

金相检验实例

陶达天编著

机械工业出版社

金相检验实例

陶达天编著



机械工业出版社

本书简要地介绍了金相废品分析的一般步骤；重点讲述了在生产实践中有关金相检验分析实例，包括钢的原材料、锻造、热处理、磨削和拖拉机上两个重要零件（后桥半轴、主动齿轮）在生产和使用中所发现的废品及缺陷的金相检验分析。

本书可供从事金相检验和热处理的工人和技术人员参考。

金相检验实例

陶 达 天 编著

*

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登记证出字第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 787×1092¹/₃₂·印张 5·字数 106千字

1975年5月北京第一版·1975年5月北京第一次印刷

印数 00,001—20,000·定价 0.36元

*

统一书号：15033·4255

毛主席语录

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。这就是马克思主义的认识论，就是辩证唯物论的认识论。

前 言

机械零件在热处理前、后和装机使用中，有时因一系列原因，使零件成批地报废和提前破损，造成了不应有的损失和浪费。如果能够通过金相检验的方法，来分析其产生的原因并采取相应的措施加以避免，就有助于提高产品质量和节约钢材。

为此目的，作者根据本厂生产过程中遇到的一些具体问题，在学习别人经验的基础上，加以分类总结写成本书。

本书内容包括：废品分析的一般步骤、钢材宏观缺陷、锻造所产生的废品、热处理所产生的缺陷、磨削所产生的废品分析以及拖拉机上的两个重要零件（后桥半轴和主动圆锥齿轮）的综合性废品分析。对这些问题，均从金相检验分析角度加以叙述。

我是一个工人，由于水平所限，本书的编写虽化费了较长时间进行准备和对原稿进行了多次修改，但书中仍然不免有缺点和错误的地方，希望读者批评指正。

本书是在我厂的厂、科和中心试验室各级领导的支持下和中心实验室全室同志的热情帮助下写成的。并承蒙南昌齿轮厂冯锐林同志进行审阅修改初稿和本厂涂竹斌同志进行校审定稿，又承其他兄弟单位提供很多宝贵资料，对此表示深切的谢意。

江西拖拉机厂中心试验室

陶 达 天

目 录

前言

一、废品分析的一般步骤	1
二、钢材宏观缺陷分析	12
三、锻造所产生的废品分析	32
四、热处理所产生的缺陷分析	57
五、磨削所产生的废品分析	106
六、后桥半轴的废品分析	117
七、主动圆锥齿轮的废品分析	129

一、废品分析的一般步骤

机械零件在生产或使用中出现了废品，进行分析的一般步骤，也可以说成是金相检验要注意并完成的事项。当试验者接到委托者的来样时，首先要问清楚零件的来历，应该了解零件的技术要求，零件的材料、热处理工艺及在那道工序后发现的弊病，然后，一般地进行如下分析：

(一) 零件外表宏观检查

观察裂纹的外部情况，其分布的形状及大小，或折断后的断口表面情况。如有条件，根据需要，还可以摄取零件外观缺陷特征的情况，以便更易说明问题和供送样委托者分析参考和备案。

例 $\phi 25$ 毫米钻头，当使用中在高速钢与 45 号钢焊接的地方断裂，其断口上有三种颜色，即：1) 浅灰色、2) 生锈黄斑迹、3) 银白色 (图 1)。

经显微检验证明，在断口浅灰色处附近尚有大量的空洞存在 (图 2)；断口生锈黄斑处发现了焊接裂纹 (图 3)；而银白色断口处为正常组织。从分析来看，钻头折断的原因为焊接质量不佳。如有实物的断口照片，用箭头一指就能说得一清二楚，若无断口照片，即使叙述得再清楚，也只能给人一个抽象的印象。

