

淡水冷卻塔 實務守則

第二部：操作及維修



2023 年版

機電工程署



淡水冷卻塔實務守則

第二部：操作及維修

2023 年版

(2023 年 10 月)

機電工程署

香港特別行政區政府

前言

本實務守則的制訂為促進正確使用淡水冷卻塔，並同時用作冷卻塔設計、安裝、測試、調試、操作及維修的指引，目的在於實現節能目標之餘，並同時考慮環保及健康的問題。本實務守則是由淡水冷卻塔實務守則專責小組擬定。而該專責小組的成員來自八個政府部門、三個專業機構及三個行業公會。

《淡水冷卻塔實務守則》(前版本為《水冷式空調系統實務守則》)的第二部提供了冷卻塔操作及維修的詳細資料，這部分必須與以下章節同時閱讀並相互參照：

第一部：設計、安裝及調試；及

第三部：水處理方法

目錄

| | 頁數 |
|---------------|----|
| 前言 | ii |
| 釋義 | v |
| 1. 引言 | 1 |
| 1.1 適用範圍 | 1 |
| 1.2 目標 | 1 |
| 1.3 應用 | 1 |
| 2. 冷卻塔系統操作 | 2 |
| 2.1 總述 | 2 |
| 2.2 備用機組的定期運行 | 2 |
| 2.3 冷卻塔暫停運作 | 2 |
| 2.4 泄放控制 | 3 |
| 2.5 冷卻水水質管理 | 4 |
| 2.6 細菌滋生控制 | 6 |
| 2.7 取水樣本 | 10 |
| 3. 冷卻塔系統維修 | 12 |
| 3.1 例行檢查 | 12 |
| 3.2 例行及預防性維修 | 12 |
| 3.3 在線消毒 | 12 |
| 3.4 清潔和消毒 | 13 |
| 3.5 清潔水處理 | 14 |
| 3.6 緊急消毒 | 14 |
| 3.7 職業安全及健康 | 15 |

| | | |
|-----------|----------------------|----|
| 4. | 冷卻塔系統管理 | 17 |
| 4.1 | 操作及維修手冊 | 17 |
| 4.2 | 水質和操作及維修記錄 | 17 |
| 4.3 | 獨立的操作和維修審核 | 18 |
| 5. | 冷卻塔系統永久停止運作 | 20 |
| 6. | 參考資料 | 21 |
| 附錄 | | |
| 附錄 2A | 建議的冷卻塔系統各項水質參數最低監測頻率 | 22 |
| 附錄 2B | 建議的冷卻塔系統例行檢查清單 | 23 |
| 附錄 2C | 建議的冷卻塔系統例行和預防性維修清單 | 24 |
| 附錄 2D | 建議的個人防護設備一覽表 | 25 |
| 附錄 2E | 冷卻塔系統操作及維修記錄樣本 | 26 |
| 附錄 2F | 冷卻塔系統獨立審核報告樣本 | 28 |

釋義

- 殺菌劑： 用作殺滅細菌或其他微生物的物理或化學劑。
- 生物分散劑： 一種添加至冷卻塔系統內的化學化合物，用作滲透並分解可能附着於冷卻塔系統潮濕表面的生物薄膜。
- 生物膜： 微生物表層，一般與微粒狀的物質、水垢及腐蝕產物結合。
- 泄放（排水）： 冷卻塔系統的排水，用以維持總溶解物和懸浮物的含量至可接受水平。
- 調試： 一個系統化及有步驟的程序，包括系統組件裝置、儀錶校正及控制，然後進行調節和檢查，以確保整個系統運作正常，性能令人滿意。
- 冷卻塔： 通過蒸發冷卻降低水溫的一種裝置，在該裝置內空氣與流水接觸進行熱交換。本術語還包括設置有水和製冷劑或水和水熱交換器的裝置（蒸發式冷凝器或密閉式冷卻塔）。
- 冷卻塔系統： 一個由產生熱的設備（製冷機冷凝器或熱交換器）、排熱設備（冷卻塔或蒸發式冷凝器）及互聯水循環管道和相應的泵組、閥門和控制器組成的熱交換系統。冷卻塔系統是水冷式空調系統的組成部分。
- 腐蝕試片： 細小的帶狀金屬，一般放置於水路中，易於拆除以用作評估水的腐蝕特性。
- 防蝕劑： 通過以下方式保護金屬部件的化學物質：(a) 產生一層薄金屬氧化層（陽極防蝕劑）鈍化金屬；或(b)以物理方法利用受控沉積物（陰極防蝕劑）形成一層分隔薄層。
- 防蝕性： 在系統一般慣常條件下不易快速腐蝕的特性。

- 濃度循環倍數：因冷卻塔的蒸發作用而造成冷卻水中溶解物濃度與補給水中溶解物濃度的比率。
- 死角：位於管道末端而水管長度等於或大於管道直徑，而水只在該水管配件開啟時流動。冷卻塔系統內此部分易積存死水，可導致循環系統內滋生及繁殖細菌及積淤，因而污染系統。
- 除污：當發現冷卻塔有一定細菌數量時所需進行的工序，包括對冷卻塔系統進行一系列殺菌、清潔及重複殺菌處理。
- 消毒：系統的預防性維修措施，與系統清潔同時進行，用以減少病菌的數量。
- 分散劑：與其他化學處理劑同時添加的試劑以防止積聚淤泥。
- 收水器：設於冷卻塔排氣口前的格柵或格柵式屏障，其設計用以減少由冷卻塔飄出的水點。
- 飄水：經由冷卻塔排出的水液滴或微粒，但不包括受冷凝的水霧。
- 排氣口：機械或自然通風系統的末端，空氣通過該末端排出建築物外。對於廚房、洗手間、排水管通氣管開口、發電機（煙道）、停車場通風系統、抽氣櫃、垃圾收集室及其他含有污染物或提供營養供冷卻塔內微生物生長的排氣口，必須着重考慮排氣口與冷卻塔之間的分隔距離。
- 風扇：一種連續推動氣體的旋轉機器，用於機械通風塔內移動空氣。風扇可為引風式或鼓風式。
- 填料：置於冷卻塔內的物料，用以增加循環水與冷卻塔內流動空氣之間的熱交換及質量傳遞。
- 過濾：採用僅供液體通過的多孔物質將固體從液體中分隔出來的工序。
- 結垢：生長在熱交換器表面上的有機物或其他沉積物，導致熱交換器的效率下降。

- 異養菌濃度 (HCC) : 每毫升水樣本中存在的活細菌單位數目。也可稱為總細菌落量、菌落總數或活菌落量。
- 退伍軍人病 : 是一種由退伍軍人桿菌引起的細菌性肺炎。
- 醫療及衛生護理處所 : 醫院、普通科診所、專科診所；長者社區支援設施，例如安老院舍及長者活動中心；以及為病人和體弱者提供衛生護理及服務的設施。
- 非氧化殺菌劑 : 非氧化殺菌劑是包括干擾細胞新陳代謝及結構的製劑，以非氧化作用殺菌。
- 可開啟的窗戶 : 可開啟的窗戶是指帶有移動部件如鉸鏈，且可以打開的窗戶。如果窗戶被永久鎖上或需要特殊工具才可打開，則在核查分隔距離時將不被視為可操作的窗戶。
- 室外空氣入口 : 機械或自然通風系統的進氣端，室外空氣可通過該末端進入建築物內。就新鮮空氣供樓宇空調系統的入口及任何將室外空氣引入樓宇的入口，必須着重考慮入口與冷卻塔之間的分隔距離。水缸排水過程中通氣管會將室外空氣引入，因此水缸通氣管也被歸類為室外空氣入口。
- 氧化殺菌劑 : 能氧化有機物（例如與微生物數量有關的細胞原料酶或蛋白質）的製劑，導致微生物死亡。
- 鈍化作用 : 產生可控制腐蝕可見或不可見的保護膜。
- 霧氣 : 從冷卻塔排出的空氣及濕氣，因冷凝而形成霧氣。此情況通常可見於在天氣寒冷和潮濕的天氣下冷卻塔排出水氣時發生出現。
- 公眾開放地區 : 該地區開放予公眾人士或大廈管理人員/保養人員以外的大廈佔用人。例如: 行人通道/ 行人徑、人群聚集活動的場所、開放的綠化屋頂/公園。只供大廈管理人員/保養人員進入，並設有進出管制的限制區域，則不視為公眾開放地區。

