# 中华人民共和国国家标准

# 热喷涂金属件表面预处理通则

GB 11373—89

**The general principle of surface preparation of metallic substrate for thermal spraying**

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了热喷涂前对金属基体作表面预处理的一些基本准则。

本标准适用于新件生产，也适用于旧件修复。

## 2 引用标准

GB 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级

GB 1031 表面粗糙度参数及其数值

GB 11375 热喷涂操作安全

## 3 表面预处理的意义和要求

基体金属表面的预处理状况，决定着热喷涂涂层与基体的结合性能，因此对其使用寿命有决定性的影响。

表面预处理包括除去金属表面的油脂、其他污物、锈、氧化皮、旧涂层、焊接熔粒[1]以及对表面的粗化处理。

待喷涂表面必须进行粗化。喷砂粗化，是最常用的粗化处理方法之一，它能达到符合技术要求的粗糙度，使涂层与基体很好地啮合，并可去除油污、锈、氧化皮、旧涂层等。其他常用的粗化处理方法，如车螺纹、滚花、电拉毛(亦称镍拉毛)、喷钼和镍包铝等或上述方法的综合使用均可提高涂层与基体的结合强度。

各种粗化方法，对基体材料的疲劳强度有一定的影响。喷砂对低强度材料及未经淬火的零部件，其疲劳强度影响不大，但对高强度的淬火材料就有不同程度的损害；车螺纹、滚花和电拉毛，由于基体材料表面缺口处应力集中，其疲劳强度降低；承载的截面积相应减小，其承载能力下降。在粗化处理中，应注意此问题。

在表面预处理过程中，工件必须保持干燥，在不利的气候条件下要采用必要的保护措施。

预处理与喷涂工序之间，工件停留时间应尽可能缩短。晴天或湿度不大的气候条件下，其停留时间不得超过12h；雨天、潮湿、盐雾或含硫的气候环境下，其停留时间不得超过2 h。

工作环境的大气温度至少应高于气温5℃或基体的温度至少高于大气露点3℃。

必要时，还应采取其他有效措施，如遮盖，加热或输入净化、干燥的空气，以便满足工作环境的要求。

注：1) 除去焊接熔粒不属于本标准的范围，但凡需热喷涂的工件必须除去焊渣和飞溅的熔粒。

## 4 预处理方法

根据涂层的应用目的、涂层材料的种类和基体表面的原始状况，推荐采用以下方法。

国家技术监督局1989-06-29批准　　1990-01-01实施

4.1 脱脂净化

当工件按4.2条～4.6条进行处理之前，必须按下述方法仔细地清除油脂等污物。

a. 溶剂法 采用溶剂汽油、三氯乙烯或四氯化碳等擦洗、浸洗可有效地除去油脂。

b. 蒸气清洗 该法通常采用三氯乙烯等卤代烃系溶剂在一定设备中作蒸气清洗，此法可以把金属表面的油脂有效地除去。但应注意铝和锌作此处理以前，应仔细除去加工时留下的碎屑，以免与溶剂发生激烈反应。

c. 乳液清洗法 乳化清洗液通常由混有强乳化液和湿润剂的有机溶液配制而成，此法具有脱脂能力，且不会产生污染。可用热液浸洗工件，也可在冷态下应用，清洗后再用水漂洗去乳液。

d. 碱性清洗剂法 此清洗剂常以氢氧化钠、磷酸钠、碳酸钠和钠的硅酸盐为主，浸洗时浓度为50～75 g/L，温度为80℃，浸渍时间30 min 即可脱脂。亦可使用碱液作喷射清洗，浓度可低至10～20 g/L，温度为80℃，喷射1～2 min 可得到清洁的表面。

碱液清洗后的工件，如未自干，应即作干燥处理。

e. 加热法 对于被油脂浸透了的铸铁或多孔隙的零部件，可用低温（约300℃）加热法将渗入的油脂驱除，表面的积炭可用细磨料（见4.2.3条）喷除。

4.2 喷砂粗化

喷砂处理后的清洁度应达到 GB 8923第3章中规定的最高清洁度 $S_a3$，即完全除去氧化皮、锈、污垢和旧涂层等附着物。

粗糙度应达到 $R_z25$～100 μm，即在取样长度内5个最大轮廓峰高与5个最大轮廓谷深的平均值之和应达到上述值。

喷砂使用的压缩空气必须干燥、无油。压力式喷砂机喷口处压力一般为0.34～0.52 MPa，射吸式喷砂机压力一般为0.52～0.69 MPa，但对于壁厚小于4 mm 的薄板件，压力可略低于下限；磨料的喷射方向与工作面法线之间的夹角一般取15°（不能超过30°），喷砂咀到工件的距离一般取100～300 mm，这些参数视工件具体情况而定。

