

# 用于数据中心的各种制冷技术

## 第 59 号白皮书

版本 2

作者 Tony Evans

### > 摘要

有 13 种基本的排热方法可以用于冷却 IT 设备并将这些废热排至室外大气。本文使用了基本术语与图表阐述这些制冷技术的基本原理。在这些方法中，有 11 种将制冷循环作为主要的冷却手段。泵循环制冷剂系统将 IT 设备与主要的排热系统进行隔离。将直接与间接空气换热作为主要制冷手段的方法依赖于室外气候条件，在气候适宜的地区具有较好的能效。本文提供的信息使 IT 人员能够更多地参与可更好地符合 IT 目标的精确制冷解决方案的制定工作。

### 目录

[点击内容即可跳转至具体章节](#)

简介	2
各种排热方式	2
制冷系统各种选项	14
结论	15
资源	16

## 简介

资源链接  
第 11 号白皮书  
IT 环境中制冷和空调术语解释

数据中心排热是所有关键 IT 环境处理中最为基本而又最少为人所了解的内容之一。由于最新的计算设备变得越来越小，而耗电量则与其所替代的设备相同甚至更高，数据中心会有更多的热量产生。精密制冷和排热设备用于收集热量并将其输送至室外大气中。

本文解释了旨在将热量从 IT 环境输送至室外大气中的 13 种制冷技术及它们的组件。以本文所提供的信息为基础，IT 专员能够成功的管理 IT 环境制冷系统的规格选择、安装和运行。对于本文所使用的各种术语的定义，请参考第 11 号白皮书《IT 环境中制冷和空调术语解释》。

资源链接  
第 57 号白皮书  
IT 设备空调系统的基本原理

## 空调机的工作原理

第 57 号白皮书《IT 设备空调系统的基本原理》提供了关于 IT 环境的热学特性，制冷循环的运行，精密制冷以及室外散热设备基本功能的相关信息。

## 制冷系统结构

一种制冷架构可以从根本上描述成：

1. 一种特定的排热方法
2. 一种特定的气流分配方案
3. 为 IT 设备直接提供冷风的冷却装置的位置

为了提供关于整个数据中心制冷系统的信息，下文将对以上三个基本元素进行简单描述并附有它们所参考的白皮书。

资源链接  
第 55 号白皮书  
用于 IT 环境不同类型的气流分配方案

### 排热

排热是本文的主题。

### 气流分配

气流分配是制冷系统中非常重要的一部分，因为它大大影响制冷系统的整体性能。第 55 号白皮书《用于 IT 环境不同类型的气流分配方案》描述了用于数据中心与网络机房 IT 设备冷却的九种基本气流分配方案。

资源链接  
第 130 号白皮书  
数据中心行级和机柜级制冷架构的优势

### 冷却装置的摆放位置

本文将冷却装置定义成为 IT 设备提供冷风的装置。冷却装置有四种基本摆放位置。通常，冷却装置同其它的散热设备是分离的。有些时候，整个制冷架构是“集装箱式的”并且放置在室外，紧靠数据中心。冷却装置的摆放位置在数据中心设计工程中起到重要的作用，包括总的制冷效率，IT 功率密度 (kW/机柜) 以及 IT 机柜空间的使用。参考第 130 号白皮书《数据中心行级和机柜级制冷架构的优势》可以获得更多的信息。

## 各种排热方式

有 13 种基本的排热方法可以用于冷却 IT 设备并将这些废热排至室外大气。几乎所有关键任务机房和数据中心进行冷却都是用这些方法中的一个或者多个。其中一些排热方法将制冷循环的组件迁往远离 IT 环境的地方，另一些排热方法则增加一些额外的水与其它流体环路（自封闭管道）来帮助排热。

我们可以认为排热是一个将热量从 IT 环境“迁移”至室外环境的一个过程。这个“迁移动作”可以简单看成是利用风管将热量“输送”至位于室外环境的制冷系统。然而，这个“迁移动作”通常是通过使用一个**热交换器**将热量从一种流体传递到另一种流体（比如从空气传递到水）来完成的。**图 1** 简化说明了这 13 种排热方法，利用室内与室外作为两个主要热量“迁移”点。位于室内与室外两点间的“热传递流体介质”表示的是用于两点之间携带热量的流体（液体或气体）。

注意到在室内或室外可能有不止一次热交换，比如室内采用乙二醇冷却的 CRAC(例如机房空调机组)时，或室外采用冷水机组时。同样也可以注意到这些系统中的每个系统都可以配置成具有自然冷却运行模式。接下来将详述使用这些方法的系统以及各自的热量传递方式。

