

电镀故障处理手册

〔美〕 Lawrence J. Durney 著

刘镇镐 刘丽华译
黄舜华校
吴其毅校订

根据一九八六年第二版译

1990. 2. 第一次印刷

1991. 3. 校订

前 言

我最初写的是《故障》，一天讲完，后来把如何运用本系统加以扩充，在全国各地讲了多次。

在扩充这本教材的时候，我认为增加两个内容是有益的。一是运用各条规则的逻辑系统处理，二是进一步阐述对故障过程极为必要的数据库的建立。

值此新版之际，我把这两个内容增补了进去。

Lawrence J. Durney

★译注：这两篇增补材料并成一篇，即本书的“导言”《故障处理的逻辑推理》。

电镀故障处理手册

目 录

前言

导言——故障处理的逻辑推理.....	1
--------------------	---

第一部分

规则一： 不要惊慌.....	8
规则二： 确定问题.....	10
规则三： 按规定的条文办事.....	15
规则四： 巡视电镀生产线.....	19
规则五： 查看记录.....	23
规则六： 掌握事实.....	29
规则七： 寻找特征.....	32
规则八： 观察镀件.....	35
规则九： 不要复杂化.....	38
规则十： 做试验.....	41
规则十一： 一个头头.....	41
规则十二： 无法排除的故障.....	48
故障原因表.....	51
阳极氧化.....	52
镀黄铜.....	53
镀 铜.....	54
镀装饰铬.....	55
镀硬铬.....	55
光亮酸性镀铜.....	56
氰化镀铜.....	57

焦磷酸盐镀铜.....	58
镀 铅.....	58
镀 镍.....	59
镀 银.....	60
镀 锡.....	61
酸性镀锌.....	62
氯化镀锌.....	63
镀 金.....	64、65
电解抛光.....	65
镀铬人员检查问题的方法.....	66
镀铜和黄铜时出现的“泛点”现象.....	68
有关超声波的问题.....	70
档案卡.....	72

第二部分

问题与解答.....	73
工艺索引.....	143

导言

故障处理的逻辑推理

为了更好地理解后述各项规则的运用，先熟悉一下本系统的内在逻辑推理原理是有益的。本系统假设存在下列两种主要情况中的一种：

1. 电镀系统原先正常工作，即曾镀出了合格镀件，废次品率也符合要求；
2. 电镀系统是一种新的系统，即电镀的是新的或不同的零件，或者使用了新的设备，或者采用了一种新镀种。

也可能存在中间情况：该系统虽然还在工作，但十分勉强，废次品率不稳定，有时极高，达不到要求；对一些关键参数，要求作不切实际的严格控制；或者，需要对该系统作改进，才能提高生产率。

对被调研系统进行故障处理的过程是一个根据变化对无变化之关系的逻辑推理作决策的过程，变化与无变化代表两个互相排斥的情况，即变化或者是发生了，或者没有发生。

我们还可以有把握地假设：正在工作的系统如果不曾发生过某些变化，是不可能变成不能工作的系统的。如果一切都和原先一样，则该系统仍将工作。

据此我们可以得出下述推论：如果没有发生某种未曾认识的变化，则一个系统只会在有些时候不能工作。污染程度可能超过了该系统的允许限度。或者只有在新溶液时，该系统才能容纳这些污染物，而溶液老化就引起了变化，如污泥积聚，润湿剂耗尽，清洗水受到污染。

对于正在调研的系统，既然变化决定了故障的状况，则故障处理过程的目的就是要找出变化的性质和变化的程度，然后，假使可能的话，加以纠正。但就上述三种情况来说，调查分析的重点，各有不同。

第一种情况，即原先正常工作的系统，重点放在该系统在什么地方发生了变化，或者镀件发生了什么样的变化，或者设备有什么变化。一旦明确了变化的性质与程度，重点就放在如何将该系统恢复至原先状态。由于这种情况一般发生在生产系统，所以，常常极为紧迫。

