

第 2 章

香港特别行政区政府

政府一般收入帐目

政府总部

规划环境地政局

工务局

政府部门

机电工程署

水务署

具能源效益空气调节系统在香港的使用

香港审计署

一九九九年十月十一日

声明

此简体版本只供网上阅览或下载。

如内容与繁体版本有任何差别，概以繁体版本为准。

具能源效益空气调节系统在香港的使用

目 录

	段数
撮要及主要审计结果	
第 1 部分：引言	
香港的用电量	1.1-1.2
节省能源及环境保护	1.3
行政架构	1.4-1.5
帐目审查的目的及范围	1.6
第 2 部分：具能源效益空气调节系统的优点及在本港的使用程度	
不同类型的中央空调系统	2.1 - 2.5
气冷式空调系统与水冷式空调系统的分别	2.6
对用电的影响	2.7 - 2.9
审计署的意见	2.10 - 2.16
审计署的建议	2.17
当局的回应	2.18 - 2.20
第 3 部分：政府为推广使用具能源效益空气调节系统所作的努力	
各谘询委员会的讨论	3.1 - 3.5
在香港推广水冷式空调系统的顾问研究	3.6 - 3.11
审计署的意见	3.12 - 3.18
审计署的建议	3.19
当局的回应	3.20 - 3.22
第 4 部分：水务署禁制使用自来水作空气调节用途	
《水务设施规例》及水务署的惯常做法	4.1 - 4.3
禁制的执行	4.4 - 4.5
审计署的意见	4.6 - 4.11
审计署的建议	4.12
当局的回应	4.13 - 4.14
第 5 部分：香港淡水的供应和需求	
香港的供水系统	5.1 - 5.2
淡水供应	5.3
审计署对淡水供应的意见	5.4 - 5.5
淡水耗用量	5.6

目 录 (续)

	段数
审计署对淡水耗用量的意见	5.7 - 5.8
水冷式空调系统所耗用的额外淡水	5.9 - 5.14
审计署对水冷式空调系统所耗用的额外淡水的意见	5.15 - 5.21
审计署的建议	5.22
当局的回应	5.23 - 5.25
第 6 部分：淡水冷却塔的操作对健康的影响	
退伍军人病症	6.1 - 6.4
退伍军人病症和冷却塔的运作	6.5 - 6.7
预防和控制退伍军人病症	6.8 - 6.15
退伍军人病症在香港的情况	6.16 - 6.24
审计署的意见	6.25 - 6.29
审计署的建议	6.30 - 6.31
当局的回应	6.32 - 6.35
附录 A：香港的用电趋势	
附录 B：香港各界用电情况的分析	
附录 C：机电工程署计算一幢典型的40层商业楼宇以水冷式空调系统代替气冷式空调系统后所节省的费用	
附录 D：香港广泛采用水冷式空调系统后商业界每年可节省的电力	
附录 E：审计署对已发展国家及内地城市使用水冷式空调系统的情况进行的调查	
附录 F：一九七九年至一九九八年间水务署批准使用自来水于空调系统的个案	
附录 G：来自集水区和广东省的供水	
附录 H：广东省预定供水量的修订	
附录 I：一九八七年至一九九八年间香港淡水实际耗用量	
附录 J：水务署预测一九九九年至二零一二年间的淡水供应和耗用量	
附录 K：水务署在一九九五年对水冷式空调系统淡水需求所作的推算	
附录 L：审计署对采用水冷式空调系统引致的淡水需求的推算	
附录 M：中文版从略	

具能源效益空气调节系统在香港的使用

撮要及主要审计结果

A. 引言 电力是香港最普遍使用的能源，而商业用户所占用的比例最高。在一幢典型的商业楼宇，空调系统的用电量可占总用电量 50% 以上。因此，空调系统若采用具能源效益设计及采取有效的能源管理措施，往往能够显著节省能源(第1.1及1.2段)。

B. 具能源效益空气调节系统的优点及在本港的使用程度 水冷式空调系统较气冷式空调系统更具能源效益。虽然使用水冷式空调系统在经济和环境方面有很多利益，香港大部分的中央空调系统均是气冷式空调系统。这是由于海水的供应有限，以及使用自来水作空调用途受到禁制(第2.7、2.11及2.12段)。

C. 政府为推广使用具能源效益空气调节系统所作的努力 政府的谘询委员会自一九九一年起开始讨论广泛使用水冷式空调系统。一九九八年，机电工程署展开水冷式空调系统的顾问研究。不过，顾问研究的范围，并不包括对禁止使用自来水作空调用途的理据作详尽探讨。该项研究把重点放在地区性的基础上(第3.1、3.5及3.12段)。

D. 水务署禁制使用自来水作空气调节用途 水务署禁止任何人使用自来水作空调用途，只有作工业生产工序或必要用途的才获豁免。有关使用自来水作空调用途的禁制在很久之前订立，当时香港食水供应短缺，而空气调节亦被视为奢侈的享受。时至今日，空气调节已不再只是为了提供舒适的环境，而是商业运作的基本必需条件。减少空气调节的电费，即减少企业的运作成本。就这方面来说，将自来水用于水冷式空调系统以减少用电量，不应被视为浪费用水。水冷式空调系统对淡水的需求应由供水系统提供。审计署调查显示，已发展国家和内地城市并无发出类似禁制，禁止使用自来水作空调用途。机电工程署在一九九六年进行的冷却塔调查显示，很多地方安装的水冷冷却塔，均是作舒适降温用，而水源是来自未经批准的水管接驳。不过，水务署很少对未经批准的接驳进行监察及提出检控(第4.3及4.6至4.10段)。

E. 香港淡水的供应和需求 广东省和集水区的供水可应付香港未来的耗水量。此外，主要由于制造业迁离香港，香港的淡水耗用量下降。因此，供水系统有极充裕的容量，应付日后的需求增长。审计署估计在一九九九年至二零一二年期间，预测的淡水供应量会过剩，而过剩供应量可完全满足水冷式空调系统对淡水的额外需求(第5.4、5.7、5.8及5.17段)。

F. 淡水冷却塔的操作对健康的影响 在推广采用淡水冷却塔的水冷式空调系统时，必须加倍小心处理，因为操作淡水冷却塔已发现会引发退伍军人病症。一些已发展国家已制定技术及行政措施，以预防并尽量减低退伍军人病症的风险。一九八五年，政府成立预防退伍军人病症委员会，制定策略防止及处理该病症可能爆发的情况。不过，预防退伍军人病症委员会只能鼓励有关人士自愿遵守各项预防措施，因为预防退伍军人病症委员会发出的工作守则所载须确保冷却塔妥善操作和保养的规定，在法律上不能强制执行。根据机电工程署于一九九六年的调查，有14%的冷却塔没有妥善安装，47% 则没有妥善保养。规管非法冷却塔的操作是刻不容缓的(第6.1、6.16、6.18、6.26、6.28及6.29段)。

G. 审计署的建议 审计署提出以下主要建议：

—— 规划环境地政局局长及机电工程署署长应：

- (i) 促进及协助香港广泛使用水冷式空调系统，目的在早日取得经济及环境方面的利益(第2.17段第一分段)；
- (ii) 专注研究自来淡水的使用，作为推广及促进使用水冷式空调系统的未来路向(第3.19段第一分段)；及
- (iii) 检讨第一及第二阶段顾问研究的范围及方向，并作出所需调整，以期拟订方案，促进使用淡水于水冷式空调系统(第3.19段第二分段)；

—— 工务局局长和水务署署长应：

- (i) 审慎检讨禁止使用淡水于水冷式空调系统的理据(第4.12段)；及
- (ii) 考虑制定行动方案，以便能及早放宽使用自来水作空调用途的禁制(第5.22段)；

—— 工务局局长和机电工程署署长应研究方法，包括设立注册和发牌制度，规定冷却塔的操作人员和拥有人须遵守有关冷却塔妥善操作的工作守则(第6.30段)；及

—— 机电工程署署长应：

- (i) 就冷却塔定期进行调查，以确定及监察冷却塔的操作情况，尤其是那些没有妥善安装及保养的冷却塔(第6.31段第一分段)；及
- (ii) 通知冷却塔拥有人有关工作守则的规定，并让他们认识退伍军人病症的潜在风险(第6.31段第二分段)。

H. 当局的回应 当局同意审计署提出的大部分建议。

第 1 部分：引言

香港的用电量

1.1 电力是香港最普遍使用的能源，从附录 A 可见，本港的用电量每年均递增。用电量可分为三类，即商业、住宅及工业用电。其中商业用户所占比例最高，并不断增长，详情见附录 B。随着香港的经济趋向以服务业为主导，市场对高质空气调节商业楼宇的需求日增。因此，商业用电量所占比例有稳定增长。一九九八年，商业用电量占全港用电量的59%。

1.2 在一幢典型的商业楼宇，空调系统的用电量可占总用电量 50% 以上。因此，空调系统若采用具能源效益设计及采取有效的能源管理措施，往往能够显著节省能源。

节省能源及环境保护

1.3 香港是以燃烧化石燃料(主要为煤和天然气)来发电。由于香港倚赖进口燃料，因此，电费开支受燃料价格所影响。节省用电可大大减低电力公司在燃料方面的开支，用户也可减省电费。总用电量下降将可延迟兴建新的发电厂。此外，并会减少因燃烧燃料而释放的污染物(即二氧化碳、二氧化硫及氧化氮)和粒子。

行政架构

1.4 政府一直都认为有需要采取措施确保香港更有效使用能源。促进能源效益的工作，由负责政府环保政策范畴的规划环境地政局局长统筹。一九九一年二月，当时的总督会同行政局指示制定提高能源效益的政策，并成立能源效率谘询委员会，该委员会于一九九一年四月成立，职责是向政府提出建议，早日提高能源效益，并制定长远的整体能源效益政策。能源效率谘询委员会由规划环境地政局局长担任主席，成员包括学术界、公用事业公司、地产业、专业团体及有关政府部门的代表。机电工程署于一九九四年八月设立能源效益事务处，为规划环境地政局提供技术支援，厘订和落实能源效益和节省能源计划。能源效率谘询委员会于一九九六年四月解散，并纳入新成立的能源谘询委员会之内，成为属下的能源效益及节约小组委员会。能源效益及节约小组委员会的职责范围和成员与之前的能源效率谘询委员会差不多。此外，政府亦与两家电力公司达成协议，推行用电需求管理计划，以期减低用电量和电力需求。

1.5 水务政策关系到是否采用具能源效益的水冷式空调系统。水务政策由工务局局长负责。水务署负责为全港供应充足及水质达满意水平的用水。工务局局长亦负责与预防和控制退伍军人病症有关的政策事宜。退伍军人病症是一种与不妥善运作和保养空调系统采用的蒸发式冷却塔有关的病症。

帐目审查的目的及范围

1.6 由于空调系统的用电量占商业楼宇总用电量约50%，审计署最近(在专长研究能源管理的顾问协助下)就在港采用具能源效益空调系统的事宜，进行帐目审查。审查结果显示，有需要探讨更广泛采用具能源效益空调系统的可能性，以节省能源，而且若干方面仍有可改善之处。

第 2 部分：具能源效益空气调节系统的优点及在本港的使用程度

不同类型的中央空调系统

2.1 商业和工业楼宇装设的中央空调系统，由一些组件和装置控制大厦内温度和相对湿度等环境参数。一个典型的中央空调系统包括以下组件：

- 冷冻机，用以制造冷冻水，多设在机房或天台；
- 主泵，用以把冷冻水循环到各终端装置；及
- 终端装置(包括风柜、鲜风柜和送冻风器)，各层均会装置，以利用冷冻水冷冻空气。

