标准分享网
www.bzfxw.com

UDC

中华人民共和国国家标准

P

GB 50398－2006

# 无缝钢管工艺设计规范

Code for design of rolling
process on seamless steel tubes

2006－12－29 发布　　2007－06－01 实施

中华人民共和国建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局　联合发布

# 中华人民共和国国家标准

# 无缝钢管工艺设计规范

Code for design of rolling
process on seamless steel tubes

**GB 50398 - 2006**

主编部门：中国冶金建设协会
批准部门：中华人民共和国建设部
施行日期：2007年6月1日

中国计划出版社

**2007 北 京**

# 中华人民共和国建设部公告

**第 535 号**

## 建设部关于发布国家标准《无缝钢管工艺设计规范》的公告

现批准《无缝钢管工艺设计规范》为国家标准，编号为 GB 50398—2006，自 2007 年 6 月 1 日起实施。其中，第 4.2.10、5.2.7条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部

二〇〇六年十二月二十九日

# 前　言

本规范是根据建设部“关于印发《2005年工程建设标准规范制定、修订计划(第二批)》的通知”建标函[2005]124号的要求，由中冶东方工程技术有限公司会同中冶赛迪工程技术股份有限公司、中冶京诚工程技术有限公司等有关单位编制而成的。

本规范在编制过程中，深入进行调查研究，多次与院校、科研、设计和生产企业进行交流，在广泛征求意见的基础上，积极吸取国内外多年来的成熟经验，结合我国现阶段工程实际，经反复讨论与认真修改，最后经审查定稿。

本规范共分11章，4个附录，主要内容包括总则、系列选择、原料、生产工艺、设备选择、装备水平、工作制度和年工作时间、生产能力、车间布置、生产工具和车间主要技术经济指标等。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中冶东方工程技术有限公司负责具体内容的解释。本规范在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，注意积累资料，随时将意见和建议反馈给中冶东方工程技术有限公司(地址：内蒙古包头市钢铁大街39号，邮编：014010，传真：0472-2128941)，以供今后修改时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人：

**主编单位**：中冶东方工程技术有限公司

**参编单位**：中冶赛迪工程技术股份有限公司
中冶京诚工程技术有限公司
天津钢管有限责任公司
包钢集团无缝钢管厂

攀钢集团成都钢铁有限责任公司
宝钢股份宝钢分公司钢管厂
鞍钢新钢无缝钢管厂
湖南衡阳钢管(集团)有限公司
湖北新冶钢有限公司

主要起草人：李元德　贾立虹　兰兴昌　穆　东　易兴斌
郑治平　黄继宗　刘群英　何　军　何乔荣
陈本伦　杨　帆　张海军　赵　爽　曾良平
庄　钢　李小龙　姜长华　王　琍　袁方成
于凌河　田永良　龙功名　李　群　李　奇
罗　琪　胡　旋

# 目　次


1　总　　则 …… (1)
2　系列选择 …… (2)
2.1　热轧无缝钢管机组系列选择 …… (2)
2.2　冷轧管机和冷拔管机系列选择 …… (2)
2.3　热处理/精整/管加工系列选择 …… (2)
3　原　　料 …… (3)
3.1　热轧无缝钢管机组用管坯 …… (3)
3.2　冷轧冷拔无缝钢管生产用管料 …… (3)
3.3　热处理/精整/管加工线用管料 …… (3)
4　生产工艺 …… (4)
4.1　热轧无缝钢管生产工艺 …… (4)
4.2　冷轧冷拔无缝钢管生产工艺 …… (5)
4.3　热处理/精整/管加工生产工艺 …… (6)
5　设备选择 …… (8)
5.1　热轧无缝钢管设备选择 …… (8)
5.2　冷轧冷拔无缝钢管设备选择 …… (9)
5.3　热处理/精整/管加工设备选择 …… (10)
6　装备水平 …… (12)
7　工作制度和年工作时间 …… (14)
8　生产能力 …… (15)
9　车间布置 …… (16)
10　生产工具 …… (18)
11　车间主要技术经济指标 …… (19)
附录 A　热轧无缝钢管机组系列 …… (21)

附录 B　以油套管为主的热处理线系列 …… …… (23)
附录 C　油管、套管加工线系列 …… (24)
附录 D　部分机组的主轧跨间厂房主要设计参数 … …… (25)
本规范用词说明 …… (26)
附：条文说明 …… …… (27)

# 1 总　　则

**1.0.1** 为了在无缝钢管工程建设中，推进无缝钢管生产技术升级和结构调整，提高无缝钢管工艺设计质量和设计规范化，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于新建、改建和扩建无缝钢管车间的工艺设计。