在有些情况下，不一定能将这种有故障的系统恢复原状。例如镀件上带的污染物质可能太多，又不可能将它再降低至原来的水平。又如由于金属的某些特性须在前道工序操作中改用另一种不同类型的润滑剂，而这种改变是无法逆转的。当然，

这时的问题已经从第一种情况变为第二种情况了，即变成了“一个新的系统”。不过，由于生产紧急，常常需要采取某种临时的，甚至是不那么有效的纠正措施。

对于第二种情况，即对于一种新的系统，则重点要放到如何让该系统适应新的情况。这可能要对整个系统完全重新设计，也可能只要简单地调换系统中的一种溶液，如清洁剂，在许多情况下，不存在第一种情况下的紧迫性。凡是由如上所述的第一种情况变为第二种情况的系统，其紧迫性将取决于效果、效率与所设想的临时纠正措施的费用。

对于第三种情况，即边缘系统，则重点放在找出产生这种边缘状况的原因，即明确：是哪一个变量使该系统变得不能工作了。这就需要对过去的废次品记录作一次检查，以便有可能时揭示出变化的特征，并从这种数据的综合分析中，确定能揭示该系统可能允许限值的过去条件的范围。这些数值一旦明确，并且定量了，这时的问题就转而成为第二种情况的问题，即一个新系统的问题了。

这种根据情况的类型而对系统作初步归类的方法，如果始终是这样一清二楚的，那当然很好。可惜，能这样一目了然地来归类的情况却很少，上面所说的三种情况，往往互相交错，因而要确切地归类就极为困难。故障排除者的主要工作往往是在收集充分的资料上，以便作出这种决定。只要想到表面精饰系统的复杂性，对比也就不会大惊小怪了。不妨以一个非常简单的电镀工艺流程为例：化学清洗、电解去油、清洗、酸洗、清洗、镀镍、清洗与干燥。

表1所示为上述操作过程中存在的可能性数的计算，对每一种溶液仅规定了有限的几个可能变数（注意：因为每一种变量都有正确、错误两个方面，所以乘以2）。但就是这么简单的一个系统，其可能性数也是吓人的，几乎达到一千三百万！这么复杂的情况，谁又能调查清楚！

幸运的是，这些可变因数中，有一些是很容易检查出的，如温度、浓度、电压与清洗中的水流量等。表2所示为对这一简单系统作了这样的调整以后所出现的情况：可能性数下降到4500。这个数字还是很大，但比起一千三百万来总是好得多。（个别情况下，只是这么一个简单步骤，就有可能解决问题——见规则3。）

现在请注意，对镀镍溶液的污染规定了三个变量。如果有赫尔槽试片，就有可能测定这种污染是否存在，如果存在，就有三种可能性；如果不存在，则虽然尚不能那么应付裕如，但可能性数却已可下降至1500。

这样，故障排除者根据逻辑推理逐步前进，直到问题终于完全明确为止。于是，可以提出解决问题的建议。

表1

工 序	可 变 因 素	总 计
1. 化学清洗	浓度、温度、污垢负载、平衡	$4 \times 2 = 8$
2. 电解去油	浓度、温度、污垢负载、平衡 电压、汇流排、阴极	$7 \times 2 = 14$
3. 清洗	带入液、温度、流量	$3 \times 2 = 6$
4. 酸洗	浓度、溶解的金属、平衡	$3 \times 2 = 6$
5. 清洗	带入液、温度、流量	$3 \times 2 = 6$
6. pH调节	浓度、污染	$2 \times 2 = 4$
7. 镀锌	浓度(至少3个变量)、温度、阳极、 汇流排、污染(3)、过滤、搅拌	$11 \times 2 = 22$
8. 清洗	带入液、温度、流量	$3 \times 2 = 6$
9. 干燥		
总可能性		
$8 \times 14 \times 6 \times 6 \times 6 \times 4 \times 22 \times 6 = 12, 773, 376$		

