

Idraulica

专业技术信息期刊

CALEFFI
Hydronic Solutions

57

2019年12月

系统调节策略



SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE PUBBLICITÀ 70% - FILIALE DI NOVARA



系统高效运行的正确温度 流量的热力调节

610型 三通电动混合阀

- 用于从1/2"到2"全系列供热系统
- 3点式或0~10 V伺服电机
- 高精度调节



供暖

www.caleffi.cn

CALEFFI
Hydronic Solutions

社论

Mattia Tomasoni 工程师担纲领航

一直以来，我深信通过翻阅这份杂志就可以了解卡莱菲的风格和一些重要讯息。一本技术刊物，对于从业人员，对于平时所称的“业内的我们”来说，都包含着我们渴望并且孜孜以求的质量水平和技术特点。首先是训练有素和清晰明了，也就是说要最大程度地做到缜密严谨、开卷有益。



因此，我们呕心沥血于这本杂志的每一页、每一幅图、每一个字里行间，乃至与读者交流、对话的方式。读者可以通过这些讯息提高自己的技术水平，增长知识和加强自己的专业素养。

所以，一个新的领航者至关重要，同时也值得我们高度重视并深思熟虑：新任主编——Mattia Tomasoni正是当仁不让的恰当人选。

从他身上我们看到了卡莱菲传统、全新的独特个人风格以及崭新的愿景。他跟随Mario Doninelli成长起来，在为杂志编辑工作中展现出自己的能力，他还与不同刊物合作，并为公司提供系统方案咨询。

在卡莱菲内外，他从为人到专业都出类拔萃和备受尊重。

我本人向他表达我个人的敬意和对他这一新历程的祝愿。我可以向读者保证，《水力杂志》将继续提供技术和系统知识，并成为体现卡莱菲存在和奉献价值的坚固基石。

董事长：Marco Caleffi

A stylized, handwritten signature in black ink, likely belonging to Marco Caleffi, the Chairman.

主编:

Mattia Tomasoni

责任编辑:

Fabrizio Guidetti

本期参与编辑者:

Elia Cremona

Marco Godi

Domenico Mazzetti

Renzo Planca

Alessia Soldarini

Mattia Tomasoni

Idraulica

于1991年9月28日注册于

Novara法院

注册号: 26/91

出版社:

La Terra Promessa Onlus -

Novara

印刷:

La Terra Promessa Onlus -

Novara

Idraulica Caleffi 版权

未经许可不得复制或转载。

所有文章均为自由翻译。

此刊物为公司内部技术交流资料;

卡莱菲公司保留对此资料进行解释
或更改的权利。

CALEFFI S.P.A.

S.R. 229, N. 25

28010

Fontaneto d'Agogna (NO)

TEL. 0322-8491

FAX 0322-863305

info@caleffi.com

www.caleffi.cn

卡莱菲北京办事处

地址: 北京市大兴区长子营镇长恒路

20号院联东U谷14号楼

邮编: 102615

Tel: (010) 5637 0265

目录

5 系统调节策略

6 调节类型

7 - 供水温度调节

- 定点式温度调节

- 定点补偿式温度调节

- 气候补偿式调节

10 - 室内温度调节

- 开关型调节

- 模拟式调节

12 - 空气处理机组调节

- 空气处理单元

18 深度分析: 相对与绝对湿度

19 供热系统调节的典型应用

- 冷凝式锅炉为热源的散热器系统

- 气候补偿式调节与手动温控阀

- 定点式调节与恒温阀

- 气候补偿式调节与恒温阀

22 - 冷凝式锅炉为热源的风机盘管系统

- 定点式调节与开关型三通阀

- 定点式调节与模拟式两通阀

24 - 热泵为热源的辐射地板采暖系统

- 定点式调节与开关型阀

- 气候补偿式调节与开关型阀

26 调节与节能

- 耗热量

27 - 气候调节曲线

28 - 示例A: 供水温度调节

- 案例1: 冷凝式锅炉的散热器系统

- 案例2: 热泵的辐射地板采暖系统

34 - 示例B: 风机盘管系统室内温度调节

36 调节与平衡

38 内容的重要性

系统调节策略

Ingg. Mattia Tomasoni, Elia Cremona e Alessia Soldarini

在上一期《水力杂志》中，我们介绍了与系统调节有关的基本概念，特别阐述了调节阀的不同类型。我们分析了这些零部件的构造特点，分门别类地介绍了它们不同的工作原理。最后，结合最常见的调节环路，提出了正确的设计选型方法。

本期《水力杂志》将继续就这个话题展开论述，不过重点将放在与最常用调节策略相关的方方面面，评估不

同系统环境下的效率问题。

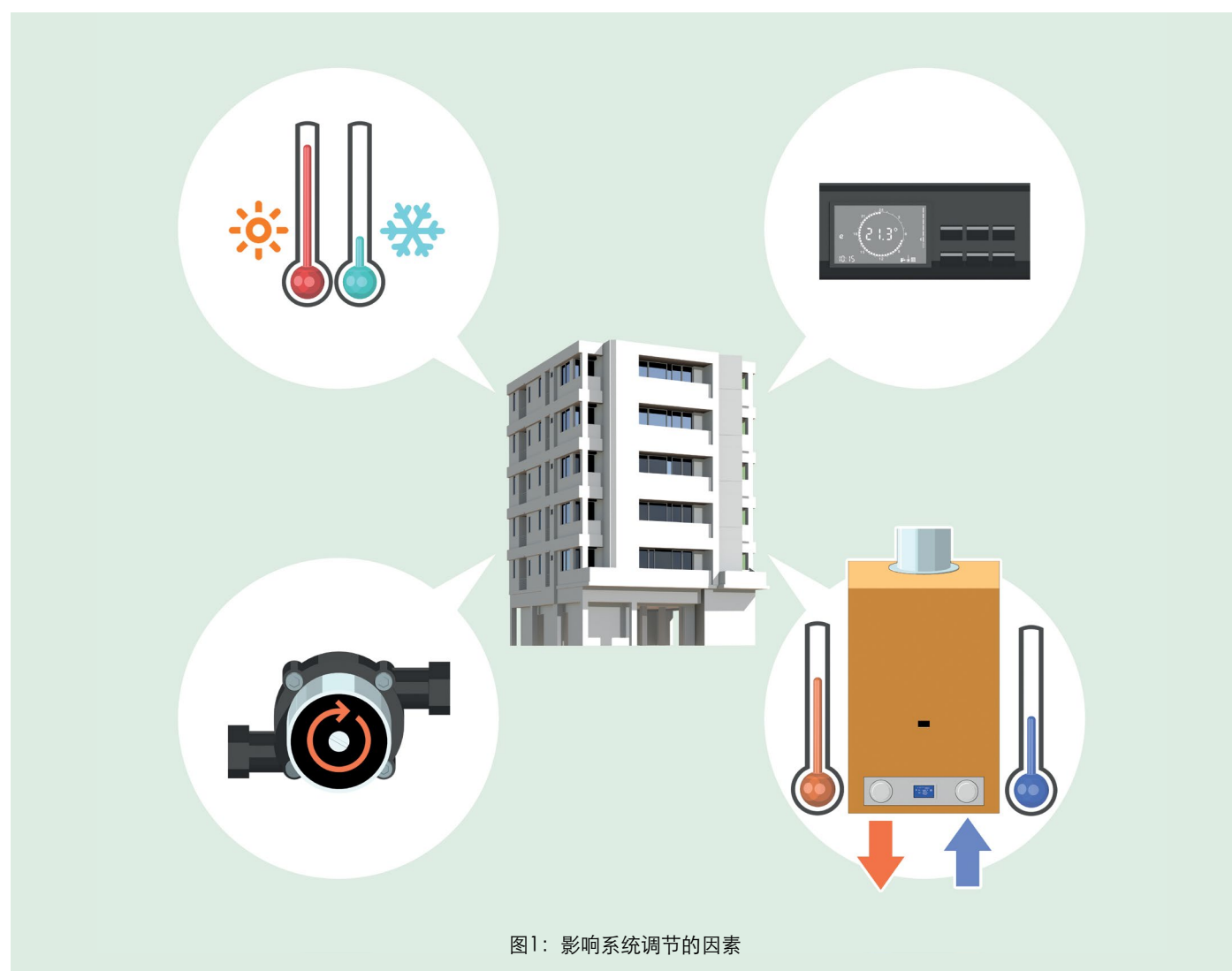
第一部分将介绍供水温度和室内空气温度主要调节类型。

中间部分将提出一些最普遍的应用图示，结合散热器、辐射地暖和风机盘管系统分别介绍不同的调节方案，分析其主要优缺点。

最后，我们将着重讲述如何利用不同调节策略达到节能效果，评估这些

方案对系统运营成本的影响。

我们还将特别分析不同调节标准对诸如冷凝式锅炉和热泵等热源能效以及对循环泵能耗的影响。



调节类型

没有哪个系统或体系能够在缺乏适当调节设备的情况下实现正确运行并达到所要求的舒适度。在热力系统中，经常有诸如阳光照射、外部温度变化和人员密集等热负荷变化，所以必须根据实际所需热量来控制散热量。我们将着重讨论探讨调节器控制系统的方式，以及如何根据不同系统方案采用相应的控制程序。

供水温度调节器

这些调节装置用于控制系统的供水温度。可能是热力站的调节器或者是服务于单独区域的控制柜内集成的调节器。调节可以通过电动阀（参见第56期《水力杂志》）或直接控制热源功率。根据调节策略可以分为：

- 定点式调节器
- 定点补偿式调节器
- 气候补偿式调节器

室内温度调节器

这些调节器的作用就是调节供热或制冷系统所服务场所内的空气温度。通常被称为室内温控器；它们可以分为：

- 开关式调节器
- 模拟式调节器

空气处理机组调节器

这些调节器控制进入室内空气的参数，空气由被称为空气处理机组（UTA）或者空气处理站（CTA）的专门设备处理，根据空气处理效果，其复杂程度不同。这些调节器接入收集各种参数，如：

- 送风，回风和新风的温、湿度
- 空气状态（二氧化碳检测）
- 送风量

然后它们通过风门控制气流或调节处理机组的循环流量或温度，之后我们会重点介绍后者。

在新式建筑里，调节器可以集成于一个单一系统中，负责监测和远程管理设备。该系统一般称为建筑管理系统（缩写为BMS）。

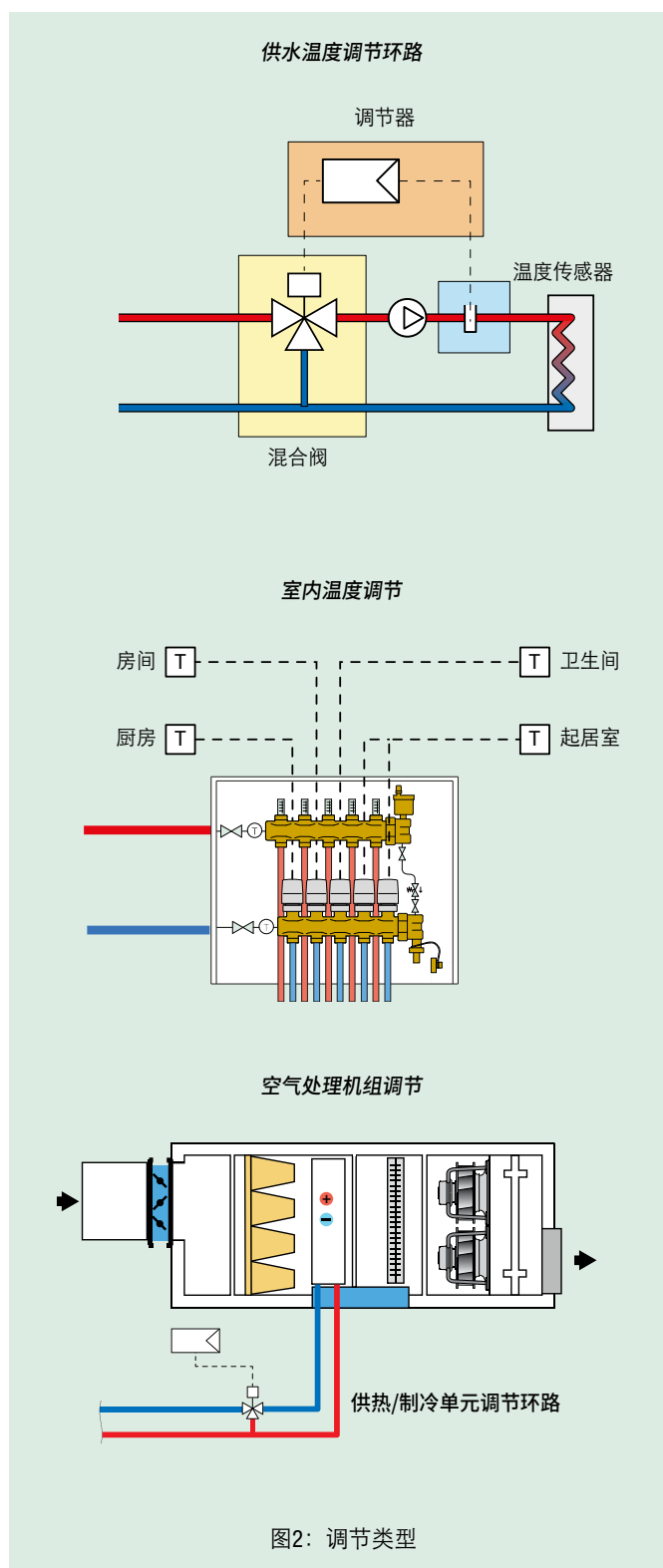


图2：调节类型

供水温度调节

供水温度控制可以通过定点式温度调节、定点补偿式温度调节或者气候补偿式温度调节实现。

下面我们看看每种类型的工作原理、典型的水力循环图示以及不同应用的优缺点。

定点式温度调节

是最简单的调节系统，其工作原理是基于把供水温度维持在预先设定的固定值。

在这种类型中，调节系统一般包括：

- 电子控制单元（1）；
- 供水温感（2）；
- 温度调节水力系统，一般是一个混合环路，有一个带相应电动执行器（3）的混合阀。若想了解详情，请参阅第56期《水力杂志》，网址: idraulica.caleffi.com。

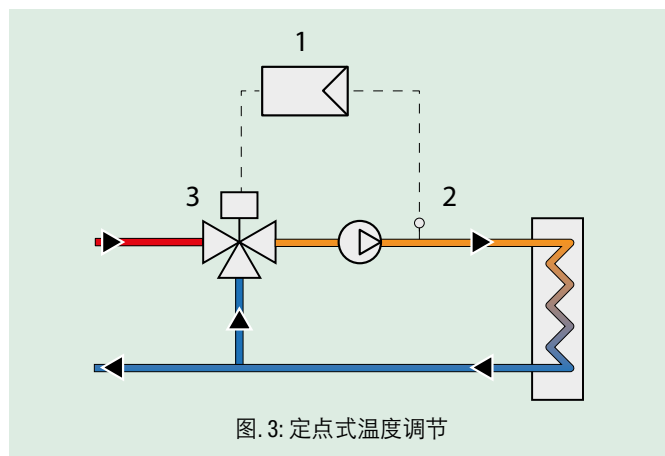


图 3: 定点式温度调节

所需供水温度值可以直接在电子控制单元上设定，后者控制混合阀的电动执行器，以期达到并保持设定温度。阀门的调节位置取决于混合水温，它由专门的温感探头（2）直接测量。有时候，这一功能也可能并非通过电子装置，而是利用带恒温元件的阀门以机械方式控制其混合流量。

这种调节策略的前提是将供水温度在一个必要值，以保证在一年中最冷那一天能够满足热舒适度。它主要用于散热器或小型辐射地板供暖系统中。不过，这种调节的局限性是室内温度会随时因外部气候条件的改变而变化。

调节曲线

表示室外温度与所调节的供水温度关系的曲线。在定点式调节的情况下，它与外部温度没有任何关联，供水温度体现为一条单一的水平直线。

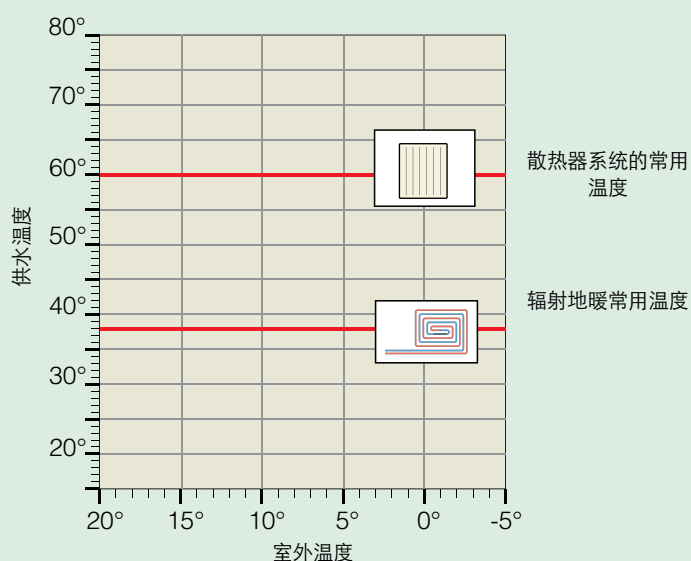


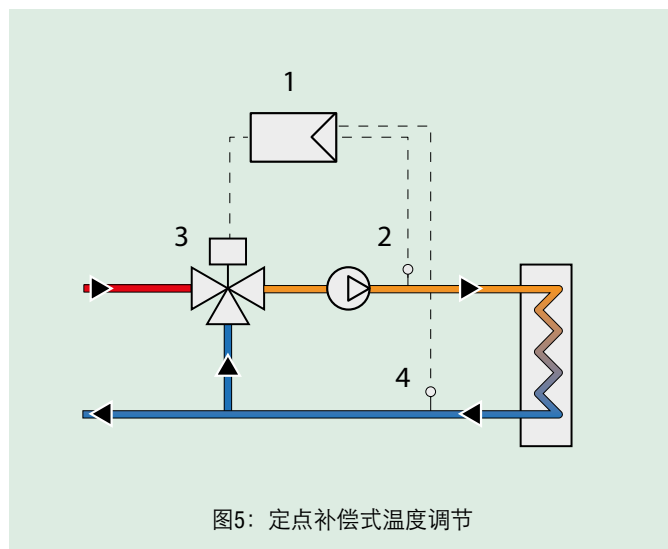
图 4: 定点式温度调节曲线

定点补偿式温度调节

与传统定点式调节相同，补偿式调节也将供水温度设定为一个恒定值。不过，这个设定值会按实际所需热负荷进行修正。

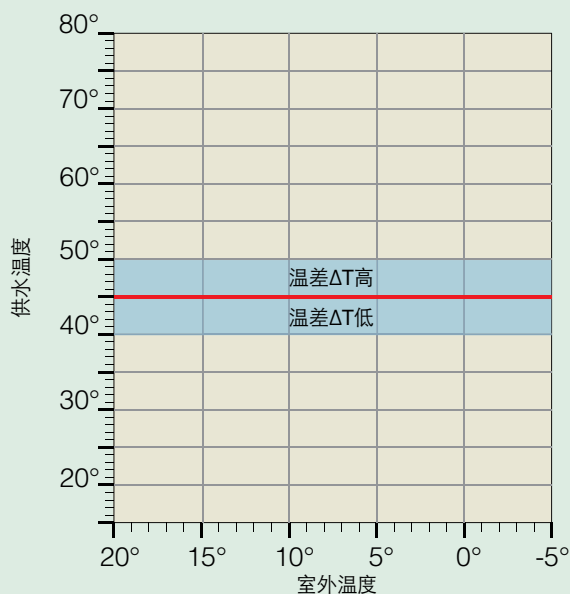
这一类型的调节系统包括：

- 电子控制单元（1）；
- 供水温感（2）；
- 温度调节水力系统，一般是一个混合环路，有一个带相应电动执行器的混合阀（3）。若想进一步了解，请参阅第56期《水力杂志》，网址：idraulica.caleffi.com。
- 回水温感（4）。



