

德国工程师们怎样快速地编制高水平的热处理工艺

■ 谢宝强, 宗长江, 黄维

前些年我们出国考察主要是学习国外的先进制造工艺, 引进国外的先进设备。近几年来我们更加注重考察国外先进的管理方法。中国热处理行业协会近几年还多次组团到欧洲考察热处理信息化, 这些工作作为我国热处理行业的发展起到了巨大的推动作用。

然而我们一直没有更多地关注国外热处理工艺辅助设计的发展。近年来, 随着计算机技术的发展, 机械设计已经实现了二维/三维绘图, 各种软件如CAD, SolidWorks等已成为设计人员必备的工具。电气设计也已引进了Eplan等各种软件。但在特殊工艺领域, 引进的工艺软件还不多, 在我国热处理行业, 则还没有先例。

现在我们给大家介绍一种德国热处理工程师们最广泛使用的热处理工艺辅助设计专家系统软件。该软件是由德国索默博士(Dr. Sommer)材料科技有限公司开发的, 已经在德国2000多家

大型热处理企业和中小型热处理企业中得到广泛应用。该软件已经是德国热处理工程师们的必备工具。

1. 软件五大主题功能

(1) 全面、快捷、方便的金属材料热处理数据库检索功能。

(2) 强大的正火、淬火、回火工艺参数, 以及金相组织和力学性能模拟计算功能。

(3) 操作简便, 内容丰富的渗碳+淬火+回火工艺过程模拟计算功能。

(4) 清晰、丰富的金相组织及缺陷图谱库, 以及相关的分析、解释功能。

(5) 随手实现的各硬度单位之间的换算功能。

2. 金属材料热处理数据库检索

(1) 世界各国和国际组织的25000多种金属的材料标准, 如图1所示。

(2) 世界各国和国际组织的39000多种金属材料的各种技术数据, 如材料的化学成分、力学性能、物理性能, 以及典型的热处理工艺和基础数据等, 如图2所示。

(3) 可以对自定义的钢材进行端淬曲线计算, 如图3所示。

(4) 世界各国和国际组织的3000多种金属材料的各种图表, 如CCT图、TTT图、回火硬度图、力学性能图及物理性能图等, 如图4所示。

(5) 可输入材料牌号检索。

(6) 可输入材料标准检索。

(7) 可输入材料化学成分检索。

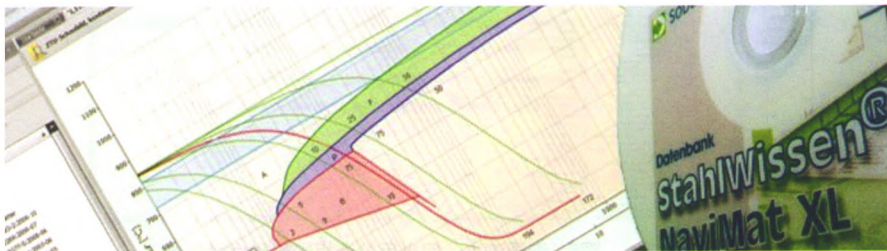
(8) 可提供相近材料信息。

(9) 可在同页面进行两种材料对比。

(10) 当鼠标指针停留在图形或曲线上时, 可以即时显示或标定相应点的参数, 便于准确选取数据。

(11) 允许建立用户自己的材料和热处理信息库。

经过多年的积累和更新, 这个强大的数据库检索系统如同您拥有了多套电子版的钢材手册和热处理手册, 世界各国和国际组织的常用金属材料信息尽在其中。随着我国机械制造业的国



