

生物燃料热力系统



CALEFFI



目录

主 编：

Marco Caleffi

责任编辑：

Fabrizio Guidetti

本期参与编辑者：

- Alessandro Crimella
- Mario Doninelli
- Marco Doninelli
- Domenico Mazzetti
- Renzo Planca
- Claudio Tadini
- Mario Tadini
- Mattia Tomasoni

Idraulica

于1991年9月28日注册于Novara法院
注册号：26/91

出版社：

Poligrafica Moderna S.r.l. Novara

印刷：

Poligrafica Moderna S.r.l. Novara

Caleffi Idraulica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力。

CALEFFI S.P.A.

S.R. 229, N. 25

28010 Fontaneto d' Agogna (NO)

TEL. 0322 · 8491 FAX 0322 · 863305

info@caleffi.it www.caleffi.it

卡莱菲北京办事处

地址：北京朝阳区广渠东路1号

邮编：100124

TEL: 010-87710178

FAX: 010-87710180

- 3 生物燃料热力系统
- 4 生物燃料
 - 生物燃气
 - 生物燃油
 - 木材燃料
- 6 木材燃料
 - 块状和段状原木
 - 木料块
 - 木块
 - 木颗粒
- 8 壁炉
 - 开放式壁炉
 - 封闭式壁炉
- 9 传统火炉
 - 老式火炉
 - 新式火炉
- 10 木材燃料锅炉
 - 自然通风式传统锅炉
 - 火焰向上式锅炉
 - 火焰水平式锅炉
 - 火焰向下式锅炉
 - 强制进气式锅炉
 - 气化式火炉
 - 木块式燃料锅炉
 - 木颗粒燃料锅炉
- 14 排烟管道
 - 烟囱
 - 烟囱定冠
 - 烟道
- 16 非粉尘类固体燃料系统
 - 安全规范
 - 进气调节社备
 - 热力泄水元件
 - 内置温感式VST型热力泄水阀
 - 外置温感式VST型热力泄水阀
 - 双安全式VSST型热力泄水阀
 - 防冷凝元件
- 18 进气调节阀
- 19 内置温感式VST热力泄水阀
- 20 外置温感式双向VST型热力泄水阀
- 21 双安全式VSST型热力注水阀
- 22 防冷凝阀
- 24 防冷凝循环泵组
- 26 热量调节方式
 - 断续式调节
 - 连续式调节
- 27 储热罐
- 36 防冷凝阀
- 37 防冷凝循环组件
- 38 防冷凝循环泵组
- 39 固体燃料锅炉热力站
- 40 绝对动作型热力泄压阀（单供暖型）
- 41 热力注水阀（双重感温元件）
- 42 双向热力泄压注水阀（一体式）
- 43 进气调节阀

生物燃料热力系统

Marco e Mario Doninelli

这是第六期涉及新型能源的卡莱菲水力杂志，
前几期分别为：

- 有关太阳能的第29和第32期水力杂志，
- 有关热泵的第33和第38期水力杂志，
- 有关当今能源状况的第37期水力杂志。

第37期水力杂志着重介绍了卡莱菲红立方研发中心。研发中心致力于可替换能源系统的研究和设计，不断推出这些系统所属的控制元件和系统解决方案。

本期水力杂志的主题为生物燃料转化为热能的方式，我们将重点讨论木质生物燃料的用途及其重要性。木质生物燃料的运用从技术上、生态上以及经济效益上越来越多地得到了认可。

我们从技术及实际角度出发，研究使用这种新型的却自古存在的能源的系统解决方案。

我们将从以下几个方面进行论述：

- 第一，可使用的各类生物燃料；
- 第二，使用生物燃料的各类锅炉及其特性；
- 第三，使用生物燃料供暖系统的主要技术特征；
- 第四，生物燃料锅炉系统运用图示。



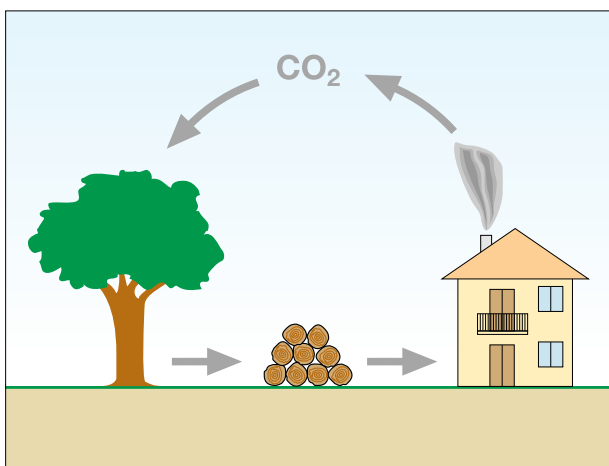
生物燃料

生物燃料指来源于有机物（动植物）的材料，它没有经过化石过程，可作为能源使用。因此它不包含传统化石燃料，如：煤、石油及天然气。

从生物燃料中获取的能源被视为新能源。当然，作为新能源的前提是其不能对生物多样性造成过大的影响，且不占用其它农作物（尤其是食物类）的耕地从而导致新能源成本增加。

生物燃料能源为可持续发展能源，因为它不会造成二氧化碳（CO₂）的上升。二氧化碳目前是导致全球温室效应的主要因素（见卡莱菲37期水力杂志第6页）。

燃烧植物时产生的二氧化碳，实际上是其成长时所需吸收的二氧化碳。所以从温室效应的角度来说，生物燃料的燃烧对于环境没有负面影响。



与之相反的是传统化石燃料。这些燃料燃烧时排放到大气中的是其成千上百万年前吸收并聚积在地下的二氧化碳，也就是说，他们将存储于地下的二氧化碳排放到大气中。

需要注意的是，为避免造成环境污染，生物燃料不能包含有害物质，它会在燃烧中释放出来。

接下来我们简单地介绍最常见的几种生物燃料：生物燃气、生物燃油、木质生物燃料。

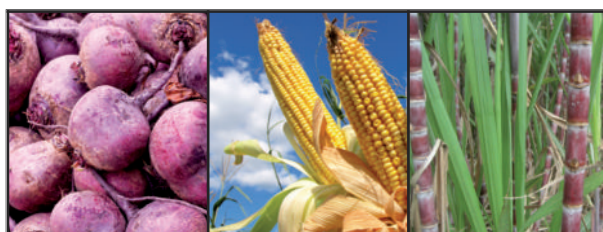
生物燃气

它是有机物在厌氧状况下发酵产生的混合气体，主要为甲烷。有机物通常为农作物和畜牧垃圾。发酵使用相应的发酵罐。沼气可以用于热电联产系统：即发电的同时产生热能。



生物燃油

生物中能提炼出多种燃油，其中最为重要的是乙烷和生物柴油。乙烷从含糖量丰富的作物如甜菜、玉米、甘蔗中发酵提炼而成。



生物柴油则从油料作物如向日葵、油菜、大豆中压榨提炼出来。



生物燃油主要用于柴油发动机。

木材燃料

将木材作为柴火使用，这是人类历史上最早的取暖及炊事燃料。直到19世纪中期，木材才逐渐被化石燃料（煤、石油、天然气）取代。直到20世纪中期，木材作为燃料的方式在发达国家方被完全取代。

但是，近年来又开始出现了回归使用木材的趋势，其主要原因为：

- 传统化石燃料急剧减少；
- 化石燃料广泛使用造成环境污染；
- 近年市场上出现了较之以前更为高效，污染更小的火炉及固体燃料锅炉。



木材作为燃料具有环保方面的优势，诸如：

- 利于森林更好的管理和维护。销售木材的收入可拿出一部分来进行森林养护，同时，正常的伐木不会破坏森林的生态环境。
- 利于改善农村的环境（种植木材用于燃料）。
- 种植、砍伐、运输都不会造成环境的污染。

木材的热值通常以PCS来表示，即绝对热值。它指木材完全干燥状态下的热值，这种干燥条件的热值当然只能在实验室获取而非现实条件中。

常见木材的绝对热值和比重

木材种类	PCS (kcal/kg)	PS (kg/m ³)
杉木	4,750	445
枫木	4,600	740
桦木	4,970	650
榉木	4,600	750
白蜡木	5,350	720
落叶松木	4,050	660
松木	4,900	630
杨木	4,100	500
槐木	4,500	790
栎木	4,600	880

在已知PCS（绝对热值）的情况下，可以计算出PCI（相对热值或称为实际热值），这需要了解木材的相对湿度。相对湿度可以使用湿度计测量或参考以下数据。

木材的平均湿度百分值

干燥时间	露天存放		通风室内存放	
	木块	树干	木块	树干
新木	75	78	75	78
3月	48	62	44	61
6月	37	46	29	35
1年	26	35	25	27
2年	16	24	16	14

根据木材的相对湿度值，通过下表的热值修正系数(F)，则可以计算出相对热值PCI。

木材湿度对应的修正系数

	10%	20%	30%	40%	50%	60%
UR	10%	20%	30%	40%	50%	60%
F	0.89	0.77	0.66	0.54	0.43	0.32

将PCS乘以修正系数F得出PCI值。

从修正系数F可以看出来，木材的湿度会大大降低其热效率。比如从相对湿度20%到40%，修正系数F从0.77降低至0.54，热效率降低约30%。

最后需要注意的是，木材作为燃料通常以重量或体积购买。如果按重量购买则不太合适，因为湿木材不仅热效率更低而且重量更重。

木材燃料

将木材作为锅炉燃料使用，通常有以下这几种形式：

块状和段状原木

木材从林场出来后直接加工成块状或者段状，这样是为了方便储存、运输及使用。



根据木材的种类以及木材的密度和软硬度可以分为以下两类：

- 软质木材（例如杉木，松木，杨木等）。其比重中等偏低，燃烧迅速且火焰长。因此适合长火焰的锅炉。

- 硬质木材（例如橡木，榉木，水曲柳，刺槐等）。其比重中等偏高，燃烧缓慢且火焰短小，比软质木材的燃烧时间更长，因此更适合家庭采暖使用。

这种硬质木材应该存放在干燥通风且有遮挡的地区，这样利于木材的水分蒸发，否则不仅木材的燃烧质量会降低而且还会产生大量的烟尘和污染物。

将木材加工成块状和段状的最主要原因还是因为这样可以降低成本。

其缺点是燃烧性能（诸如易用性和燃烧性）要比木屑和木颗粒低。而且它对存储空间要求相当大，需要频繁地给火炉或锅炉加料。

木渣棒

它是由未经加工的木渣在高温作用下压缩成型，通常加工成圆柱体或者八棱柱体。



木渣棒在燃烧时火焰低，其燃烧特性与石化煤炭（褐煤）相似，但不同于后者的是他们不会产生煤烟，也不会有硫和粉尘等大气污染物。其对大气的污染程度更低。

与普通木柴和木块相比，这些木渣棒的密度更大，更紧密，热值也更高。因此存放空间也更小，同时其规则的形状也便于堆放。

木渣棒其它优点还有：湿度低，灰烬少；这有利于锅炉的清理和维护。

其缺点是，木渣棒产生热量的加工成本要比块状和段状原木材的热量加工成本高。

木块

将木材加工为长度2到5厘米不等的木块。



它由专门的机器（例如木材切割机）将树枝、树干或者木材半成品进行切割，这些木料的来源非常广泛，可以是工业废料或者生长周期较短的树木（2到5年成型的木材）。

木块燃料通常用于连续上料的锅炉系统中（20kW以上）。大功率的锅炉系统可使用更大的和不同材质的木块。

木块燃料也可用于中小型的热电联产项目中。

木颗粒

木颗粒是以木屑、秸秆等为原料，在高温高压下加工成直径6到12毫米，长10到13毫米不等的颗粒。

使用木颗粒的好处是它们易于运输和方便定量使用。木颗粒体积小，所以从开始的运输到最后的燃烧都不会占用很大的空间。木颗粒颜色不一，这取决于它们不同的原材料和加工工艺。

使用优质的木颗粒燃料非常重要，因为：

- (1) 它能保证燃烧的热效率。
- (2) 防止烟垢等杂质损害锅炉和灶台。
- (3) 减少排放到大气中的灰尘和污染物。



一般来说，这些木颗粒是否优质可以通过观察其表面特征（无裂缝、光滑、坚硬）和它的气味来判断。

其包装应有良好的气密性以防止变潮。

选择木颗粒时需要注意容器底部是否有许多碎渣，碎渣过多则说明该木颗粒的品质不高。

木颗粒的品质

在欧洲，判断木颗粒的质量遵循德国（DIN PLUS 51731）和奥地利（ONORM M 7135）的标准。从2010年开始，欧盟 EN 14961-2 标准引入了德国规范（德国 Pelletinstitut）。

基于这些标准和建议值，优质的木颗粒必须具有以下特征：

燃烧值高（ > 5 kW/kg ）

不同重量和质量的木颗粒其热值会有 10 -15% 的差异。

残渣量低（ < 0.5% ）

利于减少锅炉的维护时间和费用，尤其是清洁换热器和烟道。

烟灰量低（ < 2% ）

随着时间的推移，在燃烧室下部的木颗粒灰尘会越来越多，并且形成硬垢，长期下去会对锅炉自动填料设备的正常运转产生不良影响。

湿度： < 10%

残留硫含量： < 0.04%

残留氯含量： < 0.02%

残留氮含量： < 0.30%

在工业化生产和加工这些燃料颗粒时，允许添加一些植物或蔬菜类物质，只要其添加量不超过总量的2%，且不改变其性能的情况下即可。

壁炉

壁炉上千年来一直作为人们的取暖设备。其发展历程中作为建筑美学的意义很大。



至今，人们仍然喜欢使用壁炉来营造家居的温馨氛围。

开放式壁炉

开放式壁炉的燃烧室是开放的，其炉膛直接与室内环境接触。



这类壁炉热效率很低：大约10 -15%。而且它的可控性不高，因为无法对助燃的空气进行调整。

为提高其燃烧效率，可以使用火焰和烟气的热量回收装置将回收的热量传递回室内加热。

虽然使用这种方式最多可以将其热效率提高至30 -35%，但从热能的角度来看，其效率过低，不适合于采暖。

封闭式壁炉

封闭式壁炉的燃烧室是封闭的。耐高温玻璃将燃烧室与室内分开，使燃烧室成为一个封闭的区域。这种壁炉通常使用铸铁或者预制钢，墙壁内为夹层设计，其中的热空气用于加热壁炉所在的房间，也可通过软管风道连接用于加热临近的区域



封闭式壁炉相比开放式壁炉有许多优点：

- 其热效率更高，可以达到75 - 80%。
- 实现自主控制，可以通过风量来调节燃烧。

不过，封闭式壁炉最大的制约因素是其造价过高，而且从美观程度上无法与开放式壁炉所媲美。

传统火炉

传统火炉的诞生（对此仍有较大争议）可以追溯到1742年。这一年，美国伟大的科学家和政治家，本杰明·富兰克林设计了第一台铁质火炉（之后改成铸铁）用来做饭和取暖。



传统火炉，根据其燃烧类型可以分为老式火炉和新式火炉两种。

老式火炉

这种火炉其燃烧结构非常简单，目前仍有销售，主要原因可能是现代人们喜欢它复古的韵味。

从本质来说这样的火炉结构非常简单，它是通过一个简单的燃烧室将烟气直接排向烟囱，旁边有一个新风的入口用来连接室外空气。这样的设计不能将木材燃烧产生的热量充分利用。因为初次燃烧