在定点补偿式温度调节模式下，供水温度值取决于调节器上的设定值和通过温感测得的供回水温差（ ΔT ）。如果测得的温差 ΔT 低（比如有内外部“免费”热源时），那么供水温度会比设定温度调节得更低。反之，当温差 ΔT 高时（比如启动阶段），供水温度会相应调节高于设定温度。电子控制单元可以按这一逻辑控制混合阀的电动执行器。

这一调节策略比传统的定点式调节更先进，目的是根据实际所需热量调节散热量，尽管它没有直接测量室外温度。因此，这一调节的局限在于供水温度的补偿滞后性，因为它不能事先掌握实际的外部气候条件。



调节曲线

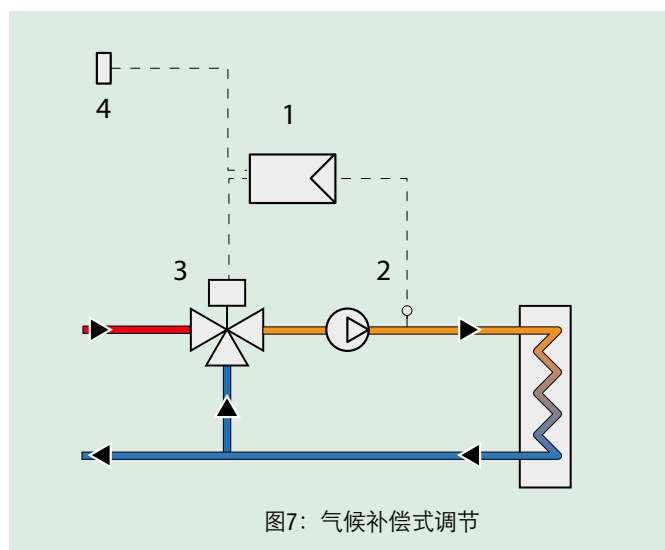
定点补偿式温度调节模式下，供水温度可以通过初始设定值上下的工作范围图形化反映出来。这一数值下面的区域定义的是温差 ΔT 低时的补偿值，而上面区域则代表的是温差 ΔT 高时的补偿值。

气候补偿式调节

这种类型的调节依据是，室内所需热量与建筑物的散热量成正比，因此受室外温度的作用。所以，供水温度要根据实际的外部气候温度进行调节。

这一类型的调节系统一般包括：

- 电子控制单元（1）；
- 供水温感（2）；
- 温度调节水力系统，一般是一个混合环路，有一个带相应电动执行器的混合阀（3）。若想进一步了解，请参阅第56期《水力杂志》，网址 idraulica.caleffi.com。
- 室外温感（4）。



供水温度根据室外温感测量的室外温度利用气候曲线计算获得。曲线设定于电子控制单元中，一般可以根据具体要求和系统类型加以修改（参见第27页）。电子控制单元根据实际气候条件不断计算目标温度，并据此调节混合阀。

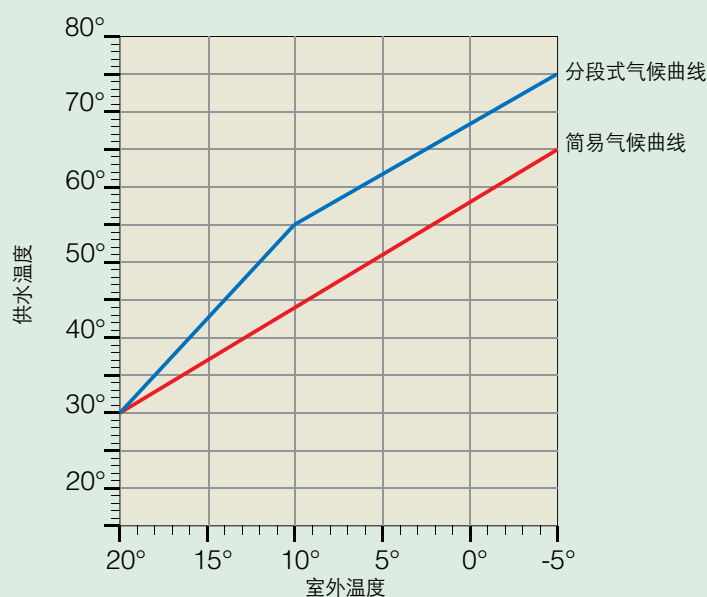
这种调节策略是最有效的，因为它能始终跟随外部气候条件的变化而保证最佳的室内舒适度。不过，要特别注意的是需要根据系统类型尤其是建筑特点来编制气候曲线。

这种调节方式主要运用于使用恒温阀的散热器集中供暖系统，也用于辐射采暖系统中提高热舒适度。

调节曲线

在这种调节类型中，调节曲线从极限值开始构建：最高供水温度设定对应最低室外温度，反过来，最低供水温度对应最高室外温度，这种调节方式没有考虑实际的热负荷变化。

两点相连的直线表示的是最简单的曲线，不过还经常使用倾斜度不同的分段曲线。



室内温度调节

室内温度调节的主要目的是，通过控制散热量实现按需散热，从而在居住空间内部达到舒适条件。这样就可以在节能和热舒适性之间实现良好的折中。下面，我们来看一下室内温度调节的两种主要方式和其主要应用场景。

开关型调节

这种调节方式最为简单，其作用是将室内温度维持在最低值和最高值之间。这种情况下，调节器是一个简单的温控器，当测得的室内温度低于设定值下限时，它就处于打开状态（ON），当达到预期的温度时，它会处于关闭状态（OFF）。于是，循着这一调节思路，室内温度会不停地随着时间推移而上下浮动，幅度取决于所谓的“差值”，即在决定ON和OFF（图9A）状态的最高和最低值之间的摆动。差值通常可以设定，不过需要取一个合适的折中值：差值过低会使室内温度更接近预期的值，但是启动和关闭就会非常频繁。相反，差值过高减少了启动次数，但是会降低舒适度，因为受控制的室

内温度摆动幅度太宽。这种调节类型因其简单方便可以应用于不同类型的系统中，如小型散热器系统，地板采暖系统等。

不过，在有非常快速应答时间要求或者负荷频繁变化的系统中，它无法进行精准调节，例如风机盘管系统。

在高热惰性的系统中它反而更有用武之地，如辐射供暖系统中，每个区域的温控器控制安装在分集水器上的热电执行器完全打开（ON）或关闭（OFF）。

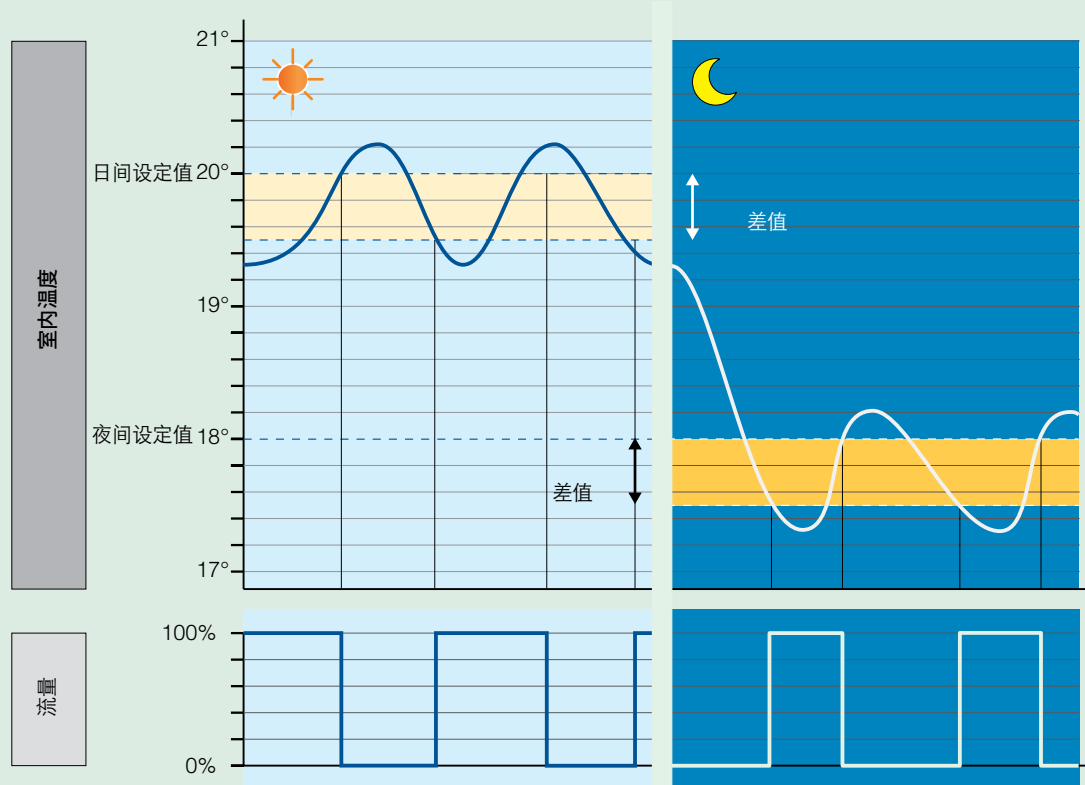


图9A：开关型调节曲线

模拟式调节

其调节目的是把室内温度持续保持在预期值。这种调节可以通过散热器恒温阀以机械方式或电子调节器以电动方式实现。这时，调节器不是再是一个仅有两态（ON/OFF）的简单温控器了，而是一个电子控制单元，发出的调节动作可以准确地达到设定值，并随着热负荷变化而快速应变。

最简单的模拟式调节是“比例式的”，与想要达到的室内温度差得越远，其调节力度越大。例如调节散热器供水流量的一个阀门，假设对应于想要达到的室内温度最大差值时，阀门处于完全开启状态，慢慢地，随着接近设定值，流量逐渐降低，直至达到所要求的状态而后活塞完全关闭。

这一区间称为“比例带”，因为正是在这一工作范围内，阀门调节的流量与达到所需室内温度的行程成比例。比例带通常可以修改，但是这时候必须要找到一个合适的折中点：比例带太宽会导致调节缓慢且相对于设定值偏移过大，

而比例带过窄会导致与开关型调节类似的结果，造成温度上下波动。

不过，为了克服单纯比例调节的局限性，在现代电子控制单元中经常配备进一步的调节功能，以便改善长期以来存在的相对于预期设定值的偏差问题（“积分功能”），以及使得调节应答更为迅速和及时（“微分功能”）。这种方法取名为比例积分（PI）控制或比例积分微分（PID）控制。

正是得益于上述特点，模拟式调节用于取代那些简单的开关型调节力不从心的地方。比如，在空气处理机组等低惯性供热系统中，因其应答迅速的特点而且负荷变化往往很频繁，模拟式调节可以比较稳定地控制室内舒适度，同时还可以降低能源浪费，因为它只利用必要的热功率部分。

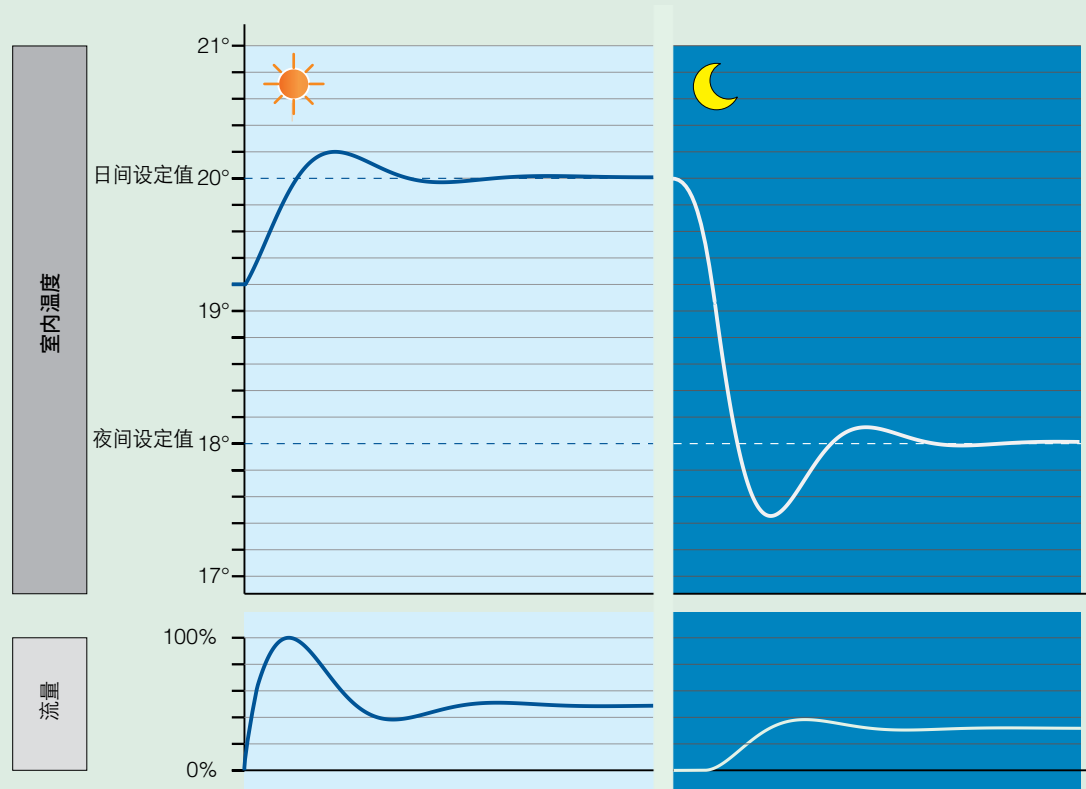


图9B：模拟式调节曲线

空气处理机组调节

现代建筑从设计建造方面都要保证人的舒适，尽量维持各种舒适性包括热舒适度。为此，在新式建筑特别是工业、商业、医院和学校等建筑中，都大范围使用空气处理机组(AHU)。空气处理机组是组合起来的模块化设备，对进入室内的一次空气进行正确的处理然后用于调节室温。空气处理就是通过适当的调节控制温湿度（温度和相对湿度）和过滤达到纯净度。

组成空气处理机组的各个部分及其功能为：

1. 通过预热和再加热单元加热空气；
2. 通过制冷单元冷却空气；
3. 利用制冷或再加热单元除湿；
4. 利用加湿器加湿；

5. 进行换气或外部空气的过滤；
6. 通过使用调节风门经混合室进行气体交换；
7. 通过热回收器，回收热量和空气的湿度。
8. 调节风门
9. 气液分离器
10. 风机
11. 混合室

下面的章节中，我们将深入探讨空气处理机组中各处理单元的调节方式。

完备的空气处理机组（图10）一般包括三个单元：预热、加热/制冷和再加热。比较简单的空气处理机组（图11）则只有一个单元，加热或制冷并且只处理室内空气。

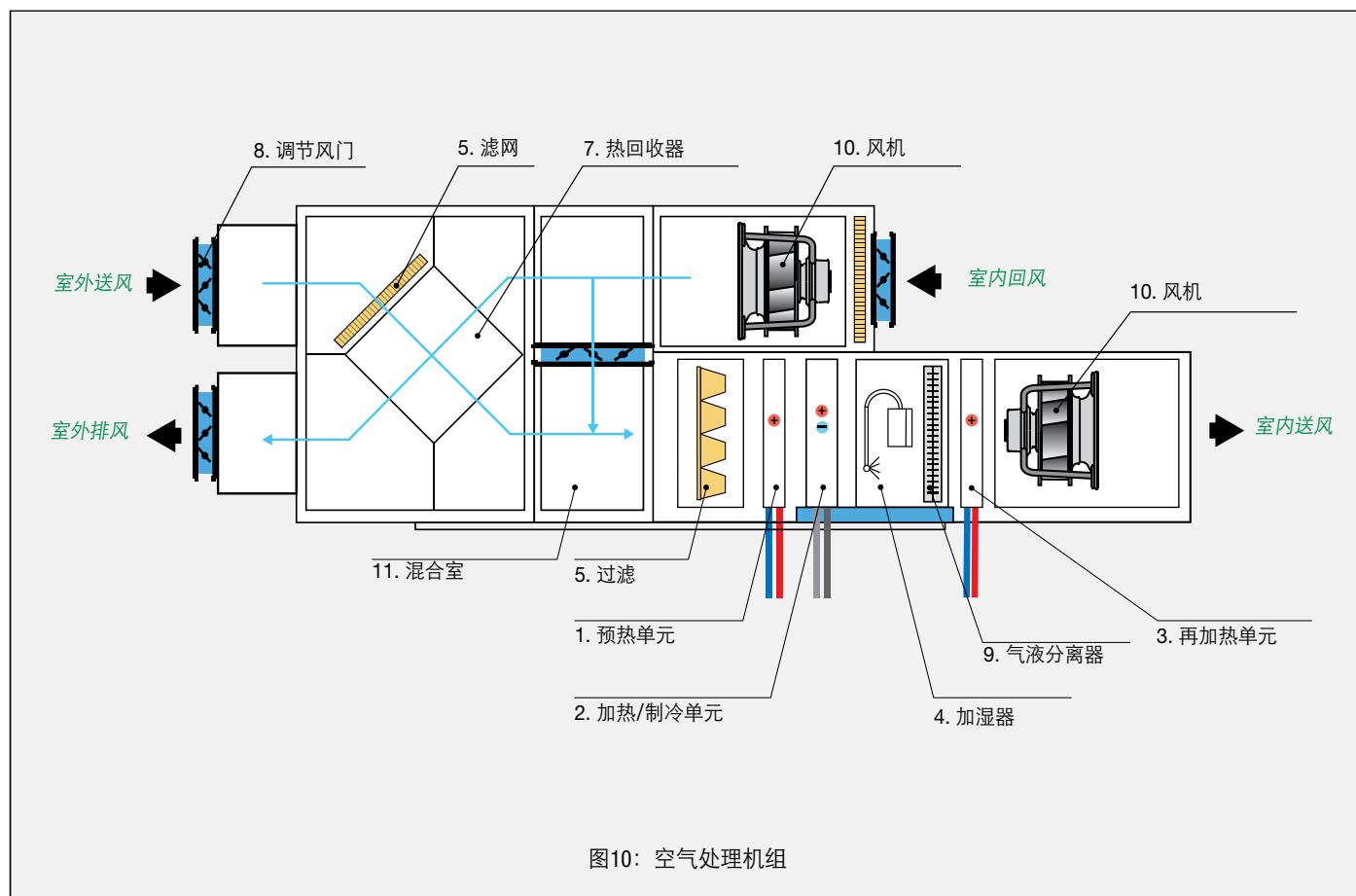
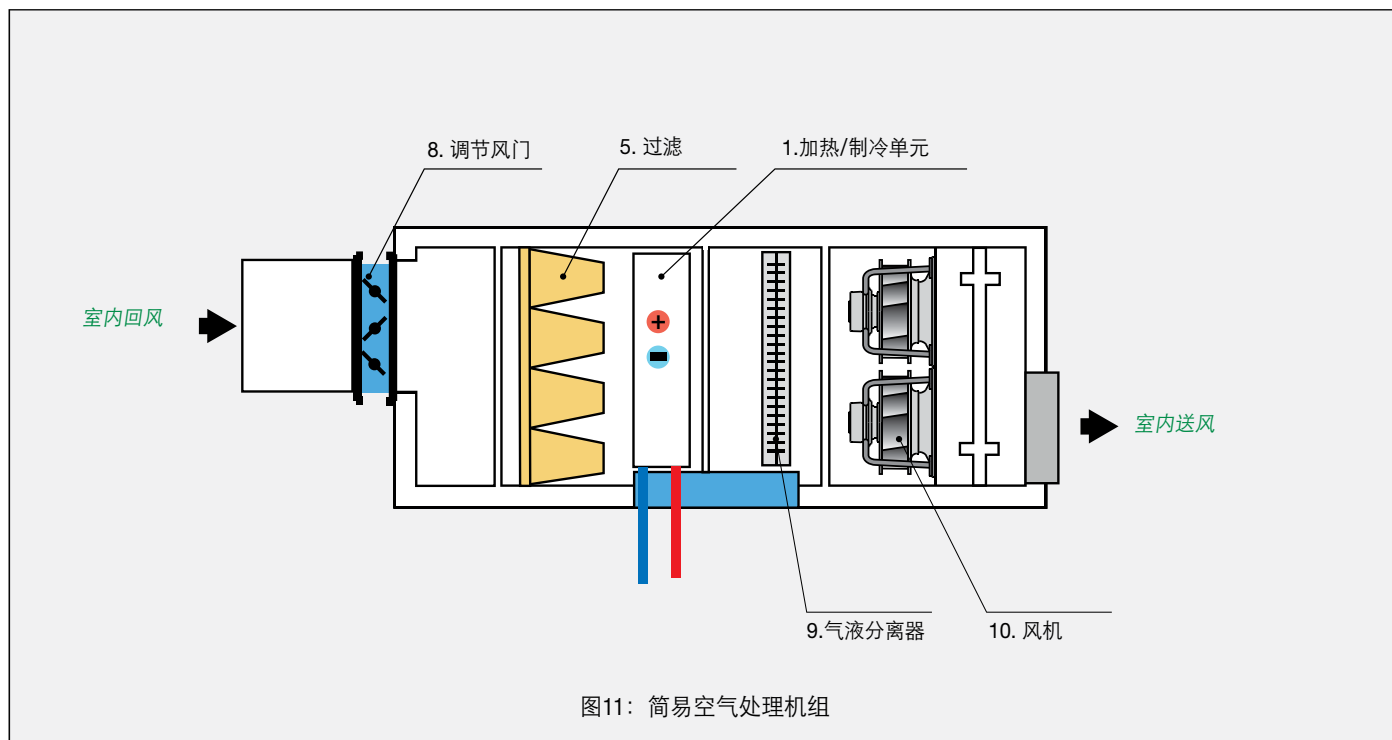


