決施作**

用戶接管設計接管方向
依現況排水口方向銜接

現勘**確認增設建築物**
是否有足夠空間進行用戶接管

前、後巷接管採**多數決施作**
區塊施工前進行意願調查，並限期回覆

已達**多數決同意變更排水方向者**，依**變更後排水方向**通知配合拆改建及辦理接管

自行排除接管障礙改至設計接管方向
(**後巷改前巷或後巷增建自拆**)

完成接管

用戶接管執行流程

前置階段

施工前
地方說明會

了解污水用戶接管的好處及義務

用戶排水方向調查及
用戶接管意見調查
(提供意願調查表)

投遞通知單進行住戶
排水方向調查(開始收
意願調查表)

巷道說明會

依現況排水方向
及多數決意願
進行接管方向設計

辦理巷道說明會說明用戶接
管方式及期程，並確認用戶
接管方案意願(開始收委託書) (配合排水調查1年內完成)

接管階段

取得接管意願委
託書

依施工順序自開工後平
均每月100-200份

通知接管時機及
排除接管障礙

依多數決判定結果，於期
限內2個月自行改管自前巷
或排除後巷空間障礙排除

確認委託書收齊

辦理前後巷接管

住戶排除障礙後並簽署
用戶接管委託書，而後
進行接管

強制階段

超過公
告6個
月

裁
罰

前、後巷

依規罰鍰
(得連續裁罰)

仍未配合接管者

違建查報
及認定

寄發違建
改善單

專案強制
拆除清冊

執行強制
拆除作業

用
戶
接
管

接管意願說明

多數決判定

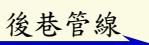
後巷水系原則依多數決意見改前巷接管

尚未設計管線須經多數決全數同意改前巷
才施做公共管線

圖例



規劃連接既有後巷排水的前巷公共管線



既有後巷排水示意，為銜接各住戶排水所施作的後巷串接管，將依多數意見決定將串接管施作在後巷或改為前巷



尚未設計巷道公共管線區域



水流方向

60%

90%

原接管率

強制後

用戶接管施工

用戶配合改管

住戶自行改管至前巷，污水管順利銜接

改管中



臺中市政府水利局
TAICHUNG CITY GOVERNMENT WATER RESOURCES BUREAU

伍、結語

- ⌚ 從倫敦大惡臭事件學到的教訓：完善的污水處理系統是現代城市發展的根基，危機促使城市基礎設施創新，提升公共衛生。
- ☒ 提升污水處理率：台灣目前全球第44名，安全處理廢水率是國家競爭力的弱項，提升至處理率90%以上可大幅提高國際評比。
- 🎬 高科技產業永續發展：再生水供應直接影響台灣半導體等高科技業用水安全，提高污水用戶接管擴增再生水水源是高科技業用水安全保障。
- 💧 強制用戶接管三重效益：提高環境品質、增加再生水水源、強化公共衛生，是解決極端乾旱與提升生活品質的有效途徑。



政策建議：台灣污水下水道推動策略

在各都市計畫區設置水資源回收中心：將下水道系統視為國民健康的防護網，摒棄水資源回收中心利用率的觀念，比照推動國民義務教育的決心推動污水下水道建設。

將非都區納入集中式污水處理：將污水處理率提昇至90%的目標，使健康環境的程度與先進國家看齊。

訂定2035年為目標年，擴編預算：每年預算500億以上，10年內追上先進國家的衛生環境水準。

加速擴建再生水廠與管網：解決高科技業用水增加之需求，並且擴增連接至各工業區的管網，使乾旱時能降低取水成本，增加水量供應。