上海感应热处理能耗限额标准制订情况

专家视点

顾晓文：上海上大热处理有限公司总经理，上海市热处理协会理事长。

上海上大热处理有限公司总经理　顾晓文

一、任务的由来

为了加强对上海热处理行业能源管理体系建设，对企业的能源消耗进行控制引导和对标管理，促进提高上海热处理企业的节能减排水平，上海市质量技术监督局下达了第二批上海市地方标准制修订计划的通知。

上海市热处理协会组织上海上大热处理有限公司、上海金研机械制造有限公司、上海振华重工机械配套有限公司、上海恒精机电设备有限公司、上海上起热处理有限公司、上海朋泰精密模具有限公司、上海赫丁格热处理有限公司等共同承担了《钢铁感应热处理工序单位质量能源消耗限额》标准的制订任务。

二、标准起草过程

2012年7月，上海市热处理协会开始为标准制订进行准备工作，在本市热处理企业中开展能源消耗调研。对上海上大热处理有限公司、上海金研机械有限公司、上海赫丁格金属热处理有限公司、上海振华重工机械配套有限公司、上海新苗热处理有限公司、上海圣德曼汽车配件有限公司等20多个主要厂点发放能源消耗情况调查表。

从反馈的能耗调查表中，抽取了国企、民企、专业厂、在线厂点、军工、汽车锻件、工模具等具有代表性的10多个企业的能耗资料，进行整理、统计和分析。

学习研究了“全国热处理行业准入条件”和国家科技支撑计划课题“热处理行业节能减排技术研究及推广与示范、验证技术评估”总结报告，认真学习和参考了GB/T 17358 《热处理生产电耗定额及其计算测定方法》和《热处理生产燃料消耗定额及其计算测定方法》等国家标准。

2012年10月，接到上海市质量技术监督局下达“关于2012年第二批地方标准制修订项目”的通知后，上海市热处理协会开始组织着手本标准的起草拟稿工作。2012年7月至2013年8月，共5次对能耗标准编写原则、内容、有关能耗限定值、先进值指标、编写格式、文字等进行修改。

2013年7月12日、8月22日和10月30日，召开了三次协会感应热处理专业委员会主要成员单位会议，专题研讨能耗标准编制工作。对有关能耗限定值、准入指标值，先进值指标反复推敲，以确保适合上海市热处理行业的实际情况，符合现有工艺技术装备水平及产业结构调整的要求；符合发展先进工艺，限制传统工艺，淘汰落后工艺的需要。

三、标准的主要内容

本标准为国内原创性设计编制，国内目前尚未建立感应热处理单位质量能源消耗限额标准。

本标准规定了钢铁感应热处理工序单位质量能源消耗限定值、先进值。主要厂点能耗调查数据分

析见表1。

表1 能源消耗限定值

	最高/kW·h·t⁻¹	最低/kW·h·t⁻¹
高频（电子管）	333.24	188.9
超音频（晶体管）	185.82	117.54
中频（晶闸管）	157.27	106.86
中频（机式）	363（含泵，回火）	

注：除已注明的以外，表中数据均不包括泵和回火的能耗。

对于新建、扩建、改建和迁建的热处理企业，根据节能降耗、减排和环境保护的要求，在建厂投入时应配置先进、节能、无污染的热处理设备，起点必须高，以适应现代化企业生产的需要，所以高频感应热处单位能源消耗的准入值280kW·h/t。

四、编制标准中遇到的问题

由于热处理产品的材料不同，重量、体积、结构形状不同，金相组织、力学性能等要求不同，工艺复杂程度高低也不同，在标准制订过程中碰到以下几个问题。

（1）上海市热处理企业之间千差万别，有的热处理件重量达1吨至10多吨，有的热处理件仅重几十克；有的使用高频，有的需用中频，有的要用工频，加热透入的淬火深度要求不同，感应淬火加热的面积也不同，对单位产品能源消耗的影响和差别特别大，平衡较为困难。

（2）感应加热设备与装置先进程度不一，有的是电子管式，有的是晶体管式的，有的是采用高效的固态电源，有的采用同步双频加热，各种感应加热设备热处理工序的单位产品能源消耗各不相同，影响因素较多，更增加了复杂性。

（3）热处理行业存在专业厂与企业内部的在线厂点的差别，存在着特殊工艺（如：航天航空、核电、军工等企业的热处理工艺）和企业常规热处理工艺之间的能源消耗差别等。

为解决这些复杂因素对能源消耗的影响，根据GB／T 17358《生产电耗定额及其计算和测定方法》，对高频、中频、工频感应热处理分别制订单位质量能源消耗限额指标，准入指标和先进指标外，还对感应热处理产品（工件）淬硬层表面积设置了折算系数k加以调节。

感应热处理工序单位质量能源消耗限额指标：统计期间钢铁感应热处理工序单位质量能源消耗限额指标见表2。

表2 限额指标

工艺	单位质量能源消耗限额指标/kW·h·t⁻¹
高频、超音频感应热处理	300
中频感应热处理	320
工频感应热处理	480

感应热处理工序单位质量能源消耗准入指标：新建、扩建、改建和迁建的热处理专业厂及企业内部的在线厂点的钢铁感应热处理工序单位质量能源消耗准入指标见表3。

表3 准入指标

工艺	单位质量能源消耗准入指标/kW·h·t⁻¹
高频、超音频感应热处理	280
中频感应热处理	300
工频感应热处理	440

感应热处理工序单位质量能源消耗先进指标：统计期内钢铁感应热处理工序单位质量能源消耗先进指标见表4。

表4 先进指标

工艺	单位质量能源消耗先进指标/kW·h·t⁻¹
高频、超音频感应热处理	250
中频感应热处理	280
工频感应热处理	420（数据不充分）

统计期内钢铁感应热处理生产的热处理合格件的总折算质量按式（1）计算

$$\sum_{i=1}^{n} Mi = m_1 \times k + m_2 \times k + \cdots + m_n \times k \qquad (1)$$