时产生的气体未得到燃烧就随烟气排出室外了。

所以老式火炉的特点是热效率低（一般低于60%）而且其污染也很严重。

新式火炉

新式火炉是指那些使用新型燃料和混合燃料的锅炉。

它们的燃烧室增加了进气口，这样可以使那些在老式锅炉内不能充分燃烧的气体得到更充分的燃烧。

就原理来说，新式锅炉的结构是这样的：

- 首先进入的空气可以将木材有效地初次燃烧，
- 其他进气口进入的空气可以将初次燃烧中产生的未燃烧的气体完全燃烧。

这样设计的锅炉可以大幅度提高其燃烧效率（提高到70%至80%），并且产生的污染很小。

这些新式火炉的材料一般有合成钢和带有陶瓷涂层的铸铁两种，合成钢材质的火炉可以提供多种不同的外形；而铸铁火炉具有人们喜欢的传统和经典设计风格。

最后，选择两种不同材质的火炉还可依据他们的导热性。合成钢材质的火炉导热迅速，可迅速将温度传递出来；而铸铁火炉虽然导热慢，但是它的储热时间更长。

木材燃料锅炉

根据木材燃料种类、通风方式、燃烧方式，木材燃料锅炉可分为：

- 自然通风式传统锅炉；
- 强制通风式传统锅炉；
- 气化式锅炉；
- 木块式锅炉；
- 木颗粒式锅炉。

自然通风式传统锅炉

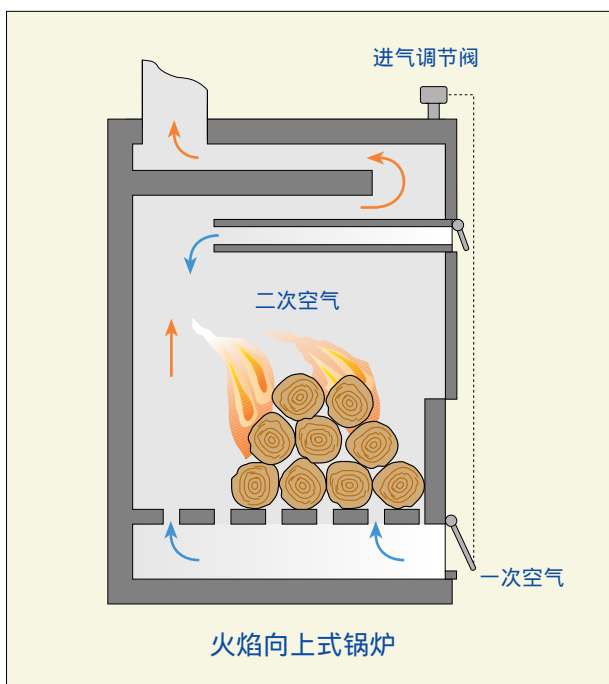
使用木块、圆木、木渣棒及生物残渣为燃料。这类锅炉通常为民用采暖炉，热值较低。

根据燃烧的方式它们分为以下三类：

火焰向上式锅炉

工作原理与大部分木材锅炉原理一样，一次进气口在下方，二次进气口在上方，

木材燃烧的火焰冲上。燃烧过程迅速且无控制，开始燃烧时很强，随后就越来越弱。木材烘干



与燃烧阶段没有严格的界限。因此，木材的燃烧不充分，不稳定；燃烧质量低，导致热效率不高，排放到大气中的挥发性物质其成分和含量会造成较大的空气污染。

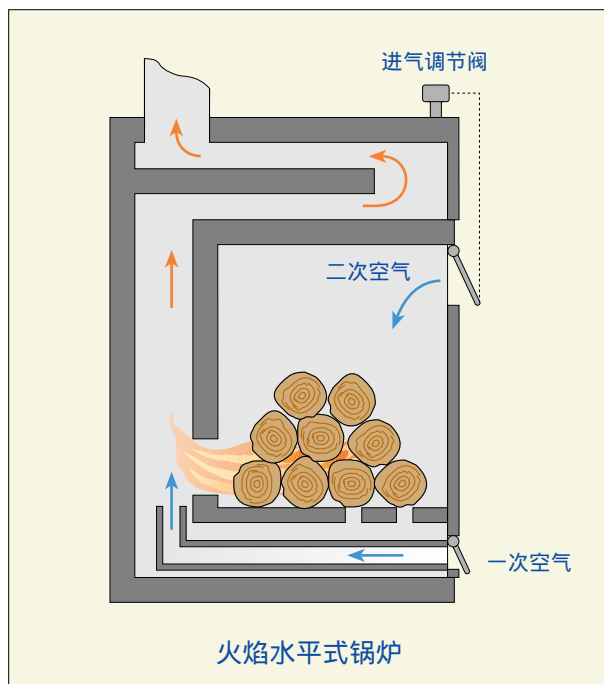
其唯一的优点是成本较低。

热效率：55% - 60%

火焰水平式锅炉

上述传统锅炉近年在技术上经历了很多革新。

一次进气水平式进入锅炉，二次进气从上部进入，木材燃烧时火焰向水平方向发展，进气量的控制使其热量输出更有规律。而且木材燃料的干燥及



燃烧过程中有明显的区分。

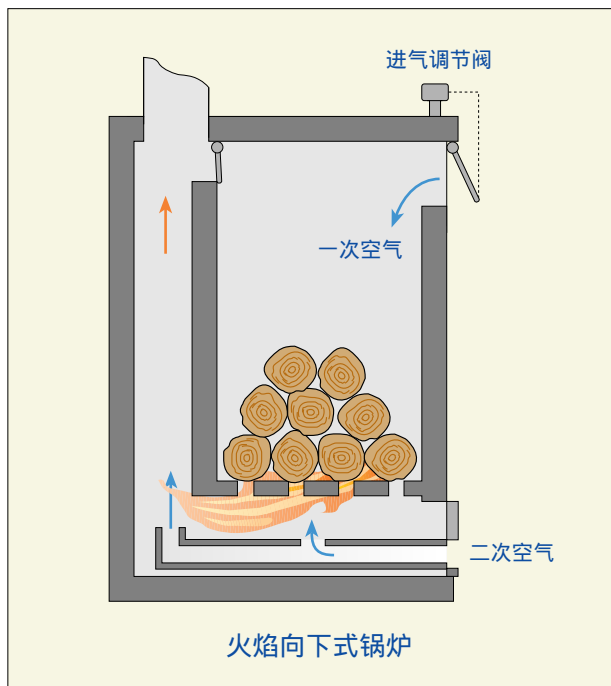
这类锅炉相比火焰向上型的锅炉热值更高，污染更小。

热效率：60% - 65%

火焰向下式锅炉

这是传统的自然进气式锅炉最新一代产品。

其燃烧方式的特殊性在于一次空气从锅炉上部进入，二次空气从锅炉下部进入，火焰向下经过燃料栅栏。



这种方式保证木材在栅栏上方先进行烘干，也就是说，将火焰燃烧的下部区域与上部燃料区域分开保证了烘干和燃烧分步进行。

这种燃烧方式质量较高，排放的污染性气体和杂质较少。

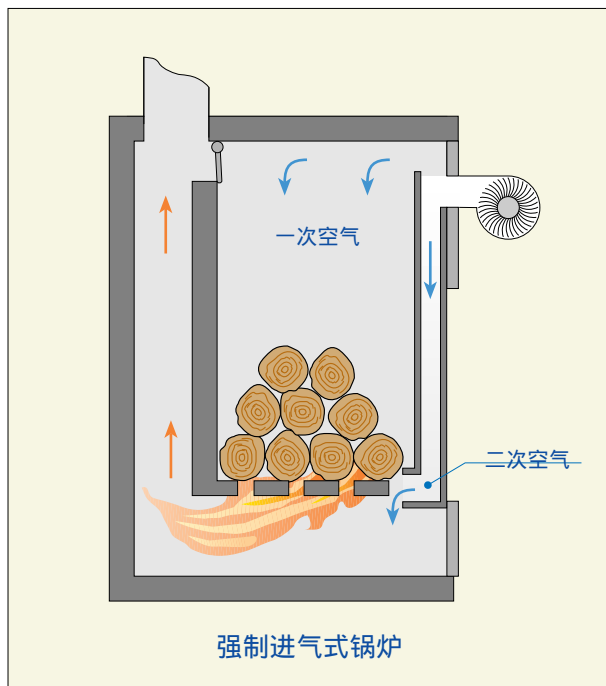
热效率：65% - 70%

强制进气式锅炉

又称为“涡轮”型锅炉，它是近年来市场上出现的技术最为先进的固体燃料锅炉。

其工作原理与火焰向下式自然进气的传统锅炉类似。

最显著的区别在于其一次进气使用风机强制进气，因此进气量更大，更可控，燃烧更充分。



这种燃烧方式热值更高污染更小。

热效率：75% - 80%

气化式火炉

这类锅炉的燃烧经过三个不同的阶段，其最显著的特点就是木材本身的气化燃烧。

燃烧的过程分为以下三个阶段：

- 1) 首先，上料的木材经过烘干；
- 2) 在无氧环境下将木材低温气化；
- 3) 此气体和二次空气混合燃烧。

这种燃烧方式需要连续运行才能达到好的效果。使用这类锅炉的系统必须配备足够的储热罐，用于储存锅炉持续燃烧产生的过热热量，然后再逐渐将其释放到系统中。

气化锅炉最大的优点是：（1）较大的提高了木材的燃烧值，几乎可以与燃油燃气锅炉燃烧效率相媲美；（2）木材燃烧时间更长，上料的间歇更长；（3）散发到大气中的粉尘和烟气更少。

热效率：>90%

木块式燃料锅炉

木块燃料锅炉通常使用全自动上料方式。

木块由传送带输送到栅栏燃烧器上燃烧。

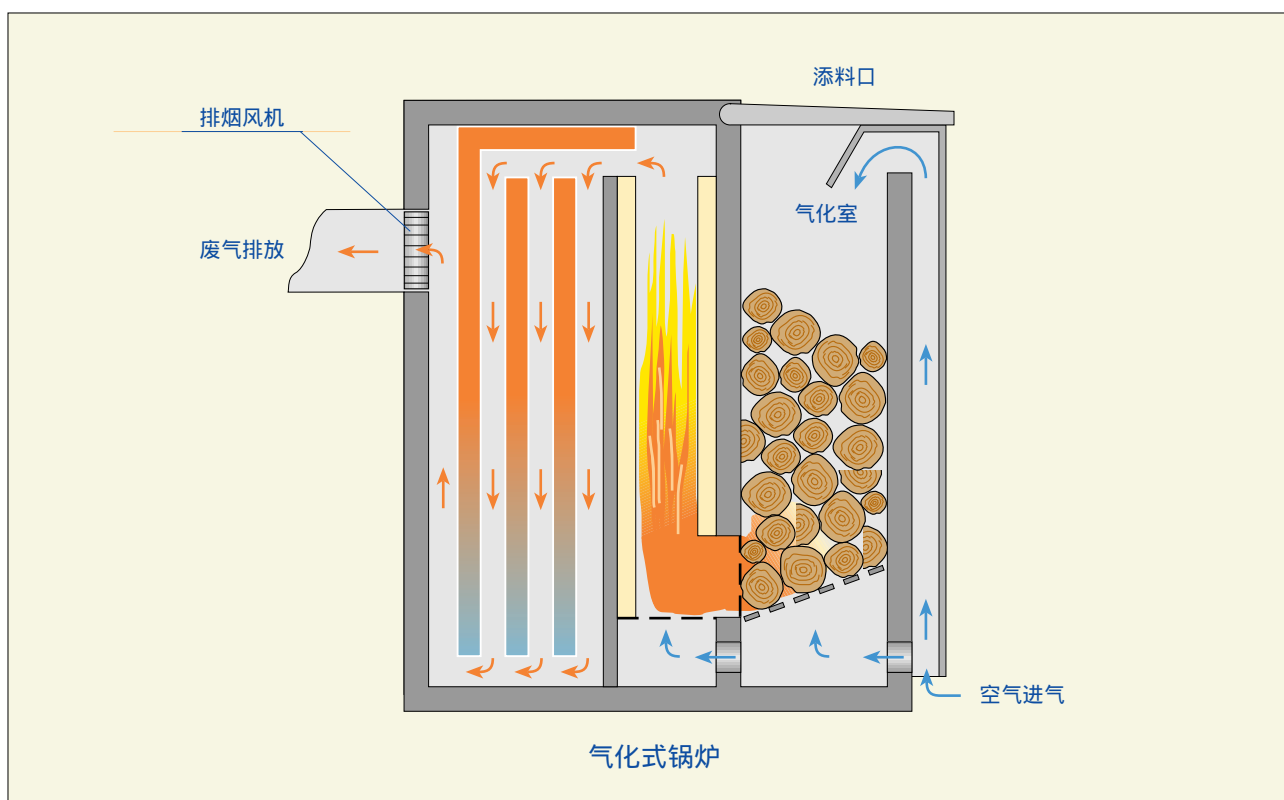
最先进的木块燃料式锅炉采用连续的电子调节方式，根据热量的需求、出水的温度、废气含氧量自动调节燃烧火焰及木块量。

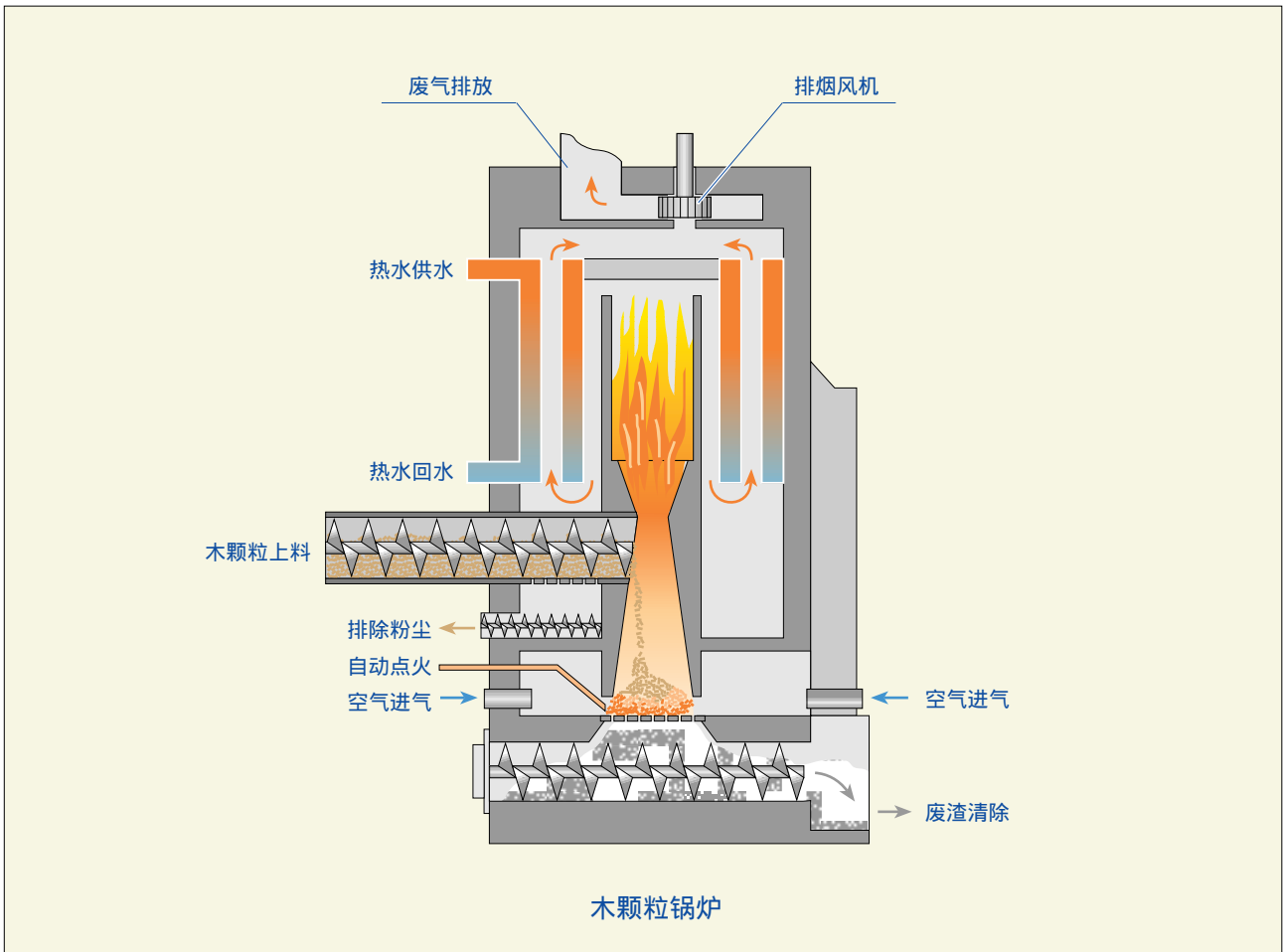
某些锅炉型号还具备‘持续’功能，它用于在运行间隔区保持锅炉内部少量的燃烧以便系统重新运行时能够迅速加载。

值得注意的是，木块燃料需要较大的储存空间，便于交通工具驶入下料。

鉴于木块燃料锅炉的特性及使用的局限性，它通常用于大中型采暖系统或热电联产系统。

热效率：80% - 90%





木颗粒燃料锅炉

它是全自动化运行的锅炉，调节及管理方式非常简便。

上料由传送带将木颗粒从储存室自动输送到燃烧器，同时，另一个传送带将燃烧后的废渣排除。它采用电阻自动点火，点火迅速。

在更先进的型号里，空气进气和木颗粒上料均由微处理器进行控制。

断电或者循环泵意外停运时，锅炉水汽化的可能性很小，因为木颗粒的上料可以迅速终止，而且炉膛内部的燃料也很有限。

这类锅炉的热效率极高，污染低。

热效率：85% - 90%

排烟管道

木材或其它固体燃料锅炉的排烟设计需要遵循现有的法规。目前最主要的法规为：

UNI 9615

木材或其它固体燃料锅炉，安装要求

VNI 10683

排烟管道的尺寸计算

基础计算的定义和步骤

排烟管道系统由以下几个部分组成：

- (1) 烟囱将烟排向室外；
- (2) 烟囱顶，将烟排到大气中；
- (3) 烟道，连接锅炉与烟囱。

烟囱

主要技术特征及性能

- 燃气密闭性，防水性及防散热冷凝的保温性；
- 使用的材料耐烟气冷凝的腐蚀，耐外力和热力的机



械作用力；

- 与易燃物之间用空气或保温材料隔离；
- 内截面宜为圆形，如果是方形，其两边比例最大不能超过1:1.5。

主要结构特征

储污舱

烟囱的底部须有储污舱，用于收集杂质和冷凝物。

储污舱应配有一个小的防气监视窗。

连接方式

烟囱只能与一台锅炉连接。如果需要与多台锅炉连接，必须取得权威机构的许可。烟气不能排在封闭的空间内，即便露天的也不行。

烟囱应按垂直方向发展，如果有方向的改变，其倾斜角度不能超过45°。

排烟口角度

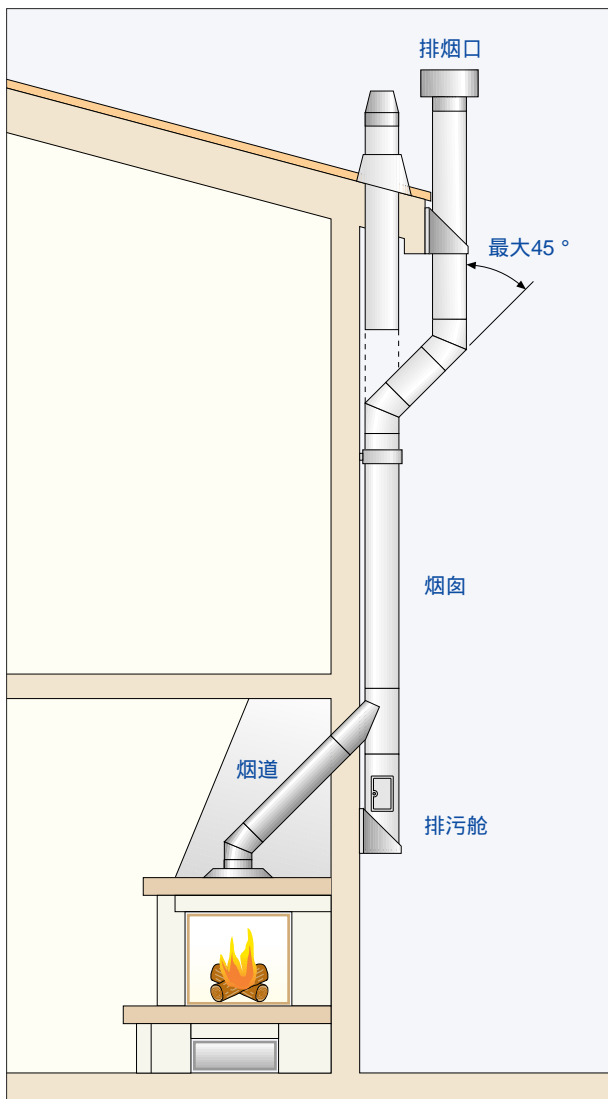
烟囱的排烟口角度需保证燃料完全燃烧及烟气良好的排放。它必须高于可能形成负压（回风）的高度，这个高度取决于建筑物屋顶的倾斜角度（UNI 7129规范）。

烟囱定冠

主要的技术特征和性能：

- 与烟囱的截面面积相等；
- 烟气出口可用截面面积为烟囱内部截面面积的两倍；
- 设计为防雨、防雪及防异物进入的烟囱；
- 设计为无论风向如何，倾斜度如何，皆不影响烟囱排烟。

另外，顶冠工作应为纯静态型，也就是说，不能添加任何的外力排气吸气装置。



烟道

主要技术特征和性能

- 阻燃性材质，耐烟气冷凝蚀性强；
- 气体冷凝 密闭性强，保温性好；
- 不能经过禁止安装燃烧设备的区域；
- 禁止使用普通的金属软管或水泥纤维管；
- 烟道与烟囱之间必须为无受力连接，也就是

