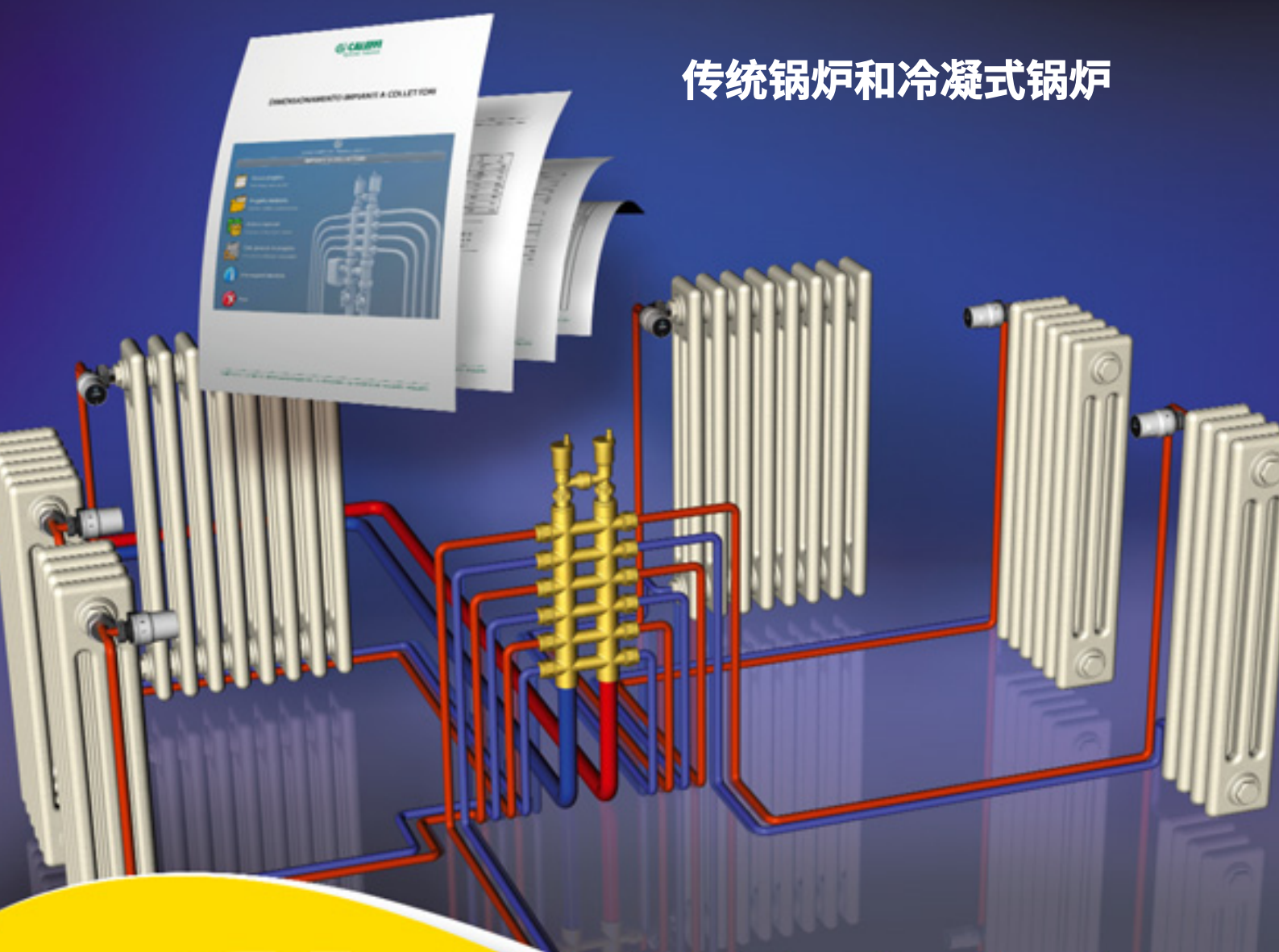


集分水器型散热器采暖 系统新版计算软件

传统锅炉和冷凝式锅炉



G CALEFFI



主 编:

Marco Caleffi

责任编辑:

Fabrizio Guidetti

本期参与编辑者:

- Claudio Ardizzoia
- Giuseppe Carnevali
- Mario Doninelli
- Marco Doninelli
- Renzo Planca
- Ezio Prini
- Mario Tadini
- Claudio 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.p.A. Novara

印刷:

Poligrafica Moderna S.p.A. 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。

申明:

卡莱菲声明对本杂志(Idraulica)上的所有文章的观点、数据不负任何责任。所有文章均仅反映其作者的观点。

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

目 录

3 集分水器型散热器采暖系统新版计算软件

- 系统及材料数据库
- 新建系统
- 散热器的选型

6 界面示范

- 散热器数据库
- 温控阀及回水阀数据库
- 系统总特征数据库
- 集分水器支路数据库

9 传统锅炉及冷凝式锅炉

10 锅炉

- 不可回收烟气中水蒸汽热量的锅炉
- 可回收烟气中水蒸汽热量的锅炉

12 蒸发及冷凝热量

- 液态水
- 液/汽状态下的水
- 水的状态图示

14 传统锅炉的主要特征及要求

- 燃烧器
- 大气式天然气燃烧器
- 预混式天然气燃烧器
- 预压型燃烧器
- 回水温度
- 腐蚀
- 低温回水型传统锅炉
- 热力冲击
- 流量
- 与传统锅炉相连的水路系统

24 冷凝式锅炉主要特征及要求

- 换热器
- 双回水型锅炉
- 所需最低流量
- 烟气排放
- 冷凝水排放
- 冷凝所需回水温度
- 传统锅炉及冷凝式锅炉的燃料消耗
- 与冷凝式锅炉相连的水路系统

36 7554型直接式热计量表 Conteca-MID法令-M-bus传输数据

37 SAT77型即热式生活热水型热力站

38 7000型通用型热力站-PLURIMOD生活热水集中供应系统Conteca热计量

集分水器型散热器采暖系统新版计算软件

Ingg. Marco Doninelli, Mario Doninelli, Mattia Tomasoni

本期的水力杂志里我们首先介绍新版的散热器采暖系统计算软件，它是在卡莱菲技术手册3‘集分水器型散热器采暖系统’的计算软件上发展更新而来的。此软件针对独立采暖系统开发，但是将其运用到集中供暖系统的计算也很方便，在下一期的水力杂志中我们会就此作出说明。

新版和旧版计算软件的意图都是一致的：（1）推荐一套简单迅速的设计选型方法，同时严格遵循演算法则；（2）方便重新审核、调整和添加数据，对存档设计进行修改和完善。



散热器采暖设计软件新建系统开启页面

新版软件的结构图示如下，它分为以下四大部分：

系统的总特征数据库内可以储存与系统相关的技术特征，比如：系统的最高水温，分水器上游可用扬程等。

1、系统及材料数据库

用于储存设计的系统的特征数据及相关设备材料数据。

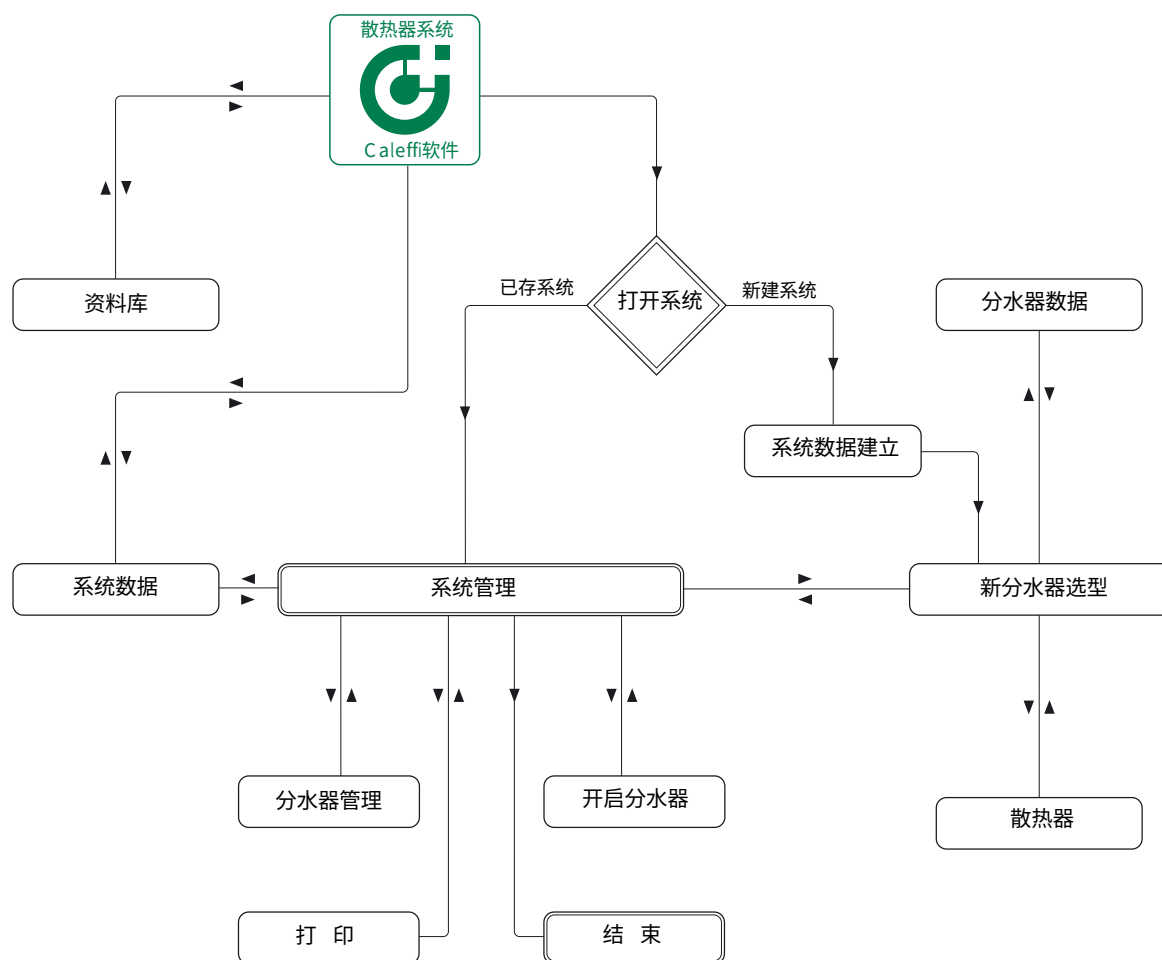
数据库的目的在于设计系统时释放出的数据减少重复性，降低错误率。在材料数据库内可以储存集分水器型散热器采暖系统内主要材料的技术特征及商用品牌，这些材料包含：管道、集分水器、区域阀、温控阀、回水阀、散热器。

2、新建系统

可以开启一个新的系统设计或者打开已存的设计系统进行核实、调整和完善。

在新设计一个系统时，软件要求输入相关的技术资料及项目名称等以便定义此系统。

软件结构图



3、散热器的选型

要求输入与散热器相关的以下材料及系统数据：

- 所用集分水器
- 可能使用的区域阀
- 可用扬程
- 设计供水温度
- 系统最高流速
- 所用管道型号

输入这些数据后可以计算出单个散热器大小，以及连接散热器和集分水器的管道直径。

输入散热器数据

需要输入的以下数据，部分为系统默认，部分为新数据：

- 散热器服务区域名称
- 所需热负荷
- 管道长度
- 散热器编号 (*)
- 室内温度 (*)
- 散热器温控阀编号 (*)
- 散热器回水阀编号 (*)

将集分水器所有支路数据输入完毕后可进入到散热器选型和管道直径的确定步骤。

对以上数据的计算以及集分水器支路流量平衡，软件推荐两种不同的计算方法。

主导式温差式计算方法

系统以集分水器选型时输入的温差值为指导计算，以求每组散热器的温差尽量靠近此设定值。

统一直径式计算方法

首先，从数据库内选择出与集分水器连接管道的一个可用直径数据，然后软件将以此管道直径适用于每一个支路计算出一套方案。

计算完毕后屏幕上显示计算结果，每一个支路标明了选定的统一的管道外径。对于组合型散热器，软件会指明所需片数；对于非组合型散热器、风机盘管、对流器则指明所需热负荷与可提供热负荷之间的偏差值（正或负），上述两种情况下，软件都将列明以下数据：

- 系统总流量
- 流速
- 供回水温差
- 散热器使用系数
- 散热器宽度
- 散热器高度
- 所需热负荷与散热器输出热负荷差值

这些数据有利于核实设计方案的一致性：软件尤其会指明系统流速是否超过数据库指导的最高数值。

4、管理系统

管理系统的可用功能有：

- 改变系统总特征数据
- 修正一个集分水器数据
- 取消或复制一个集分水器
- 插入一个新的集分水器
- 打印设计的系统

(*) 默认数据或系统总特征的设定数据。

界面示范

下面是部分软件的界面示范，意在展示软件与操作者之间的对话方式。

1、散热器数据库

此界面显示散热器的选型，通过此界面可选择以下散热器类型：组合式、非组合式、对流器、风机盘管。

对每组散热器均需要输入相应的技术数据和商用名称，界面的左下角显示了各项技术数据的名称。

2、温控阀及回水阀数据库

此界面显示温控阀和回水阀的型号及水力特征，阀门种类为：

- 手动温控阀
- 手自动互换型温控阀
- 自动型温控阀
- 热电磁阀
- 回水阀

3、系统总特征数据库

此界面右边的图示展现了系统材料及元件，左边为相应的材料及元件的特征数据，以及系统的运行特征，这些数据将作为默认值运用于新系统的计算和设计中。

7

ARCHIVIO CORPI SCALDANTI

N	Tipo collettore	Nome commerciale	Serie	t _m °C	Q _n W	L elem. mm	L tot. mm	H mm	H _n mm c.a.	G _n l/h	V elem. l	V tot. l
1	▼											
2	ad elementi	watt-UNI	W/UNI	70	1	1		1000			0.20	
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												

Legenda dati richiesti

t_m Temperatura media del fluido di prova

Q_n Potenza termica emessa in condizioni di prova

L elem. Larghezza singolo elemento

L tot. Larghezza totale corpo scaldante

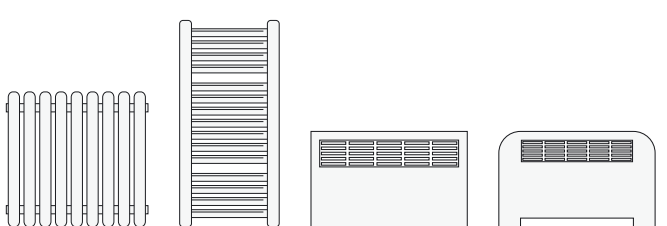
H Altezza corpo scaldante

H_n Differenza di pressione nominale del corpo scaldante

G_n Portata nominale del corpo scaldante

V elem. Contenuto acqua singolo elemento

V tot. Contenuto acqua totale corpo scaldante



组合式散热器
非组合式散热器
对流器
风机盘管

Stampa

Salva

Cancella

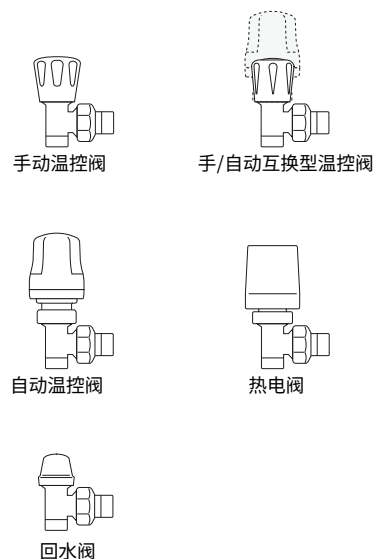
Esci

2

ARCHIVIO VALVOLE E DETENTORI PER CORPI SCALDANTI

N	Tipo valvole e detentori	Nome commerciale	Serie	KV _{0,01} 3/8" l/h	KV _{0,01} 1/2" l/h
1	Valvola normale	Caleffi	340 sq	242	399
2	Valvola normale	Caleffi	341	132	217
3	Valvola normale	Caleffi	411 sq	242	399
4	Valvola normale	Caleffi	412	132	217
5					
6	Valvola termostattizzabile	Caleffi	338 sq	222	270
7	Valvola termostattizzabile	Caleffi	339	135	179
8	Valvola termostattizzabile	Caleffi	401 sq	222	270
9	Valvola termostattizzabile	Caleffi	402	135	179
10					
11	Detentore	Caleffi	342 sq	242	399
12	Detentore	Caleffi	343	132	217
13	Detentore	Caleffi	431 sq	242	399
14	Detentore	Caleffi	432	132	217

Nota:

. KV_{0,01} 3/8" portata nominale l/h (con p 0,01 bar) della valvola o detentore con diametro 3/8". KV_{0,01} 1/2" portata nominale l/h (con p 0,01 bar) della valvola o detentore con diametro 1/2"

