●钢管的现代质量进展

汽车半轴套管用无缝钢管

黄公健
（鞍钢无缝钢管厂）

SEAMLESS STEEL TUBE FOR MANUFACTURE OF AUTOMOBILE HALF SHAFT SLEEVE

Huang Gongjian
(Seamless Steel Tube Plant, Anshan I & S Co.)

1 前言

汽车是陆路交通运输的主要工具之一。1953 年，长春第一汽车制造厂建成投产后，结束了我国不能生产汽车的历史。随着经济建设的发展，我国的汽车制造工业也得到了迅速发展，特别是近十年来，我国不但能生产中型汽车，而且还能生产一定数量的轿车、吉普车、微型车及载重量超过 8t 乃至达到数十吨的重型汽车，汽车的结构、性能、造型及车速等均有较大进步。预计，到二十世纪末，我国汽车的总需求量将达到 1000 万辆。届时，中国将成为世界上最大的汽车销售市场。

半轴套管是汽车的重要部件之一。汽车的行驶是由其发动机通过中间传动轴，将动力传送到汽车后桥的后半轴，再由后半轴带动车轮完成的。后桥上，左右两侧各有一支 679mm 长的半轴套管，其一端与后桥壳压配成一体，另一端安装有轮毂轴承，它既要承受车体和车载的全部重量，还要承受汽车在行驶过程中由于道路不平而引起的冲击力和扭矩，并要保证在行驶过程中不发生变形，而半轴在其内旋转自如。因此，半轴套管的质量及生产工艺倍受重视。

2 汽车半轴套管的特点及质量要求

半轴套管按其用途属于结构用管，但它与一般结构钢管相比又有其特点，如：

(1)尺寸规格特殊。根据汽车的型号、吨位，半轴套管的外径规格为 77、77.5、115、116、120mm，均属于专用的非标准规格系列；

(2)尺寸公差较一般结构管要求高；

(3)内径有公差要求，并规定内径需进行通棒检查；

(4)合金结构钢半轴套管的机械性能只规定检查布氏硬度值；

(5)钢管以定尺或倍尺供货；

(6)钢管的外表面需经机械加工。

此外，不同型号汽车的半轴套管均有质量特性指标，如“解放”和“东风”牌卡车有如下 6 项质量特性指标。

(1)钢管的尺寸及允许偏差：外径 $77^{+1.0}_{-0.5}$ mm，内径 $57^{+1.5}_{-0.5}$mm，壁厚不均≤1.5mm；

(2)钢管的弯曲度≤1.5/1000；

(3)钢管长度(697mm)按倍尺交货；

(4)钢管材质为 45Mn2；

(5)钢管热轧状态交货，其布氏硬度(HB)的压痕直径为 4.1～3.7mm；

(6)钢管内径需进行通棒检查，圆棒尺寸为 Φ55mm×700mm。

3 我国汽车半轴套管生产概况

© 1995-2005 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

1954 年，鞍山钢铁公司无缝钢管厂开始按原苏联 ГОСТ301－50 标准试生产 Φ80mm×11.5mm 40Cr 钢半轴套管。1957 年开始为长春第一汽车制造厂研制适合我国资源的替代钢种和适合汽车半轴套管自动作业线要求的新产品。经过多年的研制，包括材料的选择、产品规格的设计、技术工艺的改进、质量管理、人员培训等一系列的研究，1966 年将 Φ77mm×10mm×697mm 的 45Mn2 钢无缝管作为解放牌汽车半轴套管的定型产品。1973 年鞍山钢铁公司无缝钢管厂与长春第一汽车制造厂正式签订鞍协 73－8 供货协议，正式转入大批量生产，替代了部分进口的半轴套管。随后，上海第一钢铁厂、西宁钢厂和衡阳钢管厂等单位参照鞍山钢铁公司的企业标准和生产工艺，也先后开始生产汽车半轴套管用无缝钢管。1985 年以后，我国汽车半轴套管就不再进口了。到目前为止，我国已初步形成了汽车半轴套管的生产网络，并且布局合理。

