

金属表面处理技术

近年来，金属表面处理技术获得了迅速发展，已广泛应用于众多领域。在表面处理技术及工程中，前处理占有极为重要的地位，他不仅作为表面处理前的一种"预处理工序"不可或缺，而且与后续表面处理的成败密切相关。

除油、除锈、磷化、防锈等基体前处理是为金属涂层技术、金属防护技术做准备的，基体前处理质量对此后涂层制备和金属的使用有很大的影响。例如，对有磷化和无磷化处理的同一涂层进行盐雾试验，其结果是防腐能力相差大约一倍。可见除油、除锈、防锈、磷化等前处理对涂层的防锈能力和金属的防护能力起着至关重要的作用。

基体前处理的目的是：一是增加涂层与基体的结合强度既加大附着力，二是增加涂层的功能如防腐蚀、防磨损及润滑等特殊功能。

随着金属加工业、铁路制造业、汽车行业的飞速发展，对生产各种金属制品及铁路、汽车零部件产品的质量有了更高要求，通过长期的实践证明，一些简单、简易的前处理方式，已经不能满足金属加工及涂装的基本要求。只有采用标准的前处理生产工艺，才能使钢铁表面形成一层标准的磷酸盐膜和防护膜，以满足金属加工和涂装处理的质量要求。因此，选用低成本、低能耗、高品质的金属前处理产品，是企业保证涂装质量和防护质量稳定与否的重要因素。

1、钢铁表面前处理工艺的必然：

钢铁表面在轧制或应用过程中，其表面有不同程度的油脂、氧化皮或铁锈等杂质的存在，在进行加工和涂装处理前，需对其进行清除处理，然后才能作为商品进行销售。如果不这样做就会严重地影响产品的外观质量和使用寿命，失去产品的竞争能力。如果钢铁表面未经处理就进行涂装，其涂层内的氧化皮、铁锈或油脂被涂层所掩盖，不久就会出现涂层脱落等现象，使所销售的产品呈现出锈迹斑斑的外观，失去了产品在市场上的竞争能力，因此钢铁表面进行前处理的必然性已引起广大企业的极大重视。1、钢铁表面的除油处理：

我们了解到常用的除油方法有：溶剂除油、电化学除油、化学除油及表面活性剂除油和手工除油及机械除油等。不同的除油方法具有不同的除油特点。溶剂除油是利用有机溶剂与油污结构上的相似性，使油污溶解于有机溶剂中，达到除油的目的；电化学除油一般是以稀碱液为电解液，以工件为电极，进行电解处理，利用电解时在电极表面析出的气体，将油污强行从工件表面脱离；化学除油是利用碱与油污发生皂化反应进行除油；表面活性剂除油是利用其乳化、增溶、润湿、分散等作用达到除油的目的。机械和手工除油是不言而喻的。

在现代除油技术中，往往是采用几种物质的协同作用，来达到最佳的除油效果。

适用于钢铁制品在电镀、发黑、磷化前及金属加工过程中的除油清洗处理。

2、钢铁表面的除锈处理：

钢铁制品在加工过程中，其表面的氧化皮和铁锈必须进行化学清洗处理，使钢铁制品露出钢铁基体，更有效地提高电镀、磷化、氧化（发黑发蓝）、拉伸、压延、轧制、防锈等处理效果。

化学除锈最常用的方法是盐酸除锈，因为盐酸除锈速度快且可在常温下进行，所以应用广泛。但是，在实际操作中，盐酸除锈存在"过腐蚀"和"氢脆"现象，产生大量酸雾，造成环境污染和社会公害。