- 平台天台：樓宇較低部分的天台。
- 水垢：因礦物質累積而形成的一種晶體狀沉積物（一般為碳酸鈣），於冷卻塔設備的表面或管道上形成。
- 防垢劑：用於控制水垢的化學劑，通過抑制沉積過程及 / 或改變晶體形狀來防止水垢積聚而形成堅硬的黏附沉積物。
- 污泥：累積在冷卻塔系統水盤或管道中的沉澱物。
- 加強劑投放：一次過投入高於正常化學殺菌劑使用量的劑量，目的為迅速將水中殺菌劑的含量提高至殺滅水中大部分微生物的預期水平。
- 噴嘴：開放式配水系統內所使用的一種裝置，用作將循環水流打碎成小水點，並均勻地分布在冷卻塔的潮濕表面。
- 死水：冷卻塔系統內靜止不動的水，可導致微生物滋生。
- 暫停運作：冷卻塔暫停運作表示整個 / 部分系統不操作，並與主水冷凝器 / 熱交換器隔離以防止污染。每周運行一次的冷卻塔備用機組並不界定為暫停運作。
- 退伍軍人桿菌：每毫升水樣本內退伍軍人桿菌的菌落形成單位。
- 總濃度

1. 引言

1.1 適用範圍

本部分實務守則訂明有關冷卻塔系統操作及維修的最低要求及良好作業方法。本部分同時概述規範性和性能化的要求，以盡量降低使用冷卻塔時對公共健康造成的風險，並盡量優化系統的運作性能。重點包括以下幾點：

- a) 保持系統狀態良好及不受污染；
- b) 監察和控制冷卻水水質，包括退伍軍人桿菌和異養菌的存在；
- c) 每年須獨立審核系統的操作及維修。

1.2 目標

本部分實務守則旨在提供技術指引予參予冷卻塔操作及維修的有關人士，以實現以下目標：

- a) 防止與冷卻塔系統相關的各種潛在風險，確保公共衛生及安全；
- b) 實現 / 保持冷卻塔系統有較佳的能源效益及運作性能；
- c) 把冷卻塔系統對公眾的滋擾降至最低；
- d) 防止水的污染及誤用；
- e) 確保相關員工的職業安全及健康。

1.3 應用

1.3.1 本實務守則是專為負責冷卻塔系統操作和維修的人員等而制訂。本實務守則適用於新建系統及現有系統。

1.3.2 本實務守則必須與冷卻塔的水處理化學劑 / 冷卻塔設備的供應商及生產商所提供的
所有附加建議和任何相關規格及香港的相關條例和規例一併閱讀。

1.3.3 機電工程署保留解釋本實務守則內容的權利。

1.3.4 如本實務守則內的要求與其他任何相關要求有分歧時，應採用以下的先後次序：

- a) 所有現行的法例及其他附屬法例。
- b) 相關實務守則及技術標準。
- c) 本實務守則。

2. 冷卻塔類型及冷卻塔系統

2.1 總述

2.1.1 操作及維修冷卻塔的承建商必須擬訂適用於整個冷卻塔系統壽命的全面操作程序。操作程序必須包括但不限於以下各項：

- a) 系統操作及性能監察；
- b) 水處理程序；
- c) 持續不斷 / 間歇泄放；
- d) 定期檢查及檢驗；
- e) 定期清洗；
- f) 定期化學消毒；
- g) 例行取水樣本和細菌試驗（異養菌濃度（HCC）和退伍軍人桿菌總濃度）；
- h) 水質監察；
- i) 緊急消毒；及
- j) 保存記錄。

2.1.2 建議的有關清單載於附錄 2A 至 2C，以供參考。

2.2 備用機組的定期運作

冷卻塔系統在可行情況下必須經常使用。對於間歇使用或作為備用機組的系統，必須每周至少運作 1 小時。備用的冷卻塔必須與常用的冷卻塔輪流使用，以避免機組閒置過長時間。水處理及日常的水質監察可以確保防蝕劑、防垢劑和殺菌劑在任何時間均維持有效濃度，此措施同樣適用於注滿冷卻水的備用冷卻塔。

2.3 冷卻塔暫停運作

2.3.1 如系統擬停止使用超過 1 星期，必須按以下其中一種方式處理系統：

- a) 維持系統注滿經處理的冷卻水，每周均必須檢查（檢測殺菌劑濃度及水質）和循環冷卻水 1 次。
- b) 將循環水排走並使用機械風扇風乾系統，然後覆蓋和關閉連接冷卻塔的進出水管以防止循環水進入系統內。

- 2.3.2 就以上兩種情況而言，暫停運作的冷卻塔必須與主系統隔離以避免污染。排水閥在任何時間均必須打開以防止水盤在雨天積水。系統再次使用前必須進行全面重新調試，包括清潔及消毒。
- 2.3.3 如採用 2.3.1 a) 的非排水方式來暫停冷卻塔系統，停止運作前必須跟從下列程序：
- 如兩星期內沒有消毒、出現溫度或殺菌劑濃度問題，應考慮進行全系統消毒和沖洗每個出水管，以達到整個系統中的游離殘餘氯 (或同等殺菌劑*) 含量維持在 50 毫克/公升 (ppm) 的水平至少 1 小時。
 - 沖洗、重新注水和檢查最遠出水管的殺菌劑濃度是否處於正常運作的上限。
- 2.3.4 如採用 2.3.1 a) 的非排水方式來暫停冷卻塔系統，重新運作前必須跟從下列程序：
- 進行全系統消毒和沖洗每個出水管，以達到整個系統中的游離殘餘氯 (或同等殺菌劑*) 含量維持在 50 毫克/公升 (ppm) 的水平至少 1 小時。
 - 沖洗、重新注水。以達到正常運作殺菌劑濃度的上限。
 - 監察並按需要調節殺菌劑濃度。在 48 小時後收集及化驗水樣本，給系統充足時間穩定下來。
- 2.3.5 全面排水的系統內仍有機會剩餘少量冷卻水。退伍軍人桿菌和其它微生物有機會在這些剩餘的冷卻水滋生。如採用 2.3.1 b) 的徹底排水方式來暫停運作冷卻塔系統，重新運作前必須跟從 2.3.4 的程序。
- 2.3.6 如冷卻塔暫停運作逾 4 個月，應進行清潔、排污和消毒。
*同等殺菌劑的濃度應由水處理服務供應商證明為合適。

2.4 泄放控制

- 2.4.1 系統須以泄放的方式來維持冷卻水的總溶解物、不可溶解的沉澱物、其它化學物質濃度的含量及酸鹼度至可接受的水平。泄放應優先採用電傳導數計控制的自動泄放方法。為避免浪費化學劑，應避免在投入化學劑後立即泄放。除非以電傳導數計控制的自動泄放的方法並不可行，否則不建議採用計時器控制或手動控制的泄放方法。
- 2.4.2 淡水冷卻塔系統的最低濃度循環倍數不可少於 6 倍。

2.5 冷卻水水質管理

2.5.1 總述

水處理程序的目的應為控制腐蝕、積垢和微生物生長而導致冷卻塔系統受損，從而保持高效的熱交換和物質傳遞，確保冷卻水在整個系統自由流動，以及控制系統內細菌繁殖的情況。詳細的水處理方法應參考《淡水冷卻塔實務守則第三部：水處理方法》。

2.5.2 冷卻水處理

2.5.2.1 即使系統中某部件暫停運作，冷卻塔系統於整個生命週期內均必須配置水處理設施。水處理中所使用的化學劑及物料必須為環保產品及符合環境保護署的要求。

2.5.2.2 制訂有效的水處理程序時可考慮以下策略：

- a) 於規定時間交替使用兩種不同的化學劑；
- b) 混合使用兩種相容的化學劑，以便更有效地控制不同種類的微生物；
- c) 間中大量投放含高濃度的殺菌劑；
- d) 安裝旁濾 / 內聯式濾水系統及其他清除淤泥設備，以清除較大的固體污染物。