Stampa

Salva

Cancella

Esci

3

Dati di progetto proposti in default

1. H (prevalenza disponibile) per corpi scaldanti 1200 mm c.a.

2. Temperatura massima di progetto 70,0 °C

3. Temperatura ambiente 20,0 °C

4. Salto termico guida 10,0 °C

5. Velocità massima fluido 0,75 m/s

6. Codice collettori 1 Caleffi 356-357

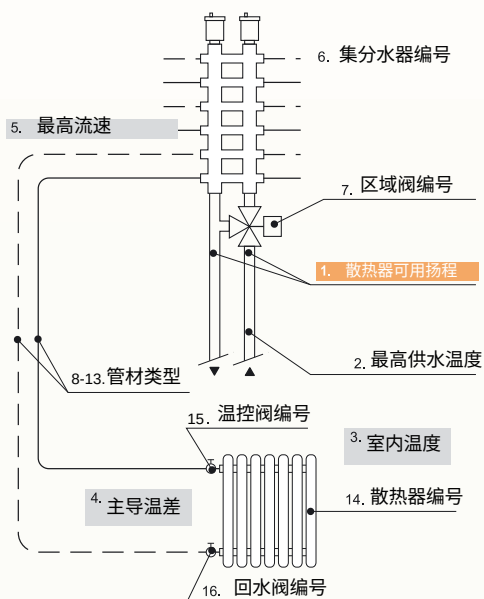
7. Codice valvola di zona 0

	Rame	Sigma
8. Codice tubo 1	1 Rame	Sigma 20,0/18,0
9. Codice tubo 2	2 Rame	Sigma 18,0/16,0
10. Codice tubo 3	3 Rame	Sigma 16,0/14,0
11. Codice tubo 4	4 Rame	Sigma 14,0/12,0
12. Codice tubo 5	5 Rame	Sigma 12,0/10,0
13. Codice tubo 6	6 Rame	Sigma 10,0/8,0

14. Codice corpo scaldante 4 OMEGA 8/300

15. Codice valvola 1 normale Caleffi 340 sq

16. Codice detentore 10 Caleffi 342 sq



Annulla

OK

4、集分水器支路数据库

此界面上显示集分水器及其各支路的技术数据，

其中：

- 前8栏的数据为散热器选型时输入的数据；
- 第9栏显示设定的或计算的管道直径；
- 后8栏显示设计出的方案特征，尤其是设计热负荷与输出热负荷之间的偏差。

右下角的小窗口显示系统流量、扬程、所需热负

荷、集分水器平均温差。

每个支路可修改、重新设计或取消。

也可以在改变系统总特征比如供水温度或可用扬程的数值的基础上，重新设计整套集分水器系统。

Collettore n°1

Collettore:
 Valvola di zona:
 Tubo:

H disponibile al collettore mm c.a.
 Temperatura massima di progetto °C

N	Locale	Q	L m	ta °C	ccs	cv	cd	De mm	G l/h	v m/s	t °C	F	corpo scaldante	b mm	h mm	Q W
1	Soggiorno I	900	12,0	20,0	10	1	10	10,0	111	0,62	7,0	0,718	OMEGA 11-681/3	660	681	1
2	Soggiorno II	1200	16,0	20,0	10	1	10	10,0	98	0,55	10,5	0,683	OMEGA 16-681/3	960	681	45
3	Cucina	800	8,0	20,0	10	1	10	10,0	131	0,73	5,3	0,735	OMEGA 10-681/3	600	681	38
4	Letto	700	10,0	20,0	10	1	10	10,0	120	0,67	5,0	0,738	OMEGA 9-681/3	540	681	57
5	Bagno	800	12,0	20,0	10	1	10	10,0	111	0,62	6,2	0,728	OMEGA 10-681/3	600	681	28
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																

N	Numero pannello o corpo scaldante	G	Portata fluido
Locale	Destinazione locale servizio	v	Velocità
Q	Potenza termica richiesta	Δt	Salto termico andata/ritorno
L	Lunghezza tubi collettore - corpo scaldante	F	Fattore di utilizzo
ta	Temperatura ambiente riscaldato	Corpo scaldante	Individuazione corpo scaldante
ccs	Codice corpo scaldante	b	Larghezza corpo scaldante
cv	Codice valvola	h	Altezza corpo scaldante
cd	Codice detentore	ΔQ	Differenza tra la potenza richiesta ed emessa
De	Diametro esterno tubazione		

COLLETTORE

Portata	571 l/h
ΔH (collettore + derivazioni)	1'242 mm c.a.
Potenza richiesta	4'400 W
Salto termico medio	6,9 °C

Calcola collettore

Nuovo
corpo scaldante

Calcola con De costante

Modifica

Cancella

Salva ed esci

Esci

传统锅炉及冷凝式锅炉

Ingg. Marco Doninell, Mario Doninell, Ezio Prini

二十世纪九十年代前，有关锅炉的技术革新仍停留在使用新型的燃料、更有效的燃烧器、更高效率的换热器、更好的外壳保温材料上。

这些技术革新旨在提高对燃料直接产生的热量的控制和使用。它从未涉及到对于锅炉循环系统的变革。

而从上世纪末，锅炉技术的革新（基于日趋严重的能源危机）开始多元化，它不再仅局限于对燃料直接产生热量的控制。

值得一提的是，研究机构和生产厂家找到方法将锅炉排烟的水蒸汽中'隐藏'的可观热量进行回收利用，由此诞生了冷凝式锅炉。

毫无疑问，这类新型锅炉拥有更高的热效率，且更加节能。需要注意的是，它代表了与过去传统锅炉的完全分界，与之相关的水路系统也完全不同于以往。如果忽略了这点，冷凝式锅炉所能带来的效益则可能付诸东流。

本期水力杂志的主题就是探讨传统锅炉与冷凝式锅炉水路系统的不同之处，并将之进行比较。



19世纪末



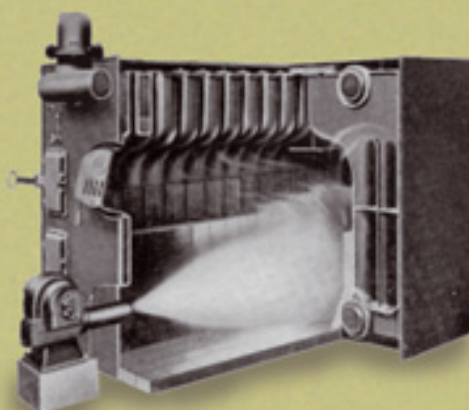
20世纪初



30年代



40年代



50年代

锅 炉

锅炉主要由燃烧器（或带栅栏的炉膛）和承压容器构成。

锅炉的作用在于产生热量并将热量储存于某种介质中（通常是水或蒸汽的形式）。

介质的任务在于将热量输送到各个末端，因此它又被称为传热介质，即输送热量的介质。

根据热量的可用性，锅炉可分类为：

- 无法利用烟气中水蒸汽包含的热量的锅炉。
- 可利用烟气中水蒸汽包含的热量的锅炉。

在烟道中散失的水蒸汽其实是燃料的次级产物，换句话说，是以氧气为助燃剂的燃料在氧化过程中产生热量的副产品。

就锅炉来讲，助燃剂则是空气中存在的氧气。

燃料在氧化过程中同时还产生二氧化碳、氮氧化物、一氧化碳。

不同于其它燃料产生的次级产物，水蒸汽里面包含大量的热量。比如说，天然气为燃料产生的水蒸汽中包含的热量大致为相对的PCI的11%。（见右图）

因此，将这部分散失在烟气中的热量进行回收其价值不容忽略。

不过需要认识到，回收烟气中水蒸汽包含的热量并不容易。要回收这部分热量首先需要将水蒸汽在锅炉中冷凝，这就是我们接下来要谈到的适合使用低温回水的锅炉。

我们首先了解锅炉热量的构成，以及其能否回收烟气中水蒸汽包含的热量，从而具备的不同的热效率。

其次我们将说明如何将这热效率数据用于预算锅炉的年均燃料消耗。

不可回收烟气中水蒸汽热量的锅炉

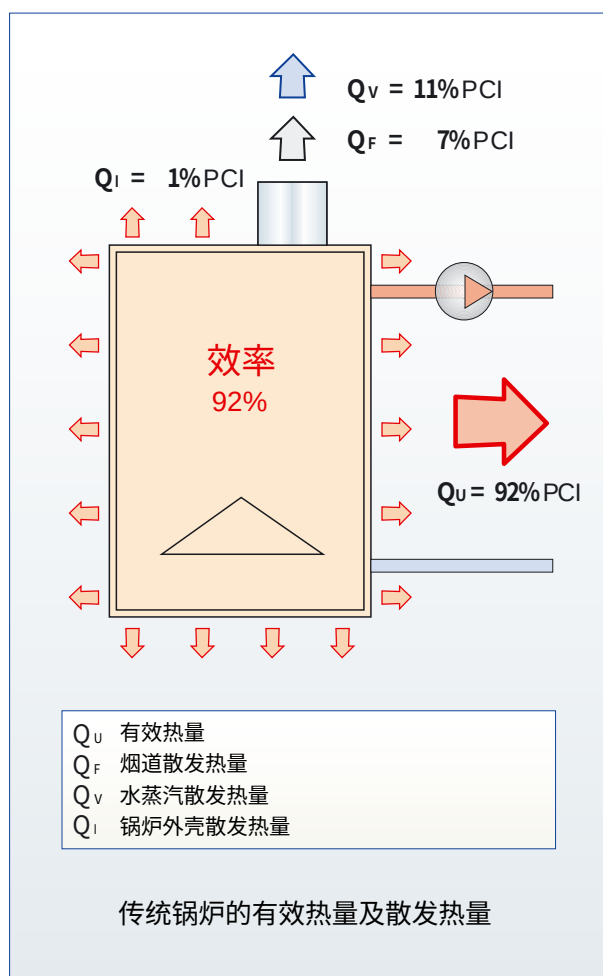
这类锅炉被称为传统锅炉。

它不能利用烟气中水蒸汽包含的热量的原因在于，其构造材料不能经受冷凝水的腐蚀（见16页）。

这类锅炉的可用热量（即传递给热媒的热量）等于锅炉产生的总热量减去以下散失的热量（1）烟气，（2）水蒸汽，（3）锅炉外壳。

质量上乘的传统锅炉其可用热效率以及热量分配比例可参考以下图示。

这些数据与锅炉的运行条件关系不大，因此可以将它们直接运用于预算锅炉的年均燃料消耗量及相关费用。



可回收烟气中水蒸汽热量的锅炉

这类锅炉被称为冷凝式锅炉，因为从烟气的水蒸汽中回收热量需要运用冷凝技术。

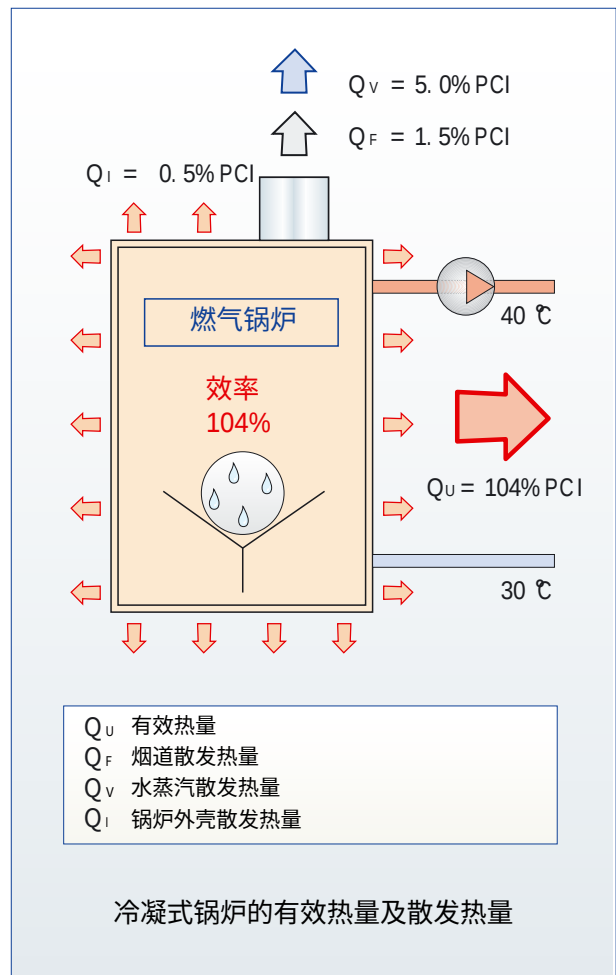
这类锅炉在构造上采用防冷凝腐蚀材料，且使用低温回水（见30页）。

相对于传统锅炉，它可获取的有效热量明显更高一些。

冷凝的方式不仅能回收水汽中包含的热量，同时也能降低烟气及锅炉外壳的温度，从而减少散发到外部环境和锅炉房的热量。

这类锅炉的可用热效率与其工作条件及所用燃料紧密相关（见右图所示）。

因此，由锅炉厂家提供的数据不能直接用于计算年均燃料消耗和系统运行费用。这些数值的确定方式可参考30页资料。



超过100%的热效率？

我们都知道理论上不可能获得100%以上的效率。比如具体到燃料上说，它不能产生（或利用）超过其自身所包含的热量。

具体到锅炉上，却是个例外，因为其构造技术演变的缘故。

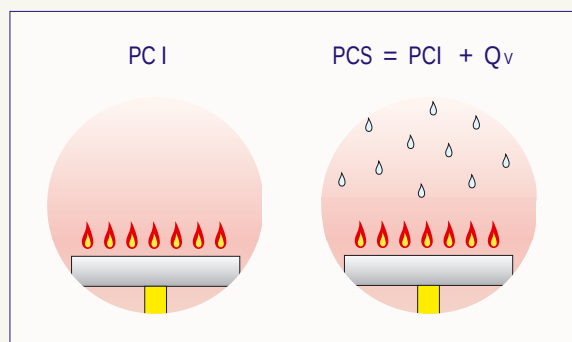
最初定义锅炉效率时，冷凝的技术还不存在。当时的计算采用比较可用热量和PCI（燃料次级能量）的方式：即从燃料中可获取的总热量，不包含水汽部分的热量。

这种计算锅炉热效率的方式沿用至今。而对于冷凝式锅炉来说，除了PCI（燃料次级能量）外，还存在水蒸汽包含的热量。

正是因为这个原因，冷凝式锅炉的效率可以突破100%，这常常给人造成假象，认为它能产生超过燃料自身所包含的热量。

科学的计算方式则应该将可用热量与PCS（燃料高级热量）进行比较，即从燃料中获取的总热量，包括水蒸汽中的热量。

比如说，一台燃气冷凝式锅炉在PCI方式下热效率为104%。大致对应PCS方式下的热效率则只有94%。



蒸发及冷凝热量

接下来我们将探讨水在蒸发和冷凝时的规律和热值。这些热值对于冷凝式锅炉性能至关重要。众所周知，水在其状态改变时会吸收或散发热量，下面我们来分别了解其不同形态时的热量情况。

