財務委員會討論文件

2019 年 5 月 24 日

基本工程儲備基金
總目 708－非經常資助金及主要系統設備
環境保護署
新分目「設立空氣污染物立體監測網絡，運用激光雷達技術，追蹤空氣污染物在香港傳輸的情況」

請各委員批准開立一筆為數 5,500 萬元的新承擔額，用以設立空氣污染物立體監測網絡，運用激光雷達技術，追蹤空氣污染物在香港傳輸的情況。

問題

我們需要設立空氣污染物立體監測網絡，追蹤區域性臭氧與懸浮粒子的傳送軌跡，從而提高環境保護署(下稱「環保署」)在空氣質素模擬和預測方面的能力，加強了解區域性臭氧和懸浮粒子問題的成因，以便制訂應對政策。

建議

2. 環保署署長建議開立一筆為數 5,500 萬元的新承擔額，用以設立空氣污染物立體監測網絡，運用激光雷達技術，追蹤空氣污染物在香港傳輸的情況。

理由

設立空氣污染物立體監測網絡的需要

3. 香港的空氣質素除了受本地污染源影響外，亦受珠三角地區的排放影響，尤其是臭氧、可吸入懸浮粒子及微細懸浮粒子(統稱「懸浮粒子」)可在區域內透過不同污染物在大氣中的化學反應而產生(例如氮氧化物和揮發性有機化合物在陽光下經光化學反應形成臭氧，以及從二氧化硫或氮氧化物產生的二次污染物，即硫酸鹽粒子和硝酸鹽粒子等)。這些臭氧和懸浮粒子會隨風傳輸，影響珠三角區域內(包括香港)的空氣質素。為制訂合適的空氣污染物排放管理措施，我們需要加深了解臭氧與懸浮粒子如何在區域內產生和傳輸，以及如何影響香港。

4. 現時全港有 16 個空氣監測站，其設計、位置及質控／質保程序均參考國際認可的規範(包括美國環境保護局的指引)。這些監測站設於具代表性的位置，長期收集空氣質素數據，有效地監測市民所接觸空氣的污染水平。不過，這類傳統的空氣質素監測站只能測量近地面水平(一般空氣監測站通常設於層數少建築物的天台上)的空氣污染物，不能監測空氣污染物在上空較高處的濃度和傳送途徑。環保署一直留意空氣監測技術的發展，與時並進，適時引入新科技，以增強署方監測空氣質素的能力。

5. 激光雷達系統能夠實時測量離地面達數公里上空的空氣污染物濃度和風向氣流的垂直及立體分布情況。從懸浮粒子、測風及臭氧激光雷達系統所得數據可補充在近地面水平蒐集的資料，有助追蹤區域性臭氧與懸浮粒子的傳送軌跡，加深了解其源頭、產生機理和傳輸過程，從而提高署方在空氣質素模擬和預測方面的能力，以及為制定空氣污染物排放管理措施提供更強健的科學基礎。

激光雷達系統

6. 激光雷達系統是遙感測量儀器，以特定波長的激光向大氣發射，並測度反射回來的後向散射訊號，從而實時測定污染物或風場的分布情況。激光雷達系統主要包含激光發射器、接收器、掃描裝置、檢測器、訊號處理器和數據顯示器。附件 1 載示典型粒子激光雷達系統的原理圖；附件 2 則載示市場上常見的部分激光雷達系統。

附件1
附件2

7. 部分激光雷達系統配備全天空掃描裝置[1]，具各種不同用途的掃描模式，包括垂直掃描、水平掃描、錐形掃描和移動垂直掃描模式等。附件3 附件 3 展示部分典型掃描模式。激光雷達系統監測所得的數據可藉圖附件4 表顯示，例如附件 4 所載列的圖表。

8. 香港天文台和香港機場管理局已在香港國際機場使用測風激光雷達系統監測風速與風向。本港部分大學亦有應用懸浮粒子激光雷達系統作研究。測風和懸浮粒子激光雷達系統已在海外廣泛使用。國內部分城市近年亦已開始部署使用臭氧激光雷達系統。舉例來說，廣東省政府正在省內設立空氣污染物立體監測網絡。