烟囱的重量不能作用于锅炉之上。

主要构造特征：

烟道长度及移位

带排风机的固体燃料锅炉，其烟道长度及允许弯道数量需参考锅炉厂家的说明书。

如果没有相关说明书则遵循以下指示：

- 水平烟道至少向上倾斜3%；
- 水平烟道尽量短，最长不得超过3米；
- 方向的改变，包括与烟囱的连接点不能超过4个。

与自然通风式的锅炉相连接时，不能超过2个弯管，且弧度不能低于90°，水平发展式烟道不能超过2米。

倾斜度

应尽可能避免水平布置烟道，禁止反方向布置烟道。

壁炉的排气口与屋内墙壁或天花上的烟道不在同一条轴线上时，方向改变时使用的外肘弯不能超过45°。

截面改变

烟道的截面应始终保持一致，只能在与烟囱连接处改变截面的大小。

可检测性

烟道具备可检测及清洗煤烟的可能性。

手动通风调节装置

如果在烟道上安装有通风调节元件，它们不能影响烟道的气密性。

通风调节装置应具备安全开口，以避免其完全关闭。

安全开口至少为烟道截面的3%且不小于20 cm²。

在强制通风的锅炉上禁止使用手动通风装置。

非粉尘类固体燃料系统

这类系统由UNI 10412 - 2标准定义为: 使用大于或等于1 mm的固体燃料系统。

其系统技术特征不同于传统的气体或液体燃料系统, 在系统膨胀、安全压力、防护设备上的要求有区别。

接下来我们将分析这些系统特征并找到符合这些特征的设备及解决方案。

安全规范

目前, 根据锅炉的功率需要遵循的安全规范如下:

1、 低于35 kW的锅炉系统

EN 12828(2003)

住宅供暖系统

水暖系统的设计。

2、 低于35 kW的家用器具系统

UNI 10412-2(2009)

水暖系统

固体燃料的内置锅炉炉膛总功率低于35 kW的家用供暖设备系统的特殊要求。

注: 此规范适用于家庭用供暖器具系统, 即火炉、壁炉、内置锅炉的取暖器, 其固体燃料为非粉尘式燃料。

3、 大于35 kW的锅炉系统

R.CAP.R.3.C系列的DM1.12.7.5第二章的技术特征 (2009版)

使用非粉尘固体燃料的锅炉系统

上述规范根据以下原则对系统进行分类:

- (1) 膨胀方式, 开式或闭式;
- (2) 固体燃料添料方式, 手动或自动;
- (3) 水系统循环方式, 自然或强制;
- (4) 主机与系统连接方式, 单个或多个联机。

进气调节设备

用于自动调节燃料所需的进气量, 它能使燃烧更加充分和稳定 (见18页具体介绍)。

热力泄水元件

用于固体燃料锅炉系统, 避免系统水温超过安全值。

它主要适用于手动添料式固体燃料锅炉系统, 因为燃烧器停止运行后仍然不能完全中断燃料的燃烧。

当系统水温超过安全设定值时, 泄水元件开启, 将系统过热水泄到大气中, 同时将冷水注入到系统中迅速带走热量。

当温度恢复到安全值以后, 泄水阀门自动关闭。泄水元件大致分为以下两类:

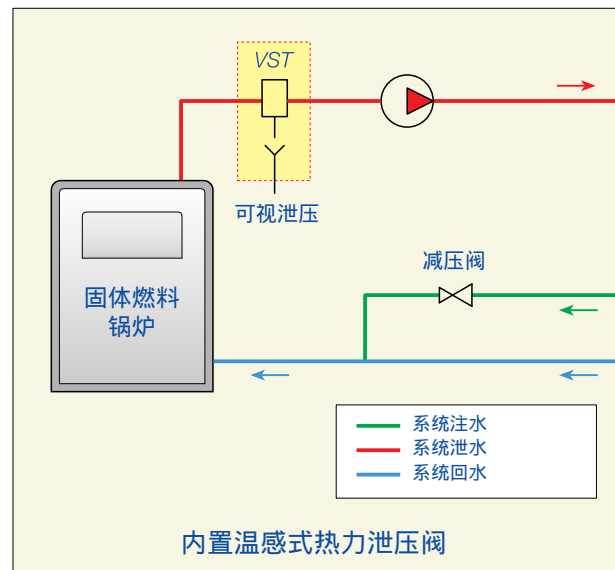
- VST型热力泄水阀
- VSST型热力安全泄水阀

内置温感式VST型热力泄水阀

安装在锅炉出水的最近端。

降温的冷水从系统补水管道进入。

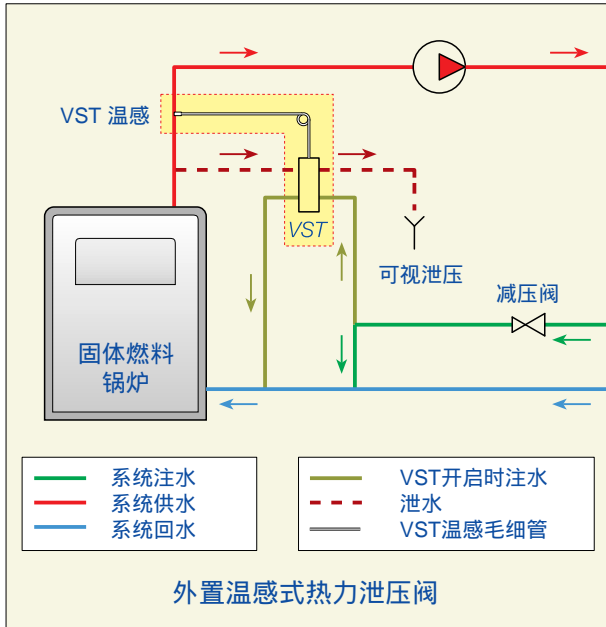
(详细技术特征见 19 页)。



外置温感式VST型热力泄水阀

温度传感器安装在锅炉出水的最近端。

降温的冷水从系统补水和泄水阀冷水入水口同时进入。



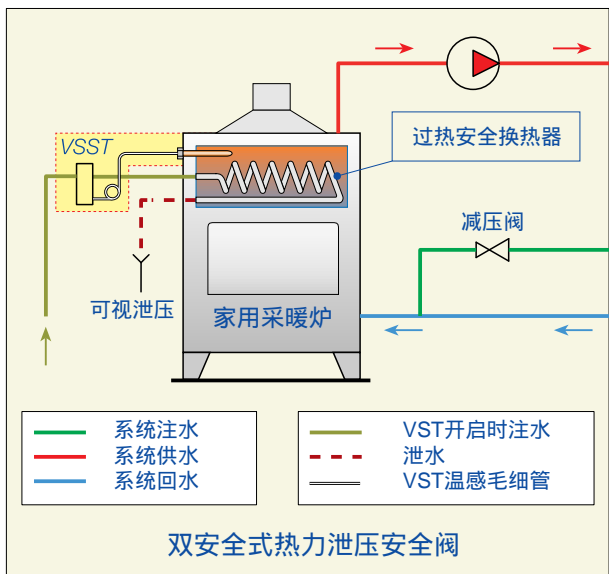
详细技术特征见 20 页。

双安全式VSST型热力泄水阀

温度传感器安装在锅炉出水的最近端。

降温的冷水从系统补水进入。

详细技术特征见 21 页。



防冷凝元件

用于防止回到锅炉的水温过低。

在第 35 期水力杂志里介绍过，传统的燃油燃气锅炉如果回水温度过低会导致‘热冲击’以及腐蚀性冷凝。这些现象对于锅炉的寿命有极大的影响。为避免冷凝现象产生，减少腐蚀带来的危害，通常都采用防冷凝泵或电动调节阀来防止冷凝产生（第 35 期水力杂志 22、23 页）

同样，对于固体燃料锅炉来说，过低的回水温度也会造成上述危害，它还会导致杂酚油的产生，这对于锅炉系统非常危险。

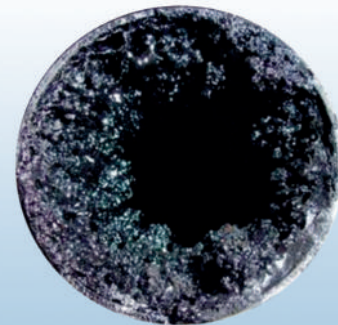
杂酚油实际上是焦油凝结物（见下图），它易堵塞烟道，而且其易燃性可能导致严重火灾。

为了保护固体燃料锅炉不受上述冷凝产生的危害，需要在系统上使用自力式防冷凝阀（见 25 页具体技术特征）。

杂酚油的危害性

由固体燃料锅炉烟气产生的杂酚油是冷凝的一种燃气，它包含尚未燃烧的液化物体。

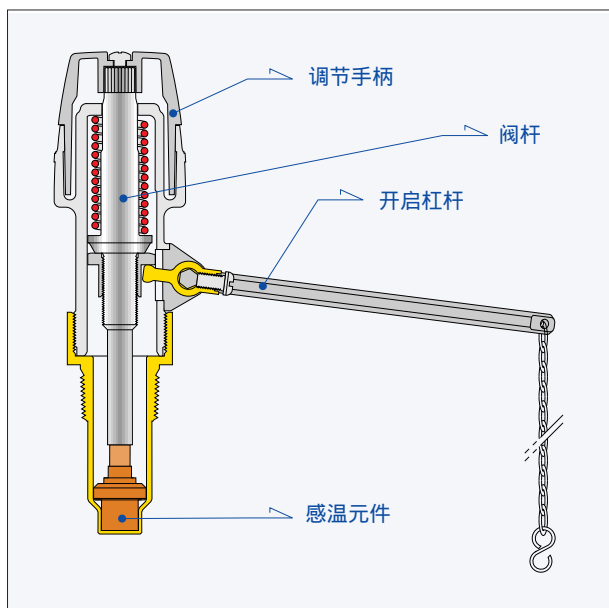
杂酚油堵塞烟道



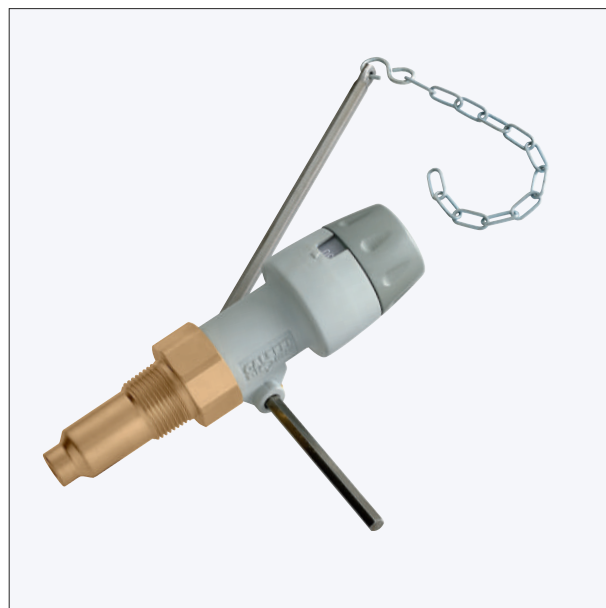
在特殊的条件下，杂酚油在大约 1150℃ 时会燃烧，由于其在烟道内垂直燃烧，燃烧温度可达 1650-1700℃，这会造成烟道熔化，烟囱损坏，墙壁破裂，甚至火灾。

进气调节阀

它运用于自然进气式的固体燃料锅炉上。

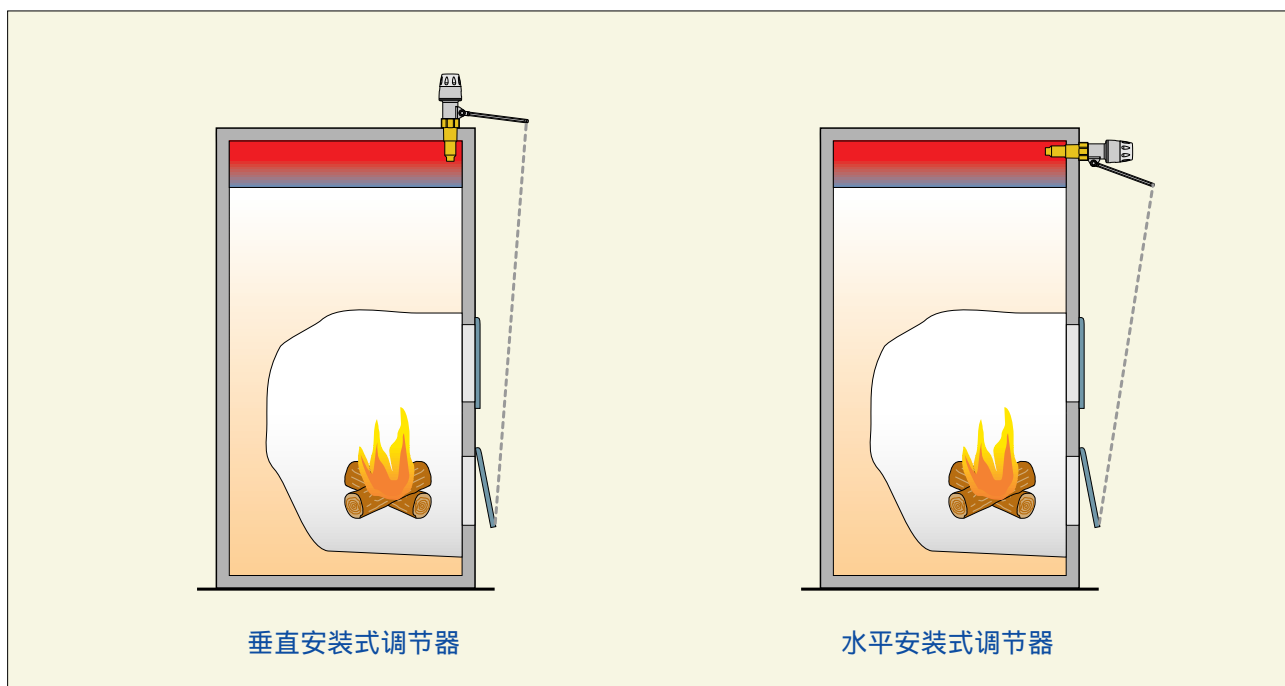


其作用是通过进气口的开度来调节燃料的燃烧。其核心为一个恒温调节器，通过调节手柄和开关杠杆来操作。



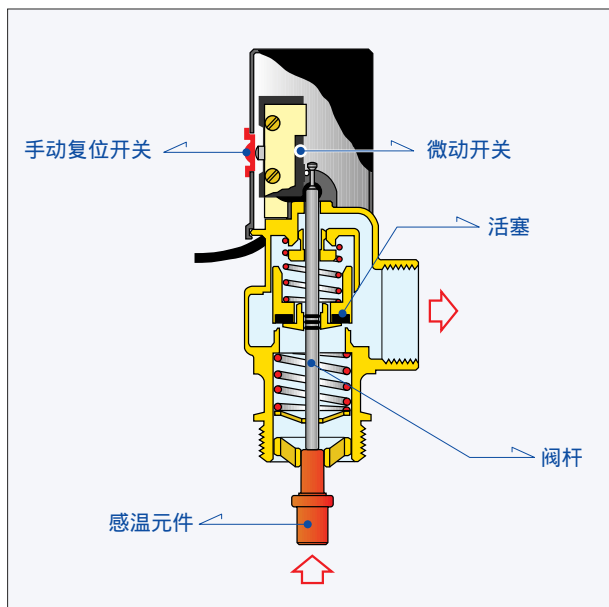
进气的调节以实际的出水温度和设定温度为基础。浸入于锅炉出水端的感温元件通过自身的膨胀和收缩来带动阀体上的拉杆，拉杆的铁链与进气通风闸门连接。当出水温度达到设定值时，调节阀自动关闭锅炉进气闸门。

通风调节阀可水平或垂直安装。



内置温感式VST热力泄水阀

浸入于锅炉出水端的温度传感器直接作用于阀杆，当出水温度达到设定值时，温感膨胀推动阀杆向上打开阀门泄水，当温度回复到安全温度以下时阀门自动关闭。



此系列VST泄水阀泄水量大，能在短时间内将系统过热热量泄掉。

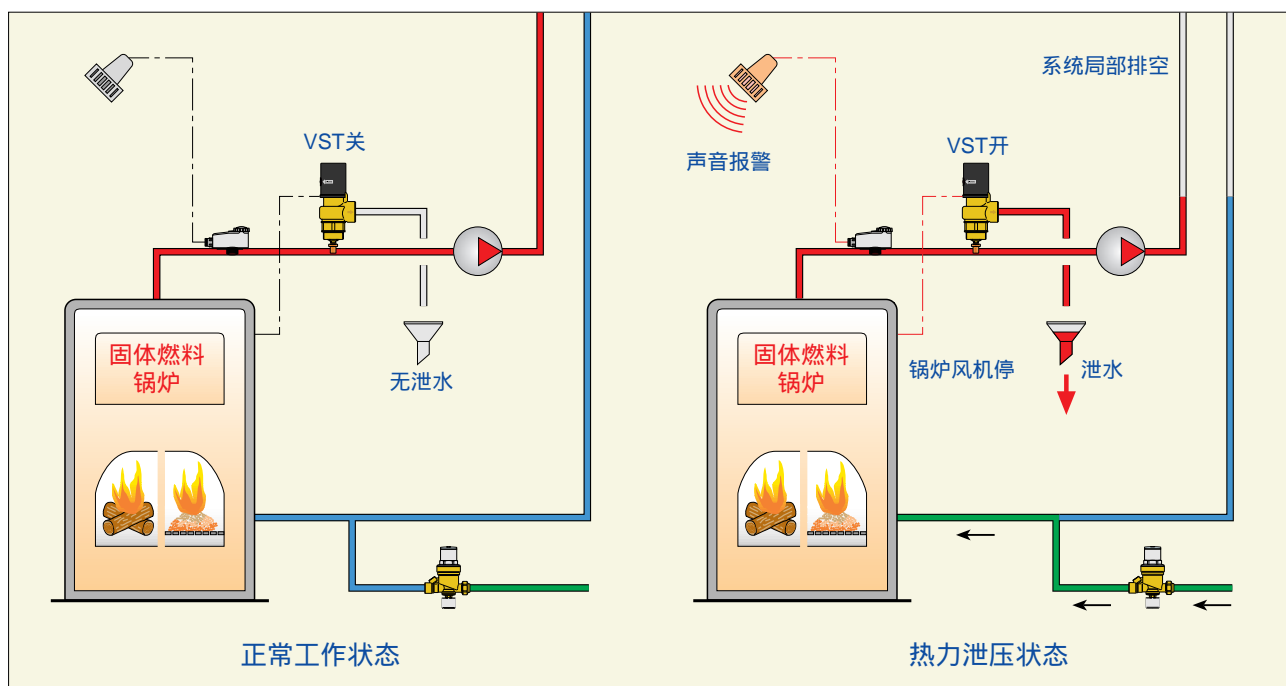
同时，它还具备一个可手动复位的微动开关，在泄水阀开启泄水时，微动开关接通，可用于报警