除锈添加剂同盐酸混合使用，具有如下特点：

在常温状态下，除锈速度快，除锈效果好；

具有渗透、溶解、分散、剥离氧化皮和铁锈的功能；

质量好。除锈质量达到或超过瑞典除锈标准；Sa三级、西德Be级；

缓蚀抑雾效果好。由于溶剂中多种添加剂的协同效应，使钢铁在除锈过程中，不会产生过腐蚀和氢脆现象，酸雾标准小于国家规定的浓度，有利于除锈的后处理；

成本低。除锈成本仅为0.15元/m²左右，一吨溶液经反复使用，可处理一级锈蚀的工件约5000-7000m²，为喷沙除锈的1/10，酸洗除锈的1/2；

应用面广。能适用各种尺寸、各种构件复杂的钢铁制品；

改善工作环境和条件，降低劳动强度，不危害操作人员的身体健康，不消耗能源。

3、钢铁表面的磷化处理：

磷化概述：

磷化是常用的前处理技术，原理上应属于化学转化膜处理。工程上应用主要是钢铁件表面磷化，但有色金属如铝、锌件也可应用磷化。

磷化原理：

工件（钢铁或铝、锌件）浸入磷化液（某些酸式磷酸盐为主的溶液），在表面沉积形成不溶于水的结晶型磷酸盐转化膜的过程，称之为磷化。

把金属放入含有锰、铁、锌的磷酸盐溶液中进行化学处理，使金属表面生成一层难溶于水的磷酸盐保护膜的方法，叫做金属的磷酸盐处理。磷化膜层为微孔结构，与基体结合牢固，具有良好的吸附性、润滑性、耐蚀性、不粘附熔融金属（Sn、Al、Zn）性及较高的电绝缘性等。

磷化分类：

按处理温度分：高温型（75-100℃，能耗大，磷化物沉积多，形成的磷化膜厚度达10-30g/m²）、中温型（50-75℃，处理时间5-15min，磷化膜厚度达1-8g/m²）、低温型（30-50℃）和常温型（10-30℃，节省能源，使用方便，除加氧化剂外还加促进剂，能耗小，但溶液配制较复杂，膜厚度达0.2-7g/m²）。

按磷化液成分分：锌系磷化、锌钙系磷化、锌锰系磷化、铁系磷化、锰系磷化和复合磷化等。

按磷化处理方法分：化学磷化、电化学磷化。

按磷化膜质量分：重量级（膜重7.5g/m²以上）、次重量级（膜重4.6-7.5g/m²）、轻量级（膜重1.1-4.5g/m²）和次轻量级（膜重0.2-1g/m²）。

按施工方法分：浸渍磷化、喷淋磷化和刷涂磷化。

磷化作用及用途：

涂装前磷化的作用：增强涂装膜层（如涂料涂层）与工件间结合力；提高涂装后工件表面涂层的耐蚀性；提高装饰性。

非涂装磷化的作用：提高工件的耐磨性，令工件在机加工过程中具有润滑性；经适当的后处理，可提高工件的耐磨性。

磷化用途：磷化膜主要用作涂料的底层、金属冷加工时的润滑层、金属表面保护层以及用作电机硅钢片的绝缘处理、压铸模具的防粘处理等。被广泛应用于汽车、船舶、航空航天、机械制造及家电等工业生产中。

磷化的必要性：钢铁表面涂装前处理工艺指脱脂（除油）、除锈、表调、磷化。然而由于工件表面的状况不同，则生产工艺也有所不同，有的工艺中没有脱脂或没有除锈工序，有的工艺则没有表面调整工序，但磷化工序是绝对不可缺少的。

在涂装处理过程中，如果不清除油脂、氧化皮和锈层，不进行磷化处理，直接进行涂漆和静电喷涂，

就会使钢铁表面的涂层产生脱落，失去了涂装的意义。

目前，国内外的金属加工业、薄板加工业、石油行业及汽车、自行车、高低压开关柜、防盗门、铁路等制造业普遍采用的是中、高温磷化，存在着操作不方便、能源和材料消耗大、调整频繁、成膜不均、成本高等问题。为解决以上问题，常温磷化已成为国际磷化行业的必然和研究课题。常温磷化不仅可以有效地降低能源消耗，还可以解决操作不方便、材料消耗大、调整频繁、成膜不均、成本高等问题。