随着我国汽车工业的发展，汽车的车型也由原来只能生产中型车发展到可生产重型和轻型等多种车型。为了提高汽车质量和使用可靠性，并降低自重，对汽车用钢质量、品种、数量都提出了更高要求。为适应这一要求，国家颁布了 GB3088－82 汽车半轴套管用无缝钢管的专用管标准。该标准列入的无缝钢管有 18 种尺寸规格（Φ76～122mm×7～26mm），4 种钢号（45、45Mn2、40Cr、20CrNi3A）的系列产品，基本上满足了我国汽车制造业的需要。但是，钢管生产厂要做到产品质量稳定、消耗低、成本低、经济效益好，仍有许多问题需要解决和进一步探讨。

4　汽车半轴套管标准与质量进展

我国汽车半轴套管标准、质量的进展大概分为两个阶段。50 年代为第一阶段，60 年代以后为第二阶段。钢种和规格进行了两次较大的改进，1971 年初步形成了符合我国特点的定型产品。

4.1　钢种的两次改进

1957 年试制了 50Mn 优质碳素钢，并用其代替了 40Cr 钢。但 50Mn 钢的韧性不理想，1958 年又试制了强度高、韧性好的 45Mn2 优质合金结构钢，替代了 50Mn 钢。1960 年在鞍山钢铁公司第二炼钢厂 300t 平炉上冶炼 45Mn2 钢成功，为大批量生产 45Mn2 钢创造了条件。

4.2　规格尺寸的两次改进

为降低汽车半轴套管的金属消耗，进行了两次缩小热轧汽车半轴套管的尺寸和提高其尺寸精度的研究工作。

1964 年，用 Φ78mm×10.5mm 规格代替 Φ80mm×11.5mm 规格，节约金属 10.02%。1966 年用 Φ77mm×10mm 规格代替 Φ78mm×10.5mm 规格，节约金属 4.93%。两次改进共节约金属 14.95%。

4.3　产品标准

随着产品的改进与发展，标准也随之完善和提高。

1957 年至 1971 年间，汽车半轴套管处于试制阶段，产品标准即为试制协议。在这期间，产品的外径、内径和弯曲度三项指标变化不大，壁厚不均由 2.0mm 降到 1.5mm，布氏硬度压痕直径由 3.2～4.1mm 变化到 3.7～4.7mm。

到 1973 年，鞍山钢铁公司和长春第一汽车制造厂正式签订了供货协议（鞍协 73－8），开始了大批量汽车半轴套管的生产。

1979 年，鞍山钢铁公司把汽车半轴套管作为创优和推行全面质量管理的重点产品，建立和健全了汽车半轴套管的质量保证体系，生产工艺进一步完善，实物质量水平也有显著提高。1980 年又重新修订了鞍协 73－8 协议，并将此协议上升为鞍山钢铁公司企业标准——鞍标 111－80，原协议中机械性能

© 1995-2005 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

参数指标改为保证指标，同时制定了更加严格的内控标准——AK26－80。

在上述企业标准的基础上，国家组织制定了汽车半轴套管用无缝钢管标准 GB3088－82，由国家标准局 1982 年 5 月 1 日发布，1983 年 3 月 1 日实施。

5 我国汽车半轴套管生产工艺与技术现状

我国已有近 40 年的生产汽车半轴套管的历史，积累了丰富的生产经验。生产厂家也由过去鞍山钢铁公司独家生产发展到上海第一钢铁厂、西宁钢厂和衡阳钢管厂等多家生产。各生产厂经过工艺改进，设备改造、更新和配套，都已形成了比较完整的生产作业线。到目前为止，按各厂实际完成的最高年产量计算，我国汽车半轴套管的实际生产能力已达到 1.2 万 t 以上，品种规格有所扩大，产品质量也有很大提高，基本上满足了国内汽车制造及修理业的需要。

5.1 品种规格及钢种

汽车半轴套管用无缝钢管的规格有 18 种，直径范围为 76～122mm，壁厚范围为 7～26mm。实际定货的规格大都是 Φ76～96mm×7～16mm，其中 Φ77mm×10mm 数量最大，直径大于 96mm 的订货较少。

按 GB3088－82 标准规定，汽车半轴套管用无缝钢管使用 45、45Mn2、40Cr 和 20CrNi3A 4 个钢种。实际订货的钢种中 45、45Mn2 钢居多。

5.2 生产工艺

我国目前是用平炉或电炉冶炼的钢，经铸锭、开坯轧制而成的圆管坯作为制管的原料，再经自动轧管机组或阿塞尔（三辊斜轧延伸）机组轧制成成品管。其工艺流程为：管坯剪断→冷定心→加热→穿孔→（自动轧管机或阿塞尔轧机）轧管→再加热→减径→冷却→矫直→吹风→倍尺切断→检查→包装标记→交库→发运。