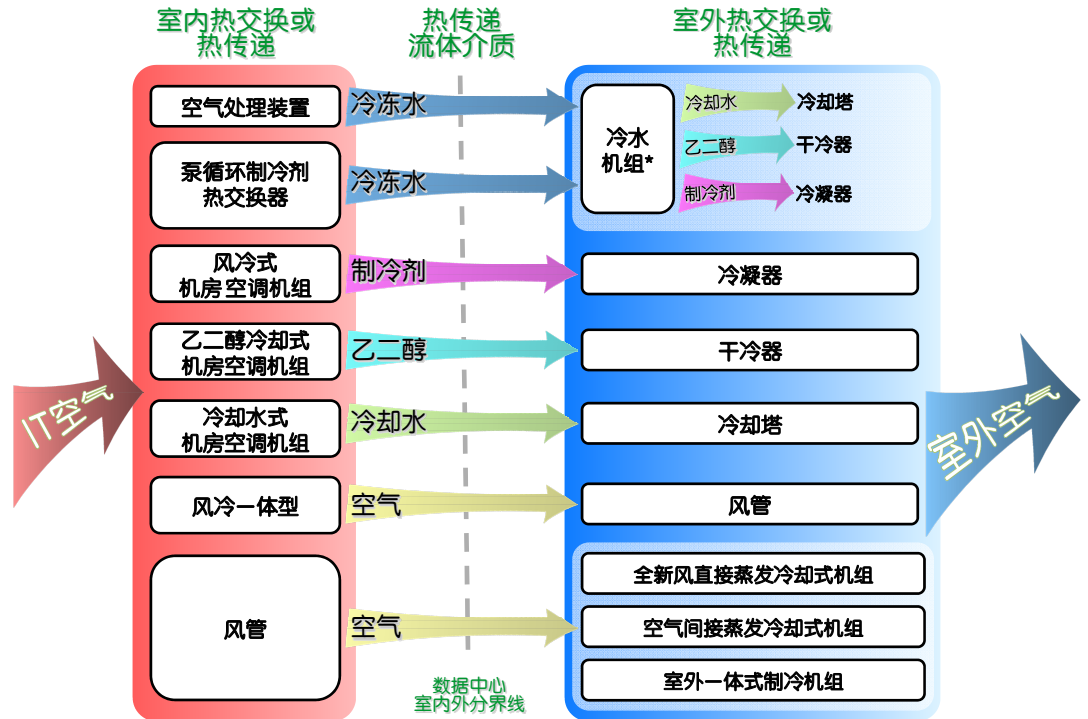


图 1  
13 种基本的排热方法示意图

\*注意有些情况下冷水机组安装在室内

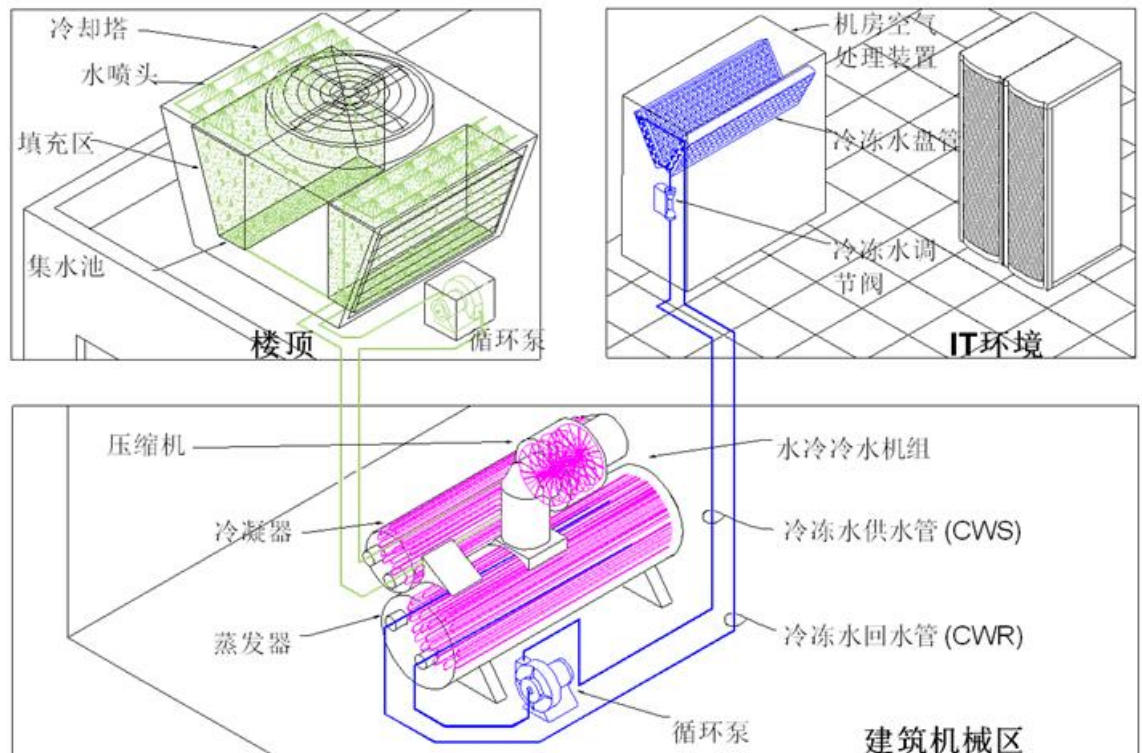
### 冷冻水系统

图 1 的第一行描述的是一个机房空气处理装置（又称为 CRAH）与冷水机组的组合。这种组合通常称为冷冻水系统。在冷冻水系统中，制冷循环的组件被从机房空调系统迁移到了如图 2 所示的水冷冷水机的设备中。冷水机组的功能是制造冷冻水（水被冷却到大约 8-15°C [46-59°F]）。冷冻水通过管道被泵送至位于 IT 环境中的机房空气处理装置。机房空气处理装置与机房空调机组外观上相似，但原理不同。它是通过将来自机房的热空气通过充满循环冷冻水的盘管来进行冷却空气的（排热）。来自 IT 环境的热量随着 CRAH 中的冷冻水（如今已经变热）流出并返回到冷水机组。然后，冷水机组将变热的冷冻水中的热量传递到另一侧的冷却水循环中，冷却水将流经冷却塔。

从图 2 可以看出，冷却塔是通过将热的冷却水喷洒到位于塔顶的海绵体材料（被称为多孔介质）将来自 IT 环境的热量排到室外环境中。喷洒出来的冷却水在滴落并流向冷却塔（风扇被用来吸收来自多孔介质的空气以帮助加快水分的蒸发）底部时，将有一部分被蒸发掉。这与人体通过汗液蒸发来冷却相类似。从冷却塔蒸发掉的那一小部分水可以将剩余的水温度降的更低。被冷却的水将在冷却塔底部被收集起来并通过一个泵组送回到冷却水循环中。

冷却水环路与冷却塔通常不是为了水冷机房空调系统而单独安装。它们通常是更大系统的一部分，用来为自建筑舒适性空调系统（为冷却人员）排热。

**图 2**  
水冷冷冻水系统

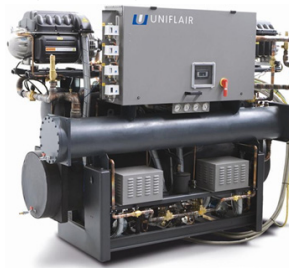


通过使用水或空气进行排热，可以将冷水机组分成三大类：

- **水冷式冷水机组**，热量被从冷冻水回水传递到冷却水环路并输送到室外大气中。然后，将通过冷却塔进行冷却水的冷却，这是将热量排到室外的最后一步。**图 2** 所示的是采用水冷式冷水机组的冷冻水系统。**图 3** 所示的是水冷式冷水机组及冷却塔的举例。水冷式冷水机组通常位于室内。