或切断某些使用风机的固体燃料锅炉的电源。

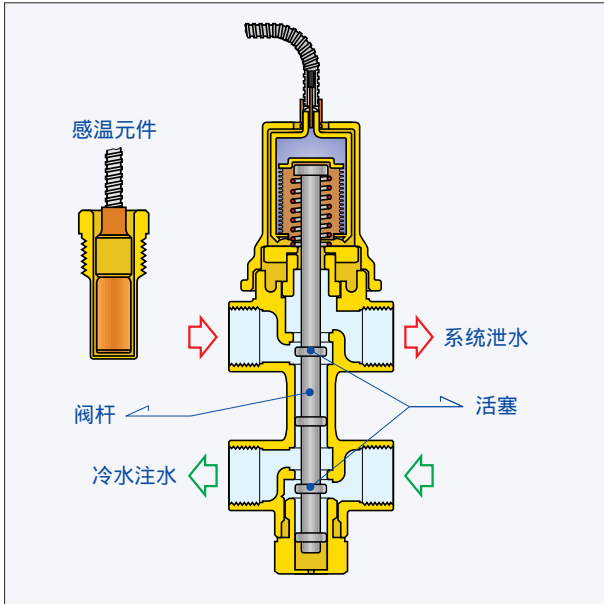
这类泄水阀可以用于开式或闭式循环系统。在开式系统中，VST型热力泄水阀可以取代应急过热换热器。

VST型热力泄水阀为绝对动作型，即在感温元件损坏的情况下也可以起到安全泄水的保护作用。



外置温感式双向VST型热力泄水阀

此类VST型热力泄水阀集热水泄水与冷水入水为一体。



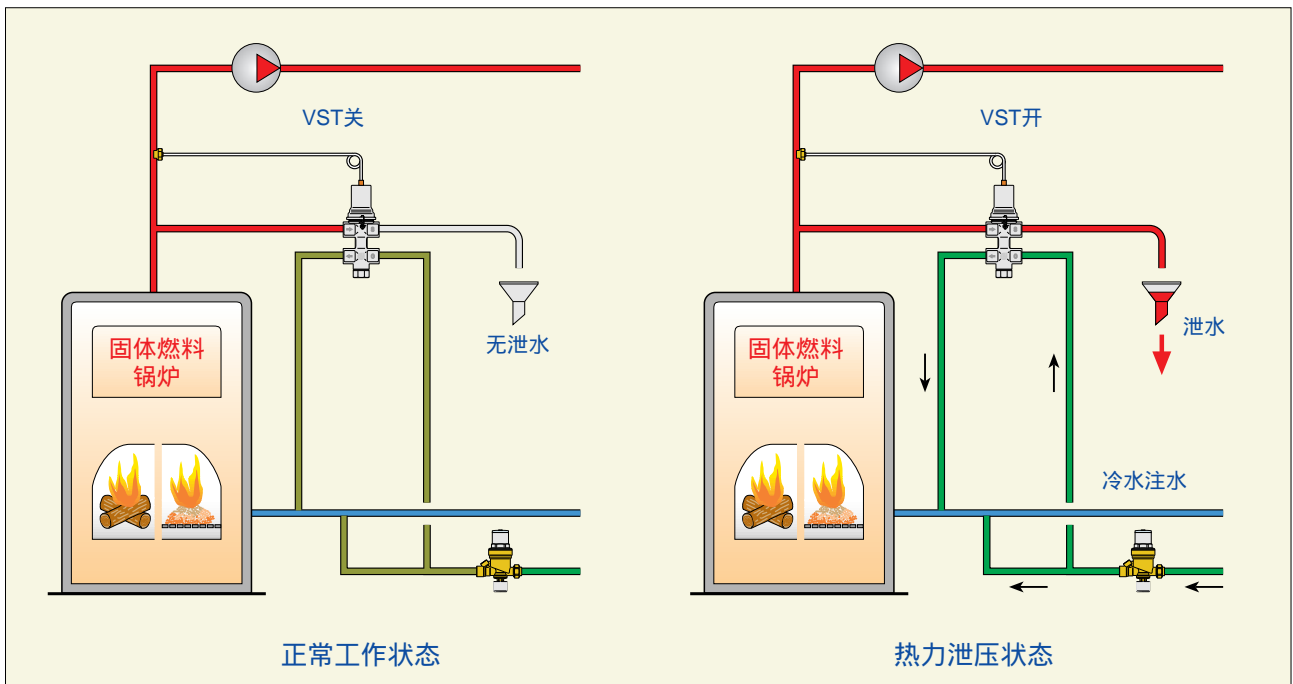
外置感温元件膨胀作用于阀杆上打开热水泄水口并同时开启冷水入水口，热水泄水与冷水入水同时进行。



这样双向的泄水和进水保证了更好地带走系统过热热量，同样的泄水和入水量也保证了系统的静压平衡，防止了系统因压力过低无法循环。

此类热力泄水阀按UNI 10412-2标准规定，适合于35 kW以下的固体燃料锅炉。

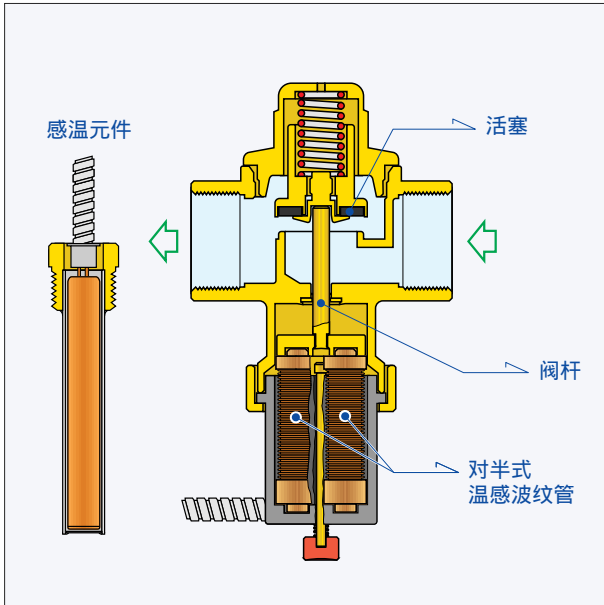
同样，这类热力泄压阀也是绝对动作型。



双安全式VSST型热力注水阀

适用于带内置过热换热器的固体燃料锅炉。

热力注水阀的温度传感器浸入于锅炉水箱内，当水温超过设定值时，温感膨胀通过毛细管将注水阀打开，冷水迅速进入过热换热器将锅炉的过热热量带走。

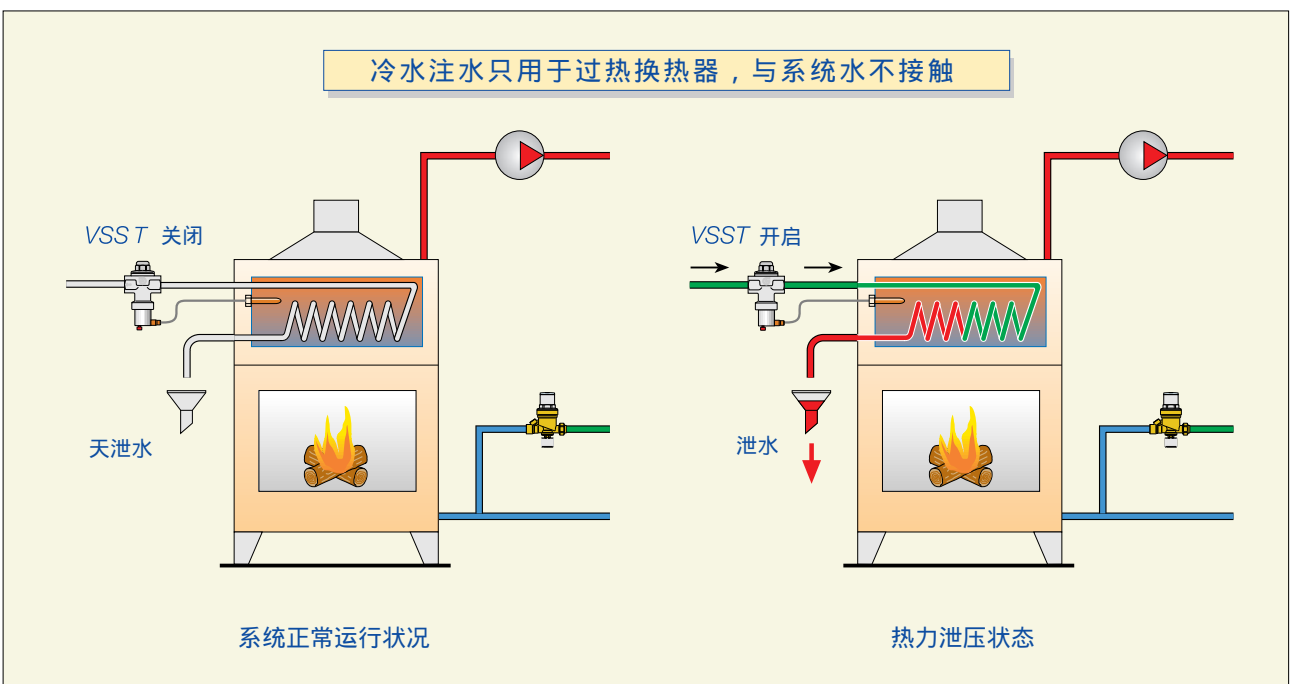


当温度恢复到正常值后，注水阀自动关闭。



VSST型热力注水阀的运用按UNI 10412-2和EN12828标准执行。

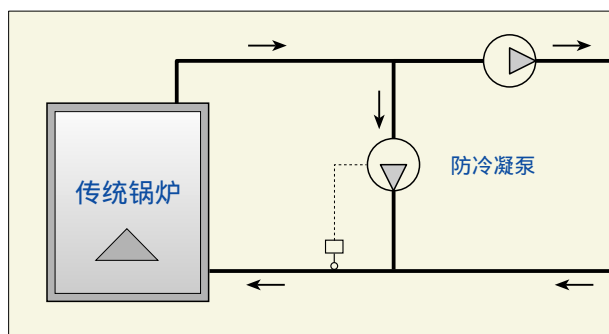
注水阀的温感膨胀波纹管为对半式结构，这就保证了即使有一个温感毛细管损坏的情况下注水阀也能开启。



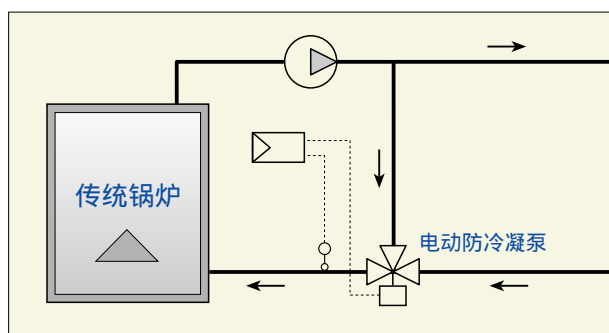
防冷凝阀

前面我们已经谈到了冷凝的危害性（见17页），传统锅炉的防冷凝通常采用以下两种方式：

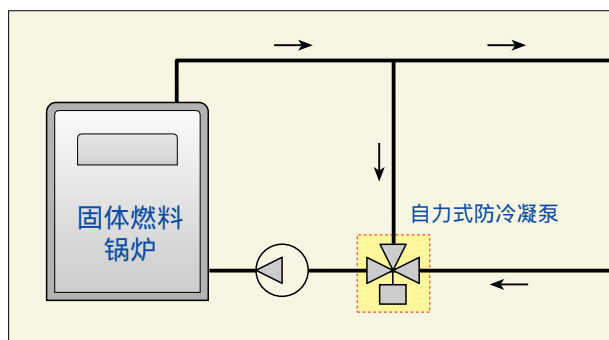
第一种是在锅炉的供回水管之间安装一个旁通循环泵，当回水温度过低，比如低于60℃时，温控器启动循环泵，供水旁通到回水提高回水温度。



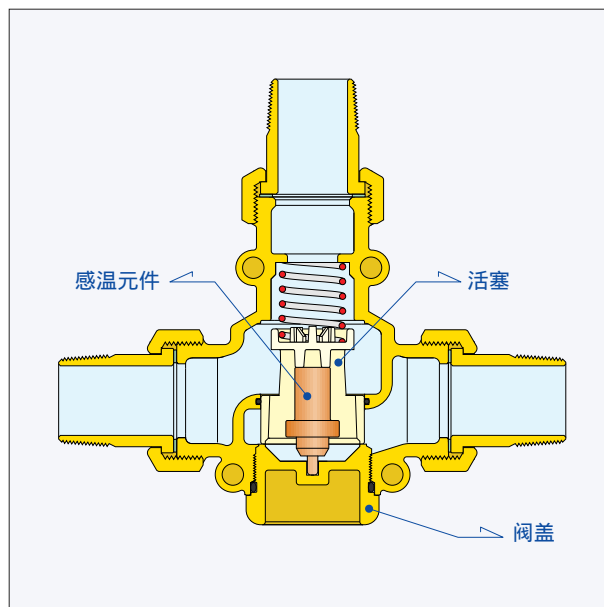
第二种则是在锅炉回水端与供水旁通管交汇处安装一个电动三通调节阀，它根据温控器反馈的信号经调节器进行数据处理后，再由调节器指令电动三通阀的动作，使回水温度始终保持在防冷凝温度之上。



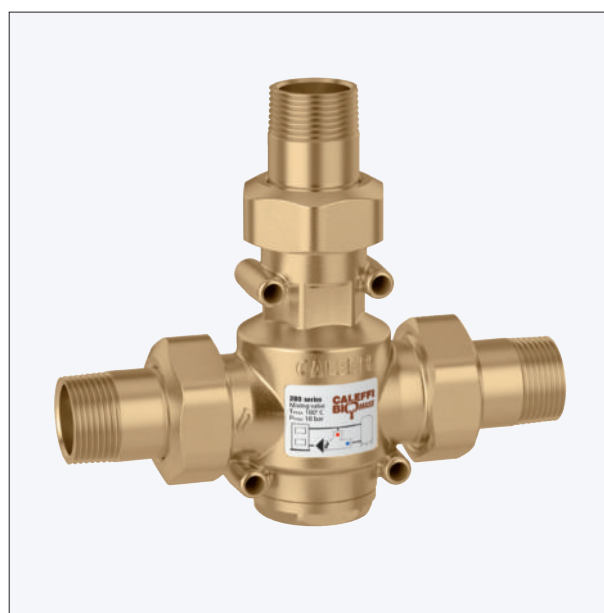
对于固体燃料锅炉来说，更适合使用预调的自力式防冷凝阀，其原因为：（1）安装使用简便；（2）不占用空间；（3）无需电路连接；（4）不存在人为失调。



