

国外钢管生产技术的发展及给我们的启示

宋本仁

(重庆钢铁设计研究院)

1 发展概况

近10余年来,钢管生产技术迅猛发展,特别是无缝钢管生产技术日新月异,为了提高产品尺寸精度,扩大品种,改善产品内在质量,降低能耗和成本,研制出许多新工艺、新设备,并应用于生产。

1.1 新工艺

①以连铸圆(方)坯为原料,直接生产无缝钢管。德国、日本、美国、法国各主要无缝钢管生产厂家几乎100%以连铸钢坯为原料。据1983~1984年资料介绍,日本住友以连铸坯为原料,钢管成本每吨可降低4000日元;美钢联认为成本每吨可降低50~60美元,废品率可减少2/3。

②穿孔后毛管均壁工艺。在PPM(推轧穿孔机)之后采用二辊斜轧延伸机,在斜轧穿孔机后采用三辊延伸机。前者可纠正毛管壁厚偏差的70%,后者可纠正50%。由于在生产中采用均壁工艺,因此,可使成品钢管的壁厚偏差 $< \pm 5\%$ 。

③毛管定(减)径工艺。将穿孔后的长毛管予以定径可消除毛管前后端的直径差异,从而改善轧管机的操作。可以用1种直径的管坯生产2~3种直径的毛管,这样可减少坯料规格,有利于连铸坯的生产。

④直接热处理。在无缝钢管定径之后采用在线直接淬火,已成功地产出N80和P110油井管。与一般热处理方法相比,成本约可降低25%。川崎知多厂的 $\phi 400\text{mm}$ 自动轧管厂和日本钢管京浜厂的 $\phi 244.5\text{mm}$ 连轧管厂,都采用了这种技术。

⑤以宽板为原料生产大直径螺旋焊管的Stel-form工艺。先将宽板在成型作业线外

进行无损探伤并对四边进行加工,保证钢板两边与两端垂直并没有镰刀弯,刨出坡口。将几块钢板对焊成长约40~50m的带钢,然后长带钢被横移到成型线上并与前一条带钢焊接,以保证连续生产。成型机上设有螺旋焊缝间隙自动控制装置,以保证焊缝质量。钢板通过控制轧制和热处理可获得高强度和低温韧性,从而提高了焊管的机械性能。

⑥大直径直缝焊管冷扩径工艺。为了消除大直径直缝焊管在成型过程中残留的应力,改善钢管尺寸精度,在大直径焊管生产中采用了冷扩径工艺,可将钢管直径扩大1%,使机械性能提高。过去采用的液压扩径机已由操作方便的机械扩径机所取代。

⑦电焊管内毛刺清除。在美国标准中要求去除焊缝内毛刺;原苏联的标准中也规定,用户有权要求 $\geq \phi 33\text{mm}$ 的电焊管应去除或压平内毛刺。因为去除内毛刺可提高钢管的使用效率。

⑧自动检测与无损探伤技术。钢管生产中在线检测和无损探伤已达到完全实用的阶段。现代化的连轧管车间采用计算机控制,根据检测到的轧件直径、长度、厚度、温度及工具情况等数据进行计算,然后对每台轧机进行再设定,并进行动态调整,轧管机上采用了AGC。

钢管无损探伤设备已由多种探伤技术组成高精度和高效率探伤系统。高精度系统由超声波、复合磁场、内表面涡流和管端电磁4种技术组成。高效率系统由复合磁场、超声波探伤和超声波测厚3种技术组成。

⑨油井管螺纹自动检测技术。日本钢管公司京浜厂 $\phi 244.5\text{mm}$ 连轧管车间,把油井管

加工线和热轧生产线直接联接,并实行自动控制。油井管螺纹用光学黑皮检查仪和螺纹尺寸检查机械手联合进行检查。

⑩DOM钢管生产工艺。DOM钢管是一种用作机械零件原料的冷拔电焊钢管。由于电焊钢管壁厚偏差很小,冷拔后可减少机械切削加工,并提高其同心度。美国的DOM钢管最大直径已达 $\phi 406\text{ mm}$,最长 18.3 m ,最重达 2318 kg ,拉拔机拉力最大已达 4.55 MN 。