5.3 主要技术措施

汽车半轴套管用无缝钢管的突出特点是尺寸公差要求严格。如，Φ77mm×10mm 规格的半轴套管的壁厚公差为±8%，而且直径与壁厚之比（D/S）小于 8 的小直径中厚壁热轧成品管的需求量大，采用检查手段较差的自动轧管机组生产难度较大。但，各生产厂对生产比较重视，生产工艺和设备不断改进，因此工艺稳定，产品质量用户满意，有些产品早已成为第一、二汽车制造厂质量信得过的免检产品。

鞍山钢铁公司用 Φ140mm 自动轧管机组生产汽车半轴套管，其工艺措施如下：

（1）优化工艺，提高尺寸精度。如，Φ77mm×10mm 汽车半轴套管按自动轧管机组正常的生产工艺应采用 Φ110mm 管坯经减径后生产，但这种工艺方式的减径量太大，尺寸精度降低，尺寸合格率也比较低。为此，改用 Φ90mm 管坯经减径的生产方案。这样，降低了总减径量，提高了钢管精度，产品完全达到标准要求；

（2）管坯定尺下料，长度公差严格控制在+1.0～－0mm 之内；

（3）管坯定心，并保证定心孔达到要求的深度和偏斜度；

（4）管坯加热炉由三段连续斜底式炉改为环形炉，并采用计算机控制，提高了管坯加热质量，降低消耗；

（5）提高轧制工具的尺寸精度，如轧管机顶头直径公差缩小为 0.15mm，并筛选分组使用；减径机轧辊孔型偏瓢值≤0.65mm；

（6）由二道次轧制改为三道次轧制，二道次轧制时必须使用同一直径的顶头；

（7）轧制后钢管长度差控制在±100mm 之内；

（8）改斜底式再加热炉为步进式炉，并严格控制加热炉的温度，使钢管减径后的温度在 930～950℃，以保证钢管热轧状态交货的

© 1995-2005 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

硬度符合要求；

(9)采用高精度、高刚度矫直机，使矫直后的钢管弯曲度≤1/1000；

(10)采用钢带打包机进行六道捆扎，管捆呈六角形，牢固且美观。

80年代，衡阳钢管厂建立了三辊斜轧穿孔机、三辊轧管机(Aseel轧机)，并采用液压热定心机；还从德国引进了12架三辊微张力减径机和2台切管机；更新了矫直机与原有的环形加热炉；新建了步进式再加热炉，构成了一个工艺完善、先进的阿塞尔轧管机组。该机组生产D/S≤8的汽车半轴套管比自动轧管机组优势明显，实物尺寸精度远远高于GB3088－82标准规定(外径精度可达±0.5%，壁厚公差仅为±5%且内表面光滑，无直道等缺陷)。至此，汽车半轴套管的质量水平跃上了一个新台阶。目前衡阳钢管厂生产的汽车半轴套管无论在质量上还是数量上都跃居国内首位，并达到国际先进水平。

6　国外汽车半轴套管的先进生产工艺及我国的差距

6.1　先进工艺

国外先进生产工艺的装备特点是：采用转炉(铁水进行预处理)或电炉炼钢，然后进行炉外精炼，准确地控制钢的化学成分，使其在最小的范围内波动，降低P、S等有害成分，减少夹杂物含量和控制夹杂物形态等，管坯内外的冶金缺陷大大减少。

用连铸管坯替代轧制坯制管，提高了管坯质量和定尺率，为轧管过程严格控制尺寸精度创造了条件。采用阿塞尔三辊延伸机组制管，尺寸精度达到：D≤±0.5%，S≤±5%。工艺流程大体如下：

铁水预处理→转炉炼钢→炉外精炼→连铸→喷丸→探伤→合格管坯锯切→称重→加热→热定心→高压水除鳞→穿孔→阿塞尔轧机延伸→再加热→高压水除鳞→三辊减径机减径→冷却→矫直→吹灰→切头→涡流探伤→检查→测长→称重→打印标记→包装→交库。

