

工人技术等级标准自学丛书

发 蓝（磷 化）工 必 读

天津市第一机械工业局 主编



机 械 工 业 出 版 社

本书是参照第一机械工业部颁发的《工人技术等级标准》编写的，内容比较全面地阐述了二至五级发蓝工所必须掌握的基础知识和操作技能。

本书由王用宾编写，李永清主审。参加审阅的还有张咸琦、刘春梅和饶孝权等。

发蓝（磷化）工必读

天津市第一机械工业局 主编

※

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

※

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 4 · 字数 86 千字

1981 年 7 月北京第一版·1981 年 7 月北京第一次印刷

印数 00,001—32,000 · 定价 0.30 元

※

统一书号：15033·5279

目 录

二级工

基础知识	1
------------	---

三级工

基础知识	41
------------	----

四级工

基础知识	67
------------	----

五级工

基础知识	90
------------	----

操作实例	113
------------	-----

二 级 工

基 础 知 识

1 自用设备的型号、构造、性能、使用规则和维护保养方法

发蓝工自用设备比较简单，主要是各类溶液槽以及辅助设备。

一般工厂用发蓝设备尚无定型型号，多为自制槽子或购买化工用槽子。它们的结构和性能分类简述于下。

一、主要设备

1. 发蓝槽 是盛装发蓝液的容器并可加热到一定温度。常用型式有两种：一种是外热式，用来加热的电热丝在发蓝液容器外部；另一种是内热式，将发蓝液槽中放入若干个管式加热器，直接加热槽液。

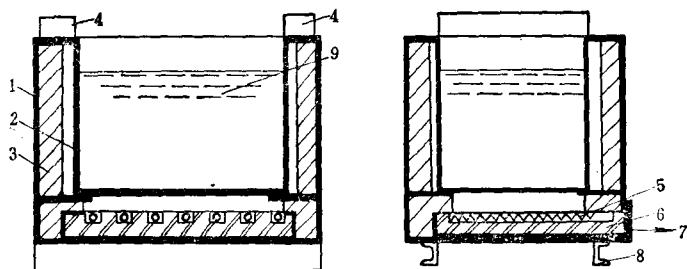


图 1 底面加热发蓝槽结构简图

1—外壳 2—内槽 3—绝热层 4—抽风口 5—电热丝 6—耐火砖
7—可抽出加热盘 8—槽钢 9—发蓝液

1109521

图1所示为底面加热的发蓝槽，其底部有一可抽出的类似抽屉式的加热盘，电热丝装在盘子的凹槽中，从底部加热发蓝液。当电阻丝需要更换时，拉出抽屉即可更换。这种槽子结构简单，维修方便，但因只是底部加热，槽液升温较慢。一般适用于批量较小，工件尺寸较小的场合。