这类防冷凝阀为三通型，其内部的热敏恒温元件感应锅炉的回水温度，温度的变化使热敏元件膨胀或收缩，从而让系统回水与锅炉供水自动混合达到预设定的温度值。



预设温度值通常为几个标准（如45、55、60、70℃）根据锅炉对于回水温度的要求而定，这取决于锅炉的类型、材质及功率大小。



右侧图示说明了防冷凝阀的三种工作状态。

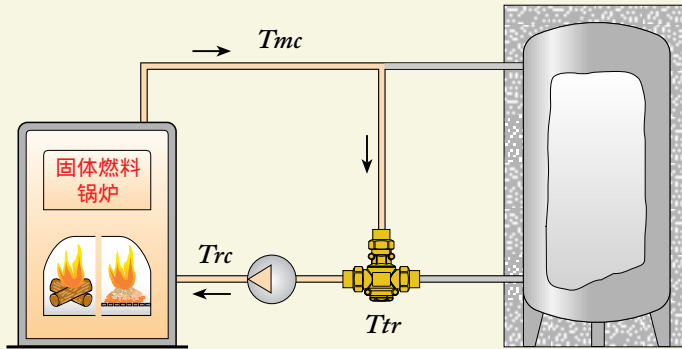
恒温防冷凝阀工作状态

T_{mc} = 锅炉供水温度

T_{ri} = 系统回水温度

T_{rc} = 锅炉回水温度

T_{tr} = 防冷凝阀设定温度



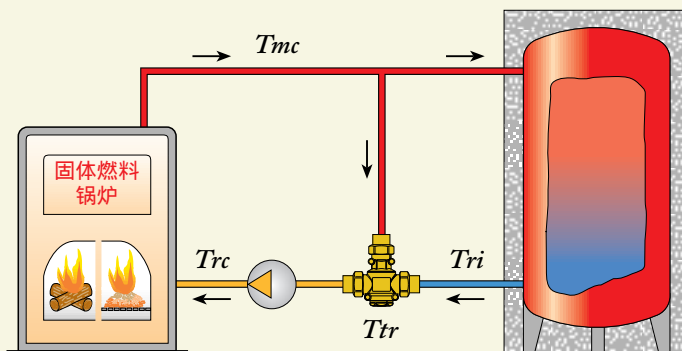
旁通全开状态

这个阶段为系统初运行状态，锅炉刚启动时，所有供水经过旁通管和防冷凝阀进入到回水，只要供水温度 (T_{mc}) 不高于设定值 (T_{tr})，旁通则完全开启。

此时的锅炉回水温度 (T_{rc}) 与锅炉供水温度 (T_{mc}) 一致。

系统温度： $T_{mc} < T_{tr}$

$T_{rc} = T_{mc}$



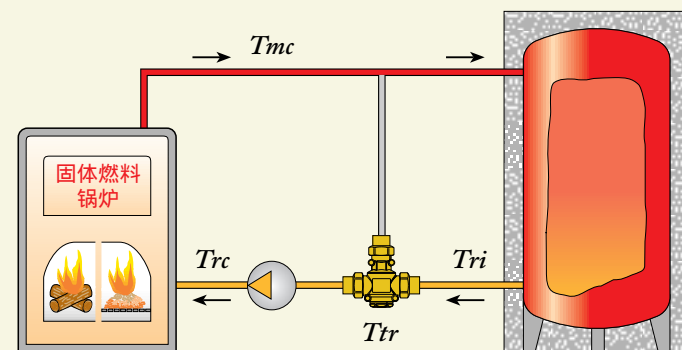
混合状态

当锅炉供水温度 (T_{mc}) 超过防冷凝阀预设温度值 (T_{tr}) 时，系统回水也开始部分进入防冷凝阀。

这种状态下，锅炉的回水温度 (T_{rc}) 与防冷凝阀预设温度 (T_{tr}) 相等。

系统温度： $T_{mc} > T_{tr}$

$T_{rc} = T_{tr}$



旁通全关状态

当系统的回水温度 (T_{ri}) 超过了防冷凝阀预设温度值 (T_{tr})，锅炉的供水旁通完全关闭，系统回水经过防冷凝阀回到锅炉。

此时系统回水温度 (T_{ri}) 与锅炉回水温度 (T_{rc}) 相等。

系统温度： $T_{ri} > T_{tr}$

$T_{rc} = T_{ri}$

防冷凝循环泵组

防冷凝循环泵组是一体式热压成型的黄铜阀组，上面集合了：循环泵、防冷凝阀、重力止回阀、3个截止球阀。

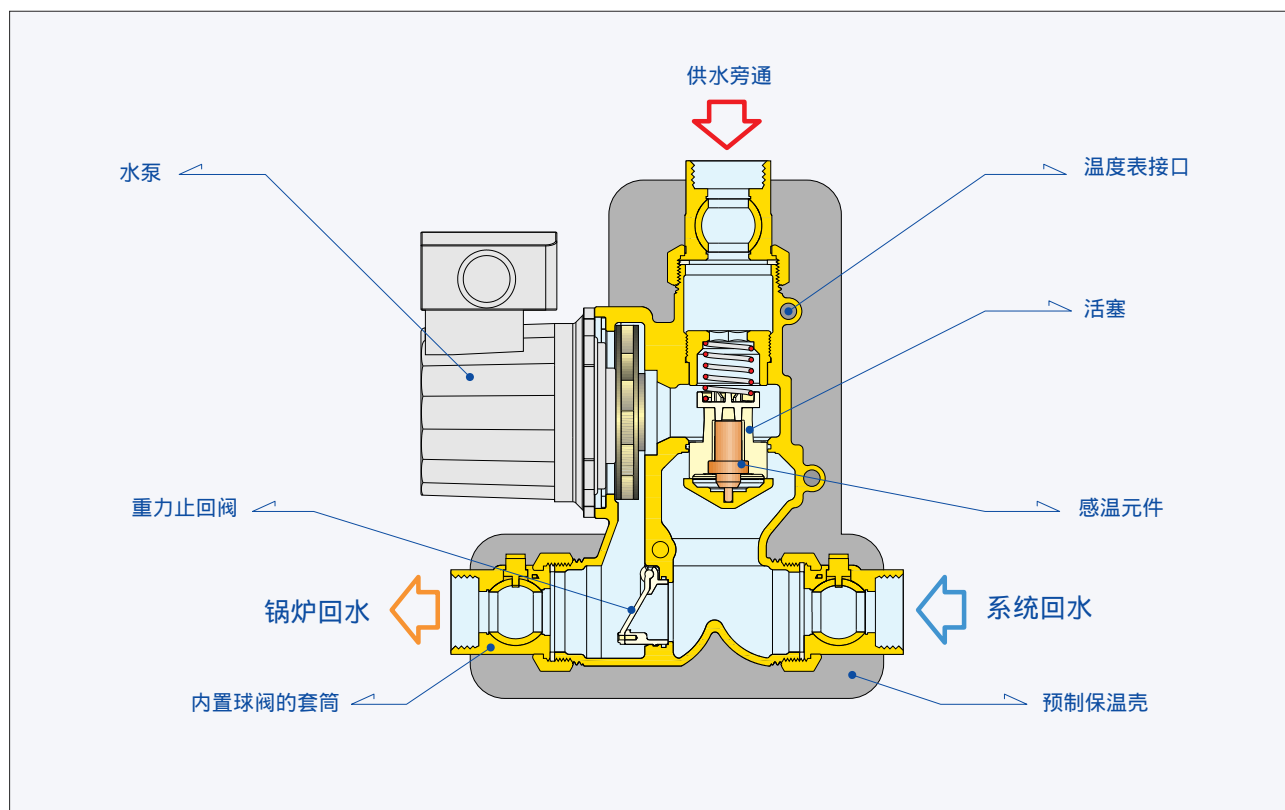


重力止回阀的作用在于水泵停运（比如断电）时，系统仍然可以自然循环。

这个功能对于固体燃料锅炉来说非常重要。它需要随时保证最低的流量以连续的方式带走锅炉内部的热量。

防冷凝循环泵组的优点为：其安装和维护简便，占用空间小，这点尤其利于家用供暖系统。

右页图示说明了防冷凝循环泵组的4种工作状态。



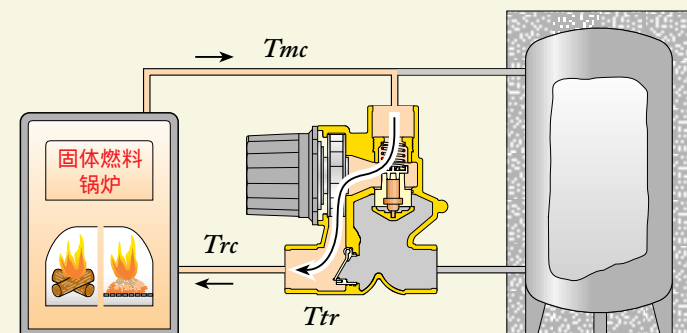
防冷凝循环泵组工作状态

T_{mc} = 锅炉供水温度

T_{ri} = 系统回水温度

T_{rc} = 锅炉回水温度

T_{tr} = 防冷凝阀设定温度



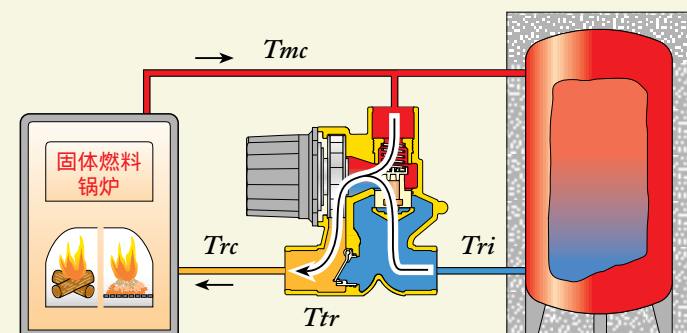
旁通全开状态

这个阶段为系统初运行状态，锅炉刚启动时，所有供水经过旁通管和防冷凝阀进入到供水，只要回水温度（ T_{mc} ）不高于设定值（ T_{tr} ），旁通则完全开启。

此时的锅炉回水温度（ T_{rc} ）与锅炉供水温度（ T_{mc} ）一致。

系统温度： $T_{mc} < T_{tr}$

$T_{rc} = T_{mc}$



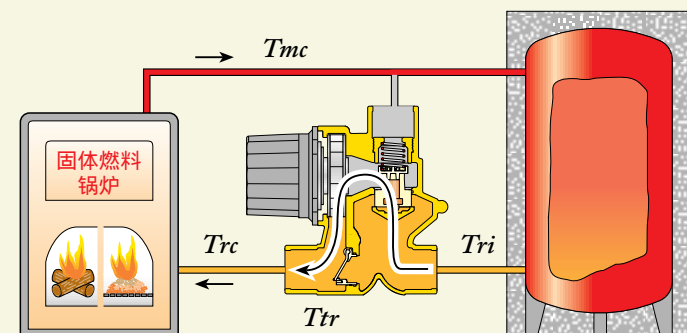
混合状态

当锅炉供水温度（ T_{ri} ）超过防冷凝阀预设温度值（ T_{tr} ）时，系统回水也开始部分进入防冷凝阀。

这种状态下，锅炉的回水温度（ T_{rc} ）与防冷凝阀预设温度（ T_{tr} ）相等。

系统温度： $T_{mc} > T_{tr}$

$T_{rc} = T_{tr}$



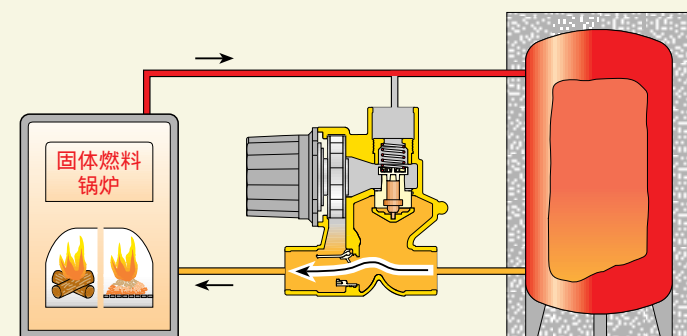
旁通全关状态

当系统的回水温度（ T_{ri} ）超过了防冷凝阀预设温度值（ T_{tr} ），锅炉的供水旁通完全关闭，系统回水经过防冷凝阀回到锅炉。

此时系统回水温度（ T_{ri} ）与锅炉回水温度（ T_{rc} ）相等。

系统温度： $T_{ri} > T_{tr}$

$T_{rc} = T_{ri}$



自然循环状态

如果水泵因断电或出现故障停运，重力止回阀（水泵运行时受水压作用关闭）开启，锅炉与供暖系统形成自然循环。这种自然循环方式防止锅炉过热现象出现。

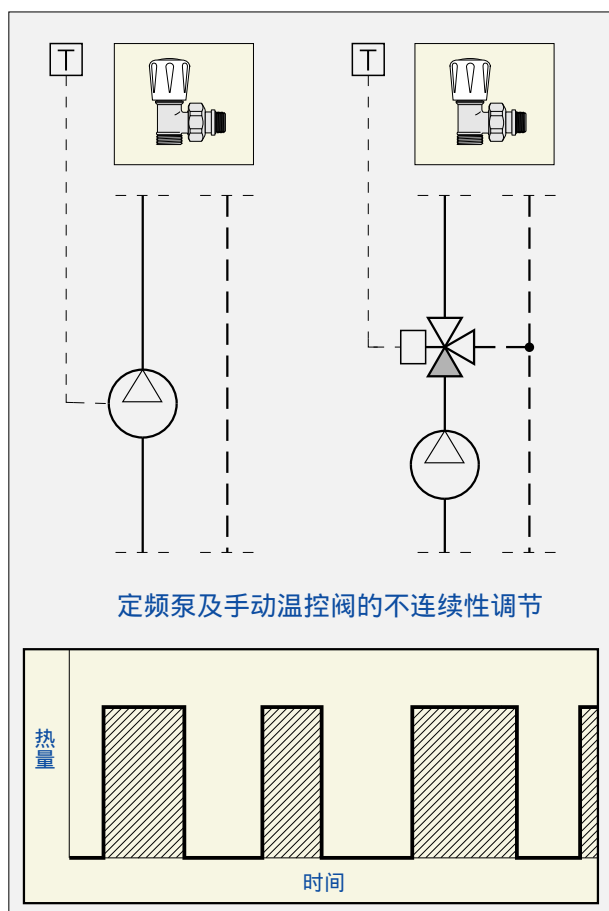
热量调节方式

在固体燃料锅炉系统中，热量的调节方式至关重要。

接下来我们就两种常见的调节方式进行说明和优缺点的比较。

断续式调节

这类调节方式，又称为开/关式调节，通常采用开关式温控器（机械的、液晶编程的等）。温控器在室内温度达到设定值时，关闭相应的循环泵或电动阀等被控设备（见下图）。



开/关控制的间歇可能为几分钟或几小时，它主要取决于室外温度，热惰性（建筑物结构和系统特征）以及温控器的介入温差等。

此类调节方式成本较低且易于实现，但是在固体燃料锅炉系统内采用这种调节方式会有许多问题。

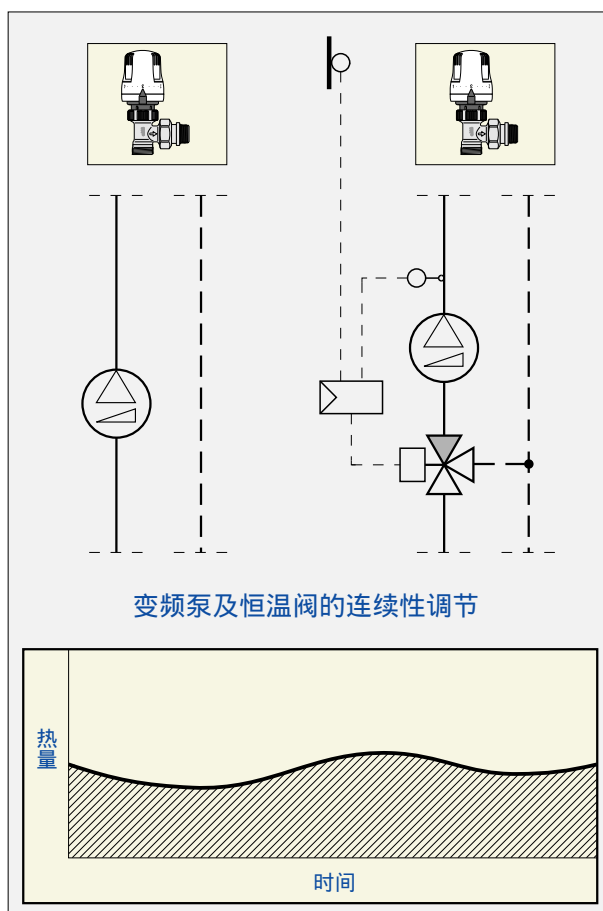
不同于燃油燃气锅炉，固体燃料锅炉不能彻底地停止热量输送。也就是说，当供暖系统进入关闭状态时，锅炉仍产生热量，这样就会造成水温过高，安全元件不断介入，需要人为地不断复位。

连续式调节

连续式的调节方式通常采用气候补偿或气候补偿与恒温相结合的方式。

它不同于开/关式的调节之处在于，其输出的热量与室内所需热量相匹配。

它根据室外温度的变化，以连续的定流量方式通过改变供水温度实现调节。



这种调节方式下，固体燃料锅炉不易出现水温过高的情况。

连续式的调节能给予最大程度的节能和舒适（在结合恒温阀使用的情况下），它与建筑物的热量需求相匹配。在固体燃料锅炉系统内这是最为理想的调节方式。

储热罐

固体燃料锅炉在燃烧减弱的阶段里，其热效率会急剧下降，同时会排放出污染性强的浓烟。为避免此现象，在理论上有两种解决办法。

第一种是给固体燃料锅炉添加仅为系统热量所需的燃料。但是在实际运用中这种方法不太可行。

第二种则是配备相应的储热罐，用于储存锅炉高峰期时过多的热量以便系统进入负荷时使用。

同时，固体燃料锅炉厂家为保证其产品的使用寿命，也要求配备相应的储热罐，储热罐的容量根据锅炉的功率而定。

通常，储热罐的容量选型可参考以下的数值：

- 木块式锅炉

50 - 70 升 / 每 1kW 额定功率

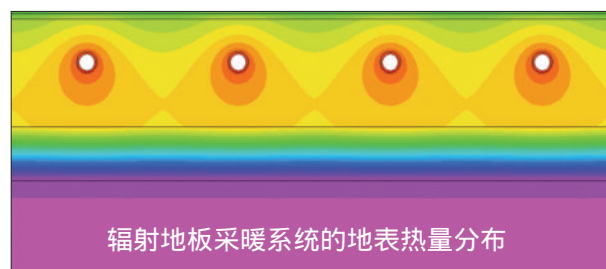
- 木颗粒式锅炉

25 - 30 升 / 每 1kW 额定功率

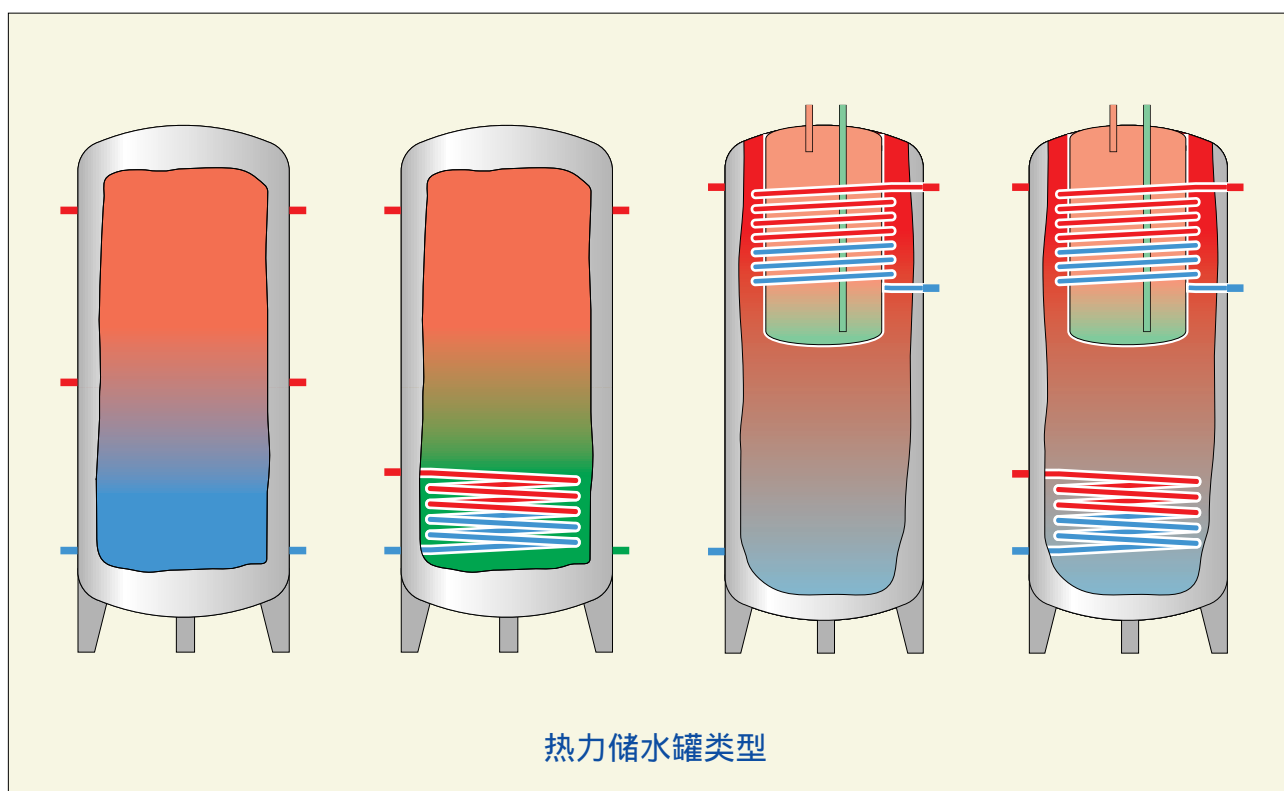
储热罐可直接作为生活热水水箱使用，也可作为其他辅助热源（如燃气锅炉、太阳能、地源热泵）的储热水箱。

值得注意的是，由厂家提供的储热罐容积通常偏大，原因是他们无法确定供暖系统的特征、建筑物的结构等，这些因素却能影响系统的储热性。

比如说，辐射地板采暖系统其储热值较高，如下图所示，整个地面都起到了储热的缓冲作用；同样，传统的散热器系统因管道和散热器设计偏大，其储水量较大，也就是储热能力较强。