基于上述原因我公司研究生产的常温锌锰系磷化液、常温铁系磷化液(粉)等产品有效地满足了常温磷化的工艺要求。该类磷化产品在使用过程中性能稳定、操作方便、调整简单、常温应用、节省能源、用量少、处理面积大、成本低，形成的磷化膜致密、均匀，附着力好，耐蚀力强。

现将两种常温磷化方式的优缺点分列如下以作比较：

常温锌锰系磷化：（标准型磷化）

优点：

1、是一种先进的常温型锌锰镍多元磷化处理，是金属涂装前处理的理想选择。广泛用于汽车、铁路、电动车、自行车制造，机械制造，钢门钢窗、仪器仪表外壳，高低压电器设备，箱柜壳体及其它钢结构工件进行喷涂、烤漆、喷塑、防锈、电泳浸漆等涂装前的磷化处理。

2、形成的磷化膜结晶致密、均匀。膜层质量好，外观呈灰色，磷化膜表面无挂灰、返白现象。

3、因为锰盐的存在，具有耐腐蚀性能较好的特点，因此本品形成的磷化膜与基体附着力强，耐腐蚀性和耐冲击性能显著。

4、常温使用，磷化时间短，沉渣少，使用性能稳定，操作简便。

5、成膜速度快，用量少，处理面积大，成本低，可反复调整使用。

6、常温型锌锰镍多元磷化是金属前处理行业的发展趋势。

7、本品无腐蚀，不燃、不爆、便于使用，运输和储存。

- 8、节省能源。
- 9、因无需加热，消耗少，调整不频繁。

缺点：

- 1、需要经常监控磷化工作液情况。
- 2、需要掌握磷化工作液的技术指标，掌握工作液的调整方法。
- 3、应用槽体较多。（7-9个槽体）

常温铁系磷化：（简易型磷化）

优点：

- 1、又称彩色磷化，适用于对涂装质量要求不高或受客户生产条件限制的厂家（槽体要求较少）。
- 2、在使用过程中不需经常调整，不含亚硝酸盐，不需经常检测化验等，操作使用简便。
- 3、本品形成的磷化膜属磷酸铁系磷化膜，外观为蓝色伴有彩色，磷化膜薄而致密，表面无挂灰、留痕、返白等现象的产生，膜层本身无脆性。
- 4、应用槽体较少。（4-6个槽体）
- 5、本产品用量少，成本低，消耗少，处理面积大。
- 6、本品无腐蚀，不燃、不爆、便于使用，运输和储存。

缺点：

- 1、是简易磷化，膜层属钝化膜。
- 2、膜的外观颜色不稳定，呈多彩系列。
- 3、膜薄，吸附性、耐蚀性较弱。
- 4、工作液难调整，一旦疲劳只能废槽重新配槽。
- 5、市场份额逐年减少。

4、钢铁表面的发黑处理

传统的发黑方法是碱性氧化发黑。碱性氧化发黑通常是采用高温和亚硝酸盐作为氧化剂，使钢铁零部件在极浓的碱性氧化液中进行加热氧化，使零件表面形成一层蓝色至黑色的 Fe_3O_4 保护性氧化薄膜。这种高温氧化剂因工件在发黑时受热不均及温度过高，使溶液含量变化较快，经常造成发黑膜不均等现象。所以人们渴望寻求常温发黑工艺，达到节省能源、降低成本、操作简便、发黑膜均匀等目的。常温发黑剂剂调整剂有效的解决了上述问题，达到所要求的目的。

适用范围：

本品广泛应用于各种合金钢、铸铁制品及机械、五金工具、标准件、光学仪器等金属制品的常温发黑处理。

产品特点：

不需加温，比传统的高温碱性发黑工艺节能达90%以上；

与国内同类产品比，使用综合成本可降低30%左右；

发黑时间短、随取随用、操作简便、不污染环境、不需要排风设施，达到改善劳动条件、提高工作效率的目的；

发黑调整剂可有效增加发黑剂的使用寿命并改善使用性能；

外观：无臭、无挥发气体、无腐蚀性的蓝色透明液体；

稳定性：长期存放不变质。

安全性：不燃、不爆、运输贮存安全。

发黑膜致密均匀，黑度深，不脱色，膜厚大于 $10\mu\text{m}$ 。

附着力强，耐磨性能优于同类产品。

耐腐蚀性：

①用分析纯试剂和蒸馏水，按含量硫酸铜41g/l，氯化钠35g/l，0.1mol/l盐酸13ml混合溶液在 15°C -- 20°C 条件下点滴，其变色时间大于3分钟；