2.5.3 冷卻水水質監察

2.5.3.1 定期監察水質可在系統出現異常情況前提供預先警報，同時還可讓操作人員及早發現系統內的潛在問題。必須定期檢查異養菌濃度和退伍軍人桿菌總濃度，並同時建議定期監察其他水質參數。淡水水質指標載於表 2.1，純粹供參考之用。

表 2.1：淡水冷卻塔冷卻水水質指標

| 參數 | 冷卻水水質指標 |
|----------------------|---|
| 異養菌濃度 | 少於 100 000 cfu/mL (菌落形成單位 / 毫升) |
| 退伍軍人桿菌總濃度 | 少於 10 cfu/mL(菌落形成單位 / 毫升) |
| 電傳導數 | 少於 1 500 μ S/cm(微西門子 / 厘米) |
| 總溶解物 | 少於 1 000 ppm(百萬分之一千) |
| 懸浮固體 | 少於 150 ppm(百萬分之一百五十) |
| 鈣硬度 | 折算成 CaCO ₃ 少於 500 ppm (百萬分之五百) |
| 酸鹼度 | 7 至 10 |
| 總鹼度 | 折算成 CaCO ₃ 80 – 500 ppm (百萬分之八十至百萬分之五百) |
| 氧化殺菌劑 | 遵照生產商規格 |
| 抑制劑濃度 | 遵照生產商規格 |
| 溫度 | 系統設計及目前運行條件的最佳溫度 |
| 氯化物 (以毫克 / 公升氯化物為單位) | 少於 200 mg/L(毫克 / 公升) |
| 硫酸鹽 (以毫克 / 公升硫酸鹽為單位) | 少於 200 mg/L(毫克 / 公升) |
| 總含鐵量 (以毫克 / 公升鐵為單位) | 少於 1.0 mg/L(毫克 / 公升) |
| 游離殘餘氯* | 0.5 - 1.0 ppm (百萬分之零點五至百萬分之一) |
| 5 天生化需氧量 | 參考環境保護署的《技術備忘錄：排放入排水及排污系統、內陸及海岸水域的流出物的標準》 |
| 化學需氧量 | |
| 金屬離子 | |

*操作員可根據現有管道狀況自行調整適當的濃度。

註：環境保護署的《技術備忘錄：排放入排水及排污系統、內陸及海岸水域的流出物的標準》中所列的禁止物質不可排入污水渠中。

2.5.3.2 以上表格內所示的資料為指標範圍，但會因應個別冷卻塔的位置及布置而略有不同。另外，在水路中設置金屬腐蝕取樣管可提供有效的水腐蝕特性指標。確定冷卻水水質的建議的各項參數最低監測頻率可參考附錄 2A。

2.5.4 泄放水排放

2.5.4.1 泄放水是指從冷卻塔系統排出的冷卻水，其水質必須符合環境保護署的《技術備忘錄：排放入排水及排污系統、內陸及海岸水域的流出物的標準》的要求。應注意，污水排放要求會因應排放流量而有所不同。

2.5.4.2 如泄放水再用作沖廁水，必須檢查和密切監測沖廁水水質。表 2.2 載列水務署所發出的《沖廁用鹹水水質指標》，以供參考。如有需要，必須為泄放提供適當的水處理以達所需沖廁水的水質指標。

表 2.2：沖廁用鹹水水質指標

| 參數 | 水質指標 以毫克 / 公升 (每百萬分之一作單位) 表示的化學值，除非另有規定 |
|-------------------|---|
| 顏色 | < 40 |
| 混濁度 | < 20 |
| 臭閾值 | < 100 |
| 氨態氮 | < 1 |
| 懸浮固體 | < 20 |
| 溶解氧含量 | > 2 |
| 五天生化需氧量 | < 10 |
| 合成洗滌劑 | < 5 |
| 大腸桿菌 (cfu/100 毫升) | < 5 000 |

2.6 細菌滋生控制

2.6.1 退伍軍人桿菌控制措施

從冷卻塔所收集的水樣本中如發現退伍軍人桿菌，必須立即由操作及維修冷卻塔的承建商和水處理服務供應商實施表 2.3 中所列的控制策略 及程序。

表 2.3：發現退伍軍人桿菌時的控制策略

| 退伍軍人桿菌總 濃度 (菌落形成單位 / 毫升) | 狀況 | 所需控制策略 |
|---|---------|---|
| 發現無菌 (< 10 菌落形成 單位 / 毫升) | 系統受控 | (1) (a) 維持每季進行監察。 (b) 維持水處理程序。 |
| 測試結果為 ≥ 10 及 < 1 000 菌落形成單位 / 毫升 | 檢視水處理程序 | (2) (a) 調查問題。 (b) 檢視水處理程序。 (c) 實施必要補救措施，包括第 3.3 節所述的即時在線消毒措施並實施控制策略(3)。 |

| 退伍軍人桿菌總濃度 (菌落形成單位 / 毫升) | 狀況 | 所需控制策略 |
|---------------------------------|--------|--|
| | | <p>(3) 在線消毒後 3 至 7 天內收集及化驗水樣本。</p> <p>(a) 如發現無菌，應收集及化驗另一個水樣本。如果連續兩個水樣本均無發現退伍軍人桿菌，則重複控制策略(1)。</p> <p>(b) 如測試結果為≥ 10 及< 100 菌落形成單位 / 毫升，須重複控制策略(2)。</p> <p>(c) 如測試結果為≥ 100 及$< 1\ 000$ 菌落形成單位 / 毫升，須調查問題及檢視水處理程序，並須立即再次按第 3.4 節所述進行清潔和消毒，以及重複控制策略(3)。</p> <p>(d) 如測試結果為$\geq 1\ 000$ 菌落形成單位 / 毫升，必須立即按第 3.4 節所述進行清潔和消毒，以及實施控制策略(5)。</p> |
| 測試結果為 $\geq 1\ 000$ 菌落形成單位 / 毫升 | 實施糾正措施 | <p>(4) (a) 調查問題。 (b) 檢視水處理程序。 (c) 實施補救措施，包括按照第 3.6 節所述立即進行緊急消毒，以及實施控制策略(5)。</p> <p>(5) 緊急消毒後 3 天內收集及化驗水樣本。</p> <p>(a) 如發現無菌，應收集及化驗另一個水樣本。如果連續兩個水樣本均無發現退伍軍人桿菌，則重複控制策略(1)。</p> <p>(b) 如測試結果為≥ 10 及< 100 菌落形成單位 / 毫升，須重複控制策略(2)。</p> <p>(c) 如測試結果為≥ 100 及$< 1\ 000$ 菌落形成單位 / 毫升，須調查問題及檢視水處理程序，並須立即再次按第 3.4 節所述進行清潔和消毒，以及重複控制策略(5)。</p> <p>(d) 如測試結果為$\geq 1\ 000$ 菌落形成單位 / 毫升，須調查問題和檢視水處理程序，並立即按第 3.6 節所述進行系統緊急消毒，以及重複控制策略(5)。</p> |