建議的空氣污染物立體監測網絡及其效益

9. 環保署建議購置下列 3 種不同的激光雷達系統，每類各 5 部(共 15 部)，以設立空氣污染物立體監測網絡－

- 配備全天空掃描器的懸浮粒子激光雷達系統；
- 配備全天空掃描器的測風激光雷達系統；以及
- 臭氧激光雷達系統。

10. 空氣污染物立體監測網絡將設有 5 個監測點，各監測點會設置 1 部臭氧激光雷達系統、1 部懸浮粒子激光雷達系統，以及 1 部測風激光雷達系統。至於選址方面，環保署計劃在香港外圍周邊地帶設立 4 個監測點，以蒐集參數，從而掌握進出本港空氣氣團的特性。第五個監測點會設於香港的中部位置，以監測市區內的建築物對小氣候和污染物擴散的附件5 影響。附件 5 載示空氣污染物立體監測網絡概念分布圖和監測點的大概位置。環保署會邀請大學學者和激光雷達專家協助設計監測網絡和尋覓合適的監測點位置。懸浮粒子激光雷達系統體積較小，因此環保署有意把 1 部懸浮粒子激光雷達系統裝設在車輛上，有需要時調派到本港的不同地點，實時監測上空的懸浮粒子分布情況。

---

[1] 受技術所限，臭氧激光雷達系統不能配置全天空掃描裝置進行立體掃描，只能進行垂直掃描。

11. 激光雷達系統所提供的數據能夠幫助環保署加深了解和分析臭氧與懸浮粒子的源頭、產生機理和傳輸過程，這可配合粵港為應對臭氧問題[2]而合作開展的揮發性有機化合物監測工作，為制定合適的排放管理措施提供更強健的科學基礎。此外，激光雷達系統蒐集到的數據可納入現時環保署以氣象和地面測得的空氣質素數據為主的空氣質素預測模型系統，從而提升環保署預測空氣質素的能力和準確度，包括及早預測高污染出現的可能性。我們也將研究如何結合地面監測數據、立體監測數據和模型數據，向市民提供污染物立體分布資訊，以及向大學和科研機構提供這些數據，以研發和驗證小氣候模型。

對財政的影響

非經常開支

12. 環保署計劃分 3 年推行擬議系統，估計該計劃所需的非經常開支約為 5,500 萬元，詳細分項數字如下－

	2019-20 年度 千元	2020-21 年度 千元	2021-22 年度 千元	總計 千元
(a) 硬件及軟件	-	19,200	28,800	48,000
(b) 工地準備、交付、安裝、測試、試運、文件記錄和培訓	1,000	400	600	2,000
(c) 應急費用 ((a)+(b)的 10%)	100	1,960	2,940	5,000
總計	**1,100**	**21,560**	**32,340**	**55,000**

13. 關於上文第 12 段(a)項，48,000,000 元的預算是用以購置共 15 部的激光雷達系統，以設立 5 個監測點。每個監測點會配置 3 部激光雷達系統，包括懸浮粒子、測風及臭氧激光雷達系統。

[2] 臭氧並非直接由污染源排放，是由大氣中的氮氧化物(包括一氧化氮和二氧化氮)和揮發性有機化合物在陽光下經光化學反應產生，隨風傳輸，影響珠三角區域內(包括香港)的空氣質素。

14. 關於上文第 12 段(b)項，2,000,000 元的預算是用於新監測點的工地準備和裝設激光雷達系統，包括系統的交付、安裝、測試、試運、文件記錄和培訓環保署人員。

15. 關於上文第 12 段(c)項，5,000,000 元的預算是應急費用，款額相等於總成本(用以購置激光雷達系統的軟件和硬件，以及新監測點的工地準備和裝設激光雷達系統)預算費用的 10%。

16. 在制定成本預算時，環保署曾就激光雷達系統主要成本項目聯絡準供應商作初步報價。如獲財務委員會批准撥款，我們會按既定的政府採購程序作全球公開招標。

經常開支

17. 預計網絡在 2021 年全面投入運作後，由 2022 年開始每年經常開支約為 1,220 萬元，用以支付運作開支，包括購買零件及其他消耗品、外判維護網絡服務和環保署人員開支[3]。環保署會以現有資源承擔有關的經常開支。

其他曾考慮的建議

18. 我們曾考慮和評估向承辦商購買測量數據的替代方案，即把設置 5 個監測點的服務以一籃子服務合約形式外判，由承辦商提供所有激光雷達系統，以及負責測量數據的處理和匯報工作。以激光雷達系統一般
附件6 5 年的使用期限計算，附件 6 粗略比較了建議方案與替代方案的成本，結果顯示替代方案的開支比建議方案略高。此外，依賴外判服務會不利環保署培育署方人員在激光雷達測量技術方面的專業技能。我們不建議採用替代方案。