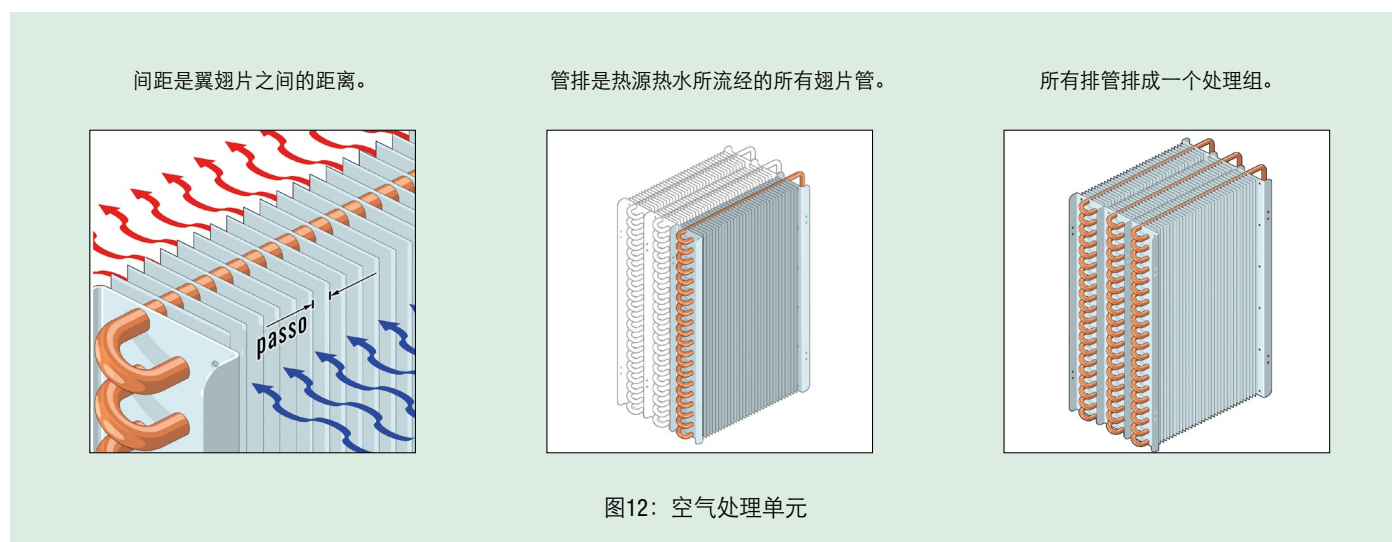
图10：空气处理机组



空气处理单元

现在我们来阐述一下水力循环类的空气处理单元，或者说那些使用热水或冷却水为介质的处理单元。其设计是为了加热或制冷空气，按设计功率换热。它一般由稀疏不等的翼翅片（翅片的“间距”）管组成，以所谓的“排管”次第排列。翅片间距和排管排数是影响处理单元热交换性能以及气流压损的主要参数。其设计选型目的是为了通过足够的交换面积进行正确的热交换，同时限制气流压损。

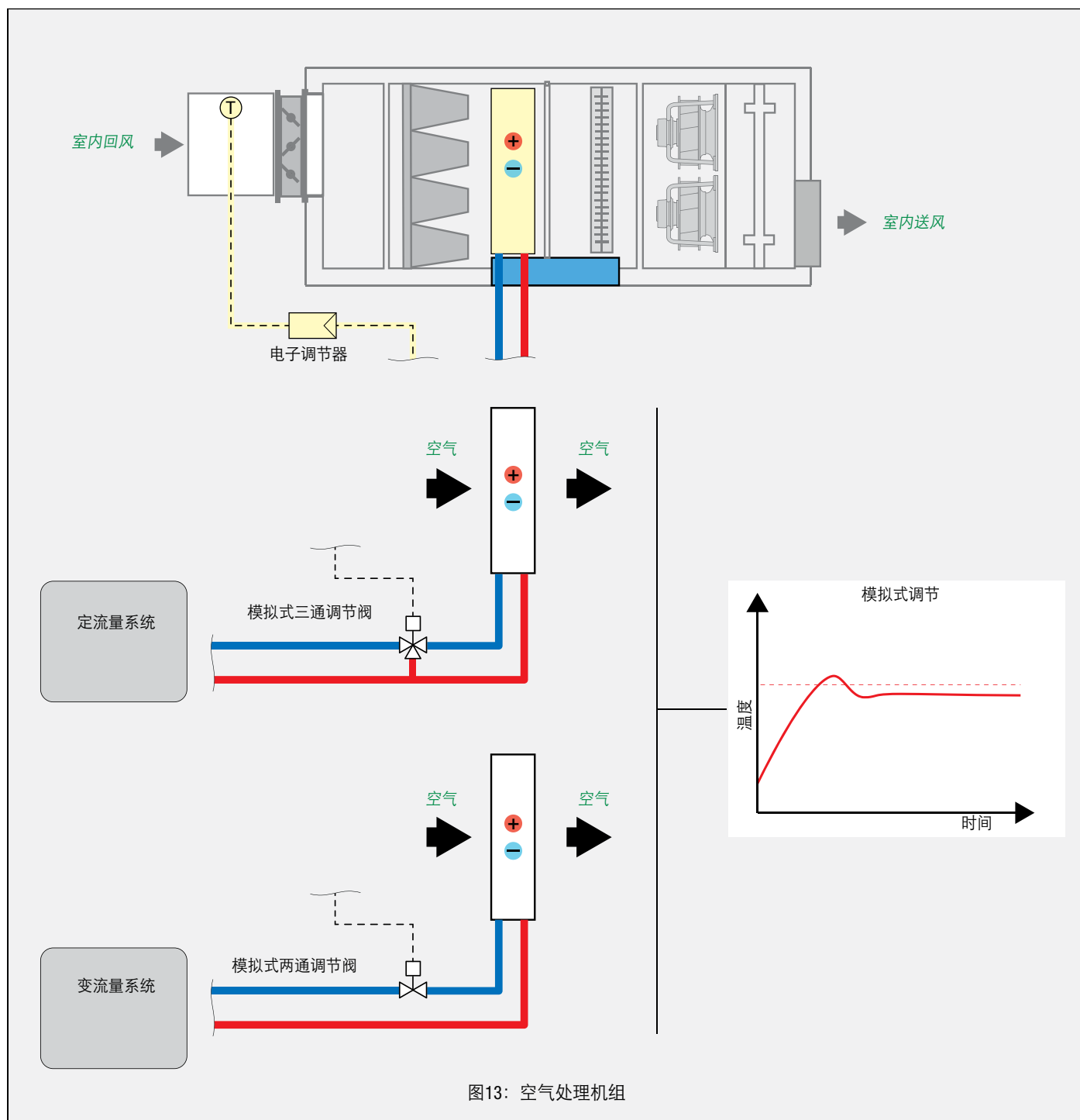
在空气处理单元正常工作过程中，其交换的热功率要与实际要求的热负荷相适应。后面的篇幅中，我们将看到如何通过适当调节流量使之成为可能。



空气处理机组的调节

一般来说，最简单的空气处理机组（只有一个风机）中的空气处理单元有着双重目的：空气加热和制冷。通过使用三通阀式的定流量或者两通阀式的变流量方式来调节流量。模拟式调节流量在这种系统中更受青睐，因为机组内热交换的热惰性非常低。开关型调节会使得机组不断开启与关闭，导致空气温度波动过大。

控制调节阀的调节器一般参照室内回风的温度反馈值进行调节。



空气预加热单元的调节

较为复杂的空气处理机组中的这一单元是冬季气候调节中与空气接触的第一个部分。它的作用就是加热空气，提高温度，保持绝对湿度不变。预加热单元出口的空气干热，因此不适宜送入室内。后续的加湿段是补充雾化水，以达到舒适的相对湿度。

当从室外注入的空气非常冷时，或者是在分支较广的风道系统中后加热单元太远的情况下，预加热单元起到防冻作用。

如果预加热单元用于防冻，可以用一个三通阀实现开关型调节，系统为定流量。而如果预加热单元用于空气预加热，就应该使用两通阀的模拟式调节。这两种情形中，都由一个带室内空气温感（在空气处理单元出口）和外部空气温感（换气）的调节器加以管理。

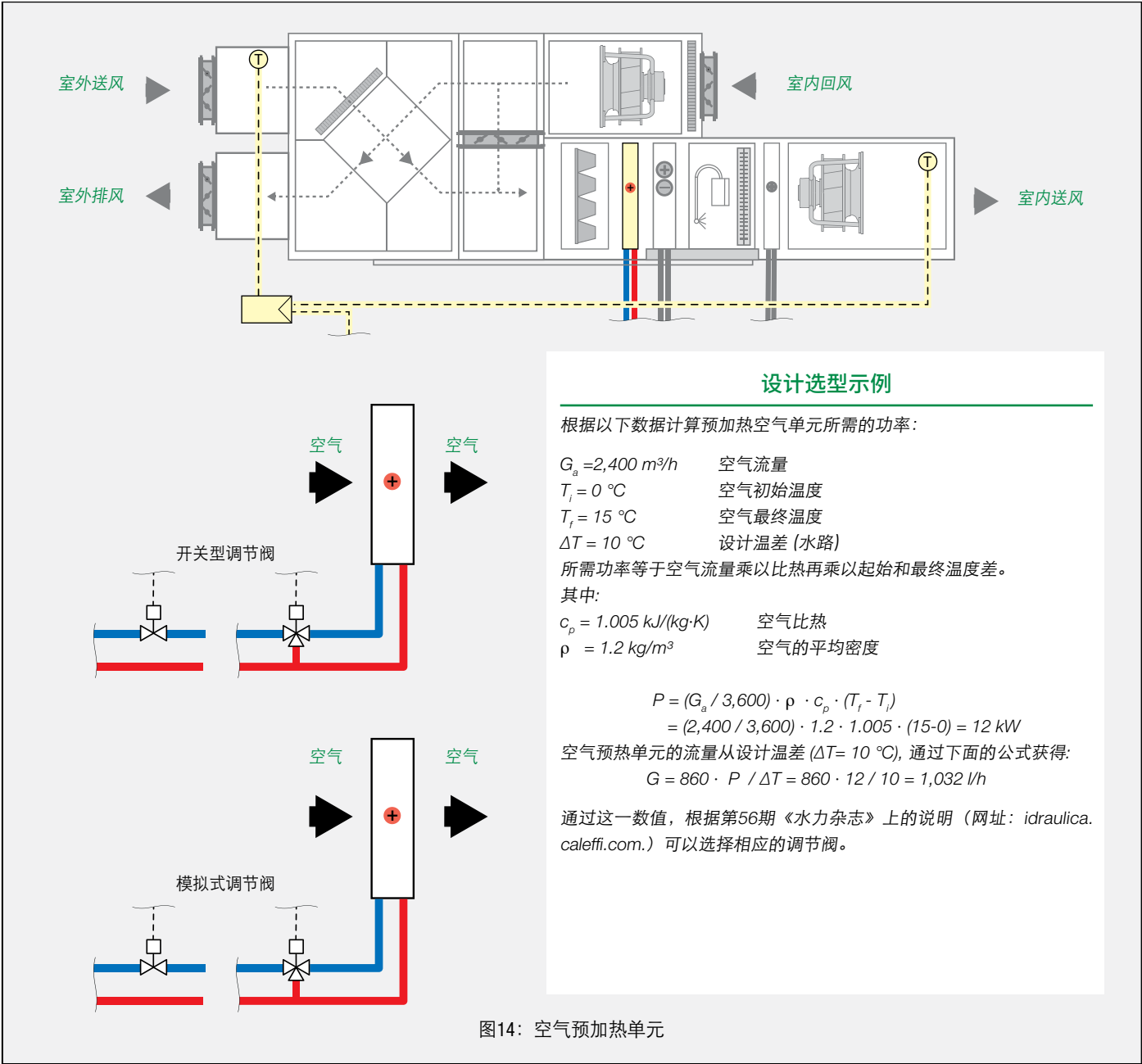


图14：空气预加热单元

空气制冷单元的调节

这种空气制冷单元既可以加热也可以制冷，不过一般都是在夏天用。另外，它还可以收集冷凝水。从制冷单元出来的空气还不能马上注入室内，因为其相对湿度较高（约为90%）：冷凝的形成可以降低绝对湿度，同时由于空气制冷还会增加相对湿度（详见第18页）。因此，需要一个除湿器（气液分离器）把湿度值调整到舒适水平。

通过调节器控制的两通或三通阀，对制冷单元进行模拟式调节。调节器通过测量送风管道或回风管道内的空气温度和湿度对阀门发出指令。有时候，当没有再加热单元的情况下，制冷单元还可以发挥加热功能。