2.2 中央空调系统的冷冻机包括以下三个组件：

- 蒸发器，用以从冷冻水吸热到致冷剂；
- 压缩机，用以压缩离开蒸发器的致冷剂；及
- 冷凝器，令压缩了的致冷剂的热能消散。

2.3 有多种散热方法可令冷冻机冷凝器的热能消散。香港采用的中央空调系统可按散热方法分为以下两类型：

- **用空气冷冻的气冷式空调系统** 风扇带动空气经过冷凝器，期间致冷剂所吸取的热能转移到空气；及
- **用水冷冻的水冷式空调系统** 水冷式空调系统有两类设计，用不同方法令冷冻机冷凝器的热能消散，分别是采用海水的非循环式系统和采用淡水冷却塔的蒸发式系统。

中间内页图一之简图，说明典型的气冷式空调系统和采用海水及淡水的水冷式空调系统的冷冻机。水冷式冷冻机可用于冷冻量在100个制冷量单位(注1)或以上的大型中央空调系统或5至100个制冷量单位的冷冻量较低的独立式空调系统。

2.4 靠近海岸的建筑物，可从专用的泵槽抽取海水作冷冻用。这类水冷式空调系统一般属非循环式，海水进入冷凝器带走热能后，再排放回海里。非循环式系统的用水量十分高。

注 1： 制冷量单位是量度热量的单位。1 个制冷量单位相等于12 000 个英制热量单位。

2.5 使用冷却塔的蒸发式系统，用水量较非循环式系统少。冷冻水会进入冷凝器把热能带到冷却塔，部分的水会蒸发令热能消散。冷冻水会在一个密封的环路内循环，环路需补充消耗了的水份。理论上，系统可使用海水和淡水。不过，基于循环海水所导致的保养问题，因此蒸发式系统绝大部分采用淡水。

气冷式空调系统与水冷式空调系统的分别

2.6 气冷式空调系统与水冷式空调系统在设计上和运作上均有许多不同之处。气冷式空调系统与采用淡水冷却塔的水冷式空调系统有以下分别：

- (a) **营运成本** 气冷式空调系统的冷冻机，耗电量占整个系统的总用电量约 50%。以相同的冷冻量计算，水冷式空调系统较气冷式空调系统更具能源效益，其水冷式冷冻机的耗电量较气冷式冷冻机的耗电量少约 30% 至 40%。另一方面，水冷式空调系统有其他额外开支，包括保养费、水质处理的费用和水费开支。整体来说，水冷式空调系统的营运成本较气冷式空调系统为低；
- (b) **资本成本** 以相同的冷冻量计，水冷式空调系统的设备成本少于气冷式空调系统。另一方面，装设水冷式空调系统的成本一般较气冷式空调系统为高。整体来说，两个系统的资本成本相若；
- (c) **占用空间** 水冷式空调系统通常在户内装置，多设于地库及地面一层。因此，占用户内较多空间。至于气冷式空调系统，一般装置在天台，所需的户外空间较水冷式空调系统多，并需为加强结构增加成本。整体来说，以装置系统所占空间计，两个系统的成本没有显著分别；
- (d) **环保上的优点** 水冷式空调系统用电量较少，减少因发电而释放的污染物和粒子，因此显然较为环保；
- (e) **对环境的滋扰** 气冷式空调系统造成环保问题，因为其产生的噪音和排放的热气会对附近的建筑物带来滋扰。使用水冷式空调系统可减低这方面的滋扰；
- (f) **技术及设备** 水冷式空调系统的技术已经过实践，本地的工程师普遍掌握这种技术。此外，市面亦有供应装置这个系统所需的设备。因此，装置水冷式空调系统不会有技术转移的问题；
- (g) **用水** 水冷式空调系统需用水进行冷冻，以及定时排放污水。因此，可能对供水系统和污水系统有所影响；及
- (h) **健康问题** 退伍军人病症往往与水冷式空调系统连在一起，特别是采用淡水冷却塔的系统。不过，倘若系统的设计和保养妥善，可以大大减低引起退伍军人病症的风险。下文第6.1 至6.35 段会详述退伍军人病症这个课题。

对用电的影响

2.7 使用水冷式空调系统可大幅减少用电量，此外，亦可减低高峰用电需求，从而进一步减省水冷式空调系统用户须缴付的电费。因此，全港的高峰用电需求亦会相应减低，而整体需求的减低可推延兴建新发电厂的需求。

机电工程署进行的个案研究

2.8 一九九六年七月，机电工程署研究使用淡水冷却塔的水冷式空调系统有何利弊。机电工程署的研究显示，以一幢典型的40层商业楼宇而言，如用水冷式空调系统代替气冷式空调系统，每年可节省电费 158 万元。扣除 45 万元保养费及水费开支等额外营运成本，每年可节省净额 113 万元。详情见附录 C。

2.9 机电工程署估计就一九九七年所有落成的新商业楼宇而言，使用水冷式空调系统每年可节省约1,240 万元之电费。每年用水(估计为48 万立方米或淡水总用量的0.05%)的额外费用为278万元。因此，所有在一九九七年落成的新商业楼宇，如以水冷式空调系统代替气冷式空调系统，每年可节省的款项净额约为 960 万元。

审计署的意见

使用水冷式空调系统可节省的商业营运成本

2.10 根据机电工程署研究得出的节省电费数字，审计署估计，如水冷式空调系统在香港广泛使用，商界的电费每年可节省约12亿元。在计及用水和保养的额外费用后，营运成本的每年节省款额估计约为8.47亿元。详情见附录 D。

香港有限度使用水冷式空调系统

2.11 虽然使用水冷式空调系统有很多优点，香港大部分的中央空调系统均是气冷式空调系统。这是由于水冷式空调系统需用的海水和淡水供应有限。海水只能供应给靠近海岸的楼宇，这些楼宇是透过泵槽抽取海水的。远离海岸的楼宇，要供应海水是十分昂贵的，有时更是技术上不可行。

2.12 没有海水供应，唯一的其他来源就是自来水。自来水包括淡水及冲厕用水(经处理的海水)，这些水是透过水务署的水管供应的。不过，为了节约用水(见下文第4.1至4.3段)，水务署禁止使用自来水作空调用途。

2.13 由于海水的供应有限，以及空调系统使用自来水受到禁制，大部分的物业发展商及工程师都别无选择，明知操作费用较为高昂，也要采用气冷式空调系统。

已发展国家及内地城市采用水冷式空调系统的情况

2.14 审计署对附录E开列的已发展国家及内地城市使用水冷式空调系统的情况进行调查，调查的结果如下：

- 所有接受调查的国家和城市均表示由于可大大节省用电，所以广泛使用水冷式空调系统；及
- 供应给水冷式空调系统的水主要有两个来源：
 - (i) 来自天然资源(例如海、湖及河)的水；及
 - (ii) 来自水管的淡水。

2.15 由于已发展国家和内地城市广泛使用水冷式空调系统，大大节省用电，并减轻商业营运成本，成为香港推广使用水冷式空调系统一个很好的借鉴。

香港可广泛使用水冷式空调系统的机会

2.16 由于香港只是有限度使用水冷式空调系统，所以失去取得庞大经济及环境方面的利益和增加企业竞争力的机会。审计署认为，应有机会让香港广泛使用水冷式空调系统。由于采用水冷式空调系统的最大障碍是供水问题，当局有需要考虑准许使用自来淡水，令本港能更广泛使用水冷式空调系统，并从中获益。

审计署的建议

2.17 审计署建议规划环境地政局局长及机电工程署署长应：

- 促进及协助香港广泛使用水冷式空调系统，目的在早日取得经济及环境方面的利益(见下文第3.19段第一分段)；及
- 联同工务局局长及水务署署长，研究可否准许使用自来淡水，供水冷式空调系统操作(见下文第4.12段)。

当局的回应

2.18 规划环境地政局局长表示：

- 他很高兴看到审计署关注香港使用具能源效益的空调系统。他很希望审查结果会协助克服推广使用具能源效益的空调系统所面对的困难；及
- 他欢迎审计署提出的建议，并有意在可行的情况下，推广及协助使用更多具能源效益的水冷式空调系统。

2.19 机电工程署署长表示：

—— 机电工程署在一九九六年七月作出的计算是一项粗略的初步估计，是根据40层高商业楼宇的冷冻机固定性能作出的。由于冷冻机的性能亦受室外气温影响，水冷式空调系统的冷冻机在有效节约能源方面，不能全年都维持在30%至40%的水平。估计的额外保养费用亦偏低。根据最新的数据，节省下来的电力及营运成本的节省净额会低于一九九六年作出的估计；及

—— 他同意审计署在上文第2.17段所提出的建议，但不赞成当局只着眼于使用自来淡水。

2.20 工务局局长认为只要是符合经济原则及财力上许可，他支持使用更多具能源效益的空调系统。他表示会与规划环境地政局、机电工程署及水务署紧密合作，根据机电工程署展开的顾问研究得出的结果及审计署的建议，制定长远的使用水冷式空调系统策略。

第 3 部分：政府为推广使用具能源效益空气调节系统所作的努力

各咨询委员会的讨论

3.1 在一九九一年能源效率谘询委员会成立的初期，曾提出过使用水冷式空调系统作为节省能源的一个可行方法这题目。水务署署长认为，为节约用水，操作水冷式空调系统时不应使用淡水。一九九三年，能源效率谘询委员会终止讨论这题目，但没有任何实质的决定。一九九六年十二月，能源谘询委员会再次提出广泛使用水冷式空调系统的问题，并决定由能源效益及节约小组委员会进一步讨论这题目。

3.2 一九九七年一月召开的会议上，能源效益及节约小组委员会支持在香港广泛使用水冷式空调系统，并要求政府研究如何推动此事。能源效益及节约小组委员会认为：

- 商业大厦内的空调不再纯为舒适而设，而是业务运作的基本要求。如新建楼宇可以采用水冷式空调系统，所节省的能源会很显著；
- 尽管水务署对这事很有保留，但对淡水额外的需求不会明显，因为兴建新楼宇需要一段长时间。水务署认为由于使用淡水作空调，导致淡水需求增加 10%，会令供水造成很大压力。然而，能源效益及节约小组委员会认为工业界萎缩，令商界可吸纳淡水供应；
- 使用水冷式空调系统在技术上及行政上均有障碍，但并非不可克服的；及
- 须要小心分析环境成本及利益。

3.3 一九九七年七月召开的能源效益及节约小组委员会的会议上，政府回应能源效益及节约小组委员会的要求，提出就广泛使用水冷式空调系统的可行性及经济理据进行顾问研究。顾问研究预计的成本为 5,000 万元，分六年进行，包括一系列研究，初段研究帮助作出政策上的决定，后段研究则着重具体实施的问题。

3.4 会议上，能源效益及节约小组委员会若干成员批评，对于政府只建议进行顾问研究表示失望，并敦促政府重新考虑这计划。他们指出：

- 多数专业人士均同意水冷式空调系统较气冷式空调系统更具能源效益，这一点不需要再重新确定。不使用水冷式空调系统的原因是缺乏供水；及
- 如果有足够供水，发展商会选择水冷式空调系统。就采用水冷式空调系统进行可行性研究是浪费时间。

