

不锈钢用于 供热系统

在全球的建筑总能源消耗中，采暖和热水几乎占一半。尽管热泵日益受到欢迎，但绝大多数的供热都依赖于化石燃料或可再生燃料的燃烧。涉及燃烧的加热方法会因高温和腐蚀性副产物的形成而对设备造成负担，不仅影响效率，还可能影响安全。因此，现代供热系统越来越多地依赖含钼不锈钢。

随着全球人口结构的变化和生活水平的提高，自2010年以来，室内供暖量激增了近25%。要实现我们的气候目标，当务之急是要最大程度地减少燃料消耗，从而减少温室气体排放。因此，供暖供热系统必须不断提高效率。

传统的住宅供暖系统种类繁多，具体取决于气候、燃料供应情况和当时盛行的技术。但大多数系统的工作原理都是燃烧某种燃料，加热锅炉中的水或火炉中的空气。然后，热水通过管道系统在整个建筑物内循环，通过散热器或地板辐射给房间供暖，而热空气则通过管道循环进入居住空间。

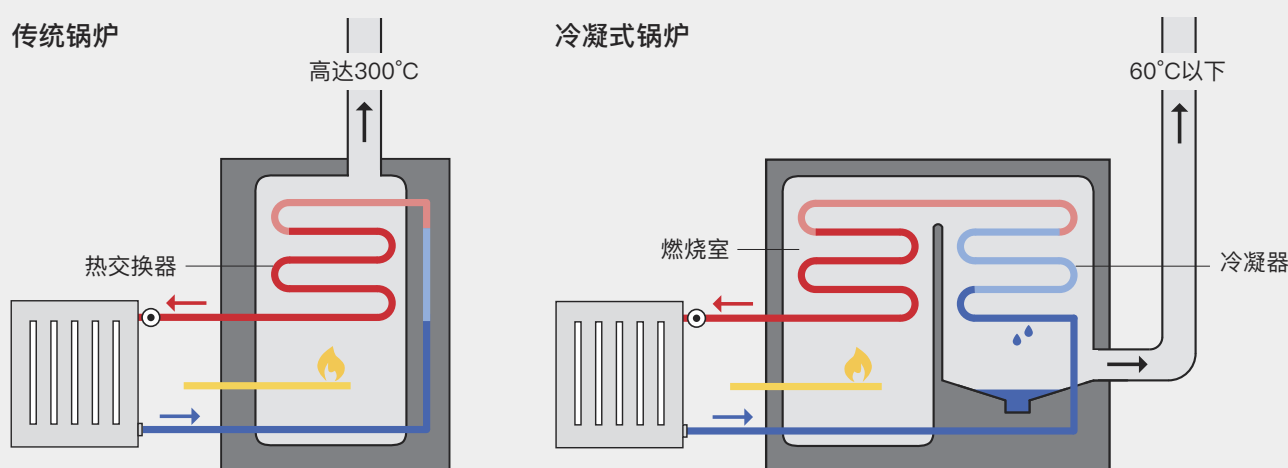
大多数燃料，无论是石油、天然气和煤炭等化石燃料，还是木材或沼气等可再生燃料，都以烟气的形式排放。排放物根据燃料的不同，主要由氮气、二氧化碳和水蒸气组成，并含有少量的氮氧化物（NO_x）、二氧化硫SO₂和颗粒物。这些潜在的有害气体通过烟道或烟囱排放到室外。当烟气冷却到露点（约56°C）以下时，水蒸气凝结成水，与其他化合物结合会产生腐蚀性酸。每个供暖系统都有自己的特点和要求。冷凝燃气锅炉的烟气温度相对较冷不到60°C，与燃木取暖炉高达600°C的烟气温度截然不同。前者需要耐酸性冷凝物的烟道，而后者则需要耐高温的烟道。令人惊讶的是，两者都可以使用相同的含钼不锈钢来保证使用寿命。

除烟气外，循环水和自来水也会对住宅供暖系统构成主要的腐蚀风险并影响其效率。经过处理的水中所含有的腐蚀性物质，尤其是氯化物和游离氯，会腐蚀锅炉水循环系统的表面。硬水中的钙和镁会形成水垢沉积物，它会降低热效率，并导致部件过早失效。含钼不锈钢以其光滑的表面和较高的耐腐蚀性，可为燃烧式家庭供暖和热水系统的所有设备：锅炉、炉灶、壁炉、烟囱烟道和热水箱提供完整的解决方案。

锅炉：不锈钢帮助提高效率

锅炉是热水加热系统的核心。锅炉根据所有技术的不同，利用燃气、燃油、木材甚至煤炭燃烧来产生热量。然后，大部分热量通过热交换器转移到水循环系统中，而烟气中未被利用的余热则排放到室外。为了提高锅炉的效率并减少对环境的影响，必须尽量减少通过这种方式向外散失的热量，并将其用于加热循环水。烟气的温度越低，用于房屋供暖和浴室厨房热水的能源就越多。因此，下图所示的现代冷凝式锅炉是当今市场上最高效的供热设备之一。锅炉的耐用性和性能还取决于燃料类型、操作和维护方式以及所用材质。