[3] 環保署人員的工作包括日常操作立體監測網絡、管理數據傳輸和檢索電腦系統、整理後期數據(包括質檢、質控及存檔)，以及管理外判維護服務合約。

實施時間表

19. 如財務委員會批准撥款，我們計劃依照下述時間表推行建議的監測網絡－

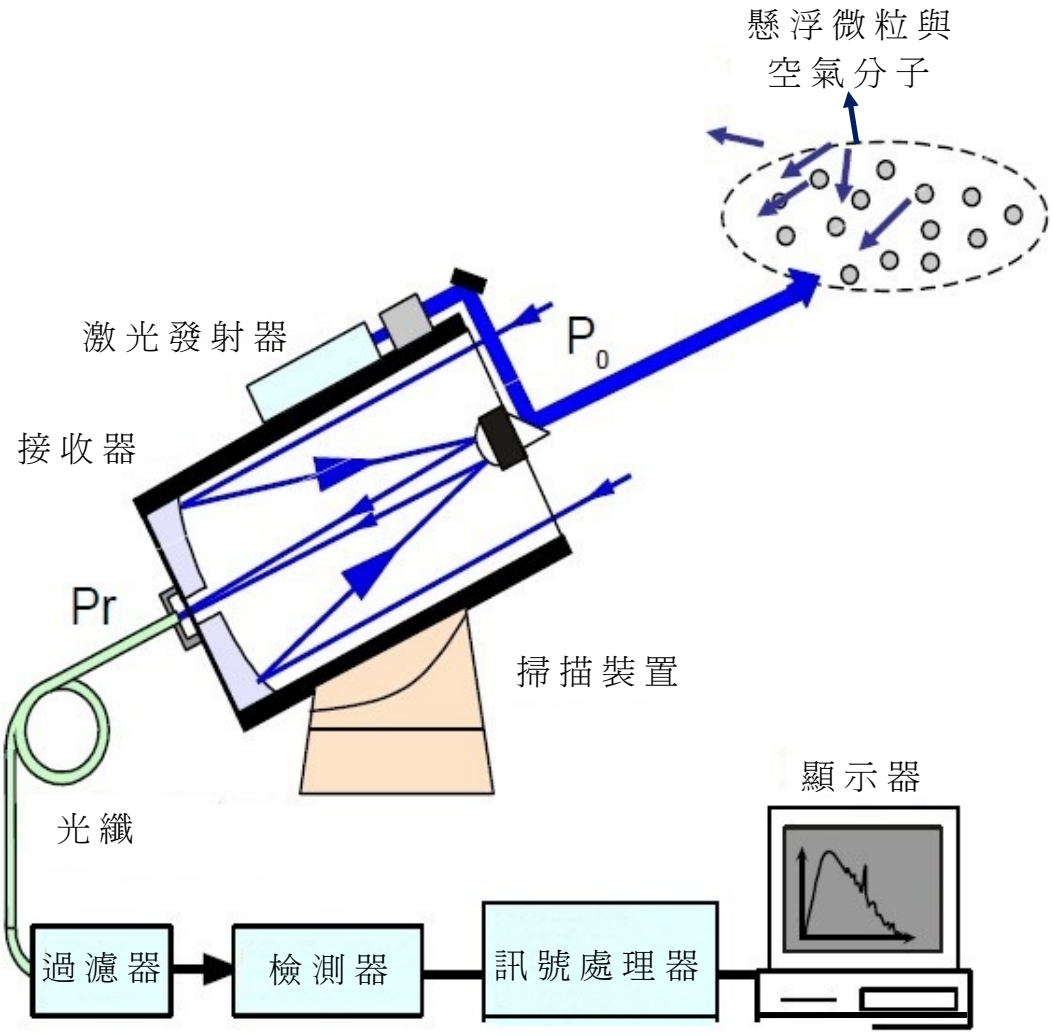
	關鍵交付	目標完成日期
(a)	準備招標文件和招標	2019 年 9 月
(b)	簽訂合約	2020 年 2 月
(c)	工地準備	2020 年 7 月
(d)	收貨和安裝	2020 年 9 月
(e)	驗收測試	2020 年 11 月
(f)	系統全面試運	2021 年 5 月