际化，各种国际标准的钢材广泛使用，该软件数据库的作用也会日益增大，而且检索比传统的纸质手册更快捷、更方便。

3. 钢材正火、淬火、回火工艺参数模拟计算

(1) 输入材料牌号、零件形状、尺寸、热处理设备类型、工艺参数及冷却介质等，模拟计算热处理后的结果，包括硬度、

强度、塑性等力学性能，以及不同部位的金相组织等。

(2) 输入淬火、回火后的硬度要求，计算对应的回火温度，如图5所示。

(3) 可选择多种加热设备，如普通空气加热炉、保护气氛加热炉、真空炉、流动粒子炉、盐浴炉等，自动计算出淬火和回火加热时间。

(4) 可以选择多种冷却介

质，如淬火油、常用各种浓度的淬火液、水，以及常用各种压力的氮气、氦气等，也可以输入冷却介质的 α 值定义冷却介质的冷却能力。

(5) 可根据不同批次材料的实际化学成分模拟计算正火、淬火、回火后的结果，以便及时调整工艺参数，如图6所示。

这项功能以金属相变理论、传热学和回归分析方法为基础

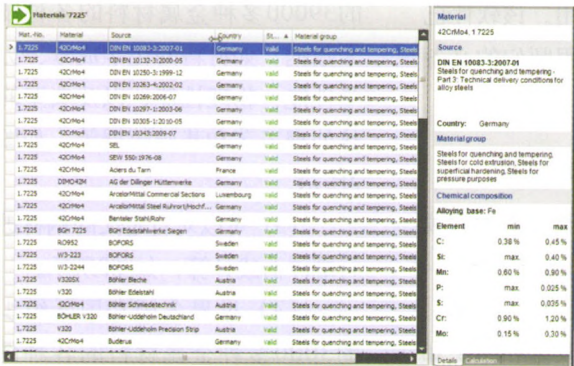


图1 材料标准和基本信息

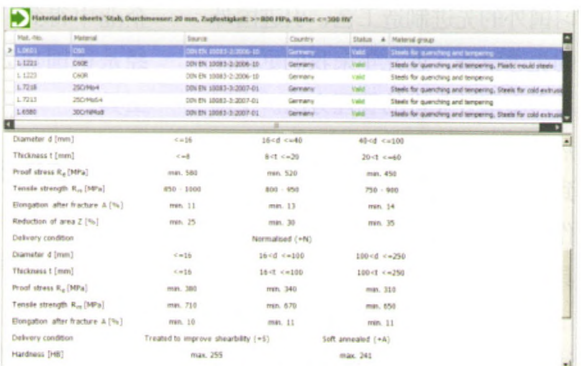


图2 查看材料力学性能

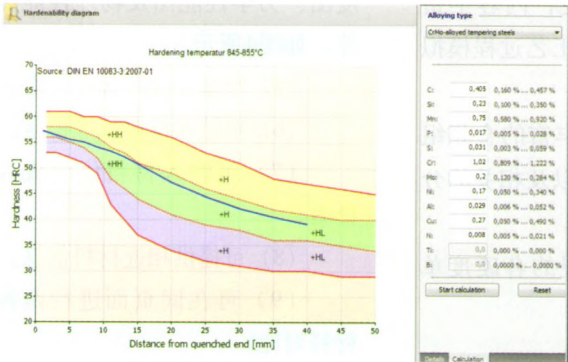


图3 查看材料端淬曲线

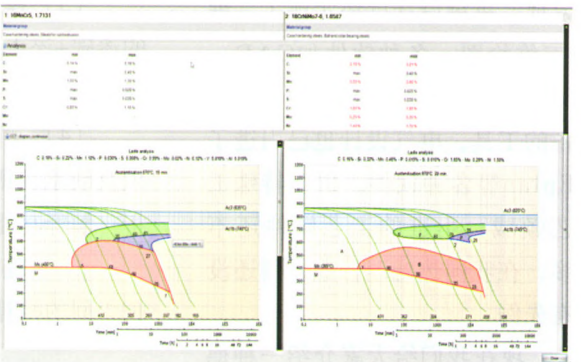


图4 对比两种材料的CCT曲线

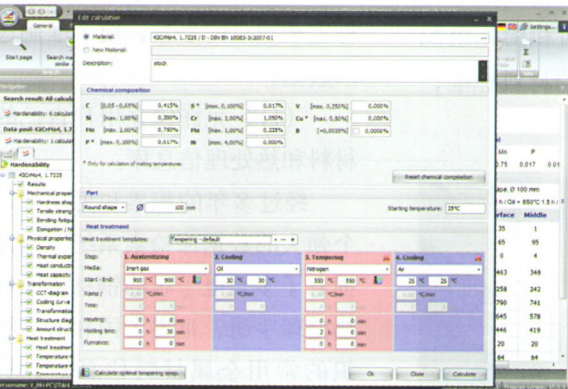


图5 输入淬火、回火工艺参数



图6 查看淬火、回火后的金相组织和力学性能

进行模拟计算，可以帮助热处理工程师迅速制订准确的热处理工艺参数，预知不同材料成分、不同形状和尺寸的零件，在正火、淬火和回火后，表面和内部的硬度、金相组织、力学性能等。可以显著地减少编制工艺的盲目性，减少工艺试验过程，减少报废和返修。