2.6.2 退伍軍人桿菌測試方法

就退伍軍人桿菌是否存在而進行的測試，必須由香港實驗所認可計劃(HOKLAS) (網址為 <https://www.itc.gov.hk/ch/quality/hkas/accreditation/hoklas.html>) 所認可的實驗所進行。退伍軍人桿菌測試的常用方法是參考 Technical Manual Section III: Chapter 7 – Legionnaires’ Disease by US Department of Labour Occupational Safety & Health Administration，現載錄於下文各段：

a) 人工培養樣本

利用特殊活性碳酵母萃取物 (BCYE) 培養介質培養水樣本。採用選擇性隔離程序以防止其它微生物過度生長，從而確定每毫升水中退伍軍人桿菌菌落形成單位數目。同時可分析培養樣本以確定特定的血清型。測試步驟必須符合現行版本的 AS/NZS 3896 Water – Examination for Legionella pneumophila 或 BS 6068-4.12 / ISO 11731 Section 4.12: Detection and enumeration of Legionella 或同等國際標準。

b) 直接熒光抗體 (DFA) 測試

亦可透過直接熒光抗體 (DFA) 結合測試，確定水樣本中有機體的數目，其原理是利用熒光染料為有機體染色。這是確定退伍軍人桿菌的快速測試，可於一個工作天內獲取結果。不過，這項測試不能辨別活細菌或死亡細菌，還可能會與其它細菌發生交叉反應，得到不可靠結果的機會會較高，因此必須小心詮釋測試結果。此方法僅適用於即時冷卻水水質監察的初步測試。

c) 脫氧核糖核酸 (DNA) 法

這是一種快速測試水中有機物的專用方法，透過使用聚合酶鏈反應 (PCR)，擴大和監測退伍軍人桿菌獨有的脫氧核糖核酸。

2.6.3 異養微生物控制措施

從冷卻塔所收集的水樣本中如發現有異養菌濃度 (HCC) 高於或等於 100 000 菌落形成單位 / 毫升，必須立即按照表 2.4 所述實施控制策略。

表 2.4：發現異養微生物時的控制策略

| 異養菌濃度 (HCC) 化驗結果 (菌落形成單位 / 毫升) | 狀況 | 控制策略 |
|-------------------------------------|----------|--|
| <100 000 | 系統受制 | (1) (a) 維持每月進行監察。 (b) 維持水處理程序。 |
| 測試結果為 ≥ 100 000 及 < 5 000 000 | 重新審定操作程序 | (2) (a) 調查問題。 (b) 檢視水處理程序。 (c) 實施必要補救措施，包括第 3.3 節所述即時在線消毒並實施控制策略(3)。 |
| | | (3) 在線消毒後 3 至 7 天內收集及化驗水樣本。 (a) 如測試結果為 <100 000 菌落形成單位 / 毫升，須重複控制策略(1)。 (b) 如測試結果為 100 000 ≥ 菌落形成單位 / 毫升及 < 5 000 000 菌落形成單位 / 毫升，須必須立即再次按第 3.4 節所述進行清潔和消毒，以及實施控制策略(2)。 (c) 如測試結果 ≥ 5 000 000 菌落形成單位 / 毫升，必須立即按第 3.4 節所述進行清潔和消毒，以及實施控制策略(5)。 |
| 測試結果為 ≥ 5 000 000 | 實施糾正措施 | (4) (a) 調查問題。 (b) 檢視水處理程序。 (c) 實施補救措施，包括按照第 3.6 節所述立即進行緊急消毒，以及實施控制策略(5)。 |
| | | (5) 緊急消毒 3 至 7 天內收集及化驗水樣本。 (a) 如測試結果為 <100 000 菌落形成單位 / 毫升，須重複控制策略(1)。 (b) 如測試結果為 100 000 ≥ 菌落形成單位 / 毫升及 < 5 000 000 菌落形成單位 / 毫升，必須立即再次按第 3.4 節所述進行清潔和消毒，以及實施控制策略(4)。 (c) 如測試結果為 ≥ 5 000 000 菌落形成單位 / 毫升，須調查問題和檢視水處理程序，並立即按第 3.6 節所述進行系統必須緊急消毒，以及重複控制策略(5)。 |

2.6.4 異養菌濃度測試方法

異養菌濃度測試必須由香港實驗所認可計劃 (HOKLAS) (網址為 <https://www.itc.gov.hk/ch/quality/hkas/accreditation/hoklas.html>) 所認可的實驗所化驗異養菌濃度。本測試方法僅計算在選定培養溫度及於普通營養瓊脂下可生長的有限需氧菌類，而必須符合現行版本的 AS 4276.3.1 Water Microbiology Method 3.1: Heterotrophic colony count methods – Pour plate method using plate count agar (35°C/37°C method), the American Public Health Association (APHA) Standard Method 9215B – pour plate method for water and waste water 或其他國際標準。

2.7 取水樣本

2.7.1 取水樣本次數

2.7.1.1 須定期取水樣本供退伍軍人桿菌測試及異養菌濃度測試，這對於監察水處理的效能及冷卻塔系統運作性能是非常重要的。淡水冷卻塔的退伍軍人桿菌總濃度測試必須至少每 3 個月進行 1 次，而異養菌濃度測試必須至少每月進行 1 次。同時，建議監察其它參數以提供完整的水質資料。此類參數的監察頻率可參考附錄 2A。

2.7.1.2 安裝於醫療及衛生護理處所的冷卻塔系統需要更加密切的監察，安裝於此類區域的冷卻塔必須每月至少取水樣本 1 次作退伍軍人桿菌測試和異養菌濃度測試。

2.7.2 取水樣本點

為便於收集水樣本，冷卻塔系統應裝有取水樣本龍頭。一個取水樣本龍頭用以收集冷卻水水樣本，而另一個取水樣本龍頭用以收集泄放水水樣本。取水樣本點必須遠離投藥點及補給水進水口。對於冷卻水水樣本，取水樣本點宜在溫水進入冷卻塔的位置，而在水盤或填料下收集水樣本亦適宜。如系統中設有取水樣本龍頭及喉管，於取水樣本前必須開啟龍頭及沖洗喉管至少 30 秒。另外因取水樣本龍頭及喉管可能是潛在的死角，所以龍頭必須每月至少沖洗 1 次。

2.7.3 水樣本存放及運送

收集水樣本時，所揀選的水樣本容器和保存水樣本供日後測試的方法，必須符合現行版本的 AS 2031 或 BS 7592 或同等標準所述的要求。實驗室測試用的水樣本必須由實驗室或操作及維修冷卻塔的承建商或水處理服務供應商指定的有經驗人員負責收集，以確保水樣本於整個收集及運送過程中不會受到污染。水樣本在進行分析前必須存放於 2°C 至 10°C 之間的黑暗環境中，不可令水樣本結冰。分析必須於採集水樣本 24 小時內開始進行。

3. 冷卻塔系統維修

3.1 例行檢查

冷卻塔系統必須定期檢查，範疇包括所有機械設備、水箱、及水處理設施及主要部件如填料、收水器等。冷卻塔水盤內的水的透明度、氣味、表面雜物及溫度亦應檢查。確保冷卻塔內各部分（包括風扇、填料、收水器、配水裝置及噴嘴、水盤等）清潔。建議的冷卻塔系統例行檢查清單和頻率載於附錄 2B，以供參考。

3.2 例行及預防性維修

3.2.1 總述

須進行例行檢查，以確定冷卻塔系統運作良好。必須定期檢查各部分（包括扶梯、欄杆和平台等）的完整性及表面狀況，並進行定期維修，以防止損壞或故障。於每星期的例行檢查中須清洗死角，以及透過人手閥放最少 15 分鐘，以沖洗死角內的滯水（如有）。建議的例行及預防性維修清單載於附錄 2C，以供參考。

3.2.2 收水器及填料

收水器及填料需要特別維修，以防止過度飄水及維持正常熱性能。收水器和填料須清潔和維修，以確保不會發生生物積垢、腐蝕、水垢和其它沈積現象。收水器及填料須安裝於正確的位置並且不會讓空氣繞過收水器，這方面需要有良好的技術及跟進檢查。如收水器及填料變形，可能會對飄水損失控制和熱性能產生負面影響，因此須作更換。

3.3 在線消毒

3.3.1 下列情況必須進行在線消毒：

- a) 退伍軍人桿菌總濃度測試為 ≥ 10 菌落形成單位 / 毫升及 $< 1\,000$ 菌落形成單位 / 毫升；或
- b) 異養菌濃度測試結果 $\geq 100\,000$ 菌落形成單位 / 毫升及 $< 5\,000\,000$ 菌落形成單位 / 毫升。

3.3.2 冷卻塔系統的在線消毒程序如下：

- a) 於在線消毒前，投入生物分散劑（劑量按水處理服務供應商的建議）並讓其於冷卻塔系統中循環。
- b) 除定期水處理程序所需的劑量外，須投入較高濃度的不同化學成分殺菌劑或相似化學成分殺菌劑至冷卻塔系統中。
- c) 按殺菌劑生產商建議的時間，讓殺菌劑於冷卻塔系統中循環。
- d) 系統回復正常運作。