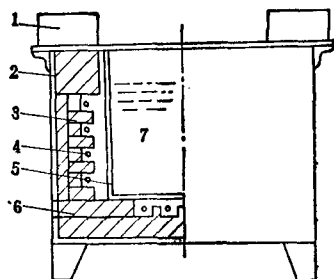


图2 多面加热发蓝槽结构简图

1—抽风口 2—外壳 3—加热体搁砖 4—电热丝 5—内槽 6—保温层 7—发蓝液

图2所示为多面加热发蓝槽，在槽侧和槽底均安装有电热丝，加热速度快，可用于较大尺寸的槽子。

发蓝液槽的内槽用不锈钢或低碳钢板焊成，不得渗漏。

另一种是把发蓝槽作成双层壁，壁间填以绝热材料。在槽子适当位置上(侧面或底面)装置标准型号的管式加热器，用来加热槽液，如图3所示。

用电热丝加热的发蓝槽，其内槽与槽上平面要用耐热材

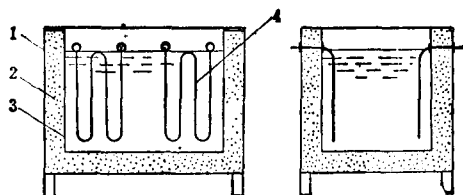


图3 用管式加热器的发蓝槽

1—外壳 2—保温材料 3—内槽 4—管式加热器

料封严，以免槽液沸出，流到加热体或隔热层内造成损坏。

2. 酸洗槽 采用长方形或圆形耐酸瓷槽或搪瓷槽，具有适当的容积即可。

3. 中和槽 采用普通钢板焊成并有蒸汽蛇形管加热的槽子或是与发蓝槽有相同结构的电加热槽亦可。

4. 皂化槽 同中和槽。

5. 脱脂去油槽 同中和槽。

6. 水、热水、浸油槽 均为一般低碳钢板焊成的铁槽。热水可用蒸汽直接吹入或电加热。

二、辅助设备

1. 抽风机 为排出各槽液所挥发的有害气体，采用一定的风机来抽风，并安装统一管道，各支管分别安装于需要抽风的槽子上。

发蓝槽用抽风机的主要型号和规格列于表1中。

如无耐腐蚀风机，也可选用4-72-11系列通用离心通风机，但风轮应涂有耐腐蚀树脂或更换为耐腐蚀材料制造。

2. 起重设备 发蓝处理时常将使用的各种槽子按工艺要求次序，排列于同一中心线上，在中心线上方安装单轨起重设备。多用起重量0.5~2吨的电动葫芦。其主要规格如表2所示。

三、发蓝使用设备

发蓝使用设备维修方便，且主要是维修有加热体的槽子。现将使用维修的注意事项分别叙述如下：

(1) 使用前对抽风系统、电器、槽体各部分进行全面检查，正常后方可使用。

(2) 在发蓝槽开始加热时用铁棍类工具将槽液表面一层硬壳揭开，以免加热时引起飞溅。

表 1 发蓝槽常用抽风机

名 称 及 型 号	转 速 (转/分)	全 风 压 (毫米水柱)	风 量 (米 ³ /时)	配 电 动 机	
				型 号	功率 (千瓦)
耐 腐 蚀 通 风 机 (F4-62-1.11No3a)	2900	64	2000	J 02-21-2	1.5
		70	1880		
		80	1690		
		90	1460		
		109	800		
	1450	20	750	J 02-21-2	1.1
		23	600		
		25	500		
	2900	65	2270	J 02-21-2	1.5
		80	1930		
		90	1800		
		100	1630		
		110	1430		
		124	990		
耐 腐 蚀 通 风 机 (F4-62-1.11No3b)	2900	72	2550	J 02-22-2	2.2
		80	2380		
		100	2020		
		120	1630		
		134	1120		
	1450	20	1140	J 02-21-4	1.1
		25	960		
		33	540		

(3) 正式操作前开动抽风机。

(4) 溶液升温后, 取样分析, 看槽液成分是否正常, 根据化验结果作一定调整。

- (5) 经常保持各槽清洁。槽液不得漏入加热室。
- (6) 发现电器、电热丝有断路或短路时要修理或更换。
- (7) 检查辅助设备是否完好, 正常时方可使用。
- (8) 严格按槽液配方及被处理钢号的入炉温度和出炉温度与时间操作。
- (9) 经取样检验合格后方可出槽。

2 常用工夹具, 防护用具的名称、用途和维护保养方法

发蓝常用的工具、夹具及保护用具比较简单, 其名称、用途和维修保养方法见表3。

表2 电动葫芦的主要技术规格

型 号	起重量 (吨)	起重高度 (米)	起重速度 (米/分)	运行速度 (米/分)	工字梁轨道 型 号	合闸次数 (次/小时)
TVH-0.5	0.5	6	8	20(30)	16-22 b	60
TVH-0.5 A	0.5	12	8	20(30)	16-22 b	60
TV-1	1	6	8	20(30)	24 a-30 c	60
TV-112	1	12	8	20(30)	24 a-30 c	60
TV-2	2	6	8	20(30)	24 a-30 c	60
TV-212	2	12	8	20(30)	24 a-30 c	60

**表 3 发蓝常用工具、夹具及保护用具
名称、用途、维护保养方法**

序号	名 称	用 途	维 护 保 养 方 法
1	筐 篮	盛装被处理工件用。以盘条和铁丝网编成，工件装好后用电动葫芦吊起，转入下工序槽子	经常检查筐架焊接是否脱开丝网是否破损，筐篮是否严重腐蚀。注意更换
2	钩 子	包括吊起筐篮的吊钩，用手铁钩，用来钩起筐篮或工件用	注意钩子整形和防止严重腐蚀
3	钳 子	用于夹出工件自检或将掉入溶液槽中工件夹起，根据不同工件需要钳口形状和钳柄长短亦有所区别	钳口整形、钳柄校直
4	克 丝 钳 (手虎钳)	修补筐篮，捆扎工件克断铁丝用	注意铰链处润滑，防止生锈
5	螺丝刀、活搬子	小型维修用	
6	挂 具	吊挂发蓝工件用，使工件在发蓝液中均匀放置，并保证工件间一定间隙，利于槽液流动	注意整形，要求钩部绝缘并经常检查绝缘情况
7	眼镜、口罩、胶手套、胶围裙、长胶靴	劳动保护用品	注意检查破损情况，或修补或更换
8	勺 子	加水用	

