

# 任务关键制冷系统与普通的空调有什么不同? 为什么?

## 第 56 号白皮书

版本 3

作者 Tony Evans

### > 摘要

当今的技术室需要恒温恒湿的环境，以便敏感的电子设备可以达到最佳运行效果。标准的舒适型空调不适合技术室，会造成系统关闭和组件故障。因为精密空调可以使温度和湿度的变化维持在一个整定值的范围之内，所以可以提供敏感电子设备所需的恒温恒湿的环境，从而使您的公司避免发生高代价的停机时间。

### 目录

[点击内容即可跳转至具体章节](#)

简介	2
为什么需要精密空调?	2
环境不适合所造成的问题	2
精密空调和舒适型空调之间的区别	3
设计标准	4
精密系统选择因素	6
拥有成本	9
结论	10
资源	11

## 简介

现在，恒温恒湿环境控制要求已经远远超出了传统数据中心或计算机室的范围，包括更大的一套应用，称为“技术室”。典型技术室的应用包括：

1. 医疗设备套件（MRI、CAT 扫描）
2. 洁净室
3. 实验室
4. 打印机/复印机/CAD 中心
5. 服务器室
6. 医疗设施（手术室、隔离室）
7. 电信（交换机室、发射区）

## 为什么需要精密空调？

在许多重要的工作中信息处理是不可或缺的一个环节。因此，公司的正常运转离不开恒温恒湿的技术室。IT 硬件产生不寻常的集中热负荷，同时，对温度或湿度的变化又非常敏感。温度和/或湿度的波动可能会产生一些问题，例如，处理时出现乱码，严重时甚至系统彻底停机。这会为公司带来大量的损失，具体数额取决于系统中断时间以及所损失数据和时间的价值。标准舒适型空调的设计并非为了处理技术室的热负荷集中和热负荷组成，也不是为了向这些应用提供所需的精确的温度和湿度设定点。精密空调系统的设计是为了进行精确的温度和湿度控制。精密空调系统具有高可靠性，保证系统终年连续运行，并且具有可维修性、组装灵活性和冗余性，可以保证技术室空调全天 24 小时正常运行。

### 温度和湿度设计条件

保持温度和湿度设计条件对于技术室的平稳运行至关重要。设计条件应在 22-24° C (72-75° F) 以及 35-50% 的相对湿度 (R.H.)。与环境条件不合适可能造成损坏一样，温度的快速波动也可能对硬件运行产生负面影响。这就是即使硬件未在处理数据也要使其保持运行状态的一个原因。相反，舒适型空调系统的设计只是为了在夏天 35°C (95°F) 的气温和 48% R.H. 的外界条件下，使室内的温度和湿度分别保持 27°C (80°F) 和 50% R.H. 的水平。相对而言，舒适型空调系统的设计只是为了在夏天 35°C (95°F) 的条件和 48% R.H. 的外界条件下，保持 27°C (80°F) 和 50% R.H.。舒适空调没有专用的加湿及控制系统，简单的控制器无法保持温度所需的设定点的整定值。因此，可能会出现高温、高湿而导致环境温度湿度场大范围的波动。

## 环境不适合所造成的问题

如果技术室的环境运维不当，将对数据处理和存储工作产生负面影响。结果，可能使数据运行出错、宕机。甚至，使系统故障频繁而彻底关机。

### 1-高温和低温

高温、低温或温度快速波动都有可能破坏数据处理并关闭整个系统。温度波动可能会改变电子芯片和其他板卡元件的电子和物理特性，造成运行出错或故障。这些问题可能是暂时的，也可能持续多天。即使是暂时的问题，也可能很难诊断和解决。