3.5 在会议结束时，能源效益及节约小组委员会敦促规划环境地政局，看看能否把研究当作优先处理的计划。结果，初步阶段的顾问研究于一九九八年十月展开。

在香港推广水冷式空调系统的顾问研究

3.6 机电工程署委托顾问公司进行一系列研究，其目的是：

- 分析及比较各类水冷式空调系统的能源效益及技术可行性；
- 检讨现有供水系统及基础设施；
- 预测日后供水来源及需求情况；
- 与气冷式空调系统相比，评估各类水冷式空调系统的经济效益及对环境的影响；及
- 建议达致目标的方法，包括制度安排。

3.7 顾问研究分为以下三个阶段：

- **初步阶段** 这个阶段包括全面估计能源及经济上的节约量，以及与各类水冷式空调系统有关的制度及环境事宜，其中包括较复杂的集中式冷却系统。该研究亦会集中于基础工作，以便准备进行第一及第二阶段研究；
- **第一阶段** 这个阶段的重点是按照初步阶段的建议进行地区范围的研究。顾问会特别就三个地区(即东南九龙发展区、一个新填海区及另一个现有地区)进行详细的可行性研究。这个阶段会提供所需文件及多套报告，以便当局：
 - (i) 采取一切所需法定、行政及谘询步骤；
 - (ii) 决定有关项目由详细设计至具体完成的适合进行程序，以及项目的运作及保养事宜；及
 - (iii) 着手实施有关项目，邀请私营机构投标或在适合工务部门安排所需资源，以便在那些地区进行有关项目；及
- **第二阶段** 这个阶段包括综合性的全港研究，考察并确定可使用水冷式空调系统的特定地理区域。这个阶段会建议所需的相应基础设施、资源及水冷式空调系统方案。

3.8 初步阶段所研究的集中式冷却系统，通过专用配水网络，供水给个别地区作空调用途。与独立系统相比，集中式冷却系统在规模经济及多样化(即各类使用者使用模式不同，因而可减少中央机组的负荷量)方面，均有优胜之处。集中式冷却系统包括以下两大类：

- **集中式管道供应海水系统** 这个系统包括一个设于海滨的大型泵房，将海水泵入、集中处理，然后送往区内建筑物，以非循环方法或蒸发式冷却塔方法，将冷凝器冷却；及
- **区域性冷却系统** 这个系统包括大型集中式专用冷冻机组，供生产冷冻水，然后送到区内建筑物，作空调用途。每幢建筑物毋须再自设冷冻机，而只须安装热能交换设备。

3.9 设立集中式冷却系统所引致的复杂事宜及问题，为数甚多。装设独立配水网络涉及复杂技术及行政问题，并须尽早纳入地区发展计划。因此，对已发展地区或许不可行。该系统亦涉及成立负责运作集中式系统的机构，如该机构属私营公司，则须制定管制计划，并监察该项服务的供应情况及收费。

3.10 为配合东南九龙发展区的时间表，机电工程署计划提前在二零零零年年底完成第一阶段研究的部分项目。其后，政府各政策局 / 部门会谘询有关方面及有意营运的机构。政府会在二零零二年或之前选出东南九龙发展区的营运商，以配合其整体发展时间表，使营运商可在二零零六年或之前开始运作。

3.11 初步阶段顾问研究于一九九八年十月展开，一九九九年五月完成，顾问费为315万元。该研究显示，水冷式空调系统在技术、经济及财政上均可行。顾问亦建议加快进行第二阶段研究计划，与第一阶段研究重叠，以便在连续步骤实行之前，确定适合采用比较低密集度基础设施方法的水冷式空调系统的地区。

审计署的意见

3.12 审计署注意到，虽然顾问研究的范围已包括对本港供水基础设施和未来食水供求的探讨，但该研究视使用自来水受到限制为理所当然，因此从未对禁止使用自来水作空调用途的理据作详尽探讨。该项研究把重点放在地区性的基础上。

3.13 审计署认为广泛使用水冷式空调系统的主要障碍是，根据现行做法，水务署不准使用自来水于空调系统作舒适降温用。能源效率谘询委员会和能源效益及节约小组委员会已就使用自来水作空调用途的可能性进行深入讨论。规划环境地政局局长和水务署署长对这问题持不同意见。水务署署长认为：

- 用水管输送的冲厕用水，不能用于水冷式空调系统，因为这个供水系统的容量小及不大可靠；及
- 不准使用自来水作空调用途的政策须维持不变。

3.14 规划环境地政局局长很热衷推广使用水冷式空调系统这个方案，因为此举有机会为社会带来很大的利益，而这正正是其政策范围内的工作(即能源效益、节省能源和减少温室气体排放)。他认为即使是涉及用水事宜的政府政策，水务署也不是唯一负责作出决定的部门。有关方案的问题和限制看来是并非不可克服的。

3.15 一九九七年二月，规划环境地政局局长寻求工务局局长的支持，以进一步探讨使用自来水于水冷式空调系统的可能性。工务局局长回应时表示：

—— 从广东省输入的淡水，供应稳定和可靠。因此，淡水的供应看来不是限制条件，只要能够与广东省达成协议，增加淡水供应，以及有足够筹建时间扩建供水的基础设施，便没有问题；及

—— 他并不排除使用淡水作空调用途的可能，因为这只是另一种形式的工业用水。

3.16 审计署认为，推广使用水冷式空调系统的最有效方法是容许使用自来水作空调用途。发展商及用户应有选择权，可在新建的楼宇装置水冷式空调系统，而现有楼宇的空调设备到期更换时，也可采用这套系统。这个做法不需政府干预，并能让私营机构利用水冷式空调系统节省能源。根据审计署对本港使用水冷式空调系统调查所得的结果，本地专业工程团体及组织一般都熟知水冷式空调系统的应用和其优点。若非使用自来水作空调用途有所限制，便会向顾客推荐这个系统。

3.17 审计署认为，推广使用水冷式空调系统要处理的首要事项，是详细研究水务署禁制使用自来水一事，并深入探讨使用自来水于水冷式空调系统的可行性。审计署认为，利用淡水作空调用途是合理的使用。另外，食水供求预测显示，供水系统有过剩的淡水供应量，可应付水冷式空调系统所引致的额外需求(见下文第5.17段)。

3.18 审计署亦认为，顾问研究并不是以最有效方法处理使用具能源效益空调系统的问题。除非使用自来水作空调用途的问题能够有效地处理，否则，要早日推广使用水冷式空调系统的进度会相当缓慢。

审计署的建议

3.19 审计署**建议**规划环境地政局局长及机电工程署署长应：

—— 专注研究自来淡水的使用，作为推广及促进使用水冷式空调系统的未来路向；及

—— 检讨第一及第二阶段顾问研究的范围及方向，并作出所需调整，以期拟订方案，促进使用淡水于水冷式空调系统。

当局的回应

3.20 规划环境地政局局长表示同意审计署在上文第3.19段所提出的建议，并会检讨日后进行实施研究的范围及阶段。他认为在新填海区(例如东南九龙发展区)，有机会采用更具能源效益的水冷式空调系统(例如区域性海水冷却系统)。至于在难以推行区域性冷却系统的地方/地区，他会与工务局及水务署紧密合作，探讨如何最有效地推广转换使用水务署供应的淡水及冲厕用水的水冷式空调系统。

3.21 机电工程署署长表示，虽然原则上他同意容许自来水用于水冷式空调系统是一个有效的方法，但当局应从节省能源及持续发展的角度，充分利用能源。初步阶段顾问研究显示，使用集中式冷却系统更能节省能源，并为环境带来更多利益，应予以考虑。鉴于使用集中式冷却系统可节省更多能源，故仍应研究在现有及新开发地区使用该系统的可行性。他亦表示：

- 初步阶段顾问研究是将各类水冷式空调系统与气冷式空调系统作比较；
- 由于使用淡水于冷却塔是顾问研究的一个重点，而研究对集中式冷却系统较为着重的地方(如有的话)，就只是比较各个方案。初步阶段顾问研究没有排除使用淡水的可能，这仍是研究内的其中一个方案，会与集中式冷却系统在能源效益及经济效益方面作客观的比较；及
- 他已根据初步阶段顾问研究结果，修改水冷式空调系统的顾问研究计划。他会把第二阶段的研究提前在二零零零年年中展开，这阶段的工作属全港研究。原定的第一阶段研究是地区研究，会包括东南九龙发展区的一个新开发地区，以及位于湾仔及铜锣湾的一个现有地区。

3.22 工务局局长表示：

- 最近完成的水冷式空调系统初步阶段顾问研究，比较了各类水冷式空调系统的经济及财政效益。整体来说，区域性冷却系统是最具能源效益的方法，带来的经济及财政效益亦最大；
- 顾问研究亦找出，在广泛推行任何水冷式空调系统方案前，需要进一步处理的若干主要问题及限制。机电工程署会委托顾问进行全港研究，在考虑到环境、监管、制度、财政、技术及土地行政的问题后，探讨及找出可推广使用水冷式空调系统的地区；及
- 水务署已在本年初就水冷式空调系统，进行内部检讨。有关检讨结果会在短期内完成，为全港研究提供所需资料。

第 4 部分：水务署禁制使用自来水作空气调节用途

《水务设施规例》及水务署的惯常做法

4.1 如上文第2.11至2.13段所述，水冷式空调系统在香港的使用并不广泛，主要原因是水务署以节约用水为理由，禁制任何人使用自来水作空调用途。

4.2 根据《水务设施规例》(第102章)第13条，除获水务监督书面许可外，任何人不得将来自水务设施的供水用于任何暖气、冷气或湿度调节装备。水务署的内部训令第902号“使用自来水作冷却/空气调节/湿度调节用途”订明自来水只可在以下情况用于水冷式空调系统：

- 对工业生产工序有必要的蒸发式空调系统，不论是作冷却或空气调节用途，但耗用的水必须只是因蒸发而失去的；及
- 用于工业生产工序以外的必要用途的蒸发式空调系统，但耗用的水必须只是因蒸发而失去的。只在绝对有必要装设这些空调系统的情况下(例如医院手术室的空调系统)，这类用途才会获批准。

4.3 水务署禁止任何人使用自来水作空调用途，只有作工业生产工序或必要用途的才获豁免。根据这项安排，作舒适降温用的空调系统不会获得豁免。这项安排载于水务署的“拟备敷设水管建议指南”，供水管工程从业员和一般市民参考。

禁制的执行

4.4 有关使用自来水作空调用途的禁制，在很久之前已实施。根据水务署的记录，过去20年，只有116宗个案获豁免。详情载于附录F。

4.5 近年获批准的个案数目急剧下降。在一九七九年至一九八八年的十年间，有108宗个案获批准。在一九八九年至一九九八年的十年间，则只有八宗。这情况是由于申请空调系统用于工业生产工序或必要用途的数目减少而直接引致的。

审计署的意见

4.6 有关使用自来水作空调用途的禁制在很久之前订立，当时香港食水供应短缺，而空气调节亦被视为奢侈的享受。香港曾在一九六三年、一九六七年、一九七七年、一九八一年和一九八二年实施制水。政府为确保有足够的食水供应以应付不断增加的需求，作出了很大的努力。现在香港的食水有76%是由广东省供应的。

4.7 不过，空气调节已不再只是为了提供舒适的环境，而是商业运作的基本必需条件。空气调节为商业活动提供极其重要的支援。减少空气调节的电费，即减少企业的运作成本，而企业的竞争力会因而提高。就这方面来说，将自来水用于水冷式空调系统以减少用电量，不应被视为浪费用水。尽管有需要节约用水，审计署认为，在目前情况下，使用自来水作空调用途是应得到支持的，不应再受禁制。