**1.0.3** 本规范适用于项目核准报告、可行性研究报告、初步设计和施工图设计文件的编制。

**1.0.4** 无缝钢管工艺设计应体现加快淘汰并禁止新建外径76mm以下热轧无缝钢管机组的原则。

**1.0.5** 无缝钢管工艺设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 系列选择

## 2.1 热轧无缝钢管机组系列选择

**2.1.1** 在编制高阶段设计文件时，应根据产品方案、原料条件和综合建厂条件选择热轧无缝钢管机组的类型和规格。

**2.1.2** 热轧无缝钢管机组系列的选择见附录 A。

## 2.2 冷轧管机和冷拔管机系列选择

**2.2.1** 生产的产品规格多，以碳素钢、低合金钢、合金钢钢管为主时，宜选择冷拔管机。

**2.2.2** 生产规模较大，产品多品种、多规格，并以合金钢、高合金钢、不锈钢和精密钢管、航空用小规格精密钢管、薄壁钢管、高机械性能钢管为主时，应采用冷轧与冷拔联合生产工艺，选择冷轧管机和冷拔管机。

## 2.3 热处理/精整/管加工系列选择

**2.3.1** 以油套管为主的热处理生产线系列的选择见附录 B。

**2.3.2** 精整线应与热轧无缝钢管机组（含预精整）类型和系列相配套。

**2.3.3** 油管、套管加工线系列的选择见附录 C。

# 3 原　　料

## 3.1 热轧无缝钢管机组用管坯

**3.1.1** 热轧无缝钢管机组应优先选用连铸圆管坯做原料。生产特殊钢种或采用特殊生产工艺时，可采用其他供坯方式。

## 3.2 冷轧冷拔无缝钢管生产用管料

**3.2.1** 冷轧冷拔无缝钢管生产用管料宜选用热轧无缝钢管机组生产的合格管料。

**3.2.2** 管料尺寸应尽可能地接近冷轧、冷拔成品钢管的尺寸。

## 3.3 热处理/精整/管加工线用管料

**3.3.1** 热处理线宜根据产品品种要求，由热轧无缝钢管机组提供合格管料。热轧无缝钢管机组后含预精整线时，应提供经预精整的合格管料。

**3.3.2** 精整线及管加工线所用管料可由热轧无缝钢管机组（含预精整）提供，也可由热处理线提供。

**3.3.3** 管加工接箍料宜采用热轧无缝钢管，也可采用热模锻钢管。钻杆工具接头用原料可采用厚壁无缝钢管，也可采用热锻件制成管。

# 4 生产工艺

## 4.1 热轧无缝钢管生产工艺

**4.1.1** 热轧无缝钢管生产工艺应符合下列规定：

**1** 连轧管机组和带导盘二辊斜轧管机组应采用限动芯棒轧管工艺。三辊斜轧管机组可采用限动芯棒轧管工艺和全浮芯棒轧管工艺两种方式。

**2** 顶管机组应采用斜轧穿孔、延伸、毛管前部缩口和顶管工艺。

注：顶管机组的主要特征是斜轧穿孔；大顶管机组的主要特征是液压冲孔。

**3** 周期轧管机组应采用斜轧穿孔工艺。

**4.1.2** 热轧无缝钢管生产工序应符合下列规定：

**1** 连轧管机组：管坯切断、管坯加热、(热定心)、(高压水除鳞)、穿孔、抗氧化、(芯棒预穿)、高压水除鳞、轧管、脱管、(切头尾)、再加热、高压水除鳞、定减径和冷却等。

**2** 三辊斜轧管机组：管坯切断、管坯加热、(热定心)、(高压水除鳞)、穿孔、(抗氧化)、(芯棒预穿)、轧管、(脱棒)、(切头尾)、再加热、高压水除鳞、(回转定径)、定(减)径和冷却等。

**3** 带导盘二辊斜轧管机组：除应符合本规范第4.1.2条第2款外，可省去脱棒工序。

**4** 自动轧管机组：管坯切断、管坯加热、(热定心)、(高压水除鳞)、穿孔、(抗氧化)、轧管、均整、(再加热)、(高压水除鳞)、定(减)径和冷却等。

**5** 预管机组：管坯加热、(热定心)、(高压水除鳞)、穿孔、(延伸)、缩口、(芯棒预穿)、顶管、(脱棒)、切缩口、再加热、高压水除鳞、(定)减径和冷却等。

6 周期轧管机组：(管坯切断)、管坯(或钢锭)加热、(热定心)、(高压水除鳞)、穿孔、(芯棒预穿)、(预打头)、轧管、切头尾、再加热、高压水除鳞、(均整)、定径和冷却等。

7 大顶管机组：钢锭加热、(高压水除鳞)、液压冲孔、再加热、(高压水除鳞)、液压顶管、(再加热)、(二次液压顶管)和冷却等。

8 辊式热扩管机组：管料加热、高压水除鳞、扩径、均整、再加热、定径和冷却等。

9 钢管热挤压机组：管坯准备、管坯预热与加热、液压冲孔、再加热、卧式或立式挤压和冷却等。

10 热轧无缝钢管在冷却后的预精整配置，宜根据设计方案灵活确定。

## 4.2 冷轧冷拔无缝钢管生产工艺

**4.2.1** 冷轧、冷拔无缝钢管生产工序应包括：管料准备、表面清洁、表面润滑、冷轧或冷拔、精整(含中间精整和成品精整)等。

**4.2.2** 冷轧冷拔的管料准备宜包括：管料检查、修磨、切断等工序，冷拔管料准备应有缩头工序。

**4.2.3** 不锈钢、合金钢冷轧冷拔管料在检查前，宜先酸洗处理。根据产品要求，不锈钢、合金钢冷轧冷拔的管料准备可增设剥皮等工序。

**4.2.4** 冷轧、冷拔无缝钢管的表面清洁宜采用酸洗工艺。酸洗工艺应有钢管打捆、酸洗、清洗、冲洗、中和、清洗等工序。不锈钢、合金钢在酸洗后可增设白化工序。

**4.2.5** 碳素钢和低合金钢的表面润滑宜采用磷化和皂化润滑工艺。合金钢、不锈钢的表面润滑宜采用喷涂润滑剂工艺，也可采用其他表面润滑工艺。

**4.2.6** 冷拔宜采用无芯棒拔制或短芯棒拔制，生产薄壁管和小直径钢管时可采用长芯棒或游动芯棒拔制。

**4.2.7** 冷轧一般钢管宜采用二辊长行程轧机轧制。冷轧精密钢

管、薄壁钢管、极薄壁钢管时宜采用多辊轧机轧制。

4.2.8 冷轧冷拔的精整(包括中间精整和成品精整)应设置热处理、切断、矫直等工序。成品精整还应设置检查、称重、包装等工序。不锈钢、合金钢应另设置内外表面处理工序。

4.2.9 在冷轧、冷拔过程中还可增设其他的处理工序。

4.2.10 冷轧、冷拔无缝钢管车间必须考虑废酸、废液的回收和处理。

### 4.3 热处理/精整/管加工生产工艺

4.3.1 热处理可分别采用正火、光亮退火、正火+回火及淬火+回火等。

4.3.2 热处理生产线生产工序应包括:加热、高压水除鳞、淬火、回火、(定径)、热矫直、冷却、矫直、管体探伤和检查等。

4.3.3 光管精整线生产工序应包括:钢级鉴别、管端探伤、切断、(矫直)、水压试验、管体探伤、平端面倒棱、测长、称重、喷印、涂油、包装等。还可采用上述工艺中的部分工序。

4.3.4 管加工线生产工序应包括:油/套管管体车丝、油/套管接箍车丝、管端加厚、钻杆工具接头和对焊钻杆管体加工等。各条加工线生产工序应符合下列规定:

1 油/套管管体车丝加工线:管端探伤、管端丝扣加工、丝扣检查、拧接箍、水压试验、通径检查、拧保护环、测长、称重、喷印、涂油、烘干、包装等。车丝线宜增加丝扣喷丸工序。油/套管特殊扣车丝线宜增加丝扣磷化和管端收(缩)口工序。

2 油/套管接箍车丝加工线:接箍料定尺切断、车丝、丝扣检查、磁粉探伤、表面处理、涂漆、标记等。

3 管端加厚线:管端加热、管端加厚、检查、(探伤)、修磨、加厚管端平整等。油管及直连型套管管端加厚只采用外加厚形式,钻杆管端加厚可选择外加厚、内加厚和内外加厚形式。

