

壹、前言

本报告主要系介绍紧固件用棒线球化退火后，球化率评估方法，以及球化率评级标准，包括冷打碳钢球化率评级标准，冷打合金钢球化率评级标准，以及钢厂一般碳钢球化后球化率评级标准，钢厂合金钢球化后球化率评级标准，以利棒线球化后，球化率之判定与管制技术传承，以避免球化率判定过严，造成棒线重球化处理成本增加；反之，球化率判定过松，造成钢厂球化不良的棒线成品，于后续冷打加工时，发生冷打裂。

贰、棒线球化退火

小钢坯经加热炉加热，再经轧延成条线后，极易造成钢材中碳化物呈现不规则的长条或片状排列，不容易变形，不利于后续之冷打加工，此一现象会随着钢材中合金元素，例如，碳、锰、铬、钼等含量的增加而更为显着。

条线经球化退火后，其内部组织改变，例如，将片状波来铁改变成球状碳化物，因此造成硬度较低、塑性更好。

图1显示，热轧条线(As-rolled)，退火前为雪明碳铁组织。

图2显示，经球化退火处理后，形成近似球状的碳化物，散布在肥粒铁基地中的钢材组织，使钢材易于塑性加工或切削加工。

图3显示，过共析钢保持于A1与Acm之间的温度时，网状雪明碳铁球状化的状况。

参、球化率评估方法

一. 球化率评估方法

钢材经球化退火后，其内部组织改变，可改善钢材组织中碳化物的形态与分布，为后续冷打加工及最终热处理组织作好准备。

由于球化率之判定与管制良窳，会影响棒线重球化处理成本，或是棒线球化退火后，经业者冷打(加工)裂不良率，因此球化率评估方法非常重要。

图4为计数碳化物(长)L/W(宽)<5之比例：

球化率(%)=长宽比<5之个数(Ns)/所有碳化物总数(N)×100%

(长)L/W(宽)<5之比例越高，则表示球化率越佳。

二. 球化率评级标准

球化等级判定，可依据标准图来判定，包括冷打碳钢球化率评级标准，冷打合金钢球化率评级标准，以及钢厂一般碳钢球化后球化率评级标准，钢厂合金钢球化后球化率评级标准，说明如下：