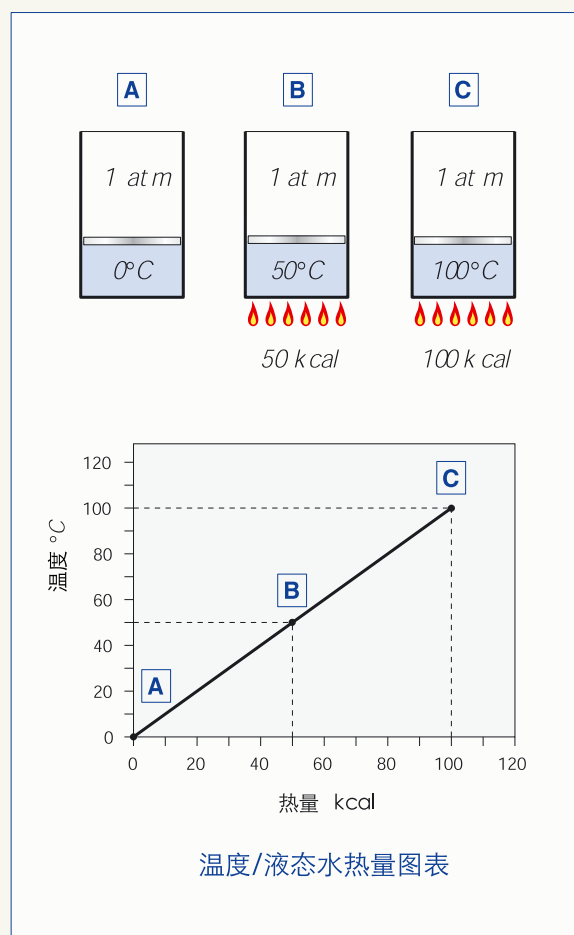
液态水

我们假设在一个圆柱体容器内有1公斤水，温度 0°C ，大气压力。

通过实验可得出，每增加1 kcal热量水温上升 1°C ，这个规律一致保持到水温到 100°C 。

超过 100°C 后水温的上升不呈规律性。

上述关系可以通过以下的图表演示：



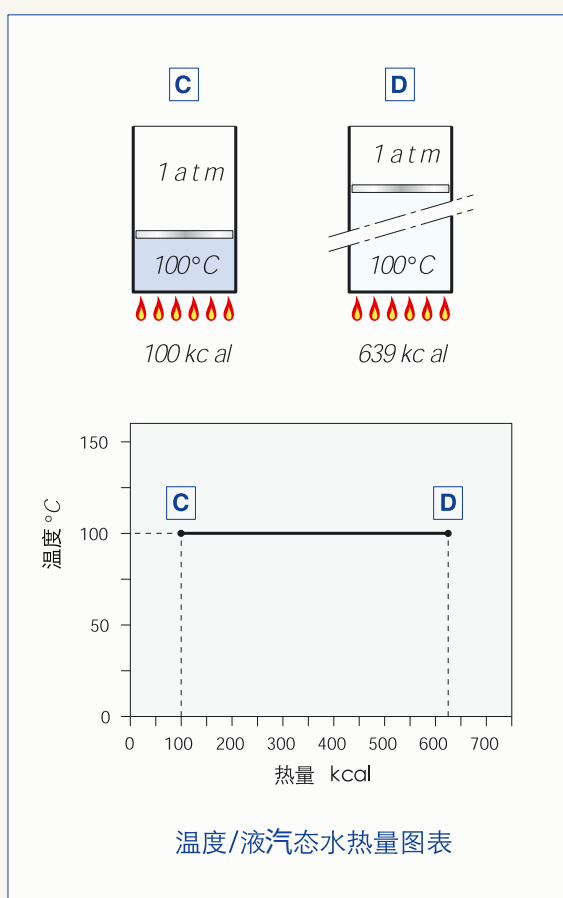
液/汽状态下的水

水在 100°C 时开始蒸发，在水完全蒸发前，液态和蒸汽状态的水温始终在 100°C 。

在这期间提供的热量只用于'扰乱'水内分子的结构，而不会使温度上升。

同样，通过实验表明，将1公斤水完全蒸发需要639 kcal热量：100 kcal用于将水温提升到 100°C ，539 kcal用于将其完全蒸发。

上述关系可以通过以下的图表演示：



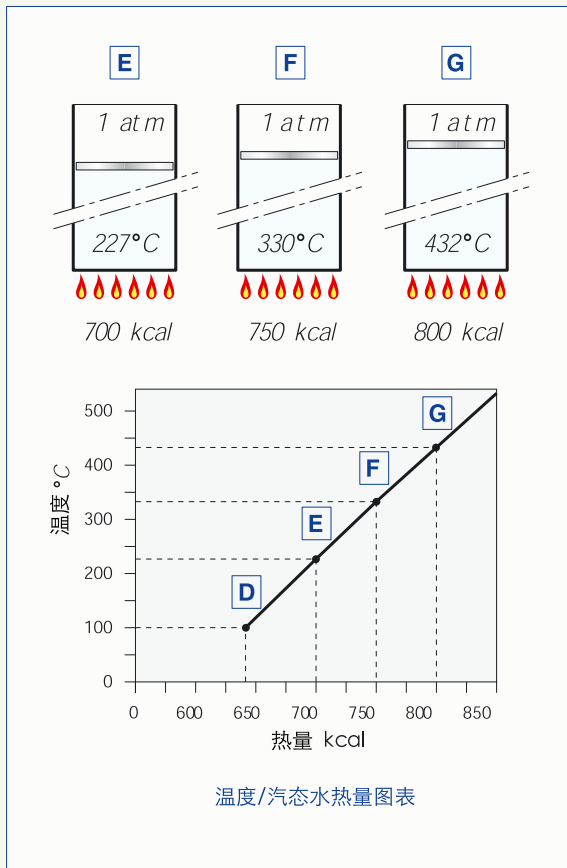
蒸汽状态下的水

在蒸汽状态下，输入的热量开始提高蒸汽的温度。同样，通过实验我们可得出热量及温度的以下关系：

- $Q = 100 + 539 + 61 = 700 \text{ kcal}$ $T = 227^{\circ}\text{C}$
- $Q = 100 + 539 + 111 = 750 \text{ kcal}$ $T = 330^{\circ}\text{C}$
- $Q = 100 + 539 + 161 = 800 \text{ kcal}$ $T = 432^{\circ}\text{C}$

水的状态图示

蒸汽温度上升与热量输入的关系如以下图表所示：



水温与热量的关系（指1公斤水在稳定的大气压力下的情况）在其不同物理状态下可通过下面的曲线图表示。

曲线的中央区域代表的意义为：

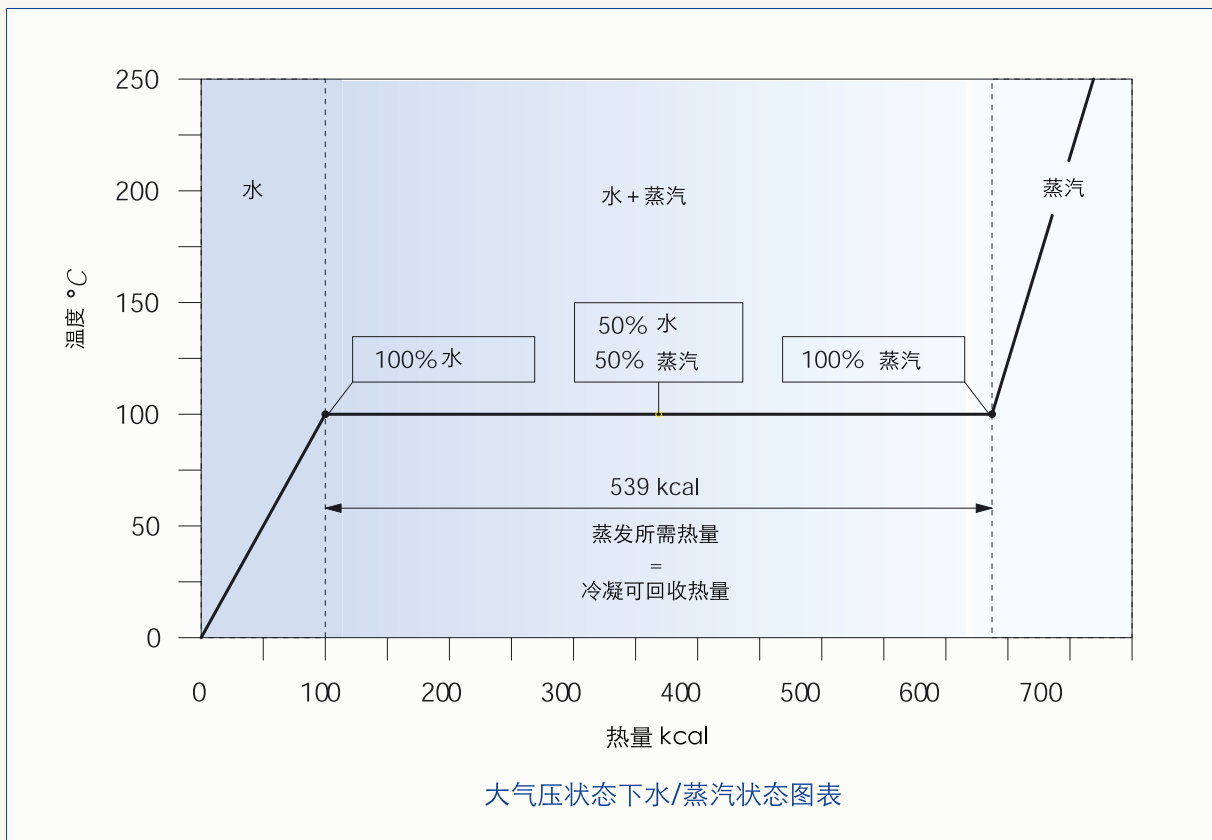
- 从左至右：水从液态转变为汽态（蒸发过程）；
- 从右至左：水从汽态转变为液态（冷凝过程）。

水在形态转变时相关的热量也因此定义为蒸发热量和冷凝热量。

以上两个热量值均等。

其区别只在于，蒸发热量是将水蒸发所需输入的热量；而冷凝热量则是将蒸汽冷凝为水时可回收的热量。

正是基于此热量的可回收性才发展起来了冷凝式锅炉的技术。



传统锅炉的主要特征及要求

前面我们已强调过，定义为传统锅炉是因为其不能利用烟气中水蒸汽包含的热量。

传统锅炉主要由以下部份构成：

- 燃烧器

将燃料与空气混合，通过火焰进行燃烧。

火焰以对流（通过燃料产生的烟）和辐射的传热方式将热量传递给热媒。

- 燃烧室

放置燃烧器及产生火焰的区域。根据燃烧器的不同，燃烧室可以是轻微负压和超压型。

- 热交换器

将燃料产生的热量传递给热媒。

热交换器的材质通常为铸铁或不锈钢，它分为组合柱式，翼翅片式，翼翅盘管式或层管式几种。

下面我们将探讨传统锅炉的主要技术特征及其系统要求。

燃烧器

基本分为以下三类：

大气压式天然气燃烧器

燃烧器使用天然气和大气压空气。空气的一部分（称为第一部分）从燃烧器后面产生负压的系统里获取。

其余部分空气（称为第二部分）则从热烟的上升气流中获取，它直接用于燃烧器火焰使用。

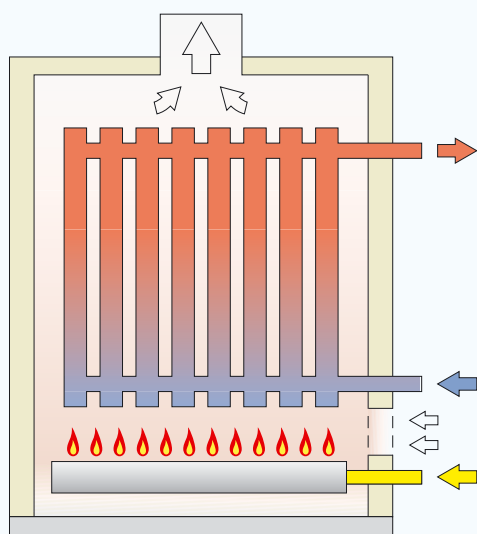
优点：

- 成本低；
- 无噪音；
- 因为不使用风机或加压式燃烧器
- 使用及运行简便。

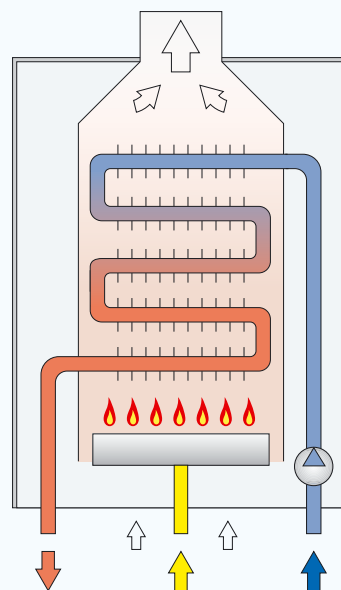
缺点：

- 效率低；
- NO_x排量高；
- 即氮氧化物，污染性很大。

在欧洲很多国家，配备此类燃烧器的锅炉不再允许销售。因为出自环保要求，对排放到大气中的NO_x含量有了明确的限制。



大气压式燃烧器型
落地锅炉运用图示



大气压式燃烧器型
壁挂炉运用图示

预混式天然气燃烧器

这类燃烧器带有风机，将混合的天然气/空气送到燃烧区域。

相对于大气压式燃烧器，它的优点在于：

- **燃烧效率更高**

因为风机能优化天然气/空气的混合比，同时还可以调节输出功率。

- **燃烧器停止时热量损失更少**

这类燃烧器避免了锅炉内部空气的自然流动。

目前市场上有一类预混式天然气燃烧器（球形或圆柱形，耐火材料制作），它能吸收燃烧时产生的部分热量，以辐射的方式将其回传给锅炉。

这类燃烧器又称为辐射式燃烧器，通常使用低温火焰，这种方式能明显降低氮氧化物（NO_x）的产生。

预压型燃烧器

这类燃烧器可以单独配备，不受锅炉限制，它使用天然气或油作为燃料。

其两个主要作用为：

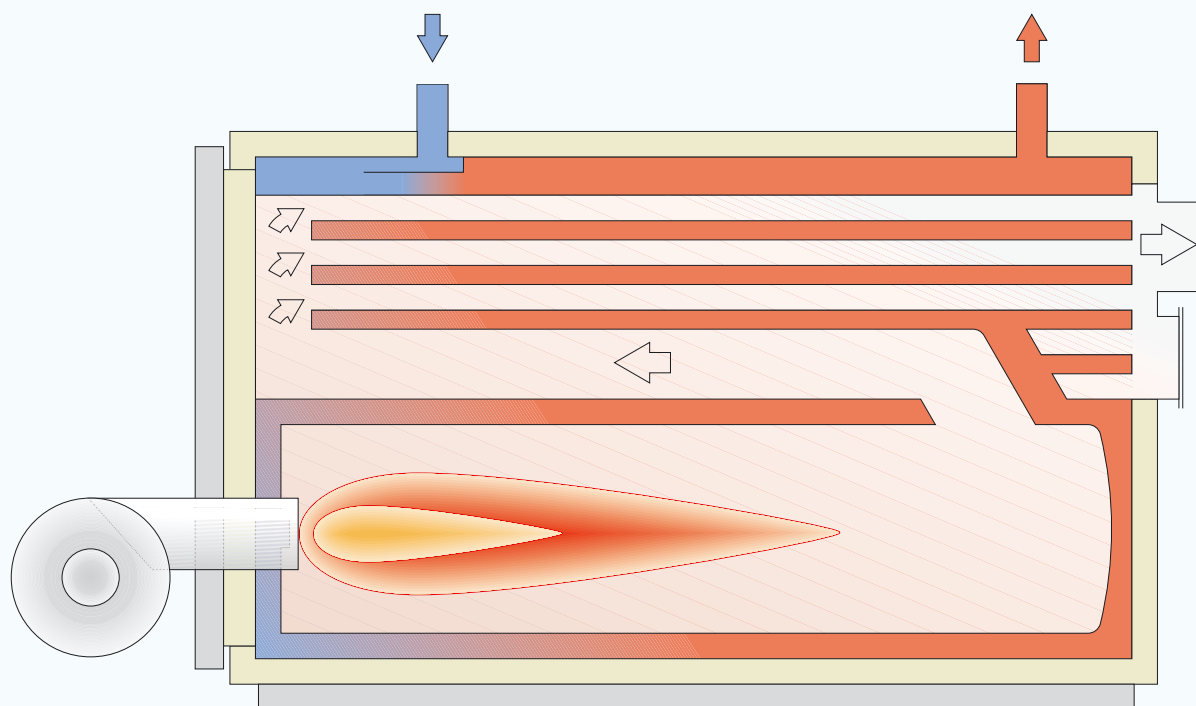
- **按正确的比例混合空气和燃料。**

- **提供一定的压力**，用于克服烟气经过锅炉和烟囱遇到的阻力。

带有此类燃烧器的锅炉可提供类似于最优质的预混式燃烧器型锅炉相当的效率。

其NO_x的排量控制也非常理想。

而使用反向火焰的锅炉其效果更加优良，它缩短了火气在燃烧室停留的时间，因为燃烧室易形成氧化物。



预压式燃烧器型锅炉运行图示

回水温度

传统锅炉（除了下面方框中所介绍的这几种）在回水温度过低的情况下不能正常地工作。

其原因在于过低的回水温度会造成严重的腐蚀和热力冲击，这对于锅炉的密封性能和寿命都很致命。

腐蚀

当回水温度低于50-55°C时，烟气中的水蒸汽会冷凝。（当然需要参考锅炉厂商提供的数据，因为它涉及到锅炉的构造特征）。

冷凝过程中，燃料中包含的或燃烧室产生的物质的化学反应使冷凝水变为酸性。

在使用燃油为燃料的情况下，水与硫相结合产生硫酸：其很强的酸性使冷凝水的腐蚀性加强。而使用天然气的情况下，水与二氧化碳相结合产生碳酸：其酸性不强，因此冷凝水酸性较低，腐蚀性中等。