表2

工 序	可 变 因 素	总 计
1. 化学清洗	污垢负载、平衡	$2 \times 2 = 4$
2. 电解去油	污染负载、平衡、电压、 汇流排、阴极	$5 \times 2 = 10$
3. 清洗	无	
4. 酸洗	溶解的金属、平衡	$2 \times 2 = 4$
5. 清洗	无	
6. pH调节	污染	$1 \times 2 = 2$
7. 镀锌	阳极、汇流排、污染(3)、 过滤、搅拌	$7 \times 2 = 14$
8. 清洗	无	
9. 干燥		
总可能性:		
$4 \times 10 \times 4 \times 2 \times 14 = 4480$		

不过，要做到这样，必需熟悉逻辑规律，熟悉规律应用的方法。例如，按照数学，我们都承认“与同一事物相等的其它事物也彼此相等”这一原理。我们可以由此写出一个简单的三段推理：

$$A = C + D$$

$$B = C + D$$

$$A = B$$

对此，只要遵守某些数学规则，并且使用有效数，则谁都会同意上述推理。

但如果是下面的情况呢？

- 男人是人
- 女人是人
- 男人是女人

出问题了。什么问题？人是个大类，包括两个子类，而这两个子类并不相等。所以，虽然这两个命题是可以成立的，但结论却并不正确。

金属精饰充满着类似情况。所以，故障排除者必须进行极为细致的分析，否则，结论就会不正确。例如：“所有的酸都腐蚀金属。”对不对？一般说是对的。但是，请记住：浓硝酸却可以装在铝桶或者铝槽里运输。硝酸确实能腐蚀铝，但要充分稀释才行。所以，要把这一命题作为正确的命题让人接受，还必须对浓度、温度和一些其它可变因素作出规定才行。

为此，必须要有渊博的背景知识。例如，在镀镍溶液中，在一定浓度时，镉可以用作光亮剂，高于这一浓度，镉就成了杂质。这种变化是怎么发生的？故障处理者就该知道，或者能够找出来。怎样积累这种背景知识，这到以后再讨论，现在，让我们转入各条规则的讨论，并熟悉这些规则。

建立资料库

在探讨所有规则的过程中，经常提到需要一个范围广泛的资料库（有时明说，有时暗指），即知识与体会的点滴积累，以便在通过推理的、分析的方法正确指出问题所在以后，使你能找出解决问题的方法。在探讨规则二时，我们在实际上提到了需要这类资料，还提到了有些资料怎样取得。现在就进而更加具体地来研究一下：需要什么样的资料，怎样才能把这些资料组织起来以及从哪儿获得这些资料。

有价值的资料有四种：

1. 一般性资料，
2. 工艺资料，

3. 产品或零件资料,

4. 其它资料.

一般性资料是基本的,是我们所需的资料结构的基础。这类资料至少应该包括实用化学知识,即各种金属与主要酸碱的反应,镀液中所用各种主盐的相互作用与溶解度;相当详尽的电化学资料;一定的有机化学、胶体化学与表面活性剂化学资料。懂一点冶金学、电学、电子学,尽多地掌握各种机械加工与成型的方法以及这些方法进行过程中如何影响金属的结构,也都是很有用的。

这类资料有多方面的需要与用途。为简明起见,只要看一下各种金属成形工艺就可以理解了。这些工艺有模压、模铸、拉拔、深冲、挤拉与精压,各种工艺所用的润滑剂各不相同,在成形金属内产生的应力与热量不同。所有上述因素都会影响金属镀前处理时的反应方式,而在处理故障问题时,了解上述种种差别是极为重要的。

工艺资料包括整个工艺流程中所用一切物料如清洁剂、酸、镀液、光亮剂等等的相关资料。

产品或零件的资料包括该零件的历史(包括所采用的全部制造工艺)、热处理工艺(如果经过热处理的话)、零件的用途、零件将会遇到的腐蚀条件以及相配零件(如果是装配件)的类似资料。

其它资料的范围最难明确。这类资料是任何你所看到、听到过而与工艺流程中任何一点可能有联系的每一样资料。这类资料要到你从记忆中将其挖掘出来并形成这种联系后才能成其为资料,所以特别难以确定。这种联系可能是很间接的,可能依赖于你对构成这种联系的某种潜在作用的认识。例如,对于一篇关于极端压力润滑剂的文章,在你意识到润滑问题在所述的各种情况中都是一样的,就能从中获得有关擦光剂、高速切削油用添加剂或者深拔操作用润滑剂的性质与反应的知识。了解这方面的化学知识,对于以后解决去油问题是很必要的。一篇论述油井钻探污泥问题的文章,曾经提供解决废水处理系统中沉淀问题的必要资料。所以,“其它资料”就在你所发现它的地方,因而可能随处都有。

上述资料从哪里获得?