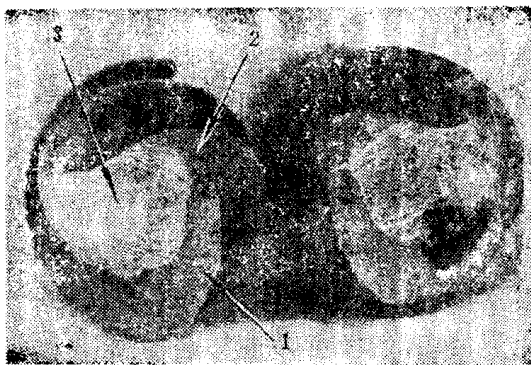


图 1 钻头断口



图 2 断口浅灰色处附近的空洞 100×

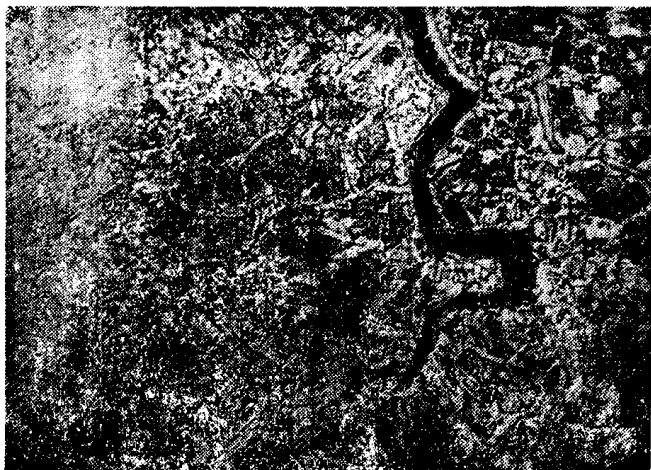


图3 生锈处的焊接裂纹 200×

(二) 零件进行硬度检查

通过硬度检查，可以初步判断热处理的质量是否达到技术要求，这对金相检验提供了有利条件。

例 $\phi 68$ 毫米的铣刀，在使用时发现刀刃先期磨损(图4)。在铣刀表面打硬度为 HRC63~64。为什么硬度这么高，在使用时不崩刃反而磨损呢？切下铣刀一刀块，在其刀面打硬度，为 HRC52~54。这样，推测铣刀刃的磨损，可能是由于表面脱碳所造成。因为铣刀端面已经过磨削加工，把脱碳层磨削掉了，在刀刃处未经磨削而保留了



图4 铣刀刃磨损

脱碳层，以致硬度较低(后经显微测量脱碳层约0.15~0.25毫米)，故使用时刀刃就易于磨损。通过硬度检查，对金相检验分析带来了方便。

(三) 零件进行化学成分检查

这可决定零件是否因钢号之误而引起损坏。最好先用看谱镜进行定性分析或火花鉴别，以求尽快确定其钢号。例如，零件原用材料为45号钢，现因误用40Cr钢而淬裂。如用看谱镜或火花鉴别，即可初步得出材料误用的结论，其他分析就可以不必进行。如有必要，可进一步化验(定量)其成分。

例 有一个轴承，在使用中几个滚子被压成碎片或压裂(见图5)。在看谱镜检验其含铬量约1%左右，符合轴承钢含量。但当磨削金相试样时，发现火花不像轴承钢，其含碳量偏低。将滚子用高温盐炉加热正火后取样化验，含碳为0.38%，含铬量为0.95%，确定材料为40Cr钢而非轴承钢。硬度也只有HRC28~30，后从金相检验中也证实了此滚子非轴承钢。故化学分析是金相检验中不可分割的部分。

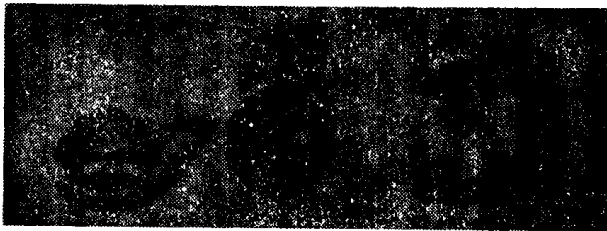


图5 滚子压成碎片

(四) 截取金相试样

选取试样，是金相检验中关键的一步，试样必须包括该零件破损的主要部位。如果零件的破损面很大，截取试样至少也要包括有代表性的部分，而试样又宜尽量少而小。

例 拖拉机的前桥在使用中断裂，断口如图 6 所示。从图中可以看出断口处有一块生锈黄斑，起着疲劳核心的作用（图 6 中箭头 1 所指处），其他地区为逐渐受破坏的疲劳断口（图 6 中箭头 2 所指处）和承受不了载荷而瞬时断裂的断口（图 6 中箭头 3 所指处）。那么，最关键的地方应该检查疲劳核心的黄斑处。对断口作了分析，只要将断口黄斑处切下（如图 6 中示意）即可。



图 6 前桥的疲劳断口 1:1

在磨制这个试样时，绝对不能从疲劳核心的端面磨制，而应该从疲劳核心的侧面（纵向）方向磨制。试样检查结果，疲劳核心处有脱碳层存在（前桥是 45 钢锻造后经正火处理）。