4 钻杆工具接头加工线:切断、粗车、镗锥孔、热处理、车丝、

丝扣检查、探伤、标记、磷化等。

5 钻杆对焊加工线：管端加工、摩擦对焊、焊缝热处理、焊缝探伤、焊缝检查、测长、称重、喷印、包装等。

# 5 设备选择

## 5.1 热轧无缝钢管设备选择

**5.1.1** 长管坯切断宜采用锯切方式，也可采用火焰切割方式。部分合金钢和高合金钢不宜采用火焰切割。

**5.1.2** 管坯加热应选择环形炉或步进炉，也可采用均热炉和感应炉。

**5.1.3** 热定心机宜采用液压传动具有夹紧功能的设备。除鳞装置应保证高压水工作压力在18～20MPa。

**5.1.4** 穿孔机宜采用导板式或导盘式的立式锥形辊型式，并配置顶杆循环或顶头自动更换装置，也可采用液压(或水压)机穿孔。

**5.1.5** 轧管机设备选择应符合下列规定：

1 连轧管机宜采用5～6架二辊或三辊式机架并配置液压压下装置，宜在连轧管机前设置空减机架。

2 三辊斜轧管机宜采用三辊单独传动和轧辊液压快开快闭技术。

3 带导盘的二辊斜轧管机宜采用锥形辊型式，也可采用桶形辊型式。

4 自动轧管机宜采用上辊液压平衡和辊缝可调整技术。

5 顶管机宜采用辊式模和下传动结构。

**5.1.6** 荒管再加热宜采用步进炉，也可采用电感应装置。

**5.1.7** 张力减径机或定径机应根据工艺要求合理选择。三辊斜轧管机组可设置回转定径机。

**5.1.8** 钢管冷却宜采用步进式冷床，也可选择链式冷床。钢管外径在200mm以下时，还可采用多根同时布料的宽冷床。选用链式冷床时，宜在高温段采用带反向链的双链冷床。

5.1.9 当热轧线与预精整线相连时，其预精整线设备选择应符合本规范第5.3.2条的有关规定。

## 5.2 冷轧冷拔无缝钢管设备选择

5.2.1 缩头设备选择应符合下列规定：

1 钢管外径≤16mm时缩头宜选用轧尖机。

2 钢管外径≤30mm薄壁管的缩头宜选用回转锻造机。

3 较大外径或壁厚较厚钢管，宜选用空气锤或压力机。

4 中小外径钢管的缩头宜选用挤头机或缩口机。

5.2.2 冷轧管机设备选择应符合下列规定：

1 冷轧一般钢管时冷轧管机宜选用二辊、单排和长行程型式。

2 冷轧精密钢管、薄壁钢管时冷轧管机宜选用多辊、单排和长行程型式。

3 还可选择其他类型的冷轧管机。

5.2.3 冷拔管机设备选择应符合下列规定：

1 冷拔管机宜选用间歇、链式冷拔管机。

2 小口径钢管的冷拔可选用半连续或连续式冷拔管机。

3 大口径精密钢管、薄壁钢管的冷拔宜选用液压冷拔管机。

4 还可选择其他类型的冷拔管机。

5.2.4 酸洗设备选择应符合下列规定：

1 酸洗宜采用酸洗槽。

2 除氢氟酸外的其他酸洗槽应配有蒸汽加热设施。

5.2.5 钢管润滑装置选择应符合下列规定：

1 磷化和皂化润滑工艺的润滑装置宜采用润滑槽，包括磷化槽、皂化槽等。

2 喷涂润滑剂工艺应设润滑剂喷涂装置。

5.2.6 热处理炉选择应符合下列规定：

1 碳素钢和合金钢钢管热处理（包括中间热处理或成品热处

理）宜选用辊底式连续炉，也可选用辊底式连续光亮炉。

2 小口径、薄壁不锈钢钢管的热处理宜选用马弗管式光亮热处理炉或网带式光亮热处理炉。

**5.2.7 在冷轧、冷拔车间必须配备废酸、废液回收和处理设施。**

## 5.3 热处理/精整/管加工设备选择

5.3.1 热处理线设备选择应符合下列规定：

1 热处理炉可在步进式、辊底式、车底式和感应式加热炉中选取。油井管和管线管生产宜选用步进式炉；高压锅炉管、轴承管及不锈钢管生产可选用带保护气氛的辊底式炉；大口径、厚壁钢管生产宜选用车底式炉；钻杆对焊后焊缝热处理宜采用感应加热炉。

2 步进式加热炉后宜设高压水除鳞装置。

3 水淬工艺宜采用内喷外淋式或内喷槽式淬火装置。

4 钢管矫直可采用辊式矫直机和压力矫直机。油井管生产可同时设热矫直机和冷矫直机。

5 管体探伤应采用超声波探伤设备。

6 钢管冷却可采用带反向链的双链冷床或步进式冷床。

5.3.2 精整线设备选择应符合下列规定：

1 管料在热轧机组和热处理中未经矫直，精整线应设辊式矫直机。

2 钢管切断可采用圆盘冷锯机或切管机。

3 探伤设备可在涡流、超声波、漏磁、磁粉或组合探伤中选择。

4 根据工艺要求，可采用双管或单管水压试验机。

5.3.3 管加工线设备选择应符合下列规定：

1 管端加厚前的加热设备宜选用中频或高频感应加热炉，而不宜使用火焰式缝式炉。

2 管端加厚机宜选择液压式加厚机，也可选用机械式加厚机。

3　车丝机可选择钢管固定、刀盘旋转并移动式车丝机或钢管旋转、刀盘移动式车丝机。

4　接箍车丝机可选用单工位车丝机或多工位车丝机。

5　钻杆管体与工具接头的对焊可采用电阻焊、闪光焊及摩擦焊，宜使用惯性摩擦焊技术。

# 6 装备水平

6.0.1 无缝钢管车间工艺设计装备水平，应符合国情且实用可靠。

6.0.2 各类热轧无缝钢管机组的自动化水平应符合下列规定：

1 适于大批量生产且设备装备水平高的热轧无缝钢管机组，如连轧管机组，应采用基础自动化级和过程自动化级二级自动控制系统，可预留三级接口。

同时，宜设置在线测温、测壁厚、测外径、测长度的检测系统，以及辊缝和张力自动控制系统等。

2 生产灵活，适于小批量生产的热轧无缝钢管机组，如三辊斜轧管机组，宜采用一级基础自动化系统，包括顺序控制、工艺参数设定等功能。

3 适于多品种、多钢种和小批量生产的热轧无缝钢管机组，如周期轧管机组，可采用以手动和半自动操作为主要功能的一级基础自动化系统。

6.0.3 冷轧、冷拔机宜设机电一体化控制系统，具备单机或单线基础自动化控制功能，可实现冷轧、冷拔机（包括冷轧、冷拔前供料喂料装置、冷轧冷拔机主机、冷轧冷拔后装置）的自动或半自动控制。

6.0.4 热处理/精整/管加工车间的每条加工线应采用一级基础自动化，包括顺序控制、工艺参数设定和物料跟踪等功能。同时，可设置用于生产管理、仓库管理、（物料跟踪）为主要功能的二级自动化系统。

6.0.5 无氧化热处理工艺与设备应积极采用。

6.0.6 在线热处理工艺和技术应积极采用。

**6.0.7** 轧机的主传动电机宜采用交流电动机传动和交流变频控制装置供电(交流调速控制技术)。

**6.0.8** 加热炉、再加热炉和热处理炉的节能技术应优先采用。

# 7 工作制度和年工作时间

**7.0.1** 热轧无缝钢管车间宜采用四班三运转连续工作制。年工作时间应为5000～6500h。

**7.0.2** 冷轧、冷拔车间宜采用三班工作制。年工作时间应为6000～6800h。

**7.0.3** 热处理/精整管加工车间宜采用四班三运转工作制。年工作时间应为5500～7000h。

# 8 生产能力

**8.0.1** 生产能力包括小时生产能力计算和轧机(或作业线)负荷率计算。

**8.0.2** 热轧无缝钢管车间、冷轧冷拔车间和热处理/精整/管加工车间均需编制代表规格产品大纲,包括钢管品种、分项代表规格(外径、壁厚和长度)、代表钢种或钢级、分项年产量和采用标准等。

**8.0.3** 热轧无缝钢管机组和冷轧冷拔车间要编制相应代表规格轧制表或轧拔表。

**8.0.4** 小时生产能力计算程序和内容宜符合下列规定:

1 热轧无缝钢管机组确定机组薄弱环节、确定轧制速度和辅助时间,计算机组轧制周期时间。根据轧制表(管坯单重、分工序金属消耗系数和钢管单重等)和机组轧制周期时间计算管坯及钢管的理论和实际小时产量。

2 冷轧机和冷拔机根据轧拔表(管料规格、分工序金属消耗系数和钢管单重等)和轧拔周期时间计算钢管的小时产量。

3 热处理线的钢管小时产量取决于热处理炉生产能力。精整/管加工线首先编制各线生产工艺流程和各线金属消耗系数,之后计算各主要工序生产周期和小时根数并确定各作业线的工序薄弱环节,最终计算各作业线的平均小时产量。