4.8 审计署注意到，水务署并没有就自来水用于其他行业或自来水的特殊用途订立类似的管制。审计署认为，目前是否有需要禁制使用自来水于水冷式空调系统，很成疑问，而水冷式空调系统对淡水的需求应由供水系统提供。

已发展国家和内地城市的做法

4.9 上文第2.14段提及的审计署调查显示，回应调查的已发展国家和内地城市并无发出类似禁制，禁止使用自来水作空调用途。新加坡和一些内地城市，包括北京、上海、广州和深圳等例子尤其值得参考。在这些地区，节约用水虽然备受重视，但却没有限制使用自来水作空调用途。

禁制的执行

4.10 一九九六年，机电工程署进行了一项有关冷却塔的调查，发现全港约有12 000个冷却塔(见下文第6.22段)。比较起来，水务署在过去20年总共只批准了116宗使用淡水作空调用途的个案。机电工程署进行调查的目的，是为了预防和控制退伍军人病症，因而并无确定受调查冷却塔的供水来源。审计署注意到：

—— 据屋宇装备业的专业人员指出，大部分水冷冷却塔都是由酒楼、零售店铺和小型工厂等中小型企业装设，作舒适降温用，而水源是来自未经批准的水管接驳；及

—— 水务署很少对未经批准的接驳进行监察及提出检控。在一九九七年及一九九八年，水务署只检控了六宗有关不恰当用水作空调用途的个案。

作为供水服务的另一收入来源

4.11 使用淡水作空调用途可视为另一种工业用水。过去十年，工业界的淡水耗用量和政府在这方面的收入一直持续下降。把淡水用于水冷式空调系统不但可善用由工业界腾下的耗水量，更可为政府提供新的收入来源。

审计署的建议

4.12 审计署建议工务局局长和水务署署长在考虑下列要素后，应审慎检讨禁止使用淡水于水冷式空调系统的理据：

- 商业楼宇使用水冷式空调系统的需要；
- 已发展国家和内地城市的做法；及
- 放宽禁制所带来在经济和环境方面的利益。

当局的回应

4.13 **水务署署长**表示欢迎审计署对在香港广泛使用水冷式空调系统这事上的关注。帐目审查大致上已针对这事项的关键问题。他亦表示：

- 使用自来水作舒适空调用途，一直是他关注的事项，而上次就这事项进行检讨是在一九九五年。当时，由于滤水厂的产量并不足以应付预期使用蒸发式水冷空调系统的额外用水，故他未有放宽使用自来水的政策。再者，当时政府的政策亦未有鼓励使用自来水作舒适空调用途。有关研究建议应在二零零零年或之前作进一步检讨。作为他计划资源分配的一部分，以及回应机电工程署就广泛使用水冷式空调系统所进行的研究，他已提前在一九九九年年初就此事项进行检讨。有关检讨将于一九九九年十一月完成；
- 水务署禁止使用自来水作空调用途的立场，乃基于当时滤水产量不足以应付二零零零年之前额外的空调用水的需求，以及一九九七年之后可能出现的人口急剧增长。因此，水务署对使用自来水于水冷式空调系统并没有偏见(注2)；及
- 水务署为蒸发式冷气系统供应用水以进行必要的工业及其他程序。不过，由于可用的水源有限，加上供水系统的容量亦不足以应付额外需求，故水务署未能将供水用途扩展到舒适空调用途。此外，不久之前，香港曾经历数年旱年，几乎触发制水，此点亦应留意。

4.14 **建筑署署长**表示，他全力支持在香港推广使用水冷式空调系统，以及尽早放宽使用淡水作空调用途的禁制。

注 2：审计署注意到，能源效率谘询委员会和能源效益及节约小组委员会在一九九一年和一九九七年考虑广泛采用水冷式空调系统时，水务署对使用淡水操作水冷式空调系统表示反对(见上文第3.1及3.2段)。

第 5 部分：香港淡水的供应和需求

香港的供水系统

5.1 水务署营运的供水系统由淡水供应系统和供冲厕用的海水供应系统组成。淡水供应系统包括17个水塘、19座滤水厂、141个抽水站、166个配水库、4 809公里长的水管，及约300公里长的引水道和隧道。最高存水量为5.86亿立方米，每日最高滤水量为430万立方米。

5.2 为市区和新市镇供应冲厕用海水的系统是另一个完全独立的网络，由38个抽水站、49个配水库及1 111公里长的水管组成。一九九八年冲厕用水耗用量为1.99亿立方米。由于其容量小且供应相对不大可靠，故水管供应的冲厕用水不能用于空调系统。

淡水供应

5.3 香港的淡水主要来自两个来源，即集水区和购自广东省的食水。香港的淡水供应大部分是购自广东省的食水。详情见附录 G。一九八九年签订的供水协议保证食水供应足以应付本港直至二零一一年需要。在磋商新协议时会考虑香港对淡水的预测需求。

审计署对淡水供应的意见

5.4 现时广东省的供水基础设施设计容量为每年11亿立方米。由于每年平均集水量约为2.88亿立方米，香港的总供水量为13.88亿立方米。一九九八年，淡水总耗用量为9.16亿立方米。相对13.88亿立方米的总供水而言，尚有大幅空间应付耗水量增长。

5.5 审计署注意到，水务署曾修订广东省淡水预定供水量。由于耗水量增长较预期低，预定的广东省淡水供水量每年增幅，已由3 000万立方米下调至1 000万立方米，详情请见附录 H。

淡水耗用量

5.6 计至一九九零年的20年来，淡水耗用量一直以每年约6%的增长率递增。一九九一年至一九九八年间，淡水耗用量的增长率则为-1.62%至2.92%不等。实际耗水量为7.5亿立方米至9.28亿立方米，但工业耗水量则呈下跌趋势。一九八七年至一九九八年间香港的淡水耗用量载于附录 I。

审计署对淡水耗用量的意见

5.7 根据水务署的记录，香港淡水耗用量下降，主要是由于制造业迁离香港，特别是耗水量极高的纺织和成衣业，令工业耗水量大幅下降所致。附录 I 显示，工业耗水量由一九八九年高峰期的1.82亿立方米下降至一九九八年的6 600万立方米，大幅减少1.16亿立方米。

5.8 水务署对一九九九年至二零一二年间的淡水供应量预测载于附录J。从中可见在一九九九年至二零一二年间，预测香港的淡水供应将会过剩。过剩供应量由二零零四年最低的6 900万立方米至二零一一年及二零一二年最高的1.64亿立方米不等。此外，审计署注意到，广东省的供水每年最高可达11 亿立方米。倘把该数字用于附录J 所载的供水预测中，则预测过剩供水量会高达二零零四年的3.49 亿立方米和二零一一年的3.74亿立方米。审计署认为，供水系统有极充裕的容量，应付日后的需求增长和额外的淡水需求。

水冷式空调系统所耗用的额外淡水

使用蒸发式冷却塔的水冷式空调系统的耗水量

5.9 在水冷式空调系统的蒸发式冷却塔，淡水是从以下途径消耗的：

- 循环冷却水通过蒸发流失；
- 从冷却塔的气栅飘走；及
- 定期以清洁的淡水更换一小部分的循环冷却水，以保持水质。

循环冷却水的总流失量约为1.3% 至1.8% ，有需要加水补充。

5.10 若香港广泛使用水冷式空调系统，便会对淡水带来额外的需求。不过，鉴于水冷式空调系统的资本成本高昂，非住宅楼宇不大可能立即转用这种系统。相信只在气冷式空调系统到期更换时，才会转用这种系统。由于气冷式空调系统的使用年期平均为 15 至 20 年，因此，由气冷式空调系统转换至水冷式空调系统的过程需时甚长，而耗水量亦只会逐步增长。审计署认为，若有需要改动供水系统的基础设施以应付对淡水的额外需求，时间是充裕的。

一九九五年水务署对可否放宽禁制的研究

5.11 一九九五年八月，由于要求放宽使用自来水作空调用途的压力越来越大，水务署遂就全面放宽禁制的可能性进行研究。

5.12 水务署根据建筑署就空调系统工程方面所提供的假设，以及差饷物业估价署公布有关工商业楼宇楼面面积方面的统计数字，推算香港水冷式空调系统对淡水的需求。结果显示，需求会逐步由二零零零年的3 930万立方米增加至二零一五年的1.196亿立方米。详情见附录 K 。

5.13 水务署对额外耗水量的推算，是根据多个假设所作出的，这些假设包括：

- 所有工商业楼宇楼面面积的空调系统均由气冷式转为水冷式；及
- 耗水量每年会上升3.2% 。

5.14 水务署的报告表示，若放宽禁制，容许使用自来水作空调用途，将会令社会整体受惠。不过，由于对自来水的额外需求会对淡水供应的稳定程度和滤水厂的处理能力加重负担，报告的结论是不应放宽禁制。一九九七年一月，在能源效益及节约小组委员会的会议上，水务署代表根据报告结果，反对容许使用淡水于水冷式空调系统(见上文第3.2 段第二分段)。

审计署对水冷式空调系统所耗用的额外淡水的意见

5.15 审计署研究过水务署的推算基准，发现水务署在上文第5.13 段所作出的两个假设是值得质疑的。在推算需求时，水务署假设所有楼宇均会采用水冷式空调系统，而且把所有楼面面积都计算在内，以估计耗水量。这个方法与机电工程署所采用的假设不同。机电工程署假设在总楼面面积中，大约只有70% 适合采用以淡水冷却塔运作的水冷式空调系统。审计署认为，水务署的假设夸大了对淡水的额外需求的预计，原因如下：

- 部分大厦已安装了使用海水非循环系统的水冷式空调系统；
- 并非所有大厦均以中央空调系统提供空气调节。部分大厦是使用者自行安装独立式冷气机的；
- 大厦中并非所有楼面面积均需要空调。在设有中央空调系统的大厦，楼梯、机房、茶水间、厕所和储物室等地方通常不需要空气调节；及
- 部分大厦由于设计和结构问题，未必适合把气冷式空调系统转为水冷式空调系统。

5.16 水务署亦假设楼面面积增加令每年耗水量上升3.2% 。不过，审计署发现，在一九九三年至一九九七年的五年内，工商业楼宇的总楼面面积每年事实上只有1.4%的增长。

5.17 审计署以 70% 的更换系统比率和 1.4% 的总楼面面积增长率，重新计算对淡水的额外需求。详情载于附录 L。审计署推算所得的淡水需求，远较水务署推算所得的为低。根据审计署的推算，对淡水的需求，只会由二零零零年的1 330 万立方米上升至二零一五年的 5 690 万立方米。下文表一显示，淡水的过剩供应量可完全满足水冷式空调系统对淡水的额外需求。

表一

淡水供应与因采用
水冷式空调系统而引致的额外淡水需求的比较

年份	预测耗水量 (百万立方米)	预测过剩供应量 (百万立方米)	水冷式空调系统 带来的额外需求 (百万立方米)	水冷式空调系统带 来的额外需求占预 测耗水量的百分比 (百分比)
一九九九年	934	124	—	—
二零零零年	957	111	13.3	1.39%
二零零一年	975	103	16.2	1.66%
二零零二年	995	93	19.1	1.92%
二零零三年	1 007	91	22.0	2.18%
二零零四年	1 039	69	24.9	2.40%
二零零五年	1 023	95	27.8	2.72%
二零零六年	1 017	111	30.7	3.02%
二零零七年	1 011	127	33.6	3.32%
二零零八年	1 010	138	36.6	3.62%
二零零九年	1 004	154	39.5	3.93%
二零一零年	1 007	161	42.4	4.21%
二零一一年	1 014	164	45.3	4.47%
二零一二年	1 024	164	48.2	4.71%