3 酸洗、脱脂、中和、皂化和浸油的目的,各种溶液的成分及其配制方法

一、各工序的目的

1. 脱脂(去油) 为酸洗及氧化作好必要的准备,工件表

面的油脂不仅会影响酸洗时工件表面氧化皮的去除，而且也会影响发蓝时氧化膜的生成。

2. 酸洗 除去工件表面的氧化皮及锈迹，增加工件表面活性，使工件易于氧化。

3. 中和 将经过酸洗的工件表面残酸去除，以免将其带入发蓝液中，影响发蓝质量。

4. 皂化 皂化是发蓝处理时氧化膜的填充处理，填充氧化膜小孔，形成皂化膜，防止水分对氧化膜的浸蚀作用，提高氧化膜的防锈能力。

5. 浸油 使工件表面涂上一层油膜，封闭空隙，进一步提高氧化膜的抗蚀能力，并且使工件外观富有光泽，增加氧化膜的美感。

二、各种溶液的成分及配制方法

脱脂、酸洗、中和、皂化、浸油所用溶液成分及配制方法列于表4中。

表4 发蓝过程中各种溶液成分和配制方法

工序名称	溶 液 成 分		配 制 方 法
	组 成	含量(克/升)	
化 学 去 油 脂	苛性钠	30~50	按槽体有效容积的2/3注入水将苛性钠捣碎按比例溶解，均匀后再将其它药品按需用量慢慢加入槽内溶解，最后将另外1/3水加入其中搅拌均匀，温度60℃以上
	碳酸钠	30~50	
	磷酸三钠	30~40	
	水玻璃	5~10	
脂	苛性钠	100	同上，但温度>80℃以上
	碳酸钠	30	
	磷酸三钠	30	

(续)

工序名称		溶 液 成 分		配 制 方 法
		组 成	含量(克/升)	
酸 洗	1*	30~40%浓度的盐酸 尿 素	100%工业盐酸 另加0.2~0.5%	将尿素按盐酸重量比(0.2~0.5%)加入盐酸中。室温~50°C
	2*	硫 酸 缓 蚀 剂	150~200 0.5~1	将硫酸按每升水150~200克的比例,徐徐加入水中,再加缓蚀剂。室温~50°C
中 和		碳 酸 钠 肥 皂	1.5~3% 0.5~1% } 溶液	将碳酸钠和肥皂加入水中搅拌溶解80°C以上
皂 化	1*	肥 皂	30~50	将肥皂溶于水,80°C以上
	2*	重铬酸钾	30~50	
浸 油		锭子油、机械油均可	100%	80°C以上

4 发蓝(磷化)溶液的成分及其配制方法,各种成分的作用及其有害杂质的含量

一、发蓝溶液

1. 发蓝溶液的成分 发蓝溶液是进行氧化处理的主要化学溶液,在发蓝处理中溶液成分配制的合适与否对氧化处理过程和质量有着很大的影响。

发蓝溶液的成分虽因各厂产品不同,要求有所区别,所用溶液成分也有所不同,但大致上是苛性钠,硝酸盐或磷酸盐类的水溶液。有的工厂发蓝液用一种溶液进行一次氧化处理;有的则为获得较厚和抗蚀性较好的氧化膜用两种溶液进行连续两次的氧化处理。工厂常用的一次和两次氧化处理的发蓝溶液的成分列于表5中。

表 5 工厂常用发蓝溶液的组成

序号	发蓝溶液类别	溶 液 的 成 分 (克/升)			
		苛 性 钠	硝 酸 钠	亚硝酸钠	磷酸三钠
1*	一次氧化	600~700	50~70	180~220	—
2*	一次氧化	700~800	100	100	—
3*	一次氧化	600	—	60	20~40
4*	二次氧化 (先在①中后在②中)	①500~600	—	100~150	—
		②700~800	—	150~200	—
5*	二次氧化 (先在①中后在②中)	①550~650	130~180	—	—
		②600~700	150~200	—	—

在极个别情况下，为了获得特厚的无光氧化层采用三次氧化法，槽液成分依次为：1号槽苛性钠 1000克/升，硝酸钠 130克/升；2号槽苛性钠 800~900克/升，硝酸钠 25~30克/升；3号槽苛性钠 1300克/升，硝酸钠 50~100克/升。

