

增材制造



NR 150/11 型罐式炉用于在3D打印后对金属部件进行去应力退火



TR 240 型烘干箱用于烘干粉末



KTR 2000用于3D打印后进行粘接剂固化的干燥炉



紧凑的管式炉用于在 3D 打印后的烧结或在保护气体或真空中进行去应力退火



HT 160/17 DB200 型用于排胶以及在 3D 打印后烧结陶瓷

增材制造可将产品结构文件直接转换成功能齐全的产品。通过 3D 打印技术，由金属、玻璃、塑料、陶瓷、玻璃、沙或其他材料制成的产品，被层层组装起来，直至达到它们的最终形状。

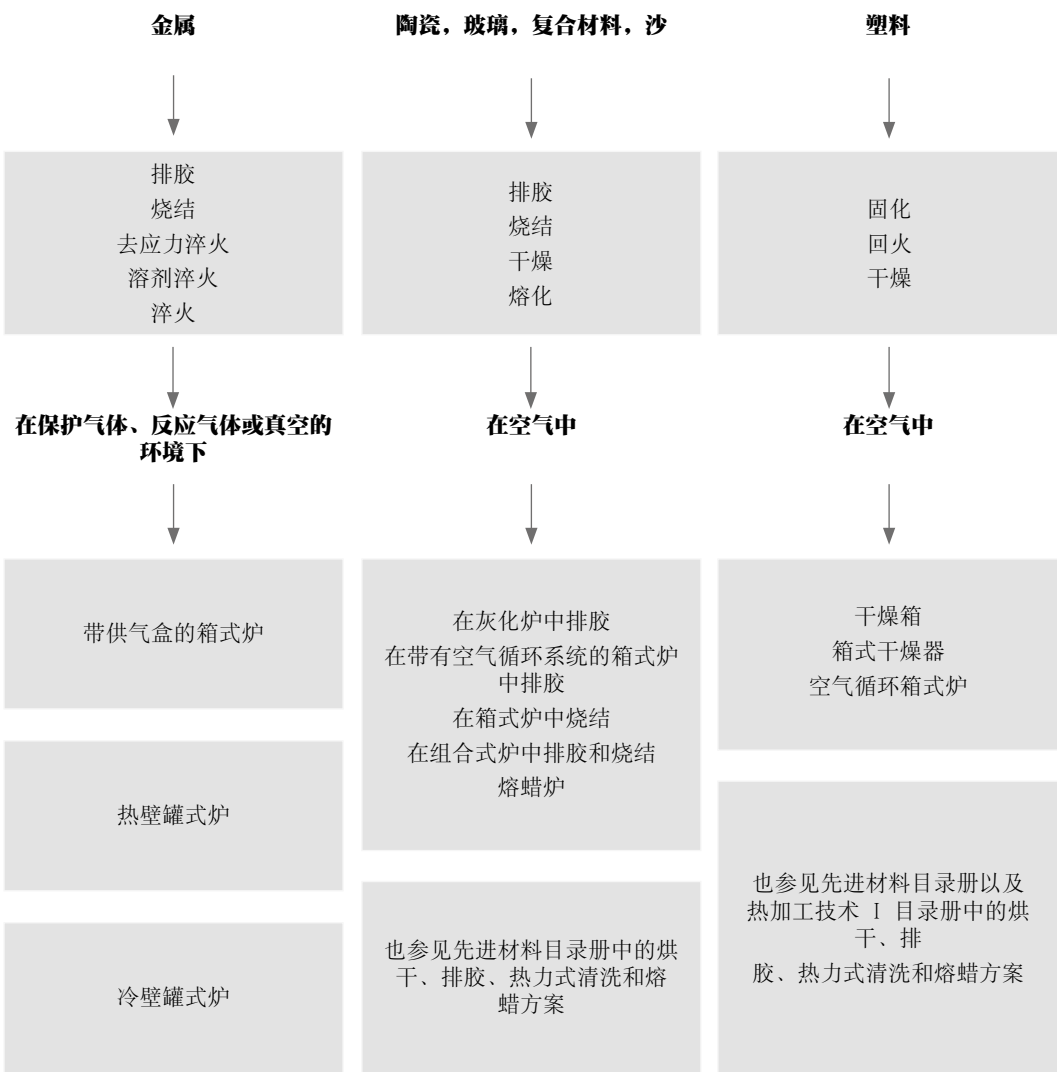
根据材料，层与层之间将通过一个粘结剂系统或通过激光技术相互连接。

许多增材制造工艺要求对所制造的部件进行后续热处理。对热处理炉提出的要求取决于部件的材质、工作温度、炉中的气氛，当然还有增材的加工工艺。

除了正确选择窑炉和工艺参数外，热处理的前置工艺过程也对整个结果有影响。要获得一个良好的表面质量，在热处理前对部件进行专业和合适的清洁也是一个决定性的标准。

这尤其对于在真空中进行的或在要求具有很低残氧含量的窑炉中进行的工艺过程特别重要。哪怕是少量的泄漏或污染都可能导致结果不达标。因此，不容忽视对窑炉的定期清洁和维护。

在增材制造中，有含胶粘剂和不含胶粘剂的打印方法之间存在分别。根据制造工艺，有不同的炉型可以用于后续的热处理。



不含粘结剂的系统

在不用粘结剂进行增材制造时，通常用粉基激光熔化工艺在打印平台上加工部件。与此同时，市场上也出现了其他制造工艺，他们在加工过程结束后同样需要相应的热处理。

以下诸表显示典型的物料和市场上提供的基于激光系统的制造平台的尺寸所对应推荐的关于炉子大小、必要的温度和炉内所需气氛。

铝制部件

通常在150 °C和450 °C之间的温度下在空气中对铝进行热处理。

由于具有很好的温度均匀性，故空气循环箱式炉适用于回火、人工时效、去应力退火或预热。



被打印的铝制部件，在N 250/85 HA型窑炉中经过热处理（在SUPCHAD平台上的制造商CETIM CERTEC）

最大的 制造平台尺寸举例	空气循环箱式炉参见第42页 至450 °C ¹
210 x 210 mm	NA 30/45
280 x 280 mm	NA 60/45