**图 3**  
水冷式冷水机组（左侧）  
与冷却塔（右侧）举例

水冷式冷水机



冷却塔



资源链接  
**第 163 号白皮书**  
集装箱式数据中心电源和  
制冷模块

- **乙二醇冷却式冷水机组**，从外观看上去与水冷式冷水机组是一样的。乙二醇冷却式冷水机组将热量从冷冻水回水传递到乙二醇环路并输送至室外大气中。乙二醇通过管道流向一个安装在室外的装置，这个装置被称为干冷器，也被称为液体冷却器（见边栏）。风扇迫使室外空气通过干冷器中充满热的乙二醇的盘管，从而将热量排放到室外大气中去。乙二醇冷却式冷水机组通常也放在室内。
- **风冷式冷水机组**，热量被从冷冻水回水传递到一个被称为风冷冷凝器的装置，这个装置通常集成在冷水机组中。这种类型的冷水机组通常被称为组合式冷水机组，而且可以集成到制冷设施模块中。第 163 号白皮书《集装箱式数据中心电源和制冷模块》讨论了基础设施模块。**图 4** 给出了一个风冷式冷水机组的举例。风冷式冷水机组通常位于室外。



图 4

风冷式冷水机组举例



### >干式 vs. 湿式?

### 干冷器 vs. 冷凝器?

风冷冷凝器，干冷器以及液体冷却器之间的区别是什么呢？这个术语引起了很多疑问，使很多人感到困惑，这里将进行简单的解释。首先，这三个术语都描述一种热交换器，与汽车散热器类似，空气被风扇吹过散热器。在所有情况下，空气（没有水）被用来冷却流经盘管的液体，因此，我们可以说所有这三种热交换器都是“干式”。主要区别就在于内部流动的液体的类型。

“冷凝器”内部的液体是“制冷剂”。“干冷器”与“液体冷却器”内部的流体都是“乙二醇”。那么，为什么使用两个“冷却器”的名称来描述它们呢？这是因为一些热交换器通过往气流中喷水来强化换热，比如蒸发冷却。使用“湿式”蒸发冷却的液体冷却器被称为蒸发液体冷却器。使用“干式”冷却器这个术语很明显是由于它没有使用蒸发冷却。

### 优点

- 冷冻水型机房空气处理设备通常比占地面积相同的机房空调机组成本更低，部件更少，且有更大的排热容量。
- 随着数据中心容量的增加，冷冻水系统的效率将大大提高。
- 冷冻水管网很容易进行长距离的传输，而且可以利用一个冷冻站服务许多 IT 机房（或整栋建筑）。
- 冷冻水系统通过良好的工程设计是极为可靠的。
- 可以运行在自然冷却模式下以提高效率。将系统设计运行在较高水温 12-15°C [54-59°F] 的工况下能够增加自然冷却运行的时间。

### 缺点

- 对于 IT 负载低于 100kW 的设施，冷冻水的基建成本通常最高。
- 向 IT 环境引入了额外的液体源。

### 通常用于

- 在可靠性要求适中或很高的 200kW 或更大数据中心内使用，或作为高可用性专用解决方案使用。水冷式冷水机组通常用来冷却整栋建筑，数据中心可能只是整栋建筑的很小一部分。

### 泵循环制冷剂式冷冻水系统

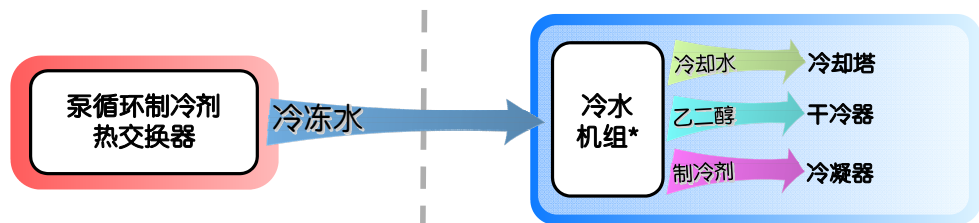
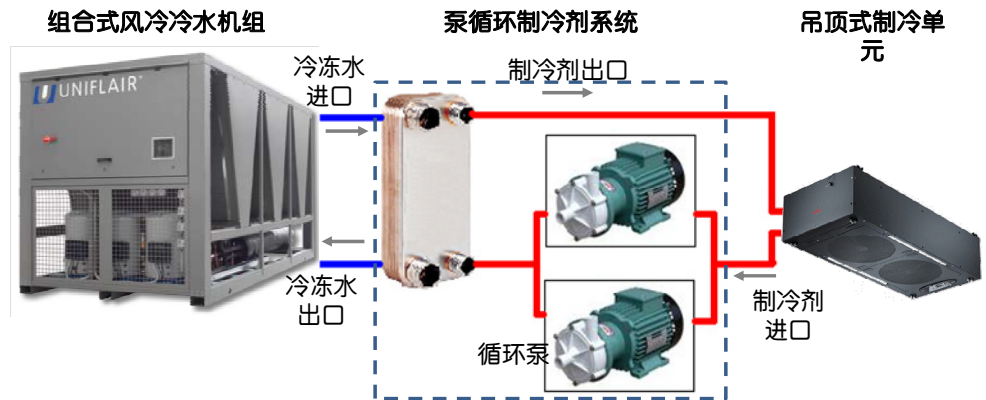


图 1 中的第二行描述的是泵循环制冷剂热交换器与冷水机组的组合。这个组合通常被称为泵循环制冷剂式冷冻水系统。出于对数据中心环境可用性以及更高功率密度的考虑，促使了泵循环制冷剂系统的产生。这些系统通常由一组热交换器和泵组成，泵用来将数据中心中的冷却介质与冷冻水进行隔离。然而，该系统还可以隔离其它冷却液体，如乙二醇。

这些泵循环制冷剂式系统通常使用某种形式的制冷剂（R-134A），或其它非电导体，像氟利昂，这些流体将在泵的作用下在系统中流动，但不使用压缩机。图 5 所示的是一个泵循环制冷剂系统通过吊顶式制冷单元与冷水机组连接的举例。在冷水机组与热交换器之间管网中的冷冻水吸收来自泵循环制冷剂中的热量。被冷却的制冷剂将回到制冷单元去吸收更多的热量并再次返回到热交换器中。

图 5

泵循环制冷剂系统与冷冻水连接示意图举例



### 优点

- 在冷冻水的应用中能够使水远离 IT 设备
- 无油的制冷剂和非导电液体能够在泄露事件中防止服务器受污染或受损的危险。
- 由于靠近服务器或直接对芯片进行冷却，制冷系统的效率较高。