资料来源：水务署的记录和审计署的推算

滤水厂和配水网络的容量

5.18 除了影响整体供水外，采用水冷式空调系统所需额外耗用淡水也会影响滤水厂和配水网络的容量。审计署注意到，水务署的滤水厂每天可处理430万立方米的淡水，即每年处理15.695亿立方米。这个数字较一九九八年9.16亿立方米的实际耗水量和二零一二年10.72亿立方米的预测耗水量(已把因采用水冷式空调系统所需要的额外需求计算在内)高得多。此外，分别位于大埔和牛潭尾的两座滤水厂的建筑工程正在进行。该两座滤水厂落成后，将可提高有关区域以至全港处理污水的能力。

5.19 审计署认为，淡水的额外需求对配水网络影响不显著。根据审计署在上文表一所示的推算，在全面改用水冷式空调系统时，额外耗水量约占预测淡水耗用量5%。此外，额外需求只会逐步增加，因为以水冷式空调系统取代气冷式空调系统需时颇长，所以会有足够时间对配水网络进行所需的改良或调整。审计署注意到，水务署已计划推行一项改良水管计划，在20年内更换60%的淡水水管和34%的海水水管，预算开支为130亿元。审计署认为，这项计划应顾及将来的需求增加，包括水冷式空调系统对淡水的额外需求。

5.20 审计署认为，最终的目标是全面废除对空调用水的禁制。当局可以根据配水网络和区域需求的情况，分区放宽禁制。当局应先选取有过剩供水量的地区(例如用水量大减的工业区)作为试点。在全面废除禁制前，可先按个别地区的淡水供求情况，考虑每宗个案，以决定是否批准使用淡水。

水务署近期的意见

5.21 一九九九年二月，审计署与水务署讨论废除禁制的可行性。其后，水务署于一九九九年三月知会机电工程署谓：

- 短期来说，由于淡水用量的增长放缓，供水系统和滤水厂的处理量均可应付蒸发式水冷空调系统对淡水的需求；及
- 长远来说，与广东省洽商新的供水协议及计划增建滤水厂时，会顾及对淡水的额外需求。然而，现有的配水网络将需要大幅度提升，以便能应付额外的需求。只要有时间和经费，提升现有的配水网络的问题并非是不能克服的。

一九九九年四月，水务署展开一项研究，再次探讨放宽使用淡水作空调用途的禁制对淡水供应系统的影响。

审计署的建议

5.22 审计署建议工务局局长和水务署署长应考虑制定行动方案，以便能及早放宽使用自来水作空调用途的禁制。

当局的回应

5.23 水务署署长表示：

- (a) 11亿立方米只是广东省供水的输水设施的最终设计容量，而接收容量实际上是分阶段实施，以配合需求；
- (b) 集水区的平均集水量(2.88亿立方米)并非每年均可达致。其实，实际的集水量超逾或低于平均集水量的可能性差不多。因此，有需要探讨水源在早年是是否足够，例如10年一遇的早年(1.82亿立方米)及50年一遇的早年(1.07亿

立方米)，这时水源便可能有所不足，短缺之水量便要由当时的水塘存水补足(注3)；

- (c) 他现时的评估是，在二零零零年至二零一四年间，水冷式空调系统对淡水的额外需求是由每年2 180万立方米至1.081亿立方米(注4)；
- (d) 他现时的评估与审计署的估计有差异，是由于在假设上有分别：
 - (i) 水务署假设 100% 的商业用楼面面积需要空调，而审计署的假设则为 70% (注5)；及
 - (ii) 水务署预测，由于新的非住宅物业发展，所引致的空调用水需求增长率为每年2.9% ，而审计署预测的增长率则为1.4% (注6)；
- (e) 滤水厂必须有足够的容量，以配合最高需求，而不仅限于其服务地区每日平均需求。它亦必须配合该区需求的增长，因为一个新的滤水厂，需时七至十年才能建成。由于滤水厂不是完全接连的，某一处有过剩容量，并不能补足另一处的预计不足。以全部滤水厂总容量与全港每日总平均需求比较，并总结有过剩的容量是不对的；及
- (f) 商业区例如中西区、湾仔、铜锣湾及尖沙咀的区域配水网络，普遍不足以应付空调用水的额外需求。通常，在这些区域的配水系统的水管直径为75毫米至150 毫米。若要配合额外供水便需要直径为100 毫米至200 毫米的较粗水

注 3：审计署认为，平均集水量提供一个合理基础，以推算某一年集水区的集水量。因此，审计署以此估计淡水的供应。审计署注意到，在一九九九年四月，水塘存水量为5.51 亿立方米，或总存水量的94%。这个高存水量，加上广东省供水的保障，以及在供水协议下可增加供水的条文，应可在干旱出现时提供有效的纾缓。

注 4：水务署现时估计水冷式空调系统对淡水的的需求，可在一九九九年至二零一二年期间，由6900万立方米至1.64亿立方米的预计淡水过剩供应量(见上文表一) 提供。

注 5：就上文第5.15段所述的理由，审计署认为，应只把70%的楼面面积列入计算水冷式空调系统的淡水需求。这与机电工程署及建筑署的做法一致。若以100%的楼面面积计算，则会高估水冷式空调系统的淡水需求。即使假设楼面面积为100%，估计水冷式空调系统的淡水需求，仍可由预计的过剩淡水供应量提供(见上文第5.23(c) 段注4)。

注 6：审计署注意到，水务署在计算中使用2.9%为非住宅楼宇楼面面积的预计增长率，而该增长率原来在过去数年均被高估了(见上文第5.16段)。因此，审计署认为，在一九九三年至一九九七年间的1.4%实际增长率是对楼面面积增长率的较佳估计。

管。因此，这些地区的配水网络预期需要有大型改善工程，所以说额外供水需求对配水网络的影响不显著(注7)。

5.24 **建筑署署长**表示，从审计报告中，他知道在若干地区，淡水配水系统未必能配合水冷式空调系统的额外需求。空调系统的最高负荷是由上午十一时至下午四时，视乎建筑物的方向及遮光情况。如果这时段与淡水需求的高峰时段相符，水务署可考虑要求水冷式空调系统的用户，预备有足够容量的贮水箱，以配合高峰时段的供水需求(注8)。

5.25 **工务局局长**表示，审计署建议制定行动方案，以放宽使用自来水的禁制，会在机电工程署就水冷式空调系统进行的全港研究中予以探讨。

注 7：审计署认为，额外需求对配水网络的影响不显著。在放宽禁制后，额外需求会由低水平，即在新建筑物装置水冷式空调系统，及在旧建筑物把气冷式空调系统转换为水冷式空调系统时开始。这需求会在一段长时间内逐渐增加，直至全面转换为水冷式空调系统。到时，它仅占总耗水量的5% (见上文第5.19段)。审计署认为，逐渐增加的水冷式空调系统的需求，应可计入配水网络未来的计划及预算的水管改善计划内。

注 8：建筑署署长建议使用贮水箱，可纾缓水冷式空调系统就淡水需求对配水网络的影响。意思是在晚间，当需求量低时，装满贮水箱；在日间，当需求量达到高峰时，水冷式空调系统可使用贮水箱的存水。

第 6 部分：淡水冷却塔的操作对健康的影响

退伍军人病症

6.1 在推广采用淡水冷却塔的水冷式空调系统时，必须加倍小心处理，因为操作淡水冷却塔已发现会引发退伍军人病症。

6.2 退伍军人病症在一九七六年七月首次被发现。当时，一群美国退役军人在费城参加集会，有200多人发病，并有34人因而死亡。经医学调查后，发现导致该疾病的病菌是一种未为人知的品种，该病菌后被命名为*退伍军人症病菌* (*Legionella Pneumophila*)。自从发现这种病菌以来，美国、英国、澳洲及新加坡等地相继有零星的、甚至有蔓延性的个案出现。在香港，近年有记录的退伍军人病症数目只得数宗。根据以往的统计数字，发现退伍军人病症在欧洲国家、美国及澳洲等地较为肆虐和严重。

6.3 退伍军人病症属非常见传染病，有时可能不为人发现，也可能不获呈报。退伍军人病症的症状一般与严重肺炎相似，患者会感到不适、肌肉疼痛、咳嗽、气喘、头痛和发热，并通常最终导致呼吸衰竭。根据一些海外调查，发现每次退伍军人病症爆发，患病率少于5%，而死亡率则约为10%。不少抗生素在对付退伍军人症病菌方面均十分有效。倘病人在肺炎病发初期，尤其如果病人并无潜伏病症破坏其免疫系统，立即服用适当的抗生素，效果会十分显著。倘免疫系统遭到破坏，而又未能及早获得适当治疗，这些病人可能会长期住院、感染并发症，甚至死亡。

6.4 退伍军人症病菌遍布于天然水源，如河流、溪涧、池塘及湿土。不过，退伍军人病症的爆发，通常与人工的水务系统有关。存在的退伍军人症病菌，如缺乏有利条件繁殖和扩散，通常不会引致传染该种疾病。这种病菌的传播主要是由人体吸入了空气中含有这种病菌的水点(即喷雾)或微粒，病菌从而进入并积聚于肺部内。根据以往呈报的个案显示，引致这疾病蔓延的喷雾主要来自楼宇的水务系统，包括空调系统的蒸发式冷却塔及增湿器、热水和冷水系统、按摩池、工业加热及冷却工序等。这些系统通常是设计在一个退伍军人症病菌的理想滋生温度下运作。

退伍军人病症和冷却塔的运作

6.5 冷却塔在正常运作下，会产生喷雾，而这些喷雾可能会经由冷却塔的排气装置带进周围环境。如果冷却水内藏有退伍军人症病菌，吸入喷雾便可能受到感染。保养不善的冷却塔在海外被视为与退伍军人病症的爆发有关。使用冷却塔运作空调系统的大厦，已证实曾发生退伍军人病症。不过，在一些与空调系统无关的大厦和环境，也曾发现这种病症。

6.6 受污染的冷却塔对公众健康会构成危险。这些从冷却塔排放出来含有退伍军人症病菌的水点，可能会在空气中，特别是在潮湿的环境，悬浮一段长时间。这些水点亦可浮游一段颇长的距离。大水点经过蒸发后可变成小水点，含菌量仍旧相同。易受感染人士一旦吸入小水点，便可能患上退伍军人病症。

6.7 感染退伍军人病症要看多个因素而定，包括人体的免疫能力、环境因素及退伍军人症病菌的滋生能力和含量。当退伍军人症病菌繁殖至高含量的情况时，人体便会感染这种疾病。直至目前所知，感染这种病菌的唯一途径是藉着呼吸，而非经由进食或人与人的接触。老人、住院病人和患有免疫力系统缺乏症的人相信是最容易感染这种病症。

预防和控制退伍军人病症

6.8 经研究发现，退伍军人症病菌可遍布于环境中，要彻底消灭这种病菌是不可能的事。不过，采取适当的预防措施，可防止这种病菌繁殖至危害人命安全的数量。一般来说，妥善的内务管理和定期保养设备和装置，均有助预防和控制这种疾病。

6.9 欠缺妥善操作和保养的水务装置(如冷却塔)，会助长退伍军人病症的传播。不过，如水务装置设计妥善，并能按照既定的技术及行政措施，包括利用化学剂定期处理冷却水以防止病菌滋生，使有关装置得以妥善运作和获得适当的保养，这种可能危害健康的病症当可预防和减少。