传统锅炉和冷凝式锅炉的功能示意图



传统锅炉在燃烧室里有一个燃烧器和一个热交换器。热气体加热了循环系统中的水，然后在仍然很热的情况下通过烟道排出，将大量宝贵的热能损失到外界。相比之下，冷凝式锅炉的能源效率要高得多，因为它在燃烧室之后采用一个冷凝器，通过预热加热回路中的进水，从烟气中提取更多的热量。这样，烟气温度就会降到“露点”60°C以下，烟气冷凝并形成酸。燃烧室和冷凝器的设计可分别耐腐蚀性烟气和酸性冷凝物的腐蚀。冷凝器可以收集冷凝液，而不是将其排放到大气中，从而减少空气污染。

燃烧室和热交换器所用的材料在很大程度上决定了锅炉的使用寿命和性能。这些部件传统上由铸铝、陶瓷和钢制成，现在越来越多地采用 316L 不锈钢制造。钼含量2% 的316L，具有非常好的抗点蚀性能和良好的高温强度。在最新的高效冷凝锅炉中，采用了316Ti不锈钢，在某些高端型号中，甚至使用了904L不锈钢。904L含有4%的钼，具有更好的耐腐蚀性能，可以确保很长的使用寿命。

不锈钢用于烟囱

锅炉、火炉和其他燃烧式供热系统产生的热烟气必须通过烟囱排放。传统的砖石烟囱的烟道很少能不漏水，因此腐蚀性冷凝水和酸性烟气会侵蚀和损坏砂浆接缝，使潮气、危险气体和烟雾进入室内。因此，烟道需要内衬。然而，许多老式供热系统的内衬已经严重老

化，或者根本没有内衬。现代的内衬通常是双层的，一般在两层衬里之间有隔热层。现在316L不锈钢被用作高性能烟道的内层衬里。这个牌号的不锈钢可以耐酸性冷凝水、酸性烟气和高温。在温和的环境中，外层衬里可以采用相同的材料或304不锈钢。不锈钢烟道内衬表面光滑，烟尘更难附着，排烟速度更快，减少了烟尘聚集还能降低火灾风险。

不锈钢相对较轻且易于安装，既适用于现有烟囱烟道的内衬，也适用于新安装的烟囱烟道。316L不锈钢可以制作各种形状和直径的套管和烟囱出口。不锈钢能耐受所有燃料，是燃木、燃油和燃气锅炉的理想材料，可在高温和低温条件下排出干燥或潮湿的烟气。传统上使用双层不锈钢内衬是为了避免室内管道温度过高而造成危险，同时也是为了保持烟气温度，确保良好的通风，避免结露。而对于冷凝式锅炉来说，保温层解决的是另一个问题。烟气温度非常低，几乎没有自然通风，因此保持烟气温度对于烟气排放极为重要。

➤ 在现有建筑中更换老旧的供热系统时，由于烟气温度较低，砖石烟囱必须加装内衬。从上方安装的不锈钢内衬，不仅经久耐用、防渗水，还能避免在建筑内部进行大型施工。





© Cheminées Poujolat

➤ 对于不完全平直的旧烟囱，可采用柔性不锈钢内衬，以满足通道的要求

双层不锈钢管也可单独使用，无需传统的砖石烟囱作为支撑。这种解决方案成本低、重量轻、易于安装、节省空间，还能为室内外增添美观和引人注目的元素。

不锈钢热水储罐

热水储罐储存热水，供家庭浴室和厨房使用。316L不锈钢符合卫生和耐用性方面的最高要求，可以承受各类饮用水的腐蚀风险。与需要定期更换镁阳极的搪瓷钢储罐不同，316L不锈钢需要的维护最少。同烟囱烟道的内衬一样，不锈钢水箱内衬也很光滑，可减少水垢的聚积，从而减少维护，防止水箱过早老化。同样由316L不锈钢制成的换热盘管，除了具有良好的导热性外，也有同样的优点。在含氯化物的热水中，应力腐蚀开裂 (SCC) 始终是一种风险。为了应对应力腐蚀开裂，热水

储罐的内衬和加热盘管常常采用钼含量为2%的444铁素体不锈钢和钼含量为3%的2205双相不锈钢。双相不锈钢热水储罐得益于其高强度，比常规水箱的重量轻得多。

目前最高效的供热系统，其设计选材发展方向都是采用含钼不锈钢材料。316L不锈钢用于各类供热应用，提高了锅炉、烟囱配件、套管和出口、烟道管道和内衬、热水箱和水箱热交换盘管的效率和耐久性。此外，904L奥氏体不锈钢，444铁素体不锈钢和2205双相不锈钢也被用于某些特定的应用。尽管如此，但随着无排放的电热泵以两位数的速度增长，家庭供暖正在迅速摆脱燃烧化石燃料——但并没有远离含钼不锈钢。含钼不锈钢优异的耐腐蚀性能和卫生性能对于热泵是必不可少的。(Thierry Pierard)

➤ 从锅炉出来的热水，通过换热器盘管进入热水箱，将其热量传递给不锈钢储罐中的水



© Viessmann