1.2 新装备与新设备

①推轧穿孔机(PPM)。1977年,PPM首先应用于日本新日铁八幡厂的 $\phi 400\text{ mm}$ 自动轧管车间;1978年又在意大利达尔明公司的连轧管车间得到应用;此后美国、苏联等国也应用了PPM。这种穿孔机用于将方钢坯一次穿轧成中空圆坯,可穿孔各种碳钢、低合金钢及 $13\% \text{ Cr}$ 钢和 $9\% \text{ CrMo}$ 钢。中空坯壁厚偏差可 $< \pm 15\%$,平均为 $\pm 8\%$,所制的钢管成品壁厚偏差可 $< \pm 5\%$ 。中空坯长度与内径之比可达 $35 \sim 40$ 。小时产量为 $100 \sim 180$ 根,最大坯重已达 4.8 t 。

②锥形辊斜轧穿孔机。这种穿孔机已在苏联、德国、日本、南非投入生产,我国也正在建设这种设备。这种穿孔机的轧辊为锥形,除配置有喂入角外,还配置辗轧角(Toe angle)。已投入生产的穿孔机辗轧角有 10° 、 15° 、 17° 和 27.6° 等几种。由于有辗轧角,穿孔时曼内斯曼效应受到限制,金属的周向剪切应变和表面扭曲造成的应变可降至最小,从而可穿制各种钢并有良好的内外表面质量。这种穿孔机的延伸系数可达6,扩径量可达 40% ,毛管的 D/S 值可达30。如采用大导盘作导卫,穿孔效率可达 110% ,穿孔速度可达 1.5 m/s 。

③限动连轧管机(MPM)。它是70年代开发的新型连轧管机,80年代建成9套。轧管时芯棒运动受限以恒定速度前进,避免了全浮芯棒连轧管时钢管出现的“鼓肚”缺

陷。可生产中、大口径的无缝钢管,壁厚偏差 $< \pm 8\%$ 。1989年苏联建成最大规格的MPM轧机,产品最大直径为 425.4 mm 。日本、法国还有半浮动芯棒连轧管机投入生产。当限动芯棒轧制接近终了时,芯棒与限动装置脱离,随同钢管轧出,这样可提高生产率。这种操作法适用于小规格连轧管机。

④步进式管坯加热炉。步进式加热炉的加热质量优于环形炉,在材料和机构可解决的情况下,已被应用于无缝钢管生产。步进炉加热均匀,有利于改善壁厚不均;而且它比环形炉更易操作。美国、日本、苏联等国的新建无缝钢管车间已有几家采用了这种炉子。

⑤电焊管排辊成型机。排辊成型是电焊管生产较好的成型方法,具有成型后带钢边部平整、因无变形而使对缝可靠、可保证焊接质量、预成型辊通用性大、排辊不必因产品规格变动而更换、作业率高等优点,适用于大、中口径电焊管车间。在一些小规格的车间里已部分地采用了这种技术。

⑥电焊管焊接温度自动控制和挤压辊挤压力自动控制。温度自动控制是根据检测到的焊缝温度调节焊接机的输出功率。温度控制和挤压辊挤压力控制相配合,使焊缝质量和钢管外径偏差达到最佳效果。

⑦带钢螺旋活套。活套型式有多种,但唯有螺旋式活套较好,其结构紧凑、存储量大、运行可靠且不会刮伤带钢,因此得到推广。中小规格的焊管机可用立式,大规格的焊管机可用卧式。