式中 $\sum_{i=1}^{n} Mi$——为统计期内钢铁感应热处理工序生产的热处理合格件的总折算质量（t）；

m_1、$m_2 \cdots m_n$——为相应统计期内钢铁感应热处理工序生产的各个热处理合格件的质量（t）；

k——为感应淬火产品（工件）淬硬层表面积折算系数，按表5确定。

表5 感应淬火产品（工件）淬硬层表面积折算系数k

淬硬层表面积占工件总表面积的比例（%）	<30	30～70	70～100
系数k	1	1.2	1.5

（下转第24页）

薄而淬透的地方出现了裂纹，它以薄片形式向表面扩展，与表面相贯时形成了“C”形痕迹。

曲轴油孔底部硬化层局部加深情况如图4所示。

图3 曲轴“C”形裂纹始于孔壁

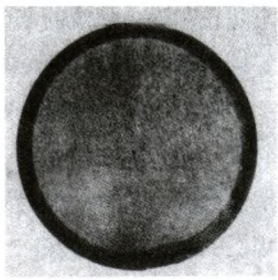

图4 曲轴油孔底部硬化层局部加深

淬火区域的孔洞垂直于轴线时，同样会产生“C ”形裂纹。离合器踏板轴销孔的左一半在淬火区域里（孔的左面是淬火区域），于是在孔的左侧出现了“C”形淬火裂纹。手刹车蹄片轴的油孔在淬火区域中间，于是在油孔两侧出现了几乎对称的“C ”形裂纹，当这两条裂纹连起来时，形成一个桃形的薄片剥落下来。孔的轴线两侧硬化层加深，并在孔壁上首先产生裂纹，其扩展到轴颈表面时形成“C ”形。

防止这种裂纹的办法有：①严格控制硬化层深度。调整工艺参数，保证加热层不能太深，尤其是孔洞处，使其硬化层深度不超过技术要求的上限，而其他部位硬化层深度应在技术要求的下限。对于曲轴，除尽量减薄加热层厚度以外，还应控制材料的淬透性，使油孔处的硬化层深度减下来，是防止这种裂纹最有效的办法。②在孔洞中打入销子，堵对应喷水孔或在感应器上置入导磁体，对防止这种裂纹也有效果。③降低加热比功率，减少加热速度，增加传热效果，提高孔洞周围的温度均匀性，以及提高自回火温度等，均能减少或消除这种裂纹。

5. 花键底径圆角太小引发的淬火裂纹

冷轧花键轴由于轧滚边棱太尖（其圆角半径R=0.1mm），在键槽底径形成内尖角，淬火过程中产生应力集中，从而引发淬火裂纹。

同一种花键轴上，将轧滚的边棱圆角半径加大到R=0.8mm，在花键轴的横剖面上能明显地看出底径圆弧，这时用相同的淬火工艺参数，得到相同的淬火硬度和硬化层深度，则不再产生淬火裂纹。

6. 表面粗糙度太高引发的淬火裂纹

零件的表面粗糙度值太高，残留的刀痕太深，均可能引发淬火裂纹。某种汽车半轴花键是滚铣成形的，新换的滚刀刃锋太尖，留下深达0.3mm的刀痕，它就是淬火裂纹的源头。剖析多根半轴花键的齿面裂纹，无一例外，裂纹都是从刀痕的尖部开始，因此可以证明，刀痕引发了淬火裂纹。

某种汽车传动花键轴的圆锥面与轴颈之间的过渡圆角是车削成形，有时也留有较深的刀痕，故会引发淬火裂纹。**MW** （20131213）

（上接第21页）

统计期内钢铁感应热处理工序生产全部合格产品所消耗的能源总量按式（2）计算

$$\sum_{i=1}^{n} Ei = E_1 + E_2 + E_3 \cdots + E_n \qquad (2)$$

式中 $\sum_{i=1}^{n} Ei$ ——为统计期内钢铁感应热处理工序生产全部合格产品时所消耗的能源总量（kW·t）；

E_1、$E_2 \cdots E_n$——为相应统计期内钢铁感应热处理工序生产合格产品时各个产品所消耗的能源量（kW·t）。

钢铁感应热处理工序单位质量能源消耗按式（3）计算

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ei}{\sum_{i=1}^{n} Mi} \qquad (3)$$

式中 N——钢铁感应热处理工序单位质量能源消耗（kW·t）。

五、节能管理

（1）企业应建立节能考核制度，定期对钢铁感应热处理工序能耗情况进行考核，并把考核指标落实到责任单位。

（2）企业应按要求建立能耗统计体系，并建立能耗计算和统计档案。

（3）企业应根据GB17167用能单位能源计量器具配备和管理通则的要求配备相应的能源计量器具，并建立能源计量制度。企业根据本标准要求，30kW以上的感应设备应加装电表。

MW （20131213）