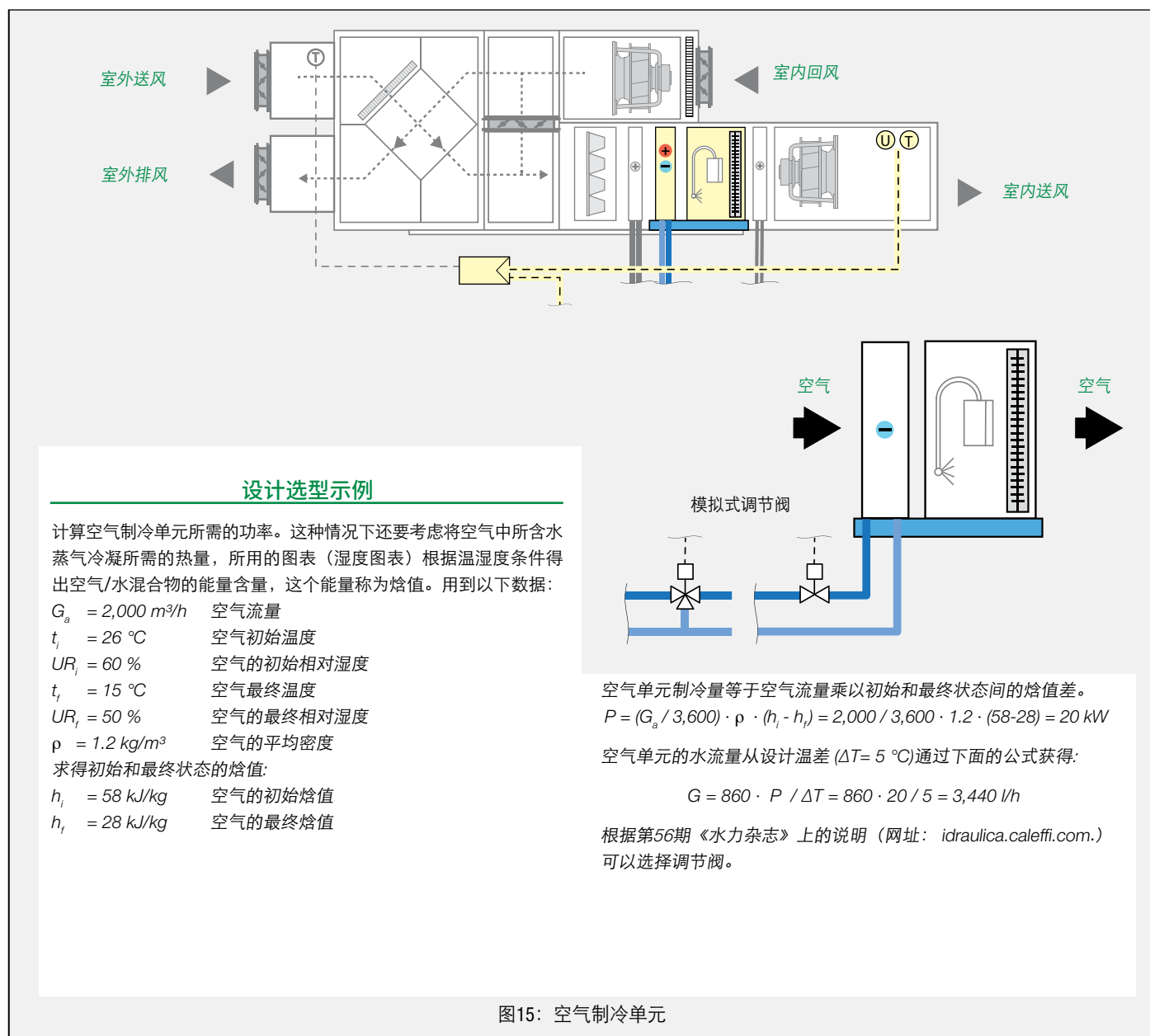
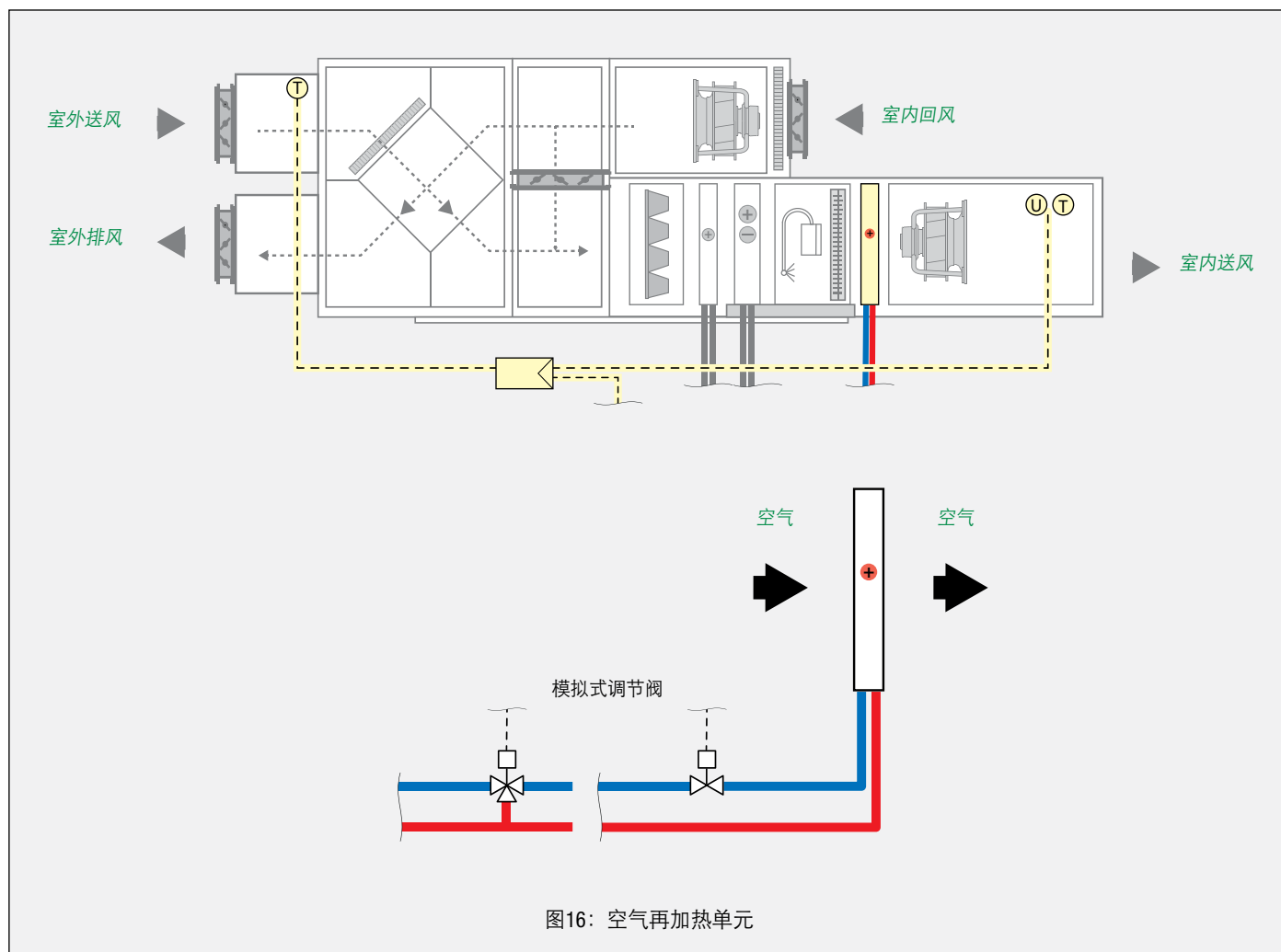


图15：空气制冷单元

空气再加热单元的调节

再加热单元一般与制冷单元结合使用，使空气达到设计条件。实际上，最佳湿度水平是让空气温度低于设定温度，以便所含的水蒸气部分冷凝。再加热单元入口空气相对湿度高，因此，需要加热空气以提高温度，保持恒定的绝对湿度并使相对湿度在舒适限度内，一般维持在50%或60%左右。

调节器通过控制模拟式两通或三通阀进行调节，它根据接收到的室内空气温湿度，和室外空气温度来进行计算和调节。



深度分析:相对与绝对湿度

我们呼吸的空气中始终含有水蒸气。所含的蒸气量取决于压力和温度，它可以通过绝对或相对湿度来定义。

绝对湿度

空气中所含的水蒸气量与空气体积的比值。一般用 $[g/m^3]$ 表示。

当温度高于露点时，绝对湿度不取决于温度。当低于露点时，水蒸气会冷凝。

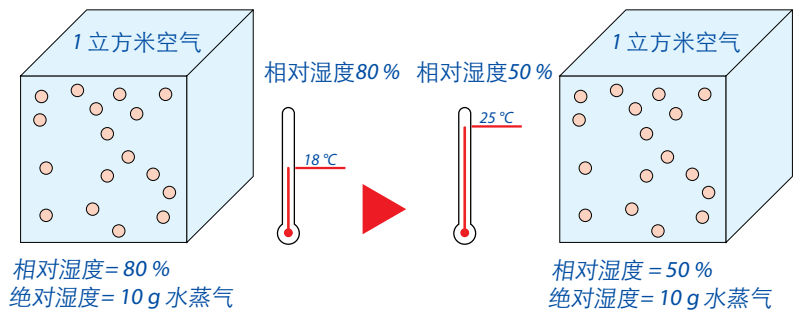


图17: 绝对湿度和相对湿度变化关系

相对湿度

空气中所含的水蒸气量与同样体积下空气中最大水蒸气量之比，通常用百分比%表示。%相对湿度表明空气完全干燥，相反，相对湿度100%表示空气无法再容纳多余的水汽，称为饱和空气。

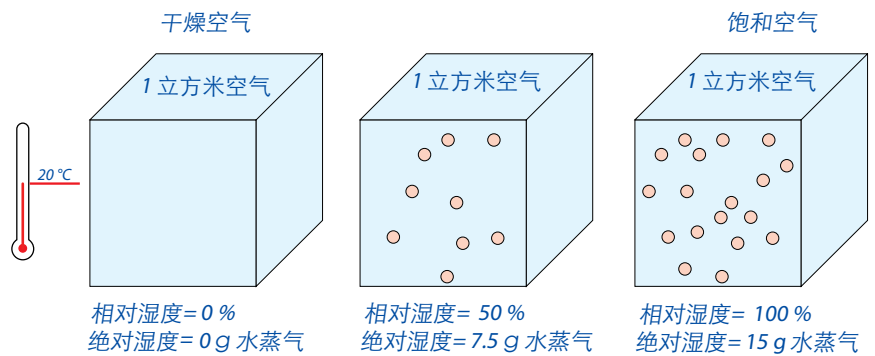


图18: 绝对湿度和相对湿度变化关系

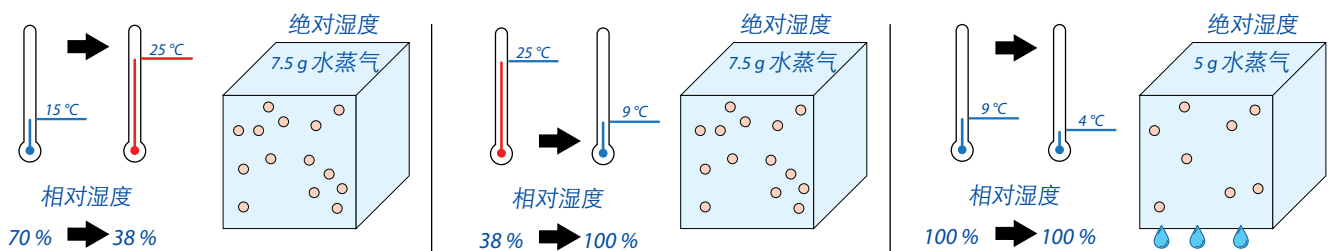


图19: 绝对湿度和相对湿度随温度变化关系

温度升高，空气能够包含更多的水蒸气，在所含的水蒸气量（绝对湿度）不变时，相对湿度降低。

反之，温度降低，相对湿度增加。湿度增加直至达到饱和值：这时，水蒸气就是空气所能含的最大水蒸气量（饱和空气）。

如果温度进一步降低，部分水蒸气会从空气中分离出来，当低于露点时会产生冷凝。

这时，空气始终处于饱和状态，但是水蒸气含量极低，即绝对湿度低。

供热系统调节的典型应用

冷凝式锅炉为热源的散热器系统

气候补偿式调节与手动温控阀

气候补偿式调节（见第9页）最早运用于带传统手动温控阀的老式系统中。这些系统中，没有使用恒温控制器，所以无法自动调节室内温度。这种系统除了带来大量能源浪费外，还会导致过热现象产生。为了弥补这一缺憾，哪怕是部分地弥补，调节热力站供水温度都不失为一个既经济又简单可行的方案。如今，这一方案越来越少地被采用，只在一些小型的使用手动温控阀的散热器民用住宅系统里还能看到。



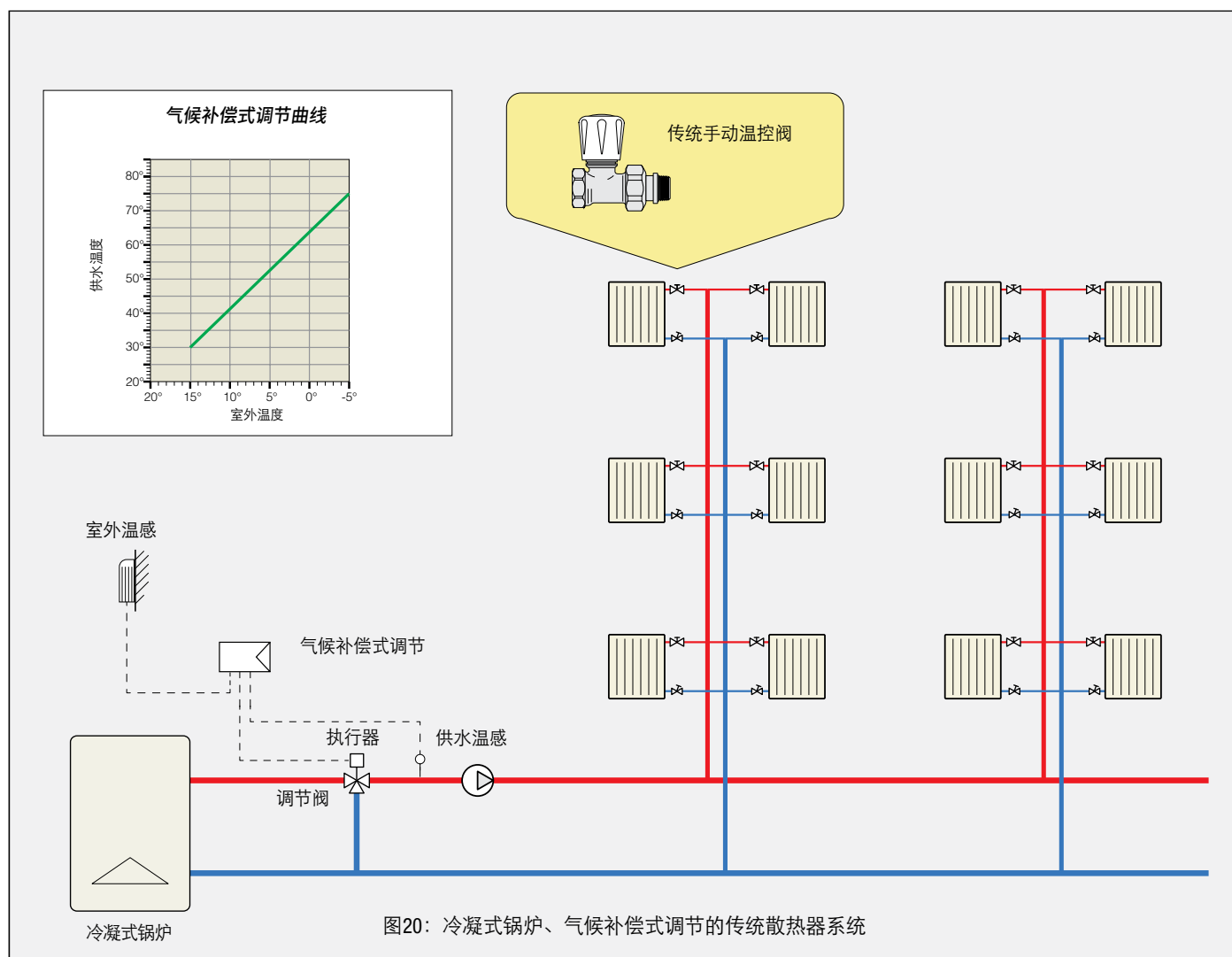
优点

- 经济实惠、简单易行



缺点

- 没有考虑到免费的热源
- 不能对单个区域进行温度管理
- 特别容易失衡



定点式调节与恒温阀

这种方案多用于集中供暖的散热器系统节能改造，散热器手动温控阀更换为恒温阀，模拟调节每组散热器流量。

热力站采用定点式供水温度调节，由一个电子调节器控制三通混水阀。



优点

- 可利用免费热源
- 自动分室温控



缺点

- 不能根据实际使用情况（时间编程）进行室内管理
- 可能产生调节不稳定问题，特别是在水力失调的系统中（恒温阀在运行中可能会有抖动）

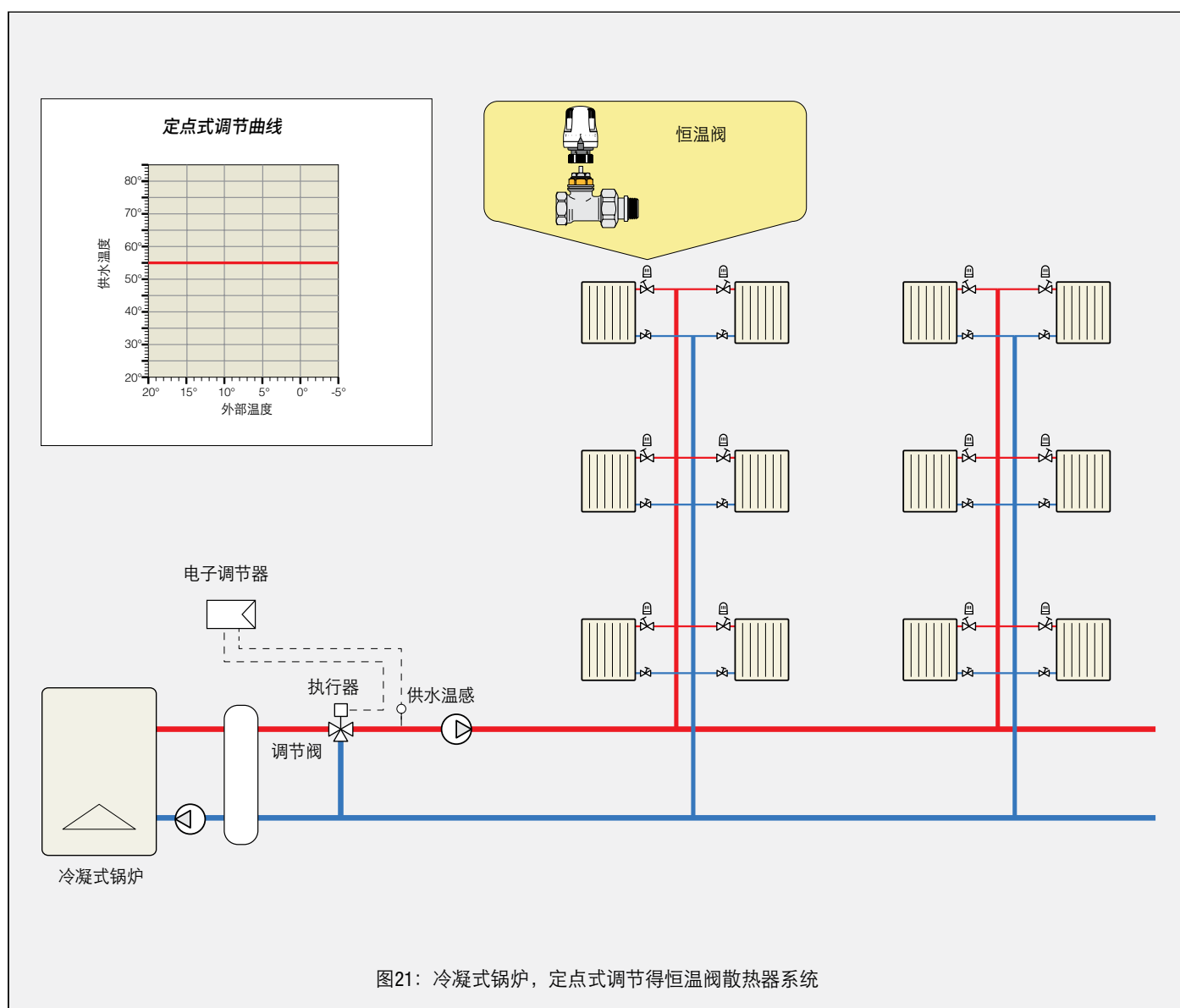


图21：冷凝式锅炉，定点式调节得恒温阀散热器系统

气候补偿式调节与恒温阀

此方案结合恒温阀使用所带来的好处（分室温控）与热力站气候补偿式调节的优点（供水温度按热负荷变化）。其应用非常广泛，因为它可以让恒温阀在供暖季节以最佳状态运行（参阅第28页及后续篇章中的示例）。