一般性资料大多可以从有关课程的正式教材中获得。专业学生可以通过精心安排的持续读书计划而大量收集到这方面的资料。不过,也常常没有正式的教材,这时,可以向有经验的专业人员(如化学或冶金方面的专家)请教,得到非正式的指点,这也是一种有效的方法,只是,这种资料往往是随着需要而一个问题一个问题积累起来的,因而,在一定程度上,系统性不够。有效方法之一是把这两者结合起来,即对难于掌握的问题,既有精心的阅读计划,又向这方面的有关人员请教,获

得他们的帮助。

制造工艺方面的资料一般不能从正式教材中获得，但可以跟有关部门的工长、管理人员或者跟制订制造工艺的工程师讨论，从中收集到有关的资料。冶金学家可以说明热处理炉与其气氛。专业杂志常常刊载机械加工、研磨、成形与热处理方面的资料性文章。要记住，在这方面真正有价值的资料往往来自一般资料与工艺资料的综合。例如，热处理工艺的资料可能提供热处理后的金属结构，炉内气氛、炉温、保持时间、淬火方法等情况，但不会有已形成的氧化物或氧化皮方面的资料，而恰恰是氧化物、氧化皮的资料才是拟定恰当镀前处理工艺所需要的，不过，如果有充分的金属反应知识，则可把这两类资料结合起来，而预见到这类氧化物，再根据这种预测，纠正或者拟订镀前处理工艺。当然，也可能有人已经掌握这些资料而又愿意把他的经验告诉你。

反过来的事情也是有的。如果经过热处理的零件上的氧化物，本来很容易去除，却突然变得难以去除了，这时，如果具有炉内大气与氧化物产生原因的充分知识，即可正确指出热处理中的问题所在而加以纠正，或者将其通知冶金或热处理的有关技术人员，让其纠正。

产品知识则可从工艺图、蓝图与制造图纸上获得。不过，也可能谁也不会主动地把这些提供给你，那只是因为他们没有想到这些东西对你会有这么大的助益，所以，你必须主动提出。

在查阅这种产品资料时，要用极为苛刻的眼光。要认真研究，查找可能产生问题的地方。还请记住各道工序间的间隔时间，如果未曾采取某种预防性措施，也常常会成为故障产生的根源。

举一个简单的事例就能说明这一点。锌铸件断续起泡。经过了解，原来在压铸过程中零件曾在一种薄的可溶性油中淬过火，然后，未经清洗与干燥就储放起来。他们认为这种薄的可溶性油会生成一层保护膜。电镀前对这些零件作了检查，发现未曾去除的油里的乳化剂与锌铸件起了反应，生成锌盐与锌皂，埋藏在腐蚀产生的针孔里。这种反应的范围以及去除这种反应物的难度，取决于存放时间与周围大气（季节）。这个问题只要在淬火以后增加一道工序用水彻底清洗并且干燥，就可完全解决。

其它资料的来源是无法计数的，但主要要有求知欲才能取得。无数的出版物，例如《科学美国人》主要发表各种学科的宏观性文章，如果求知欲强，阅读这些文章，就常常会因为文章所述理论某一小部份与金属精饰某一种方面的吻合而获得深刻的印象。这时，就该更深入地发掘，看看是否可以从中获得更多的信息。这样的深入钻研往往会有助于解决问题。

在这一点上，反过来做也同样行得通。你可能看了一篇有趣的文章或者一篇短文，内容与金属精饰相去甚远，看过后，很快也就忘怀了。几天、几星期、几个月甚至几年以后，在你碰到某个问题的时候，这么一点点信息会从你的脑海里跳出来，你作了必要的联系而把问题解决。所以，阅读你能接触到的几乎包罗万象的一切东西吧。