公眾諮詢

20. 本局已在 2018 年 12 月 19 日諮詢立法會環境事務委員會。委員支持就上述建議徵求財務委員會批准撥款。

環境局
環境保護署
2019 年 5 月

懸浮粒子激光雷達系統的原理圖



商用激光雷達系統

臭氧激光雷達

懸浮粒子激光雷達

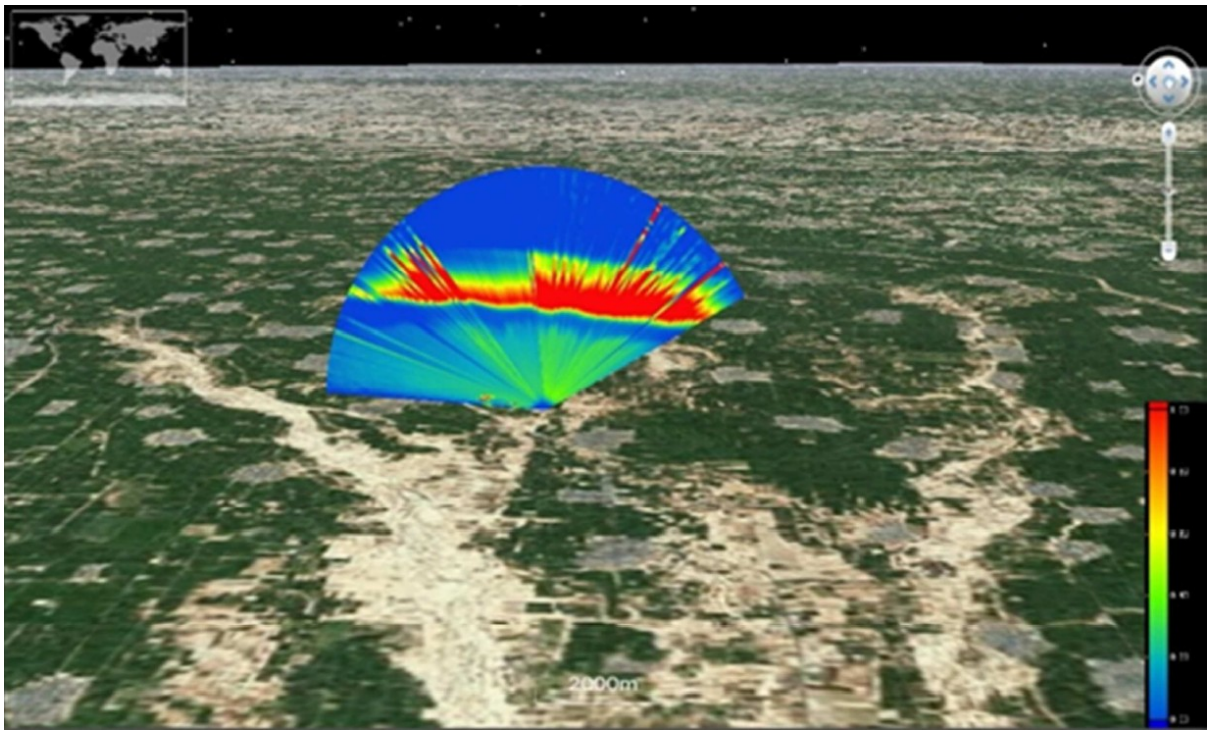
懸浮粒子激光雷達

可移動懸浮粒子激光雷達

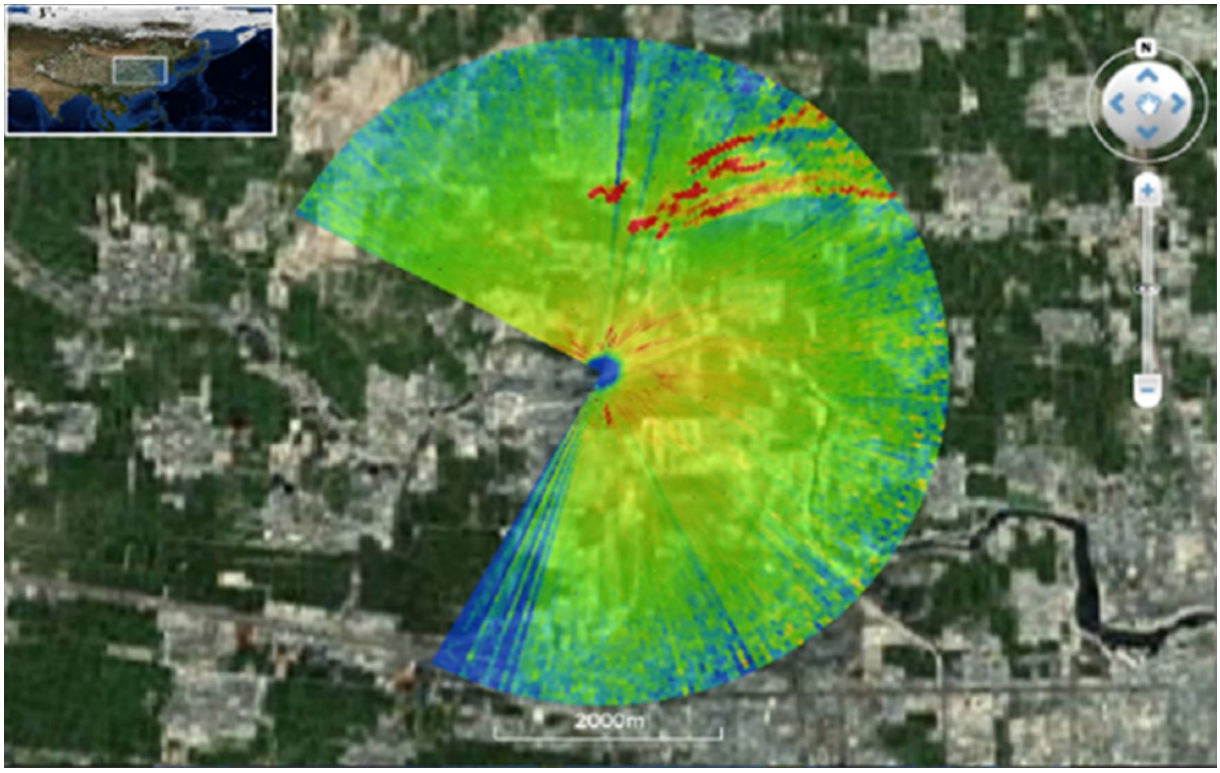
測風激光雷達

測風激光雷達

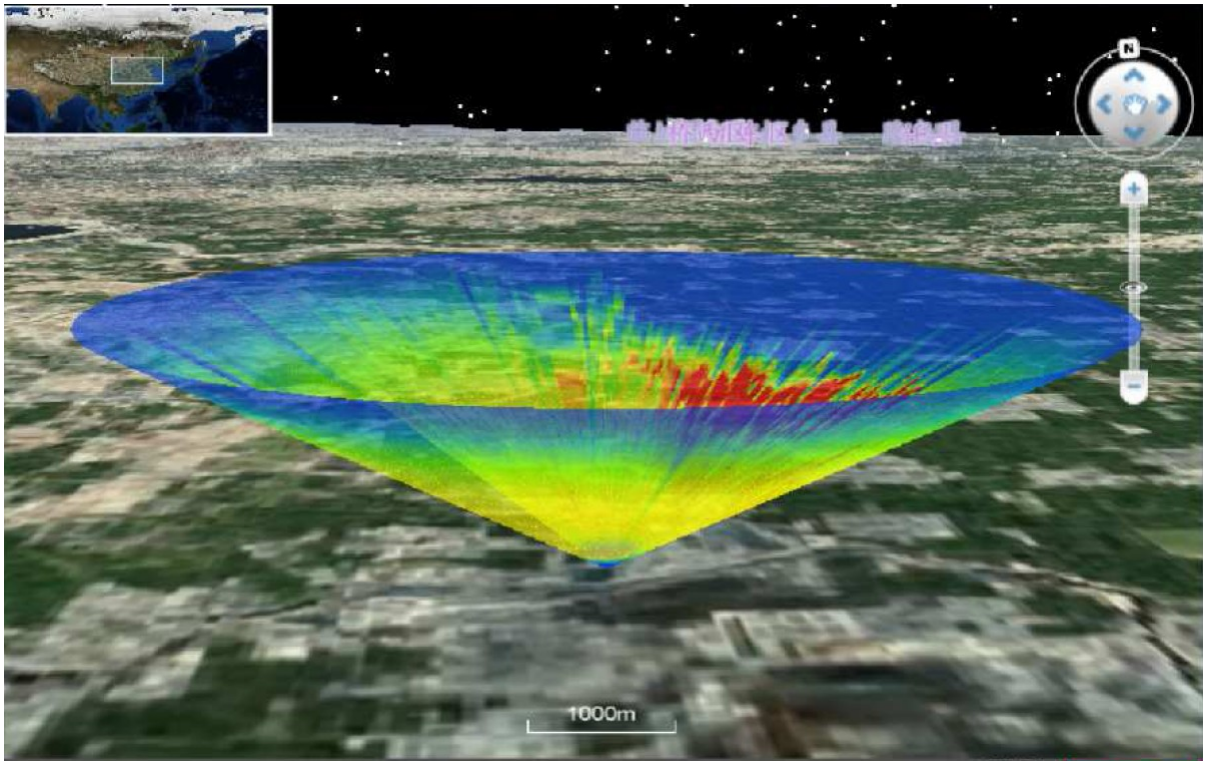
激光雷達系統的掃描模式



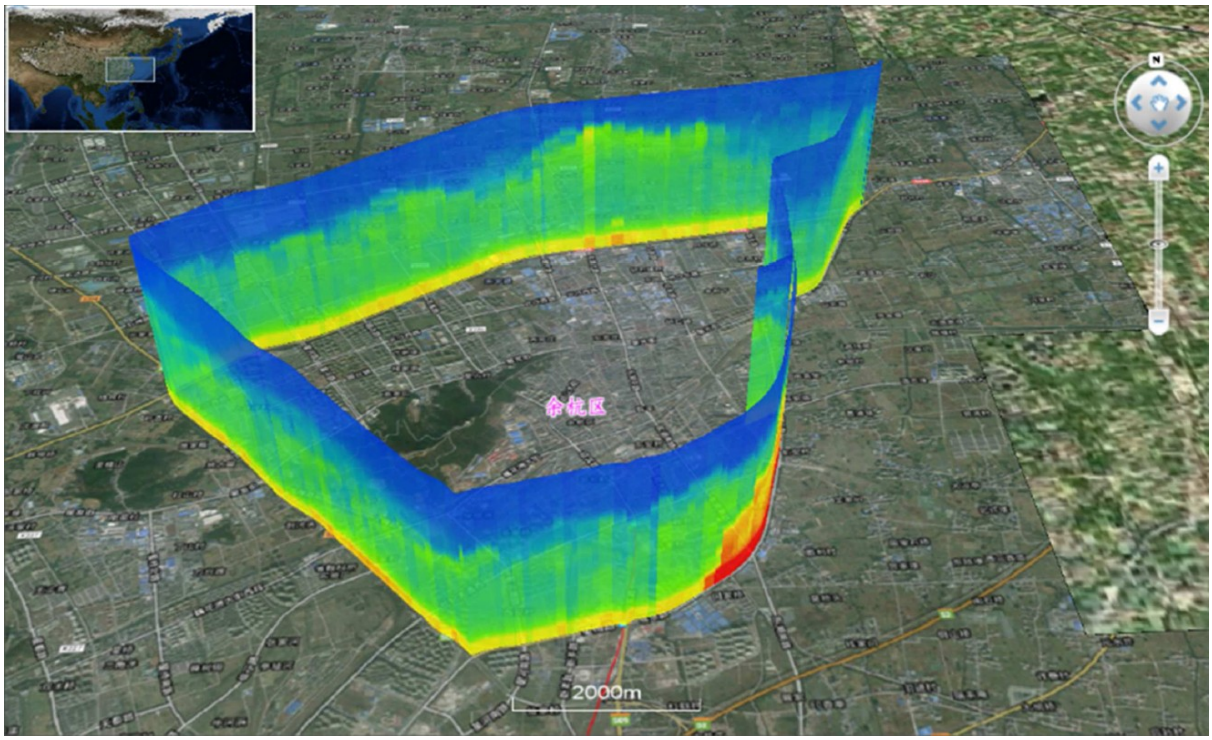
垂直掃描



水平掃描

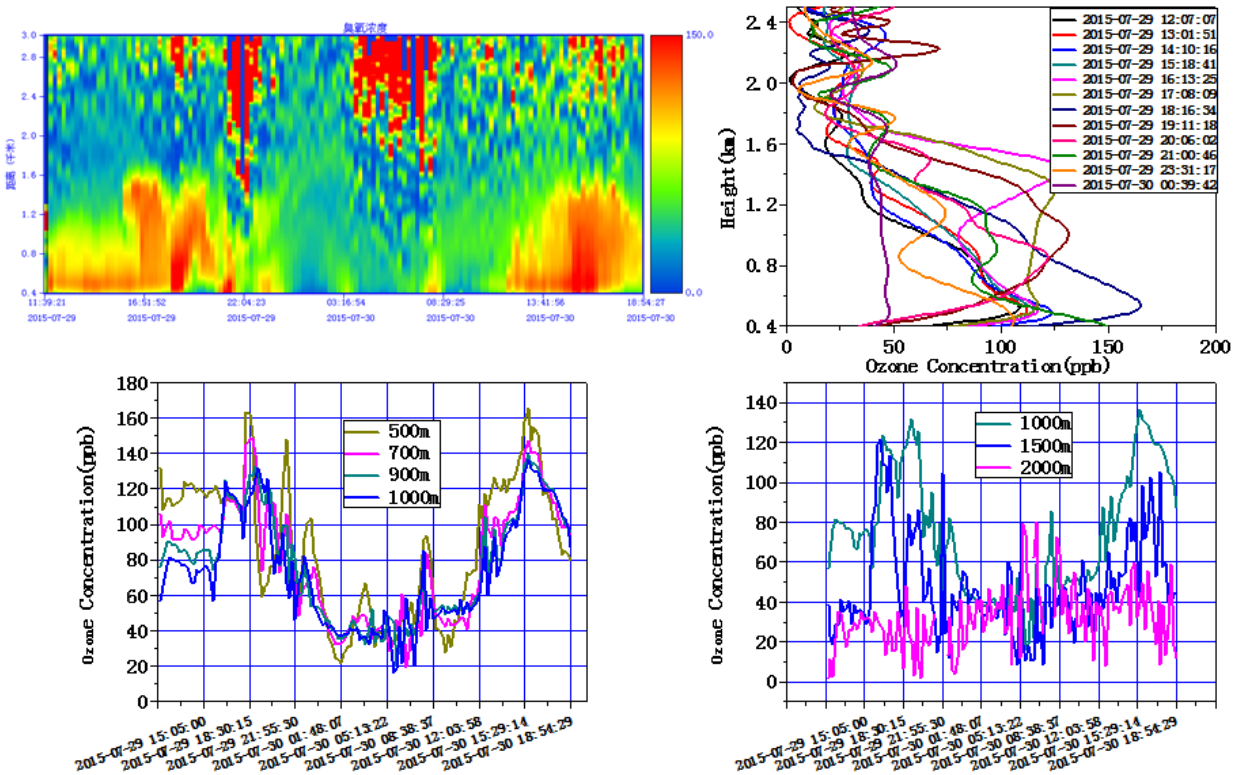


錐形掃描