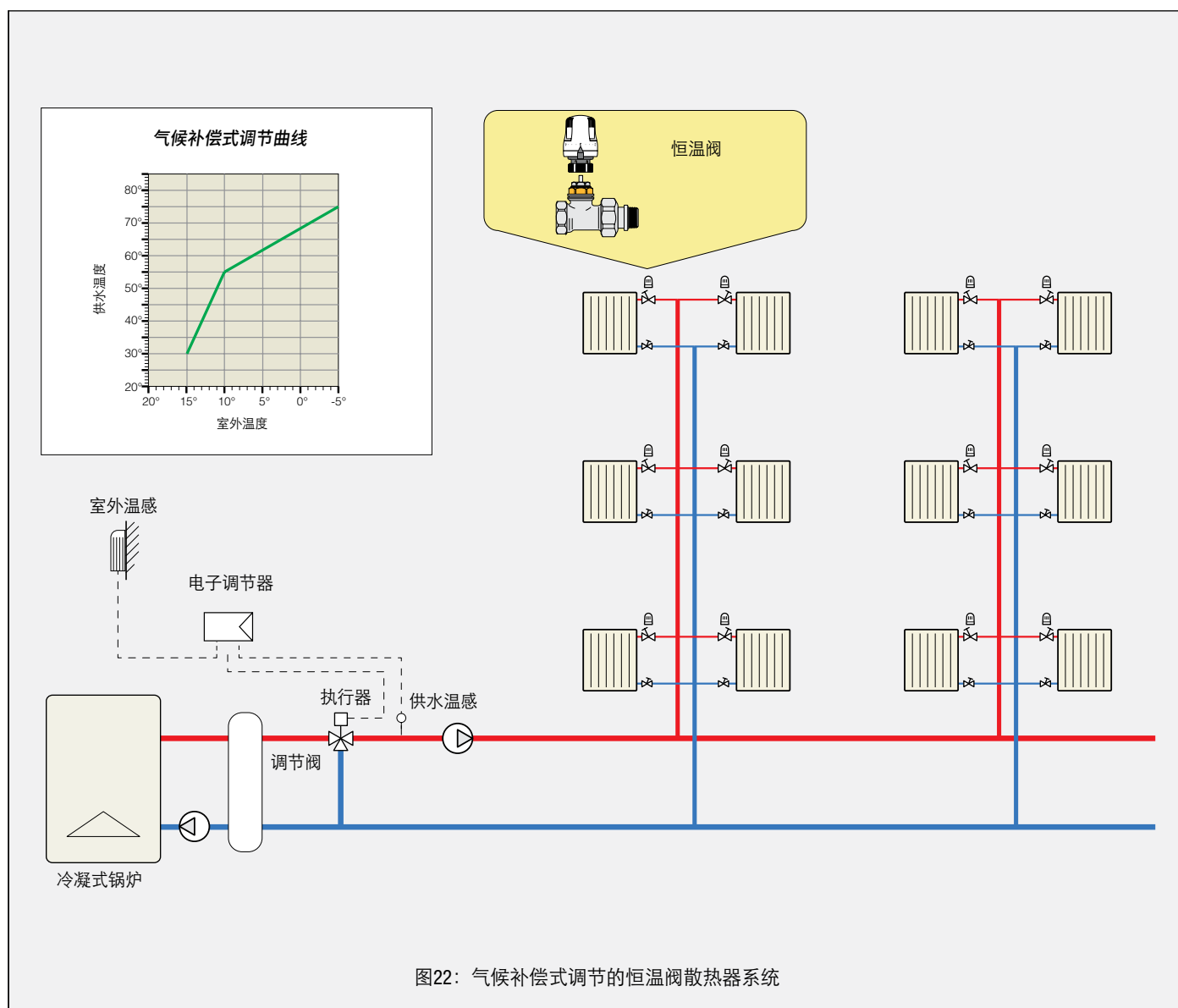
优点

- 能适应气候变化
- 可利用免费热源
- 自动分室温控
- 恒温阀性能得到充分利用



缺点

- 不能根据实际使用情况（时间编程）进行室内管理



定点式调节与模拟式两通阀

定点式供水温度调节可以通过调节空气处理机组的流量与控制室内温度相结合。在现代系统中，流量的调节一般使用带比例式电机的两通阀。因此，这时循环泵的选型和管网的水力平衡要适应变流量系统特征。



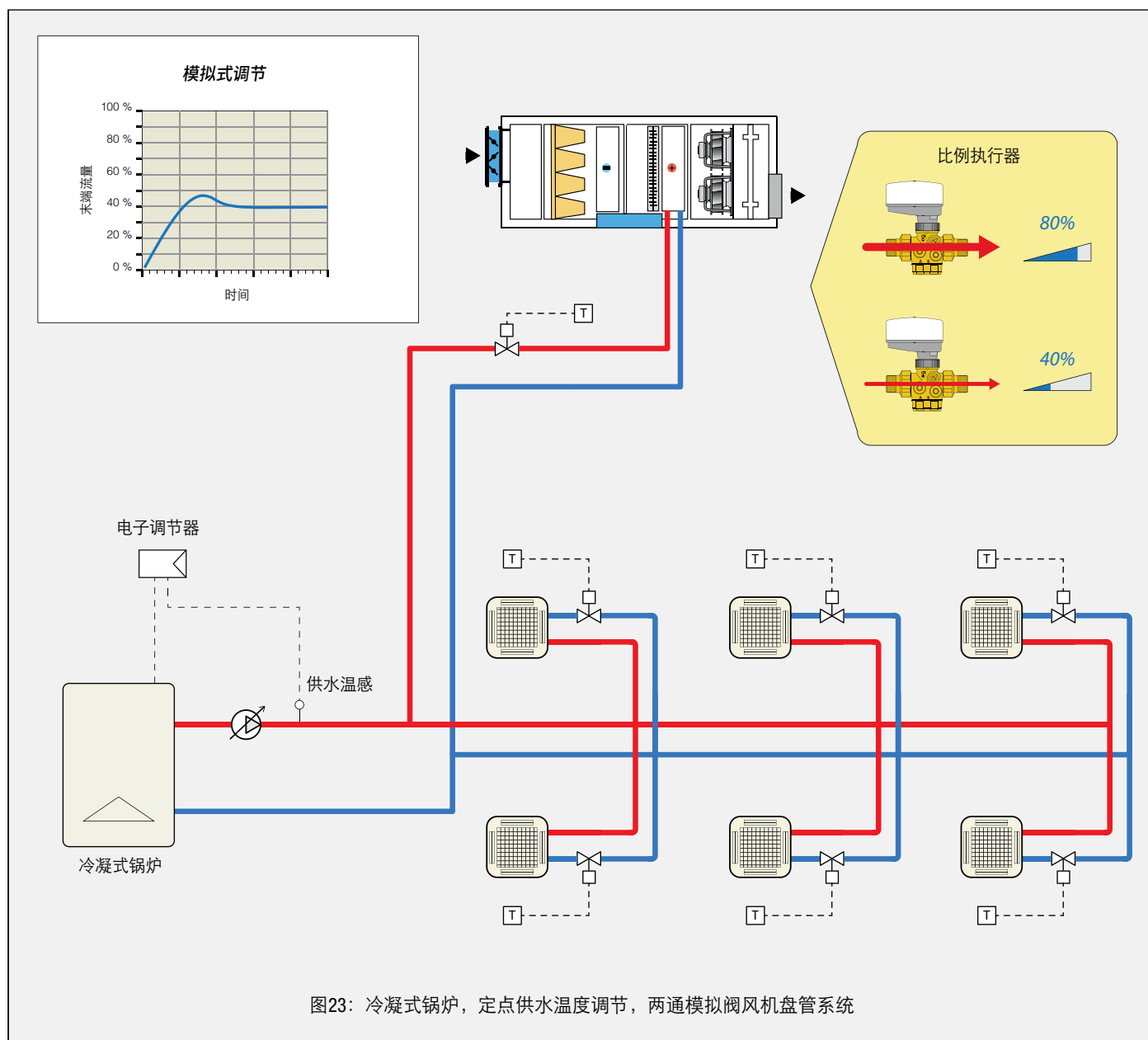
优点

- 降低水泵运行成本
- 稳定调节室内温度稳定



缺点

- 可能因水力平衡不当而导致无法正确运行



热泵为热源的辐射地板采暖系统

定点式调节与开关型阀

辐射地板采暖系统的特点是高热惰性，因此相应的室内温度调节一般采用开关型执行器（分水器支路热电执行器或区域阀）。这类系统最简单的配置中，供水温度调节是定点式的。通常小型住宅采用此类系统。



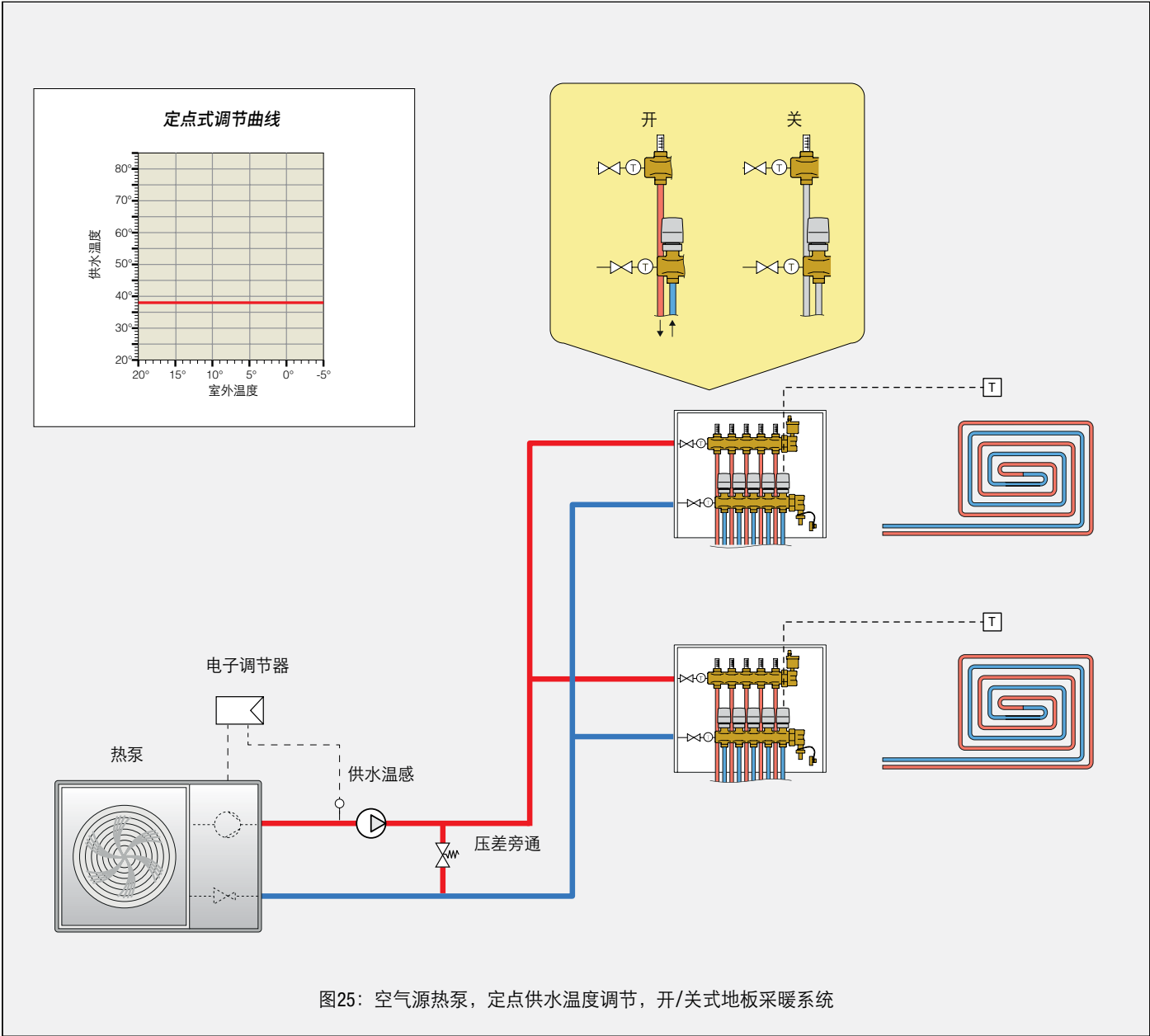
优点

- 调节简单、经济



缺点

- 热泵效率无法发挥到最佳（参见第31页及后续示例）



气候补偿式调节与开关型阀

地板采暖系统中单个环路的开关型调节与供水温度的气候补偿式调节相结合。一般来说，气候调节器集成在热泵上：这样就可以方便设定气候曲线和优化热泵效率。



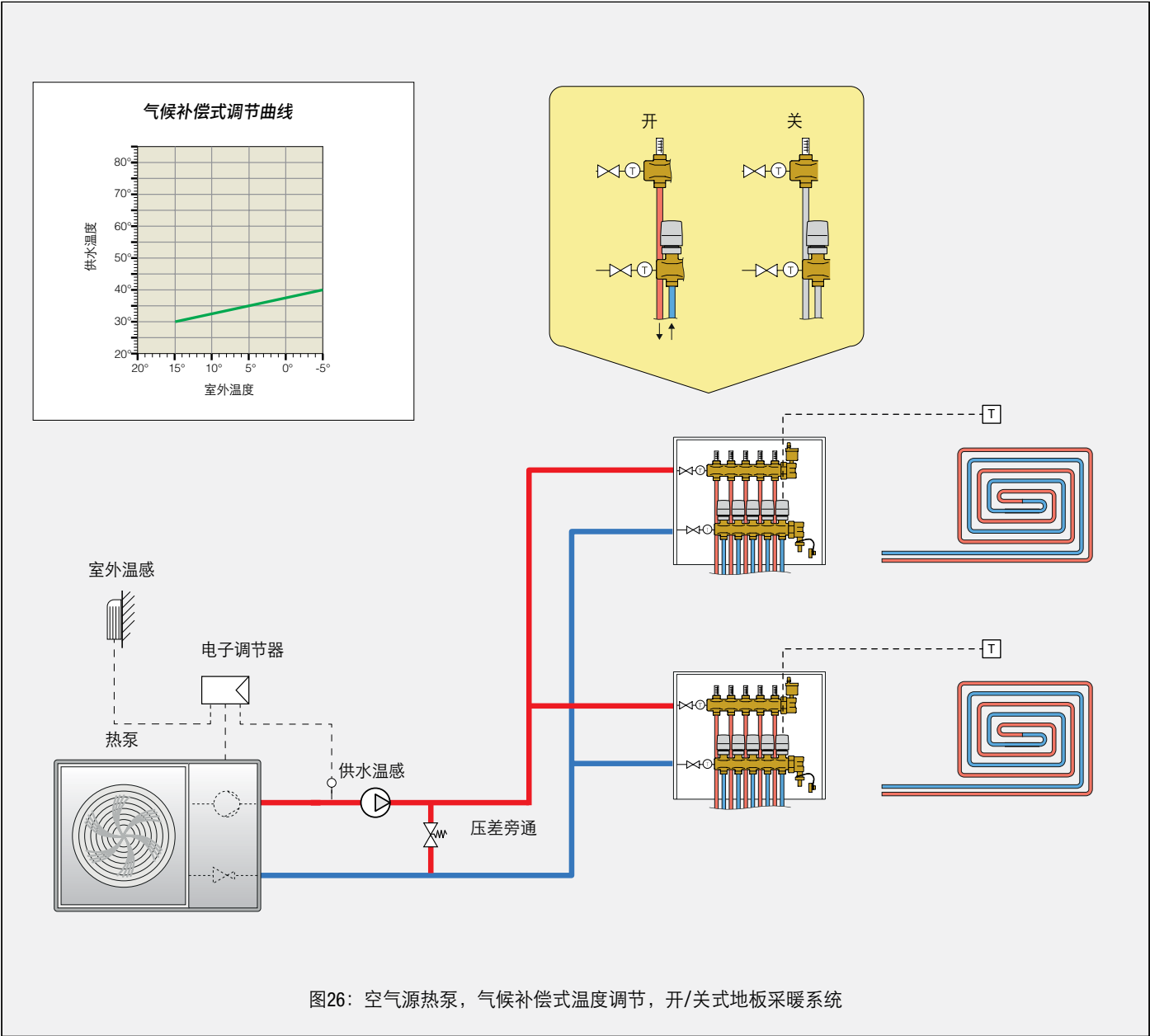
优点

- 热泵运行效率极佳



缺点

- 需要调节器适当编程



如前所述，供热系统的调节作用是保证室内空气湿度和温度稳定的舒适度。不理想的调节方式不仅效率低下还会造成能耗大大高出实际需求，它主要表现在以下几个方面：

- 室内温度长期高于设定或必要的温度；
- 对无人居住时间段内所在的房间或区域加热；
- 使用低效热源。

下面的示例中，我们将重点介绍最后一点，探讨热源效率与调节之间的关系。

示例A：通过设定正确的气候曲线调节可实现的节能评估。例子通过两类系统展开。

示例B：通过不同的末端流量调节类型可实现的节能评估。

耗热量

建筑物耗热量是供暖季建筑物散热量与免费热源（如太阳和其它内部热源）之间的差值。

在无法准确掌握免费热源数据的情况下，可以这样估算，建筑物供暖系统所需功率取决于室外温度，对于示例中系统来说，其走势见图27。室内外温度差越大，就需要越大的功率来应对围护结构表面的热散失和加热进入户内的冷空气。

我们可以大致地估计，系统所要求的平均功率走向与此温差成正比，也就是与供暖季的室外温度走势相对应（图28）。

气候调节曲线

我们会发现，气候调节曲线的选择会因所采用的热源类型不一而对系统的整体效率产生不同的影响。因此，我们要研究不同类型的气候曲线（图29），努力从中选取每个分析案例中节能效果最明显的。