**8.0.5** 轧机(或作业线)负荷率计算程序和内容宜符合下列规定:

1 依据编制的代表规格产品大纲和代表规格小时生产能力,计算轧机(或作业线)的年占用工时。

2 依据轧机(或作业线)的年占用工时和规定年工作时间(见第7章)计算轧机(或作业线)的负荷率。

**8.0.6** 热轧机组负荷率和热处理/精整/管加工作业线负荷率宜大于75%;冷轧机和冷拔机负荷率宜等于或小于85%。

# 9 车间布置

**9.0.1** 热轧无缝钢管车间布置应符合下列规定：

**1** 热轧无缝钢管机组由多个生产工序构成，其生产流程线多为阶梯型或直线横移布置。

**2** 新建连轧管机组宜设置高架平台。

**3** 提供部分机组的主轧跨间厂房主要设计参数(包括厂房跨度、轨面标高和吊车最大起重量)供设计时参考，详见附录D。

**9.0.2** 冷轧冷拔无缝钢管车间布置应符合下列规定：

**1** 冷轧冷拔无缝钢管车间宜采用混合布置。

**2** 当车间品种较多时，专用钢管、精密钢管生产宜单独建立作业线。

**3** 酸洗间应布置在主车间下风向，宜与主厂房脱开。

**4** 冷轧冷拔车间酸洗、脱脂、喷丸、抛光等污染源在平面布置时应统一考虑，合理布置。所有污染物的排放必须满足国家安全环保相关规定的要求。

**9.0.3** 热处理/精整/管加工车间布置应符合下列规定：

**1** 生产流程线多为直线横移布置。可在一个车间内布置一种设备，也可在同一车间布置多个设备或多条加工线。

**2** 在同一个车间布置多条加工线时，要考虑各设备间物料的合理流动；新建车间应与热轧机组综合考虑，通过设置中间库来衔接两个车间。

**3** 热处理/精整/管加工车间跨度宜根据加工线与设备布置情况确定。

**9.0.4** 无缝钢管车间设备布置宜紧凑，但应满足设备检修、冷热工具堆放、设备安全操作空间和人行通道等要求。

**9.0.5** 无缝钢管车间生产用起重机一般应采用挠性挂梁式。同时，也可选择小车可回转的起重机。

**9.0.6** 无缝钢管车间的原料仓库、中间仓库和成品仓库应保证生产需要。本厂供料的原料仓库存放天数为7～10d；外厂供料的原料仓库存放天数为15～30d。热轧与精整/管加工分开布置时的中间仓库应根据计算确定。车间内部各工序间的中间仓库存放天数为3～5d。成品仓库的存放天数为7～15d。

# 10 生产工具

**10.0.1** 在初步设计的“轧钢工艺”章节中应包含“生产工具”相关内容。

**10.0.2** 生产工具设计内容应包括工具种类、规格、钢种、加工与修复方法和基本技术要求等。同时，应明确本厂制作或外部协作等加工渠道。

# 11 车间主要技术经济指标

**11.0.1** 无缝钢管车间主要技术经济指标应包括设计能力($10^4$，t/a)、产品规格范围(外径×壁厚)、轧机(或作业线)组成及型式、车间设备总重量、车间电气设备总容量、车间职工总人数、车间主厂房面积、车间货物周转量、车间年工作小时、轧机(或作业线)负荷率和每吨产品消耗指标等内容。

**11.0.2** 每吨产品工序能耗值(MJ/t)应低于《钢铁企业节能设计规范》的有关规定。

**11.0.3** 部分热轧无缝钢管车间每吨产品消耗指标见表11.0.3，可作为设计时参考。

**表11.0.3 部分热轧无缝钢管车间每吨产品消耗指标**

| 序号 | 指标名称 | 单位 | 连轧管机组 | 三辊斜轧管机组 | 带导盘二辊斜轧管机组 | 周期轧管机组 | 自动轧管机组 | 大顶管机组 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 管坯 | t | 1.100 | 1.125 | 1.125 | 1.235 | 1.110 | 1.590 |
| 2 | 燃料 | GJ | 2.5～3.0 | 2.5～3.0 | 2.5～3.0 | 2.5～3.0 | 2.5～3.0 | 16 |
| 3 | 电 | kW·h | 110～150 | 150～200 | 150～200 | 150 | 150 | 250 |
| 4 | 水 | $m^3$ | 30～50 | 30～50 | 30～50 | 40 | 40 | 40 |
| 5 | 压缩空气 | $Nm^3$ | 15～30 | 70～100 | 70～100 | 20 | 200 | 400 |
| 6 | 轧辊及工具 | kg | 2.0～3.5 | 2.5～4.0 | 2.5～4.0 | 13.0 | 8.0 | 12.0 |

**11.0.4** 冷轧、冷拔钢管车间每吨产品消耗指标如下，可作为设计时参考：碳素钢和合金钢管料1.2～1.25t，不锈钢管料1.25～1.35t；燃料3.5～10.5GJ；电力100～350kW·h。

当原料规格与冷轧、冷拔成品规格接近时，宜采用较低指标。

**11.0.5** 热处理/精整/管加工车间每吨产品消耗指标见表11.0.5，可作为设计时参考。

表 11.0.5　热处理/精整/管加工车间每吨产品消耗指标

| 序号 | 指标名称 | 单位 | 加工线产品规格：钢管外径(mm) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 48～177.8 | 114.3～273 | 141.3～365 |
| 1 | 作业线组成 | 条 | 热处理线(1)<br>油套管管体车丝加工线(1)<br>光管精整线(1)<br>接箍车丝加工线(1) | 热处理线(1)<br>套管管体车丝加工线(2)<br>光管精整线(1)<br>接箍车丝加工线(1) | 热处理线(1)<br>套管管体车丝加工线(2)<br>光管精整线(1)<br>接箍车丝加工线(1) |
| 2 | 管料 | t | 1.0396 | 1.0355 | 1.043 |
| 3 | 燃料 | GJ | 1.79 | 1.09 | 2.58 |
| 4 | 电力 | kW·h | 82 | 90 | 133 |
| 5 | 水 | $m^3$ | 1.74 | 0.8 | 1.18 |
| 6 | 压缩空气 | $Nm^3$ | 35.4 | 78.2 | 89.3 |

# 附录 A　热轧无缝钢管机组系列

**表 A　热轧无缝钢管机组系列**

| 机组类型及规格 | | 特点 | 生产规格范围 | | 设计能力 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 外径(mm) | 壁厚(mm) | ($\times10^4$,t/a) |
| 连轧管机组 | 114 机组 | 生产能力高，表面质量好，尺寸精度高，轧出荒管长，金属收得率高，自动化程度高，一次性投资大。适于大批量生产油井、高压锅炉、管线和低中压锅炉等专用管材 | 22～114 | 2.0～25.0 | 15～25 |
| | 159 机组 | | 48(22)～159 | 3.5(2.5)～25.0(32.0) | 20～50 |
| | 168 机组 | | 48(32)～168 | 3.50(2.5)～22.0 | |
| | 180 机组 | | 48(32)～180 | 3.50(2.5)～30.0 | |
| | 273 机组 | | 114～273 | 4.5～40.0 | 30～60 |
| | 340 机组 | | 168～340 | 5.0～40.0 | 50～70 |
| | 426 机组 | | 168～426 | 5.0～40.0 | |
| 三辊斜轧管机组 | 90 机组 | 表面质量较好，壁厚精度高，生产灵活，可小批量生产，荒管较短，金属收得率较低，产量较低，一次性投资较少。多用于生产结构管、轴承管、液压支柱管和精密机械管，也可部分生产油井管、输送管、锅炉管等 | 54(25)～90 | 3.5(3.0)～10.0 | 3～5 |
| | 114 机组 | | 54(33)～114 | 3.5(3.0)～25.0 | 4～8 |
| | 159 机组 | | 54(22)～159 | 3.5(2.5)～25.0 | |
| | 180 机组 | | 54(38)～180 | 4.0(3.5)～45.0 | 8～12 |
| | 219 机组 | | 58(38)～219 | 5.0(4.0)～55.0 | 10～15 |
| 带导盘二辊斜轧管机组 | 90 机组 | 本机组与三辊斜轧管机组的特点相比：在产品质量、金属收得率、一次性投资和生产灵活性等指标上基本相同；本机组的不同点是易操作和产量较高 | 54(25)～90 | 3.5(3.0)～10.0 | 5～7 |
| | 114 机组 | | 60(25)～114 | 4.0(2.5)～15.0 | 7～10 |
| | 159 机组 | | 89(33)～159 | 4.0(3.0)～15.0 | 10～15 |
| | 180 机组 | | 102(48)～180 | 5.0(3.5)～20.0 | 15～20 |
| | 273 机组 | | 102(48)～273 | 5.0(4.0)～20.0 | 20～25 |