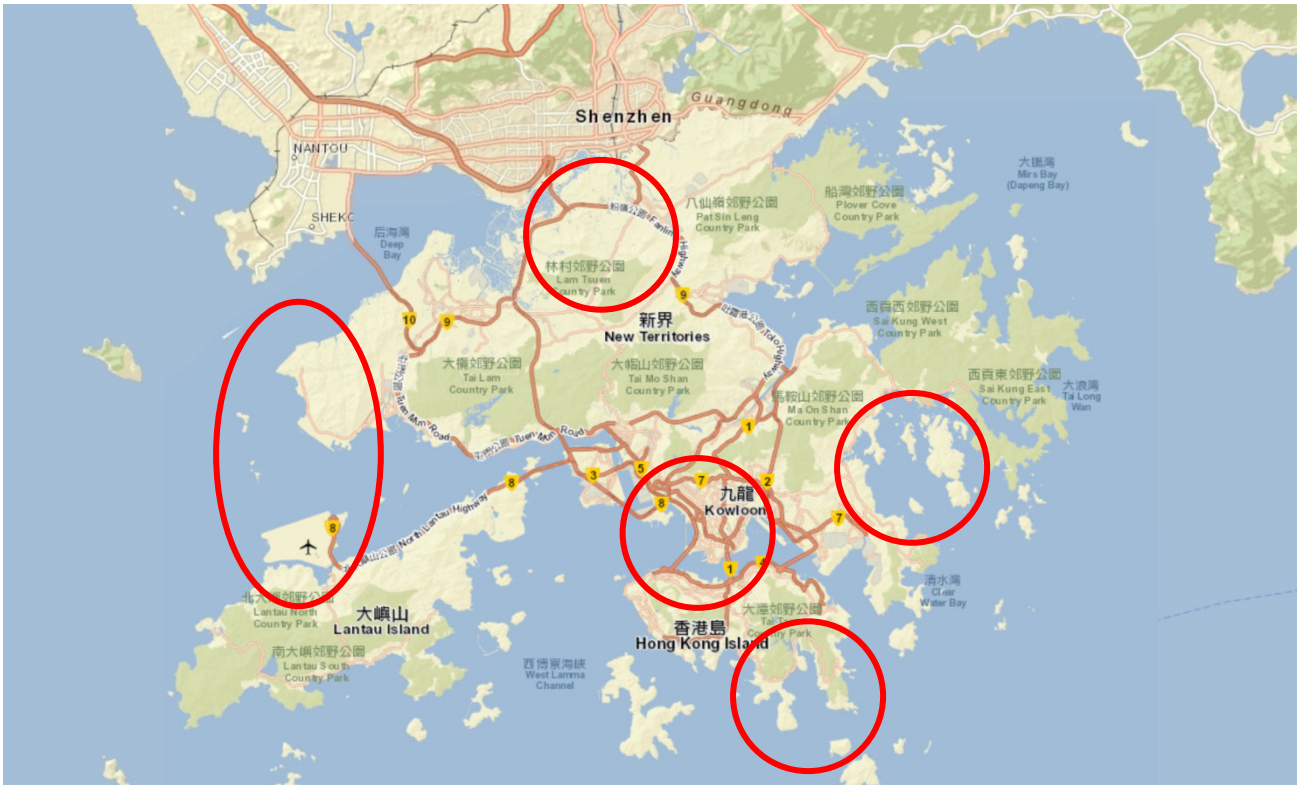


移動垂直掃描

監測數據顯示方式


臭氧濃度
Height(km)
Ozone Concentration(ppb)
2015-07-29 12:07:07
2015-07-29 13:01:51
2015-07-29 14:10:16
2015-07-29 15:18:41
2015-07-29 16:13:25
2015-07-29 17:08:09
2015-07-29 18:16:34
2015-07-29 19:11:18
2015-07-29 20:06:02
2015-07-29 21:00:46
2015-07-29 23:31:17
2015-07-30 00:39:42
500m
700m
900m
1000m
1000m
1500m
2000m

空氣污染物立體監測網絡的概念分布圖



激光雷達監測點的大概位置

空氣污染物立體監測不同方案的成本比較