②用3%化学纯硫酸铜，在 15°C -- 20°C 条件下点滴，其变色时间大于5分钟；

③用5%硫酸溶液点滴，露出基底时间大于6分钟；

④在3%氯化钠溶液中浸泡，出锈时间大于80分钟。

5、钢铁表面的防锈处理：

钢铁的防锈处理通常分为工序间防锈、工艺性防锈及最终防锈三种方法和要求。工序间防锈处理一般采用水基型防锈，脱水防锈等防锈方式，防锈时间短，能满足工序间的防锈要求。

工艺性防锈处理有钝化防锈、磷化防锈、脱水防锈油等，是因工艺要求的不同而不同。最终防锈处理是以油性防锈为主。因为防锈油脂不易挥发，所以它的防锈时间较长。

我国钢铁防锈工艺发展还处于初级阶段，人们对防锈的意识或防锈方法缺乏了解，采用的防锈工艺和产品还是一些传统的概念。随着我国工业技术的迅速发展，防锈问题逐渐成为人们关心的主题，磷化产品、钝化产品、发黑产品、水基防锈剂、脱水防锈油、硬膜防锈剂和切削防锈液等系列产品。

适用范围：

适用于机械加工、研磨、热处理、电解加工、发黑发兰处理以及水基清洗后的多种金属或设备清洗后的脱水防锈、工序间防锈、工艺性防锈和长期封存性防锈等。

清洗剂（FH-QX）系列产品

清洗剂系列主要包括强力通用清洗剂、乳制品设备清洗剂、瓶清洗剂三大类产品

强力通用清洗剂：具有极强的去污除油能力，对金属制品及硬表面上多年陈垢、重垢有显著的清洗效果，是宾馆、酒店、浴池及公共场所保洁清洗用理想产品。

乳制品设备清洗剂：包括FH-QXR1碱清洗剂、FH-QXR2消毒清洗剂产品、FH-QXR3酸清洗剂。该产品具有极强的脱脂去污清洗功效，技术先进，配方独特、成本低。采用CIP（就地清洗）方式清洗，在生产线上直接与清洗剂、水蒸气和高温水等供给线设备连接，可收到迅速清洗、杀菌的效果。

瓶清洗剂：包括FH-QXP1工业洗瓶剂、FH-QXP2酒瓶清洗剂和FH-QXP3奶瓶清洗剂、FH-QXP4酒瓶杀菌清洗剂。该类产品的耐硬水性好，对污垢分散力强，洗净瓶亮度高，不堵塞洗瓶机的喷嘴及管路，对瓶贴及瓶颈铁锈的去污力强，不腐蚀设备，杀菌功效好

除油(FH-CY)系列产品

除油(FH-CY)系列产品主要包括常温型、中温型和添加剂三种类型。

常温型除油剂:主要包括FH-CY1常温除油剂、FH-CY4水基除油剂、FH-CY0除油添加剂、FH-CY8洗毛剂、FH-CY9水乳型皮革脱脂剂等产品。该类产品配方独特，除油去污迅速，效果显著。对硬表面及金属材料无腐蚀，清洗后的工件表面仍然能保持原有的光泽，是金属制品、机械设备装置、石油管道、锅炉及硬表面除油除垢和金属涂装前处理的首选产品。

中温型除油剂:主要包括FH-CY3除油剂、FH-CY5除油剂、FH-CY6除油剂等产品。该类产品成本低、除油效果好，是钢铁、黑色金属、铝及铝合金表面除油的首选产品。