海外在预防及控制退伍军人病症方面的做法

6.10 海外国家已制定技术及行政措施，以预防及控制退伍军人病症。一些已发展国家(例如英国、澳洲及新加坡)均规定所有冷却塔必须经规管当局注册，确保冷却塔的装置得以妥善设计、建造及保养，以防止退伍军人病症蔓延。

6.11 典型的技术及行政措施包括以下各项：

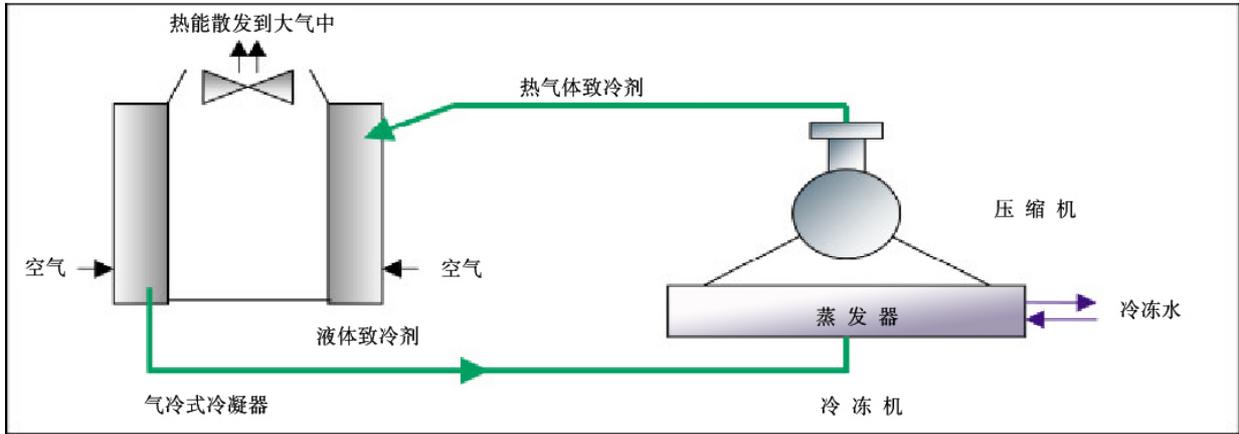
- 在循环冷却水中投配化学品，以防病菌滋生；
- 有效清洁及保养冷却塔；
- 妥善放置冷却塔，远离空调系统的新鲜空气入口；及
- 政府立法规定保养及监察事宜。

6.12 在英国，一九九二年制定的冷却塔及蒸发式冷凝器具报规例，规定所有冷却塔必须经地方当局注册，确保冷却塔的装置得以妥善设计、建造及保养，以防止退伍军人病症蔓延。

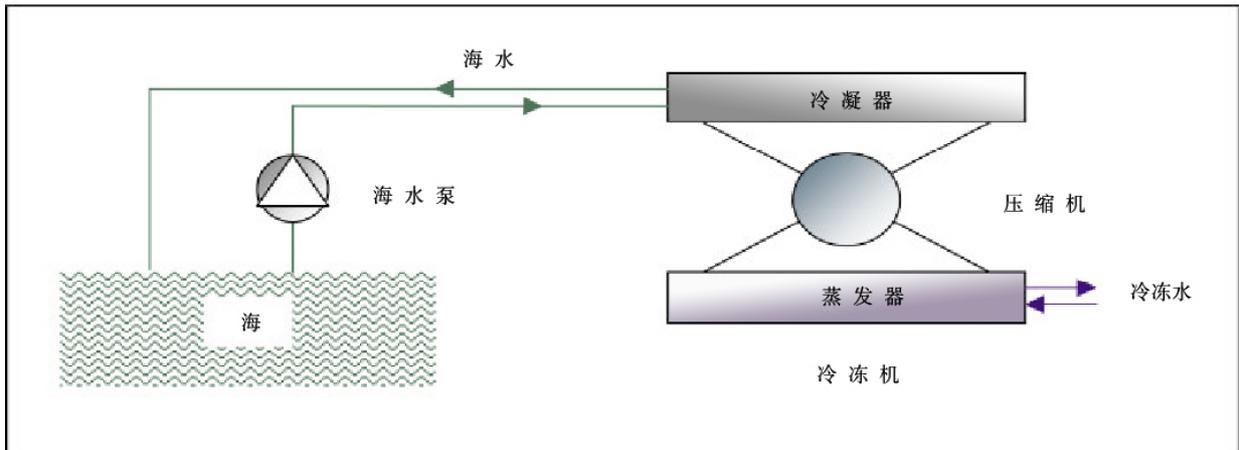
图一

典型的气冷式空调系统和水冷式空调系统的冷冻机简图
(参阅第2.3段)

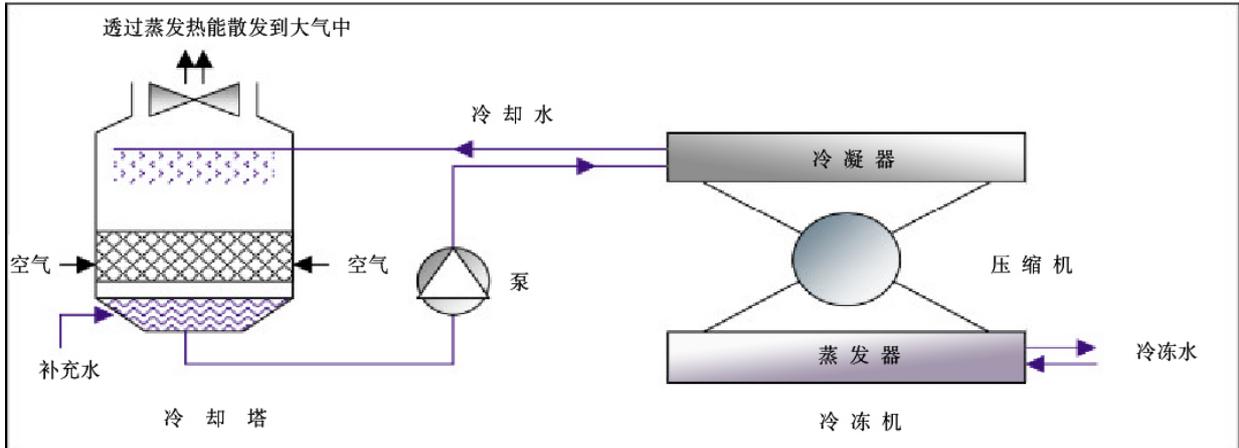
A. 气冷式空调系统



B. 水冷式空调系统(用海水的非循环式系统)



C. 水冷式空调系统(蒸发式冷却塔系统)



资料来源：有关空调系统的工程手册

照片一
一堆破旧的冷却塔
设置在旺角一条后巷里
(参阅第 6.28 段)



资料来源：审计署拍摄的照片

照片二
一堆破旧的冷却塔
设置在油麻地附近楼宇的窗户旁
(参阅第 6.28 段)



资料来源：审计署拍摄的照片

照片三
新旧冷却塔设置在旺角一幢商业大厦的平台上
(参阅第6.28 段)



资料来源：审计署拍摄的照片

照片四
两座巨大的冷却塔设置在沙田一公共屋邨的平台上
(参阅第6.28 段)



资料来源：审计署拍摄的照片

照片五
发现冷却塔设在观塘
两幢工业大厦之间的后巷里
(参阅第6.28 段)



资料来源：审计署拍摄的照片

照片六
不同大小的冷却塔
设置在观塘的工业大厦
(参阅第6.28 段)



资料来源：审计署拍摄的照片

6.13 在澳洲，新南威尔斯州政府立法规定冷却塔拥有人必须将其设有冷却塔一事，通知地方政府。凡拥有未经注册的冷却塔者，均属违法。地方政府有责任监察所管辖地区的冷却塔数据库。注册机制有助确定冷却塔的位置，这可能是退伍军人病症爆发的来源。地方政府亦会查阅保养记录，并随机抽样化验冷却塔的水质。

6.14 在新加坡，环境部已公布工作守则，指导负责保养冷却塔的人士按照计划，藉妥善设计及保养，尽量减低退伍军人病症的风险。检查员随机抽样化验新加坡为数约3 000个冷却塔的水质。虽然新加坡并无立法管制冷却塔的设计、安装及保养，但据知当地所有冷却塔均符合政府规定。

6.15 退伍军人病症在其他已发展国家的爆发显示，这种病症可以致命。据知冷却塔会带来退伍军人病症蔓延的风险。不过，可采取技术及行政措施，尽量减低有关受污染冷却塔的风险。一般相信，冷却塔如能妥善设计、安装、运作及保养，便不会对健康带来过大风险。

退伍军人病症在香港的情况

6.16 一些已发展国家已制定技术及行政措施，以预防并尽量减低退伍军人病症的风险。不过，这些国家并无纯粹由于与退伍军人病症有关的风险而禁制使用冷却塔。在香港，当局亦无禁制使用冷却塔。水务署禁制使用自来水于水冷式空调系统，是为节约用水而非因退伍军人病症的风险。审计署认为，政府不应因退伍军人病症的风险而禁用冷却塔。审计署的意见是，预防及控制退伍军人病症的关键，在于妥善运作及保养所有可能导致退伍军人症病菌扩散蔓延的水务装置。

6.17 在香港，虽然退伍军人病症有零星的个案报告，但没有出现大规模爆发的情况。与退伍军人病症有关的问题，在欧洲、美国及澳洲均较香港严重。不过，由于香港气候温暖潮湿，而冷却塔及设有中央空调的建筑物，为数甚多，是退伍军人症病菌蔓延的温床，因此本地有潜在的退伍军人病症风险。

政府为预防退伍军人病症而采取的行动

6.18 一九八五年，政府成立预防退伍军人病症委员会，制定策略防止及处理该病症可能爆发的情况。预防退伍军人病症委员会由机电工程署助理署长担任主席，成员包括卫生署、工务局、香港大学、香港中文大学、建筑署及水务署的代表。预防退伍军人病症委员会的职责范围是在公共卫生、微生物学及工程事务方面，谘询香港及海外专家的意见及指引，以期建议运作、保养及设计准则，尽量减低香港发生退伍军人病症的风险。

6.19 一九八七年，预防退伍军人病症委员会就退伍军人病症发表第一份报告，其结论是可采取下列措施控制该病症：

- 确保冷却塔及通风系统的设计，以及冷却塔及通风口的位置，均按照良好的工程实务守则订定；及

- 进行妥善的预防计划，作为冷却及通风系统日常运作的一环，主要工作是进行化学处理及定期保养／清洁这些系统，以防止退伍军人症病菌的滋生。

工作守则

6.20 一九九四年十一月，预防退伍军人病症委员会印发《预防退伍军人病症工作守则》(工作守则)。工作守则是参考海外国家如澳洲、英国和新加坡类似的守则编制的。工作守则载有在设计、安装、操作及保养空调系统与水务系统，特别是冷却塔及中央热水供应系统方面须依循的建议做法，以便有效控制及防止感染退伍军人病症。建议的做法如下：

- 在所有情况下，须审查的首个方案是在合理可行的情况下，避免或放弃使用可喷射出污染的水的设备。倘不能避免使用这种设备，应采取措施以减少接触污染的水滴的机会，以及防止出现退伍军人症病菌可繁殖的情况，以防止及控制感染退伍军人病症的风险；
- 冷却塔应设于远离公众通路及通风和空调系统进气口的地方；
- 应推行全面的水质处理计划，以连续或间歇地使用抗腐蚀剂、消毒剂及防污化学品来过滤及处理冷冻水；
- 推行用水处理计划应旨在控制由于淤泥、水垢及细菌的滋生而污染喉管及冷却塔的情况，以维持在金属面的有效率热传递，并确保透过系统，水能自由流动；及
- 冷却塔应定期清洁、除去淤泥及消毒。清洁次数应根据冷却塔的清洁度及所在环境订定。