续表 A

| 机组类型及规格 | | 特点 | 生产规格范围 | | 设计能力 ($\times10^4$,t/a) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 外径(mm) | 壁厚(mm) | |
| 自动轧管机组 | 219 机组 | 生产灵活,易掌握,投资较少,产量较高,内表面易划伤,荒管长度较短,金属收得率较低。主要生产输送管、油井管、锅炉管和一般管等 | 57～219 | 4.0～30.0 | 15～20 |
| | 426 机组 | | 168～426 | 6.0～40.0 | 40～60 |
| 顶管机组 | 114 机组 | 表面质量好,轧出荒管较长,工艺和设备较简单,金属收得率较高。适于生产中小口径薄壁管,如冷轧冷拔管料、油套管、锅炉管和输送管等 | 60(22)～114 | 3.5(2.5)～10.0 | 10～15 |
| | 159 机组 | | 60(22)～159 | 3.5(2.5)～12.0 | 15～20 |
| | 180 机组 | | 60(22)～180 | 3.5(2.5)～15.0 | 20～25 |
| 周期轧管机组 | 508 机组 | 主要生产外径 300～711mm 大口径中厚壁管,工具消耗大,金属收得率低。适于多品种、多钢种和小批量生产,如结构管、大口径高压锅炉管等 | 219～508 | 12～80 | 12～20 |
| | 711 机组 | | 300～711 | 14～100 | 15～25 |
| 大顶管机组 | 711 机组 | 生产灵活,规格范围大,表面质量好,产量低,金属收得率最低。用于生产特殊用途管,如大口径厚壁高压锅炉管和高压容器用管等 | 203～711 | 25～150 | 2.5 |
| | 1400 机组 | | 273～1400 | 20～250 | 3.0 |
| 钢管热挤压机组 | 1600 吨机组 | 表面质量好,尺寸精度高,产量低。适于生产低塑性钢和异型断面材 | 38～114 | 3.0～10 | 1.0～2.0 |
| | 2500 吨机组 | | 42～185 | 3.5～15 | 1.5～3.0 |
| | 3150 吨机组 | | 57～219 | 5.0～20 | 3.0～5.0 |
| | 5500 吨机组 | | 89～245 | 5.0～25 | 4.0～8.0 |
| 辊式热扩管机组 | 660 机组 | 尺寸精度较高,产品缺陷少,成材率较高。用于生产外径 400～711mm 大口径中等壁厚管 | 400～660 | 15～50 | 10 |
| | 711 机组 | | 400～711 | 15～50 | 15 |

注:"荒管"指轧管后的钢管。

# 附录 B　以油套管为主的热处理线系列

**表 B　以油套管为主的热处理线系列**

| 序号 | 热处理产品规格及产品 | | | 淬(正)火炉、回火炉型式 | 淬火方式 | 设计能力($\times10^4$,t/a) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 外径(mm) | 壁厚(mm) | 代表品种 | | | |
| 1 | 60.3～153.7 | 4.24～15.00 | 油管管体、套管管体、钻杆、接箍料、管线管 | 步进梁式炉 | 水淬、油淬 | 10～15 |
| 2 | 48.3～177.8 | 3.68～22.00 | 油管管体、套管管体、钻杆、接箍料、管线管 | 步进梁式炉 | 水淬、油淬 | 10～15 |
| 3 | 60.3～194.5 | 4.24～22.00 | 油管管体、套管管体、钻杆、接箍料、管线管 | 步进梁式炉 | 水淬、油淬 | 10～15 |
| 4 | 114.3～273.0 | 4.5～30.00 | 套管管体、接箍料、管线管 | 步进梁式炉 | 水淬、油淬 | 10～20 |
| 5 | 139.7～426 | 5.0～40.00 | 套管管体、接箍料、管线管 | 步进梁式炉 | 水淬、油淬 | 25 |

# 附录C　油管、套管加工线系列

**表C　油管、套管加工线系列**

| 序号 | 系列规格 | 品种及规格 | | | 设计能力（$\times10^4$，t/a） |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 主要品种 | 外径(mm) | 壁厚(mm) | |
| 1 | 114.3 | 油管 | 26.67～114.3 | 2.87～16.0 | 3～7 |
| 2 | 177.8 | 油管 | 48.26～114.30 | 3.18～16.00 | 5～15 |
| | | 套管 | 114.3～177.8 | 5.21～22.22 | |
| 3 | 273.0 | 套管 | 114.3～273.05 | 5.21～22.22 | 10～20 |
| 4 | 339.7 | 套管 | 114.3～339.7 | 5.21～22.22 | 15～20 |
| 5 | 406.4 | 套管 | 114.3～406.4 | 5.21～22.22 | 15～20 |

注：1　管体车丝加工线以一组（两台）车丝能力为准，前后设备应配套；

2　接箍车丝加工能力与管体车丝能力相匹配；

3　系列规格以加工最大油套管外径命名；

4　表中外径、壁厚均指油套管管体尺寸。

# 附录 D　部分机组的主轧跨间厂房主要设计参数

**表 D　部分机组的主轧跨间厂房主要设计参数**

| 机组类型及规格 | | 主轧跨间设计参数 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 厂房跨度(m) | 轨面标高(m) | 吊车最大起重量(t) |
| 连轧管机组 | 某厂 89 机组 | 33 | 14.5(平台 5) | 30/5 |
| | 某厂 159 机组 | 33※ | 7.5 | 16/3.2 |
| | 某厂 168 机组 | 39 | 15.0(平台 5) | 40/5 |
| | 某厂 245 机组 | 36※ | 10.0 | 40/10 |
| | 某厂 250 机组 | 36 | 16.8(平台 6) | 50/10 |
| | 某厂 340 机组 | 42 | 18.0(平台 6) | 50/10 |
| 三辊斜轧管机组 | 某厂 140 机组 | 24※ | 7.0 | 10 |
| | 某厂 170 机组 | 30 | 9.0 | 32/5 |
| | 某厂 219 机组 | 30 | 8.1 | 16/3.2 |
| 二辊斜轧管车间 | 某厂 140 机组 | 30※ | 9.0 | 20/5 |
| | 某厂 250 机组 | 30 | 8.5 | 32/5 |
| 自动轧管机组 | 某厂 400 机组 | 穿孔机跨 27<br>自动轧管机跨 33 | 10.0<br>10.0 | 穿孔机跨 75/20<br>自动轧管机跨 50/10 |
| 周期轧管机组 | 某厂 500 机组 | 30(穿孔机/周轧机跨) | 10.0 | 60/20 |
| 大顶管车间 | 某厂 1400 机组 | 24 | 13.0 | 80/30 |

注：※为利旧厂房。

# 本规范用词说明

**1** 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1)表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2)表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

**2** 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

# 无缝钢管工艺设计规范

**GB 50398 - 2006**

## 条 文 说 明

# 目　　次


1　总　　则 …… (31)
2　系列选择 …… (32)
2.1　热轧无缝钢管机组系列选择 …… (32)
2.2　冷轧管机和冷拔管机系列选择 …… (32)
2.3　热处理/精整/管加工系列选择 …… (32)
3　原　　料 …… (33)
3.1　热轧无缝钢管机组用管坯 …… (33)
3.3　热处理/精整/管加工线用管料 …… (33)
4　生产工艺 …… (35)
4.1　热轧无缝钢管生产工艺 …… (35)
4.2　冷轧冷拔无缝钢管生产工艺 …… (36)
4.3　热处理/精整/管加工生产工艺 …… (36)
5　设备选择 …… (38)
5.1　热轧无缝钢管设备选择 …… (38)
5.2　冷轧冷拔无缝钢管设备选择 …… (40)
5.3　热处理/精整/管加工设备选择 …… (41)
6　装备水平 …… (44)
7　工作制度和年工作时间 …… (45)
8　生产能力 …… (46)
9　车间布置 …… (47)
11　车间主要技术经济指标 …… (48)