这种情况下，由厂家提供的储热罐容积可在实际选型时减少 40 - 50%。



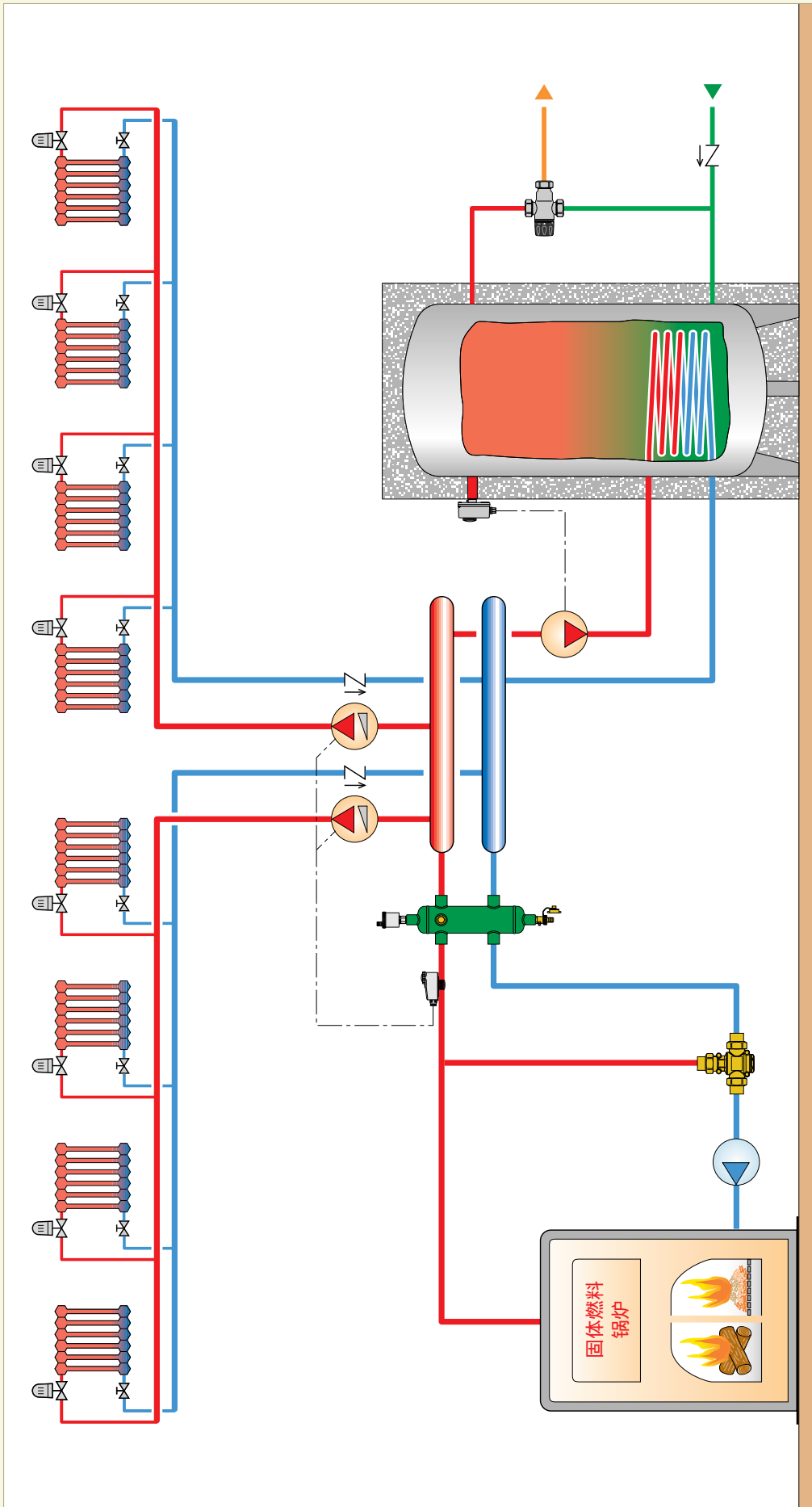
既有供暖及生活热水系统使用木材燃料锅炉的运用图示

系统由以下主要设备构成：

- 木材燃料锅炉，
- 水力分压器，
- 锅炉集分水器，
- 生活热水储热水罐。

锅炉集分水器分为三个环路：两个供暖环路和一个产生生活热水的环路。锅炉与集分水器之间安装了水力分压器起到一二次系统分压独立运行的作用。锅炉一次循环系统配备了防冷凝阀。

为保证供暖系统的舒适及节能，所有散热器上均安装了恒温阀，散热器系统采用变频器。如果锅炉一次供水温度过低，其一次供水管道上的温控器会停止散热器采暖系统的循环。生活热水储热水罐的温控器则控制其相应环路循环泵的启停。



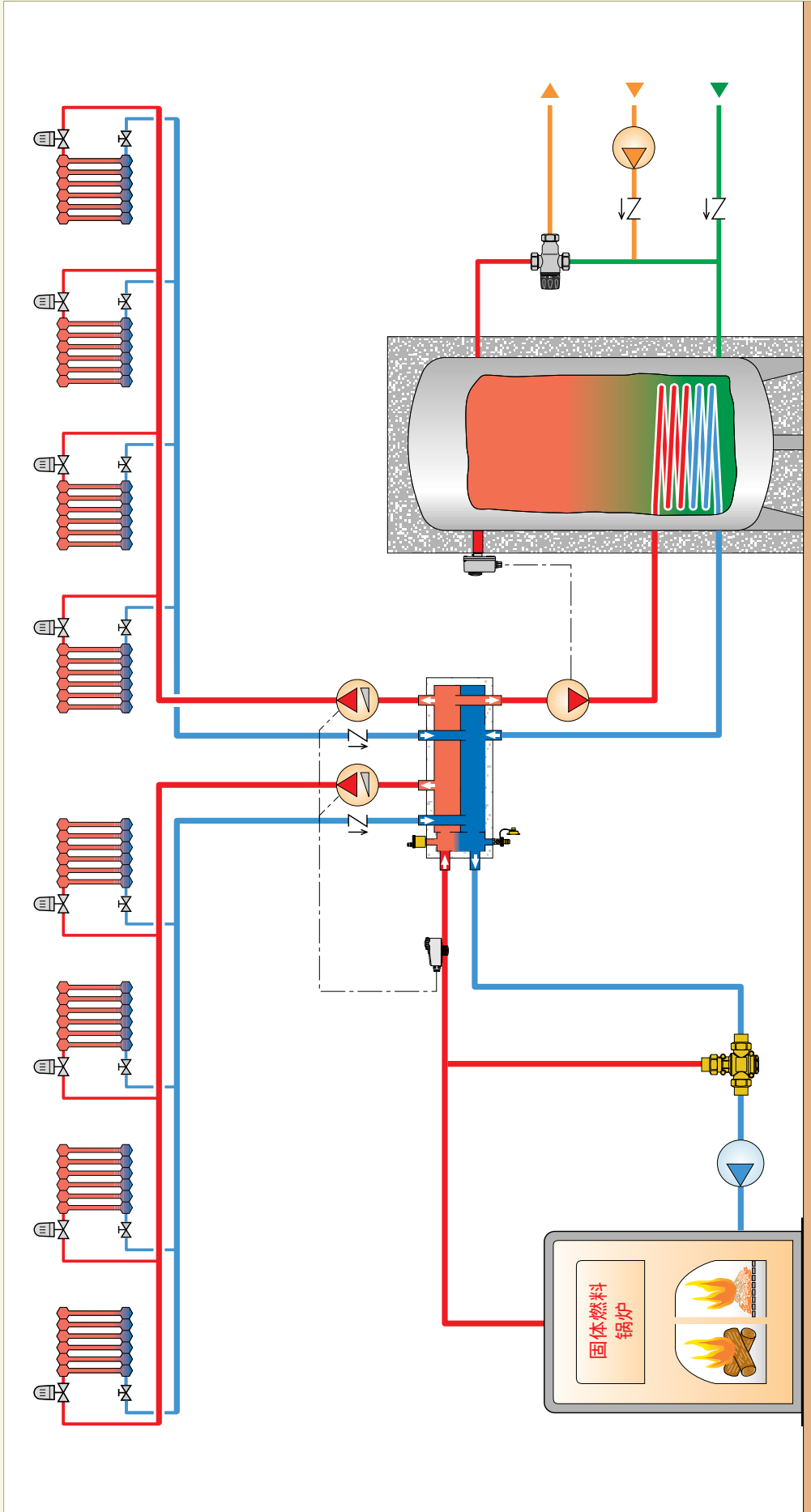
木材燃料锅炉的散热器供暖及生活热水系统运用图示

系统由以下主要设备构成：

- 木材燃料锅炉，
- 水力分压集水器，
- 三个循环支路，
- 生活热水储热水罐。

水力分压集水器将水力分压器与锅炉集分水器结合为一体：它既起到一二次系统分压独立运行的作用，又将二次系统分为三个环路：两个供暖环路和一个产生生活热水的环路。锅炉一次循环系统配备了防冷凝阀。

为保证供暖系统的舒适及节能，所有散热器上都安装了恒温阀，散热器系统采用变频泵。如果锅炉一次供水温度过低，其一次供水管道上的温控器会停止散热器采暖系统的循环。生活热水储热水箱的温控器则控制其相应环路循环泵的启停。



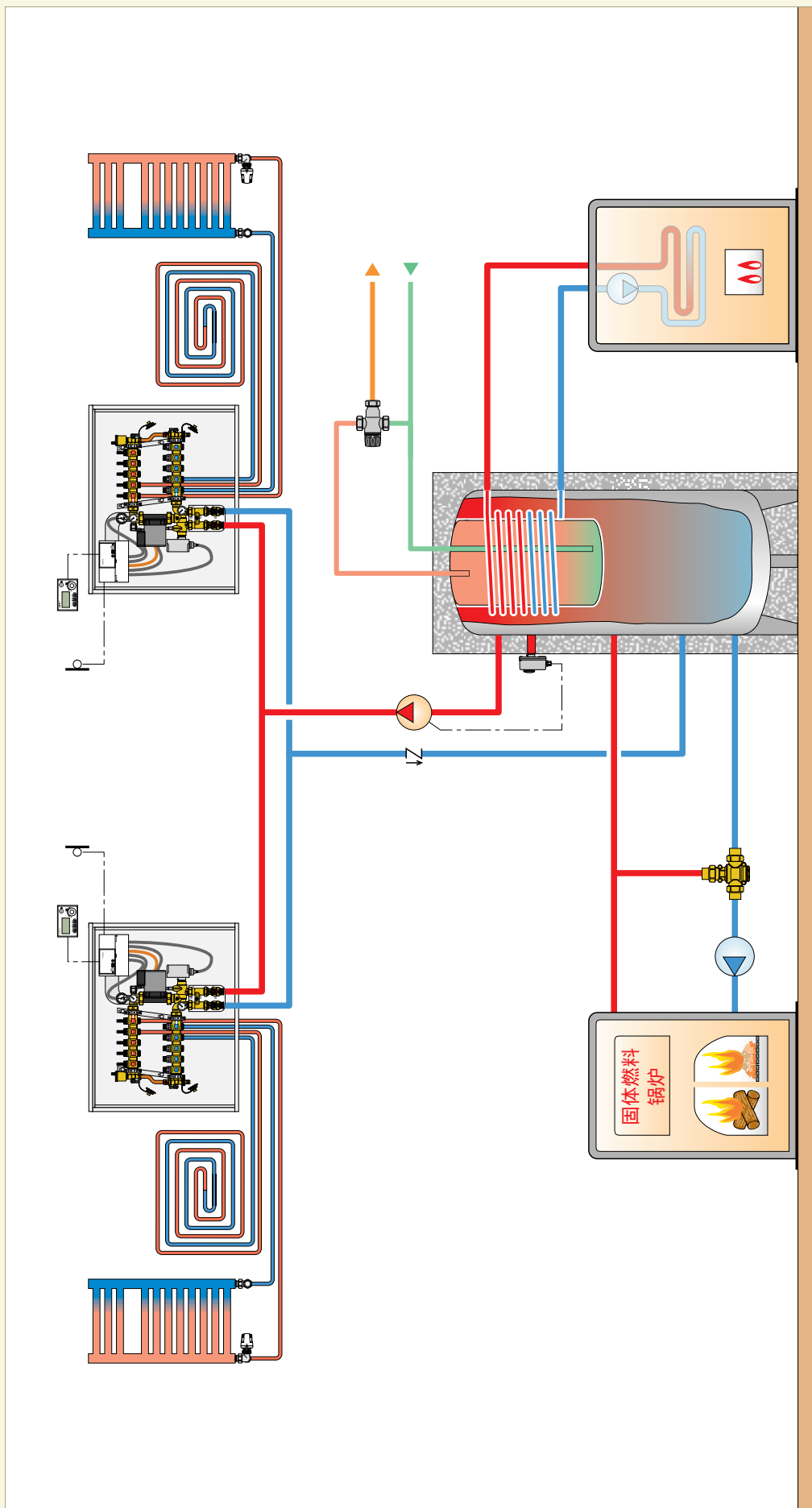
木材燃料锅炉与燃气锅炉结合的供暖及生活热水系统运用图示

系统由以下主要设备构成：

- 两台锅炉：木材燃料锅炉及燃气锅炉，
- 两套气候补偿式采暖系统，
- 子母式热力储水罐，
- 生活热水储水罐。

木材燃料锅炉（配备了防冷凝阀）与燃气锅炉产生的热量用于加热热力储水罐。由于传统燃气锅炉没有很高的热惰性，因此它只用于加热热力储水罐上半部分。

当热力储水罐上部的温度达到设定值时，其温控器启动采暖系统的一次循环泵，采暖系统为气候补偿式辐射地板采暖。热力储水罐中间的生活热水储水罐随时保持较高的水温，其用水温度的安全及舒适性由出水的恒温混合阀保证。



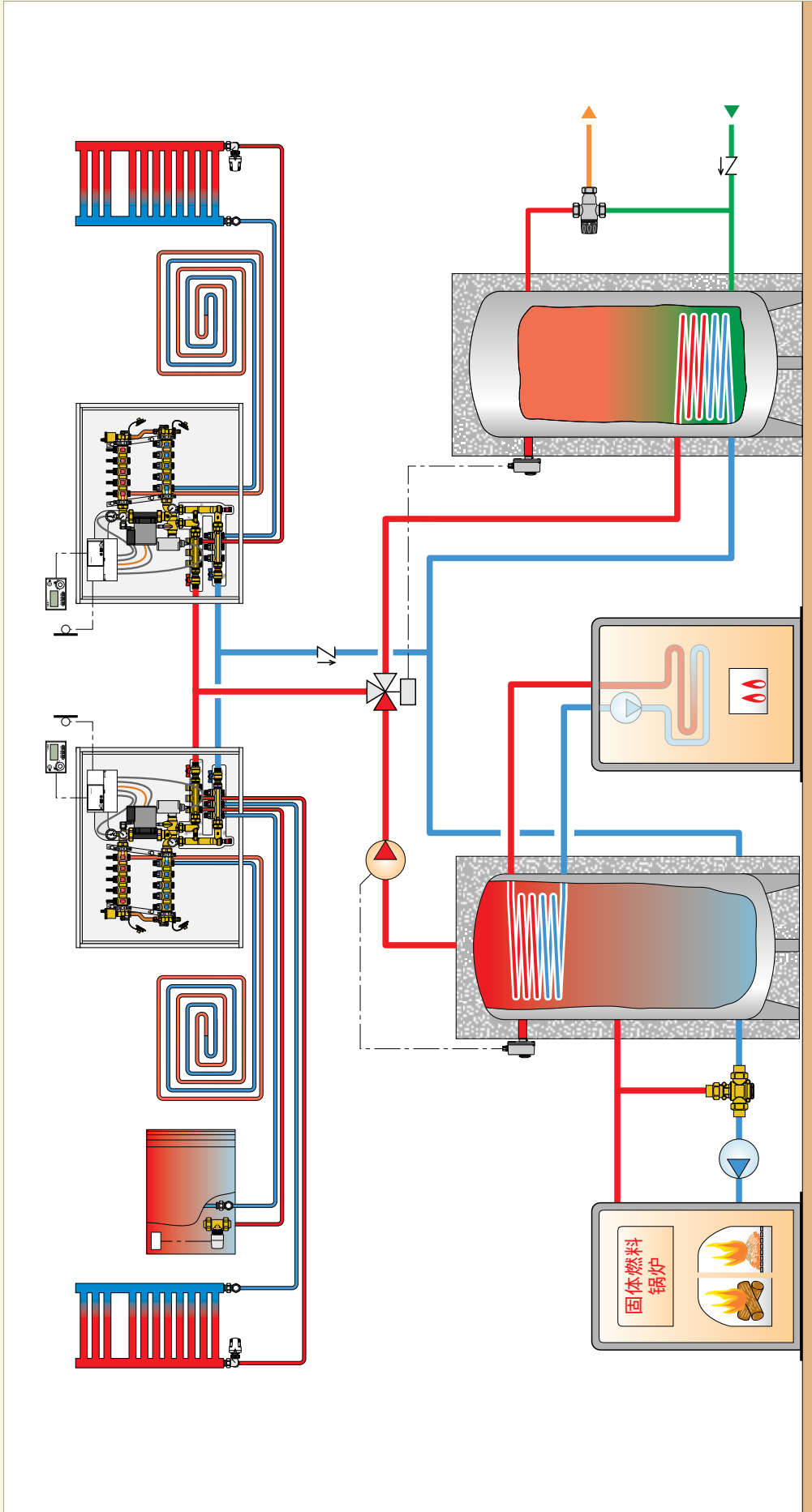
木材燃料锅炉与燃气锅炉结合的双储水罐供暖及生活热水系统运用图示

系统由以下主要设备构成：

- 两台锅炉：木材燃料锅炉及燃气锅炉，
- 两套气候补偿式采暖系统，
- 供暖热力储水罐，
- 生活热水储水罐。

木材燃料锅炉（配备了防冷凝阀）与燃气锅炉产生的热量用于加热供暖热力储水罐。由于传统燃气锅炉没有很高的热惰性，因此它只用于加热热力储水罐上半部分。

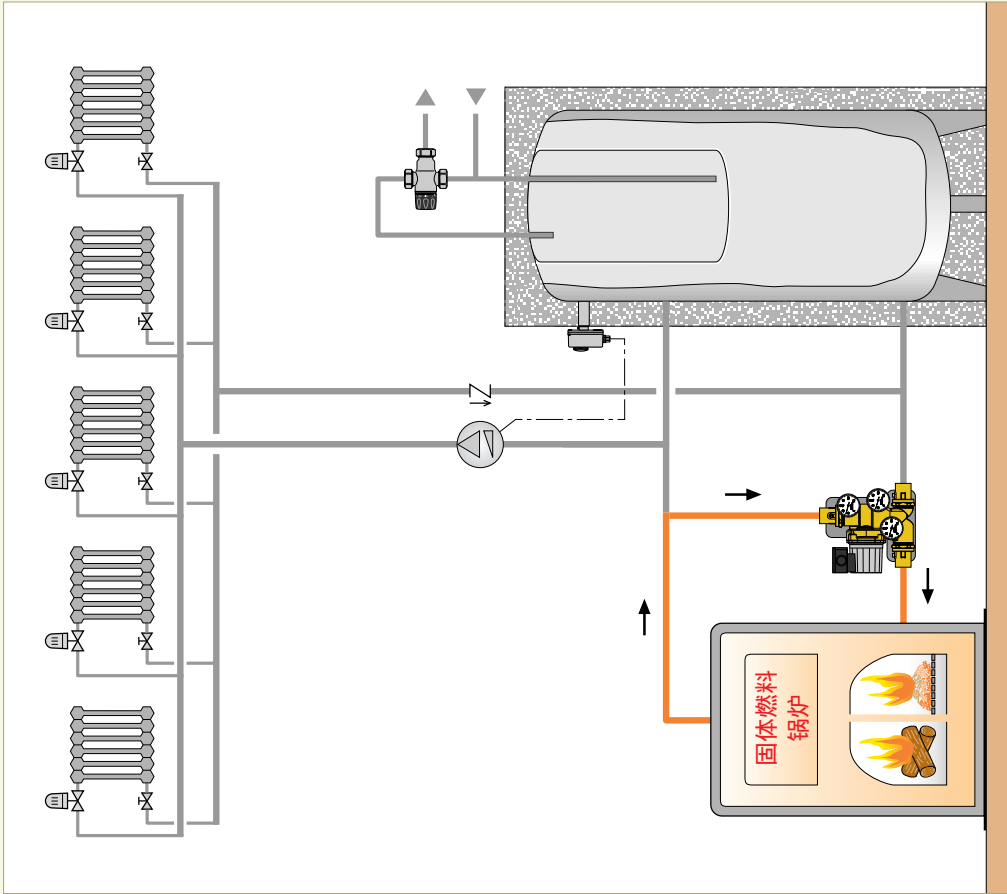
当热力储水罐上部的温度达到设定值时，其温控器启动一次系统循环泵用于采暖或产生生活热水。生活热水为优先式，即生活热水储水罐上部的温控器控制采暖/生活热水三通切换阀的开关方向。