不过，即使是中等的腐蚀性也会对传统锅炉的材质（铸铁和钢）造成危害。

低温回水型传统锅炉

目前市场上也有不受回水温度限制的传统锅炉，称为低温型锅炉。

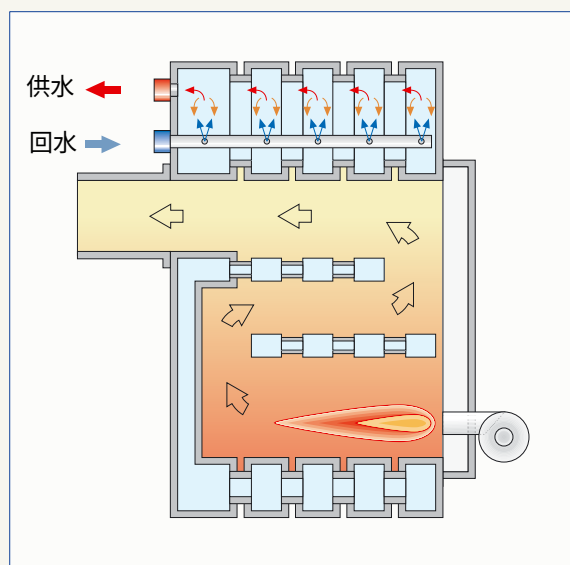
这类锅炉内部的系统设计避免了低温回水直接与锅炉换热器相接触。

这样就避免了烟气被过低温度冷却，减少了冷凝的可能性。

根据系统的设计和通常使用的设备，这类锅炉可分为以下几类：

注流管式锅炉

进入锅炉的回水经过一个带有注流孔的管道，回水根据孔径和方向的设定与供水相预混，然后才会与换热器接触。



导向式水流型铸铁锅炉

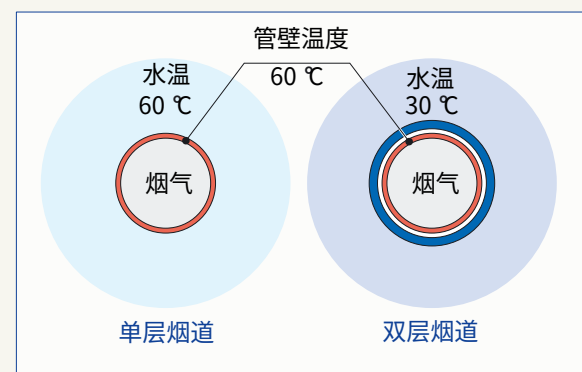
较低温度的回水在进入锅炉后沿预定的线路逐渐升温，最后才到换热器。

下面的热显像图表明了一个铸铁换热片的截面：回水先汇合到外部（蓝色、黄色和绿色区域），经过预热后再到换热器（红色区域）。



套管换热器型锅炉

套管式换热器与烟气接触的表面温度始终维持在冷凝温度以上。



热力冲击

热力冲击由很突然的温度变化引起。对于锅炉来说，热冲击则是由回水温度与锅炉自身温度之间突然猛烈的温度差异造成。

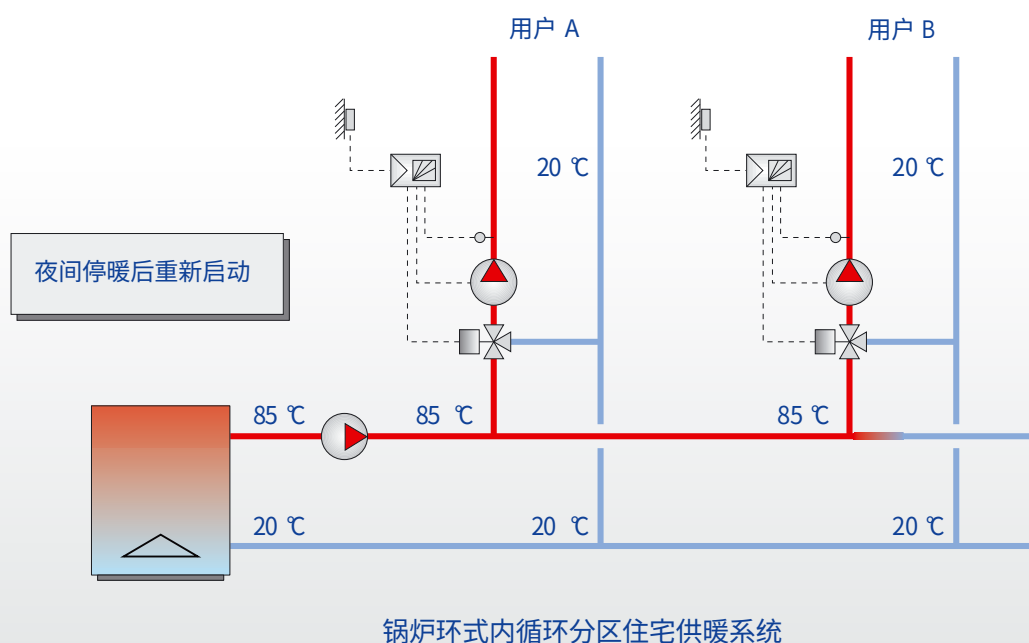
这类冲击会造成传统锅炉构造材料破损。最易受损的是铸铁锅炉，但钢制锅炉也并非不受影响。

热冲击危害性较大的主要原因有两点：（1）很短的时间内即能造成很大的损坏；（2）热冲击通常隐藏在系统处于过渡阶段的时候。

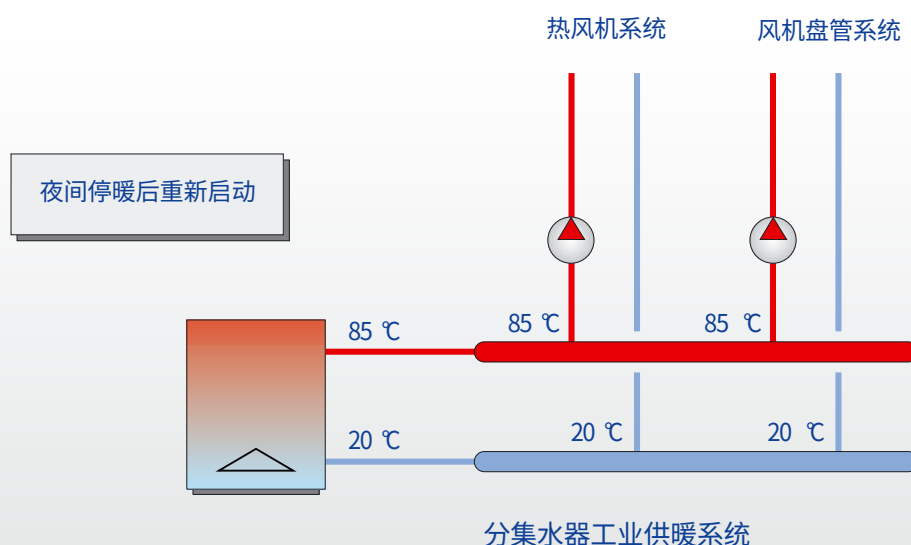
如下图所示的系统，当它们正常地按节奏运行时没有任何问题。

当系统在夜间或周末停运然后重启时，热冲击最易产生：因为此阶段管道和末端的低温水直接进入温度很高的锅炉内部。

图例1



图例2



流量

对于传统锅炉来说，不仅有回水温度的限制还有流量的限制。

尤其是最低流量（此数据往往由厂家提供）不应低于额定流量的30~40%。

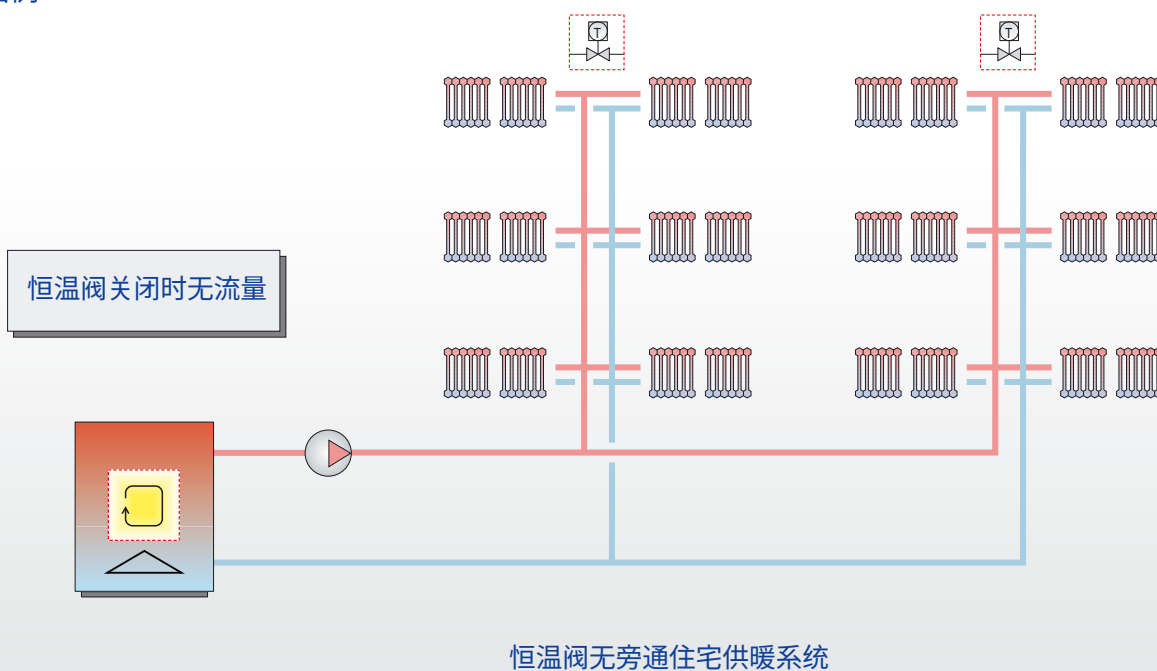
流量偏低会造成局部过热，比如换热器流量没有‘灌溉’到的部位，或者是有杂物堆积形成气泡的地方。

此类局部过热会导致水汽化，相继出现涡空腐蚀和侵蚀现象。它们同时造成‘热力冲击’，致使换热器裂缝或破损。

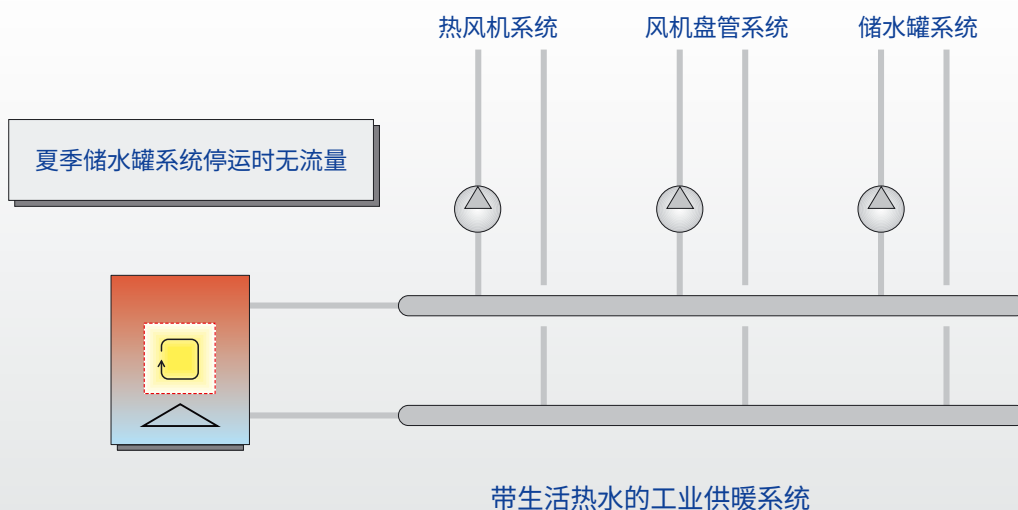
以下两个图示表明了锅炉流量不够的情况。

第一个图示为使用恒温阀的散热器采暖系统，第二个图示为夏季储热水罐产生生活热水的系统。

图例1



图例2



与传统锅炉相连的水路系统

与传统锅炉相连的水路系统需要具备以下特征：

1、 保证系统回到锅炉的回水温度与流量不低于厂家要求的最低值。

不遵循以上限制会严重影响锅炉使用寿命。

2、 保证所有的末端均到达设计要求的流量与水温。

为保证锅炉回水温度及流量高于最低要求值，可以在锅炉的供回水主管之间安装循环泵（又称为

抗凝泵）。

此循环泵保证了，在所有末端或支路关闭时锅炉仍具备最低流量。同时它通过供水旁通注入到回水管提高了回水温度。

接下来我们将以图示来展现各类实现上述功能的系统。



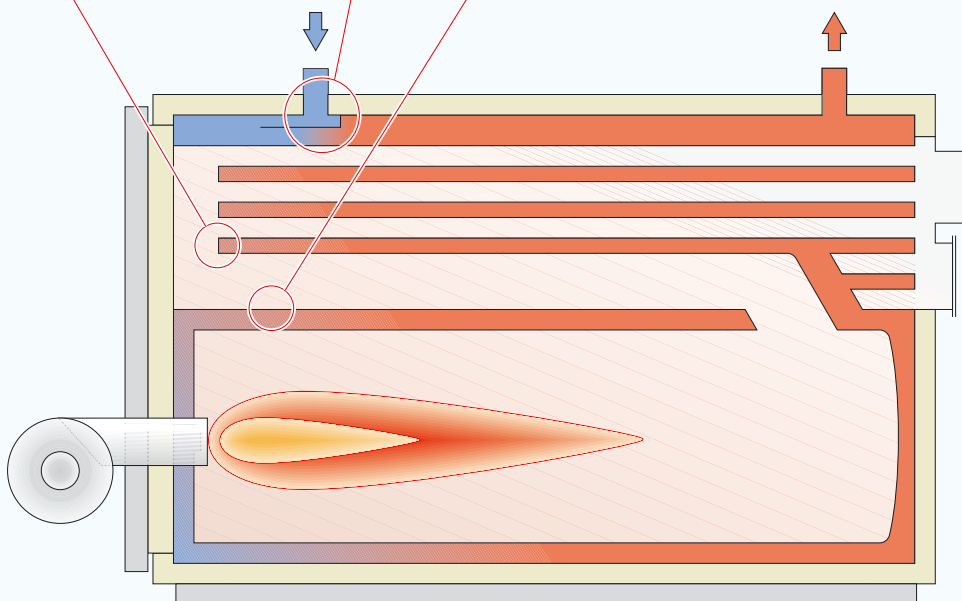
必须避免回水温度和流量过低

流量过低造成局部过热可能导致的破损

此区域因其几何结构利于杂质堆积和气泡形成，很容易产生过热现象

靠近回水口的区域因热力冲击可能破损

烟道侧内壁因酸性冷凝腐蚀可能破损



传统锅炉
因系统设计不合理造成的异常运行及部件的损坏

图示1

传统锅炉，气候补偿式温度调节系统，防冷凝泵，回水最低温度限制系统

锅炉供回水主管之间旁通管路中的防冷凝泵保证了锅炉所需的最低回水温度和流量。

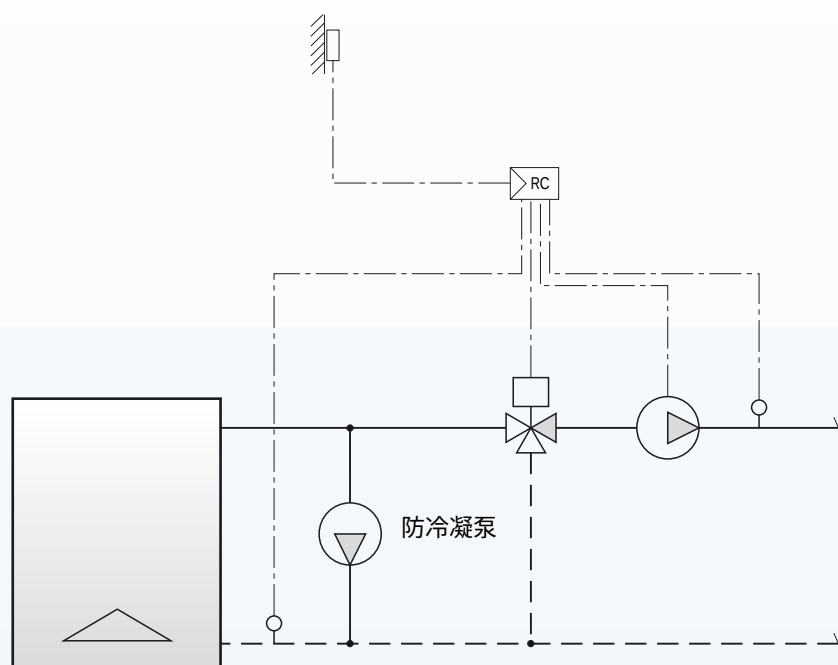
此循环泵按锅炉所需最低流量选型；在系统正常运行时仍然有此循环流量，因此也保证了回水温度的提升。

为防止系统停运重后后可能导致锅炉损坏或寿命缩短的危险，在锅炉回水管上安装了温度限制系统，由一个调节器和温度传感器构成。

温度传感器将回水温度数据反馈到调节器。

调节器在回水温度低于最低设定值（比如55°C）时，它给予电动混合阀信号，关闭一次高温供水。

回水温度调节器优先权高于气候补偿调节器，通常此功能也可作为选配嵌入到气候补偿调节器内。



图示2

传统锅炉，双路气候补偿式温度调节系统，防冷凝泵，回水最低温度限制系统

锅炉供回水主管之间旁通管路中的防冷凝泵保证了锅炉所需的最低回水温度和流量。

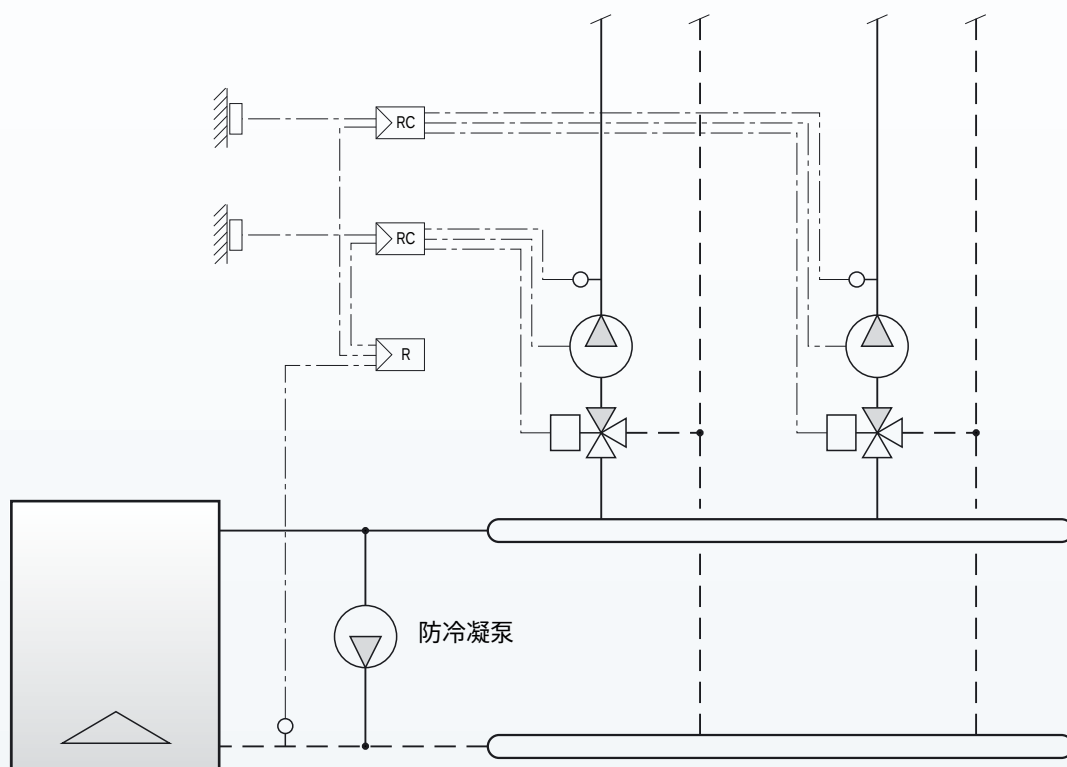
此循环泵按锅炉所需最低流量选型；在系统正常运行时仍然有此循环流量，因此也保证了回水温度的提升。