6.21 预防退伍军人病症委员会认为，只要有关方面遵守工作守则的规定，在冷却塔内循环的水的质素就能维持，感染退伍军人病症的风险就能减至最低。工作守则说明所有建筑师、工程师、大厦业主、屋宇经理及政府机关均须阅读工作守则及遵守工作守则的规定。工作守则亦规定须为每个冷却塔备存一份正式记录，载述准确及足够的资料，当政府委任的官员要求交出记录时，即交给他们审阅。

对冷却塔进行调查

6.22 一九九五年，预防退伍军人病症委员会透过机电工程署对全港的冷却塔进行调查。调查目标是搜集及编制有关冷却塔所在地点及数目的统计资料，以评估爆发退伍军人病症的风险，以及设立注册制度所需的资源。在一九九六年完成的调查显示：

- 香港共有 11 931 个冷却塔；

- 冷却塔最多的地区为旺角、油尖、观塘、九龙城、深水埗、葵青、中环、西环及湾仔；
- 在发现的冷却塔中，有1 615个或约14% 的冷却塔正位于打开的窗户或新鲜空气进气口的旁边。这些冷却塔并没有妥善安装，会令楼宇内的住客有感染退伍军人病症的风险；及
- 在发现的冷却塔中，有5 604个或约47% 的冷却塔欠妥善保养或肮脏。

6.23 在完成调查后，冷却塔的数目、种类、设置地点及保养情况的资料给汇集成一个资料库。调查报告建议继续进行调查，以分析及评估香港爆发退伍军人病症的风险。直至一九九九年八月，仍未有作出进一步调查。还有，预防退伍军人病症委员会并没有着手跟进其设立一个冷却塔注册制度的原来想法。

调查感染退伍军人病症的个案

6.24 预防退伍军人病症委员会负责协助卫生署调查已呈报的退伍军人病症个案。调查显示很多冷却塔的保养都有欠妥善，亦没有适当的水质处理。在某些个案中，从受污染的冷却塔搜集到的水样本中发现有退伍军人症病菌。预防退伍军人病症委员会的记录显示，直至目前为止，在香港呈报了的退伍军人病症个案共有16宗，如下文表二所示。

表二

香港已呈报的退伍军人病症个案数目

年份	退伍军人病症个案数目
一九八二年至一九九一年	6
一九九二年	1
一九九三年	0
一九九四年	3 (注)
一九九五年	1
一九九六年	2
一九九七年	2
一九九八年	1
	—
总计	<u>16</u>

资料来源：预防退伍军人病症委员会的记录

注：在一九九四年的三宗个案中有一名病人死亡。

审计署的意见

6.25 尽管退伍军人病症从未在香港大规模爆发，审计署认为，这种病症的风险实在不容忽视。这种病症的零星个案，以及在调查冷却塔时发现的多个蒸发式冷却塔，足以证明有此需要。

6.26 自一九八五年起，预防退伍军人病症委员会已开始推行各项预防和控制退伍军人病症的工作，并向冷却塔操作人员和拥有人发出工作守则作为指引。不过，审计署注意到，该工作守则并非根据任何法例发出的，仅供市民参考。工作守则所载须确保冷却塔妥善操作和保养的规定，在法律上不能强制执行。预防退伍军人病症委员会只能鼓励冷却塔拥有人和操作人员自愿遵守工作守则。

6.27 一九九六年进行的冷却塔调查，发现全港大约有12 000 个冷却塔，比起水务署批准的116宗个案(见上文第4.4段)，多出一百倍以上。鉴于本港并无其他淡水水源，大部分冷却塔料必是未经批准接驳至自来水水管。由于未经批准接驳至自来水水管已属不合法，难免令人怀疑操作人员会否愿意遵守工作守则的规定。还有一点须要注意，即使是那些经由水务署批准的个案，遵守工作守则与否，全属自愿性质。水务署的批准只与用水有关，与冷却塔的操作及保养并无关联。

6.28 一九九六年机电工程署就冷却塔进行的调查显示，有 14% 的冷却塔没有妥善安装，47% 则没有妥善保养。为跟进调查所得的结果，审计署在一九九九年四月和五月在一些选定地区，包括旺角、油麻地、尖沙咀、新蒲岗、观塘、沙田及中区进行了实地视察。审计署发现：

—— 这些地区的后巷及大厦的平台上，随处都可见到冷却塔，有很多已非常残旧。审计署在进行实地视察时拍摄所得的照片，载于中间内页照片一至六；及

—— 冷却塔多在酒楼、零售店铺及工厂的地方安装。

6.29 根据一九九六年机电工程署的调查结果及审计署其后所作的实地视察，审计署认为，为了公众健康着想，规管非法冷却塔的操作是刻不容缓的。

审计署的建议

6.30 审计署建议，为了减低发生退伍军人病症的风险，工务局局长和机电工程署署长应研究方法，包括设立注册和发牌制度，规定冷却塔的操作人员和拥有人须遵守有关冷却塔妥善操作的工作守则。

6.31 审计署亦建议，在此期间，机电工程署署长应：

—— 就冷却塔定期进行调查，以确定及监察冷却塔的操作情况，尤其是那些没有妥善安装及保养的冷却塔；及

——通知冷却塔拥有人有关工作守则的规定，并让他们认识退伍军人病症的潜在风险。

当局的回应

6.32 机电工程署署长表示：

- (a) 须指出的是，一九九六年就冷却塔进行的调查，基本上只是以街头巡视形式进行，以确定冷却塔的数目、类型、设置地点和外在情况，以便当报称有退伍军人病症的个案时，协助确定有问题冷却塔的位置。预防退伍军人病症委员会和机电工程署无权评估冷却塔的保养情况；
- (b) 该署没有实施调查报告中，有关对退伍军人病症进行长期风险评估的建议，原因是退伍军人病症的风险，一直不断由卫生署和机电工程署合力评估和监察，所得结果都属偏低。调查完成以来，退伍军人病症的怀疑个案寥寥可数（共三宗），其后均被证实属虚假。此外，预防退伍军人病症委员会在一九九九年五月举行的会议上亦曾讨论这些个案，委员同意，本港的退伍军人病症个案数目与其他地方比较属偏低。供参考的数字有：在一九八六年至一九九五年间，新加坡共有 226 宗报称的退伍军人病症个案；而澳洲维多利亚每年则约有20至40宗这类个案。当局考虑到这些呈报的个案数目甚少（每年平均少于两宗）及所涉的资源影响，因此最终并无对冷却塔引进注册制度；
- (c) 他打算在第二阶段顾问研究（见上文第3.7段第三分段）探讨淡水冷却塔注册和发牌制度的未来路向。在一九九九年五月与预防退伍军人病症委员会举行的会议上，他同意提前探讨这一课题，纳入第一阶段顾问研究的范围内。在初步研究报告完成后，他与规划环境地政局局长检讨过水冷式空调系统的顾问研究时间表，决定把上述工作纳入在二零零零年年中展开的第二阶段研究；
- (d) 更新冷却塔资料库的工作在一九九九年三月展开。该项调查亦会在可行的情况下，确定冷却塔是否已被废弃了；
- (e) 在没有法例依据下，他不能断定私人的冷却塔是否妥善地安装和保养；
- (f) 卫生署会负责调查呈报的退伍军人病症个案，而机电工程署则提供技术支援，以收集水样本供作实验室测试，并应要求提供有关受污染的意见。此外，当局已制定应变计划，列述卫生署和机电工程署在退伍军人病症爆发时所担当的工作；
- (g) 自一九九四年以来发现的九宗呈报的个案中，曾抽查约30个样本，当中仅两个（一个是一九九四年的样本，另一个则是一九九五年的样本）证实含有退伍军人症病菌。这两个样本均从冷却塔收集得来；及

(h) 预防退伍军人病症委员会在一九九九年五月举行的会议上提出下述行动：

(i) 在一九九九年九月或之前完成对工作守则的检讨；及

(ii) 在一九九九年十一月或之前完成主要向冷却塔拥有人进行的宣传计划。

6.33 卫生署署长表示：

—— 她赞成使用具能源效益的空调系统，但从公众健康的角度出发，她最关注的是退伍军人病症的风险。鉴于本港的空调系统数目庞大，加上人口稠密，大量居民居于空调大厦，而对于空调系统的适当保养，亦可能监管不足，因此应尽可能阻止使用淡水作空调用途，除非已制定严格的监管和执法行动，确保符合工作守则；

—— 她称赞审计报告编写得很好，能反映退伍军人病症的现况。预防和控制退伍军人病症的大原则，是对空调系统进行良好的系统设计和保养。是项帐目审查详述现时在注册和保养冷却塔方面的不足之处，以及自愿遵守退伍军人病症工作守则的缺点；

—— 虽然本港已呈报的退伍军人病症个案数目不多，但少报的可能向来存在。随着水冷式空调系统广被使用，受污染的冷却塔会对公众健康构成威胁；及

—— 她全力支持当考虑更广泛使用淡水于水冷式空调系统时，对冷却塔的运作和保养实施更有效和严格管制的建议。

6.34 工务局局长表示，为冷却塔设立注册和发牌制度的问题，会在机电工程署就水冷式空调系统进行的全港性研究中予以探讨。

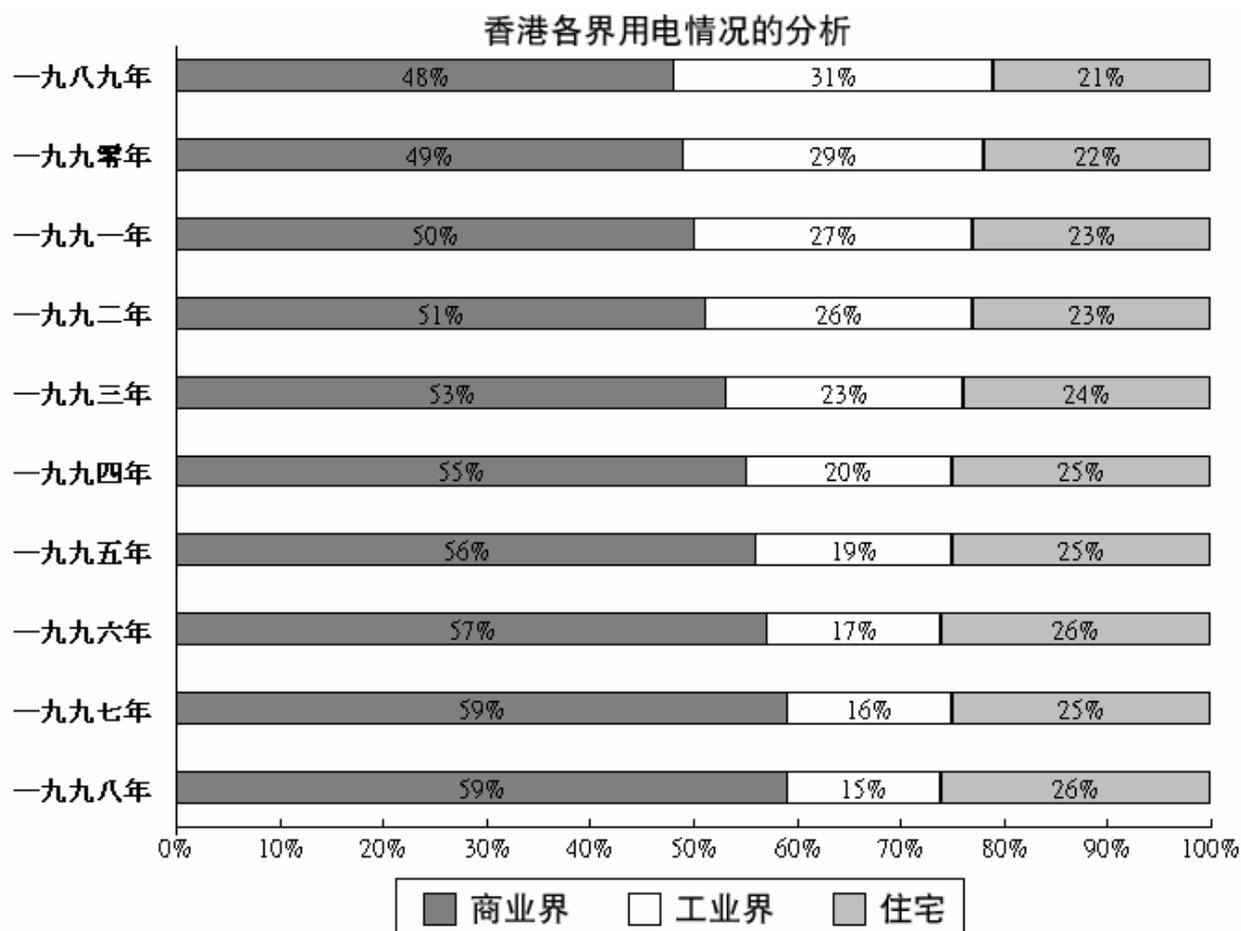
6.35 水务署署长表示注意到审计署对现有冷却塔的意见和推论，以及有关自来水可能在未经批准下被使用的关注。