曲线 1: 简易气候调节曲线

曲线 2-3-4: 分段式气候调节曲线

曲线 5: 定点式气候调节曲线

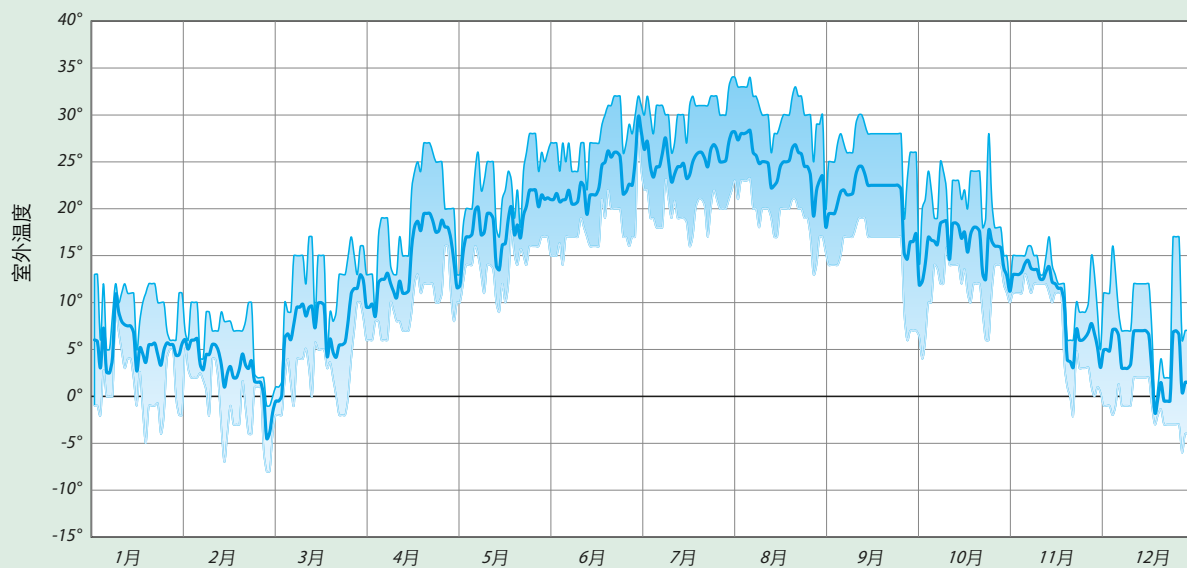


图27：室外温度年度走势图（意大利北方）

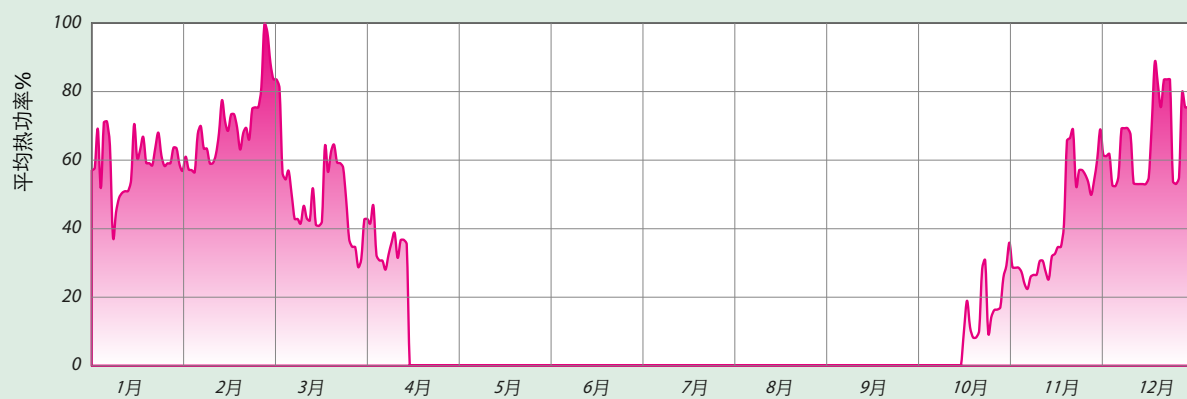


图28：平均耗热功率年度走势图（意大利北方）

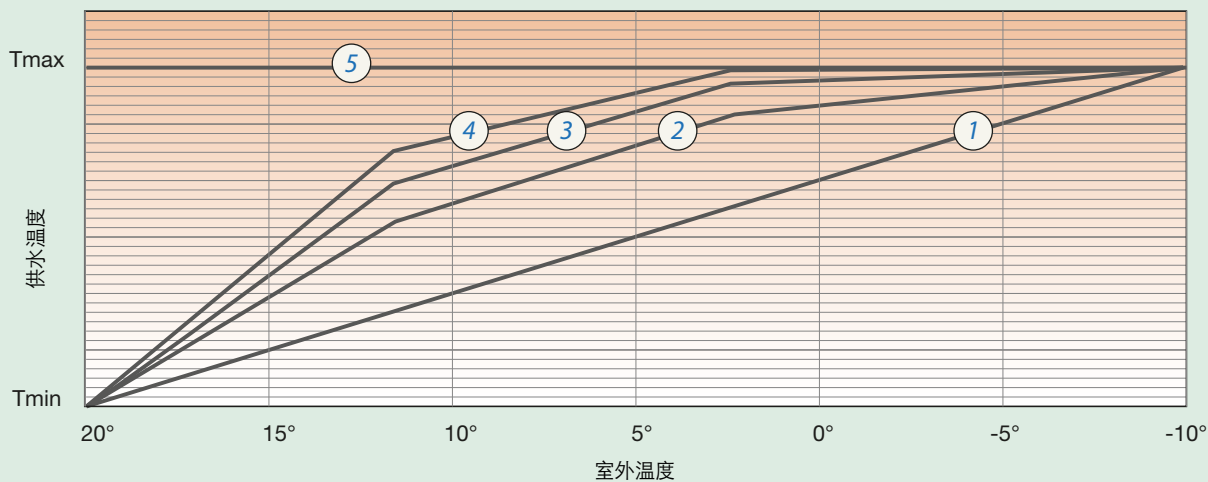


图29：示例中使用的气候调节曲线

示例 A

供水温度调节

下面的篇幅里，我们将分析两种系统类型与之前所述（图27-28）的功率和室外温度走势关系：

- 案例 1. 冷凝式锅炉的散热器系统。
- 案例 2. 热泵的辐射地板采暖系统。

参照图29的气候曲线，我们来评估一下哪种曲线可以优化系统效率。

案例1: 冷凝式锅炉的散热器系统

我们来研究一下冷凝式锅炉的散热器系统，包括由气候电子控制单元调节的混合阀以及带恒温阀的散热器。这是改造建筑中的典型系统类型，包括家用独立供暖系统（可能没有混合阀和气候电子控制单元来直接管理锅炉）和大型集中供暖系统（图30）。要了解调节方式对此类系统的影响，我们需要分析锅炉的效率和循环泵耗能，看它们如何随着供水温度也就是电子调节器管理的参数变化而改变的。

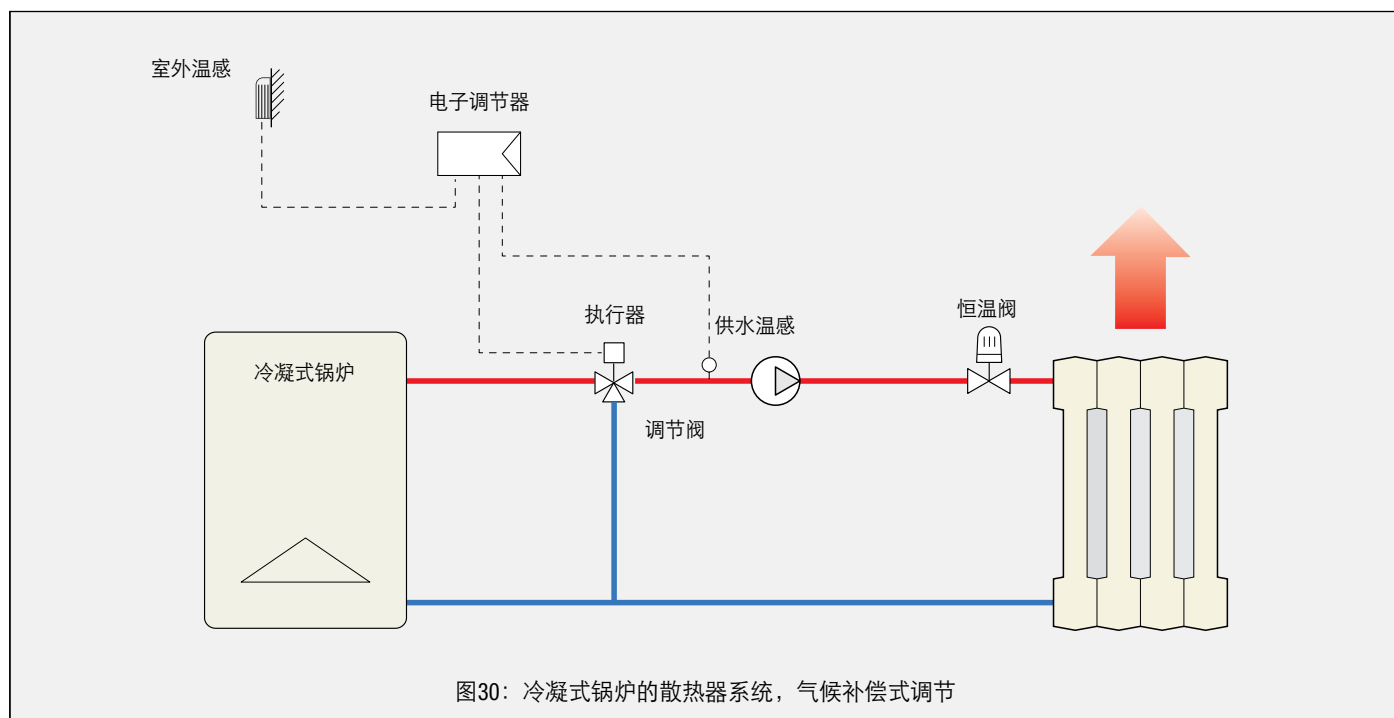


图30：冷凝式锅炉的散热器系统，气候补偿式调节

冷凝式锅炉的效率

现代冷凝式锅炉的效率主要取决于回水温度值。实际上，回水温度越低，烟气量冷凝越多，从而锅炉的热效率提升越高。

在散热器系统中，供水温度调节的意义尤为重要，因为通过与恒温阀的作用相结合并利用适当的气候曲线，它会对冷凝锅炉的效率产生重大的影响。

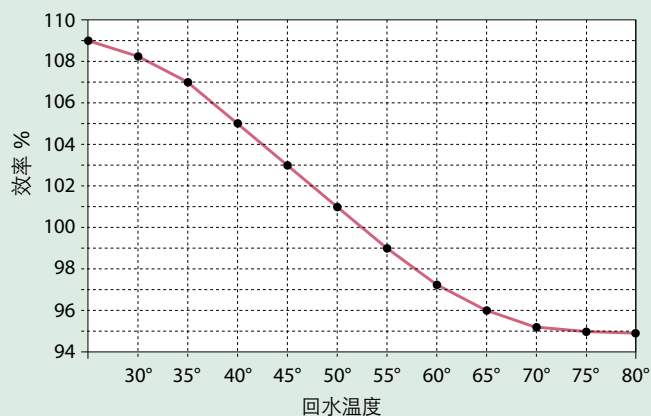


图31：冷凝式锅炉的效率示例

散热器的散热功率

散热器的散热功率与供回水平均温度和室内温度的温差有关，正如图32所示的相关散热规律所揭示的。由此可知，同样的一个散热器热功率可以由不同的流量和温差组成（参见图32）。

恒温阀的作用往往被人忽略，它能够通过流量调节使散热功率完全达到设计功率，因此能够提高系统效率。这是对我们非常有利的一点。因为我们知道，通过气候补偿式曲线调节的高供水温度会带来高温差和低流量，并且能保持系统达到所要求。

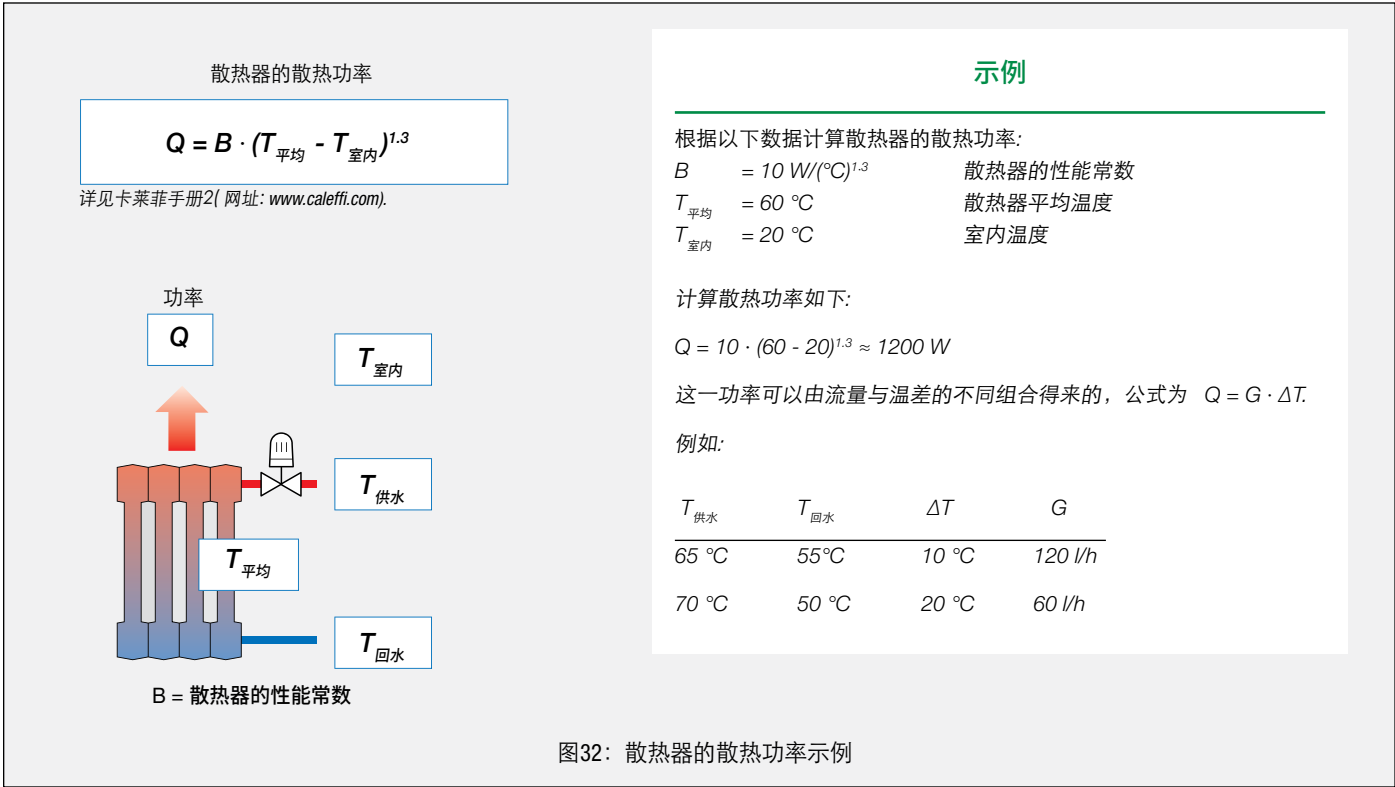


图32：散热器的散热功率示例

观点

根据建筑物的耗热量的定义（参见第26页），我们模拟了系统的运行情况，评估了整个供暖季节中供水温度调节的效果，分析了不同气候调节曲线的差别（图29）。

根据图33所示，可以得出：

- 通过利用平均供水温度高的气候调节曲线导致的高温差，冷凝式锅炉可以发挥更高效率。这一优势借助了恒温阀发挥的作用，它的两通模拟式调节使得系统回水温度更低，更利于冷凝式锅炉烟气冷凝。
- 所采用的气候调节曲线可以大幅降低循环泵的运营成本。这是因为恒温阀的工作特性降低了循环流量，图表中的循环泵是设定为恒定压差或比例压差的变频泵。如果流量降低，相应地，功率就会降低，从而耗电量也显著降低。

上述分析中我们并没有谈及定点式调节曲线。为了使恒温阀正常工作，我们不能将供水温度设置过高，因为恒温阀的行程有限，流量过低会导致其运行不良。因此，定点式调节无法让恒温阀达到最佳工作状态，特别是在热功率要求较低的季节里。

所以，最好是用平均温度相对更高的曲线对气候调节器编程。只有这样编程，才可以做到最高节约5-6%的热源能耗和70-80%的循环能耗。能做到如此的节能已实属不易，因为这是在对系统不进行任何改动和没有增加任何成本的情况下实现的。

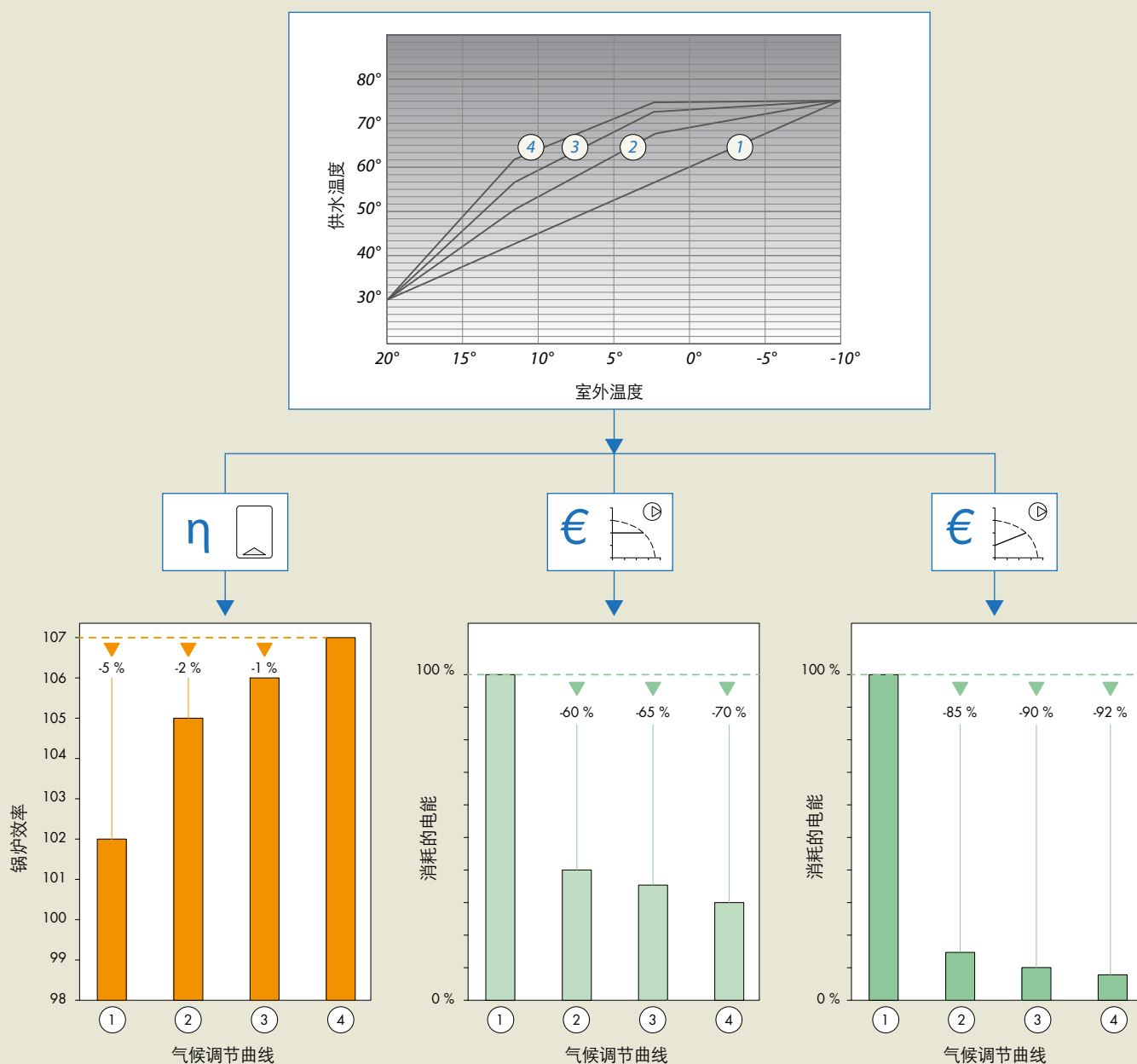


图33：成本分析

案例2:热泵的辐射地板采暖系统

现在，我们来探讨一下使用热泵为热源的辐射地板采暖系统。此类系统中，电子调节器直接根据室外温度控制热泵供水温度。在很多新建住宅里，越来越多的辐射地板采暖系统采用热泵做为热源（参见图34）。

这种情况下需要了解此类系统典型的运行特点，以便确定采用哪种调节方式更好。

具体来说,要考虑热泵的效率是如何受到供水温度影响的,而不是像冷凝锅炉那样受回水温度影响。

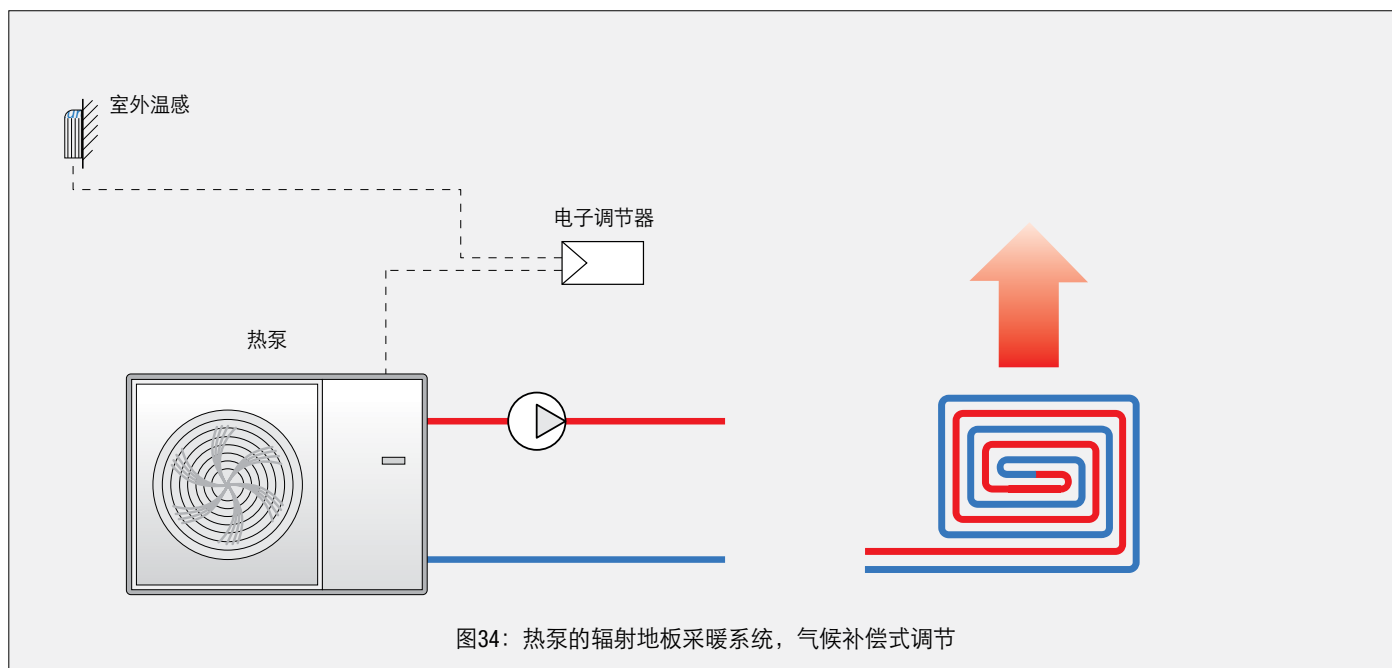


图34：热泵的辐射地板采暖系统，气候补偿式调节

热泵的性能

热泵的性能一般用COP系数（性能系数）来表示。它是由压缩机以及热泵辅助设备所需能量与产生热水的热量之间的比例得出。这就意味着COP值越高，产生所需热功率消耗的能量越少。