添加剂:属中性产品，可添加在酸、碱清洗剂中提高清洗效果。添加在酸洗除锈溶液中可使酸洗溶液实现除油除锈一次完成；添加在铁系磷化液中，可使除油磷化一次完成；添加在碱性除油剂中，可显著提高除油效果。该产品还可以作为中性专用除油清洗剂使用。

除锈(FH-CX)系列产品

除锈(FH-CX)系列产品包括除锈剂、除锈添加剂和酸洗抑雾剂三大类。

除锈剂包括FH-CX1除锈剂、FH-CX2除锈剂等。该类除锈剂除锈质量高，抑雾效果好，是金属预处理及金属设备装置清洗不可缺少的产品。

除锈添加剂是由多种表面活性剂及专用缓蚀剂组成，具有较好的抑制酸雾、防止过腐蚀和氢脆的效果。使用该产品可以保持金属材料无腐蚀及原有的金属光泽，并使酸洗除锈液的使用寿命明显提高。加入该添加剂的盐酸，能提高除锈速度并达到对各种黑色金属氧化皮及铁锈的处理效果。

酸洗抑雾剂包括盐酸、硫酸、混合酸三种抑雾剂。该类产品可抑制各类酸雾的挥发，使酸雾的挥发小于国家规定的允许值。

防锈(FH-FX)及钝化(FH-DH)系列产品

防锈、钝化系列产品主要包括防锈剂、硬膜防锈剂、脱水防锈油、水基防锈剂、钝化防锈剂、系列钝化剂、发黑剂、发黑钝化剂等。该系列产品可广泛应用在金属加工及制造业、金属产品防护、金属清洗后防护等，防护效果显著。

磷化(FH-LH)系列产品

磷化系列产品主要包括常温磷化和高、中、低温磷化两大类。

常温磷化、低温磷化包括锌锰系磷化和铁系磷化，尤为代表的是FH-LH常温锌锰系磷化产

品。该类产品在常温状态下，成膜速度快，磷化膜均匀致密，操作简便，成本低，是金属涂装前处理的理想药剂。

中高温磷化适用于冷挤压拉伸磷化、耐磨耗磷化等。加温磷化效果好，成膜快，广泛用于浸渍磷化和喷淋磷化生产线。

磷化膜主要用作涂料的底层、金属冷加工时的润滑层、金属表面保护层以及用作电机硅钢片的绝缘处理、压铸模具的防粘处理等。

冷挤压磷化、冷拉拔磷化、冷挤压润滑、冷拉拔润滑产品目前我国多采用传统单一的钝化、皂化、硼化产品，其润滑工艺复杂、效果不理想。我公司借鉴国内外先进技术，开发研制的FH-LH8磷化液和FH-RR润滑剂产品是集多种工艺、多种技术于一身的高科技复合产品，是针对冷积压、冷拉拔行业研制开发的专用磷化、润滑产品。该磷化液、润滑剂的使用操作方便、调整简单、中温使用、用量少、处理面积大、成本低，形成的磷化膜、吸附的润滑膜致密、均匀，磷化膜附着力好，耐蚀力强，而且一个润滑工艺可以取代传统的皂化和硼化两种工艺，解决生产效率低、拉拔速度慢和磨具使用寿命短等问题，其吸附量的多少还可随意控制

FH-ZW轴瓦表面处理剂

目前国内外轴瓦行业发展迅速，对轴瓦表面处理的需求越来越多，对轴瓦清洗的要求也越来越高。有很多用户不仅要求有单一的电镀表面处理，而且还需要表面处理多样化，如黑色表面处理、本色表面处理、电镀表面处理等。我公司针对轴瓦行业客户的特殊需求，专门组织科研人员开发研制了轴瓦清洗剂、轴瓦发黑剂、轴瓦钝化剂等，经使用得到如上海祥生贝克等轴瓦生产用户的好评。

