

財務委員會討論文件

2019 年 5 月 10 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

香港天文台

新分目「更換大帽山的風暴探測天氣雷達」

新分目「購置高性能電腦系統」

請各委員批准香港天文台開立以下 2 筆新承擔額－

- (a) 一筆為數 4,800 萬元的承擔額，用以更換大帽山的風暴探測天氣雷達；以及
- (b) 一筆為數 9,000 萬元的承擔額，用以購置高性能電腦系統。

問題

香港天文台(下稱「天文台」)位於大帽山的風暴探測天氣雷達日漸老化，有需要更換。此外，天文台現時的高性能電腦系統的運算能力不足以應付最新的運作需求。

建議

2. 天文台台長建議開立 2 筆新承擔，分別為數 4,800 萬元和 9,000 萬元，用以更換位於大帽山的風暴探測天氣雷達和購置高性能電腦系統，讓天文台繼續為香港提供優質天氣服務，並加強對本港具高影響的天氣(下稱「高影響天氣」)的預報及監測能力。商務及經濟發展局局長支持這項建議。

理由

3. 天文台是本港的官方氣象機構，致力向市民大眾，以及航空與航海界別的特殊用戶，提供優質天氣服務。適時及可靠的天氣預報及警告相當重要，可確保香港應對每天的天氣變化更具把握，而更重要的是有助減少惡劣天氣造成的人命傷亡及財產損失，以及減低對社會及經濟活動造成的影響。要履行如此重要的任務，天文台必須依靠先進的氣象儀器及系統，而風暴探測天氣雷達及高性能電腦系統正是這方面的 2 項重要設備。

大帽山風暴探測天氣雷達

4. 天文台現時操作 2 台風暴探測天氣雷達，分別坐落大帽山和大老山偏遠山頂的雷達站，主要用於監測與惡劣天氣(例如熱帶氣旋)¹相關的暴雨及強風。這 2 台雷達所收集的資料對天文台掌握惡劣天氣系統的移動及強度變化非常重要，使天文台可適時提供預報及相關警告，涵蓋熱帶氣旋、雷暴、暴雨、水浸和山泥傾瀉等方面。

5. 該 2 台雷達同時操作，確保為天文台提供具質素而不受間斷的天氣數據。當其中 1 台雷達因保養或維修等原因無法使用時，天文台會依靠另 1 台雷達，以維持向公眾提供的天氣服務。

6. 現時位於大帽山的雷達在 1999 年啟用，已運作約 20 年，遠超一般的使用年期，而雷達的許多重要零件均已停產。鑑於這些重要零件在天文台的庫存數量日少，現有的大帽山雷達預計在 2022 年後將難以正常運作。要維持對惡劣天氣的預報及警告服務，天文台須適時更換大帽山雷達。

¹ 該 2 台雷達都能探測和估計本港 500 公里內的雨區強度和位置，以及 250 公里內的風勢資料。在較近期採購的大老山天氣雷達具備較先進的功能，能監測冰雹等其他惡劣天氣狀況。

7. 待財務委員會(下稱「財委會」)批准撥款後，天文台會以公開招標方式採購雷達。新雷達的功能與大老山天氣雷達(2015年²啟用)大致相若，包括備有「雙偏振」功能，可提供更多資料，更準確地估算降雨強度。大帽山現有的雷達在 20 年前購置，而新雷達則會採用最新技術發揮有關功能。

8. 新雷達安裝及測試期間，天文台將依靠大老山天氣雷達及其他後備措施探測風暴，以減低對天氣服務的影響。

9. 標書會訂明技術規格，要求雷達在輻射安全方面具備符合國際標準的有效措施，以確保新雷達完全符合輻射安全規定。

高性能電腦系統

10. 天文台與其他氣象中心一樣，採用了數值天氣預報技術作為預測天氣的基本工具之一。該項技術利用數學模型，在高性能電腦系統上模擬未來天氣。模擬結果(包括氣壓、風、溫度、濕度及雨量等參數)為經驗豐富的天氣預報員提供有用的參考，以便為公眾及特殊用戶編製天氣預報。這些模擬結果對於天文台及早預報熱帶氣旋和大雨等高影響天氣尤其重要。數值天氣預報的模擬過程涉及龐大的氣象數據及複雜的運算模型，因此需要使用大量的電腦運算資源。