# 1 总　　则

**1.0.1** 本条阐明了制定本规范的目的。

1 在贯彻执行国家现行钢铁产业发展政策中，强调推进无缝钢管生产技术升级和结构调整。

2 提高无缝钢管工艺设计质量和设计规范化，在市场经济条件下，对设计工作提出了更高的要求。

**1.0.4** 编写本条的主要依据是国家现行钢铁产业发展政策第十七条“加快淘汰并禁止新建直径 76mm 以下热轧无缝管机组落后工艺技术装备。”同时，加速建设具有竞争能力的小口径连轧管机组的目的，是替代被淘汰机组的那部分市场份额。

# 2 系列选择

## 2.1 热轧无缝钢管机组系列选择

本节内容在建设初期工程立项阶段对用户选择热轧无缝钢管机组类型和规格具有指导作用。

**2.1.2** 在附录A热轧无缝钢管机组系列中，各类热轧无缝钢管机组的排列队序是依据国内外近几年技术发展和建设情况确定的，机组规格以设计生产的最大钢管外径(mm)命名。

## 2.2 冷轧管机和冷拔管机系列选择

**2.2.1** 冷拔管机在钢管冷变形中使用最为广泛，可生产成品钢管外径范围为0.2～765mm，最小壁厚为$S=0.01$mm，$S/D>1/100$的管材。冷拔机具有生产率高、生产灵活性大，工具制造容易，设备结构简单、可靠，调整方便，便于操作和维护等特点，适用于生产规格范围广的各种形状钢管：毛细管、小口径管、大口径管以及各种异形管等。

**2.2.2** 冷轧管机可以直接生产成品管，也可以提供半成品管料。冷轧管机宜用于生产薄壁和极薄壁钢管。冷轧管机变形量大，可减少冷拔道次，提高成材率，减少中间工序，缩短冷加工生产周期。冷轧钢管的壁厚精度、表面光洁度高于冷拔管。常用的冷轧管机规格为钢管外径8～200mm，最大钢管外径为450mm。

## 2.3 热处理/精整/管加工系列选择

**2.3.1** 附录B中的热处理生产线系列，其热处理加热炉均为步进梁式炉，电感应加热炉的热处理生产线系列暂不确定。

**2.3.3** 管加工系列，指油管和套管加工线系列，不包括方钻杆和钻铤特殊生产线。

# 3 原　料

## 3.1 热轧无缝钢管机组用管坯

**3.1.1** 为贯彻国家现行钢铁产业发展政策中的降低能耗精神，强调采用连铸圆管坯做原料。以某钢厂为例：

用轧坯时钢水至坯的金属收得率为84%～86%；用连铸圆管坯时钢水至坯的金属收得率为96%～98%，比轧坯金属收得率高10%～14%。管坯在成本中约占60%～70%，连铸圆管坯比轧坯成本低20%，即钢管成本可降低14%。连铸圆管坯与轧坯相比的优点：1)节省能源30%～40%。2)金属收得率高10%～14%。3)管坯成本低20%～25%。

同时，对生产批量小、钢种多、高合金钢和要求压缩比时，可采用钢锭或锻坯。

## 3.3 热处理/精整/管加工线用管料

**3.3.1** 热处理钢管原料可用热轧钢管，也可用经冷加工后的钢管。其钢号、化学成分和制造方法、非金属夹杂物应满足标准规定要求；原料的力学性能、工艺性能、低倍组织、表面质量经热处理后必须满足标准规定的成品钢管要求。

管端加厚的油井管(油管、钻杆、直连型套管)应在管端加厚并经检查合格后进行热处理。

精整/管加工线可分为光管精整、管端车丝、接箍车丝、管端加厚、钻杆工具接头和对焊加工线。它们对原料的要求有共同之处，也有各自的特殊要求，主要内容包括：

1　管料的尺寸精度和技术要求应达到相应标准的技术要求。为提高产品的市场竞争能力，管料的壁厚和外径精度按照高于标

准要求的企业标准执行。

2 精整加工线的管料，可用热轧（含预精整）后的钢管，也可用热轧后经过热处理的钢管。

3 管端加厚的油井管，在加厚并经热处理后，其尺寸和技术要求合格时才可作为车丝加工的原料。

4 加厚生产线的原料宜采用经过预精整的合格钢管。

3.3.3 管加工接箍料采用与油井管管体同钢级或高一个钢级的无缝钢管，同时还应满足要求的尺寸公差。根据标准规定也可以采用热锻件制成管料，但应用较少。对于钻杆用工具接头，可以采用将轧制圆钢锯切成定尺长度，加热磨锻成工具接头毛坯，再经退火处理投入工具接头加工，这种方法加工的工具接头机械性能得到改善，但工序多、成本高；也可以采用热轧厚壁无缝钢管做工具接头原料，采用这种原料可以满足标准要求，加工工序简单，但加工量大、金属收得率较低。

# 4 生产工艺

## 4.1 热轧无缝钢管生产工艺

**4.1.1**

1 本条强调应采用限动芯棒连轧管工艺，主要依据此工艺有如下优点：

1)芯棒速度受控之后(在轧制时芯棒向前移送速度低于金属流动速度)，可消除轧件头尾与芯棒产生的速度差，轧制时变形条件稳定。

2)限动时芯棒向前移动受到控制，可缩短芯棒长度。

3)采用限动芯棒轧管工艺，轧机尖峰负载可减少，其位置可调整，保证芯棒磨损在经济范围内。

4)借助高于轧件咬入速度的芯棒速度，改善轧机咬入条件。

三辊斜轧管机组和带导盘二辊斜轧管机组采用限动工艺具有改善轧管变形条件和可缩短芯棒长度等优点。

2 顶管机组应采用斜轧穿孔、缩口和顶管工艺，代替过去传统工艺后具有：

1)表面好，壁厚精度可达±5%～6%。

2)坯重由传统顶管时 400kg 提到新工艺时的 1400kg，轧管后长度由传统顶管时 10m，提到新工艺时的 21m。

3)轧后长度增加和缩口方式改进后，与传统顶管工艺相比成材率提高 2%～3%。

4)工艺技术易掌握。

5)一次性投资少。

国内投产的钢管外径 102mm 和 114mm 顶管机组均具有采用这种工艺的成熟经验。

3　周期轧管机组采用斜轧穿孔工艺代替传统的水压穿孔、盘式炉再加热和延伸三道工序，是吸取德国拉特厂的生产经验，它可以提高毛管尺寸精度、提高成材率、降低能耗和成本。

## 4.2　冷轧冷拔无缝钢管生产工艺

**4.2.1**　冷轧、冷拔无缝钢管生产工艺，可采用冷拔、冷轧、冷轧与冷拔联合生产。采用冷拔工艺，设备简单、投资少、操作维护容易，但中间工序多、成材率低；采用冷轧工艺，设备比较复杂、投资多，但可减少中间工序，提高成材率，产品尺寸和表面精度很高，特别适合生产高精度钢管和极薄壁钢管。由于受轧机轧辊孔型数量和成本的限制，成品规格不能太多；冷轧与冷拔联合生产工艺，具有钢管质量好，加工周期时间短，减少中间脱脂、热处理、缩头、矫直等工序，节省能源，减少金属消耗，减少原料规格等优点。

**4.2.4**　钢管酸洗可采用硫酸、盐酸、混合酸、氢氟酸等。碳素结构钢和合金结构钢管宜用硫酸酸洗，优质碳素结构钢和优质合金结构钢精密管宜用盐酸酸洗，含铬 Cr 和镍 Ni 较高的高合金钢管宜采用硫酸、盐酸和硝酸的混合酸酸洗，奥氏体不锈钢管宜用氢氟酸酸洗。