怎样把所有这些资料组织起来？哪种方法最适合你，就用哪种。在索引卡上做摘要。把各种资料编入计算机档案，按编码词列出。编制故障处理表。相信自己的记忆力。哪个东西对你有用，哪个东西就行。

无论哪种方法，都搞成档案放好，总有一天你会需要的。

规则一：不要惊慌

第一条，而且是最重要的一条规则显然与故障查找方法无关，这也许会令人惊讶。然而，如果不遵守这条规则，就不可能开展有效的故障查找与排除。

什么叫“惊慌”？按照词典的解释，“惊慌”是“突然而不可抑制的惊骇”，或者“突然发作的未加思量的恐惧”，或者其它类似说法。请注意“突然”、“恐惧”与“不可抑制”或“未加思量”等关键词。尤其重要的是其中暗含着的头脑一片空白的状况。换句话说，“惊慌门里进，理智窗里出”。

所以，人们常把处于这种状况的人形容为“惊慌失措”。事实上，如果碰到真正严重的打击，则人们的感受就会受到影响——双目失神，听觉不良，浑身无力。比较轻一些的打击，虽然不会产生这样明显的症状，但就是在最初阶段，也会严重影响头脑的逻辑活动。一旦惊慌失措，就不可能进行逻辑思维了。

凡是在电镀生产线上工作过相当长时间的人，说心里话，谁都不会否认曾经有过惊慌的体验。如果一条电镀生产线出现“故障”，而且常常突如其来。情况快速地由好转坏，令人目瞪口呆，跟着就出现了随之而来的压力：必须找地方存放（或藏起）废次品；必须采取退镀与重镀或其它抢救措施；客户开始为自己的镀件大呼小叫；操作工要求停机费，以免损失生产奖金；大老板也许会把你叫去，拍着桌子吼叫：“如果你不能解决问题，我们就要另请高明了！！！”

在这样的一片喧嚣之中，除非不了解情况的严重性，否则很难保持头脑冷静，因此，惊慌也就随之而起。于是，立即产生一种几乎不可抗拒的冲动，要去做些什么事，虽然这些事不一定是正确的，但无非要表示你是“掌握情况”的，“正在采取措施”。如果你禁不住这种冲动，那么，情况就可能弄得更加乱七八糟。那么，怎样才能不惊慌失措？同样重要的是，怎样才能避免轻举妄动而仍能够使管理部门确信你在做确实是需要做的事呢？答案只有一个：适当的训练与准备。

假如你是一个飞机驾驶员，或者宇航员，或者核反应堆的操作人员，就会要求你参加“模拟”训练。“模拟装置”是一种计算机控制的训练设备，在重现真实设备的条件、状态、气氛与外观时，逼真得惊人。甚至还会有适当的音响效果。要想略微领略一下这种模拟装置可以逼真到什么程度，可以参观一下华盛顿特区斯密司索尼恩学院的航天博物馆，它提供了几个简单但给人印象颇深的实例。站在结实而又固定的航空母舰驾驶台模型上，向下观望海洋投影图，只见海水缓慢起伏，就象舰船在稳稳地破浪前进。这时，你也不由自主地随着起伏的波涛摇摆！再瞧瞧别人，他们也在摇摆不已呢！

模拟装置还要复杂而又真实得多。训练专家在模拟装置之外可馈入各种“故障”

与紧急情况。受训者在安全却又非常逼真的条件下学习处理问题，直到他们几乎对任何紧急情况的反应都能达到迅速应用熟知的纠正（或防护）方法为止。这样，就能避免惊慌了。

把这种训练方法仔细分析一下，有两个特点是显而易见的：

1、虽然问题发生得可能很突然，而且出乎意外，但问题本身并非是完全陌生的。这种问题或者类似这样的问题可能已在模拟装置内有过经验了。

2、纠正的行动或者方法已经事先拟订好了。在压力最大的阶段，也就是出现问题与认识问题的阶段，是不大可能作出正确决定的。但是，程序控制的自动反响却具有驱除惊慌的镇静作用，而使头脑能控制局势。