11. 天文台現時有 2 套高性能電腦系統，其中 1 套在 2010 年啟用³，支援為公眾提供的天氣預報服務。根據較近期的評估，天文台認為有必要加強整套系統。由於現時該套高性能電腦系統的總運算能力只有每秒 26.4 兆次浮點運算(0.0264 petaFLOPS)⁴，不能滿足天文台最新的運作需求。舉例而言，現有系統在支援數值天氣預報模式時，就水平分辨率為 10 公里的預測，僅能提供 3 天預測，而就水平分辨率達 2 公里(即較高分辨率)的預測，現有系統能提供的預測最長僅為 15 小時。如要提供較上述時間長的天氣預測，天文台只能依賴海外

² 位於大老山的舊天氣雷達自 1994 年啟用後運作了約 20 年，在 2015 年才由現有的雷達取代。

³ 另 1 套高性能電腦系統在 2013 年啟用，主要用於支援航空氣象服務，範圍覆蓋香港國際機場一帶。

⁴ 「每秒千兆次浮點運算」(petaFLOPS)是量度運算系統性能的常用標準。每 1 單位的「每秒千兆次浮點運算」是指每秒執行 1×10^{15} 次浮點運算。

氣象機構及中心的數值天氣預報數據，但這些數值天氣預報數據未必包括有關本港境內及周邊地區的詳細天氣資料，而數據更新頻率(每天僅 2 至 4 次)亦未能滿足天文台每天至少 8 次的需求。

12. 基於現有系統的上述限制，並考慮到成本效益，天文台認為購置運算能力更高的高性能電腦系統，每秒提供約 1 300 兆次浮點運算 (1.3 petaFLOPS)，最為恰當。擬購置的電腦系統可為香港提供最少 5 天更詳盡的本地天氣預測，至於分辨率達更精細水平的預測則可延長至 24 小時⁵。

13. 與現有支援公眾天氣服務的高性能電腦系統相比，擬購置的系統能運行較高分辨率的數值天氣預報模式，從而更有效地掌握香港的區域差異及詳細地形，對預報分區天氣情況(例如溫度及風力)及短暫天氣現象(例如暴雨)都很重要。新電腦系統也能以多個稍微不同的設定重複運算模式，以加強支援有關高影響天氣(例如熱帶氣旋及暴雨)的概率預報。此外，該電腦系統透過與香港國際機場現有的高性能電腦系統(見附註 3)共同運行，能為惡劣天氣下的飛機航跡提供概率預報，從而提升為航空界別等特殊用戶提供的天氣服務。

14. 擬購置的高性能電腦系統亦能結合創新及科技局所牽頭推動的智慧城市藍圖下「多功能智慧燈柱」試驗計劃的數據，提供城市內個別地段的天气預報。此外，該電腦系統所運行的數值天氣預報模式，預計可支援天文台負責推行的多個國際氣象項目，尤其是供區內氣象組織參考的亞洲區高影響天氣臨近預報。這些國際項目推動各氣象機構之間更廣泛地交換天氣數據，有助天文台履行為香港提供天氣服務的主要職責。

15. 待財委會批准撥款後，天文台會以公開招標方式採購新的高性能電腦系統。天文台已開展前期工作，根據上述要求擬訂標書的技術規格。由於採購、安裝及運作測試需時，新電腦系統預計在 2022 年投入運作⁶。

⁵ 至於較長期的本地天氣預報，天文台仍會參考海外氣象機構的數值天氣預報數據。

⁶ 新的高性能電腦系統啟用後，現有系統將用於支援數值天氣預報數據的後期處理，例如製作天氣圖及圖像，以及作研究用途。

對財政的影響

16. 更換大帽山風暴探測天氣雷達及購置高性能電腦系統，預計開支如下－

	大帽山風暴探測 天氣雷達 (百萬元)	擬購置的新高性能 電腦系統 (百萬元)
非經常開支	48.0	90.0
每年的經常開支	2.4	11.5
	(由 2023-24 年度 開始的全年開支)	(由 2023-24 年度 開始的全年開支)

