



■ 邹君文

斗轮机回转齿轮断裂原因分析

我公司检修人员在现场巡检过程中发现3#斗轮机回转机构西侧驱动小齿轮有一块脱落，当时3#斗轮机加仓取料刚刚结束。仔细检查后发现3#斗轮机驱动小齿轮沿一齿的两侧根部向轴心方向发生整体断裂，如图1所示。

断裂齿轮模数24，齿数17，材质为42CrMo+QT锻件，齿面中频感应淬火，硬度 (57 ± 6) HRC。对该断裂齿轮进行理化检验，以找出具体原因。

1. 宏观检查

图2是断裂齿轮断面的宏观照，断裂的位置均处于外齿与内齿的根部；断口宏观没有明显的塑性变形，未见疲劳纹，呈脆性断裂；图2b中断口宏观外壁处具

有明显的放射状条纹，其收敛处指向外壁，说明断裂是由外齿的根部向内扩展的。

2. 成分分析

使用SPECTROTESTCCD移动式金属分析仪对断裂齿轮进行直读光谱化学成分测试，结果见附表，符合GB/T3077—1999《合金结构钢》标准中42CrMo优质钢的化学成分要求。

3. 金相与力学性能分析

图3是该齿轮金相组织的照片，金相组织为铁素体+珠光体



图1 断齿宏观照



(a)



(b)

图2 断面宏观照

(下转第19页)

(2) 轮齿表面存在较严重的网状碳化物，会使渗层变脆，表面接触疲劳强度降低，影响齿轮的使用寿命^[6]。建议加强对热处理过程控制，减少网状碳化物的形成。

参考文献

[1] 郭志德, 邵尔玉. 齿轮的失效分析[M]. 北京: 机械工业出

版社, 1992.

[2] 崔忠圻, 刘北兴. 金属学与热处理原理[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1998.

[3] 朱敦伦. 齿轮接触疲劳破坏机理的探讨[J]. 哈尔滨工业大学学报, 1979.

[4] 黄锡恺. 机械原理[M]. 北京: 人民教育出版社, 1981.

[5] S戈康达. 金属的疲劳与断裂

[M]. 颜鸣皋, 译. 上海: 上海科学出版社, 1983.

[6] 范垂本. 齿轮的强度和实验[M]. 北京: 机械工业出版社, 1979.

作者简介: 陈润松、姜永升、李忙、于建英, 中车北京南口机械有限公司。

MW 20160716

表3 热处理后变形量检测结果 (mm)

方案1	方案2
$\phi 356\text{mm}$ 外圆对B面的平面度跳动量 0.30~0.45	$\phi 356\text{mm}$ 外圆对B面的平面度跳动量 0.1~0.18
$\phi 298\text{mm}$ 外圆对A面的平面度跳动量 0.10~0.15	$\phi 298\text{mm}$ 外圆对A面的平面度跳动量 0.12~0.18

4. 结语

通过分析, 变形以热应力为主, 因此采取了一系列措施降低热应力, 如为减少齿圈变形, 强渗时加热温度取下限 (850°C), 保温时间安排合理, 降低淬火温度 (825°C), 并尽量保持零件各部分温度均匀一致时淬火, 油温适当提高 (120°C), 以减少淬火畸变倾向, 工件应根据其形状采取了正

确的装夹 (采用吊装), 经过理论分析, 制订相应的工艺并付诸试验, 对减少变形工作中取得一定成效。

参考文献

- [1] 张长英. 传动齿轮在碳氮共渗和淬火中的畸变控制[J]. 热加工工艺, 2011, 40 (8): 196-197.
- [2] 陆伯昌, 裴凤琴. 内齿圈碳氮

共渗和淬火的变形控制[J]. 热处理技术与装备, 2010, 31 (3): 39-40.

- [3] 孟羽, 谢付英, 等. 20CrMnTi 钢齿轮渗碳淬火开裂原因分析[J]. 金属热处理, 2011, 36 (3): 109-110.

作者简介: 吴华, 吉林松原人, 硕士, 讲师, 常州机电职业技术学院模具技术系任教, 从事焊接及金属材料表面强化研究; 卞云霞, 湖北三江航天红林探控有限公司。

MW 20160618

(上接第16页)

+回火马氏体。42CrMo钢在调质工艺下的正常金相组织应该为回火马氏体或回火索氏体, 而该齿轮的金相组织未到达调质工艺下正常金相组织的要求。

取样进行力学性能试验, 该齿轮材料的抗拉强度为880MPa, 断后伸长率为13%。

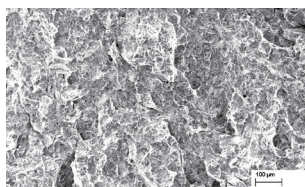
4. 电镜分析

图4是在SEM下观测到的断口形貌, 微观断口较平整, 断口宏观没有明显的塑性变形, 未见疲劳纹, 整个断口微观形貌呈准解理断口特征, 为脆性断裂。

5. 分析与讨论

斗轮机回转齿轮由于热处理不当, 加热温度偏低, 原始珠光体已转变为奥氏体, 而铁素体则未完全溶解, 有少量铁素体残留在晶界处, 淬火冷却时, 又因冷却较缓, 一直沿着未溶解铁素体晶界析出细片状珠光体。一部分过冷奥氏体在马氏体形成温度

时转变为淬火马氏体组织, 形成了该齿轮铁素体+珠光体+回火马氏体的金相组织, 这种组织属于不完全淬火组织。参照GB/T3077—1999《合金结构钢》标准, 42CrMo钢在正常调质处理后其抗拉强度可达到1080MPa, 而该断裂的齿轮因调质工艺不到位, 导致淬火对工件的硬化作用达不到充分的发挥, 其抗拉强度仅有880MPa。在齿轮的运行中因强度不够导致齿轮整体呈脆性断裂。



(a)

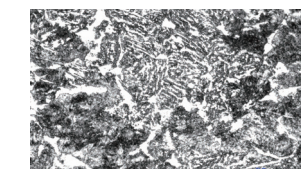
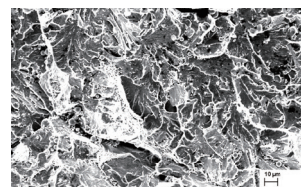


图3 金相照片



(b)

图4 断口形貌

作者简介: 邹君文, 浙江省电力锅炉压力容器检验所有限公司, 专科, 助理工程师, 现主要从事电力设备理化检验方面的工作。

MW 20160802