	現金流量(千元)							
	2019-20	**2020-21**	**2021-22**	**2022-23**	**2023-24**	**2024-25**	**2025-26**	總計
建議方案的成本								
資本開支	1,100	21,560	32,340	-	-	-	-	55,000
經常開支								
1. 零件和消耗品開支	-	-	- [1]	7,000	7,000	7,000	7,000	28,000
2. 外判維護服務開支	-	-	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	17,500
3. 環保署人員開支 [2]	-	-	1,740	1,740	1,740	1,740	1,740	8,700
(A) 建議方案的總開支	**1,100**	**21,560**	**37,580**	**12,240**	**12,240**	**12,240**	**12,240**	**109,200**
替代方案的成本								
1. 購買數據開支 [3]	-	-	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	105,000
2. 環保署人員開支 [4]	-		1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	5,250
(B) 替代方案總開支	**-**	**-**	**22,050**	**22,050**	**22,050**	**22,050**	**22,050**	**110,250**
(C) 節省費用 ((C)=(B)-(A))	**(1,100)**	**(21,560)**	**(15,530)**	**9,810**	**9,810**	**9,810**	**9,810**	**1,050**
累計節省費用	**(1,100)**	**(22,660)**	**(38,190)**	**(28,380)**	**(18,570)**	**(8,760)**	**1,050**	**1,050**

[1] 首年屬新機售後保養期，零件和消耗品開支為零。

[2] 工作包括日常操作立體監測網絡，管理數據傳輸電腦系統，整理後期數據(包括質檢、質控及存檔)，以及管理外判維護服務合約。

[3] 作為試驗，環保署為了讓署內人員對激光雷達系統的技術和運作有初步了解，已批出為期 1 年的外判服務合約，由承包商營運臭氧激光雷達系統，合約金額為 140 萬元，費用包括租用 1 部臭氧激光雷達系統，以及處理和報告測量數據。以此合約為參考和察悉到租用測風激光雷達系統和懸浮粒子激光雷達系統的服務費用大致相若，因此估計 15 部激光雷達系統的外判服務開支約為 2,100 萬元。

[4] 工作包括管理外判購買數據測量服務合約、管理數據傳輸電腦系統和把數據存檔。