4.2.1 喷砂方法 热喷涂常用喷砂方法如下：

a. 离心抛砂法 此法是采用装有回收磨料的循环抛射装置，可对工件连续进行离心抛射，效率最高。

b. 压力式喷砂法 此法是利用空气压力将磨料送入喷枪高速喷出，而使工件粗化的方法。可在喷砂室或喷砂厅内进行自由喷射，也可使用回收磨料的循环装置，还可在现场对已安装的钢结构件或较大的工件进行自由喷射，喷射磨料一般只用一次。必要时也可人工回收、分筛、干燥后继续使用，效率较高。

c. 射吸式喷砂法 此法是借助空气在喷砂枪内腔形成负压吸取磨料，高速喷出，使工件粗化。可在喷砂箱内连续喷射，效率不如上两法。

d. 无尘喷砂法 此法系一种能回收磨料的特殊喷砂方法。仅用于较小喷砂面及特殊场合。

4.2.2 喷砂磨料 喷砂粗化用磨料必须保持清洁、干燥。在制备功能性涂层时，喷砂粗化不允许使用被旧涂层、氧化皮、或油脂等污染了的磨料。

喷砂用磨料还必须有尖锐的棱角，推荐优先选用4.2.2.1条和4.2.2.2条规定的磨料。

4.2.2.1 熔融刚玉和碳化硅 熔融刚玉（白刚玉、棕刚玉等）和碳化硅，这类磨料除了有较高的硬度和棱角外，还具有较好的耐用性和极好的粗化效果。

4.2.2.2 冷硬铸铁 棱角形冷硬铸铁磨料有较高的使用寿命，一直可用至棱角磨钝才更换，但在非铁金属如铝锌及其合金上易造成电位腐蚀。

4.2.2.3 其他磨料 炼钢炼铜的炉渣也可使用。尖锐有棱角的石英砂虽也具同样功能，但除非有良好劳动保护措施，我国是禁止在敞开条件下使用的。

4.2.3 磨料粒度

熔融刚玉、碳化硅和冷硬铸铁磨料等都有不同的粒度，应根据不同情况予以选用。

一般壁厚大于或等于4 mm 的构件，选用磨料粒度范围为0.5～1.5 mm，若是矿渣则应选用0.5～2.0 mm。

壁厚小于4 mm 的构件或白色金属如铝及其合金等，则应选用体积密度小的磨料。

对于轧制氧化皮的去除，可选用更细的磨料，喷射细磨料时，扫描面积大，效率也高。

4.2.4 喷砂表面的检验

清洁度 产品的清洁度检验，按有关标准制备基准样板进行目视比较，也可按 GB 8923中规定的 $S_a3$级标准片进行目视比较。

粗糙度 采用粗糙度样板与工件进行目视比较。粗糙度样板应通过光切显微镜检查，$R_z$ 值应符合 GB 1031，以此作为基准样板。

4.2.5 喷砂的防护

喷砂处理的防护措施，系指工作场地和环境而言，尤其是对现场及周围人员的防护，具体措施按 GB 11375实施。

4.3 下切

为了满足轴类或有公差配合的工件有足够的成型尺寸，保证涂层的均匀性及足够的强度，必须对工件进行下切加工。

下切角系指下切端部与轴线或平面的夹角，一般为30°～45°，下切深度应根据工件使用环境而定。

下切加工时，车刀或刨刀要脱脂净化。加工过程中不允许采用冷却剂和润滑剂。

4.4 车螺纹、滚花

车螺纹和滚花都是为了粗化工件表面，增加基体的表面积，给涂层提供良好的啮合面。在切削螺纹后，螺纹的尖角应切除。滚花后的工件也要尽量避免形成凸起的尖角。

一般螺距 $S$ 和螺纹深度 $h$，应根据工件尺寸、应用目的和基体材质而定，它们的关系为：

$$\frac{S}{h}=2 \text{ 或螺纹的啮合角为 } 90°$$

上述粗化工序所用工具也应脱脂净化，且不允许采用冷却剂和润滑剂，以免污染净化的表面。

4.5 电拉毛

电拉毛是利用电弧熔化镍阳极，在经净化的有效表面上制备出一层均匀的、粗化的表面。它为涂层提供良好的啮合面，适用于厚壁工件和受静态应力的硬表面。

4.6 结合层

结合层亦称粘结层或打底层，在经净化和粗化处理的工件有效面上，先喷涂一层金属（如 Mo、Ta）、合金（如 Ni-Cr、Ni-Cr-Al 或 M[1]-Cr-Al-Y）或复合材料（如 Ni/Al、Al/Ni）等自粘结材料，以提高涂层与基体的结合性能或增加其功能特性。

注：1) M 代表 Ni、Co 等金属。

## 5 工件预热

由于工件与喷涂材料的热膨胀系数不同，或若气温低、湿度大，为了驱除潮气和消除应力，在热喷涂前，对工件预热是很有必要的，尤其是内腔部位更有必要。预热温度一般控制在95℃左右，火焰喷焊时，工件的预热温度可控制在300℃左右。

## 6 遮蔽与保护

6.1 喷砂前的遮蔽

喷砂前，采用遮蔽带、金属薄板、套环、硬木板或橡胶等对非有效表面进行遮蔽保护。

6.2 喷涂前的保护

预处理和喷涂工序之间，需中间停留时，应对经预处理的有效表面采用干净牛皮纸、塑料膜等进行保护。

6.3 喷涂前对特殊部位的遮蔽

喷涂前，对有效表面上的楔槽、沟槽、油孔及其类似的槽孔等均应用耐热材料堵塞，如碳精棒是很有效的遮蔽材料。喷涂件精加工后，再清理堵塞的孔槽。

对于非有效面的遮蔽，采用遮蔽剂，有理想的保护效果，且易除去，也不会影响工件的光洁度。还可用6.1条中遮蔽方法进行保护。

---

**附加说明：**

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由全国金属与非金属覆盖层标准化技术委员会归口。

本标准由武汉材料保护研究所负责起草。

本标准主要起草人胡有权。