### 缺点

- 由于需要在制冷系统中增加额外的泵以及热交换器，因此初投资较高。

### 通常用于

- 这些系统通常用于作用于紧靠 IT 设备的冷却系统，比如行级和机柜级的高密度制冷。
- 对于芯片级制冷，冷却液将通过管道直接进入服务器。

## 风冷式系统（分体型）

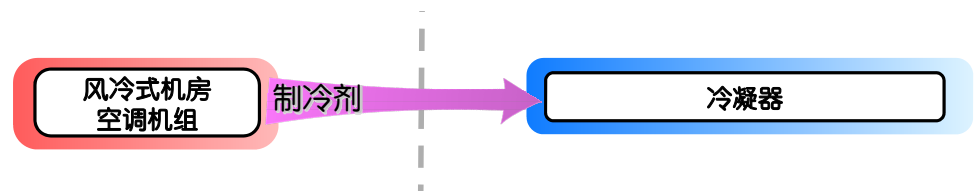
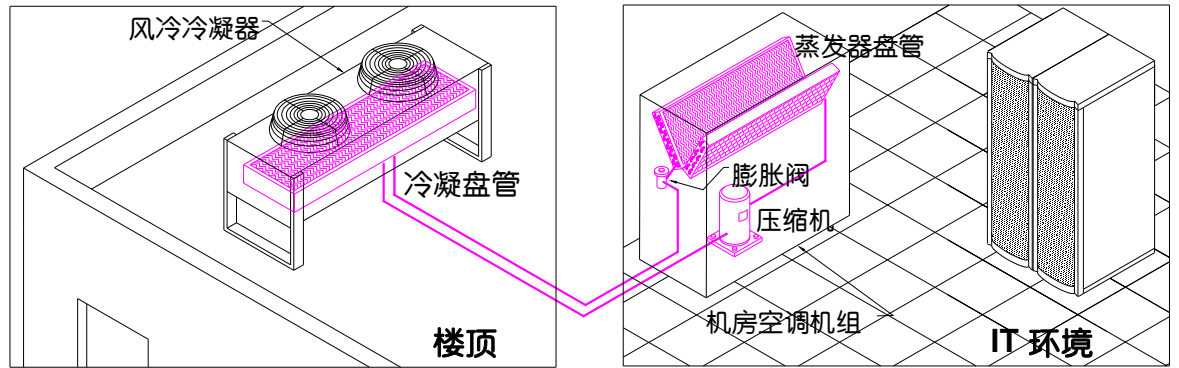


图 1 的第三行描述的是一个风冷式机房空调机组与冷凝器的组合。这个组合通常被称为风冷机房空调直膨式系统。“直膨式”表示的是制冷剂直接膨胀蒸发，尽管这个术语通常指的是风冷系统，但事实上，任何使用制冷剂和蒸发盘管的系统都可以称作直膨式系统。

风冷式机房空调机组被广泛用于所有大小的 IT 环境中，它们已经成为中小型机房的“主要成员”。对于风冷式分体型系统，制冷循环有一半的组件位于机房空调器中，其余的位于室外风冷冷凝器中，如图 6 所示。制冷剂在室内与室外组件间的冷媒管中进行循环。来自 IT 环境中的热量通过循环的制冷剂被“泵送”到室外大气中去。在这类系统中，压缩机位于机房空调器中。然而，压缩机也可能位于冷凝器中。当压缩机位于冷凝器中时，对冷凝器正确的说法应该是冷凝机组，整个系统称为分体式系统。图 7 给出了一个风冷式分体型直膨系统的举例。

**图 6**  
风冷式直膨系统  
(分体型)



**优点**

- 总成本最低
- 易于维护

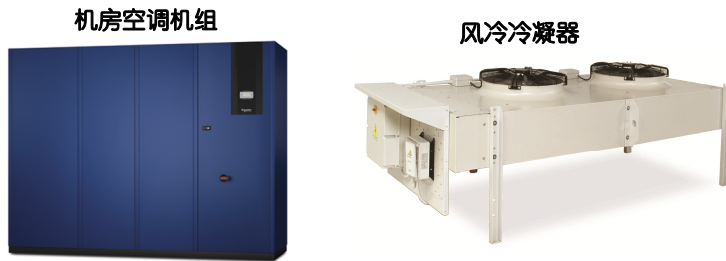
**缺点**

- 制冷剂管网必须现场安装。只有正确设计管网系统才能提供可靠的性能，这就需要仔细考虑 IT 和室外环境间的距离和高度变化才能做到。
- 对于长距离传输，制冷剂管网并不可靠和经济。
- 多个机房空调机组不能共用一个单一的风冷冷凝器。

**通常用于**

- 对可用性要求适中的配线间，计算机房，和 7-200kW 的数据中心。

**图 7**  
风冷式直膨系统举例  
(分体型)



**乙二醇冷却式系统**

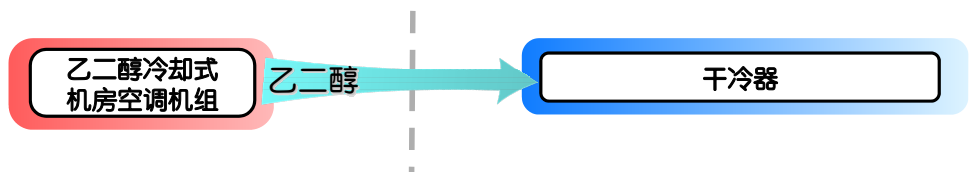


图 1 的第四行描述的是乙二醇冷却式机房空调机组与干冷器的组合。这个组合通常被称为乙二醇冷却式系统。这类系统将所有制冷循环组件置于一个机箱内，同时将笨重的冷凝盘管替换为小得多的热交换器，如图 8 所示。热交换器使用流动的乙二醇（水与乙二醇的混合物，类似于汽车防冻液）收集来自制冷剂的热量，并将其送出 IT 环境。热交换器与乙二醇管道总是小于风冷式分体型系统的冷凝盘管，这是因为乙二醇混合溶液能够收集和输送的热量远远超过空气。乙二醇通过管道流向干冷器，并将热量排放到室外大气中去。一套泵组（泵，电机以及保护机箱）被用来使乙二醇在机房空调器与干冷器之间的环路中往复循环。乙二醇冷却系统与图 7 中所示的系统在外观上非常相似。