360 x 360 mm	NA 120/45
480 x 480 mm	NA 250/45
600 x 600 mm	NA 500/45

¹也可以作为650 °C和850 °C的炉型提供



用于在空气中进行热处理的
NA 250/45型空气循环箱式炉

不锈钢或钛制部件

某些不锈钢或钛的热处理经常在保护气体气氛下并在低于850 °C的温度下完成。

通过使用带有相应的工艺气体供应装置的供气盒可以将标准窑炉装备成一个保护气体炉。视工艺气体的性质、预冲刷速率、工艺冲刷速率和供气盒的状态，剩余氧气含量最高可达100 ppm。

内装有供气盒的下述空气循环箱式炉的工作温度范围在 150 °C和 850 °C之间。如果从窑炉中取出供气盒，同样可以将铝制或钢制部件置于空气中进行热处理。

最大的 制造平台尺寸举例	空气循环箱式炉参见第42页 至850 °C，带供气盒
100 x 100 mm	N 30/85 HA
200 x 200 mm	N 60/85 HA
280 x 280 mm	N 120/85 HA
400 x 400 mm	N 250/85 HA
550 x 550 mm	N 500/85 HA

在上表中提及的类型只代表几个例子。



N 250/85 HA型空气循环箱式炉连同
供气盒，用于在保护气体气氛下的
热处理



NRA 150/09用于在保护气体气氛下进行热处理的热壁罐式炉

对于敏感性物质如钛，因供气盒中存在剩余氧气含量而可能导致部件氧化。

此情形下，可以使用最高温度达900 °C 或 1100 °C 的热壁罐式炉。此类气密式罐式炉非常适用于需要特定的保护气体或反应气体气氛的热处理工艺。即便是为了用于在温度高达600 °C 的真空中进行热处理，也能设计出紧凑型罐式炉。借助这些窑炉可以明显减少部件氧化的风险。

最大的 制造平台尺寸举例	热壁罐式炉 参见第14页
200 x 200 mm	NR 20/11 和 NR (A) 17/..
300 x 300 mm	NR 80/11 和 NR (A) 50/..
300 x 500 mm	NR 80/11 和 NR (A) 75/..
400 x 400 mm	NR 160/11 和 NR (A) 150/..
400 x 800 mm	NR 160/11 和 NR (A) 300/..