为防止系统停运重启后可能导致锅炉损坏或寿命缩短的危险，在锅炉回水管上安装了温度限制系统，由一个调节器和温度传感器构成。

温度传感器将回水温度数据反馈到调节器。

调节器在回水温度低于最低设定值（比如55°C）时，它给予电动混合阀信号，关闭一次高温供水。

回水温度调节器优先权高于气候补偿调节器。



图示3

传统锅炉，气候补偿式温度调节系统，储水罐生活热水系统，防冷凝泵，回水最低温度限制系统

锅炉供回水主管之间旁通管路中的防冷凝泵保证了锅炉所需的最低回水温度和流量。

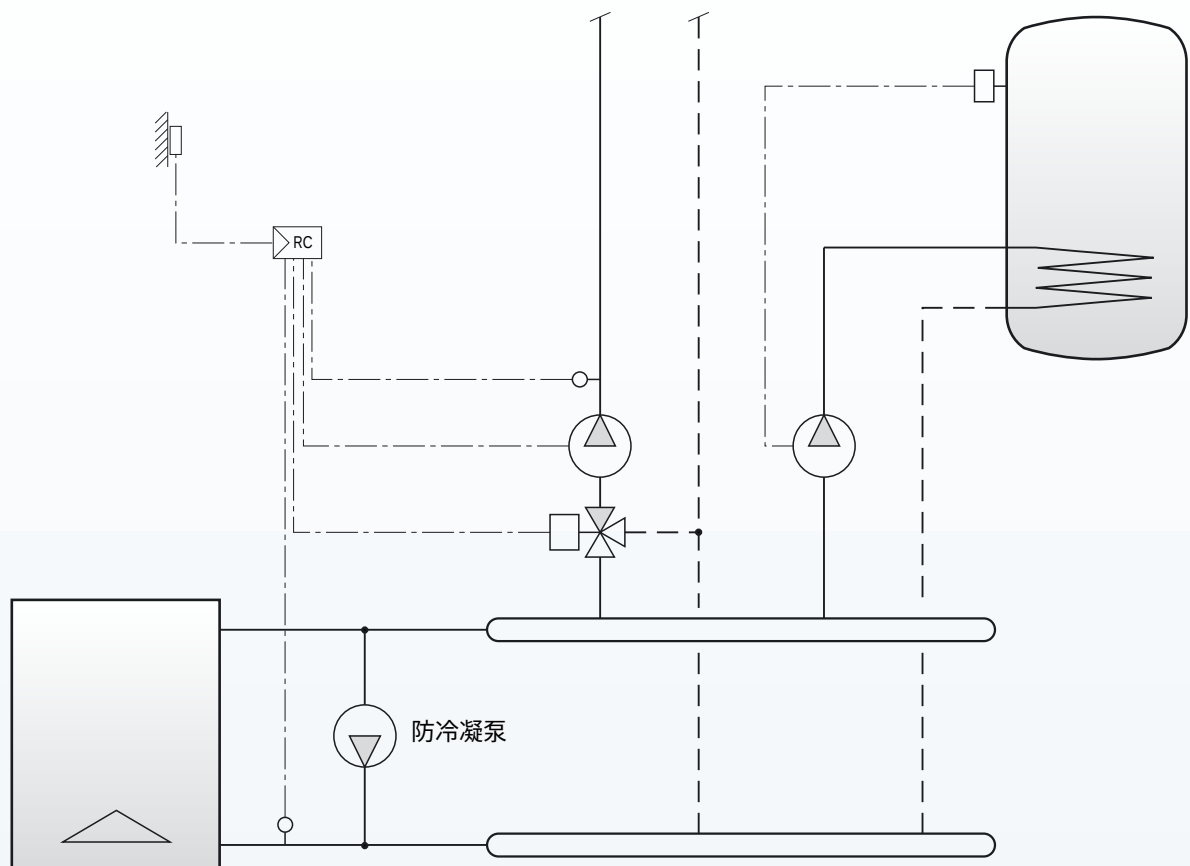
此循环泵按锅炉所需最低流量选型；在系统正常运行时仍然有此循环流量，因此也保证了回水温度的提升。

为防止系统停运重启后可能导致锅炉损坏或寿命缩短的危险，在锅炉回水管上安装了温度限制系统，由一个调节器和温度传感器构成。

温度传感器将回水温度数据反馈到调节器。

调节器在回水温度低于最低设定值（比如55°C）时，它给予电动混合阀信号，关闭一次高温供水。

回水温度调节器优先权高于气候补偿调节器，通常此功能也可作为选配嵌入到气候补偿调节器内。



图示4

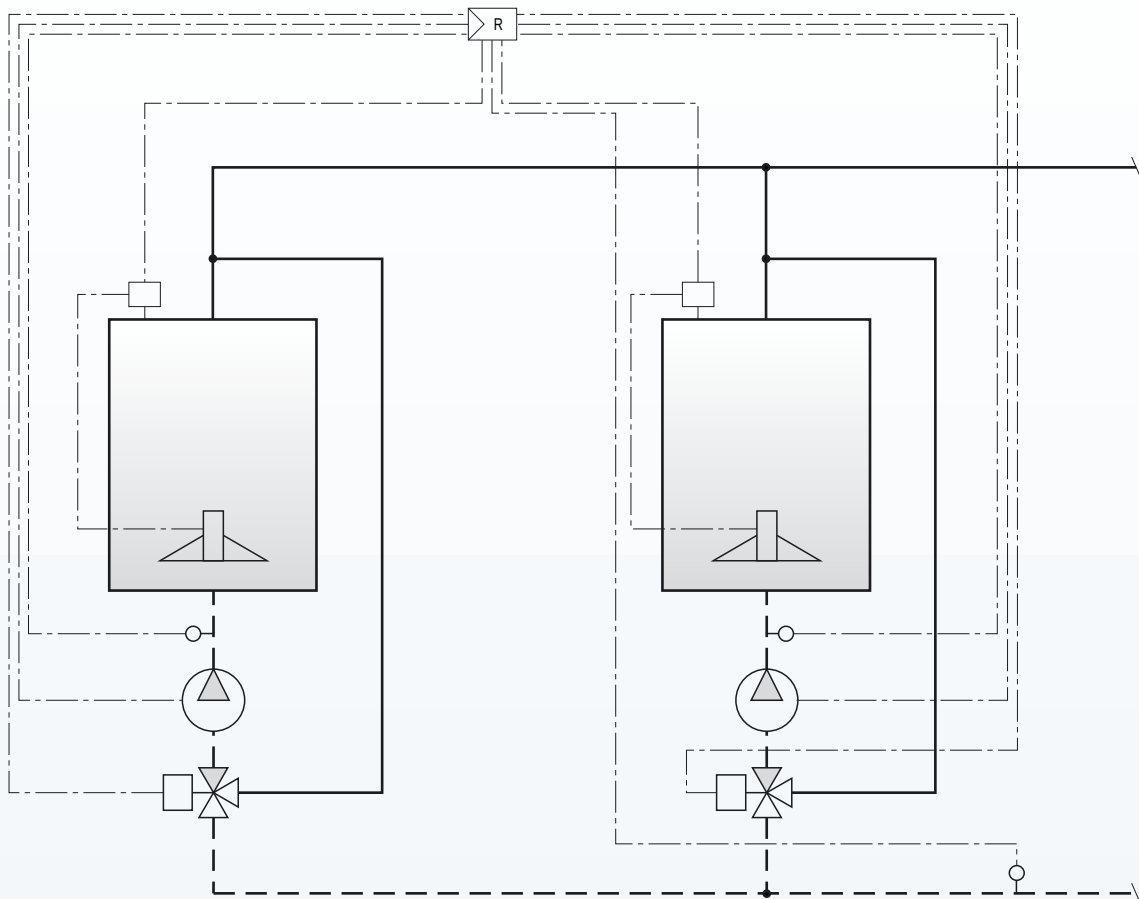
两台传统锅炉，防冷凝调节式单套供暖系统

锅炉所需的最低回水温度及流量由各自的循环泵保证。

为防止系统停运重启后可能导致锅炉损坏或寿命缩短的危险，在锅炉回水管上安装了温度限制系统，由一个调节器和温度传感器构成。

回水温度信号传递到调节器后，调节器控制电动三通阀的开关以保证回水温度不低于最低设定温度（比如55°C）。

除此目的外，电动三通阀还用于总调节器停止锅炉运行时将系统回水至锅炉侧关闭。



冷凝式锅炉主要特征及要求

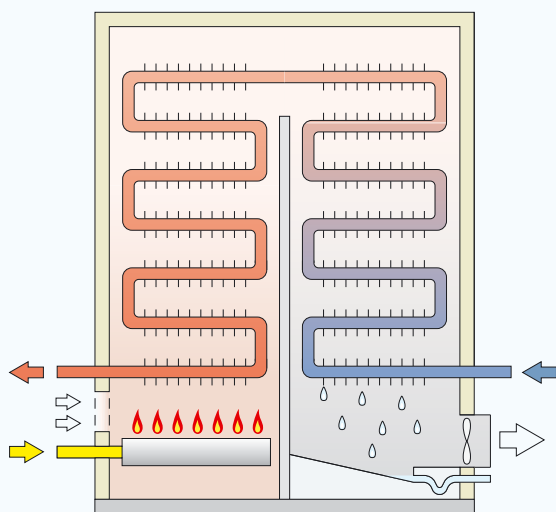
前面已经讲到，冷凝式锅炉定义为能够从烟气的水蒸汽中回收热量的锅炉，热量回收的方式是通过水蒸汽的冷凝来实现。