（探伤→修磨→合格管坯锯切）

6.2　我国的差距

目前，我国生产的汽车半轴套管基本能满足汽车制造厂的需求，但生产工艺与国外先进工艺相比仍有一定的差距。如：

(1)管坯的生产工艺落后。我国目前用于汽车半轴套管生产的圆管坯仍然采用钢锭开坯轧制的传统生产工艺。与国外普遍采用连铸坯相比，冶金质量低(钢的纯净度差)、生产工序多、工艺流程长、成材率低、能源消耗大、成本高；

(2)轧制圆管坯的定尺率低，定尺下料受影响，轧制时给控制壁厚尺寸精度带来一定困难；

(3)汽车半轴套管均为热轧管，采用热轧延伸加减径的工艺生产，减径前未经高压水除鳞，影响钢管外观质量；

(4)制管过程中检测及控制手段欠缺，尺寸精度不能经常处于受控状态，超差现象时有发生；

(5)钢管六角形钢带打捆、包装、打印、标记等均为手工作业，费力费时。

7　展望

为使我国生产的汽车半轴套管的实物质量全面达到国际先进水平，以下工作将起重要作用。

7.1　大力发展、推行用连铸圆管坯直接生产无缝钢管的工艺

用连铸圆管坯直接生产成品钢管在国外早已广泛应用，日本住友金属公司、日本钢管公司、德国曼内斯曼钢管公司、美钢联的劳累厂及意大利、法国等许多国家的钢管厂几乎全部采用连铸坯。用连铸坯生产无缝钢管从钢水算起成材率可提高10%～15%，而且铸

© 1995-2005 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

坯表面可达到无缺陷水平，可直接用于制管，还有可能实现热送，大大降低能源消耗。

成都无缝钢管厂先后开发成功 Φ60～120mm 及 120～200mm 中小直径管坯用水平连铸技术，为 Φ100mm 机组提供连铸圆管坯取得了显著的经济效益，该厂从国外引进的大直径（最大可达 470mm）弧形连铸机也已投入使用；衡阳钢管厂的 Φ130mm 水平连铸机已于 1991 年 8 月投产；天津无缝钢管公司从法国引进的 150t 超高功率大电炉、精炼炉和 4 流弧形连铸机已于 1992 年 6 月 30 日试生产成功。今后，应在以上三家采用连铸技术经验的基础上，推广应用连铸坯生产无缝钢管，努力为我国无缝钢管生产提供更多的优质连铸管坯。

7.2 进一步完善在线检测手段和控制手段

在线检测和控制手段是准确控制钢管尺寸精度的重要条件之一。现代技术的发展，为无缝钢管生产过程的动态控制提供了条件。日本在穿孔机上已实现热态测径、测厚、测长和测温，并能设定穿孔机的最佳调整参数，做到了动态显示；在轧管机上设置了测长、测厚装置，并能根据测定的结果调整辊缝和轧辊转速，做到钢管壁厚的自动控制。目前，我国的检测和控制手段与先进国家比还有很大差距，必须尽快完善。

7.3 采用先进的轧管机组

“八五”期间，汽车半轴套管除在已有的自动轧管机组和阿塞尔机组上生产外，还可以采用狄赛尔轧管机组（带三辊微张力减径机）生产，这种机组更具生产灵活性，作业率高。特别是所生产的无缝钢管尺寸精度高，壁厚公差可达≤±5%，外径公差可达到≤±0.5%。

（收稿日期：1993－07－30）

●简讯

爱德森（厦门）电子有限公司将举办涡流新技术培训班

TRAINING COURSE FOR NEW EDDY TECHNOLOGY TO BE HELD BY ANDERSON (XIAMEN)ELECTRONIC CO. ,LTD.

根据 GB9445－88 国家标准关于无损检测人员技术资格的规定，爱德森（厦门）电子有限公司 NDT 事业部会同全国 NDT 学会有关部门定于 1994 年 11 月 16 日至 12 月 13 日在深圳大亚湾核电站举办涡流新技术培训班，由留美、留法学者及国内知名涡流专家授课。内容包括涡流基础理论，现场检测实践（仪器操作训练和多种工件及其缺陷的分析和鉴别）。对考核合格者将颁发中国无损检测学会的Ⅰ级（国际通用）技术资格证书。欢迎国内同仁踊跃参加！

报名单位：爱德森（厦门）电子有限公司 NDT 事业部

地址：福建省厦门市大电路 78 号二楼

邮编：361001　　电话：(0592)2028133　2014947

© 1995-2005 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.