3.4 清潔和消毒

3.4.1 冷卻塔系統至少每 6 個月清潔、除去淤泥及消毒 1 次。

3.4.2 下列情況必須立即進行清潔和消毒：

- a) 在線消毒後退伍軍人桿菌總濃度測試結果仍維持 ≥ 100 菌落形成單位 / 毫升及 $< 1\,000$ 菌落形成單位 / 毫升；
- b) 在線消毒後異養菌濃度測試結果仍維持 $\geq 500\,000$ 菌落形成單位 / 毫升及 $< 5\,000\,000$ 菌落形成單位 / 毫升；
- c) 冷卻塔系統受到污染，對冷卻水水質和冷卻塔熱交換性能產生負面影響；
- d) 冷卻塔系統已經停止運作超過 1 星期；
- e) 冷卻塔系統經過機械改裝或受到干擾而可能導致污染；
- f) 冷卻塔系統已經或可能受鄰近被懷疑為退伍軍人病病源的冷卻塔感染。

3.4.3 必須由操作及維修冷卻塔的承建商、水處理服務供應商或擁有充足相關經驗及曾接受充足相關培訓的人員進行冷卻塔系統清潔及消毒。系統重新投入運作前，必須重新恢復水處理程序。清潔及消毒步驟必須如下：

- a) 於消毒前投入生物分散劑並讓其於系統中循環（劑量按水處理服務供應商的建議）。
- b) 加氯於水中，並讓其循環 6 小時，在整個淡水冷卻塔系統水路中游離殘餘氯的最低含量應維持於 5 毫克 / 公升（百萬分之五）的水平。
- c) 如酸鹼值大於 8.0，需要更高的游離殘餘氯含量（15 – 20 毫克 / 公升，即百萬分之十五至百萬分之二十）以達消毒之效。
- d) 排走系統水路內所有水，包括補給水缸內的水。

- e) 用人手清潔冷卻塔、水盤、填料、收水器、補給水缸及水路系統。冷卻塔可觸及的地方以及其填料均應徹底清洗。如清潔方法涉及高壓噴水，則必須關閉相鄰區域內的窗戶、封閉進風口並注意工作區域的情況。必須隔離工作區域以避免對鄰近居民造成滋擾。
- f) 重新注水和加氯，並再次循環至少 6 小時，游離殘餘氯的最低含量維持於 5 毫克 / 公升 (百萬分之五) 的水平。
- g) 排清系統的水並沖洗系統。重新注水並加入適當分量的化學處理劑。
- h) 重新調試啟動系統。

3.5 清潔水處理

含有高殘餘游離氯含量的水必須經除氯後，才可排至排污系統。一般的步驟為添加硫代硫酸鈉、硫酸鈉或硫酸氯鈉作為中和劑。可先測試殘餘游離氯的含量，然後便可計算出所需鈉鹽量。

3.6 緊急消毒

3.6.1 在以下情況下，必須為冷卻塔系統進行緊急消毒：

- a) 如退伍軍人桿菌總濃度測試結果為或超過 1 000 菌落形成單位 / 毫升；或
- b) 如異養菌群濃度測試結果為或超過 5 000 000 菌落形成單位 / 毫升；或
- c) 如在線消毒及清潔和消毒對控制冷卻塔水中的退伍軍人桿菌和異養菌濃度沒有效用。

3.6.2 冷卻塔系統的緊急消毒步驟如下：

- a) 在採取任何措施前，必須先取水樣本到實驗室化驗。
- b) 禁止進入冷卻塔鄰近區域。
- c) 於消毒前投入生物分散劑並讓其於整個系統中循環 (按冷卻塔系統服務供應商所建議的劑量)。
- d) 投入次氯酸鈉，並容許系統的殘餘游離氯含量達到 50 毫克 / 公升 (百萬分之五十)。
- e) 關閉風扇並讓系統水最少循環 6 小時。
- f) 餘游離氯於任何時間的絕對最低水平保持於 20 毫克 / 公升 (百萬分之二十)。
- g) 6 小時後，為系統除氯及排水。
- h) 徹底清潔水盤、填料、收水器、風扇及配水系統。
- i) 為系統重新注滿淡水及投入次氯酸鈉。
- j) 關閉風扇及再循環系統最少 6 個小時，殘餘游離氯含量保持於 20 毫克 / 公升 (百萬分之二十)。

- k) 為系統除氯及排水。
- l) 重新注水、再循環及取水樣本化驗。
- m) 如退伍軍人桿菌總濃度和異養菌濃度測試結果在可接受範圍之內，系統便可重新調試啟用。

3.7 職業安全及健康

- 3.7.1 必須提供足夠的個人防護設備予負責進行冷卻塔系統操作及維修工作的人員。建議供各工種所需的個人防護設備一覽表載於附錄 2D。
- 3.7.2 須提供有關安全工作程序的培訓予負責進行冷卻塔系統調試工作的人員，包括防護設備的使用和維修方法。
- 3.7.3 水處理可能會涉及使用難以控制的及對環境有相對侵蝕性和毒性的化學劑，因此裝置和工作人員的安全是主要關注項目。所有工作人員必須完全熟悉安全處理有關物品，這是水處理方法的一部分。必須根據製造商的指示小心處理有關化學劑。
- 3.7.4 物料安全資料表(MSDS)及相關的認可資料表必須由水處理服務供應商提供並包括在操作和維修手冊內。水處理化學劑桶的表面必須貼有物料安全資料表及相關警告 / 安全標籤。必須確保物料安全資料表及標籤不會被水和化學劑損壞。
- 3.7.5 工人必須保持高度的個人衛生標準。必須在方便到達的地方提供充足的清洗設備。
- 3.7.6 冷卻塔系統水處理程序必須由合資格的服務供應商制訂，且必須符合本實務守則所訂明的要求。
- 3.7.7 水處理化學劑儲存箱或其它適當位置必須提供洗眼瓶或淡水龍頭洗臉盤作應急之用。洗眼瓶內的水必須定期更換。
- 3.7.8 水處理化學劑必須存放於適當位置以便利搬運。完全 / 部分用作存放水處理化學劑的房間必須安裝機械 / 自動通風系統。
- 3.7.9 水處理化學劑存放區域內的電氣配件及照明設施必須為防水及耐腐蝕型。

- 3.7.10 必須豎立警告標誌以提醒操作及維修人員有關冷卻塔的潛在危險，且必須限制非工作人員前往冷卻塔。

- 3.7.11 負責進行清潔、消毒和水處理的工人常接觸危險物質，必須由醫護人員定期監察其健康狀況。如工人因暴露於危險化學劑而出現呼吸、皮膚和其它症狀，必須立即求醫。

4. 冷卻塔系統管理

4.1 操作及維修手冊

冷卻塔系統的操作及維修手冊必須由操作及維修冷卻塔的承建商擬備，並由系統擁有者保存。操作及維修手冊必須最少包括以下內容：

- a) 冷卻塔系統內所有設備的技術詳細資料，包括裝置、設備及系統的圖則；
- b) 顯示冷卻塔位置和樓宇內及周圍樓宇鄰近窗戶的系統圖和平面圖；
- c) 冷卻塔系統內所有設備的操作和維修守則（生產商建議）；
- d) 冷卻塔例行化學劑處理、清潔、除去淤泥及消毒程序；
- e) 水處理用化學劑的詳細資料；
- f) 建議清潔方式及拆卸指引；
- g) 啟動、運行及停機步驟；及
- h) 應急操作步驟。

4.2 水質和操作及維修記錄

4.2.1 記錄系統運行、例行檢查、水樣本測試結果及維修工作的日誌必須由操作人員妥善保管。日誌必須最少包含以下資料：

- a) 表面檢查的日期及結果；
- b) 水樣本測試的日期及結果；
- c) 清潔、除去淤泥及消毒的日期；
- d) 化學處理日期和詳細資料；
- e) 泄放方法及自動泄放控制的詳細說明；
- f) 裝置的維修資料，包括日期、裝置項目、設備或系統及服務性質（例行、預防性或緊急維修）；
- g) 所發現故障及糾正步驟的詳細說明；及
- h) 維修人員和公司名稱。

