

## 石油钻探管在感应加热器中的热处理

〔苏〕 П.Е.Осипенко等

苏联塔干罗格冶金厂已掌握用特殊的热处理方法大批量生产高强度石油系列管的技术。在1971年以前，钻探管和套管的热处理是在分段式快速加热炉中进行的。

从1971年起，钻探管的热处理改在感应加热装置中进行。管子在感应加热装置中由轮式辊道带动旋转着横向移动，用高频感应加热机组（包括ВГО—500变频机和带感应器的ПВС—100变频器）加热钢管，并采用内外同步移动的喷射冷却装置对钢管前加厚端进行淬火。

由于采用了包括有可控硅变频器在内的新型高频感应加热机组，以及成功地采用工频电流等措施，目前的感应加热能力比以前增加了两倍。

感应热处理装置可用于对规格为140×9—11毫米的1、2、3类钻探管（按ГОСТ631—75分类）和按ТУ14—3—812—79技术规范规定的E、Л、М、Р强度级ТВО—5套管进行强化热处理。经鉴定，2、3类钻探管和ТВО—5型套管的质量等级最高。

由淬火感应器和回火感应器、淬火喷射装置及钢管输送、进料等辅助机械设备组成的感应装置在热处理工艺线上的布置如图1所示。

为使整根钢管加热均匀，淬火前，钢管加厚端须在两个分开布置的工频感应器4和在一台可以移动的高频感应器5里进行预热。为了缩短加厚端的预热时间，在工频

感应加热器的中心加了一块水冷式铁心。加厚端预热到800—850°C时，轮式辊道12将钢管送进淬火感应器。在装置内的各感应器之间隔成不发热而又隔热的管形室。感应器由ПВС变频器输出的频率为2500赫芝和ТПЧ、ОПЧ、ВГО变频器输出的频率为1000赫芝的交流电供电。由于感应器实现了按串连电容电路供电，从而简化了感应加热过程的控制和减少了偏离规定加热制度的钢管数量。淬火作业线上每台感应器的温度自动控制系统能在辊道必须停顿和出现其他意外事故不能连续输送管材时防止钢管过热和烧损。

感应热处理设备的生产能力能保证完成高强度管的所有订货任务。电能总耗量

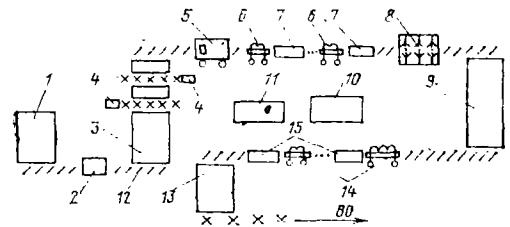


图1 钻探管感应热处理设备布置图

- 1—上料篦条      2—进料探伤仪  
3—管端预热感应器前的输送料篦条  
4—固定式工频感应器  
5—可移动的高频感应器  
6—固定式淬火感应器  
7—恒温器      8—喷射冷却装置  
9—输送架      10—控制台  
11—电容器组    12—轮式辊道  
13—输送架  
14—恒温器（最后温差显示器）。其  
15—另一台恒温器。其余标号见正文。

(包括机械传动和其它所必需的耗量)为620千瓦·小时/吨。

感应热处理的成本为22卢布/吨钢管,而使用普通加热炉则每吨成本为25卢布。

加热到所需温度的钢管在水压为0.4—0.6兆帕的喷射冷却装置中进行淬火,淬火后送入回火感应加热器14内。在回火作业线的前端采用几组工频(频率1000赫芝)感应加热器,钢管的加厚端就可不预热。在钢管淬火和回火时用PK—15幅射高温计监测钢管加热温度。感应加热一些特有的缺陷在感应加热装置的使用和调整过程中得到消除(例如壁厚不均对加热均匀性的较大影响等)。与此同时,由于感应加热具有一系列优点,使其得到广泛的应用:结构紧凑、加热迅速、操作人员的工作条件良好,清洁卫生,加热过程自动化程度高等等。

细心制订和长期不变的工艺流程,以及热处理前后采用超声波探伤仪检验管体和加厚端的检测系统,金属显微组织常规检验和强度等级的无损探伤等一系列手段,保证了钻探管具有较高的质量。

管体和加厚端的探伤是在热处理工段的流水作业线上,用УКТ—1a型自动超声波探伤仪进行。探伤仪能够发现和检出因冶炼或轧制造成的缺陷钢管。安装在车丝工段的探伤仪用于热处理后的钢管探伤,以检测出钢管在热处理时产生的裂纹和在热处理过程中暴露出来的金属缺陷。用ИВИТ—1检测仪测出规定强度级以外的钢管。