### 2-高湿度

高湿度可能会造成磁带物理变形、磁盘划伤、机架结露、纸张粘连、MOS 电路击穿等故障发生。

# 精密空调和舒适型空调之间的区别

## 3-低湿度

低湿度不仅产生静电，同时还加大了静电的释放。此类静电释放将会导致系统运行不稳定甚至数据出错。

### 1-显热比率

热负荷包含两个独立的部分：显热和潜热。显热是机房电子设备产生的热量。潜热与空气水分的增大或减小有关。空调的总制冷能力是所去除的显热和潜热的和。

总制冷能力 = 显热负荷 + 潜热负荷

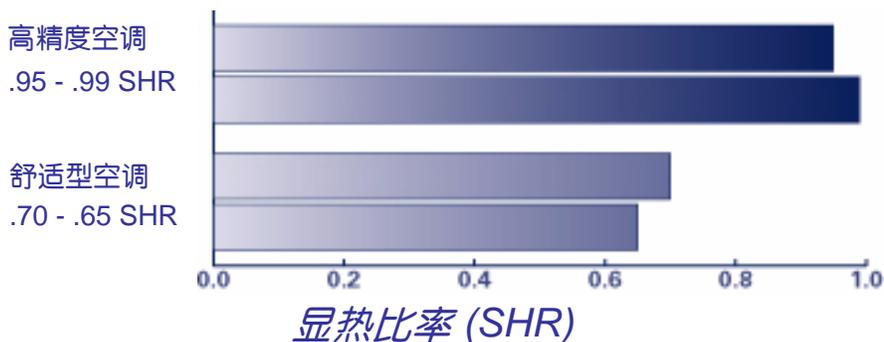
显热比率是总致冷中显热所占的比例。

$$\text{显热比率 (SHR)} = \frac{\text{显热冷却}}{\text{总冷却}}$$

在技术室中，显热负荷几乎完全由 IT 硬件、灯光、支持设备和电机产生的显热组成。因为几乎没有人，室外空气有限，并且通常会有防潮层，所以，潜热非常少。针对这种此热负荷组成情况，空调所需的 SHR 非常高，为 0.95-0.99。高精度空调可以达到这种非常高的显热比率。

相对而言，舒适型空调的 SHR 通常为 0.65-0.70，因此，提供的显热冷量过少，潜热冷量过多。过多的潜热冷量意味着将不断地从空气中去除水分。为了保持所需的相对湿度范围 35-50%，将需要不断加湿，而这肯定要消耗大量的能量。

图 1  
显热比率 (SHR)



## 2-精确的温度和湿度

精密空调具有高精度、反应灵敏、基于微处理器的控制系统，可以对外界环境的变化快速做出反应，从而保证环境变化保持在稳定环境所需的整定值范围之内。精密空调系统通常包括多源冷量和加热机组、一个加湿系统和一个专用的除湿循环系统，这样，可以满足任何温度和湿度控制的要求。

舒适型空调通常包括有限的基本控制系统，无法足够快速地做出反应，来保证所需的温度差。舒适型空调系统通常不包括加热、加湿/定量除湿循环系统，这些都是稳定的技术环境必不可少的。这些组件（如果有）通常是“附件”，而不是集成系统的一部分。

## 3-空气质量

精密空调进行热交换时是大风量、小焓差，通常能达到 160 CFM/kW(76 Lps/kW)甚至更高。如此高的气流量可使机架内空间获得更多的换气次数，从而改善空气的流通并消除出现局部热点的机率。通常，现代化的技术设备每消耗 1 kW 的电能，就需要消耗大约 160 CFM。所以，一定要在设备进气孔处提供此数量的冷却空气。如果没有，设备将从房间的其他地方获得一些空气，这通常会使入口温度过高。精密致冷设备较高的 CFM/kW 还使更多的空气可以流过滤器，确保

环境更加清洁。精密空调通常使用中高效率的深褶过滤器组，使空气中的尘埃颗粒 ( $0.5\ \mu$ ) 减至最少。

与之相对，舒适型空调去除单位热量时所产生的气流量要少得多，仅达到 85-115 CFM/kW (40-54 Lps/kW)。CFM 较低可能会造成空气流通不畅，空气杂质增加。舒适型空调的过滤器通常是普通的低效率介质，无法从空气中去除足够比例的颗粒。

#### 4-运行小时数

精密空调可以每年不间断运行 8760 个小时。这些系统采用精选的组件并加入了冗余功能，确保停机时间最短。在各种户外环境条件（无论夏天还是冬天）下，系统控制部分都可以保证室内环境保持恒定。

舒适型空调只是为了在夏天使用，预计每年最多运行 1200 个小时。这种系统并非为了全年不间断运行，而且人们对它也无此要求。控制部分和制冷系统都无法实现零停机时间或在冬天运行。