例如，一根直径425mm、材料为40CrNiMo的轴，应该采用多高温淬火，若采用860℃油中淬火+560℃高温回火后表面硬度可以达到多少，各截面处的金相组织是什么，机械强度是多少，表面硬度是多少，若要表面硬度达到240~280HBW，应该采用多高温回火，这些困扰热处理技术人员的问题，采用该软件即可迅速地迎刃而解。

具有这样功能的软件国内尚未见到。这项功能对于产品材料品种多、零件尺寸繁杂的热处理

企业非常有用。对于大型企业进行大型零件的正火、淬火和回火预测也有非常大的帮助。

4. 渗碳、淬火和回火模拟计算

- (1) 为所需的有效硬化层深度或渗碳层深度配置最佳的工艺参数，如图7、图8所示。
- (2) 优化工艺时间。
- (3) 模拟、优化渗碳轮廓曲线。
- (4) 模拟、优化淬火后的硬度曲线。
- (5) 模拟、优化回火后的硬度曲线。
- (6) 快速动态显示每一时刻的模拟结果，如图9所示。
- (7) 方便查询各点位的数值。

这项功能可以通过输入炉子的气氛组分，零件的材料牌号、化学成分、形状和尺寸，层深定义点(硬度或含碳量)，按照规划

好的工艺段分别输入升温起始温度、渗碳温度、淬火温度，以及升温、强渗、扩散、降温及均温等各阶段的碳势或零件的表面含碳量要求和时间，淬火冷却介质（油、水、气氛或介质的淬冷烈度H值等）及温度，以及回火温度和时间等，软件即可以计算出合金系数，模拟出工艺过程曲线（包括温度、碳势、层深、表面含碳量）、渗碳轮廓曲线、淬火硬度曲线和回火后的硬度曲线，如图10所示。

该软件还可以对脱碳过程进行模拟，便于产品质量分析。

由于增加了回火后的硬度曲线，该软件比各种多用炉自带的模拟软件更符合现场实际生产情况。

5. 金相组织软件

- (1) 超过2000多张典型图片的图库。
- (2) 基本显微组织及其解

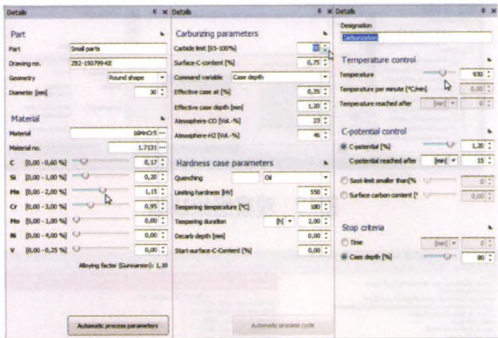


图7 输入零件信息及渗碳工艺参数

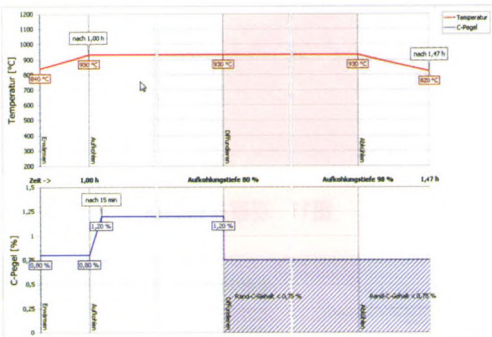


图8 图形显示工艺参数

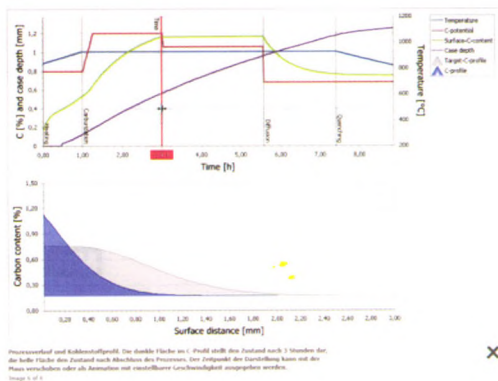


图9 动态显示工艺模拟过程

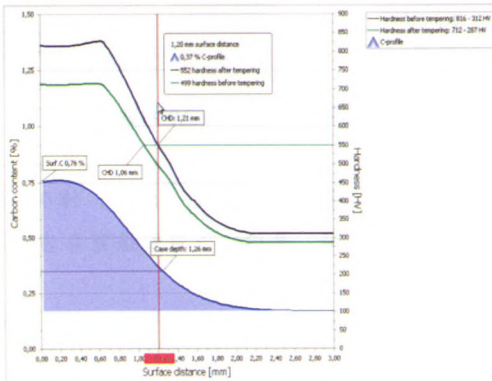


图10 查看渗碳、淬火和回火后的模拟结果

释和原理。

(3) 放大镜功能。

(4) 模拟测量功能。

(5) 亮度、对比度和Gamma可调。

(6) 可通过材料、文本或关键词查找金相组织图片。

(7) 金相组织图片与材料数据库检索关联，检索分析更方便。

(8) 可以输入用户自己的金相组织图片或图形文件。

该模块可以作为参考资料帮助金相检验人员分析显微组织和缺陷(见图11、图12)，也可以帮助进行检验人员迅速提高业务水平，具有真实操作的感觉，如同在显微镜下实际操作。