清洗剂（FH-QX）系列产品

清洗剂（FH-QX）系列主要包括强力通用清洗剂、乳制品设备清洗剂、瓶清洗剂三大类产品

强力通用清洗剂

具有极强的去污除油能力，对金属制品及硬表面上多年陈垢、重垢有显著的清洗效果，是宾馆、酒店、浴池及公共场所保洁清洗用理想产品。

乳制品设备清洗剂

包括FH-QXR1碱清洗剂、FH-QXR2消毒清洗剂产品、FH-QXR3酸清洗剂。该产品具有极强的脱脂去污清洗功效，技术先进，配方独特、成本低。采用CIP（就地清洗）方式清洗，在生产线上直接与清洗剂、水蒸气和高温水等供给线设备连接，可收到迅速清洗、杀菌的效果。

瓶清洗剂

包括FH-QXP1工业洗瓶剂、FH-QXP2酒瓶清洗剂和FH-QXP3奶瓶清洗剂、FH-QXP4酒瓶杀菌清洗剂。该类产品的耐硬水性好，对污垢分散力强，洗净瓶亮度高，不堵塞洗瓶机的喷嘴及管路，对瓶贴及瓶颈铁锈的去污力强，不腐蚀设备，杀菌功效好。

除油(FH-CY)系列产品

除油(FH-CY)系列产品主要包括常温型、中温型和添加剂三种类型。

常温型除油剂

主要包括FH-CY1常温除油剂、FH-CY4水基除油剂、FH-CY0除油添加剂、FH-CY8洗毛剂、FH-CY9水乳型皮革脱脂剂等产品。该类产品配方独特，除油去污迅速，效果显著。对硬表面及金属材料无腐蚀，清洗后的工件表面仍然能保持原有的光泽，是金属制品、机械设备装置、石油管道、锅炉及硬表面除油除垢和金属涂装前处理的首选产品。

中温型除油剂

主要包括FH-CY3除油剂、FH-CY5除油剂、FH-CY6除油剂等产品。该类产品成本低、除油效果好，是钢铁、黑色金属、铝及铝合金表面除油的首选产品。

添加剂

属中性产品，可添加在酸、碱清洗剂中提高清洗效果。添加在酸洗除锈溶液中可使酸洗溶液实现除油除锈一次完成。添加在铁系磷化液中，可使除油磷化一次完成。添加在碱性除油剂中，可显著提高除油效果。该产品还可以作为中性专用除油清洗剂使用。

除锈(FH-CX)系列产品

除锈(FH-CX)系列产品包括除锈剂、除锈添加剂和酸洗抑雾剂三大类。

除锈剂

包括FH-CX1除锈剂、FH-CX2除锈剂等。该类除锈剂除锈质量高，抑雾效果好，是金

属预处理及金属设备装置清洗不可缺少的产品。

除锈添加剂

是由多种表面活性剂及专用缓蚀剂组成，具有较好的抑制酸雾、防止过腐蚀和氢脆的效果。使用该产品可以保持金属材料无腐蚀及原有的金属光泽，并使酸洗除锈液的使用寿命明显提高。加入该添加剂的盐酸，能提高除锈速度并达到对各种黑色金属氧化皮及铁锈的处理效果。

酸洗抑雾剂

包括盐酸、硫酸、混合酸三种抑雾剂。该类产品的可抑制各类酸雾的挥发，使酸雾的挥发小于国家规定的允许值。

防锈(FH-FX)及钝化(FH-DH)系列产品

防锈、钝化系列产品主要包括防锈剂、硬膜防锈剂、脱水防锈油、水基防锈剂、钝化防锈剂、系列钝化剂、发黑剂、发黑钝化剂等。该系列产品可广泛应用在金属加工及制造业、金属产品防护、金属清洗后防护等，防护效果显著。

磷化(FH-LH)系列产品

磷化系列产品主要包括常温磷化和中高温磷化两大类

常温磷化

包括锌锰系磷化和铁系磷化，尤为代表的是FH-LHC1常温锌锰系磷化产品。该类产品在常温状态下，成膜速度快，磷化膜均匀致密，操作简便，成本低，是金属涂装前处理的理想药剂。

中高温磷化

适用于冷挤压拉伸磷化、耐磨耗磷化等。加温磷化效果好，成膜快，广泛用于浸渍磷化和喷淋磷化生产线。

黑色磷化