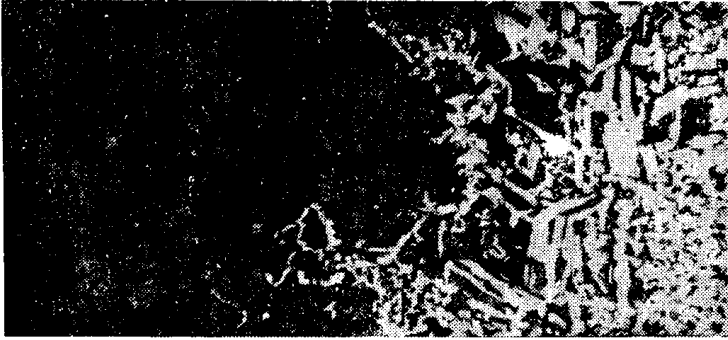
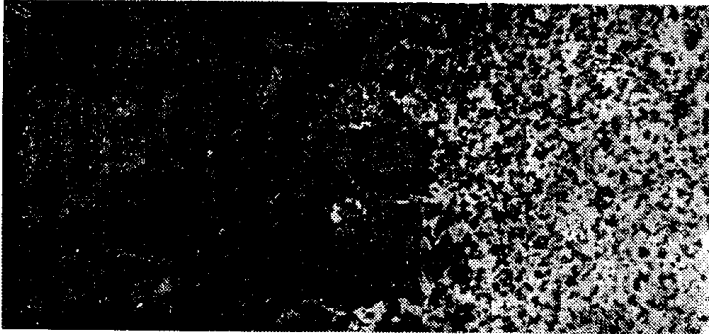
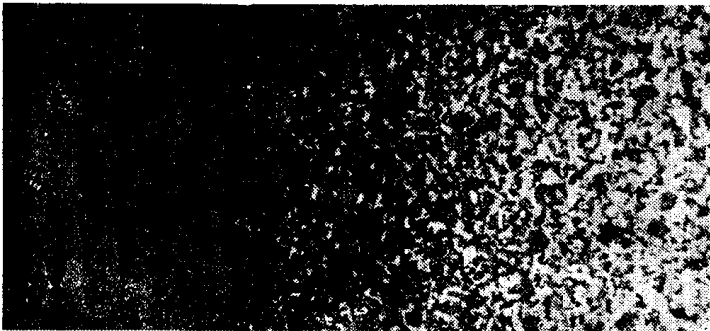
*a**b**c*

图7 摇臂轴的渗碳层组织 70×
a—轴断口处；*b*—轴中间处；*c*—轴另一头部处

如果试样磨面从疲劳核心端面磨制，那么，在砂轮机上整平磨面时，易将疲劳核心处的脱碳层磨掉，给分析带来困难或得出错误的结论。

此外，在废品分析时，如有必要可在零件完整部分取样检查，以资比较。

例 曾对一根在使用中断裂的摇臂轴（全长 411 毫米，直径 16 毫米，内孔 8 毫米）检查其渗碳层时，发现摇臂轴的两头和中间的渗碳层质量差异很大（见图 7 a、b、c）。这种情况，对金相检验工作者来讲，在解决实际生产质量问题时，是有现实意义的。

（五）金相检验

试样经磨制、抛光和清洗后，在未腐蚀之前，应检查断口裂纹形状和夹杂物分布的情况，以判断零件是否因夹杂物过量而造成断裂。

例 齿轮轴在使用中断裂，断口如图 8 所示。鉴定结果为硫化物过量（图 9）所致。

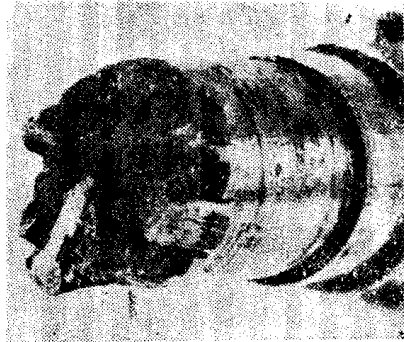


图 8 齿轮轴断口

试样腐蚀后检查显微组织，通过显微组织的检查，一般可以判断零件热处理的质量和工艺情况如何。同时，可以判断裂纹或断口产生的原因是原材料有问题，还是在锻造或热处理过程中所产生的。