4.2.2 操作和維修記錄樣本載於附錄 2E，以供淡水冷卻塔系統的例行操作、檢查、水樣本測試及維修作最低要求的妥善記錄。

4.2.3 操作及維修手冊和記錄必須由獲授權人員保存，並在有需要時提供作檢查之用。操作和維修記錄必須最少保存 2 年。任何報告中確定的故障必須立即通知裝置擁有者 / 佔用者、管理人或其指定代表人員。

- 4.2.4 任何與冷卻塔安裝相關的資料改動(包括擁有權和系統部件),必須立即向機電工程署報告。亦必須準備第 4.2 節中所列的記錄供機電工程署在有需要時檢查。

4.3 獨立的操作和維修審核

4.3.1 審核人員的責任

冷卻塔系統的操作和維修記錄獨立年檢須由獨立和合資格的審核人員負責進行。審核人員須由冷卻塔系統擁有者(或代表)僱用,並且不應涉及該冷卻塔系統的任何操作及維修活動。如審核結果建議需要進行改善工程或補救措施,則可能須進行重新檢查及/或採取跟進措施。除檢查文件外,審核人員還亦負責以下工作:

- a) 檢查操作及維修手冊、最近的水質記錄、維修報告及日誌的有效性;
- b) 冷卻塔系統運行情況的表面檢查;
- c) 確定風險和運行問題;
- d) 建議所需補救措施;
- e) 準備審核報告;
- f) 向冷卻塔系統擁有者報告及解釋系統狀況;及
- g) 提交年度審核報告予機電工程署。

4.3.2 審核報告

審核過程完成後,審核人員必須提交一份已簽署的正式年度審報告予系統擁有者和機電工程署。報告重點在於評估原定計劃的操作和維修工作是否已在上年度妥當進行,以及如水質較差時,是否已採取適當措施。報告中還必須着重所需的改善工作及補救措施。審核報告必須最少包括以下項目(審核報告樣本載於附錄 2F,以供參考)。圖 2.1 是審核程序的流程圖,顯示了審核程序中操作及維修冷卻塔的承建商與審核人員之間的關係。

- a) 冷卻塔系統的詳細資料(位置、類型及數量);
- b) 操作及維修冷卻塔的承建商/水處理服務供應商的詳細資料(公司名稱及詳細聯絡方式);
- c) 安裝、竣工檢查及維修清單的更新文件和上年度的記錄及日誌是否齊備;
- d) 操作及維修手冊、測試及運作記錄和圖則記錄是否齊備;
- e) 已確定與冷卻塔系統相關的風險及問題;
- f) 建議所需的補救措施;及
- g) 上年度建議補救工作的進展情況。

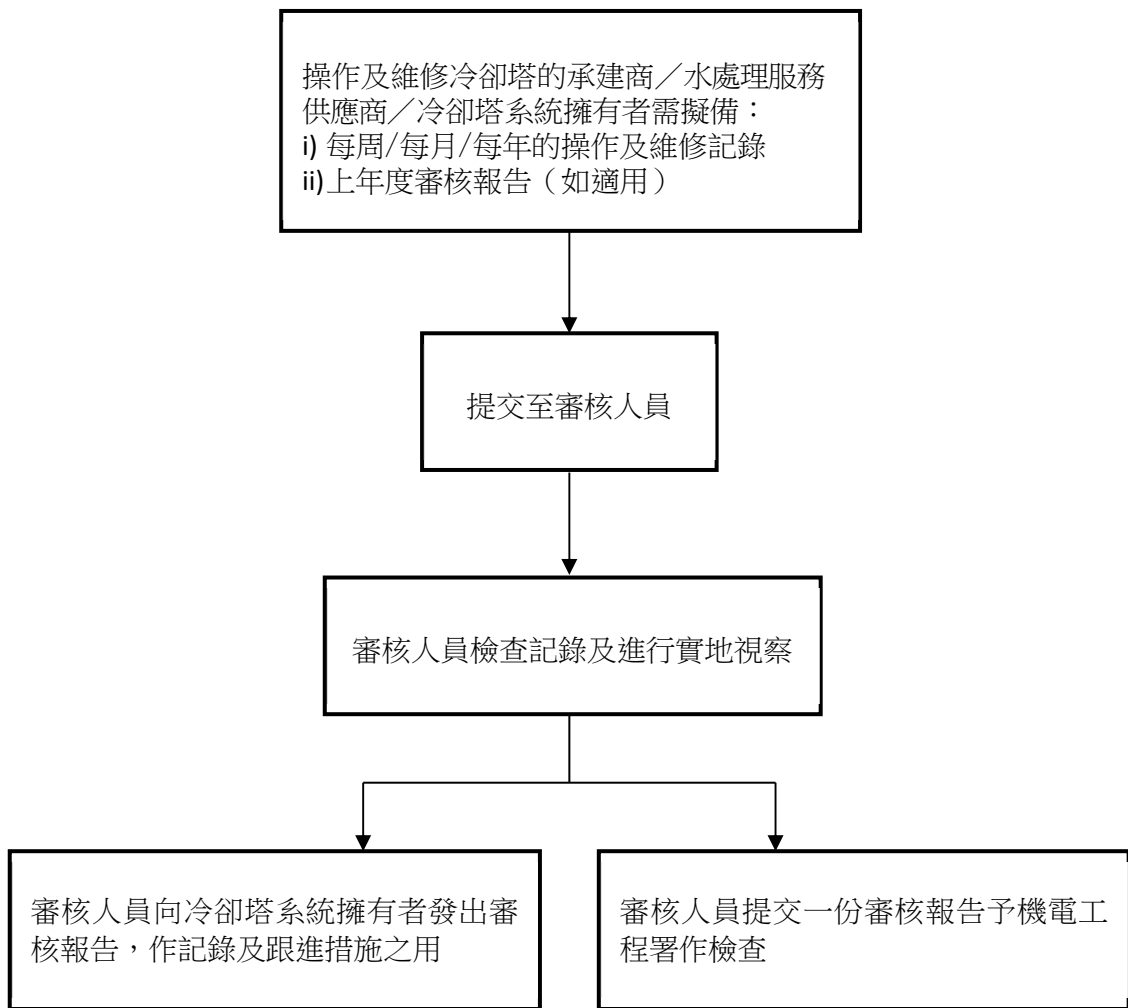


圖 2.1：審核程序流程表

4.3.3 審核人員的資格

審核人員必須具備有關冷卻塔系統的操作和維修的相關經驗，並擁有以下其中一項資格：

- a) 屋宇裝備或機械界別的註冊專業工程師；或
- b) 具備屋宇裝備工程或機械工程或空調系統高級證書或以上資格，另需具備最少 5 年冷卻塔系統操作及維修的經驗。

4.3.4 未符合要求通知

如操作及維修審核中發現了未符合要求的結果，必須立即通知操作及維修冷卻塔的承建商及冷卻塔系統擁有者。用以改善冷卻塔系統水質的補救措施必須予以記錄。

5. 冷卻塔系統永久停止運作

- 5.1 如現有冷卻塔系統無需再運作，則必須採取以下措施停止設備運作：
- a) 按照環境保護署、渠務署和機電工程署的建議，把冷卻塔系統內所有水排放至排污系統；
 - b) 拆除化學劑投放箱；
 - c) 截斷供電予系統；
 - d) 截斷供水予系統；
 - e) 拆除冷卻塔，並且最好拆除系統其他部件；
 - f) 將拆下的部件（如可循環再利用）送至物料再循環廠。
- 5.2 如於系統永久停止運作後不能立即拆除系統，系統必須保持乾燥並在冷卻塔上豎立標誌，註明嚴禁重新啟動系統。必須拆除冷卻塔水盤，以防止雨水在塔內積聚。冷卻塔系統擁有者必須通知機電工程署有關冷卻塔系統已永久停止運作。
- 5.3 如未能聯絡冷卻塔系統擁有者，樓宇擁有者必須負責拆除有關被棄置的冷卻塔系統。