6. 硬度换算

(1) 输入已知的硬度值，可自动换算成各种其他单位的硬度值，包括HBW、HV、HRC、HRA、HR30、HR1、HR3、HR4等，随手换算快捷、方便，如图13、图14所示

(2) 不同钢种和不同状态的钢的硬度换算。

(3) 各种材料的硬度换算，如铜、铝、镍等。

由于热处理工艺的特殊性，该软件虽然并不像CAD软件输出图样那样输出工艺卡片，但经过索默博士及其带领的团队25年的持续研发和完善，其确实能够为热处理工程师们在材料热处理信息检索，热处理工艺选择，正火、淬火、回火工艺参数设计，

热处理结果预测，渗碳工艺及参数的设计和优化，硬度值换算，以及金相组织分析学习和对比等方面提供全面支持与帮助。

特别是该软件的淬火、回火模拟功能可以选择各种不同的加热设备和各种不同的淬火冷却介质，模拟计算不同材料、不同形状和尺寸零件淬火及回火后的热处理结果。这些功能非常实用，可以帮助企业迅速提高热处理工艺水平，减少废品及返修，因此深受广大热处理工程技术人员和企业家的欢迎。

该软件有不同的配置版本，即可用单机、单用户安装，也可用于服务器用户安装，分别适用于大中小不同规模和不同产品类型的企业。

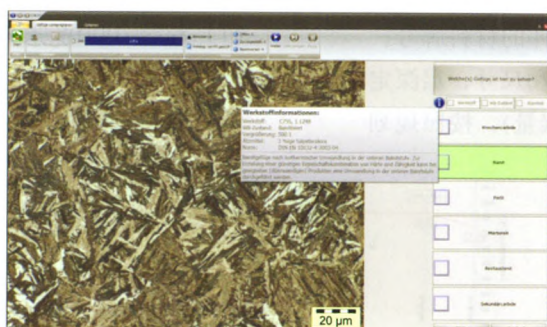


图11 观察显微组织

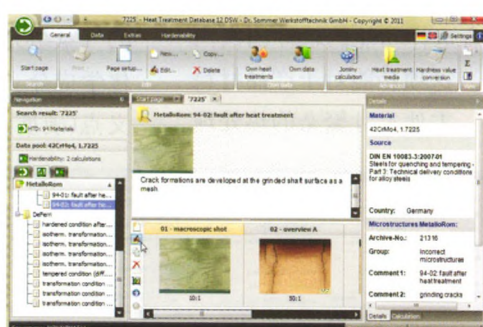


图12 观察组织缺陷

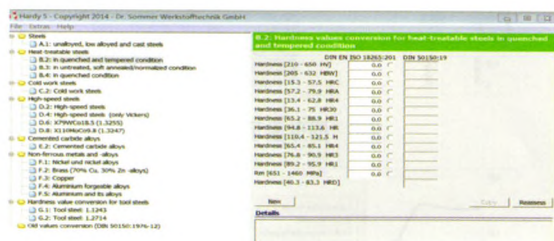


图13 黑色金属硬度转换

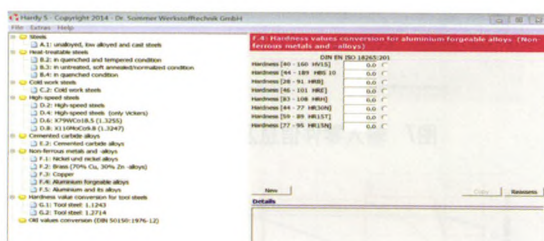


图14 有色金属硬度转换

作者简介：谢宝强，格特拉克（江西）传动系统有限公司赣州经济开发区分公司。宗长江，中煤张家口煤矿机械有限责任公司。黄维，上海融涵商务咨询有限公司。

MW 20170516

鸣谢：

在此感谢德国Dr. Peter Sommer和Dr. Kehong Shi在该软件引进过程中给予我们的大力支持和帮助！