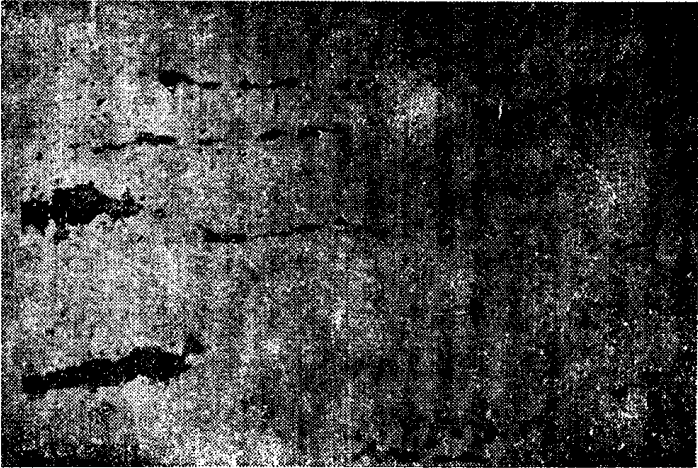


图9 硫化物夹杂 100×

(六) 下 结 论

对具体情况，作了具体分析之后，确定出废品的原因，以提出解决废品的具体办法，使委托者得到正确而及时的报告。

但作为一个金相检验工作者来说，如果单凭自己固有的经验、书本上的知识，不向下作调查而只是主观地去分析，那么，在实际工作中，有时就会片面地下结论或碰到无法下结论的情况。下面列举两个零件在使用过程中发现损坏的实例来说明。

1. 因装机不良而损坏

丰收-27型拖拉机在考核其整机性能时，后桥半轴齿轮使用2000小时，发现齿牙表面有轻微的一块剥落，并在齿牙大端齿面均有因接触摩擦而发亮的现象（见图10）。该齿轮

又继续使用 1000 小时后，其齿面剥落现象更为严重（见图 11）。齿面剥落均偏大端而在原来第一次拆机时齿牙接触发亮的地方。



图10 使用2000小时的半轴齿轮

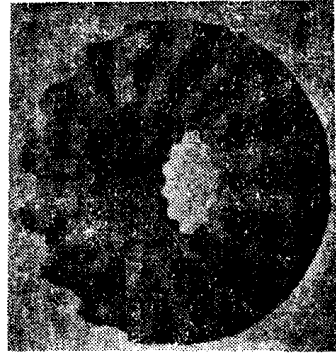


图11 使用3000小时的半轴齿轮

当半轴齿轮进行硬度、化学成分、渗碳层和显微组织检查时，均符合技术要求。那么，为什么损坏呢？只站在金相检验的角度上是无法解答的。

后经装机的师傅、设计人员共同研究，根据齿牙损坏情况，经测量证明，半轴齿轮装机偏大端，造成齿面受力不均，以使齿牙大端齿面接触过紧，造成局部疲劳而产生小块剥落。

2. 因机械加工和热处理质量不佳而损坏

试制型拖拉机在装机试车中，发生曲轴断裂的严重事故，其断裂情况如图 12 所示，断口如图 13 所示。分析曲轴断口情况，属疲劳断裂，其折断正好在曲轴的轴柄和轴颈交界处。

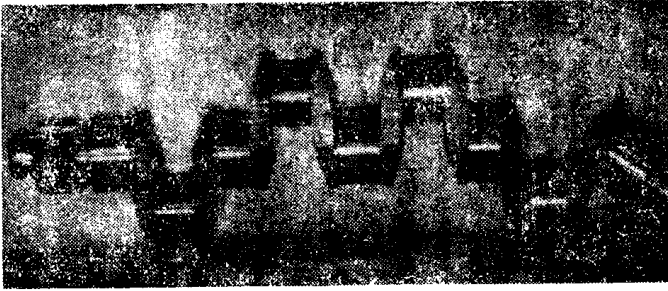


图12 曲轴断裂全貌



图13 曲轴断口情况

经化学分析含碳量为 0.49%，属 45 钢，其硬度在断口轴柄处为 HRC21~25；显微组织为索氏体+铁素体。在轴颈处硬度为 HRC58~60；显微组织表面为中等针状马氏体（按高频淬火标准 4 级）；心部为索氏体+铁素体。

从上述检验结果分析，断口正好在曲轴的轴柄和轴颈的交界处，也是在硬度和显微组织突变的过渡区。

当时，试验者下的结论是因硬度和显微组织显著的差别，由于热处理质量不佳造成应力集中而折断。

当试机工人和设计人员看到报告时，大家对曲轴断裂的情况又作了议论。当时，有个工人同志提出了问题，为什么丰收-27型拖拉机曲轴的轴柄和轴颈的交界面是圆弧的（图14a），而这根断裂的曲轴的交界面是直角的（图14b），这和曲轴的断裂是否有关？

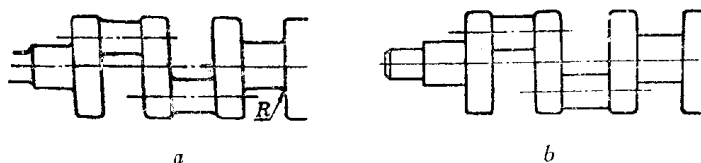


图14 曲轴的轴颈和轴柄交界面
a—呈圆弧；b—呈直角

经过一番议论，一致认为曲轴的断裂，主要原因是机械加工交界面呈直角和热处理质量不佳而引起应力集中，降低了疲劳强度所致。