实际上，它所不同于传统锅炉的地方是能够将以往不利的冷凝现象变为有利的冷凝作用。

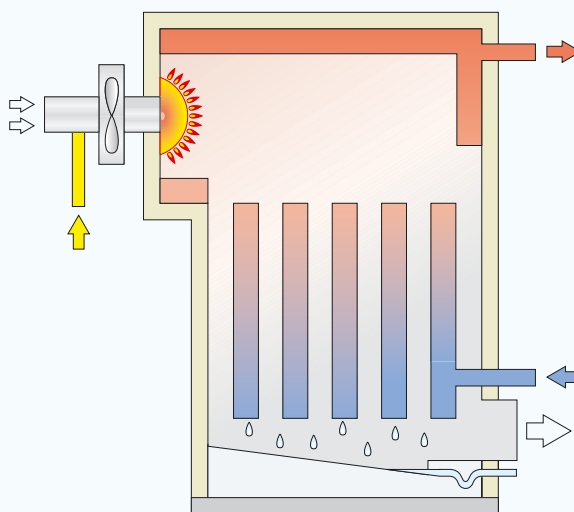
从构造上来讲，它区别于传统锅炉的地方是：

- 1、换热器的形状及材质。
- 2、收集及排放冷凝水的系统。

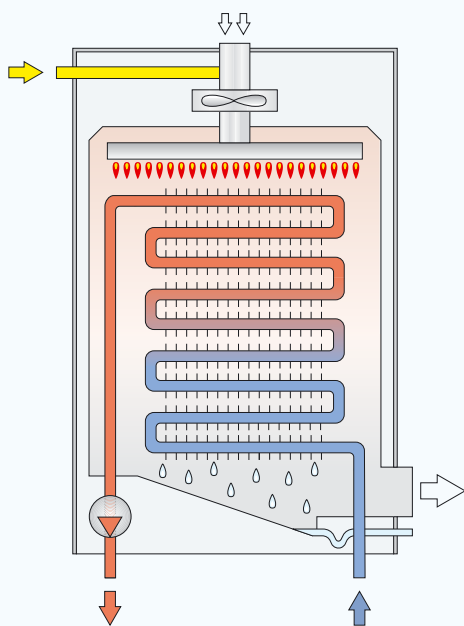
接下来我们将就其主要特征和要求逐一探讨。



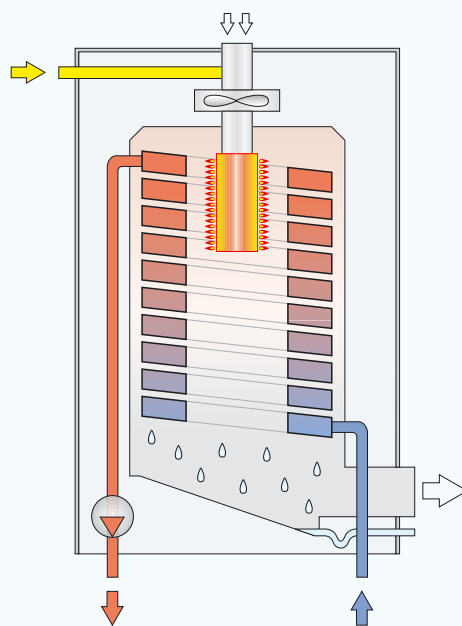
大气压式燃烧器型落地锅炉运行图示



辐射式燃烧器型落地锅炉运行图示



预混式燃烧器型壁挂炉运用图示



辐射式燃烧器型壁挂炉运行图示

换热器

换热器从形状和结构上有很多种，相互区别较大。

比如说有迭片式、蛇形盘管式、管束式的结构；垂直或水平方向辐射的形式；一体式或两三组串联组合式等。

可用于冷凝烟气的换热器或换热器的某个区域称作冷凝器。

换热-冷凝器也可独立安装于锅炉之外，通常功率较大的锅炉采用这种方式，或者是（在条件可能的情况下）将传统锅炉转变为冷凝式锅炉的情况下。

换热-冷凝器的设计及使用需遵循排烟与排冷凝水方向相同的原则，即向下部排放。

如果方向相反，烟气的高温会将冷凝水或部分冷凝水重新蒸发，这样则抵消或降低了应得的热效益。

为消除酸性冷凝的腐蚀作用，换热-冷凝器设计为：

(1) 几何形状上更利于排除冷凝水，

(2) 使用耐腐蚀性强的材料；通常使用的合金材料为：

- 不锈钢

铬合金比例高，提高了耐腐蚀性。

- 铝合金

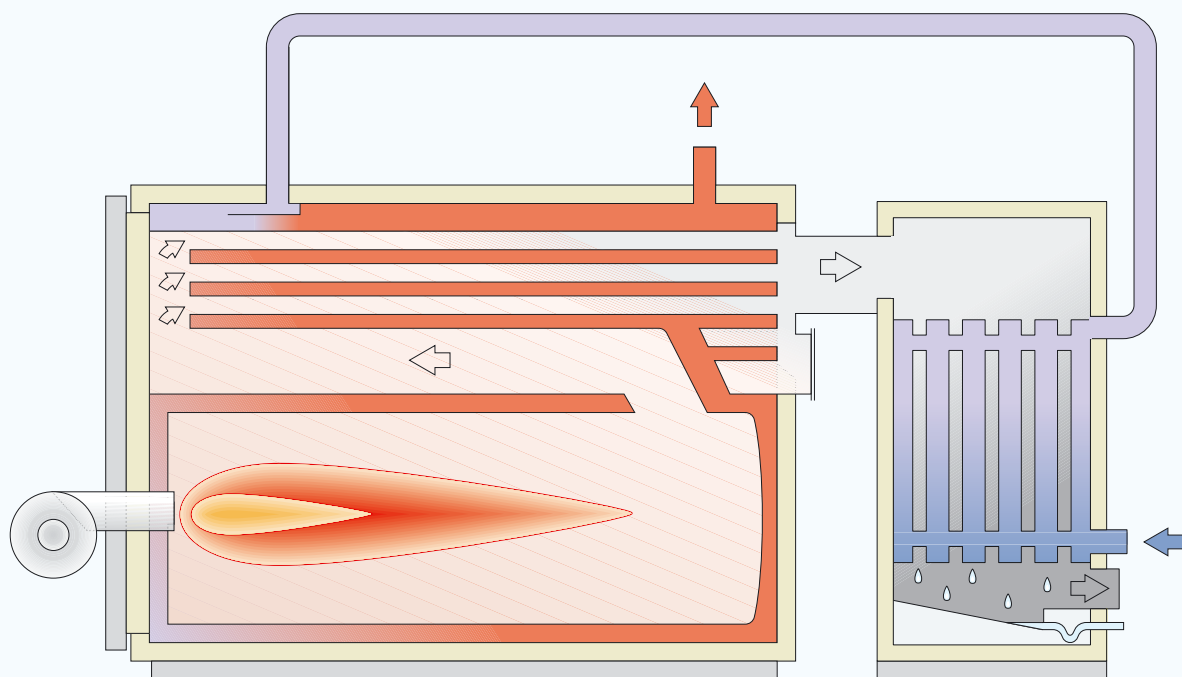
硅含量高，比重低（大约钢的三分之一），导热性强。

- 铸铁

通常使用表面经过抗腐蚀处理的铸铁栅。

质量上乘的锅炉在设计换热器时，锅炉出口的烟气温度与锅炉回水温度之间的温差不高于 5°C 。

质量一般的锅炉其温差可能超过 15°C 。



预压式燃烧器及外置冷凝器型锅炉运用图示

燃油冷凝式锅炉

从利用冷凝回收余热的燃料上讲，燃油（柴油或汽油）与天然气相比较，前者不如后者理想，原因是：

烟气中包含热量更少

燃油锅炉比燃气锅炉的烟气中水蒸汽含量更少（即热量更少）。因此，使用燃油锅炉很难回收冷凝技术所需的初投资。

冷凝温度更低

燃油烟气中的水蒸汽冷凝温度比燃气中的水蒸汽冷凝温度约低10°C。

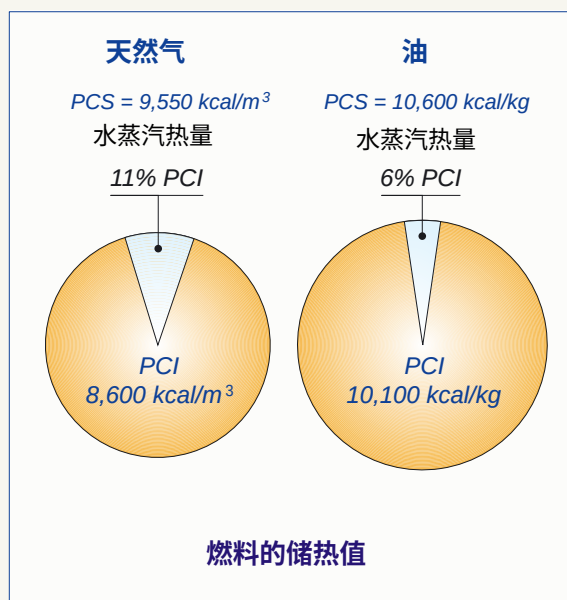
因此，使用燃油锅炉比燃气锅炉可冷凝的时间段要短。

只有在某些特殊的系统中，比如泳池系统，其回水温度始终低于燃油锅炉冷凝温度，这时燃油与燃气锅炉的可冷凝时间段才相当。

冷凝水酸性和腐蚀性更强。

燃油含有硫成份，因此产生的冷凝酸性很强（见16页），对于换热-冷凝器表面及烟道管壁腐蚀性更强。

出于以上原因，燃油锅炉往往只使用硫含量低的燃油，比如硫含量低于50ppm的'超级柴油'。



双回水型锅炉

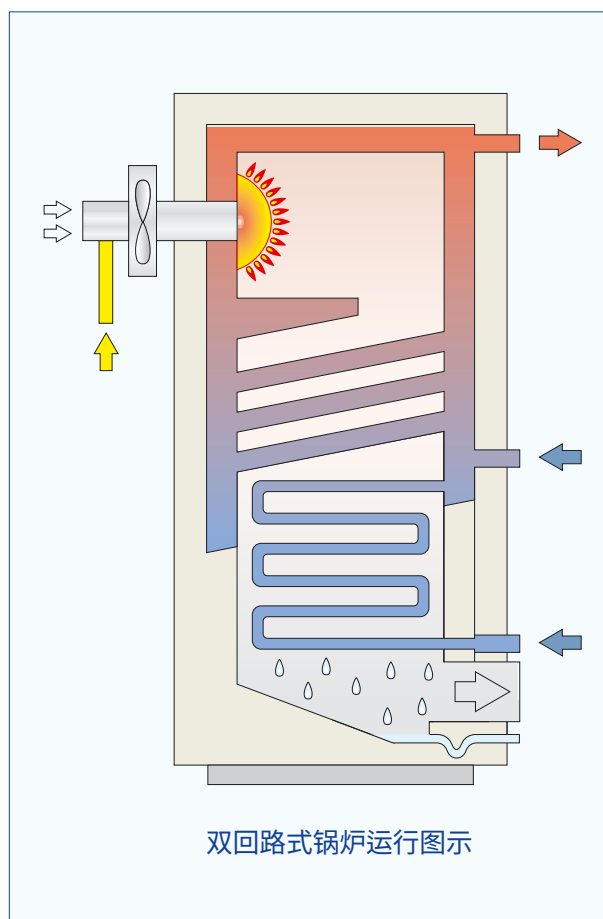
某些冷凝式锅炉有两个回水入口：

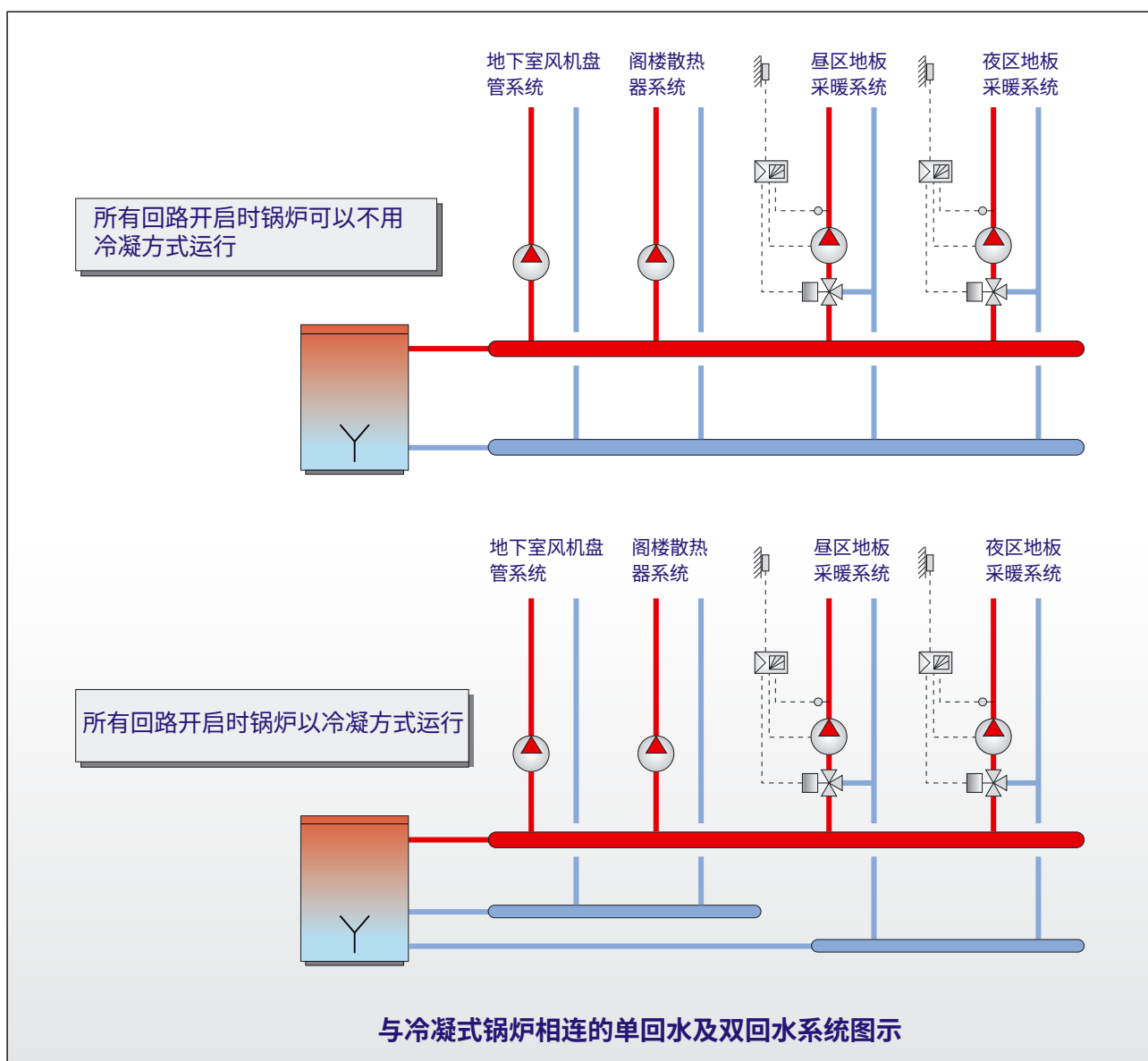
- 第一个，称为'高温回水口'，进入非冷凝的换热区域。
- 第二个，称为'低温回水口'，进入冷凝换热区域。