6. 參考資料

- 6.1 冷卻塔的操作及維修必須符合以下條例、技術備忘錄及實務守則：
- 《水務設施條例》(第 102 章)
 - 《建築物條例》(第 123 章)
 - 《污水處理服務條例》(第 463 章)
 - 《水污染管制條例》(第 358 章)
 - 《空氣污染管制條例》(第 311 章)
 - 《噪音管制條例》(第 400 章)
 - 《職業安全及健康條例》(第 509 章)
 - 《公眾衛生及市政條例》(第 132 章)
 - 《建築物能源效益條例》(第 610 章)
 - 環境保護署《技術備忘錄：排放入排水及排污系統、內陸及海岸水域的流出物的標準》
 - 環境保護署《管制非住用處所、非公眾地方或非建築地盤噪音技術備忘錄》
 - 機電工程署《淡水冷卻塔計劃》
 - 香港預防退伍軍人病委員會《預防退伍軍人病工作守則》

附錄 2A

建議的冷卻塔系統各項水質參數最低監察頻率

| 參數 | 冷卻水最小監察頻率 |
|----------------------|-----------|
| 電傳導數 / 總溶解固體 | 每月 |
| 懸浮固體 | 每月 |
| 鈣硬度 | 每月 |
| 酸鹼度 | 每月 |
| 總鹼度 | 每 3 個月 |
| 氧化殺菌劑 | 每月 |
| 抑制劑濃度 | 每月 |
| 溫度 | 每月 |
| 氯化物 (以毫克 / 公升氯化物為單位) | 每 3 個月 |
| 硫酸鹽 (以毫克 / 公升硫酸鹽為單位) | 每 3 個月 |
| 總含鐵量 (以毫克 / 公升鐵為單位) | 每 3 個月 |
| 游離殘餘氯 / 氧化還原電位 | 每月 |
| 5 天生化需氧量 | 每月 |
| 化學需氧量 | 每月 |
| 異養菌濃度 | 每月 |
| 退伍軍人桿菌總濃度 | 每 3 個月* |

*注意：安裝於醫療及衛生護理處所的冷卻塔系統需要更加密切的監察，安裝於此類區域的冷卻塔必須每月最少取水樣本 1 次作退伍軍人桿菌總濃度測試和異養菌濃度測試。同時，如果例行水樣本測試時發現退伍軍人桿菌總濃度或異養菌濃度超出規定要求，便須更加頻繁地取水樣本，這是系統運行程序的一部分。

| 參數 | 泄放水最小監察頻率 |
|--------------|-----------|
| 顏色 | 每 3 個月 |
| 混濁度 | 每 3 個月 |
| 臭閾值 | 每 3 個月 |
| 氨態氮 | 每 3 個月 |
| 懸浮固體 | 每 3 個月 |
| 溶解氧含量 | 每 3 個月 |
| 五天生化需氧量 | 每 3 個月 |
| 合成洗滌劑 | 每 3 個月 |
| 大腸桿菌/ 100 毫升 | 每 3 個月 |

註：上述清單僅供參考。冷卻塔系統擁有者必須為其系統制訂適合的水質監察計劃。

附錄 2B

建議的冷卻塔系統例行檢查清單

| | 步驟 | 檢查頻率 |
|-----|---------------------------------------|-----------------------|
| 1. | 檢查冷凝器水泵 | 每周 |
| 2. | 檢查冷卻水水質 | 每月 |
| 3. | 檢查冷卻塔 / 蒸發式冷凝器內部表面是否存有累積水垢、銹蝕、淤泥及生物薄膜 | 每月 |
| 4. | 檢查冷卻水的透明度、氣味、表面雜質及溫度 | 每周 |
| 5. | 檢查隔濾器 | 每周 |
| 6. | 檢查地台去水點 | 每周 |
| 7. | 檢查浮球閥 | 每周 |
| 8. | 檢查水處理系統，包括水處理投藥設備、控制器、導電性感應器和其它感應器等。 | 每周 |
| 9. | 檢查水處理化學劑的儲存量和安全 | 每周 |
| 10. | 檢查填料 / 水管的狀態及清潔度 | 每月 |
| 11. | 檢查收水器的狀態及清潔度 | 每月 |
| 12. | 檢查配水槽 / 噴頭和噴嘴的狀態 / 清潔度 | 每月 |
| 13. | 檢查風扇、驅動器和齒輪箱 | 每周 |
| 14. | 檢查水盤水面高度 | 每周 |
| 15. | 檢查泄放閥門 | 每周 |
| 16. | 檢查冷卻塔系統有否泄漏和溢流 | 每月 |
| 17. | 檢查進風口和風扇濾網 | 每周 |
| 18. | 校正感應器 | 遵照生產商建議或每年(以兩者中較短者為準) |

註： 上述清單僅供參考。冷卻塔系統擁有者必須為其系統制訂適合的檢查清單。

附錄 2C

建議的冷卻塔系統例行和預防性維修清單

| | 清單 | 維修頻率 |
|----|----------------|--------|
| 1. | 繫緊所有固定裝置 | 每 6 個月 |
| 2. | 清潔隔濾器 | 每月 |
| 3. | 清潔水盤及冷卻塔所有內部表面 | 每 6 個月 |
| 4. | 調節和潤滑水泵和水泵電動機 | 每 3 個月 |
| 5. | 調節和潤滑風扇和風扇電動機 | 每 3 個月 |
| 6. | 拆除及清潔收水器和填料 | 每 6 個月 |
| 7. | 調節和潤滑閥門 | 每 3 個月 |
| 8. | 清潔配水管道，包括噴嘴 | 每 3 個月 |
| 9. | 拆除及清潔各水管末端端蓋 | 每 6 個月 |

註： 上述清單僅供參考。冷卻塔系統擁有者必須為其系統制訂適合的例行和預防性維修清單。

附錄 2D

建議的個人防護設備一覽表

| 工種 | 潛在危險 | 呼吸器及衣物 |
|-------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 測試及調試 | 微粒 / 霧氣 | 半臉式，能過濾少於 5 微米的微粒， 一般工作衣物 |
| 檢查 | 微粒 / 霧氣 | 半臉式，能過濾少於 5 微米的微粒， 一般工作衣物 |
| 取水樣本 | 微粒 / 霧氣 | 半臉式，能過濾少於 5 微米的微粒， 一般工作衣物 |
| 高壓噴霧 | 微粒 / 霧氣 | 上述呼吸器、防水衣服、手套、靴子、 護目鏡或面罩 |
| 在通風空間內使用帶次氯酸鈉溶液的化學劑處理工作 | 噴霧及非常低濃度的氯 | 半臉式、酸性氣體及微粒呼吸器，護 目鏡或面罩、衣服、手套及靴子 |
| 在密閉空間內進行如上的工作 | 未知氯濃度、高含量霧 滴、有缺氧可能 | 符合《工廠及工業經營（密閉空間） 規例》的規定。 |

附錄 2E

冷卻塔系統操作及維修記錄樣本

記錄期間： _____

A. 系統描述

| 記錄 | 詳細說明 |
|-------------------------|------|
| 樓宇名稱及樓宇地址 | |
| 冷卻塔類型 | |
| 系統內冷卻塔數目 | |
| 冷卻塔散熱量 | |
| 樓宇業主名稱 / 詳細聯絡方式* | |
| 冷卻塔擁有人名稱及詳細聯絡方式* | |
| 操作及維修冷卻塔系統的承建商詳細資料* | |
| 水處理服務供應商名稱及詳細聯絡方式* | |
| 取水樣本 / 實驗所承辦商名稱及詳細聯絡方式* | |