⑧在线快速钢管切断设备。它是采用计算机、直流电机控制系统与相应的液压、气动随动系统相结合的控制系統,可使切断偏差 $\leq \pm 3\text{ mm}$ 。可切取试样、切除带钢对焊区、动态调整钢管切断长度及实现最佳定尺切断等。

⑨UOE大直径直缝焊管设备。70年代国外建了9套,最大压力机能力为 600 MN ,最

大钢管直径为1628 mm，最大壁厚为38.1mm。这种制管设备应伴随宽板轧机而存在，以便获得优质高机械性能的原料。

⑩少机架限动连轧管机 (Mini-MPM)。最近国外提出的限动连轧管机机型，由4~5个机架组成，采用锥形辊穿孔机可达到较大的延伸系数，以减少连轧管机的变形量。它与80年代初法国瓦卢勒克公司提出的Neuwall R有相似之处，这种机型虽未付诸实践，但不会有什么技术风险。

⑪混合传动的张力减径机。1台张力减径机的传动系统由2种独立的传动系统组成。处于入口侧的一些机架由双电机差动调速传动；处于出口侧的一些机架由直流电机单独传动，这样可兼有2种传动系统的优点，目前尚未有样机投产。

2 对发展我国钢管生产技术的建议

近几年国外发展的钢管生产技术，有的我国已引进；有的在开发。为使我国的钢管产品在品种、质量上满足各行业技术进步的需要，在市场上有竞争力，很有必要把我国装备水平提高一步，用新工艺、新设备改造旧轧机和建设国际上第1流的新轧机。

①国外中小型自动轧管机组有逐渐淘汰的动向，对大型轧机则予以改造。鉴于我国的特殊情况，大型轧机可在原有的基础上进行改造，用单孔型轧管机取代多孔型轧管机，强化均整机的能力，增加必要的检测手段。对φ140mm自动轧管机必须采用合适的机型予以改造，使其产品质量达到国际先进水平。对于众多的φ76mm和φ100mm机组，由于其工艺、设备落后，除个别有原料条件的车间可改造成以生产小直径普通钢管为主的车间并适当扩大其规模外，也可将个别车间转产高、精、尖、细的高档次冷拔管，不

再生产冷拔普通品种。需要量大的重要品种应放在现代化的车间生产。

②中型皮尔格轧管机可用少机架限动连轧管机予以改造，规模约30×10⁴t左右，以生产小直径热轧无缝钢管，既可使成都钢管厂的产品在规格上配套，也可填补减产冷拔普通管后出现的空白。大型皮尔格轧管机可考虑把轧管机产品规格增大，补充一些在线热处理和检测设备，以生产大、中直径中厚壁钢管。

③φ140mm连轧管机建设于无缝钢管生产技术急剧变化的80年代初期，装备和工艺水平高于其它无缝钢管轧机，但与国际先进水平相比，仍有差距，而且以轧坯为原料。应研究将全浮芯棒改为限动芯棒的可能性，如可行，则予以改造，以提高产品质量档次；如不可行，则完善或改造轧管机和张减机的速度控制系统，按原设计产品方案生产，使产品尺寸精度和成材率有所提高。

④在≥φ101.60mm的电阻焊管机中，装备水平较高的应增设热处理设备和探伤设备，由国家供应符合品种要求的带钢，推动其生产高档次产品。大多数小机组仍以生产水煤气管为主，但应配备一定的热镀锌设备，并要保证热镀锌钢管的质量。

⑤要使钢管的质量在市场上有竞争力，达到国外主要钢管生产厂家的实物质量水平，除有先进的工艺和优良的装备外，还必须有优质原料及优等的操作水平和管理水平。要研制符合各种品种需要的钢种。钢管轧机应有自己固定的原料基地。调坯轧材无益于品种、质量与效益。钢管生产应专业化、集中化；小型化、分散化的结构难以实现品种的开发、质量的提高、效益的增长和技术的进步。



↑
访问我们的官方网站了解更多内容

← 扫描二维码关注