## 设计标准

### 1-负荷密度

因为设备非常集中，技术室的负荷密度可能比一般的办公室高出五倍。系统必须可以处理如此高密度的负荷。显热处理能力和空气流通能力显得非常重要。

负荷密度

办公室 54 - 161 瓦/平方米 (5 - 15 瓦/平方英尺)

技术室 538 - 2,153 瓦/平方米 (50 - 200 瓦/平方英尺)

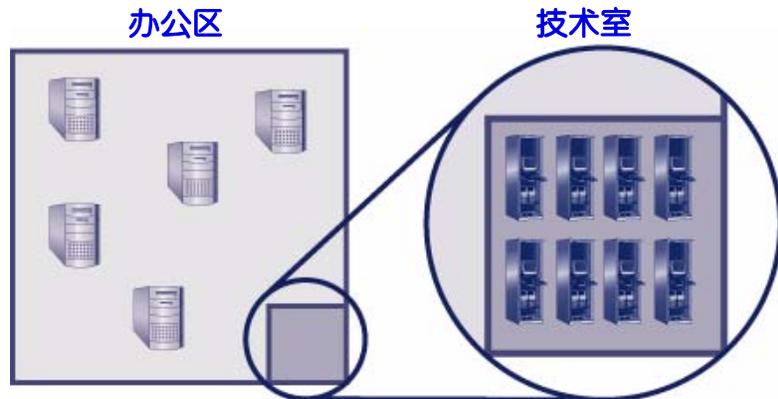


图 2

负荷密度

### 2-温度和湿度

设计目标条件应在  $22-24^{\circ}\text{C}$  ( $72-75^{\circ}\text{F}$ ) 以及 35-50% R.H.。

### 3-大风量

精密系统自身较高的 CFM/kW (Lps/kW) 可以实现较高的显热比率，改善空气流通，并提高过滤效率。较高的 CFM 不会使人感到不舒适，因为空气在架空地板的下面流通，通过设备热交换出来，然后才进入房间。

## 4-空气洁净度

如果没有过滤器，空气中的灰尘可能会损坏设备。过滤器应为深褶过滤器，以便实现中高效率。过滤器尺寸也非常重要；运行过滤器时其迎风面速度必须很低，才能保证高效率的过滤。过滤器需要定期更换。

## 5-防潮层

因为几乎所有的建筑材料都是不防潮的，设计得当的技术室必须包括防潮层。如果没有防潮层，技术室冬天湿度会降低，夏天湿度会增高。这样，就很难控制湿度设定点，从而增加非常耗电的压缩机和加湿器的运行次数。

为了建立有效的防潮层，天花板应使用聚乙烯薄膜密封，混凝土墙体应涂上橡胶或塑料的底层涂料，房门应良好地密封，所有管道和电缆贯穿处也应密封。

## 6-新风的要求

技术室的工作人员通常很少，因此不需要为他们提供大量的室外空气。应尽可能减少室外空气，限制潜热负荷进入房间。目前，每个人 20 CFM (9.4 Lps) 的数量就足以满足美国的室内空气质量 (IAQ) 标准。

## 7-冗余

要实现冗余，就需要运行足够的附加设备，以在某个设备关闭或一个或多个设备出现故障时能够提供所需的全部制冷能力。冗余的成本应根据技术室停机时间的预计成本进行评估。



还应注意冗余和制冷能力过剩之间的区别。对于一个负荷为 70 kW 的工作室来说，3 个 52 kW 系统或 4 个 35 kW 系统就可提供冗余。要将待机设备作为冗余设备，需要根据运行时间进行设备运行轮换，并且需要提供自动启动功能的控制界面。

## 8-安全性

精密空调的安全性与技术室硬件的安全性同等重要，因为硬件没有空调无法运行。其室内设备一定要安装在技术室内。而且，与 IT 硬件一样，任何人都必须获得相应的授权才能动这些设备。其室外散热设备应放在房顶上或设施内其他某个安全的地方。