COP值主要取决于冷源（示例中的室外空气）和热水之间的温差：温差越小，性能系数值越大，也就是热泵的效率越高。图35中的图示表明，一个气-水式热泵其COP值是如何随着外部温度和供水温度的变化而变化的。

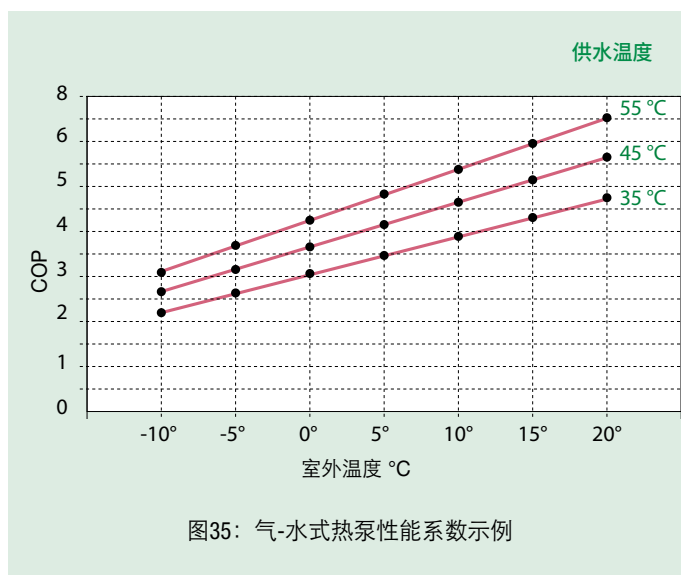


图35：气-水式热泵性能系数示例

辐射供暖系统的散热功率

在辐射地板采暖系统中，散热功率与地面平均温度和室内温度之间的温差有关（详见图36）。这类系统需要关注其室温的调节方式，它与受多种因素影响的热交换方式没有关系。实际上，鉴于此类系统的高惰性，开关型室温调节（如第10页所示）更为合适。不同于散热器通过恒温阀模拟调节流量来控制散热量，辐射式地板采暖系统在大部分时间里都是定流量工作，只是开启与关闭阶段相互交替（详见图36示例）。这种交替主要取决于供水温度即气候补偿式调节的温度。

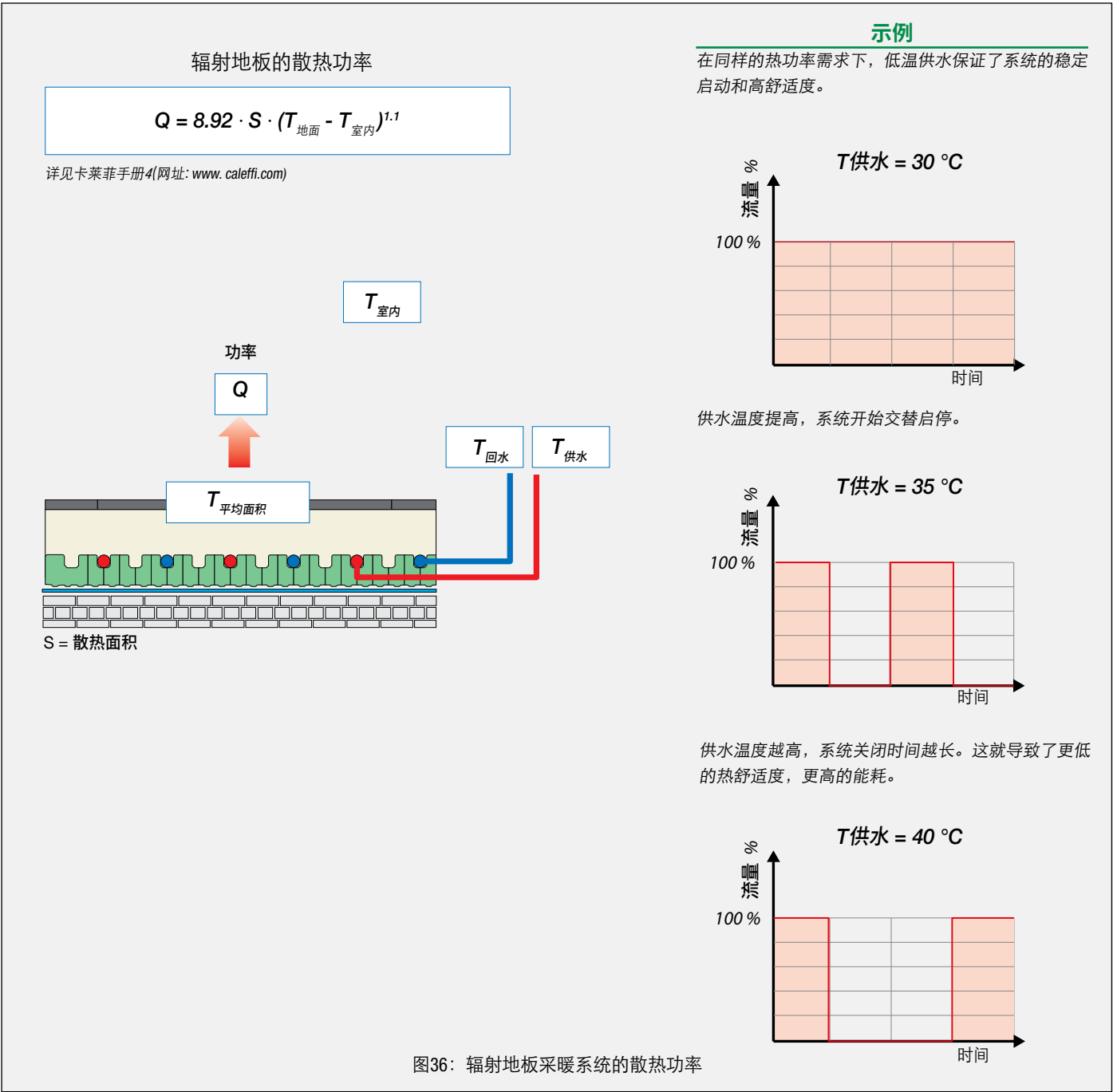


图36：辐射地板采暖系统的散热功率

观点

通过分析热泵的效率如何随着所采用的气候调节曲线变化，同时考虑冬季所需的热量，可以评估系统的运行状况（图26）。

根据图37中数据，我们可以得出：

1. 通过使用平均供水温度更低的气候曲线，热泵的效率会更高，如示例中简易曲线所示（曲线1）。这是因为，供水温度保持低位，热泵的COP值在运行季节会保持相对较高，有利于降低能耗。

2. 利用定点式调节，保持供水温度在最高设计温度，会极大降低热泵性能。在前面分析的意大利北方典型气候条件下，与气候补偿式调节相比，其效率差别很明显。

反过来，有利于热泵高效运行的气候调节方式，由于供水温度维持在低位，会造成循环泵运行时间更长。不过，这一缺憾完全可以忽略，因为和热泵消耗的电能相比，循环泵的耗能很有限。另外，稳定的循环也是热泵自身运行通常所要求的，同时也保证热量在室内更加舒适与均衡地散发。

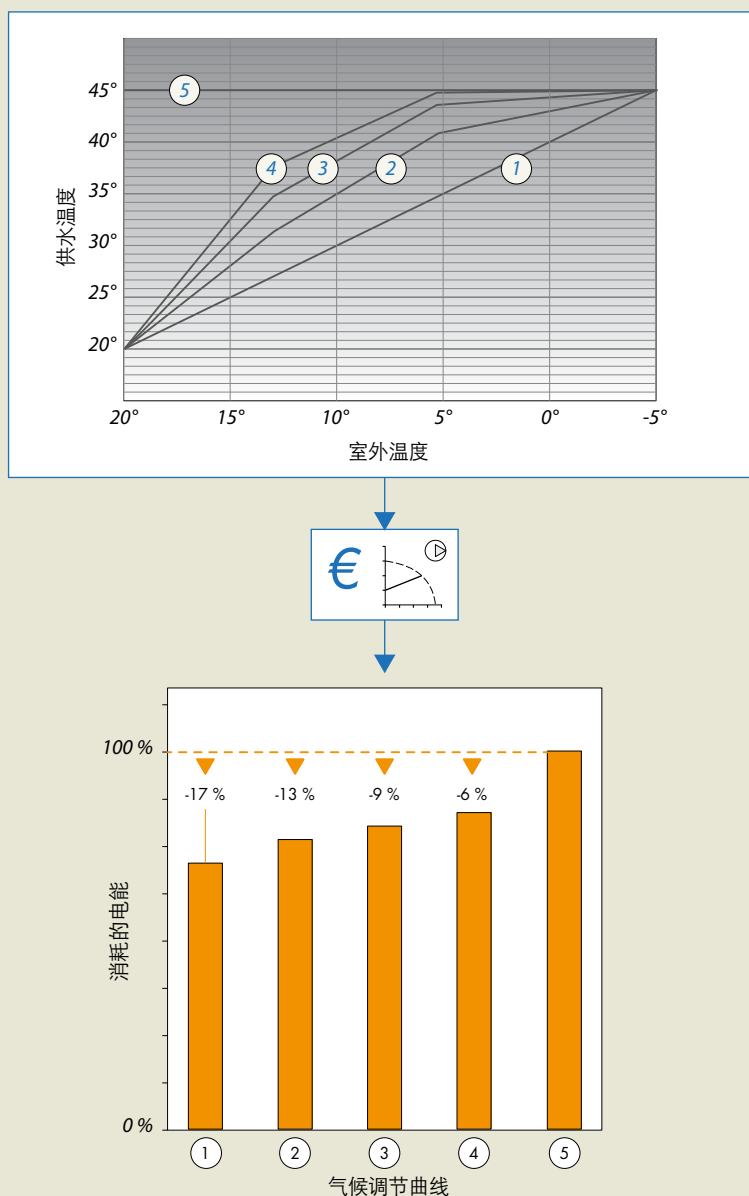
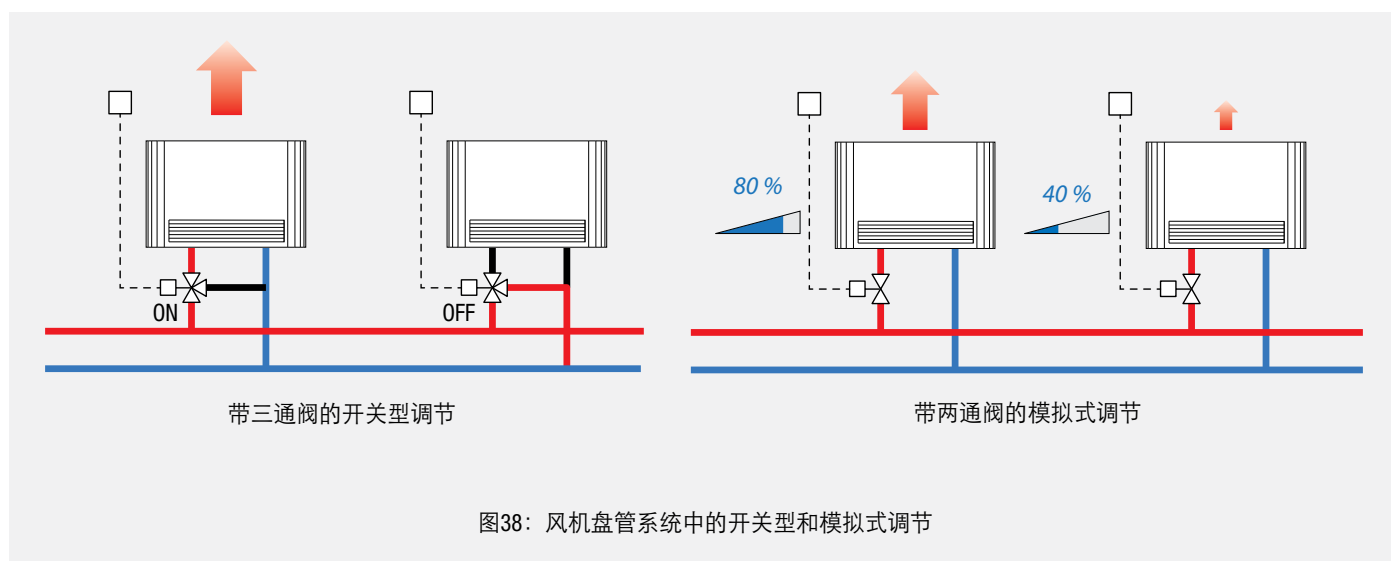


图37：成本分析

示例 B

风机盘管系统室内温度调节

在最后这一案例中，我们探讨的是在商业和办公建筑中非常普遍的系统，这类系统散热末端通常是风机盘管，大中型的系统往往采用空气处理机组。我们会看到，在有空气加热单元时供水温度调节对效率影响很小，这是因为，为了不使气流温度过冷，供水温度一般维持在50°C以上。因此，这时单个房间的温度调节方式尤为重要，因为它直接影响着热源效率和水泵运行成本。我们从带三通阀的开关型调节和带两通阀的模拟式调节两种方式来探讨节能度。



观点

我们可以根据前面介绍的两种系统配置模拟风机盘管系统以冬季运行状况。我们来分析一下冷凝式锅炉的效率变化以及水泵的运行成本，还是要用到第26页上讲的建筑物耗热量作为参照。

我们可以得出以下看法（图39中的数据）：

1. 使用三通阀的开关型调节效率不高。这是因为，由于受反复开启与关闭的影响，加之旁通阀的存在（定流量系统），锅炉的回水温度一般偏高，从而造成能效降低。而且，三通阀中的旁通阀对于水泵的运行成本影响更大，因为系统总是以最大流量循环显然更加耗能。
2. 使用两通阀的模拟式调节可以达到显著的节能效果。这一方案可以使得变流量系统按所需热量运行，从而保证冷凝式锅炉发挥最大效率。另外，由于流量变小以及供水管网的压损降低，循环泵耗能明显下降。
3. 在这类系统中，气候补偿式调节的影响非常有限。如之前所述，这是因为与空气加热单元有关的热舒适度要求所致，必须保证供水温度大约在50 °C以上。所以，所采用的气候曲线不会“过陡”，效率差别极小。

这类系统中，节能主要靠的是对二次系统中单个散热末端的正确流量调节实现。因此，在设计阶段要特别注意这一方面，不要忘记，正确的调节必须要与相应的流量平衡结合（第48期《水力杂志》）。

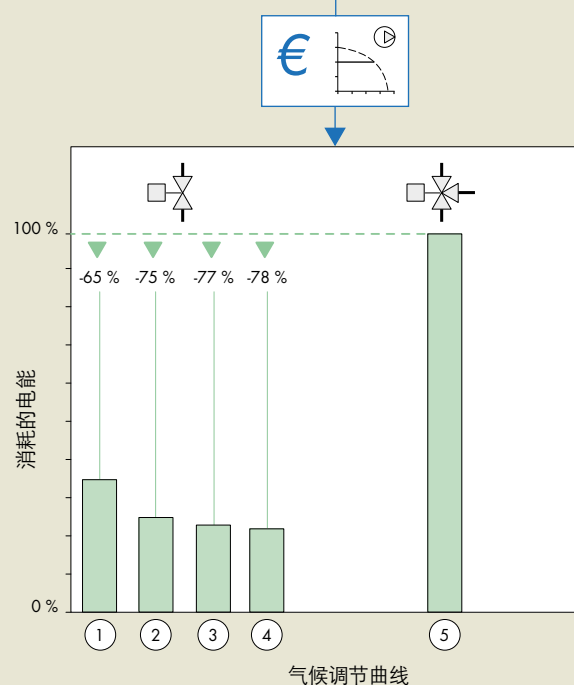
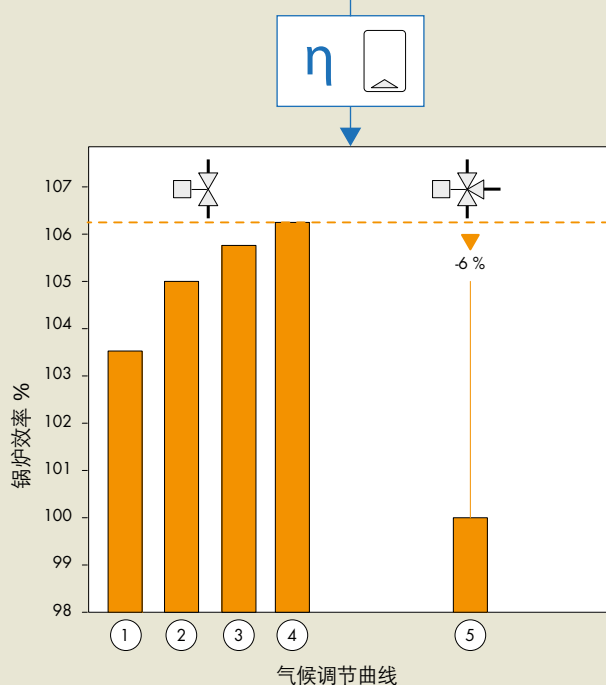
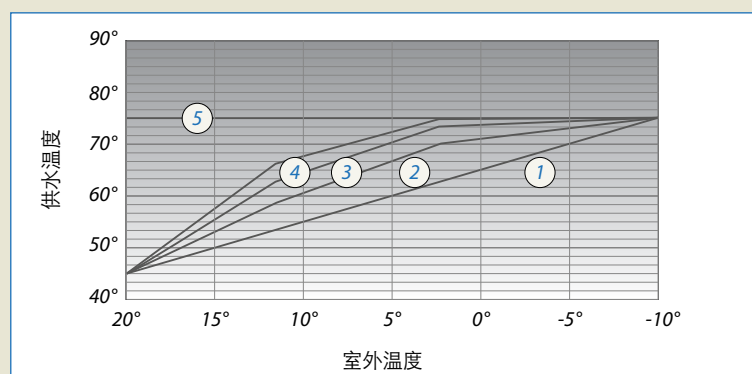