很显然，由于精饰设备内发生的问题很少会是生死攸关的，因而其模拟装置即使能够建造，费用是否合算也是个问题。事实上，存在着那么多的可变因素，能否设计这么一种模拟装置也大有疑问。何况，又如何拟订培训规划呢？

答案在于我们已经指出的模拟培训的两个本质特点：**熟悉可能发生的问题与事先拟订好的纠正方法或步骤。**

本书第二部分包括各种镀液的故障查找与排除表，表后是答读者问，选自《制品精饰》杂志“精饰门诊”栏。对此进行研究，再看规则2所说明的“怎么办”中步骤，能使你了解可能发生的情况。（请记住墨菲定律：有可能发生的事是会发生的。）所以任何突然发生的问题不会全然是陌生的。

能使我们避免惊慌并找到解决办法的例行程序，叫做**科学方法**。这种方法包括四个步骤：

- 1、分析：研究问题，确切确定其性质。
- 2、数据收集：收集必要的资料，以完成分析。
- 3、综合：提出一种理论或假设，来说明问题的起因及所必需的纠正行动。
- 4、测试：证明所提理论是否正确，或者是否需要将其放弃而重新开始。

下文详加探讨的各条规则阐明了为达到此法所要求的四个步骤而必须采取的行动与程序。

请特别注意：每条规则都阐明了须采取的特定步骤。有条不紊地遵循这样的例行程序，就能达到：

- 1、采取事先计划好的、正确的行动以避免惊慌。
- 2、避免冲动的、不理智的、甚至可能使情况更复杂的行动。
- 3、管理部门很快就会明白你“正在采取行动”，确实“控制着局势”。

请记住，有许多人是视而不见、思路混乱的。不要成为这样的人。

规则二：确定问题

现在，情绪受到了控制，理性重新支配着头脑，就可以开始研究问题了。第一步就是要正确地确定：问题是什么。

这听起来似乎只是一个简单的程序问题——镀件起皮，或者起泡，或者镀层起雾。其实不然，这些只是症状而不是问题。这类症状的存在可能极会引起生产问题，与领导，或者与质量管理人员，产生严重的纠葛。这些都是很实际的问题，在查找故障的同时必须处理解决。何况，由这类问题产生的压力会随着时间的过去而成指数上升。这就迫使你不时地，甚至不断地提醒你自己要注意规则一。然而，这些究竟不是故障问题本身而只是显示电镀过程中某一问题的症状。

如果这些不是问题，那么什么是问题？要弄清这点，可能需要应用一些我们尚未说明过的规则。稍作认真的思考，一般就能缩小调研的范围，还可能告诉你必须应用后文中的哪些规则，来确切地指出问题的所在。一般说来，问题一旦清楚，也就得到解决，因为大多数故障的处理方法是为大家相当熟悉的；如果清洁剂没有把镀件上的油脂去除干净，则可加强甚至调换清洁剂；如果镀铜液的氰含量低了，可以增加；如果酸弱了，可以加强，甚至调换。关键在于确定必须纠正什么，也就是问题是什么。

这一阶段特别重要的是使用你的观察力，从现象看来象个什么样的问题？观察什么将在规则八中讨论。请记住：没有任何东西可用来代替敏锐的观察。你不仅应该认真仔细地观看，观察，还必须做笔记。关于做笔记，请注意，不仅在这里强调，而且在规则六、规则七与规则十内也不断强调。

我们要再三再四地说：记忆是靠不住的。事实与数据忘掉很容易，或者想起来了，却变了样，甚至轻而易举地忽略掉。做好笔记能够确保有用的资料永远存在。此外，事故发生的顺序常常也很重要。甲事故发生于乙事故之前，这一事实也可能成为一个重要的线索。

笔记的好处还不仅如此。做笔记，把笔记整理成一定的形式，有助于你理清思路（有时且有镇静作用）。

有一种方法很有用。划一张表格，分三栏。甲栏内记入已知事实，乙栏内注明该事实的已知意义，丙栏内为正确的纠正措施。这时，你能不能从现有的东西中引出某一含义？还是需要进一步收集资料？