1. JIS-G3507-2 冷打碳钢球化率评级标准

JIS-G3507-2 冷打碳钢球化率评级标准，如图5，其中1级最佳，4级最差。

球化率若判定为1级，则该棒线钢材适合严厉冷(打)加工，球化率若判定为4级，则可考虑棒线重球化处理，或是不需要严厉冷(打)加工的紧固件产品。

扣件用 棒线球化率 判定与管制

文/梁圣乐

前中国钢铁公司冶金技术处条线产品工程师

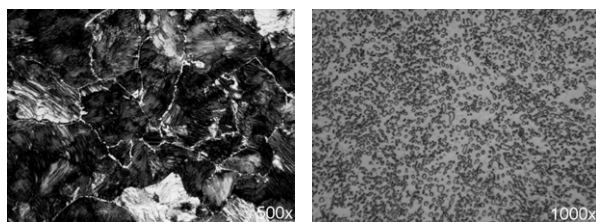


图1条线退火前的金相组织

图2退火后的金相组织

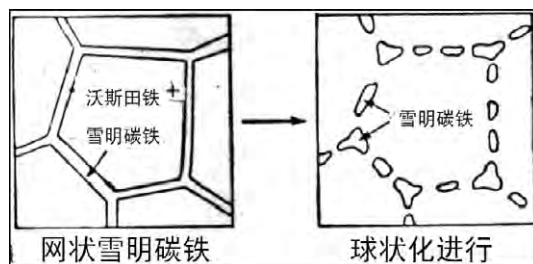


图3网状雪明碳铁的球状化进行示意图

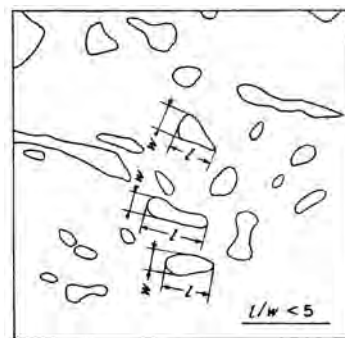


图4计数碳化物(长)L/W(宽)<5之比例

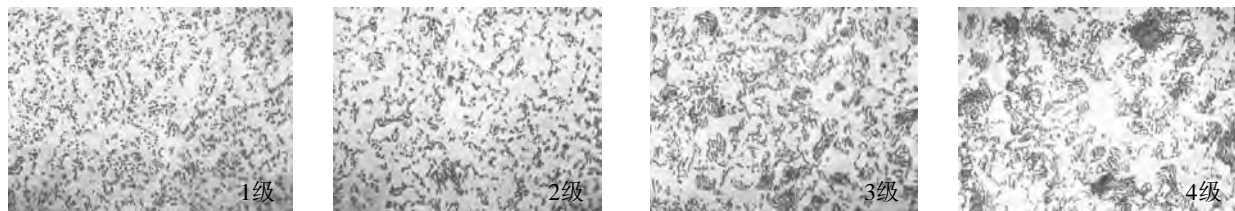


图5 JIS-G3507-2 冷打碳钢球化率评级标准

2. JIS-G3509-2 冷打合金钢球化率评级标准

JIS-G3509-2 冷打合金钢球化率评级标准, 如图6, 其中1级最佳, 3级最差。

球化率若判定为1级, 则该棒线钢材适合严厉冷(打)加工, 球化率若判定为3级, 则可考虑棒线重球化处理, 或是不需要严厉冷(打)加工的紧固件产品。

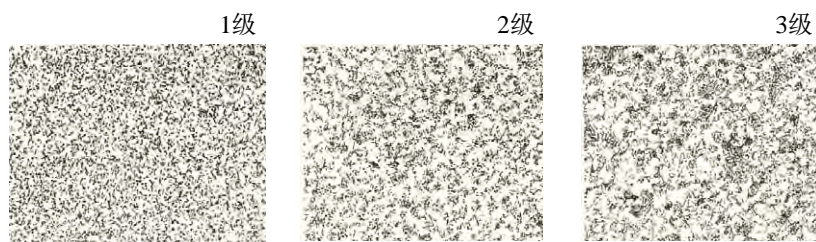


图6 JIS-G3509-2 冷打合金钢球化率评级标准

3. 钢厂球化一般碳钢球化率评级标准

钢厂球化一般碳钢球化率评级标准, 如图7, 其中1级最佳, 4级最差。

球化率若判定为1级, 则该棒线钢材适合严厉冷(打)加工, 球化率若判定为4级, 则建议棒线重球化处理, 以避免后续冷打加工时, 发生冷打裂。

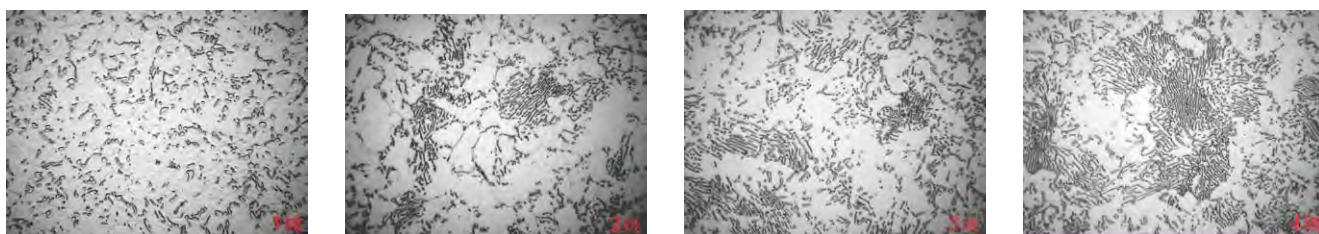


图7钢厂球化一般碳钢球化率评级标准

图8显示, 钢种S50C退火后球化率不佳, 经冷打凸缘螺帽后, 造成冷打裂, 如图9。

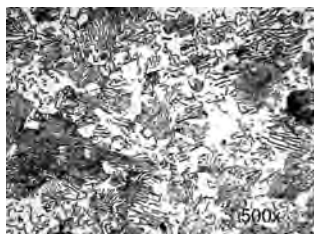


图8 S50C退火后球化率不佳



图9 凸缘螺帽打裂外观

4. 钢厂球化合金钢球化率评级标准

钢厂球化合金钢球化率评级标准, 如图10, 其中1级最佳, 4级最差。

球化率若判定为1级, 则该棒线钢材适合严厉冷(打)加工, 球化率若判定为4级, 则建议棒线重球化处理, 以避免后续冷打加工时, 发生冷打裂。

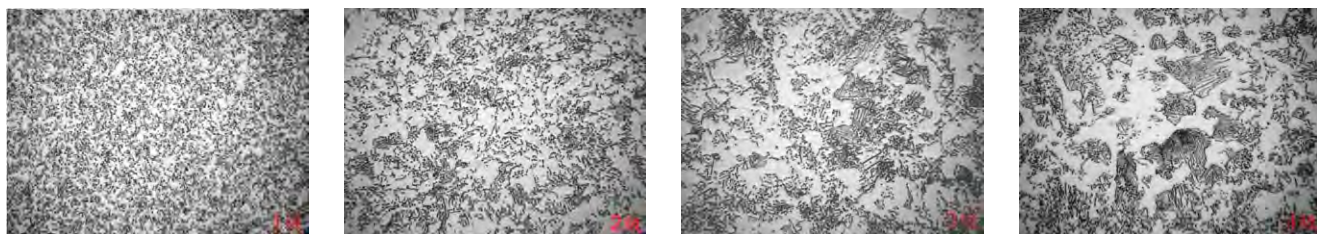


图10钢厂球化合金钢球化率评级标准

肆、结论

1. 热轧条线盘元, 碳化物呈现不规则的长条或片状排列, 不容易变形, 不利于后续之冷打加工, 因此需经由球化退火处理, 使获得良好的球化组织, 有利于后续冷打加工。
2. 由于条线球化不良, 经严厉冷打(加工)凸缘螺帽后, 易造成冷打裂, 因此本报告深入浅出的介绍球化率评估方法、球化率评级标准, 以利棒线球化好坏判定技术传承, 主要包括: 冷打碳钢球化率评级标准, 冷打合金钢球化率评级标准, 以及钢厂一般碳钢球化后球化率评级标准, 钢厂合金钢球化后球化率评级标准, 期使各钢厂及紧固件加工业者对球化率判定与管制有更深一层的认识, 以减少重球化处理时间, 以节省棒线球化成本, 及避免冷打(加工)扣件因球化率不佳造成冷打裂发生。