大帽山風暴探測天氣雷達

非經常開支

17. 更換大帽山風暴探測天氣雷達的分項費用估計如下－

	百萬元
(a) 硬件	32.2
(b) 軟件	4.5
(c) 項目推行	6.9
(d) 應急費用 ((a)+(b)+(c)項的 10%)	4.4
總計	48.0

18. 關於第 17 段(a)項，3,220 萬元的預算是用以購置新雷達，包括網絡設備、首批備用配件、消耗品及測試設備。

19. 關於第 17 段(b)項，450 萬元的預算是用以購置雷達控制、產品顯示、數據接收及處理和作業系統等軟件，以及僱用合約員工開發內部軟件。

20. 關於第 17 段(c)項，690 萬元的預算是用以支付推行雷達項目的費用，包括付運、安裝、測試、驗收、文件編製及培訓服務。

21. 關於第 17 段(d)項，440 萬元的預算是應急費用，款額相等於上文第 17 段(a)至(c)項開支的 10%。

22. 非經常開支的現金流量預測如下－

財政年度	2020-21 年度	2021-22 年度	2022-23 年度	2023-24 年度	總計
非經常開支 (百萬元)	1.1	3.3	39.1	4.5	48.0

經常開支

23. 我們估計，更換大帽山風暴探測天氣雷達的建議在 2023-24 年度全面實施後，每年的經常開支預計為 240 萬元，分項數字如下－

財政年度	2020-21 年度 (百萬元)	2021-22 年度 (百萬元)	2022-23 年度 (百萬元)	2023-24 年度 及之後 (百萬元)
(a) 照明及電力	—	0.3	0.3	0.3
(b) 租用通訊線路	—	0.2	0.2	0.2
(c) 專項零件及消耗品	—	—	—	1.4
(d) 專家支援服務	—	—	—	0.5
總計	—	0.5	0.5	每年 2.4

24. 關於第 23 段(a)至(d)項，預算的經常開支用於所需的照明及電力、通訊線路、專項零件及消耗品，以及專家支援服務，以維持新雷達的運作。

高性能電腦系統

非經常開支

25. 新高性能電腦系統的分項費用估計如下－

	百萬元
(a) 負責軟件開發的合約員工	3.8
(b) 高性能電腦系統的硬件、軟件及系統推行服務	78.0
(c) 應急費用	8.2
((a)+(b)項的 10%)	
總計	90.0

26. 關於第 25 段(a)項，380 萬元的預算是用以僱用資訊科技合約員工，開發在新高性能電腦系統上運行的數值天氣預報模式。

27. 關於第 25 段(b)項，7,800 萬元的預算是用以購置高性能電腦系統的硬件、軟件及系統推行服務，包含電腦伺服器、儲存、網絡設備及軟件和作業系統等。

28. 關於第 25 段(c)項，應急費用的款額相等於上文第 25 段(a)至(b)項開支的 10%。

29. 非經常開支的現金流量估計如下－

財政年度	2020-21 年度	2021-22 年度	2022-23 年度	2023-24 年度	總計
非經常開支 (百萬元)	1.1	2.1	78.2	8.6	90.0

經常開支

30. 我們估計，購置高性能電腦系統的建議在 2023-24 年度全面實施後，每年的經常開支預計為 1,150 萬元，分項數字如下－

財政年度	2020-21 年度 (百萬元)	2021-22 年度 (百萬元)	2022-23 年度 (百萬元)	2023-24 年度 及之後 (百萬元)
(a) 照明及電力	—	—	2.5	2.5
(b) 系統維護及其他專業服務	—	—	—	9.0
總計	—	—	2.5	每年 11.5

31. 關於第 30 段 (a) 至 (b) 項，預算的經常開支用於所需的照明及電力，以及維護高性能電腦系統的專業服務。

推行計劃

32. 更換大帽山風暴探測天氣雷達的時間表預計如下－

	預計完成日期
(a) 展開招標	2019 年 6 月
(b) 批出合約	2019 年 12 月
(c) 新雷達付運到站址	2021 年 10 月
(d) 安裝新雷達	2022 年 3 月
(e) 測試和啟用新雷達	2022 年 8 月

33. 購置高性能電腦系統的時間表預計如下－

	預計完成日期
(a) 展開招標	2020 年 6 月
(b) 批出合約	2021 年 9 月
(c) 付運及安裝高性能電腦系統	2022 年 7 月
(d) 開發軟件	2022 年 7 月
(e) 測試和啟用高性能電腦系統	2022 年 7 月

公眾諮詢

34. 我們已在 2019 年 2 月 25 日諮詢立法會經濟發展事務委員會。委員支持上述建議。

商務及經濟發展局
香港天文台
2019 年 5 月