## 精密系统选择因素

资源链接  
第 25 号白皮书  
计算数据中心的总制冷量

### 1-负荷计算

技术室的热量由硬件、灯光、人、室外空气、传输负荷、阳光和支持设备（PDU、UPS 等）产生。

- 根据经验，应使用 1.39 平方米/千瓦（15 平方英尺/千瓦）计算负荷。有关负荷计算的详细信息，请参阅第 25 号白皮书《计算数据中心的总制冷量》。

### 2-单一系统

#### a- 风冷



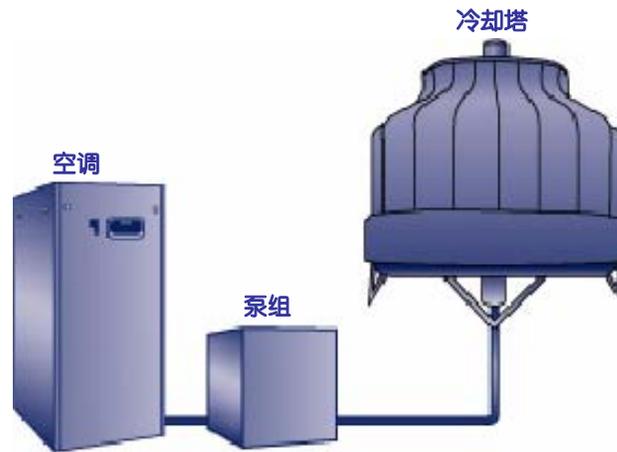
图 4  
风冷系统

#### 系统配置

- 制冷系统“分为”室内空调和室外空气冷却散热设备。
- 压缩机可能在室内设备中，也可能在室外设备中。出于安全和维护方面的考虑，压缩机通常放在室内设备中。
- 制冷管道（每个压缩机两根）将系统的两部分连接在一起。
- 制冷管道的设计非常重要。设计必须要解决压力损失、制冷速度、回油弯和水分离器。
- 合格的专业承包商应具备安装维修设备。
- 非常适合多个设备和扩展安装。每个系统都是功能全面的独立模块。

### b-水冷

图 5  
水冷系统



#### 系统配置

- 室内空调是完整的、功能全面的制冷系统。
- 热量通过室内设备中的热交换器排放到冷却水中。冷却水通常会被抽到冷却塔中重新循环。也可以使用水井等其他水源。
- 在寒冷和温带的气候下，冷却塔应作好过冬准备。
- 冷却塔应设计冗余能力，或应提供紧急备用水。
- 使用冷却塔时，需要进行水处理。
- 与制冷管道相比，水管设计的重要性要小得多，而且安装起来也更为容易。
- 将制冷系统发送给用户之前，已在工厂加电并经过了测试。

### c-乙二醇冷却系统

图 6  
乙二醇冷却系统



#### 系统配置

- 室内设备与水冷系统类似。
- 乙二醇溶液代替水进行循环，排热在室外液体-气体热交换器或“风干冷却器”中进行。
- 风干冷却器的维护要少于冷却塔。

- 为热量回收应用提供非常好的机会。
- 系统 E.E.R. 是三种设备类型中最低的一种。
- 多个设备可以连接到一个大型的风干冷却器和泵组上。完成后应注意冗余要求。

#### d- 乙二醇自然冷却

##### 系统配置

- 产品与乙二醇冷却系统完全相同，但是还包括附加的自然冷却线圈（表冷器），以便节省电能。
- 在室外温度下降时，冷的乙二醇溶液流过辅助的自然冷却线圈。这样，不必运行压缩机即可进行制冷。
- 在适当的气候下很好地降低运行成本。
- 额外的线圈意味着送风机电机马力越大（克服蒸发器、和表冷器阻力）。
- 寻找自然冷却线圈更大的系统，以便节约更多的成本。自然冷却线圈应在 DX 线圈之前安装，以便提高温和的环境温度下的制冷能力。

#### e- 冷冻水辅助线圈（表冷器）

##### 系统配置

- DX 系统中可以包含冷冻水辅助线圈，以便在一个设备中提供完全的冗余。
- 设备可以作为冷冻水系统运行，在出现紧急情况时完全可以使用模块化的 DX 系统来应急。
- 设备可以作为 DX 系统运行，需要时应急中心冷冻水作为备用。
- 设备可以使用冷冻水（如果有）。例如，如果冷冻水主要为了支持工厂中的生产流程或支持夏天的舒适型空调系统，如果冷冻水不再正常提供，则切换到 DX。