用NR 50/11型窑炉在氩气气氛中进行热处理后的钛拉伸棒

对于需要在保护气体的气氛下以及在1100 °C 以上的温度下或600 °C 以上的真空中完成的工艺，可以使用冷壁罐式炉。

制造平台 制造平台尺寸举例	冷壁罐式炉 ¹ 参见第22页
100 x 100 mm	VHT 8/..
250 x 250 mm	VHT 40/..
350 x 350 mm	VHT 70/..
400 x 400 mm	VHT 100/..

¹可提供不同的加热器材质和最高的窑炉



VHT 100/12-MO型冷壁罐式炉，用于高真空下的工艺

铬镍铁合金或钴铬制部件

铬镍铁合金或钴铬材料的热处理通常在850 °C 以上至最高1100 °C 到1150 °C 的温度下完成。对于这些工艺，可以使用不同的窑炉系列。在许多情况下，内装有供气盒的LH .. 或NW .. 制造系列的箱式炉就足够了，它们具有出色的性价比。这两个窑炉系列都适用于在800 °C 和1100 °C 之间的温度范围。

制造平台 制造平台尺寸举例	箱式炉参见第30页和第34页 至1100 °C，带供气盒
100 x 100 mm	LH 30/12
250 x 250 mm	LH 120/12
400 x 400 mm	LH 216/12
420 x 520 mm	NW 440
400 x 800 mm	NW 660



LH 60/12型箱式炉连同供气盒，用于在保护气体气氛下的热处理

含有粘结剂的系统

在粉末打印工艺中，用有机粘结剂来建造部件，它们在热处理时会蒸发。这些部件的材质可以是陶瓷、金属、玻璃或沙。根据蒸发量，可以使用带有分级安全系统的窑炉来进行排胶和烧结。

在第10页和第11页上通过一个决策矩阵来呈现不同的方案，并在接下来的页面中作出解释。

制造空间的尺寸至 (宽x深x高)	排胶炉 ¹ 也请参见先进材料目录册	烧结炉 ² 也请参见先进材料目录册
100 x 100 x 100 mm	L 9/11 B0	LHT 4/16
200 x 200 x 150 mm	L 9/11 B0	HT 40/16
300 x 400 x 150 mm	L 40/11 B0	HT 64/17

¹ 应遵守排胶特性参数，如最大的有机物数量、蒸发率

² 可以提供炉膛最高温度不同的窑炉

在保护气体或反应气体气氛下或在真空中进行排胶和烧结

为了避免利用含粘结剂的系统来打印的金属部件发生氧化，会在无氧气的情况下完成排胶和烧结这两个工艺步骤。

根据材料和粘结剂系统的情况，要么在一种不可燃的保护气体下（IDB）、在氢气（H₂）下进行排胶，也可以在一个硝酸和氮气的混合物中通过催化来完成排胶过程。要确保这些过程能够可靠地进行，就要使用合适的安全系统。

该列表显示了一些可以配备相应的安全技术装置的窑炉案例。在此，热壁罐式炉作为排胶炉，冷壁罐式炉作为烧结炉使用。视应用情况，也可以用一种窑炉来完成两种工艺。

制造空间的尺寸至 (宽x深x高)	热壁罐式炉 ¹ 参见第14页	冷壁罐式炉 ^{2, 3} 参见第22页
100 x 180 x 120 mm	NRA 17/..	VHT 8/..
180 x 320 x 170 mm	NRA 17/..	VHT 25/..
230 x 400 x 220 mm	NRA 50/..	VHT 40/..
300 x 450 x 300 mm	NRA 50/..	VHT 70/..
400 x 480 x 400 mm	NRA 150/..	VHT 100/..

¹安全系统参见第16和19页，最高窑炉温度参见第14页

²可提供不同的加热器材质和最高的窑炉

³使用内部工艺盒来排除余胶



L 40/11 B0型马弗炉，带有被动式安全系统和内置的后燃烧装置，用于在空气中进行的热排胶



HT 64/17 DB100型高温炉，带有被动式安全系统，用于在空气中进行的排胶和烧结工艺



带有装酸泵的柜子的NRA 40/02 CDB型气密罐式炉