金属的化学成份和内外喷射装置对保证较高的钢管质量具有重要的意义。必需的化学成份由严格规定的碳、锰的含量

保证。碳、锰的含量不仅要限制碳含量的上限,并且要限制按众所周知的公式 $C_{\text{эKB}} = [C] + 0.25[Mn]$ 计算出的碳当量最大值。塔干罗格冶金厂规定,当碳当量在0.69,金属中的碳含量超过0.36%,以及碳含量是规定范围内的任何值而碳当量超过了0.71,都不允许进行淬火。内外喷射冷却装置工作的协调性通过传感器和操作机构系统的自动控制来保证。

在制订热处理工艺时,研究了钢管加厚端的显微组织。试样证实,由于32Г2钢的淬透性平均限制在大约48%的缘故,所以,在加厚端的断面中心部分除观察到有回火索氏体外,还发现有残余的铁素体(见图2a,略)。别看它的数量很少,但在试验中得出的机械性能,塑性和韧性却都很高(见表),由于它们能够降低钢管的疲劳强度,所以用户认为仍必须进一步改善钢管的显微组织。

已采取措施来消除导致产生残余铁素体的原因。因为,提高淬火速度是不现实的,所以我们研制出一种具有较高淬透性的新型钢。这种含硼和钛的低合金钢,在感应热处理的条件下具有较高的淬透性,甚至在淬火温度略有降低的情况下也有着令人满意的显微组织(见图2b,略);在塑性和韧性相同的条件下,这种钢的强度特性也较高(见表)。32Г2PT钢适用于生产按ГОСТ631—75规定的E和JI级强度钻探管。

用32Г2PT钢代替32Г2钢,由于降低了淬火温度,经济效益一年超过2万卢布。

目前,塔干罗格冶金厂运用本厂的热处理设备解决了开发和生产以前从未生产过的新型钢管的一系列重大经济问题。该厂已开始生产高密封性、无接头连接的P

钻探管淬火和回火后的机械性能\*

钢号	钢管规格 (毫米)	$\sigma_B$ , 兆帕	$\sigma_{0.2}$ , 兆帕	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	KCU	KCU <sup>-20</sup>	KCU <sup>-40</sup>
						兆焦耳/米 <sup>2</sup>	兆焦耳/米 <sup>2</sup>	兆焦耳/米 <sup>2</sup>
32Г2	140×10	815	655	18	49	0.6	—	—
34Г2PT**	140×10	830	745	17	57	0.71	—	—
30XГCHM	140×10	1030	950	14	54	1.36	1.38	1.38

\* 30XГCHM钢的冷脆极限值是在零下73°C测得的；32Г2PT钢是在零下60°C测得。

\*\*表中34Г2PT疑为32Г2PT之误——校者注

级强度TBO—5型石油套管。这种套管可用在压强高达100兆帕（1000公斤力/厘米<sup>2</sup>）的油井中。该厂的P级强度TBBK钻探管已投入工业性生产。

为了生产P级强度的TBBK型钻探管和TBO—5型石油套管，塔干罗格冶金厂研究出一种工艺完全适于用周期轧管生产方法各项条件要求，价格低廉的合金钢取代以前采用的，在热处理时容易产生淬火裂纹的38XHM钢。这种碳和镍含量较低的合金钢能保证高强度、高塑性、高韧性

兼有的良好性能，并具有冷脆极限低的特点（见表）。

#### 结论

塔干罗格冶金厂制订和运用的石油管强化热处理工艺是采用高频和工频电流对截面不规则的管体进行穿透加热。采用低合金钢生产钢管可以保证钻探管加厚端完全淬透，并能完成各种用途的高强度管的订货任务。

杜厚益 译自《Сталь》，1984, №6

李继禹 校

（上接73页）

两个轧辊转速相差10~20rpm，以使钢管压向下导板轧制。孔喉处轧辊间距取其比钢管直径小1%~2%。轧制中心线比轧机中心线低6~12mm，以保证钢管在两个轧辊和下导板的三点支承下稳定轧制。钢管外径越大，轧制中心线和轧机中心线偏离越大。调整上导板的高度，使导板间距

比钢管外径大20mm。入口和出口台架的导卫装置中侧导板间距比钢管外径大20mm。而上导板的安装高度，在入口台架上取其比钢管外径大20mm，在出口台架上取其比钢管外径大40mm。

连毓平 摘译自《铁钢便览》，日本铁钢协会编，1982年版

吴峰 校