### 优点

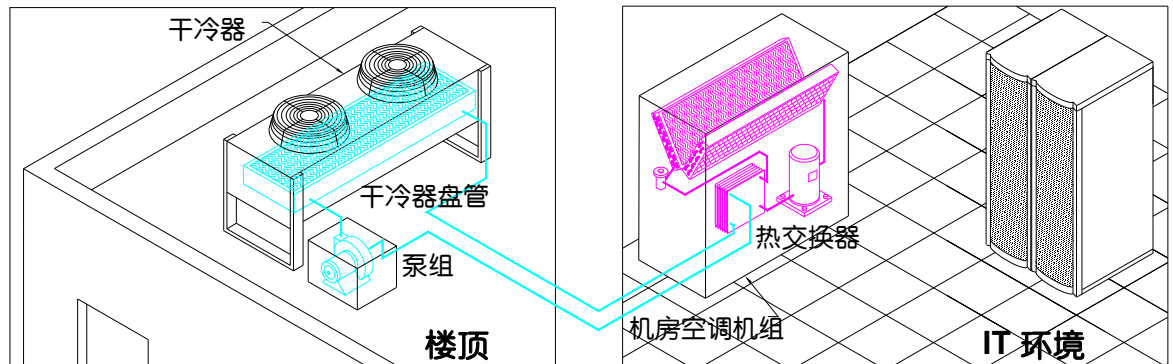


图 8  
乙二醇冷却式系统

- 整个制冷循环被置于计算机房空调机组中，作为一套在出厂时密封并经过测试的系统，以实现最高的可靠性，而占地面积要求与分体型风冷式系统相同。
- 乙二醇管路的布设距离可以比制冷剂管路（分体型风冷式系统）长的多，并且可由一个流体冷却器和泵组为多个计算机房空调机组服务。
- 在寒冷地方，位于干冷器中的乙二醇的降温幅度可以很大（低于 10°C [50°F]），因此，它可以将 CRAC 机组内的热交换器旁通掉，直接流入一个专门安装的节能冷却盘管。在这些条件下，制冷循环被关闭，空气吹过被充入冷的流动乙二醇的节能冷却盘管，以此来冷却 IT 环境。此节能冷却模式也称为“自然冷却”，可在使用时实现出色的运行成本缩减效果。

### 缺点

- 相比风冷式直膨系统，额外需要的组件（泵组，阀）会提高基建和安装成本。
- 需要对系统内乙二醇的体积和品质加以保持。
- 将向 IT 环境引入额外的流体源。

### 通常用于

- 对可用性要求适中的计算机房和 30-1,000kW 的数据中心。

## 冷却水式系统

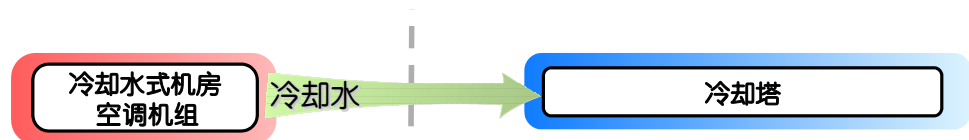
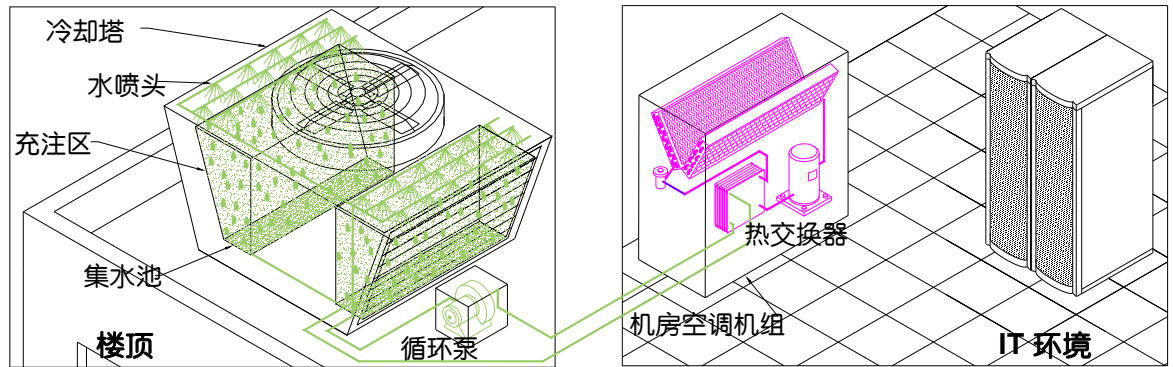


图 1 的第五行描述的是冷却水式机房空调机组与冷却塔的组合。这个组合通常被称为冷却水式系统。冷却水式系统与乙二醇冷却式系统非常相似，它们所有的制冷循环组件都位于机房空调器内部。但是，乙二醇冷却式系统与冷却水式系统存在两个重要的区别：



- 水（也被称为冷却水）循环取代了乙二醇用于收集热量并将其从 IT 环境输送出去。
- 冷却塔取代了干冷器用于将热量排放到室外大气中去，如图 9 所示。

图 9  
冷却水式制冷系统



- 冷却塔、泵和管网系统初投资高。
- 由于需要进行经常性的清洁和水处理，维护成本很高。
- 将向 IT 环境引入额外的液体源。
- 非专用的冷却塔（用于整栋建筑的冷却）的可靠性可能比不上专用于计算机房空调器的冷却塔。

通常用于

- 配合其它建筑系统使用的对可用性要求适中或很高的 30kW 或更大的数据中心。

风冷式独立系统（一体型）

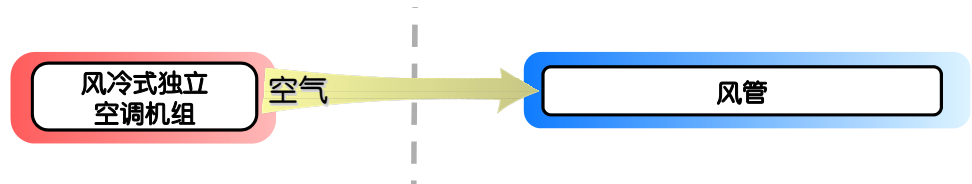
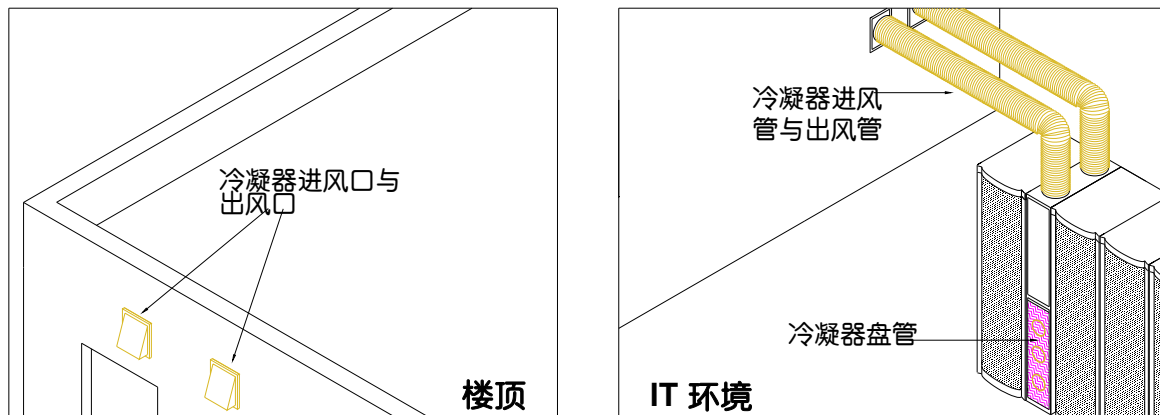