**4.2.9**　不锈钢在进行热处理前，应先脱脂。

## 4.3　热处理/精整/管加工生产工艺

**4.3.1**　采用不同的热处理工艺，其热处理制度应符合标准规定。

对高压锅炉管、轴承管、不锈钢管及其他有特殊要求的钢管，宜采用光亮热处理，其他钢管可采用明火热处理。

油井管(含接箍及工具接头料)宜执行现行有效的 API 标准。对同一钢级钢管，当钢号和成分不同时，可采用不同的热处理制度。

**4.3.2**　热处理生产工艺中，可在回火炉后设置热定径工序，以保证热处理后钢管的外径精度。热处理过程中油套管接箍料不经热定径。

热处理线通常设置冷矫直机对钢管进行矫直，但也可设置热

矫直机，或同时设置热矫直机及冷矫直机。

**4.3.3** 精整线是对热轧钢管做进一步的检测、加工、探伤，使钢管端面形状、质量、表面状态、标记等满足标准及用户的要求。

**4.3.4** 油井管主要包括：套管、油管、钻杆。对于这些产品，我国与世界上大多数国家一样，以美国石油协会 API 标准为产品的生产依据。

1 管加工线用来对油/套管的两端进行螺纹加工，并对车丝的钢管进行管端探伤、丝扣检查、接箍拧接、水压试验、通径检查、测长称重等；各种检查工序是车丝线重要的组成部分，对于在水压试验、通径检查、测长称重工序中有问题的钢管作为废品处理。目前世界各国有关油井管螺纹扣型有上百种之多，API 标准规定的扣型有三种：圆螺纹、偏梯形螺纹及直连型螺纹。

无缝钢管厂可将特殊螺纹车丝线与普通螺纹车丝线分开，单独设置生产线。

2 接箍加工的原料一般为多倍尺长度，首先切断成要求长度，然后进行镗孔、平端面、车丝，接箍车丝的扣型与其对应的油/套管管体的扣型一致，车好扣型后要进行丝扣检查；检查合格的接箍按照 API 标准打上钢印，然后对接箍进行表面处理及涂漆处理。

3 管端加厚包括油管加厚、钻杆加厚及直连型套管加厚。管端加厚前先对管端进行加热，后对加厚端进行检查和修磨，之后还要人工检查和探伤。

4 钻杆工具接头加工包括公工具接头和母工具接头加工。先将来料切断成要求长度，粗车后进行热处理；工具接头的机加工包括镗孔、平端面、车丝等工序；车丝后要丝扣检查；为提高工具接头的耐磨性，需在母工具接头上堆焊硬质合金。工具接头加工后要表面处理。

5 钻杆对焊是将加工好的工具接头与已进行管端加厚的钻杆管体焊接在一起；钻杆对焊前要对加厚管端进行加工，包括车外圆、车端面；采用惯性摩擦对焊后宜对焊缝进行空淬和回火热处理。

# 5 设备选择

## 5.1 热轧无缝钢管设备选择

**5.1.1** 采用锯切方式或火焰切割方式，它的主要优点是：

1 切口质量好，可保证穿孔时对中。

2 金属损耗小。

近几年国内新建热轧无缝钢管机组多采用上述两种切割方式。

**5.1.2** 目前国内多采用环形炉，技术成熟，对管坯规格多适应性好，加热质量可满足穿轧要求；步进炉与环形炉相比具有平面布置方便和加热质量优的特点，多适于加热管坯直径单一，管坯长度较长的热轧无缝钢管机组，如连轧管机组。对短尺管坯可采用倍尺长度入炉加热，出炉后快速分切，切后的后段管坯尚需保温的生产工艺。日本新日铁钢管外径 140mm 和 400mm 自动轧管机组就配置了步进炉。

大顶管机组钢锭加热多使用均热炉。热挤压管机组可使用感应炉。

**5.1.3** 老式热定心机多为气动和管坯非夹紧结构，无法完成定心功能。高压水除鳞装置实现除鳞功能的要点是确保高压水工作压力，这是国内近几年总结的成熟经验。

**5.1.4** 近几年投产的连轧管机组、三辊斜轧管机组和带导盘的二辊斜轧管机组中均使用条文中推荐的机型。采用锥形穿孔机的主要优点：

1 能有效地控制空腔形成，提高可穿性和防止产生“内折”，适于穿轧连铸圆管坯。

2 穿孔效率高达 90%以上。

3　最大延伸系数可达 6，可实现穿孔、轧管和定减径三大变形的最佳分配。

4　由于扩径量大，可简化管坯规格、轧管孔型规格、热工具规格。

5　毛管壁厚精度可高达壁厚的±3%～5%，有利于确保钢管精度。

**5.1.5**

1　二辊 5～6 机架连轧管机与传统连轧管机相比主要优点是：

1)穿孔工序配置锥形穿孔机后，可使连轧管机在减少机架数目的同时，仍保留足够大的径壁比和延伸系数。

2)减少机架数目后可以实现减少连轧机设备重量和装机容量，缩短芯棒长度和重量，相应简化了芯棒循环系统和便于芯棒加工制造等优点。

某厂钢管外径 159mm 机组、某厂钢管外径 168mm 机组和某厂钢管外径 340mm 机组均在连轧管机前配置空减机架。

某厂新建一套钢管外径 168mm 三辊连轧管机，投产第二年就达到设计产量。试轧中钢管径壁比($D/S$)达到 45，可轧制奥氏体不锈钢(0Cr18Ni9)和马氏体不锈钢(2Cr13)等高合金钢管，质量情况良好。

注：$S$ 为壁厚；$D$ 为外径。

2　某厂新建一套钢管外径 219mm 三辊斜轧管机组现已投入生产。该三辊斜轧管机采用阶梯芯棒、单上辊快开、轧辊单独电机传动和出口长导向辊出料等技术。轧管机采用单轧辊快开法消除荒管尾三角，这样动作简单，能更好保证三个轧辊轴肩始终在同一平面内，保证钢管的尺寸精度；同时增加了毛管咬入时的轧辊快闭功能，配合阶梯芯棒轧制更加有效地避免薄壁管头部喇叭口的出现。三个轧辊为单独传动，每一轧辊均有一套电机减速机通过万向接轴来传动，这样可改善减速机工作条件，又为后台长导向辊装置留出了空间。

3　世界第一套钢管外径 140mm 带导盘的二辊(锥形辊)斜轧管机,于 1990 年在山东某厂建成投产,之后又陆续建成投产钢管外径 114mm 机组、140mm 机组和 250mm 机组各一套。其中钢管外径 250mm 机组技术水平较高,规格较大。该类型机组规模小投资少,生产比较灵活,某些私营企业正在建设中。

4　某厂钢管外径 400mm 机组在改造中,对自动轧管机采用上辊液压平衡和辊缝可调整技术,并增设再加热炉和微张力三辊定径机,改造后钢管表面质量和尺寸精度明显提高,达到预期目的。

5　某厂钢管外径 102mm 机组和某厂钢管外径 114mm 机组均采用了辊式模和下传动结构。

**5.1.6**　某厂钢管外径 159mm 连轧管机组成功的采用电感应再加热装置。

**5.1.7**　通常荒管外径在 200mm 以下,长度在 14m 以上时,宜设置三辊张力减径机;荒管外径在 200mm 以上或长度在 12～14m 以下时,宜设置三辊定径机。

设置回转定径机可改善钢管的椭圆度、同心度和平直度。

**5.1.8**　使用步进式冷床时,钢管在提升和放下过程可强迫旋转,钢管冷却均匀且不产生弯曲,故中小口径机组宜采用此种形式。产量与装备水平较低或是大口径机组宜采用链式冷床。

## 5.2　冷轧冷拔无缝钢管设备选择

**5.2.1**

1　钢管缩头可采用热缩头和冷缩头,钢管外径较大,壁厚较厚,一般采用管端加热后热缩头;钢管外径较小,壁厚较薄,采用冷缩头。

2　钢管外径 8～60mm,壁厚≤5mm 可采用冷缩头(缩口机)。钢管外径≤16mm,壁厚≤2mm 可用冷轧机轧头。

**5.2.2**

冷轧管机主要有二辊式和多辊式两种类型。多辊式冷轧管机

主要有三辊、四辊、五辊型式。国内目前二辊、三辊式冷轧机应用最为广泛。

5.2.4

1 硫酸酸洗槽宜用花岗石或耐酸混凝土制作。

2 盐酸酸洗槽一般用塑料板及玻璃钢制作。

3 混合酸酸洗槽宜用花岗石制作。

4 氢氟酸酸洗槽宜采用塑料板制作。

## 5.3 热处理/精整/管加工设备选择

5.3.1

1 步进式加热炉适用钢管品种规格范围宽，端部加厚和不加厚的钢管都可以适用，产量高，通常其产量在10万吨/年以上，典型热处理线的产量情况见表1。辊底式加热炉可采用保护性气氛加热，减少氧化现象，适用于光亮退火处理。钻杆对焊后的焊缝热处理，由于是在焊接加工线上进行，宜采用感应加热炉。