*包括公司名稱、聯絡人職務及非辦公時間聯絡電話

B. 每周 / 每月檢查記錄 () 年 () 月

| | 步驟 | 檢查日期 | | | | |
|-----|---------------------|-------|-------|-------|-------|----|
| | | 第 1 周 | 第 2 周 | 第 3 周 | 第 4 周 | 每月 |
| 1. | 檢查清潔度、有機結垢及雜質 | | | | | |
| 2. | 檢查黏泥及水藻生長情況 | | | | | |
| 3. | 檢查物料退化、部件損壞、礙塞及腐蝕情況 | | | | | |
| 4. | 檢查風扇、電動機及水泵的正常運作情況 | | | | | |
| 5. | 檢查接合口的漏水情況 | | | | | |
| 6. | 檢查外殼變形或內部結構倒塌情況 | | | | | |
| 7. | 檢查支撐架 | | | | | |
| 8. | 檢查填料及收水器 | | | | | |
| 9. | 檢查浮球閥的狀況及運作情況 | | | | | |
| 10. | 檢查恆溫器 (如有配置) | | | | | |
| 11. | 檢查噴灑及配水板 | | | | | |
| 12. | 檢查泄放量 | | | | | |

C. 每季度 / 每 6 個月 / 每年檢查記錄 () 年

| | 步驟 | 檢查日期 | | | |
|----|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 第 1 季度 | 第 2 季度 | 第 3 季度 | 第 4 季度 |
| 1. | 潤滑風扇和水泵軸 / 齒輪箱 | | | | |
| 2. | 水盤排水及清潔配水板、填料和收水器 | | | | |
| 3. | 檢查所有門栓及配件的安全性 | | | | |
| 4. | 清潔風扇葉 | | | | |
| 5. | 清潔所需部件 | | | | |

D. 每月水樣本細菌測試報告 () 年

| 細菌測試 | | 測試實驗所 | 測試日期 | 測試結果 (菌落形成單位 / 毫升) | 措施 |
|-----------|---------|-------|------|-------------------------|----|
| 異養菌濃度 | 第 1 個月 | | | | |
| | 第 2 個月 | | | | |
| | 第 3 個月 | | | | |
| | 第 4 個月 | | | | |
| | 第 5 個月 | | | | |
| | 第 6 個月 | | | | |
| | 第 7 個月 | | | | |
| | 第 8 個月 | | | | |
| | 第 9 個月 | | | | |
| | 第 10 個月 | | | | |
| | 第 11 個月 | | | | |
| | 第 12 個月 | | | | |
| 退伍軍人桿菌總濃度 | 第 1 個月 | | | | |
| | 第 2 個月 | | | | |
| | 第 3 個月 | | | | |
| | 第 4 個月 | | | | |
| | 第 5 個月 | | | | |
| | 第 6 個月 | | | | |
| | 第 7 個月 | | | | |
| | 第 8 個月 | | | | |
| | 第 9 個月 | | | | |
| | 第 10 個月 | | | | |
| | 第 11 個月 | | | | |
| | 第 12 個月 | | | | |

註： 上述格式僅供參考。冷卻塔系統擁有人必須為其系統制訂適合的格式。

附錄 2F

冷卻塔系統獨立審核報告樣本

| | | | |
|--------------|-----|---------|-------|
| 冷卻塔機電工程署註冊編號 | PS- | No. | to |
| 審核時期 | | (月/年) 至 | (月/年) |

A. 系統描述

| 記錄 | 詳細說明 |
|------------------------|------|
| 樓宇名稱及樓宇地址 | |
| 冷卻塔類型 | |
| 系統內冷卻塔數目 | |
| 冷卻塔散熱量 | |
| 樓宇業主名稱 / 詳細聯絡方式* | |
| 冷卻塔系統擁有人名稱及詳細聯絡方式* | |
| 冷卻塔設計者名稱及詳細聯絡方式* | |
| 操作及維修冷卻塔的承建商名稱及詳細聯絡方式* | |
| 水處理服務供應商名稱及詳細聯絡方式* | |

*包括公司名稱、聯絡人職務及非辦公時間聯絡電話

B. 文件檢查

| 文件 | 記錄提供 | | 建議 |
|-----------------------|------|---|----|
| | 有 | 無 | |
| 操作及維修手冊 | | | |
| 測試及調試記錄 | | | |
| 系統示意圖及平面圖 | | | |
| 例行檢查記錄 | | | |
| 例行維修記錄 | | | |
| 例行清潔和消毒記錄 | | | |
| 每月異養菌濃度 (HCC) 測試結果 | | | |
| 每月 / 每季*退伍軍人桿菌總濃度測試結果 | | | |
| 例行水質監察記錄 (如有) | | | |

* 刪去不適用者

C. 表面檢查

| 項目 | 合格 | | 建議 |
|----------------------|----|---|----|
| | 是 | 否 | |
| 冷卻塔整體清潔度 | | | |
| 各部分（包括扶梯、欄杆和平台等）的完整性 | | | |
| 冷卻塔和水泵運行情況 | | | |
| 水處理設備運行情況 | | | |
| 機房清潔度 | | | |
| 飄水損失控制 | | | |

D. 風險評估

| | 冷卻塔系統評估 | 建議 / 所需補救措施 |
|---------|---|-------------|
| 系統改建 | 上年度是否有系統擴建、改建及改善工程？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| | 如是，有否審核操作和維修程序？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 外部環境 | 系統鄰近區域內是否有被確定為高風險類的新建樓宇？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| | 如是，有否審核操作和維修程序？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| | 附近是否有建築地盤？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| | 如是，有否審核操作和維修程序？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| | 冷卻塔與最近開口之間的分隔距離是否保持實務守則第一部第 4.1 節所訂明的距離要求？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 (請詳細說明) | |
| 系統性能 | 冷卻塔在上年度有否出現結垢而受到損壞？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| | 如有，是否採取了適當的糾正措施？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 水處理計劃性能 | 上年度內的異養菌濃度測試結果是否超出 100 000 菌落形成單位 / 毫升？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| | 如是，是否採取了適當的糾正措施，包括清潔和消毒，以及審核水處理程序？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| | 上年度內的退伍軍人桿菌總濃度測試結果是否超出 10 菌落形成單位 / 毫升？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |

| | 冷卻塔系統評估 | 建議 / 所需補救措施 |
|---------------|---|-------------|
| | 如是，是否採取了適當的糾正措施，包括清潔和消毒，以及審核水處理程序？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 符合《淡水冷卻塔實務守則》 | 系統是否符合實務守則的要求？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 巡檢過程中發現的潛在風險 | | |

E. 補救工作進度

| | 冷卻塔系統評估 | 建議 / 所需補救措施 |
|------|--|-------------|
| 補救工作 | 上年度建議的補救工作是否已經全部落實？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不適用 | |

F. 其他建議

G. 個人聲名

第一部: 由審核員填寫^{#備註}

*本人_____ (審核員全名) 為註冊專業工程師 (*屋宇裝備 / 機械界別)，註冊專業工程師編號：_____，已根據《淡水冷卻塔實務守則》第二部的第 4.3 節為上述冷卻塔系統進行獨立年檢。及本人並非受聘於上述冷卻塔系統的專門承辦商而進行此審核。

或

*本人_____ (審核員全名) 持有由_____ (發出學歷院校) 發出的_____ (審核員資歷)，已根據《淡水冷卻塔實務守則》第二部的第 4.3 節為上述冷卻塔系統進行獨立年檢。及本人並非受聘於上述冷卻塔系統的專門承辦商而進行此審核。

(*刪除不適用者)

審核員簽署： _____
審核員全名： _____
註冊編號： _____
日期： _____

備 註： 核員必須具備有關冷卻塔系統的操作和維修經驗，且擁有以下其中一項資格：

- a) 屋宇裝備或機械界別的註冊專業工程師，或
- b) 具備屋宇裝備工程或機械工程或空調系統專業高級證書或以上，另外具備最少 5 年冷卻塔系統操作和維修的經驗。

第二部: 由冷卻塔系統擁有人填寫

本人為冷卻塔擁有人。本人告知已閱讀此年度審核報告，並已了解冷卻塔系統的最新情況。

冷卻塔擁有人簽署： _____
冷卻塔擁有人全名： _____
日期： _____

能源效益事務  機電工程署

機電工程署 能源效益事務處

香港九龍灣啟成街三號

Energy Efficiency Office

Electrical and Mechanical Services Department

3 Kai Shing Street, Kowloon Bay, Hong Kong

電話 Tel: (852) 3912 0642

傳真 Fax: (852) 2890 6081

網址 Website: <https://www.emsd.gov.hk>

電郵 Email: info@emsd.gov.hk