图 1 的第六行描述的是风冷式独立空调机组与风管的组合。这个组合通常被称为风冷式独立系统。独立系统将制冷循环的所有组件都置于位于 IT 环境中的一个机箱内。热量是以热气流（大约 49°C [120°F]）又被称为废热的形式离开独立系统的。该热气流必须从 IT 机房输送到室外或无条件的空间内，以确保计算设备的正常冷却，如图 10 所示。

如果安装在吊顶上方且不使用冷凝器进风和出风导管，来自冷凝盘管的废热可能会被直接排至吊顶区域内。楼宇的空调系统必须具备处理这一额外热负荷的容量。通过冷凝盘管吸入的空气（称为废热）也应由计算机房外部提供。这样将避免在室内造成负压，防止未经调节的较热空气进入。独立式室内系统容量通常有限（最高 15kW），因为需要有额外的空间来容纳所有制冷循环组件，并需要大型风管来管理排风。安装在室外楼顶上的独立式系统的容量可以大得多，但通常并不用于精确制冷场合。图 11 给出了风冷式独立系统的举例。

图 10  
室内风冷式独立系统



### > 蒸发冷却

蒸发冷却是将水喷洒到一个表面或气流中的一个过程，水的蒸发可以冷却通过表面或穿过水雾的空气。这与你离开游泳池时，感到凉爽的原理一样。皮肤上的水通过蒸发来冷却身体。

蒸发作用使室外空气更多利用湿球温度（查阅下面的湿球 vs. 干球边框），可以使所有“干式”制冷系统包括直接和间接“节能冷却模式”每年使用更多的自然冷却时间。在干燥气候条件下，湿球温度大大低于干球温度。比如，在美国亚利桑那州的菲尼克斯，当室外干球温度为 110°F (43.3°C) 时，湿球温度可以达到 70°F (21.1°C)。因此，使用直接蒸发冷却式系统可以不用压缩机将空气有效的冷却到 70°F，从而节省了大量的能源成本。

#### 优点

- 室内独立式系统安装成本最低。除了冷凝器的出风口，不需要在楼宇的顶部或外部安装任何设备。
- 所有制冷循环组件均置于一个单元中，作为一整套在出厂时密封并经过测试的系统，以实现最高的可靠性。

#### 缺点

- 与其它配置相比，每单元的排热容量较低。
- 为冷凝盘管引入和引出 IT 环境的空气通常需要管道或者吊顶。
- 一些系统可以依靠楼宇的暖通空调系统进行排热。但是，当暖通空调系统在夜间或周末关闭时，将会出现问题。

#### 通常用于

- 对可用性要求适中的配线间、实验室环境以及计算机房。
- 有时用于数据中心热点的处理。

#### 风冷独立式空调机组



#### 便携独立式空调机组



图 11  
风冷式独立系统举例

#### 全新风直接蒸发冷却式系统

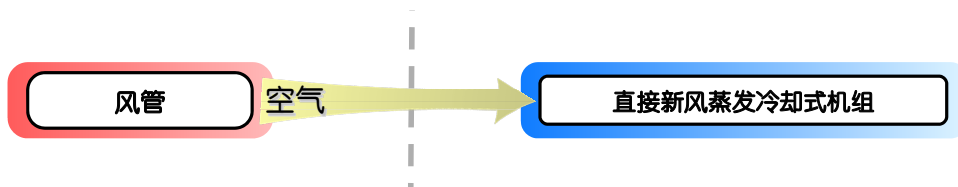


图 1 中的第七行描述的是风管与全新风直接蒸发冷却式机组的组合。这个组合通常被称为直接新风蒸发冷却式系统，有时也被称为全新风。当室外空气在某个设定点范围内时，直接新风自然冷却系统通过使用风扇和百叶窗将室外一定量的冷空气通过过滤器直接送到数据中心内。百叶窗和空气调节阀也可以控制排到室外的热废气量，以及与送入室内的混合冷空气，以保证数据中心环境在设定点范围内（如图 12）。这种制冷方法的主要运行模式是“节能冷却模式”或“自然冷却模式”，绝大多数的系统使用集装箱式直膨风冷式系统作为后备。尽管进风是经过过滤的，但并不能完全消除像烟雾和化学气体类细小颗粒物进入数据中心。

该排热方法通常与蒸发冷却一起使用，室外空气在进入数据中心之前将通过潮湿的网状介质（见边栏）。可以注意到，由于进入数据中心的直接新风流经蒸发介质将使其达到饱和，因此使用蒸发辅助将增加数据中心的湿度，这也最大限度减少了该方法在数据中心中应用的有效性。蒸发辅助在干燥气候条件下最为有效。对于湿度较高的气候，比如新加坡，蒸发辅助的效果应该通过 ROI(投资回报)进行评估。图 13 给出了直接新风蒸发冷却式系统的举例。