木材燃料锅炉，防冷凝泵组与热力储水罐结合的供暖及生活热水系统运用图示

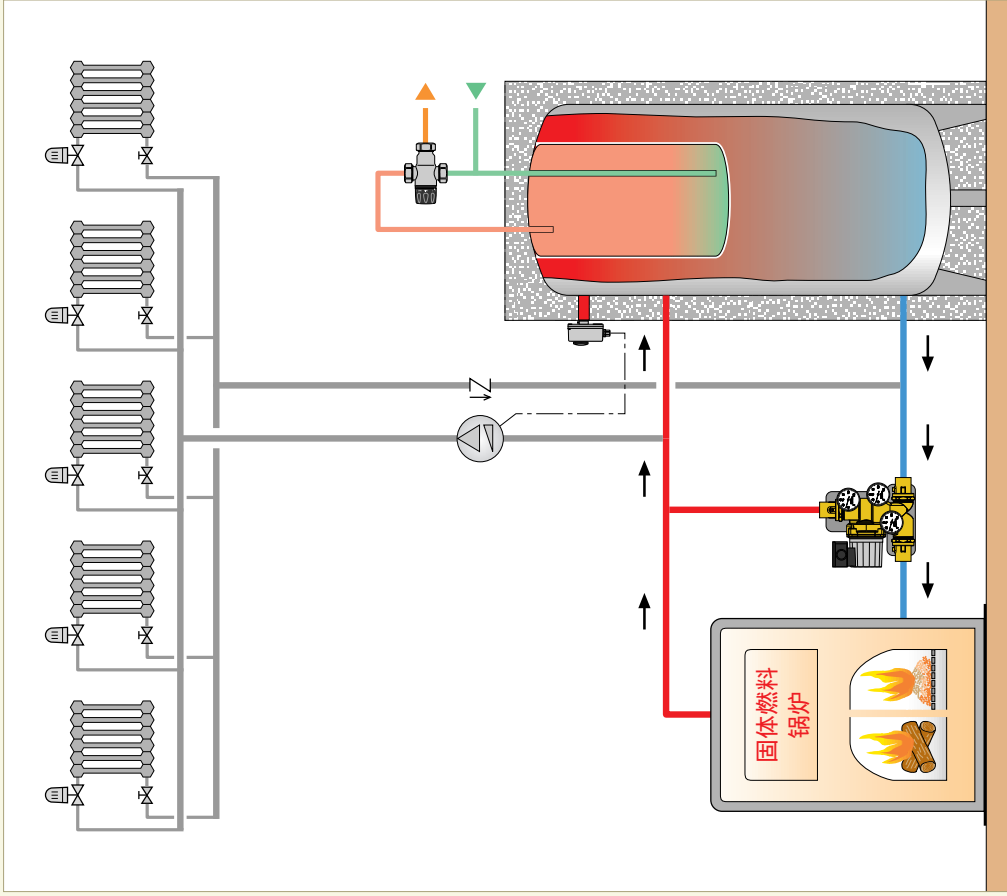
步骤 1：系统启动

系统启动时，防冷凝泵组将锅炉供水全部旁通到锅炉回水以迅速提高锅炉回水温度。



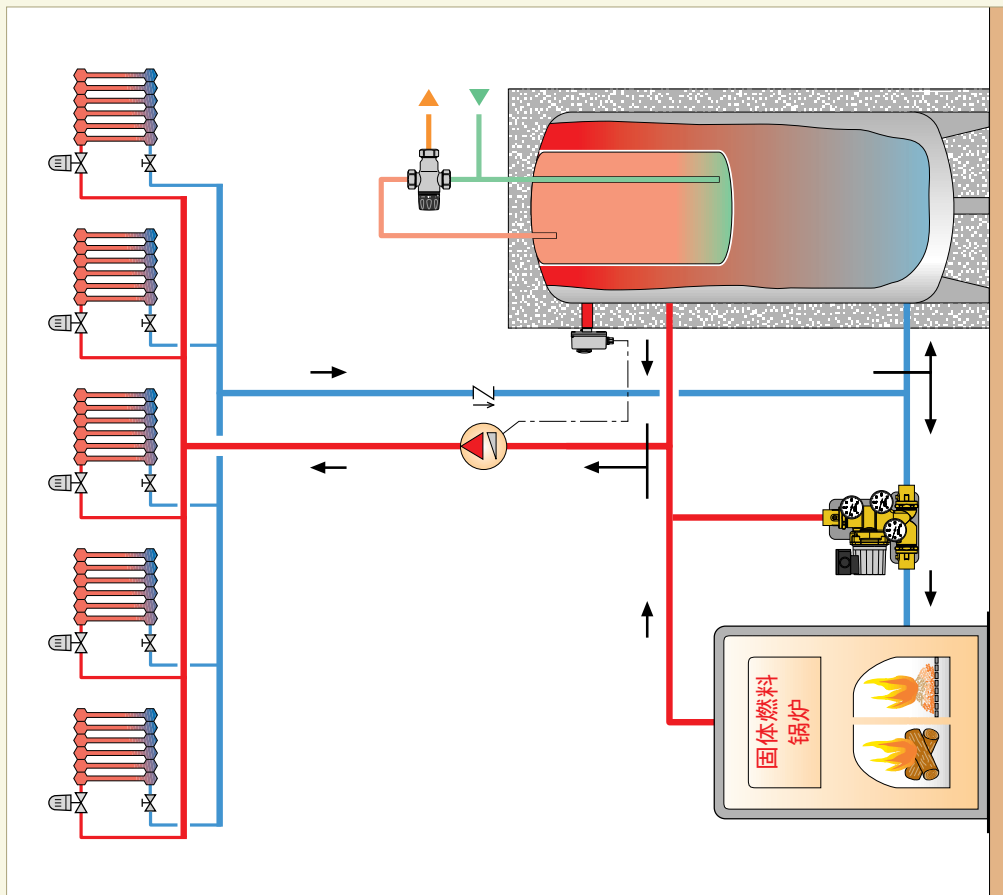
步骤 2：热力储水罐加载

当锅炉回水温度逐渐达到防冷凝泵组设定值时，部分供水进入热力储水罐循环。在储水罐温度未达到温控器设定温度之前，散热器采暖系统的循环泵不会启动。



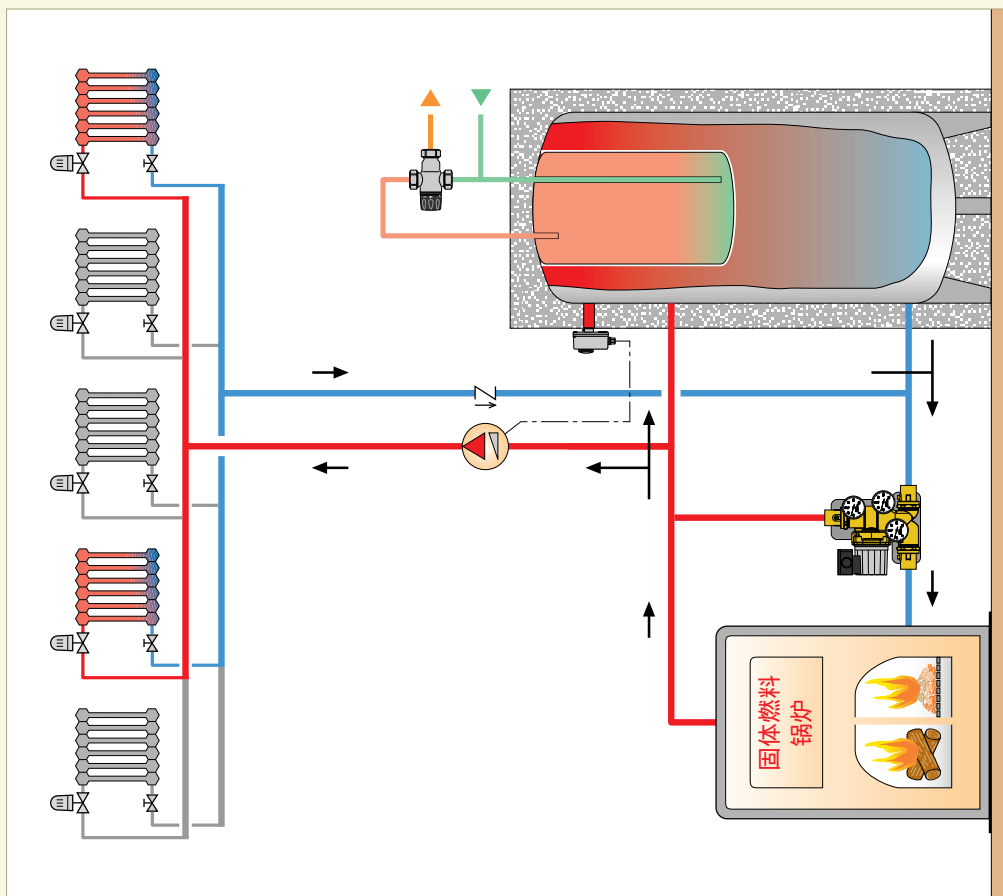
步骤 3：系统全负荷运行

当储水罐温度达到温控器设定温度时，散热器采暖系统的循环泵启动。在此期间，所有恒温阀处于开启状态，散热器采暖系统同时由锅炉及热力罐流量混合供给。



步骤 4：系统半负荷运行

当部分恒温阀开始关闭时，散热器采暖系统由于变频泵控制，流量逐渐降低。这时部分锅炉炉流量进入热力罐进行热量加载。



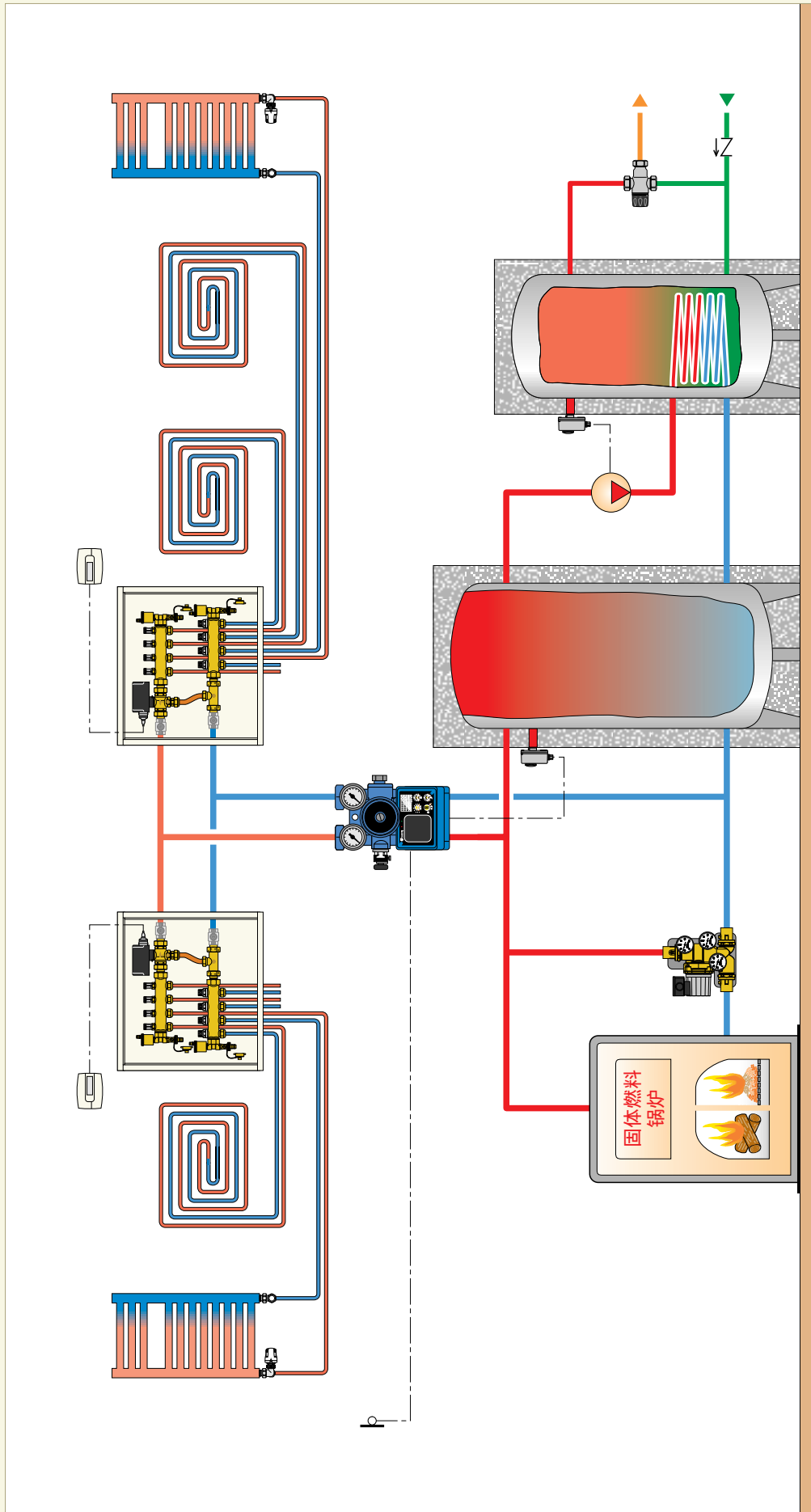
木材燃料锅炉与双储水罐供暖及生活热水系统运用图示

系统由以下主要设备构成：

- 木材燃料锅炉，
- 一套两区气候补偿式采暖系统，
- 供暖热力储水罐，
- 生活热水储水罐。

木材燃料锅炉（配备了防冷凝泵组）产生的热量用于加热热力储水罐。热力储水罐同时与供暖系统和生活热水系统相连。

当热力储水罐上部的温度达到设定值时，其温控器启动气候补偿式采暖系统的温度调节单元。生活热水储水罐上部的温控器则控制生活热水换热循环的循环泵。



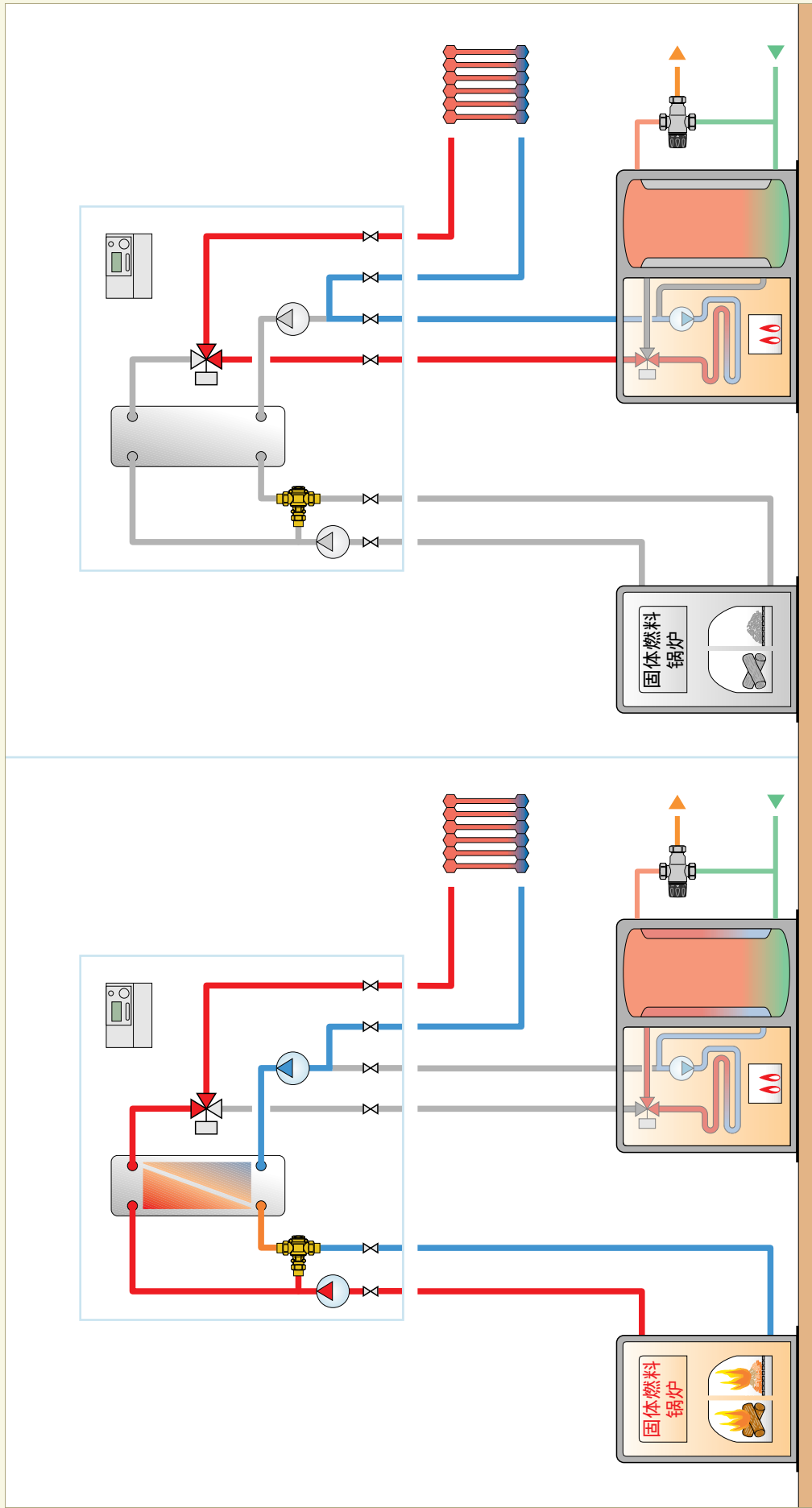
木材燃料锅炉与带储热水罐燃气锅炉结合的供暖及生活热水系统运用图示

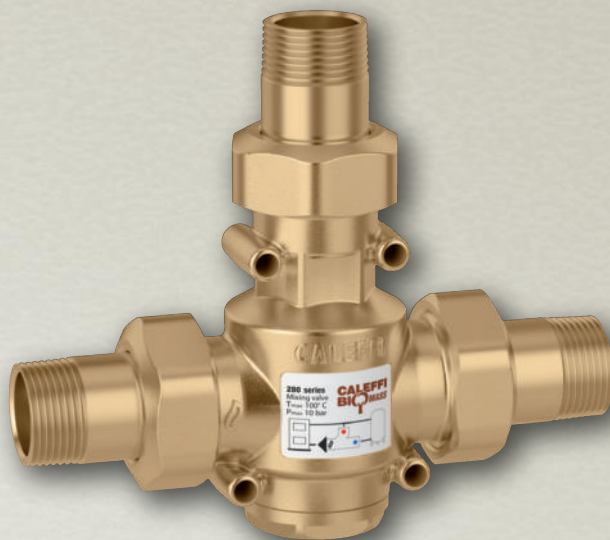
系统由以下主要设备构成：

- 木材燃料锅炉，
- 内置生活热水储热水罐的燃气锅炉，
- 小型热力站（见39页），
- 采暖循环系统。

运行状态1：当木材燃料锅炉运行时，小型热力站不仅起到木材燃料锅炉防冷凝的作用，同时它将热量通过板式换热器传送到采暖系统。生活热水由燃气锅炉提供。

运行状态2：当木材燃料锅炉停运时，小型热力站的电动三通切换阀将燃气锅炉与采暖系统相连接。生活热水以优先方式由燃气锅炉提供。





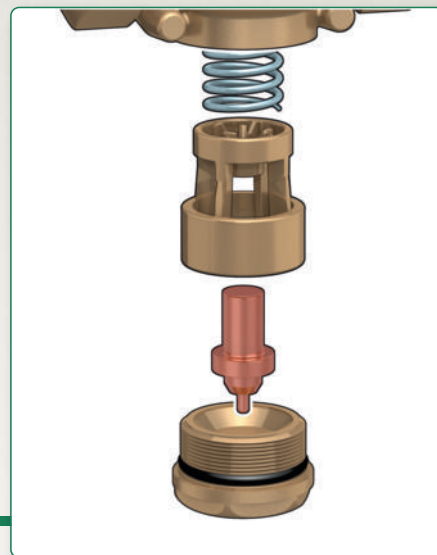
280型 - 技术特征

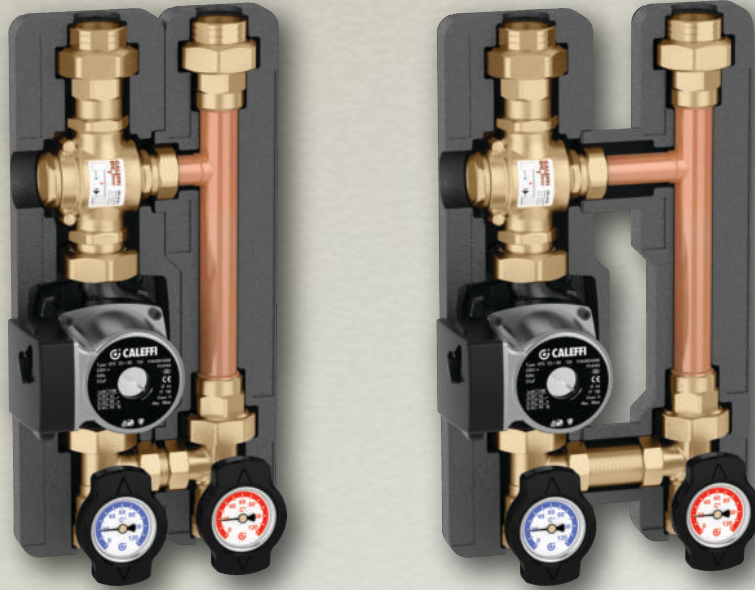
性能:

使用介质:	水、乙二醇溶液
乙二醇最大比例:	50%
耐压:	10 bar
耐温:	5 - 100°C
设定温度:	45,55,60,70°C
精确度:	± 2°C
旁通关闭温度:	T设定温度 +10°C
接口口径:	3/4" - 1" - 1 1/4"外螺活接

防冷凝阀的感温阀芯可以更换。在检修或者更换阀芯设定值时操作简便，无需从管道上拆卸阀体。

防冷凝阀可水平或者垂直安装。安装在锅炉回水端时需采用防冷凝阀的混合作方式，如安装在锅炉供水端用于控制系统时需采用防冷凝阀的分流工作方式。





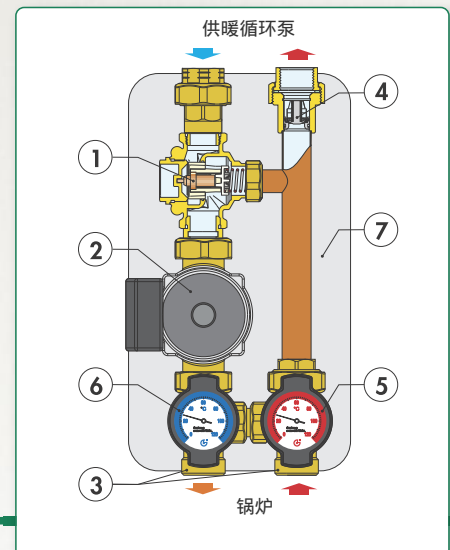
282型 - 技术特征

性能

适用介质:	水、乙二醇溶液
乙二醇最大比例:	50%
耐温:	5 - 100 °C
设定温度:	45,55,60,70 °C
耐压:	10 bar
建议最大流量:	2 m ³ /h
温度表显示范围:	0 - 120°C
接口口径: - 系统端:	1" 内螺活接
- 锅炉端:	1" 内螺
- 间距:	90 - 125 mm

元件名称

1. 防冷凝阀 (参考 36页280型)
2. 三速循环泵 UPS25 - 60 UPS25 - 80
3. 截止阀
4. 止回阀
5. 供水温度表
6. 回水温度表
7. 保温壳



防冷凝循环泵组



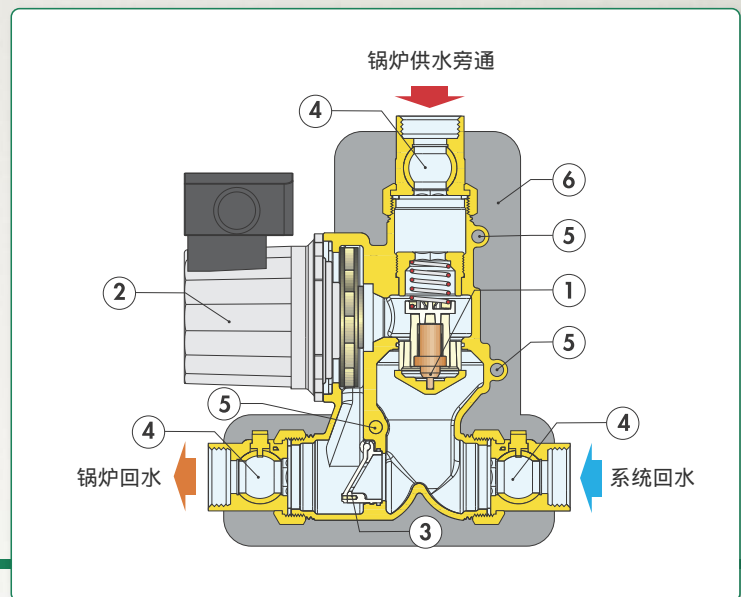
281型 - 技术特征

性能

使用介质:	水、乙二醇溶液
乙二醇最大比例:	50%
耐温:	5 - 100°C
设定温度:	45,55,60,70°C
耐压:	10 bar
建议最大流量:	2 m ³ /h
温度表显示范围:	0 - 120°C
接口口径:	1", 1 1/4"内螺套筒活接

元件名称

1. 防冷凝恒温阀芯 (参考36页 280型)
2. 三速循环泵RS4-3型
3. 自然循环阀
4. 带球阀的活接套筒
5. 温度表接口
6. 保温壳



固体燃料锅炉热力站 (单供暖型)



2851型 - 技术特征

性能

使用介质:	水、乙二醇溶液
乙二醇最大比例:	30%
耐温:	5 - 100°C