双回水入口的冷凝式锅炉用于某些支路回水温度有碍于冷凝的系统，右页的两个图示进一步说明此情况。

第一个图示中的锅炉只有一个回水口。系统中的风机盘管支路和散热器支路回水温度较高，对于烟气的冷凝有阻碍。

第二个图示中的锅炉有两个回水口。系统中风机盘管支路和散热器支路回水进入高温回水口，地板采暖支路的回水进入低温回水口。这样，冷凝作用不会受到影响。





所需最低流量

冷凝式锅炉按最低流量需求划分为两类：（1）**零流量型锅炉**，（2）**高流量型锅炉**。

零流量型锅炉其容量大，内部的几何形状利用水的自然循环。也就是说，在水泵停止的情况下，内部自然的循环也可避免过热造成的危害。

因为其不需要最低流量，所以与之相连的水路系统则更加简单和方便调节。

同时，它避免了在锅炉供回水之间设置旁通循环：旁通会提高锅炉的回水温度，降低冷凝可利用的热效率。

此类锅炉的另一大优点是，其容量大，所以热值高，热惰性强。它能减少燃烧器反复开启的次数，避免不完全燃烧，提高燃烧效率。

高流量型锅炉则是容量很小的锅炉。

其优点是体积相对更小，更易于安装在空间有限的地方。其较低的热惰性对于热量需求变化较大的系统反应速度更快。

但是，高流量型锅炉与水路系统相连时需要水力分压器；而选择水力分压器时需要慎之又慎，因为它可能造成回水温度的剧烈上升。

烟气排放

冷凝式锅炉排放的烟气中水蒸汽饱和量大，极易在烟道内部或烟囱中冷凝。因此烟道内部和烟囱需要：

- **密封严密**：既要防止烟气的渗透，还要防止水蒸汽及冷凝物的扩散。

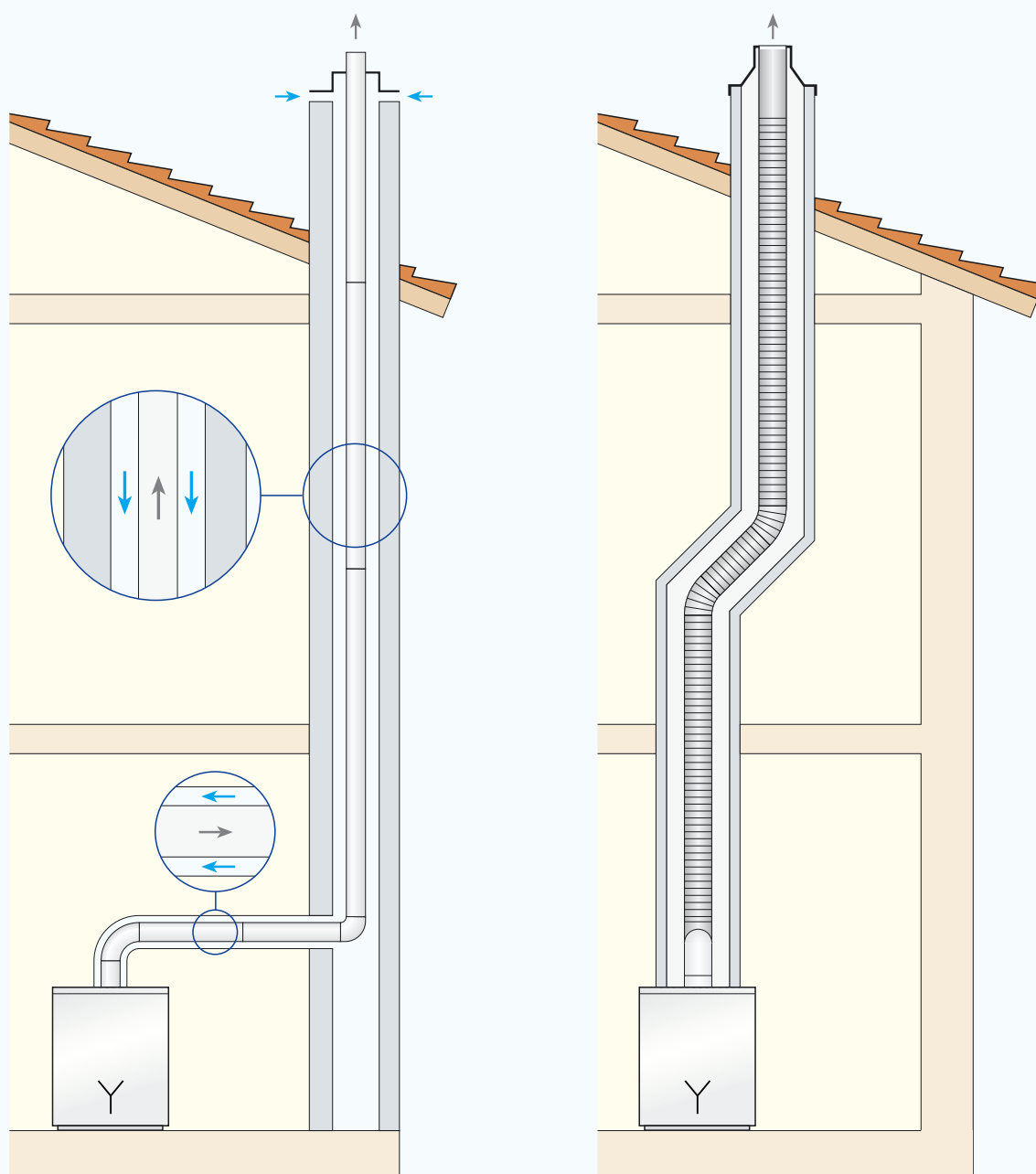
- **耐腐蚀性强**：需要试用测试过且有保障的抗冷凝酸性腐蚀的材料。

- **耐温级别高**：必须高于烟气的最高温度。

- **防结冻**：防止冷凝水结冻堵塞了烟气的排放。

- **排放冷凝水装置**：除非锅炉自身的排冷凝水漏斗能完全满足冷凝水排放量。

另外，烟道及烟囱的设计选型应遵循厂家要求和地方法规规定。



排烟系统图示

冷凝水排放

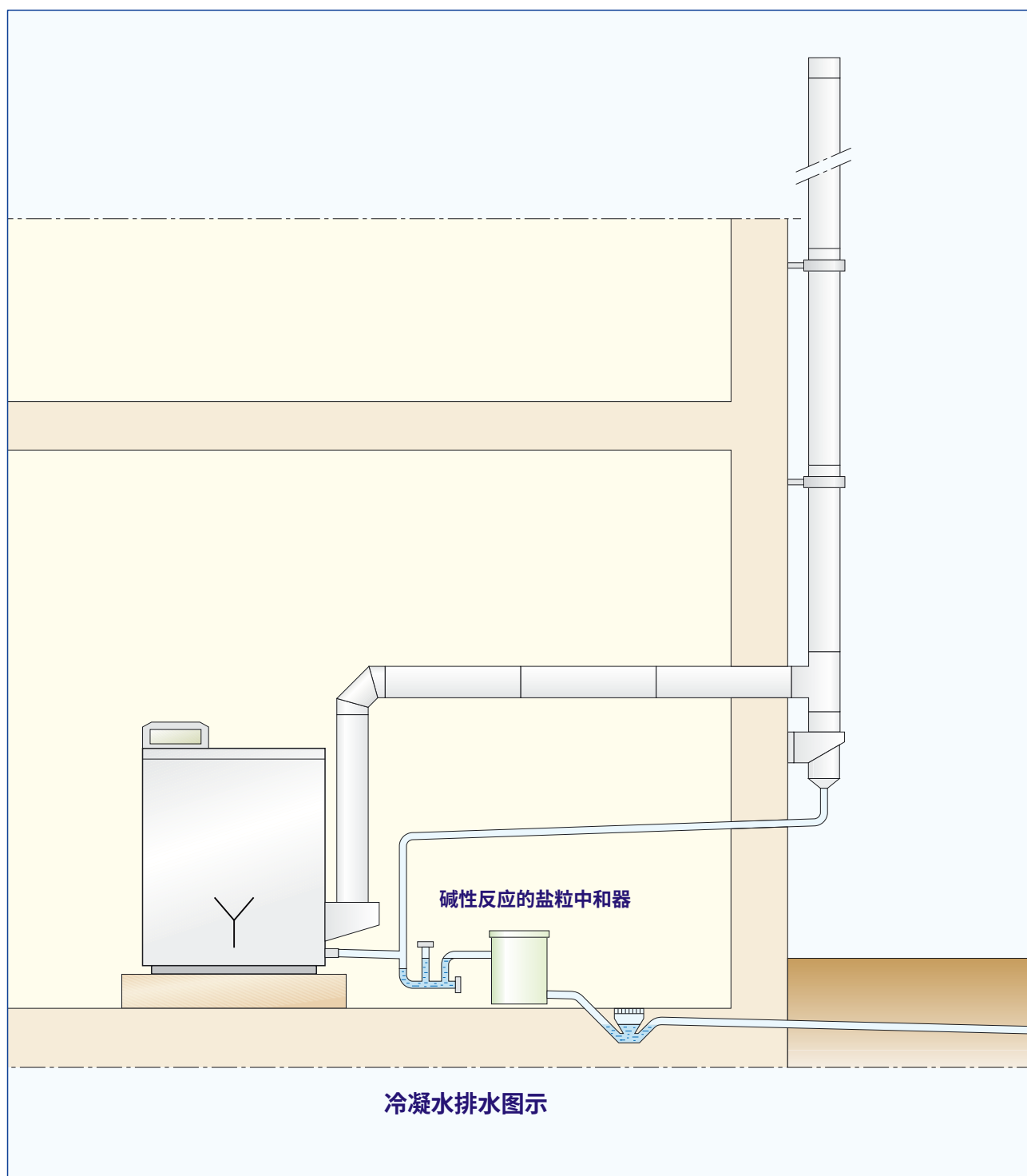
冷凝式锅炉配备的冷凝水排放系统需具备以下特征：

- 防止燃料中的气体产物排放到空气环境或下水管道中；
- 保证冷凝水正确排放方向；倾斜度不得小于3%；
- 防止冷凝水结冻；
- 方便检查及维护维修；

- 将冷凝水与生活排水相混合以降低其酸性。

不能将冷凝水排放到雨水管道中，因为其强腐蚀性会造成雨水排放系统材料品质降低。

对于大中型冷凝式锅炉（依据不同的地方法规而定），需要将其排放的冷凝水酸性降低。这种情况下通常使用碱性反应的盐粒中和器。



冷凝所需回水温度

需要注意的是，冷凝式锅炉并非冷凝的锅炉，而是可以产生冷凝的锅炉。只有当回水温度低于烟气结露点温度时才可能产生冷凝。

烟气结露点温度因以下两点要素而不同：（1）燃料种类，（2）烟气中二氧化碳的含量。天然气的烟气结露点温度大约在53-58℃之间。

回水温度的重要性在于，越低的水温回到锅炉，越多的冷凝水产生，更多的热量可以从烟气余热中回收。

下面我们例举几类可以提供低温回水的系统：

- 辐射采暖系统

设计供水温度=40-45℃ $\Delta T=5-10^{\circ}\text{C}$ ；

- 低温型风机盘管采暖系统

设计供水温度=50-55℃ $\Delta T=10-15^{\circ}\text{C}$ ；

- 散热器采暖系统

设计供水温度=70-65℃ $\Delta T=10-20^{\circ}\text{C}$ ；

- 热翅片采暖系统

设计供水温度=60-55℃ $\Delta T=10-15^{\circ}\text{C}$ ；

- 热空气处理单元

设计供水温度=60-55℃ $\Delta T=15-20^{\circ}\text{C}$ ；

- 泳池系统

设计供水温度=60-55℃ $\Delta T=15-20^{\circ}\text{C}$ ；

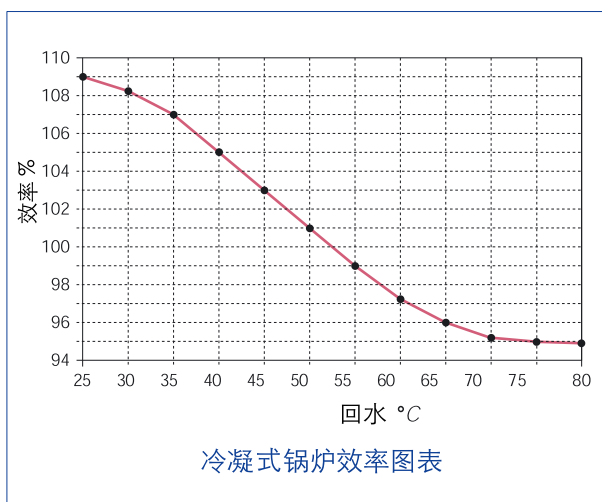
- 即热式生活热水系统

一次供水温度=65-70℃ $\Delta T=35-40^{\circ}\text{C}$ 。

传统锅炉及冷凝式锅炉的燃料消耗

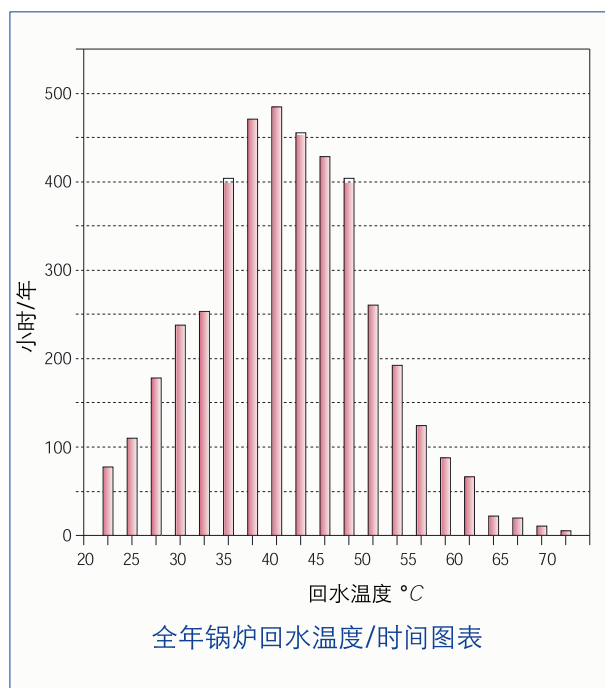
计算传统锅炉的能耗很简单，可以直接引用厂家提供的热效率数据，因为锅炉的工作条件不太影响此效率数据。

而对于冷凝式锅炉则不同，不能只局限于厂家提供的效率数据，尤其不能信赖于最大工作效率。因为冷凝式锅炉的效率与回水温度密切相关，变化很大。从右边的回水温度/效率表中可以看出。



因此，冷凝式锅炉的效率及燃料消耗需要按年度分回水温度时间段来进行评估计算。

下面的图示为一个气候补偿式调节的散热器采暖系统（设计供水温度80-70℃）的回水温度年度时间统计。



从实验及模拟软件（Royale Gaziers Belges Association）中得出的数据表明，冷凝式锅炉相对于传统锅炉年均热效率高6-10%（即更低的燃料消耗）。