2. 溶液的配制 按氧化槽的盛装容积，将称好的苛性钠捣碎放入所需容积 2/3 的水槽里溶解后，再将所需量的亚硝酸钠和硝酸钠或磷酸三钠慢慢加入槽里溶解，加水至预定容积，加热溶液至工作温度，取样进行化验，按化验结果适当调整成分。如溶液沸点高于规定沸腾温度，加水降低沸点，操作温度经试生产合格后，方可正式使用。

新配的溶液里应加些铁末或加入 20% 以下的旧溶液，增加槽液中的 Fe^{+3} ，使氧化膜结合得均匀、牢固、致密。

3. 发蓝液中各成分的作用

(1) 苛性钠 (NaOH) 的作用：苛性钠是一种强碱，在其溶液中能使钢铁表面产生轻微腐蚀，析出铁离子，在发蓝过程中起促进作用。同时，它能保证溶液有足够的氧化温

度，因为它比亚硝酸钠，硝酸钠，磷酸三钠的熔点高。在平常生产中如发现槽液升不到要求温度，则可加入少量的苛性钠，有利于温度上升。因此，也可作为调整溶液沸点的措施之一。此外，苛性钠在溶液中还能起去油的作用，有利于钢铁表面氧化膜的形成。

苛性钠的含量在整个氧化过程中影响很大。含量低时，槽液温度低，达不到工艺要求温度，生成的氧化膜薄，工件表面出现花斑，抗蚀性差。若含量过高，槽液温度升高，促使氧化膜溶解，表面易形成棕红色铁锈斑，还易出现膜结晶疏松和多孔的缺陷，所以苛性钠的含量要控制适当。在正常生产中，保持苛性钠略高的比例，可形成较厚的氧化膜。

(2) 硝酸盐（硝酸钠和亚硝酸钠）的作用：硝酸钠的化学分子式是 NaNO_3 ，亚硝酸钠的化学分子式是 NaNO_2 ，它们是一种氧化性很强的盐类。在发蓝过程中是起氧化作用的主要成分。但是它在发蓝溶液中只有与苛性钠同时存在时才能完成氧化处理过程。

硝酸盐（钠盐）对氧化膜的生成和质量有很大的影响，提高其含量会加快氧化速度，生成氧化膜薄，但膜致密和牢固。而降低硝酸盐含量，氧化速度减缓，氧化膜加厚，但膜疏松且易剥落，因此控制溶液中硝酸盐的含量也是十分必要的。

(3) 磷酸三钠的作用：发蓝溶液中只有苛性钠和硝酸盐就可以完成氧化处理，但若加入一定数量的磷酸三钠（分子式 Na_3PO_4 ），能使工件氧化质量进一步提高。对它的作用有二种解释：一是，当磷酸三钠溶解后，能产生大量的气泡，使槽液进一步翻动，迫使污物不能吸附在工件表面，有利于氧化膜的均匀形成。二是，由于磷酸三钠与工件表面污

物的作用，生成一种较轻的物质，漂浮于槽液表面，使工件表面清洁，有利于氧化膜增厚。两种解释大体上都认为磷酸三钠是一种工件表面氧化膜形成的助剂。

4. 发蓝溶液中使用的苛性钠、硝酸钠、亚硝酸钠都是用工业纯的药品，其要求成分如下：

(1) 苛性钠：分子量 40.1，白色结晶质，允许轻微蓝色，其中含有：苛性钠不少于 92%，纯碱不多于 3%，氯化钠不多于 1.5%；不溶于水的燃烧残渣不多于 0.15%，其中还包括铁，按氯化铁计算不得多于 0.05%。

(2) 亚硝酸钠：干燥的亚硝酸钠不少于 98%，水分不多于 3%，硝酸钠不多于 1.5%；不溶解的杂质不多于 0.1%。

(3) 硝酸钠：干燥的硝酸钠不少于 99%，水分不多于 2%；不溶解的杂质不多于 0.15%；氯离子不多于 0.5%。

二、磷化溶液

磷化据目前生产情况有三种：冷磷化，是在常温下进行；高温磷化，是在温度为 90~98℃ 范围内进行；中温磷化，是在温度为 50~70℃ 范围内进行。其中使用最广，效果较好的是中温磷化。冷磷化由于质量不稳定应用较少。