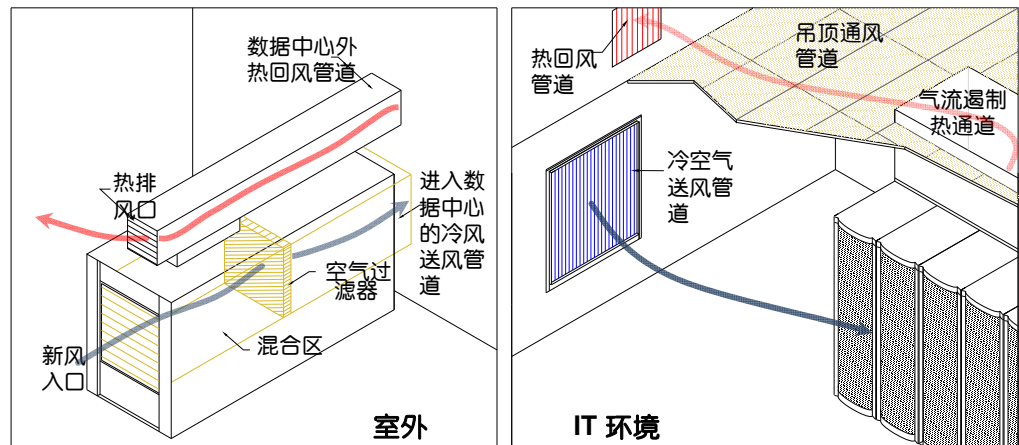


图 12  
全新风直接蒸发冷却式系统举例

#### 优点

- 所有的制冷设备都置于数据中心外部，这将使白区全部用于 IT 设备的摆放。
- 在干燥气候地区，与不具有自然冷却模式的系统相比，该系统可以节约大量的制冷能耗。（比如 75%）

#### 缺点

- 对已有数据中心很难进行改造。
- 在空气质量差的地区需要频繁更换过滤器。
- 蒸发冷却增加了数据中心的湿度。

#### 通常用于

- 1,000kW 和更大的高密度数据中心。

图 13

全新风直接蒸发冷却式系统举例



**>干球温度 vs. 湿球温度?**

干球温度就是标准温度计所读出的空气的温度。

湿球温度是指水蒸气在湿球温度计上蒸发时所读出的空气的温度。过去，干球温度和湿球温度之间的温差被用来确定湿度。如今，湿度已由电子传感器直接进行测量，这也导致了这一术语的过时。

资源链接  
第 132 号白皮书  
数据中心制冷系统的节能冷却模式

资源链接  
第 136 号白皮书  
基于自然冷却的大型数据中心超高效制冷模块

### 空气间接蒸发冷却式系统

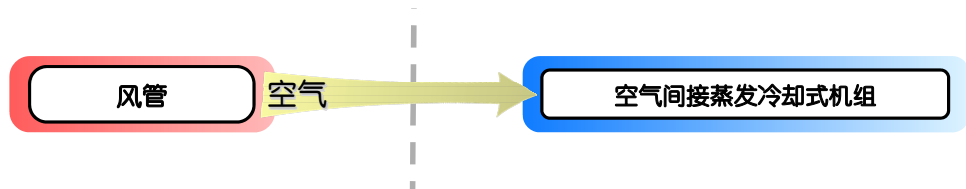
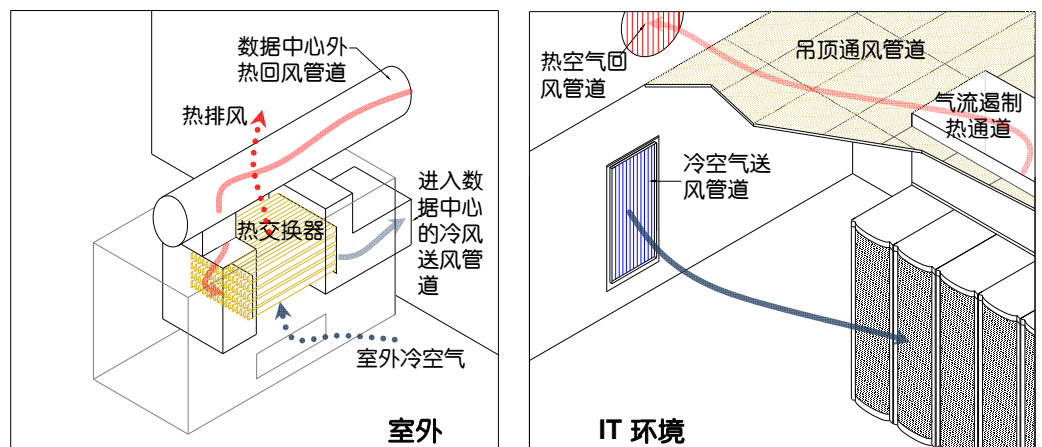


图 1 的第八行描述的是风管与间接空气蒸发冷却器的组合。这个组合通常被称为间接空气蒸发冷却式系统，有时也称为间接空气。间接空气蒸发冷却式系统在室外温度低于 IT 入口空气温度设定值时，使用室外空气来间接冷却数据中心空气，实现了显著的节能效果。“节能冷却模式或自然冷却”是这种排热方法的主要运行模式，尽管它们绝大多数使用集装箱式直膨风冷式系统作为后备。风扇将室外冷空气吹过一个空气—空气热交换器的一侧来冷却穿过热交换器另一侧的来自数据中心的热空气，因此，室外空气与数据中心的空气是完全隔离的。热交换器可以是板式或转轮式的。与直接新风类似，该排热方法通常使用辅助蒸发冷却，也就是将水喷洒到空气—空气换热器的室外侧来进一步降低室外空气的温度，从而来冷却数据中心的热空气。图 14 提供了一个采用带辅助蒸发的板式热交换器的间接空气蒸发冷却式系统的例子。图 15 给出了采用这种类型排热方法的完整系统举例。

间接空气蒸发冷却式系统可提供高达大约 1,000kW 的制冷容量。绝大多数设备是大约一个集装箱大小或更大。这些系统安装在楼顶或楼宇的四周。这些系统中有的含有一个集成的制冷循环，可以与节能冷却模式一起运行。更多关于这种排热方法的信息，请查阅第 132 号白皮书《数据中心制冷系统的节能冷却模式》和第 136 号白皮书《用于大型数据中心高效节能冷却制冷模块》。