由于规则二几乎要用到所有其它规则，又由于选择所用的规则与使用这些规则的次序要由在变化不定的情况中形成的答案来决定，所以，怎样运用规则二，最好

通过实例来了解，以后，再通过实践来掌握。

实例 1：镍起皮

应用规则八——“观察镀件”。镍镀层是从基体金属上脱皮？还是从镍层上脱皮？

如果是从基体金属上脱皮的，问题可能出在前处理工序。应用规则三——“按规定的条文办事”。所有的条件是否都完全符合条文的规定？

应用规则四——“巡视电镀生产线”。是否看出什么地方出了毛病？

应用规则七——“寻找特征”。

这时，应该已经掌握了足够的材料来准确地弄清问题了，而且也可能已有了解决的方法。复看一下自己的笔记，按照上述的甲乙丙三栏加以整理。这时，答案能否找出？在百分之九十五以上的情况下，是能够找出的。如果还不能找出，则深入规则八，检查镀件的历史。然后再一次运用规则三、规则四、规则七，可能在第一次运用时，有什么地方疏漏了。

如果是从镍层上脱皮的，问题可能出在镀锌槽内。可能是电流问题，也可能是光亮剂问题。这样，所要应用的规则也有所不同。

应用规则四——“巡视电镀生产线”。汇流排情况如何？整流器好吗？有没有什么地方电路可能接触不良？

应用规则五——“查看记录”。镍镀液的情况如何？光亮剂添加正常否？赫尔槽试片的外观呢？弯曲试验是否说明了些什么？

应用规则七——“寻找特征”。问题的发生是连续性的，还是断续发生的？是否跟某只滚桶、某只挂具、某只臂有关连？

现在，弄清问题的条件已经具备了。按前面所说的那样分析你的笔记。你应该找到答案了。

实例 2：锌铸件镀铜起泡

应用规则八——“观察镀件”。剥下一片起泡的镀层，观看铜镀层背面有没有锌？露出的锌基材是否呈现卵石状？是镀出后立即明显起泡，还是过后才出现起泡？加热以后是否情况更糟？（后两个问题也同时涉及规则七。）如果回答一般是肯定的，则是个扩散问题。如果对头两个问题的回答是否定的，则可能是个清洁问题，或者是铜镀液问题。更仔细地观察裸露的锌层，颜色是否较亮较浅？如果是的，则问题可能在去油线上。如果锌发暗，或者隐隐有铜色调，则可能是镀液问题。

如果是扩散问题，原因极可能是除油液污染，或者是酸内有铜。

应用规则四——“巡视电镀生产线”。看各种溶液中有没有铜的迹象？把压铸件浸入，时间比正常时间长一些——外观是否暗得不正常？是否有任何浸渍铜沉积

的迹象？观察传送中的镀件。压铸件是否在排放区靠近排放孔处变暗？是否通常在变暗处出现起泡？（注意应用规则七“寻找特征”，作为规则四的补充。）如果发现看来是造成问题的槽子时，应用规则十——“做试验”，添加铜抑制剂，甚至配制新溶液，再看看问题是否仍然存在。

如果怀疑镀铜液有问题，则应用规则三。是否一切都符合规定？温度？游离氰化物？金属铜？电压？阳极状况？

如果怀疑是去油方面有问题，则应用规则三与规则四。要不要用规则六与规则七？如果对自己的答案没有十分把握，则需应用这两条规则，以便有把握地解决问题。

实例 3：镀层下起雾

这是一个很棘手的问题，因为造成的原因太多了。而且，光凭肉眼观看，很难判断雾状物是在镀层之下，还是在镀层之中。这时，第一步是应用规则三与规则五。镀液的情况怎样？赫尔槽试片的外观如何？雾状物是否确实在镀层之下？