#### f- 冷冻水

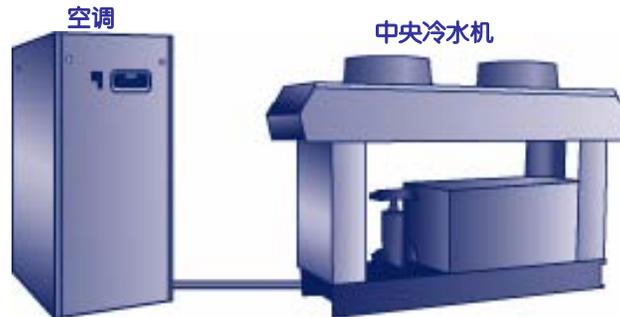


图 7

冷冻水系统

##### 系统配置

- 冷冻水由中心集中制冷系统供应给技术室的机组。制冷系统包含在冷却器中。
- 室内空调包含控制部分、表冷器、冷冻水控制阀门、送风机、过滤器、加湿器和再加热部分。
- 冷冻水温度应尽可能高，以保持较高的显热比率（8.33°C /47°F 或更高）。
- 冗余应扩展到中心集中制冷系统和泵组。
- 中心集中制冷系统应作好过冬准备，以便全年持续运行。
- 某些城市可能需要操作人员。

- 不要与舒适型冷水机组合，因为冷冻水供应温度有所不同（舒适型制冷为 5.6°C /42°F，技术室为 8.3°C+/47°F+）。

## 拥有成本

### 1-运行成本

技术室的空调成本与办公室或舒适型空调相比，通常每平方英尺高十倍。这是因为技术室空调全年持续运行（而不是季节性运行），因此热负荷密度大大增加。不过，如果两种系统同时应用于技术室，精密空调的运行成本就要远远低于舒适型空调。

在用途相当的情况下，精密空调的成本要低于舒适型空调，原因在于：

- 系统在地板下面 — 较高的显热比率避免了过度减湿以及继发的加湿操作。
- 较高的能量效率比 (E.E.R)。使用尺寸超大的线圈、较高的 CFM 和热泵负荷压缩机，计算机系统与传统的舒适型制冷系统相比，拥有更高的显热制冷能力效率比。
- 精密空调设备采用高效率的组件，可以全年持续运行。

寻找以下组件：

- 超大尺寸的薄制冷线圈
- 高效率的送风机电机
- 气化罐状加湿器
- 热泵额定负荷压缩机
- 较高的 S.H.R.
- 专用的除湿循环系统
- 较低的 FLA
- 额定值为 100000 HR L 的轴承（轴承寿命 > 50 年）
- 延长的保修期

### 2-维修成本

维修期间最大的成本通常是技术室的停机时间。因此，一定要首先设计冗余。不过，为了进一步减少这种情况的发生，在选择设备时请考虑那些不太需要维修而且维修时间较短的功能部件。寻找以下组件：

- 制冷组件中的螺栓。压缩机和过滤器干燥器应是不需要气焊喷枪即可拆卸的。
- 主要的和备用的工程排水盘。
- 快速更换的罐状加湿器。
- 组件应在独立的机械区中，不应受到气流的影响。
- 可拆卸的风扇板组件。
- 通过颜色标识并编号的电线。
- 电机启动保护器（而不是保险丝）。
- 很容易拆卸和/或连接的接入口面板。
- 基于运行时间的维护电话。

## 结论

技术室中有敏感的电子设备，需要恒温恒湿的环境条件才能达到最佳运行效果。通过提供此类电子设备所需的稳定环境，精密空调可以帮助您的公司避免发生代价惊人的系统宕机和组件故障。



### 关于作者

**Tony Evans** 是施耐德电气的资深工程师。Tony 在供电和制冷系统设计领域拥有 14 年的丰富经验，而且是美国采暖制冷空调工程师学会（ASHRAE）TC9.9 技术委员会（任务关键设施，科技空间和电子设备）的成员



资源

点击图标打开相应  
参考资源链接



计算数据中心的总制冷量

第 25 号白皮书



浏览所有 白皮书

[whitepapers.apc.com](http://whitepapers.apc.com)



浏览所有 TradeOff Tools™ 权衡工具

[tools.apc.com](http://tools.apc.com)



## 联系我们

关于本白皮书内容的反馈和建议请联系：

数据中心科研中心

[DCSC@Schneider-Electric.com](mailto:DCSC@Schneider-Electric.com)

如果您是我们的客户并对数据中心项目有任何疑问：

请与您的 **施耐德电气** 销售代表联系