图 14

空气间接蒸发冷却式系统



#### 优点

- 所有的制冷设备都置于数据中心外部，这将使白区全部用于 IT 设备的摆放。

- 在干燥气候地区，与不具有自然冷却模式的系统相比，该系统可以节约大量的制冷能耗。（比如 75%）

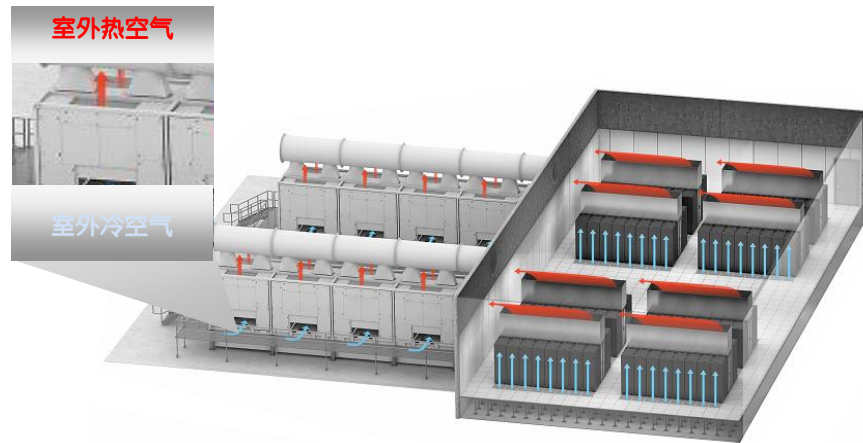
**缺点**

- 对已有数据中心很难进行改造。

**通常用于**

- 1,000kW 和更大的高密度数据中心。

**图 15**  
空气间接蒸发冷却式  
系统举例



**室外一体式制冷系统**

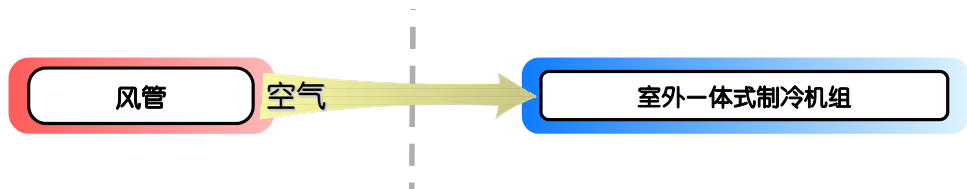


图 1 的第 9 行描述的是风管与室外一体式制冷机组的组合。这个组合通常称为楼顶制冷装置（RTU）。这些系统通常都不是新建数据中心的制冷解决方案。楼顶安装的制冷机组与上文所述的风冷独立式系统基本上是一样的，除此之外它们是位于室外，通常安装在楼顶，并且比室内的系统要大得多。室外一体式制冷机组也可以设计成带有采用直接新风作为自然冷却模式。图 16 给出了室外一体式制冷系统举例。

**优点**

- 所有的制冷设备都置于数据中心外部，这将使白区全部用于 IT 设备的摆放。
- 在气候适宜的地区，与无节能冷却模式的系统相比，可节约大量的制冷能耗。

**缺点**

- 对已有数据中心很难进行改造。

**通常用于**

- 数据中心作为大型多用途设施的一部分。



图 16

室外一体式制冷机组



## 制冷系统 各种选项

设施和 IT 人员在确定制冷解决方案规格时可采用多种选项。应采用以下指引，并结合设备制造商的技术文献。应注意，根据所考虑的解决方案的规模和类型，选项可能会有差别。

**气流方向** - 大型落地式系统的气流采用向下的方向（下送风）或向上的方向（上送风），有些甚至可以采用水平的方向（水平送风）。

- 在高架地板环境或当系统安装在一基座上的非高架地板环境中采用下送风系统。
- 在已有的上送风环境中采用上送风系统。
- 对于采用冷/热通道布局的 IT 整合和 IT 改造环境，应考虑采用水平送风系统。

**火、烟和水探测设备** 在灾难性事件时能够提供早期预警与/或自动切断功能。

所有机组中都推荐采用。如果当地建筑规范有要求，则强制使用。最好配合 IT 监测和楼宇管理系统使用，以实现及时地告警。

**加湿器** 通常位于精密制冷机组内部，以弥补制冷过程中空气所损失的含湿量，用于防止由于静电放电造成的 IT 设备宕机。关于加湿器及其功能的更多信息，请参见第 58 号白皮书《数据中心和网络机房的加湿策略》。

- 应在所有计算机房空调器和空气处理装置中使用加湿器，除非机房具有正常运行的蒸汽屏蔽和中央加湿系统。机房不能存在湿度过高或过低的问题。

**加热系统** 是为了使制冷系统在必要时对 IT 环境空气进行更多的除湿，需要对离开精确制冷设备的已调节冷风增加热量。

- 加热系统用于处于湿热气候下的机房，或者蒸汽屏蔽差或不具有蒸汽屏蔽功能的机房。

**自然冷却模式** 是指盘管在乙二醇溶液足够冷的情况下，以类似于冷冻水系统的方式对 IT 环境进行冷却。它在使用时可以实现出色的运行成本节约。

- 在寒冷气候中配合乙二醇冷却式机组使用。
- 使用时应按当地建筑规范要求。

**“多重冷却”盘管**可配合风冷式、乙二醇冷却式或水冷直膨式系统使用

- 在楼宇冷冻水可用但不可靠或经常被关停的情况下使用。

资源链接  
第 58 号白皮书  
数据中心和网络机房的加湿策略

## 结论






用于数据中心的这 13 种排热方法的主要差别在于其在 IT 环境中的安装方式以及它们收集热量并将热量输送至室外大气的方式。所有这 13 种排热方法都有优缺点，这使它们在各自在不同的应用中成为优选方案。选择哪种排热方法应依据需要保护的 IT 环境的正常运行时间要求、功率密度、地理位置和外形尺寸，现有楼宇系统的可用性和可靠性，以及可供系统设计和安装使用的时间和开支来决定。精通精确制冷组件和排热方法的 IT 人员可以与制冷人员更有效的合作，以确保满足 IT 目标的最优化制冷解决方案的规格。

### 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



点击图标打开相应  
参考资源链接

-  **IT 环境中制冷和空调术语解释**  
第 11 号白皮书
-  **数据中心制冷系统的节能冷却模式**  
第 132 号白皮书
-  **基于自然冷却的大型数据中心超高效制冷模块**  
第 136 号白皮书
-  **集装箱式数据中心电源和制冷模块**  
第 163 号白皮书
-  **数据中心行级和机柜级制冷架构的优势**  
第 130 号白皮书
-  **IT 设备空调系统的基本原理**  
第 57 号白皮书
-  **用于 IT 环境的各种气流分配方案**  
第 55 号白皮书
-  **数据中心和网络机房的加湿策略**  
第 58 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)

如果您作为我们的客户需要咨询数据中心项目相关信息：

请与所在地区或行业的 **施耐德电气** 销售代表联系，或登陆：  
[www.apc.com/support/contact/index.cfm](http://www.apc.com/support/contact/index.cfm)