1. 磷化溶液的成分 中温磷化、高温磷化和冷磷化的溶液成分列于表 6 中。

应该指出表 6 中所列各成分的分子式多数含有结晶水，磷酸铁盐（又名马日夫盐）分子式为 $x\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot y\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ；硝酸锌为 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ；硝酸锰为 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ；磷酸二氢锌 $\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ；氟化钠为 NaF 。因使用盐类所含结晶水量不尽相同，仅仅只是按表 6 中比例配成溶液成分还是不够的，溶液中的主要成分含量需用化学分析法测得才能准确掌握。将表 6 所列各号溶液的主要成分含量

表 6 常用各类磷化溶液成分

磷化种类	高温磷化			中温磷化			低温磷化		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
溶液成分 (克/升)									
所含成分名称									
磷酸二氢[锰铁盐(马日夫盐)] $[x\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot y\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)]$	30~40	—	30~40	30~45	—	30~40	40~65	—	—
磷酸二氢锌 $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$	—	30~40	—	—	30~40	—	—	60~70	50~70
硝酸锌 $[\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$	—	55~65	30~50	100~130	80~100	80~100	50~100	60~80	80~100
硝酸锰 $[\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$	15~25	—	—	20~30	—	—	—	—	—
亚硝酸钠 (NaNO_2)	—	—	—	—	—	1.2	—	—	0.2~1
氟化钠 (NaF)	—	—	—	—	—	—	3~4.5	3~4.5	—

氧化锌(ZnO)									
游离酸度“点”①	3.5~5	6~9	10~14	6~9	5~7.5	4~7	—	4~8	4~8
总酸度“点”①	36~50	40~58	48~62	85~110	60~80	60~80	70~90	75~95	—
Zn^{+2}	—	65~11	18.5~23	20~27	23~30	18~22	10~20	23~30	—
Mn^{+2}	8.5~12	5.7~7.5	—	9~14	—	5.5~8	7~11	—	—
Fe^{+2}, Fe^{+3}	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5	1~3	—	0.5~2	0.5~2	0.5~2	—
P_2O_5	14~19	14~19	14~19	14~25	14~20	14~20	18~28	25~30	—
NO_3^-	6.5~11	12.5~21	22~27	50~70	34~42	34~42	20~40	22~30	—

① 总酸度及游离酸度的“点”，是当分析总酸度及游离酸度时，用0.1N的NaOH溶液去中和磷化溶液的酸度所消耗的NaOH的毫升数。亦即消耗0.1N氢氧化钠溶液多少毫升就是多少个“点”。

列于表 6 下方控制指标栏内。在溶液配制和调整成分时应按表 6 所列控制指标来修正各盐类在溶液中的含量。

2. 磷化溶液的配制方法 向磷化槽中加入 2/3 槽体有效容积的水，将计算比例所需数量的磷酸锰铁或磷酸二氢锌用水溶开后，加入槽中，再将硝酸锌和硝酸锰加入。加温至沸点，使其进一步溶解，再加水至工作液面（新配溶液，需经过除油酸洗过的铁屑处理，用以增加亚铁离子），取样进行分析，然后试生产，产品合格后，再进行正式投产。

3. 溶液中各种成分的作用

(1) 磷酸锰铁盐或磷酸二氢锌是溶液中最主要的成分。它们溶于水中，发生化学反应并与工件表面相互作用，形成工件表面上的磷酸氢盐和正磷酸盐结晶形成磷化膜。

(2) 溶液中的硝酸盐类，促使金属表面氧化，加速铁的溶解。使磷化膜形成加快，并对磷化膜的质量产生一定影响。硝酸根与铁作用生成少量 NO ，促使亚铁离子稳定，硝酸根是中温和常温磷化的重要组成，在高温磷化使用时含量过高会使磷化膜变薄，中温磷化时亚铁离子积聚过多会出现黄锈斑。

5 温度、时间对发蓝（或磷化）过程与氧化膜（或磷化膜）质量的影响

一、温度、时间对发蓝过程与氧化膜质量的影响

1. 温度的影响 发蓝溶液温度增高时，相应的氧化速度加快，生成的晶胞多，使氧化膜变得致密而且薄。但温度升得过高时，氧化膜 (Fe_3O_4) 在碱溶液中的溶解度也增加，至使氧化速度变慢。因此，氧化初始温度即工件入槽时温度不要太高，否则生成的 (Fe_3O_4) 晶粒少，会使氧化膜变得疏松。但始终保持较低的温度，会影响氧化过程的速度，因此