假定是在镀层之下，则有若干不同的原因：

1、酸洗残渣未曾除净，应用规则四。是否有迹象表明，残渣未被除净？在每一步之后，用干净布或滤纸揩拭镀件，看看布上或滤纸上是否有残渣？很可能总是有一些，但是问题却在于必须判断残渣是否过多。揩试过的零件，电镀后是不是不再有雾状物出现？应用规则五，上一次调换清洁剂是什么时候？是否一直维护得当？

2、酸洗中产生浸渍铜沉积。生产线中是否镀过铜或黄铜零件？挂具或挂具头上裸露铜的情况怎样？应用规则三、四、五。如果是这个原因，能否将雾状物消除？

3、在传送过程中，清洁剂干涸在零件上。应用规则四。能找出问题吗？

4、金属残渣下的油脂。这可能是在酸洗之后作为水膜残迹出现，应用规则四。能找出什么来吗？

5、清洁剂中皂份太多。抛光剂是否去除了？应用规则五。清洁剂调换后多久了？

现在问题解决了没有？把笔记内容集中起来，加以分析。还需要资料与数据吗？还应该应用别的规则吗？规则七的情况怎样——镀件的历史搞清了没有？镀件上是否有轻微的锈迹，除去后留下了雾状影？

现在，有可能你已经解决了问题。

上述三个实例不仅说明了在运用规则二时应用其它规则的情况，而且强调了“前言”中的这一观点：故障处理能手的头脑里有一个内容丰富的、能起指导作用的资料档案。请注意，就在这三个实例中，所出现的信息：镀上起皮可因光亮剂过量或电路接触不良引起；压铸件上起泡可由铜扩散入锌造成；发生这种扩散的地方，

起泡处底下的锌表面呈典型的卵石状；这种铜-锌扩散现象可由浸渍铜沉积引起，并因加热而更加严重；等等。

怎样获得这些信息资料？

交谈，阅读，听。

交谈：与经验丰富的人，与了解其溶液特性的供应商，与任何能教导你有关冶金学、化学、电化学等等的人交谈。不懂就问。

阅读：阅读有关电镀的书刊、溶液的操作说明书（许多都有故障处理表），关于化学、物理学、电学以至几乎任何学科的书藉。

听：听技术会议的报告、电镀工作者探讨问题的谈话、故障处理工作人员的经验交流。听过以后仔细思考，在头脑中建立能说明所发生情况的模式。

上面三个实例清楚地说明了可应用各种规则以明确问题的方法。同时请注意：正如一开始所说的那样，一旦正确地明确了问题所在，答案也常常是明白的了。同样明显的是，应用哪些规则与这些规则应用的顺序可以因事而异，所以不可能建立一个确切的亦步亦趋的顺序。选择适当规则与顺序的能力只能在实践中学到。怎样得到必要的实践呢？一般的电镀车间是不会每个小时、甚至每天都会出现问题的呀。（至少人们不希望如此。）

要增加知识，有四个途径：

首先，对于自己确实碰到的问题，不要先找故障处理能手帮忙，而是认真努力地应用这些规则并找出答案。自己怎么进行的，记录下来。如果成功了，用挑剔的眼光来综观自己的记录。能否用另外一种顺序来应用这些规则呢？另外一种顺序会不会有助于分析？加速分析？有没有本来应该回忆起来的或者查找出来的资料？

假如你没有成功而必须求助时，则请这位专家看一遍你的记录，并就如何改进提出建议。

其次，任何人在电镀界工作过一段或长或短的时间之后，解决过一些问题，并且知道了别人解决问题的“奥秘”。对此，回顾一下，以便找出解决这些问题的途径。在你知道这些规则之前，是否在实际中已经应用过其中一些呢？假如你原先就知道这些规则的话，问题是否能解决得快些呢？现在你会应用哪些规则，又以什么样的顺序来应用呢？

第三，在会议上，在技术研讨时，多跟别人交谈。把别人的问题用作自己的实践。

最后，作“假如……，怎么办”练习。给自己提出一个问题。然后应用规则，设法找出解决办法。继而变动条件，使其更加复杂。

老手经常这样做。在他着手解决问题时，他会订出一个“作战计划”（可能是