表1 典型步进式炉产量表

| 钢管规格 | 年产量 | 淬火炉尺寸 | 回火炉尺寸 |
|---|---|---|---|
| 外径×长度(mm) | (t/a) | 长×宽(mm) | 长×宽(mm) |
| 60.3～153.7×14630 | 180000 | 13700×16000 | 29500×16000 |
| 48～177.8×14630 | 100000 | 13300×16000 | 22100×16000 |
| 88.9～180×12200 | 120000 | 10500×13800 | 15500×13800 |
| 88.9～273×14630 | 200000 | 16000×16000 | 25800×16000 |
| 141.3～365.1×14630 | 250000 | 18800×16000 | 30100×17000 |

2 采用步进式加热炉对钢管加热后，钢管表面将产生一层氧化铁皮，钢管出炉后宜采用高压水除鳞，高压水压力一般为16～20MPa。

3 采用淬火装置时，钢管外径小于273mm采用内喷外淋

式；钢管外径大于 273mm 采用内喷槽式。

4 热处理生产线多采用辊式矫直机，可选六辊或七辊式矫直机。对管端外加厚的钢管，宜选用带有轧辊快抬功能的矫直机。对于翘曲大、厚壁的大口径钢管，以及油井管的加厚端，可离线设置压力矫直机。

5 热处理生产线超声波探伤设备一般分为两大类：一类是在探伤过程中，探头旋转，钢管在探头中直线运行；另一类是探头固定不动，钢管边旋转边前行。前者的探伤速度较快，适于小口径钢管的探伤，但设备投资较大。

6 钢管冷却可采用带反向链的双链冷床或步进式冷床，使钢管在冷却的过程中一边前进，一边转动，从而减少钢管冷却过程中因冷却不均匀而产生附加弯曲。

**5.3.2**

1 精整线多采用六辊式矫直机，如果管料在精整前已进行了矫直，并能够满足标准和用户要求，在精整线可不设矫直机。

2 采用倍尺长度供料时，钢管切断可采用成排钢管切断，也可采用单根钢管切断。成排切断应使用管排冷锯；单根切断可使用冷锯及切管机。

3 精整线可配置涡流、超声波、漏磁、磁粉和组合探伤装置。根据不同钢管品种和钢级，按照标准要求进行配置。

4 油/套管水压试验机的试验压力一般在 7.5MPa 以上，小于 7.5MPa 的钢管采用涡流探伤方式，不做水压试验。锅炉管的试验压力在 8MPa 以上，试验压力小于 8MPa 的钢管采用涡流探伤方式，不做水压试验。采用双管水压试验机还是单管水压试验机主要取决于试验钢管的规格和生产线的产能要求。

**5.3.3**

1 管端加厚线用管端加热设备有感应加热装置和火焰式缝式炉两种。感应加热装置加热速度快、加热过程中氧化铁皮少、加热制度稳定、劳动条件好，是广泛使用的炉型；火焰式缝式炉加热

温度不均，污染环境，已很少使用。

2 管端加厚机可以分为机械式加厚机和液压式加厚机，后者加工过程稳定，加工精度高。

3 对于生产能力大、批量大、以圆螺纹扣型为主的生产线宜选用前者，而加工螺纹扣型种类多的生产线宜使用后者。

4 接箍车丝机可选用多工位车丝机和单工位车丝机。多工位车丝机生产效率高，但设备一次性投资大；单工位车丝机生产较灵活。

# 6 装备水平

**6.0.1** 提高无缝钢管车间工艺设计装备水平，应以提高产品质量，降低物耗能耗和提高环保水平等为目的。

**6.0.2** 各类热轧无缝钢管机组根据各自的特点应采用下列不同的自动化水平：

**1** 近几年投产的连轧管机组，如钢管外径 168mm 机组和钢管外径 340mm 机组，均达到本规范规定的自动化水平。

**2** 新投产的三辊斜轧管机组，如钢管外径 219mm 机组已达到本规范规定的自动化水平。

**6.0.5** 采用该项技术可省去喷丸或是酸洗工序，减少污染源。

**6.0.6** 在国内某厂钢管外径 250mm 连轧管机组采用在线常化热处理工艺，大批量的生产 N80 套管，X42～X52 管线管和 20G 高压锅炉管。

**6.0.7** 2005 年投产的钢管外径 340mm 连轧管机组采用了本规范推荐的该项技术。

**6.0.8** 目前节能型环形炉和步进炉采取的主要节能措施如下：

**1** 合理的供应分配和可靠的热工自动化控制。

**2** 充分回收烟气余热。

**3** 炉体采用复合隔热材料。

**4** 采用蓄热式燃烧方式。

# 7 工作制度和年工作时间

**7.0.1～7.0.3**

1 无缝钢管车间规定的年工作时间属于平均先进指标，正常情况在投产三年左右可以达到。由于每个车间的轧机类型、装备水平和操作管理水平等均不相同，条文中规定的年工作时间为波动值。

2 冷轧冷拔无缝钢管车间采用的工作制度主要考虑到冷轧冷拔的生产特征。

# 8 生产能力

**8.0.2** 无缝钢管车间编制的代表规格产品大纲，是考核年产量、确定工艺流程、工艺参数和设备选择的基本依据。

**8.0.4** 本条规定了代表规格小时生产能力的计算步骤和计算原则。

**8.0.6** 本条规定无缝钢管车间的负荷率值主要是考虑建设车间的综合经济合理性。

# 9 车间布置

本节中9.0.1～9.0.3条指出各类无缝钢管车间的生产流程与平面布置特征，规定了平面布置的设计原则。

**9.0.1**

**2** 近几年新建的各种规格连轧管机组均设置高架平台。这种高架平台，在施工公辅配管时简捷方便，生产时便于检修，与不设高架平台方案相比投资大体相当。当改扩建利用现有厂房时可不设高架平台，如某厂钢管外径159mm机组和某厂钢管外径245mm机组。

**3** 热轧无缝钢管车间主轧跨间的厂房跨度、轨面标高和吊车最大起重量等设计参数关系安全生产，十分重要，应慎重确定。

# 11 车间主要技术经济指标

**11.0.1** 机组设计能力包含的设计条件：机组规格、机组组成、代表规格产品大纲、机组小时能力(轧制节奏与轧件单重)、机组年工作时间和计算负荷率。通常新建机组在投产2～3年后，有可能达到或超出设计能力。而投产多年的机组实际年产量可能超出设计能力，此时原设计能力的相应设计条件往往发生较大变化。

以国内某厂钢管外径140mm机组为例。原设计能力为7.1($10^4$,t/a)，现在实际年产量达到22($10^4$,t/a)，为设计能力的三倍，此时设计条件已完全改变。

故用机组设计能力与主要设计条件结合一起的方式表示生产能力较为贴切。

**11.0.3～11.0.5** 三条中提供的每吨产品消耗指标是设计值(目前缺少生产厂实际使用值)，设计时只能低于这些指标方可达到《钢铁企业节能设计规范》规定值。