以上数据经过严格的考核和实验得出。

因此，某些技术资料或厂家样本上指出的冷凝式锅炉可节能20-30%的数据是值得商榷的。

与冷凝式锅炉相连的水路系统

与冷凝式锅炉相连的水路系统需要具备以下特征：

1、保证提供锅炉厂家标明的所需最低流量。

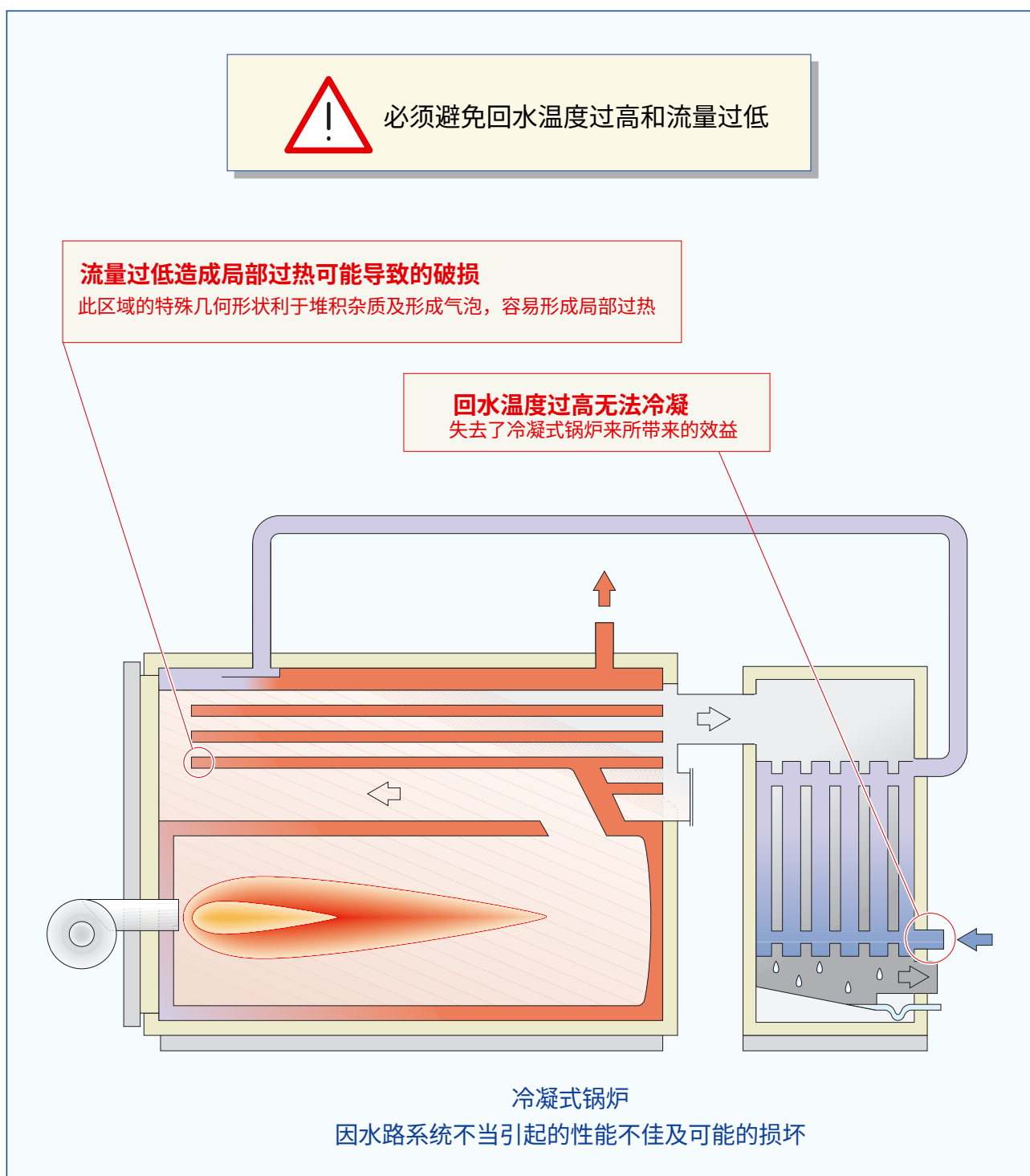
如果不遵循最低流量值的要求会严重影响锅炉的使用寿命。

2、保证所有的末端按设计的流量和温度运行。

3、使锅炉的回水温度尽可能低，利于更多的烟气冷凝。

如果系统回到锅炉水温不能保持较低温度，那么使用冷凝式锅炉没有任何实际意义，不能起到节能的作用。

接下来我们将看看几个与冷凝式锅炉匹配的系统。



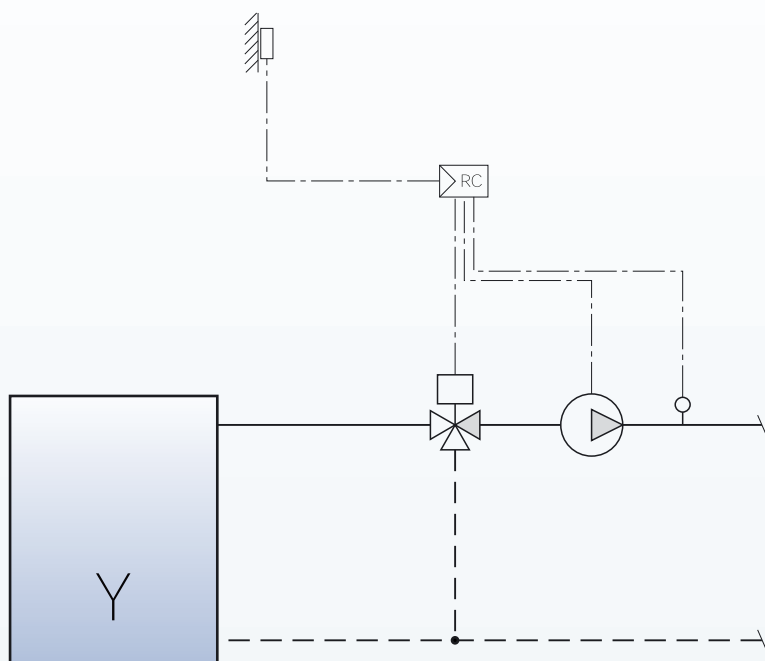
图示1

冷凝式锅炉，气候补偿式供暖系统

以下图示的冷凝式锅炉必须是无最低流量要求的锅炉。

系统调节方式易实现和操作，且能保证锅炉低温回水。

如果是散热器采暖系统，可以在每个散热器上安装恒温控制器结合气候补偿式调节，这样回水温度会更低。



图示2

冷凝式锅炉，气候补偿式供暖系统及水力分压器。

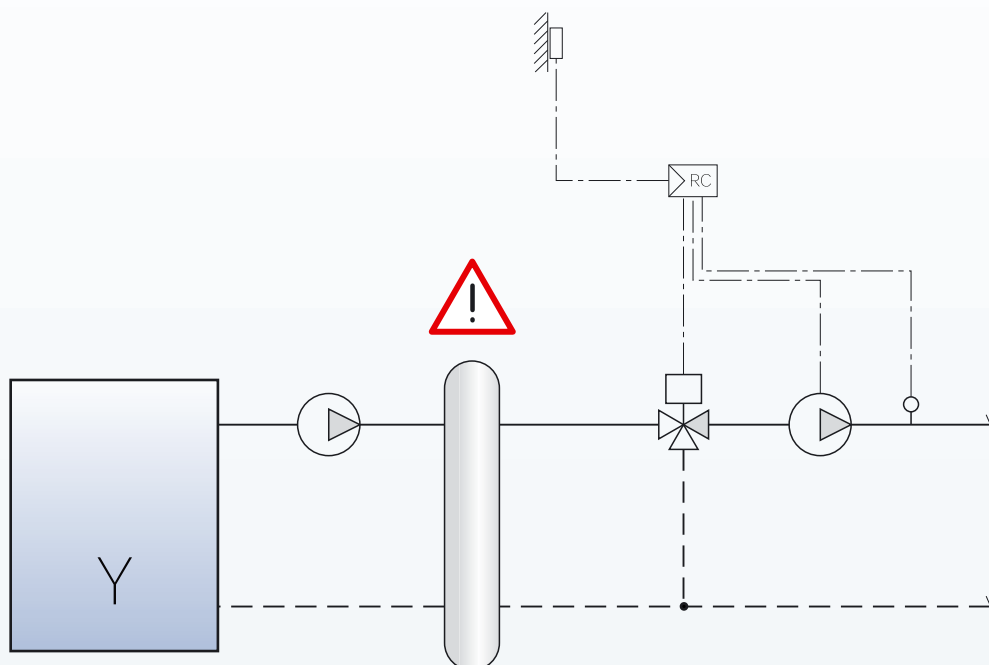
以下图示中的冷凝式锅炉有最低流量的要求。

因为锅炉所需的最低流量值较高，所以通常在系统与锅炉之间加入水力分压器分为一/二次系统来保证一次系统流量。这个解决方案也通常出现在锅炉厂家提供的技术资料中。

但是，运用水力分压器只是解决了一次系统最低流量的需求问题，而随之会出现的问题是锅

炉回水温度升高，冷凝余热回收少，节能效果甚微。

比较理想的解决方式是，一次系统水泵采用变频泵，它可以根据二次系统的变化而改变一次流量减少高温水循环量。变频泵的最低流量应符合锅炉所需最低流量值。



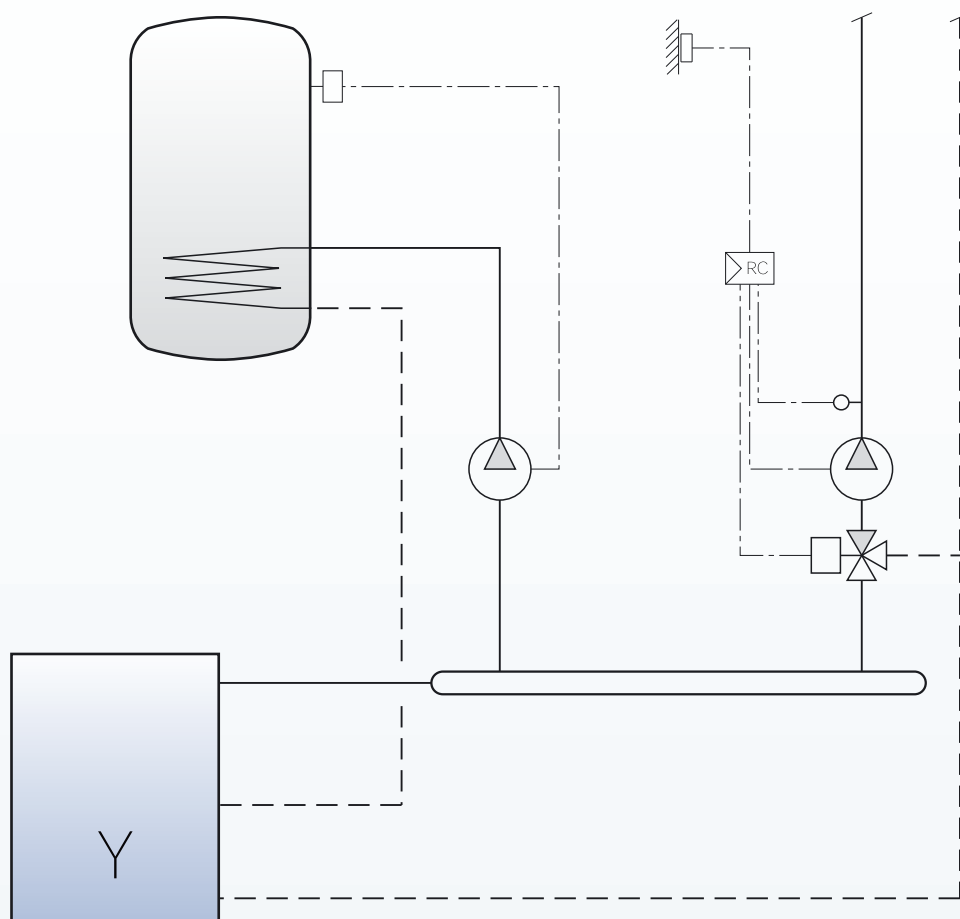
图示3

冷凝式锅炉，气候补偿式采暖系统，储热式生活热水系统。

以下图示中的冷凝式锅炉无最低流量的要求。系统调节方式易实现和操作，且能保证锅炉低温回水。

如果是散热器采暖系统，可以在每个散热器上安装恒温控制器结合气候补偿式调节。这样回水温度会更低。

储热水生活热水系统的一次换热温差较小，回水温度相应较高，会阻碍烟气冷凝，因此回水进入锅炉的高温回水入口（见26页）。



图示4

冷凝式锅炉，气候补偿式采暖系统，即热式生活热水系统。

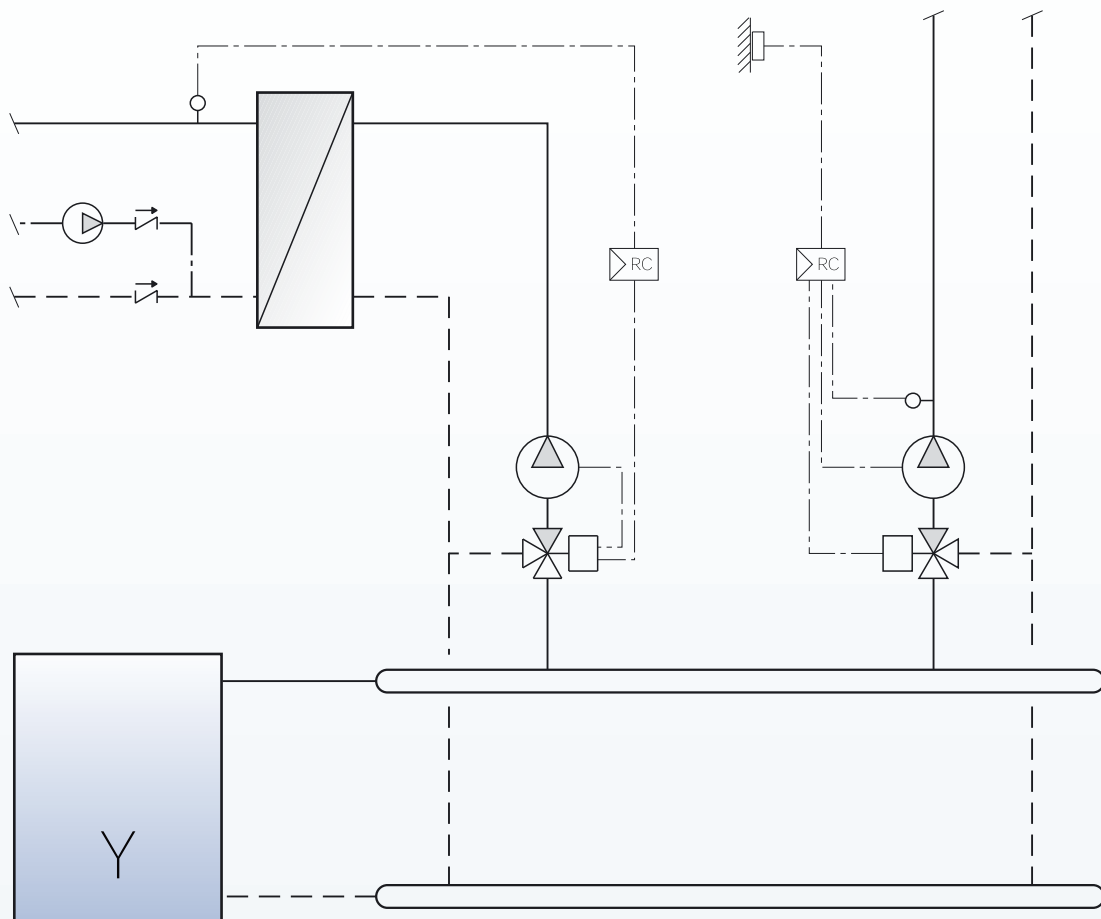
以下图示的冷凝式锅炉必须是无最低流量要求的锅炉。

系统调节方式易实现和操作，且能保证锅炉低温回水。

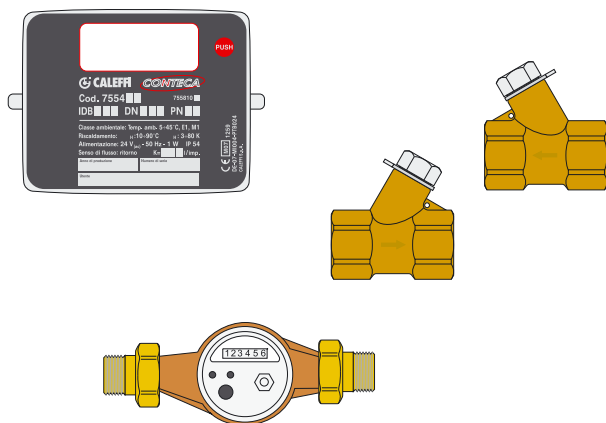
如果是散热器采暖系统，可以在每个散热器

上安装恒温控制器结合气候补偿式调节。这样回水温度会更低。

即热式生活热水系统一次换热温差大，因此回水可直接回到冷凝式锅炉（见26页）。



直接式热计量表 Conteca -MID法令-M-bus传输数据 7554型



功能

Conteca是直接式的热量计量仪表，它专门运用于住宅的热量消耗测量与双重数据存储。它既可以计量供暖热量也可计量制冷热量（755810型）。

仪表由一套电子计算单元，一个流量表和两个温度探头组成。

Conteca热表安装简便，无需专业维护（电池电量能维持5年）。

Conteca热表有另外三个附加的脉冲接口，两个为数字式警报接口，另一个为集中数据M-Bus线传输（最多250个模块）。

产品范围

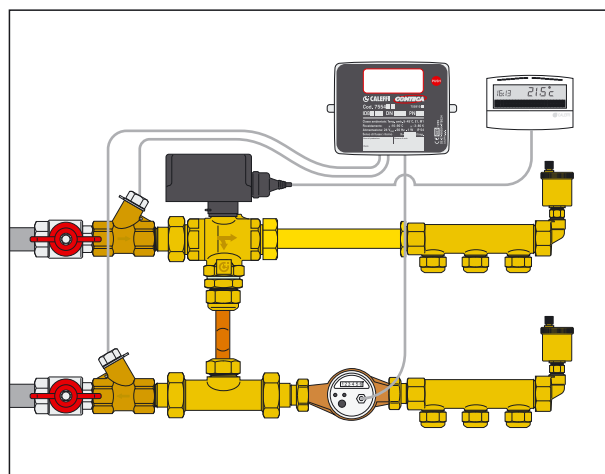
7554型	热计量表	口径1/2" - 2" 套筒活接，DN65-DN200法兰连接
755000型	控制器	
755055/56	M-Bus数据传输转换器	

技术特征

- 电源：24V (ac) -50Hz-1W
- 数据传输：M-Bus线方式
- 防人为失调设置
- 先进的控制软件
- 符合法规：2004/22/CE EN1434法规

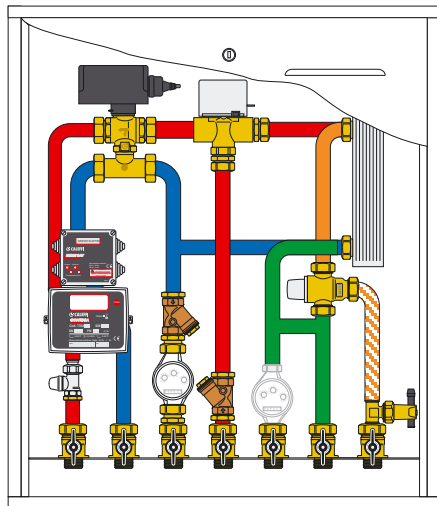


安装图示



即热式生活热水型热力站

SAT77型



功能

SAT77型热力站用于调节供暖温度以及产生生活热水。

它的优点在于集多种功能于一体且体积小，连接方便。

它能实现供暖/生活热水的自动切换，供暖的温度调节，供暖/生活热水的热计量，生活热水的恒温，冷水的计量（选配型号794204）。

热力站的所有管道接口均水平分布，每一个接口带有活接球阀，方便与系统管道连接。

箱体为嵌墙式安装、箱盖上有通风口，避免了局部温度过高。

技术特征

材质

- 球阀：- 阀体：UNI EN 12165 CW617N黄铜合金
- 手柄：铝喷漆
- 止回阀芯（冷水入口）：EN 13959认证止回阀芯
- 箱体：Fe360钢，厚度15/10 mm
- 防锈漆处理
- 内部颜色RAL7024，外部颜色RAL9010
- 内部管道：紫铜管

性能特征

- 最大工作压力：10 bar
- 水温范围：0-90°C
- 适用介质：水/乙二醇溶液（最大比例30%）
- 接口口径：3/4" M

各部件特征

- 带保温的换热器：- SAT77：额定功率35kW
- SAT77：额定功率45kW
- 可调节式防烫恒温混合阀：30-50°C ±2°C
- 区域三通球阀，旁通平衡孔U6。
- 电机：230V (ac) -6W
- 生活热水优先切换阀：230V (ac) -50Hz-1W
- 预留M-Bus线接口
- 电路盒：230V (ac) -50Hz-15W

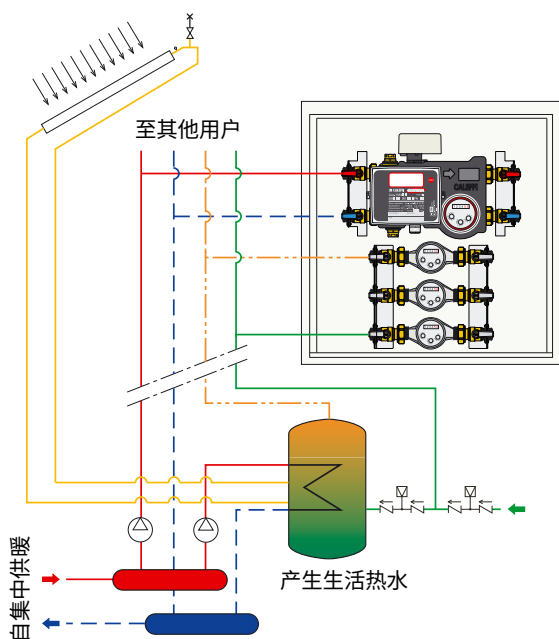
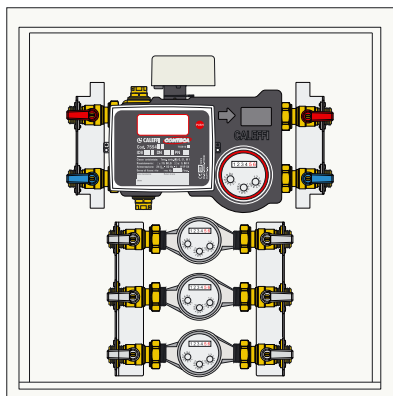


通用型热力站-PLURIMOD®

生活热水集中供应系统

Conteca热计量

7000型



功能

在集中供暖和生活热水集中供应的住宅系统中，家用型热力站（又称为无燃料型壁挂炉）起到了调节和计量热量的作用。

通用型热力站一大特点是可以根据用户的系统情况进行现场的调整，增减各项功能。

供暖的调节方式为区域阀开/关型，三通区域阀的旁通有平衡装置。

热计量仪表符合2004/22/CE（MID）法规，可计量热量和冷量，计量数据可通过M-Bus线传输）。

供暖调节部分带有预制热压保温壳。

冷热水部分有三个连接组件：生活冷水，生活热水，中水。组件包含上下游球阀及水表，可计量实际用水量。

同时还可以选配冷热水防烫恒温组件5217型，保证生活热水水温恒定、安全。

恒温出水口可选配流量限制器，动态平衡每户生活热水用量。



技术特征

材质

- 阀门元件：UNI EN12165 CW6171N黄铜合金
- 连接管道：紫铜管

性能

- 最大工作压力：10 bar
- 水温范围：0-90°C
- 适用介质：水/乙二醇溶液（最大30%）
- 接口口径：3/4" M

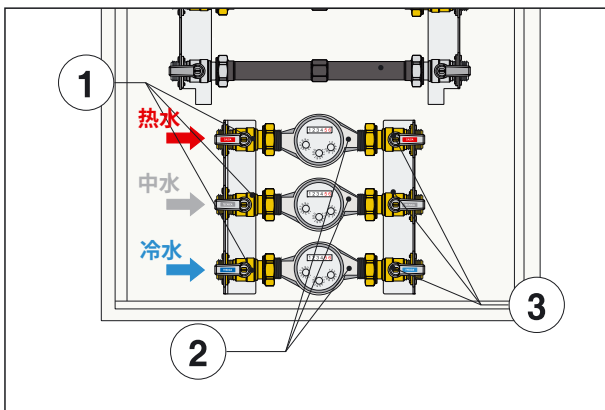
元件特征

- 镀锌钢板箱体520×520，深度110-140 mm可调节；
- 箱盖内侧喷漆（RAL9010）；
- 电动执行器（6440型）；
- 一体式区域阀；
- 带一对截止球阀的供暖预连接组件、带支架；
- Conteca热计量表（7554型）；
- 三套冷热水预连接组件，带支架，700050/700051型。

通用型热力站-PLURIMOD® 生活热水集中供应系统 Conteca热计量 7000型



700050 - 700051 生活用水连接组件



700050：冷热水直接读数型计量表 3/4" M×3/4" M

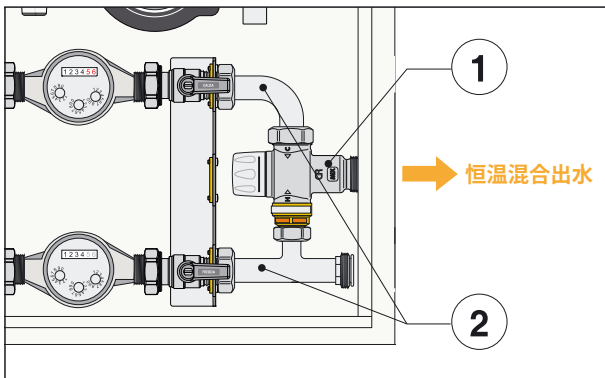
700051：冷热水脉冲输出计量表 3/4" M×3/4" M

元件名称

- 1) 止回球阀3/4"
- 2) 计量表预接套筒
- 3) 球阀

为防止热空气冷凝到冷水表上引起滴水，因此将冷水预接组件放到热力站最下端。

700055混合功能



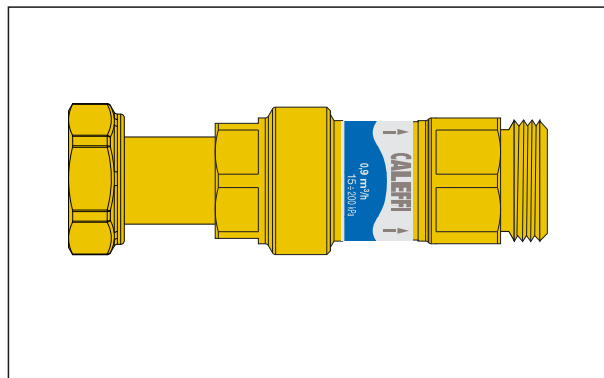
元件明细

- 1) 5217型防烫恒温混合阀，NF079认证，温度调节范围 30-50°C
- 2) 连接管件：
最大工作压力：10 bar
最高进水温度：85°C

注！要实现冷热水恒温混合水功能需要拆除冷热水组件中的中水预连接组件。

更多信息请参考样本01092.

700075... 紧凑式动态流量平衡阀



可选流量

压差 15-200 kPa 范围									
m³/h	编码	m³/h	编码	m³/h	编码	m³/h	编码	m³/h	编码
0.12	M12	0.25	M25	0.40	M40	0.70	M70	1.00	1M0
0.15	M15	0.30	M30	0.50	M50	0.80	M80	1.20	1M2
0.20	M20	0.35	M35	0.60	M60	0.90	M90	1.40	1M4



PLURIMOD®
滴滴皆清楚



7000型 PLURIMOD® 热力站 热计量系列新产品

- 紧凑美观：无燃料型独立热力站
- 功能齐全：温度调节、热计量、冷热水计量
- 安装方便：预留水平、垂直接口和支架

www.caleffi.cn

CALEFFI SOLUTIONS MADE IN ITALY

CALEFFI
Hydronic Solutions