耐压:	10 bar
换热器最大有效换热量:	35 kW
一次系统建议最大流量:	2.0 m ³ /h
二次系统建议最大流量 (供暖系统):	2.0 m ³ /h
防冷凝设定温度 (选装):	
精确度:	± 2°C
锅炉供水旁通关闭温度:	T设定温度 + 10°C
接口口径:	3/4" M

三点式调节器

电源:	230 V - 50 Hz
-----	---------------

固体燃料锅炉专用三速循环泵 UPS 25-60

传统燃料锅炉专用三速循环泵 UPS 15-60

弹簧复位式分流阀

耐压:	10 bar
最大压差ΔP:	1 bar

弹簧复位式电机

同步电机	
常闭型	
电源:	230 V - 50 Hz
开启时间:	70 - 75秒
关闭时间:	5 - 7秒

绝对动作型热力泄压阀



542型 - 技术特征

性能

燃烧器锁定手动复位及报警功能。

工作压力:

$0.3 \leq P \leq 10 \text{ bar}$

耐温:

5 - 100°C

设定温度:

98°C - 99°C

I.S.P.E.S.L认证:

泄压值:

1 1/2" x 1 1/4" - 136 kW

1 1/2" x 1 1/2" - 419 kW

I.S.P.E.S.L规范引用

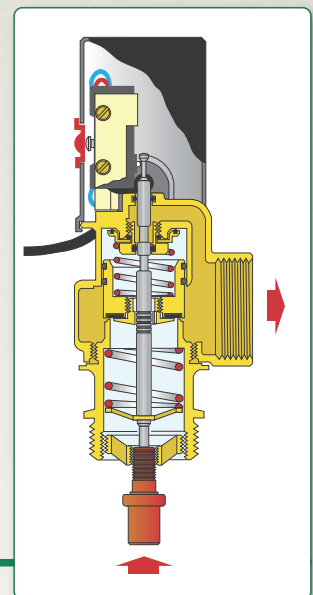
按照欧盟R Ed.2009条例的规定“使用集中采暖的热力系统，热水的使用温度不得超过110°C，额定功率应大于35 KW”，在下列情况中使用该热力泄压阀：

开式锅炉系统

- 非粉尘类固体燃料锅炉的系统中，用于替换紧急过热换热器（在R.3.C条例中，2.1章，i2条）

闭式锅炉系统

- 100 kW以下的非粉尘类固体燃料锅炉系统中，用于部分替代过热换热装置。



热力注水阀 (双重感温元件)



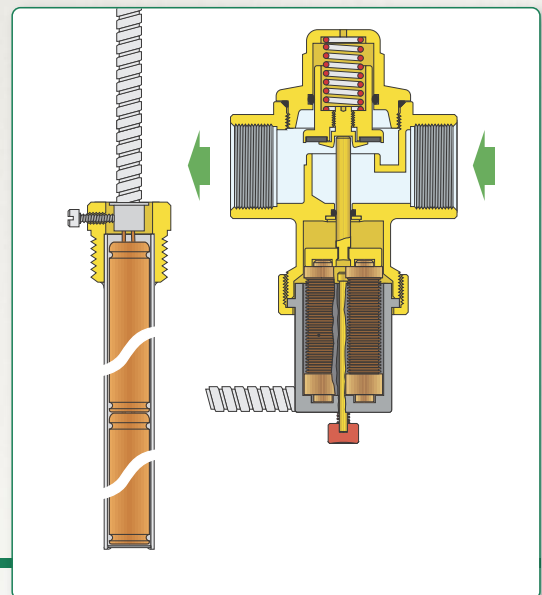
543型 - 技术特征

性能

耐压:	10 bar
耐温:	5 - 110 °C
设定温度:	95°C
压差为1 bar且温度110°C时卸载流量:	3000 l/h
毛细管长度:	1300 mm
EN 14597认证	

规范文件引用

参考意大利I.S.P.E.S.L规范, R - ed2009 修正版, 第R.3.C.章, 第2.1款, 第2条; 第3.1款, 第3.3条, 根据欧盟EN145对阀门的规范, 用于小于100千瓦的固体燃料锅炉, 且遵循欧盟中EN128, UNI 10412 - 2和EN303 - 5对于工厂的规定。



双向热力泄压注水阀 (一体式)



5544型 - 技术特征

性能

耐压:	6 bar
耐温:	110°C
适用水温:	5 - 110°C
环境温度:	1 - 50°C
设定温度:	100°C (0/ - 5°C)
温度110°C, 压差 1 bar时的泄水量:	1600 l/h
毛细管长度:	1300 mm

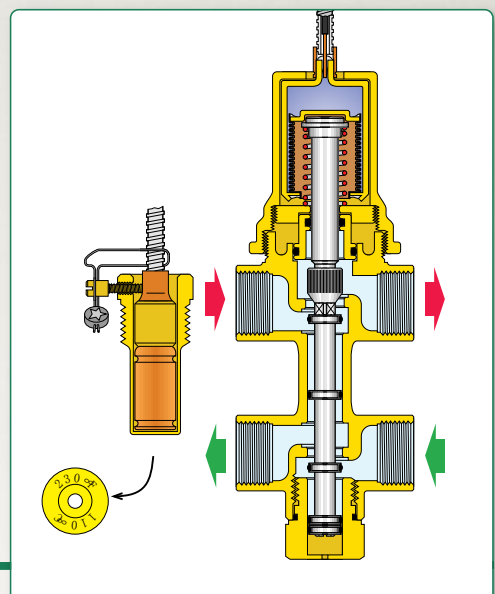
结构特征

在传感器底部有粘贴型温度信号片, 保证系统不超过该阀所允许的最高温度110°C。

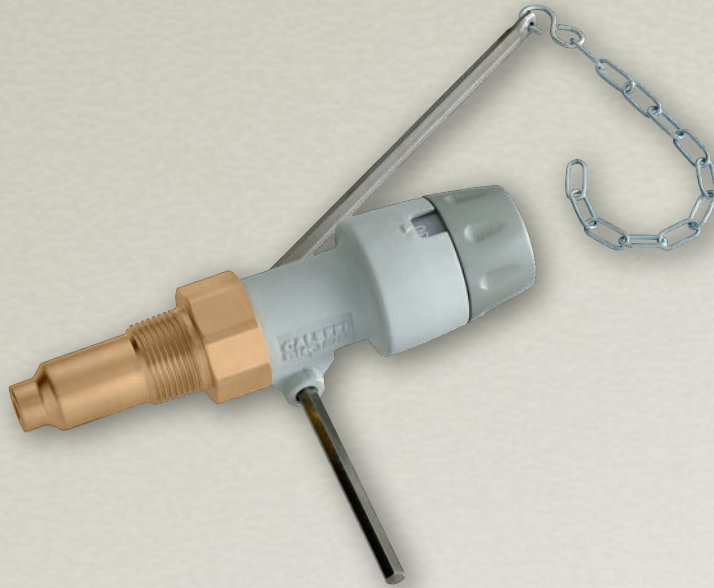
阀体上的标示意义:

- 字母S端与泄水连接, 前方的箭头与锅炉供水连接
- 字母C端与冷水入水连接, 前方的箭头与锅炉入水连接

注意: 必须要按照该阀上所标注的水流方向安装, 不能逆向安装。



进气调节阀



529型 - 技术特征

性能

适用介质:	水、乙二醇溶液
乙二醇最大比例:	30%
耐压:	10 bar
耐温:	120°C
温度调节范围:	30 - 90°C
链条最大承重:	10 N
链条长度:	1200 mm
接口:	3/4" M ISO 7/1

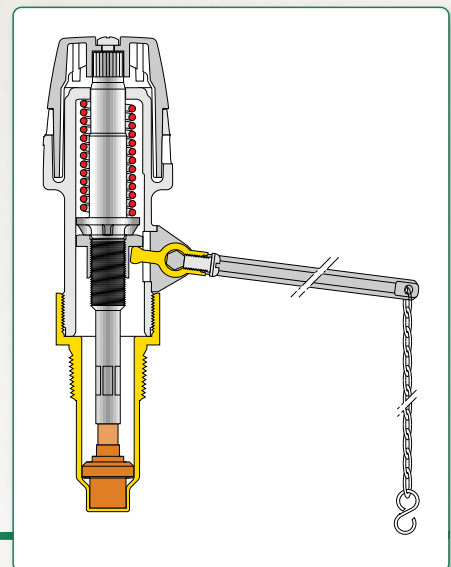
构造特征

精确度 - 石蜡温度传感器不受意外的瞬间高温影响，温度调节精确。

耐高温 - 调节器的金属和塑料元件均具备耐高温特征，符合固体燃料锅炉的特性。

耐外力 - 温度传感器不受意外的杠杆作用力或者链条的拉扯影响。

双刻度 - 调节器的手柄上有两个刻度视窗，便于水平或垂直安装时调节使用。





可再生能源 未来三次方

可再生能源系统控制元件
全线上市

人类终于拥有先进的技术开发利用地球的可再生能源，减少能耗和尊重生态。
卡莱菲，一直关注于人与自然关系和谐共处的理论，向全球市场推出三大系列高新产品，
以更好地应对未来对于节能、可靠、高效的挑战。

CALEFFI
SOLAR

CALEFFI
GE

CALEFFI
BIOMASS

 **CALEFFI**
Hydronic Solutions *50*
1961 - 2011