图39：成本分析

最终结论

通过调节供水温度可以影响系统的能耗，但它并非是唯一可行的方案，在选择调节方式时需要综合考虑系统的类型及特征。

在冷凝式锅炉为热源的散热器集中供暖系统中，使用带恒温阀的模拟式调节更利于降低回水温度和实现锅炉效率的最大化。选择高温最低气候调节曲线让系统变流量运行，会显著降低水泵运行成本。

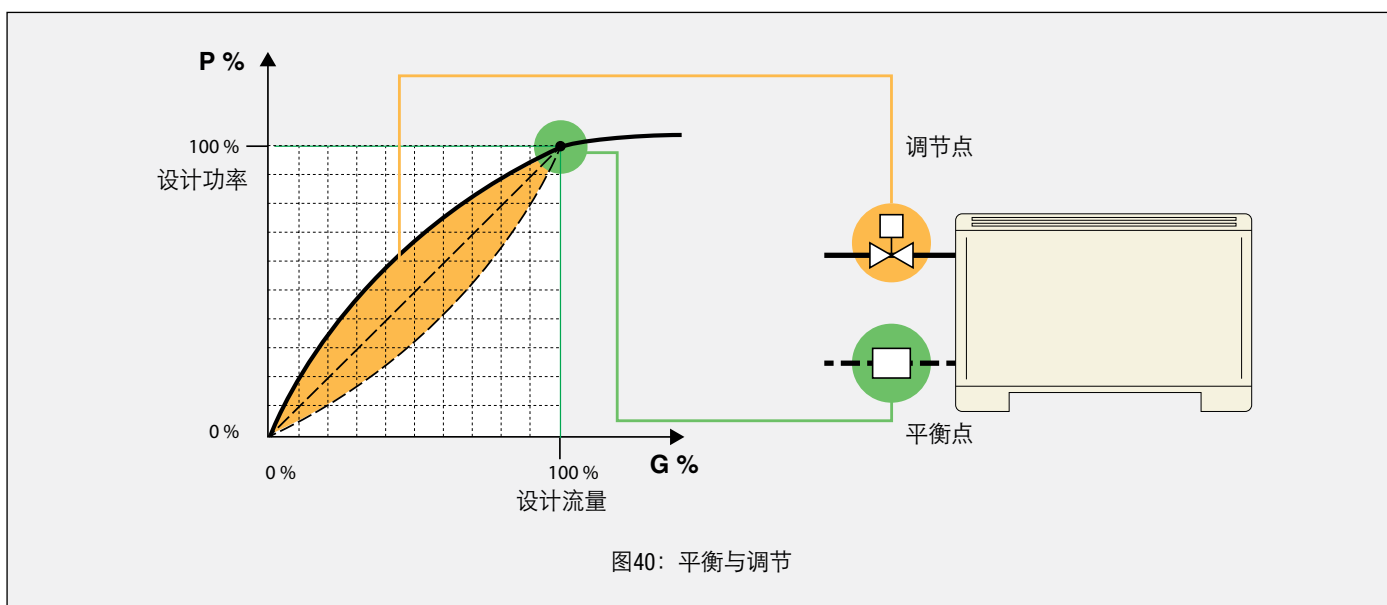
在热泵为热源辐射地板采暖系统中，更加建议使用气候补偿式调节。因为调节的更低供水温度利于提高供暖季节热泵的COP值。

最后，在冷凝式锅炉为热源的风机盘管供暖系统中，两通模拟式调节可以保证系统的变流量运行以及提升锅炉效率。由于这种类型的气候调节要求的最低供水温度（约50℃）局限：气候调节曲线不会“过陡”，因此效率差别极小。

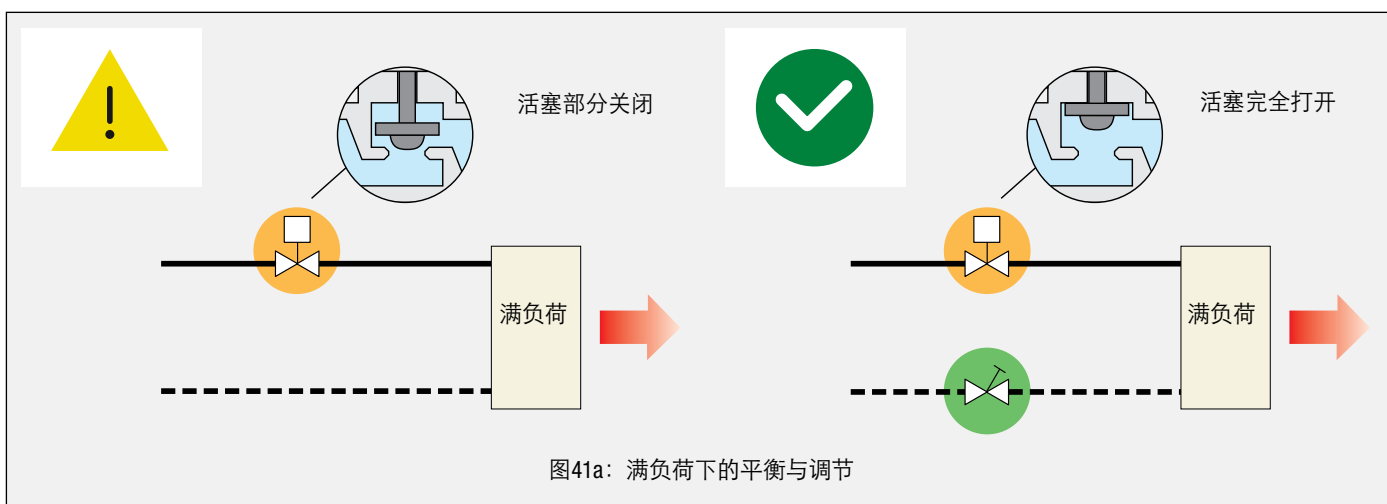
调节与平衡

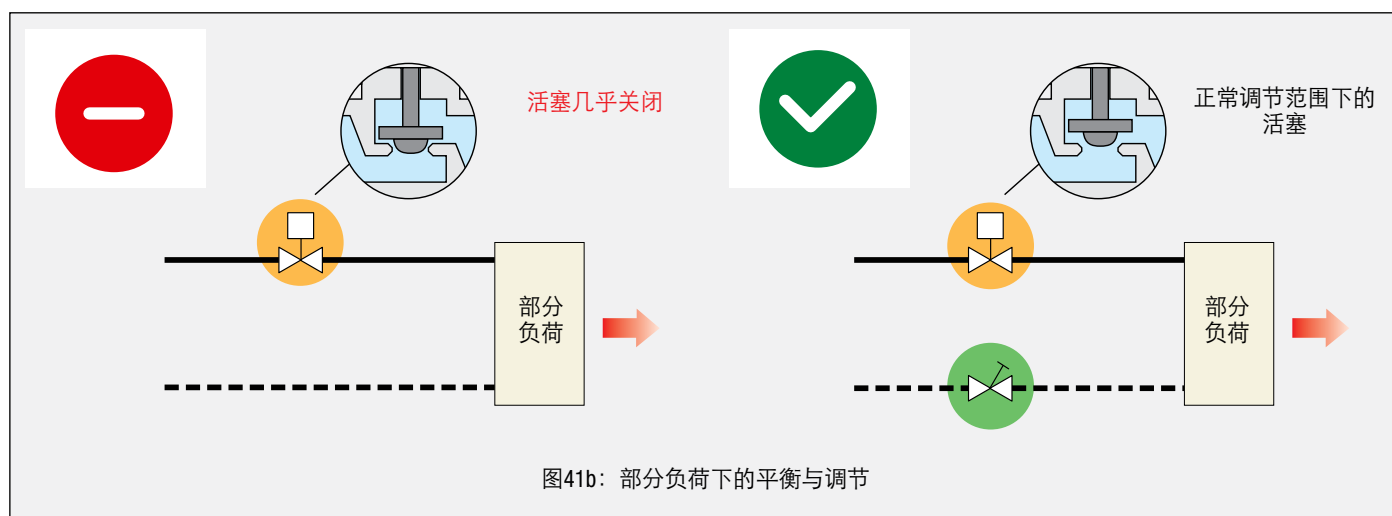
在供暖和制冷系统中，鉴于散热末端是功率要求最高的地方，其设计需要考虑系统最不利条件。然而，这种条件并非一成不变，因为在正常运行过程中，热负荷会不断变化，通常只要求部分的设计功率。所以，必须保证以下两种功能有明确的区分（图40）：

- 流量的平衡，或者说保证所有环路达到正确的设计流量，以服务于满负荷状态下的末端单元。
- 散热功率的调节，通过调节末端热交换的流量实现。



调节与平衡的功能区别十分明确，但是往往有一种错误认知：缺少平衡装置或平衡不当可以通过调节装置加以补偿。这种观点是基于：在满负荷状态下，调节阀可以使流量达到要求的设计值。然而，这种作法忽略了一点：为了达到这一运行条件，调节阀要耗费掉一部分有效工作区间（图41a）或者说活塞的行程。表面上看，这种状况并没有使系统出现明显的运行不畅，因为设计流量得到了保证。而在部分负荷运行时，调节阀的有效行程非常有限，结果就无法正确地调节流量（图41b）。





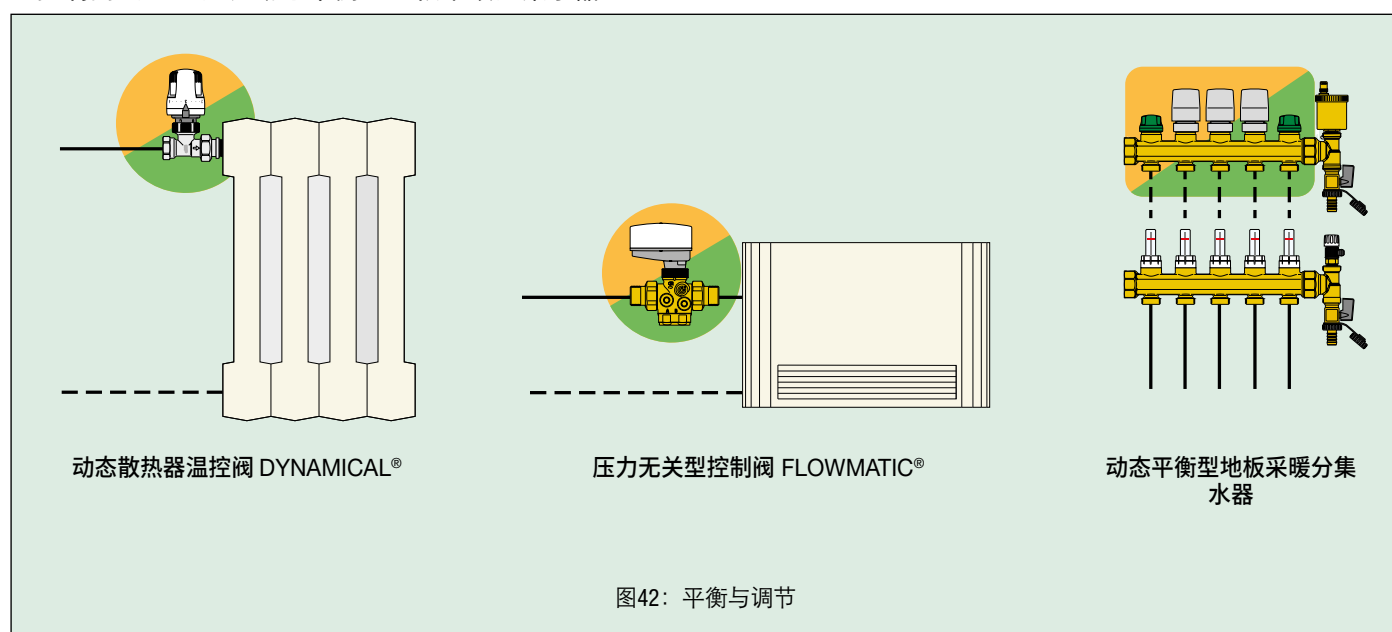
如果没有对末端流量使用正确的平衡手段，上述这种情况在带恒温阀的散热器系统中很常见（参见第43和51期《水力杂志》）。

流量失调会带来以下不利情况：

- 调节性能差、热舒适度低；
- 系统运转缓慢；
- 调节阀噪声大。

另外，当我们需要冷凝式锅炉发挥最大效率时，上述问题会更加突出。实际上，正如第28页示例中所分析的，这类热源发挥最大效率必须建立在高温差上，而高温差只能利用恒温阀保持部分流量才能实现。这些部件在运行状态下只有用到其整个有效行程时才切实有效。为了在舒适度和节能方面取得最佳调节结果，必须使系统达到正确的平衡状态。

最新的技术发展成功地把具有平衡和调节功能的部件集成在一个装置上（图42），如动态散热器温控阀、压力无关型控制阀（PICV），动态平衡型地板采暖分集水器。



卡莱菲利用数字新渠道做培训

视频直观快捷

空洞无物、华而不实的读物是不可能让卡莱菲与其日常接触的客户建立起价值关系的，不过只有内容没有正确的推广渠道却鲜有实效。卡莱菲始终认为，免费分发技术知识是一个制胜法宝，手法不同寻常且毫无保留：从《水力杂志》到卡莱菲手册、技术资料、每篇评论，再到网上的消息和社交渠道上的博文等。

毋庸多言，如今内容营销（content marketing）最有效的方式是视频，这正是我们紧锣密鼓进行着的工作。

卡莱菲的YouTube频道已有近十年了（youtube.com/user/CaleffiVideoProjects），上面发布有不同格式的技术视频。除了关于构件和运行的3D图形的历史视频外，还有口授教程，突出产品亮点，解释安装的重要性和以及必要的操作窍门。

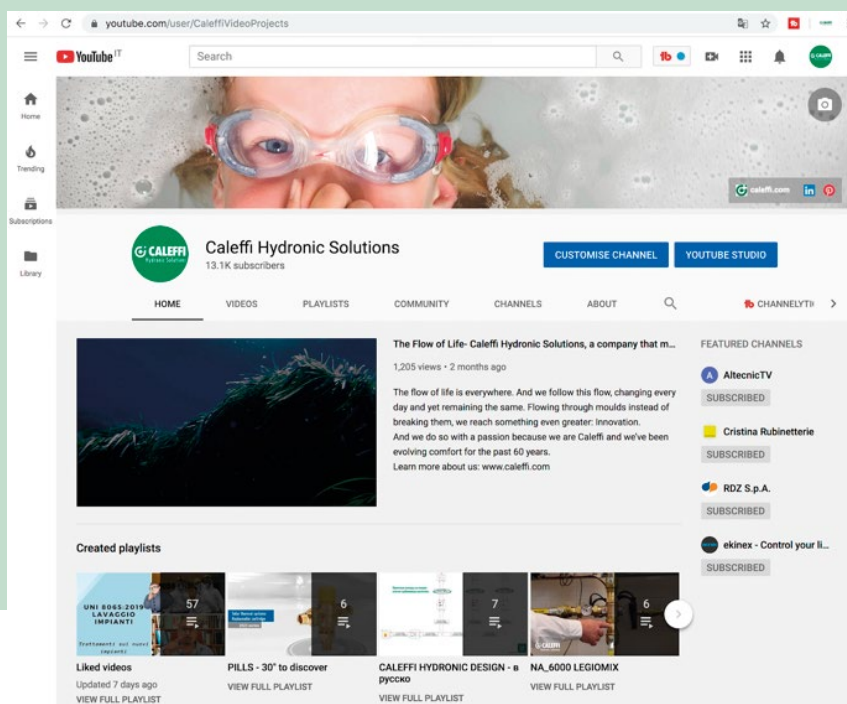
为什么用视频教程？

教程不一定富有创造性，不是为了追求传播扩散，也不是为了娱乐。相反，它们是教学-信息内容，由我们的专家制作完成，他们不仅了解单个产品，而且还熟知产品所能运用的更广泛系统环境，面向同样专业的技术人员或入行新手。视频还可以通过智能手机观看，对于用户（还有读者）来说看视频的好处多多：

- 优化获取信息的时间（不需要阅读，只听就行）
- 可以随时播放视频（包括无聊的等待时间）
- 在安装或维护时可以明确地指导该怎么做（快捷无误）
- 便于解释简单明了的过程
- 还可以提供一些从直接经验中获得的实用建议，而不是照本宣科
- 可以直接与我们互动（提出批评、评论或者对于新视频制作给出建议）

实际上，在观看教学视频中可以把注意力转移到那些因过长过于复杂而无法在一张普通技术图示上解释清楚的方面，突出特别需求和同一部件在使用上的区别。意大利文视频有五十多个，其中大约二十个属于教学视频，其实如果没有语言局限的话，可以找到总共750个视频，明年这一数量还会增加。

在此提醒一下，如果您对这些工具不熟悉，可以上网注册，这样每当有新的视频加载时就会收到自动通知，以便始终了解最新情况。



意大利文教学视频收录

- 如何安装455单管阀并把它改造成双管阀?
<http://bit.ly/Mono-Bitubo-Caleffi>
- 如何安装带INAIL仪器的分水器?
<http://bit.ly/Collettore-INAIL-Caleffi>
- 自动排气阀是如何工作的?
<http://bit.ly/Sfogo-Aria-Caleffi>
- 回流防止阀如何维护?
<http://bit.ly/Manutenzione-Disconnettore-Caleffi>
- 地暖系统温控中心水流方向如何转换?
<http://bit.ly/Flusso-Regolazione-Caleffi>
- 我如何才能知道脱矿滤芯用完了?
<http://bit.ly/Cartuccia-Demi-Caleffi>
- 脱矿补水组件是如何工作的?
<http://bit.ly/Gruppo-Demi-Caleffi>
- 如何安装手/自动互换型温控阀上的温包?
<http://bit.ly/Termostattizzabile-Caleffi>
- 如何更换散热器阀芯而不溢水?
<http://bit.ly/Vitone-Caleffi>
- 过滤器与除污器有何区别?
<http://bit.ly/Filtro-Defangatore-Caleffi>
- 锅炉下端DIRTMAGSLIM®除污阀的安装与维护。
<http://bit.ly/Installazione-DIRTMAGSLIM-Caleffi>
- 系统保护与维护:卡莱菲新方案。
<http://bit.ly/Lavaggi-Caleffi>
- 为什么使用卡莱菲LEGIOMIX® 对付军团菌?
<http://bit.ly/LEGIOMIX-IT-Caleffi>
- 热水循环系统:保证热舒适度的重要性。
<http://bit.ly/Ricircolo-Caleffi>
- 锅炉下端Caleffi XS®: 磁性除污过滤器:运行与安装。
<http://bit.ly/XS-IT-Caleffi>
- 扇形混合阀:为什么安装和何时安装。
<http://bit.ly/Installazione-Miscelatrici-Caleffi>



网址: **IDRAULICA.caleffi.com**



L'eXtra Small 越小越强 快速全面地保护系统

5459型 - Caleffi XS® 壁挂炉型磁性除污过滤器
5709型 - FAST 化学添加剂

- 利用XS除污过滤器机械清理并使用C1和C3添加剂保护系统
- C3 CLEANER FAST去除新系统或既有系统中的杂质和结垢
- 可用于安装空间有限的系统
- C1 INHIBITOR FAST 防止腐蚀与结垢，而且与任何材料兼容



供暖

www.caleffi.cn

CALEFFI
Hydronic Solutions