香港的用电趋势

年份	每年用电量(注)		较上年增加 (百分比)	一九八九年
	(百万千瓦小时)	(十亿元)		的累积增长 (百分比)
一九八九年	22 386	19.80	—	—
一九九零年	23 834	21.08	6.46%	6.46%
一九九一年	25 317	22.40	6.26%	13.13%
一九九二年	26 153	23.13	3.26%	16.82%
一九九三年	27 725	24.53	6.05%	23.89%
一九九四年	29 182	25.81	5.22%	30.35%
一九九五年	29 855	26.41	2.32%	33.38%
一九九六年	31 633	27.98	5.94%	41.31%
一九九七年	32 243	28.52	1.93%	44.04%
一九九八年	34 846	30.82	8.06%	55.66%

资料来源：政府统计处的记录

注：千瓦小时是量度用电量的单位。每年用电开支是以一九九八年平均电费每千瓦小时0.8846元计算。



资料来源：政府统计处的记录

注：根据两家电力公司的户口类别把商业界、工业界及住宅分类。

机电工程署计算一幢典型的 40 层商业楼宇
以水冷式空调系统代替气冷式空调系统后所节省的费用

	营运成本 (百万元)	节省 (百分比)
气冷式空调系统的冷冻机组的电费	4.31	
水冷式空调系统的冷冻机组的电费	<u>2.73</u>	
节省的电费	1.58	37%
扣除：冷却塔的保养费(注1)	(0.10)	
耗用水的费用(注2)	<u>(0.35)</u>	
营运成本的节省净额	<u><u>1.13</u></u>	26%

资料来源：机电工程署的记录

注 1：保养费指对循环冷冻水进行化学处理以防止细菌滋生的费用，以及进行例行清洁的费用及保养冷却塔各组成部分的费用。

注 2：耗用水的费用包括水费及排污费。水费是根据每立方米4.58元的价格计算，这个价格自一九九五年二月十六日起使用至今，并没有经过修订。如使用淡水供应的全部费用，即每立方米8.47元，耗用水的总费用将为59万元，节省款项的净额会减至89万元。即使计及淡水供应的全部费用，营运成本可节省的款额仍然很巨大。

香港广泛采用
水冷式空调系统后商业界每年可节省的电力

(1)	一九九八年的总耗电量	348.46 亿千瓦时
(2)	(1)的 59% 属于商业界耗用	205.59 亿千瓦时
(3)	(2)的 50% 属于空调系统耗用	102.80 亿千瓦时
(4)	(3)的 70% 适合采用水冷式空调系统(注1)	71.96 亿千瓦时
(5)	(4)的 50% 属于冷冻机组耗用	35.98 亿千瓦时
(6)	(5)的 37% 为以水冷式空调系统 代替气冷式空调系统后节省的电力	13.31 亿千瓦时
(7)	节省用电量的百分比3.82% (59% × 50% × 70% × 50% × 37%)	3.82%
(8)	节省的电费(每千瓦时0.8846 元)	11.77 亿元
(9)	减除额外营运成本(约为节省电费的28% (注2)) 后的营运成本节省净额	8.47 亿元

资料来源：政府统计处的记录、机电工程署的数字及审计署的计算结果

注 1：机电工程署表示，约 70% 的空调系统适合采用水冷式空调系统。

注 2：如附录 C 所示，额外营运成本包括冷却塔的保养费(10万元)及耗用水的费用(35万元)。总数 45 万元约为 158 万元节省电费的28%。

审计署对已发展国家及内地城市
使用水冷式空调系统的情况进行的调查

(A) 审计署进行的调查集中研究：

——使用水冷式空调系统的程度；及

——使用自来水作空调用途的规定。

(B) 回应审计署调查的已发展国家及内地城市包括：

1. 新加坡
2. 英国
3. 美国
4. 南韩
5. 日本
6. 瑞典
7. 北京
8. 上海
9. 广州
10. 中山
11. 深圳

附录 F
(参阅第 4.4 段)

一九七九年至一九九八年间
水务署批准使用自来水于空调系统的个案

年份	批准个案数目	年份	批准个案数目
		一九七九年至 一九八八年	108
一九七九年	12	一九八九年	2
一九八零年	14	一九九零年	1
一九八一年	13	一九九一年	1
一九八二年	6	一九九二年	1
一九八三年	10	一九九三年	—
一九八四年	11	一九九四年	1
一九八五年	21	一九九五年	—
一九八六年	14	一九九六年	1
一九八七年	4	一九九七年	1
一九八八年	<u>3</u>	一九九八年	<u>—</u>
总计	<u>108</u>	总计	<u>116</u>

资料来源：水务署的记录

来自集水区和广东省的供水

年份	来自集水区的供水 (百万立方米)	来自广东省的供水 (百万立方米)	总计 (百万立方米)
一九八七年	317	432	749
一九八八年	173	515	688
一九八九年	247	610	857
一九九零年	221	590	811
一九九一年	180	701	881
一九九二年	364	664	1 028
一九九三年	360	627	987
一九九四年	277	683	960
一九九五年	303	690	993
一九九六年	188	720	908
一九九七年	224	698	922
一九九八年	238	760	998

资料来源：水务署的记录

广东省预定供水量的修订

年份	预定供应		
	原来 (每年增额为 3 000 万立方米) (百万立方米)	修订 (每年增额为 1 000 万立方米) (百万立方米)	差幅 (百万立方米)
一九九五年	690	—	—
一九九六年	720	—	—
一九九七年	750	—	—
一九九八年	780	760	- 20
一九九九年	810	770	- 40
二零零零年	840	780	- 60
二零零一年	870	790	- 80
二零零二年	900	800	- 100
二零零三年	930	810	- 120
二零零四年	960	820	- 140

资料来源：水务署的记录和审计署的推算

注：原来的预定供水量是由一九九五年的6.9亿立方米增至二零零零年的8.4亿立方米。二零零一年至二零零四年的数字是根据原来预定供水量每年增加3 000万立方米推算出来。

一九八七年至一九九八年间香港淡水实际耗用量

年份	总耗水量		工业耗水量 (百万立方米)
	实际耗水量 (百万立方米)	百分比增减 (百分比)	
一九八七年	750	—	161
一九八八年	808	7.73%	170
一九八九年	845	4.58%	182
一九九零年	873	3.31%	179
一九九一年	884	1.26%	174
一九九二年	889	0.57%	161
一九九三年	915	2.92%	145
一九九四年	923	0.87%	117
一九九五年	919	-0.43%	96
一九九六年	928	0.98%	87
一九九七年	913	-1.62%	75
一九九八年	916	0.33%	66

资料来源：水务署的记录

水务署预测一九九九年至二零一二年间的淡水供应和耗用量

年份	预测集水区供水(注) (百万立方米)	预测广东省供水 (百万立方米)	总计 (百万立方米)	预测耗水量 (百万立方米)	预测过剩供水量 (百万立方米)
	(a)	(b)	(c) = (a) + (b)	(d)	(e) = (c) - (d)
一九九九年	288	770	1 058	934	124
二零零零年	288	780	1 068	957	111
二零零一年	288	790	1 078	975	103
二零零二年	288	800	1 088	995	93
二零零三年	288	810	1 098	1 007	91
二零零四年	288	820	1 108	1 039	69
二零零五年	288	830	1 118	1 023	95
二零零六年	288	840	1 128	1 017	111
二零零七年	288	850	1 138	1 011	127
二零零八年	288	860	1 148	1 010	138
二零零九年	288	870	1 158	1 004	154
二零一零年	288	880	1 168	1 007	161
二零一一年	288	890	1 178	1 014	164
二零一二年	288	900	1 188	1 024	164

资料来源：水务署的记录

注：长期平均每年集水量为 2.88 亿立方米。

水务署在一九九五年对水冷式空调系统淡水需求所作的推算

年份	预计需求(注) (百万立方米)
一九九六年	17.9
一九九七年	23.2
一九九八年	28.6
一九九九年	33.9
二零零零年	39.3
二零零一年	44.6
二零零二年	50.0
二零零三年	55.4
二零零四年	60.7
二零零五年	66.1
二零零六年	71.4
二零零七年	76.8
二零零八年	82.1
二零零九年	87.5
二零一零年	92.8
二零一一年	98.2
二零一二年	103.5
二零一三年	108.9
二零一四年	114.2
二零一五年	119.6

资料来源：水务署的记录

注：水务署在预计需求时假设若禁制在一九九六年撤销，则一九九三年适合安装水冷式空调系统的楼宇有 30% 会安装这种系统，全面更换工作会在二零一五年完成。一九九六年至二零一五年的增长是根据直线推算而得出的。

审计署对采用水冷式空调系统引致的淡水需求的推算

年份	水务署 在一九九五年 推算的预计需求 (百万立方米)	审计署 推算的 预计需求(注) (百万立方米)	差异 (百万立方米)
二零零零年	39.3	13.3	26.0
二零零一年	44.6	16.2	28.4
二零零二年	50.0	19.1	30.9
二零零三年	55.4	22.0	33.4
二零零四年	60.7	24.9	35.8
二零零五年	66.1	27.8	38.3
二零零六年	71.4	30.7	40.7
二零零七年	76.8	33.6	43.2
二零零八年	82.1	36.6	45.5
二零零九年	87.5	39.5	48.0
二零一零年	92.8	42.4	50.4
二零一一年	98.2	45.3	52.9
二零一二年	103.5	48.2	55.3
二零一三年	108.9	51.1	57.8
二零一四年	114.2	54.0	60.2
二零一五年	119.6	56.9	62.7

资料来源：水务署的记录和审计署的推算

注：审计署在预计需求时假设若禁制在二零零零年撤销，则一九九七年适合安装水冷式空调系统的楼宇有30%会安装这种系统，全面更换工作会在二零一五年完成。二零零零年至二零一五年的增长是根据直线推算而得出的。